

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA GOZDARSTVO IN
OBNOVLJIVE GOZDNE VIRE

Klemen KLADNIK

**RAZVOJ GOZDA OB ZGORNJI MEJI POD
LASTOVCEM**

DIPLOMSKO DELO

Univerzitetni študij

Ljubljana, 2009

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA GOZDARSTVO IN OBNOVLJIVE GOZDNE VIRE

Klemen KLADNIK

RAZVOJ GOZDA OB ZGORNJI MEJI POD LASTOVCEM

DIPLOMSKO DELO
Univerzitetni študij

**FOREST DEVELOPMENT ON THE UPPER TIMBERLINE BELOW
PEAK LASTOVEC**

GRADUATION THESIS
University studies

Ljubljana, 2009

Diplomsko delo je zaključek univerzitetnega študija gozdarstva in obnovljivih gozdnih virov na Oddelku za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani.

Komisija za študijska in študentska vprašanja Oddelka za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire BF je dne 25. 9. 2006 sprejela temo in za mentorja diplomskega dela imenovala prof. dr. Jurija Diacija, za recenzenta pa doc. dr. Davida Hladnika.

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik:

Član:

Član:

Datum zagovora:

Diplomsko delo je rezultat lastnega raziskovalnega dela. Podpisani se strinjam z objavo svoje naloge v polnem tekstu na spletni strani Digitalne knjižnice Biotehniške fakultete. Izjavljam, da je naloga, ki sem jo oddal v elektronski obliki, identična tiskani verziji.

Klemen Kladnik

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD	Dn
DK	GDK 228.9 (497.4 lastovec)(043.2)=163.6
KG	zgornja gozdna meja/razvojna dinamika/smreka/ <i>Picea abies</i> Karst./bukev/ <i>Fagus sylvatica</i> L./macesen/ <i>Larix decidua</i> Mill.
KK	
AV	KLADNIK, Klemen
SA	DIACI, Jurij (mentor)
KZ	SI-1000 Ljubljana, Večna pot 83
ZA	Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire
LI	2009
IN	RAZVOJ GOZDA OB ZGORNJI MEJI POD LASTOVCEM
TD	Diplomsko delo (univerzitetni študij)
OP	VII, 44 str., 15 pregl., 19 sl., 26 vir.
IJ	sl
JI	sl/en

AI

Diplomsko delo je rezultat preučevanja zgornje gozdne meje na jugozahodnem pobočju pod Lastovcem v Savinjskih alpah. Potekalo je proučevanje zgradbe, razvoja in pomlajevanja v bukovih gozdov z macesnom ter nadomestnih gozdovih macesna in smreke v bukovih sestojih prevladuje bukev, v zgornji plasti pa se nahaja manjši delež macesna. Nadomestni gozdovi macesna in smreke so mlajši sukcesijski stadij. Sukcesija pa poteka v smeri prevlade smreke nad macesnom in v nadaljevanju v smeri vračanja listavcev. Zaradi ostrih ekoloških razmer so nadomestni gozdovi relativno trajni sukcesijski stadiji, ki so nadomestili klimaksne združbe na nekoč pašnih površinah. Analiza pomlajevanja je prikazala večjo gostoto pomladka v bukovih gozdovih (2875 osebkov/ha). Največje deleže v pomladku bukovih gozdov dosega bukev, sledita ji javor in macesen. V nadomestnem gozdu je pomlajevanje skromno (325 osebkov/ha). V pomladku so tri drevesne vrste macesen, smreka in jerebika. Rezultati prikazujejo, da je aktualna gozdna meja pod Lastovcem znižana za več sto metrov, vendar se počasi ampak vztrajno dviga na višje nadmorske višine.

KEY WORDS DOCUMENTATION

DN Dn

DC FDC 228.9 (497.4 lastovec)(043.2)=163.6

CX upper timberline/development dynamics/Norway spruce/*Picea abies*
Karst./Common beech/*Fagus sylvatica* L./European larch/*Larix decidua* Mill.

CC

AU KLADNIK, Klemen

AA DIACI, Jurij (supervisor)

PP SI-1000 Ljubljana, Večna pot 83

PB University of Ljubljana, Biotechnical faculty, Department of forestry and
renewable forest resources

PY 2009

TI Forest development on the upper timberline below peak Lastovec

DT Graduation Thesis (University Studies)

NO VII, 44 p., 15 tab., 19 fig., 26 ref.

LA sl

AL sl/en

AB The graduation thesis is studying upper timberline on the south-western slope of Lastovec in the Savinja Alps. The structure, development and regeneration of tree species in a natural beech forests and a secondary forest of larch and Norway spruce were investigated in this stands. Only small changes in the structure of the beech stands between the two measurements were found. In this stands is prevailing species beech, in the upper layers of the stands we found small amount of larch. Replacements forests of larch and Norway spruce are the younger succession stage. Succession is developing in favour of the dominance of Norway spruce over larch and subsequently in favour of the return of broadleaves species. But this forests are relative long lasting and stabile succesion phase, that replaced climax community on sites that were for centuries exploited by humans. We discovered higher density of seedlings in beech forests (2875/ha). The beech has the highest share in total number of all seedlings in beech forests, following by maple and larch. In replacements forestst is number of sedlings small (325/ha). In seedlings we found three tree species: larch, Norway spruce and mountain ash. The results shows that the actual timber line below Lastovec has been lowered by several hundred metres, however slowly but persistently lifts on more highly altitude.

KAZALO

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA	III
KEY WORDS DOCUMENTATION	IV
KAZALO	V
KAZALO PREGLEDNIC	VI
KAZALO SLIK	VII
1 UVOD IN OPREDELITEV PROBLEMA	1
2 PREGLED OBJAV	2
2.1 NAMEN NALOGE IN POSTAVITVE HIPOTEZ	4
3 MATERIAL IN METODE	5
3.1 OBJEKT RAZISKAVE	5
3.1.1 Lega objektov	5
3.1.2 Matična podlaga, tla in relief	6
3.1.3 Podnebne značilnosti	6
3.1.4 Rastlinske združbe in sestoji	7
3.1.5 Zgodovina gozdov	8
3.2 METODA DELA	10
3.2.1 Zajemanje podatkov na ploskvah	10
3.2.1.1 Meritve sestojev na ploskvah	12
3.2.1.2 Analiza pomlajevanja	12
3.2.2 Metoda iz vrednotenja podatkov	13
3.2.2.1 Izračun kazalcev zgradbe odraslih sestojev	13
3.2.2.2 Analiza pomlajevanja	13
4 REZULTATI	14
4.1 ANALIZA ZGRADBE GOZDOV	14
4.1.1 Razvoj števila živih dreves ter struktura odmrlih dreves	14
4.1.2 Lesna zaloga, temeljnica in drevesna sestava	16
4.1.3 Zgradba sestojev po socialnih plasteh	18
4.1.4 Analiza vitalnosti	19
4.1.5 Primerjava kombinacij socialnih razredov in vitalnosti	20
4.1.6 Primerjava porazdelitev višin	22
4.1.7 Porazdelitve prsnih premerov	24
4.1.8 Priraščanje gozdnih sestojev	26
4.2 Analiza pomlajevanja	28
4.2.1 Gostota in drevesna sestava mladja	28
4.2.2 Gostota pomladka glede na temeljnico odraslega sestoja	29
4.2.3 Vitalnost mladja	30
4.2.4 Poškodovanost mladja	31
4.2.5 Pomlajevanje glede na sklep sestoja	32
4.2.6 Višina pomladka	32
5 RAZPRAVA IN SKLEPI	34
5.1 RAZPRAVA	34
5.1.1 Razvoj bukovih gozdov z macesnom ob zgornji gozdni meji	34
5.1.2 Razvoj nadomestnih gozdov smreke in macesna ob zgornji gozdni meji	36
5.1.3 O pomlajevanju ob zgornji gozdni meji	38
5.1.4 O potencialni višini alpske gozdne meje ter vplivu podnebnih sprememb na njen razvoj	39
5.2 SKLEP	40
6 POVZETEK	41
7 VIRI	43
ZAHVALA	45

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Splošni podatki o raziskovalnih ploskvah	5
Preglednica 2: Razvoj števila živih, mrtvih stoječih dreves in mrtvih ležečih dreves na ploskvah 8 in 11 za obdobje 1991-2006.....	14
Preglednica 3: Razvoj števila živih mrtvih stoječih in mrtvih ležečih dreves na hektar na vseh raziskovalnih ploskvah glede na skupino gozda v letu 2006/07	15
Preglednica 4: Lesna zaloga(LZ) in temeljnica (BA) glede na skupino gozda na vseh raziskovalnih ploskvah	16
Preglednica 5: Razvoj števila dreves po drevesnih vrstah na hektar na ploskvah 8 in 11... 16	
Preglednica 6: Razvoj lesne zaloge (LZ) po drevesnih vrstah na hektar (m^3/ha) na ploskvah 8 in 11	17
Preglednica 7: Razvoj temeljnice (BA) po drevesnih vrstah na hektar (m^2/ha).....	17
Preglednica 8: Deleži glavnih drevesnih vrst glede na socialni položaj v letu 2006/07	18
Preglednica 9: Porazdelitev števila smrek in macesnov v nadomestnem sklenjenem gozdu v letu 2006 glede na kombinacije razredov socialnih slojev in vitalnosti (deleži so izračunani glede na skupno število dreves macesna in smreke)	21
Preglednica 10: Porazdelitev števila smrek in macesnov v nadomestnem sklenjenem gozdu v letu 2006 glede na kombinacije razredov socialnih slojev in vitalnosti (deleži so izračunani glede na skupno število dreves macesna in smreke).....	22
Preglednica 11: Zgornja in srednja višina dreves ter koeficient variacije za posamezni stratum v letu 2006	22
Preglednica 12: Srednji premer, standardni odklon in koeficient variacije po drevesnih vrstah in skupinah gozda	26
Preglednica 13: Povprečni letni debelinski prirastek (i_d) ter tekoči temeljnični (i_b) in volumenski prirastek (i_v) drevesnih vrst za posamezni stratum	26
Preglednica 14: Srednja višina pomladka za posamezno skupino gozda.....	32

KAZALO SLIK

Slika 1: Grafični prikaz postavitve trajnih raziskovalnih ploskev in pomlajevalnih ploskvic v letu 1991 in 2006 ob zgornji gozdni meji pod Lastovcem v Savinjskih alpah.....	11
Slika 2: Struktura odmrlih dreves po drevesnih vrstah za posamezni stratum v letu 2006/07 (izračunani so povprečni deleži na vseh raziskovalnih ploskvah).....	15
Slika 3: Velikost temeljnice (BA) za glavne drevesne vrste glede na skupino gozda v letu 2006/07	17
Slika 4: Razlike v deležu dreves glede na socialni položaj med obema meritvama (1991-2006) za glavne drevesne vrste.....	19
Slika 5: Deleži glavnih drevesnih po vitalnostnih razredih za posamezno skupino gozda v letu 2006/7	20
Slika 6: Porazdelitev višin po metriških višinskih razredih za nadomestni gozd (ploskev 8) ter bukov gozd (ploskev 9 in 11).....	23
Slika 7: Srednje višine in standardni odklon drevesnih vrst za posamezni stratum.....	24
Slika 8: Porazdelitev prsnih premerov za smreko in macesen v nadomestnem gozdu za posamezno skupino gozda v letu 2006/07.....	25
Slika 9: Porazdelitev prsnih premerov za bukev in macesen v bukovem gozdu za posamezno skupino gozda v letu 2006/07.....	25
Slika 10: Povprečni temeljnični prirastki (i_b) po drevesnih vrstah za posamezni stratum ..	27
Slika 11: Povprečni debelinski prirastki (i_d) po drevesnih vrstah za posamezni stratum....	27
Slika 12: Število osebkov v pomladku za posamezno skupino gozda	28
Slika 13: Drevesna sestava pomladka za posamezno skupino gozda v letu 2007.....	29
Slika 14: Število pomladka glede na nadmorsko višino v posameznem stratumu (označene ploskvice prikazujejo število mladja na določeni nadmorski višini).....	30
Slika 15: Število osebkov v pomladku po drevesnih vrstah in vitalnosti za posamezni stratum	30
Slika 16: Delež poškodovanosti za posamezno skupino gozda.....	31
Slika 17: Deleži poškodovanosti pomladka po drevesnih vrstah v letu 2007	31
Slika 18: Število osebkov pomladka glede na sklep sestoja za posamezni stratum	32
Slika 19: Aritmetične sredine ter ekstremne vrednosti višin pomladka za posamezno skupino gozda.....	33

1 UVOD IN OPREDELITEV PROBLEMA

Rabo prostora moramo pojmovati kot dinamičen proces v prostoru in času. Alpski prostor je kljub svoji težji dostopnosti v preteklosti človeku nudil prostor za zagotavljanje njegovega obstoja. Gozdovi na primernih površinah so bili izkrčeni za potrebe železarstva, steklarstva in paše živine, kar se danes odraža v spremenjenosti tega prostora. Najbolj opazna sprememba je znižanje gozdne meje. Sprememba socio-ekonomske strukture in opuščanje kmetijstva v 20 stoletju sta privedla do opuščanja intenzivnejšega pašništva v gorskem prostoru. Posledica tega je intenzivno zaraščanje opuščenih pašniških površin z različnimi sukcesijskimi stadiji gozda. Večina gozdov v subalpinskem pasu ima varovalno vlogo, katere namen je predvsem varovanje nižje ležečih gozdov pred hudourniki, snežnimi plazovi in erozijo. V prihodnosti lahko pričakujemo, da bo alpski gozd vse bolj podvržen tudi vplivom vse intenzivnejšega turizma.

Gozdovi na robu obstoja imajo specifično vlogo v prostoru, saj predstavljajo prehod med ekosistemi. Eden izmed glavnih dejavnikov obstoja gozda je temperatura. Globalne spremembe temperature bodo imele v prihodnosti pomemben vpliv na razvoj teh gozdov. Ekosistemi ob gozdni meji so zaradi ostrih klimatskih in edafskih razmer še posebej občutljivi. Prav ta občutljivost oz. prilagodljivost drevja na dane ekološke razmere je pomemben kazalec klimatskih sprememb. Zaradi težje dostopnih področij v varovalnih gozdovih nimamo stalnih vzorčnih ploskev. Naša raziskava je nadaljevanje raziskav, narejenih v letih 1991 in 1997 v Savinjskih alpah, kjer sta bila izločena dva sestoja nadomestnih gozdov smreke in macesna ter bukovih gozdov z macesnom. Slednji je še posebej zanimiv, saj imamo malo raziskav bukovih gozdov na ekstremnih rastiščih v srednji Evropi. Ta raziskava prikazuje razlike med klimaksno združbo ter različnimi sukcesijskimi stadiji na ekstremnih rastiščih ob zgornji gozdni meji.

2 PREGLED OBJAV

Ob gozdni meji je življenje gozda na meji obstoja, zato je njegova zgradba in delovanje še posebej zanimiva. Gozdna meja predstavlja nekakšno obrambno mostišče gozda na prehodu med ekosistemi. Ta prehod med ekosistemi je lahko hiter ali postopen. Mnenja o prehodu naravne gozdne meje so različna, v današnjem času ima gozdna meja v alpskem svetu postopen prehod. V tem primeru je gozdna meja oblikovana v obliki širokega prehodnega pasu, v katerem razlikujemo tri meje in sicer: sestojno mejo, drevesno mejo in mejo pritlikavega drevja. Prehodno cono nad sklenjenim sestojem in drevesno mejo imenujemo bojna cona, kjer se drevesa borijo za svoj obstoj (Tranquillini, 1979). Najpomembnejši okoljski dejavnik za razvoj gozdne meje je temperatura, saj ta najpomembneje vpliva na dolžino vegetacijske dobe. Mnogi drugi fiziološki dejavniki, ki omejujejo rast rastlin in njihovo preživetje, so posredno ali neposredno povezani s temperaturo (Wieser in Tausz, 2007a, cit. po Rozman, 2008). Prevladujeta predvsem dva stresna dejavnika, ki najbolj vplivata na rastline. To sta zmrzal in mrazna suša. Današnje gozdne meje lahko razdelimo na več tipov in sicer na orografsko gozdno mejo, plazovno gozdno mejo in klimatsko gozdno mejo, vse pa so lahko antropogeno spremenjene (Lovrenčak, 1976, cit. po Diaci, 1998).

Potek alpske in polarne gozdne meje se ujema z julijsko izotermo 10°C . Prav tako se gozdna meja dobro ujema s povprečno maksimalno dnevno temperaturo $11,1^{\circ}\text{C}$ v rastni sezoni. Razlike med polarno in alpsko gozdno mejo pa kažejo letne temperaturne vsote, ki na polarni gozdni meji znašajo $600\text{--}700^{\circ}\text{C}$, na alpski gozdni meji pa $200\text{--}300^{\circ}\text{C}$. Če pa primerjamo letni vsoti vrednosti dnevne listne temperature višje od 10°C , pa na obeh mejah dobimo okrog 800°C , kar je posledica močnejšega sončnega sevanja v Alpah (Tranquillini, 1979). Novejše raziskave prikazujejo, da je julijska izoterma 10°C za definiranje gozdne meje uporabna le v zmernih geografskih širinah. Z naraščanjem geografske širine se vegetacijska doba krajša, višajo pa se povprečne temperature najtoplejšega meseca. Tako se razvije gozdna meja na Novi Gvineji pri $5,6^{\circ}\text{C}$, na Škotskem pa pri $11,6^{\circ}\text{C}$ v najtoplejšem mesecu (Körner, 1998; 2003, cit. po Rozman, 2008). Potek gozdne meje po svetu je pogojen tudi z ekološkimi zahtevami posameznih

vrst, ki gradijo gozdno mejo ter njihovo prilagoditvijo na dane okoljske razmere (Tranquillini, 1979).

V Sloveniji se pestrost vegetacije kaže tudi v različnih pojavnih oblikah zgornje gozdne meje. Zaradi razlik v zgradbi gozdov, ki so posledica različne klime, govorimo o alpski in dinarski zgornji gozdni meji (Počkar in Stritih, 1978). V Sloveniji je bilo opravljenih več raziskav alpske gozdne meje, ki so pokazale, da se je klimatska gozdna meja znižala za 200 do 400 metrov ter da so prvi raziskovalci močno podcenjevali pomen bukve v altimontanskem in subalpinskem pasu (Počkar in Stritih, 1987; Diaci, 1992; Kadunc in Rugani, 1998). To je predvsem posledica premalo kritičnega prenašanja in uporabe srednjeevropskega modela višinskih vegetacijskih stopenj z gozdovi iglavcev v altimontanskem in subalpinskem pasu ter podcenjevanja dolgotrajnega antropozoogenega vpliva na te gozdove in s tem zanemarjanja dejstva, da so ti dobili zunanjo podobo iglastih gozdov šele v sekundarni gozdni sukcesiji (Robič, 1998). Šele kasnejše raziskave so pokazale, da je imela bukev v preteklosti večjo vlogo in da so gozdovi z rušjem in macesnom v glavni vlogi sukcesijskega značaja (Diaci, 1992). Do enakih rezultatov so prišli tudi v drugih predelih slovenskih Alp (Jakop in Kosmač, 1997; Kadunc in Rugani, 1998; Primožič, 2001; Pagon, 2004). Način gospodarjenja v preteklosti je povzročil spremembe v zgradbi in drevesni sestavi saj so nekatere vrste (npr. macesen) pospeševali na račun drugih (Diaci, 1994; Motta in Edouard, 2005). Poleg spremenjenih sestojev imamo danes na celotnem območju Alp različne stadije in oblike sekundarne gozdne sukcesije na nekdanjih pašnikih. Razlike v obliki in trajanju vračanja nekdanje vegetacije so posledica specifičnih ekoloških razmer in razlik v intenzivnosti nekdanjega človekovega gospodarjenja (Didier, 2001).

Gozd ob zgornji gozdni meji po stoletjih pašništva zopet napreduje. Na drugi strani pa je alpski gozd podvržen tudi vplivom vse intenzivnejšega turizma, ki ni vedno v skladu z ekološko nosilnostjo prostora, v katerega posega.

2.1 NAMEN NALOGE IN POSTAVITVE HIPOTEZ

Temeljni namen naloge je naslednji:

- s pomočjo analize zgradbe in pomlajevanja sestojev raziskati razvojno dinamiko subalpinskih bukovih gozdov ter nadomestnih gozdov smreke in macesna ob zgornji gozdni meji pod Lastovcem.

Postavili smo naslednje hipoteze:

- nadomestni gozdovi macesna in smreke so samo sukcesijski stadij vračanja gozda na subalpinske pašnike (bukova rastišča), vendar je lahko trajanje tega stadija izjemno dolgo.
- sedanja višina zgornje gozdne meje za macesen in smreko ne predstavlja skrajnih ekoloških razmer (meja se bo še dvigala).
- v visokogorskih pragozdovih je imela bukev pomembnejšo vlogo in je uspevala v višjih legah kot danes.
- spremembe v zgradbi so počasne v primerjavi z gorskim gozdom.
- delež bukve narašča.
- smreka se naseljuje za macesnom in postane v kasnejših fazah razvoja konkurenčno bolj sposobna.

3 MATERIAL IN METODE

3.1 OBJEKT RAZISKAVE

3.1.1 Lega objektov

Raziskovalne ploskve ležijo ob zgornji gozdni meji pod Lastovcem na skrajnem zahodnem robu Dleskovške planote v Savinjskih Alpah. Ploskve so razporejene tik pod gozdno mejo v višinskem gradientu od 1500 m do 1650 m nadmorske višine. V vsakem stratumu smo izločili po tri ploskve, ki so na isti nadmorski višini. Podatki o posameznih ploskvah so podani v preglednici 1, kjer so ploskve označene s številkami, na katere se bomo kasneje sklicevali.

Preglednica 1: Splošni podatki o raziskovalnih ploskvah

Ploskve	Nadm. višina (m)	Lega	Ekspozicija (°)	Nagib (°)
7	1500	JZ	225	40
8	1600	JZ	221	39
9	1500	JZ	220	37
10	1550	JZ	215	35
11	1550	JZ	215	35
12	1650	JZ	220	37

Pri izbiri objektov sta bila leta 1991 določena naslednja dva glavna izločitvena kriterija (Diaci, 1992): da v novejšem času v sestojih ni bilo sečenj ali intenzivne paše ter da so sestoji v optimalni fazi razvoja.

Glede na fitogeografsko delitev Slovenije (Zupančič in sod., 1987, cit. po Diaci, 1992) bi lahko obravnavano področje uvrstili v:

- evrosibirsko-severnoameriško regijo,
- srednjeevropsko provinco,
- podalpski podsektor in
- jugovzhodni alpski distrikt.

Glede na vertikalno conacijo vegetacije v Sloveniji zajema proučevano območje visokogorski in subalpski vegetacijski pas (Wraber, 1963).

3.1.2 Matična podlaga, tla in relief

Za proučevano območje je značilna zelo homogena geološka podlaga. Prevladujejo svetlo sivi kristalasti apnenci srednje do zgodnje triadne starosti.

Tla so zaradi razgibanosti reliefa v kemičnem, fizikalnem in biološkem pogledu heterogena. Na enotni matični podlagi so se razvili različni prehodi tal med rjavimi tlemi in različnimi tipi rendzin. Prepletajo se globoki žepi prsti in plitva skeletna tla (Diaci, 1992). V nižjih legah najdemo pokarbonatna rjava tla zelo neenakomernih globin, više in na manj strmih legah pa sprsteninaste rendzine. Tla na zgornji gozdni meji so skromne skeletne in plitve rendzine s surovim humusom (Diaci, 1998). Z naraščajočo višino postajajo rendzine zaradi neugodnih klimatskih razmer vedno bolj siromašne. Rendzine so prepustne za vodo, zato so rastišča na rendzinah precej odvisna od celoletne porazdelitve padavin. Globina tal je zaradi kraškega terena zelo neenakomerna. Velika strmina dodatno pospešuje erozijo, hkrati pa prispeva k boljšemu mešanju tal.

3.1.3 Podnebne značilnosti

V podnebnem smislu leži območje v prehodni coni med podnebjem širše Slovenije in podnebjem višjih predelov Jezersko-Solčava (Manohin, 1974). Najbližji meteorološki postaji sta v Lučah (520 m n.m.v.) in na Krvavcu (1740 m n.m.v.). Uporabili smo podatke za obdobje od 1970 do 2000 (Meteorološki ..., 2006, cit. po Firm, 2006). Povprečna letna temperatura v Lučah je 8,1° C, povprečna julijska temperatura znaša 17,7° C. Za Krvavec so vrednosti nižje, in sicer znaša povprečna letna temperatura 3,1° C ter povprečna julijska temperatura 11,4° C. Izoterma poteka približno na višini med 1750 m in 2000 m (Firm, 2006).

Dolgoletno povprečje padavin za Luče znaša 1659 mm. Padavine so relativno enakomerno razporejene čez celo leto, maksimumi pa nastopijo v juniju, oktobru in novembru. Za območje Dleskovške planote in Podvolovljeka so značilne močne nevihte. Na planoti Veža se snežna odeja obdrži približno 170-200 dni. Na proučevanem območju je dovolj sončnih dni, da se ustvari bistvena razlika med prisojnimi in osojnimi pobočji. Dejanska

klima na prisojnih pobočjih je zaradi tega mnogo bolj suha in toplejša v primerjavi z osojnimi pobočji. Ta razlika se še posebej kaže v zimskem času. Strma pobočja so poleg tega bolj suha zaradi odtoka padavin po pobočju (Diaci, 1998).

3.1.4 Rastlinske združbe in sestoji

Za območje Veže je bilo izvedeno prvo fitocenološko kartiranje M. Wrabra leta 1963 v razlaščenih škofijskih gozdovih v merilu 1 : 25000 (Wraber, 1963). Proučevane sestoje ob zgornji gozdni meji so uvrstili v subasociacijo *Rhodothamno-Rhododendretum laricetosum*. Pri kasnejšem kartiranju pa so večino nižje ležečih bukovih sestojev uvrstili v subasociacijo *Anemono-Fagetum laricetosum*. Sestoje, ki spadajo v stratum nadomestnih gozdov, je mogoče označiti kot stadij *Larix–Picea–Pinus mugo* (ali *Rhodothamno-Pinetum mugo laricetosum*) v progresivni gozdni sukcesiji pri zaraščanju opuščene planinskega pašnika (Robič, 1992).

Najnovejši opisi vegetacije (fitocenološki popisi po metodi Braun-Blanquet) so delo mag. Robiča iz leta 1991 in so bili opravljeni na raziskovalnih ploskvah, ki so predmet te raziskave (Robič, 1992). Na območju, na katerem potekajo raziskave, smo izločili dva homogena gozdna stratuma. Izločeni stratumi predstavljajo podobne rastiščne razmere, strukturo sestojev, nastanek, jakost antropogenih vplivov, razvojno fazo in višinske vegetacijske pasove (Diaci, 1992). Predmet naše raziskave sta dva stratuma in sicer:

I. Visokogorski bukovi gozdovi z macesnom na skrajnostnih rastiščih (1500 – 1600 m n.m.v.), na katerem so trajne raziskovalne ploskve 9, 11 in 12. Ti bukovi sestoji poraščajo zelo strma južna pobočja, nad njimi pa se razteza rušje. Ločijo se predvsem po prevladujočem vegetativnem razmnoževanju bukve, zaradi česar ima bukev značilno šopasto rast. Zaradi lažjega razumevanja ga bomo v nadaljevanju imenovali bukov gozd.

II. Nadomestni (sekundarni) gozdovi macesna in smreke (1500 – 1810 m n.m.v.). Na tem območju so ploskve 7, 8 in 10. Gozdovi so nastali z vračanjem gozda na bivše pašniške površine ali pogorišča. Razširjeni so na zelo širokem višinskem pasu, odvisno od jakosti

človeških vplivov. Zaradi lažjega razumevanja ga bomo v nadaljevanju imenovali nadomestni gozd.

3.1.5 Zgodovina gozdov

O naselitvi človeka v alpski prostor pričajo arheološke najdbe iz stare kamene dobe, ki so bile izkopane v Potočki zijalki pod vrhom Olševe. Ostanke starih civilizacij so se ohranili tudi iz obdobja antike in časa naselitve tega prostora s Slovani. V času Rimljanov so alpske dežele naseljevali prvotni prebivalci (Breonci), ki so se preživljali z živinorejo na planinah ter lovom. Zapiski v urbarjih iz 13. stoletja dokazujejo, da je bilo planšarstvo v velikem razcvetu. V srednjem veku, po utrditvi fevdalnega reda, so bili obravnavani gozdovi v lasti bavarskih plemičev, plemenitih Trute in Dietbalda de Chagere. Njihovo posest je dobil leta 1140 v dar benediktinski samostan v Gornjem Gradu, leta 1461 pa so gozdovi postali last novoustanovljene ljubljanske škofije, ki je z njimi gospodarila vse do začetka II. svetovne vojne. Gozdarstvo v odročnih krajih se je začelo razvijati v 15. in 16. stoletju s prvimi metalurškimi obrati. Večino visokogorskih gozdov na območju Veže so zaradi ugodne konfiguracije terena in prisojne lege že zelo zgodaj izkrčili za pašnike. Na novo pridobljene pašne površine so ponavadi pripadale posesti gručastih vasi ali pa so ostale v lasti gornjegrajske škofije (Diaci, 1992). Gozdove, ki jih niso izkrčili za pašne namene, pa so že relativno zgodaj pričeli izkoriščati s sečnjo. Prvotno spravilo je potekalo večinoma ročno po drčah, v kasnejših obdobjih pa je sledilo kombinirano spravilo z lesenimi rižami in žičnicami (Kladnik, 1981). Na območju Veže je bilo do II. svetovne vojne pašništvo zelo razširjeno, tako da je bilo na celotnem območju osem delujočih planin oz. alpskih pašnikov, na katerih so pasli predvsem ovce, koze, govejo živino in konje. Boj za pašne pravice je trajal stoletja. Prva pobuda za ureditev razmer je bila uvedba pašnih servitutov, ki so povzročili nove pravne spore. V 18. in 19. stoletju so poskušali zakonsko urediti odnose, kar jim v celoti ni uspelo, saj so uspeli urediti samo podaljšanje in možnost odkupa servitutnih pravic. V kraljevini SHS so servitutne pravice odredjali različni akti, ki so planinskemu pašništvu ponovno dali večji pomen in možnost pridobivanja novih pašnih površin. Po drugi svetovni vojni je ostalo vprašanje s servituti obremenjenih škofijskih gozdov nerešeno. Takratna oblast je pašnim interesentom dovolila pašo na obstoječih pašnikih in zaustavila spremeno gozdnih površin v pašne. Servitut se je

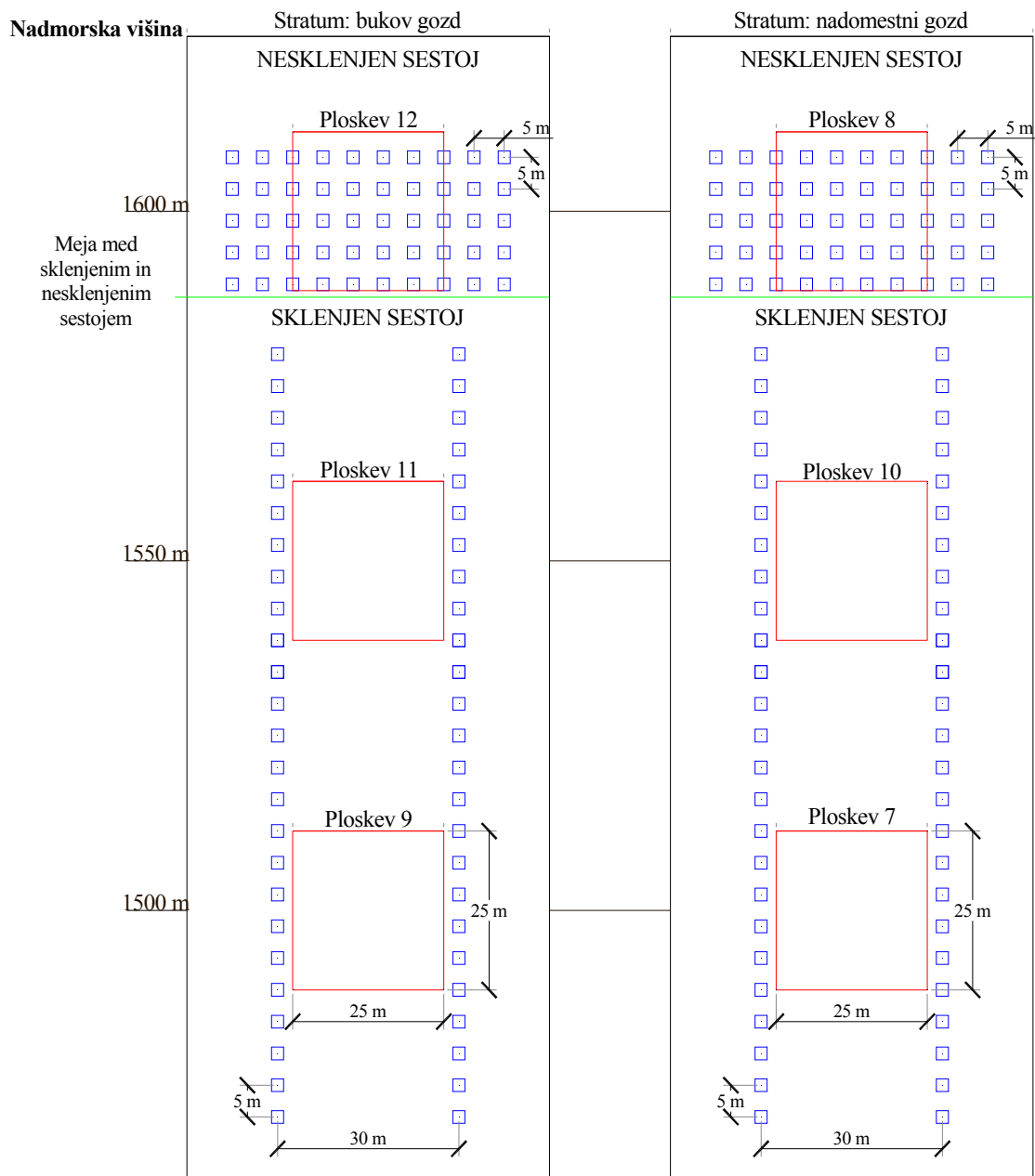
obnovil v pravno nedoločeni obliki in leta 1953 je posebna gozdarsko-kmetijska komisija večino gozdov sedanjega rezervata Polšak razglasila za pašni gozd (Diaci, 1992). Prvi načrt po drugi svetovni vojni je bil narejen leta 1952. Takrat so višje ležeče obravnavane sestoje uvrstili med varovalne gozdove in v njih niso predpisovali etata. Izjema je le oddelek 57 v Beli, ki je imel predpisan etat, vendar zaradi nedostopnosti ni bil izkoriščen. Po pisnih virih in ustnem izročilu lahko ugotovimo, da na proučevanem območju ni bilo sečenj. Izjema so le posamezni macesni, ki so jih na mestu samem razcepili v skodle (Diaci, 1992).

3.2 METODE DELA

3.2.1 Zajemanje podatkov na ploskvah

Oktobra 2006 smo ponovili snemanje na 3 raziskovalnih ploskvah (9, 8 in 11), ki so bile izločene in prvič izmerjene leta 1991. Ploskvi 8 in 11 sta bili izmerjeni še leta 1997. Avgusta 2007 smo postavljenim ploskvam dodali skupno še tri ploskve: 2 ploskvi v stratum nadomestnih gozdov na nadmorski višini 1500 in 1550 m ter 1 ploskev v stratum bukovih gozdov v nesklenjen sestoj na nadmorski višini 1600 m. Ploskve so bile postavljene na dveh že obstoječih transektih. Velikost ploskev je 625 m^2 in so kvadratne oblike ($25 \text{ m} \times 25 \text{ m}$). Ploskve so razporejene v višinskem gradientu od 1500 do 1650 m nadmorske višine (Preglednica 1). Za analizo razvoja sestoja v preteklem obdobju smo uporabili podatke treh meritev (1991, 1997 in 2006) na ploskvah 8 in 11. Ploskev 8 se nahaja na višji nadmorski višini kot ploskev 11 in že spada v skupino nesklenjenega nadomestnega sestoja.

Popis mladja smo opravili na transektih, ki smo jih postavili v posamezne sestoje. Oblikovali smo 4 skupine: sklenjen in nesklenjen bukov sestoj ter sklenjen in nesklenjen sestoj nadomestnih gozdov macesna in smreke. V sklenjenih sestojih smo oblikovali po dve liniji od nižje do višje ležeče ploskve (1500 – 1600 m n.m.v.), na medsebojni razdalji 30 m. Dolžina posamezne linije je bila približno 180 m (horizontalna razdalja). Na njih smo postavili vsakih 5 metrov ploskvice velikosti $2 \times 2 \text{ m}$. V obeh nesklenjenih sestojih smo postavili po deset krajših linij na razdalji 5 m, skupna dolžina približno 50 m (horizontalna razdalja), s ploskvicami ($2 \times 2 \text{ m}$) na vsakih 5 metrov. Skupno število linij je bilo 14 in skupno število ploskvic 200 (Slika 1).



LEGENDA

- Pomlajevalne ploskvice
- Trajne raziskovalne ploskve

Slika 1: Grafični prikaz postavitve trajnih raziskovalnih ploskev in pomlajevalnih ploskvic v letu 1991 in 2006 ob zgornji gozdni meji pod Lastovcem v Savinjskih alpah

3.2.1.1 Meritve sestojev na ploskvah

Podatki skupni za ploskve, ki smo jih povzeli in preverili na terenu

1. opis položaja v pokrajini,
2. nadmorska višina središča ploskve (višinomer SUUNTO),
3. lega ploskve in azimut padnice (kompas SUUNTO),
4. nagib padnice v stopinjah (padomer SUUNTO) in
5. skalovitost in kamnitost na ploskvi (v odstotkih zastiranja tal).

Za vse žive in mrtve osebke, višje od 0,5 m smo merili in ocenjevali naslednje podatke:

1. drevesna vrsta,
2. obseg na prsni višini (na 1,3 m) smo merili s kovinskim metrom v centimetrih na 0,1 cm natančno,
3. socialni položaj dreves je bil določen po Kraftovi klasifikaciji (5 razredov) in
4. vitalnost dreves, ki je bila ocenjena po IUFRO klasifikaciji (3 razredi).

Navedeno velja za ploskve, ki smo jih izločili leta 2007 (7, 10 in 12), na ploskvah 8, 9 in 11 je bila poleg teh podatkov izmerjena še višina vseh osebkov.

3.2.1.2 Analiza pomlajevanja

Na ploskvicah smo merili, oziroma določili:

1. lego,
2. skalovitost in
3. sklep (vrzel, pod zastorom).

Za posamezne osebke, višje od 10 cm in nižje od 1,5 m pa:

1. drevesno vrsto,
2. višino (na 10 cm natančno),
3. poškodovanost (vse vidne poškodbe, zaradi biotskih in abiotskih dejavnikov) in
4. vitalnost (na tri razrede).

3.2.2 Metoda izrednotenja podatkov

3.2.2.1 Izračun kazalcev zgradbe odraslih sestojev

Lesno zalogo sestojev smo izračunali s pomočjo dvovhodnih deblovnice za posamezne drevesne vrste. Uporabili smo dvoparametrski funkcije, ki so prilagojene tem deblovnici (Kotar, 1980).

Velikost debelinskih in volumenskih prirastkov za preteklo obdobje (1991 do 2006) smo izračunali na podlagi razlik premerov in volumnov posameznih dreves na ploskvah 8 in 11. V tej raziskavi lesna zaloga ni najbolj zanesljiv kazalnik, saj je prišlo do prevelikih razlik drevesnih višin med obema meritvama. Zaradi tega se bomo pri izračunu bolj osredotočili na temeljnico.

3.2.2.2 Analiza pomlajevanja

Za vsako skupino gozda smo analizirali gostoto, drevesno sestavo, vitalnost, višino ter poškodovanost mladja.

4 REZULTATI

4.1 ANALIZA ZGRADBE GOZDOV

Pri analizi smo se osredotočili na ugotavljanje razlik med stratumom visokogorskih bukovih gozdov z macesnom (ploskve 9, 11 in 12 – bukov gozd) in stratumom nadomestnih gozdov macesna in smreke (ploskve 7, 8 in 10 – nadomestni gozd). Za analizo razvoja gozda smo uporabili podatke treh meritev (1991, 1997 in 2006) na ploskvah 11 (bukov gozd) in 8 (nadomestni gozd). Oba stratuma smo razdelili še na dve skupini (sklenjen in neskenjen) glede na sklep sestoja na ploskvi. Neskenjen sestoj se nahaja tik pod gozdno mejo v prehodni coni, kjer sestoj preide v pas ruševja (ploskvi 8 in 12).

4.1.1 Razvoj števila živih dreves ter struktura odmrlih dreves

Naslednja preglednica prikazuje razvoj števila živih in mrtvih dreves na ploskvah 8 in 11. Število dreves v nadomestnem gozdu je več kot dvakrat večje kot v bukovem gozdu. V obeh primerih pa gre za trend upadanja števila dreves. Delež stoječih in ležečih odmrlih dreves je v nadomestnem gozdu narasel glede na stanje leta 1991, medtem ko se je v bukovem gozdu delež mrtvih dreves zmanjšal (Preglednica 2).

Preglednica 2: Razvoj števila živih, mrtvih stoječih dreves in mrtvih ležečih dreves na ploskvah 8 in 11 za obdobje 1991-2006

	Bukov gozd				Nadomestni gozd			
	1991		2006		1991		2006	
	Št. (ha)	%	Št. (ha)	%	Št. (ha)	%	Št. (ha)	%
Živa drevesa	1024	87,6	864	98,2	2576	98,8	2080	83,4
Mrtva stoječa	128	11,0	16	1,8	32	1,2	368	14,7
Mrtva ležeča	16	1,4					48	1,9
Skupaj	1168	100,0	880	100,0	2608	100,0	2496	100,0

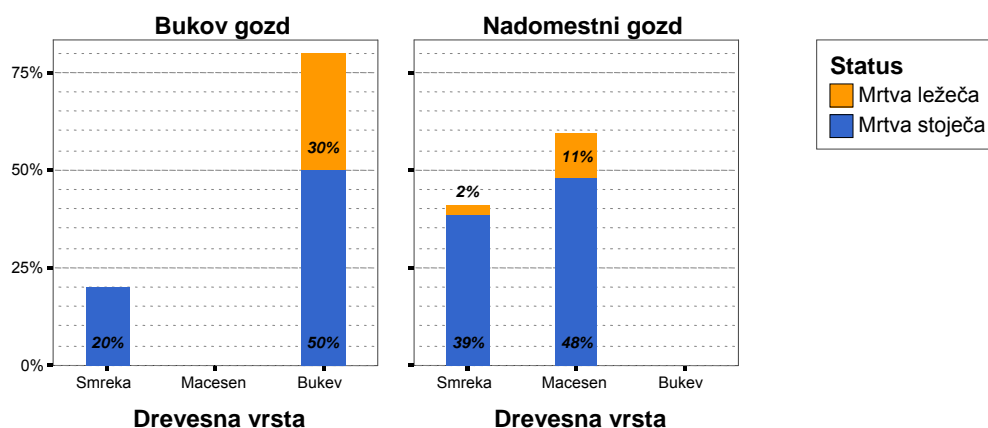
Oba stratuma smo razdelili še na dve skupini in sicer glede na sklep sestoja. Med neskenjenima sestojema opazimo veliko razliko. V bukovem gozdu je število dreves v sklenjenem sestoju večje (856/ha) kot v neskenjenem bukovem gozdu (288/ha), medtem ko je število dreves v neskenjenem nadomestnem gozdu večje (2080/ha) kot v sklenjenem nadomestnem gozdu (560/ha). V nadomestnem gozdu je večji delež odmrlih dreves - v

povprečju 1 %, medtem ko je v bukovem gozdu njihov delež 8 %. Največji delež odmrlih dreves najdemo v sklenjenem sestoju nadomestnega gozda (20 %). Delež ležečih odmrlih dreves je največji v nesklenjenem sestoju bukovih gozdov, medtem ko stoječih odmrlih dreves ni (Preglednica 3).

Preglednica 3: Razvoj števila živih mrtvih stoječih in mrtvih ležečih dreves na hektar na vseh raziskovalnih ploskvah glede na skupino gozda v letu 2006/07

	Bukov gozd				Nadomestni gozd			
	Sklenjen		Nesklenjen		Sklenjen		Nesklenjen	
	Št. (ha)	%	Št. (ha)	%	Št. (ha)	%	Št. (ha)	%
Živa drevesa	856	93,0	288	90,0	560	79,5	2080	83,3
Mrtva stoječa	56	6,1	0	0,0	120	17,1	368	14,7
Mrtva ležeča	8	0,9	32	10,0	24	3,4	48	1,9
Skupaj	920	100,0	320	100,0	704	100,0	2496	100,0

Če podrobneje pogledamo strukturo odmrlih dreves za posamezne drevesne vrste ugotovimo, da v obeh stratumih prevladujejo mrtva stoječa drevesa. V stratumu bukovih gozdov med odmrli drevesi najdemo bukev in smreko. Glavni delež odmrlih dreves predstavlja bukev (80 %) od tega je 50 % stoječih. V nadomestnem gozdu najdemo med odmrli drevesi macesen in smreko. Delež macesna je nekoliko višji (59 %) tako v skupnem deležu odmrlih dreves kot tudi v deležu odmrlih stoječih dreves (48 %) (Slika 2).



Slika 2: Struktura odmrlih dreves po drevesnih vrstah za posamezni stratum v letu 2006/07 (izračunani so povprečni deleži na vseh raziskovalnih ploskvah)

4.1.2 Lesna zaloga, temeljnica in drevesna sestava

V obeh stratumih je opazno povečanje lesne zaloge in temeljnice v preteklem obdobju. Primerjava lesnih zalog pokaže, da imamo največjo lesno zalogo v skupini sklenjenih bukovih gozdov. V nesklenjenem bukovem gozdu imamo najnižjo temeljnico (6,56 m²/ha). Največja temeljnica je v sklenjenem nadomestnem gozdu (62,7 m²/ha) (Preglednica 4).

Preglednica 4: Lesna zaloga(LZ) in temeljnica (BA) glede na skupino gozda na vseh raziskovalnih ploskvah

		Bukov gozd		Nadomestni gozd	
		Sklenjen	Nesklenjen	Sklenjen	Nesklenjen
1991	BA m ² /ha	35,72			24,05
	LZ m ³ /ha	189,69			79,30
2006	BA m ² /ha	41,52	6,56	62,78	33,41
	LZ m ³ /ha	244,5			122,90

Pri analizi razvoja drevesne sestave med letoma 1991 in 2006 si bomo ogledali razvoj števila, lesne zaloge in temeljnice posameznih drevesnih vrst. Glede na število dreves v bukovem gozdu zavzema glavni delež bukev, poleg nje najdemo še macesen, smreko in javor. Kot vidimo pri nobeni vrsti ni prišlo do bistvenih sprememb. Največje povečanje je pri bukvi (2,5 %). Pri macesnu in bukvi gre za povečanje lesne zaloge in temeljnice, medtem ko deleži ostajajo približno enaki. V nadomestnem gozdu imamo dve glavni drevesni vrsti macesen in smreko, poleg njiju najdemo še jrebiko in vrbo. Največji delež v vseh treh parametrih zavzema macesen. Glede na deleže pa je opazno povečanje smreke. To je posebej izrazito pri povečanju temeljnice pri smreki. Če pogledamo razlike med stratumi je opazno večje povečanje temeljnice v stratumu nadomestnih gozdov (Preglednice 5, 6 in 7).

Preglednica 5: Razvoj števila dreves po drevesnih vrstah na hektar na ploskvah 8 in 11

Drevesna vrsta	Bukov gozd						Nadomestni gozd					
	1991		1997		2006		1991		1997		2006	
	Št. (ha)	%	Št. (ha)	%	Št. (ha)	%	Št. (ha)	%	Št. (ha)	%	Št. (ha)	%
Smreka	64	6,3	48	5	48	5,6	992	38,5	992	41,1	832	40,0
Macesen	64	6,3	80	8,3	64	7,4	1488	57,7	1504	58,1	1232	59,2
Bukev	848	82,8	800	83,3	736	85,1						
Vrba	32	3,1	16	1,7			48	1,9	48			
Jrebika							48	1,9	96	0,8	16	0,8
Javor	16	1,5	16	1,7	16	1,9						
Skupaj	1064	100	960	100	864	100,0	2576	100	2640	100	2080	100,0

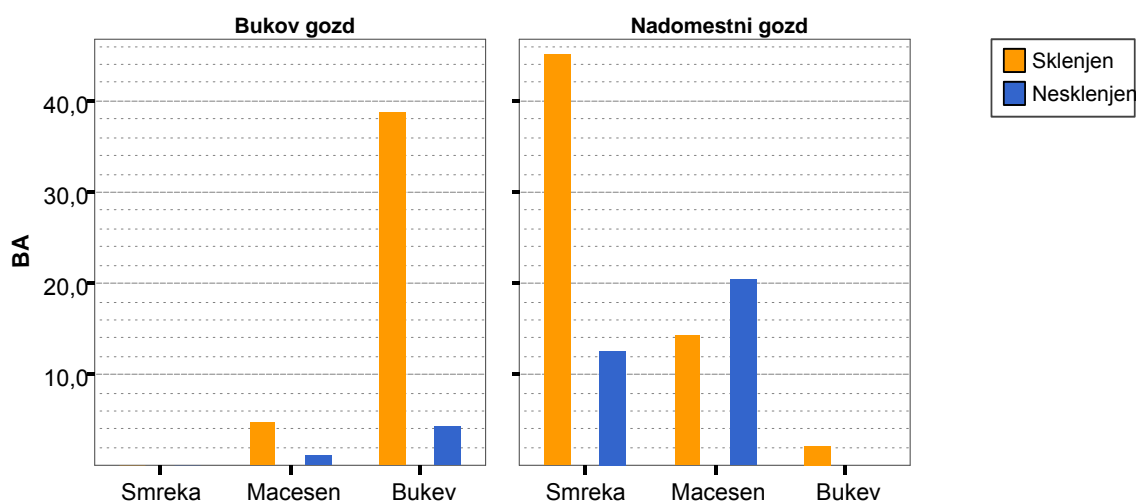
Preglednica 6: Razvoj lesne zaloge (LZ) po drevesnih vrstah na hektar (m^3/ha) na ploskvah 8 in 11

Drevesna vrsta	Bukov gozd						Nadomestni gozd					
	1991		1997		2006		1991		1997		2006	
	m^3/ha	%	m^3/ha	%	m^3/ha	%	m^3/ha	%	m^3/ha	%	m^3/ha	%
Smreka							25,8	32,2	36,4	33,6	49,5	40,3
Macesen	44,9	24,2	50,0	23,2	49,3	20,2	53,3	67,2	71,0	65,7	72,5	59,0
Bukev	138,8	74,9	163,1	75,7	191,6	78,3	25,8					
Vrbe	0,1	0,0	0,1	0,0								
Jerebika							0,5	0,6	0,8	0,7	1,0	0,7
Javor	1,6	0,9	2,4	1,1	3,6	1,5						
Skupaj	189,6	100	215,6	100	244,5	100	79,3,1	100	108,1	100	122,9	100

Preglednica 7: Razvoj temeljnice (BA) po drevesnih vrstah na hektar (m^2/ha)

Drevesna vrsta	Bukov gozd				Nadomestni gozd			
	1991		2006		1991		2006	
	m^2/ha	%	m^2/ha	%	m^2/ha	%	m^2/ha	%
Smreka					7,4	30,9	12,6	37,6
Macesen	8,2	23,1	9,3	22,3	16,4	68,1	20,4	61,2
Bukev	27,0	75,7	31,6	76,2				
Vrbe	0,1	0,2						
Jerebika					0,2	1,0	0,4	1,2
Javor	0,3	1,0	0,6	1,5				
Skupaj	35,7	100,0	41,5	100,0	24,1	100,0	33,4	100,0

Pri analizi temeljnic po skupinah smo ugotovili, da največjo temeljnico dosega smreka v nesklenjenem nadomestnem gozdu ($45 m^2/ha$). V bukovem gozdu v obeh skupinah prevladuje bukev. V sklenjenem nadomestnem gozdu močno prevladuje smreka, medtem ko je v nesklenjenem nadomestnem gozdu ravno obratno, vendar razlika ni tako izrazita (Slika 3).



Slika 3: Velikost temeljnice (BA) za glavne drevesne vrste glede na skupino gozda v letu 2006/07

4.1.3 Zgradba sestojev po socialnih plasteh

Pri analizi socialnih plasti smo analizirali glavne drevesne vrste, ki gradijo posamezne stratume. Za boljše razumevanje vertikalne zgradbe proučevanih sestojev in njihovega razvoja smo naredili primerjavo deležev posameznih drevesnih vrst po socialnih razredih.

Smreka se pojavlja v vseh skupinah gozda. V stratumu bukovih gozdov je njen delež majhen, pojavlja pa se v spodnjih socialnih razredih (4 in 5). V nadomestnem gozdu se smreka pojavlja v vseh socialnih razredih. V sklenjenem nadomestnem sestoku nastopa v prvih treh razredih (68 %), medtem ko v nesklenjenem sestoku nastopa predvsem v spodnjih socialnih razredih (44 %). Macesen v obeh stratumi tvori streho sestoka, kar je razumljivo zaradi njegove izrazite svetloljubnosti. Bukev dominira v stratumu bukovega gozda, kjer tvori streho sestoka v obeh skupinah sestojev. Razlika med sklenjenim in nesklenjenim sestokom prikazuje skupni delež dreves v zgornji plasti (1., 2. in 3. socialni razred) (Preglednica 8).

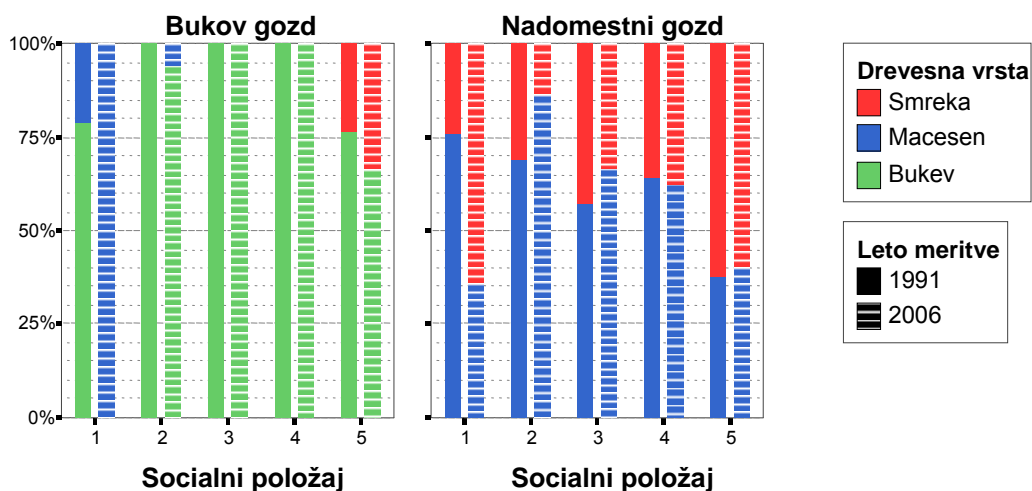
Preglednica 8: Deleži glavnih drevesnih vrst glede na socialni položaj v letu 2006/07

Socialni položaj	Bukov gozd							
	Sklenjen				Nesklenjen			
	Smreka	Macesen	Bukev	Skupaj	Smreka	Macesen	Bukev	Skupaj
1		75,0		2,9		100,0	8,3	22,2
2		25,0	41,2	40,0			8,3	11,1
3			21,7	19,9			8,3	5,6
4			26,8	24,8	100,0		16,7	22,2
5	100,0		10,3	12,4			58,3	38,9
Skupaj	100	100	100	100	100	100	100	100
Socialni položaj	Nadomestni gozd							
	Sklenjen				Nesklenjen			
	Smreka	Macesen	Bukev	Skupaj	Smreka	Macesen	Bukev	Skupaj
1	25,0	16,7		20,3	17,3	6,5		10,8
2	27,3	44,4	25,0	30,4	7,7	33,8		23,1
3	15,9	22,2	25,0	18,8	7,7	10,4		9,2
4	15,9	16,7	50,0	20,3	23,1	26,0		25,4
5	15,9			10,1	44,2	23,4		31,5
Skupaj	100	100	100	100	100	100		100

Če pogledamo število dreves v posameznem socialnem razredu opazimo, da v sklenjenem nadomestnem gozdu prevladuje smreka nad macesnom v vseh socialnih razredih, kar kaže na veliko konkurenčno moč smreke v primerjavi z macesnom. V nesklenjenem sestoku nadomestnega gozda pa opazimo premoč macesna v 2., 3. in 4. socialnem razredu. V stratumu bukovih gozdov v obeh skupinah prevladuje bukev, samo v 1. socialnem razredu

je dominanten macesen. Večji delež bukve v 5. socialnem razredu pri nesklenjenem bukovem sestoju lahko pripišemo panjevskemu načinu razmnoževanja bukve ob zgornji gozdni meji.

Razlike med socialnimi razredi med obema meritvama so vidne v obeh stratumih. V bukovem gozdu je med obema meritvama opazna nadvlada macesna nad bukvijo v 1. socialnem razredu. V nadomestnem gozdu so prav tako največje spremembe v 1. socialnem razredu in sicer v prid smreke (Slika 4).



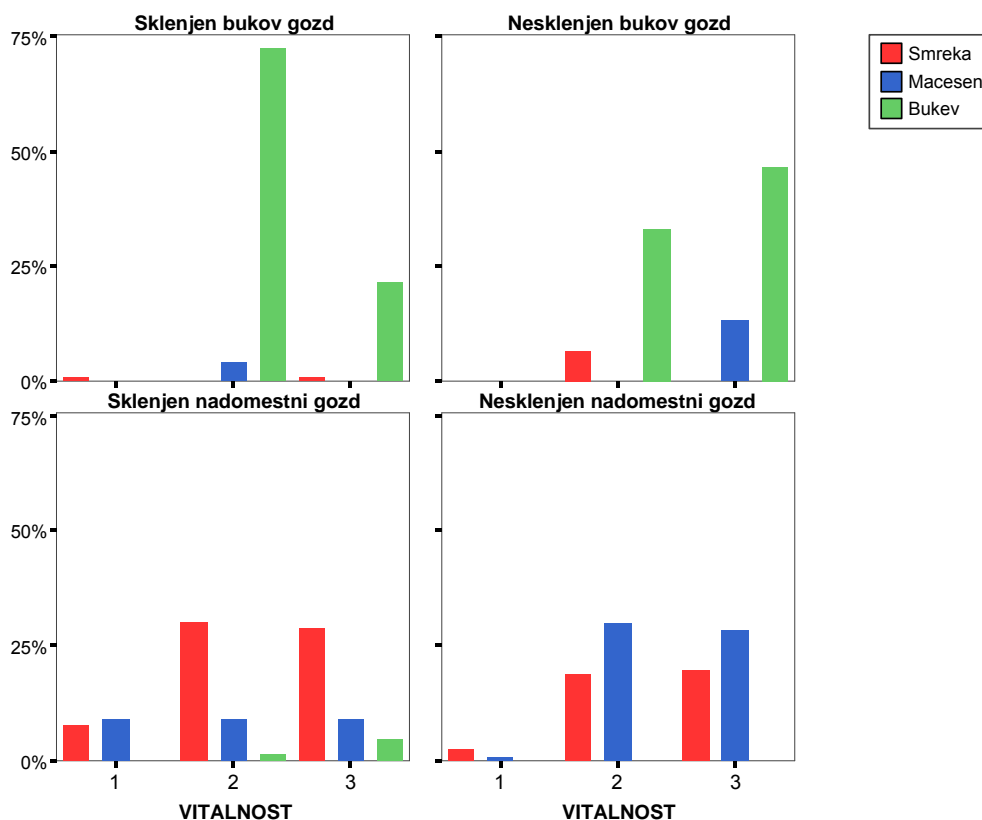
Slika 4: Razlike v deležu dreves glede na socialni položaj med obema meritvama (1991-2006) za glavne drevesne vrste

4.1.4 Analiza vitalnosti

Pri analizi vitalnosti smo uporabili enak postopek kot pri analizi vertikalne zgradbe. Najprej prikazujemo deleže glavnih drevesnih vrst v posameznem vitalnostnem razredu za skupine gozda.

Največji delež dreves je v srednjem vitalnostnem razredu v obeh stratumih. V stratumu bukovich gozdov dreves dobre vitalnosti ni. V sklenjenem bukovem gozdu zavzema bukev največji delež v srednjem vitalnostnem razredu, medtem ko je v skupini nesklenjenega bukovega gozda prevladujejo drevesa slabe vitalnosti. Smreka ima v obeh skupinah približno enak delež dreves v srednjem in slabem vitalnostnem razredu. Največji delež dreves dobre vitalnosti ima macesen v sklenjenem nadomestnem gozdu (33 %). V tej

skupini je tudi največji skupni delež dreves najboljšega vitalnostnega razreda (16 %) (Slika 4).



Slika 5: Deleži glavnih drevesnih po vitalnostnih razredih za posamezno skupino gozda v letu 2006/7

Glede na število vrst in vitalnost v nadomestnem gozda opazimo, da macesen v sklenjenem sestoju prehitava smreko v številu dreves najboljšega vitalnostnega razreda. V nesklenjenem sestoju nadomestnega gozda ima smreka nekoliko večje število dreves najboljšega vitalnostnega razreda. V stratumu bukovega gozda dreves najboljšega vitalnostnega razreda ni, ampak je največ bukve v srednjem vitalnostnem razredu. Pri nesklenjenem sestoju je največ dreves v slabem vitalnostnem razredu.

4.1.5 Primerjava kombinacij socialnih razredov in vitalnosti

Za pogled v prihodnji razvoj sestojev smo naredili primerjavo kombinacij socialnih in vitalnostnih razredov. Naslednji preglednici prikazujeta drevesno sestavo in vertikalno strukturo glavnih drevesnih vrst (macesen in smreka). Osredotočili se bomo predvsem na nadomestni gozd, saj je v stratumu bukovi gozdov delež ostalih drevesnih vrst v

primerjavi z bukvijo majhen. V analizi kombinacij socialnih plasti in razredov sta nas zanimali predvsem dve skupini dreves. Osebki sposobni preslojevanja in osebki, ki se bodo v konkurenčnem boju utopili. Osebki, ki so sposobni preslojevanja najdemo v spodnjih (5) in srednjih socialnih razredih (4) z dobrimi in srednjimi razredi vitalnosti (modra barva). Tisti osebki, ki se bodo v konkurenčnem boju verjetno utopili, pa se nahajajo v vseh socialnih razredih razen v prvem, vendar imajo slabo vitalnost (rdeča barva).

V sklenjenem nadomestnem gozdu najdemo osebke, ki so sposobni preslojevanja le pri smreki (6.9 %). Osebki, ki se bodo v konkurenčnem boju utopili se pojavljajo pri obeh vrstah. Pri smreki ta delež znaša 40,9 %, pri macesnu pa 33,4 % (Preglednica 9).

Preglednica 9: Porazdelitev števila smrek in macesnov v nadomestnem sklenjenem gozdu v letu 2006 glede na kombinacije razredov socialnih slojev in vitalnosti (deleži so izračunani glede na skupno število dreves macesna in smreke)

Socialni položaj		Smreka				Macesen			
		Vitalnost			Skupaj	Vitalnost			Skupaj
1	2	3		1		2	3		
1	št.	3,0	7,0	1,0	11,0	2,0	1,0	/	3,0
	%	6,8	15,9	2,3	25,0	11,1	5,6	/	16,7
2	št.	1,0	8,0	3,0	12,0	4,0	4,0	/	8,0
	%	2,3	18,2	6,8	27,3	22,2	22,2	/	44,4
3	št.	/	3,0	4,0	7,0	/	1,0	3,0	4,0
	%	/	6,8	9,1	15,9	/	5,6	16,7	22,2
4	št.	/	1,0	6,0	7,0	/	/	3,0	3,0
	%	/	2,3	13,6	15,9	/	/	16,7	16,7
5	št.	1,0	1,0	5,0	7,0	/	/	/	/
	%	2,3	2,3	11,4	15,9	/	/	/	/
Skupaj	št.	5,0	20,0	19,0	44,0	6,0	6,0	6,0	18,0
	%	11,4	45,5	43,2	100,0	33,3	33,3	33,3	100,0

V nesklenjenem nadomestnem gozdu dobimo podobne rezultate kot pri sklenjenem sestoju. Delež osebkov, ki so sposobni preslojevanja znaša pri smreki 20,8 %, medtem ko znaša delež pri macesnu 6,7 %. Delež osebkov ki se bodo utopili v konkurenčnem boju je pri macesnu (47,9 %) nekoliko večji kot pri smreki (47,2 %) V obeh skupinah gozda so opazne boljše tekmovalne razmere za smreko, ampak zaradi velike gostote prihaja do konkurenčnega boja tudi med samimi smrekami.

Preglednica 10: Porazdelitev števila smrek in macesnov v nadomestnem sklenjenem gozdu v letu 2006 glede na kombinacije razredov socialnih slojev in vitalnosti (deleži so izračunani glede na skupno število dreves macesna in smreke)

Socialni položaj		Smreka				Macesen			
		Vitalnost			Skupaj	Vitalnost			Skupaj
		1	2	3		1	2	3	
1	št.	3,0	6,0	/	9,0	1,0	4,0	/	5,0
	%	5,7	11,3	/	17,0	1,3	5,3	/	6,7
2	št.	/	4,0	/	4,0	/	25,0	1,0	26,0
	%	/	7,5	/	7,5	/	33,3	1,3	34,7
3	št.	/	4,0	/	4,0	/	4,0	4,0	8,0
	%	/	7,5	/	7,5	/	5,3	5,3	10,7
4	št.	/	9,0	3	12,0	/	5,0	15,0	20,0
	%	/	17,0	5,7	22,6	/	6,7	20,0	26,7
5	št.	/	2,0	22	24,0	/	/	16,0	16,0
	%	/	3,8	41,5	45,3	/	/	21,3	21,3
Skupaj	št.	3,0	25,0	25,0	53,0	1,0	38,0	36,0	75,0
	%	5,7	47,2	47,2	100,0	1,3	50,7	48,0	100,0

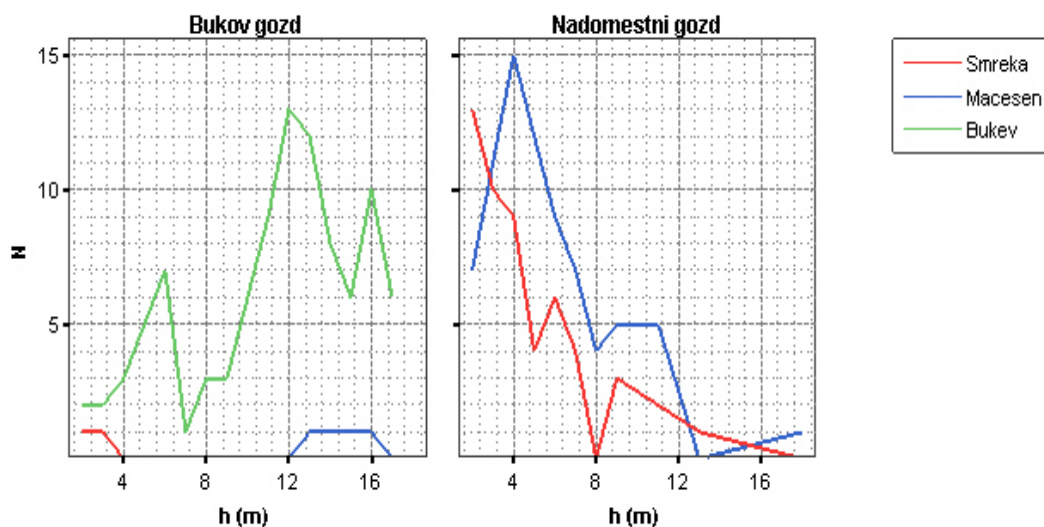
4.1.6 Primerjava porazdelitev višin

Zgornja in srednja višina sestojaja v naravnih sestojih dobro nakazuje ekološke značilnosti rastišča ter drevesne vrste. V nadomestnem gozdu znaša zgornja višina 11 m, v bukovem gozdu pa 16 m. Srednja višina je pol manjša v stratumu nadomestnega gozda. Koeficient variacije pri obeh stratumi prikazuje raznomerno zgradbo. Za vzorec smo imeli 163 dreves v nadomestnem gozdu ter 149 dreves v bukovem gozdu.

Preglednica 11: Zgornja in srednja višina dreves ter koeficient variacije za posamezni stratum v letu 2006

	Bukov gozd	Nadomestni gozd
H _{zg} (m)	16	11
H _{sr} (m)	10,30	5,03
s	4,42	2,72
KV (%)	42,91	54,07

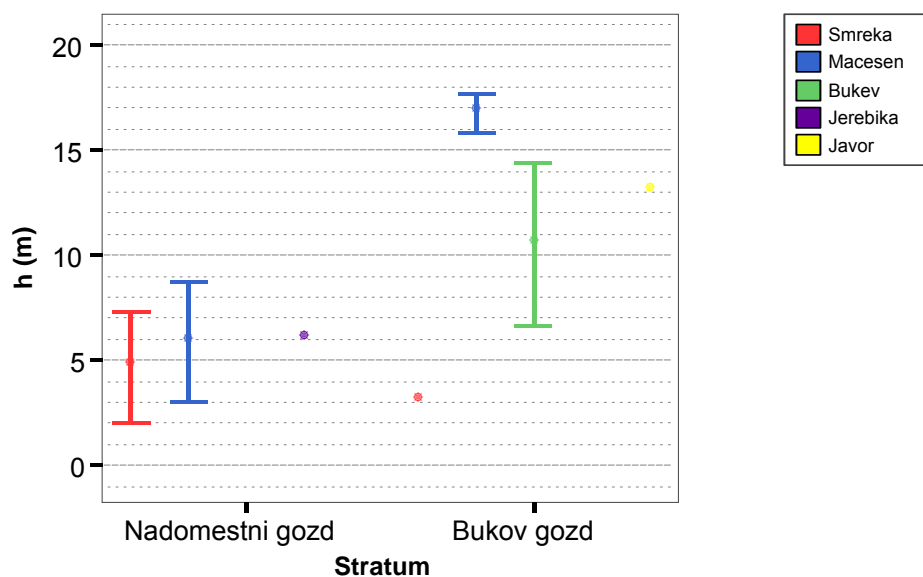
Iz naslednje slike so razvidne porazdelitve višin med drevesnimi vrstami na raziskovalnih ploskvah za posamezni stratum. V nadomestnem gozdu je porazdelitev višin po obliki podobna J-porazdelitvi, ki je značilna za prebiralni gozd kot tudi levo asimetrični zvonasti porazdelitvi značilni za mlajše razvojne stadije. Obe vrsti imata maksimum v nižjih višinskih razredih. Macesen ima prednost pred smreko v najvišjih stopnjah. Smreka se zaradi svoje sencozdržnosti, kljub temu nemoteno razvija pod macesni (Slika 6).



Slika 6: Porazdelitev višin po metriških višinskih razredih za nadomestni gozd (ploskev 8) ter bukov gozd (ploskev 9 in 11)

V bukovem sestoju je porazdelitev višin po obliki bolj podobna zvonasti krivulji, saj gre za bolj ali manj sklenjen sklep krošenj in enomernejši sestoj v primerjavi z nadomestnim gozdom. Pri bukvi je interval višin zelo širok. Vzrok temu je predvsem v panjevskemu načinu razmnoževanja bukve. Posamezne nadržale bukve obdaja več podraslih osebkov, ki v primeru poškodbe zamenjajo nadržalo bukev. Ta prilagoditev je značilna za ekstremna rastišča. Bukev v tem sestoju dosega višine macesna, kar priča o njeni konkurenčni moči na teh rastiščih (Slika 6).

V stratumu nadomestnega gozda najdemo manjše srednje drevesne višine kot v bukovem gozdu, kar dokazuje razvojno mlajši stadij. Macesen v obeh stratumih presega srednje višine ostalih dreves. Če pogledamo standardni odklon drevesnih višin lahko ugotovimo, da je najmanjši pri macesnu v bukovem gozdu, kar potrjuje njegovo enomernost (Slika 7)

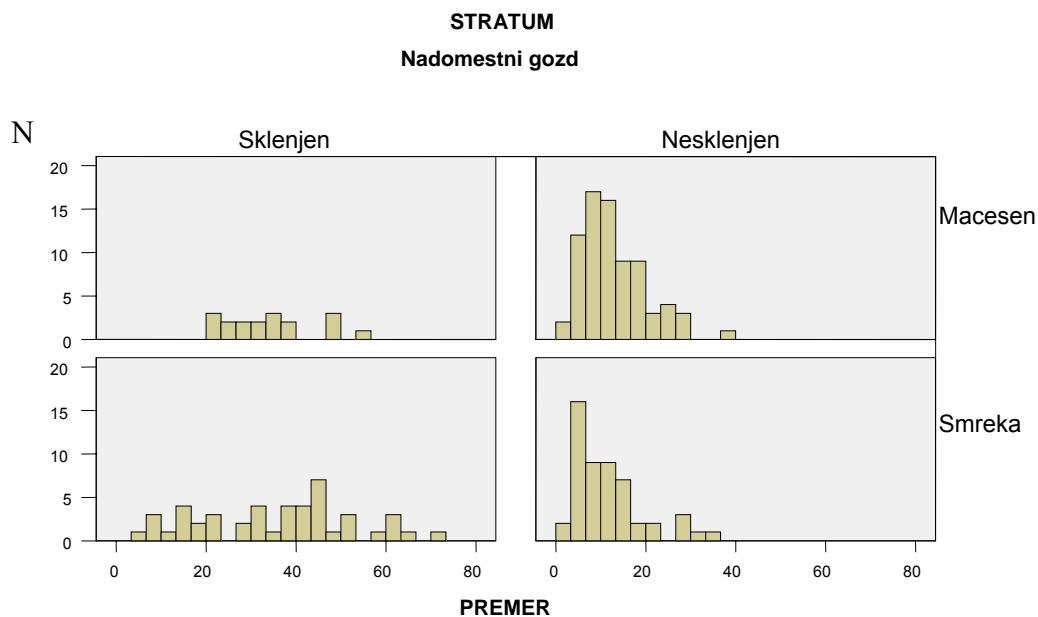


Slika 7: Srednje višine in standardni odklon drevesnih vrst za posamezni stratum

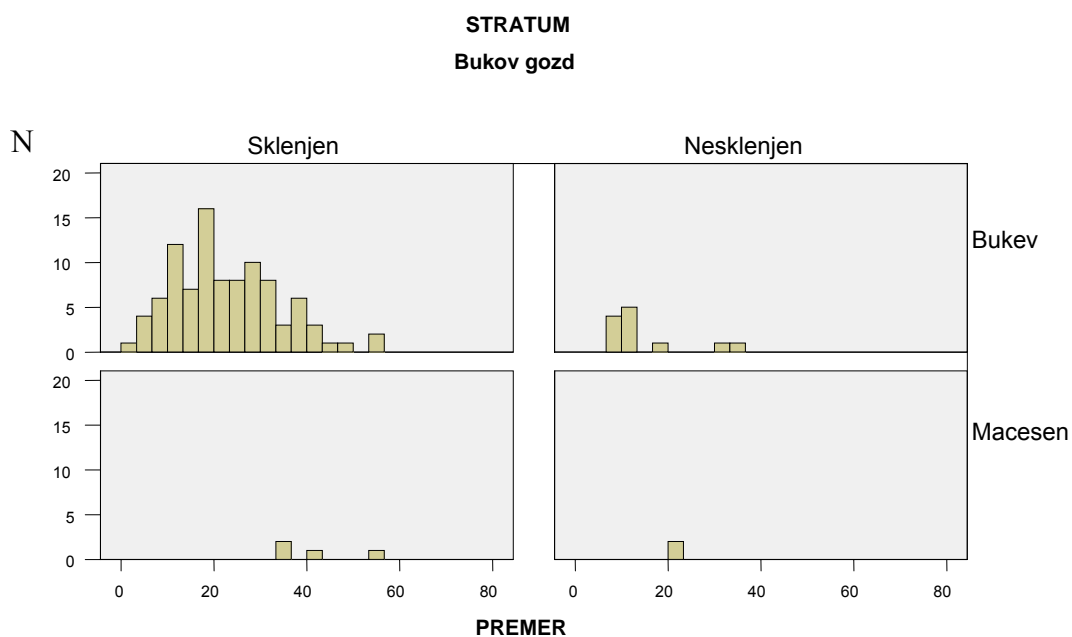
4.1.7 Porazdelitve prsnih premerov

V naravnih gozdovih lahko predpostavljamo, da imajo starejša drevesa tudi večji premer. Iz frekvenčne porazdelitve premerov lahko sklepamo o nastanku in razvoju gozda. Izrazite enomodalne porazdelitve nakazujejo enkratni nastanek gozdnih sestojev. Če je to naraven gozd, potem je nastal po večjih katastrofah. Polimodalne frekvenčne porazdelitve nakazujejo regeneracijske procese, ki so posledica epizodnih katastrof v gozdu. Kontinuiran proces razpadanja sestojev pa nakazuje negativna eksponentna frekvenčna porazdelitev premerov, v kateri so zastopani praktično vsi velikostni razredi (Diaci, 1992).

Za obe prevladujoči vrsti v nadomestnem gozdu smo analizirali frekvenčne porazdelitve prsnih premerov. V sklenjenem sestoju vidimo, da premeri smrek dosegajo večje velikostne razrede kot premeri macesna. Po obliki sta porazdelitvi podobni polimodalnim porazdelitvam. V nesklenjenem sestoju opazimo, da sta porazdelitvi levo asimetrični. Macesen dosega večje dimenzije kot smreka. V sklenjenem bukovem gozdu je porazdelitev bukve enomodalna ter rahlo asimetrična v levo. Macesen zavzema večje velikostne razrede, vendar ne presega bukve. V nesklenjenem sestoju je porazdelitev bukve podobna levo asimetrični porazdelitvi (Sliki 8 in 9).



Slika 8: Porazdelitev prsnih premerov za smreko in macesen v nadomestnem gozdu za posamezno skupino gozda v letu 2006/07



Slika 9: Porazdelitev prsnih premerov za bukev in macesen v bukovem gozdu za posamezno skupino gozda v letu 2006/07

Če pogledamo koeficiente variacije za posamezne vrste opazimo, da so koeficienti variacije večinoma višji od meje, da bi sestoje uvrstili v enomerne. Izjema je macesen v nesklenjenem bukovem gozdu. Kot je razvidno se macesen še najbolj približa enomerni zgradbi v vseh skupinah, razen v nesklenjenem nadomestnem gozdu (Preglednica 12). V našem primeru za nekatere vrste ne dobimo sprejemljivih rezultatov, ker imamo premajhno število podatkov.

Preglednica 12: Srednji premer, standardni odklon in koeficient variacije po drevesnih vrstah in skupinah gozda

	Bukov gozd					Nadomestni gozd				
	Sklenjen			Nesklenjen		Sklenjen			Nesklenjen	
	Smreka	Macesen	Bukev	Macesen	Bukev	Smreka	Macesen	Bukev	Smreka	Macesen
D_{sr}	17,67	42,26	22,67	21,50	14,33	35,57	34,11	28,00	11,50	12,81
σ	16,53	9,11	11,36	2,12	9,31	17,34	10,02	11,17	7,88	7,12
KV (%)	93,55	21,55	50,10	9,87	64,93	48,77	29,38	39,88	68,52	55,62

4.1.8 Priraščanje gozdnih sestojev

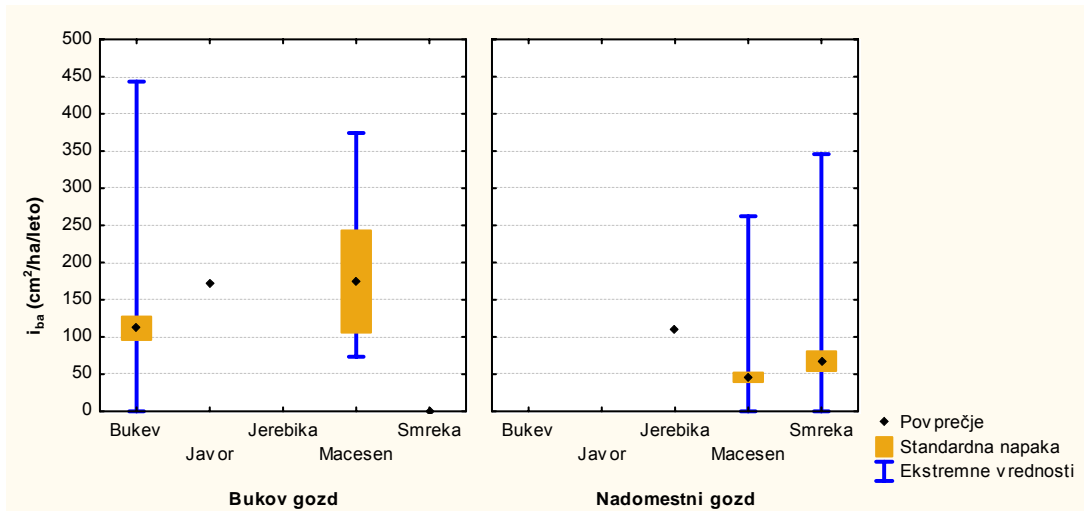
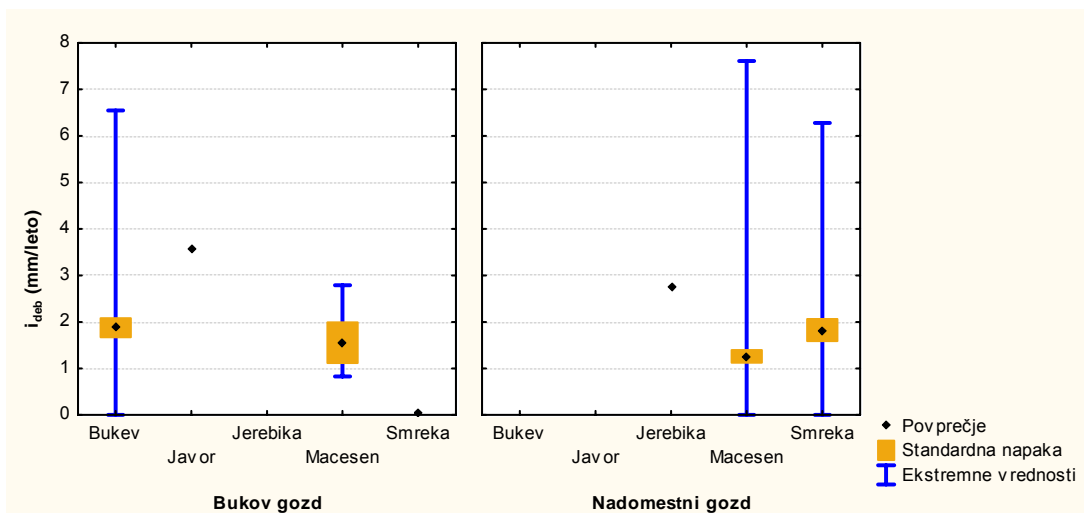
Ugotavljali smo povprečni debelinski prirastek ter povprečni volumenski prirastek za obdobje 1997-2006. Pri tem nas je zanimalo predvsem razmerje rastne moči drevesnih vrst v obravnavanih sestojih, na podlagi katere lahko sklepamo o smeri nadaljnjega razvoja sestoja.

Tekoči letni volumenski prirastek na hektar je v nadomestnem gozdu nižji (2,66 m³/ha/leto) kot v bukovem gozdu (3,66 m³/ha/leto). V bukovem gozdu glavni delež volumenskega prirastka zavzema bukev (3,24 m³/ha/leto). V nadomestnem gozdu sta volumenska prirastka smreke in macesna izenačena, nekoliko večji je prirastek macesna (1,34 m³/ha/leto) (Preglednica 11).

Preglednica 13: Povprečni letni debelinski prirastek (i_d) ter tekoči temeljnični (i_b) in volumenski prirastek (i_v) drevesnih vrst za posamezni stratum

		Bukov gozd					Nadomestni gozd			
		Smreka	Macesen	Bukev	Javor	Skupaj	Smreka	Macesen	Jerebika	Skupaj
i_d	mm/leto	0,03	1,55	1,87	3,57	1,84	1,82	1,26	2,76	1,55
i_b	m ² /ha/leto	0,00	0,07	0,49	0,02	0,58	0,35	0,35	0,01	0,71
i_v	m ³ /ha/leto	0,00	0,29	3,24	0,13	3,66	1,32	1,34	0,00	2,66

Volumenski prirastek ni zanesljiv kazalec v naši raziskavi, zato se bomo osredotočili predvsem na debelinski in temeljnični prirastek. V nadomestnem gozdu smreka dosega večje povprečne debelinske prirastke (1,82 mm/leto) kot macesen (1,26 mm/leto). V bukovem gozdu pa bukev (1,87 mm/leto) dosega večje debelinske prirastke kot macesen (1,55 mm/leto). Največje maksimalne debelinske prirastke dosega macesen (7,6 mm/leto) v nadomestnem gozdu. V bukovem gozdu pa bukev, vendar ne preseže macesna. Povprečni temeljnični prirastki drevesnih vrst so v bukovem gozdu večji kot v nadomestnem gozdu. V nadomestnem gozdu ima smreka večji povprečni in maksimalni temeljnični prirastek kot macesen (Sliki 10 in 11).

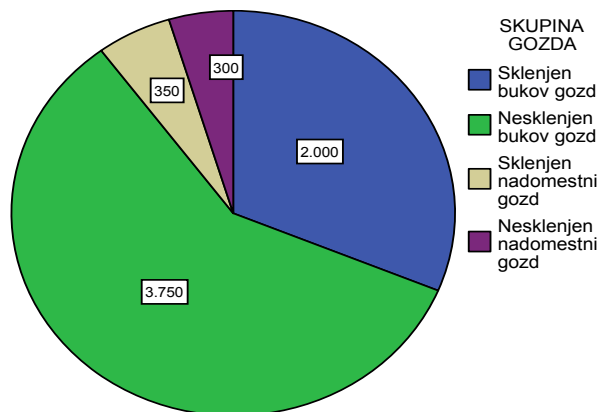
Slika 10: Povprečni temeljnični prirastki (i_b) po drevesnih vrstah za posamezni stratumSlika 11: Povprečni debelinski prirastki (i_d) po drevesnih vrstah za posamezni stratum

4.2 ANALIZA POMLAJEVANJA

4.2.1 Gostota in drevesna sestava mladja

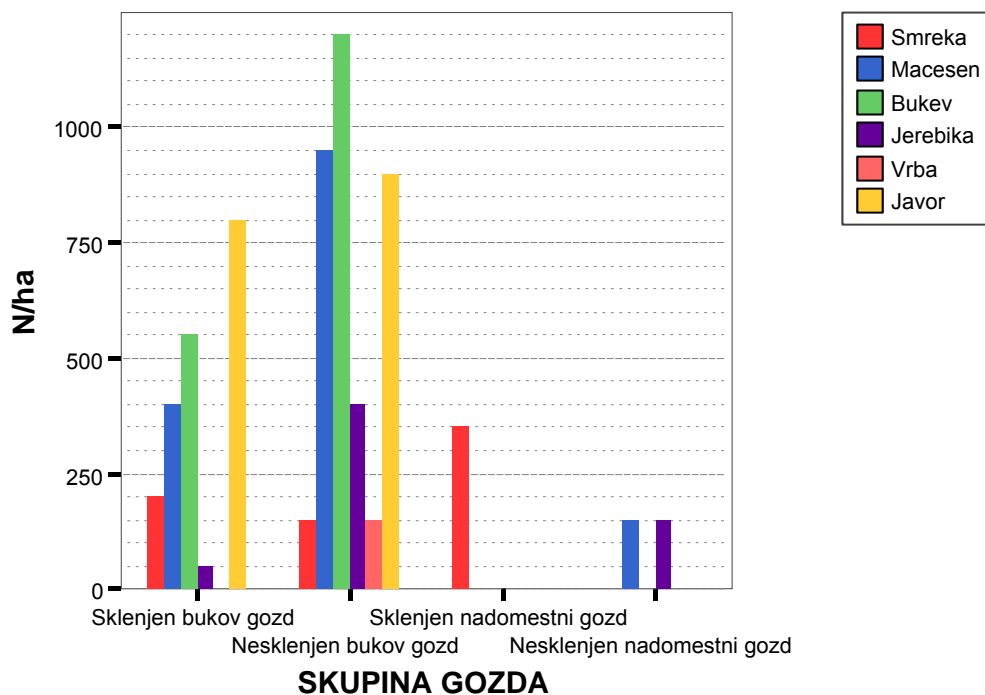
Za vsak stratum smo opravili popis mladja po metodologiji, ki je opisana v prejšnjih poglavjih.

Naslednja slika prikazuje število mladja za posamezno skupino gozda. Kot je razvidno je število mladja v nadomestnem gozdu manjše v obeh skupinah (skupno 750 osebkov). Največje število najdemo v nesklenjenem bukovem gozdu (3750 osebkov/ha) (Slika 12).



Slika 12: Število osebkov v pomladku za posamezno skupino gozda

Pri analizi drevesne sestave smo ugotovili, da imamo večje število in večjo vrstno pestrost v bukovem gozdu. V sklenjenem bukovem gozdu je največ javorja (40 %), sledita pa bukev (27,5 %) ter macesen (20 %). V nesklenjenem bukovem gozdu je največ bukve (32 %), sledi macesen (25,3 %) ter nato javor (24 %). V obeh skupinah bukovega gozda najdemo še smreko, jerebiko ter vrbo. V sklenjenem nadomestnem gozdu najdemo eno drevesno vrsto in sicer smreko. V nesklenjenem nadomestnem gozdu pa dve drevesni vrsti jerebiko ter macesen, ki sta po številu izenačeni (Slika 13).



Slika 13: Drevesna sestava pomladka za posamezno skupino gozda v letu 2007

4.2.2 Gostota pomladka glede na temeljnico odraslega sestoja

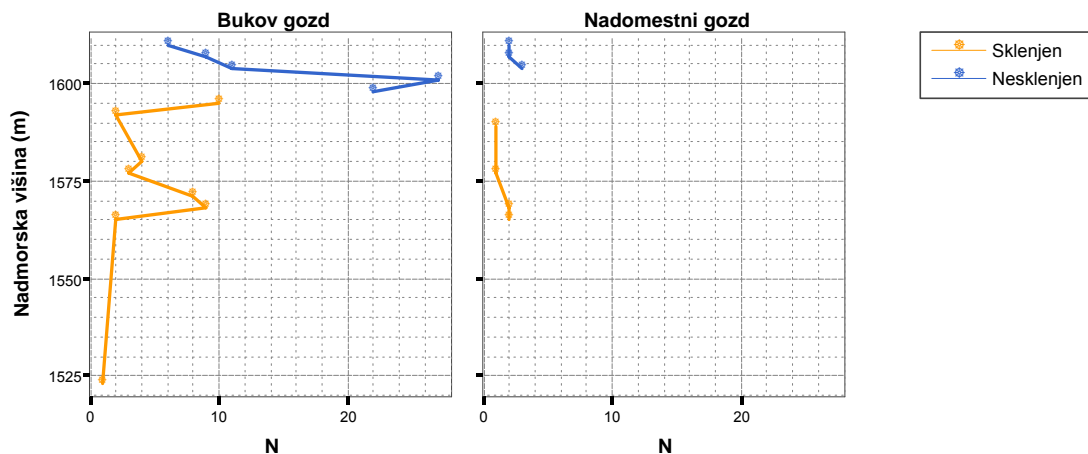
Naslednja preglednica prikazuje odvisnost med velikostjo temeljnice posamezne skupine gozda in gostoto pomladka v tej skupini gozda. Gostota pomladka naj bi bila v sorazmerju z velikostjo temeljnice, manjša temeljnica pomeni večjo gostoto pomladka. Naše raziskave tega niso dokazale. To velja za nadomestni gozd, kjer je gostota pomladka približno izenačena, medtem ko je razlika v temeljnicah velika (Preglednica 14).

Preglednica 14: Temeljnica odraslega sestoja in gostota pomladka

Stratum	Bukov gozd		Nadomestni gozd	
	Sklenjen	Nesklenjen	Sklenjen	Nesklenjen
Temeljnica	44,02	6,56	62,78	33,41
Mladje (Št/ha)	2000	3750	350	300

Zaradi razlik med temeljnicami in številom pomladka smo podrobneje analizirali število pomladka glede na nadmorsko višino v stratumu bukovih gozdov. Največje število mladja se nahaja na ploskvicah, ki se nahajajo tik pred prehodom iz sklenjenega v nesklenjen sestoj. Prav tako je število mladja v nesklenjenem sestoju največje na tem prehodu. Bukov

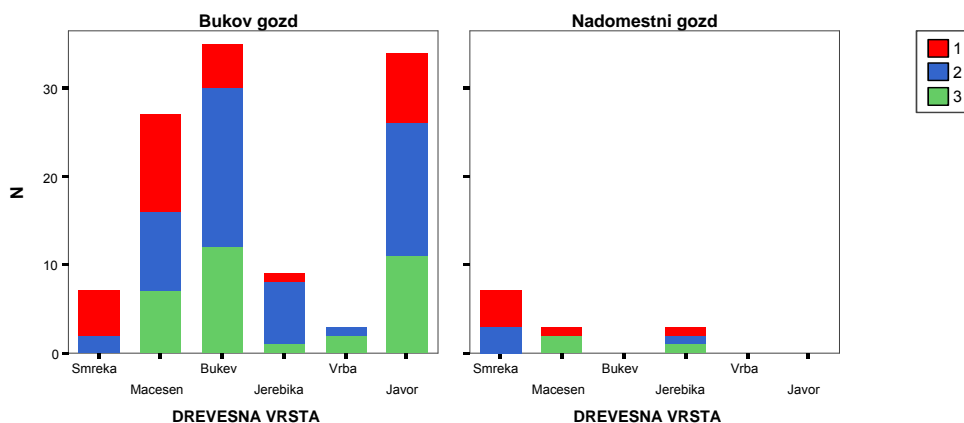
gozd ob zgornji meji tvori oster prehod med sklenjenim ter nesklenjenim sestojem, kateremu sledi plast ruševja. Na tem prehodu pa je opazno tudi največje število pomladka (Slika 14).



Slika 14: Število pomladka glede na nadmorsko višino v posameznem stratumu (označene ploskvice prikazujejo število mladja na določeni nadmorski višini)

4.2.3 Vitalnost mladja

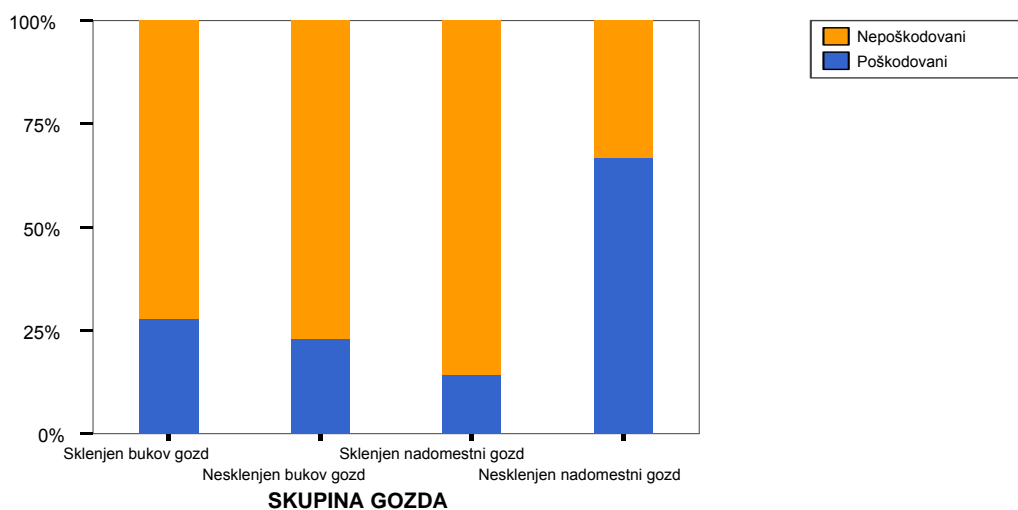
Iz naslednje slike je razvidna vitalnost mladja za posamezni stratum. V bukovem gozdu v prvem vitalnostnem razredu prevladuje macesen. Če pogledamo prvi in drugi vitalnostni razred, je število osebkov med macesnom, bukvijo in javorjem precej izenačeno. Smreka se pojavlja v prvih dveh vitalnostnih razredih. Največ osebkov slabe vitalnosti je pri bukvi in javorju. V nadomestnem gozdu je malo drevesnih vrst, prevladuje smreka, ki ima tudi najboljšo vitalnost. Najslabšo vitalnost v nadomestnem gozdu ima macesen (Slika 15).



Slika 15: Število osebkov v pomladku po drevesnih vrstah in vitalnosti za posamezni stratum

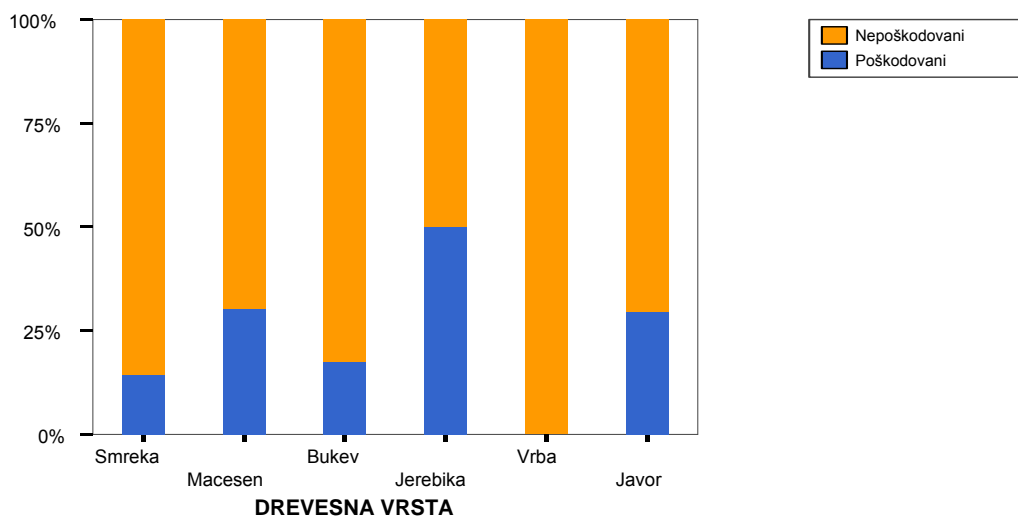
4.2.4 Poškodovanost mladja

Poleg števila in vitalnosti nas zanima tudi poškodovanost oz. objedenost posameznih drevesnih vrst. Na naslednji sliki opazimo da, najdemov nesklenjenem nadomestnem gozdu 70 % poškodovanih osebkov. V ostalih skupinah gozda je poškodovanost manjša od 30 % (Slika 16).



Slika 16: Delež poškodovanosti za posamezno skupino gozda

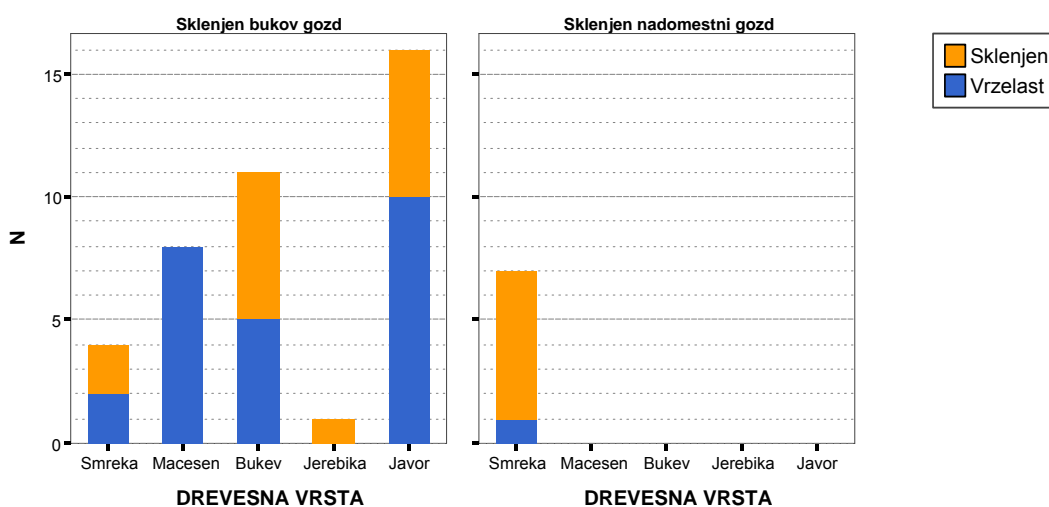
Če pogledamo poškodovanost za posamezne vrste opazimo da ima največji delež poškodovanih osebkov jerebika (50 %). Sledita ji javor in macesen s 30 %. Ostale drevesne imajo delež poškodovanih pod 25 %, najmanjši delež pa ima smreka (15 %) (Slika 17).



Slika 17: Deleži poškodovanosti pomladka po drevesnih vrstah v letu 2007

4.2.5 Pomlajevanje glede na sklep sestoja

Na vsaki ploskvici smo določili sklep krošenj sestoja. Tako smo ploskvice razdelili na tiste, ki so v vrzeli, in tiste, ki so pod sklenjenim sklepom krošenj. Tu smo se osredotočili predvsem na sklenjen sestoj in analizirali delež pomlajevanja glede na sklep krošenj. Ugotovili smo, da se večina pomladka pomlajuje v vrzelih, posebej še to velja za macesen v bukovem gozdu. Pod sklenjenim sestojem se najboljše pomlajujeta smreka in macesen ter delno tudi bukev (Slika 18).



Slika 18: Število osebkov pomladka glede na sklep sestoja za posamezni stratum

4.2.6 Višina pomladka

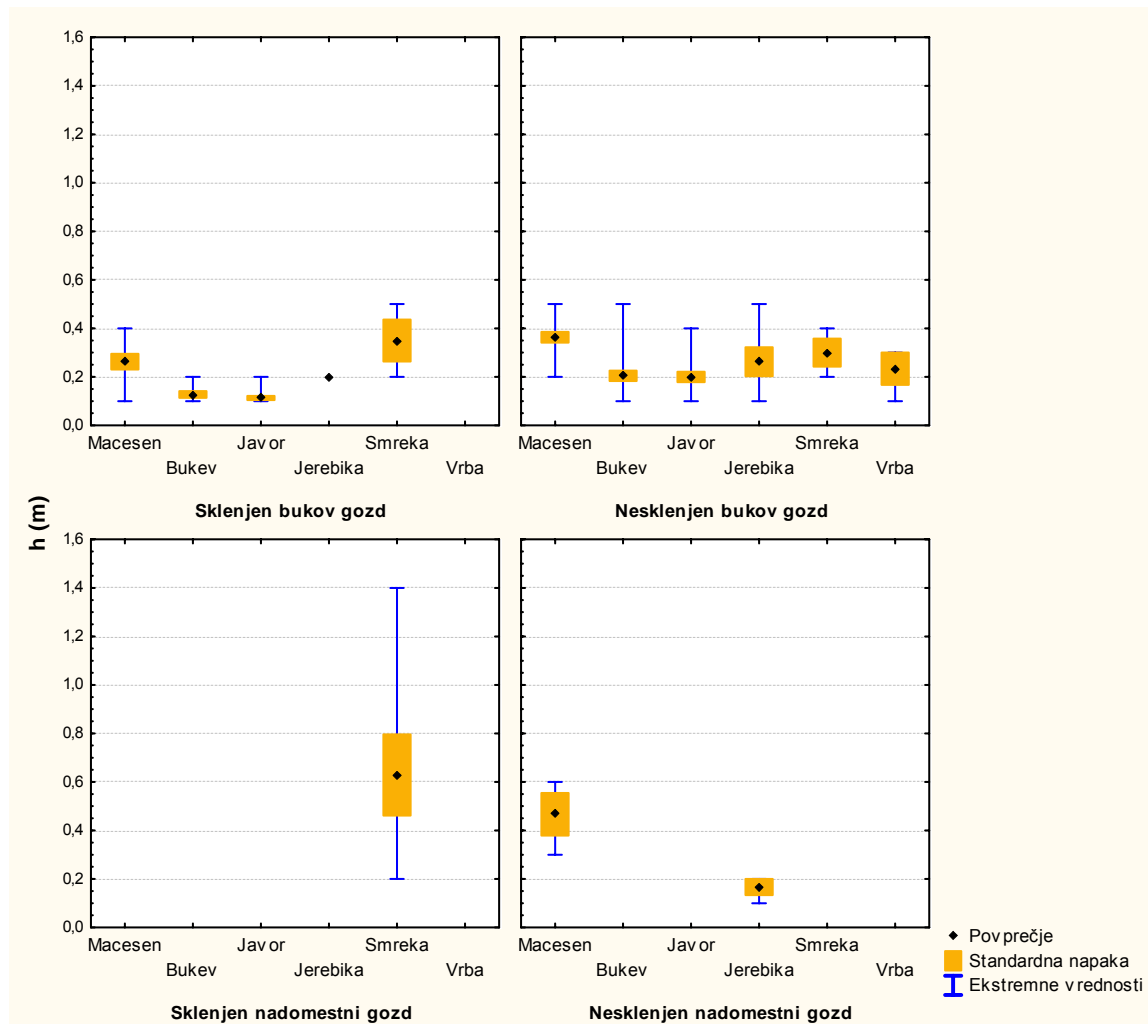
Pri analizi pomladka smo ugotovili, da imamo največje srednje višine v skupini sklenjenih nadomestnih gozdov (63 cm). Namjmanjše pa v skupini sklenjenih bukovih gozdov. Višina pomladka je v stratumu nadomestnih gozdov večja kot v bukovem (Preglednica 14).

Preglednica 14: Srednja višina pomladka za posamezno skupino gozda

Višina	Sklenjen bukov gozd	Nesklenjen bukov gozd	Sklenjen nadomestni gozd	Nesklenjen nadomestni gozd
Arit. sredina (cm)	18,00	25,00	63,00	32,00
Stand. odklon	11,00	12,00	44,00	19,00
KV (%)	61,11	48,00	69,84	59,38

Pri posameznih vrstah največjo višino dosega smreka v vseh skupinah gozda. V stratumu bukovih gozdov javor in bukev zavzemata najnižje intervale vrednosti (10-20 cm).

Macesen in smreka v stratumu bukovih gozdovih zavzemata največje vrednosti (30-40 cm). V nadomestnem gozdu dosega pomladek v povprečju večje višine kot v bukovem gozdu. Največjo maksimalno višino pa dosega smreka (1,4 m) v nadomestnem gozdu (Slika 19).



Slika 19: Aritmetične sredine ter ekstremne vrednosti višin pomladka za posamezno skupino gozda

5 RAZPRAVA IN SKLEPI

5.1 RAZPRAVA

5.1.1 Razvoj bukovih gozdov z macesnom ob zgornji gozdni meji

Proučevani ostanek bukovih gozdov na skrajnostnih rastiščih priča o večji razširjenosti teh gozdov v preteklosti. Ti predeli so bili že zgodaj zanimivi za pašništvo, zato so se ohranili samo na rastiščih, kjer je bila paša zaradi konfiguracije terena otežkočena. Verjetno pa je, da so ti gozdovi v preteklosti zavzemali relativno malo prostora, predvsem na južnih pobočjih, drugje pa naj bi prevladoval tip zgornje gozdne meje z macesnom in smreko (Diaci, 1992). Nekateri avtorji (npr. Fanta, 1981) obravnavajo subalpinske bukove gozdove kot nekakšne relikte iz časov večje razširjenosti bukve v subatlantiku.

Sestoji se nahajajo nad dolino Lučke Bele na nadmorski višini (1500-1580 m) na strmih in težje dostopnih pobočjih (Diaci, 1992, 1998). V bližnjem rezervatu Polšak so najvišje ležeče osebke bukve zasledili na višini 1550 m. Sestoje z bukvijo pa še nekoliko nižje na 1500 m (Firm, 2006). V Julijskih Alpah nad Bohinjem se bukovi sestoji nahajajo na nadmorski višini 1400-1530 m (Kadunc in Rugani, 1998). V Apeninih najdemo bukove gozdove na nadmorski višini 1600-1900 m. Za tam rastoče bukve, ki dosegajo starost 500 let, menijo, da so najstarejša listopadna drevesa na severni polobli. Ta drevesa imajo izredno majhen debelinski prirastek, ki je posledica kratke vegetacijske dobe ter značilne mediteranske poletne suše (Piovesan in sod., 2005).

Bukovi gozdovi v subalpskem pasu poraščajo strma pobočja, za katera je značilna obilica snega in snežni plazovi, kar se odraža v značilni ukrivljeni rasti bukve in macesna (Fanta, 1981). Glavna tvorca biomase sta bukev in macesen. Smreke je v teh sestojih malo. Uspešno uveljavljanje bukve je nedvomno povezano z njeno prilagodljivostjo ravnim razmeram. Fanta (1981) navaja dva glavna dejavnika za uveljavljanje bukve na skrajnostnih rastiščih in to sta: manjša občutljivost na procese vegetativnega razmnoževanja ter šopasta prostorska razmestitev. Kombinacija obeh dejavnikov pa omogoča stalno obnovo in obstoj sestoja. Na zgornji gozdni meji v rezervatu Polšak so odkrili izrazito šopasto strukturo (bukovi šopi okrog nadržanih macesnov), za katero domnevajo, da ni posledica zaostrenih ekoloških razmer. Najverjetneje je posledica antropozoogenih vplivov ali specifičnega načina nastanka. Rezultati analize razmestitve bukovih osebkov nad Lučko Belo pa niso imeli tako izrazite šopaste zgradbe, čeprav

uspevajo na skrajnostnih rastiščih (Firm, 2006). Zanimiva je tudi vertikalna strukturiranost sestojev, saj se macesen pojavlja izključno v zgornjem sloju, kar je razumljivo glede na njegov svetloljuben značaj, medtem ko bukev najdemo v vseh slojih. Smreka se pojavlja le v spodnjih slojih. Neuspešnost uveljavljanja smreke v teh sestojih lahko pripišemo konkurenčni moči bukve (plastičnost krošnje). Pri analizi drevesne sestave nismo opazili bistvenih sprememb v preteklem obdobju. Macesen in bukev ohranjata enak delež. Porazdelitev višin v bukovem gozdu dokazuje veliko konkurenčno moč bukve v primerjavi z macesnom, saj bukev dosega enake višine kot macesen. Kljub temu macesen ohranja enak delež v drevesni sestavi, kar kaže na to, da so ti sestoji nastali po večji naravni ali antropogeni motnji, po kateri se je macesen s svojo hitro nasemenitvijo in naglo rastjo v mladosti uspešno uveljavil. To domnevo potrjuje tudi enomerna zgradba populacije macesna. O nagli rasti macesna v mladosti priča višina macesnovega pomladka v bukovem gozdu. O uspešnosti uveljavljanja macesna na tem območju priča tudi manjši delež macesna v nižje ležeči združbi *Abieti-Fagetum* (Diaci, 1992).

Zanimiva je primerjava bukovich gozdov v Beli s srednjevropskimi subalpinskimi bukovimi gozdovi z javorom (*Aceri-Fagetum*). Obe skupini gozdov sestavljata sencozadržna bukev in svetloljubna drevesna vrsta. V bukovich pragozdovih v Apeninih se poleg bukve pojavlja javor, ki se pomlajuje v večjih vrzelih. Vendar ga bukev tekom razvoja popolnoma izrine, tako da nastanejo čisti bukovi sestoji (Piovesan in sod., 2005). Analiza porazdelitev prsnih premerov in višin nakazuje, da je bukovi sestoj v primerjavi z nadomestnim gozdom v starejši fazi razvoja. Kompeticija med osebki je končana, kar prikazuje manjši delež mrtvih dreves. Prav tako je manjši delež mrtvih dreves posledica hitrejšega razpadanja listavcev ter velikih naklonov terena.

Bukovi gozdovi z macesnom na zgornji gozdni meji kažejo izredno prilagodljivost na rastiščne razmere. Stabilnost teh sestojev nakazuje tudi veliko število pomladka. Nadaljni razvoj teh gozdov bo odvisen predvsem od tipa motenj. V primeru velikopovršinske motnje lahko pričakujemo poleg bukve večji delež svetloljubnih vrst (macesen, javor), katerih delež pa se bo v nadaljnjem razvoju gozda zmanjševal. Analiza pomlajevanja prikazuje večji delež bukve v prihodnjem razvoju, tako da lahko hipotezo o naraščanju deleža bukve potrdimo. Edina vrsta, ki se lahko kosa s tekmovalno močjo bukve, je macesen. Višine drevesnih vrst v pomladku prikazujejo določeno prednost macesna pred

ostalimi vrstami in bo v primeru motnje zaradi hitre rasti v mladosti ponovno zavzel zgornji položaj.

5.1.2 Razvoj nadomestnih gozdov smreke in macesna ob zgornji gozdni meji

Ti gozdovi so posledica poteka naravne sukcesije na ogolelih pašnih površinah (Diaci, 1992). Različni sukcesijski in razvojni stadiji vegetacije so med seboj mozaično prepleteni brez ostrih prehodov (Dullinger in sod., 2005). Sukcesija na ogolelih alpskih površinah poteka najprej z uveljavljanjem rušja, ki zaščiti tla in prepreči nadaljnjo degradacijo tal (Risch in sod., 2003). Rušju se na mestih z ugodnimi mikroklimatskimi ter talnimi razmerami pridruži macesen, ki tvori šope. Mestoma se macesnu že med rušjem pridružita smreka in jerebika. Rušje pod macesnovimi krošnjami prične propadati in sčasoma zaradi pomanjkanja svetlobe izgine (Diaci, 1992).

Glavna tvorca biomase sta macesen in smreka, v manjšem deležu najdemo še jerebiko ter bukev. O večji vlogi listavcev v teh gozdovih priča tudi velika številčnost in stanovitnost vrst značilnic listnatih gozdov (*Fagetalia, Quercus - Fagetea*) (Diaci, 1992). Smreki za naselitev ustrezajo ekološke razmere v zavetju predraslih macesnov, saj je glede mikrorastiščnih razmer pri pomlajevanju bolj zahtevna (Firm, 2006). Tekom razvoja gozda se smreka vrašča med osebke macesna, ki pa je izjemno občutljiv na zasenčitve krošnje, zato v socialnem boju s smreko v danih razmerah nima možnosti. Večja konkurenčnost smreke v nadomestnih gozdovih se kaže tudi v dolžini krošnje, saj tvori globoke krošnje, do katerih v redkih macesnovih sestojih prihaja dovolj svetlobe (Diaci, 1992).

Naše raziskave potrjujejo večjo vlogo smreke v prihodnosti v teh gozdovih. V prid tej domnevi pričajo naslednje ugotovitve:

- V preteklem obdobju se je delež smreke povečal, tako v številu, lesni zalogi in temeljnici.
- Spremembe v socialnih položajih prav tako kažejo povečanje smreke v sloju nadvladajočih dreves.
- V sklenjenem nadomestnem sestoju, ki je glede na porazdelitev prsnih premerov razvojno starejši, glavni delež temeljnice zavzema smreka.
- Večji povprečni debelinski in temeljnični prirastki smreke.

- Analiza socialnih položajev in vitalnosti prikazuje večjo sposobnost preslojevanja smreke.
- Večji delež macesna v odmrli lesni masi.

Nesklenjen nadomestni gozd predstavlja mlajši sukcesijski stadij, ki se je razvil na bukovih rastiščih. V prid tej domnevi pričajo naslednje ugotovitve:

- Visoka gostota dreves v primerjavi z drugimi ploskvami.
- Visok temeljnični prirastek 0,71 m²/ha/leto.
- Porazdelitev višin nakazuje mlajši razvojni stadij raznomerne zgradbe.
- Manjša srednja višina kot v bukovem gozdu.

V nadomestnem gozdu imamo večji delež odmrlih dreves kot v bukovem gozdu. Prevladujejo predvsem mrtva stoječa drevesa, kar je posledica intenzivne bitke za socialni položaj ter počasnejšega razpadanja lesa iglavcev (predvsem macesna). To počasno razpadanje lesne mase pa je ekološka prilagoditev na ekstremne razmere, saj zagotavlja stalen pretok energije v visokogorskih gozdovih. Višina lesene zaloge je podobna kot so jo ugotovili drugi avtorji v Sloveniji na podobni nadmorski višini (Počkar in Stritih, 1987; Primožič, 2001; Pagon, 2004). V raziskavah v gozdnem rezervatu Polšak in na južnih pobočjih Raduhe so bile ugotovljene višje lesne zaloge ob zgornji gozdni meji (Jakop in Kosmač, 1997, Firm, 2006). Kotar (1998) navaja proizvodno sposobnost 2,6 do 4,7 m³/ha/leto za gozdove macesna in smreke ob zgornji gozdni meji. Razlike med posameznimi območji so verjetno posledica različnih sukcesijskih stadijev ter podnebnih razmer (Firm, 2006).

Analiza prostorske razmestitve nadomestnih gozdov ob zgornji gozdni meji v rezervatu Polšak (1800 m n.m.v) je ugotovila, da osebki težijo k šopasti zgradbi oz. da so drevesa del šopa ki je nastal tekom sukcesije med rušjem (Firm, 2006). Drevesa ob alpski gozdni meji potrebujejo za svojo rast in razvoj večji rastni prostor, kar se kaže v vrzelasti zgradbi. Prav ta zgradba pa je pogoj za uspešno uveljavljenje smreke. Čisti macesnovi sestoji kljub visoki nadmorski višini težijo k enakomerni zgradbi ter enomerni zgradbi glede višin dreves, kar je odraz izrazite svetloljubnosti macesna. Enomernost je izražena kljub razlikam v starosti dreves (Diaci, 1992).

Prihodnji razvoj gozdov bo odvisen od vrste in intenzivnosti naravnih motenj ter uspešnosti pomlajevanja v povezavi s vplivom divjadi. Domnevamo, da se bo delež

smreke še naprej počasi povečeval in da bo na mestih z ugodnejšimi rastiščnimi razmerami nadomestila macesen (Motta in Edouard, 2005). Na nekdanjih pašnikih se klimaksne vrste uveljavljajo zelo počasi, saj lahko traja sukcesijski razvoj od 100 do 500 let. V nadaljnjem razvoju lahko pričakujemo sobivanje obeh vrst, saj obe vrsti zavzemata različne niše v ekološko zaostrenih pogojih ter se razlikujeta v načinu pomlajevanja in dolgoživosti (Firm, 2006).

5.1.3 O pomlajevanju ob zgornji gozdni meji

Uspeh za pomladitev določene drevesne vrste je odvisen od tipa tal, zastrtosti, nanoreliefa, staleža rastlinojede divjadi, konkurence v koreninskem pletežu, številčnosti glodalcev in še mnogih drugih dejavnikov. Navsezadnje je velikega pomena tudi naključnost (Diaci, 1992).

Razlogov za večjo gostoto pomladka v bukovem gozdu je več. Bukov gozd ob gozdni meji tvori oster prehod v nesklenjen sestoj. Zadnje bukve pred mejo gozda še dosegajo višino 15 m in več. Pas ruševja se nahaja nekoliko višje, prav na tem prehodu pa je največja gostota pomladka. Domnevamo, da so bukovi gozdovi zaradi svoje lege v pokrajini bolje presvetljeni od strani kot nadomestni gozdovi. Možen vzrok pa so tudi boljše talne razmere. Mrtva substanca listavcev zaradi manjše vsebnosti hidrofobnih substanc v tkivu zagotavlja zadrževanje vode, ki pa je zaradi velikih naklonov terena za pomlajevanje še kako pomembna.

Majhna gostota pomladka v nadomestnih gozdovih je posledica velike gostote dreves odraslega sestoja. Nadomestni gozd ima postopen prehod v nesklenjen sestoj, v katerem pa se še nahajajo posamezni otočki ruševja. Velika gostota dreves ter rušje tvorijo veliko zastrtost in konkurenčnost v tleh, zaradi tega je razvoj pomladka otežkočen. Glede na to, da se sestoji obeh stratumov nahajajo skupaj, bi pričakovali tudi določen delež bukve. Naša raziskava tega ni potrdila. Vzrok temu je večja teža bukovega semena in velik naklon terena, kar onemogoča prenos semena z vetrom.

5.1.4 O potencialni višini alpske gozdne meje ter vplivu podnebnih sprememb na njen razvoj

Klimatska zgornja meja Slovenskih Alpah poteka na nadmorski višini 1800 m. Najvišje sega zgornja gozdna meja na Križevniku, kjer se sestojni sklep pretrga na višini 1840 m. Pričakujemo dvigovanje višine zgornje gozdne meje. O tem pričajo visoke lesne zaloge in priraščanje sestojev ob zgornji gozdni meji. Firm (2006) ugotavlja enakomerno zgradbo nadomestnih gozdov ob aktualni zgornji gozdni meji v bližnjem gozdnem rezervatu Polšak, kar potrjuje domnevo, da nimamo opravka s klimatsko gozdno mejo, na kateri prevladuje izrazita šopasta zgradba. Zmanjšuje se tudi intenziven antropogen vpliv na visokogorske ekosisteme. V primeru odsotnosti večjih naravnih motenj lahko pričakujemo izrazito progresijo gozdne meje.

Odziv drevja na zgornji gozdni meji je zaradi ekstremnosti rastišč specifičen in zaradi občutljivosti na spremembe okoljskih razmer primeren za proučevanje klime in njenih sprememb. Gozdno mejo sestavlja majhno število drevesnih vrst, kar nam zaradi kompleksnosti gozdnih ekosistemov omogoča lažje proučevanje razvojne dinamike. Za ugotavljanje vpliva klimatskih sprememb je pomembno poznavanje pretekle zgodovine gozdnih sestojev oz. rastišč (Firm, 2006). Interpretacija sprememb je otežena zaradi hkratnega intenzivnega opuščanja paše in začetka podnebnega segrevanja na koncu 19. in v začetku 20. stoletja. Vpliv se bo izraziteje kazal v horizontalnem premeščanju vrst oz. zavzemanju različnih ekoloških niš, medtem ko bo vpliv na višino zgornje gozdne meje manj pomemben. Razlike v odzivu posameznih rastlinskih vrst na spremenjene ekološke razmere bodo vidne predvsem v njihovi sposobnosti širjenja ter v konkurenčni moči v fazi pomlajevanja (Dullinger in sod., 2005). Raziskave o odzivu širine branik na klimo ob zgornji gozdni meji v Sloveniji so pokazale, da nadpovprečne junijske in julijske temperature ugodno vplivajo na širine branik macesna. Predvidevajo, da bo povečevanje temperature imelo negativne posledice na rast macesnov ob zgornji gozdni meji, kar bo vodilo do nepovratnih procesov v drevju in sestojih, te pa naj bi vodile v propad ekosistemov ob zgornji gozdni meji (Levanič, 2005).

5.2 SKLEP

Bukovi gozdovi z macesnom kot klimaksna združba ob zgornji gozdni meji kažejo izredno prilagodljivost na dane ekološke razmere. Bukev tvori glavni delež v drevesni sestavi. Poleg bukve se v odraslem sestoju pojavlja še macesen, ki se edini lahko kosa s konkurenčno močjo bukve. V proučevanem raziskovalnem obdobju je macesen ohranil enak delež v drevesni sestavi. Večji delež pomladka je posledica lege v pokrajini in ostrega prehoda sestoja v pas ruševja. Bukovi gozdovi ob zgornji gozdni meji so razvojno starejši kot nadomestni gozdovi in bi jih lahko uvrstili v pozni optimalni stadij. V primerjavi z nadomestnimi gozdovi bukovi gozdovi kažejo večjo stabilnost v primeru večjih naravnih motenj. Nadomestne gozdove sestavljata dve drevesni vrsti: smreka in macesen. V začetnih stadijih sukcesije v teh gozdovih glavni delež v drevesni sestavi zavzema macesen. Macesen ustvari pogoje za uspešno naselitev klimaksnih vrst. Kot klimaksne vrste se uspešno uveljavljata smreka in cemprin (*Pinus cembra*). Slednji se pojavlja predvsem v zahodnih predelih alp v Evropi (Didier, 2001). V nadaljnjem razvoju sestoja klimaksna vrsta prevlada nad svetloljubnim macesnom. Naselitev drevesnih vrst na ogolele alpske površine poteka v smeri: grmičasto ruševje, svetloljubne vrste (macesen, javor injerebika), polsvetloljubne vrste (smreka in cemprin) in sencozdržna vrsta (bukve in jelka). Vendar je uveljavljanje bukve v subalpinskem pasu otežkočeno zaradi težkega semena bukve in velikih naklonov. Prav tako je za razvoj bukve potrebna južna lega in mediteranski vpliv (veliko padavin). Zaradi ostrih ekoloških razmer je trajanje sukcesijskih stadijev nadomestnih gozdov zelo dolgo. V preteklosti pa so bili ti gozdovi tudi umetno zadržani na tem stadiju zaradi paše na tem območju. Podoba subalpinskih gozdov pa je odvisna tudi od tipa naravnih motenj. Večjepovršinske motnje (npr. vetrolomi in požari) so pogoste na tem območju, zaradi tega lahko pričakujemo večji delež svetloljubnih vrst. Kot kaže, bodo nadomestni gozdovi še nekaj časa stalnica v alpskem prostoru.

6 POVZETEK

Na jugozahodnem pobočju Lastovca v Savinjskih alpah smo proučevali zgradbo in razvoj naravnega bukovega gozda in nadomestnega gozda macesna in smreke ob zgornji gozdni meji (1600 m n.m.v.). Na treh ploskvah so bile opravljene meritve v letih 1991, 1997 in 2006. V letu 2007 smo dodali še tri ploskve in opravili meritve. Geološko podlago tvorijo svetlo sivi kristalasti apnenci, na katerih so se razvile skromne skeletne rendzine s surovim humusom. Nagib je strm (35-39°). Za območje je značilna velika količina padavin in kratka vegetacijska doba. V preteklosti je bila tu intenzivna paša, kar se še danes kaže v strukturi in sestavi gozdov na tem območju.

V raziskavi smo se osredotočili na sestoje ob zgornji gozdni meji. Sestoje smo razdelili na dva stratuma. Vsak stratum pa še na dve skupini glede na sklenjenost sestoja. V posameznem stratumu smo opravili meritve po metodologiji iz leta 1992 (Diaci, 1992). Poleg tega smo opravili še analizo pomlajevanja na pomlajevalnih ploskvicah (2×2 m). V pomladku smo analizirali drevesne vrste, vitalnost, višino, poškodovanost in sklep sestoja. V rezultatih primerjamo in analiziramo: razvoj števila in lesne zaloge glede na stanje lesne biomase ter glede na drevesno sestavo, spremembe po socialnih plasteh, vitalnost, porazdelitev višin in premerov ter priraščanje sestojev za posamezni stratum. Pri analizi pomlajevanja smo za posamezno skupino gozda določili: gostoto, drevesno sestavo, analizo vitalnosti, poškodovanost in analizo višin pomladka.

Rezultati analize zgradbe in razvoja bukovih gozdov kažejo, da ni večjih sprememb v drevesni sestavi glede na preteklo obdobje. Macesen se uspešno upira tekmovalni moči bukve. Analiza porazdelitve prsnih premerov, višin ter priraščanja potrjujejo, da gre za starejši optimalni razvojni stadij gozda. Največji delež v pomladku ima bukev, sledita javor in macesen, kar potrjuje domnevo o večji vlogi bukve v prihodnosti. V bukovem gozdu je bila ugotovljena večja gostota pomladka kot v nadomestnem gozdu. Razlogov zato je več: lega mikrorastišč, oster prehod v nesklenjen sestoj, manjša konkurenca za razvoj koreninskega sistema in boljše talne razmere. Rezultati analize zgradbe in razvoja gozda potrjujejo, da so gozdovi macesna in smreke mlajši sukcesijski stadij, ki se je razvil na rastišču bukovega gozda z macesnom. Sukcesija na teh rastiščih poteka v smeri prevlade smreke nad macesnom in v nadaljevanju v smeri vračanja listavcev. V nadomestnem gozdu je pomlajevanje skromno. V pomladku najdemo tri drevesne vrste macesen, smreko in

jerebiko. Prav tako bi v nadomestnem gozdu pričakovali v pomladku bukev. Razlog da bukve ni, je predvsem v teži njenega semena in velikih naklonov terena in s tem težjega prenosa z vetrom. Majhna gostota pomladka pa je posledica tudi velikega števila dreves v odraslem sestoju ter visoke temeljnice. Trajanje sukcesijskega stadija nadomestnih gozdov v subalpinskem pasu je zaradi zaostrenih ekoloških razmer in več stoletij trajajočega človekovega vpliva dolgotrajno. Za oba stratuma gozdov trenutna višina gozdne meje še ne predstavlja meje uspevanja. V prihodnosti se bo meja še dvigala.

7 VIRI

Diaci J. 1992. Zgradba in razvoj naravne visokogorske in podalpinske gozdne vegetacije na Dleskovški planoti v Savinjskih Alpah: magistrsko delo (Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire). Ljubljana, samozal.: 158 str.

Diaci J. 1994. Spreminjanje naravne gozdne vegetacije ob višinskem gradientu Veže – Dleskovške planote v Savinjskih Alpah. Zbornik gozdarstva in lesarstva, 44: 45-84.

Diaci J. 1998. Primerjava zgradbe in razvoja naravnega bukovega gozda in nadomestnega gozda macesna in smreke ob zgornji gozdni meji v Savinjskih Alpah. V: Gorski gozd - zbornik referatov, XIX. gozdarski študijski dnevi. Diaci J. (Ur.). Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 313-336.

Didier L. 2001. Invasion patterns of European larch and Swiss stone pine in subalpine pastures in the French Alps. *Forest ecology and management*, 145: 67-77.

Dullinger S., Dirnböck T., Köck R., Hochbichler E., Englisch T., Sauberer N., Grabherr G. 2005. Interactions among tree-line conifers: differential effects of pine on spruce and larch. *Journal of ecology*, 93: 948-957.

Fanta J. 1981. *Fagus silvatica* L. Und das *Aceri* Fagetum an der alpinen Waldgrenze in Mitteleuropäischen Gebirgen. *Vegetatio*, 44: 13-24.

Firm D. 2006. Razvoj visokogorskih gozdov v rezervatu Polšak: diplomsko delo. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 71 str.

Jakop I., Kosmač L. 1997. Zgornja gozdna meja na južnem pobočju Raduhe: diplomsko delo. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 98 str.

Kadunc A., Rugani T. 1998. Zgornja gozdna meja v Notranjem Bohinju: diplomsko delo. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 123 str.

Kladnik A. 1981. Gospodarski gozd – bivalni prostor divjega petelina (*Tetrao urogallus*): diplomsko delo. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 77 str.

Kotar M. 1980. Rast smreke (*Picea abies* (L.) Karst) na njenih naravnih rastiščih v Sloveniji. (Strokovna in znanstvena dela, 67). Ljubljana, Inštitut za gozdno in lesno gospodarstvo: 250 str.

Kotar M. 1998. Proizvodna sposobnost visokogorskih in subalpinskih gozdnih rastišč ter zgradba njihovih gozdov. V: Gorski gozd - zbornik referatov, XIX. gozdarski študijski dnevi. Diaci J. (Ur.). Ljubljana, BF, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 109-124.

Levanič T. 2007. Odziv macesnov (*Larix decidua* Mill.) na klimo ob zgornji gozdni meji in prognoze razvoja debelinskega prirastka v luči klimatskih sprememb. V: Podnebne

spremembe. Jurc M. (Ur.). Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 305-315

Manohin V. 1974. Klimatska analiza za širše območje GG Nazarje. V: Vegetacijska in rastiščna analiza za GGE Luče: elaborat. Ljubljana, Biološki inštitut J. Hadžija pri SAZU: 13 str.

Marinček L., Puncer I., Zupančič M. 1974. Vegetacijska in rastiščna analiza za GGE Luče, družbeni gozdovi. Ljubljana, Biološki inštitut J. Hadžija pri SAZU: 73 str.

Motta R., Edouard J. L. 2005. Stand structure and dynamics in a mixed and multilayered forest in the Upper Susa Valley, Piedmont, Italy. Canadian journal of forest research, 35: 21-36.

Pagon R. 2004. Zgornja gozdna meja na Mangartu: diplomsko delo (Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire). Ljubljana, samozal.: 64 str.

Piovesan G., Di Filippo A., Alessandrini A., Biondi F., Schirone B. 2005. Structure, dynamics and dendroecology of an old-growth *Fagus* forest in the Apennines. Journal of Vegetation Science, 16: 13-28.

Počkar B., Stritih J. 1987. Strategija rasti gozda na zgornji gozdni meji – primerjava med Dinaridi in Julijskimi Alpami: diplomsko delo. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 64 str.

Primožič J. 2001. Zgornja gozdna meja nad Lipanco v Julijskih Alpah: diplomsko delo. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 64 str.

Risch A. C., Nagel L. M., Schütz M., Krüsi B. O., Kienast F., Bugmann H. 2003. Structure and Long term development of Subalpine *Pinus montana* Miller and *Pinus cembra* L. Forests in the Central European Alps. Forstwissenschaftliches Centralblatt, 122: 219-230.

Robič D. 1992. Vegetacijska tabela popisov raziskovalnih ploskev na Dleskovški planoti s komentarjem. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: tipkopolis.

Robič D. 1998. Gorski gozd v Sloveniji, poizkus opredelitve in nekatere posebnosti ravnanja z njim. V: Gorski gozd - zbornik referatov, XIX. gozdarski študijski dnevi. Diaci J. (Ur.). Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 1-16.

Rozman A. 2008. Dinamika razvoja zgornje gozdne meje in ekološka vloga rušja (*Pinus mugo* Turra) v sekundarni sukcesiji v Julijskih in Savinjskih alpah: doktorska disertacija (Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire). Ljubljana, samozal.: 127 str.

Tranquillini W. 1979. Physiological ecology of the alpine timberline: tree existence at high altitudes with special reference to the European Alps. Berlin, Springer Verlag: 137 str.

Wraber M. 1963. Gozdnogojitveni elaborat za območje GG Nazarje. Ljubljana, Biološki inštitut J. Hadžija pri SAZU: 73 str.

ZAHVALA