

Računalna evidencija drvnih sortimenata kao podloga za izradu sortimentnih tablica

Požega, Luka

Master's thesis / Diplomski rad

2021

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Forestry and Wood Technology / Sveučilište u Zagrebu, Fakultet šumarstva i drvne tehnologije**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:108:247104>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-02-19**



Repository / Repozitorij:

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



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

FAKULTET ŠUMARSTVA I DRVNE TEHNOLOGIJE

SVEUČILIŠNI DIPLOMSKI STUDIJ ŠUMARSTVO

SMJER: TEHNIKA, TEHNOLOGIJA I MANAGEMENT UŠUMARSTVU

LUKA POŽEGA

**RAČUNALNA EVIDENCIJA DRVNIH SORTIMENATA KAO
PODLOGA ZA IZRADU SORTIMENTNIH TABLICA**

DIPLOMSKI RAD

ZAGREB, 2021

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET ŠUMARSTVA I DRVNE TEHNOLOGIJE
ŠUMARSKI ODSJEK

**RAČUNALNA EVIDENCIJA DRVNIH SORTIMENATA KAO PODLOGA
ZA IZRADU SORTIMENTNIH TABLICA**

DIPLOMSKI RAD

Diplomski studij: Šumarstvo
Smjer: Tehnika, tehnologija i management u šumarstvu

Predmet: Šumski proizvodi

Ispitno povjerenstvo: 1. doc. dr. sc. Dinko Vusić
2. prof. dr. sc. Željko Zečić
3. prof. dr. sc. Tomislav Poršinsky

Student: Luka Požega

JMBAG: 0068223563

Broj indeksa: 1074/19

Datum odobrenja teme: 30.04.2021.


Datum predaje rada: 09.09.2021.

Datum obrane rada: 24.09.2021.

Zagreb, rujan, 2021.

DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Naslov	Računalna evidencija drvnih sortimenata kao podloga za izradu sortimentnih tablica
Title	Computer records of timber assortments as a basis for assortment tables
Autor	Luka Požega
Adresa autora	Kralja Zvonimira 21 A, 47240 Slunj
Mjesto izrade	Fakultet šumarstva i drvne tehnologije Sveučilišta u Zagrebu
Vrsta objave	Diplomski rad
Mentor	doc. dr. sc. Dinko Vusić
Izradu rada pomogao	Branko Uršić, mag. ing. silv.
Godina objave	2021.
Obujam	46 stranica + 47 slika + 9 tablica + 26 navoda citirane literature
Ključne riječi	Računalna evidencija, drvni sortimenti, sortimentne tablice
Key words	Computer records, timber assortments, assortment tables
Sažetak	<p>Cilj istraživanja je bio konstruirati i opisati računalni modul za prikupljanje podataka o sortimentnoj strukturi na razini stabla; evidentiranjem i pridruživanjem podataka o kakvoći i dimenzijama izrađenih drvnih sortimenata prsnom promjeru stabla. Odrađeno je i terensko testiranje primjene u uvjetima konkretne sječine jele i smreke u gospodarskoj jedinici »Sungerski lug« uz naknadnu obradu i interpretaciju rezultata. Podaci su prikupljeni pomoću programa »UMT Plus« iz kojega su naknadno preuzeti u »Excel« datoteku. Obrada podataka obavljena je pomoću programa »Excel«, »Access« i »Statistica«. Glavna baza podataka konstruirana je pomoću »Excel« programa kojim je napravljena i prva obrada podataka. Pomoću odgovarajućih matematičkih izraza, na temelju izmjerenih podataka automatiziran je izračun dimenzija preuzetih sortimenata te u kombinaciji grešaka, koje su evidentirane u slučaju kada se zbog njihove prisutnosti trupac nije mogao svrstati u viši razred kakvoće, dobivene su sortimentne tablice lokalnog karaktera.</p>

	IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI	OB ŠF 05 07
		Revizija: 2
		Datum: 29.4.2021.

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

U Zagrebu, 09.09.2021. godine

vlastoručni potpis

Luka Požega

Popis slika

Slika 1: Lokacije primjernih stabala na karti gospodarske jedinice	5
Slika 2: Oprema korištena pri terenskoj izmjeri	7
Slika 3: Prvi izbornik	8
Slika 4: Drugi izbornik	8
Slika 5: Treći izbornik	9
Slika 6: Izlist snimljenih podataka	9
Slika 7: Jednostruka paljivost	10
Slika 8: Djelomična okružljivost	10
Slika 9: Pukotina	10
Slika 10: Zimotrenost	10
Slika 11: Periferna trulež	11
Slika 12: Trulež u srcu čela trupca	11
Slika 13: Zdrava kvrga	11
Slika 14: Trula kvrga	11
Slika 15: Zdrava kvrga promjera većeg od 60 mm	12
Slika 16: Zdrava kvrga promjera manjeg od 60 mm	12
Slika 17: Pršljen kvrga	12
Slika 18: Ispadajuća kvrga	12
Slika 19: Neokorana kvrga	13
Slika 20: Okorana kvrga	13
Slika 21: Neokorana atipična sljepica	13
Slika 22: Okorana atipična sljepica	13
Slika 23: Piljevina nastala ubušivanjem potkornjaka	14
Slika 24: Ubušivanje potkornjaka pod koru	14
Slika 25: Distribucija izmjerenih stabala po debljinskim stupnjevima	18
Slika 26: Visinske krivulje	18
Slika 27: Izmjereni bruto obujam stabla	20
Slika 28: Bruto obujam stabla izračunat Schumacher-Hallovom jednadžbom	20
Slika 29: Bruto obujam obične jele	21
Slika 30: Bruto obujam obične smreke	21
Slika 31: Neto obujam prema HRN	22
Slika 32: Neto obujam prema HRN EN	22
Slika 33: Sortimentna struktura bruto obujma obične jele i obične smreke prema HRN	27
Slika 34: Sortimentna struktura neto obujma obične jele i obične smreke prema HRN	28
Slika 35: Sortimentna struktura bruto obujma obične jele prema HRN	29
Slika 36: Sortimentna struktura neto obujma obične jele prema HRN	30
Slika 37: Sortimentna struktura bruto obujma obične smreke prema HRN	31
Slika 38: Sortimentna struktura neto obujma obične smreke prema HRN	32
Slika 39: Sortimentna struktura bruto obujma obične jele i obične smreke prema HRN EN	35
Slika 40: Sortimentna struktura neto obujma obične jele i obične smreke prema HRN EN	36
Slika 41: Sortimentna struktura bruto obujma obične jele prema HRN EN	37
Slika 42: Sortimentna struktura neto obujma obične jele prema HRN EN	38
Slika 43: Sortimentna struktura bruto obujma obične smreke prema HRN EN	39
Slika 44: Sortimentna struktura neto obujma obične smreke prema HRN EN	40
Slika 45: Planirana i ostvarena izvršenja	41
Slika 46: Ostvarena izvršenja prema: a) HRN normativnom sustavu, b) HRN EN normativnom sustavu	42
Slika 48: Struktura kvrga prema HRN normativnom sustavu	43
Slika 47: Struktura kvrga prema HRN EN normativnom sustavu	43

Popis tablica

Tablica 1: Podaci o odsjecima na lokalitetu istraživanja.....	4
Tablica 2: Parametri Schumacher-Hallove jednadžbe	17
Tablica 3: Distribucija evidentiranih stabala po odsjecima i vrstama drveća	18
Tablica 4: Statistički parametri osnovnih obilježja obične jele i obične smreke.....	19
Tablica 5: Statistički parametri t-testa izmjerenog bruto obujma i bruto obujma izračunatog Schumacher-Hallovom jednadžbom	21
Tablica 6: Statistički parametri multiple regresije neto obujma prema HRN normativnom sustavu.....	23
Tablica 7: Statistički parametri multiple regresije neto obujma prema HRN EN normativnom sustavu.....	23
Tablica 8: Prisutnost grešaka unutar klasa prema HRN normativnom sustavu	44
Tablica 9: Prisutnost grešaka unutar klasa prema HRN EN normativnom sustavu	45

SADRŽAJ:

UVOD	1
Cilj istraživanja	3
MATERIJALI I METODE ISTRAŽIVANJA	4
Mjesto istraživanja	4
Materijali i metode istraživanja	6
Obična jela	6
Obična smreka	6
Oprema	7
Računalni paket UMT Plus	7
Značajke evidentiranih grešaka	9
Obrada podataka.....	16
REZULTATI S RASPRAVOM	18
Uzorak	18
Bruto obujam	20
Neto obujam	22
Sortimentna struktura HRN	23
Obična jela	23
Obična smreka	24
Sortimentna struktura HRN EN	33
Obična jela	33
Obična smreka	34
Izvršenje plana	41
Kvrge	43
Ostale greške	44
ZAKLJUČAK	46
LITERATURA	47

UVOD

Za utvrđivanje očekivane vrijednosti drvnog obujma pri planiranju šumarskih radnih operacija važno je znati količinu i kakvoću drvnih sortimenata koje je moguće proizvesti, pri tome uvažavajući propise važećih normativa (Zečić 2009). Poznavanje količine i kakvoće drvnog obujma potrebno je zbog ekonomičnijeg iskorištenja pri sječi i izradi (Bojanin 1960). Općenito je volumen i kvaliteta drva polaznica za procjenjivanje problema ekonomskih mogućnosti šuma te njihovog gospodarskog potencijala. Proizvodnost šumskih sastojina na prvom mjestu je utjecana njihovim zdravstvenim stanjem. Ono može biti narušeno biotskim i/ili abiotskim čimbenicima; međusobnom kompeticijom jedinki, insektima, negativnim klimatskim pojavama, utjecajem čovjeka itd. (Pothier i Mailly 2006).

Tablice udjela šumskih drvnih sortimenata važan su alat potreban šumarskoj operativi, a obična jela i obična smreka predstavljaju temelj preborne strukture te zajedno čine gotovo polovicu drvene zalihe prebornih šuma Hrvatske. Prema podacima iz važeće šumskogospodarske osnove udjel drvene zalihe obične jele u prebornim šumama na teritoriju Republike Hrvatske iznosi 42,50 %, a obične smreke 6,97 %. Za kvalitetno planiranje sječa i etata, nužno je poznavati količinu ali i kakvoću drvnih sortimenata razvrstanu po razredima kakvoće koji su određeni prema važećim propisima normativnih sustava. Pouzdane tablice sortimentne strukture potrebne su za ocjenu učinkovitosti procesa pridobivanja drva određenog područja jer se na osnovi očekivane strukture drvnih proizvoda i trenutnih tržišnih cijena može izračunati isplativost proizvodnje takvih sortimenata u određenom trenutku.

U šumarskim udžbenicima »Eksploatacija šuma« (Ugrenović 1957) i »Izmjera šuma« (Pranjić i Lukić 1997) naglašava se važnost poznavanja sortimentne strukture sastojina pri donošenju poslovnih odluka u šumarskoj operativi. Uz to, u navedenim udžbenicima se također ukazuje i na velike, često nepremostive prepreke vezane za izradu, preciznost i praktičnu primjenu sortimentnih tablica. Prepreke su najčešće povezane sa sljedećim činjenicama: kvaliteta stabala te sastojine produkt je djelovanja različitih abiotskih i biotskih činitelja. Ukupni obujam sastojine ne može poslužiti kao osnova za planiranje sječe, izrade i privlačenja, a prvenstveno ne kao osnova za računanje financijskog prihoda. Obujam sastojine koji se može upotrijebiti varira u velikom rasponu vrijednosti od približno 30 % do 80 % u odnosu na ukupni obujam sastojine (Pranjić i Lukić 1997). Distribucija drvnih sortimenata u pojedinim stablima određena je raznovrsnošću njihova habitusa i pojavi grešaka na stablu i u stablu; pojava grešaka, veličina i broj grešaka na i u stablu slučajnog je karaktera i vrlo teško se može dovesti u korelaciju s mjerljivim parametrima stabla. Drvni sortimenti iste kvalitete nisu uvijek proizvod stabala jednakih dimenzija i jednakih kakvoćnih karakteristika. Postoje različitosti među klasifikacijama drvnih sortimenata u pojedinim zemljama, a norme razvrstavanja podložne su promjenama tijekom vremena. Također, pri određivanju kakvoće drvnih sortimenata uz mjerljive veličine daju se i subjektivne ocjene te je sortimentna struktura gospodarskih sastojina dijelom posljedica čovjekovog utjecaja, a ti utjecaji nisu dovoljno istraženi ni priznati. Zbog navedenih razloga još nije pronađena metoda određivanja sortimentne strukture koja bi bila relativno brza, jednostavna i točna. Zajedničko svim dosadašnjim metodama je da se primjernim stablima određuje ukupni obujam i obujam sortimenata sekcioniranjem u dubećem ili oborenem stanju (Pranjić i Lukić 1997).

Nazivi o oblom drvu opisani normom »HRN EN« navode da krupno drvo (*eng. stem*) predstavlja dio stabla iznad tla uključujući grane. Deblo (*eng. trunk*) je dio krupnog drva koji se koristi za procjenu vrijednosti dubećeg stabla (određen minimalnim promjerom tanjeg kraja). »HRN« norma definira deblovinu kao dio stabla koji se proteže od panja, odnosno prizemnog dijela stabla do mjesta na kojem promjer bez kore iznosi 7 cm (Zečić i Vusić 2020). Navedene se metode procjene odnose na dubeća stabla te su više usmjerene na četinjače zbog navođenja promjera tanjeg kraja, a ne i na prve zdrave grane kao što je slučaj kod listača. Tehnička oblovinu skupni je naziv za sve vrijedne i manje vrijedne sortimente koje nalazimo u krupnomu drvu stabla, a koji imaju neku tehničku primjenu. Svakako je korisno znati udjele tehničke oblovine u obujmu stabla ili sastojine, jer će vrijednost stabla rasti s povećanjem njezinoga udjela, s obzirom na to da tehnički sortimenti po pravilu postižu višu tržišnu cijenu od prostornoga drva. Ali pravu tržišnu vrijednost oslikat će tek sortimentna struktura obujma krupnoga drva stabala u sječini (Krpan i Prka 2002).

Na sortimentnu se strukturu sastojine izravno utječe načinom gospodarenja i kvalitetom obavljenih radova propisanih načinom gospodarenja. Od samoga početka životnoga ciklusa (ophodnje) jednodobnih sastojina, šumarski eksperti svojim odlukama i radnjama nastoje potpomoći prirodni razvoj, pokušavajući postići što veći obujam proizvedene biomase ciljanih vrsta drveća uz istovremeno ostvarenje visoko kvalitetne sortimentne strukture sastojine. U prvim se dobnim razredima utjecaj na sortimentnu strukturu očituje primjenom kriterija negativne selekcije kod provođenja njega i čišćenja u branjevinama. Njega sastojina i stabala utemeljena je na činjenici da je fenotip stabla rezultat genotipa i utjecaja okoliša, odnosno stanišnih uvjeta. Njegovom se spontana selekcija stabala u sastojini zamjenjuje selekcijom na šumskouzgojnim načelima (Matić 2003). Kasnije, sve do zrelosti sastojine početkom oplodnih sječa, izravan čovjekov utjecaj na sortimentnu strukturu očituje se kroz određivanje vremena sječe pojedinačnih stabala, odnosno doznake kojom provodimo propisanu vrstu sijeka. Prka (2008) naglašava važnost razlučivanja sortimentne strukture sastojine od sortimentne strukture sječine zbog njihove izrazite varijabilnosti. Na primjeru istraživanja jednodobnih bukovih sastojina utvrđena je sortimentna struktura i izrađene su tablice šumskih drvnih sortimenata. Kao rezultat istraživanja Prka (2008) navodi da su tablice šumskih drvnih sortimenata koje uvažavaju vrstu sijeka kao jedan od ulaza, pouzdanije za procjenu sortimentne strukture sječine i preciznije za planiranje sječivog etata. Pri tome je kao čimbenik razdvajanja uzet kriterij negativne selekcije prilikom doznake stabala za sječu koji se primjenjuje do uključivo pripremnog sijeka. Zbog toga tablice šumskih drvnih sortimenata izrađuje zasebno za prorjede i pripremni sijek te zasebno za naplodni i dovršni sijek. Način gospodarenja prebornim sastojinama zadržava približno iste kriterije odabira stabala za sječu u nizu više ophodnjica pa je samim time za očekivati približno istu sortimentnu strukturu.

Prka i Poršinsky (2009) navode da je u hrvatskom šumarstvu započeo proces bitnih, brojnih i neminovnih promjena čiji utjecaj u značajnoj mjeri prelazi granice šumarske operative. Utjecaj promjena šumarske zakonske regulative mora se odraziti na drvnoindustrijski kompleks, šumoposjednike, kao i na ostale sudionike u šumarskom sektoru. Prka i Poršinsky (2009) navode problematiku različitosti Hrvatskih normi iskorištavanja šuma (1995) i međunarodne norme »Oblo drvo listača – razvrstavanje po kakvoći 1. dio: Hrast i bukva HRN EN 1316-1:1999.« Različitost se očituje u broju razreda kakvoće, minimalnih propisanih dimenzija, rasponu dozvoljenih grešaka te načinu izmjere tehničke oblovine. Svi navedeni razlozi otežavaju usporedbu strukture tehničke oblovine u sortimentnim tablicama. U nastavku napominju da norma »HRN EN 1316-1:1999« nije obvezna u korištenju zbog regulacije

odnosa šumoposjednika i drvoprerađivača ugovorom koji se ne mora nužno pozivati na normu. Razlike između međunarodnih normi i normi u uporabi u hrvatskom šumarstvu dovesti će do promjene načina rada kod prikrajanja, preuzimanja, evidencije i trgovine šumskih proizvoda sve većim zahtjevima za sortimentima klasificiranim prema međunarodnim normama pod utjecajem svjetskog tržišta koje počiva na sustavu slobodnog i javnog nadmetanja. Krpan i Šušnjar (1999) ukazuju da prisutnost proizvoda na tržištu zahtijeva prihvaćene međunarodne norme proizvoda ili nacionalne norme proizvoda usklađene s međunarodnim normama.

Zečić i dr. (2009) ukazuju na važnost točnosti podataka o drvnom obujmu stabla kao ulaznog podatka u promatranju iskorištenja pri sječi stabala i izradi drvnih sortimenata. U prošlosti su se pojavljivali različiti izvori i metode izračunavanja drvnog volumena koje je rezultiralo i značajnim razlikama. Moderne tehnologije snimanja trodimenzionalnog prostora otvaraju mogućnosti za brže, jednostavnije i točnije utvrđivanje obujma stabla.

U novije su vrijeme prema Prki i Poršinskom (2008) brojni autori (Vondra 1995, Štefančić 1998, Prka 2001, Krpan i Prka 2002, Paladinić 2005, Paladinić i Vuletić 2006, Prka i Krpan 2007) istraživali sortimentnu strukturu bukovich sastojina određenu prema Hrvatskim normama proizvoda iskorištavanja šuma iz 1995. godine. Rezultati ovih istraživanja (većim dijelom) nisu primijenjeni u šumarskoj operativi. Istraživanja strukture drvnih sortimenata glavnih vrsta drveća hrvatskog šumarstva uz primjenu međunarodnih ("europskih" »HRN EN«) normi, znatno su rjeđa (Prka 2005) iako su neke od tih normi postale dio hrvatske propisnosti.

Dodatnu teškoću čini razlika između »HRN« i »HRN EN« normativnog sustava, koja se ogleda u činjenici da tehničku oblovinu »HRN« normativni sustav razvrstava prema njezinoj namjeni, a »HRN EN« normativni sustav tehničku oblovinu razvrstava prema kakvoći, ne prejudicirajući njezinu buduću namjenu. Imajući navedeno u vidu, uz dugogodišnji razvoj domaće drvne industrije zasnovan na »HRN« normativnom sustavu, nije teško zaključiti da nedostatak (ili potpuni izostanak) tržišta šumskih drvnih sortimenata u Republici Hrvatskoj predstavlja glavnu prepreku prihvaćanju međunarodnih normi od strane operativnog šumarstva (Prka i Poršinsky 2009).

Cilj istraživanja

Za cilj istraživanja postavljeno je konstruirati i opisati računalni modul za prikupljanje podataka o sortimentnoj strukturi na razini stabla; evidentiranjem i pridruživanjem podataka o kakvoći i dimenzijama izrađenih drvnih sortimenata prsnom promjeru stabla. Testiranje terenske primjene u uvjetima konkretne sječine, uz naknadnu obradu i interpretaciju rezultata treba rezultirati ocjenom prikladnosti navedene metode pri izradi lokalnih sortimentnih tablica za običnu jelu i običnu smreku (uz detaljan opis tijeka prikupljanja i obrade podataka). Dodatno je predviđena mogućnost evidentiranja prisutnosti grešaka drva na drvnim sortimentima stabala uzorka (onih grešaka koje uzrokuju nemogućnost klasifikacije u vrjednije razrede kakvoće) i interpretacija utvrđenog intenziteta pojavnosti pojedine greške na određenom razredu kakvoće oblog drva.

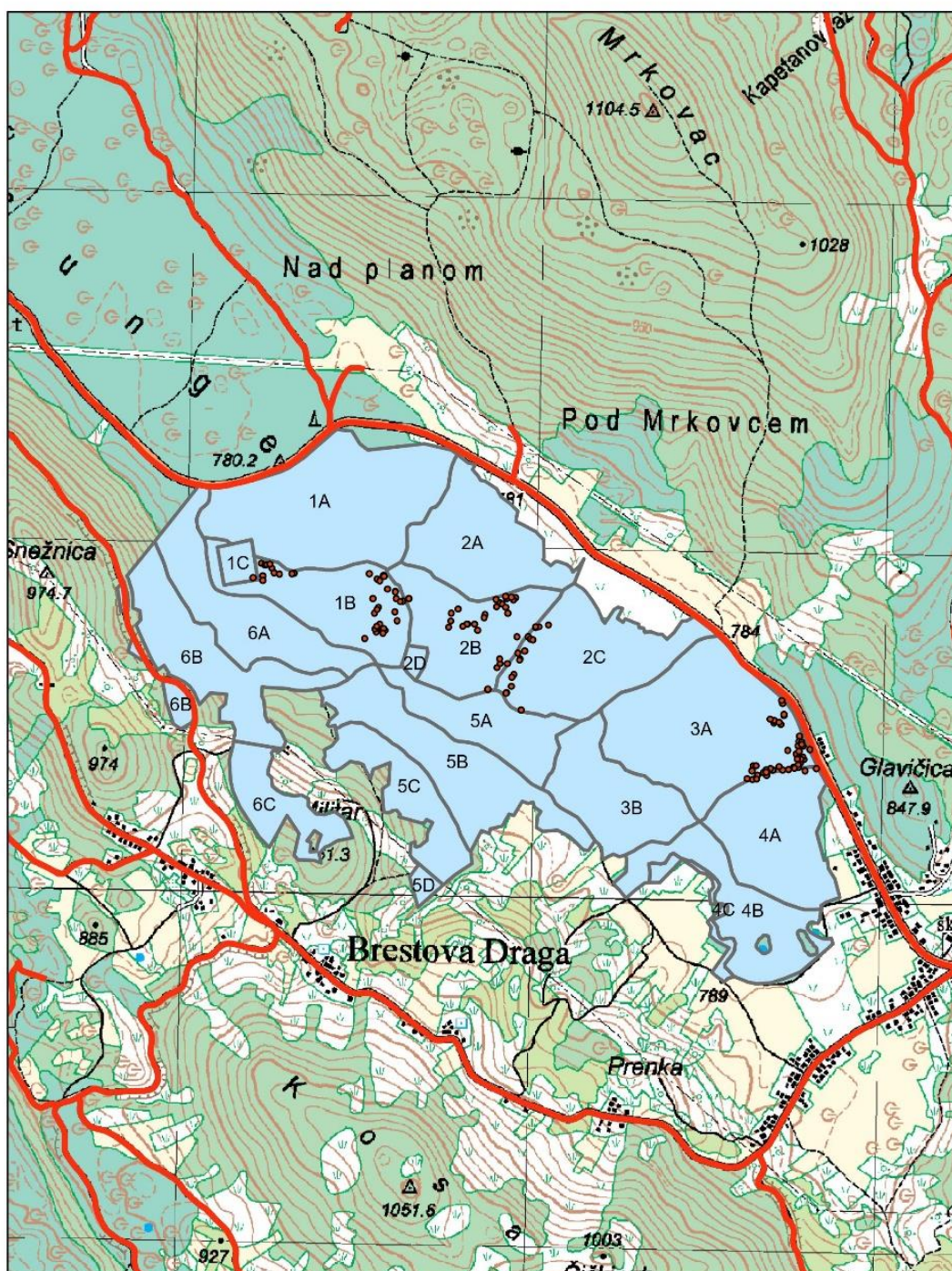
MATERIJALI I METODE ISTRAŽIVANJA

Mjesto istraživanja

Istraživanje sortimentne strukture pomoću računalnog programa provedeno je na području gospodarske jedinice »Sungerski lug« u odsjecima 1b, 2b, 2c i 3a. Na temelju podataka iz važećeg programa gospodarenja sva četiri odsjeka pripadaju uređajnom razredu jele i smreke prebornog gospodarenja na I/II bonitetu. Ophodnjica iznosi 10 godina. Odsjeci se nalaze na 780–790 metara nadmorske visine na platou. Teren je ravan, a mjestimično se pojavljuju manje depresije. Tlo je humusno te prekriveno listincem i prizemnim rašćem te se na njemu razvija fitocenoza jelove šume s rebračom (*Blechno - Abietetum*). Pomladak i mladik jele i smreke javlja se pojedinačno i u skupinama. Ključni podaci o odsjecima u kojima je provedeno istraživanje nalaze prikazani su u tablici 1.

Tablica 1: Podaci o odsjecima na lokalitetu istraživanja

Odjel/odsjek	1b	2b	2c	3a	
Površina odsjeka (ha)	9,23	9,86	12,25	17,81	
Obrast	0,88	0,90	0,96	1,03	
Ukupna drvena zaliha (m ³ /ha)	433,69	474,97	499,35	509,70	
Drvena zaliha obične jele (m ³ /ha)	332,3	236	294,62	286,16	
Drvena zaliha obične smreke (m ³ /ha)	98,08	237,11	203,34	222,88	
Drvena zaliha obične bukve (m ³ /ha)	3,18	1,86	1,35	0,36	
Broj stabala (kom/ha)	374	405	369	396	
Temeljnica (m ² /ha)	32,98	35,67	36,80	38,62	
Srednje plošno stablo (d-cm)	33,51	33,49	35,63	35,24	
Godišnji tečajni prirast (m ³ /ha)	9,26	9,99	10,25	11,39	
Intenzitet preborne sječe (%)	21,49	19,65	18,80	20,05	
Etat (m ³ /ha)	Obična jela	74,54	38,74	56,33	51,20
	Obična smreka	18,63	54,56	37,55	50,98



Tumač znakova

- Stabla
- Ceste
- Granica odjela i odsjeka
- GJ „Sungerski Lug“

0 120 240 480 720 960
Metra

1:15.000



Slika 1: Lokacije primjernih stabala na karti gospodarske jedinice

Materijali i metode istraživanja

Obična jela

Obična jela (*Abies alba* Mill.) je prirodno rasprostranjena u planinama srednje, južne i djelomično zapadne Europe. Areal obične jele u Hrvatskoj obuhvaća područja Gorskog kotara, odakle se preko Velebita proteže kroz cijeli Dinarski masiv. Ova se vrsta nalazi i u gorskim predjelima Papuka između Save i Drave (Vidaković, 1993).

Obična jela je ekološki, gospodarski i tradicionalno najvažnija hrvatska četinjača (Prpić i Seletković, 2001). Pridolazi u prebornim šumama koje predstavljaju značajno ekološko uporište najšumovitijega područja Republike Hrvatske (Paladinić 2011). Ako se pri gospodarenju ovom vrstom nema u vidu raznovrsnost međudjelovanja svih okolišnih čimbenika, a zahvati pridobivanja drva se obavljaju jednoliko na svim staništima, može se dogoditi da neki drugi čimbenik (klimatski, biotski) do toga trenutka beznačajan, postane na nekim staništima vrlo značajan, odnosno odlučan za razvoj, prirast, uz rast pa i opstanak jele (Šafar 1965).

Obična smreka

Areal obične smreke (*Picea abies* (L.) H.Karst.) prostire se na više od 200 000 000 ha, pa je i najzastupljenija vrsta drveća na Zemlji (Oršanić, 2001). Prema Vajdi (1933) u Hrvatskoj se prirodno javlja u reljefno uvjetovanim depresijama visokog gorja Gorskog kotara, Velebita i ostalog dijela Like, posebice u mrazištima, gdje nema ozbiljnu konkurenciju drugih vrsta drveća. Prema Čavloviću i dr. (2008) ukupna drvna zaliha smreke u Republici Hrvatskoj je 13 200 000 m³, što čini 2,4 % ukupnog drvnog volumena.

Anić (2020) navodi da je obična smreka vrlo plastična vrsta drveća glede svoga rasprostiranja na različitim staništima. Na području dinarida dolazi kao pionirska vrsta drveća, gdje vladaju nepovoljni, često ekstremno loši stanišni uvjeti. S vremenom se ona proširila i u preborne jelovo-bukove šume i preko šumskih kultura na sva područja u Hrvatskoj, izuzev Sredozemlja. I uz to, tu vrstu drveća smatramo u prvom redu pionirskom vrstom, čije šume naseljavaju nepovoljna staništa i na taj način s vremenom stvaraju uvjete u tlu i iznad tla za pojavu trajnih vrsta, koje tvore klimatogene zajednice. Pod nepovoljnim ekstremnim uvjetima razumijevamo ponajprije one edafske i klimatske uvjete koji onemogućavaju pridolazak klimatogenih vrsta i zajednica, a to su loša kvaliteta tla, mrazišta, niske temperature, snijeg, led i dr. Svojom otpornošću na takve uvjete, širokim ekološkim rasponom, koji joj omogućava prilagodbu na široki spektar različitih uvjeta, i uspijevanjem na određenom terenu smrekova šuma negdje samo tijekom jedne ophodnje (oko 100 godina), a negdje puno duže stvara uvjete za pridolazak temeljnih, klimatogenih i na nepovoljne čimbenike osjetljivih vrsta, kao što su jela i bukva.

Oprema

Opremu korištenu na terenu za potrebe mjerenja činili su: promjerka, spencerov metar, rolo metar, GPS uređaj, šumarski sprej, korač i tablet.

Promjerkom su izmjerene vrijednosti prsnog promjera i promjera sortimenta. Spencerovim metrom izmjerene su vrijednosti duljine drvnih sortimenata. Rolo metar, zbog svoje preciznosti, korišten je u izmjeri kvrga. Svakom stablu određen je prostorni položaj GPS uređajem, a markiranjem panja sprejem obilježena je izmjera tog stabla. Pri sječi i izradi stabala sjekač je na panj upisao sprejem datum obaranja stabla zbog utvrđivanja prisutnosti kukca koraša u drvnom sortimentu i utvrđivanja vremena potrebnog za ubušivanje (rezultati nisu prikazani u ovom radu). Korač je korišten u svrhu procjene ubušenja kukaca te uočavanju grešaka ispod kore. Sva navedena mjerenja zabilježena su na tabletu.



Slika 2: Oprema korištena pri terenskoj izmjeri

Računalni paket UMT Plus

Za prikupljanje i obradu podataka za izradu ovog diplomskog rada korišten je računalni paket programa »UMT Plus« tvrtke Laubrass. Program »UMT Plus« primarno se koristi pri izradi studije rada i vremena, a sastoji se od tri zasebna programa: »UMT Manager«, »StatUmt« i »UMT Plus«. Program »UMT Manager« služi za programiranje načina evidencije studije rada i vremena, program »StatUmt« služi za prikaz i daljnju obradu snimljenih studija i program »UMT Plus« koji se koristi pri snimanju studije rada i vremena. Osim za utvrđivanje utroška vremena pojedinog radnog zahvata, uz dobro osmišljeno i programirano korisničko sučelje, program omogućuje evidentiranje kvantitativnih i kvalitativnih značajki izrađenih drvnih proizvoda. Za potrebe istraživanja sortimentne strukture obične jele i obične smreke programirana su u programu »UMT Manager« tri izbornika koja su omogućila evidentiranje svih značajki prema »HRN« i »HRN EN« normativnim sustavima za svako stablo, odnosno za

sve sortimente jednog stabla. Prvi izbornik objedinjuje sve podatke koji se odnose na jedno stablo, a to su: vrsta drveća, prsni promjer, datum sječe i izrađeni drveni sortimenti. U drugom izborniku evidentirani su promjeri izrađenih sortimenata s korom, duljina sortimenta, duljina zasjeka prvog sortimenta, greške i klase sortimenta prema »HRN« i »HRN EN« normativnim sustavima. U trećem izborniku evidentirani su prekidi rada, a to su: hod do sljedećeg stabla, odmor, objed, pauza i ostali prekidi. U ovom radu nije prikazana obrada podataka o utrošcima vremena. Za bilježenje dimenzija odabran je način unosa podatka tipkovnicom, a za greške sortimenta unaprijed su definirane njihove značajke ili njihova prisutnost kako bi se ubrzao postupak evidentiranja. Kako se programirani izbornici planiraju koristiti i na drugim vrstama drveća, pri dodjeli naziva grešaka nastojale su se obuhvatiti sve greške na svim vrstama drveća prema »HRN« i »HRN EN« normativnim sustavima.

Snimanje podataka u programu započinje klikom na »VRSTA DRVA« i odabirom vrste drveća iz padajućeg izbornika. Nakon toga evidentiran je prsni promjer i datum sječe. Zatim klikom na »KLASA« otvara se drugi izbornik u kojem se evidentiraju značajke jednog sortimenta. Klikom na »1 Promjer« otvara se polje za unos vrijednosti promjera. Na isti način evidentira se drugi promjer, duljina sortimenta i duljina zasjeka prvog sortimenta. Greškama se evidentira samo prisutnost bez mjerenja njihovih dimenzija iz razloga što prisustvo greške i pridružena klasa sortimenta naznačuje raspon njihovih dimenzija. Tako se npr. za kvrge pritiskom na »KVRGE« otvara izbornik u kojem se odabire vrsta kvrge koja može biti zdrava, trula ili sljepica, a pridružena klasa sortimenta ukazuje na njihove dimenzije koje uz prisutnost isključuju višu klasu sortimenta. Tako se pritiskom na »TRUL« otvara izbornik u kojem se odabirom »DA« evidentira prisutnost truleži. Na isti način se evidentira prisutnost paljivosti, okružjivosti, zakrivljenosti, usukanosti, eliptičnosti, koničnosti i finoće goda. Greške srca podijeljene su na ekscentrično srce i dvostruko srce. Prisutnost kukaca evidentirana je s obzirom na dimenzije oštećenja (mala ili velika) i/ili s obzirom na tip kukca (koraš ili drvaš). Pritiskom na »KRAJ« označava se kraj evidentiranja podataka o tom sortimentu, a na ekranu se pojavljuje prvi izbornik u kojem se odabire: »KLASA« ako se evidentira još jedan sortiment tog stabla »PREKID« ako se evidentira prekid rada ili »VRSTA DRVA« ako se započinje s izmjerom novog stabla.



Slika 3: Prvi izbornik



Slika 4: Drugi izbornik



Slika 5: Treći izbornik

#	(Shrub) Elements	Date	Time (E)	Duration	Ratio	Cor.	Dur	Typ	Cal	Cys	Num	Mod
		yyyy/mm/dd	mm:ss	hh:mm:ss	%	%	hh:mm:ss					
1	(0) Vrsta drva (0) Datum sjeca (0) Promjer promjer, cm (0) Sortiment (1) Promjer sortimenta, mm (1) Promjer sortimenta, mm (1) Duljina sortimenta, cm (1) CASJEK (1) KVRIGE (1) TRUL (1) HRN (1) HRN EN (1) HRAN	2021/08/16	09:17:09.03	00:00:00	100	100.0	00:00:00	NVA	2*	1	F	5.000
2	(0) Sortiment (1) Promjer sortimenta, mm (1) Promjer sortimenta, mm (1) Duljina sortimenta, cm (1) KUKCI (1) KVRIGE (1) HRN (1) HRN EN (1) HRAN	2021/08/16	09:18:51.76	00:00:00	100	100.0	00:00:00	NVA	2*	1	F	0.000
3	(0) Sortiment (1) Promjer sortimenta, mm (1) Promjer sortimenta, mm (1) HRN EN (1) Duljina sortimenta, cm (1) HRN (1) KVRIGE (1) KUKCI	2021/08/16	09:19:51.76									

Slika 6: Izlist snimljenih podataka

Značajke evidentiranih grešaka

Paljivost je radijalno raspucavanje debla u centru donjeg dijela starih i prestarjelih stabala (Vasiljević 1983) dok pukotine počinju od srca, gdje su najšire i sužavaju se prema periferiji debla do koje ne dopiru; često one ne dopiru ni do bjeljike. Paljivost može biti jednostruka (u smjeru jednog promjera), unakrsna (u smjeru dvaju različitih promjera) i zvjezdasta (u smjeru više od dvaju promjera) (Zečić i Vusić 2020).

Okružljivost je lučna ili kružna raspuklina koja se proteže linijom goda te se prema obliku i veličini dijeli na djelomičnu (kada pukotina zahvaća dio periferije goda) i potpunu (kada pukotina zahvaća cijelu periferiju goda) (Zečić i Vusić 2020). Nalazi se u deblu (rijetko i u granama) na izvjesnoj udaljenosti od srca, obično samo u njegovom najdonjem dijelu (često samo do visine 1 m), nekada se ona proteže duž cijelog debla (Vasiljević 1983).

Ekscentričnost srca je nepravilnost pri kojoj položaj srca odstupa od geometrijskog središta poprečnog presjeka oblog drva (Zečić i Vusić 2020).

Drvo, odnosno tvari koje sačinjavaju drvo, podliježu posebnom procesu razgradnje i raspadanja, procesu koji općim imenom zovemo trulež (Kišpatić 1983). Tu trulež uzrokuje posebna vrsta gljiva, nazvanih razarači drveta ili gljive uzročnici truleži. Prema tome, trulež je kemijska razgradnja drvnih tvari djelatnošću određene grupe gljiva (Kišpatić 1983).

Kvrge se normalno nalaze u svakom stablu te su one osnovice živih i dijelovi mrtvih grana obuhvaćeni godovima debla (Vasiljević 1983). Podjele su kvrga brojne, a mogu se klasificirati prema postanku, sraslosti, uraslosti, veličini, obliku, stupnju zdravlja i konzistenciji (Zečić i Vusić 2020).

Zimotrenost (mrazopuc) je pojava raspuklina zbog djelovanja jake studeni koje nastaju u vanjskim slojevima debla, koje se protežu uzdužno i koje mogu prodirati do srži (Zečić i Vusić 2020).



Slika 7: Jednostruka paljivost



Slika 8: Djelomična okružljivost



Slika 9: Pukotina



Slika 10: Zimotrenost



Slika 11: Periferna trulež



Slika 12: Trulež u srcu čela trupca



Slika 13: Zdrava kvrga



Slika 14: Trula kvrga



Slika 15: Zdrava kvrga promjera većeg od 60 mm



Slika 16: Zdrava kvrga promjera manjeg od 60 mm



Slika 17: Pršljen kvrga



Slika 18: Ispadajuća kvrga



Slika 19: Neokorana kvrga



Slika 20: Okorana kvrga



Slika 21: Neokorana atipična sljepica



Slika 22: Okorana atipična sljepica

Pojedine vrste insekata koje pripadaju redovima Coleoptera, Lepidoptera i Hymenoptera oštećuju dubeća stabla (većinom ozlijeđena i oboljela), neobrađen materijal, gotove proizvode ili ugrađeno drvo, koje im služi kao sklonište ili kao hrana, a najčešće kao jedno i drugo (Vasiljević 1983). Štete se očituju u bušenju hodnika od strane insekata kojima se isprekida kontinuitet drvnih vlaknaca; na taj se način smanjuje čvrstoća i trajnost drveta ili se izlaznim hodnicima oštećuje površina gotovog produkta. Oštećenja koja kukci stvaraju u drvu razlikuju se po dubini, veličini i broju (Zečić i Vusić 2020).



Slika 23: Piljevina nastala ubušivanjem potkornjaka

Slika 24: Ubušivanje potkornjaka pod koru

Postupak mjerenja

Nakon što je primjernom stablu evidentirana vrsta drveća (obična jela ili obična smreka) bilo je potrebno evidentirati prsni promjer. Prsni promjer mjereno je na način da se na prvom trupcu »tražila« duljina kojoj kada se pridoda visina panja čini prsnu visinu odnosno 1,3 m od tla. Mjerena su dva međusobno okomita promjera, svaki je bio zaokružen naniže, a upisivala se njihova aritmetička sredina zaokružena na puni centimetar naniže. Zatim je bilo potrebno evidentirati datum sječe koji su prema prethodnom dogovoru upisivali sjekači na panj posječenog stabla. Uz datum sječe evidentiran je podatak u kojem se odjelu/odsjeku stablo nalazilo, a isto je bilo zabilježeno i GPS uređajem. Nakon toga svakom izrađenom sortimentu izmjerena je najkraća duljina na centimetar točno, a na sredini sortimenta izmjerena su dva međusobno okomita promjera na milimetar točno. Na prvom trupcu bilo je potrebno izmjeriti visinu/duljinu zasjeka zbog kasnije obrade podataka jer se prema »HRN« normativnom sustavu duljina prvom trupcu mjeri od kraja zasjeka, a prema »HRN EN« normativnom sustavu od sredine zasjeka. Na isti način izmjereni su svi ostali izrađeni sortimenti jednog stabla (osim izmjere duljine zasjeka) Nakon izmjere zadnjeg sortimenta izmjerena je duljina neizrađenog ovrška. Zbrojem duljina sortimenata i ovrška izračunata je ukupna visina stabla. Na navedeni način izmjeren je samo izrađeni bruto obujam krupnog drva. Dio ovršine stabla iz kojeg se nije mogao izraditi sortiment, a bio je deblji od 7 cm s korom, nije evidentiran u bruto obujmu krupnog drva.

Nakon izmjerenih dimenzija evidentirane su sve one greške koje onemogućavaju svrstavanje trupca u vrjedniji/viši razred kakvoće. Greške su mjerene prema važećim »HRN« i »HRN EN« normativnim sustavima. U slučaju paljivosti iskazivao se odnos duljine pukotine u centimetrima i srednjeg promjera čela oblog drva na kojem se nalazi prema »HRN« normativnom sustavu, a prema »HRN EN« normativnom sustavu mjerila se duljina najdužeg kraka paljivosti iskazane u milimetrima. Djelomična okružljivost mjerena je duljinom tetive najvećeg luka okružljivosti, a iskazana odnosom duljine tetive u centimetrima (»HRN«) ili milimetrima (»HRN EN«) i srednjeg promjera čela oblog drva na kojem se nalazi.

Ekscentričnost srca je mjerena na tanjem čelu oblog drva trupca kao udaljenost srca od geometrijskog središta presjeka oblog drva, te zaokružena na centimetar naniže, odnosno iskazana je u postotnom odnosu izmjerene vrijednosti ekscentičnosti i nominalnog promjera obloga drva.

Evidentirane kvrge svrstane su u tri kategorije: zdrave kvrge, sljepice i trule kvrge. Zdrave i trule kvrge predstavljaju podjelu neuraslih kvruga prema stanju. Neurasle kvrge su dijelovi grana u obujmu oblog drva vidljivi na plaštu obloga drva nakon kresanja grana. Zdrave kvrge su bez tragova i pukotina te su kao takve evidentirane. Zdrave kvrge prema »HRN EN« normativnom sustavu nisu dopuštene u A klasi, u B klasi su dopuštene do 4 cm promjera kvrge, u C klasi do 8 cm manjeg promjera i u D klasi su dopuštene. Prema HRN normativnom sustavu zdrave kvrge promjera većeg od 2 cm isključuju mogućnost klasiranja u furnirsku klasu. Za pilanski trupac I. klase dopuštene su zdrave kvrge do 2 cm neograničeno i jedna kvruga po tekućem metru promjera do 4 cm. Pilanski trupac II. klase može sadržavati neograničeno zdravih kvruga do 4 cm promjera i jednu kvrugu/vijenac po tekućem metru promjera do 6 cm. U rubriku trulih kvruga evidentirane su natrule kvrge (do 1/3 površine presjeka) i trule kvrge (sadrže trulež preko 1/3 površine presjeka). Trule kvrge prema »HRN EN« normama nisu dopuštene u A i B klasi. Trule kvrge promjera većeg od 3 cm isključuju C klasu dok D klasa dozvoljava trule kvrge. Kod »HRN« normi trule kvrge isključuju furnirski trupac. U pilanski trupcima I. klase dopuštena su tri vijenca malih trulih kvruga do 2 cm promjera po tekućem metru dok su kod pilanskih trupaca II. klase dopuštena tri vijenca trulih kvruga do 4 cm po tekućem metru. Kod neuraslih kvruga mjerili su se najmanji promjeri kvruga (bez kalusa) na milimetar točno. Kod kvruga u pršljenju (četinjača) mjerena je najveća kvruga u pršljenju. Veličine i brojnost kvruga bile su glavne greške prema kojima su se sortimenti klasificirali. Osim njih evidentirane su i zarasle kvrge (sljepice). U kategoriji sljepica evidentirani su tragovi grana na kori u slučaju kada iste nije bilo moguće okresati jer su se nalazile u razini plašta (najčešće) ili pak u slučaju kada zarasle kvrge iznad plašta nisu okresane (rjeđe). Sljepice su na terenu okorane u onim slučajevima kada su se nalazile na furnirskim trupcima i kada je postojala bojaznost da su one trule, odnosno kada bi zbog svoje pojavnosti onemogućile klasifikaciju komada oblog drva u kategoriju furnirskog trupca.

Prema »HRN« normativnom sustavu oštećenja od kukaca mogu biti bušotine (hodnici) i rupe (otvori). Ona po veličini mogu biti sitna oštećenja kada je promjer do 3 mm tzv. mušičavo drvo i krupna oštećenja kada je promjer veći od 3 mm tzv. crvotočno drvo (Zečić i Vusić 2020). Oštećenja od kukaca nisu dozvoljena kod furnirskih trupaca i trupca za pilansku preradu I. klase kod četinjača. Prema »HRN EN« normativnom sustavu oštećenja od kukaca dijele se po veličini na sitne bušotine koje u pravilu nisu veće od 2 mm u promjeru te po boji na crnu bušotinu čiji je rub tamno obojen i bijelu bušotinu kojoj je rub tunela iste boje kao što je okolno drvo. Oštećenja veličine do 2 mm dopuštena su prema »HRN EN« normativnom sustavu u C klasi ako je to početni stadij te je oštećenje veličine do 2 mm, a u D klasi su dopuštena za oštećenja veličine do 2 mm. Tijekom terenske izmjere posebna pozornost bila je usmjerena na uočavanje oštećenja od kukaca koraša i drvaša. Prema normativnim sustavima takva oštećenja bi onemogućila klasificiranje trupaca u više/vrijednije razrede. Zbog toga što kukci koraši svojim djelovanjem ne oštećuju nama vrijedni dio trupca (drvo) već napadaju samo koru u kojoj se i zadržavaju ista nisu uzeta u obzir pri klasificiranju trupaca u sortimentne razrede. Ova oštećenja evidentirala su se ako je na površini kore uočena hrpica piljevine koja je bila smeđe boje ako je kukac koraš ili bijele boje ako je kukac drvaš. Osim toga, potrebno je određeno vrijeme kako bi oštećenja od istih bila vidljiva nakon što se stablo obori što u pravilu

znači ako se trupci preuzimaju isti dan kada je stablo oboreno i izrađeno takva oštećenja nije moguće ni evidentirati.

Zimotrenost je mjerena dubinom prodiranja prema srcu i iskazivana kao postotni odnos prema normalnom promjeru oblog drva. Prema HRN normativnom sustavu zimotrenost isključuje klasu furnirskog trupca i pilanskog trupca I. klase.

Nakon obavljenih detaljnih mjerenja dimenzija obloga drva, zatim i grešaka uočenih na istom, uslijedilo je klasificiranje šumskih drvnih proizvoda prema kakvoći (HRN EN) te prema namjeni (HRN). Najveći utjecaj na klasiranje su imale greške: trulež i kvrga (veličina, brojnost, vrsta). Navedena povezanost biti će detaljnije obrađena u nastavku rada.

Obrada podataka

Prikupljanje podataka pomoću programa »UMT Plus« omogućilo je jednostavan izvoz podataka u »Excel« datoteci u kojoj je zatim napravljeno sortiranje i kontrola podataka. Obrada podataka obavljena je pomoću programa »Excel«, »Access« i »Statistica«. Glavna baza podataka konstruirana je pomoću »Excel« programa s kojim je napravljena i prva obrada podataka. Pomoću odgovarajućih matematičkih izraza, na temelju izmjerenih podataka automatiziran je izračun promjera preuzetih sortimenata bez kore te su zaokružene duljine sortimenata prema »HRN« i »HRN EN« normama. Pri radu na terenu mjerena su dva međusobno okomita promjera sortimenata s korom na milimetar točno. Svaki je promjer stoga trebalo zaokružiti na centimetar naniže, izračunati njihovu aritmetičku sredinu, zaokružiti ju na centimetar naniže i od nje oduzeti dvostruku debljinu kore (korištene su tablice odbitaka kore trgovačkog društva »Hrvatske šume« d.o.o.). Duljine sortimenata na terenu mjerene su na centimetar točno. Prema »HRN« normativnom sustavu duljine pilanskih trupaca za običnu jelu i običnu smreku zaokružuju se na 0,25 m naniže. Svako izmjerenoj duljini prvo je trebalo oduzeti nadmjeru koja iznosi 1–2 cm po dužnom metru, odnosno najmanje 5 cm, a najviše 25 cm. Duljine furnirskih trupaca i trupaca višemetarskog ogrjevnog drva prema »HRN« normativnom sustavu kao i duljine trupaca klasiranih prema »HRN EN« normativnom sustavu zaokružuju se na puni decimetar naniže, a nadmjera se ne daje. Nakon toga Huberovom formulom izračunat je bruto i neto obujam svakog evidentiranog sortimenta. Bruto obujam računao se na temelju izmjerenih dimenzija, a neto obujam računao se na temelju dimenzija sukladno »HRN«, odnosno »HRN EN« normativnom sustavu. Zbrojem duljina svih preuzetih sortimenta pojedinog stabla, te dodajući duljinu ovrška, izračunata je ukupna duljina/visina svakog stabla koja je uz prsni promjer stabla poslužila za izračun prvog bruto obujma Schumacher-Hallovom jednadžbom (1) uz korištenje parametara za običnu jelu, odnosno običnu smreku.

$$V = b_0 * d_{1,30}^{b_1} * h^{b_2} * f [m^3] \quad (1)$$

- $d_{1,30}$ – prsni promjer, cm
 h – visina stabla, m
 b_0, b_1, b_2 – koeficijenti Schumacher – Hallove jednadžbe
 f – Mayerov korekcijski faktor

Tablica 2: Parametri Schumacher-Hallove jednadžbe

Vrsta drveća	Parametri Schumacher-Hallove jednadžbe			
	b ₀	b ₁	b ₂	f
Obična jela	0,00004991	1,877477	1,054306	1,004840
Obična smreka	0,00004267	1,869889	1,082051	1,039178

Drugi bruto obujam stabla izračunat je zbrojem bruto obujma svakog preuzetog sortimenta (2).

$$V = \frac{d^2 * 3,14}{40\ 000} * l \ [m^3] \quad (2)$$

d – promjer sortimenta, cm

l – duljina sortimenta, m

Treći bruto obujam izračunat je na temelju odgovarajućeg tarifnog niza i broja stabala pojedinog debljinskog stupnja. Tarifni niz daje podatak o bruto obujmu krupnog drva jednog stabla u svakom debljinskom stupnju. Množenjem broja stabala svakog debljinskog stupnja s odgovarajućom vrijednošću tarifnog niza izračunat je bruto obujam tog debljinskog stupnja.

U programu »Statistica« obrađene su izmjerene i izračunate vrijednosti te je utvrđeno koliko i na koji način se razlikuju podaci između vrsta drveća i kakvi su podaci prikupljeni na razini vrste. Po vrsti drveća izračunate su minimalne, maksimalne i srednje vrijednosti, te standardna devijacija za prsni promjer, visinu stabla, bruto obujam, neto obujam prema »HRN« i »HRN EN« normativnim sustavima. Pomoću t-testa utvrđena je statistička razlika između bruto obujma izračunatog Schumacher-Hallovom formulom i bruto obujma izračunatog zbrojem bruto obujma svih evidentiranih sekcija. Multiplom regresijskom analizom utvrđena je ovisnost bruto i neto obujma o prsnom promjeru stabla, visini stabla i vrsti drveća. Pomoću programa »Access« zbrojene su vrijednosti bruto i neto obujama po vrsti drveća, prsnom promjeru i razredu kakvoće. U programu »Excel« odgovarajućim matematičkim izrazima automatiziran je izračun bruto i neto obujma po debljinskim stupnjevima, razredu kakvoće i vrsti drveća. Nakon toga izračunati su postotni udjeli pojedinih sortimenata, uključujući i udio otpada u bruto obujmu svakog debljinskog stupnja, što ujedno predstavlja sortimentnu tablicu izmjerenih stabala.

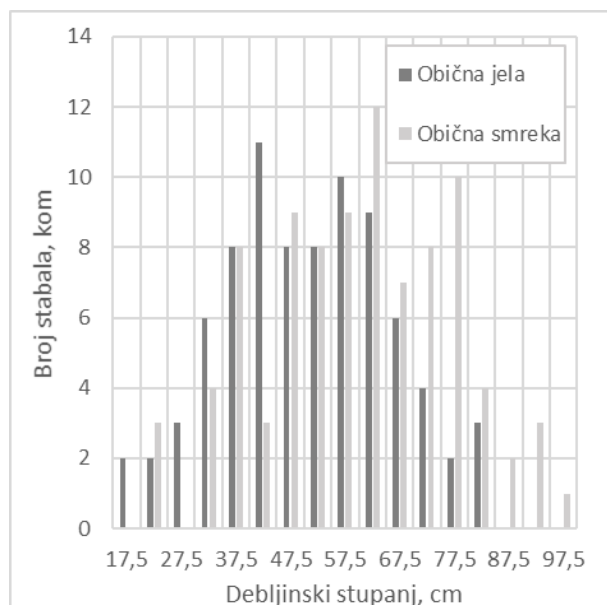
REZULTATI S RASPRAVOM

Uzorak

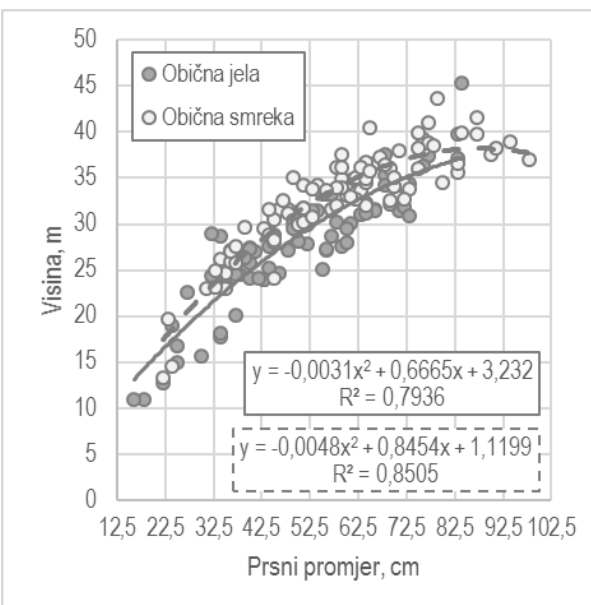
Tijekom terenske izmjere u gospodarskoj jedinici »Sungerski lug« u odsjecima 1b, 2b, 2c i 3a evidentirana su 82 stabla obične jele i 91 stablo obične smreke. Tablica 3 prikazuje distribuciju evidentiranih stabala po odsjecima i vrstama drveća. Srednja, minimalna i maksimalna vrijednost te standardna devijacija prsnog promjera, visine stabla, neto obujma prema »HRN« i »HRN EN« normativnim sustavima i neto obujma prema Schumacher-Hallovaj jednadžbi prikazani su zasebno po vrstama drveća u tablici 4. Prsni promjer kod obične jele kretao se u rasponu od 16–84 cm, a visina od 10,87–45,39 m. Prsni promjer kod obične smreke kretao se u rasponu od 22–98 cm, a visina od 13,25–43,70 m. Prosječno su stabla obične smreke bila za 9,15 cm većeg prsnog promjera i 4,85 m viša u odnosu na običnu jelu. Sukladno tomu vrijednosti bruto i neto obujma stabla prosječno su manje za običnu jelu.

Tablica 3: Distribucija evidentiranih stabala po odsjecima i vrstama drveća

Vrsta drveća	Odsjek			
	1b	2b	2c	3a
	Broj stabala, kom			
Obična jela	16	21	15	30
Obična smreka	10	29	23	29



Slika 25: Distribucija izmjerenih stabala po debljinskim stupnjevima



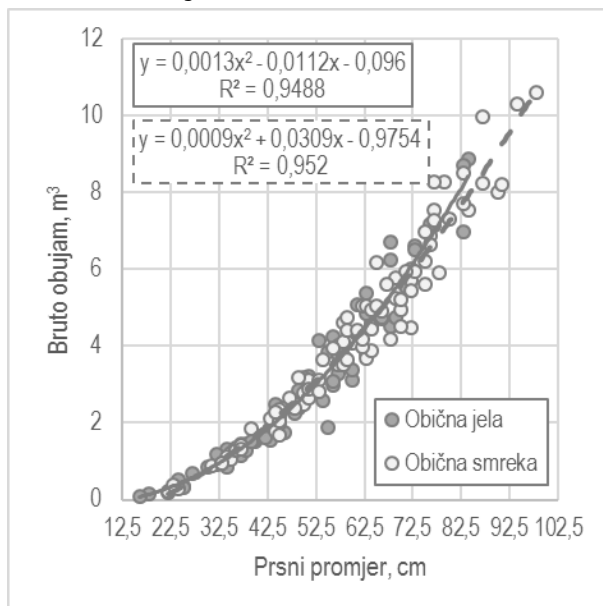
Slika 26: Visinske krivulje

Prema izmjerenim vrijednostima prsnih promjera stabla obične jele bila su zastupljena u debljinskim stupnjevima od 17,5–87,5 cm, dok su stabla obične smreke bila zastupljena u većim debljinskim stupnjevima u rasponu od 22,5–97,5 cm. Slika 26 prikazuje visinske krivulje koje ukazuju da je obična smreka prosječno u svim debljinskim stupnjevima bila viša od obične jele, a kulminacija visine je približno na 40 metara. Prikazane jednadžbe izjednačenja (slika 26) opisuju 85,05 % varijabilnosti za običnu smreku i 79,36 % varijabilnosti za običnu jelu.

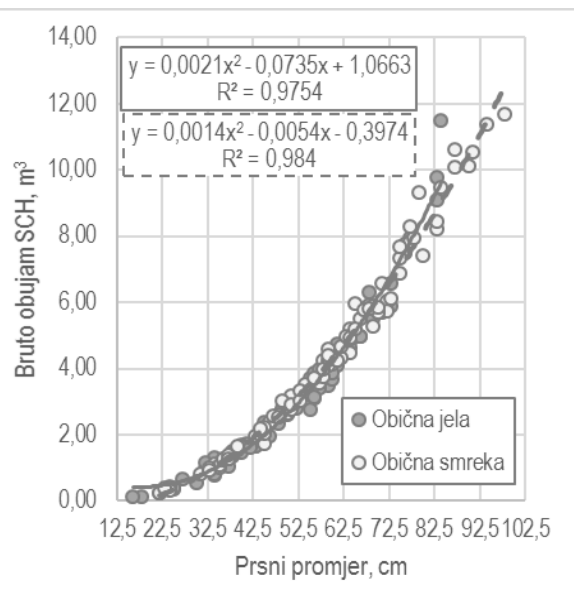
Tablica 4: Statistički parametri osnovnih obilježja obične jele i obične smreke

Obična jela (<i>Abies alba</i> Mill.)					
	Uzorak, kom	Srednja vrijednost	Minimalna vrijednost	Maksimalna vrijednost	Standardna devijacija
Prsni promjer, cm	82	50,26	16,00	84,00	15,64
Visina stabla, m	82	28,07	10,87	45,39	6,22
Neto obujam HRN, m ³	82	2,46	0,07	7,46	1,67
Neto obujam HRN EN, m ³	82	2,52	0,07	7,63	1,72
Bruto obujam SCH, m ³	82	3,06	0,09	8,87	2,05
Obična smreka (<i>Picea abies</i> (L.) H.Karst.)					
	Uzorak, kom	Srednja vrijednost	Minimalna vrijednost	Maksimalna vrijednost	Standardna devijacija
Prsni promjer, cm	91	59,41	22,00	98,00	17,25
Visina stabla, m	91	32,92	13,25	43,70	5,54
Neto obujam HRN, m ³	91	3,55	0,17	9,26	2,09
Neto obujam HRN EN, m ³	91	3,63	0,17	9,40	2,13
Bruto obujam SCH, m ³	91	4,29	0,22	10,59	2,43

Bruto obujam



Slika 27: Izmjereni bruto obujam stabla

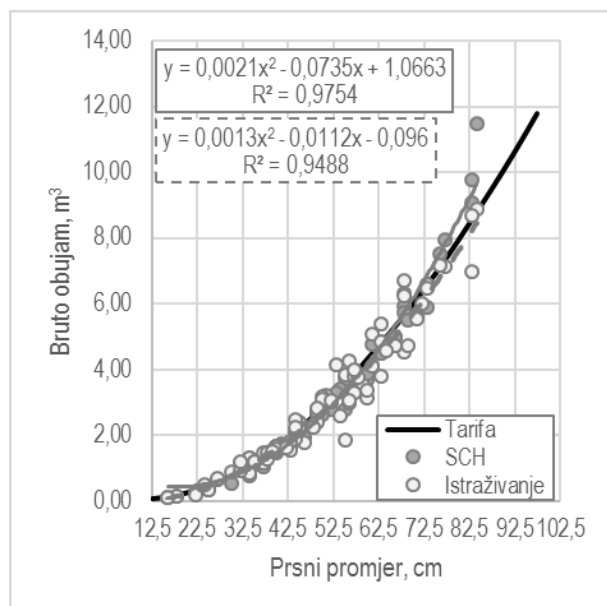


Slika 28: Bruto obujam stabla izračunat Schumacher-Hallovom jednadžbom

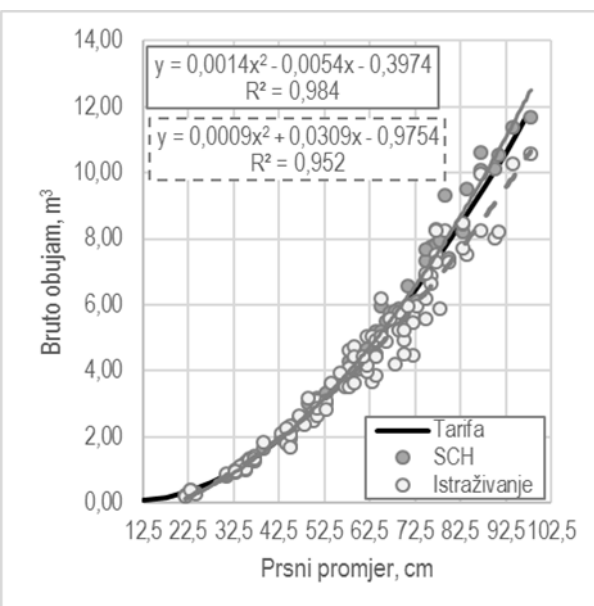
Slika 27 prikazuje vrijednosti izmjerenog bruto obujma koji se sastoji od bruto obujma izrađenih sortimenata i bruto obujma otpada i bonifikacije koji su nastali kao posljedica izrade drvnih sortimenata. U bruto obujam otpada uključeni su dijelovi stabla koji svojim dimenzijama i kakvoćom ne zadovoljavaju standarde propisane normativnim sustavima, a nakon izvođenja radova ostaju u šumi te su nastali kao posljedica njihova obavljanja. Tijekom izrade drvnih sortimenata pojavljivali su se dijelovi stabla koji najčešće zbog prisutnosti truleži nisu mogli biti svrstani u neki od razreda kakvoće, a kako ne bi kao otpad ostajali u šumi ostavljeni su na trupcu kao bonificirani dio trupca. Bonifikacija je najčešće bila prisutna na prvom trupcu (percu) jelovih i smrekovih stabala zbog prisutnosti truleži drva. Slika 28 prikazuje izračunati bruto obujam Schumacher-Hallovom jednadžbom koja daje veće vrijednosti bruto obujma od izmjerenih tijekom istraživanja. Glavni razlog tomu je što bruto obujam izračunat Schumacher-Hallovom jednadžbom obuhvaća ukupni volumen krupnog drva do 7 cm s korom dok u izmjereni bruto obujam ne ulazi ukupni već izrađeni bruto obujam. Kod obične smreke ta razlika je statistički značajna što dokazuje t-test čiji su parametri prikazani u tablici 5.

Tablica 5: Statistički parametri t-testa izmjerenog bruto obujma i bruto obujma izračunatog Schumacher-Hallovom jednadžbom

Vrsta drveća	Obična jela		Obična smreka	
	Bruto obujam- istraživanje	Bruto obujam- SCH	Bruto obujam- istraživanje	Bruto obujam- SCH
Srednja vrijednost	3,056598	3,154024	4,289975	4,633736
Standardna devijacija	2,047219	2,279417	2,430623	2,808349
Uzorak, kom		82		91
P vrijednost		0,103668		0,000001
Koeficijent - 95,00 %		-0,215206		-0,471629
Koeficijent + 95,00 %		0,020353		-0,215895



Slika 29: Bruto obujam obične jele

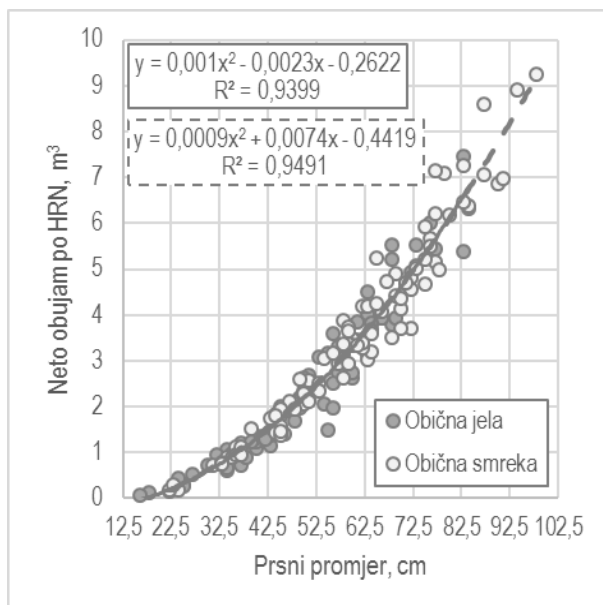


Slika 30: Bruto obujam obične smreke

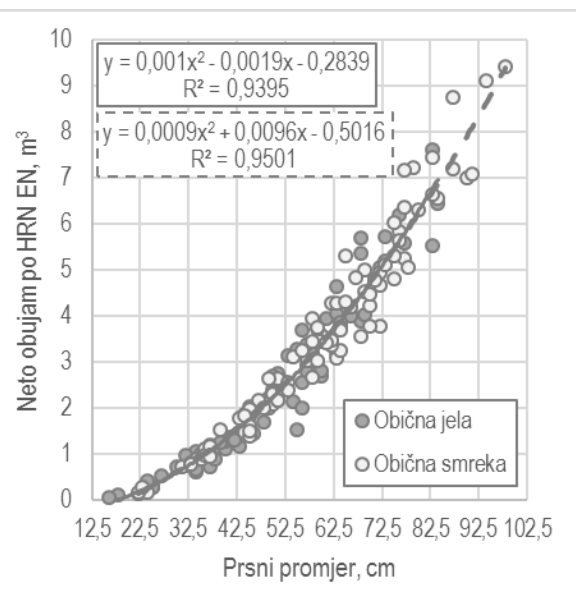
Slika 29 i slika 30 prikazuju izjednačene krivulje bruto obujma prema različitim metodama, odnosno vrijednosti dobivene prema tarifnom nizu, Schumacher-Hallovom jednadžbi i bruto obujmu izmjere iz kojih je vidljivo kako se one u sredini distribucije međusobno preklapaju dok se u nižim i višim debljinskim stupnjevima međusobno razilaze. Vrlo vjerojatno je razlog tomu mali broj stabala na krajevima distribucije. Veća odstupanja između istraživanih i izračunatih bruto obujma može se objasniti već navedenim načinom izmjere. Krivulja tarifnog niza kod obične jele pokazuje veća preklapanja s izmjerenim vrijednostima dok kod obične smreke krivulja tarifnog niza više prati krivulju izjednačenja bruto obujma izračunatog Schumacher-Hallovom jednadžbom.

Neto obujam

Neto obujam kao rezultat zaokruživanja dimenzija sortimenata, tj. odbijanja dvostruke debljine kore od izmjerenog promjera sortimenta i zaokruživanja duljina sortimenta uvažavanjem propisa odgovarajućeg normativnog sustava te njegova izračuna primjenom odgovarajuće matematičke formule, prikazan je na slici 31 prema »HRN« normativnom sustavu i slici 32 prema »HRN EN« normativnom sustavu. Niže vrijednosti neto obujma prema »HRN« normativnom sustavu posljedica su načina zaokruživanja duljina sortimenata koje se za tehničke sortimente pilanske oblovine I., II. i III. klase zaokružuju na četvrtinu metra dok se prema »HRN EN« normativnom sustavu za sve razrede kakvoće zaokružuju na puni decimetar. T-testom je utvrđena statistički značajna razlika između neto obujma prema HRN normativnom sustavu i neto obujma prema HRN EN normativnom sustavu. Razlike u iznosima bruto i neto obujma sadržane su u obujmu otpada, bonifikacije, kore i gubitaka zbog zaokruživanja dimenzija prema normativnom sustavu.



Slika 31: Neto obujam prema HRN



Slika 32: Neto obujam prema HRN EN

Multiplom regresijskom analizom utvrđeno je da neto obujam stabla u oba slučaja (HRN i HRN EN) ovisi o prsnom promjeru dok o visini i vrsti drveća ne ovisi.

Tablica 6: Statistički parametri multiple regresije neto obujma prema HRN normativnom sustavu

N=173	b*	Standardna pogreška b*	b	Standardna pogreška b	t(169)	p vrijednost
Odsječak			-2,95487	0,271011	-10,9031	0,000000
Prsni promjer, cm	0,962506	0,045435	0,11130	0,005254	21,1844	0,000000
Visina, m	-0,010184	0,047388	-0,00317	0,014768	-0,2149	0,830095
Vrsta drveća	-0,021749	0,023702	-0,08581	0,093516	-0,9176	0,360126

Tablica 7: Statistički parametri multiple regresije neto obujma prema HRN EN normativnom sustavu

N=173	b*	Standardna pogreška b*	b	Standardna pogreška b	t(169)	p vrijednost
Odsječak			-3,02597	0,274863	-11,0090	0,000000
Prsni promjer, cm	0,963981	0,045100	0,11389	0,005329	21,3742	0,000000
Visina, m	-0,010492	0,047039	-0,00334	0,014978	-0,2231	0,823764
Vrsta drveća	-0,019655	0,023527	-0,07923	0,094846	-0,8354	0,404674

Sortimentna struktura HRN

Obična jela

Ukupno je na 82 primjerna stabla obične jele izmjereno 233 komada tehničke oblovine od kojih je 7 trupaca pripadalo F razredu kakvoće (F klasa), 49 trupaca pripadalo je pilanskim trupcima I. razreda kakvoće (I. klasa), 87 trupaca pripadalo je pilanskim trupcima II. razreda kakvoće (II. klasa) i 90 trupaca pripadalo je pilanskim trupcima III. razreda kakvoće (III. klasa). Osim tehničke oblovine izmjerena su 103 komada višemetarskog celuloznog drva (VM).

Duljine trupaca F klase prema normi kretale su se od 4,00–4,20m sa srednjom vrijednošću $4,07 \pm 0,10$ m. Promjer trupaca zaokružen prema normi bez kore kretao se od 54,0–67,0 cm sa srednjom vrijednošću $61,14 \pm 5,34$ cm, a s korom kretao se od 57,0–70,0 cm sa srednjom vrijednošću $64,14 \pm 5,34$ cm. Neto obujam trupaca F klase kretao se od 0,92–1,48 m³ sa srednjom vrijednošću $1,20 \pm 0,22$ m³, a bruto obujam kretao se od 1,05–1,67 m³ sa srednjom vrijednošću $1,40 \pm 0,24$ m³.

Duljine trupaca I. klase prema normi kretale su se od 4,00–8,00 m sa srednjom

vrijednošću $5,00 \pm 1,58$ m. Promjer trupaca zaokružen prema normi bez kore kretao se od 27,0–63,0 cm sa srednjom vrijednošću $45,29 \pm 9,31$ cm, a s korom kretao se od 29,0–66,0 cm sa srednjom vrijednošću $48,06 \pm 9,61$ cm. Neto obujam trupaca I. klase kretao se od 0,34–1,90 m³ sa srednjom vrijednošću $0,81 \pm 0,37$ m³, a bruto obujam kretao se od 0,42–2,24 m³ sa srednjom vrijednošću $0,98 \pm 0,43$ m³.

Duljine trupaca II. klase prema normi kretale su se od 4,00–8,25 m sa srednjom vrijednošću $6,65 \pm 1,49$ m. Promjer trupaca zaokružen prema normi bez kore kretao se od 23,0–68,0 cm sa srednjom vrijednošću $39,90 \pm 10,63$ cm, a s korom kretao se od 24,0–71,0 cm sa srednjom vrijednošću $42,44 \pm 11,06$ cm. Neto obujam trupaca II. klase kretao se od 0,25–2,11 m³ sa srednjom vrijednošću $0,85 \pm 0,42$ m³, a bruto obujam kretao se od 0,31–2,44 m³ sa srednjom vrijednošću $1,02 \pm 0,49$ m³.

Duljine trupaca III. klase prema normi kretale su se od 4,00–8,25 m sa srednjom vrijednošću $6,18 \pm 1,48$ m. Promjer trupaca zaokružen prema normi bez kore kretao se od 21,0–64,0 cm sa srednjom vrijednošću $36,07 \pm 10,50$ cm, a s korom kretao se od 22,0–67,0 cm sa srednjom vrijednošću $38,33 \pm 11,05$ cm. Neto obujam trupaca III. klase kretao se od 0,15–2,57 m³ sa srednjom vrijednošću $0,68 \pm 0,45$ m³, a bruto obujam kretao se od 0,18–2,90 m³ sa srednjom vrijednošću $0,83 \pm 0,53$ m³.

Duljine komada VM klase prema normi kretale su se od 2,10–9,80 m sa srednjom vrijednošću $5,56 \pm 1,55$ m. Promjer komada zaokružen prema normi bez kore kretao se od 9,0–75,0 cm sa srednjom vrijednošću $18,75 \pm 8,02$ cm, a s korom kretao se od 10,0–78,0 cm sa srednjom vrijednošću $19,93 \pm 8,38$ cm. Neto obujam komada VM klase kretao se od 0,02–1,81 m³ sa srednjom vrijednošću $0,18 \pm 0,20$ m³, a bruto obujam kretao se od 0,03–2,12 m³ sa srednjom vrijednošću $0,22 \pm 0,24$ m³.

Duljine otpada i bonifikacije kretale su se od 0,42–2,50 m sa srednjom vrijednošću $1,28 \pm 0,60$ m. Promjer s korom kretao se od 34,0–91,0 cm sa srednjom vrijednošću $52,46 \pm 15,84$ cm. Bruto obujam kretao se od 0,05–1,10 m³ sa srednjom vrijednošću $0,30 \pm 0,24$ m³.

Obična smreka

Ukupno je na 91 primjernom stablu obične smreke izmjereno 305 komada tehničke oblovine od kojih je 32 trupaca pripadalo F razredu kakvoće, 58 trupaca pripadalo je pilanskim trupcima I. razreda kakvoće, 110 trupaca pripadalo je pilanskim trupcima II. razreda kakvoće i 105 trupaca pripadalo je pilanskim trupcima III. razreda kakvoće. Osim tehničke oblovine izmjerena su 132 komada višemetarskog celuloznog drva.

Duljine trupaca F klase prema normi kretale su se od 3,90–8,20 m sa srednjom vrijednošću $4,58 \pm 1,26$ m. Promjer trupaca zaokružen prema normi bez kore kretao se od 49,0–80,0 cm sa srednjom vrijednošću $63,19 \pm 8,04$ cm, a s korom kretao se od 52,0–83,0 cm sa srednjom vrijednošću $66,19 \pm 8,04$ cm. Neto obujam trupaca F klase kretao se od 0,87–2,44 m³ sa srednjom vrijednošću $1,42 \pm 0,39$ m³, a bruto obujam kretao se od 1,04–2,74 m³ sa srednjom vrijednošću $1,64 \pm 0,42$ m³.

Duljine trupaca I. klase prema normi kretale su se od 4,00–8,00 m sa srednjom vrijednošću $5,63 \pm 1,65$ m. Promjer trupaca zaokružen prema normi bez kore kretao se od 27,0–

78,0 cm sa srednjom vrijednošću $48,74 \pm 10,28$ cm, a s korom kretao se od 29,0–81,0 cm sa srednjom vrijednošću $51,62 \pm 10,49$ cm. Neto obujam trupaca I. klase kretao se od 0,32–2,19 m³ sa srednjom vrijednošću $1,07 \pm 0,46$ m³, a bruto obujam kretao se od 0,41–2,60 m³ sa srednjom vrijednošću $1,28 \pm 0,53$ m³.

Duljine trupaca II. klase prema normi kretale su se od 4,00–8,25 m sa srednjom vrijednošću $6,95 \pm 1,37$ m. Promjer trupaca zaokružen prema normi bez kore kretao se od 23,0–67,0 cm sa srednjom vrijednošću $40,01 \pm 10,06$ cm, a s korom kretao se od 24,0–70,0 cm sa srednjom vrijednošću $42,56 \pm 10,49$ cm. Neto obujam trupaca II. klase kretao se od 0,25–2,82 m³ sa srednjom vrijednošću $0,93 \pm 0,51$ m³, a bruto obujam kretao se od 0,29–3,22 m³ sa srednjom vrijednošću $1,11 \pm 0,60$ m³.

Duljine trupaca III. klase prema normi kretale su se od 4,00–8,75 m sa srednjom vrijednošću $6,16 \pm 1,37$ m. Promjer trupaca zaokružen prema normi bez kore kretao se od 21,0–89,0 cm sa srednjom vrijednošću $37,38 \pm 12,03$ cm, a s korom kretao se od 22,0–92,0 cm sa srednjom vrijednošću $39,81 \pm 12,50$ cm. Neto obujam trupaca III. klase kretao se od 0,17–2,90 m³ sa srednjom vrijednošću $0,73 \pm 0,48$ m³, a bruto obujam kretao se od 0,20–3,33 m³ sa srednjom vrijednošću $0,88 \pm 0,55$ m³.

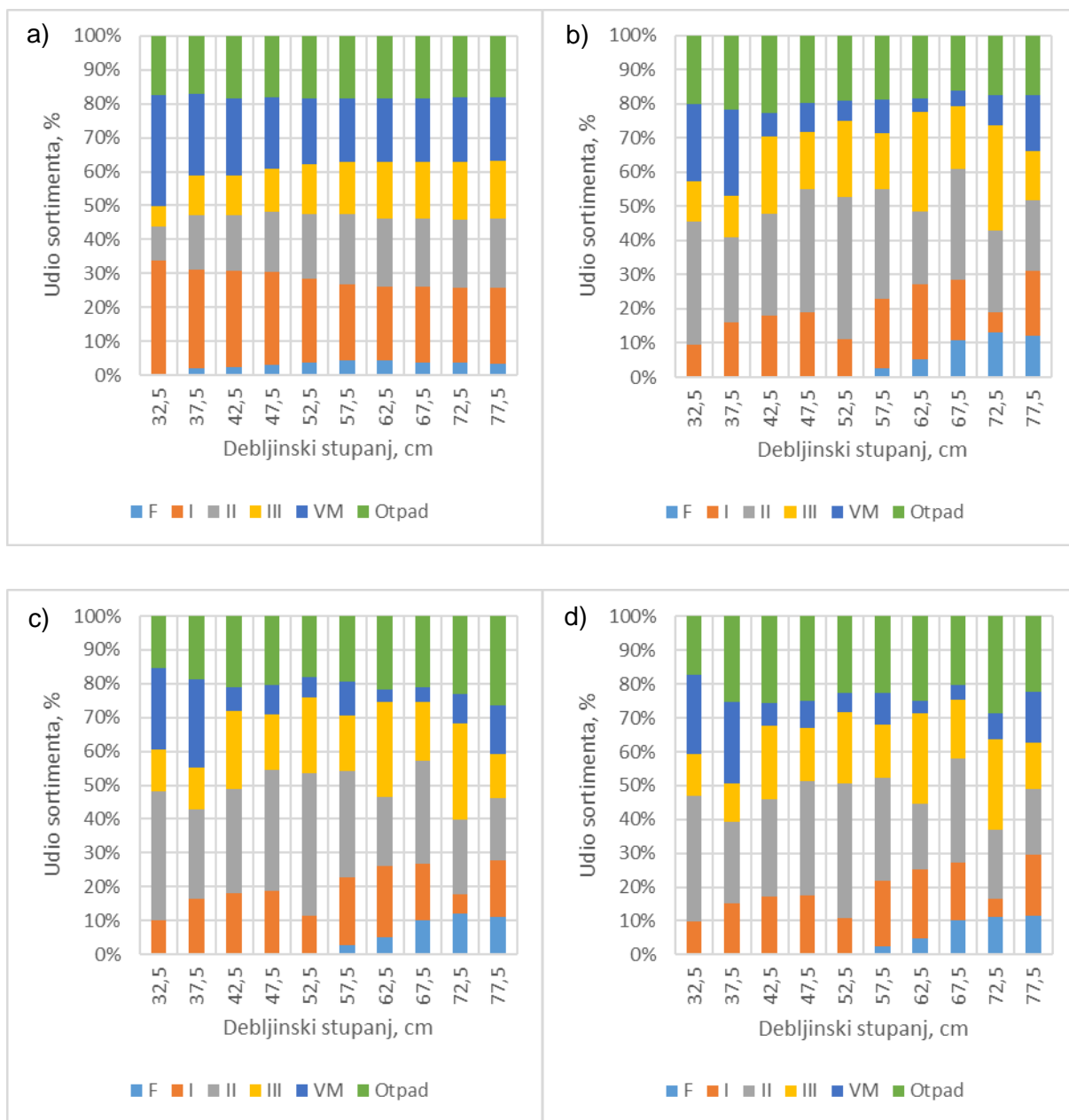
Duljine komada VM klase prema normi kretale su se od 2,10–9,40 m sa srednjom vrijednošću $5,73 \pm 1,71$ m. Promjer komada zaokružen prema normi bez kore kretao se od 8,0–68,0 cm sa srednjom vrijednošću $22,12 \pm 13,05$ cm, a s korom kretao se od 9,0–71,0 cm sa srednjom vrijednošću $23,48 \pm 13,69$ cm. Neto obujam komada VM klase kretao se od 0,02–1,96 m³ sa srednjom vrijednošću $0,29 \pm 0,39$ m³, a bruto obujam kretao se od 0,03–2,23 m³ sa srednjom vrijednošću $0,34 \pm 0,44$ m³.

Duljine otpada i bonifikacije kretale su se od 0,36–2,37 m sa srednjom vrijednošću $1,24 \pm 0,58$ m. Promjer s korom kretao se od 21,0–78,0 cm sa srednjom vrijednošću $47,69 \pm 17,48$ cm. Bruto obujam kretao se od 0,02–1,16 m³ sa srednjom vrijednošću $0,28 \pm 0,29$ m³.

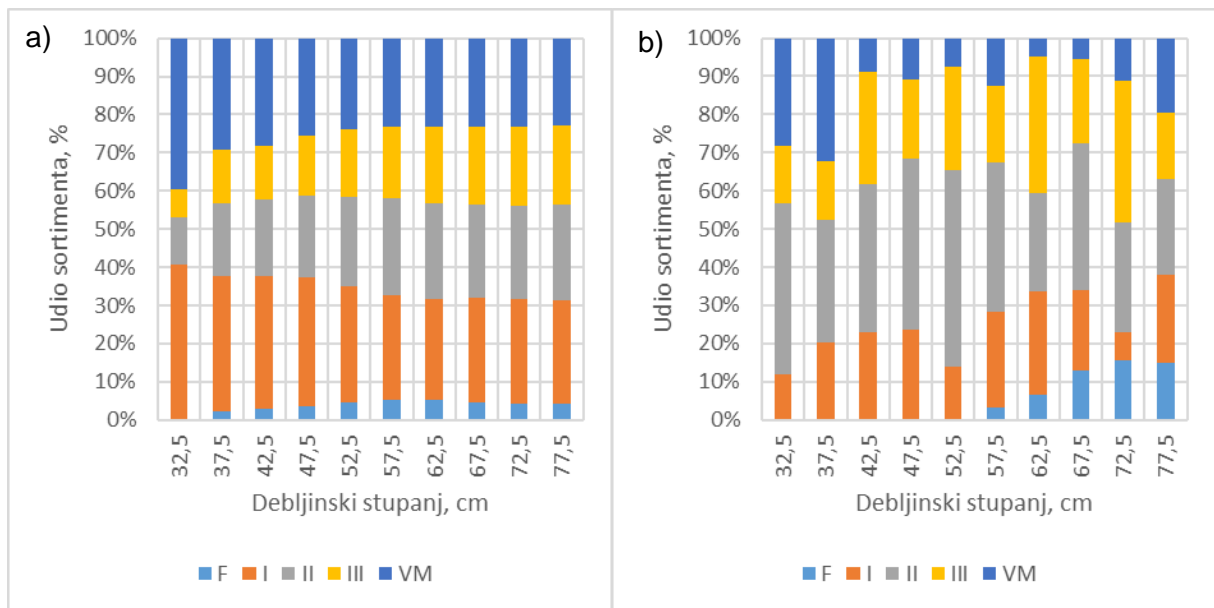
Prikazana sortimentna struktura ne obuhvaća sve izmjerene debljinske stupnjeve zbog pouzdanosti i reprezentativnosti uzorka. Za prikaz sortimentne strukture obične jele i obične smreke uzeti su u obzir oni debljinski stupnjevi u kojima je u kontinuitetu bilo više od deset stabala obje vrste, odnosno pet stabala kod prikaza sortimentne strukture po vrsti drveća. Slike 33, 34, 35, 36, 37 i 38 prikazuju usporedbu očekivane sortimentne strukture obične jele prema trenutno važećoj sortimentnoj strukturi koju koristi trgovačko društvo »Hrvatske šume« d.o.o. i sortimentne strukture obične jele i obične smreke (zajedno i po vrsti) izračunate na temelju podataka terenske izmjere. Zbog razlika između bruto obujma izmjere i bruto obujma prema Shumacher-Hallovaj jednadžbi i tarifnom nizu, izrađeni su prikazi sortimentne strukture za sva tri slučaja na način da je neto obujam pojedinog sortimenta ostao isti, a mijenjao se bruto obujam, odnosno količina otpada u ovisnosti o pojedinom načinu izračuna i iskaza bruto obujma. Na taj način mijenja se samo postotni udio pojedine sortimentne klase u ovisnosti o ukupnom bruto obujmu dok neto količina sortimentata iskazana u m³ ostaje ista.

Prema slici 33 a) očekivala se pojava furnirskih trupaca od debljinskog stupnja 37,5 cm na više, prvenstveno zbog ograničavajućeg minimalnog promjera furnirskih sortimentata, dok se prema slici 33 b) furnirski trupci pojavljuju tek od debljinskog stupnja 57,5 cm.

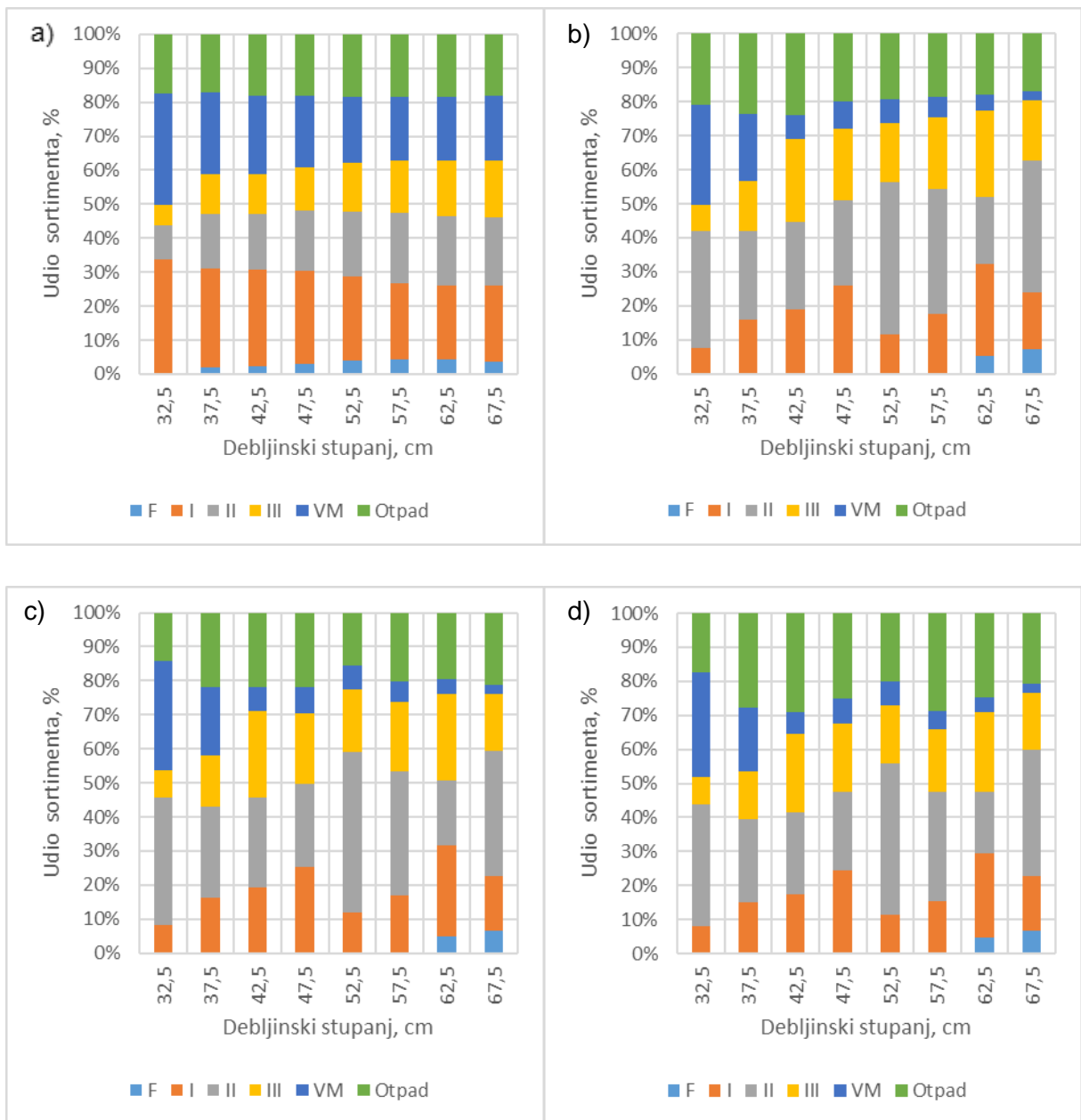
Ograničavajući čimbenici pojave furnirskih trupaca u rasponu od 37,5–57,5 cm su prisutne greške na sortimentima, a to su zdrave kvrge, sljepice, trulež i zimotrenost koje su iako trupac dimenzijama odgovara furnirskom sortimentu svrstavale isti u niže klase. Nasuprot tomu veći udio furnirskih trupaca je evidentiran u debljinskom stupnju 62,5 cm naviše ali uz smanjenu zastupljenost sortimenata I. klase i uz istovremeno povećanje zastupljenosti sortimenata II. klase. Slična situacija dogodila se između sortimenata III. klase i višemetarskog celuloznog drva koje je manje zastupljeno nego li se očekivalo uz povećanu zastupljenost sortimenata III. klase. Slika 34 pokazuje najveće razlike u zastupljenosti sortimenata II. klase u neto obujmu, tj. evidentiran je puno veći udio sortimenata druge klase od očekivanog. Slike 35 i 37 pojedinačno prikazuju sortimentnu strukturu za običnu jelu i za običnu smreku gdje se uočava veća varijabilnost nego li je to promatrano za obje vrste zajedno zbog manjeg broja stabala i užeg raspona debljinskih stupnjeva.



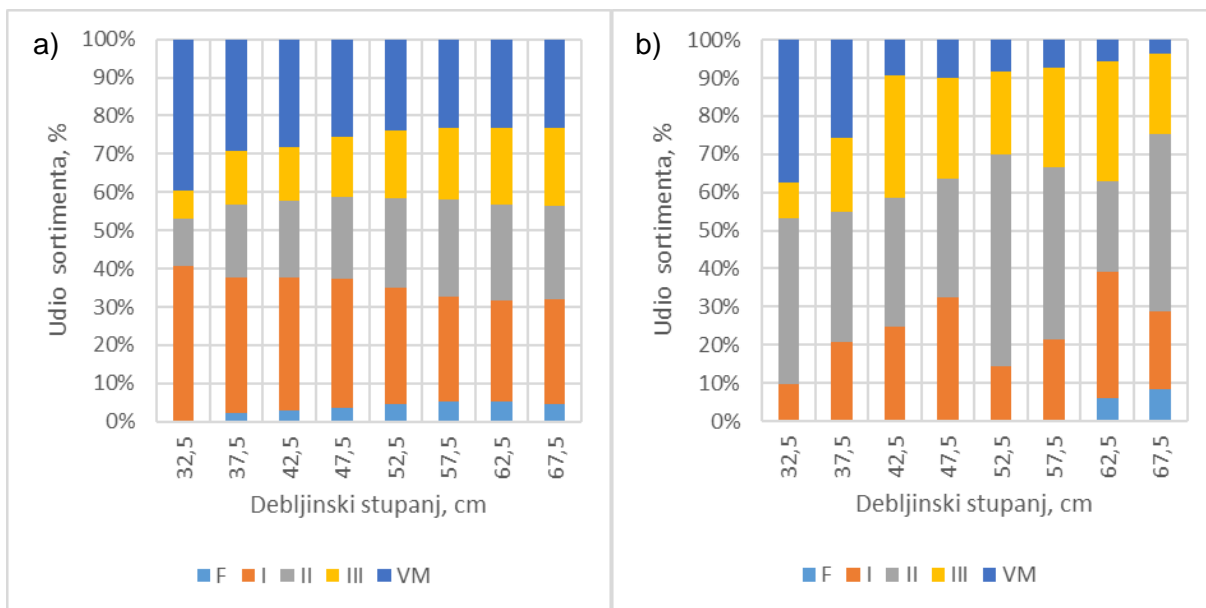
Slika 33: Sortimentna struktura bruto obujma obične jele i obične smreke prema HRN: a) prema sortimentnim tablicama trgovačkog društva »Hrvatske šume« d.o.o., b) prema izmjenom bruto obujmu, c) prema Schumacher-Hallovj jednadžbi, d) prema odgovarajućem tarifnom nizu



Slika 34: Sortimentna struktura neto obujma obične jele i obične smreke prema HRN: a) prema sortimentnim tablicama trgovačkog društva »Hrvatske šume« d.o.o., b) prema izmjerenom neto obujmu



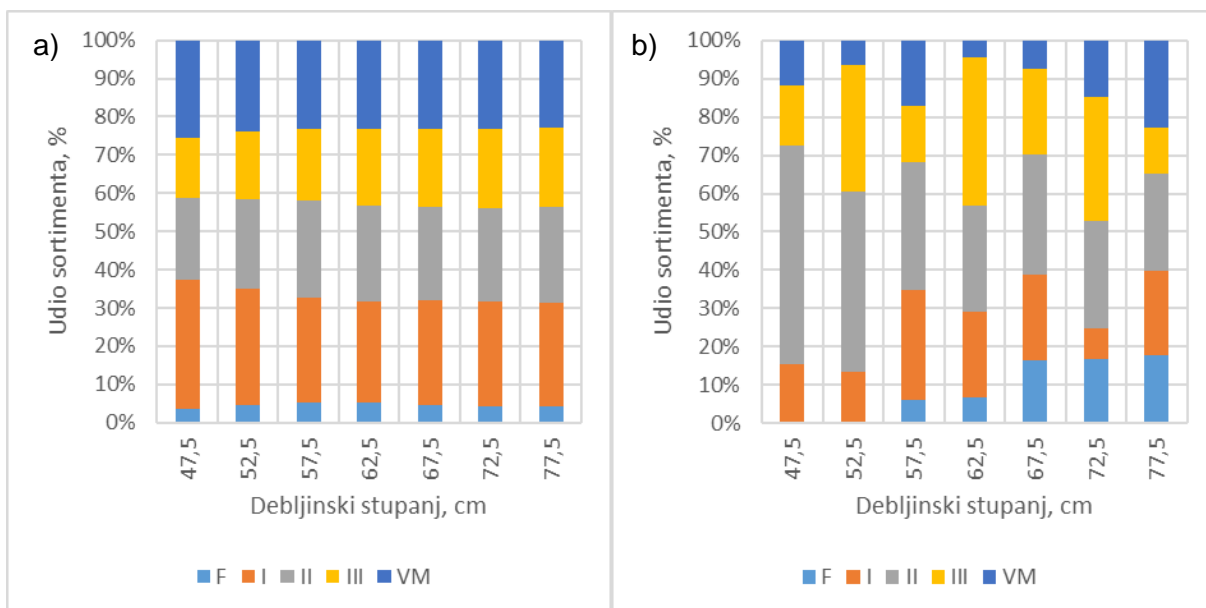
Slika 35: Sortimentna struktura bruto obujma obične jele prema HRN: a) prema sortimentnim tablicama trgovačkog društva »Hrvatske šume« d.o.o., b) prema izmjerenom bruto obujmu, c) prema Schumacher-Hallovomj formuli, d) prema odgovarajućem tarifnom nizu



Slika 36: Sortimentna struktura neto obujma obične jele prema HRN: a) prema sortimentnim tablicama trgovačkog društva »Hrvatske šume« d.o.o., b) prema izmjerenom neto obujmu



Slika 37: Sortimentna struktura bruto obujma obične smreke prema HRN: a) prema sortimentnim tablicama trgovačkog društva »Hrvatske šume« d.o.o., b) prema izmjerenom bruto obujmu, c) prema Schumacher-Hallovoj jednadžbi, d) prema odgovarajućem tarifnom nizu



Slika 38: Sortimentna struktura neto obujma obične smreke prema HRN: a) prema sortimentnim tablicama trgovačkog društva »Hrvatske šume« d.o.o., b) prema izmjerenom neto obujmu

Sortimentna struktura HRN EN

Obična jela

Ukupno je na 82 primjerna stabla obične jele izmjereno 255 komada tehničke oblovine od kojih je 6 trupaca pripadalo A razredu kakvoće (A klasa), 42 trupca su pripadala B razredu kakvoće (B klasa), 141 trupac pripadao je C razredu kakvoće (C klasa) i 66 trupaca pripadalo je D razreda kakvoće (D klasa). Osim tehničke oblovine izmjeren je 81 komad višemetarskog celuloznog drva (VM).

Duljine trupaca A klase prema normi kretale su se od 4,00–4,20m sa srednjom vrijednošću $4,10 \pm 0,06$ m. Promjer trupaca zaokružen prema normi bez kore kretao se od 54,0–67,0 cm sa srednjom vrijednošću $60,50 \pm 5,54$ cm, a s korom kretao se od 57,0–70,0 cm sa srednjom vrijednošću $63,50 \pm 5,54$ cm. Neto obujam trupaca A klase kretao se od 0,92–1,48 m³ sa srednjom vrijednošću $1,19 \pm 0,23$ m³, a bruto obujam kretao se od 1,05–1,67 m³ sa srednjom vrijednošću $1,36 \pm 0,24$ m³.

Duljine trupaca B klase prema normi kretale su se od 4,10–8,20 m sa srednjom vrijednošću $4,81 \pm 1,39$ m. Promjer trupaca zaokružen prema normi bez kore kretao se od 36,0–68,0 cm sa srednjom vrijednošću $48,98 \pm 8,39$ cm, a s korom kretao se od 38,0–71,0 cm sa srednjom vrijednošću $51,90 \pm 8,50$ cm. Neto obujam trupaca B klase kretao se od 0,42–1,95 m³ sa srednjom vrijednošću $0,92 \pm 0,39$ m³, a bruto obujam kretao se od 0,50–2,24 m³ sa srednjom vrijednošću $1,08 \pm 0,43$ m³.

Duljine trupaca C klase prema normi kretale su se od 4,10–8,50 m sa srednjom vrijednošću $6,80 \pm 1,46$ m. Promjer trupaca zaokružen prema normi bez kore kretao se od 22,0–67,0 cm sa srednjom vrijednošću $38,39 \pm 10,14$ cm, a s korom kretao se od 23,0–70,0 cm sa srednjom vrijednošću $40,82 \pm 10,60$ cm. Neto obujam trupaca C klase kretao se od 0,16–2,64 m³ sa srednjom vrijednošću $0,83 \pm 0,45$ m³, a bruto obujam kretao se od 0,18–2,90 m³ sa srednjom vrijednošću $0,97 \pm 0,51$ m³.

Duljine trupaca D prema normi klase kretale su se od 3,90–9,80 m sa srednjom vrijednošću $5,95 \pm 1,49$ m. Promjer trupaca zaokružen prema normi bez kore kretao se od 18,0–61,0 cm sa srednjom vrijednošću $30,65 \pm 10,80$ cm, a s korom kretao se od 19,0–64,0 cm sa srednjom vrijednošću $32,59 \pm 11,53$ cm. Neto obujam trupaca D klase kretao se od 0,11–2,40 m³ sa srednjom vrijednošću $0,48 \pm 0,38$ m³, a bruto obujam kretao se od 0,13–2,69 m³ sa srednjom vrijednošću $0,57 \pm 0,44$ m³.

Duljine komada VM klase prema normi kretale su se od 2,10–8,50 m sa srednjom vrijednošću $5,43 \pm 1,56$ m. Promjer komada zaokružen prema normi bez kore kretao se od 9,0–75,0 cm sa srednjom vrijednošću $17,77 \pm 8,46$ cm, a s korom kretao se od 10,0–78,0 cm sa srednjom vrijednošću $18,91 \pm 8,79$ cm. Neto obujam komada VM klase kretao se od 0,02–1,85 m³ sa srednjom vrijednošću $0,16 \pm 0,22$ m³, a bruto obujam kretao se od 0,03–2,12 m³ sa srednjom vrijednošću $0,19 \pm 0,25$ m³.

Duljine otpada i bonifikacije kretale su se od 0,42–2,50 m sa srednjom vrijednošću $1,28 \pm 0,60$ m. Promjer s korom kretao se od 34,00–91,00 cm sa srednjom vrijednošću $52,46 \pm 15,84$ cm. Bruto obujam kretao se od 0,05–1,10 m³ sa srednjom vrijednošću $0,30 \pm 0,24$ m³.

Obična smreka

Ukupno je na 91 primjermom stablu obične smreke izmjereno 328 komada tehničke oblovine od kojih su 22 trupca pripadala A razredu kakvoće (A klasa), 57 trupaca je pripadalo B razredu kakvoće (B klasa), 184 trupca pripadala su C razredu kakvoće (C klasa) i 65 trupaca pripadalo je D razreda kakvoće (D klasa). Osim tehničke oblovine izmjereno je 109 komada višemeterskog celuloznog drva (VM).

Duljine trupaca A klase prema normi kretale su se od 4,00–8,20 m sa srednjom vrijednošću $4,57 \pm 1,24$ m. Promjer trupaca zaokružen prema normi bez kore kretao se od 49,0–80,0 cm sa srednjom vrijednošću $64,14 \pm 8,25$ cm, a s korom kretao se od 52,0–83,0 cm sa srednjom vrijednošću $67,14 \pm 8,25$ cm. Neto obujam trupaca A klase kretao se od 0,87–2,44 m³ sa srednjom vrijednošću $1,46 \pm 0,39$ m³, a bruto obujam kretao se od 1,04–2,74 m³ sa srednjom vrijednošću $1,67 \pm 0,43$ m³.

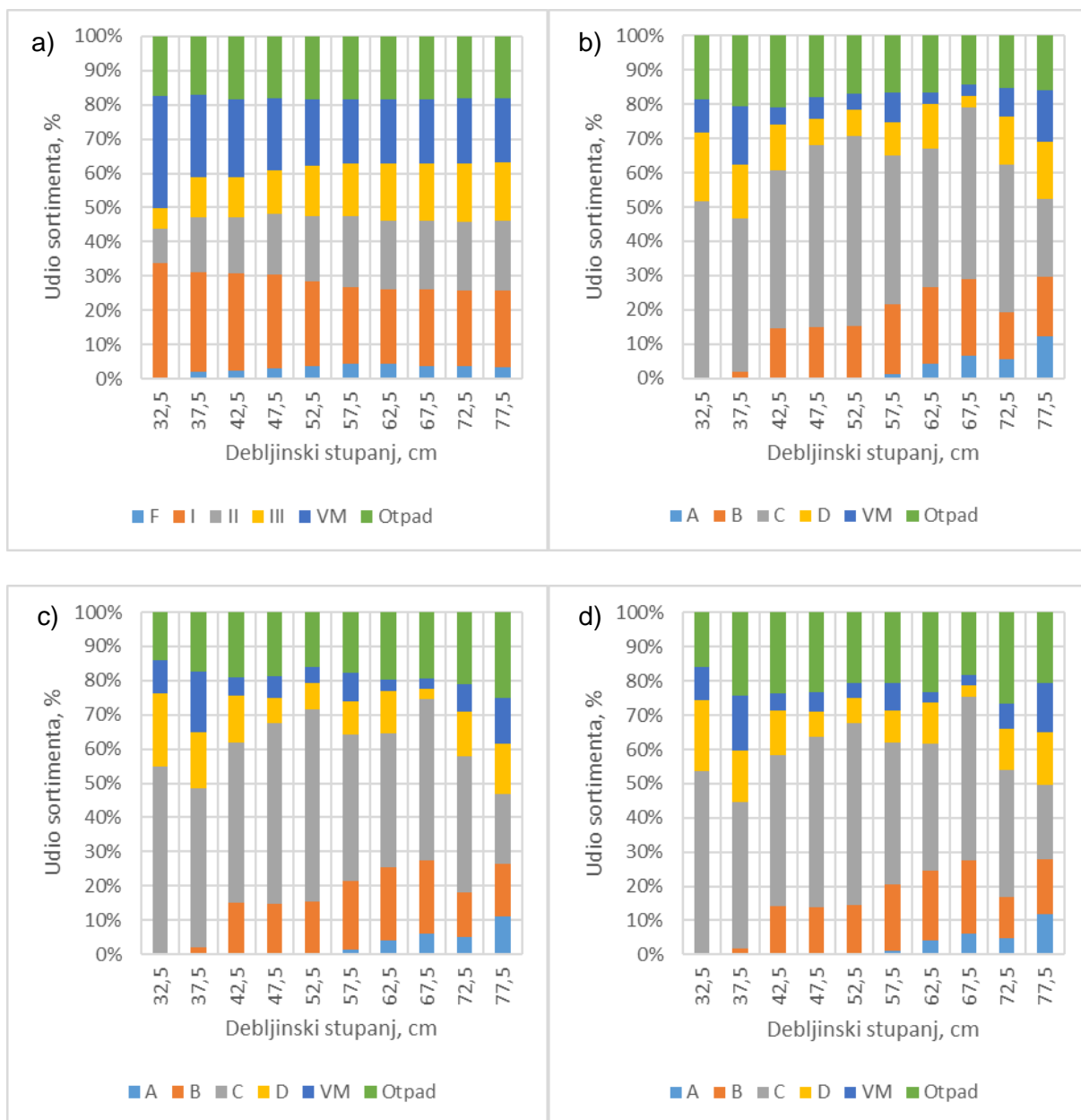
Duljine trupaca B klase prema normi kretale su se od 4,10–8,30 m sa srednjom vrijednošću $5,64 \pm 1,70$ m. Promjer trupaca zaokružen prema normi bez kore kretao se od 35,0–78,0 cm sa srednjom vrijednošću $51,39 \pm 9,72$ cm, a s korom kretao se od 37,0–81,0 cm sa srednjom vrijednošću $54,35 \pm 9,78$ cm. Neto obujam trupaca B klase kretao se od 0,39–2,24 m³ sa srednjom vrijednošću $1,17 \pm 0,45$ m³, a bruto obujam kretao se od 0,48–2,60 m³ sa srednjom vrijednošću $1,36 \pm 0,50$ m³.

Duljine trupaca C klase prema normi kretale su se od 4,00–8,50 m sa srednjom vrijednošću $6,80 \pm 1,43$ m. Promjer trupaca zaokružen prema normi bez kore kretao se od 21,0–67,0 cm sa srednjom vrijednošću $38,45 \pm 10,56$ cm, a s korom kretao se od 22,0–70,0 cm sa srednjom vrijednošću $40,93 \pm 11,02$ cm. Neto obujam trupaca C klase kretao se od 0,17–2,89 m³ sa srednjom vrijednošću $0,84 \pm 0,49$ m³, a bruto obujam kretao se od 0,20–3,22 m³ sa srednjom vrijednošću $0,99 \pm 0,56$ m³.

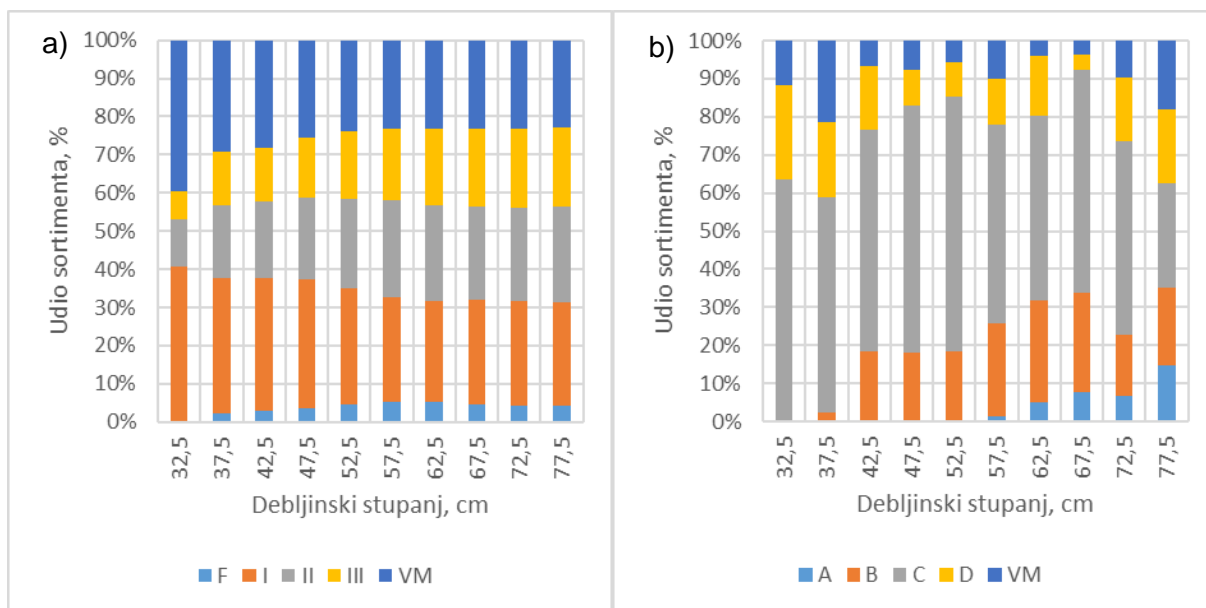
Duljine trupaca D klase prema normi kretale su se od 3,30–8,80 m sa srednjom vrijednošću $6,07 \pm 1,49$ m. Promjer trupaca zaokružen prema normi bez kore kretao se od 18,0–89,0 cm sa srednjom vrijednošću $34,85 \pm 15,30$ cm, a s korom kretao se od 19,0–92,0 cm sa srednjom vrijednošću $36,91 \pm 16,04$ cm. Neto obujam trupaca D klase kretao se od 0,11–2,98 m³ sa srednjom vrijednošću $0,67 \pm 0,60$ m³, a bruto obujam kretao se od 0,12–3,33 m³ sa srednjom vrijednošću $0,79 \pm 0,68$ m³.

Duljine komada VM klase kretale su se od 2,10–9,40 m sa srednjom vrijednošću $5,70 \pm 1,76$ m. Promjer komada zaokružen prema normi bez kore kretao se od 8,0–68,0 cm sa srednjom vrijednošću $22,17 \pm 14,21$ cm, a s korom kretao se od 9,0–71,0 cm sa srednjom vrijednošću $23,55 \pm 14,89$ cm. Neto obujam komada VM klase kretao se od 0,02–1,99 m³ sa srednjom vrijednošću $0,30 \pm 0,42$ m³, a bruto obujam kretao se od 0,03–2,23 m³ sa srednjom vrijednošću $0,36 \pm 0,48$ m³.

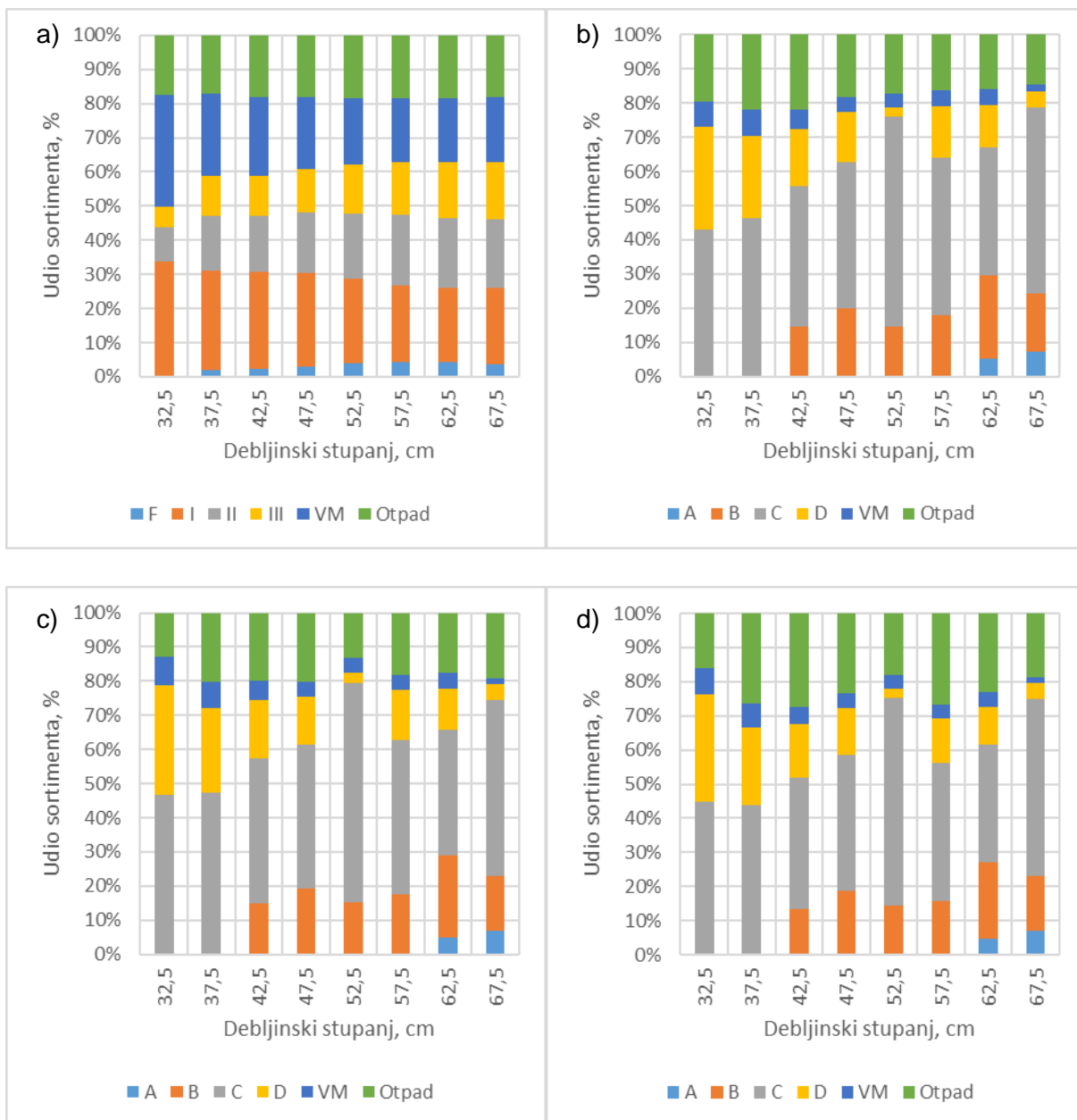
Duljine otpada i bonifikacije kretale su se od 0,42–2,50 m sa srednjom vrijednošću $1,28 \pm 0,60$ m. Promjer s korom kretao se od 34,00–91,00 cm sa srednjom vrijednošću $52,46 \pm 15,84$ cm. Bruto obujam kretao se od 0,05–1,10 m³ sa srednjom vrijednošću $0,30 \pm 0,24$ m³.



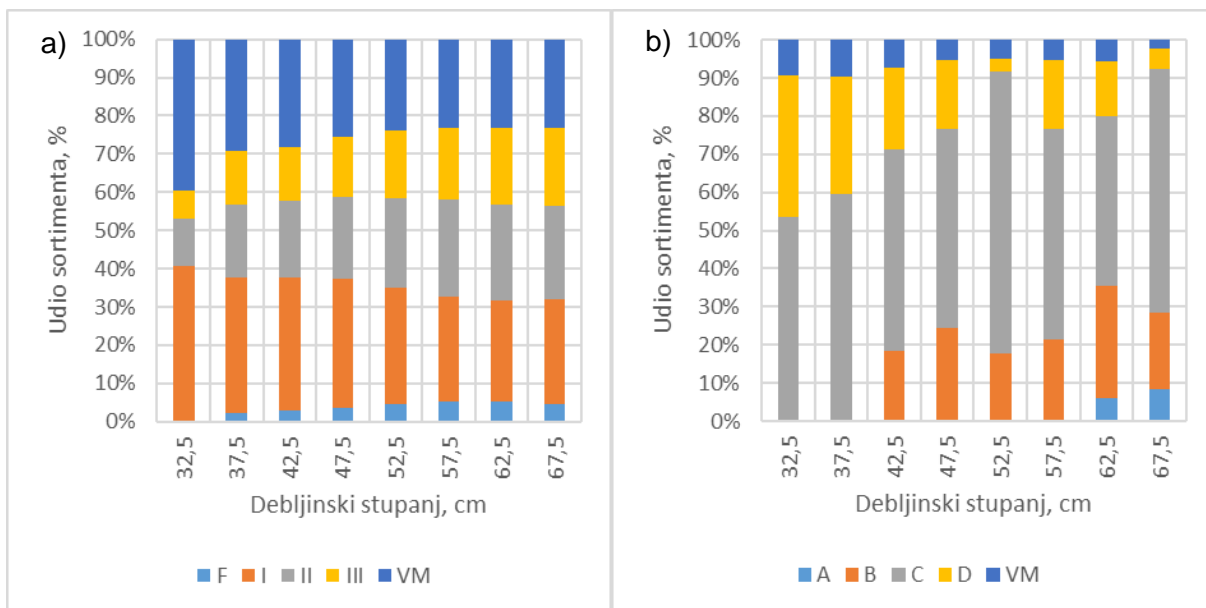
Slika 39: Sortimentna struktura bruto obujma obične jele i obične smreke prema HRN EN: a) prema sortimentnim tablicama trgovačkog društva »Hrvatske šume« d.o.o., b) prema izmjerenom bruto obujmu, c) prema Schumacher-Hallovj jednadžbi, d) prema odgovarajućem tarifnom nizu



Slika 40: Sortimentna struktura neto obujma obične jele i obične smreke prema HRN EN: a) prema sortimentnim tablicama trgovačkog društva »Hrvatske šume« d.o.o., b) prema izmjerenom neto obujmu



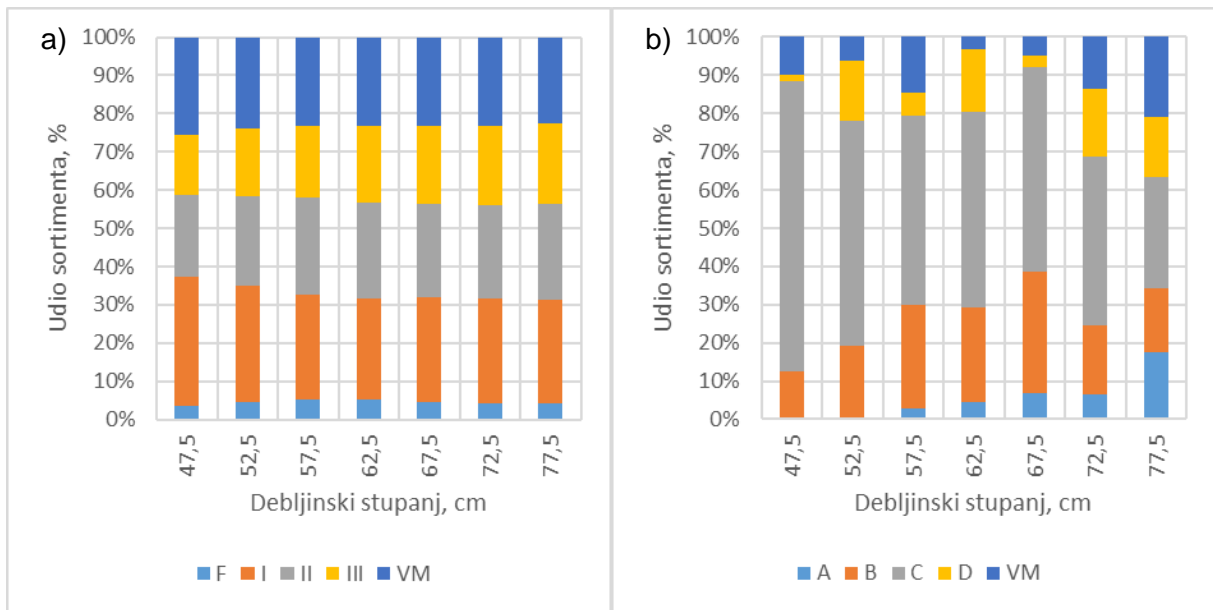
Slika 41: Sortimentna struktura bruto obujma obične jele prema HRN EN: a) prema sortimentnim tablicama trgovačkog društva »Hrvatske šume« d.o.o., b) prema izmjerenom bruto obujmu, c) prema Schumacher-Hallovjoj jednadžbi, d) prema odgovarajućem tarifnom nizu



Slika 42: Sortimentna struktura neto obujma obične jele prema HRN EN: a) prema sortimentnim tablicama trgovačkog društva »Hrvatske šume« d.o.o., b) prema izmjerenom neto obujmu

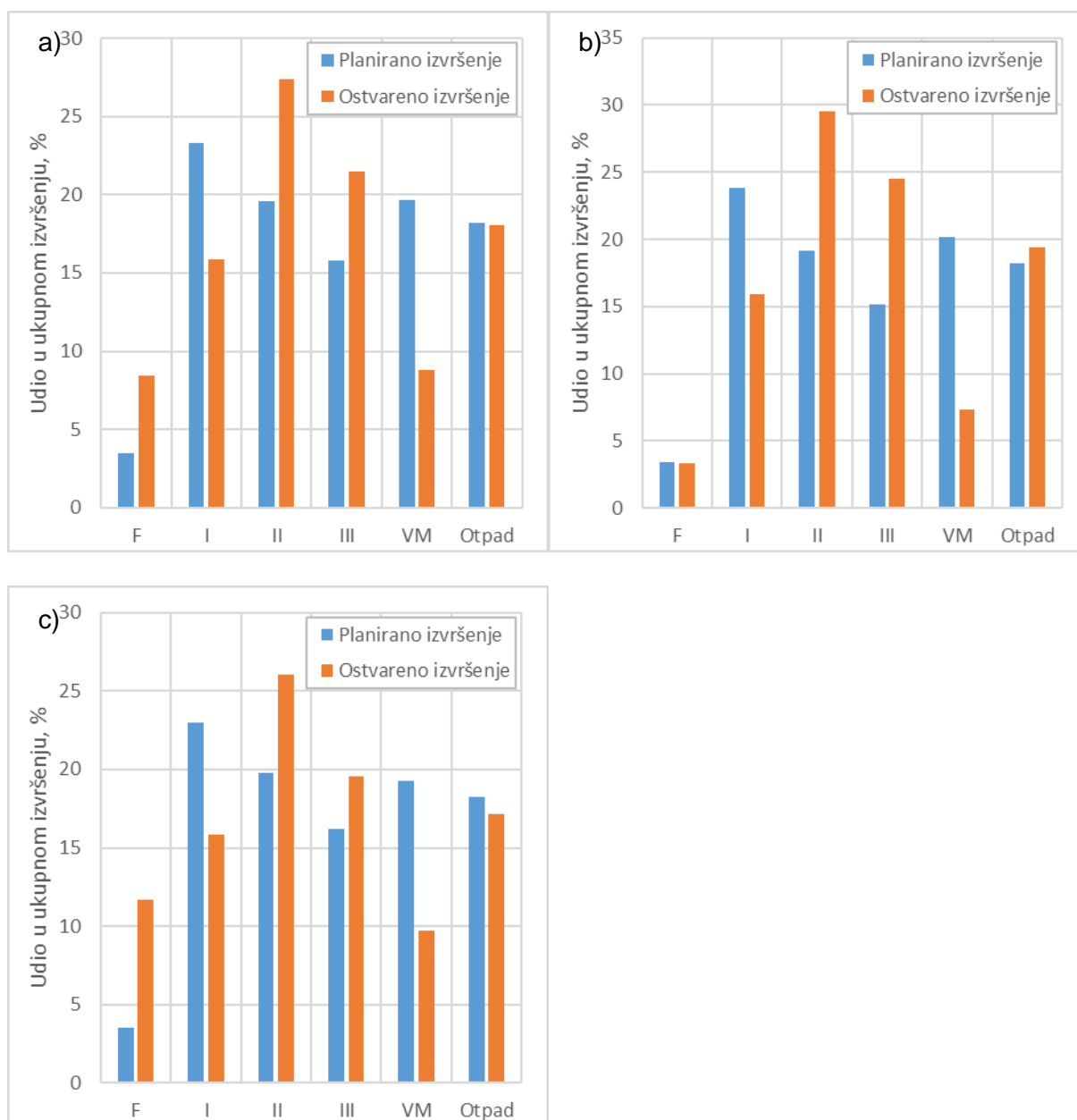


Slika 43: Sortimentna struktura bruto obujma obične smreke prema HRN EN: a) prema sortimentnim tablicama trgovačkog društva »Hrvatske šume« d.o.o., b) prema izmjerenom bruto obujmu, c) prema Schumacher-Hallovomj jednadžbi, d) prema odgovarajućem tarifnom nizu



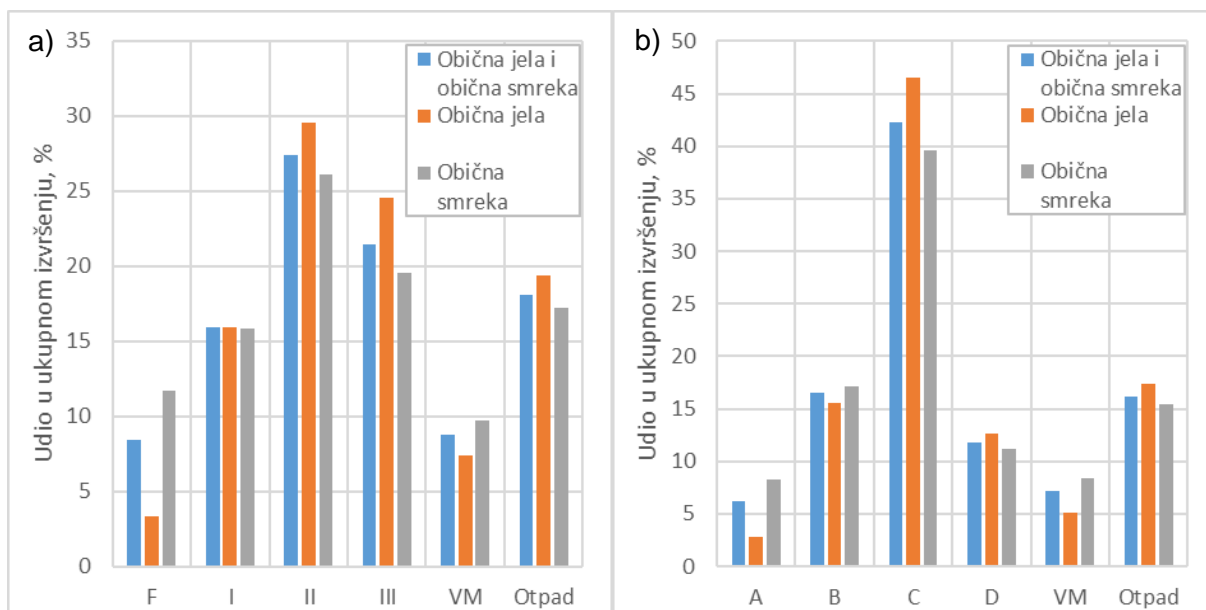
Slika 44: Sortimentna struktura neto obujma obične smreke prema HRN EN: a) prema sortimentnim tablicama trgovačkog društva »Hrvatske šume« d.o.o., b) prema izmjerenom neto obujmu

Izvršenje plana



Slika 45: Planirana i ostvarena izvršenja: a) obična jela i obična smreka, b) obična jela, c) obična smreka

Slika 45 prikazuje usporedbu planiranog izvršenja sječe prema sortimentnoj strukturi koju koristi trgovačko društvo »Hrvatske šume« d.o.o. i ostvarenog izvršenja sortimentne strukture prema terenskoj izmjeri uzorka. Odstupanja izvršene sortimentne strukture od planirane usporedno se preklapa s odstupanjima sortimentne strukture iskazane po debljinskim stupnjevima prikazanih na slikama 33, 34, 35, 36, 37 i 38. Prikazana izvršenja ponovno ukazuju na veću zastupljenost trupaca F i II. klase uz smanjenje zastupljenosti I. klase. U sva tri slučaja najzastupljenija je II. klasa dok se u klasi VM u sva tri slučaja udio značajno smanjio u odnosu na očekivani. Udio otpada pri sječi i izradi u prosjeku se zadržao na očekivanoj razini.



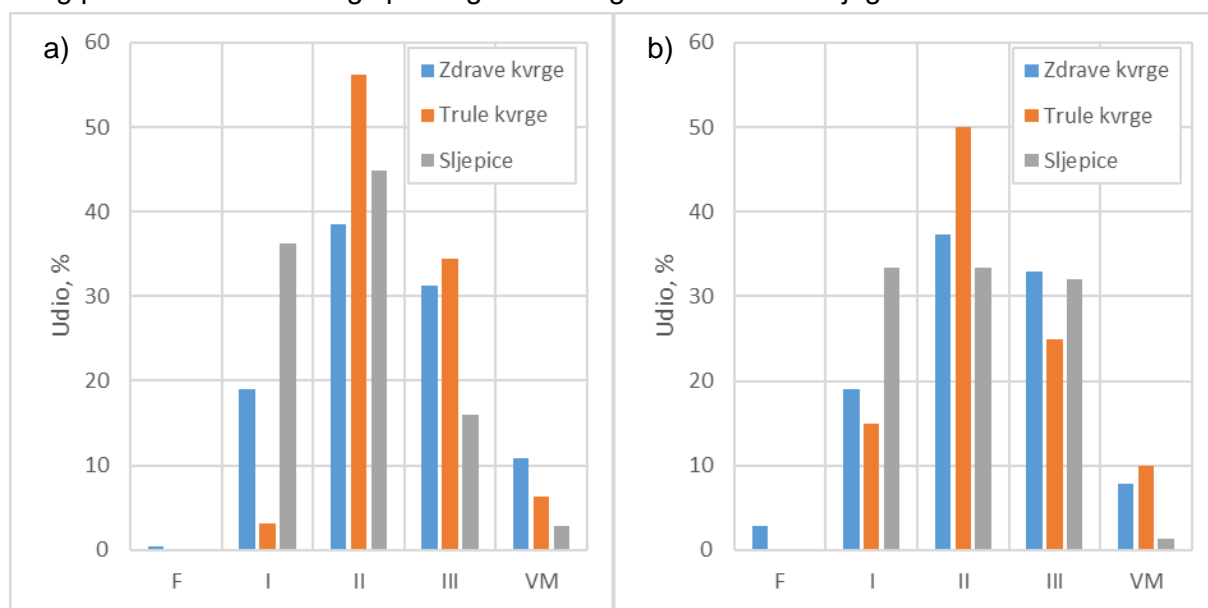
Slika 46: Ostvarena izvršenja prema: a) HRN normativnom sustavu, b) HRN EN normativnom sustavu

Slika 46 a) prikazuje udjele pojedinih klasa prema HRN normativnom sustavu u ukupnom izmjerenom obujmu. Trupci F klase bili su zastupljeniji kod obične smreke nego li kod obične jele dok su trupci I. klase bili jednako zastupljeni kod obje vrste. Udio II. i III. klase bio je nešto veći kod obične jele dok je udio VM klase bio veći kod obične smreke, a udio otpada veći kod obične jele.

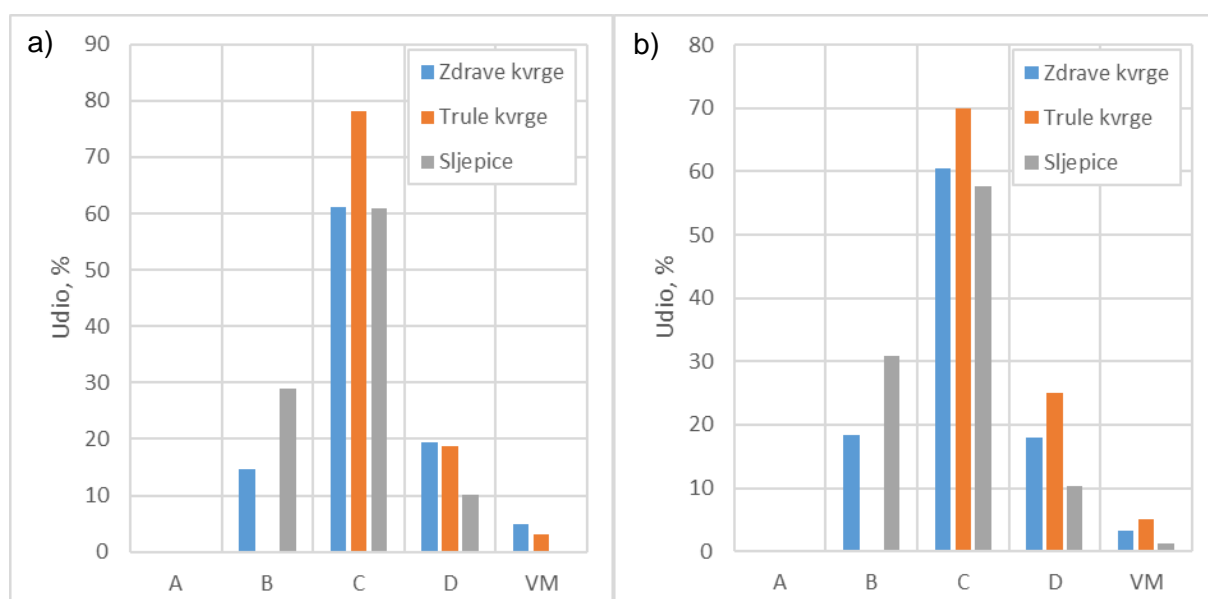
Slika 46 b) prikazuje udjele pojedinih razreda kakvoće prema HRN EN normativnom sustavu u ukupnom izmjerenom obujmu. Najzastupljenija je bila klasa C koja po svom opisu dozvoljava velik broj ograničavajućih grešaka koje onemogućavaju svrstavanja trupca u viši/vrjedniji razred kakvoće. Osim toga A i B klasa zahtijevaju puno veći promjer trupca u odnosu na C i D klasu. Mali udio D klase može se objasniti ne postojanjem ključnih grešaka koje bi trupac ukoliko je promjera većeg od 20 cm „izbacile“ iz C klase. Primjerice to su prije svega zdrave kvrge promjera većeg od 8 cm koje promatramo li iz kojeg se dijela stabla D klasa očekuje, gotovo nemoguće pronaći. Zbog propisane minimalne iskoristivosti (80 %) u pilanskoj preradi trupaca D klase, a koja se rijetko mogla ostvariti radi prisutnosti velikog broja kvrga bilo je nužno takve trupce svrstati u VM klasu. Iako je prema HRN EN normativnom sustavu propisana samo maksimalna dimenzija kvrga koje ograničavaju svrstavanje trupca u neku od klasa, za D klasu bilo je nužno promatrati i na koji način one utječu na iskoristivost trupca.

Kvrge

Slike 47 i 48 prikazuju evidentiranu prisutnost pojedinog oblika kvрге razvrstanog po vrsti drveća i klasi kakvoće prema HRN i HRN EN normativnim sustavima. Iako su greške, pa tako i kvрге evidentirane u slučaju kada se zbog njihove prisutnosti trupac nije mogao svrstati u viši razred kakvoće bilo je nužno u određenim slučajevima, npr. kod furnirskih trupaca evidentirati prisutnost primjerice zdrave kvрге. Razlog tomu su razlike u dozvoljenim greškama između normativnih sustava. Kod furnirskih trupaca dozvoljene su zdrave kvрге ali one nisu dozvoljene u A razredu kakvoće pa se zbog toga trebala evidentirati njihova prisutnost da bi se trupac mogao svrstati u odgovarajući razrede kakvoće s obzirom na oba normativna sustava. Najzastupljenije su bile zdrave kvрге, zatim sljepice te trule kvрге. Evidencija kvрга u klasi VM bila je samo kod trupaca koji su promjerom odgovarali višem razredu kakvoće ali zbog prisutnosti određenog tipa kvрге nisu mogli biti svrstani u njega.



Slika 48: Struktura kvрге prema HRN EN normativnom sustavu a) kod obične jele, b) kod obične smreke



Slika 47: Struktura kvрге prema HRN normativnom sustavu a) kod obične jele, b) kod obične smreke

Ostale greške

Tablice 8 i 9 prikazuju koliko puta je evidentirana pojedina greška unutar jedne klase, odnosno na koliko trupaca je pojedina greška bila prisutna. Sve evidentirane greške označavale su nemogućnost svrstavanja trupca u viši razred kakvoće. Primjerice evidentirana trulež u klasi VM označava prisutnu trulež u tolikoj mjeri da ne postoji mogućnost iskorištenja trupca u pilanskoj preradi više od 60/80 % odnosno da je trulež obuhvaćala više od 50 % čela trupca. Nakon kvrga najprisutnija greška je trulež drva koju je bilo nužno evidentirati i kod komada koji su preuzeti kao bonifikacija i otpad kako bi se označilo zbog čega je taj određeni komad svrstan u tu klasu. Tijekom terenske izmjere zabilježena su svega četiri slučaja velikog oštećenja od insekata na običnoj smreci koja su uz prisutnu trulež svrstavala oblovinu u klasu višemeterskog celuloznog drva.

Tablica 8: Prisutnost grešaka unutar klasa prema HRN normativnom sustavu

Vrsta drveća	Klasa prema HRN	Paljivost	Okružljivost	Ekscentrično srce	Trulež	Zimotrenost
Obična jela	F	-	-	-	-	-
	I.	-	1	1	-	-
	II.	4	5	1	-	-
	III.	1	2	-	21	-
	VM	-	-	-	6	-
	Bonifikacija	-	-	-	16	-
	Otpad	-	-	-	2	-
Obična smreka	F	-	-	-	-	-
	I.	2	-	-	-	-
	II.	6	2	2	1	5
	III.	1	2	-	13	5
	VM	-	-	-	23	-
	Bonifikacija	-	-	-	8	-
	Otpad	-	-	-	3	-

Tablica 9: Prisutnost grešaka unutar klasa prema HRN EN normativnom sustavu

Vrsta drveća	Klasa prema HRN EN	Paljivost	Okružljivost	Ekscentrično srce	Trulež	Zimotrenost
Obična jela	A	-	-	-	-	-
	B	1	2	1	-	-
	C	3	4	1	2	-
	D	1	2	-	20	-
	VM	-	-	-	5	-
	Bonifikacija	-	-	-	16	-
	Otpad	-	-	-	2	-
Obična smreka	A	-	-	-	-	-
	B	2	2	-	-	-
	C	3	-	2	4	8
	D	4	2	-	10	2
	VM	-	-	-	23	-
	Bonifikacija	-	-	-	8	-
	Otpad	-	-	-	3	-

ZAKLJUČAK

Načini i sredstva prikupljana i obrade podataka kojima je cilj izrada sortimentne strukture vremenom se mijenjaju ali se principi utvrđivanja sortimentne strukture ne razlikuju, a obuhvaćaju izmjeru i evidentiranje drvnog obujma poštivajući propise odgovarajućih normativnih sustava.

Normativni sustavi iziskuju kontinuirano unaprjeđenje, a novonastale situacije u vidu pojavnosti novih grešaka i oštećenja, te načina izradbe zahtijevaju nužnost ažuriranja istih zbog istoznačnog tumačenja onoga dijela koji trenutno nije obuhvaćen normativnim sustavom.

Sortimentna struktura izrađena ovim radom lokalnog je karaktera te su odstupanja od uobičajeno primjenjivane sortimentne strukture koju koristi trgovačko društvo »Hrvatske šume« d.o.o., a koja se primjenjuje na razini cijele Republike Hrvatske očekivana. Primjena ove sortimentne strukture trebala bi biti moguća u svim sastojinama koje imaju iste sastojinske značajke kao one u kojima je istraživanje provedeno.

Utvrđena odstupanja ukazuju nam na nužnost izrade sortimentnih tablica koje će reprezentativnije predstavljati sastojine u kojima se planiraju radovi pridobivanja drva, a sve s ciljem točnijeg planiranja obavljanja radova.

Sortimentne tablice nije nužno izraditi za svaki odjel/odsjek posebno, već bi iste trebalo konstruirati na način da preciznije opišu realnu sliku primjerice na razini fitocenoze, s obzirom na vrste drveća s kojima obična jela tvori prebornu strukturu, s obzirom na tip tla, te s obzirom na geografsko područje.

Korištenu metodu prikupljanja podataka za izradu ovog diplomskog rada moguće je implementirati u operativno šumarstvo na način da se tijekom preuzimanja izrađenih sortimenata ona evidentiraju posebno po stablu uz evidentiranje podatka o visini stabla i prsnom promjeru. Na ovaj način bismo na svakodnevnoj razini mogli prikupiti veliku količinu podataka koja bi automatiziranom obradom vrlo lako pružila točniji uvid u sortimentnu strukturu pojedine sječine.

LITERATURA

1. Anić, I., 2020: Uzgajanje šuma, Predavanja za studente diplomskih studija, Sveučilište u Zagrebu Fakultet šumarstva i drvne tehnologije 115–116.
2. Bojanin, S., 1960: Učešće sortimenata i količina gubitaka kod sječe i izrade jelovih stabala u fitocenozi jele sa rebračom (*Abieto-Blechnetum*). Šumarski list 84 (1/2): 21–34.
3. Čavlović, J., Dubravac, T., Roth, V., Dekanić, S., Teslak, K., 2008: Succession processes and development of the stand structure of a 161-year-old Norway spruce plantation under regime without silvicultural treatment. *Periodicum biologorum*, 110(2): 187–193.
4. Kišpatić, J., 1983: GREŠKE DRVETA. Šumarska enciklopedija (svezak 2), Z. Potočić (ur.). Jugoslavenski leksikografski zavod, Zagreb: 28–42
5. Krpan, A.P.B., Prka, M., 2002: Kakvoća bukovih stabala iz oplodnih sječa Bilogorskog područja. *Drvna industrija* 52(4): 173–180.
6. Krpan, A.P.B. i Šušnjar, M., 1999: Normizacija šumskih drvnih proizvoda u Republici Hrvatskoj. *Šum. list* 123 (5/6): 241–245.
7. Oršanić, M., 2001: Strukturne osobine i dinamika šumskih sastojina obične smreke (*Picea abies* (L.) Karst) na sjevernom Velebitu. Disertacija. Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, p. 150.
8. Paladinić, E., 2005: Redizajniranje modela procjene drvnih sortimenata bukve iz prethodnog prihoda. Magistarski rad, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 1–138.
9. Paladinić, E., 2011: Sušenje obične jele (*Abies alba* Mill.) s proizvodnog stajališta na primjeru nekolicine bukovo-jelovih sastojina. *Šumarski list*, Posebni broj: 248.–263.
10. Paladinić, E., Vuletić, D., 2006: Modeliranje sortimentne strukture dubecih stabala bukve. *Radovi*, Izvanredno izdanje 9: 279–296.
11. Pothier, D., Mailly, D., 2006: Stand-level prediction of balsam fir mortality in relation to spruce budworm defoliation. *Canadian Journal of Forest Research* 36(7): 1631–1640.
12. Pranjić, A., Lukić, N., 1997: Izmjera šuma, Udžbenici Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, 42, 105–113, 186–190, 258–260.
13. Prka, M., 2001: Udio i kakvoća šumskih drvnih sortimenata u oplodnim sječama bukovih sastojina Bjelovarske Bilogore. Magistarski rad, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu: 45–47.
14. Prka, M., 2008: Određivanje sortimentne stukture jednodobnih bukovih sastojina primjenom norme HRN EN 1316-1:1999. *Šumarski list* 132(5/6): 223–238.
15. Prka M., i Krpan, A.P.B., 2007: Problem određivanja sortimentne sturkture jednodobnih bukovih sastojina. *Šumarski list* 131: 219–235.
16. Prka M., Poršinsky, T., 2009: Usporedba strukture tehničke oblovine jednodobnih bukovih sječina u sortimentnim tablicama izrađenim primjenom normi HRN (1995) I HRN EN 1316-1: 1999. *Šumarski list* 133(1/2): 15–25.
17. Prpić, B. i Seletković, Z., 2001: Ekološka konstitucija obične jele. Obična jela (*Abies alba* Mill.) u Hrvatskoj, Prpić, B. (ur.). Akademija šumarskih znanosti, Zagreb: 255–269.
18. Šafar, J. 1965: Problem sušenja jele i način gospodarenja na Macelj gori. *Šumarski list* 89(1/2): 1–16.
19. Štefančić, A., 1998: Udio drvnih sortimenata u volumenu krupnog drva do 7 cm promjera za običnu bukvu u jednodobnim sastojinama. *Šumarski list* 122(7–8): 329–

337.

20. Ugrenović, A., 1957: Eksploatacija šuma, Udžbenici Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb
21. Vajda, Z., 1933: Studija o prirodnom rasprostranjenju i rastu smreke u sastojinama Gorskog Kotara. Šumarski list 57: 217–253, 289–329.
22. Vasiljević, S., 1983: GREŠKE DRVETA. Šumarska enciklopedija (svezak 2), Z. Potočić (ur.). Jugoslavenski leksikografski zavod, Zagreb: 28–42.
23. Vidaković, M., 1993: Četinjače, morfologija i varijabilnost. Grafički zavod Hrvatske i »Hrvatske šume« Zagreb, p. 741.
24. Vondra, V., 1995: Usporedne analize postojećih modela za procjenu očekivanih obujmova sječivog etata u jednodobnim šumama u Hrvatskoj - dijagnostička studija. Zavod za istraživanje u šumarstvu, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu: 1–47.
25. Zečić, Ž., 2009: Iskorištenje obujma i vrijednost drvnih sortimenta posušenih stabala jele obične (*Abies alba* Mill.). Šumarski list 133(1-2): 27–37.
26. Zečić, Ž. i Vusić, D., 2020: Katalog drvnih šumskih proizvoda. Sveučilište u Zagrebu Šumarski fakultet: