



Aida Ibrahimspahić

**STALNE OGLEDNE PLOHE U
GAZDOVANIM ŠUMAMA BUKVE,
JELE I SMRČE NA PLANINI IGMAN**

Sarajevo, 2024. godina

Aida IBRAHIMSPAHIĆ

**STALNE OGLEDNE PLOHE U
GAZDOVANIM ŠUMAMA BUKVE,
JELE I SMRČE NA PLANINI IGMAN**

Sarajevo, 2024. godina

Monografija

**Stalne ogledne plohe u gazdovanim šumama bukve, jele i smrče
na planini Igman**

Autor

Prof. dr. sc. Aida Ibrahimspahić

Izdavač

Udruženje inženjera i tehničara šumarstva Federacije Bosne i Hercegovine

Za izdavača

Vahidin Lušija, dipl. ing. šum.

Godina izdanja

2024.

Recenzenti

Prof. dr. sc. Besim Balić, Univerzitet u Sarajevu – Šumarski fakultet

Prof. dr. sc. Ahmet Lojo, Univerzitet u Sarajevu – Šumarski fakultet

Lektor

Dr. sc. Zenaida Karavdić

Dizajn i DTP

Amila Brajić

Autor fotografije na naslovnoj strani

Prof. dr. sc. Aida Ibrahimspahić

Štampa

“Štamparija Fojnica” d.d. Fojnica

Tiraž

100 primjeraka

Elektronsko izdanje

ISBN 978-9926-8716-1-1

CIP zapis dostupan u COBISS sistemu Nacionalne i univerzitetske biblioteke BiH pod

ID brojem 58715398

PREDGOVOR

Različita naučna istraživanja šuma, zbog njihovog dugoročnog procesa reprodukcije, široke rasprostranjenosti, različitosti prirodnih uslova i heterogenosti, zahtijevaju pouzdane podatke koji se dugoročno i periodično (ponovljeno) prikupljaju na istoj lokaciji, odnosno primjenu metoda prikupljanja na stalnim (permanentnim) oglednim plohama. Ovi podaci, vremenske serije, nekada su bez direktne koristi, ali su od izuzetne važnosti u analizama dugotrajnog procesa rasta šuma. Jedino se primjenom ovog metoda mogu dobiti pouzdane informacije o promjenama koje nastaju usljed djelovanja brojnih biotskih i abiotskih, endogenih i egzogenih faktora.

Šumarska nauka je uspješno uspostavila odgovarajuće istraživačke institucije za kontinuirana istraživanja velikih razmjera o rastu šuma i nauci o prirastu. Od sredine devetnaestog vijeka razvila se međunarodna naučna zajednica koja je uspostavila mrežu dugoročnih eksperimenata, standardizovanih metoda mjerenja i evaluacije podataka i razvila modele rasta stabala i sastojina za naučnu i praktičnu primjenu. Mreža dugoročnih eksperimenata prirasta i rasta samo u Njemačkoj sastojala se od nekoliko hiljada oglednih ploha. Najstarije od njih se posmatraju više od 140 godina, a premjeri su provedeni više od 20 puta. Zahvaljujući dalekovidnosti osnivača dugoročnih eksperimenata, danas se mogu koristiti podaci za npr. definisanje trendova rasta velikih razmjera, analizu posljedica klimatskih promjena ili parametrizaciju modela rasta. Moto "od kvalitativno pretpostavljenog šumskouzgojnog iskustva do pouzdanog kvantitativnog znanja" i dalje donosi plodove (Pretzsch, 2009).

Prve stalne ogledne plohe u šumama u Bosni i Hercegovini uspostavilo je Odjeljenje za uređivanje šuma bivše Direkcije šuma u Banjoj Luci, pred II svjetski rat. Ogledne plohe su uspostavljene s ciljem istraživanja zapreminskog prirasta, ali su uništene tokom rata (Matić, 1959, 5, fusnota). Kasnije, u periodu od 1954. do 1957. godine, istovremeno s prvim sistematskim istraživanjima zapreminskog prirasta i ostalih bitnijih taksacionih elemenata važnijih šuma Bosne i Hercegovine, osnovano je 10 stalnih oglednih ploha u gazdovanim šumama bukve, jele i smrče na planini Igman, tada na području Fakultetskog šumskog oglednog dobra "Igman". Cilj osnivanja stalnih oglednih ploha bio je dugoročno praćenje promjena zapreminskog prirasta i drugih taksacionih elemenata stabala i sastojina te spoznaja dodatnih informacija do kojih se, po pravilu, ne može doći na drugi način (Pavlič, 1987). Pored ovog, cilj osnivanja oglednih ploha bio je i izgradnja stalnih naučnih objekata i korištenje rezultata do kojih se na njima dolazi za potrebe nastave Šumarskog fakulteta u Sarajevu i ostalih škola koje obrazuju kadrove za potrebe šumarske struke (Drinić, 1974).

Prvi premjer osnovnih taksacionih elemenata stabala proveden je prilikom osnivanja stalnih oglednih ploha, a zatim periodično, svakih 10 godina. Izuzetak je peti premjer, koji je zbog ratnih zbivanja proveden 20 godina nakon četvrtog. Peti premjer nije proveden na dvije ogledne plohe jer se nalaze u miniranom području, a umjesto tih oglednih ploha osnovane su dvije nove. Do sada je na osam oglednih ploha provedeno šest periodičnih premjera, na dvije četiri premjera i na dvije nove plohe dva premjera. U periodima između premjera na oglednim plohama su se provodile preborne sječe zasnovane na principu pozitivne selekcije.

Na osnovu prikupljenih podataka urađene su brojne analize i publikovano je više naučnoistraživačkih radova s interesantnim i značajnim rezultatima. Ovo je dijelom i bila motivacija za pisanje ove publikacije, pored predstavljanja stalnih oglednih ploha stručnoj i naučnoj javnosti, koja je relativno malo upoznata s ovim istraživanjima.

U ovoj publikaciji objedinjeni su podaci o osnovnim taksacionim elementima sastojina koji su utvrđeni pri svakom premjeru na svih 12 stalnih oglednih ploha. Na početku publikacije, u prvom i drugom dijelu, dat je uvid u historijat uspostavljanja stalnih oglednih ploha i prikupljanja podataka, a u trećem dijelu prikazana je primijenjena metodologija obračuna strukturnih i proizvodnih parametara sastojina. U četvrtom dijelu predstavljen je pregled najvažnijih rezultata istraživanja baziranih na podacima prikupljenim na stalnim oglednim plohamama, koji su realizovani kroz naučnoistraživačke projekte, izradu doktorske disertacije, te više master radova. Posebno poglavlje publikacije odnosi se na prikaz i opis strukturnih i proizvodnih karakteristika sastojina na oglednim plohamama i njihovih promjena tokom 60 godina. Na osnovu rezultata analiza doneseni su zaključci o promjenama sastava vrsta drveća i razvoju šumske vegetacije, o promjenama debljinske strukture i uspostavljanja ili "gubitka" preborne strukture, o promjenama omjera visina – prečnik stabala (visinskih krivih) te o veličini i promjenama izvedenih strukturnih elemenata (temeljnica i zapremina) i zapreminskog prirasta sastojina.

Publikacija može biti dobra osnova za dalja istraživanja i namijenjena je, prije svega, svima onima koji se bave naučnoistraživačkim radom iz oblasti uređivanja šuma, ali i iz područja drugih naučnih disciplina iz oblasti šumarstva. Dobiveni nalazi predstavljeni u ovoj publikaciji mogu dati doprinos u planiranju gazdovanja šumama, a posebno u strateškom planiranju u šumarstvu u kontekstu održivog upravljanja i gazdovanja šumama u uslovima klimatskih promjena.

Zahvaljujem se svima koji su na bilo koji način doprinijeli pripremi ove monografije.

SADRŽAJ

1. UVOD.....	1
2. USPOSTAVLJANJE STALNIH OGLEDNIH PLOHA I PRIKUPLJANJE PODATAKA.....	3
3. METODE OBRAČUNA STRUKTURNIH I PROIZVODNIH PARAMETARA SASTOJINA	7
3.1. BROJ STABALA I DEBLJINSKA STRUKTURA.....	7
3.2. VISINSKE KRIVE I BONITIRANJE STANIŠTA.....	8
3.3. TEMELJNICA SASTOJINA	9
3.4. ZAPREMINA SASTOJINA.....	10
3.5. ZAPREMINSKI PRIRAST SASTOJINA.....	11
4. PREGLED REZULTATA ISTRAŽIVANJA BAZIRANIH NA PODACIMA PRIKUPLJENIM NA STALNIM OGLEDNIM PLOHAMA.....	12
5. DINAMIKA STRUKTURE I PROIZVODNOSTI SASTOJINA NA STALNIM OGLEDNIM PLOHAMA	33
5.1. OGLEDNA PLOHA 142	33
5.1.1. Broj stabala i debljinska struktura na oglednoj plohi 142	33
5.1.2. Temeljnica sastojine na oglednoj plohi 142.....	36
5.1.3. Visina stabala na oglednoj plohi 142	37
5.1.4. Zapremina i zapreminski prirast sastojine na oglednoj plohi 142 ...	39
5.2. OGLEDNA PLOHA 130	43
5.2.1. Broj stabala i debljinska struktura na oglednoj plohi 130	43
5.2.2. Temeljnica sastojine na oglednoj plohi 130.....	46
5.2.3. Visina stabala na oglednoj plohi 130	47
5.2.4. Zapremina i zapreminski prirast sastojine na oglednoj plohi 130 ...	49
5.3. OGLEDNA PLOHA 116	53
5.3.1. Broj stabala i debljinska struktura na oglednoj plohi 116	53
5.3.2. Temeljnica sastojine na oglednoj plohi 116.....	56

5.3.3. Visina stabala na oglednoj plohi 116	58
5.3.4. Zapremina i zapreminski prirast sastojine na oglednoj plohi 116	59
5.4. OGLEDNA PLOHA 43	63
5.4.1. Broj stabala i debljinska struktura na oglednoj plohi 43.....	63
5.4.2. Temeljnica sastojine na oglednoj plohi 43.....	66
5.4.3. Visina stabala na oglednoj plohi 43	68
5.4.4. Zapremina i zapreminski prirast sastojine na oglednoj plohi 43	69
5.5. OGLEDNA PLOHA 58	73
5.5.1. Broj stabala i debljinska struktura na oglednoj plohi 58.....	73
5.5.2. Temeljnica sastojine na oglednoj plohi 58.....	76
5.5.3. Visina stabala na oglednoj plohi 58	77
5.5.4. Zapremina i zapreminski prirast sastojine na oglednoj plohi 58	80
5.6. OGLEDNA PLOHA 73	83
5.6.1. Broj stabala i debljinska struktura na oglednoj plohi 73.....	83
5.6.2. Temeljnica sastojine na oglednoj plohi 73.....	86
5.6.3. Visina stabala na oglednoj plohi 73	88
5.6.4. Zapremina i zapreminski prirast sastojine na oglednoj plohi 73	90
5.7. OGLEDNA PLOHA 88	93
5.7.1. Broj stabala i debljinska struktura na oglednoj plohi 88.....	93
5.7.2. Temeljnica sastojine na oglednoj plohi 88.....	96
5.7.3. Visina stabala na oglednoj plohi 88	97
5.7.4. Zapremina i zapreminski prirast sastojine na oglednoj plohi 88	99
5.8. OGLEDNA PLOHA 138	103
5.8.1. Broj stabala i debljinska struktura na oglednoj plohi 138.....	103
5.8.2. Temeljnica sastojine na oglednoj plohi 138.....	106
5.8.3. Visina stabala na oglednoj plohi 138	108
5.8.4. Zapremina i zapreminski prirast sastojine na oglednoj plohi 138 ..	109

5.9. OGLEDNA PLOHA 151	113
5.9.1. Broj stabala i debljinska struktura na oglednoj plohi 151	113
5.9.2. Temeljnica sastojine na oglednoj plohi 151	116
5.9.3. Visina stabala na oglednoj plohi 151	117
5.9.4. Zapremina i zapreminski prirast sastojine na oglednoj plohi 151 ..	118
5.10. OGLEDNA PLOHA 144	121
5.10.1. Broj stabala i debljinska struktura na oglednoj plohi 144	121
5.10.2. Temeljnica sastojine na oglednoj plohi 144.....	124
5.10.3. Visina stabala na oglednoj plohi 144	125
5.10.4. Zapremina i zapreminski prirast sastojine na oglednoj plohi 144	125
5.11. OGLEDNA PLOHA 150	129
5.11.1. Broj stabala i debljinska struktura na oglednoj plohi 150	129
5.11.2. Temeljnica sastojine na oglednoj plohi 150.....	131
5.11.3. Visina stabala na oglednoj plohi 150	131
5.11.4. Zapremina i zapreminski prirast sastojine na oglednoj plohi 150	133
5.12. OGLEDNA PLOHA 109	135
5.12.1. Broj stabala i debljinska struktura na oglednoj plohi 109	135
5.12.2. Temeljnica sastojine na oglednoj plohi 109.....	137
5.12.3. Visina stabala na oglednoj plohi 109	137
5.12.4. Zapremina i zapreminski prirast sastojine na oglednoj plohi 109	139
LITERATURA.....	141
POPIS SIMBOLA I SKRAĆENICA	144
POPIS GRAFIKONA	145
POPIS TABELA	150
POPIS SLIKA	151

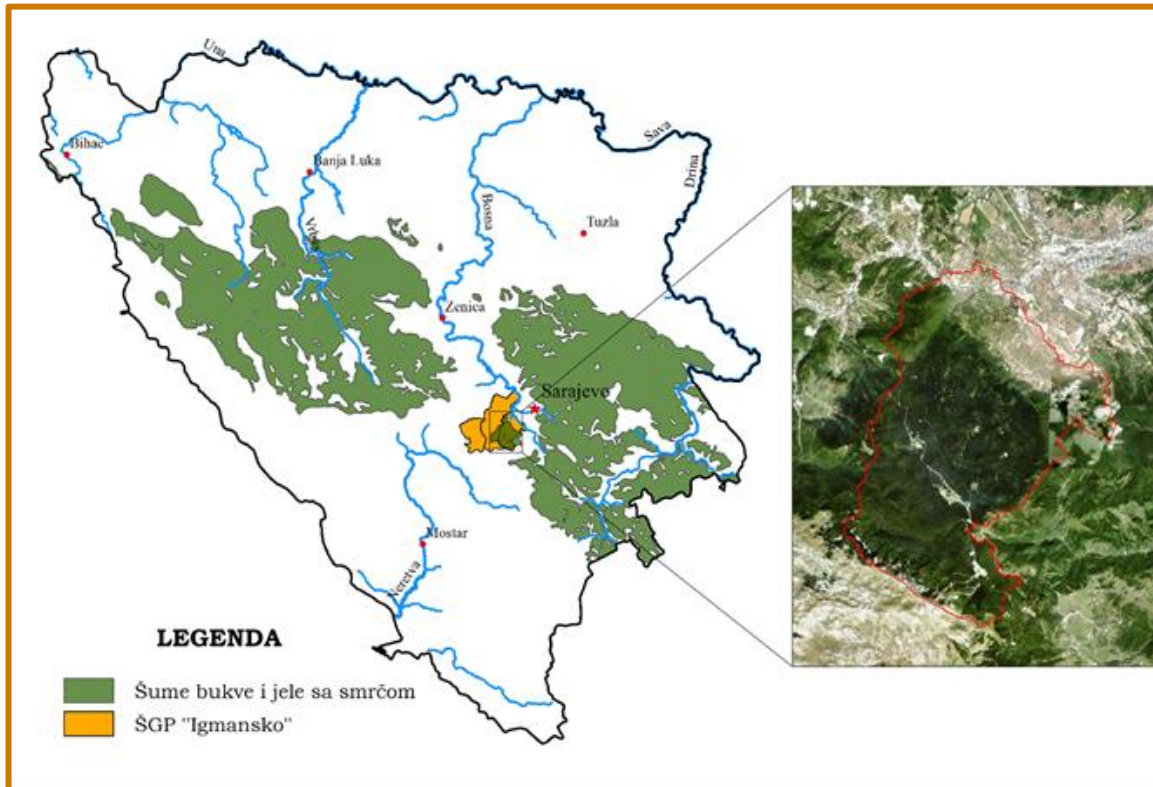
1. UVOD

Pri planiranju gazdovanja šumama u skladu s principom kontinuiteta gazdovanja od izuzetnog je značaja poznavanje zapreminskog prirasta. Njegova veličina je osnovni pokazatelj prinosa mogućnosti, odnosno produktivnosti šuma. Bez poznavanja veličine zapreminskog prirasta ne može se određivati obim sječa na bazi principa kontinuiteta gazdovanja, a bez poznavanja zavisnosti zapreminskog prirasta od drugih faktora ne mogu se uspješno rješavati produkciona pitanja, tj. planirati mjere na principu kontinuiteta produkcije. Najpovoljnije strukture sastojina, tzv. normalni sastavi, uz koje se pri racionalnom korištenju obezbjeđuje kontinuitet snabdijevanja tržišta predviđenim asortimanom šumskih proizvoda i kontinuitet produkcije drveta, utvrđuju se na osnovu veličine zapreminskog prirasta zavisno od drugih taksacionih elemenata i faktora. Zbog ovog je za šumarsku praksu važno pouzdano poznavanje veličine zapreminskog prirasta i zavisnosti njegove veličine od uticajnih faktora, posebno od onih na koje čovjek može da utiče i da ih mijenja.

Prva sistematska istraživanja zapreminskog prirasta i ostalih bitnijih taksacionih elemenata važnijih šuma Bosne i Hercegovine oficijelno su započeta 1953. godine. Za prikupljanje podataka primijenjen je reprezentativni metod, i to metod privremenih oglednih ploha. Metodom višestruke regresije utvrđene su prosječne veličine važnijih taksacionih elemenata stabala i sastojina i njihove međusobne veze. Nešto kasnije, u okviru inventure šuma na velikim površinama (od 1964. do 1968. godine), došlo se do podataka o površini šuma pojedinih vrsta drveća u BiH, veličini i kvalitetu njihove zalihe, veličini njihovog zapreminskog prirasta. Izdvojeni su i opisani osnovni tipovi šuma, a zatim formirani proizvodni tipovi šuma. Rezultati ovih istraživanja pružili su prve naučne osnove za procjenu veličine zapreminskog prirasta i osnove gazdovanja šumama na tipološkim osnovama. Rezultati navedenih istraživanja predstavljaju prosječne veličine ispitivanih taksacionih elemenata i odnose se na stanje šuma u vrijeme kada su vršena taksaciona snimanja. Utvrđeni normalni sastavi pojedinih kategorija šuma i proizvodnih tipova šuma zasnovani su na prosječnoj veličini zapreminskog prirasta koji je ostvaren u toku jednog desetogodišnjeg perioda, uz pretpostavku da je urastanje stabala dovoljno i udio vrsta drveća takav da se ti sastavi mogu trajno održati. Međutim, poznato je da veličina zapreminskog prirasta sastojina, udio zastupljenih vrsta drveća i veličina urastanja variraju iz perioda u period usljed djelovanja različitih faktora. Pod uticajem su velikog broja faktora koji su u manjoj ili većoj mjeri međuzavisni, jedni druge dopunjavaju i uslovljavaju. U toku desetogodišnjeg ili dužeg perioda njihov uticaj se mogao, ali nije morao ispoljiti u mogućim nivoima. Utvrđene prosječne veličine zapreminskog prirasta i ostalih taksacionih elemenata razlikuju se od stvarnih za konkretne sastojine u manjoj ili većoj mjeri. Na nedostatke rezultata provedenih istraživanja ukazali su i sami istraživači, autori objavljenih radova, kao i na neophodnost svestranog istraživanja tipova šuma.

U periodu od 1954. do 1957. godine u prirodnim raznodobnim sastojinama šuma bukve (*Fagus sylvatica* L.), jele (*Abies alba* Mill.) i smrče (*Picea abies* Karst.) na području planine Igman, tada na području Fakultetskog šumskog oglednog dobra "Igman" (sada GJ "Igman"), [slika 1](#), osnovano je 11 oglednih ploha. Jednu plohu je 1959. godine uništio ciklon, pa su se dalja istraživanja provodila na preostalih 10. Pri osnivanju je proveden prvi premjer, a zatim tri puta svakih 10 godina.

Izuzetak predstavlja četvrti premjer na jednoj oglednoj plohi, koji je proveden devet godina nakon trećeg. Peti premjer zbog ratnih zbivanja nije proveden deset godina nakon četvrtog, već na četiri plohe nakon 20 godina, na dvije nakon 21 godine, na dvije nakon 24 godine, a na dvije peti premjer nije ni proveden jer je područje na kojem se nalaze minirano. Na ime oglednih ploha u miniranom području, 2009. godine su osnovane dvije nove ogledne plohe približnih stanišnih uslova. Šesti premjer na osam starih i drugi na dvije novoosnovane ogledne plohe proveden je 10 godina nakon prethodnog.



Slika 1. GJ "Igman" u okviru granica BiH, areala šuma bukve i jele sa smrčom i ŠGP "Igmansko"

Metod premjera i obrade podataka utvrdio je prof. Vasilije Matić. Ova metodika nije zvanično objavljena. Istraživanjima je prvo rukovodio prof. Matić, nakon njega prof. Petar Drinić (do 1984. godine) pa prof. Janez Pavlič (do 1992. godine), a zatim prof. Aida Ibrahimspahić (od 2006. godine).

2. USPOSTAVLJANJE STALNIH OGLEDNIH PLOHA I PRIKUPLJANJE PODATAKA

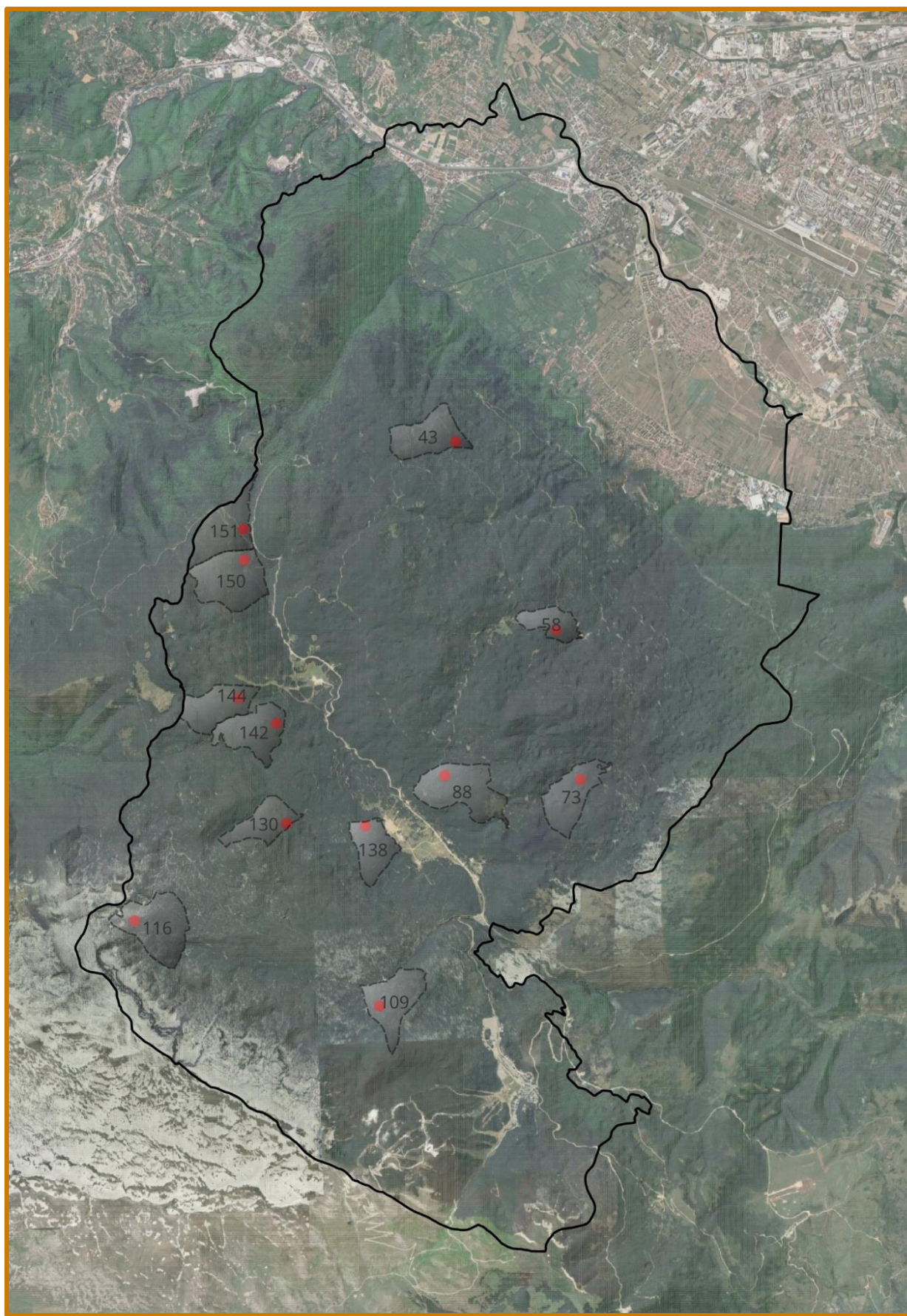
Lokacije oglednih ploha odabrali su Vasilije Matić, redovni profesor Šumarskog fakulteta u Sarajevu, i Petar Sudić, šumarski savjetnik Fakultetskog oglednog dobra "Igman". Odabrane su u šumama koje su s obzirom na vrste drveća najzastupljenije i s privrednog stanovišta najznačajnije u GJ "Igman". U šumama bukve, jele i smrče i šumama jele i smrče odabrano je po pet lokaliteta na različitim nadmorskim visinama i u određenoj mjeri na različitim ekspozicijama i nagibima terena. Izbor lokacija nije se mogao bazirati na pedološkim i fitocenološkim, odnosno tipološkim osnovama jer u to vrijeme područje Igmana nije bilo istraženo s tih aspekata. Pri izdvajanju oglednih ploha vodilo se računa da se, koliko je moguće, jednom oglednom površinom obuhvate jednolične stanišne i sastojinske prilike, a kao kriteriji za ocjenu služili su oblici reljefa, zastupljeni tipovi zemljišta te vrste drveća i način njihovog miješanja na užem lokalitetu gdje je ogledna površina birana. Zbog navedenog, ogledne plohe nemaju pravilan oblik ni jednaku površinu.

Na [slici 2.](#) je predstavljena karta s granicama GJ "Igman", odjeljenja u kojim su postavljene ogledne plohe i lokacije oglednih ploha, a u [tabeli 1.](#) osnovne opšte i orografske karakteristike oglednih ploha. Oznaka oglednih ploha je, ustvari, oznaka (broj) šumskog odjeljenja u kojem se nalazi ogledna ploha.

Tabela 1. Osnovne opšte i orografske karakteristike oglednih ploha

Biljne zajednice	Oznaka plohe	Godina osnivanja	Površina (ha)	Nadmorska visina (m)	Ekspozicija	Inklinacija (°)
Šume bukve i jele sa smrčom	151*	1954.	2,67	1100	E	20°
	150**	2009.	1,08	1170	SE	25°
	142	1954.	2,41	1320	SE	15°
	109**	2009.	1,03	1380	NW	20°
	144*	1955.	3,14	1440	SE	20°
	130	1957.	1,00	1400	NE	20°
	116	1956.	1,00	1690	SE	30°
Šume jele i smrče	43	1956.	1,50	1110	NE	20°
	138	1955.	2,29	1220	NE	20°
	58	1956.	2,63	1280	NE	25°
	88	1954.	2,21	1310	SW	15°
	73	1955.	1,87	1320	E	15°

*minirano područje; **novoosnovana



Slika 2. Satelitski snimak područja planine Igman s granicama GJ “Igman” i lokacijama stalnih oglednih ploha

Tipove zemljišta i pripadnost biljnim zajednicama naknadno su utvrdili prof. Milivoje Ćirić, prof. Vitomir Stefanović i prof. Petar Drinić (Drinić, 1974). Fitocenološki snimci ponovo su izrađeni samo pri petom premjeru (više u poglavlju 5).

Prilikom izdvajanja oglednih ploha granice su na terenu vidno obilježene drvenim kolcima, a zatim su univerzalnim teodolitom i pantljikom izmjereni uglovi i dužine granica i utvrđene relativne koordinate prelomnih tačaka i površine oglednih ploha. Na terenu je postavljena kvadratna mreža (10x10 m) pomoću koje su ortogonalnom metodom pozicionirana stabla prsnog prečnika 10 cm i više (taksacioni prag je bio 10 cm). Izrađeni su planovi oglednih ploha i iscrtane su projekcije krošnji stabala na horizontalnu ravan. Kvadratna mreža je obnovljena pri drugom premjeru samo na plohama gdje je to bilo neophodno, a za treći i četvrti premjer nije obnavljana (Pavlič, 1987). Za peti premjer je bilo neophodno obnoviti znatan broj graničnih oznaka, postaviti novu kvadratnu mrežu na svim plohama i izraditi nove planove jer su tokom ratnih zbivanja prvobitno izrađeni planovi zagubljeni. Novi planovi su digitalizovani pomoću GIS softvera i aplikacija WinGIS – Professional + te georeferencirani na osnovu geografskih koordinata težišta i lomnih tački granica oglednih ploha, koje su utvrđene pomoću GPS uređaja (Mobil Mapper CE). Ovim su određene geografske koordinate stabala.



Slika 3. Snimanje geografskih koordinata lomnih tački granica, ogledna ploha 138

U ovom istraživanju je taksacioni prag prsni prečnik od 10 cm. Živa stabla na oglednim plohama prsnog prečnika jednakog ili većeg od taksacionog praga su numerisana. Na njima je farbom naznačen njihov broj i po četiri tačke na visini 1,3 m od zemlje koje označavaju mjesta mjerenja dva unakrsna prečnika. Prilikom taksacionih snimanja, ako se ne radi o prvom premjeru, na terenu se prvo obnavljaju granice oglednih ploha, brojevi i tačke numerisanih stabala i

numerišu se stabla urasla u inventarisani dio sastojine. Pri petom premjeru stablima su dodijeljeni novi brojevi jer u većini slučajeva stari brojevi nisu bili jasno vidljivi. Ova numeracija je korištena pri šestom premjeru, uz dodatak uraslih stabala.

Pri svim taksacionim snimanjima svakom numerisanom stablu evidentirana je vrsta drveća i na označenim mjestima izmjerena dva prečnika s preciznošću na 1 mm.

Visina stabala mjerena je pri prvom, drugom, petom i šestom premjeru – pri prvom i drugom premjeru pomoću visinomjera Blume Leiss, sa zaokruživanjem na 1 m, a pri petom i šestom pomoću Vertex III, s preciznošću do na 1 dm. Pri petom premjeru nije mjerena visina svim numerisanim stablima, već stablima sistematski odabranog uzorka.

Pri drugom premjeru su na tri ogledne plohe (151, 142 i 88) izmjereni poluprečnici vertikalne projekcije krošnje (na horizontalnu ravan), minimalno četiri, i evidentirana je prekrivenost krošnje krošnjama susjednih stabala (u %). Na osnovu izmjerenih poluprečnika skicirane su konture projekcije krošnje stabala, koje su naknadno ucrtane u plan ogledne plohe. Izmjerene su njihove površine i intenzitet međusobnog prekrivanja te izračunat stepen zastrtosti tla krošnjama stabala. Na ostalim oglednim ploham stepen zastrtosti je utvrđivan na osnovu odnosa dužina dijelova vizurnih linija prekrivenih krošnjama numerisanih stabala i ukupne dužine vizurnih linija. Poluprečnici projekcije krošnji mjereni su kasnije na četiri ogledne plohe (142, 88, 150 i 109) u okviru jednog naučnoistraživačkog projekta i za potrebe izrade 2 završna rada II ciklusa studija.

3. METODE OBRAČUNA STRUKTURNIH I PROIZVODNIH PARAMETARA SASTOJINA

3.1. BROJ STABALA I DEBLJINSKA STRUKTURA

Pod brojem stabala šumskih sastojina podrazumijeva se broj živih stabala na jedinici površine sastojine čiji je prsni prečnik jednak ili veći od taksacionog praga (N/ha). Broj stabala je prvi podatak do kojeg se direktno dolazi pri taksacionim radovima u šumi i osnovni je i polazni strukturni element sastojine na osnovu kojeg se izvode ostali elementi strukture. Broj stabala je osnovni pokazatelj gustine sastojine, ali s obzirom na to da je najvarijabilniji strukturni element, uvijek se posmatra u vezi s ostalim elementima strukture. Tu je na prvom mjestu debljinska struktura ili distribucija frekvencija prsnih prečnika stabala.

Na stalnim oglednim plohama se pri svakom premjeru prsnih prečnika stabala, tzv. izbrajanje stabala, utvrđuje broj živih stabala iznad taksacionog praga ($d_{1,3} \geq 10$ cm), broj stabala koja su tokom vremenskog perioda između dva susjedna premjera prešla taksacioni prag, tj. urasla u inventarisani dio sastojine, i broj posjećenih stabala koji uključuje i mortalitet. Veza među ovim podacima je:

$$N_k = N_p + N_u - N_s$$

gdje su: N_k – broj stabala na kraju posmatranog perioda, N_p – broj stabala na početku posmatranog perioda, N_u – broj uraslih stabala u posmatranom periodu, N_s – broj posjećenih stabala u posmatranom periodu.

Broj stabala se utvrđuje po vrstama drveća i po debljinskim stepenima širine 5 cm. Ovim se utvrđuje udio (omjer smjese) vrsta drveća u broju stabala i debljinska struktura sastojine oglednih ploha. S ciljem jednostavnijeg opisa i interpretacije rezultata korištene su i raspodjele po proširenim debljinskim klasama (A – tanka stabla: $d_{1,3} < 30$ cm; B – srednje debela: $30 \leq d_{1,3} < 50$ cm; C – debela: $d_{1,3} \geq 50$ cm).

Kao pokazatelj debljinske strukture, pored tabelarnih i grafičkih prikaza numeričkih podataka korišten je i srednji prečnik. Srednji prečnik nije tipična veličina za preborne sastojine, ali je korišten zbog značajnog odstupanja strukture sastojina pojedinih premjera od preborne strukture i zbog mogućnosti poređenja s rezultatima provedenih istraživanja raznodobnih višespratnih sastojina u BiH gdje je srednji prečnik prihvaćen kao pokazatelj strukture. Utvrđeni su srednji prečnici po temeljnici (Dg) za sastojinu, za urasla i posječena stabla po vrstama drveća i zajedno za cijelu sastojinu.

Pri računskoj obradi i analizi podataka prikupljenih u petom premjeru debljinska struktura je kvantifikovana pomoću indeksa homogenosti (H) (Kramer, 1988; Vučković, Stajić, 2006; Ibrahimspahić, Balić, Lojo, 2012). Ovim indeksom se dovodi u vezu raspodjela broja stabala i zapremine po debljinskim stepenima. Računa se po formuli:

$$H = \frac{\sum_{i=1}^n SN\%}{\sum_{i=1}^n (SN\% - SV\%)}$$

gdje su: $SN\%$ – suma procentualnih udjela debljinskih klasa u broju stabala sastojine do debljinske klase i , $SV\%$ – suma procentualnih udjela debljinskih klasa u zapremini sastojine do debljinske klase i , n – broj debljinskih klasa.

Mala veličina indeksa homogenosti ukazuje na nehomogenost sastojina i za preborne sastojine varira u intervalu od 1,3 do 2,8. Veličine indeksa homogenosti u intervalu od 2,2 do 4,2 karakteristične su za jednodobne sastojine prorjeđivane jakim proredom, a u intervalu od 4,0 do 10,0 za jednodobne sastojine prorjeđivane niskom proredom.

Indeksi homogenosti izračunati su za sastojine oglednih ploha za svaki premjer, i pri tome su korištene raspodjele po debljinskim stepenima širine 5 cm.

3.2. VISINSKE KRIVE I BONITIRANJE STANIŠTA

Visine stabala su važan element strukture preborne sastojine od kojeg zavisi zapremina pojedinačnih stabala i zapremina cijele sastojine i pouzdan je indikator boniteta staništa (Miletić, 1950). Visinske krive su krive koje predstavljaju zavisnost visine stabala od njihovog prečnika. Karakteristične su za vrste drveća, sastojine i uslove staništa te se koriste za ocjenu proizvodnog potencijala staništa (tzv. bonitiranje staništa) i izradu modela za procjenu zapremine stabala.

Visinske krive za glavne vrste drveća na oglednim plohama izrađene su na osnovu podataka drugog, petog i šestog premjera. Pri izradi prvih visinskih krivih primijenjen je grafički metod (GM – grafički model), a kasnije je korišten metod jednostavne krivolinijske regresije (RM – regresioni model). Naknadno su utvrđeni i regresioni modeli za podatke drugog premjera, ali su pri tome korištene prosječne visine debljinskih stepeni jer se nije raspolagalo visinama pojedinačnih stabala. Nakon analize više različitih funkcija, kao adekvatni regresioni modeli odabrane su funkcije Prodana ili Pettersona. Matematički izrazi odabranih modela su:

Prodanova funkcija

$$h - 1,3 = \frac{d_{1,3}^2}{a + b \cdot d_{1,3} + c \cdot d_{1,3}^2}$$

Pettersonova funkcija

$$h - 1,3 = \left(\frac{d_{1,3}}{a + b \cdot d_{1,3}} \right)^2$$

gdje su: h – visina stabla, $d_{1,3}$ – prsni prečnik, a , b i c – parametri funkcija.

Za svaki regresioni model utvrđene su veličine statističkih pokazatelja njihovog kvaliteta. U tu svrhu su kao pokazatelji jačine korelacione veze korišteni koeficijenti korelacije (R) i determinacije (R^2) te standardna greška procjene (S_{ey}), kao mjera preciznosti procjene zavisno promjenljive veličine na osnovu odabranog regresionog modela.

Bonitiranje staništa obično se provodi pomoću indirektnih pokazatelja, odnosno nekih taksacionih elemenata sastojina. Najrašireniji i opšteprihvaćeni pristup bonitiranja staništa je na osnovu visina stabala (Skovsgaard, Vanclay, 2008).

Visina stabala se koristi kao indirektni pokazatelj proizvodnog potencijala staništa zbog pozitivne korelacije između količine proizvedene drvene mase i visine stabala, relativno malog uticaja sječe (prorede) na visine stabala i jednostavnosti i preciznosti utvrđivanja. Bonitet staništa na oglednim plohama prvobitno je ocijenjen poređenjem visinskih krivih s odgovarajućim bonitetnim krivim (dispozicijom bonitetnih razreda), a počev od petog promjera bonitet staništa se utvrđuje računski. Pri tome se na osnovu procijenjenih visina za debljinske stepene iznad 30 cm utvrđuje parcijalni bonitet, a zatim se računa bonitet po vrstama drveća kao ponderisana aritmetička sredina, gdje je ponder temeljnica debljinskih stepeni. I prosječni bonitet staništa oglednih ploha utvrđen je kao ponderisana aritmetička sredina boniteta glavnih vrsta drveća, s temeljnicom kao ponderom.

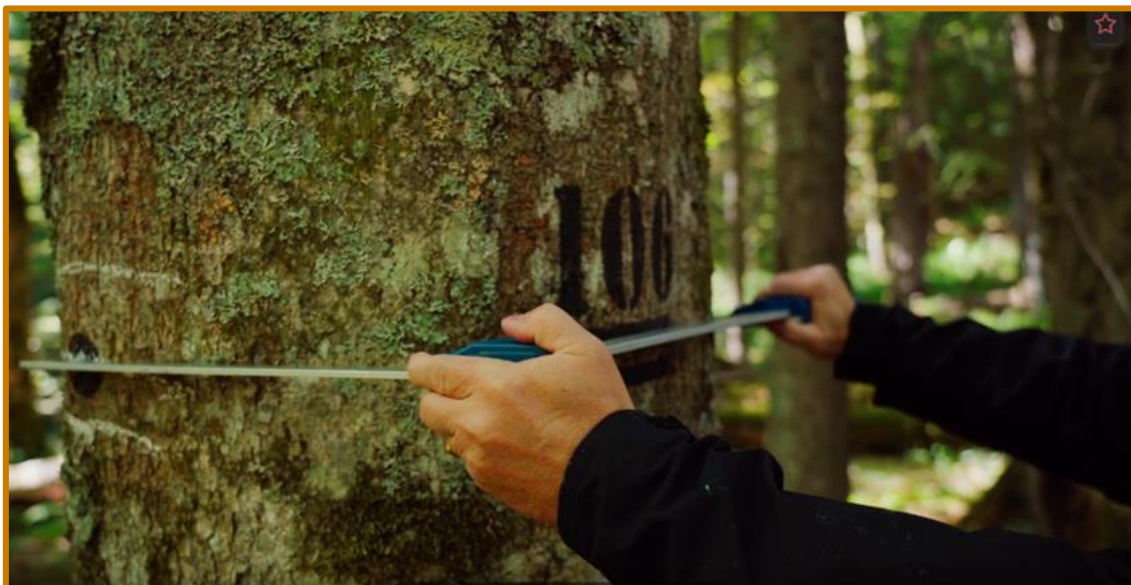


Slika 4. Stablo bukve punodrvnog debla, ogledna ploha 142

3.3. TEMELJNICA SASTOJINA

Temeljnica sastojine je izvedeni strukturni element sastojine koji se koristi kao pokazatelj gustoće, odnosno obrasta sastojina (Pranjić, Lukić, 1997). Utvrđuje se kao zbir temeljnica stabala sastojine ili se direktno izvodi iz prečnika i broja stabala pojedinih debljinskih klasa. Zbog ovog temeljnica sastojine zavisi od debljinske strukture sastojine, manje je varijabilan element sastojine od broja stabala i važan je faktor od kojeg zavise veličina zapremine i zapreminskog prirasta (proizvodnost) sastojina. Neki uređivači prebornih sastojina su uzimali temeljnicu kao osnov za izgradnju normalnog stanja (Tichy, Kern, Hufnagl, Tvrđony, Jovanovac), jer su je smatrali pouzdanijom od broja stabala ili drvene zapremine (Miletić, 1950).

Temeljnica sastojina (G_{sast}), uraslih (G_u) i posječenih (G_s) stabala stalnih oglednih ploha utvrđene su sumiranjem temeljnice stabala, po vrstama drveća i ukupno. Temeljnica stabala utvrđena je na osnovu izmjerenog prsnog prečnika kao površina kruga.



Slika 5. Mjerenje prsnog prečnika

3.4. ZAPREMINA SASTOJINA

Pod zapreminom sastojine podrazumijeva se zapremina dendromase (drvne materije) sastojina. U zapremini sastojina objedinjeni su svi strukturni elementi sastojina i ona je kompleksan izraz osnovnih elemenata strukture i faktora koji na njih utiču. Pored ovog, zapremina sastojina je specifično proizvodno sredstvo, odnosno proizvođač prirasta, koji je jedan od uzroka promjena strukture sastojina.

Zapremina sastojina (V_{sast}), uraslih (V_u) i posječenih (V_s) stabala utvrđene su sumiranjem zapremine stabala, a iskazane su zapreminom krupnog drveta (prečnik s korom ≥ 7 cm). Zapremine su utvrđene po vrstama drveća, debljinskim klasama i ukupno. Zapremina krupnog drveta stabala pojedinih vrsta drveća utvrđena je pomoću jednoulaznih tablica, koje su izrađene za svaku oglednu plohu posebno, na osnovu visinskih krivih drugog premjera i odgovarajućih dvoulaznih zapreminskih tablica. Za jelu su korištene dvoulazne zapreminske tablice Schuberga, za smrču Baura, za bukvu Grundera i za bijeli bor Schwappacha. Iz ovih tablica su očitane zapremine stabala za različite veličine prsnog prečnika i procijenjene visine stabala, a zatim su grafički predstavljene u odnosu na prsni prečnik i grafički izravnate. Veličine dobijene izravanjem predstavljene su tabelarno i korištene su kao jednoulazne zapreminske tablice (tzv. tarifni nizovi). Nakon petog premjera za ove tarifne nizove su utvrđeni regresioni modeli.

3.5. ZAPREMINSKI PRIRAST SASTOJINA

Pod zapreminskim prirastom sastojina podrazumijeva se prirast zapremine dendromase sastojina. Zapremina krupnog drveta proizvedena u sastojini, u periodima između dva uzastopna premjera (periodični prirast zapremine), izračunata je po osnovnoj formuli kontrolnog metoda (Mirković, Banković, 1993):

$$I_v = V_k - V_p + V_s$$

gdje su: I_v – tekući periodični prirast zapremine sastojine, V_k – zapremina sastojine na kraju posmatranog perioda (sa zapreminom uraslih stabala), V_p – zapremina sastojine na početku posmatranog perioda, V_s – zapremina posječenih stabala (uključujući mortalitet) u sastojini tokom posmatranog perioda.

Zapreminski prirast izračunat po navedenoj formuli ne predstavlja zapreminski prirast stabala sastojine, već produkciju ili proizvodnost površine (sastojine, ogledne plohe),, jer se zbog sječe, mortaliteta i urastanja stabala u inventarisani dio sastojina premjeri ne provode uvijek na istim stablima (Stamenković, Vučković, 1988).

U istraživanju proizvodnosti sastojina korištena je prosječna periodična proizvodnost, odnosno tekući zapreminski prirast sastojina, koji je izračunat kao količnik periodičnog prirasta zapremine i dužine perioda. U daljem tekstu je korišten naziv zapreminski prirast sastojina.

4. PREGLED REZULTATA ISTRAŽIVANJA BAZIRANIH NA PODACIMA PRIKUPLJENIM NA STALNIM OGLEDNIM PLOHAMA

Prvi rezultati istraživanja na stalnim oglednim plohama objavljeni su u naučnom radu pod naslovom **Dinamika rastenja i prirašćivanja bukve, jele i smrče u najvažnijim tipovima bukovo-jelovih šuma na Igmanu** (Drinić, 1974). Predstavljani su rezultati istraživanja na osnovu podataka prva dva premjera, u razmaku od 10 godina, na pet oglednih ploha u sastojinama bukve, jele i smrče. U ovom radu su opisane ekološko-vegetacijske karakteristike oglednih ploha i predstavljeni rezultati istraživanja: visine i visinskog prirasta stabala, debljinskog prirasta stabala, vremena prelaza i relativne starosti stabala, broja stabala i njihove debljinske strukture, zapremine drvene mase i njene debljinske strukture, zapreminskog prirasta i površine horizontalnih projekcija krošnji. Na osnovu utvrđenih rezultata autor zaključuje da, bez obzira na to što četiri od pet oglednih ploha pripadaju jednoj biljnoj zajednici, zbog karakteristika zemljišta svaka ogledna ploha predstavlja poseban osnovni tip šume. Na kraju ističe "da se asocijacije, pa i subasocijacije, kao klasifikacione jedinice fitocenološkog sistema, ne mogu neposredno koristiti u tipološkim sistemima klasifikacije šuma, zasnovanim na ekološko-proizvodnim kriterijumima, jer je po pravilu, amplituda proizvodne sposobnosti iste asocijacije ili subasocijacije često veoma široka" te da to nameće izdvajanje različitih proizvodnih tipova šuma u okviru iste biljne zajednice. Autor je izdvojio četiri proizvodna tipa šuma. Ogledne plohe 151 i 142 grupisao je u jedan proizvodni tip, dok je preostale ogledne plohe odvojio u posebne proizvodne tipove.

Rezultati istraživanja na osnovu dva premjera u razmaku od 10 godina na pet oglednih ploha u sastojinama jele i smrče objavljeni su u naučnom radu **Dinamika rastenja i prirašćivanja jele i smrče u najvažnijim tipovima četinarskih šuma na Igmanu** (Drinić, 1976a). Opisane su ekološko-vegetacijske karakteristike oglednih ploha i predstavljeni rezultati istraživanja: visine i visinskog prirasta stabala, debljinskog prirasta stabala, vremena prelaza i relativne starosti stabala, broja stabala i njihove debljinske strukture, zapremine drvene mase i njene debljinske strukture, zapreminskog prirasta i površine horizontalnih projekcija krošnji.

Informacije o **uspostavljanju i korištenju stalnih oglednih ploha na Igmanu kod Sarajeva** iznesene su na IUFRO skupu u Štokholmu, 1976. godine (Drinić, 1976b).

U završnom izvještaju istraživačkog projekta **Prirast i prinos mješovitih šuma bukve, jele i smrče (u najvažnijim tipovima ovih šuma na području privredne jedinice "Igman")** predstavljeni su rezultati istraživanja na 10 stalnih oglednih ploha za tri perioda od po 10 godina odvojeno i za period od 30 godina (Pavlič, 1987). Kao zadatak istraživanja postavljeno je da se za svaku oglednu plohu, odnosno tip šume koji predstavlja, utvrdi i prikaže veličina i struktura zapreminskog prirasta i najznačajnijih taksacionih elemenata po vrstama drveća i za plohu kao cjelinu te da se na temelju rezultata istraživanja analizira uticaj nadmorske visine i eventualno drugih faktora na veličinu njihovog zapreminskog prirasta. Istraživanjem su obuhvaćeni taksacioni podaci koji su na oglednim plohama mjereni pri prva četiri premjera, i oni koji se utvrđuju na osnovu njih (broj stabala, temeljnica i prirast temeljnice, zapremina i zapreminski prirast,

debljinski prirast stabala, vrijeme prelaza i relativna starost stabala, raspodjela zapreminskog prirasta i posječene količine drveta po debljinskim stepenima i veličina prinosa). Autor je na osnovu rezultata istraživanja grupisao ogledne plohe u šest proizvodnih tipova. Jednom proizvodnom tipu pripadaju ogledne plohe 142 i 130 i u njima treba povećati udio jele. Drugom proizvodnom tipu pripadaju ogledne plohe 151 i 144, u njima treba povećati udio bukve. Trećem proizvodnom tipu pripada ogledna ploha 116, četvrtom ploha 43, petom ploha 88, a šestom ogledne plohe 138, 73 i 58. Oglednu plohu 43 izdvojio je u zaseban proizvodni tip, jer će biti teško zadržati bujanje lišćarskih vrsta drveća, pa će se morati predvidjeti njihov veći udio u zapremini, a oglednu plohu 88 je izdvojio zbog prisustva bijelog bora.

Na kraju Izvještaja autor zaključuje da:

- “veličina taksacionih elemenata stabala i sastojina i njihovi prirasti variraju u dosta širokoj amplitudi,
- zapreminski prirast je pod velikim uticajem intenziteta sječe (povećanjem intenziteta sječe smanjuje se zapreminski prirast),
- prirodni potencijal staništa nije dovoljno iskorišten,
- kao uporište pri utvrđivanju normalnih sastava gazdinskih klasa treba da služe prosječne veličine zapreminskog prirasta sastojina i prosječne veličine debljinskog prirasta stabala, utvrđene dugogodišnjim istraživanjem, kako bi se odabrana struktura i veličina prinosa i udio vrsta drveća nalazili u realno mogućim granicama,
- započeta istraživanja veličine zapreminskog prirasta treba nastaviti i proširiti na značajnije osnovne tipove šuma užeg i šireg područja uz aktivno uključivanje stručnjaka ostalih šumarskih disciplina (posebno pedologa i fitocenologa),
- stalne ogledne plohe trebalo bi snabdjeti osnovnim meteorološkim instrumentima za registrovanje temperature, količine padavina i vlage vazduha,
- čuvanju i zaštiti stalnih oglednih ploha treba posvetiti posebnu pažnju, jer služe i za obuku kadrova iz oblasti šumarstva i kao konkretni pokazni poligoni domaćim i stranim stručnjacima.”

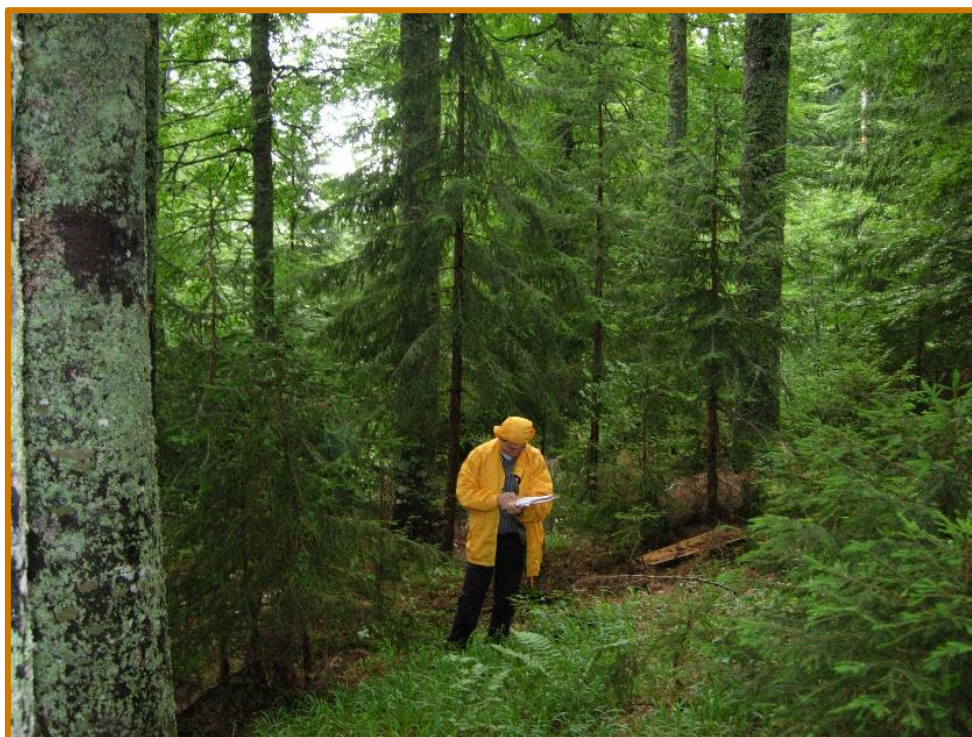
U izradi doktorske disertacije pod naslovom **Prirast i razvoj sastojina bukve, jele i smrče u GJ Igman** (Ibrahimspahić, 2013) korišteni su podaci prikupljeni tokom 50 godina (5 premjera). Osnovni cilj pri izradi disertacije bio je da se na osnovu podataka periodičnih premjera na stalnim oglednim plohama u šumama bukve i jele sa smrčom u GJ “Igman” istraži dinamika osnovnih strukturnih elemenata i proizvodnosti sastojina i njihova međuzavisnost.

Na osnovu rezultata istraživanja doneseni su sljedeći zaključci:

- 1 -

Prema novim fitocenološkim istraživanjima, provedenim 40 godina nakon prvih, utvrđene su određene promjene.

Na oglednim plohama 58 i 73, koje su u vrijeme prvih fitocenoloških istraživanja pripadale šumama jele i smrče na krečnjacima (*Abieti Piceetum illyricum* Stef.), u inventarisanom dijelu sastojina utvrđeno je prisustvo stabala bukve te u sadašnjem vremenu pripadaju gorskim šumama bukve i jele sa smrčom na seriji dolomitnih i krečnjačkih zemljišta (*Abieti Fagetum illyricum* Treg.).



Slika 6. Izrada fitocenološkog snimka, ogledna ploha 116

Na oglednoj plohi 116, koja je prvobitno pripadala pretplaninskim šumama bukve na seriji krečnjačkih zemljišta (*Fagetum subalpinum* Horv.), došlo je do urastanja u inventarisanom dijelu sastojine stabala jele pa i ova ogledna ploha u sadašnje vrijeme pripada gorskim šumama bukve i jele sa smrčom na seriji dolomitnih i krečnjačkih zemljišta (*Abieti Fagetum illyricum* Treg.). Za oglednu plohu 88, za koju je pri prvim fitocenološkim istraživanjima utvrđeno da pripada ilirskoj šumi bijelog bora i smrče (*Piceo Pinetum illyricum* Stef.), na površini na kojoj je rađen novi fitocenološki snimak nije evidentirano prisustvo stabala bijelog bora, te je utvrđeno da se radi o šumi jele i smrče na krečnjacima (*Abieti Piceetum illyricum* Stef.). Zbog promjena koje su se javile u periodu između fitocenoloških istraživanja, ogledne plohe 58, 73 i 116, prema novim fitocenološkim snimcima pripadaju osnovnom tipu II – b – 3 (šume bukve i jele sa smrčom na smeđim plitkim zemljištima na krečnjacima), a ogledna ploha 88 osnovnom tipu VI – b – 2 (šume jele i smrče na plitkom kalkokambisolu). Ogledna ploha 58 pripadala je osnovnom tipu VI – b – 2 (šume jele i smrče na plitkom kalkokambisolu), ploha 73 osnovnom tipu VI – b – 4 (šume jele i smrče

na luvisolu na krečnjaku), ploha 116 osnovnom tipu III – a – 1 (subalpinske čiste bukove šume na crnicama i smeđim plitkim zemljištima na krečnjacima) i ogledna ploha 88 je pripadala osnovnom tipu VI – a – 3 (šume smrče i bijelog bora na plitkom kalkokambisolu).

- 2 -

Preborne sječe na principu pozitivne selekcije u raznodobnim višespratnim sastojinama i postepena izgradnja preborne strukture rezultirale su različitim promjenama visine stabala određenog prsnog prečnika.

U najvećem broju slučajeva (55%) došlo je do povećanja visina stabala, odnosno “izdizanja” visinskih krivih u cijelom intervalu empirijskih podataka, dok su neznatne promjene visina za sve debljinske stepene utvrđene samo u jednom slučaju (5%). U preostalim slučajevima (40%) utvrđeno je smanjenje visina za niže debljinske klase, a povećanje za više debljinske klase ili obrnuto, odnosno



Slika 7. Godišnji visinski prirast stabla smrče, vjetrom prevršeno stablo na oglednoj plohi 138

visinske krive različitih promjera se presijecaju. Utvrđene promjene visina stabala u apsolutnom iznosu su u intervalu od $-2,64$ m do $+7,0$ m ili u procentualnom iznosu u odnosu na širinu bonitetnog razreda za odgovarajući prsni prečnik – 88% i $+176\%$. Najmanje promjene visina su utvrđene za stabla prsnog prečnika od oko 50 cm, pri kojem su se javile i presječne tačke visinskih krivih u slučajevima za koje je to utvrđeno. Zbog pomjeranja visinskih krivih usljed promjena strukture sastojina, visinske krive raznodobnih višespratnih sastojina nisu pouzdan pokazatelj proizvodnog potencijala staništa, posebno u slučajevima kada su ocijenjeni boniteti u neposrednoj blizini granica između bonitetnih razreda.

Međutim, zbog malog uticaja strukture sastojina na prosječnu ili procijenjenu visinu stabala prsnog prečnika 50 cm i postojanja statistički značajne veze s osnovnim pokazateljima strukture i proizvodnosti sastojina, ova visina se može okarakterisati kao objektivan, pouzdan i jednostavan pokazatelj proizvodnog potencijala staništa.

- 3 -

Broj stabala oglednih ploha varira u intervalu od 230 do 869 stabala/ha, veći je u sastojinama lošijih uslova staništa, manjeg srednjeg prečnika i veće veličine indeksa homogenosti, a uticaj udjela vrsta drveća nije došao do izražaja.

Promjene broja stabala oglednih ploha tokom perioda posmatranja direktna su posljedica odnosa broja posječenih (uključujući mortalitet) i uraslih stabala. Sječe jačeg intenziteta, posebno srednje debelih i debelih stabala, nakon kraćeg ili dužeg vremenskog perioda popraćene su povećanim brojem uraslih stabala.

Na svim oglednim plohama, izuzev jedne, tokom perioda posmatranja došlo je do promjene udjela vrsta drveća u broju stabala. Promjene udjela vrsta drveća u broju stabala nisu uzrokovane manjim ili većim intenzitetom sječe različitih vrsta drveća, već su posljedica promjena udjela vrsta drveća u broju uraslih stabala.

Tokom perioda posmatranja na oglednim plohama u šumama jele i smrče u broju uraslih stabala smanjivao se udio jele, a povećavao udio smrče, bukve i ostalih lišćarskih vrsta drveća, dok se na oglednoj plohi na kojoj je zastupljen bijeli bor udio bijelog bora smanjivao. Na oglednim plohama u šumama bukve, jele i smrče u broju uraslih stabala povećavao se udio jele i smrče, a smanjivao udio bukve. Promjene udjela vrsta drveća u broju stabala, upravo zbog promjena udjela vrsta drveća u broju uraslih stabala, u skladu su s prirodnim procesom razvoja šumske vegetacije ka klimatogenim biljnim zajednicama, s dugoročnom alternacijom jele i bukve u dinarskim šumama bukve i jele (sa smrčom), s primjenom različitih mjera gospodarenja, dok nisu u skladu s pojavom sužavanja areala četinarskih vrsta drveća, prvenstveno jele (proces "pobukvljavanja"), koji je u vezi s klimatskim kolebanjima.



Slika 8. Veliki broj stabala bukve i obilan podmladak jele, ogledna ploha 116

- 4 -

Debljinske strukture oglednih ploha prvog i drugog promjera karakterišu se relativno velikim učešćem srednje debelih stabala, podsjećaju na debljinske strukture jednodobnih sastojina i ukazuju na to da se radi o sastojinama

(strukturama) sa zadržanim prašumskim karakteristikama. U skladu s tim su i veličine indeksa homogenosti koje su karakteristične za jednodobne sastojine prorjeđivane jakim ili visokom proredom. Jačim intenzitetima sječe koji su primijenjeni u drugom periodu (od 20 do 45% po broju stabala), kada su znatnim dijelom obuhvaćena srednje debela stabla, nešto manje debela, ali i tanka, debljinske strukture su značajnije promijenjene u smislu povećanja udjela tankih i smanjenja udjela srednje debelih i debelih



Slika 9. Heterogena struktura sastojine, ogledna ploha 130

stabala. U trećem i četvrtom periodu intenzitet sječe je bio značajno manji i većinom su u cilju poboljšanja kvalitetne strukture sječom bila obuhvaćena tanka i srednje debela stabla koja su ometala rast i razvoj kvalitetnijih stabala te se debljinske strukture nisu značajno mijenjale. Tokom četiri perioda ni za jednu oglednu plohu nije utvrđeno kontinualno povećanje udjela tankih i smanjenje udjela srednje debelih stabala. U određenoj mjeri, u skladu s tim su i promjene veličine indeksa homogenosti i veličine srednjeg prečnika sastojina i pojedinih vrsta drveća.

Posmatrano u prosjeku za sve ogledne plohe najmanja veličina indeksa homogenosti utvrđena je pri petom promjeru, zatim pri četvrtom, trećem, drugom, a najveća pri prvom promjeru.

Prosječno najmanji srednji prečnik sastojina utvrđen je pri trećem promjeru nakon sječa najjačeg intenziteta, zatim pri četvrtom i petom promjeru, nakon pojačanog intenziteta urastanja, a najveći pri prvom i drugom promjeru, kada su sastojine po strukturi bile bliske prašumama.

- 5 -

Veličina temeljnice oglednih ploha zavisno od broja stabala i debljinske strukture varira u širokom intervalu, od 17,8 do 50,6 m²/ha. Regresionom analizom (metod s postepenim uključivanjem od početka) kao nezavisne varijable sa statistički najznačajnijim uticajem na variranje veličine temeljnice mješovitih sastojina odabrani su srednji prečnik i broj stabala sastojine i uz njih broj stabala jele i lišćarskih vrsta drveća. Dobijenim regresionim modelom objašnjava se 88,6% varijabiliteta veličine temeljnice.

S povećanjem srednjeg prečnika veličina temeljnice sastojine povećava se progresivno, a s povećanjem broja stabala regresivno, ali intenzivno s povećanjem broja stabala u intervalu od 200 do 500 stabala/ha. Uticaj udjela vrsta drveća na veličinu temeljnice mješovitih sastojina znatno je manji od uticaja broja stabala i njihove debljinske strukture. Bonitet staništa, zbog korelacione veze s brojem stabala i srednjim prečnikom, nije se ispoljio kao značajan uticajni faktor na veličinu temeljnice. Regresioni modeli za temeljnicu osnovnih vrsta drveća ukazuju na istu zavisnost veličine temeljnice od broja stabala i srednjeg prečnika tih vrsta drveća, dok se ostale nezavisne varijable, odabrane regresionom analizom, javljaju kao određeni korekcionni faktori za što precizniju procjenu veličine temeljnice sastojina. Između udjela vrsta drveća utvrđenih na osnovu broja stabala i temeljnice postoji jaka korelaciona veza. Veličina koeficijenta jednostavne korelacije za jelu je 0,94; za smrču 0,92; za bukvu 0,98 i za ostale lišćarske vrste drveća 0,78. Veze temeljnice posječenih i uraslih stabala s faktorima stanišnih i sastojinskih uslova slične su tim vezama za broj stabala. Temeljnicu uraslih stabala veća je što su manje veličine temeljnice sastojine, indeksa homogenosti i drvne zapremine sastojina, dok je temeljnicu posječenih stabala veća što su veće veličine temeljnice i drvne zapremine sastojina.



Slika 10. Veliki obrast (temeljnicu) sastojine, ogledna ploha 138

- 6 -

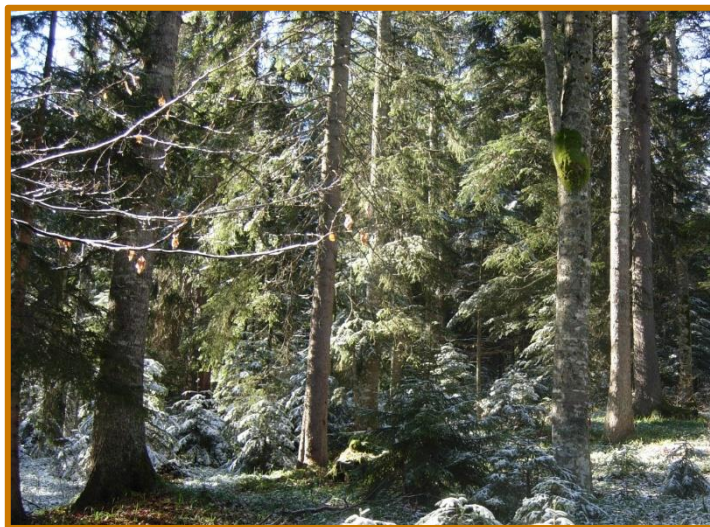
Veličina drvene zapremine krupnog drveta oglednih ploha varira u širokom intervalu, od 159,2 do 612,3 m³/ha, dok su prosječne veličine pojedinih oglednih ploha u intervalu od 240,5 do 574,9 m³/ha, s koeficijentom varijabiliteta od 6,0 do 23,7%. Prema utvrđenim regresionim modelima za procjenu drvene zapremine sastojine za sve zastupljene vrste drveća zajedno i posebno po vrstama drveća, kao nezavisna varijabla s najznačajnijim uticajem javlja se veličina temeljnice sastojine ili pojedinih vrsta drveća, a uz nju s uglavnom znatno manjim značajem apsolutni bonitet staništa, broj stabala ili srednji prečnik sastojine ili pojedinih vrsta drveća. Utvrđeni regresioni modeli su prema korištenim statističkim pokazateljima kvaliteta izuzetno kvalitetni.

Pomoću njih se preko osnovnih strukturnih elemenata sastojina, koji se utvrđuju na jednostavan način i precizno na osnovu prečnika i visina, objašnjava značajan dio varijabiliteta drvene zapremine, oko 99%.

$$\hat{V}_{sast} = f(h_{50}, N_{JL}, N_{LI}, Dg_{LI}, Dg_{sast}, G_{JL}, G_{SM}, G_{sast})$$

gdje su: \hat{V}_{sast} – procijenjena veličina zapremine sastojine, h_{50} – ponderisana aritmetička sredina procijenjenih visina stabala osnovnih vrsta drveća prsnog prečnika 50 cm, N_{JL} – broj stabala jele, N_{LI} – broj stabala lišćarskih vrsta drveća, Dg_{LI} – srednji prečnik lišćarskih vrsta drveća, Dg_{sast} – srednji prečnik sastojine, G_{JL} – temeljnica stabala jele, G_{SM} – temeljnica stabala smrče, G_{sast} – temeljnica sastojine.

Prema ovim modelima uticaj udjela pojedinih vrsta drveća u broju stabala i temeljnici nije od velikog značaja za veličinu zapremine. Udio vrsta drveća na veličinu zapremine sastojine dolazi do izražaja kada se posmatra uticaj udjela lišćarskih i četinarskih vrsta drveća. Značajno (statistički) je veća prosječna zapremina sastojina u šumama jele i smrče u odnosu



Slika 11. Sastojina bukve, jele i smrče, zimski aspekt, zapremina 455 m³/ha

na prosječnu drvenu zapreminu sastojina u šumama bukve, jele i smrče. Jaka korelaciona veza između drvene zapremine i temeljnice sastojina došla je do izražaja pri različitim poređenjima njihovih veličina ili u vezama s drugim parametrima (faktorima). Kako je statistička značajnost (ili neznačajnost) veza utvrđena za temeljnicu, tako je utvrđena i za zapreminu sastojina, uz određene razlike u pogledu jačine. S tim u vezi su vrlo visoki koeficijenti jednostavne korelacije između udjela vrsta drveća u temeljnici i zapremini sastojina (za jelu 0,99; smrču 0,99; bukvu 0,998; ostale lišćarske vrste 0,92 i bijeli bor 1,00).

- 7 -

Zapreminski prirast sastojina (oglednih ploha) varira u intervalu od 3,1 do 12,8 m³/ha/god, a prosječne veličine u intervalu od 4,3 do 10,9 m³/ha/god, s koeficijentom varijabiliteta od 3,6 do 28,8%, i u manjoj ili većoj mjeri se razlikuju od prosječnih procijenjenih veličina zapreminskog prirasta osnovnih tipova kojim pripadaju.

Najveći zapreminski prirast oglednih ploha u najvećem broju slučajeva postignut je u trećem periodu, nakon sječe najjačeg intenziteta, odnosno u periodima za koje su na početku perioda utvrđene najmanje veličine temeljnice i drvene zapremine oglednih ploha (u intervalu empirijskih podataka), dok su najmanji postignuti u periodima s najvećim veličinama temeljnice i drvene zapremine na početku perioda.



Slika 12. Sastojina u kojoj je zapreminski prirast 10,2 m³/ha/god, ogledna ploha 142

Prema utvrđenim multiplikativnim regresionim modelima za zapreminski prirast mješovitih sastojina ili pojedinih vrsta drveća, kojim se objašnjava značajan dio varijabiliteta zapreminskog prirasta (86–97%), veličina zapreminskog prirasta ne zavisi samo od veličine temeljnice i drvene zapremine i faktora od kojih oni zavise već i od vremenskih prilika. Pojedini faktori se pojavljuju kao samostalni, a neki u interaktivnom djelovanju s drugim.

$$\hat{V}_{sast} = f(tv, kp_v, h_{50}, N_{sast}, Dg_{sast}, G_{JL}, G_{SM}, G_{sast})$$

gdje su: \hat{V}_{sast} – procijenjena veličina zapreminskog prirasta sastojine, tv – prosječna mjesečna temperatura zraka tokom vegetacionog perioda u periodu za koji se utvrđuje prirast, kp_v – prosječna mjesečna količina padavina tokom vegetacionog perioda u periodu za koji se utvrđuje prirast, h_{50} – ponderisana aritmetička sredina procijenjenih visina stabala osnovnih vrsta drveća prsnog prečnika 50 cm (apsolutni bonitet staništa sastojine), N_{sast} – broj stabala sastojine, Dg_{LI} – srednji prečnik lišćarskih vrsta drveća, Dg_{sast} – srednji prečnik sastojine, G_{JL} – temeljnica stabala jele, G_{SM} – temeljnica stabala smrče, G_{sast} – temeljnica sastojine.

Prema utvrđenim regresionim modelima, zapreminski prirast je veći što je u intervalu empirijskih podataka manja temeljnica, veći apsolutni bonitet staništa, manji srednji prečnik, a veći broj stabala sastojine. Uticaj apsolutnog boniteta staništa i uticaj udjela vrsta drveća na veličinu zapreminskog prirasta nisu u svim slučajevima došli do izražaja kao samostalne komponente, već u kombinaciji s nekim drugim varijablama, ali je u konačnici veličina zapreminskog prirasta veća pri boljim uslovima staništa i u sastojinama s većim udjelom četinarskih vrsta drveća, posebno jele. Uticaj količine padavina u toku vegetacionog perioda u svim slučajevima gdje je došao do izražaja ispoljio se na taj način da su pri većoj količini padavina postignuti veći zapreminski prirasti. Uticaj prosječne temperature tokom vegetacionog perioda u manjem broju slučajeva je došao do izražaja, i to uglavnom u kombinaciji s količinom padavina ili nekom drugom (drugim) varijablom, prema čemu uticaj vremenskih prilika u jačoj mjeri dolazi do izražaja preko količine padavina nego preko temperature, koji su inače u negativnoj korelacionoj vezi. Regresionim modelima u koje nije uključen uticaj vremenskih prilika objašnjava se nešto manji dio varijabiliteta veličine zapreminskog prirasta (74,7 do 94,4%), ali su ti modeli od izuzetnog značaja jer se na osnovu veličina osnovnih strukturnih elemenata sastojina, koji se na jednostavan način utvrđuju u redovnoj taksacionoj praksi, može procijeniti veličina zapreminskog prirasta sastojine ili vrsta drveća koja će nastati na zatečenom stanju sastojine. Prema veličinama koeficijentata determinacije preciznija procjena zapreminskog prirasta sastojina postiže se kada se zapreminski prirast procjenjuje po vrstama drveća. Zapreminski prirast po vrstama drveća u najvećoj mjeri zavisi od temeljnice te vrste drveća, a zatim od apsolutnog boniteta staništa, temeljnice ostalih vrsta drveća i sastojine, broja stabala i srednjeg prečnika sastojine kao samostalnih komponenti ili u njihovoj interakciji. Temeljnicom pojedinih vrsta drveća je ustvari obuhvaćen udio vrsta drveća, pa što je veći udio neke vrste drveća u sastojini, to je veći i zapreminski prirast tog dijela sastojine.

- 8 -

Promjene zapremine sastojina na oglednim plohama uslovljene su promjenama veličine zapremine posječenih stabala i zapreminskog prirasta, odnosno razlikama njihovih veličina. Najvećim varijabilitetom se karakterišu veličine drvene zapremine posječenih stabala (Kv od 54,4 do 161,1%), a zatim znatno manjim veličine zapreminskog prirasta (Kv od 3,6 do 28,8%) i drvene zapremine (Kv od 6,0 do 23,7%). Razlike veličina drvene zapremine posječenih stabala i zapreminskog prirasta u pojedinim periodima variraju u intervalu od -12,42 do +14,46 m³/ha/god, a omjer veličina drvene zapremine posječenih stabala i zapreminskog prirasta od 0,02 do 5,47.

U 50% slučajeva (19) zapreminski prirast je veći od drvene zapremine posječenih stabala, a u ostalih 19 slučajeva situacija je obrnuta. Veće veličine zapreminskog prirasta u odnosu na drvenu zapreminu posječenih stabala uglavnom se odnose na prvi i treći period, a manje veličine zapreminskog prirasta u odnosu na drvenu zapreminu posječenih stabala uglavnom na drugi i četvrti period, kada su provedene sječe jačeg intenziteta.

Debljinske raspodjele drvene zapremine sastojina oglednih ploha najvećim dijelom perioda posmatranja karakterišu se najvećim udjelom srednje debelih stabala, 50–60%. Udio debelih stabala je do 30% (31,5%), a udio tankih je manji od 20%. Pri četvrtom i petom promjeru utvrđen je smanjen udio srednje debelih stabala (na oko 40%) i povećan udio debelih (na oko 40%).

U zapreminskom prirastu su najvećim dijelom perioda posmatranja participirala srednje debela stabla, oko 50%. Udio tankih stabala je nešto manji, 30–40%, dok je udio debelih stabala najmanji, do 15%. Maksimalne veličine zapreminskog prirasta postignute su pri najvećem udjelu srednje debelih stabala (50–65%), nešto manjem udjelu debelih (20–40%) i najmanjem udjelu tankih stabala (10–15%) u drvnjoj zapremini sastojina. U maksimalnim veličinama zapreminskog prirasta najvećim dijelom učestvuju srednje debela stabla (50–70%), a zatim tanka (15–40%) i najmanje debela (do 10%).

U drvnjoj zapremini posječenih stabala u prosjeku su tokom perioda posmatranja u najvećoj mjeri participirala srednje debela stabla (oko 50%), zatim debela i najmanje tanka. Između debljinskih raspodjela uzastopnih perioda za neke ogledne plohe su utvrđene statistički značajne razlike uz koje su vezane i značajnije promjene veličine indeksa homogenosti sastojina i za pojedine periode statistički značajne razlike s debljinskim raspodjelama drvene zapremine sastojine na početku perioda.

Debljinske raspodjele drvene zapremine i zapreminskog prirasta su vrlo bliske, dok se debljinske raspodjele drvene zapremine posječenih stabala manje ili više razlikuju. Primijenjenim načinima i intenzitetima sječe sječena je drvena zapremina različite debljinske raspodjele, ali se to nije značajno odrazilo na debljinske raspodjele drvene zapremine i s tim u vezi ni zapreminskog prirasta.

- 9 -

Prema utvrđenim veličinama Shannon indeksa (H') diverziteta vrsta drveća, u ovom istraživanju ogledne plohe se rangiraju u skladu s brojem prisutnih vrsta drveća i njihovog različitog udjela u broju stabala. Za oglednu plohu 43 zbog prisustva velikog broja vrsta drveća (deset vrsta drveća) utvrđen je veliki diverzitet, bez obzira na njihovu neravnomjernu zastupljenost, dok je na oglednim ploham 142, 130 i 73 prisutan manji broj vrsta drveća (četiri, tri i pet vrsta), ali su ravnomjernije zastupljene, pa je i za ove ogledne plohe utvrđen isti nivo diverziteta. Na ostalim oglednim ploham prisutne su četiri, pet ili šest vrsta drveća koje su neravnomjerno zastupljene te je utvrđen niži nivo diverziteta. Diverzitet vrsta drveća prema Simpsonovom indeksu (λ) uglavnom je u skladu s diverzitetom prema Shannon indeksu. Izuzetak je ogledna ploha s najvećim brojem vrsta drveća, od kojih su neke znatno zastupljene, te je do izražaja došla osjetljivost Shannon indeksa na prisustvo rijetkih vrsta drveća. Prema učestalosti vrsta drveća na osnovu veličina indeksa E ogledne plohe su rangirane

na isti način kao prema Simpsonovom indeksu, dok je zbog različite zastupljenosti vrsta drveća rangiranje prema indeksu E5 nešto drugačije.

U poređenju s rezultatima drugih autora prema veličinama Shannon indeksa, Simpsonovog indeksa te indeksa E i E5, ogledne plohe se karakterišu visokim nivoom vrsnog diverziteta.

Diverzitet vrsta drveća jedino je manji u poređenju sa sastojinama u kojim su vrste drveća ravnomjerno zastupljene.

Horizontalni raspored stabala prema veličini indeksa Clarka i Evansa (CE) i prema rezultatima po postupku Kotara za sve ogledne plohe teži ka ravnomjernoj raspodjeli. Vertikalna raspodjela vrsta drveća prema veličinama indeksa "profila vrsta" (A) i indeksa prema Kotaru (B ili B*) na pet oglednih ploha, od kojih su četiri u šumama jele i smrče (43, 58, 88, 73 i 142), ravnomjerna je, a na preostale tri neravnomjerna (138, 130 i 116).

Prema veličinama indeksa $\overline{DM3}$, vrste drveća se u najmanjoj mjeri miješaju na oglednoj plohi 116. Veći nivo izmiješanosti utvrđen je za ogledne plohe 73, 138 i 88. Na oglednoj plohi 73 stablimično su izmiješana stabla bukve i smrče, na oglednoj plohi 138 stabla jele, a na oglednoj plohi 88 stabla smrče, dok su ostale vrste drveća manje izmiješane s drugim. Za ogledne plohe 43 i 58, a posebno za plohe 130 i 142, veličine indeksa $\overline{DM3}$ ukazuju na stablimično miješanje vrsta drveća. Na oglednoj plohi 58 jela je u većoj mjeri stablimično izmiješana nego smrča, dok se na oglednoj plohi 43 stablimičnim miješanjem ističe smrča. Na oglednim ploham 130 i 142 sve vrste drveća zajedno i posebno izmiješane su stablimično. Detaljnijom analizom, pomoću distribucija frekvencija veličina $DM3_i$ oglednih ploha, zajedno za sve vrste drveća i posebno za glavne vrste drveća, utvrđen je isti rezultat.

U sastojinama s približno ravnomjerno zastupljenim vrstama drveća (130, 142) prisutno je intenzivno miješanje vrsta drveća, stablimična smjesa. U suprotnom, stabla manje zastupljene vrste drveća pojedinačno su pomiješana sa stablima brojnije vrste (43, 58), javljaju se u grupama (138, 88, 73) ili pojedinačno i u grupama (116).

Veličine indeksa prosječnog diferenciranja prečnika (T) oglednih ploha su približne, variraju u intervalu od 0,31 do 0,44. Prema ovim veličinama prečnici nekog slučajno odabranog stabla i stabla iz najbližeg okruženja su u takvom odnosu da manji prečnik iznosi oko 60–70% većeg prečnika.

Najmanje prosječno dimenziono diferenciranje, na osnovu indeksa $\overline{T3}$, utvrđeno je za oglednu plohu 116, a najveće za oglednu plohu 58 i uz nju plohe 88 i 130. Prema veličinama indeksa dominantnosti (U), referentna stabla jele su dimenziono relativno dominantnija u odnosu na referentna stabla ostalih vrsta drveća na oglednim ploham 58, 88, 73 i 116. Referentna stabla smrče su relativno dominantnija na oglednim ploham 43 i 138, a referentna stabla bukve na ploham 142 i 130.

Na osnovu utvrđenih distribucija frekvencija indeksa U, može se reći da samo na jednoj oglednoj plohi (43) nisu izraženi konkurentski odnosi, na dvije plohe (138, 73) je izražena konkurencija među vrstama, a na ostalih pet oglednih ploha (58, 88, 73, 116) konkurentski odnosi su različiti, odnosno stabla zastupljenih vrsta drveća rastu u uslovima s izraženom konkurencijom i bez nje.



Slika 13. Ravnomjeran horizontalni i neravnomjeran vertikalni raspored stabala, ogledna ploha 138

- 10 -

Imajući u vidu sve izneseno i potrebu primjene metoda kontinualnih oglednih ploha s periodičnim snimanjem podataka pri istraživanjima dugoročnih procesa, preporuka je da se ovakva istraživanja započnu i provode i u ostalim šumama u BiH. Jedna od mogućnosti osnivanja velikog broja stalnih oglednih ploha u različitim šumama na prostorima BiH jest da se redovna taksaciona snimanja za potrebe izrade srednjoročnog plana gazdovanja (ŠGO), koja se sada izvode na privremenim površinama, započnu izvoditi uvijek na istim površinama. Time bi se osnovao veliki broj stalnih oglednih ploha i omogućilo stvaranje baze podataka koja može poslužiti za različita istraživanja (multidisciplinarna). To svakako zahtijeva izradu odgovarajuće metodike rada, ali se sada može reći da je samo pri prvom premjeru potrebno obilježiti ogledne plohe i uzimati uzorke iz stabala priraštajnim svrdlom, te mjeriti debljinski prirast kako bi se procijenio zapreminski prirast, dok bi se za naredne periode utvrđivao po kontrolnom metodu. Osim toga, spoznajom varijabiliteta i međuzavisnosti strukturnih i proizvodnih karakteristika sastojina, posebno na osnovu velike i pouzdane baze podataka, moguće je doći do pouzdanih modela za procjenu veličine zapreminskog prirasta sastojina na bazi osnovnih taksacionih elemenata stabala (prsniog prečnika i visine) koji se jednostavno i precizno mjere na terenu, i to za naredni period za koji se izrađuje plan gazdovanja, a ne za prethodni, kako se to utvrđuje po aktuelnom metodu.

U naučnom radu **Homogenost sastojina jele i smrče u GJ "Igman"** (Ibrahimspahić, Balić, Lojo, 2012), pomoću indeksa homogenosti (H) i Lorencove krive, analizirana je homogenost sastojina na oglednim plohama u šumama jele i smrče (43, 138, 58, 88 i 73), za stanje pri petom premjeru. Prema grafičkim prikazima homogenosti (Lorencove krive) i veličinama indeksa homogenosti utvrđeno je da su predmetne sastojine jele i smrče manje ili više nehomogene i da postoje određena odstupanja strukture od preborne strukture. S obzirom na veličinu indeksa homogenosti, najveći nivo nehomogenosti, koji je karakterističan za preborne sastojine, utvrđen je za ogledne plohe 138 i 73, dok za ostale sastojine utvrđeni nivo homogenosti odgovara jednodobnim sastojinama prorjeđivanim visokom proredom. Imajući u vidu da debljinske strukture oglednih ploha 138 i 73 u većoj mjeri odstupaju od "normalne" distribucije preborne sastojine (Liocourtov geometrijski niz) i da se radi o boljim uslovima staništa u odnosu na ostale plohe, zaključeno je da se veća nehomogenost može smatrati posljedicom uticaja boljih uslova staništa. Prema Lorencovim krivim, najvećim nivoom homogenosti karakterisala se sastojina u kojoj je zastupljen bijeli bor (heliofilna vrsta drveća), dok su ostale sastojine nehomogenije i poređenjem Lorencovih krivih nije moguće njihovo rangiranje. Utvrđeno je i da se u okviru iste sastojine većom homogenošću karakterišu vrste drveća s "viškom" stabala u srednjim i višim debljinskim stepenima i "nedostatkom" u nižim debljinskim stepenima, bez obzira na prirodnu sposobnost podnošenja zasjenjivanja.

Dinamika debljinske strukture i visinskih krivih, kao osnovnih pokazatelja jednostavne strukture sastojina, raznodobnih višespratnih sastojina jele i smrče u GJ "Igman" u kojim se provode preborne sječe bazirane na principu pozitivne selekcije, tokom 50 godina, analizirane su u naučnom radu **Dinamika debljinske strukture i visine stabala sastojina jele (*Abies alba* Mill.) i smrče (*Picea abies* Karst.)** (Ibrahimspahić, Balić, Lojo, 2015). Korišteni su podaci koji su prikupljeni periodičnim premjerima tokom 50 godina na oglednim plohama 43 i 58. Utvrđeno je da debljinske strukture prvog premjera, zbog značajnog udjela srednje debelih stabala, odstupaju od oblika koji je karakterističan za preborne sastojine i podsjećaju na debljinsku strukturu jednodobnih sastojina. Ove debljinske strukture vremenom su, uz sječe debelih i srednje debelih stabala, razvoj novog i postojećeg podmlatka te prirast stabala i prelazak u naredni viši ili više debljinske stepene, postepeno prevedene u debljinske strukture oblika karakterističnog za preborne sastojine. Uz to je, zbog povećanja konkurencije između stabala nižih debljinskih klasa i sječe nižih i nekvalitetnijih stabala viših debljinskih klasa, došlo do povećanja visina stabala u cijelom intervalu empirijskih podataka, odnosno pomjeranja visinskih krivih prema većim visinama stabala. Zaključeno je da se primjenom prebornih sječa na principu pozitivne selekcije vremenom postepeno formira debljinska struktura uz koju je obezbijeđeno funkcionisanje sastojine kao preborne, a visine stabala se mijenjaju prema visinama koje su realno moguće na datom staništu i tek tada se mogu koristiti kao pogodan indikator proizvodnog potencijala staništa.

Promjene debljinske strukture i visine stabala tokom 50 godina za oglednu plohu 142 analizirane su u naučnom radu **Dinamika debljinske strukture i visine stabala raznodobne višespratne sastojine bukve (*Fagus sylvatica* L.), jele (*Abies alba* Mill.) i smrče (*Picea abies* Karst.)** (Ibrahimspahić, 2016). Utvrđeno

je da je tokom perioda posmatranja došlo do promjene debljinskih struktura u smislu smanjenja udjela stabala u višim i povećanja udjela u nižim debljinskim stepenima, dok se visina stabala pomjerila prema većim visinama u cijelom intervalu empirijskih podataka. Zaključeno je da su prebornim sječama, kojim su najvećim dijelom obuhvaćena stabla viših debljinskih stepeni, stvoreni uslovi za pojavu novog i razvoj postojećeg podmlatka, te su prvobitne debljinske strukture oblika karakterističnog za jednodobne sastojine postepeno prevedene u oblik karakterističan za preborne sastojine. Pri tome je zbog povećanja konkurencije između stabala nižih debljinskih stepeni i sječe nižih i nekvalitetnijih stabala viših debljinskih stepeni došlo do povećanja visine stabala istog prsnog prečnika.

Podaci prikupljeni u okviru pet periodičnih totalnih premjera na stalnim oglednim plohama korišteni su za prezentaciju mogućnosti analize dinamičkih promjena produkcionih karakteristika mješovitih sastojina praćenih kroz dugotrajno eksperimentalno istraživanje primjenom tzv. analize snage statističkih testova (*power analysis*) u naučnom radu **Analiza snage statističkih testova taksacionih elemenata šuma u eksperimentalnom istraživanju u centralnoj Bosni** (Čabaravdić, Ibrahimspahić, Starčević, 2017). Post-hoc analizom snage statističkih testova analizirane su dinamičke promjene u vremenu i razlike u produkcionim karakteristikama dva seta stalnih eksperimentalnih ploha (dva tipa šume). Analizirane su razlike temeljnice, zapremine i zapreminskog prirasta kroz vrijeme, između dva tipa šuma i pri interakciji tipa šume i vremena. Primijenjena je analiza varijanse s ponovljenim mjerenjima i evaluirane veličine efekata produkcionih karakteristika. ANOVA je pokazala statistički visoko značajne razlike prosjeka istraživanih taksacionih elemenata između perioda posmatranja ($\alpha = 0,05$, $p < 0,001$). U svim slučajevima je snaga statističkih testova bila visoka (od 82% do 99%). ANOVA između dva tipa šuma rezultirala je različitom signifikantnošću za istraživane produkcione karakteristike ($\alpha = 0,0$; $p_G = 0,25$; $p_V = 0,23$ i $p_{IV} = 0,02$). Vjerovatnoće statističkih grešaka II tipa bile su visoke za G i V (od 66% do 72%), dok je statistička značajnost razlike zapreminskog prirasta s veoma niskim rizikom od pogrešnog zaključivanja (4%). U radu je dato poređenje navedenih produkcionih karakteristika sa sličnim istraživanjima u regionu i evaluacija veličine efekata (razlika u statističkim pokazateljima). Ustanovljeno je da razlike prosječne zapremine nisu signifikantne između ploha na Igmanu i u Crnoj Gori (Ljubišna i Biogradska Gora), dok su signifikantne u odnosu na slične plohe u Hrvatskoj, Srbiji i Sloveniji.

Za istraživanje starosti stabala jele, smrče i bukve, prsnog prečnika približno 50 cm (debljinski stepeni 47,5 i 52,5 cm) u mješovitim raznodobnim višespratnim sastojinama korišteni su podaci prikupljeni na četiri stalne ogledne plohe različitih stanišnih i sastojinskih uslova (150, 142, 130, 109) na planini Igman. Rezultati su objavljeni u naučnom radu **Starost stabala jele (*Abies alba* Mill.), smrče (*Picea abies* Karst.) i bukve (*Fagus sylvatica* L.) u mješovitim raznodobnim višespratnim sastojinama na planini Igman** (Ibrahimspahić et al., 2021). Na osnovu broja godina na uzorcima uzetim pomoću priraštajnog svrdla do centra stabla, na visini 1,3 m od tla, utvrđena je tzv. "starost rastenja". Utvrđen je veliki varijabilitet starosti posmatranih stabala. Interval variranja za stabla jele je od 70 do 350 godina, za stabla smrče od 65 do 256 i za stabla bukve od 113 do 275 godina. Razlike između vrsta drveća u okviru jedne sastojine nisu statistički značajne u svim analiziranim slučajevima, dok su razlike između

stabala iste vrste drveća iz sastojina različitih stanišnih i sastojinskih uslova statistički značajne. Razlike između stabala jele i bukve jedne sastojine nisu statistički značajne, dok su statistički značajne razlike između stabala ovih vrsta drveća i stabala smrče. Za sve vrste drveća je utvrđeno da je starost stabala u prosjeku manja na staništima srednjeg boniteta u odnosu na staništa boljeg i slabijeg boniteta. Zaključeno je da su razlike u pogledu starosti posmatranih stabala uslovljene vrstom drveća, uslovima staništa, strukturom sastojine i drugim neobuhvaćenim faktorima te da starost stabala pojedinih vrsta u određenoj mjeri indicira proizvodni potencijal staništa.

Podaci prikupljeni u okviru tri premjera na pet stalnih oglednih ploha na planini Igman (43, 58, 73, 142 i 130) korišteni su u studiji **Produktivnost mješovitih planinskih šuma bukve (*Fagus sylvatica* L.), smrče (*Picea abies* Karst.) i jele (*Abies alba* Mill.) u Evropi** (Hilmers et al., 2019). U ovom radu su obuhvaćeni podaci 60 dugoročnih oglednih ploha i pomoću opštih aditivnih mješovitih modela prvi put su na standardizovan način date informacije o produktivnosti mješovitih planinskih šuma u više evropskih planinskih područja. Utvrđeno je da prosječni periodični zapreminski prirast ovih šuma iznosi 9,3 m³/ha/god i nije se značajnije promijenio tokom posljednjih 30 godina, unatoč značajnom porastu prosječne godišnje temperature. Značajne promjene su utvrđene u dinamici prirasta za pojedine vrste. U cijelom periodu posmatranja (1980–2010) bukva je imala zapreminski prirast 8,2 m³/ha/god, dok se zapreminski prirast smrče značajno smanjio s 14,2 na 10,8 m³/ha/god, a zapreminski prirast jele se značajno povećao sa 7,2 na 11,3 m³/ha/god. Zaključeno je da su evropske mješovite planinske šume u pogledu zapreminskog prirasta do sada bile stabilne u odnosu na klimatske promjene. Smanjenje zapreminskog prirasta jedne vrste nadoknađeno je većim zapreminskim prirastom druge vrste.

U naučnom radu **Dokazi o promjenama visinskog prirasta smrče, jele i bukve u evropskim mješovitim planinskim šumama tokom posljednja tri stoljeća** (Pretzsch et al., 2020) korišteni su podaci prikupljeni na stalnim oglednim plohama na planini Igman. U ovoj studiji je analiziran razvoj prirasta smrče, jele i bukve u vlažnim mješovitim planinskim šumama u Evropi tokom posljednjih 300 godina. Na osnovu analize godova na uzorcima iz stabala na dugoročnim oglednim plohama za sve tri vrste je utvrđeno: (i) linearni trend rasta prečnika, bez usporavanja, koji se proteže do više od 300 godina; (ii) porast nivoa i trendova rasta, pri čemu je ovo drugo posebno izraženo kod jele i bukve; i (iii) promjena prirasta jele i bukve zavisno od nadmorske visine. Dok je u prošlosti prirast bio najveći na nižim nadmorskim visinama, danas je prirast veći na višim nadmorskim visinama. Ovaj prostorno-vremenski obrazac ukazuje na značajne promjene u prirastu i međuvrskoj konkurenciji na račun smrče u mješovitim planinskim šumama. Diskutovano je o mogućim uzrocima, posljedicama i implikacijama ovih izrazitih promjena prirasta na uzgajanje šuma u mješovitim planinskim šumama te su doneseni određeni zaključci.

U naučnom radu **Debljinski prirast stabala bukve u planinskim šumama na rubu njene rasprostranjenosti veći je u mješovitim nego u čistim sastojinama** (Pretzsch et al., 2021) takođe su korišteni podaci sa stalnih oglednih ploha na planini Igman. Ispitivanje postavljenih hipoteza u ovom radu baziralo se na priraštajnim uzorcima 1240 dominantnih stabala bukve na 45 ploha u čistim sastojinama bukve i na 46 ploha u mješovitim planinskim šumama. U ovom istraživanju postavljene su opšte hipoteze, da je prirast bukve u zavisnosti od starosti u planinskim šumama sličan u čistim i mješovitim sastojinama i da je nepromijenjen u vremenu i prostoru u posljednja dva vijeka. Utvrđeno je da (i) prečnik stabla sa starošću u prosjeku raste linearno, starosni trend je u oba tipa šuma linearan, ali je nagib odnosa starosti i rasta bio veći za čiste nego za mješovite planinske šume; (ii) rast bukve se u čistim sastojinama više smanjuje s povećanjem nadmorske visine nego u mješovitim sastojinama; (iii) prirast bukve u čistim sastojinama u prosjeku je veći od prirasta u mješovitim sastojinama, ali je na nadmorskim visinama većim od 1200 m obrnuto. U zaključku se, između ostalog, navodi da ova studija može biti primjer kako transregionalno i transinstitucionalno prikupljanje i evaluacija podataka može doprinijeti boljem kvantificiranju i razumijevanju stanja i dinamike šumskih ekosistema pod uticajem klimatskih promjena i ljudskog "pritiska" na ekosisteme, istovremeno podržavajući upravljanje planinskim šumskim ekosistemima koji pružaju mnoštvo funkcija i ekosistemskih usluga šuma širom svijeta.

Osnovni podaci o stalnim oglednim plohama na planini Igman i rezultati analiza podataka prikupljenih u okviru šest premjera predstavljeni su u izvodu rada pod naslovom **Dugoročna istraživanja dinamike strukture i produktivnosti mješovitih raznodobnih šuma bukve (*Fagus sylvatica* L.), jele (*Abies alba* Mill.) i smrče (*Picea abies* Karst.) u Bosni i Hercegovini**, koji je objavljen u zbirci izvoda konferencije Mixed Species Forests: Risks, Resilience and Management. Lund, Sweden (Ibrahimspahić et al. 2020).

Podaci prikupljeni na stalnim oglednim plohama na planini Igman korišteni su u studiji **Uticaj temperature na dimenzionu distribuciju u mješovitim sastojinama bukve, jele i smrče u Evropi** (Condés, S. et al., 2022). U ovoj studiji se, na osnovu analize dinamike dimenzione distribucije vrsta u različitim klimatskim uslovima i njenog uticaja na rast sastojine, nastojalo povezati prethodne rezultate o rastu na nivou stabla, vrste i sastojine u mješovitim planinskim šumama bukve, jele i smrče. Razvijen je matrični model baziran na podacima prikupljenim na 76 stalnih oglednih ploha diljem Evrope. Korištene su promjene temeljnice sastojine kako bi se istražilo (i) mijenja li temperatura dimenzionu dominaciju vrste i proporcije, (ii) zavisi li uticaj temperature na promjene temeljnice vrste od dimenzione dominacije vrste; i (iii) varira li s temperaturom uticaj dimenzione dominacije vrste na promjene temeljnice sastojine. Utvrđeno je da je srednja godišnja temperatura važan klimatski pokretač dinamike vrsta u mješovitim planinskim šumama bukve, jele i smrče. Više temperature pogoduju rastu temeljnice, posebno zbog pozitivnih odgovora jele, koji su bili veći od negativnih uticaja temperature na bukvu. Visoke temperature takođe pogoduju dimenzionoj dominaciji jele, dok je bukva imala tendenciju prema manjim prečnicima, nezavisno od temperature. Utvrđeno je i

da identitet dimenziono dominantne vrste utiče na promjene u temeljnici sastojine, s najvećim ili najmanjim promjenama kada su smrča i bukva dominantne vrste. Na jelu je manje uticao identitet dimenziono dominantne vrste nego temperatura.

U studiji **Empirijski modeli i modeli bazirani na procesima prema scenarijima klimatskih promjena predviđaju pojačani rast bukve u evropskim planinama: Multimodelni pristup** (Bosela et al., 2023), za izradu empirijskih modela za predviđanje rasta korišteni su podaci o širini godova za 1630 stabala bukve sa 70 oglednih ploha uspostavljenih na planinama diljem Evrope, među kojim su i stalne ogledne plohe na planini Igman. Korišteni su različiti pristupi modeliranju. Izvedeni modeli objašnjavaju većinu varijabiliteta temeljnice, od 54 do 87%, a greške predviđanja modelima su slične, u intervalu između 3,71 i 7,54 cm² prirasta temeljnice. Odabrane eksplanatorne varijable i obrazac osjetljivosti rasta značajno se razlikuju između modela. U svim empirijskim modelima identifikovano je samo pet faktora s istim uticajem i istim načinom osjetljivosti: prsni prečnik stabla, indeks konkurencije, nadmorska visina, Gini indeks prsnog prečnika i sadržaj gline u tlu. Osjetljivost na većinu klimatskih varijabli bila je niska i nedosljedna među empirijskim modelima. I empirijski i modeli bazirani na procesima upućuju na to da će bukva u evropskim planinama, u prosjeku, vjerovatno doživjeti bolje uslove za rasta oba scenarija (4,5 i 8,5 RCP). Modeli bazirani na procesima pokazali su da bi bukva na evropskim planinama mogla bolje rasti u uslovima toplijim za 1,05 do 1,4 puta. Empirijski modeli su identifikovali nekoliko pokretača rasta drveća koji nisu uključeni u trenutne modele bazirane na procesima (npr. različite hranjive tvari), a koji mogu imati značajan uticaj na konačne rezultate, posebno ako su ograničavajući faktori.

Pored navedenih naučnoistraživačkih projekata i publikovanih naučnih radova, na temelju prikupljenih podataka na stalnim oglednim plohama, izrađeno je više završnih radova II ciklusa studija po bolonjskom sistemu obrazovanja. U nastavku su predstavljeni završni radovi koji su odbranjeni na Univerzitetu u Sarajevu – Šumarskom fakultetu.

U završnom radu II ciklusa pod naslovom **Debljinska struktura i visine stabala raznodobnih šumskih sastojina bukve, jele i smrče** (Perenda, 2015) analizirana je promjena debljinske strukture i visinskih krivih raznodobnih višespratnih sastojina bukve i jele sa smrčom u kojim su se provodile preborne sječe zasnovane na principu pozitivne selekcije, tokom 50 godina, na oglednim plohama 130 i 142. Utvrđeno je da se debljinske strukture prvog premjera karakterišu značajnim udjelom srednje debelih stabala te oblikom podsjećaju na debljinsku strukturu jednodobnih sastojina. Uz sječe debelih i srednje debelih stabala, razvoj novog i postojećeg podmlatka te prirast stabala i prelazak u naredni viši ili više debljinske stepene, ovi oblici debljinskih struktura vremenom su postepeno prevedeni u oblik kose opadajuće krive. Ove promjene su zbog povećanja konkurencije između stabala nižih debljinskih klasa i sječe nižih i nekvalitetnijih stabala viših debljinskih klasa praćene različitim povećanjem ili smanjenjem visina stabala za određeni prsni prečnik. Zaključeno je da se prebornim sječama na principu

pozitivne selekcije unimodalne ili bimodalne debljinske strukture raznodobnih višespratnih sastojina mogu postepeno prevesti u kose opadajuće koje su karakteristične za preborne sastojine, pri čemu se visine stabala, zavisno od njihovog prsnog prečnika (visinske krive), mijenjaju na različite načine.

Istraživanje dinamike homogenosti sastojina na pet stalnih oglednih ploha u šumama bukve i jele sa smrčom na planini Igman (116, 130, 142, 144 i 151) provedeno je pri izradi završnog rada II ciklusa studija pod naslovom **Homogenost sastojina bukve, jele i smrče u GJ "Igman"** (Mehić, 2016). Kao pokazatelji homogenosti sastojina, jednog od pokazatelja strukture sastojina, korišteni su indeks homogenosti (H) i Lorencove krive. U radu je utvrđeno da su na oglednim plohama tokom 50 godina postepeno izgrađene debljinske raspodjele broja stabala oblika opadajuće krive ili približnog, i da je uz to smanjivana njihova homogenost. Izuzetak je sastojina na oglednoj plohi 116, koja se nalazi na većoj nadmorskoj visini i lošijim uslovima staništa, za koju je utvrđeno suprotno. Prema veličini indeksa homogenosti preborna struktura sastojine (sve vrste drveća zajedno) postignuta je u dva slučaja (ogledna ploha 151 četvrti premjer i 130 peti premjer), za smrču i jelu u većini slučajeva (87% i 61%), za bukvu samo u jednom, a za ostale lišćare u tri slučaja. Analizom promjena oblika i položaja Lorencovih krivih sastojina (sve vrste drveća zajedno) tokom perioda posmatranja uglavnom je utvrđeno povećanje njihovog odstupanja od prave karakteristične za homogenu sastojinu. I za ovaj pokazatelj homogenosti suprotno je utvrđeno za oglednu plohu 116. Za Lorencove krive smrče i jele utvrđeno je veće odstupanje od prave homogene sastojine nego za bukvu i ostale lišćare, odnosno odstupanje je veće za vrste drveća za koje je utvrđena manja veličina indeksa homogenosti (veća heterogenost).

Prostorna struktura raznodobnih višespratnih sastojina bukve, jele i smrče na četiri stalne ogledne plohe na planini Igman (73, 142, 130 i 116) u vrijeme petog premjera numerički je opisana u okviru završnog rada II ciklusa studija pod naslovom **Prostorna struktura sastojina bukve, jele i smrče u GJ "Igman"** (Mustafica, 2017). Diverzitet vrsta drveća kvantifikovan je pomoću Shannon indeksa diverziteta, Simpsonovog indeksa diverziteta, E indeksa i E5 indeksa. Za karakterizaciju načina horizontalne raspodjele stabala korišteni su indeks Clarka i Evansa i postupak Kotara, dok su visinska struktura i diverzitet visina kvantificirani pomoću tzv. indeksa "profila vrsta" (A). Prostorna izmiješanost vrsta drveća opisana je pomoću indeksa prostorne izmiješanosti (DM indeks). Dimenzioni diverzitet stabala opisan je pomoću Ti indeksa i indeksa dominantnosti U (dimenzioni indeks). Prema rezultatima istraživanja zaključeno je da je prostorna struktura (vrsni, prostorni i dimenzioni diverzitet) mješovitih raznodobnih višespratnih sastojina raznolika, a posljedica je djelovanja prirodnih faktora i primijenjenog načina gazdovanja.

U završnom radu II ciklusa studija pod naslovom **Prostor za rast i konkurentski odnosi u mješovitoj raznodobnoj sastojini bukve, jele i smrče – stalna ogledna ploha 88 na planini Igman (studij slučaja)** (Zimić, 2021) za ocjenu prostora rasta i konkurentskih odnosa korištene su neke od metoda poziciono zavisnih, poziciono nezavisnih indeksa konkurencije i jedan metod baziran na

prostoru za rast. Od poziciono zavisnih indeksa za kvantifikaciju jačine konkurencije korišteni su: KKL indeks (metod ugaonih suma), B indeks (metod preklapanja krošnji ili zona uticaja), ME i A indeksi (metod omjera dimenzija stabala) te BDC, BDV i BDM indeksi (metod omjera dimenzija krošnji referentnog stabla i njegovih susjeda). Od poziciono nezavisnih su korišteni CCF, CCFL, KKQ, KKM i KKV indeksi, dok je od metoda baziranih na prostoru za rast korišten An indeks. Na osnovu utvrđenih veličina indeksa konkurencije zaključeno je da u posmatranoj sastojini (oglednoj plohi) stabla smrče rastu u uslovima jače konkurencije u odnosu na stabla jele i bora, a da stabla jele rastu uslovima jače konkurencije od stabala bora. Osim toga, utvrđene veličine indeksa ukazale su na to da u uslovima slabije konkurencije (veći prostor za rast) rastu stabla različitih dimenzija, od malih do velikih, a u uslovima jače konkurencije (manji prostor za rast) uglavnom rastu stabla manjih dimenzija, s tim da neka od njih ne rastu pod zasjenom stabala većih dimenzija. Rezultati su obrazloženi trenutnom strukturom sastojine i strukturom korištenih referentnih stabala.

Ocjena prostora za rast i konkurentski odnosi su na isti način ocijenjeni za stalnu oglednu plohu 109, u okviru završnog rada II ciklusa studija pod naslovom **Konkurentski odnosi u mješovitoj raznodobnoj sastojini bukve, jele i smrče – trajna ogledna ploha 109 na planini Igman** (Ruhotina, 2022). Utvrđeno je da između stabala bukve, jele i smrče postoji razlika u jačini konkurencije i da jačina konkurencije zavisi od dimenzija i položaja stabla u sastojini. Stabla jele rastu u uslovima jače konkurencije u odnosu na stabla bukve i smrče, a stabla manjih dimenzija rastu u uslovima jače konkurencije u odnosu na stabla većih dimenzija.

Za izradu završnog rada II ciklusa studija pod naslovom **Dinamika broja stabala raznodobnih višespratnih šumskih sastojina bukve, jele i smrče** (Jusić-Smrić, 2023) korišteni su podaci prikupljeni u okviru šest periodičnih premjera na tri stalne ogledne plohe (142, 130 i 116) u šumama bukve jele i smrče na planini Igman. Utvrđeno je da između oglednih ploha u pogledu broja stabala postoje velike, statistički značajne razlike, dok varijabilitet broja stabala oglednih ploha u procesu izgradnje preborne strukture tokom 70 godina nije veliki (koeficijent varijacije je manji od 30%). Pored ovog, utvrđeno je da je broj stabala raznodobnih višespratnih šumskih sastojina bukve, jele i smrče veći pri lošijim uslovima staništa, najveći je u vrijeme intenzivnog urastanja stabala, poslije provedene sječe najjačeg intenziteta, veći je pri manjem srednjem prečniku sastojine, većoj temeljnici, manjoj veličini indeksa homogenosti (veća heterogenost, preborna struktura), malom udjelu stabala bukve i ostalih lišćara, a većem udjelu stabala jele i smrče. Utvrđeno je i da je na svim oglednim plohama tokom perioda posmatranja došlo do kontinualnog smanjenja udjela stabala bukve (i ostalih lišćara) i povećanja udjela stabala jele i smrče.

Diverzitet vrsta, pozicija i dimenzija, odnosno prostorna struktura osam stalnih oglednih ploha na planini Igman, u vrijeme petog premjera, predstavljeni su posterom **Diverzitet u mješovitim raznodobnim šumama bukve, jele i smrče na planini Igman** (Ibrahimspahić, Čabaravdić, Starčević, 2017).

ICABB 2017

INTERNATIONAL CONGRESS ON ADVANCES IN BIOSCIENCE AND BIOTECHNOLOGY

OCTOBER 25-29, 2017
Sarajevo, Bosnia and Herzegovina

DIVERSITY IN MIXED UNEVEN AGED FOREST OF BEECH, FIR AND SPRUCE ON MOUNTAIN IGMAN

Ibrahimspahić Aida¹, Čabaravdić Azra¹, Starčević Mirsada¹

^[1] University of Sarajevo, Faculty of Forestry, Bosnia and Herzegovina

Introduction

The indicators of spatial structure, apart from numerical characterization of horizontal and vertical description of stems' structure, are also useful for diversity descriptions of species, positions and dimensions on stem level or nearby to referential, central trees. The research data are collected on eight permanent experimental plots (Table 1) in uneven aged mixed forests of beech, fir and spruce in MU "Igmán", FMR "Igmánsko" (mountain Igmán, near Sarajevo) (Figure 1). The area of this MU is approximately 8.200 ha (8.219,3 ha). Beech, fir and spruce forests are generally the most abundant and due to productivity, the most important forests in Bosnia and Herzegovina.

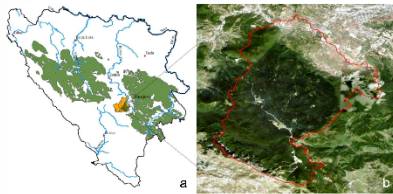


Figure 1. a) The map of beech, fir and spruce mixed forests in B&H with marked research object; b) The satellite image of the mountain Igmán territory with a border of the MU "Igmán"

Table 1. Main Information about experimental plots

Plot label	Year of establishment	Area (ha)	Altitude (m)	Exposition	Inclination	Plant community (tree species)
142	1954	2,41	1.320	SE	15°	1. Abies Fagetum #Fytom Treg 2. Abies Fagetum #Fytom Treg
130	1957	1,00	1.400	NE	20°	1. Abies Fagetum #Fytom Treg 2. Abies Fagetum #Fytom Treg
116	1956	1,00	1.690	SE	30°	1. Fagetum subalpinum Herc. 2. Abies Fagetum #Fytom Treg
43	1956	1,90	1.110	NE	20°	1. Abies Piceetum #Fytom Slet 2. Abies Piceetum #Fytom Slet
138	1955	2,26	1.220	NE	20°	1. Piceetum montanum inversum Fuk. 2. Piceetum montanum inversum Fuk.
58	1956	2,93	1.280	NE	25°	1. Abies Piceetum #Fytom Slet 2. Abies Fagetum #Fytom Treg
88	1954	2,21	1.310	SW	15°	1. Piceo Pteridium #Fytom Slet 2. Abies Piceetum #Fytom Slet
73	1955	1,87	1.320	E	15°	1. Abies Piceetum #Fytom Slet 2. Abies Fagetum #Fytom Treg

Methodology

- The data collected on permanent experimental plots and digitalized plans of sample plots were used
- The selection of referential trees and distance measurements was carried out with WinGis professional +
- The quantification of tree species diversity was carried out using Shannon-Weaver and Simpson index by standard equation methods (Pretzsch 2009)
- Tree species spatial (horizontal) distribution is characterized by Clark and Evans index (Kotar 2005)
- Species profile index (A) and index by Kotar (B) are used for vertical structure quantification (Pretzsch 2009; Kotar 2005)
- Position diversity (species intermingling intensity) is quantified by MI index (Füldner 1995)
- Dimension diversity is numerically described with index of size differentiation (T) by Füldner (1995) and index of dominance (U) by Hui et al. (1998)

Results and Discussion

Shannon-Weaver (H' : 0,68-1,12) and Simpson (λ : 0,34-0,57) indices indicate high level of species diversity (uppermost plots 130, 142) (Table 2). Determined sizes of Clark and Evans index higher than 1 (CE: 1,10-1,40) indicate that the horizontal spatial distribution of trees strives for being regular (Table 2). Vertical one, according to the sizes of species profile index (A: 1,24-1,95) and index by Kotar (B: 0,16-0,40), are even for five experimental plots and uneven for other three (138, 88 and 116) (Table 2).

Mixing of tree species on experimental plots, according to the MI index sizes (fir 0,24-0,61; spruce 0,28-0,75; beech 0,18-0,76; altogether: 0,27-0,58), are different (Table 3). Mixing by individual trees is intense on two experimental plots (130, 142), tree species of a smaller portion are individually mixed with tree species of a bigger portion on two plots (43, 58), trees of present species are in groups on three plots (138, 88, 73) and trees of present species individually and in groups on one plot (116) (Figure 2).

Determined sizes of index of size differentiation (T: 0,31-0,44) indicate that diameters of referential and neighboring trees are in such relation that the smaller diameter makes about 60-70% of the bigger one (Table 2). According to sizes of index of dominance (U: fir 0,31-0,67, spruce 0,38-0,70, beech 0,33-0,73 altogether 0,39-0,57) referential trees of fir are dimensionally relatively more dominant than ones of another tree species on four experimental plots (58, 88, 73, 116), referential trees of spruce are more dominant on two plots (43, 138) as well as beech (142, 130) (Table 3).

Table 2. Determined values of Shannon-Weaver index (H'), Simpson index (λ), Clark - Evans index (CE), species profile index (A), index by Kotar (B) and index of size differentiation (T) on experimental plots

Index	Experimental plots							
	43	138	58	88	73	142	130	116
H'	1,12	0,68	0,90	0,79	1,08	1,12	1,09	0,74
λ	0,44	0,57	0,46	0,54	0,42	0,35	0,34	0,54
CE	1,27	1,22	1,24	1,10	1,25	1,17	1,17	1,40
A	1,94	1,63	1,90	1,72	1,95	1,92	1,78	1,24
B	0,21	0,23	0,17	0,22	0,16	0,17	0,20	0,40
T	0,36	0,41	0,38	0,40	0,37	0,39	0,40	0,32

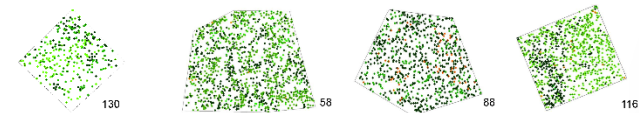


Figure 2. Representative plots of different tree species mixing (180-mixing by individual trees; 58-smaller portion individually mixed with bigger portion; 88-groups; 116-both individually and as groups)

Table 3. Determined values of index of dominance (U) and MI index according to tree species

Tree species	Experimental plots															
	43		138		58		88		73		142		130		116	
	Mi	U	Mi	U	Mi	U	Mi	U	Mi	U	Mi	U	Mi	U	Mi	U
All	0,47	0,40	0,45	0,49	0,45	0,40	0,45	0,45	0,39	0,57	0,58	0,49	0,54	0,51	0,27	0,39
Fir	0,30	0,41	0,51	0,54	0,51	0,35	0,51	0,41	0,24	0,51	0,61	0,61	0,57	0,67	0,44	0,31
Spruce	0,75	0,38	0,36	0,48	0,36	0,40	0,38	0,62	0,51	0,67	0,52	0,51	0,55	0,51	-	-
Beech	-	-	-	-	-	-	-	-	0,76	0,73	0,62	0,33	0,52	0,33	0,18	0,42

Summary

In this research are determined the tree species diversity level, tree species spatial distribution-diversity of position (horizontal and vertical distribution), position diversity (species intermingling intensity) and dimension diversity of trees using index quantification for eight permanent plots in uneven aged mixed forests of beech, fir and spruce on Igmán, near Sarajevo (MU "Igmán"). The observed results can be significant through planning, selection and usage of appropriate managing measurements and systems in order to create stable stands which can satisfy the principle of managing continuity and resistance to harmful influence of numerous biotic and abiotic factors.

References

- del Rio, M., Hans, P., Alberdi, I., Bielak, K., et al. (2016). Characterization of the structure, dynamics, and productivity of mixed-species stands: review and perspectives. *Eur J Forest Res*, 135 (1): 23-49.
- Ibrahimspahić, A. (2013). *Increment and development of beech, fir and spruce stands management unit "Igmán"*. (Ph.D.). University of Sarajevo, Bosnia and Herzegovina.
- Pretzsch, H. (2009). *Forest Dynamics, Growth and Yield*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 664 S.
- Kotar, M. (2005). Zgradba, rast i donos gozda na ekoloških in fizioloških osnovah. Zveza gozdarških društev Slovenije in Zavod za gozdove Slovenije. Ljubljana.

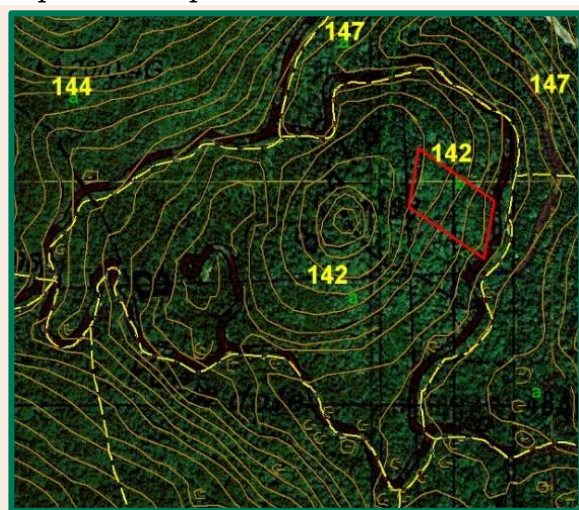
Slika 14. Poster: Diverzitet u mješovitim raznodobnim šumama bukve, jele i smrče na planini Igmán

5. DINAMIKA STRUKTURE I PROIZVODNOSTI SASTOJINA NA STALNIM OGLEDNIM PLOHAMA

U ovom poglavlju su za svaku oglednu plohu predstavljene opšte i ekološke (orografske, vegetacijske i edafske) karakteristike te strukturne i proizvodne karakteristike sastojina i njihove promjene (dinamika) tokom perioda posmatranja.

5.1. OGLEDNA PLOHA 142

Lokalitet šumskog odjeljenja 142 i stalne ogledne plohe 142 u okviru GJ "Igman" predstavljeni su na slici 2, a satelitski snimak užeg područja ove plohe s njenim granicama predstavljen je na slici 15. Razmjera na slici prilagođena je raspoloživom prostoru.



Slika 15. Satelitski snimak užeg područja stalne ogledne plohe 142 s izohipsama, granicama šumskog odjeljenja 142 i granicama ogledne plohe

Ogledna ploha 142 osnovana je 1954. godine. Njena površina je 2,41 ha, prosječna nadmorska visina 1320 m, ekspozicija je SE, a nagib terena 15°. Prema dva fitocenološka snimka izrađena u razmaku od oko 40 godina (drugi i peti premjer), ogledna ploha pripada gorskoj šumi bukve i jele sa smrčom na seriji dolomitnih i krečnjačkih zemljišta (*Abieti Fagetum illyricum* Treg.). Na oko 80% površine su ilimerizovana zemljišta s deluvijalnim nanosima mjestimično, a na preostaloj površini podloga izbija na površinu i tu se nalazi rendzina.

Ova ogledna ploha pripada osnovnom tipu šuma II – b – 1 (šume bukve i jele sa smrčom na ilimerizovanim zemljištima na krečnjacima), koji čini i istoimeni proizvodni tip. Prema aktuelnoj ŠGO, ogledna ploha 142, odnosno šumsko odjeljenje 142, pripada gazdinskoj klasi 1206 – šume bukve i jele sa smrčom na krečnjačkim i krečnjačko-dolomitnim zemljištima, kompleksu ovih i kiselo smeđih zemljišta na morenama i drobini. Pored stabala jele, smrče i bukve, na oglednoj plohi su evidentirana stabla gorskog javora (*Acer pseudoplatanus* L.), kategorija ostali lišćari. Bonitet staništa utvrđen na osnovu visine stabala drugog premjera za jelu je 3,3, za smrču 3,5, za bukvu 3,1, a prosječni je 3,3 (ponderisani prosjek s temeljnicom vrsta drveća kao ponderom).

5.1.1. Broj stabala i debljinska struktura na oglednoj plohi 142

Na grafikonu 1. (od a do p) predstavljeni su broj stabala i debljinska struktura pojedinih premjera i uraslih i posječenih stabala u periodima između premjera. Na grafikonima su navedeni i broj stabala (N po ha), srednji prečnik (Dg) i veličina indeksa homogenosti (H) za sve zastupljene vrste drveća zajedno, a u legendi je predstavljen udio (os – omjer smjese) i srednji prečnik (dg) pojedinih vrsta drveća (JL – jela, SM – smrča, BK – bukva, OL – ostali lišćari).

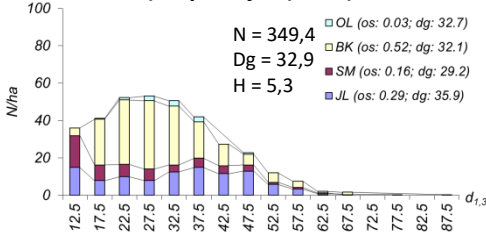
Debljinska struktura pojedinih premjera

Debljinska struktura uralih i posjećenih stabala

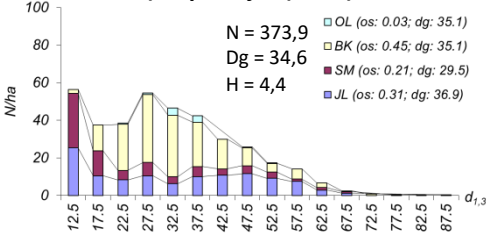
urala stabla

posjećena stabla

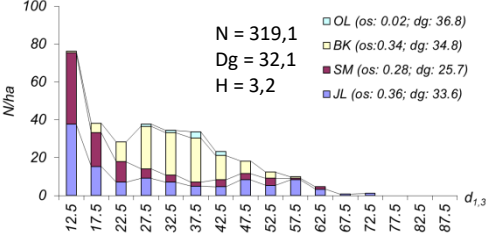
a) 1. premjer (1954)



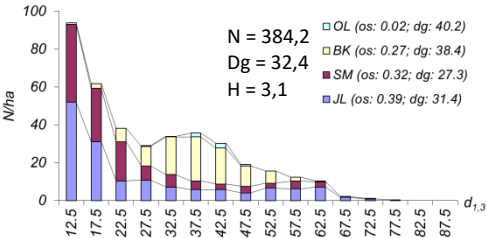
b) 2. premjer (1964)



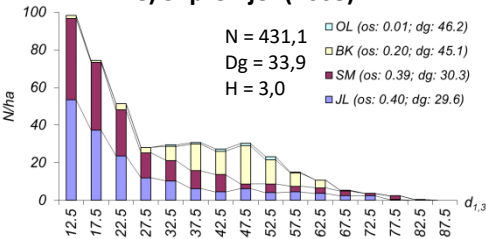
c) 3. premjer (1974)



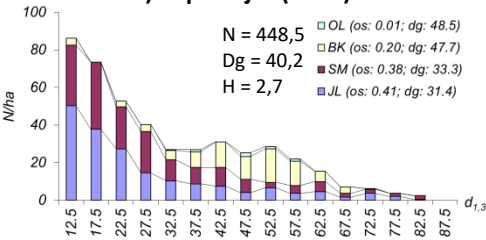
d) 4. premjer (1984)



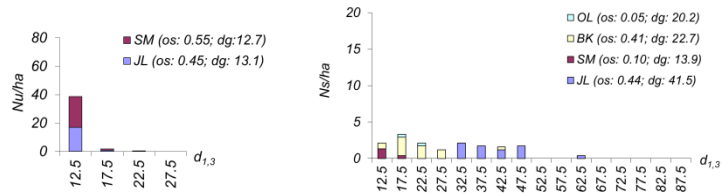
e) 5. premjer (2008)



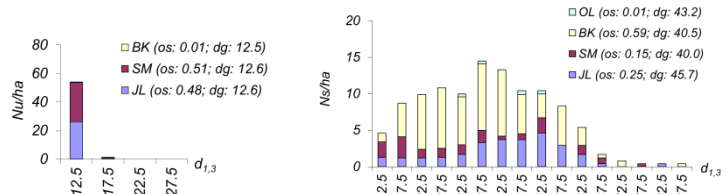
f) 6. premjer (2018)



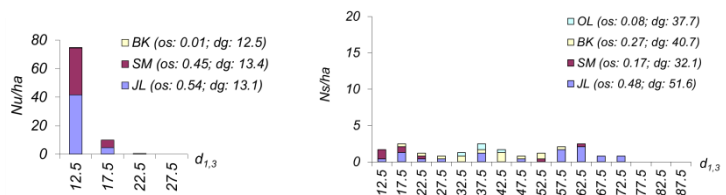
i period (1954–1964)



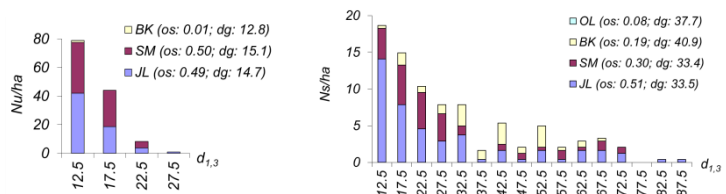
ii period (1964–1974)



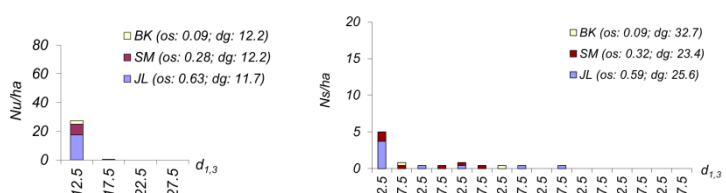
iii period (1974–1984)



iv period (1984–2008)



v period (2008–2018)

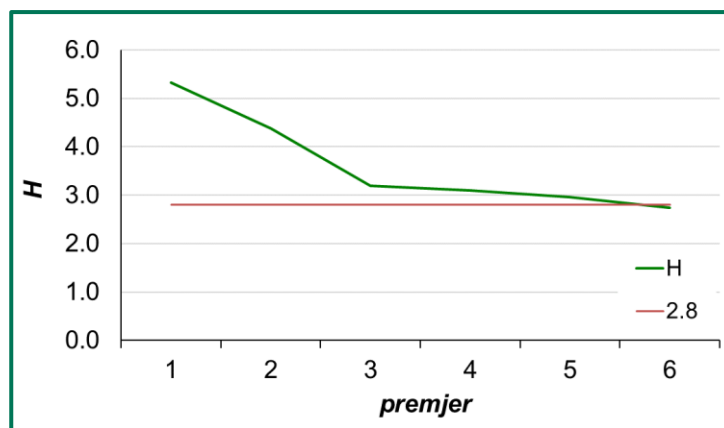


Grafikon 1. Debljinska struktura pojedinih premjera (1, 2, 3, 4, 5, 6) i debljinska struktura uralih i posjećenih stabala u periodima između premjera (i, ii, iii, iv, v) na oglednoj plohi 142

Broj stabala na oglednoj plohi tokom perioda posmatranja varirao je u intervalu od 319 do 449 stabala/ha. Povećavao se i smanjivao, zavisno od odnosa broja uralih i posječenih stabala. Najmanji broj stabala utvrđen je pri trećem premjeru (**grafikon 1.c**), nakon sječe najjačeg intenziteta, a najveći pri šestom (**grafikon 1.f**), nakon sječe najslabijeg intenziteta. Najviše stabala je posječeno (uključujući mortalitet) u periodu između drugog i trećeg premjera, 110 stabala/ha (**grafikon 1.j**), a najmanje u periodu između petog i šestog premjera, 9 stabala/ha (**grafikon 1.p**). Broj uralih stabala uglavnom je bio veći od broja posječenih stabala, varirao je u intervalu od 28 do 85 stabala/ha tokom perioda od 10 godina (iv period je dug 24 godine). Izuzetak je drugi period, u kojem je broj posječenih stabala duplo veći od broja uralih stabala. Sječa jačeg intenziteta imala je za posljedicu znatno povećanje broja uralih stabala u narednom periodu (**grafikon 1.i**). Broj uralih stabala u trećem periodu bio je najveći, četiri puta veći od broja posječenih stabala.

Oblik debljinske strukture sastojine u vrijeme osnivanja ogledne plohe odstupao je od oblika kose opadajuće krive koji je karakterističan za preborne sastojine.

Zbog malog broja tankih stabala oblik debljinske strukture bio je sličan obliku koji je karakterističan za jednodobne sastojine. Na odstupanje od preborne strukture ukazuje i veličina indeksa homogenosti koja je veća od 2,8 ($H = 5,3$), **grafikon 2**. Prema ovom, za sastojinu na oglednoj plohi u vrijeme osnivanja može se reći da je to bila



Grafikon 2. Veličina indeksa homogenosti sastojine pri pojedinim premjerima na oglednoj plohi 142

raznodobna višespratna sastojina sa zadržanim karakteristikama prašume. Vremenom je uz sječu stabala, zasnovanu na pozitivnoj selekciji, smanjen udio srednje debelih i debelih stabala, a povećan udio tankih, i smanjena je veličina indeksa homogenosti. **Nakon 60 godina, u vrijeme šestog premjera, postignuta je preborna struktura sastojine** ($H \leq 2,8$; **grafikon 2.**), a nosioci preborne strukture su stabla jele i smrče. Očuvanje preborne strukture u narednom periodu moguće je sječom debelih (najdebljih) i srednje debelih stabala, čime će se omogućiti razvoj postojećeg i pojava i razvoj novog podmlatka, i održavanje većeg broja tankih stabala.

Srednji prečnik sastojine tokom vremena varirao je u intervalu od 32,1 do 40,2 cm. Najmanji i najveći srednji prečnik su utvrđeni pri premjerima nakon sječe najjačeg i najslabijeg intenziteta (trećem i šestom; **grafikon 1.c** i **grafikon 1.f**), kao i broj stabala. Srednji prečnik uralih stabala varirao je u intervalu od 12,0 do 14,9 cm. Najveći srednji prečnik uralih stabala utvrđen je za četvrti period (između četvrtog i petog premjera; **grafikon 1.m**), čija je dužina 24 godine, tokom kojeg su neka urala stabla prešla i u više debljinske stepene (do 27,5 cm). Srednji prečnik posječenih stabala varirao je u intervalu od 27,2 do 44,9 cm. Najmanji je utvrđen za period najmanjeg intenziteta sječe (**grafikon 1.p**), a najveći za treći period, kada je posječen približno jednak broj tankih, srednje debelih i debelih

stabala ([grafikon 1.1](#)). Sječom najjačeg intenziteta u najvećoj mjeri su obuhvaćena srednje debela stabla pa je srednji prečnik nešto manji od maksimalnog.

Srednji prečnik stabala jele tokom vremena varirao je u intervalu od 29,6 do 36,9 cm i uglavnom se smanjivao. Srednji prečnik stabala smrče varirao je u intervalu od 25,7 do 33,3 cm, a tokom vremena se povećavao, kao i srednji prečnik stabala bukve i ostalih lišćara. Srednji prečnik stabala bukve varirao je u intervalu od 32,1 do 47,7 cm, a ostalih lišćara od 32,1 do 48,5 cm. Intenzivno obnavljanje i urastanje te sječa debelih stabala jele (srednji prečnik u intervalu od 25,6 do 51,6 cm) imali su za posljedicu smanjenje srednjeg prečnika stabala jele. Sječa većinom tankih i srednje debelih stabala smrče (srednji prečnik u intervalu od 13,9 do 40,0 cm) rezultirala je povećanjem srednjeg prečnika stabala smrče, dok je izostanak obnavljanja i urastanja bukve i ostalih lišćara, odnosno smanjenje broja tankih stabala, rezultirao povećanjem srednjeg prečnika stabala bukve i ostalih lišćara.

Na početku perioda posmatranja najzastupljenija su bila stabla bukve (0,5), zatim jele (0,3), smrče (0,2) i znatno manje stabla ostalih lišćara (0,03). Tokom vremena udio stabala jele i smrče se povećao (na 0,4), dok se udio stabala bukve i ostalih lišćara smanjio (na 0,2 i 0,01). Promjena udjela vrsta drveća posljedica je odnosa njihove participacije u broju uraslih i posječenih stabala, ali i razlike između broja uraslih i posječenih stabala. S obzirom na jednak udio stabala jele u broju uraslih i posječenih stabala, povećanje udjela stabala jele u broju stabala sastojine posljedica je većeg broja uraslih od broja posječenih stabala, dok je smanjenje udjela stabala smrče posljedica smanjenja njihovog udjela u broju uraslih i povećanja udjela u broju posječenih stabala. Smanjenje udjela stabala bukve i ostalih lišćara posljedica je neznatnog broja uraslih stabala ovih vrsta drveća, a u pojedinim periodima značajnog udjela u broju posječenih stabala. U broju uraslih stabala uglavnom su participirala stabla jele i smrče, u prosjeku približno jednako (po 0,5). Tokom perioda posmatranja u broju uraslih stabala povećavao se udio stabala jele, a udio stabala smrče smanjivao. U broju posječenih stabala u prosjeku su najviše participirala stabla jele (0,5), manje stabla bukve i ostalih lišćara (0,3) i najmanje stabla smrče (0,2). Tokom vremena se u broju posječenih stabala povećao udio stabala jele i smrče, a udio stabala bukve se smanjio.

5.1.2. Temeljnica sastojine na oglednoj plohi 142

Na [grafikonu 3](#). (a, b, c) predstavljene su veličine temeljnice sastojine i zastupljenih vrsta drveća (G) pri pojedinim premjerima i uraslih i posječenih stabala (Gu i Gs) u periodima između premjera.

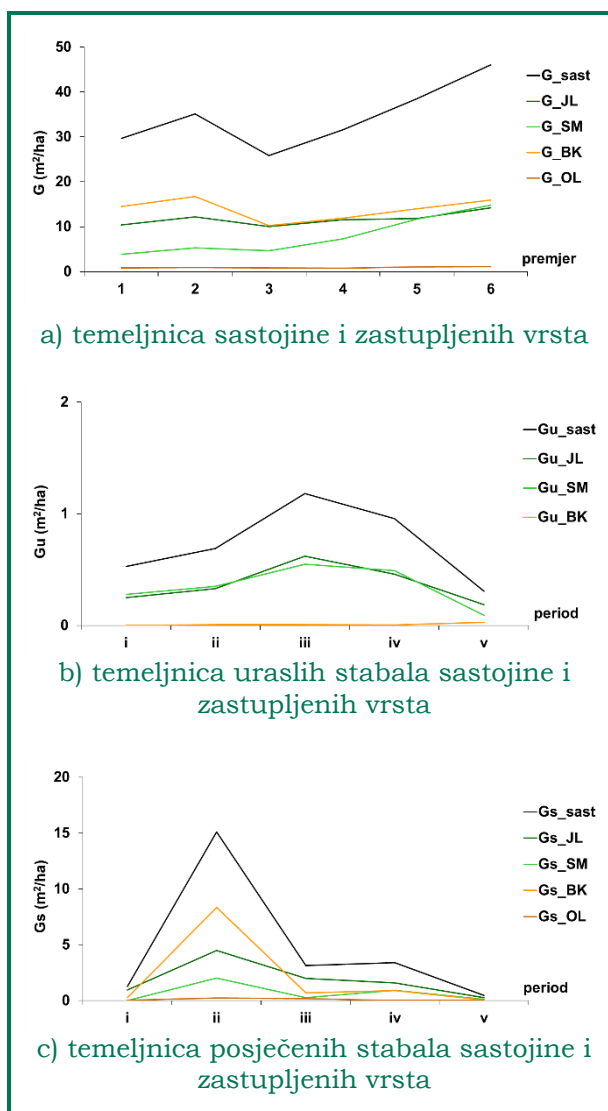
Temeljnica sastojine na oglednoj plohi tokom perioda posmatranja varirala je u intervalu od 25,8 do 46,0 m²/ha. Najmanja veličina je utvrđena pri trećem premjeru ([grafikon 3.a](#)), nakon sječe najjačeg intenziteta, a najveća pri šestom, nakon tri perioda sječa slabijeg intenziteta ([grafikon 3.c](#)). Sječom najjačeg intenziteta temeljnica sastojine je smanjena za 15,1 m²/ha (za 43% od temeljnice na početku perioda). U temeljnici posječenih stabala najviše su participirala stabla bukve, s 55%. Nakon sječe najjačeg intenziteta došlo je do povećanja temeljnice uraslih stabala ([grafikon 3.b](#)) za 71% u odnosu na temeljnicu uraslih stabala u prethodnom periodu. Nakon ovog povećanja temeljnica uraslih stabala se do kraja perioda posmatranja smanjivala, kao i temeljnica posječenih stabala.

Temeljnica posječenih stabala u svakom je periodu bila veća od temeljnice uraslih stabala, za od 1,5 do 21,9 puta. Povećanje temeljnice sastojine najvećim je dijelom posljedica prirasta temeljnice stabala u sastojini, dok je temeljnica uraslih stabala participirala maksimalno s 20% (treći period).

U temeljnici sastojine tokom perioda posmatranja najviše su participirala stabla bukve, prosjek 0,4. Na početku perioda posmatranja udio stabala bukve je bio najveći (0,5), a zatim se do kraja perioda posmatranja smanjio (na 0,4). Udio stabala jele je bio nešto manji, prosjek 0,3. Tokom perioda posmatranja neznatno je varirao, a u konačnici se smanjio (s 0,4 na 0,3). Prosječni udio stabala smrče u temeljnici sastojine tokom perioda posmatranja bio je 0,2. Na početku je bio najmanji, a zatim se konstantno povećavao (s 0,1 na 0,3). Udio ostalih lišćarskih vrsta drveća bio je mali, u prosjeku 0,03.

Udio stabala zastupljenih vrsta drveća u temeljnici uraslih stabala je drugačiji. U prosjeku su bila podjednako zastupljena stabla jele i smrče (0,5), dok je udio stabala bukve bio neznatan (0,02), a stabala ostalih lišćara nije bilo. Tokom perioda posmatranja udio stabala jele se povećao (s 0,5 na 0,6), kao i udio stabala bukve (s 0,0 na 0,1), dok se udio stabala smrče smanjio (s 0,5 na 0,3).

U temeljnici posječenih stabala tokom perioda posmatranja u prosjeku su najviše participirala stabla jele (0,6), zatim stabla bukve (0,3), smrče (0,2) i neznatno stabla ostalih lišćara (0,02). Tokom perioda posmatranja udio pojedinih vrsta drveća se naizmjenično smanjivao i povećavao (jela) i obrnuto (smrča i bukva).



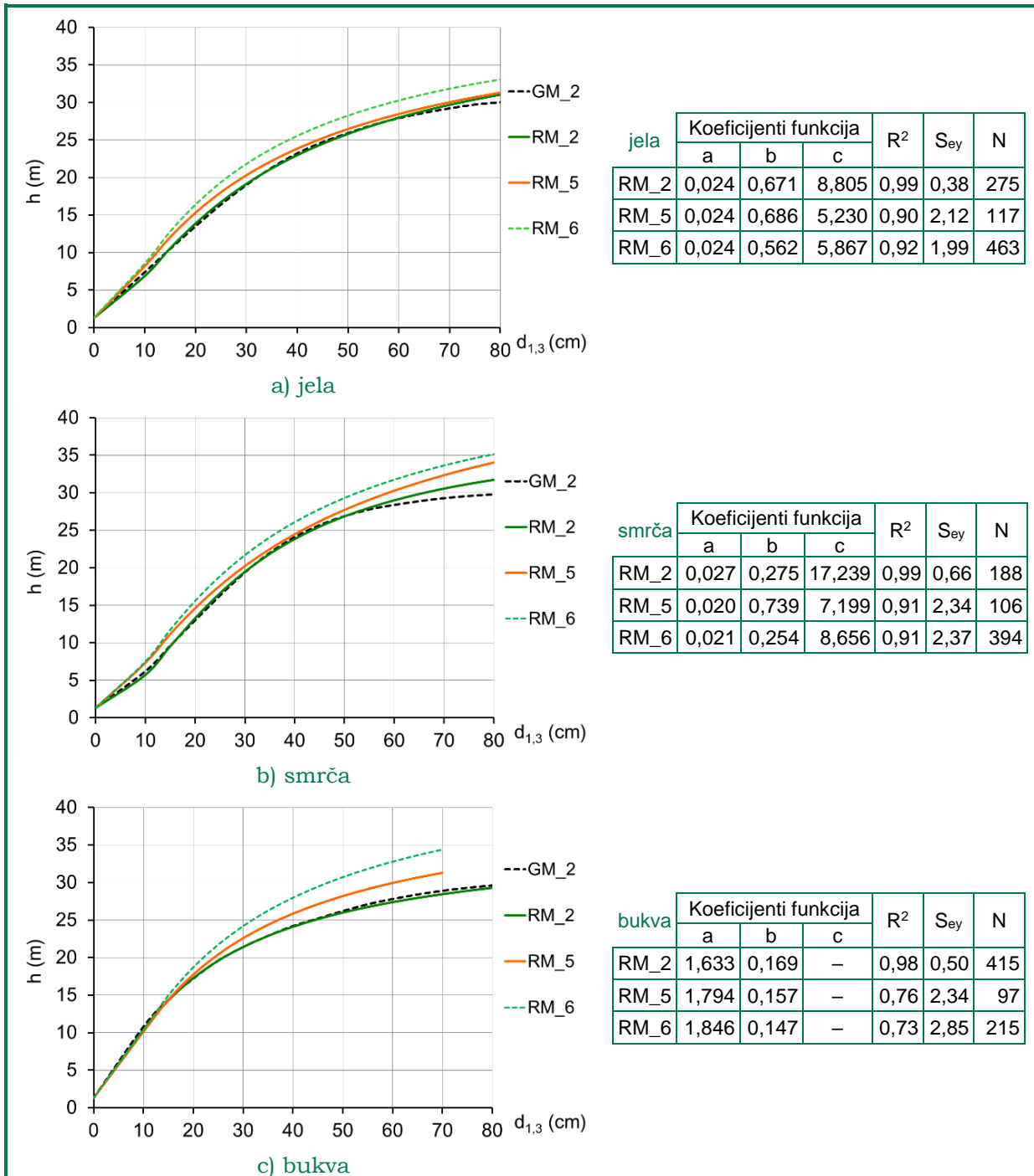
Grafikon 3. Temeljnica sastojine i zastupljenih vrsta drveća pri pojedinim premjerima (1, 2, 3, 4, 5, 6) i temeljnica uraslih i posječenih stabala u periodima između premjera (i, ii, iii, iv, v) na oglednoj plohi 142

5.1.3. Visina stabala na oglednoj plohi 142

Visinske krive izrađene na osnovu podataka drugog (GM_2, RM_2), petog (RM_5) i šestog (RM_6) premjera za osnovne vrste drveća i veličine koeficijenta i statističkih pokazatelja odabranih regresionih modela (R^2 – koeficijent determinacije, S_{ey} – standardna greška procjene, N – veličina uzorka)

predstavljene su na **grafikonu 4.** (a, b, c). Svi odabrani modeli za jelu i smrču su funkcije Prodana, a za bukvu funkcije Pettersona. Visinske krive su predstavljene za intervale prsnog prečnika u kojim su zastupljena stabla.

Veličine koeficijenta determinacije ukazuju na to da se odabranim regresionim modelima znatan dio varijabiliteta visine stabala objašnjava variranjem prsnog prečnika, za jelu i smrču više od 90%, a za bukvu više od 70%. Najveći koeficijent determinacije i najmanja standardna greška procjene utvrđeni su za regresione modele drugog premjera jer je regresija provedena za prosječne visine debljinskih stepeni.



Grafikon 4. Visinske krive s parametrima regresionih modela za jelu, smrču i bukvu na oglednoj plohi 142

Sve visinske krive imaju tipičan oblik i za sve vrste drveća uočava se njihovo pomjeranje tokom perioda posmatranja prema većim visinama, u cijelom intervalu empirijskih podataka. Ovo pomjeranje praćeno je odgovarajućom promjenom utvrđenog bonitetnog razreda staništa. U **tabeli 2.** predstavljeni su bonitetni razredi staništa za jelu, smrću i bukvu utvrđeni na osnovu procijenjene visine stabala prsnog prečnika 30 cm i više, prema grafičkom i regresionom modelu za podatke drugog premjera (GM_2 i RM_2) i regresionim modelima za podatke petog i šestog premjera (RM_5 i RM_6).

Tabela 2. Bonitetni razred staništa za jelu, smrću i bukvu prema izrađenim visinskim krivim za drugi, peti i šesti premjer za oglednu plohu 142

Model	Vrsta drveća		
	JL	SM	BK
GM_2	3,2	3,5	3,1
RM_2	3,3	3,4	3,1
RM_5	3,1	3,1	2,5
RM_6	2,5	2,7	1,8

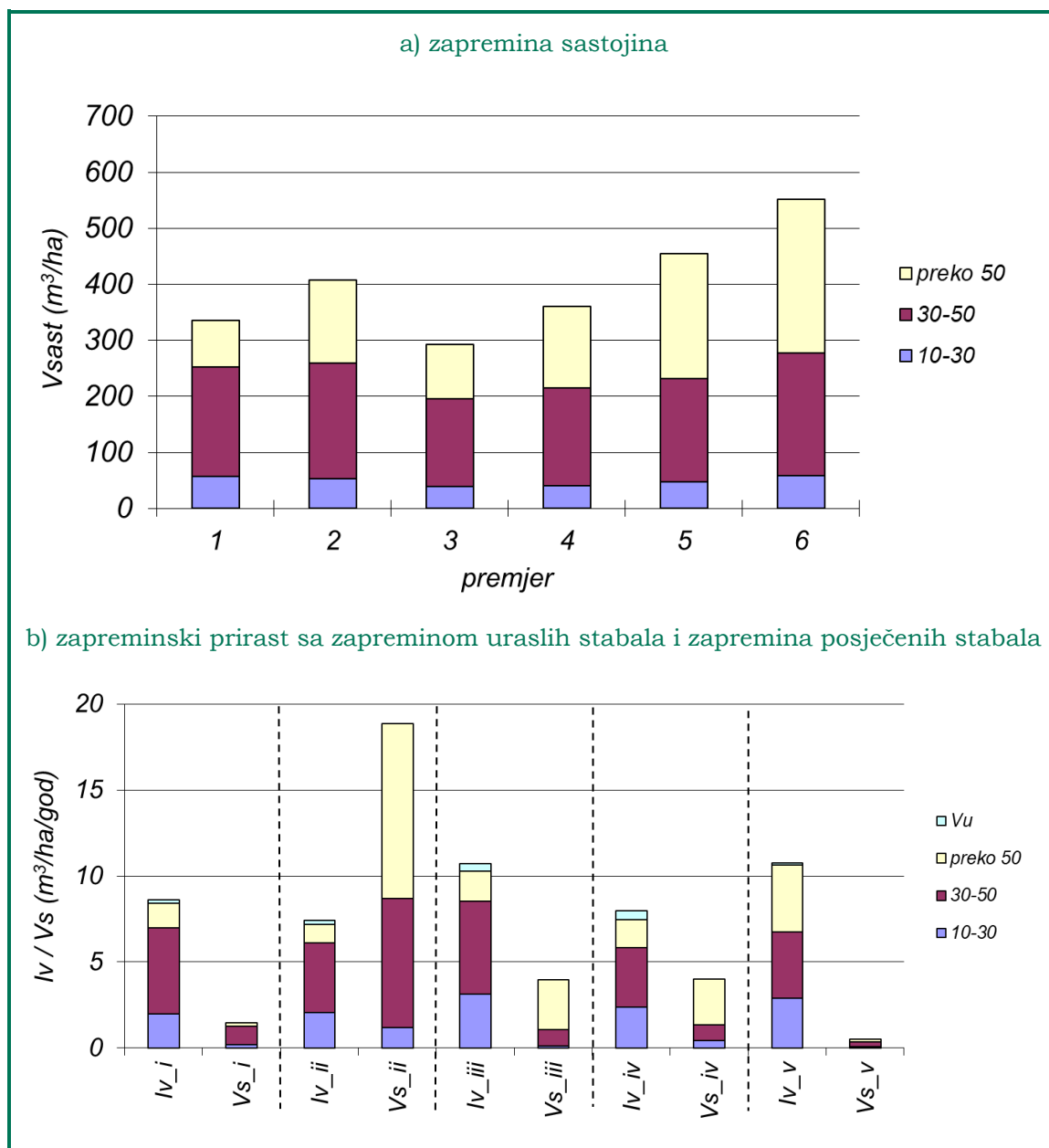
Pomjeranje visinskih krivih prema većim visinama posljedica je povećanja udjela tankih i debelih stabala i smanjenja udjela srednje debelih, zbog čega se povećava konkurencija između stabala. U tim uslovima stabla na račun debljinskog prirasta zadržavaju intenzivan prirast u visinu i postižu veći stepen vitkosti u svim debljinskim klasama, tzv. strategija opstanka (Pretzsch, 2009). Osim ovog, povećanje visine stabala određenih debljina posljedica je odabira i sječe nižih stabala u skladu s principom pozitivne selekcije, ali i razlika između uzoraka na osnovu kojih su izrađene visinske krive (N na **grafikonu 4**). Pomjeranje visinskih krivih za jelu i smrću manje je od širine bonitetnog razreda i visinske krive svih premjera su u okviru trećeg bonitetnog razreda staništa. Visinske krive petog i šestog premjera za bukvu su u odnosu na visinske krive drugog premjera pomjerene za više od širine bonitetnog razreda, prešle su iz pojasa trećeg u pojas drugog bonitetnog razreda. Imajući u vidu da su se tokom vremena provodile preborne sječe zasnovane na principu pozitivne selekcije i da je preborna struktura postignuta u vrijeme šestog premjera, kao pouzdanija mjera proizvodnog potencijala staništa mogu se prihvatiti bonitetni razredi staništa utvrđeni na osnovu podataka šestog premjera.

5.1.4. Zapremina i zapreminski prirast sastojine na oglednoj plohi 142

Zapremina sastojine (V_{sast}) pri pojedinim premjerima, po proširenim debljinskim klasama, predstavljena je na **grafikonu 5.a**, dok su na **grafikonu 5.b** predstavljene prosječne veličine tekućeg (godišnjeg) zapreminskog prirasta (I_v) sa zapreminom uraslih stabala (V_u) i zapremine posječenih stabala (V_s) za periode između premjera, po proširenim debljinskim klasama. Zapremina i zapreminski prirast iskazani su zapreminom krupnog drveta.

Zapremina sastojine tokom perioda posmatranja varirala je u intervalu od 293 do 552 m^3/ha . Uglavnom se povećavala (**grafikon 5.a**), jer je veličina zapreminskog prirasta u periodima između premjera bila veća od zapremine posječenih stabala (**grafikon 5.b**). Izuzetak je drugi period, period između drugog i trećeg premjera, kada je provedena sječa najjačeg intenziteta. Posječeno je 188 m^3/ha (46% od zapremine na početku perioda), a zapreminski prirast bio je 2,5 puta manji (74 m^3/ha).

U zapremini sastojine tokom perioda posmatranja bio je najmanji udio tankih stabala (prosjeak 13%). Najveći je bio udio srednje debelih (prosjeak 48%), a udio debelih bio je nešto manji od udjela srednje debelih (prosjeak 39%). Udio tankih i srednje debelih stabala se tokom perioda posmatranja uglavnom smanjivao, dok se udio debelih stabala povećavao. Izuzetak je treći premjer, nakon sječe najjačeg intenziteta kojom su većinom obuhvaćena deblja stabla. Tada su debela stabla u zapremini posječenih participirala s 54%. Povećanje udjela debelih stabala tokom posljednja tri perioda dijelom je uzrokovano izostankom sječe najdebljih stabala i pomjeranjem maksimalnog debljinskog stepena prema većim veličinama (debljinski stepen 82,5 cm; [grafikon 1.e](#) i [grafikon 1.f](#)).



Grafikon 5. Zapremina sastojine (V_{sast}) pri pojedinim premjerima (a) i prosječni periodični zapreminski prirast (I_v) sa zapreminom urednih stabala (V_u) i prosječna zapremina posječenih stabala (V_s) u periodima između premjera (b) po proširenim debljinskim klasama na oglednoj plohi 142

Tekući zapreminski prirast tokom perioda posmatranja varirao je u intervalu od 7,4 do 10,7 m³/ha/god. Najmanji je utvrđen za drugi period, u kojem je provedena sječa najjačeg intenziteta, a najveći za naredni period. Za treći i četvrti period utvrđene su i najveće zapremine uрасlih stabala, 0,4 i 0,5 m³/ha/god, ili 4 i 6% od veličine zapreminskog prirasta. U zapreminskom prirastu u prosjeku su najviše participirala srednje debela stabla (prosjek 48%), zatim tanka (prosjek 27%) i najmanje debela (prosjek 21%). Tokom perioda posmatranja povećavao se udio tankih i debelih stabala, a smanjivao udio srednje debelih. Udio proširenih debljinskih klasa u zapreminskom prirastu razlikuje se od udjela u zapremini sastojine. Udio tankih stabala u zapreminskom prirastu bio je veći od udjela u zapremini, udjeli srednje debelih bili su približno jednaki, a udio debelih stabala bio je manji u zapreminskom prirastu.

Zapremina posječenih stabala tokom perioda posmatranja varirala je od 5 do 188 m³/ha, za period od 10 godina. U prvom i petom periodu zapremina posječenih stabala bila je znatno manja od zapreminskog prirasta (17 i 5% od zapreminskog prirasta). U trećem i četvrtom periodu razlika je bila manja (37 i 50% od zapreminskog prirasta), dok je u drugom periodu bilo obrnuto, zapreminski prirast je bio 2,5 puta manji od zapremine posječenih stabala. U zapremini posječenih stabala najmanji je bio udio tankih stabala (prosjek 10%), dok je udio srednje debelih i debelih stabala nepravilno varirao u širokom intervalu (od 10 do 75%), a prosjeci su približno jednaki (43% i 47%).

Udio pojedinih vrsta drveća u zapremini sastojine na početku perioda posmatranja sličan je udjelu u broju stabala i temeljnici. U najvećoj mjeri su participirala stabla bukve i ostalih lišćara (0,5), zatim stabla jele (0,4) i stabla smrče (0,1). Međutim, tokom perioda posmatranja udio vrsta drveća u zapremini sastojine nije se mijenjao na isti način kao udio u broju stabala. Promjene debljinske strukture, usljed priraščivanja i sječe stabala, uzrokovale su promjene udjela vrsta drveća u zapremini sastojine. Udio vrsta drveća u zapremini sastojine mijenjao se na isti način kao udio u temeljnici sastojine. Udio stabala jele i bukve i ostalih lišćara u zapremini sastojine se smanjio (na 0,3, odnosno na 0,4), a udio smrče se povećao (na 0,3).

Učešće pojedinih vrsta drveća u zapreminskom prirastu tokom perioda posmatranja u određenoj mjeri se razlikuje od udjela u broju stabala, temeljnici i zapremini sastojine. U prvom periodu su u zapreminskom prirastu podjednako bila zastupljena stabla jele i bukve i ostalih lišćara, sa po 0,4, a stabla smrče s 0,2. Tokom perioda posmatranja, zbog promjena debljinske strukture usljed priraščivanja i sječe stabala, udio jele se smanjio na 0,3, udio smrče se povećao na 0,3, a udio bukve i ostalih lišćara zadržao na 0,4.

Udio pojedinih vrsta drveća u zapremini uрасlih stabala tokom perioda posmatranja razlikuje se od udjela u broju stabala, temeljnici i zapremini sastojine. U zapremini uрасlih stabala u prosjeku su podjednako participirala stabla jele i smrče (sa po 0,5), dok je udio stabala bukve i ostalih lišćara bio znatno manji (0,03).

I udio pojedinih vrsta drveća u zapremini posječenih stabala drugačiji je od udjela u broju stabala, temeljnici, zapremini sastojine. U prosjeku su tokom perioda posmatranja u zapremini posječenih stabala najviše participirala stabla jele (0,6), zatim stabla bukve i ostalih lišćara (0,3) i najmanje stabla smrče (0,1). Udio stabala jele u zapremini posječenih stabala bio je uglavnom veći od udjela u zapremini sastojine, pa je to dijelom uzrok smanjenja udjela jele u zapremini

sastojine. Za smrču i bukvu važi suprotno. Udio stabala smrče i bukve u zapremini posječenih stabala uglavnom je manji od udjela u zapremini sastojine, što je dijelom uzrok povećanja njihovog udjela u zapremini sastojine. Sjećom najjačeg intenziteta, u drugom periodu, u najvećoj mjeri su obuhvaćena stabla bukve i ostalih lišćara (0,6), manje stabla jele (0,3) i najmanje stabla smrče (0,1).



Slika 16. Raznodobna višespratna sastojina bukve, jele i smrče na oglednoj plohi 142

5.2. OGLEDNA PLOHA 130

Lokalitet šumskog odjeljenja 130 i stalne ogledne plohe 130 u okviru GJ "Igman" predstavljeni su na slici 2, a satelitski snimak užeg područja ove plohe s njenim granicama predstavljen je na slici 17. Razmjera na slici prilagođena je raspoloživom prostoru.

Ogledna ploha 130 osnovana je 1957. godine. Površina ove plohe je 1,0 ha, prosječna nadmorska visina 1400 m, ekspozicija je NE, a nagib terena 20°. Prema dva fitocenološka snimka izrađena u razmaku od oko 40 godina (drugi i peti premjer), ogledna ploha pripada gorskoj šumi bukve i jele sa smrčom na seriji dolomitnih i krečnjačkih zemljišta (*Abieti Fagetum illyricum* Treg.). Na oglednoj plohi preovladavaju crnice (rendzine) i smeđe zemljište na krečnjaku, koji alterniraju na oko 80% površine. Na preostaloj površini, pretežno u vrtačama, nalaze se ilimerizovana zemljišta na krečnjaku. Ova ogledna ploha pripada osnovnom tipu šuma II – b – 3 (Šume bukve i jele sa smrčom na smeđim plitkim zemljištima na krečnjacima), koji pripada proizvodnom tipu II – b – 2, 3 (Šume bukve i jele sa smrčom na smeđim zemljištima na krečnjacima).



Slika 17. Satelitski snimak užeg područja ogledne plohe 130 s izohipsama, granicama šumskog odjeljenja 130 i granicama stalne ogledne plohe

Prema aktuelnoj ŠGO, ogledna ploha 130, odnosno šumsko odjeljenje 130, pripada gazdinskoj klasi 1206 – šume bukve i jele sa smrčom na krečnjačkim i krečnjačko-dolomitnim zemljištima, kompleksu ovih i kiselosmeđih zemljišta na morenama i drobini. Pored stabala jele, smrče i bukve na oglednoj plohi su evidentirana stabla gorskog javora (*Acer pseudoplatanus* L.), kategorija ostali lišćari.

Bonitet staništa utvrđen na osnovu visine stabala drugog premjera za jelu je 2,6, za smrču 2,4, za bukvu 2,2, a prosječni je 2,3 (ponderisani prosjek s temeljnicom vrsta drveća kao ponderom).

5.2.1. Broj stabala i debljinska struktura na oglednoj plohi 130

Na grafikonu 6. (od a do p) predstavljeni su broj stabala i debljinska struktura pojedinih premjera i uraslih i posječenih stabala u periodima između premjera. Na grafikonima su navedeni i broj stabala (N po ha), srednji prečnik (Dg) i veličina indeksa homogenosti (H) za sve zastupljene vrste drveća zajedno, a u legendi je predstavljen udio (os – omjer smjese) i srednji prečnik (dg) pojedinih vrsta drveća (JL – jela, SM – smrča, BK – bukva, OL – ostali lišćari).

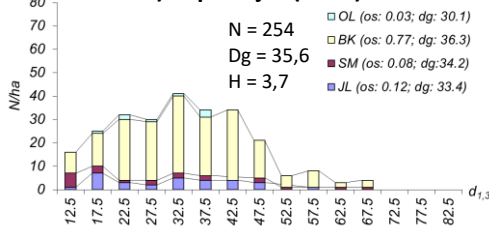
Debljinska struktura pojedinih premjera

Debljinske strukture uralih i posječenih stabala

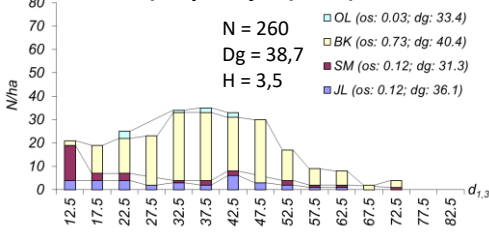
urala stabla

posječena stabla

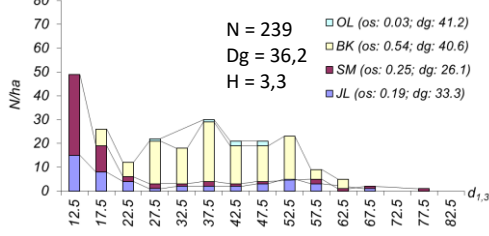
a) 1. premjer (1957)



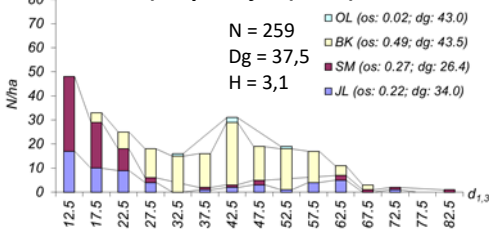
b) 2. premjer (1967)



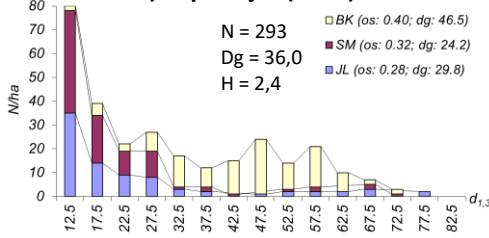
c) 3. premjer (1977)



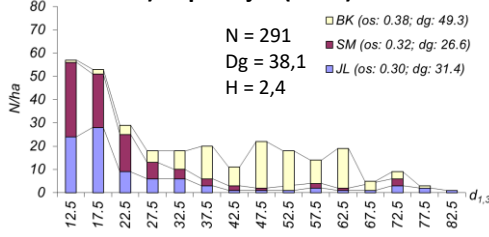
d) 4. premjer (1986)



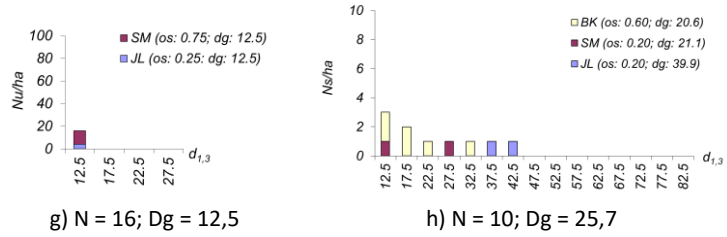
e) 5. premjer (2006)



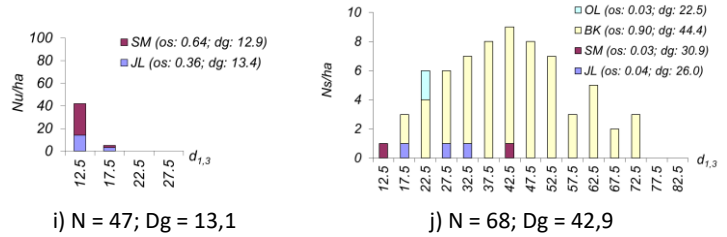
f) 6. premjer (2016)



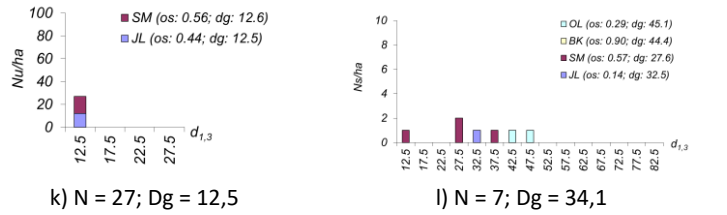
i period (1957–1967)



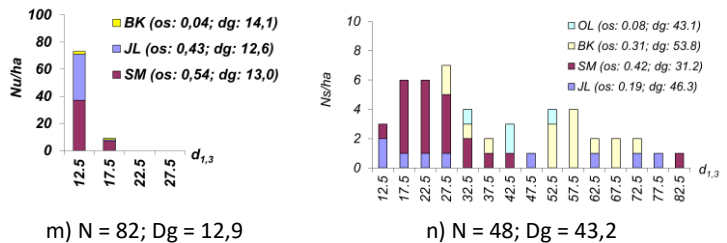
ii period (1967–1977)



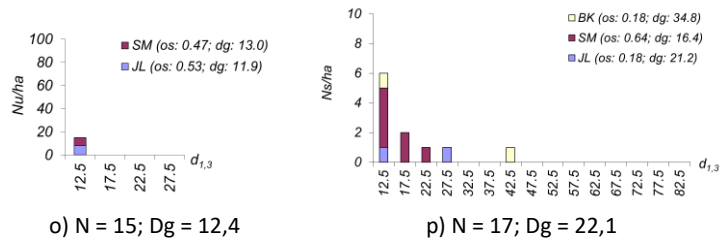
iii period (1977–1986)



iv period (1986–2006)



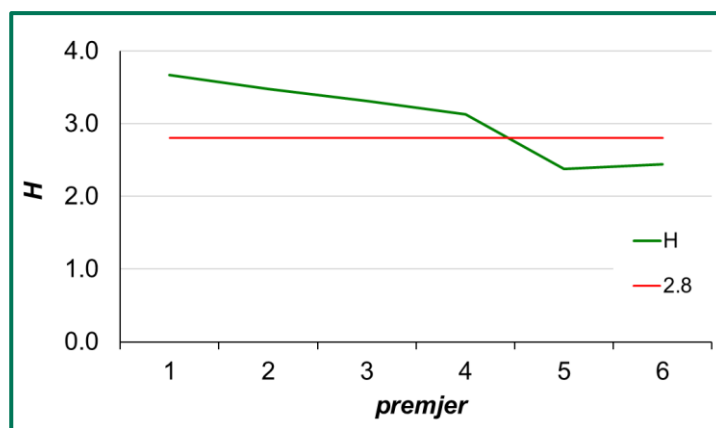
v period (2006–2016)



Grafikon 6. Debljinska struktura pojedinih premjera (1, 2, 3, 4, 5, 6) i debljinska struktura uralih i posječenih stabala u periodima između premjera (i, ii, iii, iv, v) na oglednoj plohi 130

Broj stabala na oglednoj plohi se tokom perioda posmatranja povećavao i smanjivao, zavisno od odnosa broja uralih i posječenih stabala. Varirao je u intervalu od 239 do 293 stabla/ha. Najmanji broj stabala utvrđen je pri trećem premjeru (grafikon 6.c), nakon sječe najjačeg intenziteta, a najveći pri petom (grafikon 6.e), nakon sječe slabijeg intenziteta. Najviše stabala je posječeno (uključujući mortalitet) u periodu između drugog i trećeg premjera, 68 stabala/ha (grafikon 6.j), a najmanje u periodu između trećeg i četvrtog premjera, 7 stabala/ha (grafikon 6.m). Broj uralih stabala većinom je bio veći od broja posječenih stabala, varirao je u intervalu od 15 do 41 stabla/ha, tokom perioda od 10 godina. Izuzetak su drugi i četvrti period, u kojim je broj posječenih stabala veći od broja uralih stabala, za 45 i 17%. Sječa jačeg intenziteta imala je za posljedicu povećanje broja uralih stabala u istom periodu. Broj uralih stabala bio je najveći u drugom periodu, a zatim u četvrtom.

Oblik debljinske strukture sastojine u vrijeme osnivanja ogledne plohe odstupao je od oblika kose opadajuće krive koji je karakterističan za preborne sastojine. Zbog malog broja tankih stabala oblik debljinske strukture bio je sličan obliku koji je karakterističan za jednodobne sastojine. Na odstupanje od preborne strukture ukazuje i veličina indeksa homogenosti koja je bila veća od 2,8 ($H = 3,7$), grafikon 7. Prema ovom, za sastojinu na oglednoj plohi u vrijeme osnivanja može se reći da je to bila raznodobna višespratna sastojina sa zadržanim karakteristikama prašume. Vremenom je uz sječu stabala, zasnovanu na pozitivnoj selekciji, smanjen udio srednje



Grafikon 7. Veličina indeksa homogenosti sastojine pri pojedinim premjerima na oglednoj plohi 130

debelih i debelih stabala, a povećan udio tankih, i smanjena je veličina indeksa homogenosti. **Nakon 50 godina, u vrijeme petog premjera, postignuta je preborna struktura sastojine, grafikon 6.e i grafikon 7. Preborna struktura je utvrđena i za vrijeme šestog premjera,** a nosioci preborne strukture su bila stabla jele i smrče (grafikon 6.f i grafikon 7). Očuvanje preborne strukture u narednom periodu moguće je sječom debelih (najdebljih) i srednje debelih stabala, čime će se omogućiti razvoj postojećeg i pojava i razvoj novog podmlatka te održavanje većeg broja tankih stabala.

Srednji prečnik sastojine tokom vremena je varirao u relativno uskom intervalu od 35,6 do 38,7 cm. Najmanji je utvrđen pri prvom premjeru, a zatim pri trećem i petom, nakon sječa jačeg intenziteta kojima su obuhvaćena srednje debela i debela stabla. Srednji prečnik uralih stabala varirao je u intervalu od 12,4 do 13,1 cm. Najveći srednji prečnik uralih stabala utvrđen je za drugi period, tokom kojeg su neka urala stabla prešla i u više debljinske stepene (do 17,5 cm). Srednji prečnik posječenih stabala varirao je u intervalu od 22,1 do 43,2 cm. Najmanji je utvrđen za peti period, kada su sječom većinom obuhvaćena tanka stabla, a

najveći za drugi i četvrti period, kada su, pored tankih, u većoj mjeri obuhvaćena srednje debela i debela stabla ([grafikon 6.j](#) i [grafikon 6.n](#)). Sječom najjačeg intenziteta u najvećoj mjeri su obuhvaćena srednje debela stabla pa je srednji prečnik nešto manji od maksimalnog.

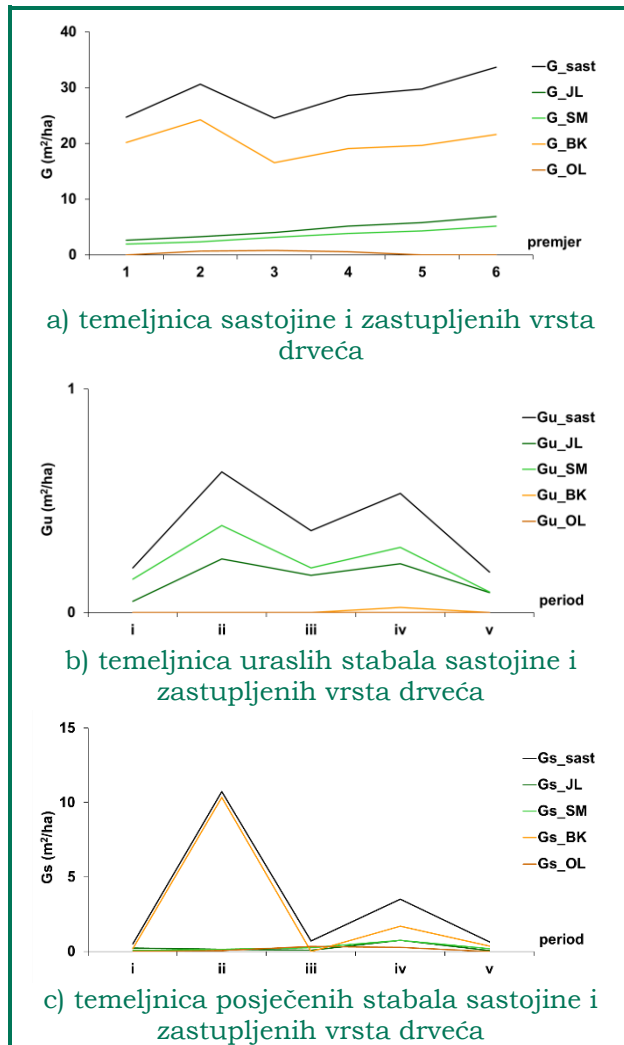
Srednji prečnik stabala jele tokom vremena varirao je u intervalu od 29,8 do 36,1 cm i tokom perioda se povećavao i smanjivao. Srednji prečnik stabala smrče varirao je u intervalu od 24,2 do 34,2 cm, a tokom vremena se smanjivao pa povećavao. Srednji prečnik stabala bukve tokom perioda posmatranja kontinualno se povećavao, od 36,3 do 49,6 cm, kao i ostalih lišćara, od 30,1 do 43,0 cm. Intenzivno obnavljanje i urastanje stabala jele, prirast i prelazak stabala u više debljinske stepene te sječa tankih i debljih stabala (srednji prečnik u intervalu od 21,2 do 46,3 cm) rezultirali su relativno malim varijabilitetom srednjeg prečnika stabala jele. Slično je i sa stablima smrče. Povećanje srednjeg prečnika stabala bukve i ostalih lišćara posljedica je prirasta i prelaska stabala u više debljinske stepene, kao i izostanka obnavljanja i urastanja ovih vrsta drveća, odnosno smanjenja broja tankih stabala.

Na početku perioda posmatranja najzastupljenija su bila stabla bukve (0,8), a zatim jele i smrče (po 0,1) i znatno manje stabla ostalih lišćara (0,03). Tokom vremena udio stabala jele i smrče se povećao (na 0,3), dok se udio stabala bukve i ostalih lišćara smanjio (na 0,4 i 0,0). Povećanje udjela stabala jele i smrče posljedica je njihovog većeg udjela u broju uraslih stabala u odnosu na udio u posjećenim stablima, dok je smanjenje udjela stabala bukve i ostalih lišćara posljedica sječe ovih vrsta i izostanka njihovog obnavljanja i urastanja. U broju uraslih stabala uglavnom su participirala stabla jele i smrče, u prosjeku s 0,4 i 0,6. Udio stabala jele u broju uraslih stabala tokom perioda posmatranja se povećavao, a udio stabala smrče smanjivao. U broju posjećenih stabala u prosjeku su najviše participirala stabla bukve i smrče (prosjeck po 0,4), manje stabla jele i ostalih lišćara (prosjeck po 0,1). Tokom vremena se u broju posjećenih stabala povećao udio stabala smrče, a smanjio se udio stabala jele, bukve i ostalih lišćara.

5.2.2. Temeljnica sastojine na oglednoj plohi 130

Na [grafikonu 8.](#) (a, b, c) predstavljene su veličine temeljnice sastojine i zastupljenih vrsta drveća (G) pri pojedinim premjerima i uraslih i posjećenih stabala (G_u i G_s) u periodima između premjera.

Temeljnica sastojine na oglednoj plohi tokom perioda posmatranja varirala je u intervalu od 24,6 do 33,7 m^2/ha . Najmanja veličina je utvrđena pri trećem premjeru ([grafikon 8.a](#)), nakon sječe najjačeg intenziteta, a najveća pri šestom, nakon tri perioda sječa slabijeg intenziteta ([grafikon 8.c](#)). Sječom najjačeg intenziteta temeljnica sastojine smanjena je za 10,8 m^2/ha (za 35% od temeljnice na početku perioda). U temeljnici posjećenih stabala najviše su participirala stabla bukve, s 96%. U periodu sječe najjačeg intenziteta došlo je do povećanja temeljnice uraslih stabala, za 3,2 puta u odnosu na temeljnicu uraslih stabala u prethodnom periodu ([grafikon 8.b](#)). Nakon ovog povećanja temeljnica uraslih stabala se smanjila, povećala pa smanjila, kao i temeljnica posjećenih stabala. Temeljnica posjećenih stabala u svakom je periodu bila veća od temeljnice uraslih stabala, za od 1,9 do 17,1 puta. Povećanje temeljnice sastojine najvećim je dijelom



Grafikon 8. Temeljnica sastojine i zastupljenih vrsta drveća pri pojedinim premjerima (1, 2, 3, 4, 5, 6) i temeljnica uraslih i posječenih stabala u periodima između premjera (i, ii, iii, iv, v) na oglednoj plohi 130

posljedica prirasta temeljnica stabala u sastojini, dok je temeljnica uraslih stabala participirala maksimalno s 10% (drugi period).

U temeljnici sastojine tokom perioda posmatranja najviše su participirala stabla bukve, prosjek 0,7. Na početku perioda posmatranja udio stabala bukve je bio najveći (0,8), a zatim se do kraja perioda posmatranja smanjio (na 0,6). Udio stabala jele bio je nešto manji, prosjek 0,2. Tokom perioda posmatranja se postepeno povećao s 0,1 na 0,2. Prosječni udio stabala smrče u temeljnici sastojine tokom perioda posmatranja je 0,1. Na početku je bio najmanji, a zatim se konstantno povećavao (s 0,1 na 0,3). Udio ostalih lišćara je bio mali, u prosjeku 0,03.

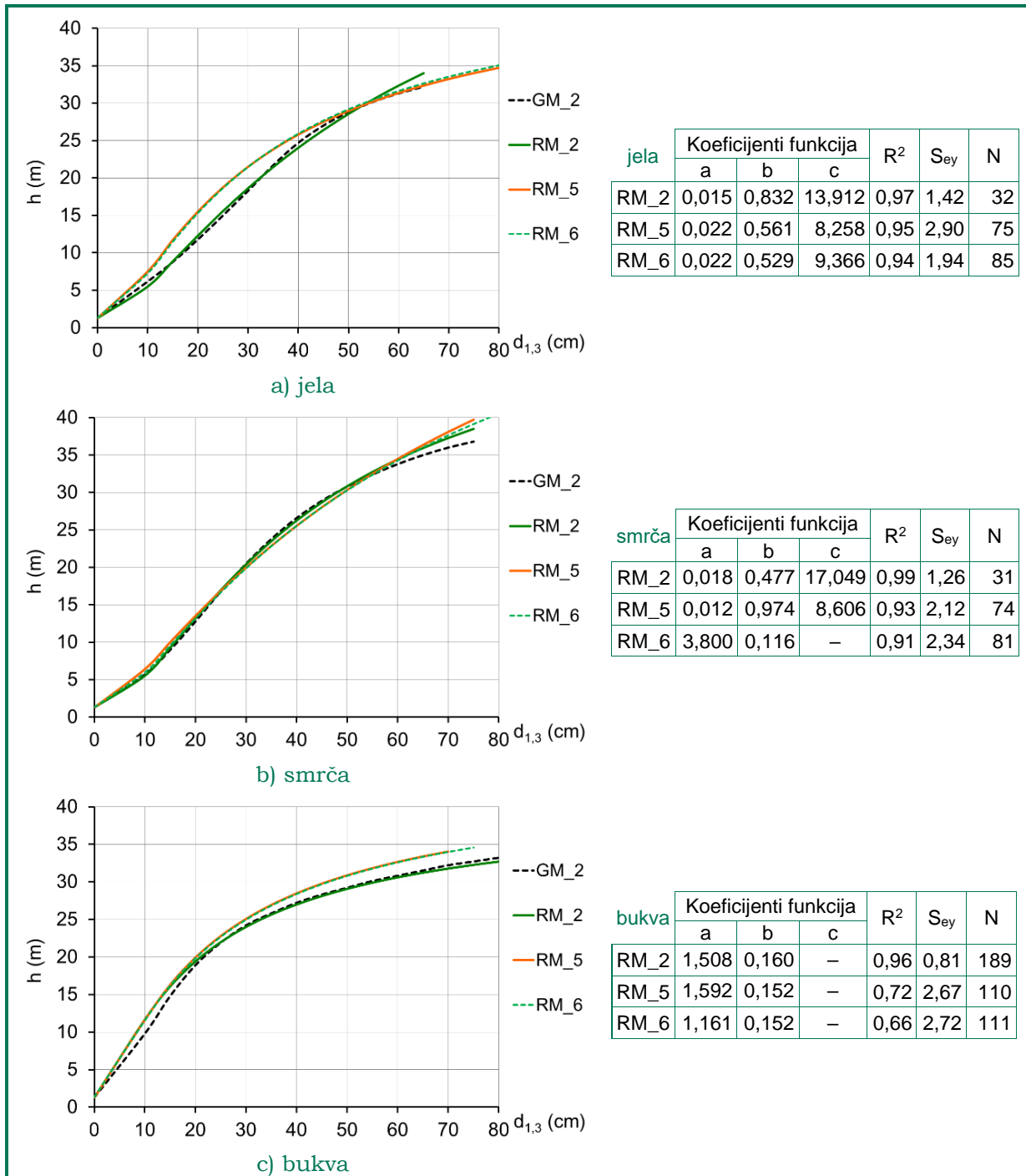
Udio stabala zastupljenih vrsta drveća u temeljnici uraslih stabala bio je drugačiji. U prosjeku su bila najzastupljenija stabla smrče (0,6), a zatim stabla jele (0,4), dok je udio stabala bukve bio neznatan (0,01), a stabala ostalih lišćara nije bilo. Tokom perioda posmatranja udio stabala jele se povećao (s 0,2 na 0,5), a udio stabala smrče smanjio (s 0,8 na 0,5).

U temeljnici posječenih stabala, tokom perioda posmatranja, u prosjeku su najviše participirala stabla bukve (prosjek 0,5), zatim stabla jele i smrče (u prosjeku po 0,2) i najmanje stabla ostalih lišćara (prosjek 0,1). Tokom perioda posmatranja udio pojedinih vrsta drveća naizmjenično se smanjivao i povećavao (jela i smrča) i obrnuto (bukva).

5.2.3. Visina stabala na oglednoj plohi 130

Visinske krive izrađene na osnovu podataka drugog (GM_2, RM_2), petog (RM_5) i šestog (RM_6) premjera za osnovne vrste drveća i veličine koeficijenta i statističkih pokazatelja odabranih regresionih modela (R^2 – koeficijent determinacije, S_{ey} – standardna greška procjene, N – veličina uzorka) predstavljene su na **grafikonu 9.** (a, b, c). Svi odabrani modeli za jelu i za smrču za drugi i peti premjer su funkcije Prodana. Odabrani modeli za smrču za šesti

premjer i svi za bukvu su funkcije Pettersona. Visinske krive su predstavljene za intervale prsnog prečnika u kojim su zastupljena stabla.



Grafikon 9. Visinske krive s parametrima regresionih modela za jelu, smrču i bukvu na oglednoj plohi 130

Veličine koeficijenta determinacije ukazuju na to da se odabranim regresionim modelima znatan dio varijabiliteta visine stabala objašnjava variranjem prsnog prečnika, za jelu i smrču više od 90%, a za bukvu više od 65%. Najveći koeficijent determinacije i najmanja standardna greška procjene utvrđeni su za regresione modele drugog premjera jer je regresija provedena za prosječne visine debljinskih stepeni.

Sve visinske krive imaju uobičajeni oblik i za sve vrste drveća uočava se njihovo pomjeranje tokom perioda posmatranja prema većim visinama, u cijelom intervalu empirijskih podataka. Izuzetak su visinske krive za smrču, za koje se uočava neznatno pomjeranje. Ovo pomjeranje je praćeno odgovarajućom promjenom utvrđenog bonitetnog razreda staništa. U **tabeli 3.** je predstavljen bonitetni razred staništa za jelu, smrču i bukvu utvrđen na osnovu procijenjene visine stabala, prsnog prečnika 30 cm i više, prema grafičkom i regresionom modelu za podatke drugog premjera (GM_2 i RM_2) i regresionim modelima za podatke petog i šestog premjera (RM_5 i RM_6).

Tabela 3. Bonitetni razred staništa za jelu, smrču i bukvu prema utvrđenim visinskim krivim za drugi, peti i šesti premjer za oglednu plohu 130

Model	Vrsta drveća		
	JL	SM	BK
GM_2	2,6	2,4	2,2
RM_2	2,7	2,3	2,2
RM_5	2,2	2,1	1,7
RM_6	2,1	2,1	1,8

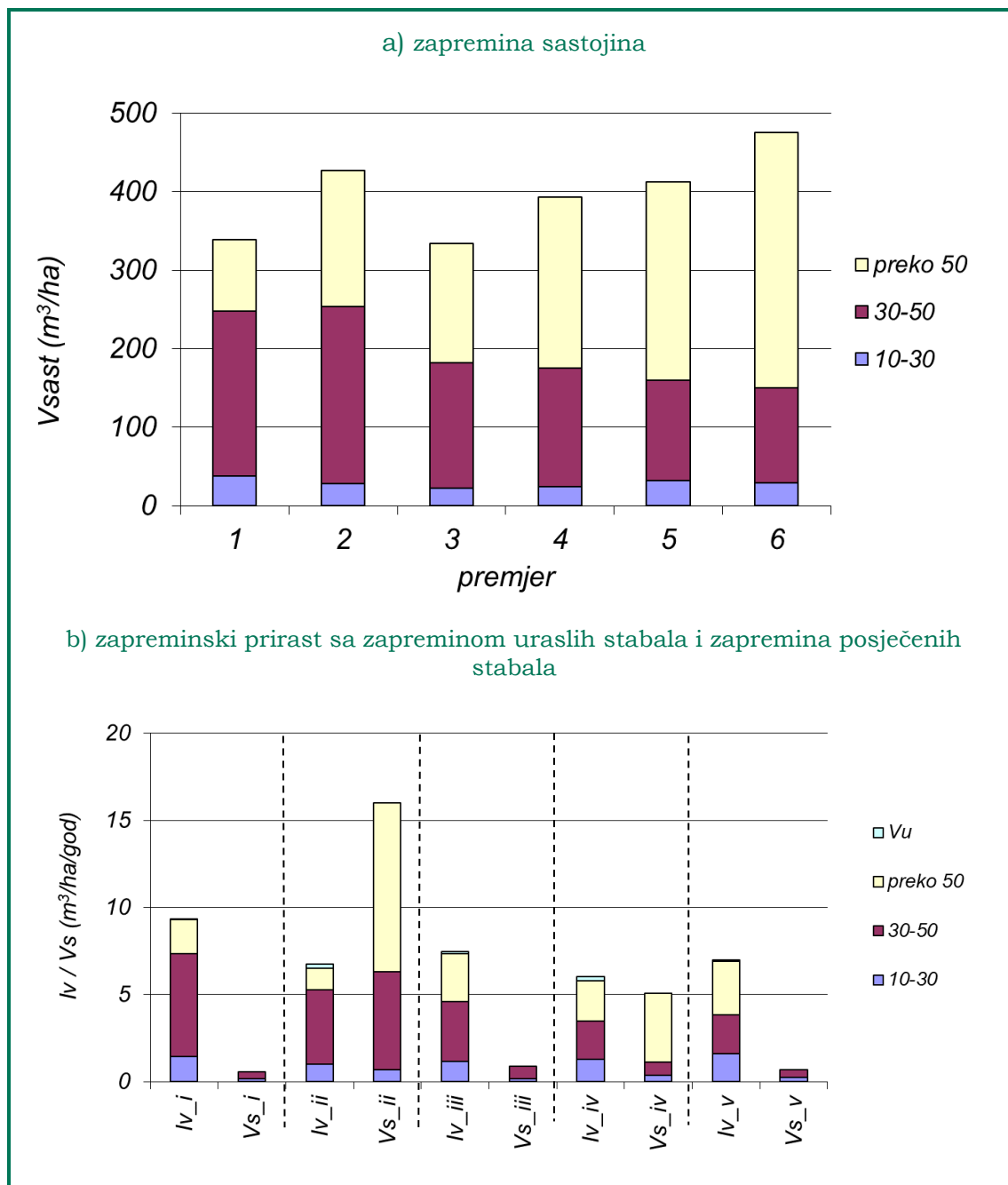
Pomjeranje visinskih krivih u skladu je s promjenom debljinske strukture sastojine. Pomjeranje visinskih krivih prema većim visinama posljedica je povećanja udjela tankih, smanjenja udjela srednje debelih i povećanja udjela debelih stabala, zbog čega se povećava konkurencija između stabala. U tim uslovima stabla na račun debljinskog prirasta zadržavaju intenzivan prirast u visinu i postižu veći stepen vitkosti u svim debljinskim klasama, tzv. strategija opstanka (Pretzsch, 2009). Osim ovog, povećanje visine stabala određenih debljina posljedica je odabira i sječe nižih stabala u skladu s principom pozitivne selekcije, ali i razlika između uzoraka na osnovu kojih su izrađene visinske krive (N na **grafikonu 9**). Pomjeranje visinskih krivih za sve tri vrste drveća manje je od širine bonitetnog razreda. Visinske krive svih premjera za smrču i bukvu su u okviru drugog bonitetnog razreda staništa. Visinske krive petog i šestog premjera za jelu su takođe u okviru drugog bonitetnog razreda, dok su visinske krive drugog premjera u okviru trećeg bonitetnog razreda, ali blizu granice između drugog i trećeg boniteta. Imajući u vidu da su se tokom vremena provodile preborne sječe zasnovane na principu pozitivne selekcije i da je preborna struktura postignuta u vrijeme petog i šestog premjera, kao pouzdanija mjera proizvodnog potencijala staništa mogu se prihvatiti bonitetni razredi staništa utvrđeni na osnovu podataka šestog premjera.

5.2.4. Zapremina i zapreminski prirast sastojine na oglednoj plohi 130

Zapremina sastojine (V_{sast}) pri pojedinim premjerima, po proširenim debljinskim klasama, predstavljena je na **grafikonu 10.a**, dok su na **grafikonu 10.b** predstavljene prosječne veličine tekućeg (godišnjeg) zapreminskog prirasta (I_v) sa zapreminom uraslih stabala (V_u) i zapremine posječenih stabala (V_s) za periode između premjera, po proširenim debljinskim klasama. Zapremina i zapreminski prirast iskazani su zapreminom krupnog drveta.

Zapremina sastojine tokom perioda posmatranja varirala je u intervalu od 334 do 475 m³/ha. Uglavnom se povećavala (**grafikon 10.a**), jer je veličina zapreminskog prirasta u periodima između premjera bila veća od zapremine posječenih stabala (**grafikon 10.b**). Izuzetak je drugi period, kada je provedena sječa najjačeg intenziteta. Tada je posječeno 160 m³/ha (38% od zapremine na početku perioda), a zapreminski prirast je bio 2,4 puta manji (67 m³/ha).

Udio tankih stabala u zapremini sastojine tokom perioda posmatranja bio je najmanji (prosjeak 7%), udio srednje debelih bio je značajno veći (prosjeak 43%), a udio debelih najveći (prosjeak 50%). Udio tankih i srednje debelih stabala se tokom perioda posmatranja uglavnom smanjivao, dok se udio debelih stabala povećavao. Povećanje udjela debelih stabala posljedica je prirasta i prelaska srednje debelih stabala u klasu debelih stabala, ali i izostanka sječe najdebljih stabala i pomjeranja maksimalnog debljinskog stepena prema većim veličinama (debljinski stepen 82,5 cm; [grafikon 6.d](#) i [grafikon 6.f](#)).



Grafikon 10. Zapremina sastojine (V_{sast}) pri pojedinim premjerima (a) i prosječni periodični zapreminski prirast (I_v) sa zapreminom urednih stabala (V_u) i prosječna zapremina posječenih stabala (V_s) u periodima između premjera (b) po proširenim debljinskim klasama na oglednoj plohi 130

Tekući zapreminski prirast tokom perioda posmatranja varirao je u intervalu od 6,0 do 9,3 m³/ha/god. Najmanji zapreminski prirast je utvrđen za drugi i četvrti period, kada su zapremine uraslih i posječenih stabala bile najveće, dok je najveći zapreminski prirast utvrđen za prvi period. Najveće zapremine uraslih stabala bile su 0,2 m³/ha/god, odnosno 3 i 4% od veličine zapreminskog prirasta. U zapreminskom prirastu u prosjeku su najviše participirala srednje debela stabla (prosjek 48%), zatim debela (prosjek 32%) i najmanje tanka (prosjek 20%). Tokom perioda posmatranja povećavao se udio tankih i debelih stabala, a smanjivao se udio srednje debelih. Udio proširenih debljinskih klasa u zapreminskom prirastu razlikuje se od udjela u zapremini sastojine. Udio tankih i srednje debelih stabala u zapreminskom prirastu je veći, dok je udio debelih stabala manji od udjela u zapremini.

Zapremina posječenih stabala tokom perioda posmatranja varirala je od 6 do 160 m³/ha, za period od 10 godina. U prvom, trećem i petom periodu zapremina posječenih stabala bila je znatno manja od zapreminskog prirasta (6, 12 i 10% od zapreminskog prirasta), u četvrtom periodu razlika je bila manja (84% od zapreminskog prirasta), dok je u drugom periodu zapreminski prirast bio 2,4 puta manji od zapremine posječenih stabala. U zapremini posječenih stabala u prosjeku je najmanji udio tankih stabala (18%), dok je udio srednje debelih i debelih stabala nepravilno varirao u širokom intervalu (od 0 do 84%), a prosjeku su bila zastupljenija srednje debela (54%) od debelih stabla (28%).

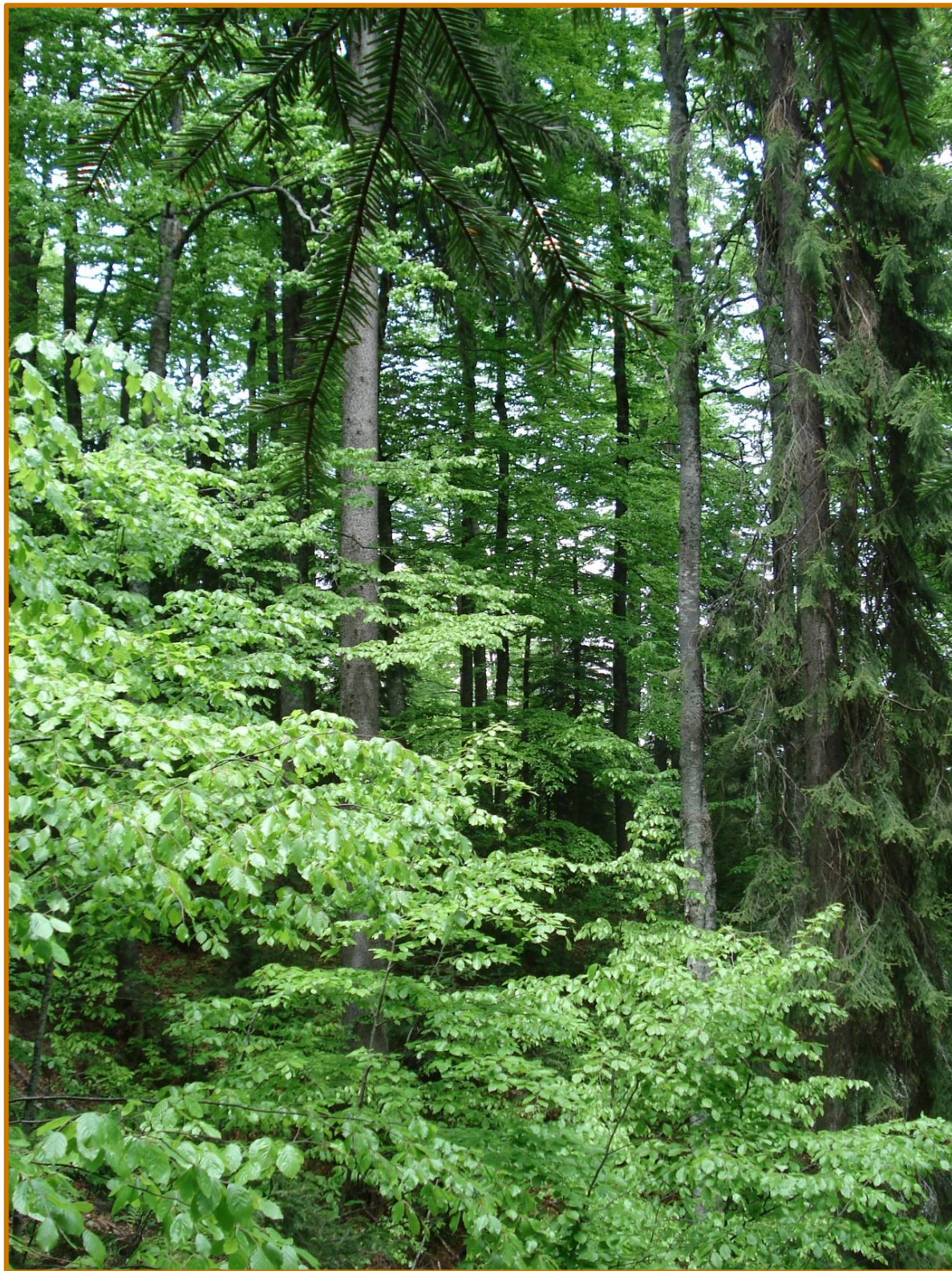
Udio pojedinih vrsta drveća u zapremini sastojine na početku perioda posmatranja bio je sličan udjelu u broju stabala i temeljnici. U najvećoj mjeri su participirala stabla bukve i ostalih lišćara (0,8), a zatim stabla jele i smrče (sa po 0,1). Tokom perioda posmatranja udio stabala jele se povećao (na 0,2), udio stabala bukve i ostalih lišćara se smanjio (na 0,7, odnosno na 0,0), a udio smrče se nije značajno promijenio (0,1). Tokom perioda posmatranja udio vrsta drveća u zapremini sastojine nije se mijenjao na isti način kao udio u broju stabala. Mijenjao se na isti način kao udio u temeljnici sastojine. Promjene debljinske strukture, usljed prirašćivanja i sječe stabala, uzrokovale su promjene udjela vrsta drveća u temeljnici i zapremini sastojine.

Učešće pojedinih vrsta drveća u zapreminskom prirastu tokom perioda posmatranja ne razlikuje se mnogo od udjela u temeljnici i zapremini sastojine. U prvom periodu su u zapreminskom prirastu bila najzastupljenija stabla bukve (0,8), a zatim stabla jele i smrče (sa po 0,1). Tokom perioda posmatranja, takođe zbog promjena debljinske strukture, udio bukve se smanjio (na 0,6), a udio jele i smrče povećao (na po 0,2). Udio ostalih lišćara smanjio se s 0,03 na 0,0.

Udio pojedinih vrsta drveća u zapremini uraslih stabala tokom perioda posmatranja drugačiji je od udjela u broju stabala i temeljnici i zapremini sastojine. U zapremini uraslih stabala u prosjeku su u najvećoj mjeri participirala stabla smrče (0,6), zatim stabla jele (sa po 0,4) i neznatno stabla bukve i ostalih lišćara (0,01).

Udio pojedinih vrsta drveća u zapremini posječenih stabala manje se razlikuje od udjela u broju stabala i temeljnici i zapremini sastojine. Tokom perioda posmatranja u zapremini posječenih stabala u prosjeku su najviše participirala stabla bukve (0,5), zatim stabla jele i smrče (po 0,2) i najmanje stabala ostalih lišćara (0,1). Udio stabala jele i smrče u zapremini posječenih stabala uglavnom je manji od udjela u zapremini sastojine, pa je to dijelom uzrok povećanja udjela jele i smrče u zapremini sastojine.

Za bukvu i ostale lišćare važi suprotno. Udio stabala bukve i ostalih lišćara u zapremini posječenih stabala uglavnom je veći od udjela u zapremini sastojine, što je dijelom uzrok smanjenja njihovog udjela zapremini sastojine. Izuzetak je drugi period, kada je provedena sječa najjačeg intenziteta, tada su uglavnom bila obuhvaćena stabla bukve (1,0), a ostale vrste neznatno (0,02).



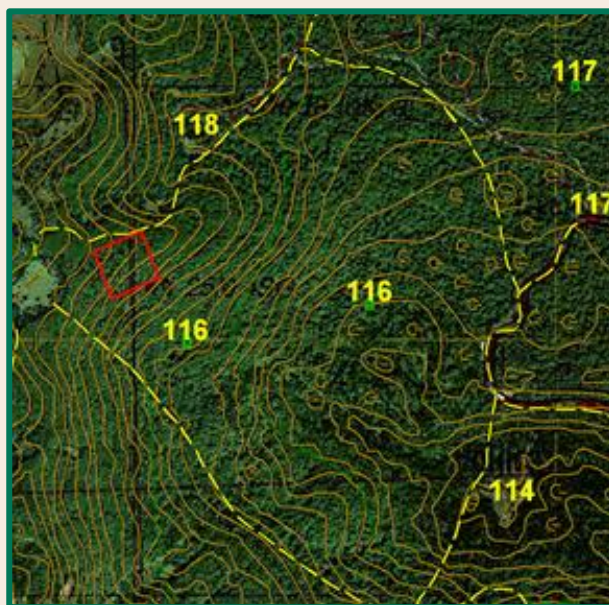
Slika 18. Preborna sastojina bukve, jele i smrče na oglednoj plohi 130

5.3. OGLEDNA PLOHA 116

Lokalitet šumskog odjeljenja 116 i stalne ogledne plohe 116 u okviru GJ "Igman" predstavljeni su na slici 2, a satelitski snimak užeg područja ove plohe s njenim granicama predstavljen je na slici 19. Razmjera na slici prilagođena je raspoloživom prostoru.

Ogledna ploha 116 osnovana je 1956. godine. Njena površina je 1,0 ha, prosječna nadmorska visina 1690 m, ekspozicija je SE, a nagib terena 30°. Na plohi preovladavaju plića, pretežno skeletna ilimerizovana zemljišta i smeđa zemljišta, dok su neznatno zastupljene krečnjačke rendzine. Prema prvom fitocenološkom snimku izrađenom pri drugom premjeru ogledna ploha je pripadala pretplaninskoj šumi bukve na seriji krečnjačkih zemljišta (*Fagetum subalpinum* Horv.). Kasnije je došlo do urastanja stabala jele te je prema drugom fitocenološkom snimku, 40 godina poslije, utvrđeno da ogledna ploha pripada gorskoj šumi bukve i jele sa smrčom na seriji dolomitnih i krečnjačkih zemljišta (*Abieti Fagetum illyricum* Treg.). Ova ogledna ploha pripada osnovnom tipu šuma II – b – 3 (Šume bukve i jele sa smrčom na smeđim plitkim zemljištima na krečnjacima), odnosno proizvodnom tipu II – b – 2, 3 (Šume bukve i jele sa smrčom na smeđim zemljištima na krečnjacima).

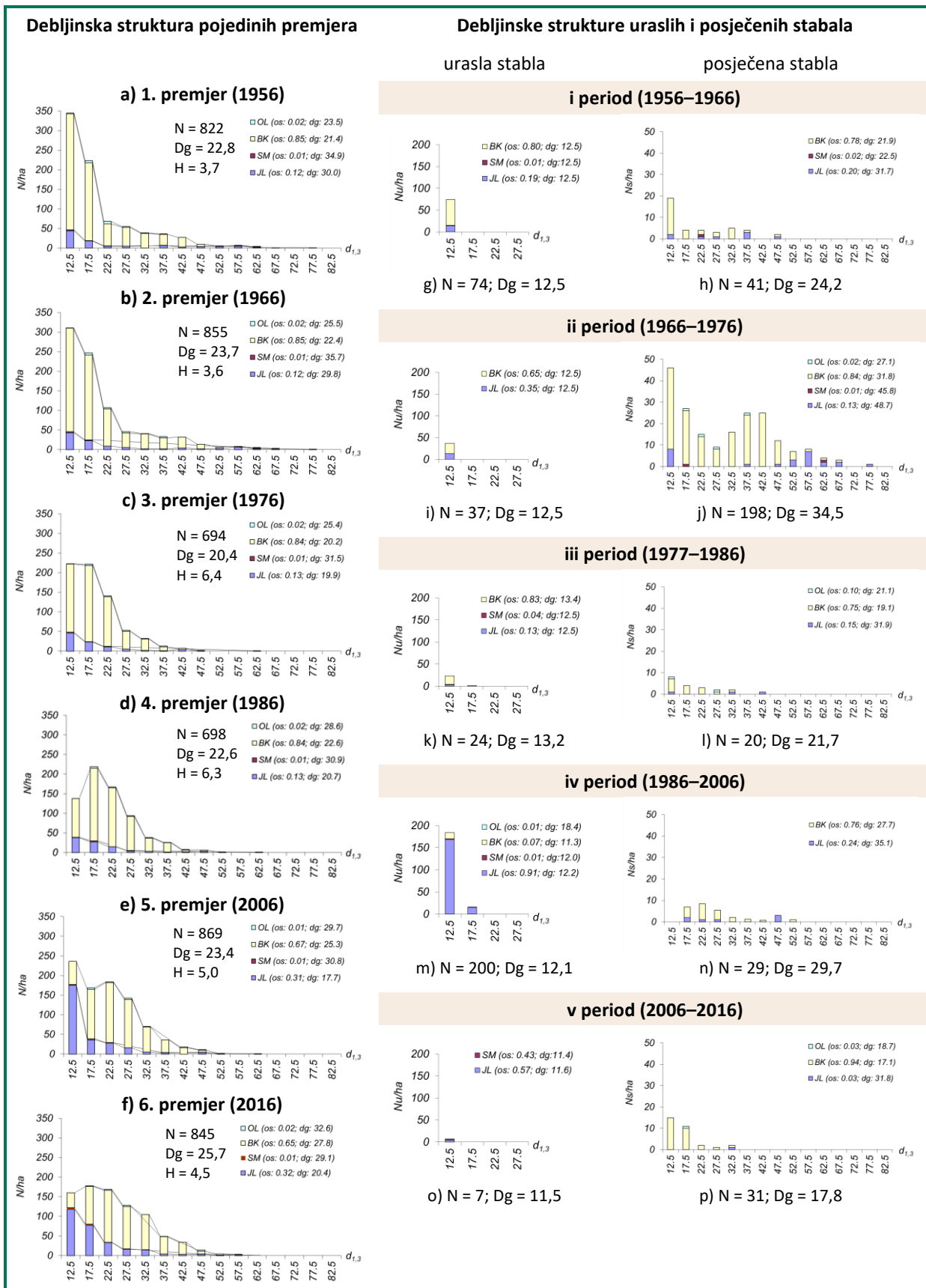
Prema aktuelnoj ŠGO, ogledna ploha 116, odnosno šumsko odjeljenje 116 (odsjek b), pripada gazdinskoj klasi 1101 – subalpinske šume bukve s primjesama jele i smrče ili bez njih na krečnjačkim i krečnjačko-dolomitnim zemljištima, morenama i kiselosmeđim zemljištima. Pored stabala jele, smrče i bukve na oglednoj plohi su evidentirana stabla gorskog javora (*Acer pseudoplatanus* L.), kategorija ostali lišćari. Bonitet staništa utvrđen na osnovu visine stabala drugog premjera na ovoj plohi za jelu je 4,5, a za bukvu 5,1, i prosječni je 5,1 (ponderisani prosjek sa temeljnicom vrsta drveća kao ponderom).



Slika 19. Satelitski snimak užeg područja ogledne plohe 116 s izohipsama, granicama šumskog odjeljenja 116 i granicama stalne ogledne plohe

5.3.1. Broj stabala i debljinska struktura na oglednoj plohi 116

Na grafikonu 11. (od a do p) predstavljeni su broj stabala i debljinska struktura pojedinih premjera i uraslih i posječenih stabala u periodima između premjera. Na grafikonima su navedeni i broj stabala (N po ha), srednji prečnik (Dg u cm) i veličina indeksa homogenosti (H) za sve zastupljene vrste drveća zajedno, a u legendi je predstavljen udio (os – omjer smjese) i srednji prečnik (dg) pojedinih vrsta drveća (JL – jela, SM – smrča, BK – bukva, OL – ostali lišćari).



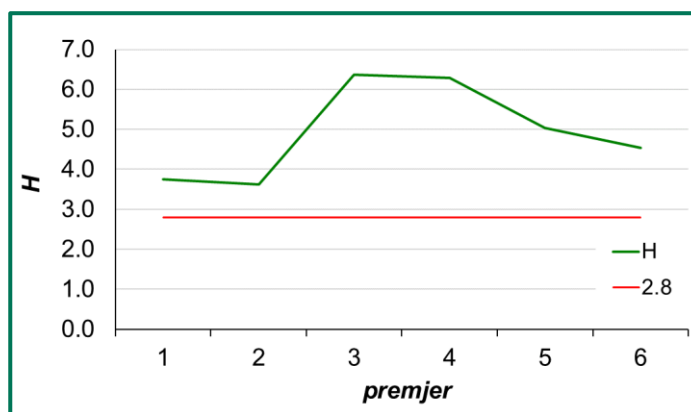
Grafikon 11. Debljinska struktura pojedinih premjera (1, 2, 3, 4, 5, 6) i debljinska struktura uraslih i posječenih stabala u periodima između premjera (i, ii, iii, iv, v) na oglednoj plohi 116

Broj stabala na oglednoj plohi tokom perioda posmatranja varirao je u intervalu od 694 do 869 stabala/ha. Povećavao se i smanjivao, zavisno od odnosa broja uralih i posjećenih stabala. Najmanji broj stabala utvrđen je pri trećem premjeru ([grafikon 11.c](#)), a najveći pri petom ([grafikon 11.e](#)). Najveći broj stabala je posjećen (uključujući mortalitet) u periodu između drugog i trećeg premjera, 198 stabala/ha ([grafikon 11.j](#)), a najmanje u periodu između četvrtog i petog, 14 stabala/ha ([grafikon 11.n](#)) tokom perioda od 10 godina. Broj uralih stabala većinom je bio veći od broja posjećenih stabala, varirao je u intervalu od 7 do 100 stabala/ha tokom perioda od 10 godina. Izuzetak su treći i peti period u kojim je broj posjećenih stabala bio veći od broja uralih. Sječa jačeg intenziteta, provedena je u drugom periodu, a rezultirala je značajnim povećanjem broja uralih stabala tek nakon 20 godina, u četvrtom periodu ([grafikon 11.m](#)).

Oblik debljinske strukture sastojine u vrijeme osnivanja ogledne plohe je kosa opadajuća kriva, koja je karakteristična za preborne sastojine ([grafikon 11.a](#)). Međutim, ne može se reći da se radi o strukturi koja je postignuta dugotrajnim racionalnim gazdovanjem prebornim sječama jer je ova ogledna ploha na lokalitetu (najveća nadmorska visina) gdje se takve mjere nisu provodile, već se najvjerovatnije radilo o prašumi koja se nalazila u prebornoj fazi razvoja (Leibundgut, 1982; Korpel, 1996). Isto se može reći i za strukturu sastojine pri drugom premjeru ([grafikon 11.b](#)). I prema veličini indeksa homogenosti, veća od 2,8 ([grafikon 12](#)), **struktura sastojine odstupa od preborne strukture** ([grafikon 11.a](#) i [grafikon 11.b](#)).

Vremenom je uz sječū stabala, zasnovanu na pozitivnoj selekciji, mijenjana debljinska struktura sastojine. Tokom perioda posmatranja broj stabala u nižim debljinskim stepenima prvo je smanjen, a zatim povećan. Ako se promjene posmatraju preko udjela proširenih debljinskih klasa, tada se ne uočavaju velike promjene.

Udio tankih stabala (klasa A) pri prvā dva premjera bio je približno jednak, u periodu između drugog i trećeg premjera se povećao, a zatim se smanjivao. Povećanje udjela tankih stabala bilo je posljedica sječe jačeg intenziteta koja je provedena u tom periodu, kojom su značajnim dijelom obuhvaćena srednje debela i debela stabla (39 i 12% od broja posjećenih stabala). Povećanje udjela proširene klase tankih stabala nije rezultiralo približavanjem prebornoj strukturi, jer je u toj debljinskoj klasi povećan broj stabala u višim debljinskim stepenima (17,5 i 22,5). Indeks homogenosti je povećan ($H = 6,4$), a debljinska struktura se udaljila od preborne strukture, [grafikon 12](#). U narednim periodima udio tankih stabala je smanjen, povećan je udio srednje debelih i debelih stabala, a indeks homogenosti je smanjen. Značajno povećanje broja stabala u najnižem debljinskom stepenu (12,5) desilo se u četvrtom, najdužem periodu (20 godina), kada je u inventarisani dio sastojine urastao veliki broj stabala jele (183 stabla/ha ili 26% od broja stabala na početku četvrtog perioda; [grafikon 11.m](#)).



Grafikon 12. Veličina indeksa homogenosti sastojine pri pojedinim premjerima na oglednoj plohi 116

Postizanje preborne strukture u narednom periodu moguće je sječom debelih i srednje debelih stabala, čime će se omogućiti razvoj postojećeg i pojava i razvoj novog podmlatka te održavanje većeg broja tankih stabala.

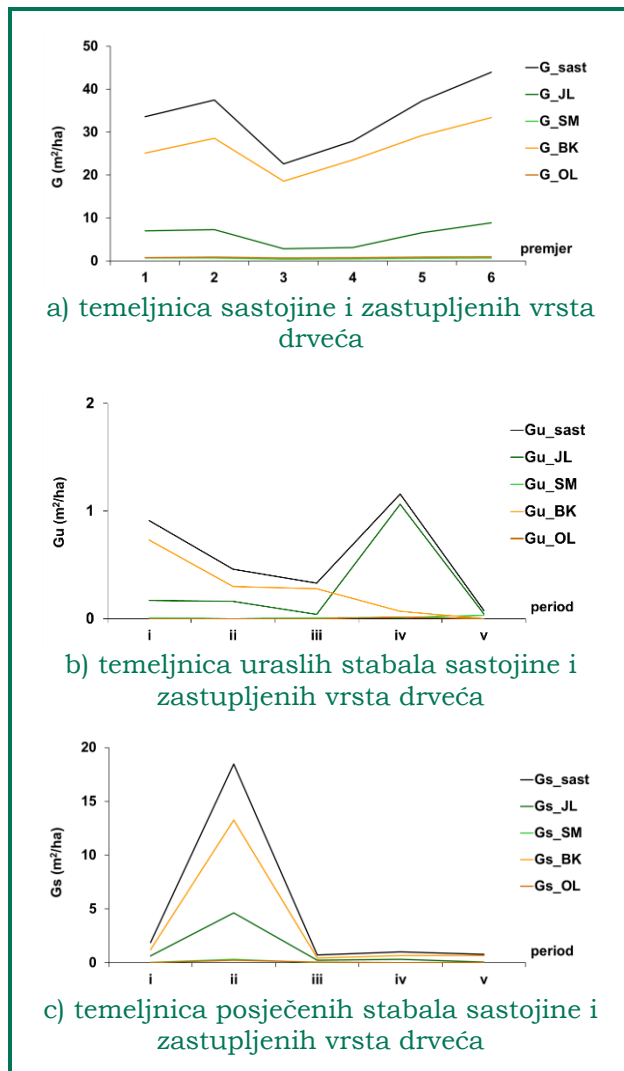
Srednji prečnik sastojine tokom vremena varirao je u intervalu od 20,4 do 25,7 cm. Najveći srednji prečnik utvrđen je pri petom premjeru ([grafikon 11.e](#)), a najmanji pri trećem ([grafikon 11.c](#)), nakon sječa jačeg intenziteta. Srednji prečnik uraslih stabala varirao je u intervalu od 11,5 do 13,2 cm. Najveći srednji prečnik uraslih stabala utvrđen je za treći period ([grafikon 11.k](#)), nakon sječe jačeg intenziteta. Nešto manji srednji prečnik uraslih stabala (12,2 cm) utvrđen je za četvrti period, period jačeg intenziteta urastanja, najduži period u kojem je urastao veliki broj stabala u debljinski stepen 12,5 ([grafikon 11.m](#)). Srednji prečnik posječenih stabala varirao je u intervalu od 17,8 do 34,5 cm. Najmanji je utvrđen za peti period, kada nije bilo sječe debljih stabala ([grafikon 11.p](#)), a najveći za drugi period, kada je provedena sječa najjačeg intenziteta ([grafikon 11.j](#)).

Srednji prečnik stabala jele tokom vremena varirao je u intervalu od 17,7 do 30,0 cm i uglavnom se smanjivao. Srednji prečnik stabala smrče varirao je u intervalu od 29,1 do 34,9 cm, tokom vremena se konstantno smanjivao. Srednji prečnik stabala bukve varirao je u intervalu od 20,2 do 27,8 cm, a ostalih lišćara od 23,5 do 32,6 cm, i tokom perioda posmatranja uglavnom se povećavao. Smanjenje srednjeg prečnika stabala jele posljedica je sječe srednje debelih i debelih stabala jele i intenzivnog urastanja stabala jele. Smanjenje srednjeg prečnika stabala smrče posljedica je neznatne sječe i urastanja stabala smrče. Povećanje srednjeg prečnika stabala bukve i ostalih lišćara posljedica je njihove sječe i izostanka urastanja (obnavljanja).

Na početku perioda posmatranja u broju stabala bila su najzastupljenija stabla bukve (0,9), zatim jele (0,1) i neznatno je bilo stabala smrče i ostalih lišćara (0,03). Tokom vremena se smanjio udio stabala bukve (na 0,7), povećao se udio stabala jele (na 0,3), a udio stabala smrče i ostalih lišćara se smanjio (na 0,01). Smanjenje udjela bukve i ostalih lišćara posljedica je većeg udjela stabala ovih vrsta u broju posječenih nego u broju uraslih stabala, dok je povećanje udjela stabala smrče i jele posljedica većeg udjela ovih vrsta u broju uraslih od udjela u broju posječenih stabala. U broju uraslih stabala u prosjeku su najvećim dijelom participirala stabla bukve (0,5), zatim jele (0,4), znatno manje stabla smrče (0,1) i neznatno stabla ostalih lišćara (po 0,001). Tokom perioda posmatranja, u broju uraslih stabala, smanjio se udio stabala bukve (s 0,9 na 0,6), povećao se udio stabala jele (s 0,1 na 0,3), udio smrče je bio konstantan (0,01), dok se udio stabala ostalih lišćara smanjio (s 0,02 na 0,01). U broju posječenih stabala u prosjeku su najviše participirala stabla bukve (0,8), manje stabla jele (0,2) i znatno manje stabla ostalih lišćara (0,03) i smrče (0,01). Tokom vremena, u broju posječenih stabala, udio stabala bukve se povećao (s 0,8 na 0,9), udio jele se smanjio (s 0,2 na 0,03), kao i udio smrče, dok se udio ostalih lišćara naizmjenično povećavao i smanjivao (od 0,0 do 0,1).

5.3.2. Temeljnica sastojine na oglednoj plohi 116

Na [grafikonu 13](#). (a, b, c) predstavljene su veličine temeljnice sastojine i zastupljenih vrsta drveća (G) pri pojedinim premjerima i uraslih i posječenih stabala (Gu i Gs) u periodima između premjera.



Grafikon 13. Temeljnica sastojine i zastupljenih vrsta drveća pri pojedinim promjerima (1, 2, 3, 4, 5, 6) i temeljnica urednih i posjećenih stabala u periodima između promjera (i, ii, iii, iv, v) na oglednoj plohi 116

Temeljnica sastojine na oglednoj plohi se tokom perioda posmatranja prvo povećala, zatim smanjila, a potom se povećavala (grafikon 13.a). Varirala je u intervalu od 22,6 do 44,0 m²/ha. Najmanja veličina je utvrđena pri trećem promjeru, nakon sječe najjačeg intenziteta, a najveća pri šestom, nakon tri perioda sječe slabijeg intenziteta. Sječom najjačeg intenziteta temeljnica sastojine je smanjena za 18,5 m²/ha (49% od temeljnice na početku perioda), grafikoni 15.a i 15.c. U temeljnici posjećenih stabala najviše su participirala stabla bukve, sa 72%. Dva perioda nakon sječe najjačeg intenziteta, u četvrtom, najdužem periodu (20 godina) došlo je do velikog povećanja temeljnice urednih stabala, za 3,5 puta u odnosu na prethodnom periodu (grafikon 13.b). U narednom, petom periodu, temeljnica urednih stabala se značajno smanjila, za 94% u odnosu na četvrti period. Temeljnica posjećenih stabala uglavnom je bila veća od temeljnice urednih stabala, za od 2,1 do 40,2 puta. Izuzetak je četvrti period, kada je temeljnica urednih stabala

bila veća od temeljnice posjećenih stabala, za 1,2 puta. Povećanje temeljnice sastojine najvećim dijelom je posljedica prirasta temeljnice stabala u sastojini, dok je temeljnica urednih stabala participirala maksimalno s 23% (prvi period).

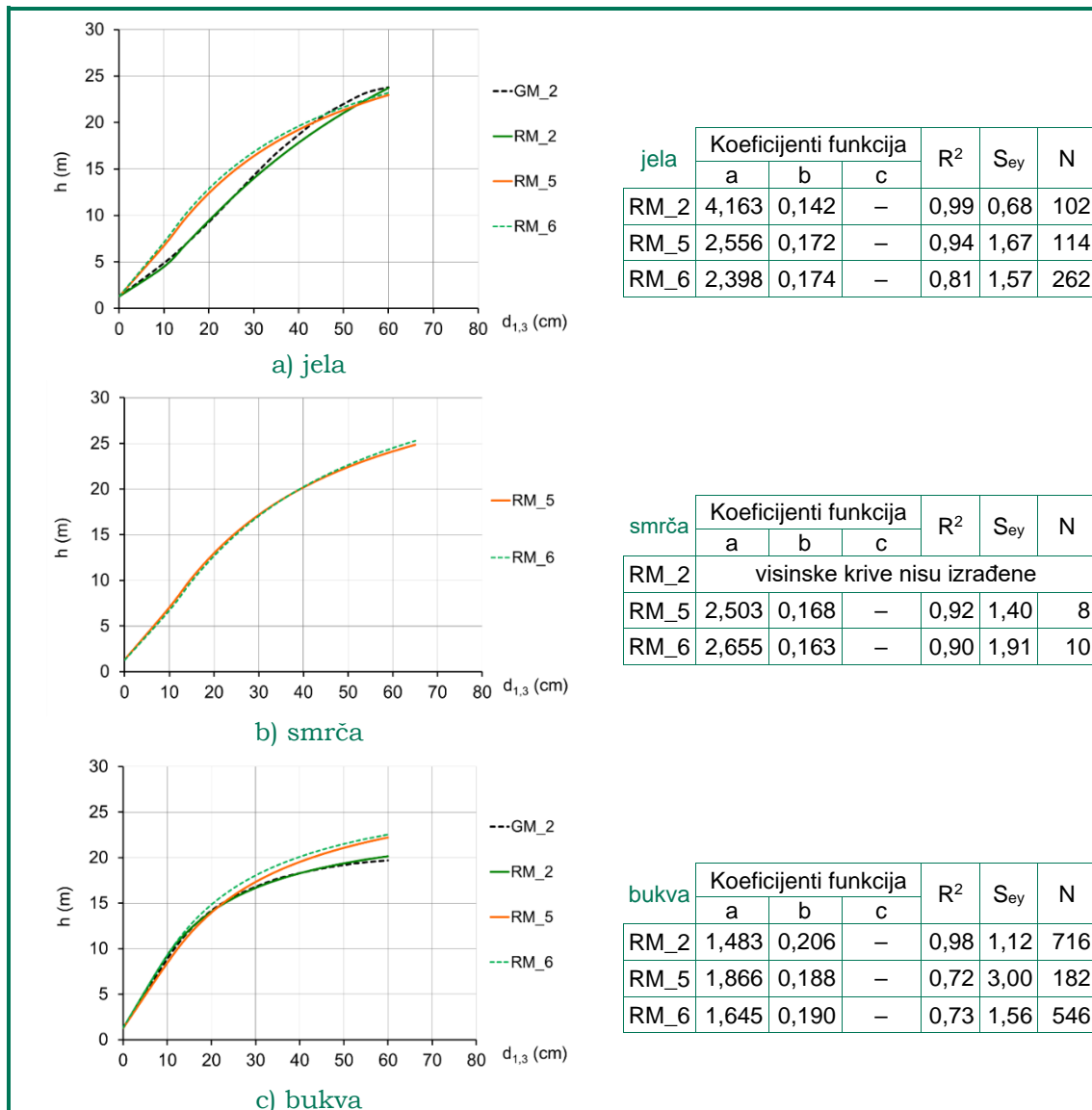
U temeljnici sastojine tokom perioda posmatranja najviše su participirala stabla bukve, prosjek 0,8. Tokom perioda posmatranja udio stabala bukve se neznatno mijenjao. Udio stabala jele bio je manji, prosjek 0,2. Na početku perioda posmatranja bio je 0,2, zatim je sječom najjačeg intenziteta smanjen na 0,1, a potom se do kraja perioda posmatranja povećao na 0,2. Udio stabala smrče u temeljnici sastojine tokom perioda posmatranja konstantno je bio 0,02, dok je udio stabala ostalih lišćara varirao, 0,02 ili 0,03.

Udio stabala zastupljenih vrsta drveća u temeljnici urednih stabala bio je drugačiji. U prosjeku su bila najzastupljenija stabla bukve (0,5), a zatim stabla jele (0,4), smrče je bilo neznatno (0,1), dok stabala ostalih lišćara nije bilo. Tokom perioda posmatranja udio stabala bukve se smanjio (s 0,8 na 0,0), udio jele se povećao (s 0,2 na 0,6), kao i udio stabala smrče (s 0,0 na 0,4).

U temeljnici posjećenih stabala, tokom perioda posmatranja, u prosjeku su najviše participirala stabla bukve (0,7), a zatim stabla jele (0,3). Udio stabala smrče i ostalih lišćara bio je znatno manji (prosjek 0,01 i 0,03). Tokom perioda posmatranja udio pojedinih vrsta drveća se naizmjenično smanjivao i povećavao (jela) i obrnuto (bukva).

5.3.3. Visina stabala na oglednoj plohi 116

Visinske krive izrađene na osnovu podataka drugog (GM_2, RM_2), petog (RM_5) i šestog (RM_6) premjera za osnovne vrste drveća i veličine koeficijenata i statističkih pokazatelja odabranih regresionih modela (R^2 – koeficijent determinacije, S_{ey} – standardna greška procjene, N – veličina uzorka) predstavljene su na **grafikonu 14.** (a, b, c). Svi odabrani modeli su funkcije Pettersona. Visinske krive za smrču za drugi premjer nisu izrađene zbog malog broja podataka. Visinske krive su predstavljene za intervale prsnog prečnika u kojim su zastupljena stabla.



Grafikon 14. Visinske krive s parametrima regresionih modela za jelu, smrču i bukvu na oglednoj plohi 116

Veličine koeficijenta determinacije ukazuju na to da se odabranim regresionim modelima znatan dio varijabiliteta visine stabala objašnjava variranjem prsnog prečnika, za jelu i smrču više od 90%, a za bukvu više od 70%. Izuzetak je regresioni model za jelu, šesti premjer. Najveći koeficijent determinacije i najmanja standardna greška procjene utvrđeni su za regresione modele drugog premjera jer je regresija provedena za prosječne visine debljinskih stepeni.

Sve visinske krive imaju tipični sigmoidni oblik i za sve vrste drveća uočava se njihovo manje ili veće pomjeranje prema većim visinama tokom perioda posmatranja. Za visinske krive za jelu uočava se povećanje visina tanjih stabala, a za najdeblja neznatno smanjenje. Pomjeranje visinskih krivih za bukvu veće je za deblja stabla. Razlike između visinskih krivih petog i šestog premjera manje su od razlika između drugog i petog. Pomjeranje visinskih krivih rezultiralo je

Tabela 4. Bonitetni razred staništa za jelu, smrču i bukvu prema utvrđenim visinskim krivim za drugi, peti i šesti premjer za oglednu plohu 116

Model	Vrsta drveća		
	JL	SM	BK
GM_2	4,4	–	5,0
RM_2	4,4	–	5,0
RM_5	4,6	4,5	4,4
RM_6	4,5	4,4	4,3

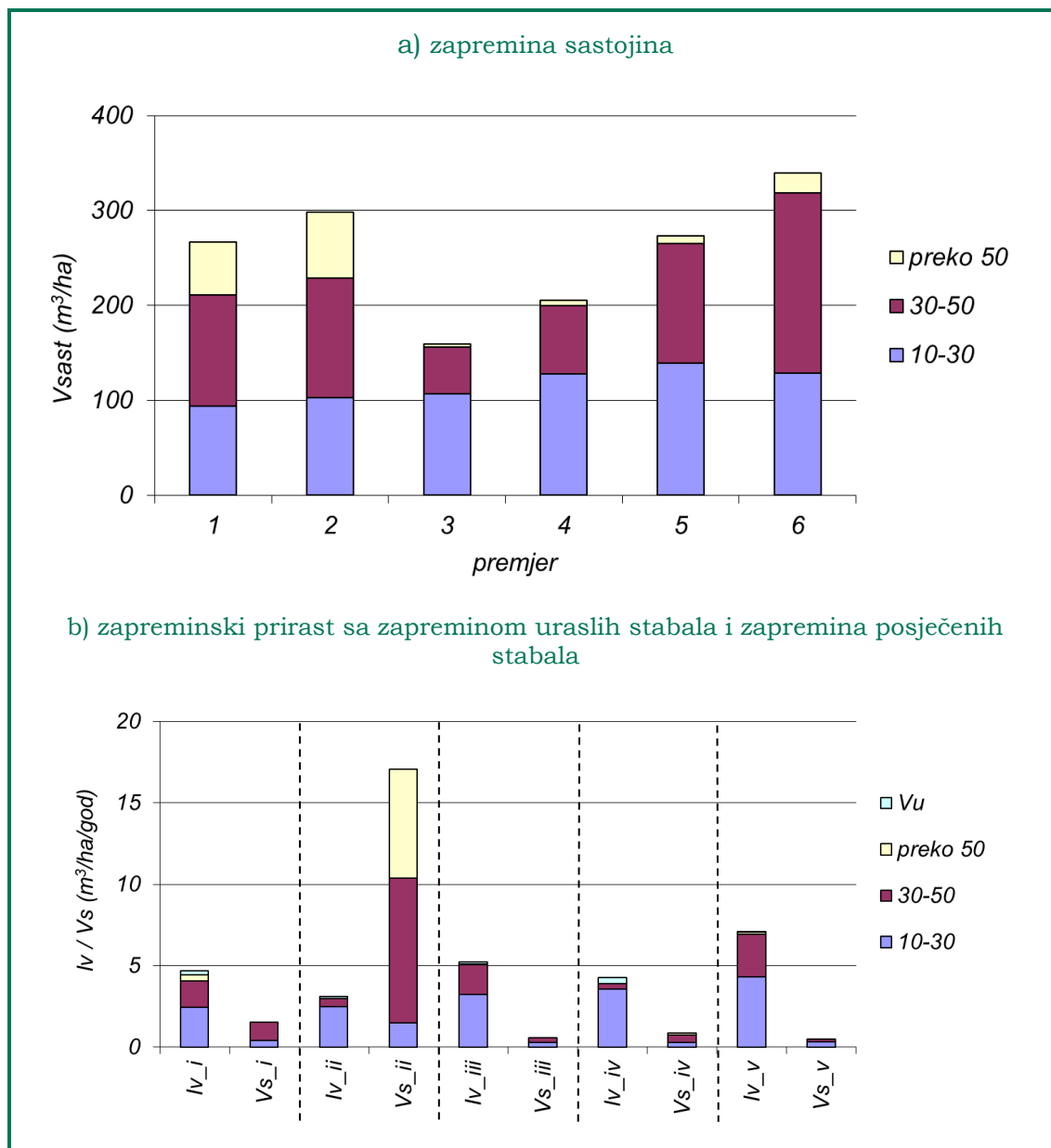
odgovarajućom promjenom utvrđenog bonitetnog razreda staništa. U tabeli 4. predstavljene su bonitetni razredi staništa za jelu, smrču i bukvu utvrđeni na osnovu procijenjene visine stabala, prsnog prečnika 30 cm i više, prema grafičkom i regresionom modelu za podatke drugog premjera (GM_2 i RM_2) i regresionim modelima za podatke petog i šestog premjera (RM_5 i RM_6).

Pomjeranje visinskih krivih u skladu je s promjenom debljinske strukture sastojine. Pomjeranje visinskih krivih prema većim visinama posljedica je povećanja udjela srednje debelih i smanjenja udjela debelih stabala, zbog čega se povećava konkurencija između stabala. U tim uslovima stabla na račun debljinskog prirasta zadržavaju intenzivan prirast u visinu i postižu veći stepen vitkosti u svim debljinskim klasama, tzv. strategija opstanka (Pretzsch 2009). Osim ovog, promjena visine stabala određenih debljina posljedica je odabira i sječe nižih ili viših stabala u skladu s principom pozitivne selekcije, ali i razlika između uzoraka na osnovu kojih su izrađene visinske krive (N na grafikonu 14). Pomjeranje visinskih krivih za jelu manje je od širine bonitetnog razreda. Visinske krive svih premjera za jelu u intervalu su četvrtog bonitetnog razreda, ali su blizu ili na granici između četvrtog i petog. Visinske krive za bukvu prešle su iz intervala petog u interval četvrtog bonitetnog razreda. Visinske krive petog i šestog premjera za smrču izrađene su na osnovu malog broja stabala te ocjenu proizvodnog potencijala staništa treba posmatrati s rezervom. Imajući u vidu da su se tokom vremena provodile preborne sječe zasnovane na principu pozitivne selekcije, kao pouzdanija mjera proizvodnog potencijala mogu se prihvatiti bonitetni razredi staništa utvrđeni na osnovu podataka petog i šestog premjera, bez obzira na to što još uvijek nije postignuta preborna struktura.

5.3.4. Zapremina i zapreminski prirast sastojine na oglednoj plohi 116

Zapremina sastojine (V_{sast}) pri pojedinim premjerima, po proširenim debljinskim klasama, predstavljena je na grafikonu 15.a, dok su na grafikonu 15.b predstavljene prosječne veličine tekućeg (godišnjeg) zapreminskog prirasta (I_v) sa zapreminom uraslih stabala (V_u) i zapremine posječenih stabala (V_s) za periode

između premjera, po proširenim debljinskim klasama. Zapremina i zapreminski prirast iskazani su zapreminom krupnog drveta.



Grafikon 15. Zapremina sastojine (V_{sast}) pri pojedinim premjerima (a) i prosječni periodični zapreminski prirast (I_v) sa zapreminom uraslih stabala (V_u) i prosječna zapremina posječenih stabala (V_s) u periodima između premjera (b) po proširenim debljinskim klasama na oglednoj plohi 116

Zapremina sastojine tokom perioda posmatranja prvo se povećala, zatim smanjila, a onda se povećavala do kraja perioda posmatranja. Varirala je u intervalu od 159 do 339 m³/ha, zavisno od odnosa veličine zapreminskog prirasta i zapremine posječenih stabala. Najmanja zapremina utvrđena je pri trećem premjeru, nakon sječe jačeg intenziteta. Ovom sječom je posječeno 170 m³/ha (57% od zapremine na početku perioda), a zapreminski prirast u tom periodu je bio 31 m³/ha (5,5 puta manji od zapremine posječenih stabala), [grafikon 15.b](#).

U zapremini sastojine pri prva dva premjera najzastupljenija su bila srednje debela stabla (oko 43%), zatim tanka (oko 35%) i najmanje debela (oko 22%).

Nakon sječe najjačeg intenziteta u zapremini sastojine značajno je povećan udio tankih stabala (na 67%), dok je smanjen udio srednje debelih (na 31%), a posebno je smanjen udio debelih stabala (na 2%). Do kraja perioda posmatranja udio tankih stabala je smanjen (na 38%), a udio srednje debelih i debelih povećan (na 56% i 6%). U prosjeku je udio tankih stabala (48%) bio veći od udjela srednje debelih (42%). Udio debelih stabala je mali jer se radi o lošijim uslovima staništa, pri kojim stabla po pravilu ne mogu postići velike prečnike, pa je i ciljni prsni prečnik manji.

Tekući zapreminski prirast se tokom perioda posmatranja naizmjenično smanjivao i povećavao. Varirao je u intervalu od 3,1 do 7,1 m³/ha/god.

Najveća veličina zapreminskog prirasta postignuta je u petom periodu, nakon perioda najjačeg urastanja stabala. Zapremina uraslih stabala u četvrtom periodu bila je 3,6 m³/ha, odnosno 8% od zapreminskog prirasta. Najmanja veličina zapreminskog prirasta utvrđena je za drugi period, kada je provedena sječa najjačeg intenziteta i značajno smanjena zapremina sastojine. U zapreminskom prirastu u prosjeku su najviše participirala tanka stabla (68%), zatim srednje debela (26%) i najmanje debela (2%). Prosječni udio uraslih stabala u zapreminskom prirastu je 4%. Tokom perioda posmatranja udio tankih stabala naizmjenično se povećavao i smanjivao, dok se udio srednje debelih i debelih stabala naizmjenično smanjivao i povećavao. Udio proširenih debljinskih klasa u zapreminskom prirastu razlikuje se od udjela u zapremini sastojine. U zapreminskom prirastu udio tankih stabala veći je od udjela u zapremini, dok su udjeli srednje debelih i debelih stabala manji.

Zapremina posječenih stabala tokom perioda posmatranja varirala je u intervalu od 5 do 170 m³/ha, za period od 10 godina. U drugom periodu zapremina posječenih stabala bila je znatno veća u odnosu na ostale periode, kao i od zapreminskog prirasta (5,5 puta). Zapremina posječenih stabala u ostalim periodima bila je znatno manja od zapreminskog prirasta (od 7 do 32% od zapreminskog prirasta). Udio proširenih debljinskih klasa u zapremini posječenih stabala tokom perioda posmatranja varirao je u širokom intervalu (od 0 do 65%). U prosjeku je najmanji udio debelih stabala (10%), zatim udio tankih stabala (37%), a najveći je udio srednje debelih (53%).

Udio pojedinih vrsta drveća u zapremini sastojine neznatno se razlikuje od udjela u broju stabala i temeljnici sastojine. Stabla jele su u zapremini sastojine participirala prosječno s 0,2, stabla bukve s 0,8, a smrče i ostalih lišćara s 0,05. Udio stabala jele se tokom perioda posmatranja smanjio (s 0,3 na 0,2), udio stabala bukve se povećao (s 0,7 na 0,8), a udio smrče i ostalih lišćara bio je na istom nivou (0,05). Promjene udjela vrsta drveća u zapremini sastojine tokom perioda posmatranja u određenoj mjeri se razlikuju od promjena udjela u broju stabala, dok su iste s promjenama udjela u temeljnici sastojine. Prema ovom, promjene debljinske strukture, usljed prirašćivanja i sječe stabala, uzrokovale su promjene udjela vrsta drveća u temeljnici i zapremini sastojine.

Učešće pojedinih vrsta drveća u zapreminskom prirastu tokom perioda posmatranja jednako je učešću u broju stabala, dok se u određenoj mjeri razlikuje od učešća u temeljnici i zapremini sastojine. U prvom periodu su u zapreminskom prirastu bila najzastupljenija stabla bukve (0,8), znatno manje stabla jele (0,15) i neznatno stabla smrče i ostalih lišćara (0,05). Tokom perioda posmatranja udio jele se povećao (na 0,3), udio bukve se smanjio (na 0,7), kao i udio smrče i ostalih lišćara (na 0,03).

Udio pojedinih vrsta drveća u zapremini uрасlih stabala tokom perioda posmatranja razlikuje se od udjela u broju stabala, temeljnici i zapremini sastojine. U zapremini uрасlih stabala u prosjeku su u najvećoj mjeri participirala stabla bukve (0,5), zatim stabla jele (0,4) i znatno manje stabla smrče (0,1) i ostalih lišćara (0,004).

Udio vrsta drveća u zapremini posjećenih stabala takođe se razlikuje od udjela u broju stabala, temeljnici i zapremini sastojine. U prosjeku su u zapremini posjećenih stabala tokom perioda posmatranja najviše participirala stabla bukve (0,65), zatim stabla jele (0,3) i neznatno stabla smrče i ostalih lišćara (0,05). Udio stabala bukve u zapremini posjećenih stabala manji je od udjela u zapremini sastojine te je to dijelom uzrok povećanja udjela stabala bukve u zapremini sastojine. Za jelu je obrnuta situacija. Stabla jele uglavnom su više participirala u zapremini posjećenih stabala nego u zapremini sastojine, pa se udio stabala jele u zapremini sastojine smanjivao. Izuzetak su posljednja dva perioda, kada je smanjen udio stabala bukve, a povećan udio jele u zapremini uрасlih stabala i u zapremini sastojine.



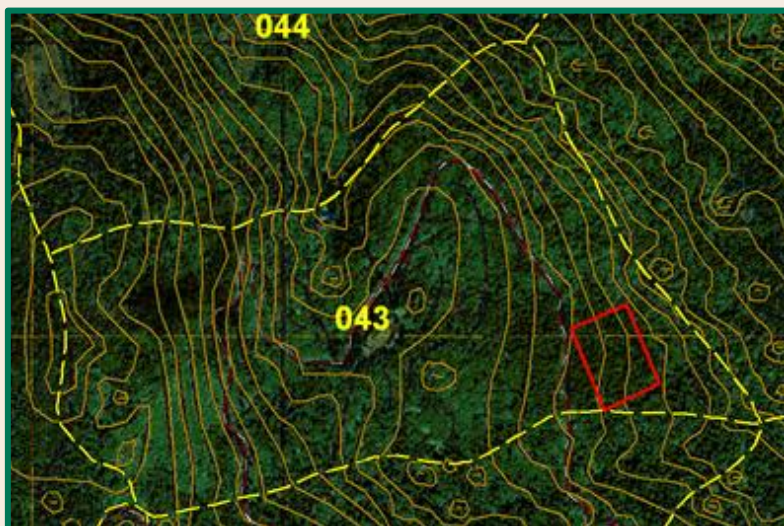
Slika 20. Obilan podmladak jele u subalpinskoj šumi bukve na oglednoj plohi 116

5.4. OGLEDNA PLOHA 43

Lokalitet šumskog odjeljenja 43 i stalne ogledne plohe 43 u okviru GJ "Igman" predstavljeni su na slici 2, a satelitski snimak užeg područja ove plohe s njenim granicama predstavljen je na slici 21. Razmjera na slici prilagođena je raspoloživom prostoru.

Ogledna ploha 43 osnovana je 1956. godine. Prvobitno je njena površina bila 2,7 ha, ali je pri četvrtom premjeru zbog izgradnje kamionskog puta kroz oglednu plohu reducirana na 1,5 ha. Prosječna nadmorska visina je 1110 m, ekspozicija je NE, a nagib terena 20°. Na plohi dominira ilimerizovano zemljište. Prema dva fitocenološka snimka izrađena u razmaku od oko 40 godina, ogledna ploha pripada šumi jele i smrče na krečnjacima (*Abieti Piceetum illyricum* Stef.). Ova ogledna ploha pripada osnovnom tipu šuma VI – b – 4 (Šume jele i smrče na luvisolu na krečnjaku), odnosno proizvodnom tipu VI – b – 3, 4 (Šume jele i smrče na dubokom kalkokambisolu i luvisolu na krečnjaku i dolomitu).

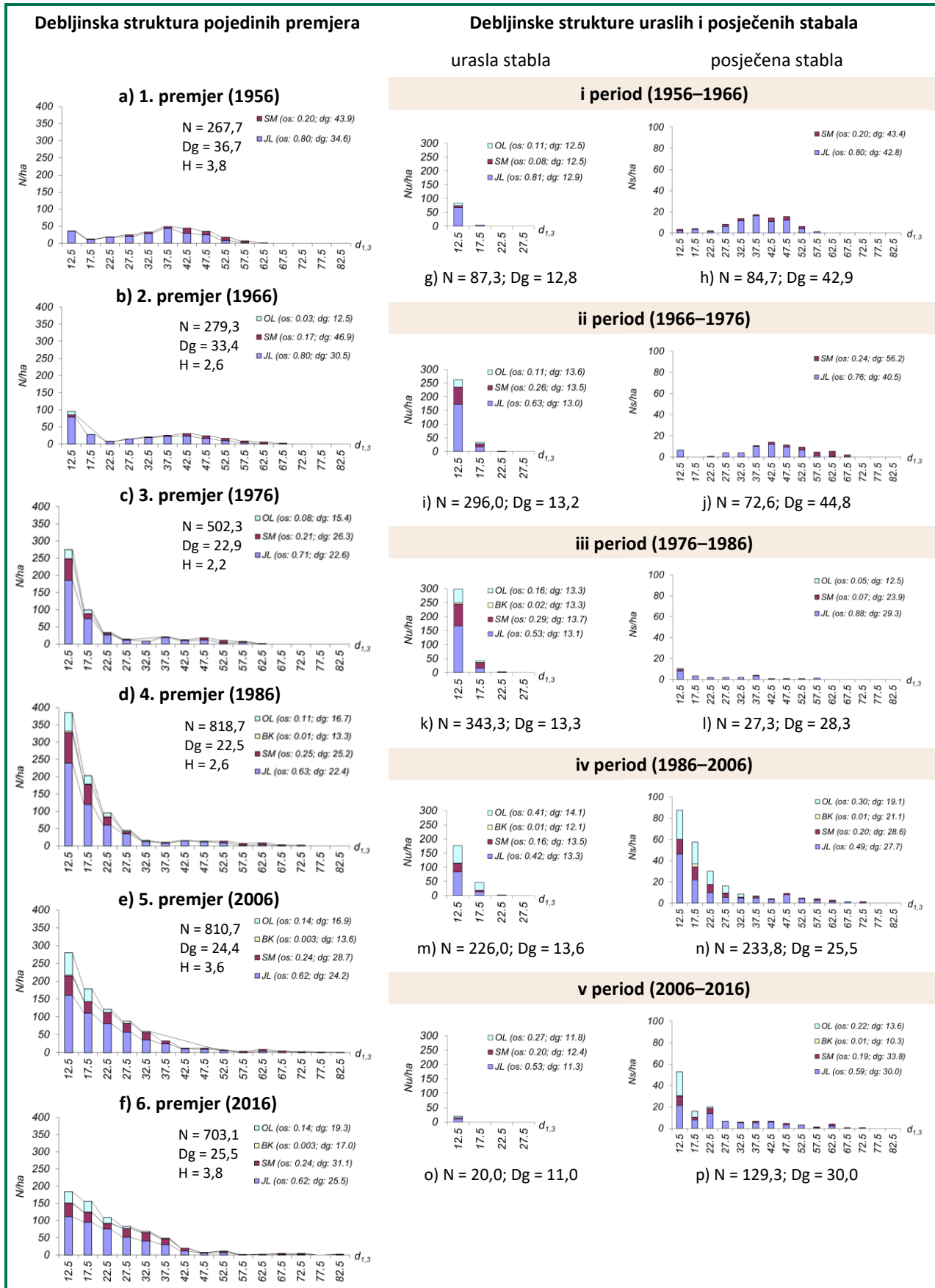
Slika 21. Satelitski snimak užeg područja ogledne plohe 43 s izohipsama, granicama šumskog odjeljenja 43 i granicama stalne ogledne plohe



Prema aktuelnoj ŠGO, ogledna ploha 43, odnosno šumsko odjeljenje 43, pripada gazdinskoj klasi 1204 – šume jele i smrče i smrče (jela) na krečnjačkim i krečnjačko-dolomitnim zemljištima. Pored stabala jele, smrče i bukve evidentirano je prisustvo još 7 lišćarskih vrsta drveća (ostali lišćari): gorski javor (*Acer pseudoplatanus* L.), bijeli jasen (*Fraxinus excelsior* L.), gorski brijest (*Ulmus glabra* Huds.), jarebika (*Sorbus aucuparia* L.), velelisna lipa (*Tilia grandiflora* Ehrh.), divlja trešnja (*Prunus avium* L.), iva (*Salix caprea* L.). Bonitet staništa utvrđen na osnovu visine stabala drugog premjera za jelu je 3,0, za smrču 3,2, a prosječni je 3,2 (ponderisani prosjek s temeljnicom vrsta drveća kao ponderom).

5.4.1. Broj stabala i debljinska struktura na oglednoj plohi 43

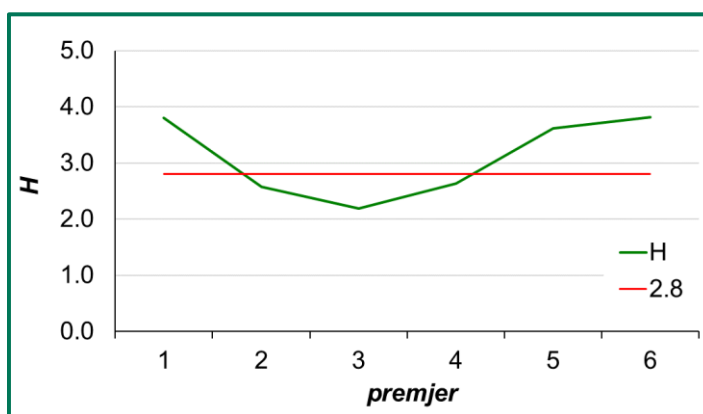
Broj stabala i debljinska struktura pojedinih premjera i uraslih i posječenih stabala u periodima između premjera predstavljeni su na grafikonu 16. (od a do p). Na grafikonima su navedeni i broj stabala (N po ha), srednji prečnik (Dg) i veličina indeksa homogenosti (H) za sve zastupljene vrste drveća zajedno, a u legendi je predstavljen udio (os – omjer smjese) i srednji prečnik (dg) pojedinih vrsta drveća (JL – jela, SM – smrča, BK – bukva, OL – ostali lišćari).



Grafikon 16. Debljinska struktura pojedinih premjera i debljinska struktura uralih i posječenih stabala u periodima između premjera na oglednoj plohi 43

Broj stabala se tokom perioda posmatranja prvo povećavao, a zatim smanjivao, zavisno od odnosa broja uraslih i posječenih stabala. Varirao je u intervalu od 277 do 818 stabala/ha. Najmanji broj stabala utvrđen je pri prvom premjeru (grafikon 16.a), a najveći pri četvrtom (grafikon 16.d). Najveći broj stabala je posječen (uključujući mortalitet) u periodu između petog i šestog premjera, 129 stabala/ha tokom 10 godina (grafikon 16.p), a najmanji u periodu između trećeg i četvrtog, 27 stabala/ha (grafikon 16.l). Broj uraslih stabala uglavnom je bio veći od broja posječenih, varirao je u intervalu od 20 do 343 stabla/ha, tokom perioda od 10 godina. Izuzetak su četvrti i peti period u kojim je broj posječenih stabala bio veći od broja uraslih. Sječe provedene u prvom i drugom periodu rezultirale su velikim brojem uraslih stabala u narednim periodima (drugom i trećem). U četvrtom periodu broj posječenih stabala bio je približno jednak broju uraslih, dok je u petom periodu broj posječenih stabala višestruko veći od broja uraslih (6,5 puta). Smanjenje broja uraslih stabala dijelom je uzrokovano velikim brojem stabala na jedinici površine sastojine (više od 800 stabala/ha).

Oblik debljinske strukture sastojine u vrijeme osnivanja ogledne plohe je zbog relativno malog broja tankih stabala odstupao od oblika kose opadajuće krive koji je karakterističan za preborne sastojine. Na odstupanje od preborne strukture ukazuje i veličina indeksa homogenosti koja je veća od 2,8 ($H = 3,8$), grafikon 17. Prema ovom, za sastojinu na oglednoj plohi u vrijeme osnivanja može se reći da je to bila raznodobna



Grafikon 17. Veličina indeksa homogenosti sastojine pri pojedinim premjerima na oglednoj plohi 43

višespratna sastojina s u određenoj mjeri zadržanim karakteristikama prašume. Vremenom je uz sječu stabala, zasnovanu na pozitivnoj selekciji, smanjen udio srednje debelih i debelih stabala, a povećan udio tankih, i smanjena je veličina indeksa homogenosti. **Nakon prve sječe, u vrijeme drugog premjera, postignuta je preborna struktura sastojine, koja je zadržana narednih 20–30 godina (grafikoni 16.b, 16.c, 16.d i 17). U četvrtom periodu (dužina 20 godina) smanjen je udio tankih i debelih stabala, a povećan udio srednje debelih, pa je izgubljena preborna struktura ($H > 2,8$; grafikoni 16.e, 16.f i 17).** I tokom petog perioda je smanjen udio tankih stabala, a povećan udio srednje debelih i debelih stabala, pa je struktura pri šestom premjeru još više odstupala od preborne. Ponovno postizanje i očuvanje preborne strukture u narednom periodu moguće je sječom debelih (najdebljih) i srednje debelih stabala, čime će se omogućiti razvoj postojećeg i pojava i razvoj novog podmlatka, kao i održavanje većeg broja tankih stabala.

Srednji prečnik sastojine tokom vremena varirao je u intervalu od 22,5 do 36,7 cm. Najveći srednji prečnik utvrđen je pri prvom premjeru (grafikon 16.a), a najmanji pri četvrtom (grafikon 16.d), nakon provedenih sječa koje su praćene intenzivnim urastanjem stabala. Srednji prečnik uraslih stabala varirao je u intervalu od 11,0 do 13,6 cm. Najveći srednji prečnik uraslih stabala utvrđen je za četvrti period (grafikon 16.m), čija je dužina 20 godina, tokom kojeg su neka

stabala urasla i u više debljinske stepene (do 22,5 cm). Srednji prečnik posječenih stabala varirao je u intervalu od 25,5 do 44,8 cm. Najmanji je utvrđen za peti period, kada su u posječenim stablima u najvećoj mjeri bila zastupljena tanka stabla ([grafikon 16.p](#)), a najveći za drugi period, kada su sječom obuhvaćena uglavnom srednje debela i debela stabla ([grafikon 16.j](#)). Sječom najjačeg intenziteta, koja je provedena u četvrtom periodu ([grafikon 16.n](#)), u najvećoj mjeri su obuhvaćena tanka stabla pa je srednji prečnik manji od maksimalnog.

Srednji prečnik stabala jele tokom vremena varirao je u intervalu od 22,4 do 34,6 cm i u početku se smanjivao, a zatim se povećavao. Srednji prečnik stabala smrče varirao je u intervalu od 25,2 do 46,9 cm, a tokom vremena prvo povećao, zatim smanjivao pa povećavao. Srednji prečnik stabala bukve varirao je u intervalu od 13,3 do 17,0 cm, a ostalih lišćara od 12,5 do 19,3 cm. Srednji prečnik bukve i ostalih lišćara se tokom perioda posmatranja povećavao. Smanjenje srednjeg prečnika stabala jele posljedica je sječe srednje debelih i debelih stabala, posebno u prva dva perioda, i intenzivnog urastanja u periodima nakon sječe. I za ostale vrste drveća smanjenje srednjeg prečnika je posljedica sječe debljih stabala i/ili intenzivnog urastanja stabala, a povećanje je posljedica izostanka urastanja i/ili izostanka sječe debelih stabala.

Na početku perioda posmatranja u broju stabala su bila zastupljena samo stabla jele i smrče, u omjeru 0,8 : 0,2. Tokom perioda posmatranja udio stabala jele se smanjio (na 0,6), udio stabala smrče se nije mnogo mijenjao (0,2), a u periodu između prvog i drugog premjera među uralim stablima pojavila su se stabla lišćarskih vrsta drveća i njihov udio je počev od trećeg premjera bio 0,1. Prva urasla stabla bukve evidentirana su pri četvrtom premjeru. Promjene udjela vrsta drveća posljedica su odnosa njihove participacije u broju uralih i posječenih stabala i razlike između broja uralih i posječenih stabala. Smanjenje udjela jele posljedica je većeg udjela stabala jele u broju posječenih nego u broju uralih stabala, male promjene udjela smrče posljedica su podjednakog udjela u broju posječenih i uralih stabala, a povećanje udjela bukve i ostalih lišćara posljedica većeg udjela u broju uralih od udjela u broju posječenih stabala. U broju uralih stabala najvećim dijelom su participirala stabla jele (prosječno 0,6), manje stabla smrče i bukve i ostalih lišćara (prosječno po 0,2). Tokom perioda posmatranja udio stabala jele u broju uralih stabala se smanjio (s 0,8 na 0,5), udio stabala smrče varirao je u širem intervalu (oko 0,2), dok se udio stabala bukve i ostalih lišćara povećao, posebno u četvrtom i petom periodu (s 0,1 na 0,4 ili 0,8). U broju posječenih stabala u prosjeku su najviše participirala stabla jele (0,7), manje stabla smrče (0,2) i najmanje stabla bukve i ostalih lišćara (0,1). Tokom vremena se udio stabala jele smanjio (s 0,8 na 0,6), udio stabala smrče se nije mnogo mijenjao (0,2), a udio stabala bukve i ostalih lišćara se povećao (s 0,0 na 0,2).

5.4.2. Temeljnica sastojine na oglednoj plohi 43

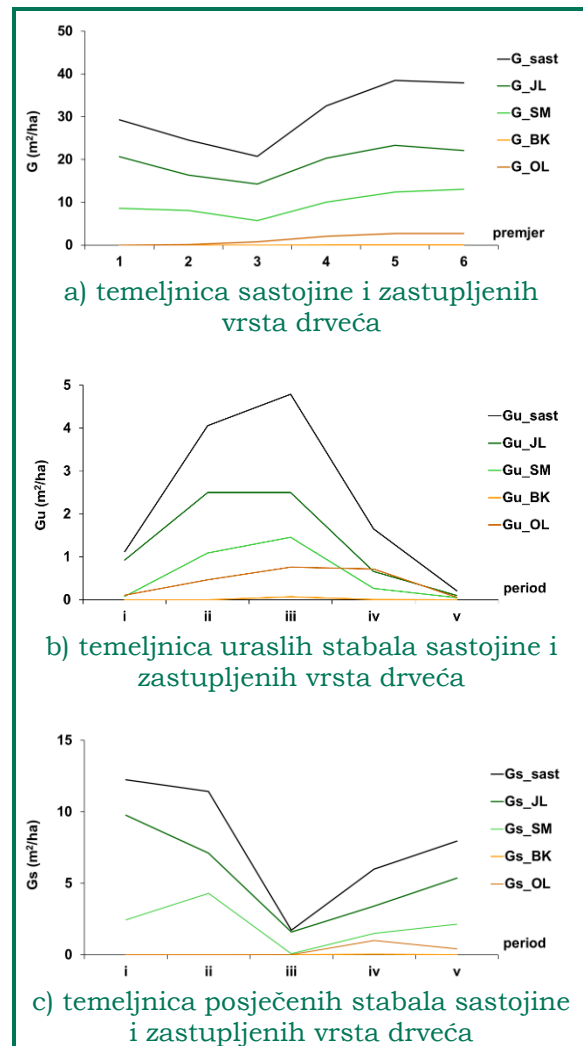
Na [grafikonu 18](#). (a, b, c) predstavljene su veličine temeljnica sastojine i zastupljenih vrsta drveća (G) pri pojedinim premjerima i uralih i posječenih stabala (Gu i Gs) u periodima između premjera. Temeljnica sastojine na oglednoj plohi tokom perioda posmatranja varirala je u intervalu od 20,8 do 38,5 m²/ha. Najmanja veličina je utvrđena pri trećem premjeru ([grafikon 18.a](#)), nakon sječe jačeg intenziteta u prethodna dva perioda ([grafikon 18.c](#)), a najveća pri petom,

nakon dva perioda sječa slabijeg intenziteta. Pri sječama najjačeg intenziteta temeljnica posječenih stabala bila je 12,2, odnosno 11,4 m²/ha (42, odnosno 47% od temeljnice na početku perioda). U temeljnici posječenih stabala najviše su participirala stabla jele, s 80 i 62%. Nakon sječa jačeg intenziteta došlo je do povećanja temeljnice uraslih stabala, za 3,6 puta u odnosu na temeljnicu uraslih stabala u prvom periodu (grafikon 18.b). Nakon ovog povećanja temeljnica uraslih stabala se do kraja perioda posmatranja smanjivala, dok se temeljnica posječenih stabala smanjivala do trećeg perioda, a zatim se povećavala. Temeljnica posječenih stabala uglavnom je bila veća od temeljnice uraslih stabala, za od 2,8 do 38,2 puta. Obrnuto je bilo u trećem periodu, u kojem je temeljnica uraslih stabala bila veća za 2,8 puta od temeljnice posječenih stabala. Povećanje temeljnice sastojine najvećim je dijelom posljedica prirasta temeljnice stabala u sastojini, dok temeljnica uraslih stabala participirala maksimalno s 41% (treći period).

U temeljnici sastojine tokom perioda posmatranja najviše su participirala stabla jele, prosjek 0,6. Na početku perioda posmatranja udio stabala jele bio je najveći (0,7), a zatim se do kraja perioda posmatranja smanjio (na 0,6). Udio stabala smrče bio je manji, prosjek 0,3. Tokom perioda posmatranja neznatno je varirao. Prosječni udio stabala lišćarskih vrsta drveća u temeljnici sastojine tokom perioda posmatranja je 0,04. Na početku je bio najmanji, a zatim se konstantno povećavao (s 0,0 na 0,1).

Udio stabala zastupljenih vrsta drveća u temeljnici uraslih stabala je malo drugačiji. Stabla jele su bila najzastupljenija (prosijek 0,6), dok su stabla smrče i lišćarskih vrsta drveća bila podjednako zastupljena (prosijek 0,2). Tokom perioda posmatranja udio stabala jele se smanjivao (s 0,8 na 0,5), dok se udio stabala smrče i lišćarskih vrsta povećao (s 0,1 na 0,2, odnosno 0,3).

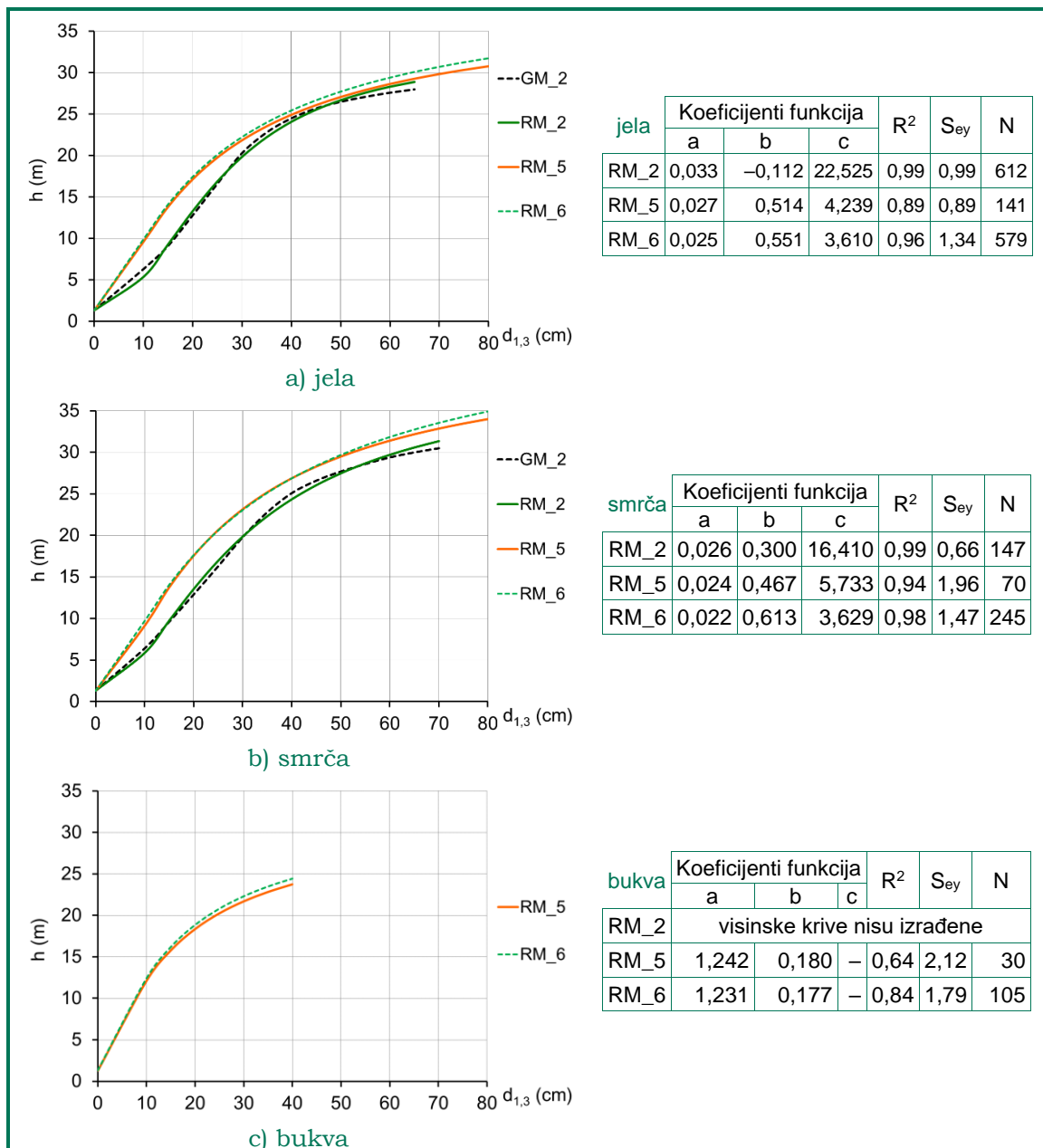
U temeljnici posječenih stabala tokom perioda posmatranja u prosjeku su najviše participirala stabla jele (prosijek 0,7), zatim stabla smrče (prosijek 0,2) i stabla ostalih lišćara (prosijek 0,1). Tokom perioda posmatranja udio pojedinih vrsta drveća se naizmjenično smanjivao i povećavao (jela) i obrnuto (smrča).



Grafikon 18. Temeljnica sastojine i zastupljenih vrsta drveća pri pojedinim promjerima (1, 2, 3, 4, 5, 6) i temeljnica uraslih i posječenih stabala u periodima između promjera (i, ii, iii, iv, v) na oglednoj plohi 43

5.4.3. Visina stabala na oglednoj plohi 43

Visinske krive izrađene na osnovu podataka drugog (GM_2, RM_2), petog (RM_5) i šestog (RM_6) promjera za osnovne vrste drveća i veličine koeficijenata i statističkih pokazatelja odabranih regresionih modela (R^2 – koeficijent determinacije, S_{ey} – standardna greška procjene, N – veličina uzorka) predstavljene su na **grafikonu 19.** (a, b, c). Svi odabrani modeli za jelu i smrču su funkcije Prodana, a za bukvu funkcije Pettersona. Visinske krive su predstavljene za intervale prsnog prečnika u kojim su zastupljena stabla.



Grafikon 19. Visinske krive s parametrima regresionih modela za jelu, smrču i bukvu na oglednoj plohi 43

Veličine koeficijenta determinacije ukazuju na to da se odabranim regresionim modelima znatan dio varijabiliteta visine stabala objašnjava variranjem prsnog prečnika, za jelu i smrču više od 90%, a za bukvu više od 80%. Izuzetak su regresioni modeli za jelu i bukvu za peti promjer. Najveći koeficijent determinacije

i najmanja standardna greška procjene utvrđeni su za regresione modele drugog promjera jer je regresija provedena za prosječne visine debljinskih stepeni.

Sve visinske krive imaju tipični sigmoidni oblik i za sve vrste drveća uočava se njihovo pomjeranje tokom perioda posmatranja prema većim visinama, u cijelom intervalu empirijskih podataka. Pomjeranje visinskih krivih za jelu je veće u nižim debljinskim stepenima, dok je za smrču približno jednako u cijelom intervalu empirijskih podataka. Razlike između visinskih krivih petog i šestog promjera manje su od razlika između drugog i petog promjera. Pomjeranje visinskih

krivih rezultiralo je odgovarajućom promjenom utvrđenog bonitetnog razreda staništa. U **tabeli 5.** predstavljeni su bonitetni razredi staništa za jelu, smrču i bukvu utvrđeni na osnovu procijenjene visine stabala, prsnog prečnika 30 cm i više, prema grafičkom i regresionom modelu za podatke drugog promjera (GM_2 i RM_2) i regresionim modelima za podatke petog i šestog promjera (RM_5 i RM_6).

Pomjeranje visinskih krivih u skladu je s promjenom debljinske strukture sastojine. Pomjeranje visinskih krivih prema većim visinama posljedica je povećanja udjela tankih, smanjenja udjela srednje debelih i povećanja udjela debelih stabala, zbog čega se povećava konkurencija između stabala. U tim uslovima stabla na račun debljinskog prirasta zadržavaju intenzivan prirast u visinu i postižu veći stepen vitkosti u svim debljinskim klasama, tzv. strategija opstanka (Pretsch 2009). Osim ovog, povećanje visine stabala određenih debljina posljedica je odabira i sječe nižih stabala u skladu s principom pozitivne selekcije, ali i razlika između uzoraka na osnovu kojih su izrađene visinske krive (N na **grafikonu 19**). Pomjeranje visinskih krivih za jelu i smrču manje je od širine bonitetnog razreda. Visinske krive svih promjera za obje vrste su u okviru trećeg bonitetnog razreda staništa. Visinske krive petog i šestog promjera za bukvu i ostale lišćarske vrste nisu pouzdane za ocjenu proizvodnog potencijala staništa te su utvrđene promjene orijentacionog karaktera za tanka stabla. S obzirom na to da su se tokom vremena provodile preborne sječe zasnovane na principu pozitivne selekcije i da je postignuta preborna struktura, ili približna njoj, kao pouzdanija mjera proizvodnog potencijala mogu se prihvatiti bonitetni razredi staništa utvrđeni na osnovu podataka petog i šestog promjera. Ovo se, zbog nedostatka srednje debelih i debelih stabala, ne odnosi na bukvu i ostale lišćare.

Tabela 5. Bonitetni razred staništa za jelu, smrču i bukvu prema utvrđenim visinskim krivim za drugi, peti i šesti promjer za oglednu plohu 43

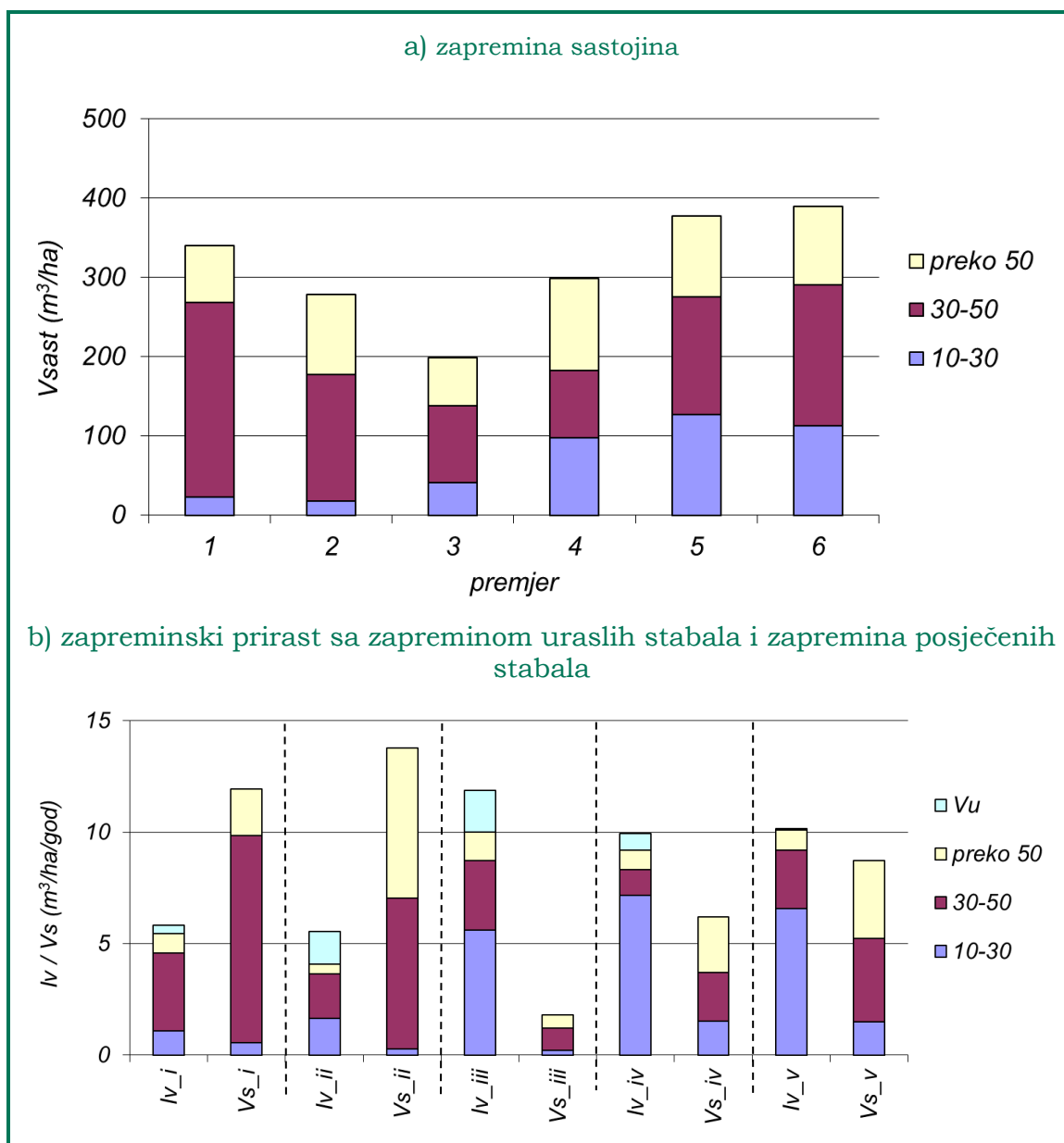
Model	Vrsta drveća		
	JL	SM	BK
GM_2	3,0	3,2	–
RM_2	3,1	3,3	–
RM_5	2,8	2,7	3,0*
RM_6	2,5	2,6	2,6*

*utvrđeno na osnovu procijenjene visine samo za debljinske stepene 32,5 i 37,5

5.4.4. Zapremina i zapreminski prirast sastojine na oglednoj plohi 43

Zapremina sastojine (V_{sast}) pri pojedinim promjerima, po proširenim debljinskim klasama, predstavljena je na **grafikonu 20.a**, dok su na **grafikonu 20.b** predstavljene prosječne veličine tekućeg (godišnjeg) zapreminskog prirasta (I_v) sa zapreminom uraslih stabala (V_u) i zapremine posječenih stabala (V_s) za periode između promjera, po proširenim debljinskim klasama. Zapremina i zapreminski prirast iskazani su zapreminom krupnog drveta.

Zapremina sastojine tokom perioda posmatranja prvo se smanjivala, a zatim povećavala, zavisno od odnosa veličine zapreminskog prirasta i zapremine posjećenih stabala. Varirala je u intervalu od 198 do 390 m³/ha. Najmanja zapremina utvrđena je pri trećem premjeru, nakon dvije sječe jačeg intenziteta. U prvom periodu je posječeno 119 m³/ha, a u drugom 138 m³/ha (35% i 49% od zapremine na početku perioda), a zapreminski prirast u oba perioda bio je 58 m³/ha (2 i 2,4 puta manji od zapremine posjećenih stabala), **grafikon 20.b**.



Grafikon 20. Zapremina sastojine (V_{sast}) pri pojedinim premjerima (a) i prosječni periodični zapreminski prirast (I_v) sa zapreminom uraslih stabala (V_u) i prosječna zapremina posjećenih stabala (V_s) u periodima između premjera (b) po proširenim debljinskim klasama na oglednoj plohi 43

U zapremini sastojine tokom perioda posmatranja uglavnom je bio najveći udio srednje debelih stabala (prosječno 49%). Izuzetak je četvrti premjer, kada je udio ovih stabala bio manji i od udjela tankih i od udjela debelih stabala. Udio tankih stabala na početku perioda posmatranja bio je mali, ali se povećavao do petog premjera, dok se udio srednje debelih smanjivao. Udio debelih stabala se tokom perioda

posmatranja naizmjenično povećavao i smanjivao. U prosjeku je udio tankih stabala (21%) bio manji od udjela debelih (30%). Povećanje udjela tankih stabala javilo se u periodima nakon sječa jačeg intenziteta, kada je došlo do intenzivnog urastanja stabala u inventarisanom dio sastojine. Udio srednje debelih i debelih stabala se mijenjao zavisno od prirasta i sječe ovih stabala.

Tekući zapreminski prirast se tokom perioda posmatranja naizmjenično smanjivao i povećavao. Varirao je u intervalu od 6,2 do 11,9 m³/ha/god.

Najveća veličina zapreminskog prirasta postignuta je u trećem periodu, nakon perioda u kojim su provedene sječe jačeg intenziteta, a kojim su značajnim dijelom obuhvaćena srednje debela i debela stabla, te je smanjena zapremina i uspostavljena preborna struktura. Najveća zapremina uraslih stabala bila je u drugom i trećem periodu, 15 i 19 m³/ha/god, odnosno 26 i 16% od zapreminskog prirasta. Najmanja veličina zapreminskog prirasta utvrđena je za prvi i drugi period. U zapreminskom prirastu su u prosjeku najviše participirala tanka stabla (46%), zatim srednje debela (32%) i najmanje debela (10%). Tokom perioda posmatranja udio tankih stabala se povećao, a udio srednje debelih i debelih stabala smanjio. Udio proširenih debljinskih klasa u zapreminskom prirastu razlikuje se od udjela u zapremini sastojine. U zapreminskom prirastu udio tankih stabala veći je od udjela u zapremini, dok su udjeli srednje debelih i debelih stabala manji.

Zapremina posječenih stabala se tokom perioda posmatranja prvo povećala, zatim značajno smanjila, a nakon toga se povećavala. Varirala je u intervalu od 2 do 140 m³/ha, za period od 10 godina. U prvom i drugom periodu zapremina posječenih stabala bila je znatno veća od zapreminskog prirasta (2 i 2,4 puta), u četvrtom i petom periodu bila je manja od zapreminskog prirasta (62 i 86% od zapreminskog prirasta), a u trećem periodu bila je znatno manja (15% od zapreminskog prirasta). Udio proširenih debljinskih klasa u zapremini posječenih stabala tokom perioda posmatranja varirao je u širokom intervalu (od 2 do 78%). U prosjeku je najmanji udio tankih stabala (12%), zatim udio debelih stabala (36%), a najveći je udio srednje debelih (52%).

Udio pojedinih vrsta drveća u zapremini sastojine na početku perioda posmatranja sličan je udjelu u broju stabala, a jednak udjelu u temeljnici sastojine. Stabla jele su participirala s 0,7, a smrče s 0,3. Udio stabala jele se tokom perioda posmatranja smanjio (na 0,6), dok se udio stabala smrče zadržao na istom nivou (0,3). Pri trećem premjeru evidentirano je prisustvo stabala lišćarskih vrsta drveća u inventarisanom dijelu sastojine. Njihov udio se od trećeg do šestog premjera povećao s 0,02 na 0,1. Tokom perioda posmatranja udio vrsta drveća u zapremini mijenjao se na isti način kao udio u broju stabala i temeljnici sastojine. Promjene debljinske strukture, zbog priraščivanja i sječe stabala, nisu uzrokovale promjene udjela vrsta drveća u temeljnici i zapremini sastojine.

Učešće pojedinih vrsta drveća u zapreminskom prirastu tokom perioda posmatranja neznatno se razlikuje od udjela u broju stabala, temeljnici i zapremini sastojine. U prvom periodu su i u zapreminskom prirastu bila zastupljenija stabla jele (0,7) od stabala smrče (0,3). Tokom perioda posmatranja udio jele se smanjio (na 0,6), udio smrče ostao nepromijenjen (na 0,3), dok se udio bukve i ostalih lišćara povećao (na 0,1).

Udio pojedinih vrsta drveća u zapremini uraslih stabala tokom perioda posmatranja ne razlikuje se mnogo od udjela u broju stabala sastojine, dok su razlike veće u odnosu na udio u temeljnici i zapremini sastojine. U zapremini

uraslih stabala u prosjeku su u najvećoj mjeri participirala stabla jele (0,5), zatim bukve i ostalih lišćara (0,3), a najmanje stabla smrče (0,2).

Udio vrsta drveća u zapremini posječenih stabala manje se razlikuje od udjela u broju stabala, temeljnici i zapremini sastojine. U zapremini posječenih stabala tokom perioda posmatranja u prosjeku su najviše participirala stabla jele (0,8), zatim stabla smrče (0,2), a najmanje stabla bukve i ostalih lišćara (0,03). Udio stabala jele u zapremini posječenih stabala uglavnom je bio veći od udjela u zapremini sastojine, što je dijelom uzrok smanjenja udjela jele u zapremini sastojine. Za smrču važi suprotno. Udio stabala smrče u zapremini posječenih stabala uglavnom je bio manji od udjela u zapremini sastojine, pa je dijelom uzrok povećanja udjela smrče u zapremini sastojine. Sjećom najjačeg intenziteta, u drugom periodu, više su obuhvaćena stabla jele (0,6) nego stabla smrče (0,4), dok stabala bukve i ostalih lišćara nije bilo.



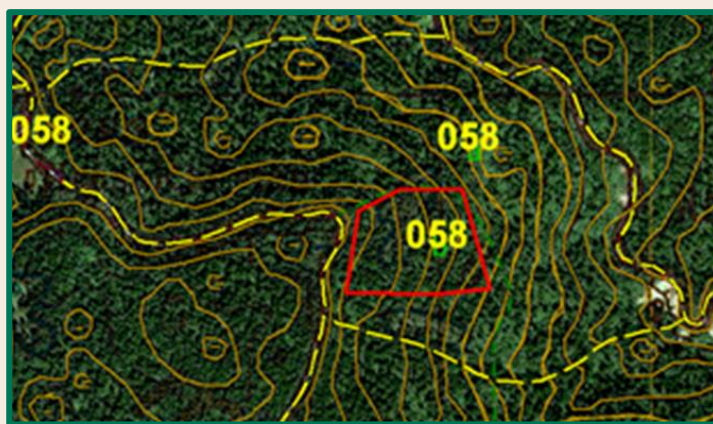
Slika 22. Raznodobna višespratna sastojina jele i smrče na oglednoj plohi 43

5.5. OGLEDNA PLOHA 58

Lokalitet šumskog odjeljenja 58 i stalne ogledne plohe 58 u okviru GJ “Igman” predstavljeni su na slici 2, a satelitski snimak užeg područja ove plohe s njenim granicama predstavljen je na slici 23. Razmjera na slici prilagođena je raspoloživom prostoru.

Ogledna ploha 58 osnovana je 1954. godine. Njena površina je 2,63 ha, prosječna nadmorska visina 1280 m, ekspozicija je NE, a nagib terena 25°. Na oglednoj plohi preovladava smeđe, pretežno plitko, pjeskovito zemljište na saharoidnom dolomitu, koji je mjestimično rastresen u pržinu. Prema fitocenološkom snimku izrađenom u vrijeme drugog premjera, ogledna ploha je pripadala šumama jele i smrče na krečnjacima (*Abieti Piceetum illyricum* Stef.). Drugi fitocenološki snimak izrađen je pri petom premjeru, oko 40 godina kasnije, i on ukazuje na to da je na oglednu plohu “došla” bukva i da se radi o gorskoj šumi bukve i jele sa smrčom na seriji dolomitnih i krečnjačkih zemljišta (*Abieti Fagetum illyricum* Treg.). Ogledna ploha je u vrijeme drugog premjera pripadala osnovnom tipu šuma VI – b – 2 (Šume jele i smrče na plitkom kalkokambisolu), proizvodnom tipu VI – b – 1, 2 (Šume jele i smrče na kalkomelanosolu i plitkom kalkokambisolu). U vrijeme petog premjera ogledna ploha pripada osnovnom tipu II – b – 3 (Šume bukve i jele sa smrčom na plitkim zemljištima na krečnjacima), proizvodnom tipu II – b – 2, 3 (Šume bukve i jele sa smrčom na smeđim zemljištima na krečnjacima). Prema aktuelnoj ŠGO, ogledna ploha 58, odnosno šumsko odjeljenje 58 (odsjek b), pripada gazdinskoj klasi 1204 – šume jele i smrče i smrče (jele) na krečnjačkim i krečnjačko-dolomitnim zemljištima.

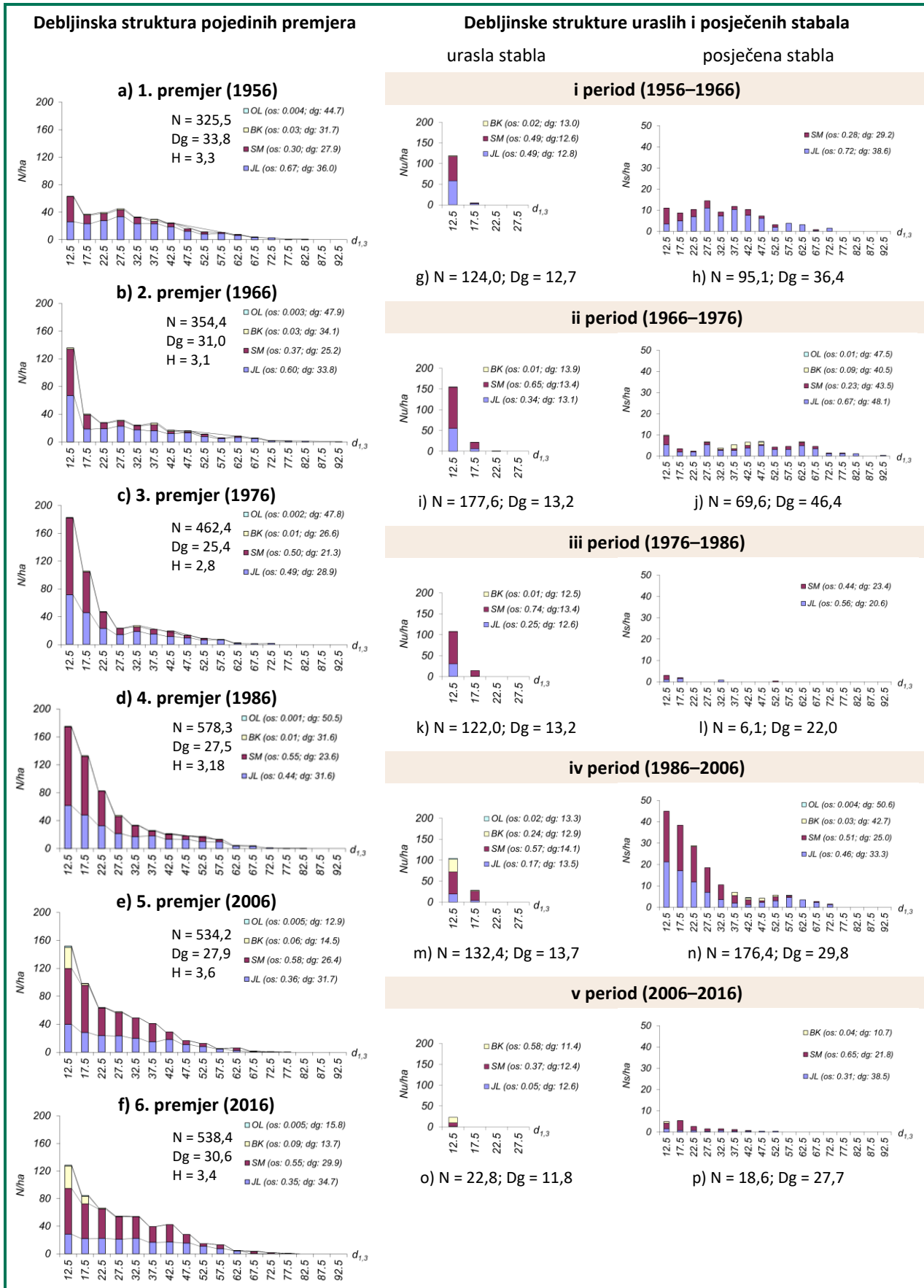
Pored stabala jele, smrče i bukve, na oglednoj plohi su evidentirana stabla gorskog javora (*Acer pseudoplatanus* L.), jarebike (*Sorbus aucuparia* L.) i ive (*Salix caprea* L.), kategorija ostali lišćari. Bonitet staništa utvrđen na osnovu visine stabala drugog premjera za jelu je 3,5, za smrču 3,6, za bukvu 3,7, a prosječni je 3,6 (ponderisani prosjek s temeljnicom vrsta drveća kao ponderom).



Slika 23. Satelitski snimak užeg područja ogledne plohe 58 s izohipsama, granicama ogledne plohe i granicama šumskog odjeljenja 58

5.5.1. Broj stabala i debljinska struktura na oglednoj plohi 58

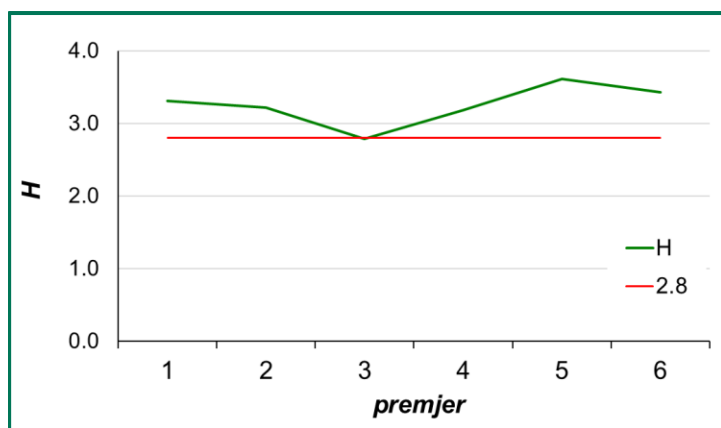
Broj stabala i debljinska struktura pojedinih premjera i uraslih i posječenih stabala u periodima između premjera predstavljeni su na grafikonu 21. (od a do p). Na grafikonima su navedeni i broj stabala (N po ha), srednji prečnik (Dg) i veličina indeksa homogenosti (H) za sve zastupljene vrste drveća zajedno, a u legendi je predstavljen udio (os – omjer smjese) i srednji prečnik (dg) pojedinih vrsta drveća (JL – jela, SM – smrča, BK – bukva, OL – ostali lišćari).



Grafikon 21. Debljinska struktura pojedinih premjera (1, 2, 3, 4, 5, 6) i debljinska struktura uraslih i posječenih stabala u periodima između premjera (i, ii, iii, iv, v) na oglednoj plohi 58

Broj stabala na oglednoj plohi tokom perioda posmatranja varirao je u intervalu od 326 do 578 stabala/ha. Povećavao se i smanjivao, zavisno od odnosa broja uralih i posječenih stabala. Najmanji broj stabala utvrđen je pri prvom premjeru (**grafikon 21.a**), a najveći pri četvrtom (**grafikon 21.d**). Najveći broj stabala je posječen (uključujući mortalitet) u drugom periodu, između prvog i drugog premjera, 95 stabala/ha (**grafikon 21.h**), a najmanji u trećem, 6 stabala/ha (**grafikon 21.l**). Broj uralih stabala uglavnom je bio veći od broja posječenih stabala, varirao je u intervalu od 23 do 178 stabala/ha tokom perioda od 10 godina. Izuzetak je četvrti period u kojem je broj posječenih stabala bio veći od broja uralih. Sječe jačeg intenziteta, provedene u prvom i drugom periodu, rezultirale su znatno većim brojem uralih stabala u periodima kada su sječe provedene, a i u narednom (**grafikoni 21.g i 21.i**).

Oblik debljinske strukture sastojine u vrijeme osnivanja ogledne plohe je zbog relativno malog broja tankih stabala odstupao od oblika kose opadajuće krive koji je karakterističan za preborne sastojine. Na odstupanje od preborne strukture ukazuje i veličina indeksa homogenosti koja je veća od 2,8 ($H = 3,3$), **grafikon 22**. Prema ovom, za sastojinu na oglednoj plohi u vrijeme osnivanja može se reći da je



Grafikon 22. Veličina indeksa homogenosti sastojine pri pojedinim premjerima na oglednoj plohi 58

to bila raznodobna višespratna sastojina s u određenoj mjeri zadržanim karakteristikama prašume. Vremenom je uz sječu stabala, zasnovanu na pozitivnoj selekciji, smanjen udio srednje debelih i debelih stabala, a povećan udio tankih, i smanjena je veličina indeksa homogenosti. **Nakon dvije sječe, tokom prva dva perioda, u vrijeme trećeg premjera postignuta je**

preborna struktura sastojine (**grafikoni 21.c i grafikon 22**). **U narednim periodima povećan je udio tankih, ali i srednje debelih stabala, pa je izgubljena preborna struktura** ($H > 2,8$; **grafikoni 21.d, 21.e, 21.f i grafikon 22**). Ponovno postizanje i očuvanje preborne strukture u narednom periodu moguće je sječom debelih (najdebljih) i srednje debelih stabala, čime će se omogućiti razvoj postojećeg i pojava i razvoj novog podmlatka, kao i održavanje većeg broja tankih stabala.

Srednji prečnik sastojine tokom vremena varirao je u intervalu od 25,4 do 33,8 cm. Najveći srednji prečnik utvrđen je pri prvom premjeru (**grafikon 21.a**), a najmanji pri trećem (**grafikon 21.c**), nakon sječa jačeg intenziteta (u prvom i drugom periodu). Srednji prečnik uralih stabala varirao je u intervalu od 11,8 do 13,7 cm. Najveći srednji prečnik uralih stabala utvrđen je za četvrti period (**grafikon 21.m**), čija je dužina 20 godina, a tokom kojeg je veći broj uralih stabala prešao i u debljinski stepen 17,5 cm. Za naredni (peti) period utvrđen je najmanji broj uralih stabala i najmanji srednji prečnik uralih stabala (**grafikon 21.o**). Srednji prečnik posječenih stabala varirao je u intervalu od 22,0 do 46,4 cm. Najmanji je utvrđen za period najmanjeg intenziteta sječe, a najveći za drugi period, kada je provedena sječa jačeg intenziteta i posječen približno jednak broj tankih, srednje debelih i debelih stabala

([grafikon 21.j](#)). Sječom najjačeg intenziteta, koja je provedena u prvom periodu ([grafikon 21.h](#)), u najvećoj mjeri su obuhvaćena tanka i srednje debela stabla pa je srednji prečnik manji od maksimalnog.

Srednji prečnik stabala jele tokom vremena varirao je u intervalu od 28,9 do 36,0 cm i uglavnom se smanjivao. Srednji prečnik stabala smrče varirao je u intervalu od 21,3 do 29,9 cm, a tokom vremena se prvo smanjivao, a zatim povećavao. Srednji prečnik stabala bukve varirao je u intervalu od 13,7 do 34,1 cm, a ostalih lišćara od 12,9 do 50,5 cm. Njihov srednji prečnik prvo se povećavao, a zatim smanjivao. Smanjenje srednjeg prečnika stabala jele posljedica je intenzivne sječe srednje debelih i debelih stabala jele ([grafikoni 21.h, 21.j, 21.l, 21.n, 21.p](#)), posebno u prva dva perioda. I za ostale vrste drveća smanjenje srednjeg prečnika posljedica je sječe debljih stabala i/ili intenzivnog urastanja stabala, a povećanje je posljedica izostanka urastanja i/ili izostanka sječe debelih stabala.

Na početku perioda posmatranja u broju stabala bila su najzastupljenija stabla jele (0,7), zatim smrče (0,3) i neznatno je bilo stabala bukve i ostalih lišćara (0,03). Tokom vremena smanjivao se udio stabala jele (na 0,4), dok su se udjeli stabala smrče i bukve i ostalih lišćara povećali (na 0,6, odnosno na 0,1). Smanjenje udjela jele posljedica je većeg udjela stabala jele u broju posječenih nego u broju uraslih stabala, dok za stabla smrče i bukve važi obrnuto. U broju uraslih stabala najvećim dijelom su participirala stabla smrče (prosjeak 0,5), manje stabla jele (prosjeak 0,3) i najmanje stabla bukve i ostalih lišćara (prosjeak 0,2). Tokom perioda posmatranja udio stabala jele u broju uraslih stabala se povećao (s 0,5 na 0,1), dok se udio stabala smrče prvo povećavao do trećeg perioda (s 0,5 na 0,7), a zatim se smanjivao (na 0,4). Udio stabala bukve se povećao (s 0,02 na 0,6), posebno u četvrtom i petom periodu. U broju posječenih stabala u prosjeku su najviše participirala stabla jele (0,6), manje stabla smrče (0,4) i neznatno stabla bukve i ostalih lišćara (0,03). Tokom vremena u broju posječenih stabala smanjio se udio stabala jele (s 0,7 na 0,3), udio stabala smrče se povećao (s 0,3 na 0,7), a udio stabala bukve i ostalih lišćara bio je najveći u drugom periodu (0,1), a zatim se smanjio (na 0,04).

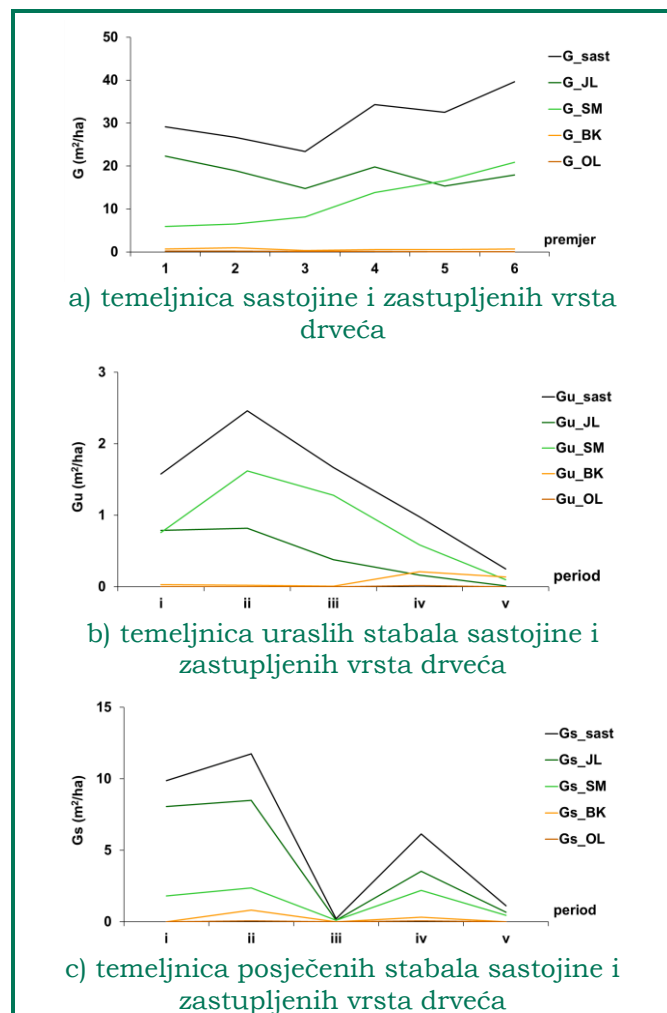
5.5.2. Temeljica sastojine na oglednoj plohi 58

Na [grafikonu 23](#). (a, b, c) predstavljene su veličine temeljnice sastojine i zastupljenih vrsta drveća (G) pri pojedinim premjerima i uraslih i posječenih stabala (Gu i Gs) u periodima između premjera.

Temeljica sastojine na oglednoj plohi tokom perioda posmatranja varirala je u intervalu od 23,4 do 39,6 m²/ha. Najmanja veličina utvrđena je pri trećem premjeru ([grafikon 23.a](#)), nakon sječe jačeg intenziteta u prethodna dva perioda, a najveća pri šestom, nakon tri perioda sječa slabijeg intenziteta. Pri sječama najjačeg intenziteta temeljnica posječenih stabala bila je 9,9, odnosno 11,8 m²/ha (34 i 44% od temeljnice na početku perioda). U temeljnici posječenih stabala najviše su participirala stabla jele, s 0,8 i 0,7. U periodu sječe najjačeg intenziteta (drugi period) došlo je do povećanja temeljnice uraslih stabala za 60% u odnosu na temeljnicu uraslih stabala u prvom periodu. Nakon ovog povećanja temeljnica uraslih stabala se do kraja perioda posmatranja smanjivala, dok se temeljnica posječenih stabala smanjivala do trećeg perioda, a zatim se povećala, pa smanjila. Temeljica posječenih stabala uglavnom je bila veća od temeljnice uraslih stabala, za od 4,5 do 6,3 puta. Obrnuto je bilo u trećem periodu, u kojem je

temeljnica uralih stabala bila 7,3 puta veća od temeljnice posječenih stabala. Povećanje temeljnice sastojine najvećim je dijelom posljedica prirasta temeljnice stabala u sastojini, dok je temeljnica uralih stabala participirala maksimalno s 15% (treći period).

U temeljnici sastojine tokom perioda posmatranja najviše su participirala stabla



Grafikon 23. Temeljnica sastojine i zastupljenih vrsta drveća pri pojedinim premjerima (1, 2, 3, 4, 5, 6) i temeljnica uralih i posječenih stabala u periodima između premjera (i, ii, iii, iv, v) na oglednoj plohi 58

jele, prosjek 0,6. Na početku perioda posmatranja udio stabala jele je bio najveći (0,8), a zatim se do kraja perioda posmatranja smanjio (na 0,5). Udio stabala smrče bio je manji, prosjek 0,4. Na početku perioda posmatranja bio je najmanji (0,2), a zatim se povećao (na 0,5). Prosječni udio stabala liščarskih vrsta drveća u temeljnici sastojine tokom perioda posmatranja je 0,03. Na početku je bio 0,03, a zatim se smanjio na 0,02 (samo stabla bukve).

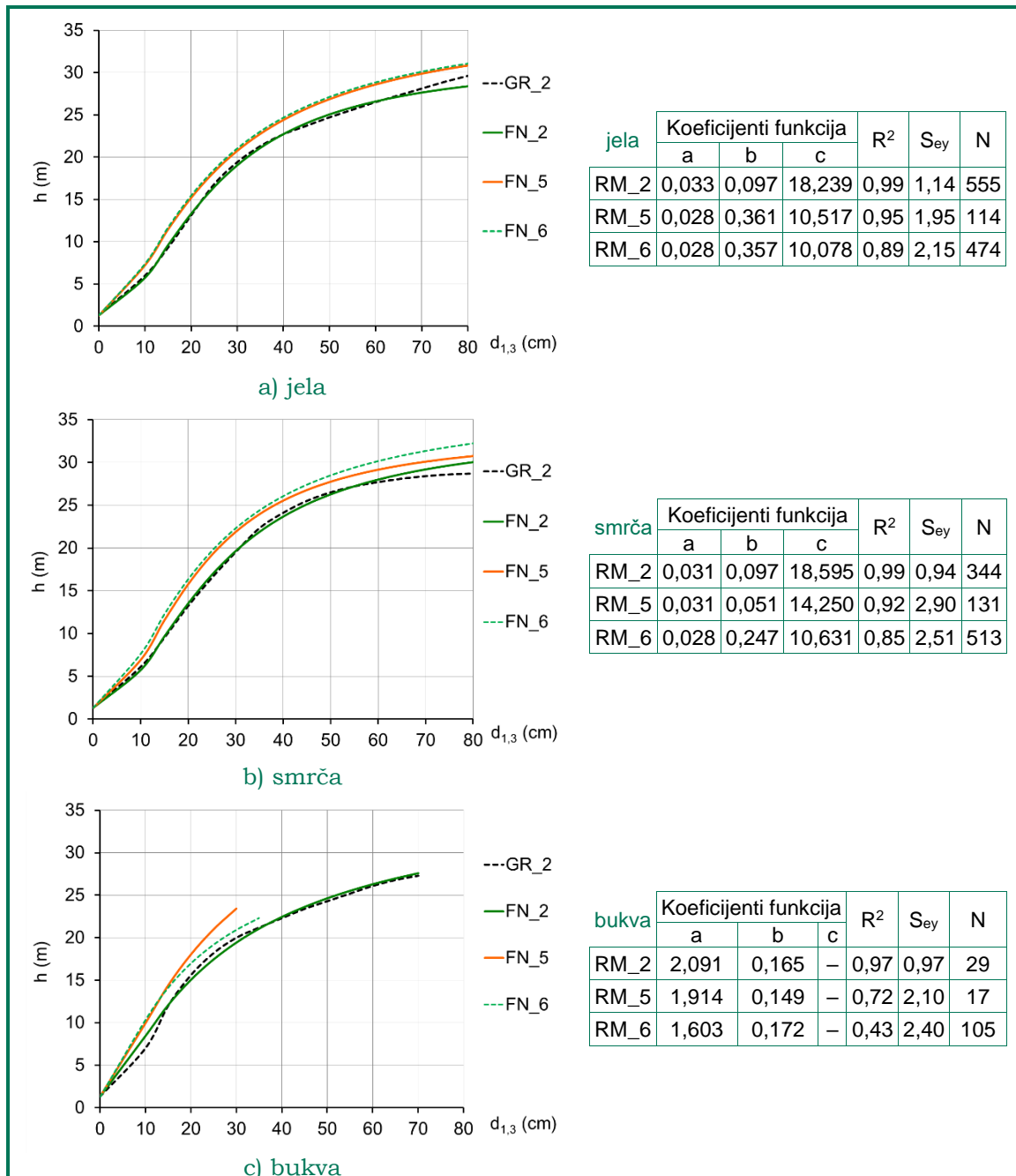
Udio stabala zastupljenih vrsta drveća u temeljnici uralih stabala je drugačiji. Stabla jele i smrče na početku perioda posmatranja bila su podjednako zastupljena (po 0,5), a stabla bukve znatno manje (0,02), dok ostalih liščarskih vrsta drveća nije bilo. Tokom perioda posmatranja udio stabala jele se smanjio (s 0,8 na 0,1), udio stabala smrče se povećavao do trećeg perioda (do 0,8), a zatim se smanjio (na 0,4), dok se udio bukve povećao (s 0,01 na 0,5). Udio ostalih liščarskih vrsta u temeljnici uralih stabala je neznatan.

U temeljnici posječenih stabala tokom perioda posmatranja u prosjeku su najviše participirala stabla jele (prosjek 0,7), zatim stabla smrče (prosjek 0,3), a stabla ostalih liščara neznatno (prosjek 0,03). Tokom perioda posmatranja udio pojedinih vrsta drveća se naizmjenično smanjivao i povećavao (jela) i obrnuto (smrča).

5.5.3. Visina stabala na oglednoj plohi 58

Visinske krive izrađene na osnovu podataka drugog (GM_2, RM_2), petog (RM_5) i šestog (RM_6) premjera za osnovne vrste drveća i veličine koeficijenata i statističkih pokazatelja odabranih regresionih modela (R^2 – koeficijent determinacije, S_{ey} – standardna greška procjene, N – veličina uzorka)

predstavljene su na **grafikonu 24.** (a, b, c). Svi odabrani modeli za jelu i smrču su funkcije Prodana, a za bukvu funkcije Pettersona. Visinske krive su predstavljene za intervale prsnog prečnika u kojim su zastupljena stabla.



Grafikon 24. Visinske krive s parametrima regresionih modela za jelu, smrču i bukvu i ostale lišćare na oglednoj plohi 58

Veličine koeficijenta determinacije ukazuju na to da se odabranim regresionim modelima znatan dio varijabiliteta visine stabala objašnjava variranjem prsnog prečnika, za jelu i smrču više od 85%, a za bukvu više od 70%. Izuzetak je regresioni model za bukvu, šesti premjer, zbog velikog varijabiliteta visine većine stabala (96 od 105 stabala) u debljinskim stepenima 12,5 i 17,5 cm. Najveći koeficijent determinacije i najmanja standardna greška procjene utvrđeni su za regresione modele drugog premjera jer je regresija provedena za prosječne visine debljinskih stepeni.

Sve visinske krive imaju tipični sigmoidni oblik i za sve vrste drveća uočava se njihovo pomjeranje tokom perioda posmatranja prema većim visinama, u cijelom intervalu empirijskih podataka. Izuzetak su visinske krive za bukvu koje su izrađene na osnovu prečnika i visine tankih stabala, koja su jedino zastupljena. Razlike između visinskih krivih petog i šestog premjera manje su od razlika između drugog i petog premjera. Pomjeranje visinskih krivih rezultiralo je odgovarajućom promjenom utvrđenog bonitetnog razreda staništa. U **tabeli 6.** predstavljeni su bonitetni razredi staništa za jelu, smrču i bukvu utvrđeni na osnovu procijenjene visine stabala, prsnog prečnika 30 cm i više, prema grafičkom i regresionom modelu za podatke drugog premjera (GM_2 i RM_2) i regresionim modelima za podatke petog i šestog premjera (RM_5 i RM_6).

Pomjeranje visinskih krivih u skladu je s promjenom debljinske strukture sastojine. Pomjeranje visinskih krivih prema većim visinama posljedica je povećanja udjela tankih, smanjenja udjela srednje debelih i povećanja udjela debelih stabala, zbog čega se povećava konkurencija između stabala. U tim uslovima stabla na račun debljinskog prirasta zadržavaju intenzivan prirast u visinu i postižu veći stepen vitkosti u svim debljinskim klasama, tzv. strategija opstanka (Pretzsch, 2009). Osim ovog, povećanje visine stabala određenih debljina posljedica je odabira i sječe nižih stabala u skladu s principom pozitivne selekcije, ali i razlika između uzoraka na osnovu kojih su izrađene visinske krive (N na **grafikonu 24**). Pomjeranje visinskih krivih za jelu i smrču manje je od širine bonitetnog razreda. Visinske krive svih premjera za jelu su u okviru trećeg bonitetnog razreda staništa, dok su visinske krive za smrču prešle iz intervala četvrtog u interval trećeg bonitetnog razreda. Visinske krive petog i šestog premjera za bukvu nisu pouzdane za ocjenu proizvodnog potencijala staništa te su utvrđene promjene orijentacionog karaktera za tanka stabla. Smanjenje visine stabala nižih debljinskih stepeni, utvrđeno za bukvu za period između petog i šestog, može biti posljedica smanjenja udjela srednje debelih i debelih stabala te oslobađanja tankih stabala od "pritiska" srednje debelih i debelih stabala. U ovim uslovima je povećana količina svjetlosti u unutrašnjosti sastojine, na što tanka stabla reaguju širenjem krošnje i povećanjem debljinskog prirasta i skraćivanjem vremena prelaska u više debljinske stepene, dok se visinski prirast ne mijenja mnogo.

Imajući u vidu da su se tokom vremena provodile preborne sječe zasnovane na principu pozitivne selekcije i da je postignuta preborna struktura, ili struktura približna njoj, kao pouzdanija mjera proizvodnog potencijala staništa mogu se prihvatiti bonitetni razredi utvrđeni na osnovu podataka petog i šestog premjera. Ovo se, zbog nedostatka srednje debelih i debelih stabala, ne odnosi na bukvu i ostale lišćare.

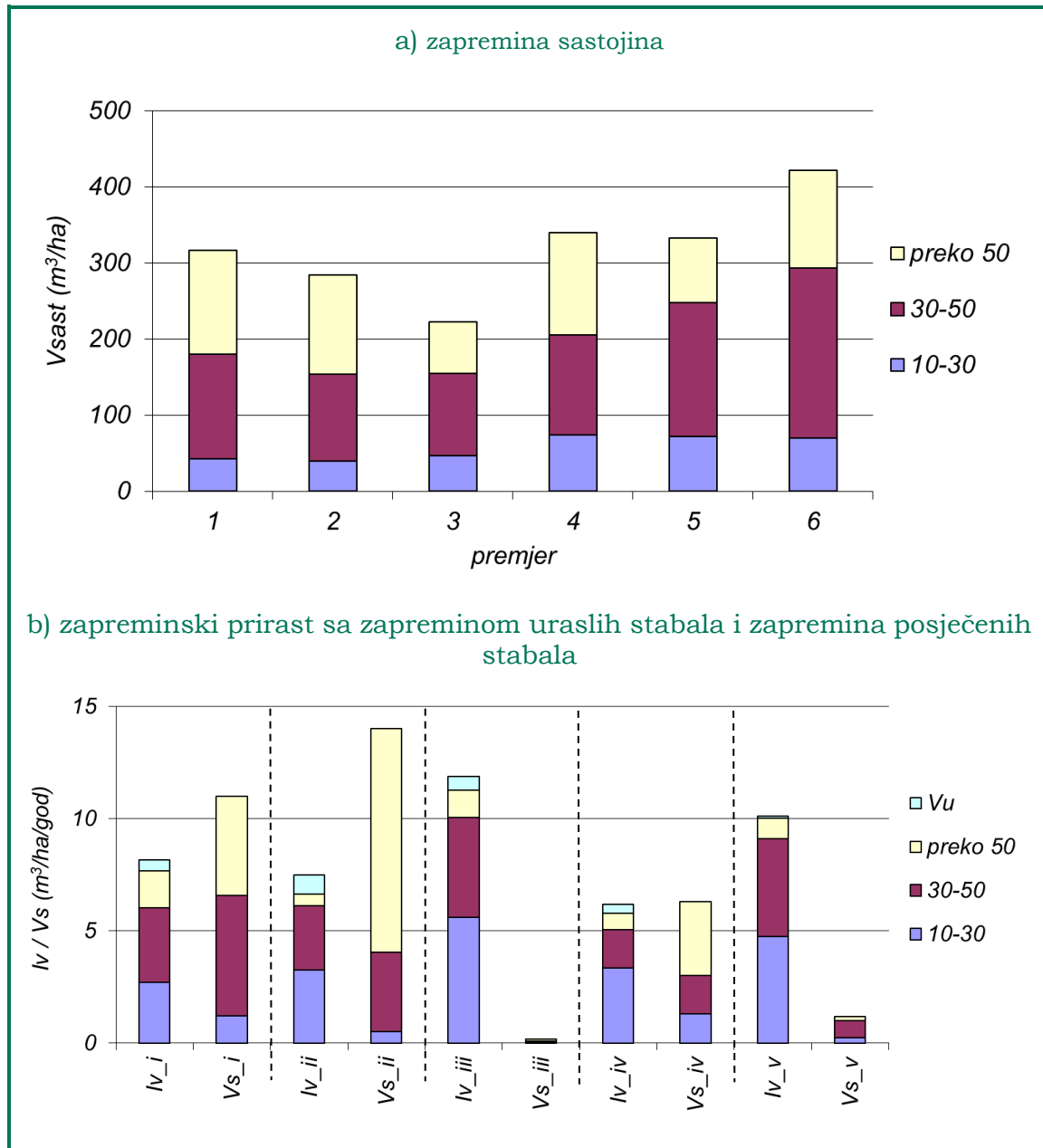
Tabela 6. Bonitetni razred staništa za jelu, smrču i bukvu prema utvrđenim visinskim krivim za drugi, peti i šesti premjer za oglednu plohu 58

Model	Vrsta drveća		
	JL	SM	BK
GM_2	3,4	3,6	3,7
RM_2	3,5	3,6	3,7
RM_5	2,9	3,1	1,9*
RM_6	2,9	3,0	2,8*

* – na osnovu procijenjene visine samo za debljinski stepen 32,5

5.5.4. Zapremina i zapreminski prirast sastojine na oglednoj plohi 58

Zapremina sastojine (V_{sast}) pri pojedinim premjerima, po proširenim debljinskim klasama, predstavljena je na [grafikonu 25.a](#), dok su na [grafikonu 25.b](#) predstavljene prosječne veličine tekućeg (godišnjeg) zapreminskog prirasta (I_v) sa zapreminom uraslih stabala (V_u) i zapremina posječenih stabala (V_s) za periode između premjera, po proširenim debljinskim klasama. Zapremina i zapreminski prirast iskazani su zapreminom krupnog drveta.



Grafikon 25. Zapremina sastojine (V_{sast}) pri pojedinim premjerima (a) i prosječni periodični zapreminski prirast (I_v) sa zapreminom uraslih stabala (V_u) i prosječna zapremina posječenih stabala (V_s) u periodima između premjera (b), po proširenim debljinskim klasama na oglednoj plohi 58

Zapremina sastojine tokom perioda posmatranja varirala je u intervalu od 223 do 422 m^3/ha . Tokom perioda posmatranja se smanjivala, a zatim povećavala, zavisno od odnosa veličine zapreminskog prirasta i zapremina posječenih stabala.

Najmanja zapremina utvrđena je pri trećem premjeru, nakon drugog perioda, kada je provedena sječa najjačeg intenziteta, kada je prema veličini indeksa homogenosti postignuta preborna struktura. U drugom periodu posječeno je 140 m³/ha (49% od zapremine na početku perioda), a zapreminski prirast bio je 78 m³/ha (1,8 puta manji), **grafikon 25.b**. U zapremini sastojine tokom perioda posmatranja najmanji je udio tankih stabala (prosjeak 18%), dok je udio srednje debelih u prosjeku najveći (prosjeak 46%), a debelih je nešto manji od udjela srednje debelih (prosjeak 36%). Udio tankih stabala se tokom perioda posmatranja povećavao pa smanjivao, dok se udio srednje debelih i debelih stabala naizmjenično smanjivao i povećavao. U vrijeme trećeg premjera, odnosno pri prebornoj strukturi, udio tankih stabala bio je 21%, srednje debelih 48% i debelih 31%. Povećanje udjela tankih stabala javilo se u periodima nakon sječa jačeg intenziteta, kada je došlo do intenzivnog urastanja stabala u inventarisani dio sastojine. Udio srednje debelih i debelih stabala mijenjao se zavisno od prirasta i sječe ovih stabala. U konačnici, tokom perioda posmatranja udio srednje debelih stabala povećan je s 43 na 53%, a udio debelih stabala smanjen s 43 na 30%.

Tekući zapreminski prirast tokom perioda posmatranja varirao je u intervalu od 6,2 do 11,9 m³/ha/god. Najveća veličina zapreminskog prirasta postignuta je u trećem periodu, nakon perioda u kojim su provedene sječe jačeg intenziteta, a kojim su značajnim dijelom obuhvaćena debela stabla te je smanjena zapremina i uspostavljena preborna struktura. Najveća zapremina uraslih stabala bila je u drugom i trećem periodu, 0,9 i 0,6 m³/ha/god, odnosno 12 i 5% od zapreminskog prirasta. Najmanja veličina zapreminskog prirasta utvrđena je za četvrti period, nakon (trećeg) perioda u kojem je zapreminski prirast bio najveći, a zapremina posječenih stabala mala, pa je značajno povećana zapremina sastojine (četvrti premjer) u kojoj su bila najzastupljenija debela stabla (40%). U zapreminskom prirastu su u prosjeku najviše participirala tanka stabla (prosjeak 45%), zatim srednje debela (prosjeak 37%) i najmanje debela (prosjeak 12%). Tokom perioda posmatranja udio tankih i srednje debelih stabala se povećao, a debelih smanjio. Udio proširenih debljinskih klasa u zapreminskom prirastu razlikuje se od udjela u zapremini sastojine. U zapreminskom prirastu udio tankih stabala veći je od udjela u zapremini, dok su udjeli srednje debelih i debelih stabala manji.

Zapremina posječenih stabala tokom perioda posmatranja varirala je od 2 do 140 m³/ha, za period od 10 godina. U trećem i petom periodu zapremina posječenih stabala bila je znatno manja od zapreminskog prirasta (2 i 12% od zapreminskog prirasta), u četvrtom periodu su bili približno jednaki, dok je u prvom i drugom periodu bila znatno veća zapremina posječenih stabala (za 40 i 79% od zapreminskog prirasta). Udio proširenih debljinskih klasa u zapremini posječenih stabala tokom perioda posmatranja varirao je u širokom intervalu (od 4 do 71%). U prosjeku je najmanji udio tankih stabala (15%), zatim udio srednje debelih (40%), a najveći je udio debelih stabala (45%).

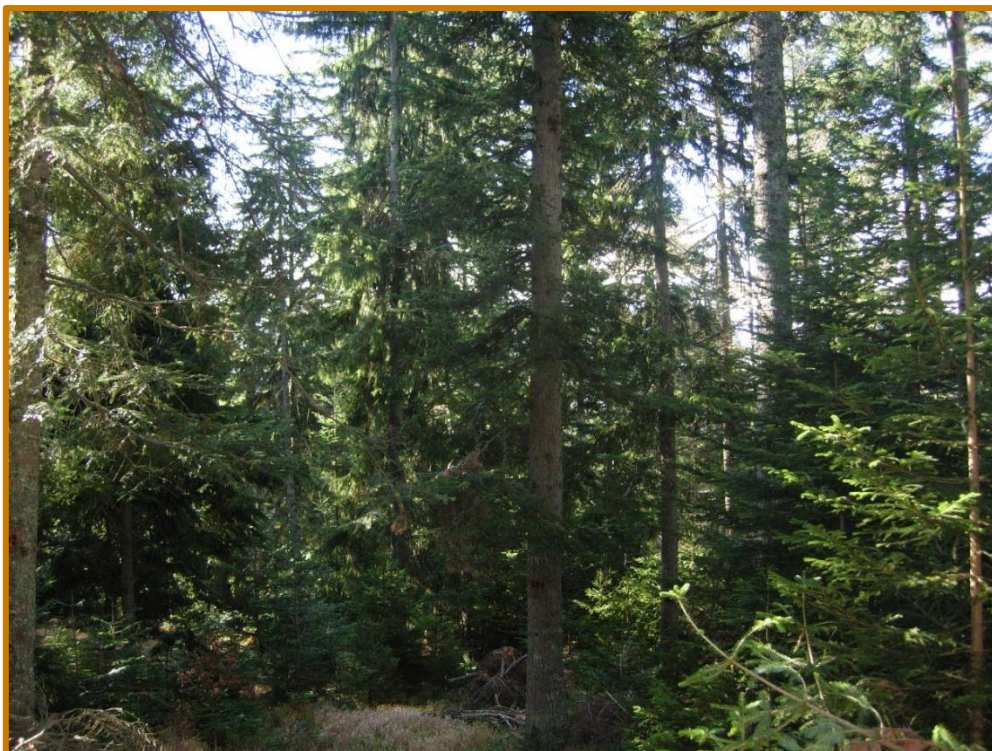
Udio pojedinih vrsta drveća u zapremini sastojine na početku perioda posmatranja sličan je udjelu u broju stabala i temeljnici sastojine. U najvećoj mjeri su participirala stabla jele (0,8), zatim stabla smrče (0,2) i neznatno stabla bukve i ostalih lišćara (0,03). Udio stabala jele u zapremini sastojine se tokom perioda posmatranja smanjio (na 0,5), udio stabala smrče se povećao (na 0,5), a i udio stabala bukve i ostalih lišćara se smanjio (na 0,02). Tokom perioda posmatranja udio vrsta drveća u zapremini mijenjao se na isti način kao udio u

broju stabala i temeljnici sastojine. Promjene debljinske strukture, zbog prirašćivanja i sječe stabala, nisu uzrokovale promjene udjela vrsta drveća u temeljnici i zapremini sastojine.

Učešće pojedinih vrsta drveća u zapreminskom prirastu tokom perioda posmatranja neznatno se razlikuje od udjela u broju stabala, temeljnici i zapremini sastojine. U prvom periodu su i u zapreminskom prirastu bila najzastupljenija stabla jele (0,7), zatim stabla smrče (0,3) i najmanje stabla bukve i ostalih lišćara (0,05). Tokom perioda posmatranja udio jele se smanjio (na 0,4), udio smrče se povećao (na 0,6), a udio bukve i ostalih lišćara se smanjio (na 0,03).

Udio pojedinih vrsta drveća u zapremini uraslih stabala tokom perioda posmatranja razlikuje se od njihovog udjela u broju stabala, a još više od udjela u temeljnici i zapremini sastojine. U zapremini uraslih stabala u prosjeku su u najvećoj mjeri participirala stabla smrče (0,6), a stabla jele i bukve i ostalih lišćara bila su manje zastupljena i podjednako (po 0,2).

Udio vrsta drveća u zapremini posječenih stabala drugačiji je od udjela u broju stabala, temeljnici i zapremini sastojine. U prosjeku su u zapremini posječenih stabala tokom perioda posmatranja najviše participirala stabla jele (0,7), zatim stabla smrče (0,3) i najmanje stabla bukve i ostalih lišćara (0,03). Udio stabala jele u zapremini posječenih stabala uglavnom je veći od udjela u zapremini sastojine, što je dijelom uzrok smanjenja udjela jele u zapremini sastojine. Za smrču važi suprotno. Udio stabala smrče u zapremini posječenih stabala uglavnom je manji od udjela u zapremini sastojine, pa je dijelom uzrok povećanja udjela smrče u zapremini sastojine. Sječama najjačeg intenziteta, u prvom i drugom periodu, u najvećoj mjeri su obuhvaćena stabla jele (0,7), manje stabla smrče (0,2), a najmanje stabla bukve i ostalih lišćara (0,1).

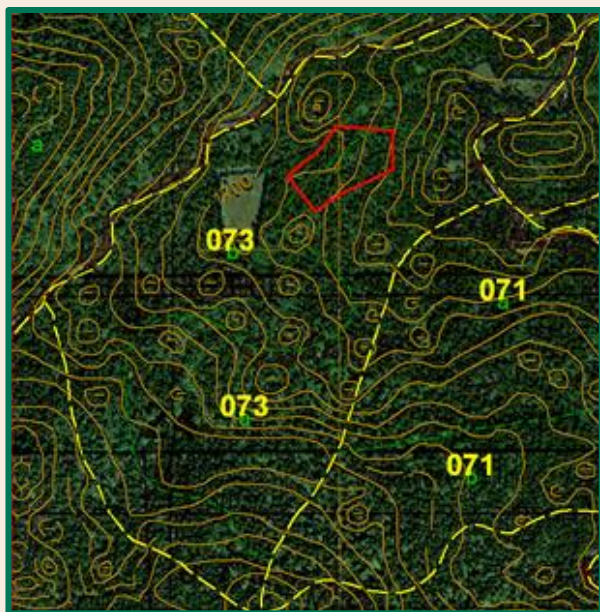


Slika 24. Raznodobna višespratna sastojina jele i smrče na oglednoj plohi 58

5.6. OGLEDNA PLOHA 73

Lokalitet šumskog odjeljenja 73 i stalne ogledne plohe 73 u okviru GJ “Igman” predstavljeni su na [slici 2](#), a satelitski snimak užeg područja ove plohe s njenim granicama na [slici 25](#). Razmjera na slici prilagođena je raspoloživom prostoru.

Ogledna ploha 73 osnovana je 1955. godine. Njena površina je 1,87 ha, prosječna nadmorska visina 1250 m, ekspozicija je E, a nagib terena 15°. Na oglednoj plohi zastupljeno je ilimerizovano zemljište na krečnjaku, pretežno skeletno, i mjestimično plitko smeđe zemljište na dolomitu, kao i dolomitna rendzina. Prema fitocenološkom snimku izrađenom u vrijeme drugog premjera, ogledna ploha je pripadala šumama jele i smrče na krečnjacima (*Abieti Piceetum illyricum* Stef.). Drugi fitocenološki snimak izrađen je oko 40 godina kasnije, pri petom premjeru, i on ukazuje na to da je na oglednu plohu “došla” bukva i da se radi o gorskoj šumi bukve i jele sa smrčom na seriji dolomitnih i krečnjačkih zemljišta (*Abieti Fagetum illyricum* Treg.). Ogledna ploha je u vrijeme drugog premjera pripadala osnovnom tipu šuma VI – b – 4 (Šume jele i smrče na luvisolu na krečnjaku), odnosno proizvodnom tipu VI – b – 3, 4 (Šume jele i smrče na dubokom kalkokambisolu i luvisolu na krečnjaku i dolomitu). Prema novijem fitocenološkom snimku ploha pripada osnovnom tipu II – b – 3 (Šume bukve i jele sa smrčom na smeđim plitkim zemljištima na krečnjacima), odnosno proizvodnom tipu II – b – 2, 3 (Šume bukve i jele sa smrčom na smeđim zemljištima na krečnjaku).

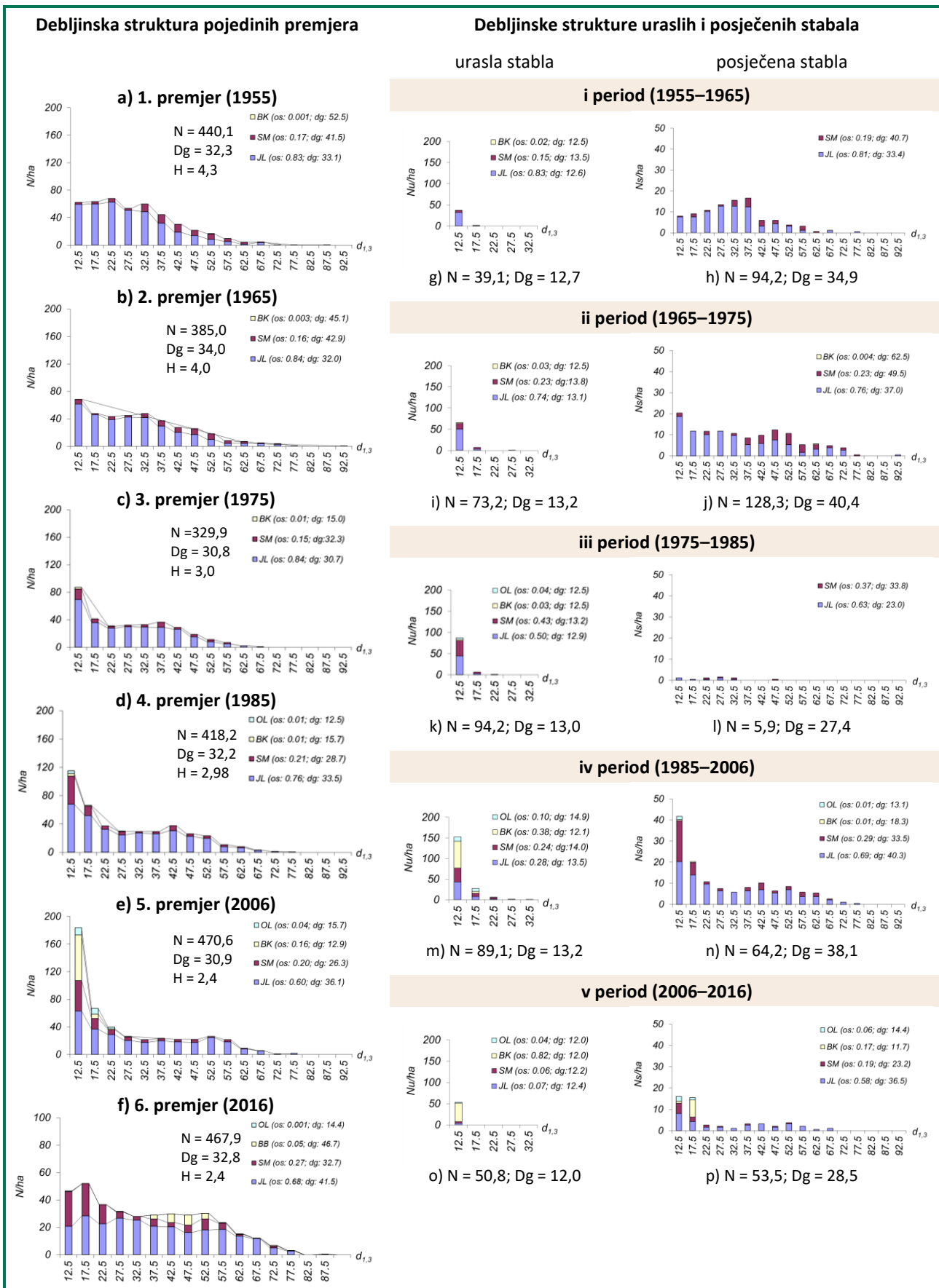


Slika 25. Satelitski snimak užeg područja ogledne plohe 73 s izohipsama, granicama ogledne plohe i granicama šumskog odjeljenja 73

Prema aktuelnoj ŠGO, ogledna ploha 73, odnosno šumsko odjeljenje 73 (odsjek a), pripada gazdinskoj klasi 1206 – šume bukve i jele sa smrčom na krečnjačkim i krečnjačko-dolomitnim zemljištima, kompleksu ovih i kiselosmeđih zemljišta na morenama i drobini. Pored stabala jele, smrče i bukve, na oglednoj plohi su evidentirana stabla gorskog javora (*Acer pseudoplatanus* L.) i jarebike (*Sorbus aucuparia* L.), kategorija ostali lišćari. Bonitet staništa utvrđen na osnovu visine stabala drugog premjera za jelu je 2,5, za smrču 2,4, a prosječni je 2,5 (ponderisani prosjek s temeljnicom vrsta drveća kao ponderom).

5.6.1. Broj stabala i debljinska struktura na oglednoj plohi 73

Broj stabala i debljinska struktura pojedinih premjera i uraslih i posječenih stabala u periodima između premjera predstavljeni su na [grafikonu 26](#). (od a do p). Na grafikonima su navedeni i broj stabala (N po ha), srednji prečnik (Dg) i veličina indeksa homogenosti (H) za sve zastupljene vrste drveća zajedno, a u legendi je predstavljen udio (os – omjer smjese) i srednji prečnik (dg) pojedinih vrsta drveća (JL – jela, SM – smrča, BK – bukva, OL – ostali lišćari).



Grafikon 26. Debljinska struktura pojedinih premjera (1, 2, 3, 4, 5, 6) i debljinska struktura uraljih i posječenih stabala u periodima između premjera (i, ii, iii, iv, v) na oglednoj plohi 73

Broj stabala na oglednoj plohi tokom perioda posmatranja varirao je u intervalu od 330 do 471 stabla/ha. Prvo se smanjivao, pa povećavao, zavisno od odnosa broja uralih i posječenih stabala. Najmanji broj stabala utvrđen je pri prvom premjeru (grafikon 26.a), a najveći pri petom (grafikon 26.e). Najveći broj stabala posječen je (uključujući mortalitet) u drugom periodu, između drugog i trećeg premjera, 128 stabala/ha (grafikon 26.j), a najmanji u trećem, 6 stabala/ha (grafikon 26.l). Broj uralih stabala većinom je bio manji od broja posječenih stabala, varirao je u intervalu od 39 do 94 stabla/ha tokom perioda od 10 godina. Obrnuto je bilo u četvrtom i petom periodu. Sječa jačeg intenziteta, provedena u drugom periodu (grafikon 26.j), rezultirala je znatno većim brojem uralih stabala u periodu kada je provedena, a i u narednom (grafikoni 26.i i 26.k).

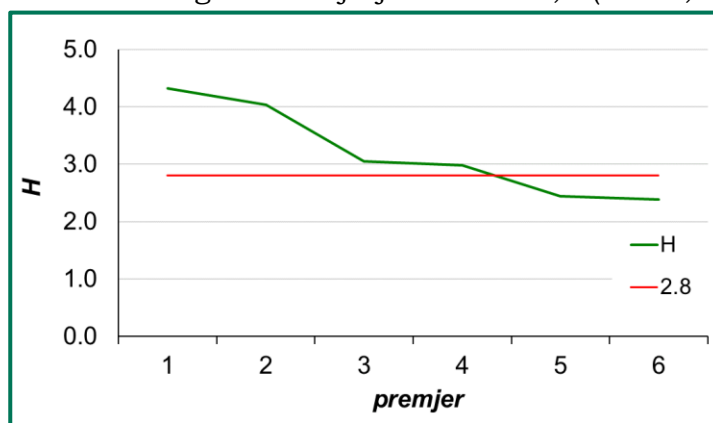
Oblik debljinske strukture sastojine u vrijeme osnivanja ogledne plohe zbog relativno malog broja tankih stabala odstupao je od oblika kose opadajuće krive koji je karakterističan za preborne sastojine, grafikon 26.a. Na odstupanje od preborne strukture ukazuje i veličina indeksa homogenosti koja je veća od 2,8 ($H = 3,31$), grafikon 27.

Prema ovom, za sastojinu na oglednoj plohi u vrijeme osnivanja može se reći da je to bila raznodobna višespratna sastojina s u određenoj mjeri zadržanim karakteristikama

prašume. Vremenom je uz sječu stabala, zasnovanu na pozitivnoj selekciji, smanjen udio srednje debelih i debelih stabala, a povećan udio tankih, i smanjena je veličina indeksa homogenosti.

Nakon sječa i urastanja stabala tokom četiri perioda, u vrijeme petog premjera postignuta je preborna struktura sastojine, grafikoni 26.d i 27. U narednom periodu je održan veći udio tankih stabala u odnosu na srednje debela i debela te je zadržana preborna struktura, grafikon 26.e i grafikon 27. Očuvanje preborne strukture u narednom periodu moguće je sječom debelih (najdebljih) i srednje debelih stabala, čime će se omogućiti razvoj postojećeg i pojava i razvoj novog podmlatka, kao i održavanje većeg broja tankih stabala.

Srednji prečnik sastojine tokom vremena varirao je u intervalu od 30,8 do 34,0 cm. Najveći srednji prečnik utvrđen je pri drugom premjeru (grafikon 26.b), a najmanji pri trećem (grafikon 26.c), nakon sječe jačeg intenziteta. Srednji prečnik uralih stabala varirao je u intervalu od 12,0 do 13,2 cm. Veći srednji prečnici uralih stabala utvrđeni su za drugi, treći i četvrti period, tokom kojih je određen broj uralih stabala prešao u debljinski stepen 22,5 cm (grafikoni 26.i, 26.k. i 26.m). Srednji prečnik posječenih stabala varirao je u intervalu od 27,4 do 40,4 cm. Najmanji je utvrđen za treći period, period najmanjeg intenziteta sječe (grafikon 26.l), a najveći za drugi period, kada je provedena sječa jačeg intenziteta i kada je posječen približno jednak broj tankih i srednje debelih stabala i manji broj debelih stabala (grafikon 26.j).



Grafikon 27. Veličina indeksa homogenosti sastojine pri pojedinim premjerima na oglednoj plohi 73

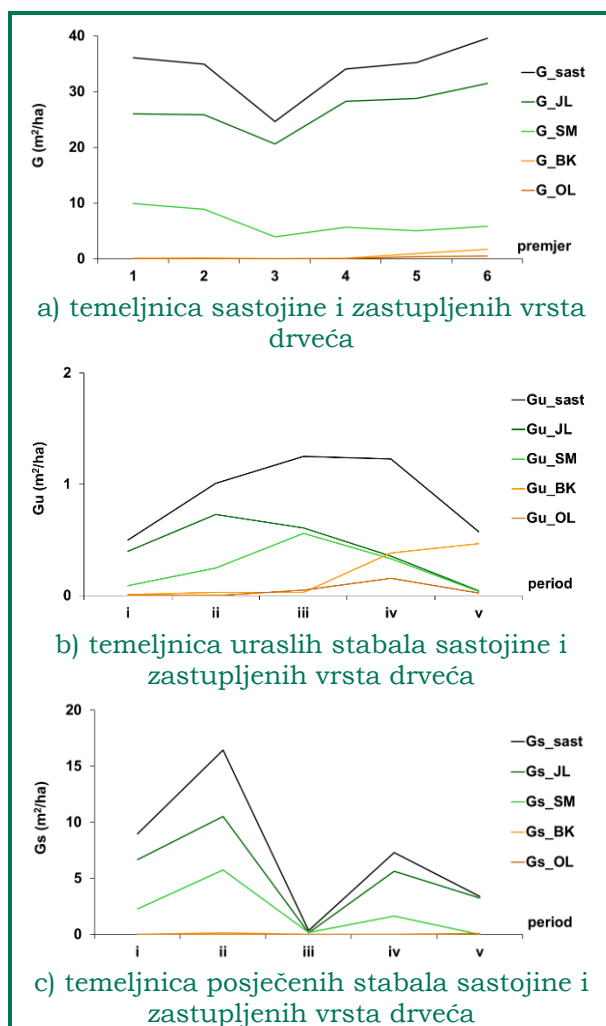
Srednji prečnik stabala jele tokom vremena varirao je u intervalu od 30,1 do 39,7 cm i uglavnom se povećavao. Ovo je posljedica smanjenja urastanja stabala jele i zadržavanja debelih stabala u sastojini, odnosno povećanja završnog debljinskog stepena (grafikon 26.d, 26.e i 26.f). Srednji prečnik stabala smrče varirao je u intervalu od 26,3 do 42,9 cm, a tokom vremena se uglavnom smanjivao. Smanjenje srednjeg prečnika smrče posljedica je sječe debljih stabala i urastanja stabala (grafikon 26. od g do p). Srednji prečnik stabala bukve varirao je u intervalu od 12,9 do 52,5 cm, a ostalih lišćara od 12,5 do 18,1 cm. Veliki srednji prečnik stabala bukve posljedica je prisustva jednog debelog stabla bukve u vrijeme osnivanja ogledne plohe. Ovo stablo je posječeno u drugom periodu, prilikom sječe najjačeg intenziteta. Tokom perioda posmatranja srednji prečnik stabala bukve uglavnom se smanjivao, zbog sječe debelog stabla i urastanja stabala bukve koje se vremenom intenziviralo (grafikon 26.m i 26.o). Srednji prečnik ostalih lišćara se povećavao, jer nije bilo urastanja stabala ovih vrsta, a postojeća su priraščivala i prelazila u više debljinske stepene.

Na početku perioda posmatranja u broju stabala bila su najzastupljenija stabla jele (0,8), zatim smrče (0,2) i neznatno je bilo stabala bukve i ostalih lišćara (0,001). Tokom vremena se udio stabala jele smanjio (na 0,6), udio stabla smrče zadržan je na istom nivou, dok se udio stabala bukve i ostalih lišćara povećao (na 0,2). Promjene udjela vrsta drveća posljedica su odnosa njihove participacije u broju uraslih i posječenih stabala i razlike između broja uraslih i posječenih stabala. Smanjenje udjela jele posljedica je većeg udjela stabala jele u broju posječenih nego u broju uraslih stabala, male promjene udjela smrče posljedica su podjednagog udjela u broju posječenih i uraslih stabala, a povećanje udjela bukve i ostalih lišćara posljedica je većeg udjela u broju uraslih od udjela u broju posječenih stabala. U broju uraslih stabala najvećim dijelom su participirala stabla jele (prosjeck 0,6), manje stabla smrče i bukve (prosjeck po 0,2), a najmanje stabla ostalih lišćara (prosjeck 0,04). Tokom perioda posmatranja udio stabala jele u broju uraslih stabala se smanjio (s 0,8 na 0,1), udio stabala smrče se nije mnogo mijenjao, dok se udio stabala bukve povećao (s 0,02 na 0,8), posebno u četvrtom i petom periodu. U broju posječenih stabala u prosjeku su najviše participirala stabla jele (0,7), manje stabla smrče (0,2) i najmanje stabla bukve i ostalih lišćara (0,1). Tokom vremena udio stabala jele u broju posječenih stabala se smanjio (s 0,8 na 0,6), udio stabala smrče nije se mnogo mijenjao (0,2), a udio stabala bukve i ostalih lišćara se povećao (s 0,0 na 0,2).

5.6.2. Temeljica sastojine na oglednoj plohi 73

Na grafikonu 28. (a, b, c) predstavljene su veličine temeljnice sastojine i zastupljenih vrsta drveća (G) pri pojedinim premjerima i uraslih i posječenih stabala (G_u i G_s) u periodima između premjera.

Temeljica sastojine na oglednoj plohi tokom perioda posmatranja varirala je u intervalu od 24,7 do 39,6 m^2/ha . Najmanja veličina utvrđena je pri trećem premjeru (grafikon 28.a), nakon sječe jačeg intenziteta u prethodna dva perioda (grafikon 28.c), a najveća pri šestom, nakon tri perioda sječa slabijeg intenziteta. Pri sječi najjačeg intenziteta (drugi period) temeljnica posječenih stabala bila je 16,6 m^2/ha , ili 47% od temeljnice na početku perioda. U ovom (drugom) periodu došlo je do povećanja temeljnice uraslih stabala (grafikon 28.b) za 98% u odnosu



Grafikon 28. Temeljnica sastojine i zastupljenih vrsta drveća pri pojedinim promjerima (1, 2, 3, 4, 5, 6) i temeljnica uraslih i posječenih stabala u periodima između promjera (i, ii, iii, iv, v) na oglednoj plohi 73

0,2). Udio stabala lišćarskih vrsta drveća u temeljnici sastojine tokom perioda posmatranja bio je najmanji (prosjek 0,02). Tokom perioda posmatranja povećao se s 0,003 na 0,02.

Udio stabala zastupljenih vrsta drveća u temeljnici uraslih stabala bio je drugačiji. Stabla jele su na početku perioda posmatranja bila zastupljena s 0,8, a stabla smrče s 0,2. Udio stabala bukve bio je mali (0,02), dok ostalih lišćarskih vrsta drveća nije bilo. Tokom perioda posmatranja udio stabala jele se smanjio (s 0,8 na 0,1), dok se udio stabala smrče povećavao do trećeg perioda (do 0,4), a zatim se smanjio (na 0,1). Udio stabala bukve se tokom prvih tri perioda neznatno mijenjao (oko 0,02), a zatim se naglo povećao (na 0,3 pa na 0,8). Udio ostalih lišćarskih vrsta u temeljnici uraslih stabala je neznatan. Najveći je bio u četvrtom periodu (0,1).

U temeljnici posječenih stabala tokom perioda posmatranja u prosjeku su najviše participirala stabla jele (prosjek 0,7), zatim stabla smrče (prosjek 0,3), a stabla lišćarskih vrsta neznatno (prosjek 0,01). Tokom perioda posmatranja udio pojedinih vrsta drveća se naizmjenično smanjivao i povećavao (jela) i obrnuto (smrča).

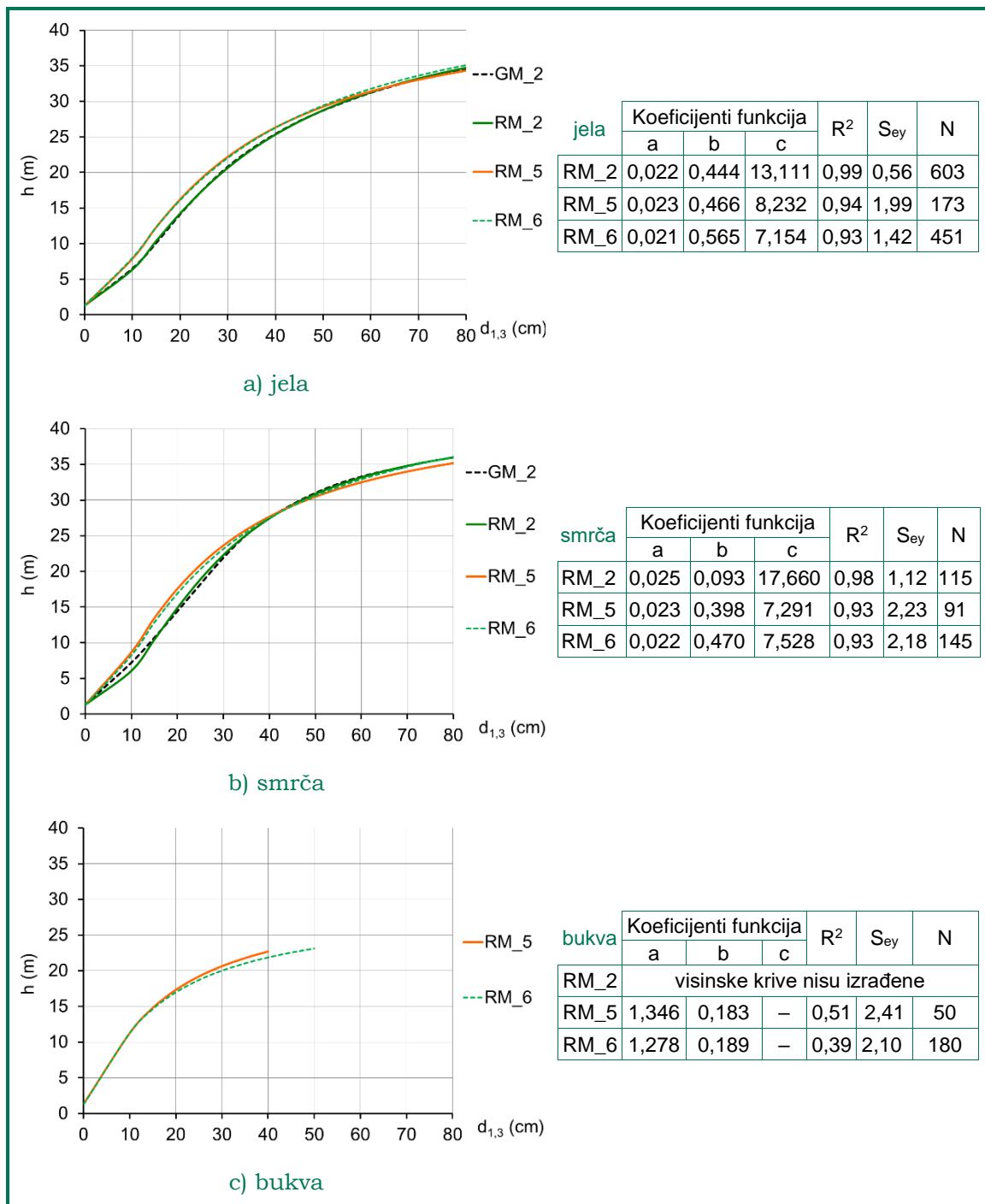
na temeljnicu uraslih stabala u prvom periodu. Nakon ovog povećanja temeljnica uraslih stabala se povećala, a zatim se do kraja perioda posmatranja smanjivala.

Temeljnica posječenih stabala se tokom perioda posmatranja naizmjenično povećavala i smanjivala. Temeljnica posječenih stabala uglavnom je bila veća od temeljnice uraslih stabala, za od 2,8 do 16,5 puta. Izuzetak je treći period, u kojem je temeljnica uraslih stabala bila veća od temeljnice posječenih stabala za 3,6 puta. Povećanje temeljnice sastojine najvećim je dijelom posljedica prirasta temeljnice stabala u sastojini. Izuzetak je četvrti period, kada je povećanje temeljnice sastojine manje od temeljnice uraslih stabala, dok je temeljnica posječenih stabala veća od prirasta temeljnice stabala.

U temeljnici sastojine tokom perioda posmatranja najviše su participirala stabla jele, prosjek 0,8. Na početku perioda posmatranja udio stabala jele bio je najmanji (0,7), a zatim se do kraja perioda posmatranja povećao (na 0,8). Udio stabala smrče bio je znatno manji, prosjek 0,2. Na početku perioda posmatranja bio je najveći (0,3), a zatim se smanjio (na

5.6.3. Visina stabala na oglednoj plohi 73

Visinske krive izrađene na osnovu podataka drugog (GM_2, RM_2), petog (RM_5) i šestog (RM_6) promjera za osnovne vrste drveća i veličine koeficijenata i statističkih pokazatelja odabranih regresionih modela (R^2 – koeficijent determinacije, S_{ey} – standardna greška procjene, N – veličina uzorka) predstavljene su na **grafikonu 29.** (a, b, c). Svi odabrani modeli za jelu i smrču su funkcije Prodana, a za bukvu funkcije Pettersona. Visinske krive su predstavljene za intervale prsnog prečnika u kojim su zastupljena stabla.



Grafikon 29. Visinske krive s parametrima regresionih modela za jelu, smrču i bukvu na oglednoj plohi 73

Veličine koeficijenta determinacije ukazuju na to da se odabranim regresionim modelima znatan dio varijabiliteta visine stabala objašnjava variranjem prsnog prečnika. Za jelu i smrču to je više od 90%, dok je za bukvu, zbog velikog varijabiliteta visine stabala, znatno manje, do 50%. Najveći koeficijent determinacije i najmanja standardna greška procjene utvrđeni su za regresione modele drugog premjera jer je regresija provedena za prosječne visine debljinskih stepeni.

Sve visinske krive imaju tipični sigmoidni oblik i za sve vrste drveća uočava se njihovo pomjeranje tokom perioda posmatranja prema većim visinama u debljinskim stepenima ispod 50 cm, a prema manjim visinama u višim debljinskim stepenima. Razlike između visinskih krivih petog i šestog premjera manje su od razlika između drugog i petog premjera. Pomjeranje visinskih krivih rezultiralo je odgovarajućom promjenom prethodno utvrđenih bonitetnih razreda staništa. U **tabeli 7.** predstavljeni su bonitetni razredi staništa za jelu, smrču i bukvu utvrđeni na osnovu procijenjene visine stabala, prsnog prečnika 30 cm i više, prema grafičkom i regresionom modelu za podatke drugog premjera (GM_2 i RM_2) i regresionim modelima za podatke petog i šestog premjera (RM_5 i RM_6).

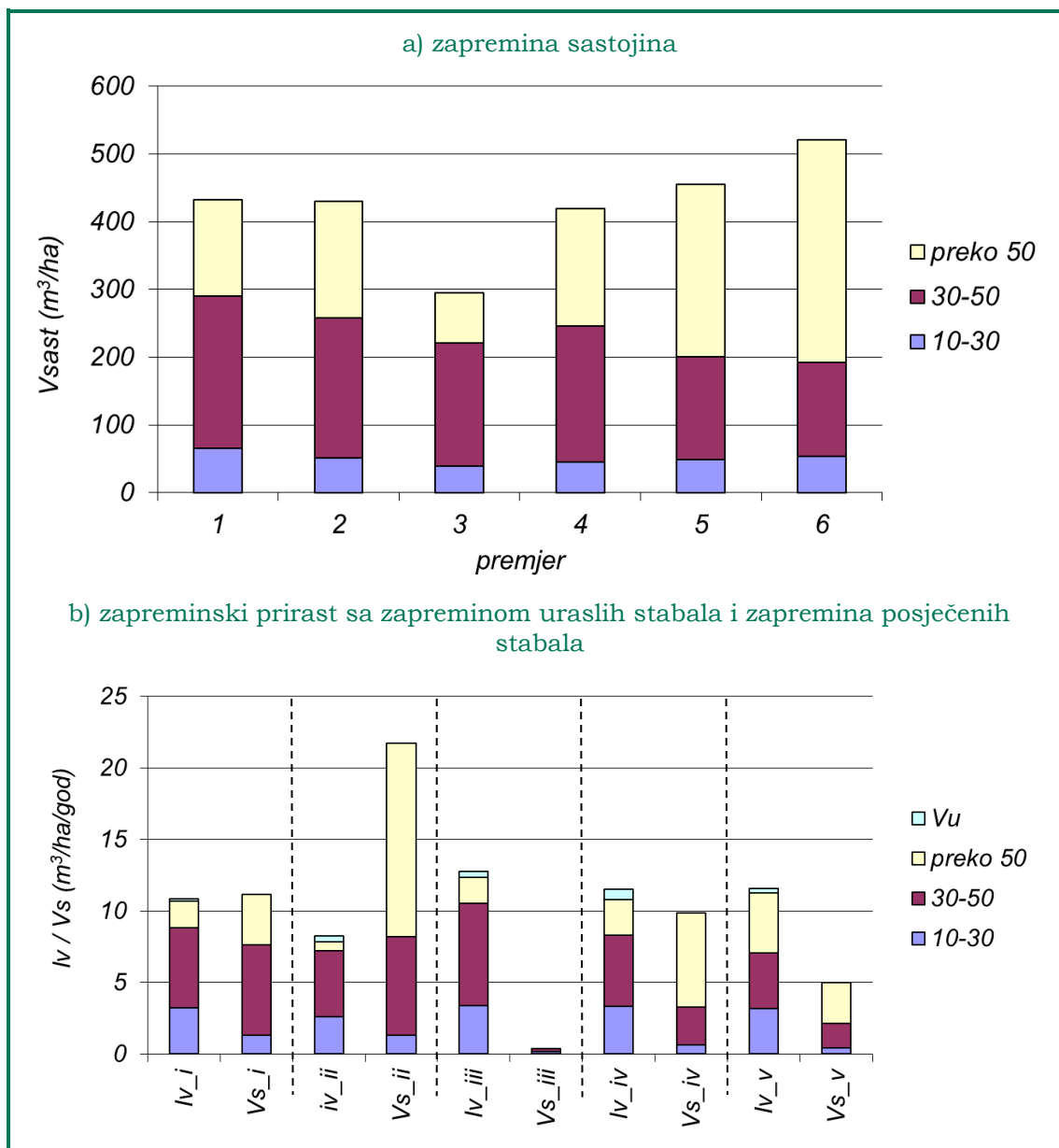
Tabela 7. Bonitetni razred staništa za jelu, smrču i bukvu prema utvrđenim visinskim krivim za drugi, peti i šesti premjer za oglednu plohu 73

Model	Vrsta drveća		
	JL	SM	BK
GM_2	2,5	2,4	–
RM_2	2,6	2,4	–
RM_5	2,3	2,5	3,4
RM_6	2,2	2,4	3,6

Pomjeranje visinskih krivih u skladu je s promjenom debljinske strukture sastojine. Pomjeranje visinskih krivih prema većim visinama posljedica je povećanja udjela tankih i debelih stabala i smanjenja udjela srednje debelih, zbog čega se povećava konkurencija između stabala. U tim uslovima stabla na račun debljinskog prirasta zadržavaju intenzivan prirast u visinu i postižu veći stepen vitkosti u svim debljinskim klasama, tzv. strategija opstanka (Pretzsch, 2009). Osim ovog, povećanje visine stabala određenih debljina posljedica je odabira i sječe nižih stabala u skladu s principom pozitivne selekcije, ali i razlika između uzoraka na osnovu kojih su izrađene visinske krive (N na **grafikonu 29**). Pomjeranje visinskih krivih za jelu i smrču manje je od širine bonitetnog razreda. Visinske krive za jelu i smrču u okviru su drugog bonitetnog razreda staništa. Izuzetak je visinska kriva za jelu, regresioni model za drugi premjer, koja je u okviru trećeg bonitetnog razreda, ali na granici prema drugom. Visinske krive petog i šestog premjera za bukvu nisu pouzdane za ocjenu proizvodnog potencijala staništa te su utvrđene promjene orijentacionog karaktera. Smanjenje visine stabala nižih debljinskih stepeni, utvrđeno za bukvu za period između petog i šestog premjera, može biti posljedica smanjenja udjela srednje debelih i debelih stabala te oslobađanja tankih stabala od "pritiska" viših stabala. U ovim uslovima povećana je količina svjetlosti u unutrašnjosti sastojine, na što tanka stabla reaguju širenjem krošnje i povećanjem debljinskog prirasta te skraćivanjem vremena prelaska u više debljinske stepene, dok se visinski prirast ne mijenja mnogo. Imajući u vidu da su se tokom vremena provodile preborne sječe zasnovane na principu pozitivne selekcije i da je postignuta preborna struktura, ili struktura približna njoj, kao pouzdanija mjera proizvodnog potencijala staništa mogu se prihvatiti bonitetni razredi utvrđeni na osnovu podataka petog i šestog premjera. Ovo se, zbog nedostatka srednje debelih i debelih stabala, ne odnosi na bukvu i ostale lišćare.

5.6.4. Zapremina i zapreminski prirast sastojine na oglednoj plohi 73

Zapremina sastojine (V_{sast}) po proširenim debljinskim klasama pri pojedinim premjerima predstavljena je na [grafikonu 30.a](#), dok su na [grafikonu 30.b](#) predstavljene prosječne veličine tekućeg (godišnjeg) zapreminskog prirasta (I_v) sa zapreminom uraslih stabala (V_u) i zapremina posječenih stabala (V_s) za periode između premjera (i, ii, iii, iv, v), po proširenim debljinskim klasama. Zapremina i zapreminski prirast iskazani su zapreminom krupnog drveta.



Grafikon 30. Zapremina sastojine (V_{sast}) pri pojedinim premjerima (a) i prosječni periodični zapreminski prirast (I_v) sa zapreminom uraslih stabala (V_u) i prosječna zapremina posječenih stabala (V_s) u periodima između premjera (b) po proširenim debljinskim klasama na oglednoj plohi 73

Zapremina sastojine tokom perioda posmatranja varirala je u intervalu od 295 do 521 m^3/ha . Prvo se smanjivala, a zatim povećavala, zavisno od odnosa veličine zapreminskog prirasta i zapremina posječenih stabala. Najmanja zapremina utvrđena je pri trećem premjeru, nakon drugog perioda, u kojem je

provedena sječa najjačeg intenziteta. U drugom periodu posječeno je 217 m³/ha (51% od zapremine na početku perioda), a zapreminski prirast je bio 83 m³/ha (2,6 puta manji), **grafikon 30.b**. U zapremini sastojine tokom perioda posmatranja bio je najmanji udio tankih stabala (prosjeak 12%), dok je udio srednje debelih i debelih bio veći i približno isti (prosjeak 45 i 43%). Udio tankih stabala se tokom perioda posmatranja uglavnom smanjivao. Izuzetak je period nakon sječe najjačeg intenziteta (treći period), pri kojoj je značajno smanjena zapremina sastojine, a zatim je povećana zapremina uraslih stabala. Udio srednje debelih i debelih stabala se naizmjenično smanjivao i povećavao, zavisno od prirasta i sječe ovih stabala. U konačnici, tokom perioda posmatranja udio srednje debelih stabala je smanjen (s 57 na 34%), a udio debelih stabala povećan (32 na 57%). U vrijeme petog i šestog premjera, odnosno pri prebornoj strukturi sastojine, udio tankih stabala bio je oko 10%, srednje debelih oko 30% i debelih oko 60%.

Tekući zapreminski prirast tokom perioda posmatranja varirao je u intervalu od 8,3 do 12,8 m³/ha/god. Najveća veličina zapreminskog prirasta postignuta je u trećem periodu, nakon perioda u kojem je provedena sječa najjačeg intenziteta, a najmanja u periodu sječe najjačeg intenziteta. Zapremina uraslih stabala bila je najveća u četvrtom periodu, 0,7 m³/ha/god, odnosno 10% od zapreminskog prirasta. U zapreminskom prirastu u prosjeku su najviše participirala srednje debela stabla (48%), zatim tanka (33%) i najmanje debela (19%). Tokom perioda posmatranja udio tankih stabala se neznatno mijenjao, naizmjenično se povećavao i smanjivao. Udio srednje debelih stabala prvo se povećavao, a zatim smanjivao, dok se udio debelih stabala u drugom periodu značajno smanjio, a zatim se povećavao. Udio proširenih debljinskih klasa u zapreminskom prirastu razlikuje se od udjela u zapremini sastojine. U prosjeku, udio tankih i srednje debelih stabala veći je u zapreminskom prirastu od udjela u zapremini, dok je udio debelih stabala manji.

Zapremina posječenih stabala tokom perioda posmatranja varirala je od 4 do 217 m³/ha, za period od 10 godina. U prvom periodu su zapremina posječenih stabala i zapreminski prirast bili približno jednaki, u drugom periodu je zapremina posječenih stabala bila višestruko veća od zapreminskog prirasta (2,6 puta), a u narednim periodima zapremina posječenih stabala bila je manja od zapreminskog prirasta, posebno u trećem periodu (svega 2% od zapreminskog prirasta). Udio proširenih debljinskih klasa u zapremini posječenih stabala tokom perioda posmatranja varirao je u širokom intervalu (od 0 do 67%). U prosjeku je najmanji udio tankih stabala (15%), a udio srednje debelih i debelih je veći i približno jednak (42 i 43%).

Udio pojedinih vrsta drveća u zapremini sastojine na početku perioda posmatranja u određenoj se mjeri razlikuje od udjela u broju stabala, dok je vrlo sličan udjelu u temeljnici. U najvećoj mjeri su participirala stabla jele (0,7), zatim stabla smrče (0,3) i neznatno stabla bukve (0,01). Udio stabala jele u zapremini sastojine se tokom perioda posmatranja povećao (na 0,8), udio stabala smrče se smanjio (na 0,1), a i udio stabala bukve i ostalih lišćara se povećao (na 0,03). Tokom perioda posmatranja udio vrsta drveća u zapremini sastojine nije se mijenjao na isti način kao udio u broju stabala. Mijenjao se na isti način kao udio u temeljnici sastojine. Promjene debljinske strukture, usljed

prirašćivanja i sječe stabala, uzrokovale su promjene udjela vrsta drveća u temeljnici i zapremini sastojine.

Učešće pojedinih vrsta drveća u zapreminskom prirastu tokom perioda posmatranja u određenoj se mjeri razlikuje od udjela u zapremini. U prvom periodu su u zapreminskom prirastu bila najzastupljenija stabla jele (0,8), zatim stabla smrče (0,2) i najmanje stabla bukve (0,01). Tokom perioda posmatranja udio jele se neznatno mijenjao (0,8), dok se udio smrče smanjio (na 0,1), a udio bukve i ostalih lišćara se povećao (na 0,1).

Udio pojedinih vrsta drveća u zapremini uraslih stabala tokom perioda posmatranja ne razlikuje se mnogo od udjela u broju stabala sastojine, dok su razlike veće u odnosu na udio u temeljnici i zapremini sastojine. U zapremini uraslih stabala u prosjeku su u najvećoj mjeri participirala stabla jele (0,4), zatim stabla smrče i bukve (sa po 0,3) i najmanje stabla ostalih lišćara.



Slika 26. Obilan podmladak bukve u prebornoj sastojini bukve, jele i smrče na oglednoj plohi 73

Udio vrsta drveća u zapremini posječenih stabala razlikuje se od udjela u broju stabala, temeljnici i zapremini sastojine. U zapremini posječenih stabala tokom perioda posmatranja u prosjeku su najviše participirala stabla jele (0,7), zatim stabla smrče (0,3) i najmanje stabla bukve i ostalih lišćara (0,02). Udio stabala jele u zapremini posječenih stabala uglavnom je bio manji od udjela u zapremini sastojine, što je dijelom uzrok povećanja udjela jele u zapremini sastojine. Za smrču važi suprotno. Udio stabala smrče u zapremini posječenih stabala uglavnom je bio veći od udjela u zapremini sastojine, pa je dijelom uzrok smanjenja udjela smrče u zapremini sastojine. Sječom najjačeg intenziteta, u drugom periodu, u najvećoj mjeri obuhvaćena su stabla jele (0,6), manje stabla smrče (0,4) i najmanje stabla bukve (0,01).

5.7. OGLEDNA PLOHA 88

Lokalitet šumskog odjeljenja 88 i stalne ogledne 88 plohe u okviru GJ "Igman" predstavljeni su na slici 2, a satelitski snimak užeg područja ove plohe s njenim granicama predstavljen je na slici 27. Razmjera na slici prilagođena je raspoloživom prostoru.

Ogledna ploha 88 osnovana je 1954. godine. Njena površina prvobitno je bila 2,55 ha, ali je pri četvrtom premjeru, zbog izgradnje objekata niskogradnje za potrebe XIV zimskih olimpijskih igara, reducirana na 2,21 ha. Prosječna nadmorska visina je 1310 m, ekspozicija je SW, a nagib terena 15°. Na plohi su podjednako zastupljeni crnice, ilimerizovana i smeđa krečnjačka zemljišta. Prema prvom fitocenološkom snimku utvrđeno je da ogledna ploha pripada ilirskoj šumi bijelog bora i smrče (*Piceo Pinetum illyricum* Stef.). Nakon 40 godina, na površini na kojoj je rađeno fitocenološko snimanje (kvadrat površine 400 m²) nije zabilježeno niti jedno stablo bijelog bora te je zaključeno da se radi o šumi jele i smrče na krečnjacima (*Abieti Piceetum illyricum* Stef.). U vrijeme drugog premjera ogledna ploha je pripadala osnovnom tipu šuma VI – a – 3 (Šume smrče i bijelog bora na plitkom kalkokambisolu), odnosno proizvodnom tipu VI – a – 1, 3 (Šume smrče i bijelog bora na kalkomelanosolu i plitkom kalkokambisolu). U vrijeme petog premjera pripadala je osnovnom tipu VI – b – 2 (Šume jele i smrče na plitkom kalkokambisolu) i proizvodnom tipu VI – b – 1, 2 (Šume jele i smrče na kalkomelanosolu i plitkom kalkokambisolu).



Slika 27. Satelitski snimak užeg područja ogledne plohe 88 s izohipsama, granicama ogledne plohe i granicama šumskog odjeljenja 88

Prema aktuelnoj ŠGO, ogledna ploha 88 pripada gazdinskoj klasi 1205 – šume jele i smrče, smrče (jela) i bijelog bora na krečnjačkim i krečnjačko-dolomitnim zemljištima. Pored stabala jele, smrče i bijelog bora, na oglednoj plohi je pri petom i šestom premjeru evidentirano jedno stablo gorskog javora (*Acer pseudoplatanus* L.). Bonitet staništa utvrđen na osnovu visine stabala drugog premjera za jelu je 2,4, za smrču 2,6, za bijeli bor 1,9, a prosječni je 2,4 (ponderisani prosjek s temeljnicom vrsta drveća kao ponderom).

5.7.1. Broj stabala i debljinska struktura na oglednoj plohi 88

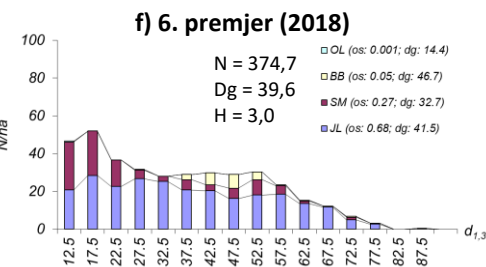
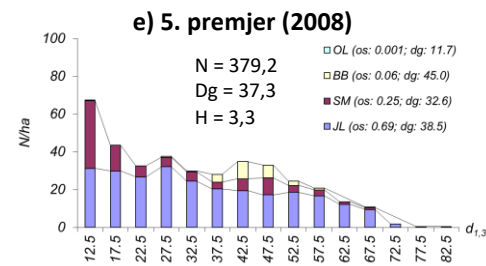
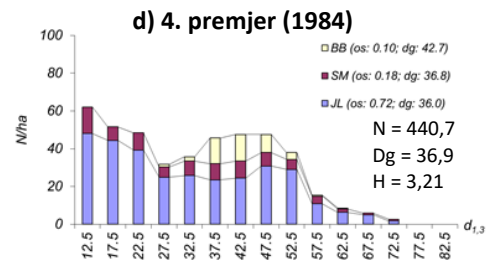
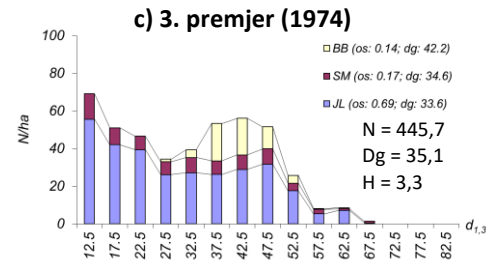
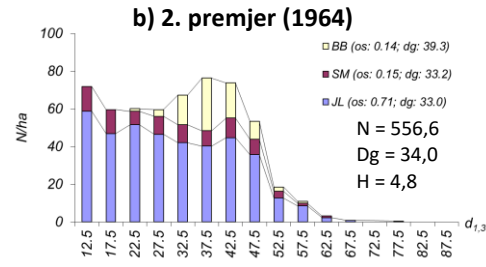
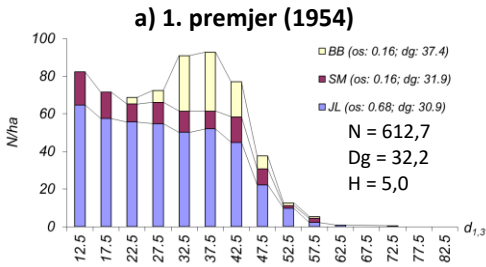
Broj stabala i debljinska struktura pojedinih premjera i uraslih i posječenih stabala u periodima između premjera predstavljeni su na grafikonu 31. (od a do p). Na grafikonima su navedeni i broj stabala (N po ha), srednji prečnik (Dg u cm) i veličina indeksa homogenosti (H) za sve zastupljene vrste drveća zajedno, a u legendi je predstavljen udio (os – omjer smjese) i srednji prečnik (dg) pojedinih vrsta drveća (JL – jela, SM – smrča, BB – bijeli bor, OL – ostali lišćari).

Debljinska struktura pojedinih premjera

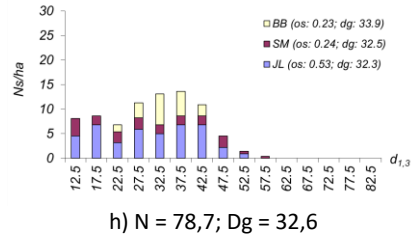
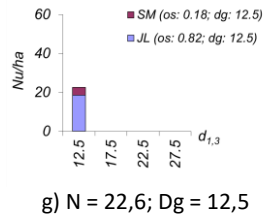
Debljinske strukture uredskih i posjećenih stabala

uredsja stabla

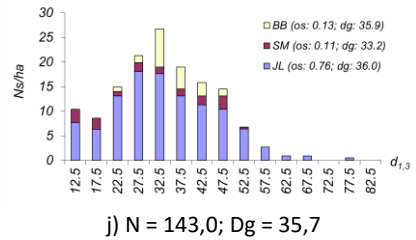
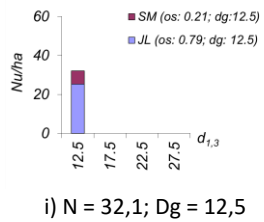
posjećena stabla



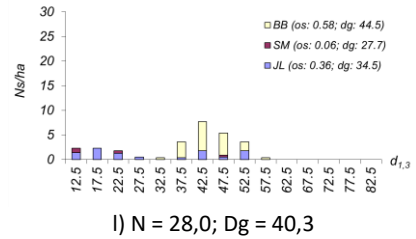
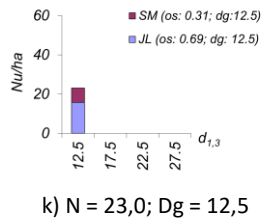
i period (1954–1964)



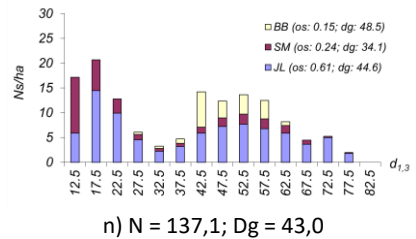
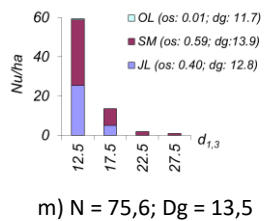
ii period (1964–1974)



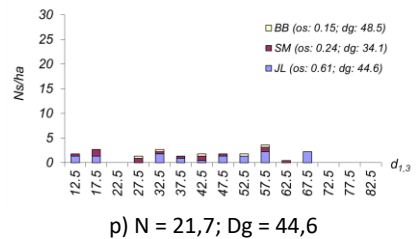
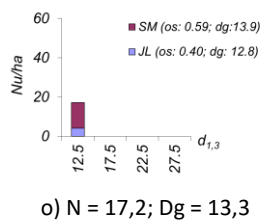
iii period (1974–1984)



iv period (1984–2008)



v period (2008–2018)

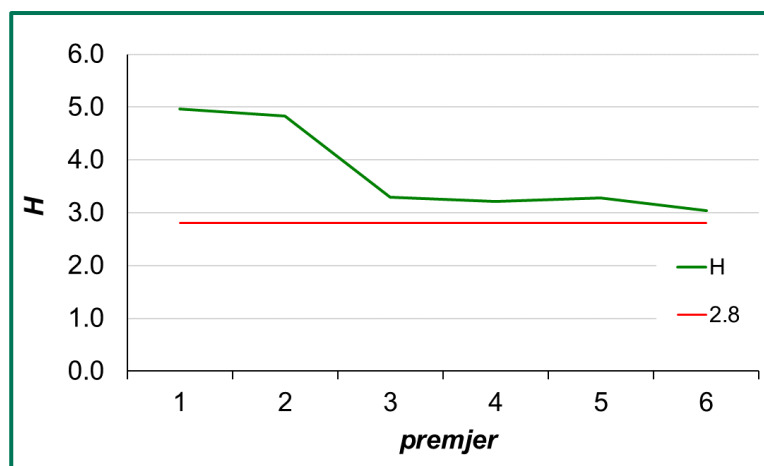


Grafikon 31. Debljinska struktura pojedinih premjera (1, 2, 3, 4, 5, 6) i debljinska struktura uredskih i posjećenih stabala u periodima između premjera (i, ii, iii, iv, v) na oglednoj plohi 88

Broj stabala na oglednoj plohi tokom perioda posmatranja konstantno se smanjivao, od 613 do 375 do stabala/ha. Najveće smanjenje desilo se u drugom periodu, kada je provedena sječa najjačeg intenziteta. Tada su posječena (uključujući mortalitet) 143 stabla/ha (grafikon 31.j), dok je najmanje posječeno u petom periodu, 22 stabla/ha (grafikon 31.p). Broj uraslih stabala u svim periodima bio je manji od broja posječenih stabala, varirao je u relativno uskom intervalu, od 17 do 32 stabla/ha tokom perioda od 10 godina. Najveći broj uraslih stabala utvrđen je kada je provedena najjača sječa, ali intenzitet urastanja nije se značajno povećao u odnosu na prethodni period.

Oblik debljinske strukture sastojine u vrijeme osnivanja ogledne plohe zbog relativno velikog broja srednje debelih stabala odstupao je od oblika kose opadajuće krive koji je karakterističan za preborne sastojine, grafikon 31.a. Na odstupanje od preborne strukture ukazuje i veličina indeksa homogenosti koja je veća od 2,8 ($H = 5,0$), grafikon 32. Prema ovom, za sastojinu na oglednoj plohi u vrijeme osnivanja može se reći da je to bila raznodobna višespratna sastojina sa zadržanim karakteristikama prašume. **Sječom najjačeg intenziteta smanjen je udio srednje debelih i debelih stabala i formirana je struktura sastojine približna prebornoj,**

grafikoni 31.j i 31.c. Slična struktura se zadržala do kraja perioda posmatranja, grafikoni 31. od a do f i grafikon 32. Prema veličini indeksa homogenosti, struktura sastojine bila je najbliža prebornoj strukturi u vrijeme šestog premjera ($H = 3,0$), grafikon 32. Za postizanje preborne



Grafikon 32. Veličina indeksa homogenosti sastojine pri pojedinim premjerima na oglednoj plohi 88

strukture potrebno je smanjiti udio srednje debelih i debelih stabala i time stvoriti uslove za razvoj postojećeg i pojavu i razvoj novog podmlatka.

Srednji prečnik sastojine se tokom vremena konstantno povećavao, od 32,2 do 39,6 cm. Najveće povećanje srednjeg prečnika (za 2,3 cm) utvrđeno je za peti period, kada je bio najmanji broj i uraslih i posječenih stabala (grafikoni 31.o i 31.p). Tada je sječom obuhvaćen približno jednak broj tankih, srednje debelih i debelih stabala, ali nisu posječena najdeblja stabla ($d_{1,3} > 80$ cm) te je završni debljinski stepen pomjeren na 87,5 cm (grafikon 31.f). Srednji prečnik uraslih stabala varirao je u intervalu od 12,5 do 13,5 cm. Najveći srednji prečnik uraslih stabala utvrđen je za četvrti period, tokom kojeg su neka urasla stabla prešla u debljinski stepen 27,5 cm (grafikon 31.m). Srednji prečnik posječenih stabala tokom perioda posmatranja kontinualno se povećavao, od 32,6 do 44,6 cm, kao i srednji prečnik sastojine.

Srednji prečnik stabala jele se tokom perioda posmatranja povećavao, s 30,9 na 41,5 cm. Ovo je posljedica smanjenja urastanja stabala jele i zadržavanja debelih stabala u sastojini, odnosno povećanja završnog debljinskog stepena (grafikon

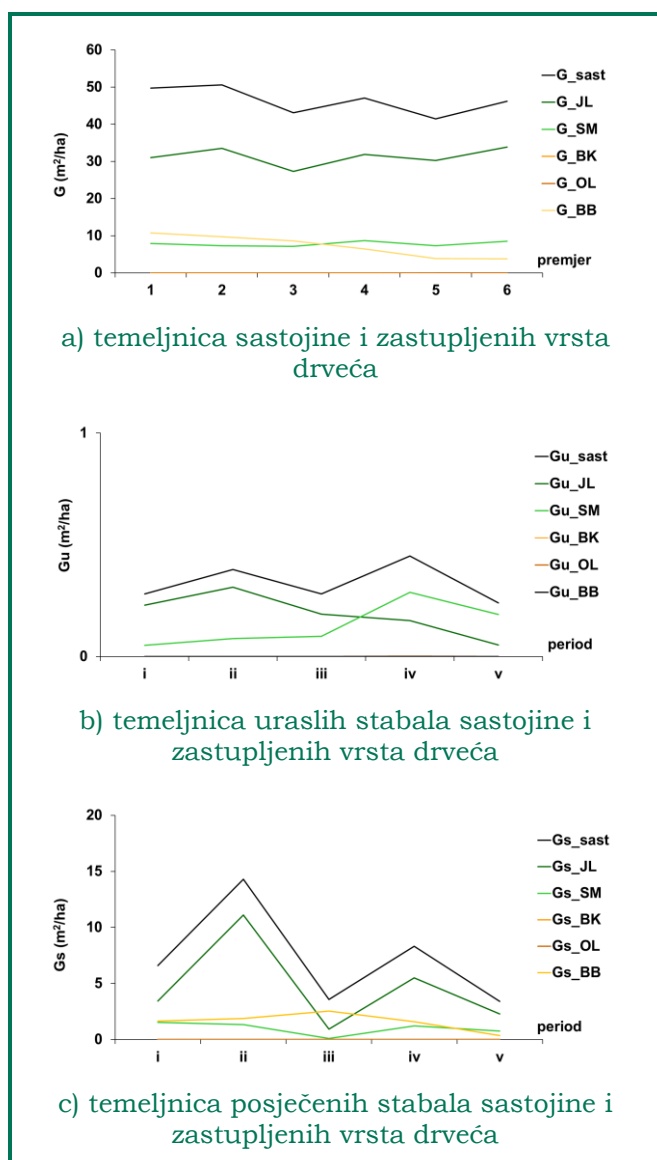
31. od c do f). Srednji prečnik stabala smrče varirao je u intervalu od 31,9 do 36,8 cm, a tokom vremena se prvo povećavao, a zatim se smanjio. Smanjenje srednjeg prečnika smrče posljedica je sječe debljih stabala i urastanja stabala (grafikon 31. od m do p). Srednji prečnik stabala bijelog bora se tokom perioda posmatranja povećavao, od 37,4 do 46,7 cm. Ovo povećanje posljedica je prestanka obnavljanja bijelog bora i izostanka urastanja stabala bijelog bora, a postojeća su priraščivala i prelazila u više debljinske stepene. Nestajanje bijelog bora u skladu je s prirodnim procesom razvoja vegetacije, procesa formiranja klimatogenih biljnih zajednica.

Na početku perioda posmatranja u broju stabala bila su najzastupljenija stabla jele (0,7), a zatim znatno manje i podjednako stabla smrče i bijelog bora (po 0,15). Tokom vremena udio stabala jele neznatno je varirao (oko 0,7), dok je udio stabala smrče povećan (na 0,3), a udio stabala bijelog bora smanjen (na 0,06). Promjene udjela vrsta drveća posljedica su odnosa njihove participacije u broju uraslih i posječenih stabala i razlike između broja uraslih i posječenih stabala. Povećanje udjela smrče posljedica je većeg udjela stabala smrče u broju posječenih nego u broju uraslih stabala, a smanjenje udjela bijelog bora posljedica je izostanka njihovog urastanja (obnavljanja) i sječe stabala. U broju uraslih stabala participirala su samo stabla jele (prosjek 0,6) i smrče (prosjek 0,4). Samo pri petom premjeru evidentirano je jedno uraslo stablo ostalih lišćara. Tokom perioda posmatranja udio stabala jele u broju uraslih stabala se smanjivao (s 0,8 na 0,2), a udio stabala smrče povećavao (s 0,2 na 0,8). U broju posječenih stabala u prosjeku su najviše participirala stabla jele (0,6), manje stabla smrče i bijelog bora (sa po 0,2). Tokom vremena udio stabala jele u broju posječenih stabala naizmjenično se povećavao i smanjivao, a smrče i bijelog bora smanjivao i povećavao. Sječom najjačeg intenziteta, u drugom periodu, u najvećoj mjeri su bila obuhvaćena stabla jele (0,8), a stabla smrče i bijelog bora znatno manje (sa po 0,1).

5.7.2. Temeljnica sastojine na oglednoj plohi 88

Na grafikonu 33. (a, b, c) predstavljene su veličine temeljnice sastojine i zastupljenih vrsta drveća (G) pri pojedinim premjerima i uraslih i posječenih stabala (G_u i G_s) u periodima između premjera.

Temeljnica sastojine na oglednoj plohi tokom perioda posmatranja varirala je u intervalu od 41,5 do 50,6 m^2/ha . Najveća temeljnica utvrđena je pri drugom premjeru, neznatno veća u odnosu na temeljnicu prvog premjera (grafikon 33.a), kada je na plohi bio veliki broj stabala, posebno u klasi srednje debelih stabala (grafikoni 31.a i 31.b). Najmanja temeljnica utvrđena je pri petom premjeru (grafikon 33.a), nakon sječe jačeg intenziteta (grafikon 33.c), kada je broj stabala bio manji i udio tankih stabala veći od udjela srednje debelih. Pri sječi najjačeg intenziteta (drugi period) temeljnica posječenih stabala bila je 14,3 m^2/ha , ili 28% od temeljnice na početku perioda. U ovom periodu došlo je do povećanja temeljnice uraslih stabala (grafikon 33.b) za 39% u odnosu na temeljnicu uraslih stabala u prethodnom periodu. Nakon ovog povećanja temeljnica uraslih stabala se smanjila, zatim povećala pa smanjila. Temeljnica posječenih stabala tokom perioda posmatranja naizmjenično se povećavala i smanjivala. Temeljnica posječenih stabala uglavnom je bila veća od temeljnice uraslih stabala, za od 12,8 do 36,7 puta. Povećanje temeljnice sastojine najvećim je dijelom posljedica prirasta temeljnice stabala u sastojini.



Grafikon 33. Temeljnica sastojine i zastupljenih vrsta drveća pri pojedinim premjerima (1, 2, 3, 4, 5, 6), i temeljnica uraslih i posječenih stabala u periodima između premjera (i, ii, iii, iv, v) na oglednoj plohi 88

stabla jele (0,6), zatim stabla bijelog bora (0,3) i stabla smrče (0,1). Tokom perioda posmatranja udio pojedinih vrsta drveća se naizmjenično smanjivao i povećavao (smrča i bijeli bor) i obrnuto (jela).

Tokom perioda posmatranja u temeljnici sastojine najviše su participirala stabla jele, prosjek 0,7. Na početku je udio stabala jele bio najmanji (0,6), a zatim se do kraja perioda posmatranja povećao (na 0,7). Udio stabala smrče i bijelog bora bio je znatno manji, prosjek 0,15. Na početku perioda posmatranja udio stabala smrče bio je najmanji (0,15), a zatim se povećao (na 0,2). Obrnuto je s udjelom stabala bijelog bora. Na početku je udio stabala bijelog bora bio 0,15 i do kraja perioda posmatranja se smanjio na 0,1.

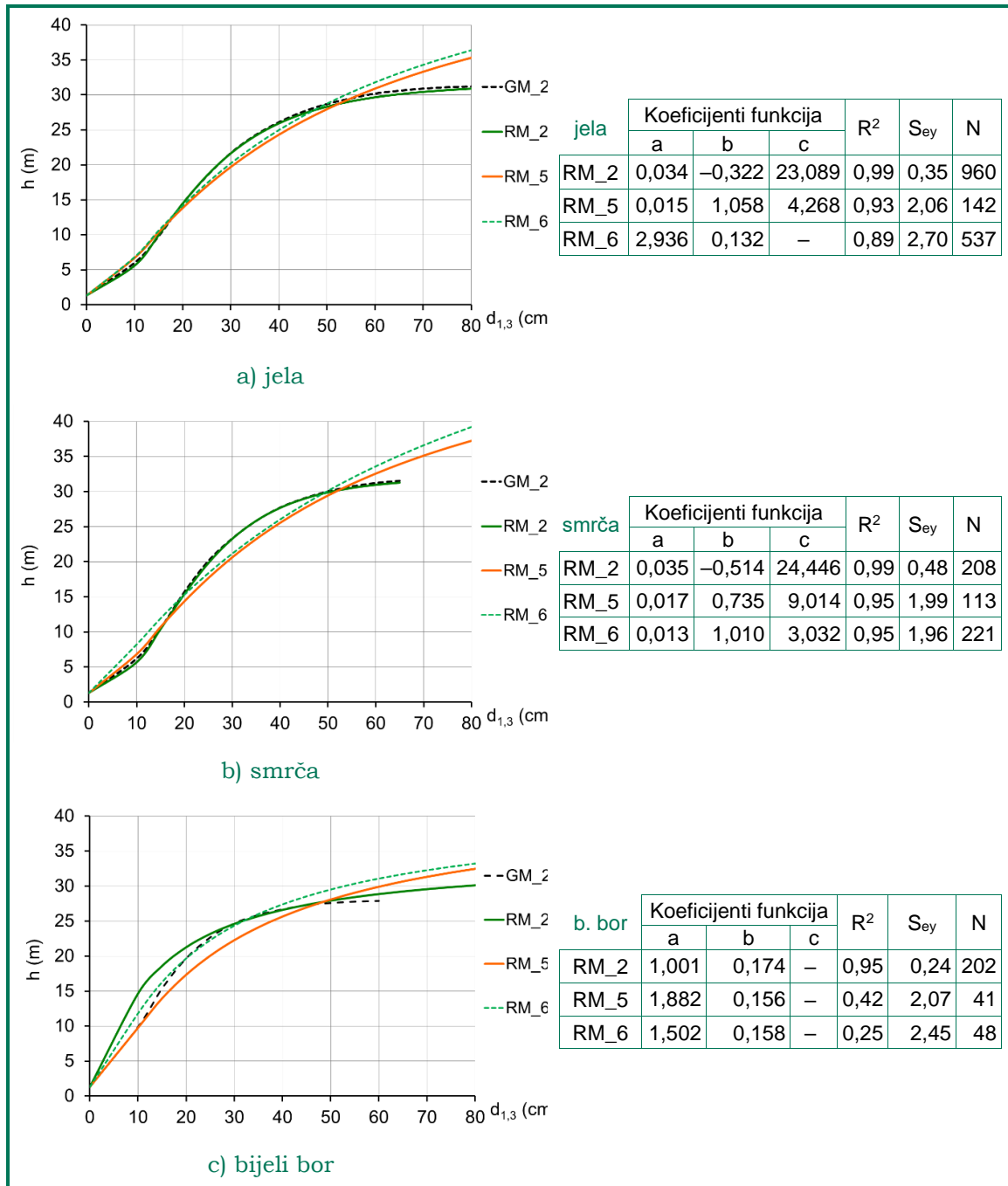
Udio stabala zastupljenih vrsta drveća u temeljnici uraslih stabala je drugačiji. Stabla jele su na početku perioda posmatranja bila zastupljena s 0,8, stabla smrče s 0,2, a stabla bijelog bora i ostalih vrsta nije bilo. Tokom perioda posmatranja udio stabala jele se smanjio (na 0,2), dok se udio stabala smrče povećao (na 0,8). U uraslim stablima tokom perioda posmatranja nije bilo stabala bijelog bora, a pri petom premjeru evidentirano je jedno uraslo stablo gorskog javora.

U temeljnici posječenih stabala tokom perioda posmatranja u prosjeku su najviše participirala

5.7.3. Visina stabala na oglednoj plohi 88

Visinske krive izrađene na osnovu podataka drugog (GM_2, RM_2), petog (RM_5) i šestog (RM_6) premjera za osnovne vrste drveća i veličine koeficijenta i statističkih pokazatelja odabranih regresionih modela (R^2 – koeficijent determinacije, S_{ey} – standardna greška procjene, N – veličina uzorka) predstavljene su na **grafikonu 34**. (a, b, c). Svi odabrani modeli za jelu i smrču su funkcije Prodana, a za bijeli bor funkcije Pettersona. Izuzetak je regresioni model

za jelu za šesti premjer, za koji je odabrana funkcija Pettersona. Visinske krive predstavljene su za intervale prsnog prečnika u kojim su zastupljena stabla.



Grafikon 34. Visinske krive s parametrima regresionih modela za jelu, smrču i bijeli bor na oglednoj plohi 88

Veličine koeficijenta determinacije ukazuju na to da se odabranim regresionim modelima znatan dio varijabiliteta visine stabala objašnjava variranjem prsnog prečnika. Za jelu i smrču to je više od 90%, dok je za bijeli bor, zbog varijabiliteta visine stabala i malog broja stabala u vrijeme petog i šestog premjera, znatno manje, do 50%. Najveći koeficijent determinacije i najmanja standardna greška procjene utvrđeni su za regresione modele drugog premjera jer je regresija provedena za prosječne visine debljinskih stepeni.

Sve visinske krive imaju tipični sigmoidni oblik i za sve vrste drveća uočava se njihovo pomjeranje tokom perioda posmatranja prema manjim visinama u debljinskim stepenima ispod 50 cm i prema većim visinama u višim debljinskim stepenima. Razlike između visinskih krivih petog i šestog premjera manje su od razlika između drugog i petog premjera. Pomjeranje visinskih krivih rezultiralo je odgovarajućom promjenom prethodno utvrđenih bonitetnih razreda staništa. U [tabeli 8](#), predstavljeni su bonitetni razredi staništa za jelu, smrču i bukvu utvrđeni na osnovu procijenjene visine stabala, prsnog prečnika 30 cm i više, prema grafičkom i regresionom modelu za podatke drugog premjera (GM_2 i RM_2) i regresionim modelima za podatke petog i šestog premjera (RM_5 i RM_6).

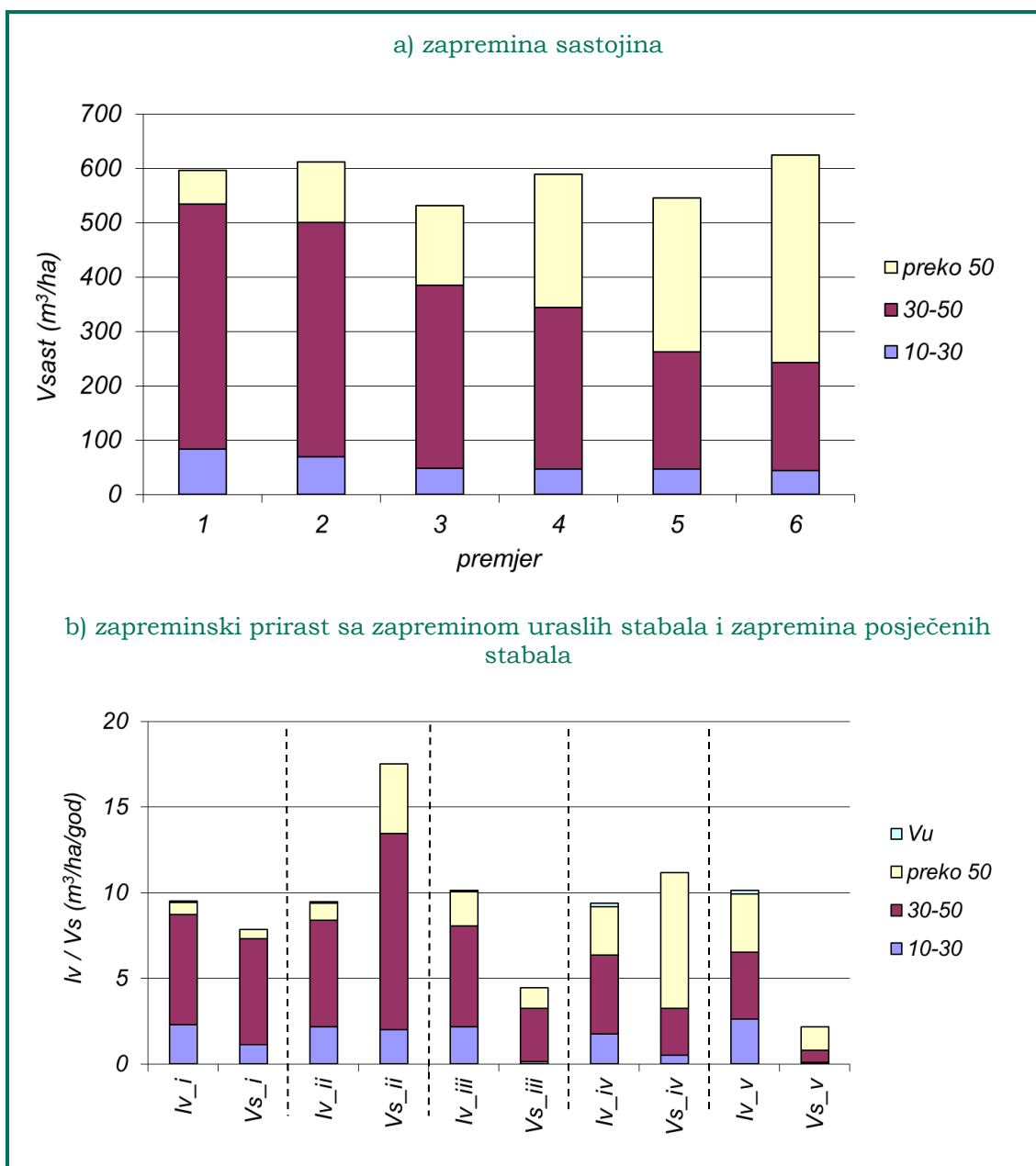
Tabela 8. Bonitetni razred staništa za jelu, smrču i bukvu prema utvrđenim visinskim krivim za drugi, peti i šesti premjer za oglednu plohu 88

Model	Vrsta drveća		
	JL	SM	BB
GM_2	2,4	2,6	1,8
RM_2	2,5	2,6	1,9
RM_5	2,6	2,7	2,1
RM_6	2,3	2,4	1,8

Pomjeranje visinskih krivih dijelom je uzrokovano sječom stabala lošijeg kvaliteta i manje visine, dijelom promjenom strukture sastojine, a dijelom i razlikama između uzoraka na osnovu kojih su izrađene visinske krive (N na [grafikonu 34](#)). Povećanje visine stabala viših debljinskih klasa i smanjenje visine stabala nižih debljinskih klasa posljedica je smanjenja velikog udjela srednje debelih stabala i povećanja udjela debelih. Ovim je povećana konkurencija među debelim stablima i smanjen njihov debljinski prirast, dok je visinski prirast povećan do veličine koja je u skladu sa starošću debelih stabala. Osim ovog, tanka stabla su oslobođena "pritiska" srednje debelih stabala i povećana je količina svjetlosti u unutrašnjosti sastojine pa je povećan debljinski prirast ovih stabala i skraćeno vrijeme prelaska u više debljinske stepene, dok se visinski prirast nije značajno mijenjao, te su u konačnici smanjene visine tankih stabala. Pomjeranje svih visinskih krivih manje je od širine bonitetnog razreda. Visinske krive za jelu u okviru su drugog bonitetnog razreda staništa. Izuzetak je visinska kriva petog premjera, koja je u pojasu trećeg bonitetnog razreda, ali na granici s drugim. Visinske krive za smrču u okviru su trećeg bonitetnog razreda staništa. Izuzetak je visinska kriva za šesti premjer koja je u okviru trećeg bonitetnog razreda, ali blizu granice prema drugom. Sve visinske krive za bijeli bor u okviru su drugog bonitetnog razreda. Imajući u vidu da su se tokom vremena provodile preborne sječe zasnovane na principu pozitivne selekcije i da je postignuta struktura približna prebornoj, kao pouzdanija mjera proizvodnog potencijala staništa mogu se prihvatiti bonitetni razredi utvrđeni na osnovu podataka šestog premjera.

5.7.4. Zapremina i zapreminski prirast sastojine na oglednoj plohi 88

Zapremina sastojine (V_{sast}) po proširenim debljinskim klasama pri pojedinim premjerima predstavljena je na [grafikonu 35.a](#), dok su na [grafikonu 35.b](#) predstavljene prosječne veličine tekućeg (godišnjeg) zapreminskog prirasta (I_v) sa zapreminom uraslih stabala (V_u) i zapremine posječenih stabala (V_s) za periode između premjera (i, ii, iii, iv, v), po proširenim debljinskim klasama. Zapremina i zapreminski prirast iskazani su zapreminom krupnog drveta.



Grafikon 35. Zapremina sastojine (V_{sast}) pri pojedinim premjerima (a) i prosječni periodični zapreminski prirast (I_v) sa zapreminom uraslih stabala (V_u) i prosječna zapremina posječenih stabala (V_s) u periodima između premjera (b) po proširenim debljinskim klasama na oglednoj plohi 88

Zapremina sastojine tokom perioda posmatranja varirala je u intervalu od 532 do 624 m³/ha. Tokom perioda posmatranja povećavala se i smanjivala, zavisno od odnosa veličine zapreminskog prirasta i zapremine posječenih stabala. Najmanja zapremina utvrđena je pri trećem premjeru, nakon drugog perioda, u kojem je provedena sječa najjačeg intenziteta. U drugom periodu posječeno je 175 m³/ha (29% od zapremine na početku perioda), a zapreminski prirast bio je 95 m³/ha (1,9 puta manji), [grafikon 35.b](#). U zapremini sastojine tokom perioda posmatranja bio je najmanji udio tankih stabala (prosječno 10%), udio debelih stabala bio je veći (prosječno 35%), a najveći je bio udio srednje debelih stabala (prosječno 55%). Udio tankih i srednje debelih stabala se tokom perioda posmatranja smanjivao (tanka s 14 na 7%; srednje debela sa 76 na 32%), a udio debelih se povećavao (s 10 na 61%).

Tekući zapreminski prirast tokom perioda posmatranja varirao je u intervalu od 9,4 do 10,1 m³/ha/god. Najveća veličina zapreminskog prirasta postignuta je u trećem periodu, nakon perioda u kojem je provedena sječa najjačeg intenziteta, a najmanja u četvrtom periodu, i približno jednako u prvom i drugom periodu. Najveća zapremina uraslih stabala bila je u petom periodu, 1,0 m³/ha/god, odnosno 1,1% od zapreminskog prirasta. U zapreminskom prirastu u prosjeku su najviše participirala srednje debela stabla (prosjek 58%), zatim tanka (prosjek 24%) i najmanje debela (prosjek 20%). Tokom perioda posmatranja udio tankih stabala se smanjivao do četvrtog perioda, a zatim se povećao u petom periodu. Udio srednje debelih stabala se smanjivao, dok se udio debelih povećavao. Udio proširenih debljinskih klasa u zapreminskom prirastu razlikuje se od udjela u zapremini sastojine. U prosjeku, udio tankih stabala u zapreminskom prirastu veći je od udjela u zapremini, udio srednje debelih približno jednak, a udio debelih stabala je manji.

Zapremina posječenih stabala tokom perioda posmatranja varirala je od 22 do 175 m³/ha, za period od 10 godina. Zapremina posječenih stabala bila je veća od zapreminskog prirasta u drugom i u četvrtom periodu, za 85 i 19%. U prvom periodu zapremina posječenih stabala nije bila mnogo manja od zapreminskog prirasta (za 17%), dok je u trećem i petom periodu bila znatno manja od zapreminskog prirasta, za 66 i 78%. Udio proširenih debljinskih klasa u zapremini posječenih stabala tokom perioda posmatranja varirao je u širokom intervalu (od 3 do 78%). U prosjeku je najmanji udio tankih stabala (8%), zatim udio debelih (38%), a najveći je udio srednje debelih stabala (54%). Tokom perioda posmatranja udio tankih i srednje debelih stabala se smanjio (tanka s 15 na 5%; srednje debela sa 78 na 32%), a udio debelih stabala se povećao (sa 7 na 63%).

Udio pojedinih vrsta drveća u zapremini sastojine na početku perioda posmatranja jednak je udjelu u broju stabala i u temeljnici sastojine. U najvećoj mjeri su participirala stabla jele (0,6), zatim bijelog bora (0,2) i smrče (0,1). Udio stabala jele u zapremini sastojine tokom perioda posmatranja se povećao (na 0,8), udio stabala smrče se zadržao na istom nivou, a udio stabala bijelog bora se smanjio (na 0,1). Tokom perioda posmatranja udio vrsta drveća u zapremini se mijenjao na isti način kao udio u broju stabala i temeljnici sastojine. Promjene debljinske strukture, zbog priraščivanja i sječe stabala, nisu uzrokovale promjene udjela vrsta drveća u temeljnici i zapremini sastojine.

Učešće pojedinih vrsta drveća u zapreminskom prirastu tokom perioda posmatranja razlikuje se od udjela u zapremini. U prvom periodu su i u zapreminskom prirastu bila najzastupljenija stabla jele (0,8), a zatim znatno manje stabla smrče (0,1) i bijelog bora (0,1). Tokom perioda posmatranja udio jele se prvo smanjio, zatim se povećavao do četvrtog perioda, a zatim se smanjio. Udio smrče se mijenjao suprotno od udjela jele, dok se udio bijelog bora naizmjenično povećavao i smanjivao. U konačnici, udio jele i bijelog bora je smanjen (jela s 0,8 na 0,7; bijeli bor s 0,1 na 0,04), dok je udio smrče povećan (s 0,1 na 0,4).

Udio pojedinih vrsta drveća u zapremini uraslih stabala tokom perioda posmatranja razlikuje se od udjela u broju stabala, temeljnici i zapremini sastojine. U zapremini uraslih stabala stabla jele i smrče participirala su prosječno sa po 0,5.

I udjeli vrsta drveća u zapremini posječenih stabala razlikuju se od udjela u broju stabala, temeljnici i zapremini sastojine. U prosjeku su u zapremini posječenih stabala tokom perioda posmatranja najviše participirala stabla jele (0,5), a zatim

stabla bijelog bora (0,3) i stabla smrče (0,2). Udio stabala jele u zapremini posječenih stabala uglavnom je manji od udjela u zapremini sastojine i to je dijelom uzrok povećanja udjela jele u zapremini sastojine. Za smrču i bijeli bor važi suprotno. Udio stabala smrče i bijelog bora u zapremini posječenih stabala uglavnom je veći od udjela u zapremini sastojine, pa je to dijelom uzrok smanjenja udjela smrče i bijelog bora u zapremini sastojine. Sječom najjačeg intenziteta, u drugom periodu, u najvećoj mjeri su obuhvaćena stabla jele (0,8), a znatno manje stabla smrče i bijelog bora (po 0,1).

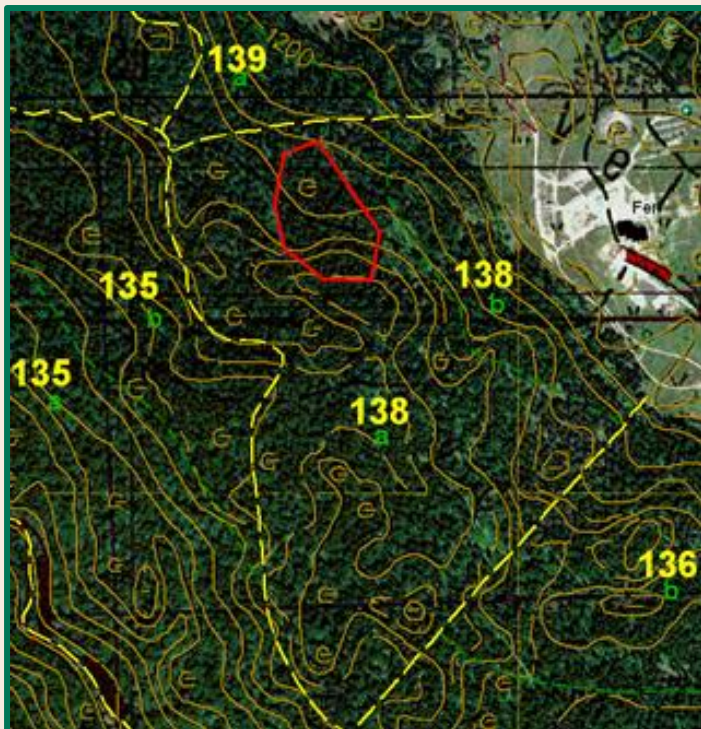


Slika 28. Raznodobna višespratna sastojina jele, smrče i bijelog bora na oglednoj plohi 88

5.8. OGLEDNA PLOHA 138

Lokalitet šumskog odjeljenja 138 i stalne ogledne plohe 138 u okviru GJ "Igman" predstavljeni su na slici 2, a satelitski snimak užeg područja ove plohe s njenim granicama predstavljen je na slici 29. Razmjera na slici prilagođena je raspoloživom prostoru.

Ogledna ploha 138 osnovana je 1955. godine. Njena površina je 2,29 ha, prosječna nadmorska visina 1220 m, ekspozicija je NE, a nagib terena 20°. Na oglednoj plohi se u vrtačama nalazi ilimerizovano zemljište, čak i malo oglejeno, a na grebenima između vrtača prevladava smeđe skeletno zemljište i crnice.

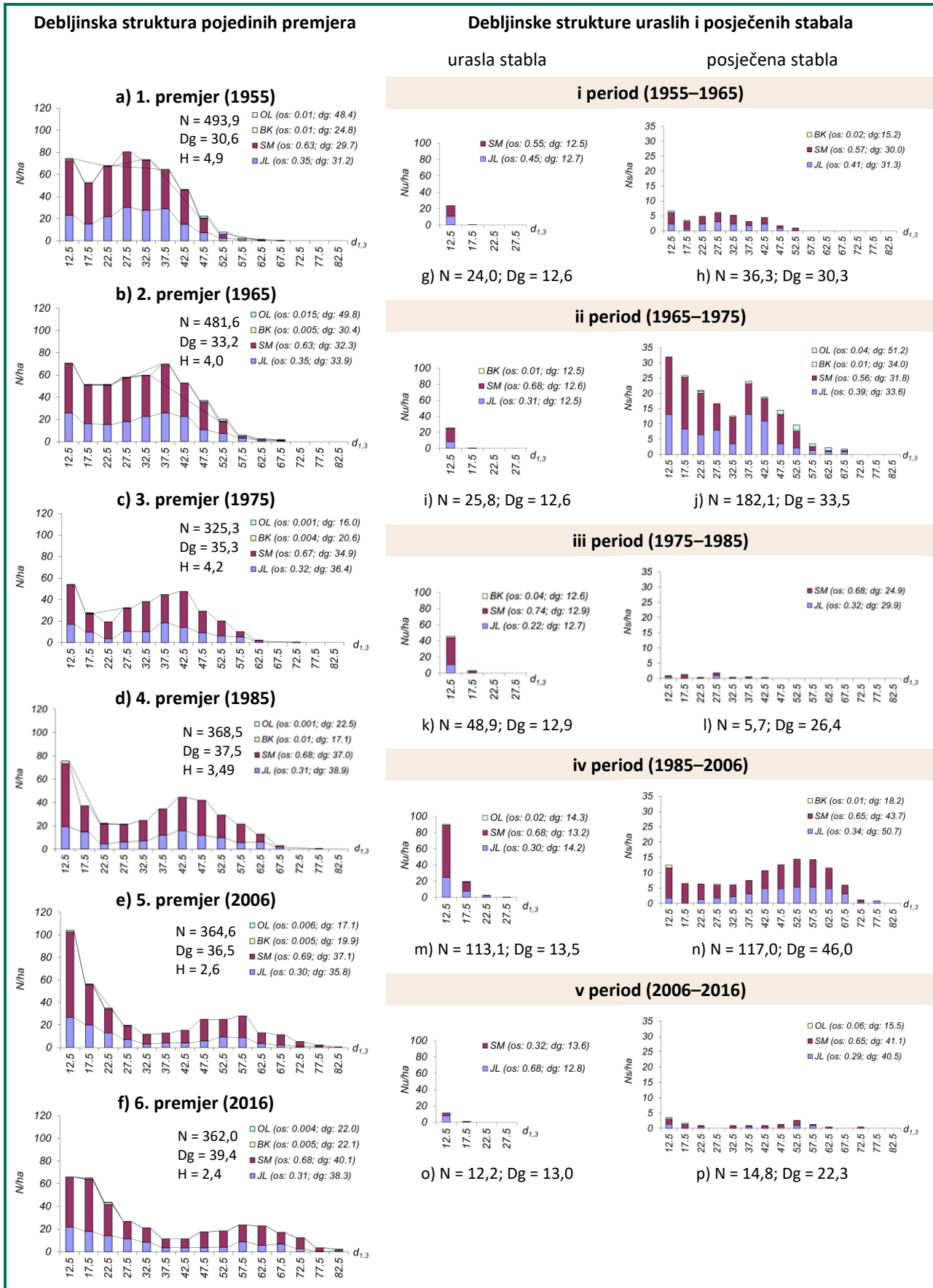


Slika 29. Satelitski snimak užeg područja ogledne plohe 138 s izohipsama, granicama ogledne plohe i granicama šumskog odjeljenja 138

Prema dva fitocenološka snimka izrađena u razmaku od oko 40 godina, ogledna ploha pripada šumi smrče u mrazištu i vrtačama na seriji krečnjačkih zemljišta (*Picetum montanum inversum* Fuk.). Ova ogledna ploha pripada osnovnom tipu šuma VI – b – 4 (Šume jele i smrče na luvisolu na krečnjaku), odnosno proizvodnom tipu VI – b – 3, 4 (Šume jele i smrče na dubokom kalkokambisolu i luvisolu na krečnjaku i dolomitu). Prema aktuелnoj ŠGO, ogledna ploha 138 pripada gazdinskoj klasi 1204 – šume jele i smrče i smrče (jele) na krečnjačkim i krečnjačko-dolomitnim zemljištima. Pored stabala jele, smrče i bukve, na oglednoj plohi evidentirana su i stabla gorskog javora (*Acer pseudoplatanus* L.), kategorija ostali lišćari. Bonitet staništa utvrđen na osnovu visine stabala drugog promjera za jelu i smrču je 2,7.

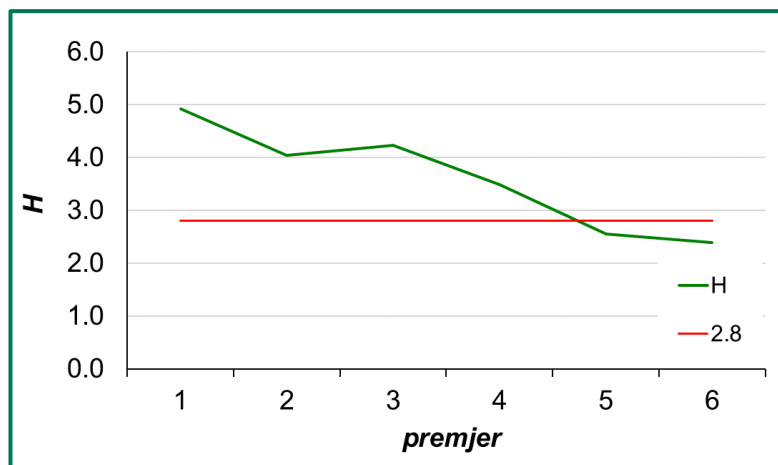
5.8.1. Broj stabala i debljinska struktura na oglednoj plohi 138

Broj stabala i debljinska struktura pojedinih promjera i uraslih i posječenih stabala u periodima između promjera predstavljeni su na grafikonu 36. (od a do p). Na grafikonima su navedeni i broj stabala (N po ha), srednji prečnik (Dg u cm) i veličina indeksa homogenosti (H) za sve zastupljene vrste drveća zajedno, a u legendi je predstavljen udio (os – omjer smjese) i srednji prečnik (dg) pojedinih vrsta drveća (JL – jela, SM – smrča, BK – bijeli bor, OL – ostali lišćari).



Grafikon 36. Debljinska struktura pojedinih premjera (1, 2, 3, 4, 5, 6) i debljinska struktura uraljih i posječenih stabala u periodima između premjera (i, ii, iii, iv, v) na oglednoj plohi 138

Broj stabala na oglednoj plohi tokom perioda posmatranja varirao je u intervalu od 325 do 494 stabla/ha. Prvo se smanjivao pa povećavao, zavisno od odnosa broja uraslih i posječenih stabala. Najveći broj stabala utvrđen je pri prvom premjeru, a najmanji pri trećem, nakon sječe najjačeg intenziteta. Najveći broj stabala posječen je (uključujući mortalitet) u drugom periodu, između drugog i trećeg premjera, 182 stabla/ha, a najmanji u trećem, 6 stabala/ha. Broj uraslih stabala većinom je bio manji od broja posječenih stabala, varirao je u intervalu od 12 do 54 stabla/ha tokom perioda od 10 godina. Obrnuto je bilo u trećem periodu. Sječa jačeg intenziteta, provedena u drugom periodu, rezultirala je povećanjem broja uraslih stabala u naredna dva perioda.



Grafikon 37. Veličina indeksa homogenosti sastojine pri pojedinim premjerima na oglednoj plohi 138

Oblik debljinske strukture sastojine u vrijeme osnivanja ogledne plohe, zbog relativno velikog broja srednje debelih stabala, odstupao je od oblika kose opadajuće krive koji je karakterističan za preborne sastojine, **grafikon 36.a**. Na odstupanje od preborne strukture ukazuje i veličina indeksa homogenosti

koja je veća od 2,8 ($H = 4,9$), **grafikon 37**. Prema ovom, za sastojinu na oglednoj plohi u vrijeme osnivanja može se reći da je to bila raznodobna višespratna sastojina sa zadržanim karakteristikama prašume. Vremenom je uz sječu stabala, zasnovanu na pozitivnoj selekciji, smanjen udio srednje debelih stabala, a povećan udio tankih i debelih, i smanjena je veličina indeksa homogenosti. **Nakon sječa i urastanja stabala tokom četiri perioda, u vrijeme petog premjera postignuta je preborna struktura sastojine, grafikon 36.e i grafikon 37. U narednom periodu održan je veći udio tankih stabala u odnosu na srednje debela i debela te je zadržana preborna struktura, grafikon 36.f i grafikon 37.** Očuvanje preborne strukture u narednom periodu moguće je sječom debelih (najdebljih) i srednje debelih stabala, čime će se omogućiti razvoj postojećeg i pojava i razvoj novog podmlatka te povećanje i održavanje većeg broja tankih stabala. Na početku perioda posmatranja u broju stabala bila su najzastupljenija stabla smrče (0,6), zatim jele (0,4), a neznatno je bilo stabala bukve i ostalih lišćara (0,01). Udio stabala smrče se tokom vremena povećao (na 0,7), udio stabala jele je smanjen (na 0,3), a udio stabala bukve i ostalih lišćara ostao je na istom nivou.

Srednji prečnik sastojine se tokom vremena povećavao od 30,6 do 39,4 cm. Izuzetak je četvrti premjer, kada je evidentirano smanjenje srednjeg prečnika. Srednji prečnik uraslih stabala varirao je u intervalu od 12,6 do 13,5 cm. Najveći srednji prečnik uraslih stabala utvrđen je za četvrti period, koji je dug 21 godinu, tokom kojeg je određen broj uraslih stabala prešao u debljinski stepen 22,5 cm (**grafikon 36.m**). Srednji prečnik posječenih stabala varirao je u

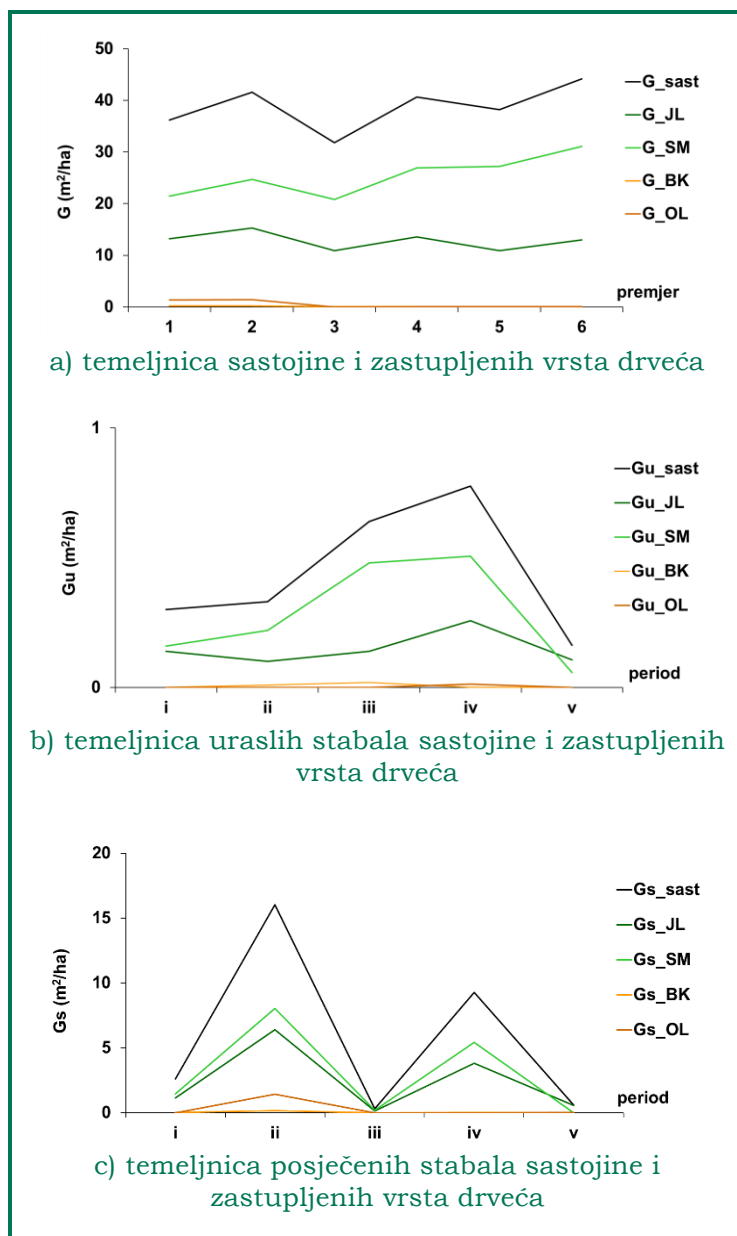
intervalu od 22,3 do 46,0 cm. Najveći srednji prečnik utvrđen je za četvrti period, kada je provedena sječa jačeg intenziteta, kojom su obuhvaćena stabla svih debljinskih klasa ([grafikon 36.n](#)). Najmanji srednji prečnik posječenih stabala utvrđen je za naredni, peti period, kada je sječa bila slabijeg intenziteta, a obuhvaćena su stabla svih debljinskih klasa ([grafikon 36.p](#)). Srednji prečnik posječenih stabala nije najveći u periodu u kojem je provedena sječa najjačeg intenziteta jer je posječen približno jednak broj tankih i srednje debelih stabala i manji broj debelih stabala ([grafikon 36.j](#)).

Srednji prečnik stabala jele tokom vremena varirao je u intervalu od 31,2 do 38,9 cm i uglavnom se tokom vremena povećavao. Ovo je posljedica smanjenja urastanja stabala jele i zadržavanja debelih stabala u sastojini, odnosno povećanja završnog debljinskog stepena ([grafikoni 36.d, 36.e i 36.f](#)). Srednji prečnik stabala smrče se tokom vremena povećavao, od 29,7 do 40,1 cm. Povećanje srednjeg prečnika smrče uglavnom je posljedica zadržavanja debelih stabala u sastojini, odnosno povećanja završnog debljinskog stepena ([grafikoni 36.d, 36.e i 36.f](#)). Srednji prečnik stabala bukve varirao je u intervalu od 19,9 do 30,4 cm, a ostalih lišćara od 17,1 do 49,8 cm. Veliki srednji prečnik stabala bukve i ostalih lišćara posljedica je prisustva dva debela stabla bukve i 15 debelih stabala gorskog javora na oglednoj plohi u vrijeme osnivanja ogledne plohe. Ova su stabla posječena u drugom periodu, prilikom sječe najjačeg intenziteta. Tokom perioda posmatranja srednji prečnik stabala bukve i ostalih lišćara se smanjivao, a zatim se povećao. Smanjenje je posljedica sječe debelih stabala, a povećanje je posljedica prirašćivanja i prelaska u više debljinske stepene preostalih tankih stabala ovih vrsta drveća.

5.8.2. Temeljnica sastojine na oglednoj plohi 138

Na [grafikonu 38](#). (a, b, c) predstavljene su veličine temeljnice sastojine i zastupljenih vrsta drveća (G) pri pojedinim premjerima i uraslih i posječenih stabala (Gu i Gs) u periodima između premjera.

Temeljnica sastojine na oglednoj plohi tokom perioda posmatranja varirala je u intervalu od 31,8 do 44,2 m²/ha. Tokom vremena se naizmjenično povećavala i smanjivala. Najmanja veličina utvrđena je pri trećem premjeru ([grafikon 38.a](#)), nakon sječe najjačeg intenziteta u prethodnom periodu ([grafikon 38.c](#)), a najveća pri šestom, nakon tri perioda sječa slabijeg intenziteta. Pri sječi najjačeg intenziteta (drugi period) temeljnica posječenih stabala bila je 16,0 m²/ha, ili 39% od temeljnice na početku perioda. U narednom (trećem) periodu došlo je do povećanja temeljnice uraslih stabala ([grafikon 38.b](#)) za 94% u odnosu na temeljnicu uraslih stabala u drugom periodu. Nakon ovog povećanja temeljnica uraslih stabala se povećala, a zatim smanjila. Temeljnica posječenih stabala se tokom perioda posmatranja naizmjenično povećavala i smanjivala. Temeljnica posječenih stabala uglavnom je bila veća od temeljnice uraslih stabala, za od 3,5 do 48,5 puta. Izuzetak je treći period, u kojem je temeljnica uraslih stabala bila veća za 2,1 put od temeljnice posječenih stabala. Povećanje temeljnice sastojine u prvom, trećem i petom periodu najvećim je dijelom posljedica prirasta temeljnice stabala u sastojini, dok je uticaj temeljnice uraslih stabala mali. Smanjenje veličine temeljnice u drugom i četvrtom periodu posljedica je sječa jačeg intenziteta u tim periodima, uz koje je temeljnica posječenih stabala bila veća od prirasta temeljnice sastojine.



Grafikon 38. Temeljnica sastojine i zastupljenih vrsta drveća pri pojedinim premjerima (1, 2, 3, 4, 5, 6), i temeljnica uraslih i posječenih stabala u periodima između premjera (i, ii, iii, iv, v) na oglednoj plohi 138

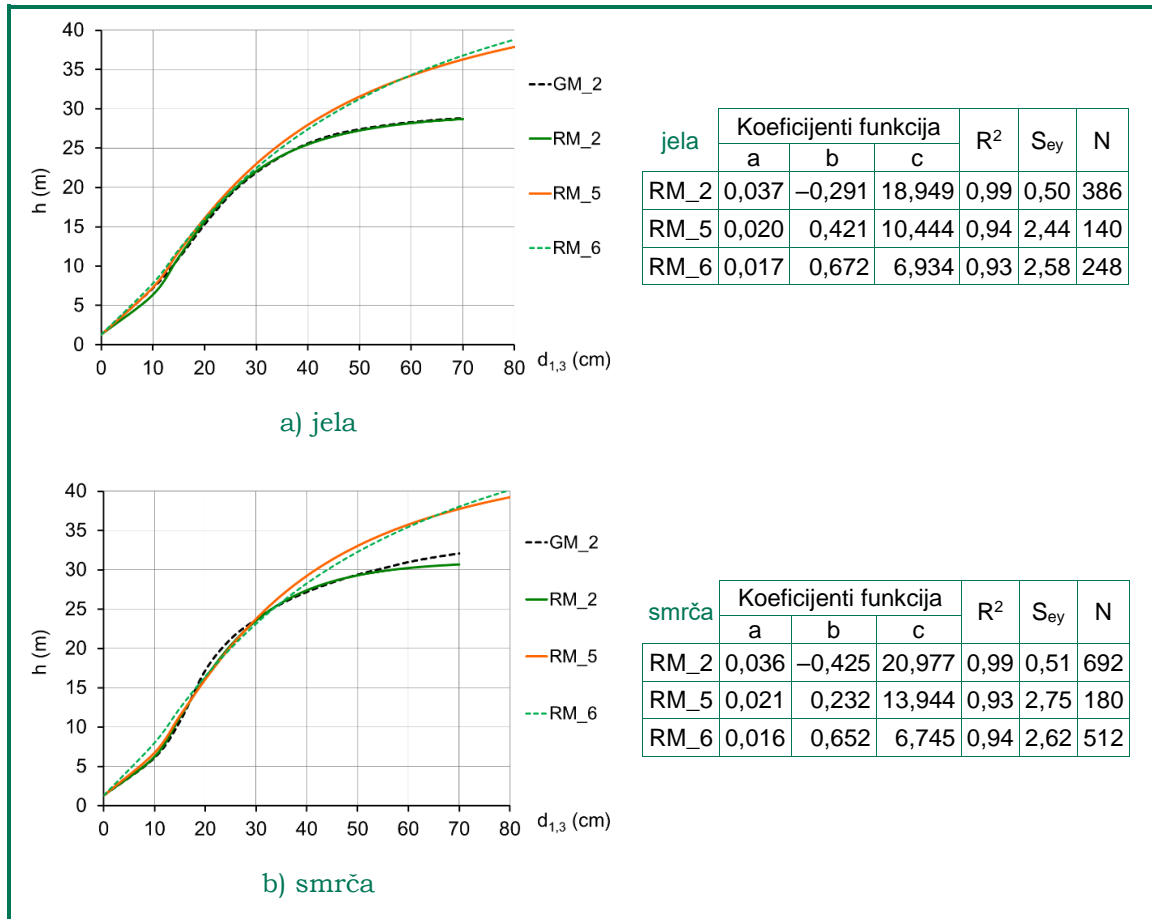
U temeljnici posječenih stabala tokom perioda posmatranja u prosjeku su podjednako participirala stabla jele i smrče, sa po 0,5, dok je udio bukve i ostalih lišćara neznatan (prosjek 0,03). Tokom perioda posmatranja udio jele i smrče u temeljnici posječenih stabala naizmjenično se smanjivao i povećavao.

U temeljnici sastojine tokom perioda posmatranja najviše su participirala stabla smrče, prosjek 0,7. Na početku perioda posmatranja udio stabala smrče bio je najmanji (0,6), a zatim se do kraja perioda posmatranja povećao (na 0,7). Udio stabala jele bio je manji, prosjek 0,3. Na početku perioda posmatranja bio je najveći (0,4), a zatim se smanjio (na 0,3). Prosječni udio stabala lišćarskih vrsta drveća u temeljnici sastojine tokom perioda posmatranja je 0,02. Na početku je bio 0,04, a zatim se smanjio na 0,003.

Udio stabala zastupljenih vrsta drveća u temeljnici uraslih stabala je drugačiji. Stabla jele i smrče su na početku perioda posmatranja bila zastupljena približno jednako, s 0,5, a stabala bukve i ostalih lišćara nije bilo. Tokom perioda posmatranja udio stabala jele se prvo smanjio do trećeg perioda (na 0,2), a zatim se povećao (na 0,6). Udio stabala smrče se povećavao do trećeg perioda (do 0,8), a zatim se

5.8.3. Visina stabala na oglednoj plohi 138

Visinske krive izrađene na osnovu podataka drugog (GM_2, RM_2), petog (RM_5) i šestog (RM_6) premjera za osnovne vrste drveća i veličine koeficijenata i statističkih pokazatelja odabranih regresionih modela (R^2 – koeficijent determinacije, S_{ey} – standardna greška procjene, N – veličina uzorka) predstavljene su na **grafikonu 39.** (a, b). Svi odabrani modeli za jelu i smrču su funkcije Prodana, dok za bukvu visinske krive nisu izrađene zbog malog broja stabala. Visinske krive su predstavljene za intervale prsnog prečnika u kojim su zastupljena stabla.



Grafikon 39. Visinske krive s parametrima regresionih modela za jelu i smrču na oglednoj plohi 138

Veličine koeficijenta determinacije ukazuju na to da se odabranim regresionim modelima znatan dio varijabiliteta visine stabala objašnjava variranjem prsnog prečnika, više od 90%. Najveći koeficijent determinacije i najmanja standardna greška procjene utvrđeni su za regresione modele drugog premjera jer je regresija provedena za prosječne visine debljinskih stepeni.

Sve visinske krive imaju tipični sigmoidni oblik i za obje vrste drveća uočava se njihovo pomjeranje tokom perioda posmatranja prema većim visinama u cijelom intervalu empirijskih podataka. Razlike između visinskih krivih petog i šestog premjera manje su od razlika između drugog i petog premjera. Pomjeranje visinskih krivih rezultiralo je odgovarajućom promjenom prethodno utvrđenih bonitetnih razreda staništa. U **tabeli 9.** predstavljeni su bonitetni razredi staništa za jelu, smrču i bukvu utvrđeni na osnovu procijenjene visine stabala,

prsnog prečnika 30 cm i više, prema grafičkom i regresionom modelu za podatke drugog premjera (GM_2 i RM_2) i regresionim modelima za podatke petog i šestog premjera (RM_5 i RM_6).

Pomjeranje visinskih krivih u skladu je s promjenom debljinske strukture sastojine. Pomjeranje visinskih krivih prema većim visinama posljedica je povećanja udjela tankih i debelih stabala i smanjenja udjela srednje debelih, zbog čega se povećava konkurencija između stabala. U tim uslovima stabla na račun debljinskog prirasta zadržavaju intenzivan prirast u visinu i postižu veći stepen vitkosti u svim debljinskim klasama, tzv. strategija opstanka (Pretzsch, 2009). Osim ovog, povećanje visine stabala određenih debljina posljedica je odabira i sječe nižih stabala u skladu s principom pozitivne selekcije, ali i razlika između uzoraka na osnovu kojih su izrađene visinske krive (N na [grafikonu 39](#)). Pomjeranje visinskih krivih za jelu i smrču približno je jednako širini bonitetnog razreda. Visinske krive drugog premjera za obje vrste drveća u okviru su trećeg bonitetnog razreda, dok su visinske krive petog i šestog premjera u okviru drugog.

Imajući u vidu da su se tokom vremena provodile preborne sječe zasnovane na principu pozitivne selekcije i da je postignuta preborna struktura, kao pouzdanija mjera proizvodnog potencijala staništa mogu se prihvatiti bonitetni razredi utvrđeni na osnovu podataka petog i šestog premjera.

5.8.4. Zapremina i zapreminski prirast sastojine na oglednoj plohi 138

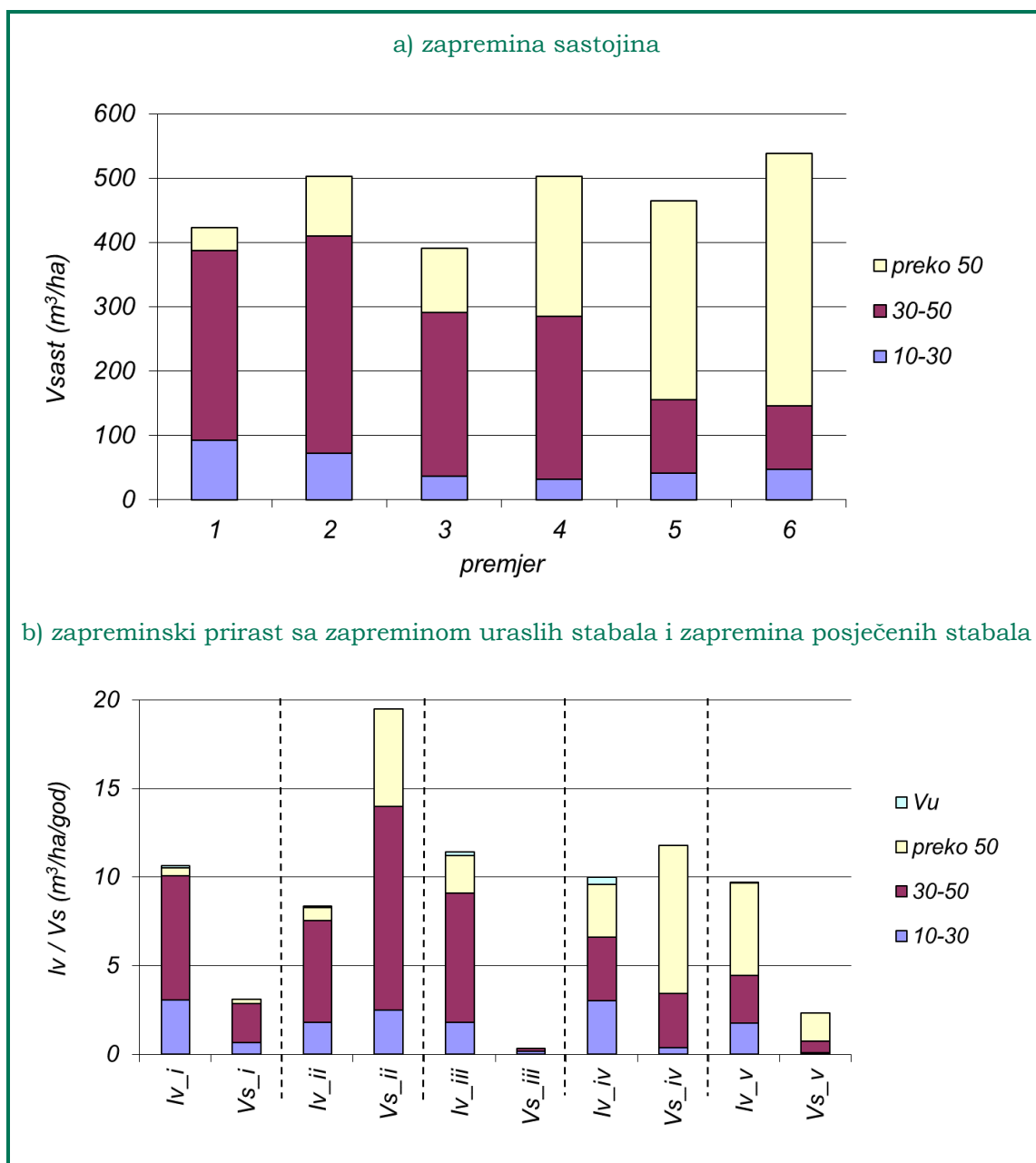
Zapremina sastojine (V_{sast}) po proširenim debljinskim klasama pri pojedinim premjerima predstavljena je na [grafikonu 40.a](#), dok su na [grafikonu 40.b](#) predstavljene prosječne veličine tekućeg (godišnjeg) zapreminskog prirasta (I_v) sa zapreminom uraslih stabala (V_u) i zapremine posječenih stabala (V_s) za periode između premjera, po proširenim debljinskim klasama. Zapremina i zapreminski prirast iskazani su zapreminom krupnog drveta.

Zapremina sastojine tokom perioda posmatranja varirala je u intervalu od 391 do 538 m³/ha. Tokom perioda posmatranja naizmjenično se povećavala i smanjivala, zavisno od odnosa veličine zapreminskog prirasta i zapremine posječenih stabala. Najmanja zapremina utvrđena je pri trećem premjeru, nakon drugog perioda, u kojem je provedena sječa najjačeg intenziteta. U drugom periodu je posječeno 195 m³/ha (39% od zapremine na početku perioda), a zapreminski prirast bio je 84 m³/ha (2,3 puta manji), [grafikon 40.b](#). U zapremini sastojine tokom perioda posmatranja bio je najmanji udio tankih stabala (prosjeak 12%). Veći je udio debelih stabala (prosjeak 39%), a najveći udio srednje debelih (prosjeak 49%). Udio tankih stabala se tokom perioda posmatranja uglavnom smanjivao (s 22 na 9%). Izuzetak je četvrti period, u kojem je provedena sječa jačeg intenziteta. Tada je smanjena zapremina sastojine i povećan broj (zapremina) uraslih stabala, i to je rezultiralo povećanjem udjela tankih stabala. Udio srednje debelih stabala se smanjio (sa 70 na 18%), a udio debelih se povećao (s 8 na 73%). U vrijeme petog

Tabela 9. Bonitetni razred staništa za jelu, smrču i bukvu prema utvrđenim visinskim krivim za drugi, peti i šesti premjer za oglednu plohu 138

Model	Vrsta drveća		
	JL	SM	BK
GM_2	2,6	2,6	–
RM_2	2,7	2,7	–
RM_5	1,5	1,7	–
RM_6	1,6	1,7	–

i šestog premjera, odnosno pri prebornoj strukturi sastojine, udio tankih stabala bio je oko 10%, srednje debelih oko 20% i debelih oko 70%.



Grafikon 40. Zapremina sastojine (V_{sast}) pri pojedinim premjerima (a) i prosječni periodični zapreminski prirast (I_v) sa zapreminom uralih stabala (V_u) i prosječna zapremina posječenih stabala (V_s) u periodima između premjera (b) po proširenim debljinskim klasama na oglednoj plohi 138

Tekući zapreminski prirast tokom perioda posmatranja varirao je u intervalu od 8,4 do 11,4 m³/ha/god. Najveća veličina zapreminskog prirasta postignuta je u trećem periodu, nakon perioda u kojem je provedena sječa najjačeg intenziteta, a najmanja u periodu sječe najjačeg intenziteta. Najveća zapremina uralih stabala bila je u četvrtom periodu, 0,4 m³/ha/god, odnosno 4% od zapreminskog prirasta. U zapreminskom prirastu u prosjeku su najviše participirala srednje debela stabla (52%), zatim tanka (25%) i debela (23%). Tokom perioda posmatranja udio tankih stabala se smanjivao do trećeg perioda, a

zatim se povećao, pa smanjio. Udio srednje debelih stabala uglavnom se smanjivao (sa 69 na 28%), a udio debelih se povećavao (s 4 na 54%). Udio proširenih debljinskih klasa u zapreminskom prirastu razlikuje se od udjela u zapremini sastojine. U prosjeku, udio tankih i srednje debelih stabala veći je u zapreminskom prirastu od udjela u zapremini, dok je udio debelih stabala je manji.

Zapremina posječenih stabala tokom perioda posmatranja varirala je od 3 do 195 m³/ha, za period od 10 godina. Zapremina posječenih stabala bila je veća od zapreminskog prirasta u drugom i u četvrtom periodu, za 2,3 i 1,2 puta. U ostalim periodima zapremina posječenih stabala bila je znatno manja od zapreminskog prirasta. U prvom i petom periodu manja je za 72 i 76%, a u trećem za 97%. Udio proširenih debljinskih klasa u zapremini posječenih stabala tokom perioda posmatranja varirao je u širokom intervalu (od 0 do 70%). U prosjeku je najmanji udio tankih stabala (17%), zatim udio debelih (35%), a najveći je udio srednje debelih stabala (48%). Tokom perioda posmatranja udio tankih i srednje debelih stabala u zapremini posječenih stabala se smanjio (tanka s 22 na 4%; srednje debela sa 70 na 28%), a udio debelih stabala se povećao (s 8 na 68%).

Udio pojedinih vrsta drveća u zapremini sastojine na početku perioda posmatranja ne razlikuje se od udjela u broju stabala i temeljnici sastojine. Stabla smrče bila su zastupljenija (0,6) od stabala jele (0,4), dok je udio bukve i ostalih lišćara bio neznatan (0,04). Tokom perioda posmatranja udio stabala smrče se povećao (na 0,7), udio stabala jele se smanjio (na 0,3), a i udio stabala bukve i ostalih lišćara se smanjio (na 0,002). Tokom perioda posmatranja udio vrsta drveća u zapremini se mijenjao na isti način kao udio u broju stabala i temeljnici sastojine. Promjene debljinske strukture, zbog prirašćivanja i sječe stabala, nisu uzrokovale promjene udjela vrsta drveća u temeljnici i zapremini sastojine.

Učešće pojedinih vrsta drveća u zapreminskom prirastu, tokom perioda posmatranja, neznatno se razlikuje od udjela u zapremini. U prvom periodu su i u zapreminskom prirastu bila zastupljenija stabla smrče (0,6) od stabala jele (0,4), s neznatnim udjelom stabala bukve i ostalih lišćara (0,04). Tokom perioda posmatranja udio jele i bukve i ostalih lišćara se smanjio (na 0,3 i na 0,002), a udio smrče povećao (na 0,7).

Udio pojedinih vrsta drveća u zapremini uрасlih stabala, tokom perioda posmatranja, razlikuje se u određenoj mjeri od udjela u broju stabala, temeljnici i zapremini sastojine. Međutim, i u zapremini uрасlih stabala u prosjeku su u većoj mjeri participirala stabla smrče (0,6) od stabala jele (0,4), a udio stabala bukve i ostalih lišćara neznatno (0,01).

Udio vrsta drveća u zapremini posječenih stabala takođe se razlikuje od udjela u broju stabala i zapremini sastojine. Tokom perioda posmatranja u zapremini posječenih stabala u prosjeku su više participirala stabla smrče (0,6) nego jele (0,4), a neznatno stabla bukve i ostalih lišćara (0,02). Udio stabala jele u zapremini posječenih stabala uglavnom je bio veći od udjela u zapremini sastojine i to je dijelom uzrok smanjenja udjela jele u zapremini sastojine. Za smrču važi suprotno. Udio stabala smrče u zapremini posječenih stabala uglavnom je bio manji od udjela u zapremini sastojine, pa je to dijelom uzrokovalo povećanje udjela smrče u zapremini sastojine. Sječom najjačeg intenziteta, u drugom periodu, u najvećoj mjeri su bila obuhvaćena stabla smrče (0,5), manje stabla jele (0,4) i najmanje stabla bukve i ostalih lišćara (0,1).



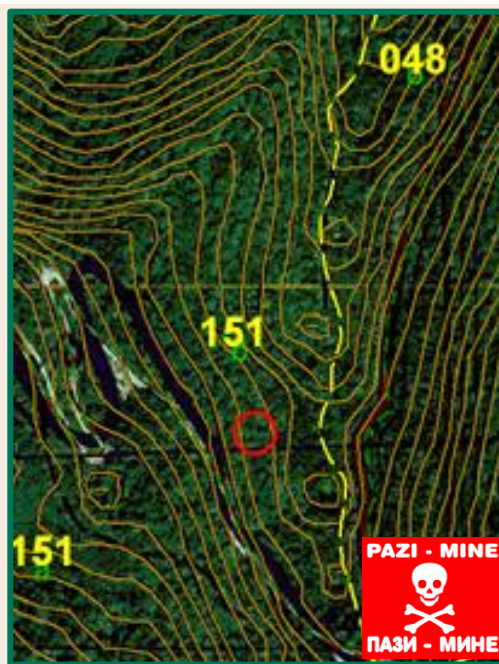
Slika 30. Preborna sastojina jele i smrče na oglednoj plohi 138

5.9. OGLEDNA PLOHA 151

Lokalitet šumskog odjeljenja 151 i stalne ogledne plohe 151 u okviru GJ “Igman” predstavljeni su na slici 2, a satelitski snimak užeg područja ove plohe s približnom lokacijom predstavljen je na slici 31. Ogledna ploha nije precizno locirana niti su ucrtane njene granice jer je okolno područje tokom ratnih događanja devedesetih godina minirano. Posljednji, četvrti premjer na ovoj plohi proveden je 1984. godine.

Ogledna ploha 151 osnovana je 1954. godine. Njena površina je 2,67 ha, prosječna nadmorska visina 1100 m, ekspozicija je E, a nagib terena 20°. Na plohi preovladavaju skeletna, pretežno ilimerizovana zemljišta, karakteristična za pliče vrtače i fluvio-glacijalne nanose. Prema fitocenološkom snimku izrađenom u vrijeme drugog premjera, ogledna ploha pripada gorskoj šumi bukve i jele sa smrčom na seriji dolomitnih i krečnjačkih zemljišta (*Abieti Fagetum illyricum* Treg.). Ova ogledna ploha pripada osnovnom tipu šuma II – b – 1 (Šume bukve i jele sa smrčom na ilimerizovanim zemljištima na krečnjacima), koji čini i istoimeni proizvodni tip. Prema aktuелnoj ŠGO, ogledna ploha 151, odnosno šumsko odjeljenje 151, pripada gazdinskoj klasi 1206 – šume bukve i jele sa smrčom na krečnjačkim i krečnjačko-dolomitnim zemljištima, kompleksu ovih i kiselosmeđih zemljišta na morenama i drobinu.

Pored stabala jele, smrče i bukve, na oglednoj plohi su evidentirana stabla gorskog javora (*Acer pseudoplatanus* L.), kategorija ostali lišćari. Bonitet staništa utvrđen na osnovu visine stabala drugog premjera za jelu je 2,7, za smrču 3,0, za bukvu 3,1, a prosječni je 2,9 (ponderisani prosjek s temeljnicom vrsta drveća kao ponderom).



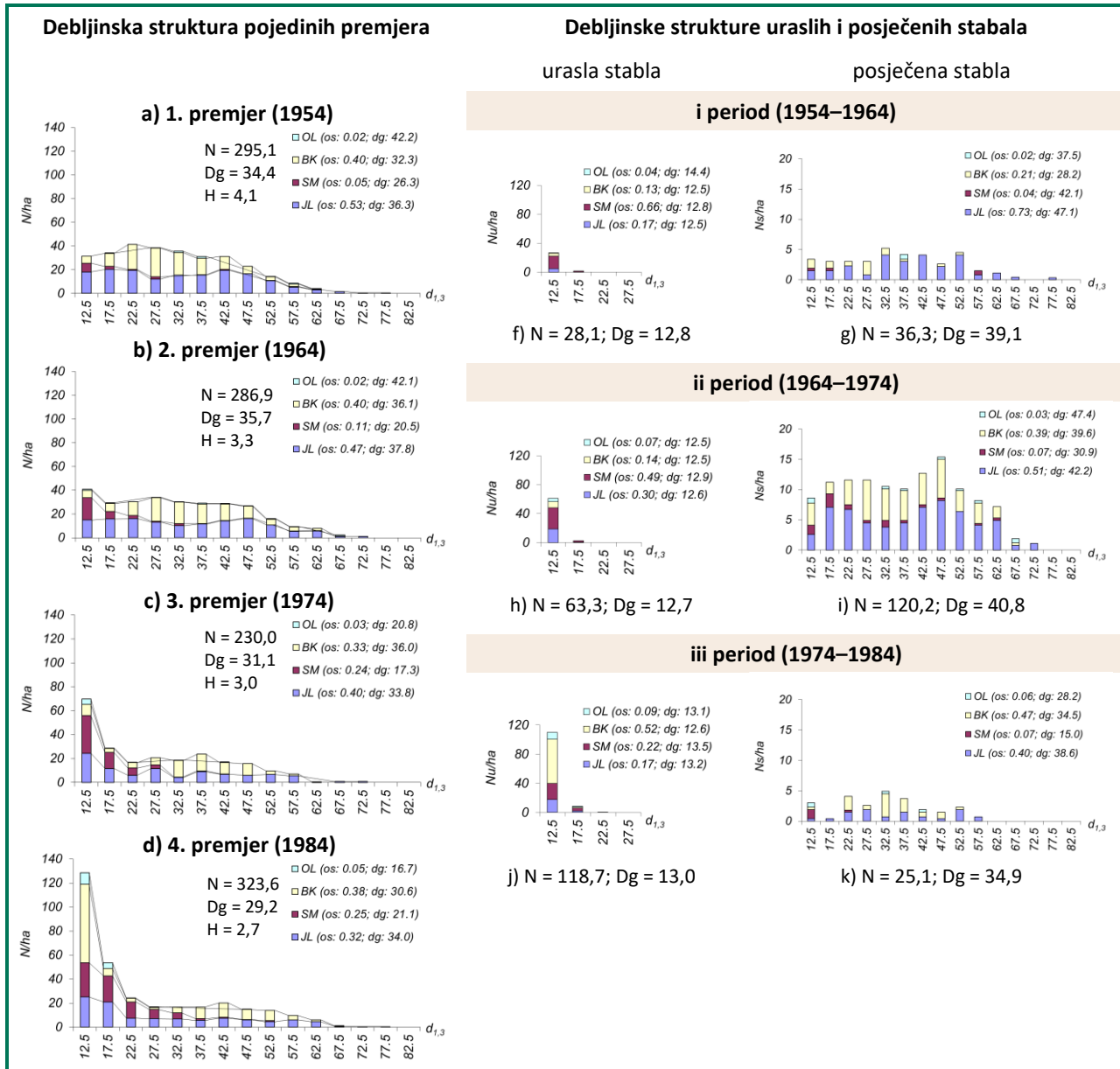
Slika 31. Satelitski snimak užeg područja ogledne plohe 151 s izohipsama, granicama šumskog odjeljenja 151 i lokacijom stalne ogledne plohe

5.9.1. Broj stabala i debljinska struktura na oglednoj plohi 151

Na grafikonu 41. (od a do p) predstavljeni su broj stabala i debljinska struktura pojedinih premjera (1, 2, 3, 4) i uraslih i posječenih stabala u periodima između premjera (i, ii, iii). Na grafikonima su navedeni i broj stabala (N po ha), srednji prečnik (Dg) i veličina indeksa homogenosti (H) za sve zastupljene vrste drveća zajedno, a u legendi je predstavljen udio (os – omjer smjese) i srednji prečnik (dg) pojedinih vrsta drveća (JL – jela, SM – smrča, BK – bukva, OL – ostali lišćari).

Broj stabala na oglednoj plohi tokom perioda posmatranja varirao je u intervalu od 230 do 324 stabla/ha. Smanjivao se i povećavao, zavisno od odnosa broja uraslih i posječenih stabala. Najmanji broj stabala utvrđen je pri trećem premjeru (grafikon 41.c), nakon sječe najjačeg intenziteta, a najveći pri četvrtom (grafikon 41.d), nakon

sječe najslabijeg intenziteta. Najviše stabala posječeno je (uključujući mortalitet) u periodu između drugog i trećeg premjera, 120 stabala/ha (grafikon 41.i), a najmanje u narednom periodu, 25 stabala/ha (grafikon 41.k). Broj uralih stabala varirao je u intervalu od 28 do 85 stabala/ha. U prva dva perioda broj uralih stabala bio je manji od broja posječenih, a u trećem periodu je bilo obrnuto. Sječa jačeg intenziteta imala je za posljedicu znatno povećanje broja uralih stabala u narednom periodu (grafikon 41.j). U trećem periodu broj uralih stabala bio je za 88% veći od broja uralih stabala u prethodnom periodu.

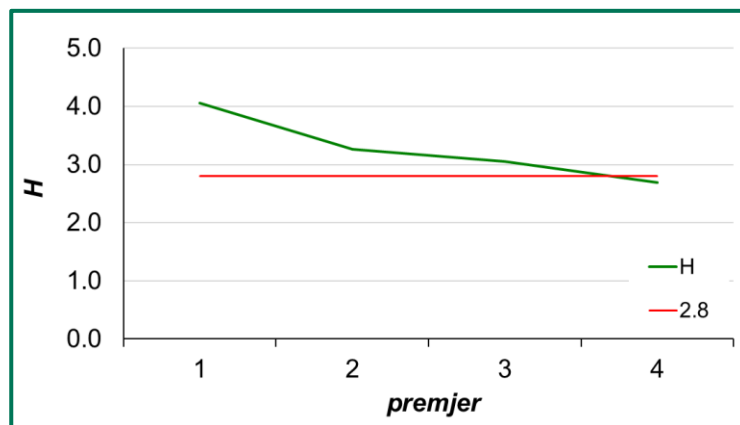


Grafikon 41. Debljinska struktura pojedinih premjera i debljinska struktura uralih i posječenih stabala u periodima između premjera na oglednoj plohi 151

Oblik debljinske strukture sastojine u vrijeme osnivanja ogledne plohe odstupao je od oblika kose opadajuće krive koji je karakterističan za preborne sastojine. Zbog malog broja tankih stabala oblik debljinske strukture bio je sličan obliku koji je karakterističan za jednodobne sastojine. Na odstupanje od preborne strukture ukazuje i veličina indeksa homogenosti koja je bila veća od 2,8 ($H = 4,1$), grafikon 42.

Prema ovom, za sastojinu na oglednoj plohi u vrijeme osnivanja može se reći da je to bila raznodobna višespratna sastojina sa zadržanim karakteristikama prašume. Vremenom je uz sječú stabala, zasnovanu na pozitivnoj selekciji, smanjen udio srednje debelih i debelih stabala, a povećan udio tankih, i smanjena je veličina indeksa homogenosti. **Nakon 30 godina, u vrijeme četvrtog premjera, postignuta je preborna struktura sastojine** (grafikoni 41.d i 42), a nosioci preborne strukture su stabla smrče i bukve.

Srednji prečnik sastojine tokom vremena varirao je u intervalu od 29,2 do 35,7 cm. Najmanji srednji prečnik utvrđen je pri četvrtom premjeru, nakon perioda intenzivnog urastanja stabala, a najveći pri drugom premjeru, nakon perioda najslabijeg intenziteta urastanja stabala, **grafikoni 41.d i 41.b**. Srednji prečnik uraslih stabala varirao je



Grafikon 42. Veličina indeksa homogenosti sastojine pri pojedinim premjerima na oglednoj plohi 151

u intervalu od 12,7 do 13,0 cm. Najveći srednji prečnik uraslih stabala utvrđen je za treći period (**grafikon 41.j**), tokom kojeg su neka urasla stabla prešla i u više debljinske stepene (do 22,5 cm). Srednji prečnik posječenih stabala varirao je u intervalu od 34,9 do 40,8 cm. Najmanji je utvrđen za prvi period, kada je u broju posječenih stabala bio znatan udio tankih stabala (**grafikon 41.g**), a najveći za drugi period, kada je posječen znatan broj srednje debelih i debelih stabala (**grafikon 41.i**).

Srednji prečnik stabala jele tokom vremena varirao je u intervalu od 33,8 do 37,8 cm i tokom perioda posmatranja naizmjenično se povećavao i smanjivao. Srednji prečnik stabala smrče varirao je u intervalu od 17,3 do 26,3 cm. Tokom vremena se smanjivao do trećeg premjera, a zatim se povećao. Srednji prečnik stabala bukve varirao je u intervalu od 30,6 do 36,1 cm, a ostalih lišćara od 16,7 do 42,2 cm. Srednji prečnik stabala bukve tokom perioda posmatranja prvo se povećao, a zatim se smanjivao, dok se srednji prečnik ostalih lišćara konstantno smanjivao. Smanjenje srednjeg prečnika za sve vrste drveća posljedica je sječe srednje debelih i debelih stabala i intenziviranja urastanja stabala, dok se povećanje javilo u slučajevima izostanka sječe srednje debelih i debelih stabala.

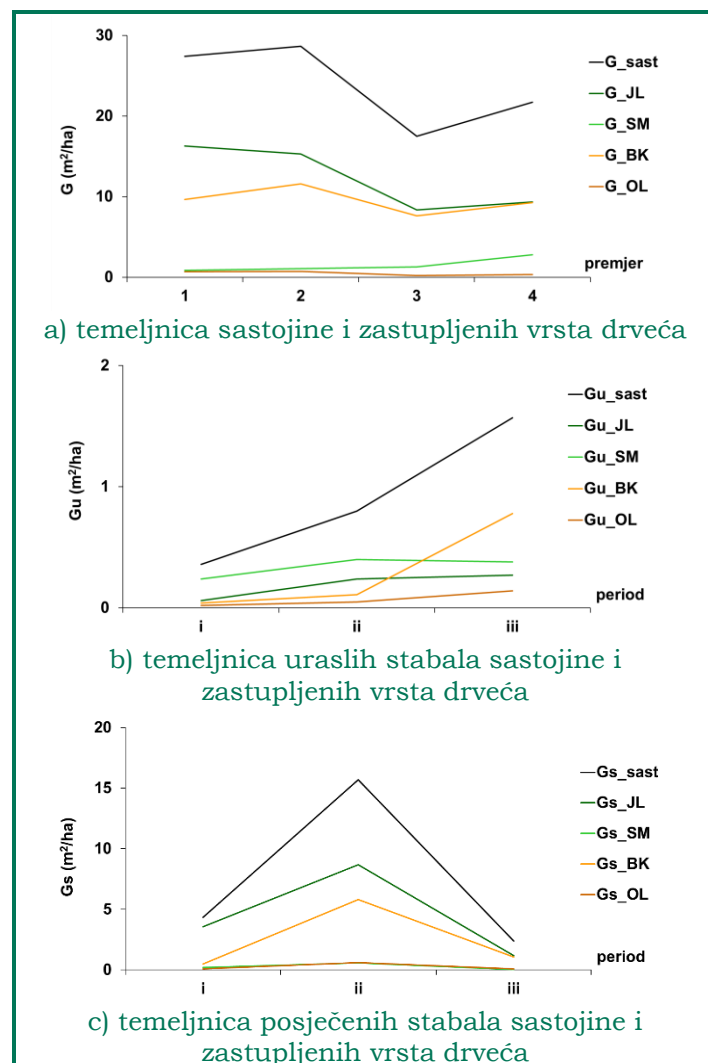
Na početku perioda posmatranja najzastupljenija su bila stabla jele (0,5), zatim bukve (0,4), smrče (0,1) i najmanje stabla ostalih lišćara (0,02). Tokom vremena udio stabala jele i bukve se smanjio (na 0,3 i 0,4), dok se udio stabala smrče i ostalih lišćara povećao (na 0,3 i 0,05). Promjene udjela vrsta drveća posljedica su odnosa njihove participacije u broju uraslih i posječenih stabala, ali i razlike između broja uraslih i posječenih stabala. U broju uraslih stabala u prosjeku su u najvećoj mjeri participirala stabla smrče (0,4), zatim stabla bukve (0,3), jele (0,2) i najmanje stabla ostalih lišćara (0,1). Tokom perioda posmatranja udio stabala jele u broju uraslih stabala se povećao pa smanjio, udio stabala smrče se smanjivao, a udio stabala bukve i ostalih lišćara povećavao. U broju posječenih

stabala u prosjeku su najviše participirala stabla jele (0,5), manje stabla bukve (0,4) i najmanje stabla smrče (0,1). Tokom vremena se u broju posječenih stabala smanjio udio stabala jele, a povećao udio ostalih vrsta. Smanjenje udjela stabala jele i bukve u broju stabala posljedica je većeg udjela stabala ovih vrsta u broju posječenih nego u broju uraslih stabala, kao i većeg broja posječenih stabala u odnosu na broj uraslih. Povećanje udjela stabala smrče i ostalih lišćara posljedica je njihovog znatno većeg udjela u broju uraslih stabala u odnosu na broj posječenih.

5.9.2. Temeljnica sastojine na oglednoj plohi 151

Na [grafikonu 43.](#) (a, b, c) predstavljene su veličine temeljnice sastojine i zastupljenih vrsta drveća (G) pri pojedinim premjerima i uraslih i posječenih stabala (Gu i Gs) u periodima između premjera.

Temeljnica sastojine na oglednoj plohi tokom perioda posmatranja varirala je u intervalu od 17,5 do 28,7 m²/ha. Najmanja veličina je utvrđena pri trećem premjeru ([grafikon 43.a](#)), nakon sječe najjačeg intenziteta, a najveća pri drugom ([grafikon 43.c](#)). Sječom najjačeg intenziteta temeljnica sastojine je smanjena za 15,7 m²/ha (za 55% od temeljnice na početku perioda). U temeljnici posječenih stabala najviše su participirala stabla jele i bukve, s 55 i 37%. Nakon sječe najjačeg intenziteta došlo je do povećanja temeljnice uraslih stabala u prethodnom periodu. Temeljnica posječenih stabala u sva tri perioda bila je veća od temeljnice uraslih stabala, za od 1,5 do 19,6 puta. Povećanje temeljnice sastojine najvećim je dijelom posljedica prirasta temeljnice stabala u sastojini, dok je temeljnica uraslih stabala participirala maksimalno s 37% (treći period).



Grafikon 43. Temeljnica sastojine i zastupljenih vrsta drveća pri pojedinim premjerima (1, 2, 3, 4), i temeljnica uraslih i posječenih stabala u periodima između premjera (i, ii, iii) na oglednoj plohi 151

U temeljnici sastojine tokom perioda posmatranja najviše su participirala stabla jele, prosjek 0,5. Na početku perioda posmatranja udio stabala jele bio je najveći (0,6), a zatim se do kraja perioda posmatranja smanjio (na 0,4). Nešto je manji bio udio stabala bukve, prosjek 0,4, i tokom perioda posmatranja nije se mnogo mijenjao. Prosječni udio stabala smrče u temeljnici sastojine tokom perioda posmatranja bio je 0,1. Na početku je bio najmanji, a zatim se konstantno povećavao (s 0,03 na 0,1). Udio ostalih lišćarskih vrsta drveća bio je mali, u prosjeku 0,02.

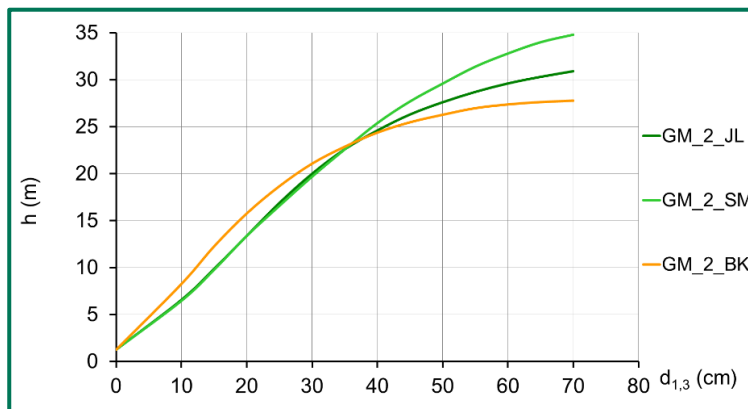
Udio stabala zastupljenih vrsta drveća u temeljnici uraslih stabala je drugačiji. U prosjeku su bila najzastupljenija stabla smrče (0,5), zatim stabla jele i bukve (sa po 0,2) i najmanje stabla ostalih lišćara (0,1). Tokom perioda posmatranja udio stabala smrče se smanjio (s 0,7 na 0,2), udio stabala jele se povećao pa smanjio (0,2, 0,3, 0,2), dok se udio stabala bukve povećao (s 0,1 na 0,5). I udio stabala ostalih lišćara neznatno se povećao.

U temeljnici posječenih stabala tokom perioda posmatranja u prosjeku su najviše participirala stabla jele (0,6), zatim stabla bukve (0,3), a znatno manje stabla smrče i ostalih lišćara (sa po 0,03). Tokom perioda posmatranja udio stabala jele i smrče se smanjivao (s 0,8 na 0,5 i s 0,1 na 0,0), a udio stabala bukve i ostalih lišćara povećavao (s 0,1 na 0,5).

5.9.3. Visina stabala na oglednoj plohi 151

Visinske krive izrađene grafičkim metodom na osnovu podataka drugog premjera za jelu, smrču i bukvu (GM_2_JL, GM_2_SM, GM_2_BK) predstavljene su na [grafikonu 44](#).

Visinske krive sve tri vrste drveća imaju tipični sigmoidni oblik, ali se međusobno razlikuju. Procijenjena visina tankih stabala bukve ($d_{1,3} < 35$ cm) pri istom prsnom prečniku veća je od visine stabala jele i smrče, odnosno tanka stabla bukve vitkija su od stabala jele i smrče. Procijenjene visine tankih stabla jele

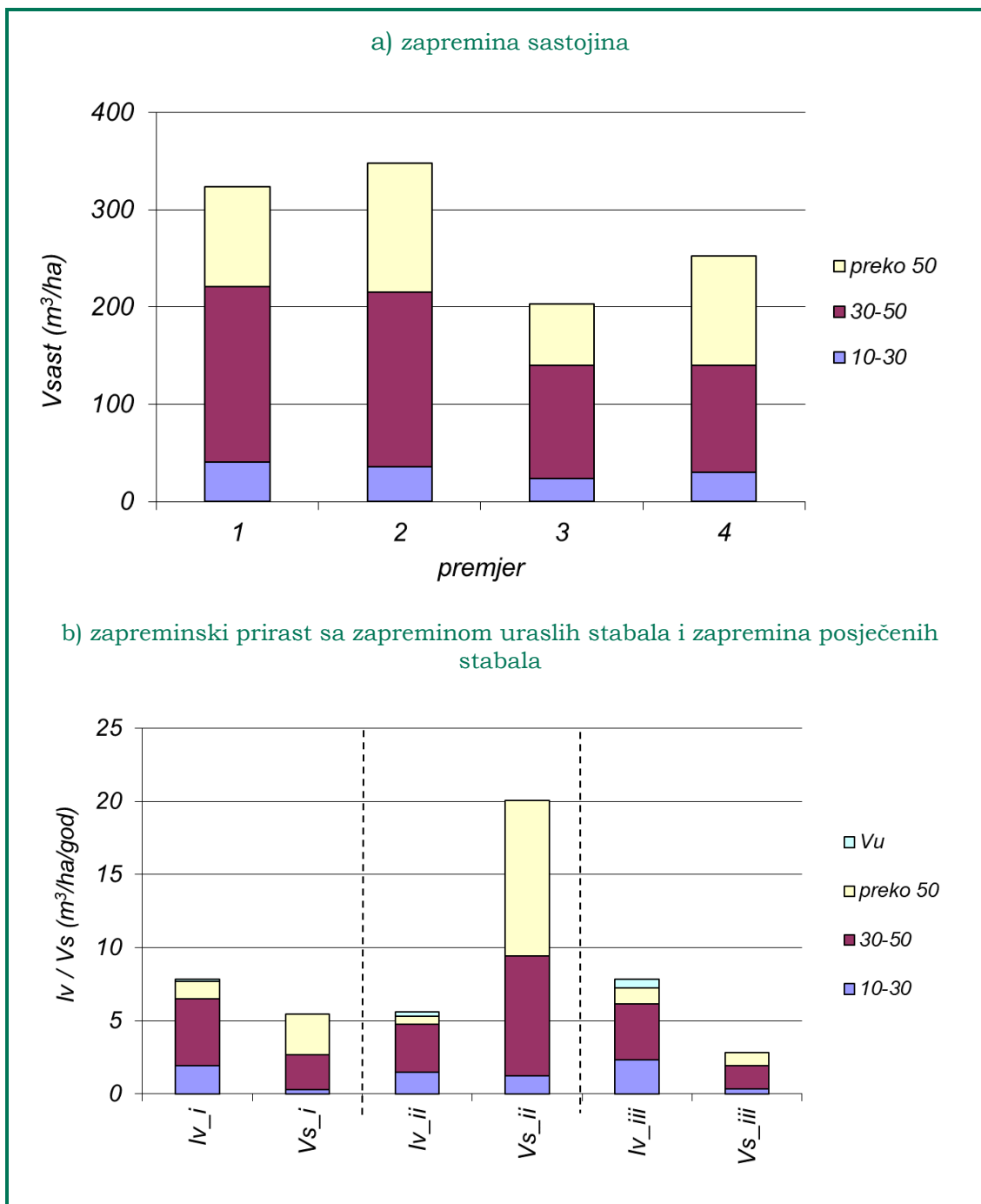


Grafikon 44. Visinske krive za jelu, smrču i bukvu na oglednoj plohi 151

i smrče pri istom prsnom prečniku približno su jednake. Odnos procijenjenih visina stabala prsnog prečnika većeg od 35 cm (srednje debela i debela) je drugačiji. Pri istom prsnom prečniku stabla smrče su viša od stabala jele i bukve. Odnos visine stabala jele, smrče i bukve posljedica je razlika među vrstama drveća te stanišnih i sastojinskih uslova u vremenu prije drugog premjera. Prema procijenjenim visinama stabala prsnog prečnika većeg od 30 cm, bonitetni razred staništa za jelu je 2,7, za smrču 3,0 i za bukvu 3,1. Predstavljene visinske krive detaljnije je opisao prof. Drnić (1974).

5.9.4. Zapremina i zapreminski prirast sastojine na oglednoj plohi 151

Zapremina sastojine (V_{sast}) pri pojedinim premjerima, po proširenim debljinskim klasama, predstavljena je na [grafikonu 45.a](#), dok su na [grafikonu 45.b](#) predstavljene prosječne veličine tekućeg (godišnjeg) zapreminskog prirasta (I_v) sa zapreminom uraslih stabala (V_u) i zapremine posječenih stabala (V_s) za periode između premjera, po proširenim debljinskim klasama. Zapremina i zapreminski prirast iskazani su zapreminom krupnog drveta.



Grafikon 45. Zapremina sastojine (V_{sast}) pri pojedinim premjerima (a) i prosječni periodični zapreminski prirast (I_v) sa zapreminom uraslih stabala (V_u) i prosječna zapremina posječenih stabala (V_s) u periodima između premjera (b) po proširenim debljinskim klasama na oglednoj plohi 151

Zapremina sastojine tokom perioda posmatranja varirala je u intervalu od 203 do 348 m³/ha. Prvo se povećala, zatim smanjila pa povećala, **grafikon 45.a**. Ove su promjene uzrokovane razlikama između veličina zapreminskog prirasta i zapremine posječenih stabala u periodima između, **grafikon 45.b**. U prvom i trećem periodu zapreminski prirast bio je veći od zapremine posječenih stabala, a u drugom periodu je bilo obrnuto. U drugom periodu provedena je sječa najjačeg intenziteta. Posječeno je 200 m³/ha (58% od zapremine na početku perioda), dok je zapreminski prirast bio 3,6 puta manji (56 m³/ha) od zapremine posječenih stabala. Tokom perioda posmatranja u zapremini sastojine najmanje su participirala tanka stabla (prosjeak 12%). Srednje debela stabla bila su najzastupljenija (prosjeak 52%), a debela nešto manje (prosjeak 36%). Udio tankih i debelih stabala se tokom perioda posmatranja uglavnom povećavao, dok se udio srednje debelih stabala smanjivao. Izuzetak je drugi period, kada je provedena sječa najjačeg intenziteta, u kojem je povećan udio tankih i srednje debelih stabala, a smanjen udio debelih stabala. Tada su debela stabla u zapremini posječenih participirala s 53%. U narednom periodu su u zapremini posječenih stabala najviše participirala srednje debela stabla (56%). Ovo je dovelo do znatnog smanjenja njihovog udjela u zapremini sastojine, a do povećanja udjela tankih i debelih stabala.

Tekući zapreminski prirast tokom perioda posmatranja varirao je u intervalu od 5,6 do 7,8 m³/ha/god. Najmanji je utvrđen za drugi period, period u kojem je provedena sječa najjačeg intenziteta, a najveći za prvi period. Za period nakon sječe najjačeg intenziteta utvrđeno je povećanje zapreminskog prirasta, ali i najveća zapremina uraslih stabala. Zapremina uraslih stabala bila je 0,6 m³/ha/god, odnosno 8% od veličine zapreminskog prirasta. U zapreminskom prirastu u prosjeku su najviše participirala srednje debela stabla (55%), zatim tanka (32%) i najmanje debela (13%). Tokom perioda posmatranja povećavao se udio tankih stabala, a smanjivao udio srednje debelih i debelih. Udio proširenih debljinskih klasa u zapreminskom prirastu razlikuje se od udjela u zapremini sastojine. Udio tankih stabala u zapreminskom prirastu veći je od udjela u zapremini, udio srednje debelih ne razlikuje se mnogo, a udio debelih stabala je manji u zapreminskom prirastu.

Zapremina posječenih stabala tokom perioda posmatranja varirala je od 28 do 200 m³/ha, za period od 10 godina. U prvom i drugom periodu zapremina posječenih stabala bila je veća od zapreminskog prirasta, posebno u drugom periodu, kada je provedena sječa najjačeg intenziteta. Tada je zapremina posječenih stabala bila 3,6 puta veća od zapreminskog prirasta. Udio tankih stabala u zapremini posječenih stabala bio je najmanji (prosjeak 8%), dok je udio srednje debelih i debelih stabala bio približno jednak (prosjeak 47 i 45%).

Udio pojedinih vrsta drveća u zapremini sastojine na početku perioda posmatranja u određenoj se mjeri razlikovao od udjela u broju stabala, a jednak je udjelu temeljnici. U najvećoj mjeri su participirala stabla jele (0,6), zatim stabla bukve i ostalih lišćara (0,4) i neznatno stabla smrče (0,03). Tokom perioda posmatranja udio vrsta drveća u zapremini sastojine nije se mijenjao na isti način kao udio u broju stabala. Promjene debljinske strukture, usljed prirašćivanja i sječe stabala, uzrokovale su promjene udjela vrsta drveća u zapremini sastojine. Udio vrsta drveća u zapremini sastojine mijenjao se na isti način kao udio u temeljnici

sastojine. Udio stabala jele i ostalih lišćara u zapremini sastojine se smanjio (na 0,5 i na 0,01), a povećao se udio stabala bukve (na 0,4) i smrče (na 0,1).

Učešće pojedinih vrsta drveća u zapreminskom prirastu tokom perioda posmatranja u određenoj se mjeri razlikuje od udjela u broju stabala, temeljnici i zapremini sastojine. U zapreminskom prirastu u prvom periodu uglavnom su bila zastupljena stabla jele i bukve podjednako, sa po 0,5. Udio stabala smrče i ostalih lišćara bio je neznatan, zajedno 0,05. Tokom perioda posmatranja udio jele se smanjio na 0,4, udio smrče se povećao na 0,2, a udio bukve i ostalih lišćara se zadržao na 0,4, odnosno 0,02. Ove su promjene posljedica prirašćivanja i sječe stabala, odnosno promjene debljinske strukture.

Udio pojedinih vrsta drveća u zapremini uraslih stabala tokom perioda posmatranja razlikuje se od udjela u broju stabala, temeljnici i zapremini sastojine. U zapremini uraslih stabala u prosjeku su bila najzastupljenija stabla smrče (0,5). Manje su bila zastupljena stabla jele i bukve (u prosjeku sa po 0,2) i najmanje stabla ostalih lišćara (prosjek 0,1). U prvom periodu bila su najzastupljenija stabla smrče (0,7), a ostale vrste drveća znatno manje (po 0,1). Tokom vremena u zapremini uraslih stabala povećan je udio stabala jele, a smanjen udio smrče i bukve, dok je udio ostalih lišćara zadržan na istom nivou.

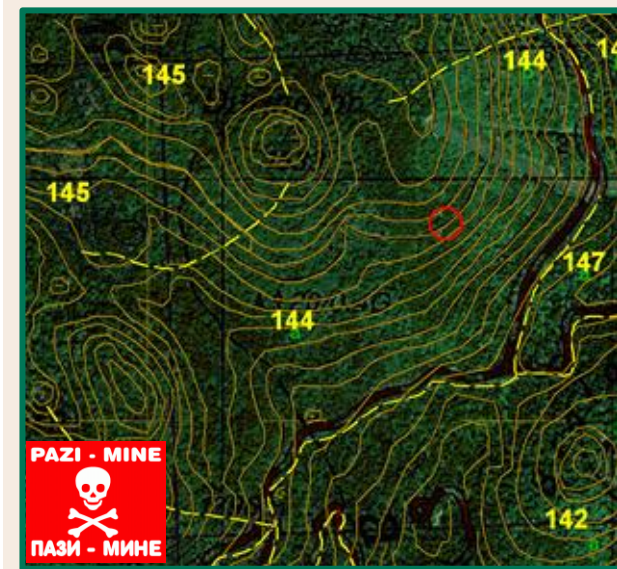
I udio pojedinih vrsta drveća u zapremini posječenih stabala drugačiji je od udjela u broju stabala, temeljnici, zapremini sastojine. U zapremini posječenih stabala u prosjeku su tokom perioda posmatranja najviše participirala stabla jele (0,6), zatim stabla bukve (0,3) i najmanje stabla smrče i ostalih lišćara (po 0,03). Udio stabala jele u zapremini posječenih stabala uglavnom je bio veći od udjela u zapremini sastojine pa je to dijelom uzrok smanjenja udjela jele u zapremini sastojine. Za bukvu i smrču važi suprotno. Udio stabala bukve i smrče u zapremini posječenih stabala uglavnom je bio manji od udjela u zapremini sastojine, što je dijelom uzrok povećanja njihovog udjela u zapremini sastojine. Sječom najjačeg intenziteta, u drugom periodu, u najvećoj mjeri su obuhvaćena stabla jele (0,6), manje stabla bukve (0,4) i najmanje stabla smrče i ostalih lišćara (po 0,04).



Slika 32. Preborna sastojina bukve, jele i smrče na oglednoj plohi 151

5.10. OGLEDNA PLOHA 144

Lokalitet šumskog odjeljenja 144 i stalne ogledne plohe 144 u okviru GJ "Igman" predstavljeni su na slici 2, a satelitski snimak užeg područja ove plohe s približnom lokacijom predstavljen je na slici 33. Ogledna ploha nije precizno locirana niti su ucrtane njene granice jer je okolno područje tokom ratnih događanja devedesetih godina minirano. Posljednji, četvrti premjer na ovoj plohi proveden je 1985. godine.



Slika 33. Satelitski snimak užeg područja stalne ogledne plohe 144 s izohipsama, granicama šumskog odjeljenja 144 i lokacijom ogledne plohe

Ogledna ploha 144 osnovana je 1955. godine. Njena površina je 3,14 ha, prosječna nadmorska visina 1440 m, ekspozicija je SE, a nagib terena 20°. Na više od 90% površine plohe zemljište je crnica na krečnjaku (rendzina), a na preostaloj površini je plitko i skeletno smeđe zemljište. Prema fitocenološkom snimku izrađenom u vrijeme drugog premjera, ogledna ploha pripada gorskoj šumi bukve i jele sa smrčom na seriji dolomitnih i krečnjačkih zemljišta (*Abieti Fagetum illyricum* Treg.). Ova ogledna ploha pripada osnovnom tipu šuma II – b – 4 (Šume bukve i jele sa smrčom na krečnjačkim crnicama), koji čini i istoimeni proizvodni tip.

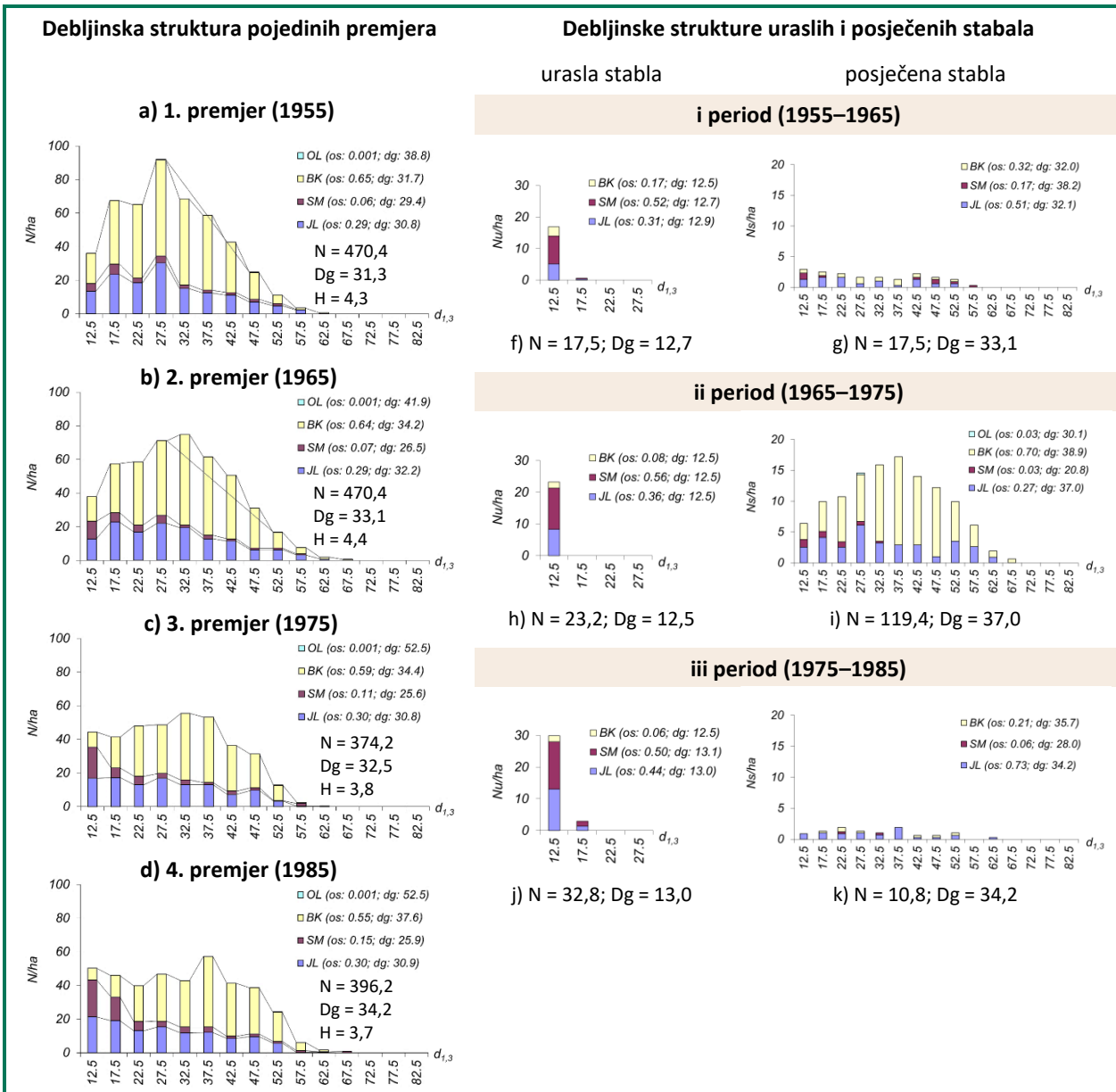
Prema aktuelnoj ŠGO, ogledna ploha 144, odnosno šumsko odjeljenje 144, pripada gazdinskoj klasi 1206 – šume bukve i jele sa smrčom na krečnjačkim i krečnjačko-dolomitnim zemljištima, kompleksu ovih i kiselosmeđih zemljišta na morenama i drobinu. Pored stabala jele, smrče i bukve, na oglednoj plohi su evidentirana stabla gorskog javora (*Acer pseudoplatanus* L.), kategorija ostali lišćari. Bonitet staništa utvrđen na osnovu visine stabala drugog premjera za jelu je 4,0, za smrču 4,2, za bukvu 3,5, a prosječni je 3,7 (ponderisani prosjek s temeljnicom vrsta drveća kao ponderom).

5.10.1. Broj stabala i debljinska struktura na oglednoj plohi 144

Na grafikonu 46. (od a do p) predstavljeni su broj stabala i debljinska struktura pojedinih premjera (1, 2, 3, 4) i uraslih i posječenih stabala u periodima između premjera (i, ii, iii). Na grafikonima su navedeni i broj stabala (N po ha), srednji prečnik (Dg) i veličina indeksa homogenosti (H) za sve zastupljene vrste drveća zajedno, a u legendi je predstavljen udio (os – omjer smjese) i srednji prečnik (dg) pojedinih vrsta drveća (JL – jela, SM – smrča, BK – bukva, OL – ostali lišćari).

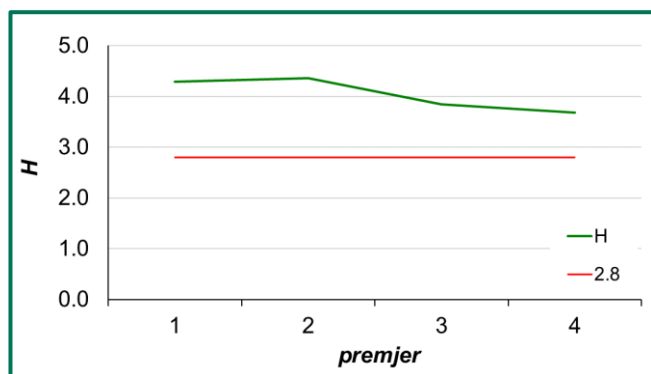
Broj stabala na oglednoj plohi tokom perioda posmatranja varirao je u intervalu od 374 do 470 stabala/ha. Pri prva dva premjera je bio jednak, najveći, a zatim se smanjio, pa povećao. Mijenjao se s promjenom odnosa broja uraslih i posječenih stabala. Najmanji broj stabala utvrđen je pri trećem premjeru

(grafikon 46.c), nakon sječe najjačeg intenziteta. Sječom najjačeg intenziteta posječeno je 119 stabala/ha (grafikon 46.i). Najmanje je posječeno u narednom periodu, 11 stabala/ha (grafikon 46.k). Sječa jačeg intenziteta imala je za posljedicu povećanje broja uralih stabala u narednom periodu (grafikon 46.j). Broj uralih stabala varirao je u intervalu od 18 do 33 stabla/ha. U prvom periodu broj uralih stabala bio je jednak broju posječenih stabala, u drugom periodu je broj uralih stabala bio manji od broja posječenih, a u trećem manji. U trećem periodu broj uralih stabala bio je za 41% veći od broja uralih stabala u prethodnom periodu.



Grafikon 46. Debljinska struktura pojedinih premjera i debljinska struktura uralih i posječenih stabala u periodima između premjera na oglednoj plohi 144

Oblik debljinske strukture sastojine u vrijeme osnivanja ogledne plohe (grafikon 46.a) odstupao je od oblika kose opadajuće krive koji je karakterističan za preborne sastojine. Zbog malog broja tankih stabala i velikog broja srednje debelih stabala debljinska struktura bila je oblika koji je karakterističan za jednodobne sastojine. Na odstupanje od preborne strukture ukazuje i veličina



Grafikon 47. Veličina indeksa homogenosti sastojine pri pojedinim promjerima na oglednoj plohi 144

indeksa homogenosti koja je veća od 2,8 ($H = 4,3$), **grafikon 47**. Prema ovom, za sastojinu na oglednoj plohi u vrijeme osnivanja može se reći da je to bila raznodobna višespratna sastojina sa zadržanim karakteristikama prašume. Vremenom je uz sječu stabala, zasnovanu na pozitivnoj selekciji, smanjen udio srednje debelih i debelih stabala, a povećan udio tankih i smanjena je veličina indeksa

homogenosti. **Tokom 30 godina, koliko je trajao period posmatranja, nije postignuta preborna struktura sastojine, grafikon 46 od a do d i grafikon 47.** Razlog za to je zadržavanje velikog broja srednje debelih stabala u sastojini tokom perioda posmatranja.

Srednji prečnik sastojine tokom vremena je varirao u uskom intervalu, od 31,7 do 34,2 cm. Najmanji srednji prečnik utvrđen je pri trećem promjeru, nakon sječe najjačeg intenziteta, a najveći pri četvrtom promjeru, nakon sječe slabijeg intenziteta, **grafikoni 46.d i 46.b**. Srednji prečnik uraslih stabala varirao je u intervalu od 12,5 do 13,0 cm. Najveći srednji prečnik uraslih stabala utvrđen je za treći period (**grafikon 46.j**), tokom kojeg su neka urasla stabla prešla i u više debljinske stepene (do 22,5 cm). Srednji prečnik posječenih stabala varirao je u intervalu od 33,1 do 47,9 cm. Najmanji je utvrđen za prvi period, kada je u broju posječenih stabala bio znatan udio tankih stabala (**grafikon 46.g**), a najveći za drugi period, kada je posječen znatan broj srednje debelih i debelih stabala (**grafikon 46.i**).

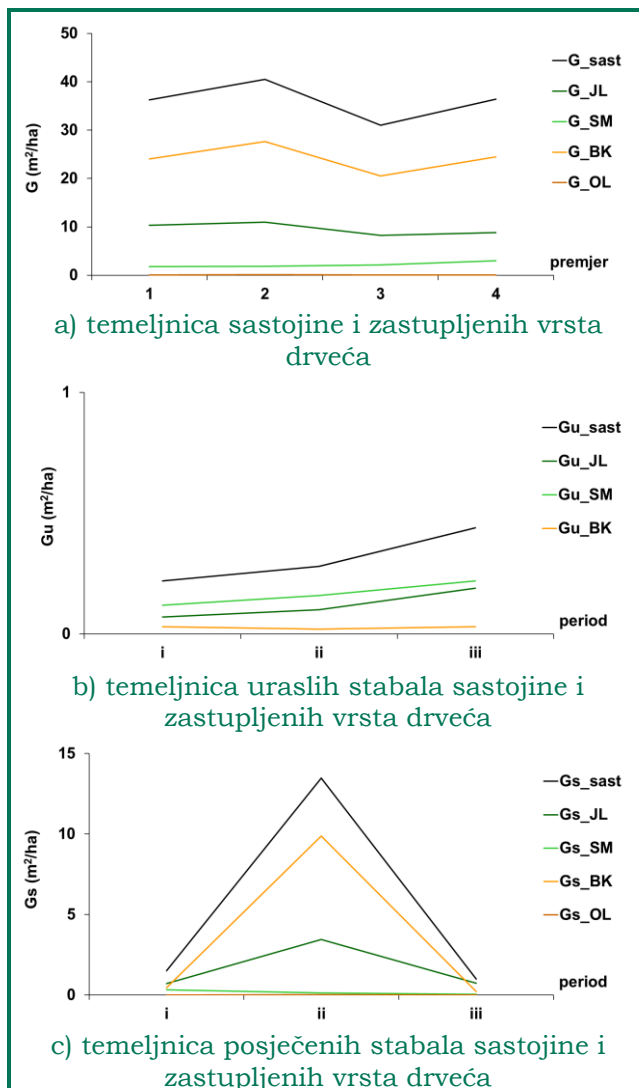
Srednji prečnik stabala jele tokom vremena je varirao u uskom intervalu, od 30,8 do 32,2 cm, i tokom perioda posmatranja naizmjenično se povećavao i smanjivao. Srednji prečnik stabala smrče varirao je u intervalu od 25,6 do 29,4 cm. Tokom vremena se smanjivao do trećeg promjera, a zatim se povećao. Srednji prečnik stabala bukve varirao je u intervalu od 31,7 do 37,6 cm, a ostalih lišćara od 38,8 do 52,5 cm. Srednji prečnici stabala i bukve i ostalih lišćara tokom perioda posmatranja konstantno su se povećavali. Povećanje srednjeg prečnika pojedinih vrsta drveća i sastojine javilo se u slučajevima izostanka sječe srednje debelih i debelih stabala, a smanjenje prilikom sječe srednje debelih i debelih stabala i intenziviranja urastanja stabala.

Na početku perioda posmatranja u broju stabala bila su najzastupljenija stabla bukve (0,6), zatim jele (0,3), smrče (0,1) i neznatno stabla ostalih lišćara (0,001). Tokom vremena udio stabala zastupljenih vrsta drveća nije se mijenjao. Naime, razlike u broju posječenih i uraslih stabala i promjene udjela vrsta drveća u broju posječenih i uraslih stabala bile su takve da nisu imale za posljedicu promjenu udjela vrsta drveća u broju stabala sastojine. U broju uraslih stabala u prosjeku su u najvećoj mjeri participirala stabla smrče (0,5), zatim stabla jele (0,4) i bukve (0,1), dok među uraslim stablima nije bilo stabala ostalih lišćara. Tokom perioda posmatranja udio stabala jele u broju uraslih stabala se povećavao, udio stabala

smrče se povećao pa smanjio, a udio stabala bukve se smanjivao. U broju posječenih stabala u prosjeku su najviše participirala stabla jele (0,5), manje stabla bukve i ostalih lišćara (0,4) i najmanje stabla smrče (0,1). Udio stabala jele i smrče u broju posječenih stabala tokom vremena se smanjio pa povećao, dok se udio bukve i ostalih lišćara povećao pa smanjio.

5.10.2. Temeljnica sastojine na oglednoj plohi 144

Na **grafikonu 48.** (a, b, c) predstavljene su veličine temeljnice sastojine i zastupljenih vrsta drveća (G) pri pojedinim promjerima i uraslih i posječenih stabala (G_u i G_s) u periodima između promjera.



Grafikon 48. Temeljnica sastojine i zastupljenih vrsta drveća pri pojedinim promjerima (1, 2, 3, 4) i temeljnica uraslih i posječenih stabala u periodima između promjera (i, ii, iii) na oglednoj plohi 144

Temeljnica sastojine na oglednoj plohi tokom perioda posmatranja varirala je u intervalu od 31,0 do 40,5 m^2/ha . Najmanja veličina je utvrđena pri trećem promjeru (**grafikon 48.a**), nakon sječe najjačeg intenziteta, a najveća pri drugom (**grafikon 48.c**). Sječom najjačeg intenziteta temeljnica sastojine je smanjena za 13,5 m^2/ha (za 33% od temeljnice na početku perioda). U temeljnici posječenih stabala najviše su participirala stabla jele i bukve, sa 73%. Nakon sječe najjačeg intenziteta došlo je do povećanja temeljnice uraslih stabala (**grafikon 48.b**) za 57% u odnosu na temeljnicu uraslih stabala u prethodnom periodu. Temeljnica posječenih stabala u sva tri perioda bila je veća od temeljnice uraslih stabala, za od 2,2 do 48,2 puta. Povećanje temeljnice sastojine najvećim je dijelom posljedica prirasta temeljnice stabala u sastojini, dok je temeljnica uraslih stabala participirala maksimalno s 8% (treći period).

Tokom perioda posmatranja u temeljnici sastojine u prosjeku su najviše participirala stabla bukve (0,7), zatim stabla jele (0,3) i neznatno stabla smrče i ostalih

lišćara. Tokom vremena udio stabala bukve i ostalih lišćara nije se mijenjao, dok je udio jele smanjen (na 0,2), a udio stabala smrče povećan (na 0,1).

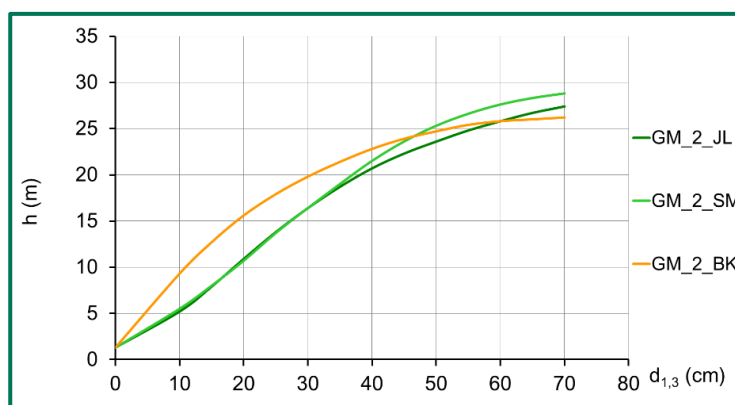
Udio stabala zastupljenih vrsta drveća u temeljnici uraslih stabala bio je drugačiji. U prosjeku su bila najzastupljenija stabla smrče (0,5), zatim stabla jele (0,4) i bukve (0,1), dok stabala ostalih lišćara nije bilo. Tokom perioda posmatranja udio stabala smrče se smanjio (s 0,6 na 0,5), udio stabala jele se povećao (s 0,3 na 0,4), dok se udio stabala bukve nije mnogo mijenjao (0,1).

U temeljnici posječenih stabala tokom perioda posmatranja u prosjeku su najviše participirala stabla jele (0,5), zatim stabla bukve (0,4) i smrče (0,1) i neznatno stabla ostalih lišćara. Tokom perioda posmatranja udio stabala jele i smrče u temeljnici posječenih stabala se smanjio, pa povećao, dok se udio bukve i ostalih lišćara povećao pa smanjio.

5.10.3. Visina stabala na oglednoj plohi 144

Visinske krive izrađene grafičkim metodom na osnovu podataka drugog premjera za jelu, smrču i bukvu (GM_2_JL, GM_2_SM, GM_2_BK) predstavljene su na [grafikonu 49](#).

Visinske krive sve tri vrste drveća imaju tipični sigmoidni oblik, ali se međusobno razlikuju. Procijenjena visina tankih i srednje debelih stabala bukve pri istom prsnom prečniku veća je od procijenjene visine stabala smrče ($d_{1,3} < 45$ cm) i jele ($d_{1,3} < 60$ cm), odnosno tanka i srednje debela stabla bukve



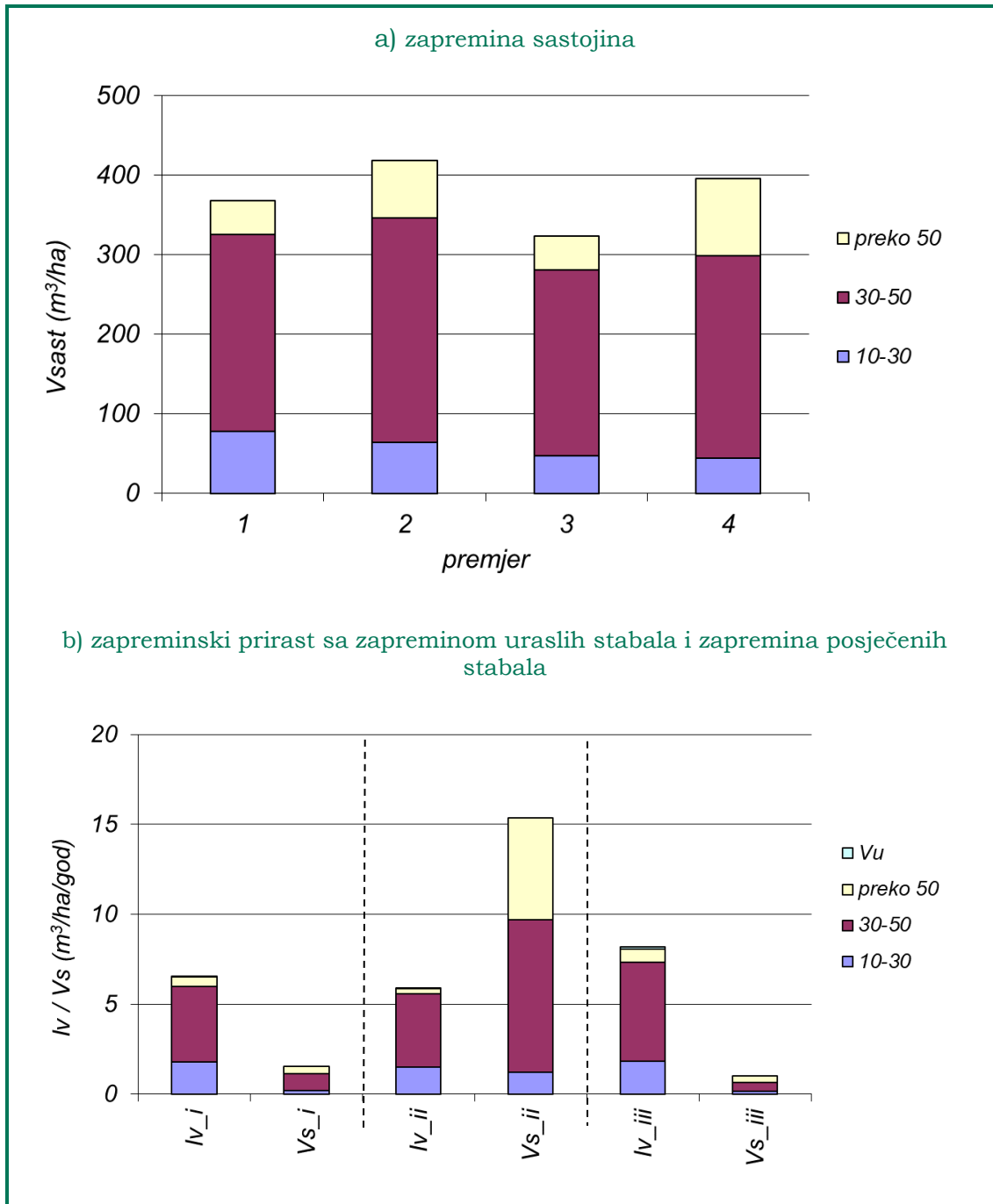
Grafikon 49. Visinske krive za jelu, smrču i bukvu na oglednoj plohi 144

vitkija su od stabala jele i smrče. Procijenjene visine, odnosno vitkost, tankih stabla jele i smrče približno su jednake. Odnos procijenjenih visina za stabla prsnog prečnika većeg od 35 cm (srednje debela i debela) je drugačiji. Za prsne prečnike u intervalu od 35 do 45 cm stabla smrče su viša od stabala jele, ali su niža od stabala bukve. Za prsne prečnike veće od 45 cm najviša su stabla smrče, zatim stabla bukve pa jele do prsnog prečnika 60 cm, dok su za prsne prečnike iznad 60 cm stabla jele viša od stabala bukve. Prema procijenjenim visinama stabala prsnog prečnika većeg od 30 cm bonitetni razred staništa za jelu je 4,0, za smrču 4,2 i za bukvu 3,5. Odnos visine stabala jele, smrče i bukve posljedica je razlika među vrstama drveća te stanišnih i sastojinskih uslova u vremenu prije drugog premjera i izrade visinskih krivih. Predstavljene visinske krive detaljnije je opisao prof. Drinić (1974).

5.10.4. Zapremina i zapreminski prirast sastojine na oglednoj plohi 144

Zapremina sastojine (V_{sast}) pri pojedinim premjerima, po proširenim debljinskim klasama, predstavljena je na [grafikonu 50.a](#), dok su na [grafikonu 50.b](#) predstavljene prosječne veličine zapreminskog prirasta (I_v) sa zapreminom uraslih stabala (V_u) i zapremine posječenih stabala (V_s) za periode između

premjera, po proširenim debljinskim klasama. Zapremina i zapreminski prirast iskazani su zapreminom krupnog drveta.



Grafikon 50. Zapremina sastojine (V_{sast}) pri pojedinim premjerima (a) i prosječni periodični zapreminski prirast (Iv) sa zapreminom uraslih stabala (Vu) i prosječna zapremina posječenih stabala (Vs) u periodima između premjera (b) po proširenim debljinskim klasama na oglednoj plohi 144

Zapremina sastojine tokom perioda posmatranja varirala je u intervalu od 324 do 418 m^3/ha . Prvo se povećala, zatim smanjila pa povećala, [grafikon 50.a](#). Ove promjene uzrokovane su razlikama između veličina zapreminskog prirasta i zapremine posječenih stabala u periodima između, [grafikon 50.b](#). U prvom i trećem periodu zapreminski prirast bio je veći od zapremine posječenih stabala, a u drugom periodu je bilo obrnuto. U drugom periodu provedena je sječa najjačeg

intenziteta. Posječeno je 154 m³/ha (37% od zapremine na početku perioda), dok je zapreminski prirast bio 6,6 puta manji (59 m³/ha) od zapremine posječenih stabala. Tokom perioda posmatranja u zapremini sastojine u prosjeku su najviše participirala srednje debela stabla (68%), a znatno manje debela (17%) i tanka (15%). Tokom perioda posmatranja udio tankih stabala se smanjivao, a udio srednje debelih i debelih uglavnom se povećavao. Izuzeci su se javili u drugom i trećem periodu. U drugom periodu je sječom najjačeg intenziteta smanjen udio debelih stabala, a u trećem periodu je usljed prirašćivanja stabala i sječe slabijeg intenziteta te promjene debljinske strukture smanjen udio srednje debelih stabala.

Tekući zapreminski prirast tokom perioda posmatranja varirao je u intervalu od 5,9 do 8,2 m³/ha/god. Najmanji je utvrđen za drugi period, period u kojem je provedena sječa najjačeg intenziteta, a najveći za naredni period. Za period nakon sječe najjačeg intenziteta utvrđeno je povećanje zapreminskog prirasta i zapremine uraslih stabala. Zapremina uraslih stabala bila je 0,1 m³/ha/god, odnosno 1% od veličine zapreminskog prirasta. U zapreminskom prirastu u prosjeku su najviše participirala srednje debela stabla (67%), zatim tanka (26%) i najmanje debela (7%). Tokom perioda posmatranja udio tankih stabala u zapreminskom prirastu se smanjivao, udio srednje debelih se povećao pa smanjio, dok se udio debelih smanjio pa povećao. Udio proširenih debljinskih klasa u zapreminskom prirastu razlikuje se od udjela u zapremini sastojine. Udio tankih stabala u zapreminskom prirastu veći je od udjela u zapremini, udio srednje debelih približno jednak, a udio debelih stabala je manji u zapreminskom prirastu.

Zapremina posječenih stabala tokom perioda posmatranja varirala je od 10 do 154 m³/ha, za period od 10 godina. Zapremina posječenih stabala u sva tri perioda bila je veća od zapreminskog prirasta, posebno u drugom periodu, kada je provedena sječa najjačeg intenziteta. Tada je zapremina posječenih stabala bila 2,5 puta veća od zapreminskog prirasta. U zapremini posječenih stabala u prosjeku je bio najveći udio srednje debelih stabala (55%), zatim udio debelih (34%) i najmanji je udio tankih stabala (11%).

Udio pojedinih vrsta drveća u zapremini sastojine na početku perioda posmatranja u određenoj mjeri se razlikuje od udjela u broju stabala, a jednak je udjelu u temeljnici. U najvećoj mjeri su participirala stabla bukve (0,7), zatim stabla jele (0,3) i neznatno stabla smrče i ostalih lišćara (0,04). I tokom perioda posmatranja udio vrsta drveća u zapremini sastojine nije se mijenjao na isti način kao udio u broju stabala. Promjene debljinske strukture, usljed prirašćivanja i sječe stabala, uzrokovale su promjene udjela vrsta drveća u zapremini sastojine. Udio vrsta drveća u zapremini sastojine mijenjao se na isti način kao udio u temeljnici sastojine. Udio stabala jele se smanjio (na 0,3 i na 0,2), udio stabala smrče se povećao (s 0,04 na 0,1), a udio stabala bukve i ostalih lišćara nije se mijenjao.

Učešće pojedinih vrsta drveća u zapreminskom prirastu tokom perioda posmatranja u određenoj mjeri se razlikuje od udjela u broju stabala, temeljnici i zapremini sastojine. U zapreminskom prirastu u prvom periodu najviše su bila zastupljena stabla bukve (0,7), zatim stabla jele (0,3) i neznatno stabla smrče i ostalih lišćara (0,05). Tokom perioda posmatranja udio jele se prvo smanjio (na 0,1), a zatim povećao (na 0,2), dok se udio bukve prvo povećao (na 0,8), a zatim smanjio (na 0,7). Udio smrče se povećao (na 0,1), a udio ostalih lišćara bio je neznatan (0,001). Ove promjene su posljedica prirašćivanja i sječe stabala, odnosno promjene debljinske strukture.

Udio pojedinih vrsta drveća u zapremini uraslih stabala tokom perioda posmatranja razlikuje se od udjela u broju stabala, temeljnici i zapremini sastojine. U zapremini uraslih stabala u prosjeku su bila najzastupljenija stabla smrče (0,5). Manje su bila zastupljena stabla jele (0,4) i bukve (0,1), dok nije bilo stabala ostalih lišćara. U prvom periodu bila su najzastupljenija stabla smrče (0,5), zatim stabla jele (0,3) i stabla bukve (0,2). Tokom vremena povećan je udio stabala jele, a smanjen udio smrče i bukve.

I udio pojedinih vrsta drveća u zapremini posječenih stabala drugačiji je od udjela u broju stabala, u temeljnici i zapremini sastojine. Tokom perioda posmatranja u zapremini posječenih stabala u prosjeku su približno jednako participirala stabla jele i bukve (0,5 i 0,4), znatno više od stabala smrče i ostalih lišćara (0,1). Udio stabala jele u zapremini posječenih stabala uglavnom je veći od udjela u zapremini sastojine, pa je to dijelom uzrok smanjenja udjela jele u zapremini sastojine. Za bukvu i smrču važi suprotno. Udio stabala bukve i smrče u zapremini posječenih stabala uglavnom je manji od udjela u zapremini sastojine, što je dijelom uzrok povećanja njihovog udjela zapremini sastojine. Sječom najjačeg intenziteta, u drugom periodu, u najvećoj mjeri su obuhvaćena stabla bukve (0,8), manje stabla jele (0,2) i neznatno stabla smrče i ostalih lišćara (po 0,01).



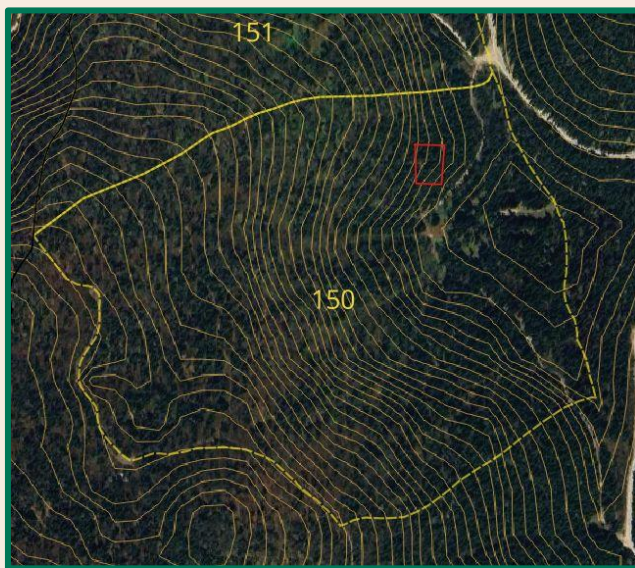
Slika 34. Raznodobna višespratna sastojina bukve, jele i smrče na oglednoj plohi 144

5.11. OGLEDNA PLOHA 150

Lokalitet šumskog odjeljenja 150 i stalne ogledne plohe 150 u okviru GJ "Igman" predstavljeni su na slici 2, a satelitski snimak užeg područja ove plohe s njenim granicama predstavljen je na slici 35. Razmjera na slici prilagođena je raspoloživom prostoru.

Ogledna ploha 150 osnovana je 2009. godine. Nalazi se u gorskoj šumi bukve i jele sa smrčom na seriji dolomitnih i krečnjačkih zemljišta (*Abieti Fagetum illyricum* Treg.). Površina ogledne plohe je 1,08 ha, prosječna nadmorska visina je 1170 m, ekspozicija terena je SE, a nagib terena 25°. Ova ogledna ploha pripada

osnovnom tipu šuma II – b – 1 (Šume bukve i jele sa smrčom na ilimerizovanim zemljištima na krečnjacima), koji čini i istoimeni proizvodni tip. Prema aktuelnoj ŠGO, ogledna ploha 150, odnosno šumsko odjeljenje 150, pripada gazdinskoj klasi 1206 – šume bukve i jele sa smrčom na krečnjačkim i krečnjačko-dolomitnim zemljištima, kompleksu ovih i kiselosmeđih zemljišta na morenama i drobinu. Na oglednoj plohi su do sada provedena dva premjera u vremenskom razmaku od 10 godina, 2009. i 2019. godine. Pored stabala jele, smrče i bukve, na oglednoj plohi su evidentirana



Slika 35. Satelitski snimak užeg područja ogledne plohe 150 s izohipsama, granicama ogledne plohe i granicama šumskog odjeljenja 150

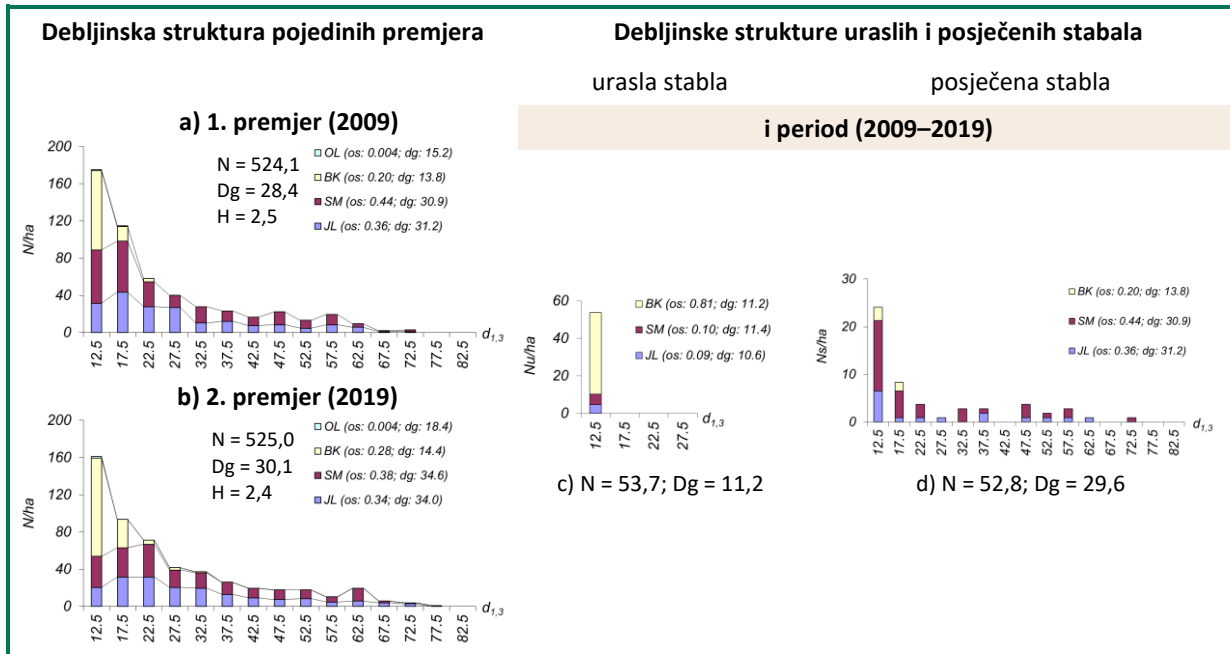
i stabla gorskog javora (*Acer pseudoplatanus* L.), kategorija ostali lišćari. Bonitet staništa utvrđen na osnovu visine stabala prvog premjera za jelu je 3,0, za smrču 2,9, za bukvu 4,0, a prosječni je 3,0 (ponderisani prosjek s temeljnicom vrsta drveća kao ponderom).

5.11.1. Broj stabala i debljinska struktura na oglednoj plohi 150

Na grafikonu 51. (od a do d) predstavljeni su broj stabala i debljinska struktura pojedinih premjera (1, 2) i uraslih i posječenih stabala u periodu između premjera (i). Na grafikonima su navedeni i broj stabala (N po ha), srednji prečnik (Dg) i veličina indeksa homogenosti (H) za sve zastupljene vrste drveća zajedno, a u legendi je predstavljen udio (os – omjer smjese) i srednji prečnik (dg) pojedinih vrsta drveća (JL – jela, SM – smrča, BK – bukva, OL – ostali lišćari).

Broj stabala pri prvom i drugom premjeru približno je jednak, jer je približno jednak broj uraslih i posječenih stabala. Broj uraslih stabala neznatno je veći od broja posječenih stabala, za 1 stablo/ha ili za 2%. Sječom provedenom između dva premjera obuhvaćeno je 10% stabala od broja stabala na početku perioda. Najvećim dijelom su obuhvaćena tanka, zatim srednje debela pa debela stabla.

Oblik debljinske strukture sastojine u vrijeme osnivanja ogledne plohe, a i nakon 10 godina, oblika je kose opadajuće krive koji je karakterističan za preborne sastojine. I prema veličini indeksa homogenosti, koja je za oba premjera manja od 2,8 (grafikon 51.a i grafikon 51.b), radi se o prebornoj strukturi sastojine. Očuvanje preborne strukture u narednom periodu moguće je sjećom debelih i srednje debelih stabala, čime će se omogućiti dalji razvoj postojećeg i pojava i razvoj novog podmlatka i održavanje većeg broja tankih stabala.



Grafikon 51. Debljinska struktura pojedinih premjera i debljinska struktura uralih i posječenih stabala u periodima između premjera na oglednoj plohi 150

Srednji prečnik sastojine se tokom perioda posmatranja povećao s 28,4 na 30,1 cm. U periodu između premjera srednji prečnik uralih stabala bio je 11,2 cm, a srednji prečnik posječenih 29,6 cm.

Tokom perioda posmatranja srednji prečnik stabala jele, smrče i ostalih lišćara se povećao, dok se srednji prečnik bukve smanjio. Povećanje srednjeg prečnika stabala posljedica je priraščivanja stabala, neznatne sječe srednje debelih i debelih stabala i neznatnog urastanja stabala. Smanjenje srednjeg prečnika stabala bukve posljedica je intenzivnog urastanja stabala ove vrste drveća. Broj stabala bukve povećan je za 37% u odnosu na broj stabala bukve na početku perioda posmatranja.

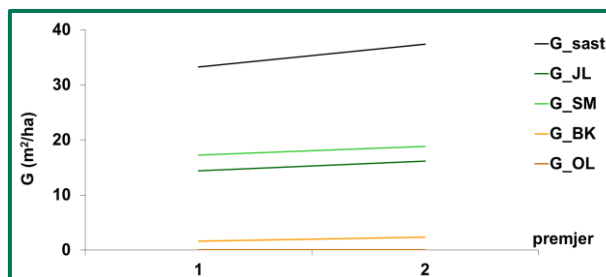
Na početku perioda posmatranja na oglednoj plohi je bilo najviše stabala jele i smrče. Bila su podjednako zastupljena (po 0,4) i bilo ih je četiri puta više od stabala bukve i ostalih lišćara (0,2). Tokom vremena udio stabala jele se smanjio (na 0,3), udio stabala bukve se povećao (na 0,3 i 0,4), dok je udio stabala smrče i ostalih lišćara ostao na istom nivou (0,3 i 0,004). Promjene udjela vrsta drveća posljedica je odnosa njihove participacije u broju uralih i posječenih stabala. U broju uralih stabala u najvećoj su mjeri participirala stabla bukve (0,8), udio stabala jele i smrče bio je mnogo manji (po 0,1), dok ostalih lišćara nije bilo. Udio vrsta drveća u broju posječenih stabala bio je drugačiji. Najviše su participirala stabla smrče (0,6), manje stabla jele (0,3) i najmanje stabla bukve i ostalih lišćara (0,1). Smanjenje udjela stabala jele u broju stabala posljedica je većeg udjela stabala ove vrste u broju posječenih nego u broju uralih stabala, dok je povećanje udjela stabala bukve

posljedica njihovog znatno većeg udjela u broju uraslih stabala nego u broju posječenih stabala. Nepromijenjen udio stabala smrče i ostalih lišćara posljedica je jednakog udjela ovih vrsta drveća u broju uraslih i posječenih stabala.

5.11.2. Temeljnica sastojine na oglednoj plohi 150

Na [grafikonu 52](#), predstavljene su veličine temeljnice sastojine i zastupljenih vrsta drveća (G) pri pojedinim premjerima.

Temeljnica sastojine na oglednoj plohi se tokom perioda posmatranja povećala, s 33,2 na 37,4 m²/ha ili za 12%. Povećanje temeljnice sastojine najvećim je dijelom posljedica prirasta temeljnice stabala u sastojini, dok je temeljnica uraslih stabala participirala s 13%. Temeljnica uraslih stabala bila je 0,5 m²/ha, ili 2% od temeljnice na početku perioda. Temeljnica posječenih stabala bila je 3,6 m²/ha ili 11% od temeljnice na početku perioda. Bila je 6,9 puta veća od temeljnice uraslih stabala.



Grafikon 52. Temeljnica sastojine i zastupljenih vrsta drveća pri pojedinim premjerima (1, 2), na oglednoj plohi 150

Udio vrsta drveća u temeljnici sastojine u određenoj se mjeri razlikuje od udjela u broju stabala. Tokom perioda posmatranja u temeljnici sastojine najviše su participirala stabla smrče (0,5), zatim stabla jele (0,4) i najmanje stabla bukve i ostalih lišćara (0,1).

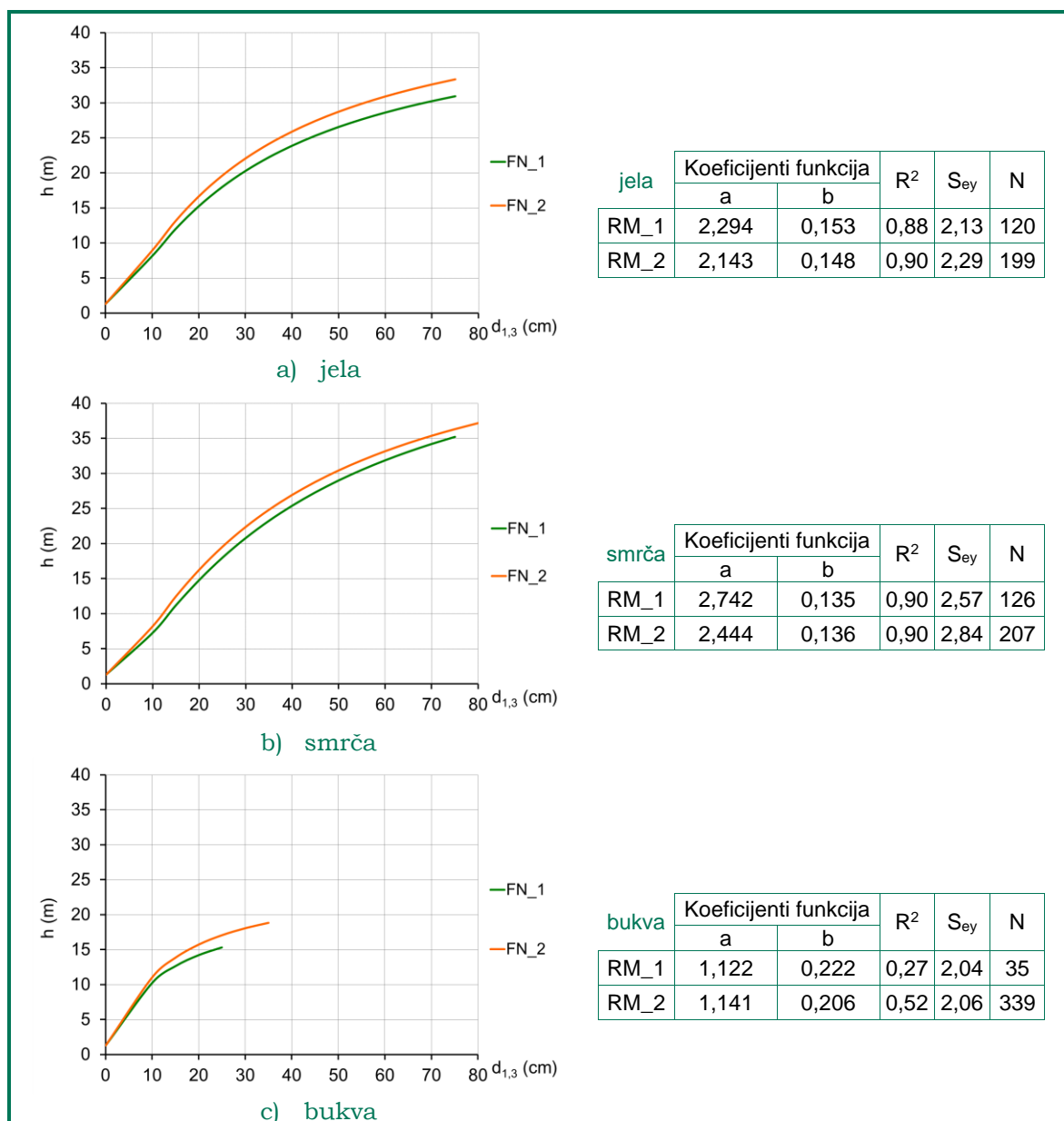
Udio zastupljenih vrsta drveća u temeljnici uraslih stabala bio je drugačiji u odnosu na udio u temeljnici sastojine, a jednak udjelu u broju uraslih stabala. Najzastupljenija su bila stabla bukve (0,8), a zatim stabla jele i smrče (sa po 0,1), dok stabala ostalih lišćara nije bilo.

U temeljnici posječenih stabala najviše su participirala stabla smrče (0,6), a zatim stabla jele (0,4) i neznatno stabla bukve i ostalih lišćara (0,02). Udio vrsta drveća u temeljnici posječenih stabala u određenoj se mjeri razlikuje od udjela u broju posječenih stabala.

5.11.3. Visina stabala na oglednoj plohi 150

Visinske krive izrađene na osnovu podataka prvog (RM_1) i drugog (RM_2) premjera za osnovne vrste drveća i veličine koeficijenata i statističkih pokazatelja odabranih regresionih modela (R^2 – koeficijent determinacije, S_{ey} – standardna greška procjene, N – veličina uzorka) predstavljene su na [grafikonu 53](#). (a, b, c). Svi odabrani modeli su funkcije Pettersona. Visinske krive su predstavljene za intervale prsnog prečnika u kojim su zastupljena stabla.

Veličine koeficijenta determinacije ukazuju na to da se odabranim regresionim modelima znatan dio varijabiliteta visine stabala objašnjava variranjem prsnog prečnika, za jelu i smrču više od 88%. Za bukvu je to, zbog malog broja stabala i velikog varijabiliteta njihovih visina, znatno manje.



Grafikon 53. Visinske krive s parametrima regresionih modela za jelu, smrču i bukvu na oglednoj plohi 150

Sve visinske krive imaju tipični sigmoidni oblik i za sve vrste drveća uočava se njihovo pomjeranje tokom perioda posmatranja prema većim visinama, u cijelom intervalu empirijskih podataka. Pomjeranje visinskih krivih za jelu i bukvu veće je u višim debljinskim stepenima, dok je za smrču približno jednako u cijelom intervalu empirijskih podataka. Pomjeranje visinskih krivih rezultiralo je odgovarajućom promjenom utvrđenog bonitetnog razreda staništa. U **tabeli 10.** predstavljeni su bonitetni razredi staništa za jelu, smrču i bukvu utvrđeni na osnovu procijenjene visine stabala, prsnog prečnika 30 cm i više, prema regresionim

Tabela 10. Bonitetni razred staništa za jelu, smrču i bukvu prema izrađenim visinskim krivim za prvi i drugi premjer za oglednu plohu 150

Model	Vrsta drveća		
	JL	SM	BK
RM_1	3,0	2,9	4,0*
RM_2	2,4	2,7	3,7**

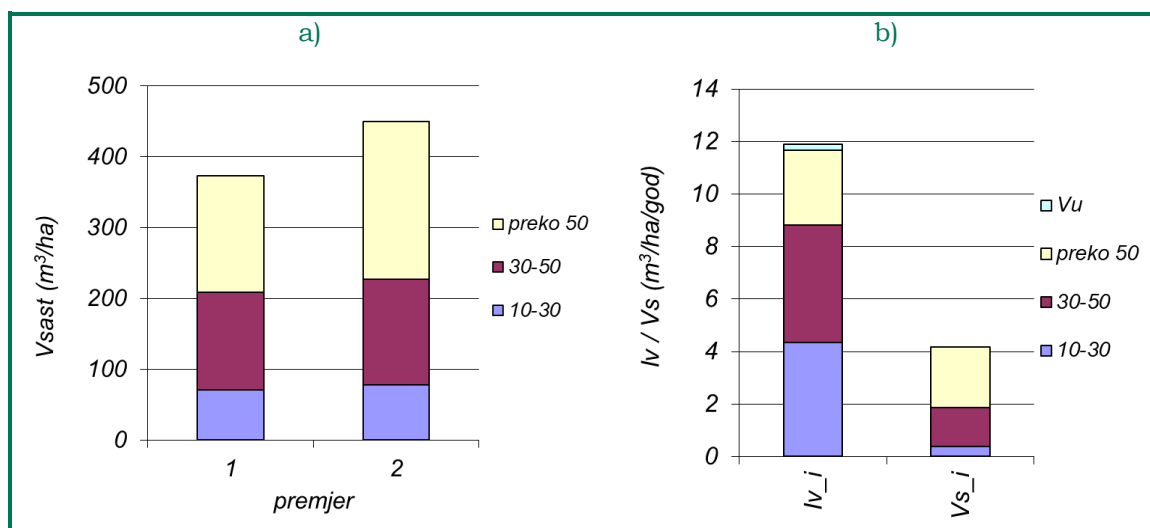
*na osnovu procijenjene visine za debljinu stabla 22,5
 **na osnovu procijenjene visine za debljinu stabla 32,5

modelima za podatke prvog i drugog premjera (RM_1 i RM_2). Izuzetak su bonitetni razredi staništa za bukvu, koji su ocijenjeni na osnovu procijenjene visine za najviši debljinski stepen u kojem je bilo stabala bukve.

Pomjeranje visinskih krivih prema većim visinama posljedica je povećanja udjela tankih i debelih stabala i smanjenja udjela srednje debelih, zbog čega se povećava konkurencija između stabala. U tim uslovima stabla na račun debljinskog prirasta zadržavaju intenzivan prirast u visinu i postižu veći stepen vitkosti u svim debljinskim klasama, tzv. strategija opstanka (Pretzsch, 2009). Osim ovog, povećanje visine stabala određenih debljina posljedica je odabira i sječe nižih stabala u skladu s principom pozitivne selekcije, ali i razlika između uzoraka na osnovu kojih su izrađene visinske krive (N na [grafikonu 53](#)). Pomjeranje visinskih krivih manje je od širine bonitetnog razreda. Visinske krive oba premjera za smrču i bukvu su u okviru trećeg, odnosno četvrtog bonitetnog razreda staništa. Visinska kriva drugog premjera za jelu pomjerena je iz pojasa trećeg u pojas drugog bonitetnog razreda, ali blizu granice između drugog i trećeg boniteta.

5.11.4. Zapremina i zapreminski prirast sastojine na oglednoj plohi 150

Zapremina sastojine (V_{sast}) pri pojedinim premjerima, po proširenim debljinskim klasama, predstavljena je na [grafikonu 54.a](#), dok su na [grafikonu 54.b](#) predstavljene veličine tekućeg (godišnjeg) zapreminskog prirasta (I_v) sa zapreminom uraslih stabala (V_u) i zapremine posječenih stabala (V_s) za period između premjera, po proširenim debljinskim klasama. Zapremina i zapreminski prirast iskazani su zapreminom krupnog drveta. Zapremina sastojine na oglednoj plohi se tokom perioda posmatranja povećala, s 373 na 450 m^3/ha ili za 21%. Ovo povećanje je posljedica većeg prirasta zapremine od zapremine posječenih stabala u periodu između premjera, [grafikon 54.b](#).



Grafikon 54. Zapremina sastojine (V_{sast}) pri pojedinim premjerima (a) i prosječni periodični zapreminski prirast (I_v) sa zapreminom uraslih stabala (V_u) i prosječna zapremina posječenih stabala (V_s) u periodima između premjera (b) po proširenim debljinskim klasama na oglednoj plohi 150

Tokom perioda posmatranja u zapremini sastojine najmanje su participirala tanka stabla (prosjeak 18%). Srednje debela stabla bila su zastupljenija (prosjeak 35%), a najzastupljenija su bila debela (prosjeak 47%), **grafikon 54.a**. Promjena debljinske raspodjele zapremine dijelom je posljedica prirašćivanja stabala i prelaska u više debljinske stepene (**grafikoni 51.a i 51.b**), a dijelom posljedica i debljinske raspodjele zapremine posjećenih stabala u periodu između dva premjera. U zapremini posjećenih stabala najviše su participirala debela stabla (56%), manje srednje debela (35%) i najmanje tanka (10%), **54.b**. Sječom debelih i srednje debelih stabala povećan je prostor za rast preostalih stabala koji pozitivno utiče na njihov prirast.

Tekući (godišnji) zapreminski prirast u periodu između dva premjera bio je 11,9 m³/ha/god. Od toga je zapremina uрасlih stabala bila 0,2 m³/ha/god,

odnosno 2%. U zapreminskom prirastu najviše su participirala tanka stabla (39%), neznatno manje srednje debela (37%) i najmanje debela (24%). Udio proširenih debljinskih klasa u zapreminskom prirastu razlikuje se od prosječnog udjela u zapremini sastojine. Udio tankih stabala u zapreminskom prirastu dvostruko je veći od udjela u zapremini, udio srednje debelih se ne razlikuje mnogo, a udio debelih stabala dvostruko je manji u zapreminskom prirastu.



Slika 36. Preborna sastojina bukve, jele i smrče na oglednoj plohi 150

Udio pojedinih vrsta drveća u zapremini sastojine na početku perioda posmatranja u određenoj se mjeri razlikuje od udjela u broju stabala, a jednak je udjelu temeljnici sastojine. U najvećoj mjeri su participirala stabla jele i smrče (sa po 0,5), dok su stabla bukve i ostalih lišćara bila neznatno zastupljena (0,02). Tokom perioda između premjera nije došlo do promjene udjela vrsta drveća u zapremini sastojine.

Učešće pojedinih vrsta drveća u zapreminskom prirastu tokom perioda između premjera u određenoj se mjeri razlikuje od udjela u broju stabala, temeljnici i zapremini sastojine. U zapreminskom prirastu najviše su participirala stabla smrče (0,5), zatim stabla jele (0,4) i najmanje stabla bukve i ostalih lišćara (0,1).

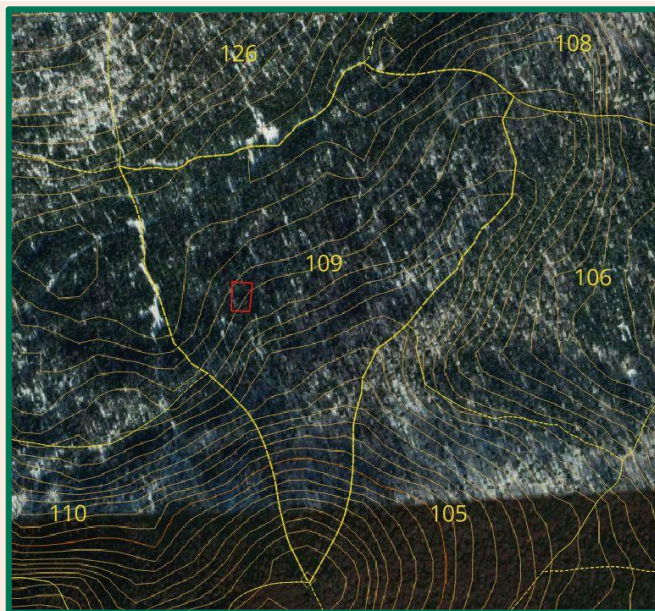
Udio pojedinih vrsta drveća u zapremini uрасlih stabala tokom perioda posmatranja razlikovao se od prosječnog udjela u broju stabala, temeljnici i zapremini sastojine. U zapremini uрасlih stabala bila su najzastupljenija stabla bukve (0,8). Stabla jele i smrče bila su manje zastupljena (sa po 0,1), dok stabala ostalih lišćara nije bilo.

Udio pojedinih vrsta drveća u zapremini posjećenih stabala bio je neznatno drugačiji od udjela u broju stabala, temeljnici i zapremini sastojine. U zapremini posjećenih stabala najviše su participirala stabla smrče (0,6), zatim stabla jele (0,4) i neznatno stabla bukve i ostalih lišćara (po 0,01). Male razlike u udjelu vrsta drveća u zapremini posjećenih stabala i zapremini sastojine uzrokovale su neznatne promjene udjela vrsta drveća u zapremini sastojine tokom perioda posmatranja.

5.12. OGLEDNA PLOHA 109

Lokalitet šumskog odjeljenja 109 i stalne ogledne plohe 109 u okviru GJ "Igman" predstavljeni su na slici 2, a satelitski snimak užeg područja ove plohe s njenim granicama predstavljen je na slici 37. Razmjera na slici prilagođena je raspoloživom prostoru.

Ogledna ploha 109 osnovana je 2009. godine. Nalazi se u gorskoj šumi bukve i jele sa smrčom na seriji dolomitnih i krečnjačkih zemljišta (*Abieti Fagetum illyricum* Treg.). Površina ogledne plohe je 1,03 ha, prosječna nadmorska visina je 1380 m, ekspozicija terena je NW, a nagib terena 20°. Ova ogledna ploha pripada osnovnom tipu šuma II – b – 1 (Šume bukve i jele sa smrčom na ilimerizovanim zemljištima na krečnjacima), koji čini i istoimeni proizvodni tip. Prema aktuelnoj ŠGO, ogledna ploha 109, odnosno šumsko odjeljenje 109, pripada gazdinskoj klasi 1206



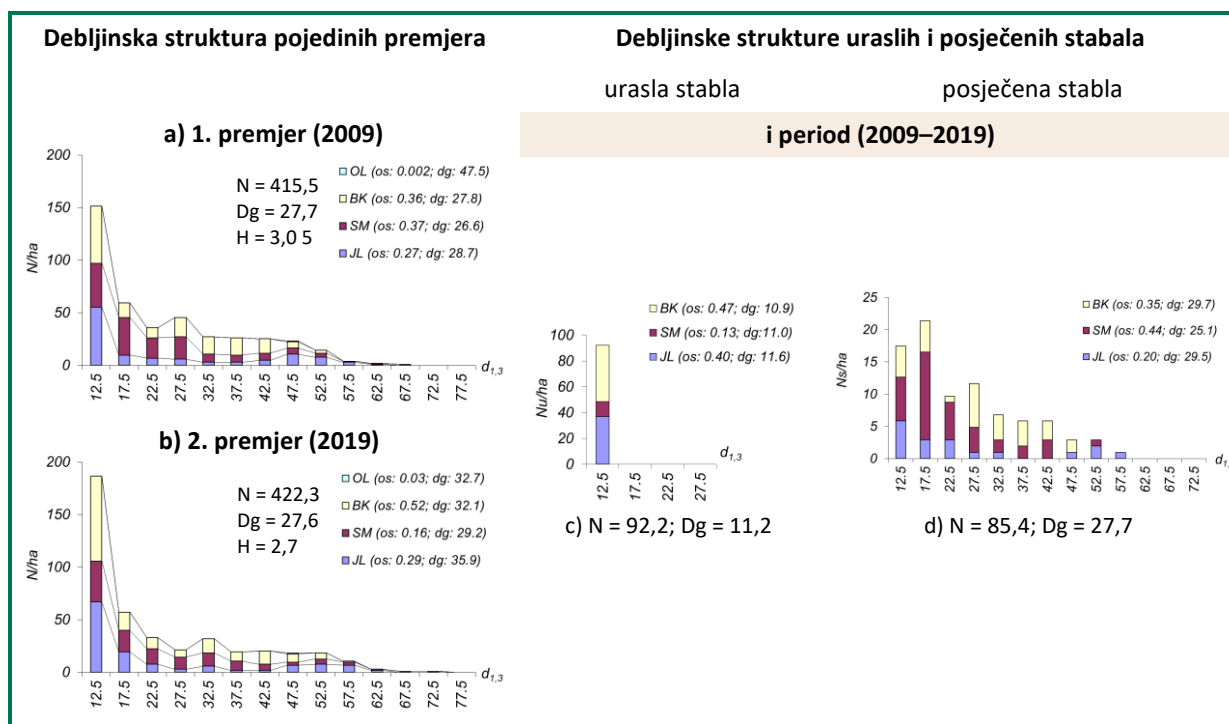
Slika 37. Satelitski snimak užeg područja ogledne plohe 109 s izohipsama, granicama ogledne plohe i granicama šumskog odjeljenja 109

– šume bukve i jele sa smrčom na krečnjačkim i krečnjačko-dolomitnim zemljištima, kompleksu ovih i kiselosmeđih zemljišta na morenama i drobinu. Na oglednoj plohi su do sada provedena dva premjera u vremenskom razmaku od 10 godina, 2009. i 2019. godine. Pored stabala jele, smrče i bukve, na oglednoj plohi su evidentirana i stabla gorskog javora (*Acer pseudoplatanus* L.), kategorija ostali lišćari. Bonitet staništa utvrđen na osnovu visine stabala prvog premjera za jelu je 3,5, za smrču 3,8, za bukvu 3,3, a prosječni je 3,5 (ponderisani prosjek s temeljnicom vrsta drveća kao ponderom).

5.12.1. Broj stabala i debljinska struktura na oglednoj plohi 109

Na grafikonu 55. (od a do d) predstavljeni su broj stabala i debljinska struktura pojedinih premjera (1, 2) i uralih i posječenih stabala u periodu između premjera (i). Na grafikonima su navedeni i broj stabala (N po ha), srednji prečnik (Dg) i veličina indeksa homogenosti (H) za sve zastupljene vrste drveća zajedno, a u legendi je predstavljen udio (os – omjer smjese) i srednji prečnik (dg) pojedinih vrsta drveća (JL – jela, SM – smrča, BK – bukva, OL – ostali lišćari).

Broj stabala pri prvom i drugom premjeru približno je jednak, jer je približno jednak broj uralih i posječenih stabala. Provedenom sječom obuhvaćeno je 20% stabala od broja stabala na početku perioda. Najvećim dijelom su obuhvaćena tanka, zatim srednje debela pa debela stabla. Broj uralih stabala neznatno je veći od broja posječenih stabala, za 7 stabala/ha ili za 8%.



Grafikon 55. Debljinska struktura pojedinih premjera i debljinska struktura uraslih i posječenih stabala u periodima između premjera na oglednoj plohi 109

Oblik debljinske strukture sastojine u vrijeme osnivanja ogledne plohe, a i nakon 10 godina, oblika je kose opadajuće krive, koji je karakterističan za preborne sastojine. Međutim, **prema veličini indeksa homogenosti, u vrijeme prvog premjera struktura sastojine odstupala je od preborne strukture ($H > 2,8$; grafikon 55.a), dok je u vrijeme drugog premjera sastojina imala prebornu strukturu ($H < 2,8$; grafikon 55.b).** Očuvanje preborne strukture u narednom periodu moguće je sječom debelih i srednje debelih stabala, čime će se omogućiti razvoj postojećeg i pojava i razvoj novog podmlatka i održavanje većeg broja tankih stabala.

Srednji prečnik sastojine se tokom perioda posmatranja neznatno smanjio, s 27,7 na 27,8 cm. U periodu između premjera srednji prečnik uraslih stabala bio je 11,2 cm, a srednji prečnik posječenih 27,7 cm.

Tokom perioda posmatranja srednji prečnik stabala jele i bukve se smanjio, dok se srednji prečnik smrče i ostalih lišćara povećao. Smanjenje srednjeg prečnika stabala jele i bukve posljedica je intenzivnog urastanja stabala ovih vrsta drveća (grafikon 55.c), a povećanje srednjeg prečnika stabala smrče posljedica priraščivanja stabala, neznatne sječe debelih stabala i neznatnog urastanja stabala (grafikon 55.c i grafikon 55.d).

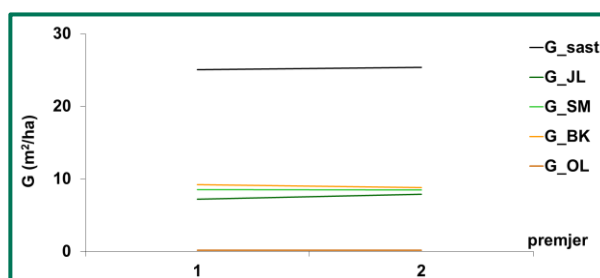
Na početku perioda posmatranja najviše su bila zastupljena stabla smrče i bukve (po 0,4), dok je jele bilo manje (0,3), a ostalih lišćara neznatno (0,002). Tokom vremena udio stabala jele i bukve neznatno se povećao (za 0,03), udio stabala smrče se smanjio (na 0,3), a udio ostalih lišćara nije se promijenio. Promjene udjela vrsta drveća posljedica su odnosa njihove participacije u broju uraslih i posječenih stabala. U broju uraslih stabala u najvećoj su mjeri participirala stabla bukve (0,5), zatim stabla jele (0,4), znatno manje stabla smrče (0,1), dok ostalih lišćara nije bilo. Udio vrsta drveća u broju posječenih stabala bio je

drugačiji. Najviše su participirala stabla smrče i bukve (sa po 0,4), manje stabla jele (0,2), a ostalih lišćara nije bilo. Smanjenje udjela stabala smrče u broju stabala posljedica je većeg udjela stabala ove vrste u broju posječenih nego u broju uraslih stabala, dok je povećanje udjela stabala jele i bukve posljedica njihovog većeg udjela u broju uraslih stabala od u broju posječenih stabala.

5.12.2. Temeljnica sastojine na oglednoj plohi 109

Na [grafikonu 56](#), predstavljene su veličine temeljnice sastojine i zastupljenih vrsta drveća (G) pri pojedinim premjerima.

Temeljnica sastojine na oglednoj plohi tokom perioda posmatranja neznatno se povećala, s 25,0 na 25,3 m²/ha. Temeljnica uraslih stabala bila je 0,9 m²/ha (4% od temeljnice na početku perioda), a temeljnica posječenih stabala bila je 5,7 puta veća, 3,6 m²/ha (11% od temeljnice na početku perioda). Neznatno povećanje temeljnice sastojine, odnosno zadržavanje na istom nivou, uz provedenu sječú stabala, najvećim je dijelom posljedica prirasta temeljnice stabala u sastojini.



Grafikon 56. Temeljnica sastojine i zastupljenih vrsta drveća pri pojedinim premjerima (1, 2), na oglednoj plohi 109

Udio vrsta drveća u temeljnici sastojine neznatno se razlikovao od udjela u broju stabala. Tokom perioda posmatranja u temeljnici sastojine najviše su participirala stabla bukve (0,4), a zatim stabla jele i smrče (po 0,3) i neznatno stabla ostalih lišćara (0,01).

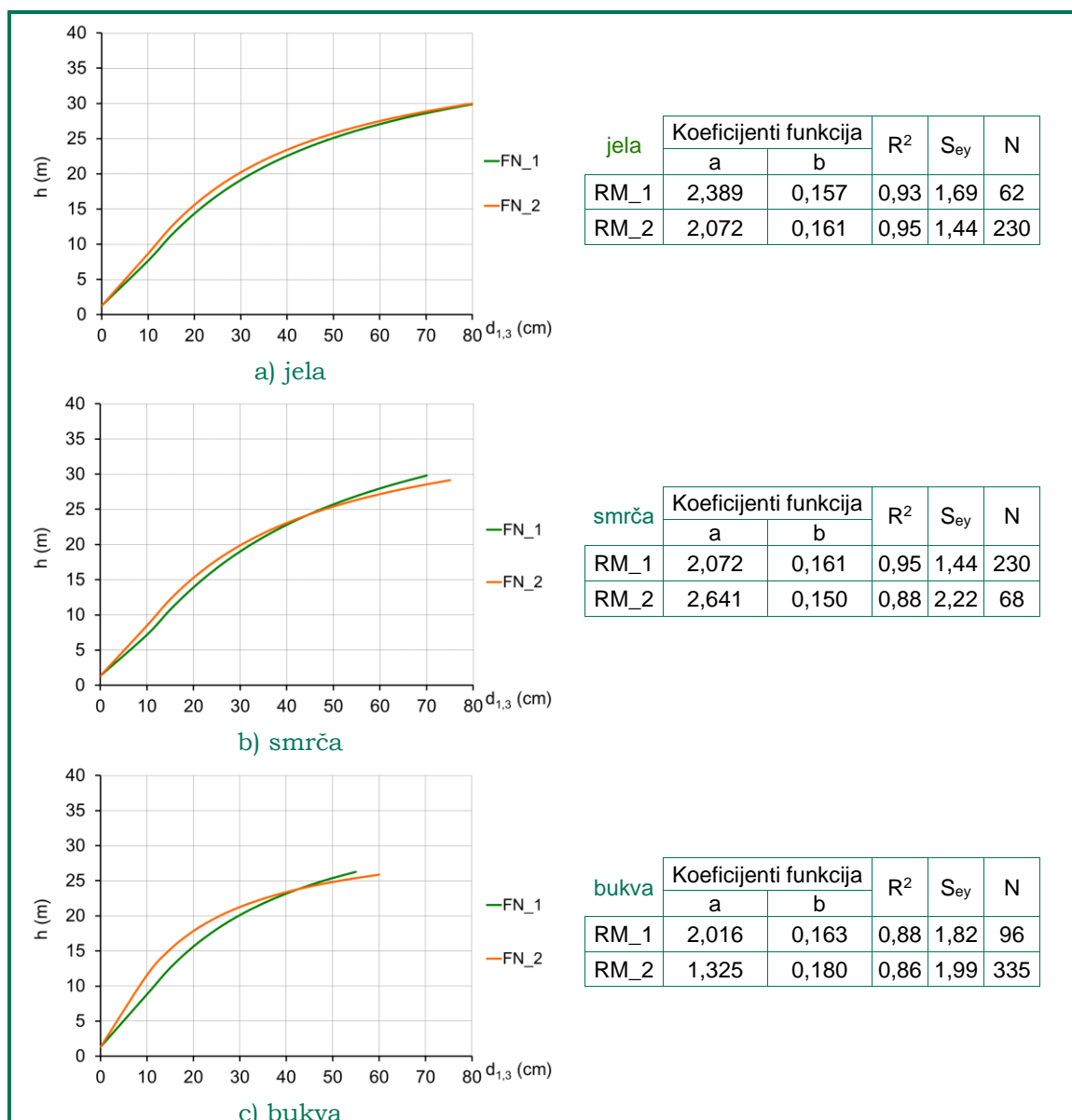
Udio zastupljenih vrsta drveća u temeljnici uraslih stabala bio je drugačiji u odnosu na udio u temeljnici sastojine, a jednak udjelu u broju uraslih stabala. Najzastupljenija su bila stabla jele i bukve (po 0,4), a manje stabla smrče (0,2), dok stabala ostalih lišćara nije bilo.

U temeljnici posječenih stabala najviše su participirala stabla smrče i bukve (po 0,4). Stabla jele bila su zastupljena u manjoj mjeri (0,2), dok ostalih lišćara nije bilo. Udio vrsta drveća u temeljnici posječenih stabala ne razlikuje se od udjela u broju posječenih stabala.

5.12.3. Visina stabala na oglednoj plohi 109

Visinske krive izrađene na osnovu podataka prvog (RM_1) i drugog (RM_2) premjera za osnovne vrste drveća i veličine koeficijenata i statističkih pokazatelja odabranih regresionih modela (R^2 – koeficijent determinacije, S_{ey} – standardna greška procjene, N – veličina uzorka) predstavljene su na [grafikonu 57](#). (a, b, c). Svi odabrani modeli su funkcije Pettersona. Visinske krive predstavljene su za intervale prsnog prečnika u kojim su zastupljena stabla.

Veličine koeficijenta determinacije ukazuju na to da se odabranim regresionim modelima znatan dio varijabiliteta visine stabala objašnjava variranjem prsnog prečnika, više od 86%.



Grafikon 57. Visinske krive s parametrima regresionih modela za jelu, smrču i bukvu na ogleđnoj plohi 109

Sve visinske krive imaju tipični sigmoidni oblik i za sve vrste drveća uočava se njihovo pomjeranje tokom perioda posmatranja. Visinska kriva drugog premjera za jelu je pomjerena prema većim visinama u cijelom intervalu empirijskih podataka, dok su visinske krive za smrču i bukvu pomjerene prema većim visinama u nižim debljinskim stepenima, a prema manjim visinama u višim debljinskim stepenima. Pomjeranje visinskih krivih rezultiralo je odgovarajućom promjenom utvrđenog bonitetnog razreda staništa. U [tabeli 11.](#) predstavljeni su bonitetni razredi staništa za jelu, smrču i bukvu utvrđeni na osnovu procijenjene visine stabala, prsnog prečnika 30 cm i više, prema regresionim modelima za podatke prvog i drugog premjera (RM_1 i RM_2).

Tabela 11. Bonitetni razred staništa za jelu, smrču i bukvu prema izrađenim visinskim krivim za prvi i drugi premjer za ogleđnu plohu 109

Model	Vrsta drveća		
	JL	SM	BK
RM_1	3,5	3,8	3,3
RM_2	3,3	3,8	3,4

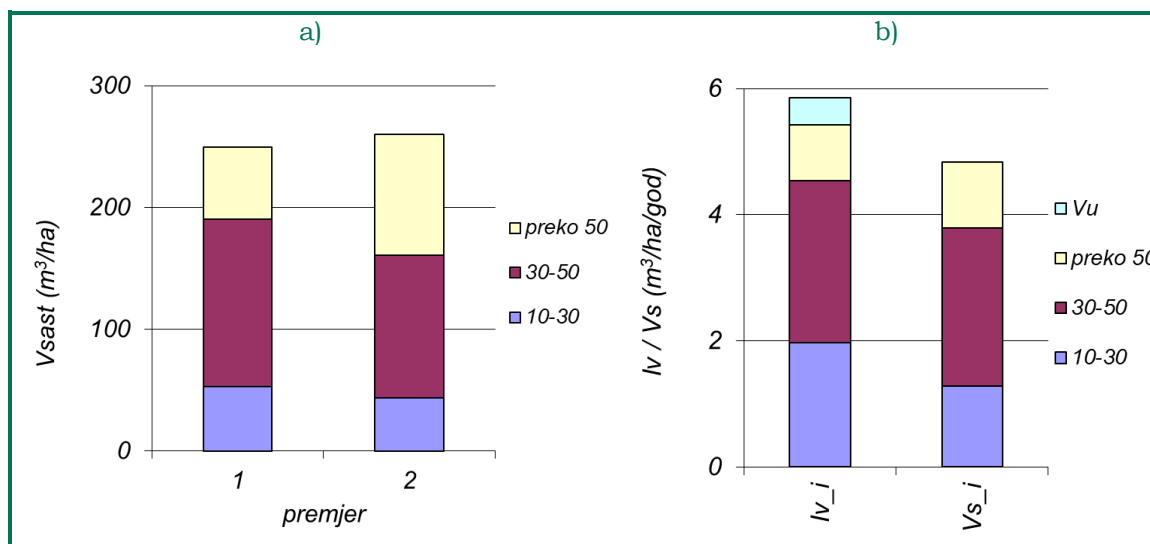
Pomjeranje visinskih krivih prema većim visinama posljedica je povećanja udjela tankih i debelih stabala, i smanjenja udjela srednje debelih, zbog čega se povećava konkurencija između stabala. U tim uslovima stabla na račun debljinskog prirasta zadržavaju intenzivan prirast u visinu i postižu veći stepen vitkosti u svim debljinskim klasama, tzv. strategija opstanka (Pretzsch, 2009).

Smanjenje visine debelih stabala posljedica je smanjenja udjela srednje debelih stabala i s tim u vezi povećanja prostora za rast i debljinskog prirasta preostalih stabala. Ovo uzrokuje skraćenje vremena prelaska stabala u više debljinske stepene, dok se visinski prirast ne mijenja značajno. Osim ovog, promjena (povećanje ili smanjenje) visine stabala određenih debljina može biti posljedica odabira i sječe nižih ili viših stabala u skladu s principom pozitivne selekcije, ali i razlika između uzoraka na osnovu kojih su izrađene visinske krive (N na [grafikonu 57](#)). Pomjeranje visinskih krivih manje je od širine bonitetnog razreda. Visinske krive oba premjera za jelu i bukvu u okviru su trećeg, a za smrču u okviru četvrtog bonitetnog razreda staništa.

5.12.4. Zapremina i zapreminski prirast sastojine na oglednoj plohi 109

Zapremina sastojine (V_{sast}) pri pojedinim premjerima, po proširenim debljinskim klasama, predstavljena je na [grafikonu 58.a](#), dok su na [grafikonu 58.b](#) predstavljene veličine tekućeg (godišnjeg) zapreminskog prirasta (I_v) sa zapreminom uraslih stabala (V_u) i zapremine posječenih stabala (V_s) za period između premjera, po proširenim debljinskim klasama. Zapremina i zapreminski prirast iskazani su zapreminom krupnog drveta.

Zapremina sastojine na oglednoj plohi se tokom perioda posmatranja povećala, s 250 na 260 m^3/ha ili za 4%. Ovo povećanje posljedica je većeg prirasta zapremine od zapremine posječenih stabala u periodu između premjera, [grafikon 58.a](#).



Grafikon 58. Zapremina sastojine (V_{sast}) pri pojedinim premjerima (a) i prosječni periodični zapreminski prirast (I_v) sa zapreminom uraslih stabala (V_u) i prosječna zapremina posječenih stabala (V_s) u periodima između premjera (b) po proširenim debljinskim klasama na oglednoj plohi 109

U vrijeme prvog premjera u zapremini sastojine najviše su participirala srednje debela stabla (55%), dok su tanka i srednje debela bila približno jednako zastupljena (21 i 24%). Tokom perioda posmatranja smanjen je udio tankih i srednje debelih stabala (na 17 i 45%), a povećan je udio debelih stabala (na 38%). Promjena debljinske raspodjele zapremine dijelom je posljedica prirašćivanja stabala i prelaska u više debljinske stepene ([grafikon 55.a](#) i [grafikon 55.b](#)), a dijelom posljedica i debljinske raspodjele zapremine posječenih stabala u periodu između dva premjera. U zapremini posječenih stabala najviše su participirala srednje debela stabla (52%), manje tanka (26%) i najmanje debela stabla (22%), [grafikon 58.b](#). Sječom debelih i srednje debelih stabala povećan je prostor za rast preostalih stabala koji pozitivno utiče na njihov prirast.

Tekući (godišnji) zapreminski prirast u periodu između dva premjera bio je 5,8 m³/ha/god. Zapremina uрасlih stabala bila je 0,4 m³/ha/god, odnosno 7% od zapreminskog prirasta. U zapreminskom prirastu najviše su participirala srednje debela stabla (44%), manje su participirala tanka (41%) i najmanje debela (15%).

Udio proširenih debljinskih klasa u zapreminskom prirastu razlikuje se od prosječnog udjela u zapremini sastojine. Udio tankih stabala u zapreminskom prirastu veći je od udjela u zapremini, udio srednje debelih se ne razlikuje mnogo, a udio debelih stabala dvostruko je manji u zapreminskom prirastu.



Slika 38. Preborna sastojina bukve, jele i smrče na oglednoj plohi 109

Udio pojedinih vrsta drveća u zapremini sastojine na početku perioda posmatranja u određenoj se mjeri razlikovao od udjela u broju stabala, a bio je jednak udjelu u temeljnici sastojine. U najvećoj su mjeri participirala stabla bukve (0,4), zatim podjednako stabla jele i smrče (sa po 0,3), dok su stabla ostalih lišćara bila neznatno zastupljena (0,01). Tokom perioda između premjera nije došlo do promjene udjela vrsta drveća u zapremini sastojine.

Učešće pojedinih vrsta drveća u zapreminskom prirastu tokom perioda između premjera u određenoj se mjeri razlikuje od udjela u broju stabala, temeljnici i zapremini sastojine. U zapreminskom prirastu najviše su participirala stabla jele i smrče (sa po 0,35), zatim stabla bukve (0,3) i neznatno stabla ostalih lišćara.

Udio pojedinih vrsta drveća u zapremini uрасlih stabala tokom perioda posmatranja razlikovao se od prosječnog udjela u broju stabala, temeljnici i zapremini sastojine. U zapremini uрасlih stabala bila su najzastupljenija stabla bukve (0,5). Udio stabala jele bio je manji (0,4), a smrče najmanji (0,1). Stabala ostalih lišćara nije bilo.

Udio pojedinih vrsta drveća u zapremini posječenih stabala bio je neznatno drugačiji od prosječnog udjela u broju stabala, temeljnici i zapremini sastojine. U zapremini posječenih stabala najviše su participirala stabla bukve (0,4), zatim stabla jele i smrče (sa po 0,3), dok stabala ostalih lišćara nije bilo. Male razlike u udjelu vrsta drveća u zapremini posječenih stabala i zapremini sastojine uzrokovale su neznatne promjene udjela vrsta drveća u zapremini sastojine tokom perioda posmatranja.

LITERATURA

1. Bosela, M., Rubio-Cuadrado, R., Marcis, P., Merganičová, K., Fleischer Jr.P., Forrester, D.I., Uhl, E., Avdagić, A., Bellan, M., Bielak, K., Bravo, F., Coll, L., Cseke, K., del Rio, M., Dinca, L., Dobor, L., Drozdowski, S., Giammarchi, F., Gömöryová, E., Ibrahimspahić, A., Kašanin-Grubin, M., Klopčič, M., Kurylyak, V., Montes, F., Pach, M., Ruiz-Peinado, R., Skrzyszewski, J., Stajić, B., Stojanović, D., Svoboda, M., Tonon, G., Versace, S., Mitrović, S., Zlatanov, T., Pretzsch, H., Tognetti, R. (2023): Empirical and process-based models predict enhanced beech growth in European mountains under climate change scenarios: A multimodel approach. *Total Environment*. Volume 888, 25 August 2023, 164123. <http://dx.doi.org/10,1016/j.scitotenv,2023,164123>
2. Čabaravdić, A., Ibrahimspahić, A., Starčević, M. (2017): Analiza snage statističkih testova taksacionih elemenata šuma u eksperimentalnom istraživanju u centralnoj Bosni. *Agriculture & Forestry*. Podgorica. Knj. 63, Br. 4, 227-242.
3. Condés, S., del Río, M., Forrester, D.I., Avdagić, A., Bielak, K., Bončina, A., Bosela, M., Hilmers, T., Ibrahimspahić, A., Drozdowski, S., Jaworski, A., Nagel, Th.A., Sitková, Z., Skrzyszewski, J., Tognetti, R., Tonon, G., Zlatanov, T., Pretzsch, H. (2022): Temperature effect on size distributions in spruce-fir-beech mixed stands across Europe. *Forest Ecology and Management*. Published by Elsevier B.V. Volume 504. <https://doi.org/10,1016/j.foreco,2021,119819>
4. Drinić, P. (1974): Dinamika rastenja i priraščivanja bukve, jele i smrče u najvažnijim tipovima bukovo-jelovih šuma na Igmanu. *Radovi Šumarskog fakulteta i Instituta za šumarstvo u Sarajevu*. Knj. 17, sv. 4–6, 37-99.
5. Drinić, P. (1976a): Dinamika rastenja jele i smrče u najvažnijim tipovima četinarskih šuma na Igmanu. *Radovi Šumarskog fakulteta i Instituta za šumarstvo u Sarajevu*. Knj. 19, sv. 1, 5-34.
6. Drinić, P. (1976b): Einrichtung und nutzung ständiger versuchsflächen auf dem Igman bei Sarajevo. IUFRO. Institutionen for skogs production, Skogshogskolan Royal College of Forestry Stockholm. Rapporten och Uppsatser Nr. 43/1976, 39-49.
7. Hilmers, T., Avdagić, A., Bartkowicz, L., Bielak, K., Binder, F., Bončina, A., Dobor, L., David, I., Forrester, D.I., Hobi, M.L., Ibrahimspahić, A., Jaworski, A., Klopčič, M., Matović, B., Nagel, T.A., Petráš, R., del Rio, M., Stajić, B., Uhl, E., Zlatanov, T., Tognetti, R., Pretzsch, H. (2019): The productivity of mixed mountain forests comprised of *Fagus sylvatica*, *Picea abies*, and *Abies alba* across. *Europe Forestry: An International Journal of Forest Research*. Volume 92, Issue 5, October 2019, 512–522, <https://doi.org/10,1093/forestry/cpz035>
8. Ibrahimspahić, A., Balić, B., Lojo, A. (2012): Homogenost sastojina jele i smrče u GJ "Igman". International Scientific Conference "Forests In Future – Sustainable Use, Risks And Challenges". Belgrade, Republic of Serbia, 115-121.
9. Ibrahimspahić, A. (2013): Prirast i razvoj sastojina bukve, jele i smrče u GJ Igman. Doktorska disertacija. Šumarski fakultet Univerziteta u Sarajevu.
10. Ibrahimspahić, A., Balić, B., Lojo, A. (2015): Dinamika debljinske strukture i visine stabala sastojina jele (*Abies alba* Mill.) i smrče (*Picea abies* Karst.) u GJ

- “Igman” (trajne ogledne plohe 43 i 58). Radovi Šumarskog fakulteta Univerziteta u Sarajevu. Knj. 45, br. 1, 21-37.
11. Ibrahimspahić, A. (2016): Dinamika debljinske strukture i visine stabala u raznodobnoj višespratnoj sastojini bukve (*Fagus sylvatica* L.), jele (*Abies alba* Mill.) i smrče (*Picea abies* Karst.). Naše šume. Br. 42-43, Sarajevo, 39-52.
 12. Ibrahimspahić, A., Čabaravdić, A., Starčević, M. (2017): Diversity in mixed uneven aged forest of beech, fir and spruce on mountain Igman. International Congress on Advances in Bioscience and Biotechnology (ICABB 2017), October 2017. Sarajevo, Bosnia and Herzegovina. Book of Abstracts, p. 79. DOI: 10.13140/RG.2.2.13303.57761
 13. Ibrahimspahić, A., Lojo, A., Balić, B., Čabaravdić, A., Avdagić, A. (2020): Long-term research of the dynamics of structure and productivity of mixed unevenaged European beech (*Fagus sylvatica* L.), Silver fir (*Abies alba* Mill.) and Norway spruce (*Picea abies* Karst.) forests in Bosnia and Herzegovina. Mixed Species Forests: Risks, Resilience and Management, 25-27 March 2020, Lund, Sweden, Program and book of abstracts, Report 54, Southern Swedish Forest Research Centre (electronic version).
 14. Ibrahimspahić, A., Selman, A., Čabaravdić, A., Jamaković, A. (2021): Starost stabala jele (*Abies alba* Mill.), smrče (*Picea abies* Karst.) i bukve (*Fagus sylvatica* L.) u mješovitim raznodobnim višespratnim sastojinama na planini Igman. Radovi Šumarskog fakulteta Univerziteta u Sarajevu. Sv. 51, br. 2, 3-14. <https://doi.org/10.54652/RSF,2021.V51.I2,355>
 15. Jusić-Smrikić, M. (2023): Dinamika broja stabala raznodobnih višespratnih šumskih sastojina bukve, jele i smrče. Završni rad II ciklusa studija. Univerzitet u Sarajevu – Šumarski fakultet (mentor prof. dr. Aida Ibrahimspahić, rad odbranjen 4. 10. 2023. god.).
 16. Korpel, Š. (1996): Razvoj i struktura bukovo-jelovih prašuma i njihova primjena kod gospodarenja prebornom šumom. Šumarski list. Vol. CXX, br. 3-4, Zagreb, 203-208.
 17. Kramer, H. (1988): Waldwachstumslehre, Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin.
 18. Leibundgut, H. (1982): Über die Anzahl Ausleseebäume bei der Auslesedurchforstung. Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen. Vol. 133, no. 2, 115-119.
 19. Matić, V. (1959): Taksacioni elementi prebornih šuma jele, smrče i bukve na području Bosne. Radovi Šumarskog fakulteta i Instituta za šumarstvo i drvnu industriju u Sarajevu. Br. 4.
 20. Mehić, Š. (2016): Homogenost sastojina bukve, jele i smrče u GJ “Igman”. Završni rad II ciklusa studija. Univerzitet u Sarajevu – Šumarski fakultet (mentor prof. dr. Aida Ibrahimspahić, rad odbranjen 3. 11. 2016. god.).
 21. Miletić, Ž. (1950): Osnovi uređivanja preborne šume. Knjiga I. Beograd.
 22. Mirković, D., Banković, S. (1993): Dendrometrija. Udžbenik. Šumarski fakultet. Univerzitet u Beogradu.
 23. Mustafica, N. (2017): Prostorna struktura sastojina bukve, jele i smrče u GJ “Igman”. Završni rad II ciklusa studija. Univerzitet u Sarajevu – Šumarski fakultet (mentor prof. dr. Aida Ibrahimspahić, rad odbranjen 28. 12. 2017. god.).

24. Pavlič, J. (1987): Završni izvještaj po istraživačkom projektu Prirast i prinos mješovitih šuma bukve, jele i smrče (u najvažnijim tipovima ovih šuma na području privredne jedinice "Igman"). Šumarski fakultet Univerziteta u Sarajevu.
25. Perenda, M. (2015): Debljinska struktura i visine stabala raznodobnih šumskih sastojina bukve, jele i smrče. Završni rad II ciklusa studija. Univerzitet u Sarajevu – Šumarski fakultet (mentor prof. dr. Aida Ibrahimspahić, rad odbranjen 15. 10. 2015. god.).
26. Pranjić, A., Lukić, N. (1997): Izmjera šuma. Sveučilište u Zagrebu. Šumarski fakultet.
27. Pretzsch, H. (2009): Forest Dynamics, Growth and Yield. Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
28. Pretzsch, H., Hilmers, T., Uhl, E., Bielak, K., Bosela, M., del Rio, M., Dobor, L., Forrester, D.I., Nagel, T.A., Pach, M., Avdagić, A., Bellan, M., Binder, F., Bončina, A., Bravo, F., de-Dios-García, J., Dinca, L., Drozdowski, S., Giammarchi, F., Hoehn, M., Ibrahimspahić, A., Jaworski, A., Klopčić, M., Kurylyak, V., Lévesque, M., Lombardi, F., Matović, B., Ordóñez, C., Petráš, R., Rubio Cuadrado, A., Stojanovic, D., Skrzyszewski, J., Stajić, B., Svoboda, M., Versace, S., Zlatanov, T., Tognetti, R. (2021): European beech stem diameter grows better in mixed than in mono-specific stands at the edge of its distribution in mountain forests. *European Journal of Forest Research*. Vol. 140, Springer, 127-145. DOI 10,1007/s10342-020-01319-y
29. Pretzsch, H., Hilmers, T., Biber, P., Avdagić, A., Binder, F., Bončina, A., Bosela, M., Dobor, L., Forrester, D.I., Lévesque, M., Ibrahimspahić, A., Nagel, T.A., del Río, M., Sitková, Z., Schütze, G., Stajić, B., Stojanović, D., Uhl, E., Zlatanov, T., Tognetti, R. (2020): Evidence of elevation-specific growth changes of spruce, fir, and beech in European mixed-mountain forests during the last three centuries. *Canadian Journal of Forest Research*. Vol. 50, no. 7, 689-703. DOI: 10,1139/cjfr-2019-0368
30. Ruhotina, S. (2022): Konkurentski odnosi u mješovitoj raznodobnoj sastojini bukve, jele i smrče – trajna ogledna ploha 109 na planini Igman. Završni rad II ciklusa studija. Univerzitet u Sarajevu – Šumarski fakultet (mentor doc. dr. Admir Avdagić, rad odbranjen 15. 7. 2022. god.).
31. Skovsgaard, J.P., Vanclay, J.K. (2008): Forest site productivity: a review of the evolution of dendrometric concepts for even-aged stands. *Forestry*. Vol. 81, 13-41.
32. Stamenković, V., Vučković, M. (1988): Prirast i proizvodnost stabala i šumskih sastojina. Šumarski fakultet Univerziteta u Beogradu.
33. Vučković, M., Stajić, B. (2006): Raspodela broja stabala i drvne zapremine kao indikator homogenosti sastojine. *Glasnik Šumarskog fakulteta u Beogradu*. br. 94, 99-106.
34. Zimić, A. (2021): Prostor za rast i konkurentski odnosi u mješovitoj raznodobnoj sastojini bukve, jele i smrče – stalna ogledna ploha 88 na planini Igman (studij slučaja). Završni rad II ciklusa studija. Univerzitet u Sarajevu – Šumarski fakultet (mentor prof. dr. Aida Ibrahimspahić, rad odbranjen 20. 10. 2021. god.).

POPIS SIMBOLA I SKRAĆENICA

BB	bijeli bor (<i>Pinus sylvestris</i> L.)
BK	bukva (<i>Fagus sylvatica</i> L.)
d_{1,3}	prečnik stabla na visini od 1,3 m (prsni prečnik)
dg	srednji prečnik po vrstama drveća
Dg	srednji prečnik sastojine
G_JL (G_SM, G_BB, G_BK, G_OL)	temeljnica jele (smrče, bijelog bora, bukve, ostalih lišćara) (po 1 ha)
GM_2	grafički model visinske krive pri drugom premjeru
Gs	temeljnica posječenih stabala u periodima između premjera (po 1 ha)
Gs_JL (Gs_SM, Gs_BB, Gs_BK, Gs_OL)	temeljnica posječenih jela (smrče, bijelog bora, bukve, ostalih lišćara) u periodima između premjera (po 1 ha)
Gsast	temeljnica sastojine (po 1 ha)
Gu	temeljnica uraslih stabala u periodima između premjera (po 1 ha)
Gu_JL (Gu_SM, Gu_BB, Gu_BK, Gu_OL)	temeljnica uraslih stabala jele (smrče, bijelog bora, bukve, ostalih lišćara) u periodima između premjera (po 1 ha)
H	indeks homogenosti
h	visina stabla
Iv (Iv_i, Iv_ii, Iv_iii, Iv_iv, Iv_v)	tekući zapreminski prirast sastojine sa zapreminom uraslih stabala u periodima između premjera (po 1 ha)
JL	jela (<i>Abies alba</i> Mill.)
N	broj stabala sastojine, na jedinici površine od 1 ha (po 1 ha)
Ns	broj posječenih stabala u periodima između premjera (po 1 ha)
Nu	broj uraslih stabala u periodima između premjera (po 1 ha)
OL	ostali lišćari
os	(omjer smjese) udio vrsta drveća u broju stabala
RM_2 (RM_5, RM_6)	regresioni model visinske pri drugom (petom, šestom) premjeru
SM	smrča (<i>Picea abies</i> Karst.)
Vs (Vs_i, Vs_ii, Vs_iii, Vs_iv, Vs_v)	zapremina posječenih stabala u periodima između premjera (po 1 ha)
Vsast	zapremina sastojine (po 1 ha)
Vu	zapremina uraslih stabala u periodima između premjera (po 1 ha)
i, ii, iii, iv, v	numeracija perioda između pojedinih premjera
1, 2, 3, 4, 5, 6	numeracija pojedinih premjera

POPIS GRAFIKONA

- **Grafikon 1.** Debljinska struktura pojedinih premjera (1, 2, 3, 4, 5, 6) i debljinska struktura uraslih i posječenih stabala u periodima između premjera (i, ii, iii, iv, v) na oglednoj plohi 142
- **Grafikon 2.** Veličina indeksa homogenosti sastojine pri pojedinim premjerima na oglednoj plohi 142
- **Grafikon 3.** Temeljnica sastojine i zastupljenih vrsta drveća pri pojedinim premjerima (1, 2, 3, 4, 5, 6) i temeljnica uraslih i posječenih stabala u periodima između premjera (i, ii, iii, iv, v) na oglednoj plohi 142
- **Grafikon 4.** Visinske krive s parametrima regresionih modela za jelu, smrču i bukvu na oglednoj plohi 142
- **Grafikon 5.** Zapremina sastojine (V_{sast}) pri pojedinim premjerima (a) i prosječni periodični zapreminski prirast (I_v) sa zapreminom uraslih stabala (V_u) i prosječna zapremina posječenih stabala (V_s) u periodima između premjera (b) po proširenim debljinskim klasama na oglednoj plohi 142
- **Grafikon 6.** Debljinska struktura pojedinih premjera (1, 2, 3, 4, 5, 6) i debljinska struktura uraslih i posječenih stabala u periodima između premjera (i, ii, iii, iv, v) na oglednoj plohi 130
- **Grafikon 7.** Veličina indeksa homogenosti sastojine pri pojedinim premjerima na oglednoj plohi 130
- **Grafikon 8.** Temeljnica sastojine i zastupljenih vrsta drveća pri pojedinim premjerima (1, 2, 3, 4, 5, 6) i temeljnica uraslih i posječenih stabala u periodima između premjera (i, ii, iii, iv, v) na oglednoj plohi 130
- **Grafikon 9.** Visinske krive s parametrima regresionih modela za jelu, smrču i bukvu na oglednoj plohi 130
- **Grafikon 10.** Zapremina sastojine (V_{sast}) pri pojedinim premjerima (a) i prosječni periodični zapreminski prirast (I_v) sa zapreminom uraslih stabala (V_u) i prosječna zapremina posječenih stabala (V_s) u periodima između premjera (b) po proširenim debljinskim klasama na oglednoj plohi 130
- **Grafikon 11.** Debljinska struktura pojedinih premjera (1, 2, 3, 4, 5, 6) i debljinska struktura uraslih i posječenih stabala u periodima između premjera (i, ii, iii, iv, v) na oglednoj plohi 116
- **Grafikon 12.** Veličina indeksa homogenosti sastojine pri pojedinim premjerima na oglednoj plohi 116
- **Grafikon 13.** Temeljnica sastojine i zastupljenih vrsta drveća pri pojedinim premjerima (1, 2, 3, 4, 5, 6) i temeljnica uraslih i posječenih stabala u periodima između premjera (i, ii, iii, iv, v) na oglednoj plohi 116
- **Grafikon 14.** Visinske krive s parametrima regresionih modela za jelu, smrču i bukvu na oglednoj plohi 116

- **Grafikon 15.** Zapremina sastojine (V_{sast}) pri pojedinim premjerima (a) i prosječni periodični zapreminski prirast (I_v) sa zapreminom uraslih stabala (V_u) i prosječna zapremina posječenih stabala (V_s) u periodima između premjera (b) po proširenim debljinskim klasama na oglednoj plohi 116
- **Grafikon 16.** Debljinska struktura pojedinih premjera i debljinska struktura uraslih i posječenih stabala u periodima između premjera na oglednoj plohi 43
- **Grafikon 17.** Veličina indeksa homogenosti sastojine pri pojedinim premjerima na oglednoj plohi 43
- **Grafikon 18.** Temeljnica sastojine i zastupljenih vrsta drveća pri pojedinim premjerima (1, 2, 3, 4, 5, 6) i temeljnica uraslih i posječenih stabala u periodima između premjera (i, ii, iii, iv, v) na oglednoj plohi 43
- **Grafikon 19.** Visinske krive s parametrima regresionih modela za jelu, smrču i bukvu na oglednoj plohi 43
- **Grafikon 20.** Zapremina sastojine (V_{sast}) pri pojedinim premjerima (a) i prosječni periodični zapreminski prirast (I_v) sa zapreminom uraslih stabala (V_u) i prosječna zapremina posječenih stabala (V_s) u periodima između premjera (b) po proširenim debljinskim klasama na oglednoj plohi 43
- **Grafikon 21.** Debljinska struktura pojedinih premjera (1, 2, 3, 4, 5, 6) i debljinska struktura uraslih i posječenih stabala u periodima između premjera (i, ii, iii, iv, v) na oglednoj plohi 58
- **Grafikon 22.** Veličina indeksa homogenosti sastojine pri pojedinim premjerima na oglednoj plohi 58
- **Grafikon 23.** Temeljnica sastojine i zastupljenih vrsta drveća pri pojedinim premjerima (1, 2, 3, 4, 5, 6) i temeljnica uraslih i posječenih stabala u periodima između premjera (i, ii, iii, iv, v) na oglednoj plohi 58
- **Grafikon 24.** Visinske krive s parametrima regresionih modela za jelu, smrču i bukvu i ostale lišćare na oglednoj plohi 58
- **Grafikon 25.** Zapremina sastojine (V_{sast}) pri pojedinim premjerima (a) i prosječni periodični zapreminski prirast (I_v) sa zapreminom uraslih stabala (V_u) i prosječna zapremina posječenih stabala (V_s) u periodima između premjera (b), po proširenim debljinskim klasama na oglednoj plohi 58
- **Grafikon 26.** Debljinska struktura pojedinih premjera (1, 2, 3, 4, 5, 6) i debljinska struktura uraslih i posječenih stabala u periodima između premjera (i, ii, iii, iv, v) na oglednoj plohi 73
- **Grafikon 27.** Veličina indeksa homogenosti sastojine pri pojedinim premjerima na oglednoj plohi 73

- **Grafikon 28.** Temeljnica sastojine i zastupljenih vrsta drveća pri pojedinim premjerima (1, 2, 3, 4, 5, 6) i temeljnica uraslih i posječenih stabala u periodima između premjera (i, ii, iii, iv, v) na oglednoj plohi 73
- **Grafikon 29.** Visinske krive s parametrima regresionih modela za jelu, smrču i bukvu na oglednoj plohi 73
- **Grafikon 30.** Zapremina sastojine (Vsast) pri pojedinim premjerima (a) i prosječni periodični zapreminski prirast (Iv) sa zapreminom uraslih stabala (Vu) i prosječna zapremina posječenih stabala (Vs) u periodima između premjera (b) po proširenim debljinskim klasama na oglednoj plohi 73
- **Grafikon 31.** Debljinska struktura pojedinih premjera (1, 2, 3, 4, 5, 6) i debljinska struktura uraslih i posječenih stabala u periodima između premjera (i, ii, iii, iv, v) na oglednoj plohi 88
- **Grafikon 32.** Veličina indeksa homogenosti sastojine pri pojedinim premjerima na oglednoj plohi 88
- **Grafikon 33.** Temeljnica sastojine i zastupljenih vrsta drveća pri pojedinim premjerima (1, 2, 3, 4, 5, 6), i temeljnica uraslih i posječenih stabala u periodima između premjera (i, ii, iii, iv, v) na oglednoj plohi 88
- **Grafikon 34.** Visinske krive s parametrima regresionih modela za jelu, smrču i bijeli bor na oglednoj plohi 88
- **Grafikon 35.** Zapremina sastojine (Vsast) pri pojedinim premjerima (a) i prosječni periodični zapreminski prirast (Iv) sa zapreminom uraslih stabala (Vu) i prosječna zapremina posječenih stabala (Vs) u periodima između premjera (b) po proširenim debljinskim klasama na oglednoj plohi 88
- **Grafikon 36.** Debljinska struktura pojedinih premjera (1, 2, 3, 4, 5, 6) i debljinska struktura uraslih i posječenih stabala u periodima između premjera (i, ii, iii, iv, v) na oglednoj plohi 138
- **Grafikon 37.** Veličina indeksa homogenosti sastojine pri pojedinim premjerima na oglednoj plohi 138
- **Grafikon 38.** Temeljnica sastojine i zastupljenih vrsta drveća pri pojedinim premjerima (1, 2, 3, 4, 5, 6), i temeljnica uraslih i posječenih stabala u periodima između premjera (i, ii, iii, iv, v) na oglednoj plohi 138
- **Grafikon 39.** Visinske krive s parametrima regresionih modela za jelu i smrču na oglednoj plohi 138
- **Grafikon 40.** Zapremina sastojine (Vsast) pri pojedinim premjerima (a) i prosječni periodični zapreminski prirast (Iv) sa zapreminom uraslih stabala (Vu) i prosječna zapremina posječenih stabala (Vs) u periodima između premjera (b) po proširenim debljinskim klasama na oglednoj plohi 138

- **Grafikon 41.** Debljinska struktura pojedinih premjera i debljinska struktura uraslih i posječenih stabala u periodima između premjera na oglednoj plohi 151
- **Grafikon 42.** Veličina indeksa homogenosti sastojine pri pojedinim premjerima na oglednoj plohi 151
- **Grafikon 43.** Temeljnica sastojine i zastupljenih vrsta drveća pri pojedinim premjerima (1, 2, 3, 4), i temeljnica uraslih i posječenih stabala u periodima između premjera (i, ii, iii) na oglednoj plohi 151
- **Grafikon 44.** Visinske krive za jelu, smrču i bukvu na oglednoj plohi 151
- **Grafikon 45.** Zapremina sastojine (V_{sast}) pri pojedinim premjerima (a) i prosječni periodični zapreminski prirast (I_v) sa zapreminom uraslih stabala (V_u) i prosječna zapremina posječenih stabala (V_s) u periodima između premjera (b) po proširenim debljinskim klasama na oglednoj plohi 151
- **Grafikon 46.** Debljinska struktura pojedinih premjera i debljinska struktura uraslih i posječenih stabala u periodima između premjera na oglednoj plohi 144
- **Grafikon 47.** Veličina indeksa homogenosti sastojine pri pojedinim premjerima na oglednoj plohi 144
- **Grafikon 48.** Temeljnica sastojine i zastupljenih vrsta drveća pri pojedinim premjerima (1, 2, 3, 4) i temeljnica uraslih i posječenih stabala u periodima između premjera (i, ii, iii) na oglednoj plohi 144
- **Grafikon 49.** Visinske krive za jelu, smrču i bukvu na oglednoj plohi 144
- **Grafikon 50.** Zapremina sastojine (V_{sast}) pri pojedinim premjerima (a) i prosječni periodični zapreminski prirast (I_v) sa zapreminom uraslih stabala (V_u) i prosječna zapremina posječenih stabala (V_s) u periodima između premjera (b) po proširenim debljinskim klasama na oglednoj plohi 144
- **Grafikon 51.** Debljinska struktura pojedinih premjera i debljinska struktura uraslih i posječenih stabala u periodima između premjera na oglednoj plohi 150
- **Grafikon 52.** Temeljnica sastojine i zastupljenih vrsta drveća pri pojedinim premjerima (1, 2), na oglednoj plohi 150
- **Grafikon 53.** Visinske krive s parametrima regresionih modela za jelu, smrču i bukvu na oglednoj plohi 150
- **Grafikon 54.** Zapremina sastojine (V_{sast}) pri pojedinim premjerima (a) i prosječni periodični zapreminski prirast (I_v) sa zapreminom uraslih stabala (V_u) i prosječna zapremina posječenih stabala (V_s) u periodima između premjera (b) po proširenim debljinskim klasama na oglednoj plohi 150

- **Grafikon 55.** Debljinska struktura pojedinih premjera i debljinska struktura uraslih i posječenih stabala u periodima između premjera na oglednoj plohi 109
- **Grafikon 57.** Visinske krive s parametrima regresionih modela za jelu, smrču i bukvu na oglednoj plohi 109
- **Grafikon 58.** Zapremina sastojine (V_{sast}) pri pojedinim premjerima (a) i prosječni periodični zapreminski prirast (I_v) sa zapreminom uraslih stabala (V_u) i prosječna zapremina posječenih stabala (V_s) u periodima između premjera (b) po proširenim debljinskim klasama na oglednoj plohi 109

POPIS TABELA

- **Tabela 1.** Osnovne opšte i orografske karakteristike oglednih ploha
- **Tabela 2.** Bonitetni razred staništa za jelu, smrču i bukvu prema izrađenim visinskim krivim za drugi, peti i šesti premjer za oglednu plohu 142
- **Tabela 3.** Bonitetni razred staništa za jelu, smrču i bukvu prema utvrđenim visinskim krivim za drugi, peti i šesti premjer za oglednu plohu 130
- **Tabela 4.** Bonitetni razred staništa za jelu, smrču i bukvu prema utvrđenim visinskim krivim za drugi, peti i šesti premjer za oglednu plohu 116
- **Tabela 5.** Bonitetni razred staništa za jelu, smrču i bukvu prema utvrđenim visinskim krivim za drugi, peti i šesti premjer za oglednu plohu 43
- **Tabela 6.** Bonitetni razred staništa za jelu, smrču i bukvu prema utvrđenim visinskim krivim za drugi, peti i šesti premjer za oglednu plohu 58
- **Tabela 7.** Bonitetni razred staništa za jelu, smrču i bukvu prema utvrđenim visinskim krivim za drugi, peti i šesti premjer za oglednu plohu 73
- **Tabela 8.** Bonitetni razred staništa za jelu, smrču i bukvu prema utvrđenim visinskim krivim za drugi, peti i šesti premjer za oglednu plohu 88
- **Tabela 9.** Bonitetni razred staništa za jelu, smrču i bukvu prema utvrđenim visinskim krivim za drugi, peti i šesti premjer za oglednu plohu 138
- **Tabela 10.** Bonitetni razred staništa za jelu, smrču i bukvu prema izrađenim visinskim krivim za prvi i drugi premjer za oglednu plohu 150
- **Tabela 11.** Bonitetni razred staništa za jelu, smrču i bukvu prema izrađenim visinskim krivim za prvi i drugi premjer za oglednu plohu 109

POPIS SLIKA

- **Slika 1.** GJ “Igman” u okviru granica BiH, areala šuma bukve i jele sa smrčom i ŠGP “Igmansko”
- **Slika 2.** Satelitski snimak područja planine Igman s granicama GJ “Igman” i lokacijama stalnih oglednih ploha
- **Slika 3.** Snimanje geografskih koordinata lomnih tački granica, ogledna ploha 138
- **Slika 4.** Stablo bukve punodrvnog debla, ogledna ploha 142
- **Slika 5.** Mjerenje prsnog prečnika
- **Slika 6.** Izrada fitocenološkog snimka, ogledna ploha 116
- **Slika 7.** Godišnji visinski prirast stabla smrče, vjetrom prevršeno stablo na oglednoj plohi 138
- **Slika 8.** Veliki broj stabala bukve i obilan podmladak jele, ogledna ploha 116
- **Slika 9.** Heterogena struktura sastojine, ogledna ploha 130
- **Slika 10.** Veliki obrast (temeljnica) sastojine, ogledna ploha 138
- **Slika 11.** Sastojina bukve, jele i smrče, zimski aspekt, zapremina 455 m³/ha
- **Slika 12.** Sastojina u kojoj je zapreminski prirast 10,2 m³/ha/god, ogledna ploha 142
- **Slika 13.** Ravnomjeran horizontalni i neravnomjeran vertikalni raspored stabala, ogledna ploha 138
- **Slika 14.** Poster: Diverzitet u mješovitim raznodobnim šumama bukve, jele i smrče na planini Igman
- **Slika 15.** Satelitski snimak užeg područja stalne ogledne plohe 142 s izohipsama, granicama šumskog odjeljenja 142 i granicama ogledne plohe
- **Slika 16.** Raznodobna višespratna sastojina bukve, jele i smrče na oglednoj plohi 142
- **Slika 17.** Satelitski snimak užeg područja ogledne plohe 130 s izohipsama, granicama šumskog odjeljenja 130 i granicama stalne ogledne plohe
- **Slika 18.** Preborna sastojina bukve, jele i smrče na oglednoj plohi 130
- **Slika 19.** Satelitski snimak užeg područja ogledne plohe 116 s izohipsama, granicama šumskog odjeljenja 116 i granicama stalne ogledne plohe
- **Slika 20.** Obilan podmladak jele u subalpinskoj šumi bukve na oglednoj plohi 116

- **Slika 21.** Satelitski snimak užeg područja ogledne plohe 43 s izohipsama, granicama šumskog odjeljenja 43 i granicama stalne ogledne plohe
- **Slika 22.** Raznodobna višespratna sastojina jele i smrče na oglednoj plohi 43
- **Slika 23.** Satelitski snimak užeg područja ogledne plohe 58 s izohipsama, granicama ogledne plohe i granicama šumskog odjeljenja 58
- **Slika 24.** Raznodobna višespratna sastojina jele i smrče na oglednoj plohi 58
- **Slika 25.** Satelitski snimak užeg područja ogledne plohe 73 s izohipsama, granicama ogledne plohe i granicama šumskog odjeljenja 73
- **Slika 26.** Obilan podmladak bukve u prebornoj sastojini bukve, jele i smrče na oglednoj plohi 73
- **Slika 27.** Satelitski snimak užeg područja ogledne plohe 88 s izohipsama, granicama ogledne plohe i granicama šumskog odjeljenja 88
- **Slika 28.** Raznodobna višespratna sastojina jele, smrče i bijelog bora na oglednoj plohi 88
- **Slika 29.** Satelitski snimak užeg područja ogledne plohe 138 s izohipsama, granicama ogledne plohe i granicama šumskog odjeljenja 138
- **Slika 30.** Preborna sastojina jele i smrče na oglednoj plohi 138
- **Slika 31.** Satelitski snimak užeg područja ogledne plohe 151 s izohipsama, granicama šumskog odjeljenja 151 i lokacijom stalne ogledne plohe
- **Slika 32.** Preborna sastojina bukve, jele i smrče na oglednoj plohi 151
- **Slika 33.** Satelitski snimak užeg područja stalne ogledne plohe 144 s izohipsama, granicama šumskog odjeljenja 144 i lokacijom ogledne plohe
- **Slika 34.** Raznodobna višespratna sastojina bukve, jele i smrče na oglednoj plohi 144
- **Slika 35.** Satelitski snimak užeg područja ogledne plohe 150 s izohipsama, granicama ogledne plohe i granicama šumskog odjeljenja 150
- **Slika 36.** Preborna sastojina bukve, jele i smrče na oglednoj plohi 150
- **Slika 37.** Satelitski snimak užeg područja ogledne plohe 109 s izohipsama, granicama ogledne plohe i granicama šumskog odjeljenja 109
- **Slika 38.** Preborna sastojina bukve, jele i smrče na oglednoj plohi 109



801

1982



9 789926 871611