

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

Kristijan KOŠIR

**MEDVRSTNA KONKURENCA V ODRASLIH,
MEŠANIH SESTOJIH NA JELOVO-BUKOVIH
RASTIŠČIH V LESKOVI DOLINI**

Diplomsko delo
Visokošolski strokovni študij – 1. stopnja

Ljubljana, 2016

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

Kristijan KOŠIR

**MEDVRSTNA KONKURENCA V ODRASLIH, MEŠANIH SESTOJIH
NA JELOVO-BUKOVIH RASTIŠČIH V LESKOVI DOLINI**

Diplomsko delo
Visokošolski strokovni študij – 1. stopnja

**INTERSPECIES COMPETITION IN MATURE, MIXED FOREST
STANDS ON FIR – BEECH SITES IN THE LESKOVA DOLINA**

B. SC. THESIS
Professional Study Programmes

Ljubljana, 2016

Diplomsko delo je zaključek visokošolskega strokovnega študija gozdarstva na Oddelku za gozdarstvo in obnovljive vire Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani.

Vsi podatki so bili zbrani na območju GGE Leskova dolina.

Študijska komisija Oddelka za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani je 23. 9. 2014 sprejela temo in za mentorja diplomskega dela imenovala doc. dr. Aleša Kadunca, za somentorja dr. Milana Kobala in za recenzenta prof. dr. Andreja Bončino.

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik:

Član:

Datum zagovora:

Podpisani izjavljam, da je diplomsko delo rezultat lastnega raziskovalnega dela. Izjavljam, da je elektronski izvod identičen tiskanemu. Na univerzo neodplačno, neizključno, prostorsko in časovno neomejeno prenašam pravici shranitve avtorskega dela v elektronski obliki in reproduciranja ter pravico omogočanja javnega dostopa do avtorskega dela na svetovnem spletu preko Digitalne knjižnice Biotehniške fakultete.

Kristijan Košir

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD	Dv1
DK	GDK 561:228(497.4Leskova dolina(043.2)=163.6
KG	radialni prirastek/temeljnični prirastek/konkurenca/socialni položaj/relief/mešan gozd/Leskova dolina
AV	KOŠIR, Kristijan
SA	KADUNC, Aleš (mentor)/KOBAL, Milan (somentor)
KZ	SI-1000 Ljubljana, Večna pot 83
ZA	Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire
LI	2016
IN	MEDVRSTNA KONKURENCA V ODRASLIH, MEŠANIH SESTOJIH NA JELOVO-BUKOVIH RASTIŠČIH V LESKOVI DOLINI
TD	Diplomsko delo (visokošolski strokovni študij – 1. stopnja)
OP	VIII, 41 str., 12 pregl., 25 sl., 24 vir.
IJ	sl
JI	sl/en
AI	Namen študije je bil analizirati radialno in temeljnično priraščanje mešanih gozdov glede na rastne in sestojne razmere. Terenske meritve so potekale na območju GGE Leskova dolina, kjer smo poiskali dvanajst ploskev, od tega sedem pobočnih in pet grebenskih. S središča ploskve smo izmerili razdaljo, naklon in azimut do oglišč in vseh dreves na ploskvi. Drevesom smo izmerili še premer in višino ter ocenili socialni status drevesa. Vsem smo odvzeli izvrtke za zadnjih deset let, dominantnim drevesom (pet dreves smreke, pet jelke in pet bukve) pa do stržena. Gostote sestojev so višje na grebenih, vendar pa je lesna zaloga v teh sestojih nižja kot na pobočjih. S staranjem dreves se manjšata radialni in relativni temeljnični prirastek. Radialni prirastki so večji tam, kjer imajo drevesa več ravnega prostora, medtem ko so tam manjši temeljnični prirastki. Večji kot je delež bukve, manjša sta povprečni radialni prirastek in relativni temeljnični prirastek, medtem ko za jelko velja ravno obratno. Najvišje radialne prirastke smo pri vseh drevesnih vrstah zabeležili pri nadraslih drevesih, medtem ko smo najvišje relativne temeljnične prirastke bukve in smreke izmerili pri podraslih drevesih, jelka pa je imela najslabše relativne temeljnične prirastke pri nadraslih drevesih. Sestoji na grebenu imajo manjše radialne in relativne temeljnične prirastke od sestojev na pobočju.

KEY WORDS DOCUMENTATION

DN Dv1

DC FDC 561:228(497.4Leskova dolina(043.2)=163.6

CX radial increment/basal area increment/competition/social position/relief/mixed forest/Leskova dolina

AU KOŠIR, Kristijan

AA KADUNC, Aleš (supervisor)/KOBAL, Milan (co-advisor)

PP SI-1000 Ljubljana, Večna pot 83

PB University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Forestry and Renewable Forest Resources

PY 2016

TI INTERSPECIES COMPETITION IN MATURE, MIXED FOREST STANDS ON FIR – BEECH SITES IN THE LESKOVA DOLINA

DT B. Sc. thesis (Professional Study Programmes)

NO VIII, 41 p., 12 tab., 25 fig., 24 ref.

LA sl

AL sl/en

AB The study aimed at analysing the radial and basal area growth of mixed forests in regard to growth and stands conditions. Field measurements were carried out at the forest management unit Leskova dolina site. Altogether 12 research plots were selected, 7 of them on slopes and 5 on ridges. From the centre of each plot the distance, inclination and azimuth in relation to the vertices for all the trees were measured. Moreover, the diameters and heights of trees were measured and their social status was determined. From every tree on the plot the increment core for the last 10 tree rings was taken using Pressler's borer, while for the 15 dominant trees (5 spruces, 5 firs, 5 beech trees) per plot the cores were taken to the pith. Stand densities were higher on ridge stands, while the growing stock on these stands was lower in comparison with the slope stands. Radial and basal area growth decline in all tree species with aging. Radial growth was bigger on stands with higher growing space per tree, while basal area growth was lower in such areas. Radial, as well as basal area growth on the stands decreases with increasing the share of the beech, while the effect of silver fir share was the opposite. The highest radial growth for all analysed tree species was recorded for predominant trees. On the contrary the highest relative basal area growth for beech and spruce was recorded in suppressed trees, while as regards fir the lowest relative basal area growth was indicated for the predominant trees. Stands on ridges exemplified lower radial as well as basal area increments compared to slope stands.

KAZALO VSEBINE

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA.....	III
KEY WORDS DOCUMENTATION	IV
KAZALO VSEBINE.....	V
KAZALO PREGLEDNIC.....	VII
KAZALO SLIK.....	VIII
1 UVOD.....	1
1.1 NAMEN NALOGE	2
2 MATERIALI IN METODE	3
2.1 OPIS RAZISKOVALNIH OBJEKTOV	3
2.1.1 Gozdnogospodarska enota Leskova dolina	3
2.2 IZBOR OBJEKTOV	4
2.3 MERITVE NA PLOSKVAH.....	6
2.3.1 Meritve dreves.....	6
2.3.2 Odvzem izvrtkov	7
2.3.3 Priprava in analiza izvrtkov.....	7
2.4 IZRAČUNI IN ANALIZE.....	8
3 REZULTATI	11
3.1 SESTOJNI PARAMETRI	11
3.1.1 Gostota sestojev.....	11
3.1.2 Sestojna temeljnica.....	11
3.1.3 Lesna zaloga.....	12
3.2 DEBELINSKA STRUKTURA SESTOJEV	13
3.3 STAROSTNA STRUKTURA DOMINANTNIH DREVES NA PLOSKVAH	14
3.4 VIŠINSKE KRIVULJE	15
3.5 RADIALNI IN TEMELJNIČNI PRIRASTEK	17
3.5.1 Radialni prirastek	17
3.5.2 Temeljnični prirastek.....	24
4 RAZPRAVA.....	32

5 SKLEPI.....	38
6 POVZETEK	39
7 VIRI.....	40

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Splošni podatki o ploskvah.....	4
Preglednica 2: Koeficienti nemških dvovhodnih deblovnic (Puhek, 2003).....	9
Preglednica 3: Gostota sestojev po drevesnih vrstah.....	11
Preglednica 4: Temeljnica po ploskvah [m^2/ha] in deleži [%] drevesnih vrst v temeljnici.	12
Preglednica 5: Lesna zaloga po ploskvah [m^3/ha] in deleži [%] drevesnih vrst v lesni zalogi	12
Preglednica 6: Starostna struktura dominantnih dreves po ploskvah	15
Preglednica 7: Povprečni desetletni radialni prirastki dreves po ploskvah	17
Preglednica 8: Korelacije med povprečnim radialnim prirastkom in povprečno oddaljenostjo med drevesi po drevesnih vrstah.....	23
Preglednica 9: Korelacije med povprečnim radialnim prirastkom in povprečno oddaljenostjo med drevesi po reliefnih tipih	23
Preglednica 10: Desetletni temeljnični prirastki po ploskvah za vsa drevesa	24
Preglednica 11: Korelacije med temeljničnim ter relativnim temeljničnim prirastkom in povprečno oddaljenostjo med drevesi po drevesnih vrstah.....	30
Preglednica 12: Korelacije med temeljničnim ter relativnim temeljničnim prirastkom in povprečno oddaljenostjo med drevesi po reliefnih tipih	31

KAZALO SLIK

Slika 1: Satelitski posnetek Snežnika, Leskove doline in Babnega Polja (Google maps, 2015).....	5
Slika 2: Satelitski posnetek Leskove doline z lokacijami ploskev (Google maps, 2015)	5
Slika 3: Frekvenča porazdelitev dreves po debelinskih stopnjah (vse ploskve)	13
Slika 4: Frekvenča porazdelitev dreves po debelinskih stopnjah glede na relief.....	13
Slika 5: Frekvenčna porazdelitev posameznih drevesnih vrst po debelinskih stopnjah.....	14
Slika 6: Odvisnost višine dreves od prsnega premera dreves glede na reliefni tip	15
Slika 7: Odvisnost višine dreves od prsnega premera dreves po drevesnih vrstah-pobočje	16
Slika 8: Odvisnost višine dreves od prsnega premera dreves po drevesnih vrstah – greben	16
Slika 9: Odvisnost desetletnega radialnega prirastka od prsnega premera po drevesnih vrstah	18
Slika 10: Desetletni povprečni radialni prirastek drevesnih vrst glede na socialni položaj	18
Slika 11: Desetletni povprečni radialni prirastek drevesnih vrst glede na reliefni tip.....	19
Slika 12: Odvisnost povprečnega radialnega prirastka dreves od starosti dominantnih dreves po drevesnih vrstah	19
Slika 13: Odvisnost povprečnega radialnega prirastka sestoja od temeljnice sestoja	20
Slika 14: Vpliv deleža drevesnih vrst v lesni zalogi na povprečni radialni prirastek dreves	21
Slika 15: Odvisnost povprečnega radialnega prirastka sestoja od povprečne oddaljenosti med drevesi (TIN)	21
Slika 16: Vpliv mešanosti drevesnih vrst na povprečni radialni prirastek drevesa	22
Slika 17: Odvisnost temeljničnega prirastka drevesa od temeljnice posameznega drevesa	25
Slika 18: Odvisnost temeljničnega prirastka drevesa od prsnega premera drevesa po drevesnih vrstah.....	25
Slika 19: Desetletni relativni temeljnični prirastek glede na socialni položaj po drevesnih vrstah	26
Slika 20: Desetletni relativni temeljnični prirastek dreves glede na reliefni tip po drevesnih vrstah	27
Slika 21: Odvisnost relativnega temeljničnega prirastka dominantnih dreves od starosti dominantnih dreves	27
Slika 22: Odvisnost desetletnega temeljničnega prirastka sestoja od temeljnice sestoja	28
Slika 23: Desetletni temeljnični prirastek sestoja glede na delež drevesnih vrst v lesni zalogi	28
Slika 24: Odvisnost temeljničnega prirastka sestoja od povprečne oddaljenosti med drevesi (TIN).....	29
Slika 25: Vpliv mešanosti na relativni temeljnični prirastek drevesnih vrst	30

1 UVOD

Večina dosedanjih prirastoslovnih raziskav je bila izvedenih v čistih odraslih sestoju (Kotar, 2005), vendar pa so tuje študije pokazale, da drevesna sestava sestojev bistveno vpliva na rast posameznih drevesnih vrst znotraj sestoja (npr. Pinto, 2007; Pretzsch, 2009). Tudi na dinarskih jelovo-bukovih rastiščih so bile v preteklosti raziskave priraščanja dreves osredotočene predvsem na čiste sestoje (Kobal, 2011). Ker pa se na teh rastiščih velikokrat pojavljajo smreka, jelka in bukev precej enakovredno (Kordiš, 1993), smo se odločili raziskati rastne značilnosti mešanih sestojev.

Mešani sestoji so zastopani po celotni Sloveniji. Njihov delež je sicer ponekod večji, ponekod manjši. Največji vpliv za stanje gozdov, kakršnega imamo dandanes, velja pripisati človeku in s tem pospeševanju smreke, ki velja za donosnejšo vrsto. Tako je v Sloveniji nastalo precej enomernih čistih smrekovih sestojev. Zdaj se že kaže slabost takih smrekovih monokultur, ki so bolj dovzetne za naravne ujme. Počasi se čedalje bolj uveljavljajo mešani gozdovi, ki so bolj stabilni in odporni proti naravnim ujmam (Koricheva in sod., 2006; Schütz in sod., 2006). V njih je veliko večja vrstna pestrost, prav tako pa nudijo boljše zavetje preostalim gozdnim prebivalcem. V njihovem polnilnem sloju, ki poleg drevesnih vrst vključuje tudi grmovne vrste, nastaja precej hrane, ki je na voljo gozdnim živalim, vendar pa o njih zaradi prejšnjega pospeševanja monokultur ne vemo prav veliko.

Eden izmed pomembnejših rastnih dejavnikov je medvrstna konkurenca, ki poleg preostalih dejavnikov bistveno vpliva na razvoj posameznega osebka. Je tudi najpogostejša interakcija med drevesi, vendar pa še zdaleč ne edina (Stadt s sod., 2007). Medvrstna konkurenca nastane takrat, ko imata dve različni vrsti podobno ekološko nišo (podobne potrebe po hrani, svetlobi, toploti, vlagi ...). Čim bolj je taka ekološka niša med vrstami različna, lažje različne vrste uspevajo na istem območju (Tilman, 1988). Pri interakciji vrst s podobnimi potrebami je praviloma zmanjšana produkcija obeh organizmov – nobeden od osebkov nima koristi. (Begon s sod., 2006). Indeksi konkurence so se razvili prav zaradi vrednotenja vpliva konkurence na prirastek drevesa.

Dinarski jelovo-bukovi gozdovi, kjer je potekala raziskava, so ekološko in ekonomsko zelo pomemben rastiščni tip naših gozdov. Znotraj njih najdemo ogromno različnih sestojnih tipov. Pogojujejo jih predvsem globina tal, naklon, skalovitost, lega, nadmorska višina in gojitvena preteklost. Glavni vrsti sta zagotovo bukev in jelka, v večjih vrtačah, kjer so bogatejša in globoka tla, najdemo tudi več gorskega javorja in velikega jesena. Smreka naravno raste predvsem v večjih hladnejših vrtačah (ZGS, 2015).

1.1 NAMEN NALOGE

Namen diplomske naloge je ugotoviti vplivne dejavnike na radialni in temeljnični prirastek odraslih mešanih sestojev bukve, jelke in smreke v Leskovi dolini ter analizirati vpliv medvrstne konkurence na rast bukve, jelke in smreke v različnih reliefnih razmerah.

V okviru diplomske naloge smo si postavili naslednji hipotezi:

1. radialni prirastek podobno utesnjenih dreves posamezne drevesne vrste je odvisen od mešanosti sestoja,
2. radialni prirastek bukve kaže najtesnejšo povezanost z oddaljenostjo sosednjih dreves, saj so bukova drevesa v povprečju tanjša oziroma mlajša.

2 MATERIALI IN METODE

Potrebne terenske meritve so bile narejene v GGE Leskova dolina. Ker smo morali počakati, da se konča rastna sezona, smo z meritvami začeli sredi septembra 2014, zaradi obsega meritev in neugodnih vremenskih razmer pa so potekale do konca novembra 2014. Lotili smo se jih tako, da smo naprej preiskali celotno območje GGE Leskova dolina. Revirni gozdar nam je bil v veliko pomoč, saj nam je svetoval, na katere predele naj bomo še posebno pozorni. Po območju smo iskali predele, ki bi bili najprimernejši za postavitev raziskovalnih ploskev oz. objektov. Vse lokacije, za katere smo menili, da so primerne za postavitev ploskev, smo si shranjevali v GPS-napravo, poleg tega pa smo zabeležili še, katera drevesna vrsta tam prevladuje in kakšen je reliefni tip (pobočje, vrtača, greben). Ko smo natančno preiskali območje, smo iz vseh evidentiranih lokacij izbrali tiste, ki so bile najprimernejše. Pri tem smo pazili, da:

- drevesa na raziskovalnih ploskvah niso imela poškodb (polomljeni vrhovi, krošnje, podrti drevesa),
- je bilo razmerje lesne zaloge bukve, smreke in jelke na posamezni raziskovalni ploskvi približno enako,
- na raziskovalnih ploskvah v obdobju zadnjih desetih let ni bilo sečnje,
- je bil relief na posamezni ploskvi enoten in
- raziskovalne ploskve niso bile postavljene na gozdnih prometnicah.

2.1 OPIS RAZISKOVALNIH OBJEKTOV

2.1.1 Gozdnogospodarska enota Leskova dolina

GGE Leskova dolina se razprostira na severovzhodnih pobočjih Snežniškega gorskega masiva. Razteza se na nadmorski višini od 750 m do 1796 m, kar predstavlja vrh Snežnika. Matična podlaga so apnenci z vložki dolomita. Zaznati je mogoče vpliv več podnebij, in sicer: sredozemskega, atlantskega ter celinskega. Vse leto je na območju precej padavin (2150 mm) z dvema maksimuma – spomladi in jeseni (manj izrazit). Na celotnem območju prevladujejo rjava pokarbonatna tla, na katerih v nižjih predelih uspevajo dinarski jelovo-

bukovi gozdovi, višje nad njimi se pojavlja pas bukovih gozdov, še višje pa je pas rušja, ki tvori zgornjo gozdno mejo. Celotna GGE Leskova dolina je velika 3012 ha (Gozdnogospodarski načrt, ... 2007).

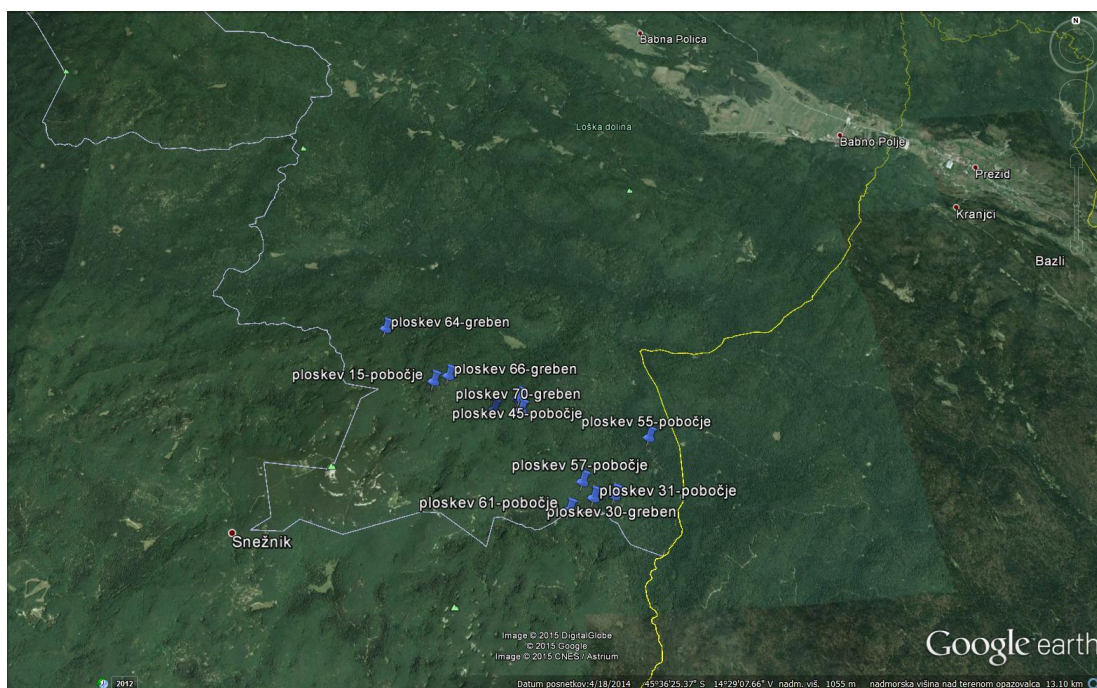
2.2 IZBOR OBJEKTOV

Za analizo priraščanja smreke, jelke in bukve v odvisnosti od rastnih razmer v mešanih gozdovih smo iz prvotnega izbora izbrali dvanajst najprimernejših ploskev. Sestoji na objektu so morali biti odrasli. Poskušali smo najti idealno razporeditev ploskev, kar pomeni: štiri ploskve na grebenu, štiri na pobočju in štiri v vrtači, vendar tega zaradi prevelikih poškodb v sestojih, ki so bile posledica nedavnega žleda, nismo uspeli doseči. Tako smo dobili pet ploskev na grebenu in sedem na pobočju (Preglednica 1).

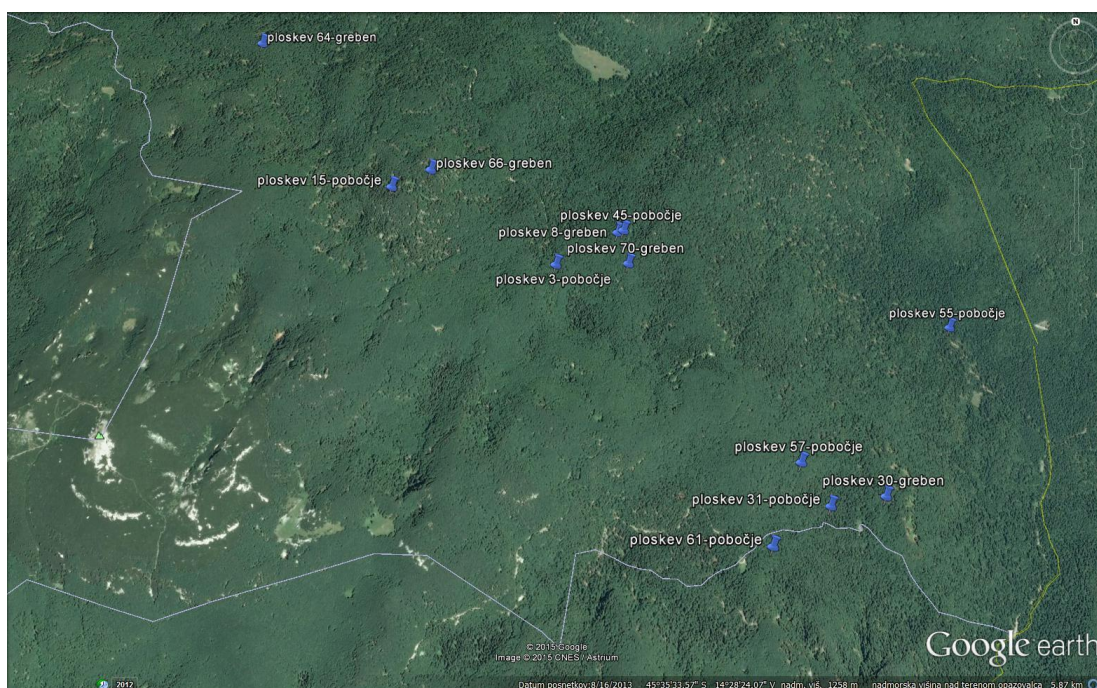
Preglednica 1: Splošni podatki o ploskvah

Zap. št. ploskve	Koordinate ploskev	N. m. v.	Dominantna vrsta	Relief
3	N45 35.796 E14 28.396	1228 m	mešano	pobočje
8	N45 35.884 E14 28.650	1228 m	mešano	greben
15	N45 36.015 E14 27.753	1351 m	mešano	pobočje
30	N45 35.127 E14 29.637	1066 m	mešano	greben
31	N45 35.106 E14 29.419	1086 m	mešano	pobočje
45	N45 35.891 E14 28.674	1226 m	mešano	pobočje
55	N45 35.630 E14 30.058	882 m	mešano	pobočje
57	N45 35.222 E14 29.311	1148 m	mešano	pobočje
61	N45 35.002 E14 29.165	1183 m	mešano	pobočje
64	N45 36.526 E14 27.178	1255 m	mešano	greben
66	N45 36.068 E14 27.907	1339 m	mešano	greben
70	N45 35.791 E14 28.686	1188 m	mešano	greben

Raziskovalne ploskve so bile velikosti 9 arov (30 m × 30 m). Stranice smo glede na naklon terena podaljševali, tako da je bila ploskev ob projekciji na ravnino res velika 9 arov. Ker je teren v GGE Leskova dolina precej razgiban, odprtost gozda z vlakami pa tudi precej velika, se je tako hitro zgodilo, da bi ploskev, če je ne bi premaknili, ležala na vlaki.



Slika 1: Satelitski posnetek Snežnika, Leskove doline in Babnega Polja (Google maps, 2015)



Slika 2: Satelitski posnetek Leskove doline z lokacijami ploskev (Google maps, 2015)

2.3 MERITVE NA PLOSKVAH

Ploskve smo zakoličili s pomočjo merilnega traku, prizme, trasirk in padomera. Najprej smo določili oglišče in ga označili s trasirko. Nato smo iz tega oglišča po plastnici izmerili razdaljo 30 metrov in tako določili drugo oglišče. Potem smo s padomerom izmerili naklon terena in korigirali razdaljo, tako smo ugotovili dolžino stranice, ki poteka pravokotno na plastnico. Tedaj smo s pomočjo trasirk in prizme določili pravi kot in izmerili razdaljo; tako smo določili tretje oglišče. Za postavitev četrtega oglišča smo zopet določili pravi kot, izmerili razdaljo 30 metrov in določili oglišče. Sledila je še kontrola razdalje med ogliščem 1 in ogliščem 4. Nato smo pobrali trasirke in oglišča označili z lesenimi količki. Ko smo ploskev zakoličili, smo si izbrali središče ploskve. Pri tem smo bili pozorni, da so bila iz središča vidna vsa štiri oglišča. Ko smo določili sredino ploskve, smo jo posneli z GPS-napravo (tako smo določili lokacijo ploskve na karti) ter do vseh oglišč izmerili razdaljo (z laserskim merilnikom Vertex IV, Haglöf – Sweden), azimut in naklon terena (z busulo Sunnto KB-14/360).

2.3.1 Meritve dreves

Ko je bila ploskev dokončno zakoličena, smo prešli k merjenju vseh dreves nad merskim pragom na ploskvi (premer v prsni višini ≥ 10 cm). Najprej smo izmerili položaj vseh dreves na ploskvi. Z busolo, ki je bila pritrjena na stativu v središču ploskve, smo izbrali drevo, ki je bilo najbližje azimutu 0° . Pri njem smo začeli z merjenji in nadaljevali po azimutu, tako da smo po vrsti v krogu izmerili in popisali vsa drevesa. Z busolo smo iz središča izmerili azimut drevesa, z laserskim merilnikom razdalje oddaljenost tega drevesa od središča ploskve ter z padomerom naklon terena od središča ploskve do drevesa. Iz teh podatkov smo izračunali lokacije dreves na ploskvi. Drevo smo tudi oštevilčili, da smo kasneje lažje našli drevesa, ki smo jim odvzeli še izvrtke. Zaporedne številke dreves smo obračali proti središču ploskve. V obrazec smo zapisali zaporedno število, poleg tega smo tudi določili drevesno vrsto in socialni položaj, katerega smo ocenjevali s pomočjo tristopenjske lestvice (nadržalo, soraslo in podraslo drevo). Izmerili smo tudi prsni premer drevesa in potrebne parametre za izračun višine drevesa. Prsni premer smo merili s pi-

metrom, in sicer na 0,1 cm natančno. Za računanje višine drevesa smo potrebovali tri podatke, in sicer: naklon do prsne višine drevesa, naklon do vrha drevesa (v stopinjah) in razdaljo do drevesa (merjena v prsni višini). Za izmero teh parametrov smo se morali od drevesa oddaljiti vsaj toliko, kot je drevo visoko, pri tem pa smo morali še paziti, da smo videli dno drevesa in vrh. Tako smo dobili čim bolj točne podatke za nadaljnje računanje višine.

2.3.2 Odvzem izvrtkov

Izmerjenim drevesom smo odvzeli izvrtke. Pri tem smo uporabljali prirastoslovne svedre Suunto različnih dolžin: 200 mm, 250 mm, 300 mm, 400 mm in 500 mm. Dominantnim drevesom smo odvzeli izvrtke do stržena, za preostalo drevje na ploskvi pa smo odvzeli izvrtke za ugotavljanje priraščanja za zadnjih deset let (dovolj je bilo 3 cm izvrtka). Idealno bi bilo, če bi na vsaki ploskvi imeli vsaj petnajst dominantnih dreves (drevesa, ki so nadrasla), torej pet bukev, pet smrek in pet jelk, vendar to povsod ni bilo mogoče, zato jih je ponekod tudi manj. Vrtanja smo se lotili z dvema vrtalnima vijačnikoma: Bosch GSB 36 VE-2-LI in Milwaukee M18 CPD FUEL. V veliko pomoč sta nam bila pri dobivanju krajših izvrtkov, kjer je bilo treba dobiti samo zadnjih deset let. Pri vrtanju dominantnih dreves, kjer smo vrtali prav do stržena, pa smo morali vložiti še veliko fizičnega dela. Za vsako drevo smo napravili dva izvrtka, enega z leve, drugega z desne strani, gledano pravokotno na padnico. Tako smo se izognili kompresijskemu lesu pri iglavcih in tenzijskemu pri listavcih. Vrtali smo v prsni višini. Dobljene izvrtke smo na terenu shranjevali v slamice, na katere smo zabeležili številko ploskve, številko drevesa ter stran (leva ali desna), s katere smo odvzeli izvrtke. Tako smo si omogočili lažjo kasnejšo dendrološko analizo. Do nadaljne obdelave smo izvrtke doma shranili v zamrzovalnik. Tako smo jih zaščitili pred plesnijo.

2.3.3 Priprava in analiza izvrtkov

Preden smo izvrtke lahko analizirali, smo jih morali ustrezno pripraviti; jemali smo jih iz slamic ter jih nalepili v letvice z utorom (širina utora 5 mm, globina 2 mm, dolžina letvice pa 420 mm). Izvrtkom smo s kljunastim merilom izmerili debelino skorje in jo zabeležili

na popisne obrazce s terena. Na letvice smo ob vsak izvrtek prepisali njegovo šifro s slamice. Nalepljene izvrtke smo malce obtežili in počakali, da se je lepilo posušilo. Ko smo vse izvrtke nalepili v letvice, smo jih pobrusili s cilindričnim brusnim strojem (brusni papir je imel granulacijo 150). Tako smo dobili izvrtke, na katerih so bile letnice lepo jasno vidne. Naslednji korak je bilo skeniranje izvrtkov, da smo potem lahko naredili analizo s programom WinDENDRO. Sliko na računalniku smo lahko povečevali in si tako zagotovili lažje določanje letnic. Izvrtke smo analizirali od stržena proti skorji. Pri smreki in jelki je program avtomatsko zelo dobro prepoznal večino letnic, pri bukvi pa smo jih morali zaradi slabšega kontrasta med kasnim in ranim lesom določiti ročno. Pri analizi je bilo treba izločiti tudi morebitne razpoke, ki so nastale pri sušenju izvrtkov. Širine branik program meri samodejno na 0,001mm natančno in podatke zapisuje v tekstovno datoteko. Za dominantna drevesa smo izmerili celotni radialni prirastek, preostalim pa le radialnega zadnjih desetih let. Na koncu smo podatke izvozili v Microsoft Excel 2010, kjer smo jih ustrezno preoblikovali, da so bili primerni za obdelavo.

2.4 IZRAČUNI IN ANALIZE

Na podlagi parametrov, ki smo jih izmerili na terenu, smo s pomočjo Microsoft Excela za vsako zabeleženo drevo izračunali višino, temeljnico [G] in volumen [V].

- h = višina (Uporabili smo trigonometričen način izmere, znana dva kota in razdalja.)
- $G = \frac{\pi \cdot d^2}{4}$ (1)

G = temeljnica

d = prsni premer (1,3 metra od tal) drevesa v metrih

- Za izračun volumna drevesa [V] smo uporabili prirejene nemške dvovhodne deblovnice. Potrebovali smo dva vhodna podatka: višino (h) in prsni premer drevesa [d]. Te deblovnice je priredil Puhek (2003). Pri računanju volumna za listavce smo za vse listavce uporabili kar koeficiente za bukev, za smreko smo uporabili smrekove, za jelko pa jelove koeficiente (Preglednica 2). Volumen smo izračunali po spodnji enačbi:

$$V = a_0 \cdot d \cdot h + a_1 \cdot d \cdot h^2 + a_2 \cdot d \cdot h^3 + a_3 \cdot d^2 \cdot h + a_4 \cdot d^2 \cdot h^2 + a_5 \cdot d^3 \cdot h + a_6 \cdot d^3 \cdot h^3 + a_7 \cdot d^4 \cdot h^2 + a_8 \cdot d^5 \cdot h^3$$

Preglednica 2: Koefficienti nemških dvovhodnih deblovnic (Puhek, 2003)

Drevesna vrsta	a_0	a_1	a_2	a_3	a_4
Bukev	-1,94E-01	5,81E-03	-3,01E-06	4,70E-02	-2,26E-04
Smreka	-2,40E-01	6,90E-03	-3,73E-06	5,94E-02	-3,02E-04
Jelka	-2,28E-01	1,97E-02	-2,80E-04	4,46E-02	-1,43E-04
	a_5	a_6	a_7	a_8	R^2
Bukev	-1,02E-04	4,34E-08	8,44E-08	-1,76E-11	0,9998
Smreka	-4,31E-04	6,43E-09	9,05E-08	-9,06E-12	0,9996
Jelka	-1,16E-04	3,10E-08	3,76E-09	-1,81E-12	0,9998

Na podlagi velikosti ploskve, ki je v našem primeru znašala devet arov, smo število dreves na ploskvi, temeljnico drevesa ter volumen drevesa preračunali še tako, da smo izračunali hektarske vrednosti (število dreves na hektar in skupno temeljnico ter lesno zalogo na hektar).

Podatke za izračun naslednjih kazalnikov prirastka smo dobili iz izvrtkov, in sicer z izmero širine branik.

Radialni prirastek smo izračunali tako, da smo za vsako drevo posebej sešteli širine branik za zadnjih deset let. Tako smo ugotovili desetletni radialni prirastek vsakega drevesa. Povprečni radialni prirastek dreves na ploskvi pa smo izračunali s pomočjo Excelove vrtilne preglednice.

Za izračun temeljničnega prirastka smo morali najprej za vsako drevo posebej izračunati temeljnico [G]. To smo izračunali tako, da smo uporabili premer drevesa ob koncu rastne sezone 2014, kateremu smo odšteli debelino skorje z desne in leve strani drevesa. Tako smo določili temeljnico za leto 2014 brez skorje. Potem smo premeru brez skorje iz leta 2014 odšteli še vsoto branik zadnjih deset let z desne in leve strani, tako da smo ugotovili, kakšen premer (brez skorje) je imelo drevo leta 2005. Tako smo izračunali še temeljnico brez skorje za leto 2005. Nato smo med seboj odšteli temeljnico iz leta 2014 in temeljnico iz leta 2005 pred začetkom rastne sezone. Tako smo izračunali temeljnični prirastek

posameznega drevesa za zadnjih deset let. S pomočjo Excelove vrtilne preglednice smo ugotovili, kolikšen je bil temeljnični prirastek vseh dreves na ploskvi. Le-ta je bil podan v $\text{m}^2/\text{ploskev}$, zato smo podatke še preračunali, da so bili podani v m^2/ha . Relativni temeljnični prirastek drevesa smo izračunali tako, da smo med seboj primerjali temeljnični prirastek drevesa zadnjih deset let in njegovo temeljnico iz leta 2005. Tako smo ugotovili podatek, za koliko odstotkov se je povečala temeljnica drevesa v zadnjih desetih letih.

Razdalje med drevesi na ploskvi smo izračunali na podlagi delaunayeve triangulacije. To je metoda, pri kateri tri sosednja drevesa na ploskvi povežemo v trikotnik na tak način, da so izpolnjeni pogoji triangulacije: očrtan krog poleg oglišč trikotnika, ki so v našem primeru drevesa, ne vsebuje nobenih drugih točk, trikotniki se med seboj ne smejo prekrivati, prav tako pa med njimi ne sme biti vrzeli. Tiste krožnice očrtanih krogov, ki niso v celoti ležale na ploskvi, smo izločili iz nadaljnjih raziskav. Tako smo na raziskovalnih ploskvah omejili vpliv robov (Hladnik, 2004).

Utesnjenost in mešanost dreves smo izračunali tako, da smo vsakemu drevesu na ploskvi izbrali pet najbližjih sosednjih dreves. Če so bili vsi ti sosedje bližje kot rob ploskve, potem smo drevo upoštevali, sicer pa smo ga izločili iz raziskave, tako da je bil vpliv roba izključen. Rob ploskve so določala robna drevesa. Nadalje smo za vsako drevo izračunali delež smreke, jelke in bukve v temeljnici sosednjih petih dreves ter povprečno oddaljenost petih sosedov od drevesa. Da smo konkurenco šteli za smrekovo, je moral biti delež smreke v temeljnici sosednjih dreves vsaj $2/3$ ali več. Enako velja tudi za jelko in bukev. Mešano konkurenco smo šteli tam, kjer nobena od navedenih vrst v temeljnici ni prevladovala z $2/3$ deležem.

3 REZULTATI

3.1 SESTOJNI PARAMETRI

3.1.1 Gostota sestojev

Gostota sestojev je izražena v številu dreves na hektar. V ta podatek so zajeta le drevesa nad merskim pragom (prsni premer večji od 10 cm). Povprečna gostota sestojev znaša 553 dreves na hektar, kar je normalna vrednost za odrasle sestoje (Preglednica 3). Sicer pa je gostota sestojev od 378 do 744 dreves na hektar. Najmanjša gostota osebkov je v sestoji na ploskvi 15, ki je na pobočju, največja pa v sestoji na ploskvi 64, ki je na grebenu. Razlike v gostoti sestojev med pobočji in grebeni niso statistično značilne (t-test, $P = 0,35$). Iz podatkov lahko ugotovimo, da je v sestojih največ bukve, najmanj pa smreke, jelka pa je nekje vmes. To lahko pripišemo dejstvu, da so to jelovo-bukova rastišča, kjer je smreka primešana v manjšem deležu.

Preglednica 3: Gostota sestojev po drevesnih vrstah

Ploskev	Skupaj [n/ha]	Smreka [n/ha]	Jelka [n/ha]	Bukev [n/ha]	Preostali listavci [n/ha]
3	533	78	111	311	33
8	711	0	100	578	33
15	378	100	144	133	0
30	567	11	222	278	56
31	622	89	322	200	11
45	544	78	22	444	0
55	589	122	178	289	0
57	444	0	111	300	33
61	578	56	144	356	22
64	744	67	144	533	0
66	444	100	89	256	0
70	478	44	67	333	33
Povprečje [n/ha]	553	62	138	334	19

3.1.2 Sestojna temeljnica

Povprečna sestojna temeljnica znaša $56,64 \text{ m}^2/\text{ha}$, vrednosti pa se gibljejo od $42,28 \text{ m}^2/\text{ha}$ (greben) do $69,84 \text{ m}^2/\text{ha}$ (pobočje) (Preglednica 4). Razlike med temeljnicami grebenskih in pobočnih sestojev niso statistično značilne (t-test, $P = 0,20$). Deleži drevesnih vrst v

temeljnic so različni in se tudi spreminjajo, saj je bilo težko najti idealno razmerje drevesnih vrst.

Preglednica 4: Temeljnica po ploskvah [m^2/ha] in deleži [%] drevesnih vrst v temeljnici

Ploskev	Skupaj [m^2/ha]	Smreka [%]	Jelka [%]	Bukev [%]	Preostali listavci [%]
3	69,84	30,8	33,8	32,1	3,3
8	62,74	0,0	24,5	67,2	8,2
15	45,78	26,8	32,3	40,9	0,0
30	66,34	3,4	40,5	47,4	8,7
31	64,46	21,8	50,1	25,7	2,4
45	58,46	33,0	10,8	56,2	0,0
55	60,55	34,4	52,8	12,9	0,0
57	55,79	0,0	54,3	40,8	4,9
61	63,49	34,4	41,0	23,3	1,3
64	43,54	24,4	12,8	62,7	0,0
66	46,44	43,8	9,9	46,4	0,0
70	42,28	31,5	20,2	43,3	5,0
Povprečje	56,64	23,7	31,9	41,6	2,8

3.1.3 Lesna zaloga

Preglednica 5: Lesna zaloga po ploskvah [m^3/ha] in deleži [%] drevesnih vrst v lesni zalogi

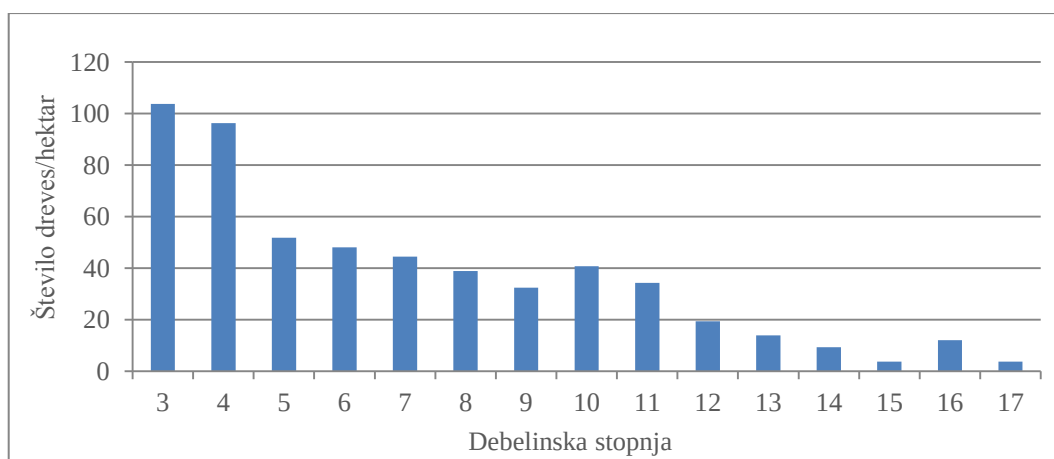
Ploskev	Skupaj [m^3/ha]	Smreka [%]	Jelka [%]	Bukev [%]	Preostali listavci [%]
3	1074,4	29,3	35,8	32,0	2,9
8	791,3	0,0	23,7	67,4	8,9
15	512,1	25,5	29,0	45,5	0,0
30	1009,8	3,1	39,0	49,0	8,9
31	859,6	22,4	47,7	27,6	2,3
45	761,9	27,8	12,5	59,6	0,0
55	911,5	35,9	56,5	7,6	0,0
57	724,6	0,0	58,6	37,3	4,1
61	854,9	34,3	44,4	20,1	1,2
64	366,1	23,8	9,6	66,6	0,0
66	416,0	45,9	8,1	46,1	0,0
70	468,3	31,6	21,8	41,7	5,0
Povprečje	729,2	23,3	32,2	41,7	2,8

Povprečna lesna zaloga na ploskvah znaša $729,2 \text{ m}^3/\text{ha}$, najmanjša $366,1 \text{ m}^3/\text{ha}$, največja pa kar $1074,4 \text{ m}^3/\text{ha}$. Čeprav je bila gostota bukke daleč največja (Preglednica 3), pa v

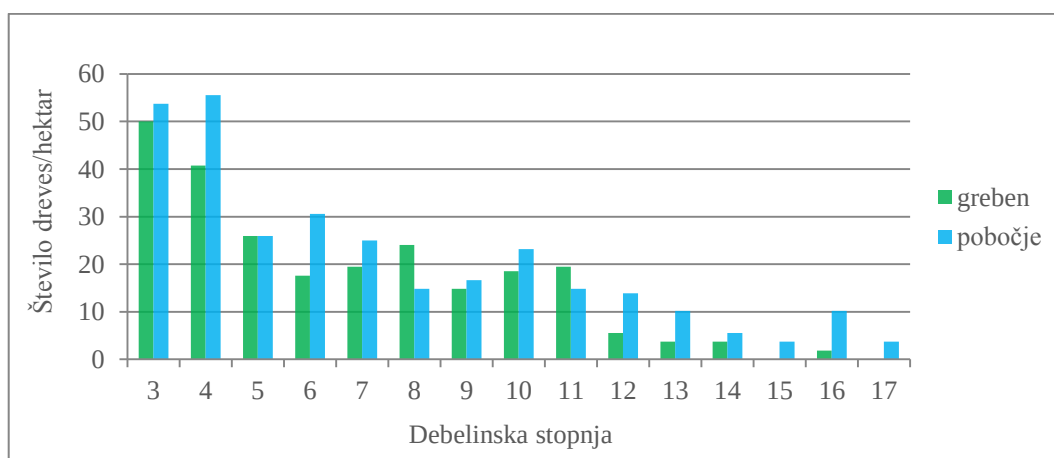
lesni zalogi bukev nima več velike prevlade (Preglednica 5). Prav tako razlike med lesno zalogo na grebenu in pobočju niso statistično značilne (t-test, $P = 0,15$).

3.2 DEBELINSKA STRUKTURA SESTOJEV

Največ dreves se, tako kot smo pričakovali, pojavlja v nižjih debelinskih stopnjah. Debelejše kot je drevje, manj dreves raste na enem hektarju. Tako število dreves znotraj posameznih debelinskih razredov pada od 3. pa vse do 17. debelinske stopnje. Le pri 10., 11. in 16. debelinski stopnji se število dreves glede na predhodne stopnje malce poveča, sicer pa vztrajno manjša (Slika 3). Manjšanje števila dreves je precej podobno tudi, če podatke prikažemo ločeno za grebene in pobočja (Slika 4).

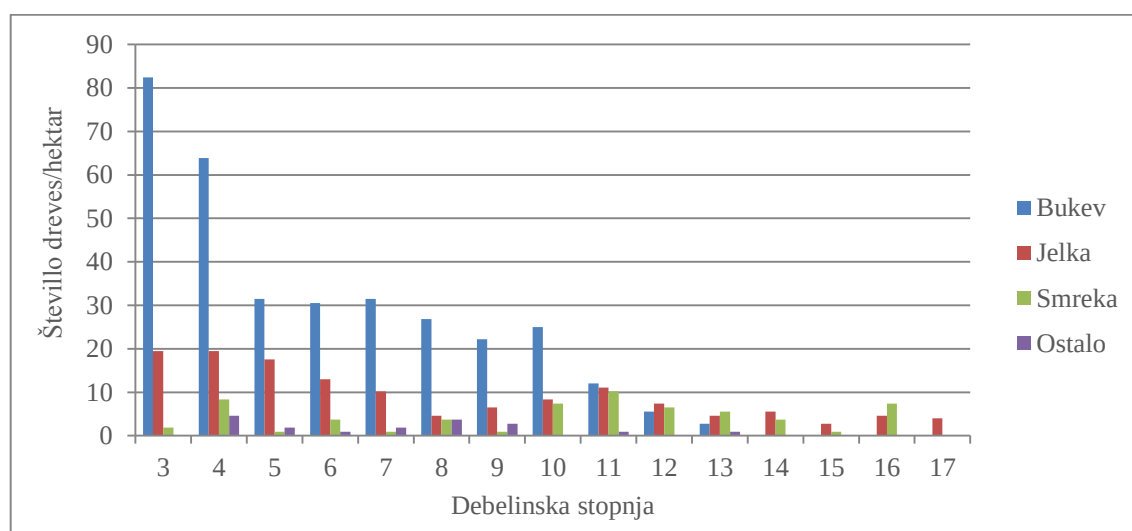


Slika 3: Frekvenca porazdelitev dreves po debelinskih stopnjah (vse ploskve)



Slika 4: Frekvenca porazdelitev dreves po debelinskih stopnjah glede na relief

V tanjših debelinskih stopnjah opazimo, da je bukev praktično prevladujoča drevesna vrsta, saj je smreke in jelke zelo malo. Prav tako opazimo, da bukev dosega manjše premere (največ 13. debelinska stopnja) kot smreka ali jelka. Opazimo tudi, da je smreke malo v tanjših debelinskih stopnjah. Iz tega lahko sklepamo, da se bo v prihodnosti spremenila struktura drevesnih vrst, in sicer tako, da bo bukev zastopana v večjem deležu, kot je sedaj (Slika 5).



Slika 5: Frekvenčna porazdelitev posameznih drevesnih vrst po debelinskih stopnjah

3.3 STAROSTNA STRUKTURA DOMINANTNIH DREVES NA PLOSKVAH

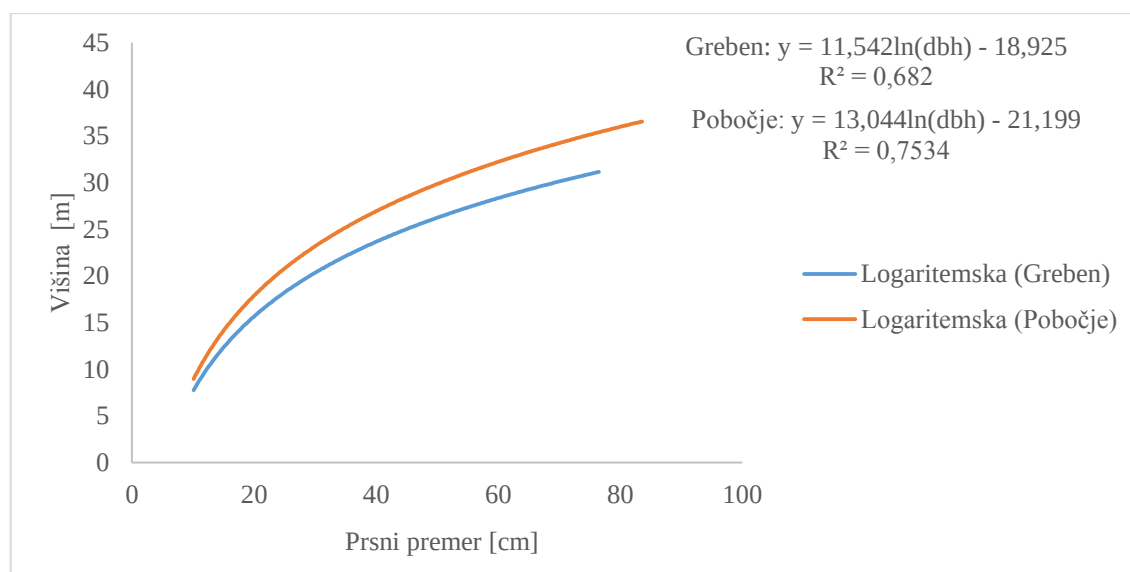
V analizo smo zajeli le dominantna drevesa na ploskvah. Skupno je to 153 dreves, od tega je bilo 61 dreves bukve, 50 dreves jelke in 42 dreves smreke. Poudariti je treba tudi, da starost, ki smo jo uporabili, ni celotna starost drevesa, ampak starost, izmerjena na prsni višini drevesa (1,3 metra od tal). Koliko let je drevo raslo do prsne višine, ne vemo. Povprečna starost je visoka, prav tako je izredno velik razpon starosti – najmlajše drevo je bilo staro 85 let, najstarejše pa 352 let. Razpon torej znaša nekaj manj kot tristo let (Preglednica 6). Najmlajša drevesa so na ploskvi 30 (98–124 let), kjer je tudi razlika v starosti majhna (26 let). Majhne razlike v starosti so tudi na ploskvah 55, 61 in 70. Najstarejša drevesa so na ploskvi 15 (352 let), kjer je tudi razlika v starosti ogromna (skoraj 200 let). Prav tako smo drevesa visokih starosti našli na ploskvah 8, 64 ter 66 (Preglednica 6).

Preglednica 6: Starostna struktura dominantnih dreves po ploskvah

Ploskev	Minimum [leta]	Maksimum [leta]	Arit. sredina [leta]	KV [%]	n
3	99	173	135,5	18,8	14
8	102	248	165,0	29,0	12
15	186	352	232,6	18,3	16
30	98	124	111,5	8,6	11
31	125	206	151,8	17,3	15
45	99	219	144,7	24,4	10
55	85	133	112,5	12,0	13
57	121	223	156,3	23,8	10
61	95	156	118,5	14,0	14
64	146	260	179,8	16,1	12
66	162	309	227,5	18,1	13
70	93	127	110,6	9,5	13
Skupaj	85	352	155,5	33,0	153

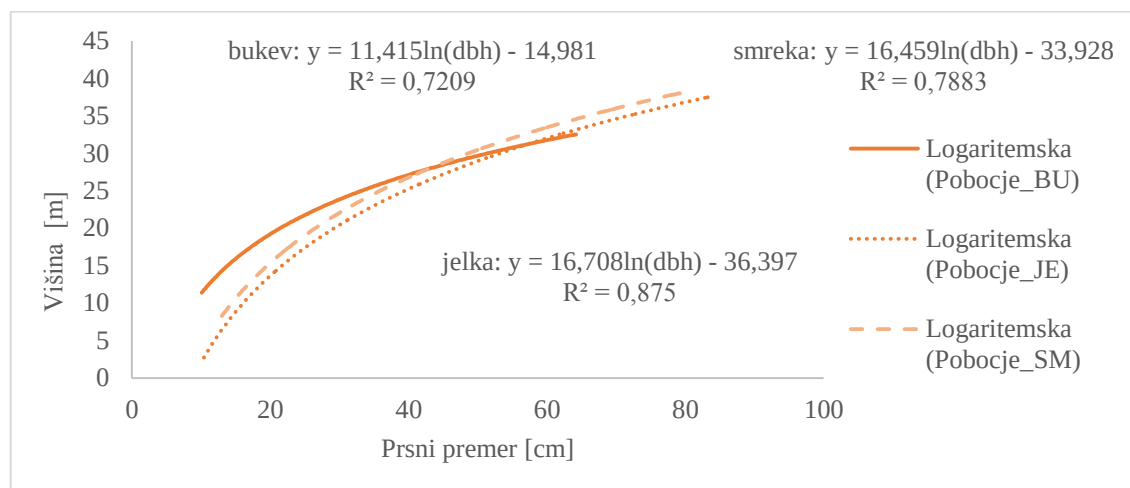
3.4 VIŠINSKE KRIVULJE

Z večanjem prsnega premera drevesa se povečuje tudi sama višina drevesa, ki se v začetku rasti povečuje hitro, z leti pa se višinski prirastek zmanjša, kar prikazuje tudi graf (Slika 6). Največja izmerjena višina je znašala 42 metrov. V povprečju so bila dreves visoka od 35 do 37 metrov.



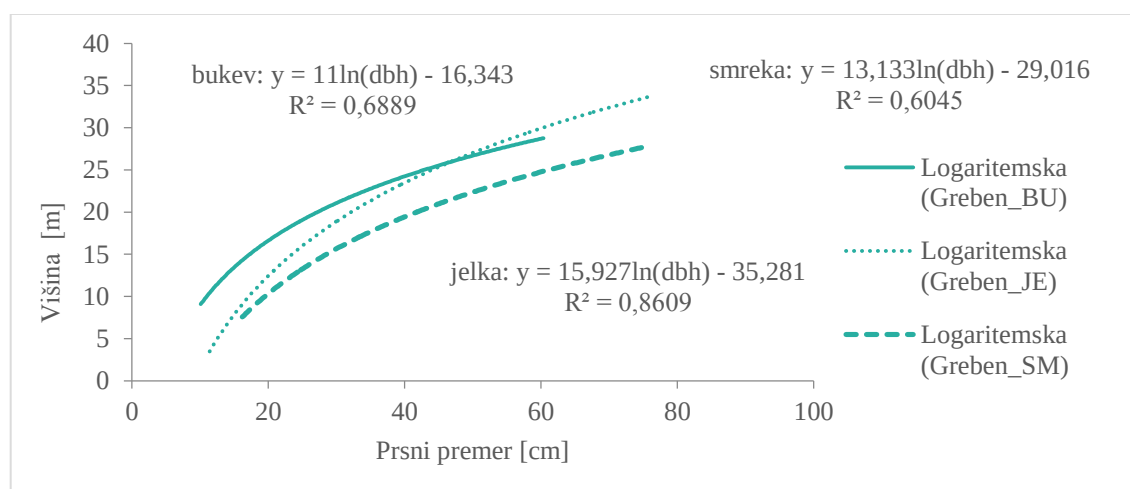
Slika 6: Odvisnost višine dreves od prsnega premera dreves glede na reliefni tip

Iz slike 6 je razvidno, kako različne so med seboj višinske krivulje dreves, ki so rasla na pobočjih, od tistih, ki so rasla na grebenu. Na pobočjih so višine dreves (višina = $13,044 \times \ln(\text{dbh}) - 21,199$; $R^2 = 0,7534$, $P < 0,0001$) pri enakih prsni premerih za približno pet metrov višje kot pa na grebenih (višina = $11,542 \times \ln(\text{dbh}) - 18,925$; $R^2 = 0,682$, $P < 0,0001$). Razlika se večja z večanjem premera (Slika 6).



Slika 7: Odvisnost višine dreves od prsnega premera dreves po drevesnih vrstah-pobočje

Na pobočju so si višinske krivulje smreke (višina = $16,459 \times \ln(\text{dbh}) - 33,928$; $R^2 = 0,7883$, $P < 0,0001$) in jelke (Višina = $16,708 \times \ln(\text{dbh}) - 36,397$; $R^2 = 0,875$, $P < 0,0001$) izredno podobne po obliki. Razlika je le v tem, da jelka pri enakih primerih dosega nižje višine. Bukev (višina = $11,415 \times \ln(\text{dbh}) - 14,981$; $R^2 = 0,7209$, $P < 0,0001$) na pobočjih dosega višine okoli 30 metrov (slika 7).



Slika 8: Odvisnost višine dreves od prsnega premera dreves po drevesnih vrstah – greben

Na grebenu so si višinske krivulje med seboj precej različne. Zanimivo je, da na grebenu dosega najvišje višine jelka (višina = $15,927 \times \ln(\text{dbh}) - 35,281$; $R^2 = 0,8609$, $P < 0,0001$). Smreka (višina = $13,133 \times \ln(\text{dbh}) - 29,016$; $R^2 = 0,6045$, $P < 0,0001$) na grebenu ne dosega izjemnih višin, zraste nekje do 25 metrov. Bukev (višina = $11 \times \ln(\text{dbh}) - 16,343$; $R^2 = 0,6889$, $P < 0,0001$) je ravno tako kot na pobočju nekje vmes (Slika 8).

3.5 RADIALNI IN TEMELJNIČNI PRIRASTEK

3.5.1 Radialni prirastek

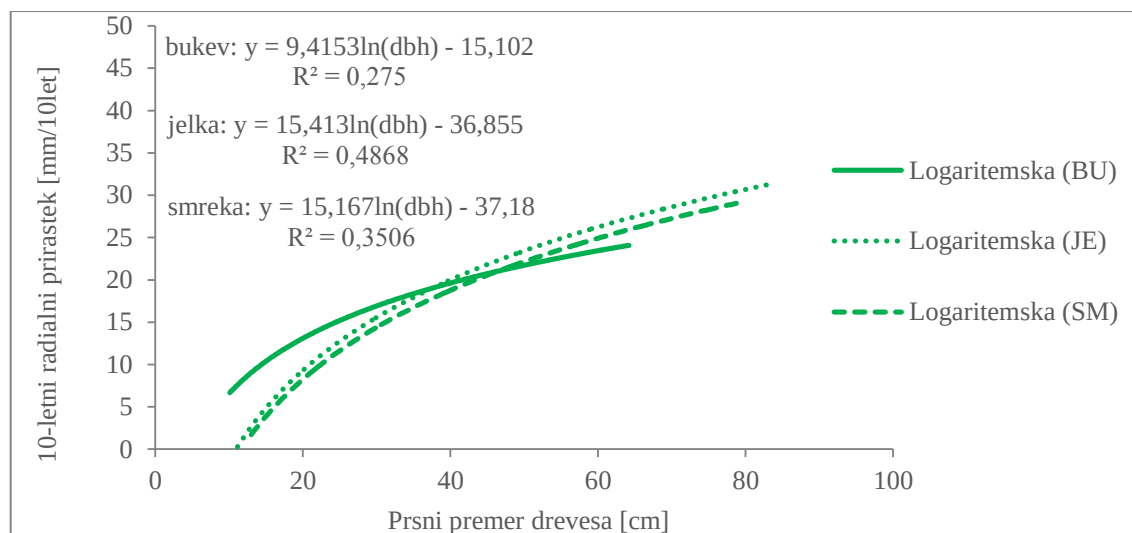
Preglednica 7: Povprečni desetletni radialni prirastki dreves po ploskvah

Ploskev	Povprečni desetletni radialni prirastek [mm]	Smreka [mm]	Jelka [mm]	Bukev [mm]
3	13,39	22,52	14,60	10,63
8	11,35	/	10,86	11,43
15	15,47	13,43	12,71	19,99
30	17,14	23,37	13,19	20,06
31	14,19	19,27	11,71	15,96
45	18,21	17,03	28,20	17,92
55	23,87	33,07	28,07	17,40
57	19,50	/	24,01	17,68
61	16,24	22,69	23,05	12,47
64	10,47	11,92	8,52	10,82
66	11,67	13,62	8,94	11,85
70	17,39	21,45	20,46	16,23
Povprečje	15,21	19,88	15,91	14,53

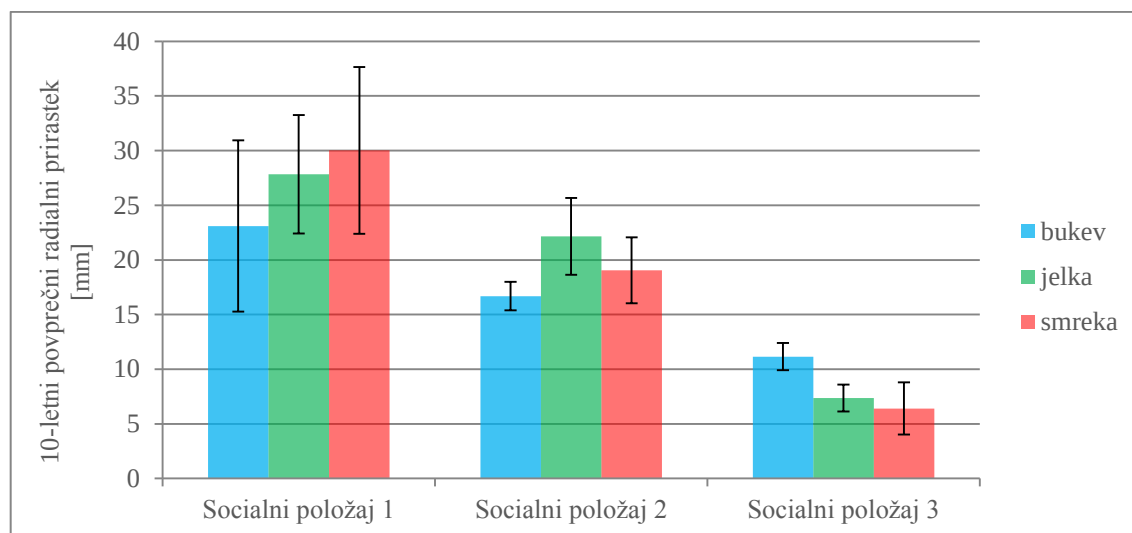
Povprečni desetletni radialni prirastek dreves znaša od 10,47 mm do 23,87 mm (Preglednica 7). Povprečno ima smreka največji radialni prirastek (19,88 mm), bukev pa najmanjšega (14,53 mm). Najmanjši radialni prirastki pripadajo sestoju, ki so na grebenu, najvišji pa sestoju, ki so na pobočju, vendar razlike niso statistično značilne (t-test, $P = 0.099$).

Radialni prirastek je odvisen tudi od prsnega premera posameznega drevesa, prav tako pa se razlikuje med posameznimi drevesnimi vrstami. Z analizo smo ugotovili, da je

povezanost med radialnim prirastkom drevesa in njegovim prsnim premerom statistično značilna ($P < 0,0001$). Povezanost med prsnim premerom drevesa in njegovim radialnim prirastkom še najboljše opiše logaritemska krivulja (Slika 9).



Slika 9: Odvisnost desetletnega radialnega prirastka od prsnega premera po drevesnih vrstah

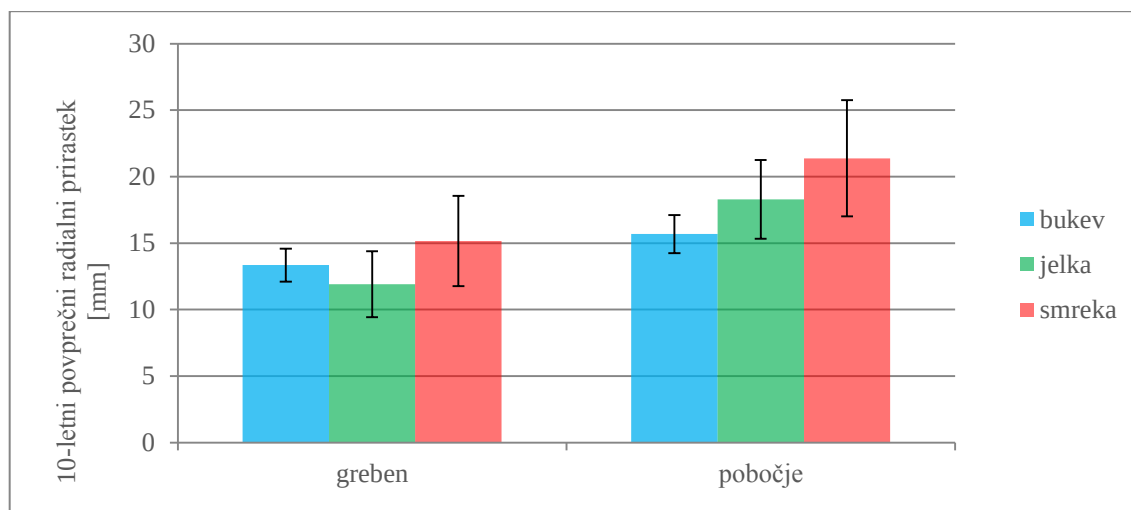


Slika 10: Desetletni povprečni radialni prirastek drevesnih vrst glede na socialni položaj

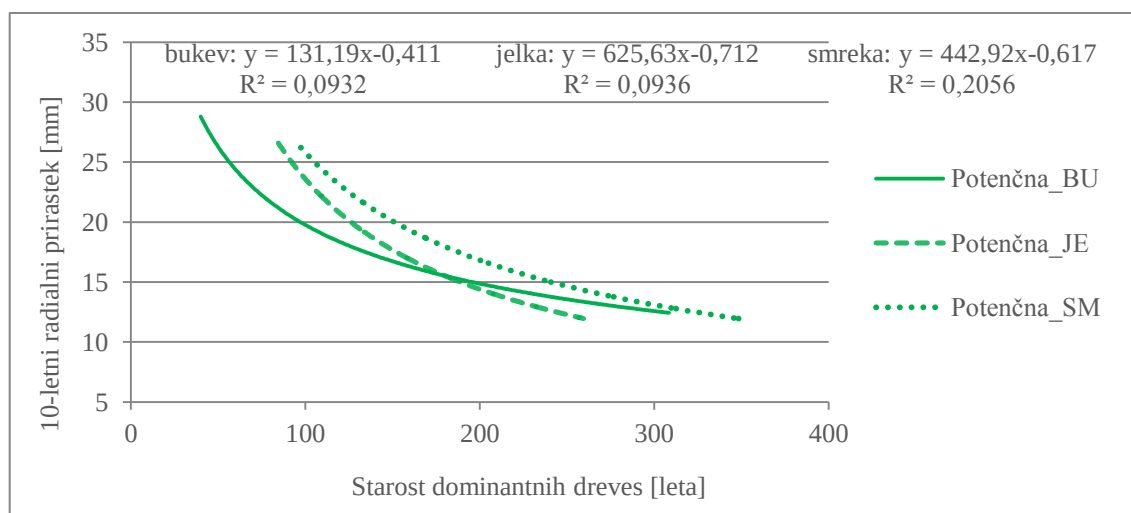
Tudi socialni položaj vpliva na radialni prirastek dreves. Tista, ki so nadrasla (socialni položaj 1) tako bolje priraščajo kot sorasla (socialni položaj 2) in podrasla (socialni položaj 3). Višina stolpca prikazuje desetletni povprečni radialni prirastek dreves, grafu pa smo

dodali še interval zaupanja ob 5 % tveganju (Slika 10). Med nadraslimi drevesi je v ospredju smreka, med soraslimi prednjači jelka, medtem ko pri podraslih navzgor izstopa bukev.

Tudi od reliefnega tipa je odvisno radialno priraščanje dreves. Drevesa na pobočju bolje radialno priraščajo kot drevesa, ki rastejo na grebenu (Slika 11).



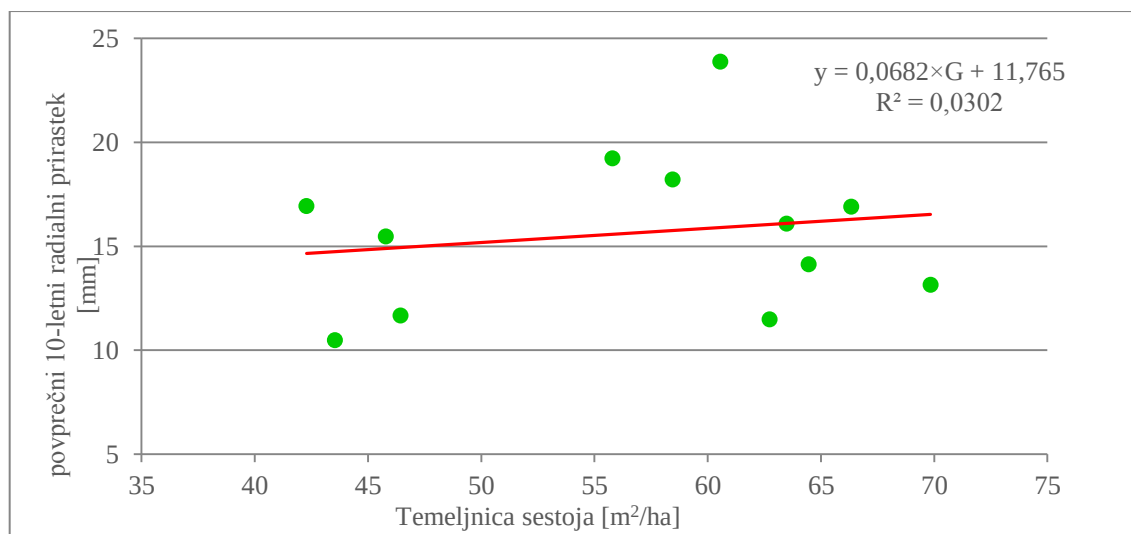
Slika 11: Desetletni povprečni radialni prirastek drevesnih vrst glede na reliefni tip



Slika 12: Odvisnost povprečnega radialnega prirastka dreves od starosti dominantnih dreves po drevesnih vrstah

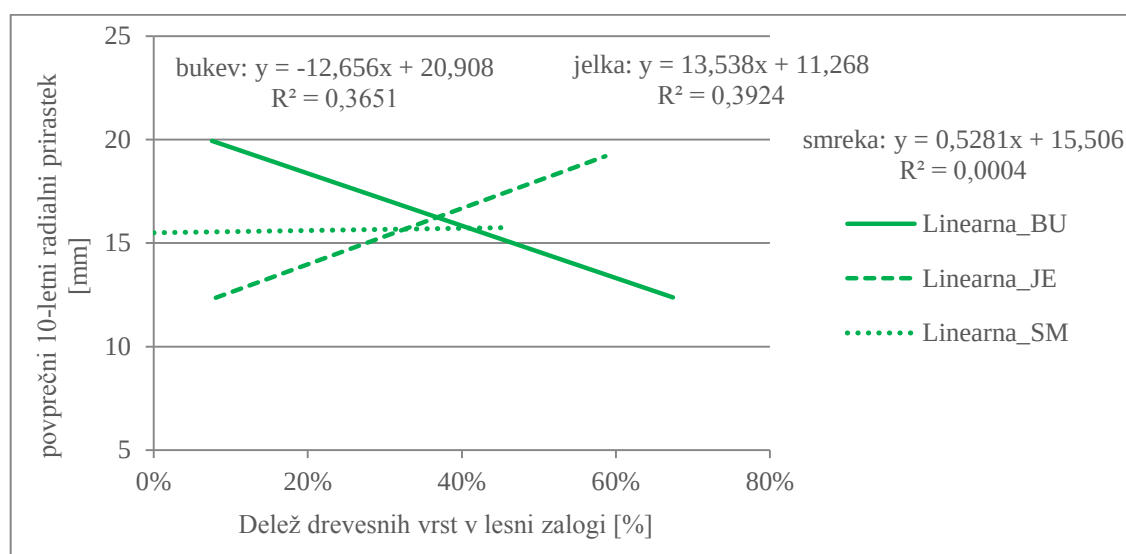
Dominantnim drevesom na ploskvi smo odvzeli izvrtke do sredine. Tako smo ugotovili

starost dominantnih dreves, da smo lahko izrisali graf, ki prikazuje odvisnost radialnega priraščanja drevesa od njegove starosti (Slika 12). Pomembno je omeniti, da so v sliki 12 pokazani zgolj podatki za dominantna drevesa, ki so bila večinoma stara več kot sto let. Za mlajša drevesa nismo ugotavljali starosti, tako da podatki o radialnem prirastku niso prikazani. Iz slike 12 razberemo, da se s starostjo radialni prirastek dreves zmanjšuje. Poleg tega opazimo tudi, da se radialni prirastek za različne drevesne vrste različno manjša – pri buki opazimo hitro zmanjšanje med 50. in 150. letom, potem pa se manjša počasneje, medtem ko se radialni prirastek jelke začne manjšati kasneje in se hitreje manjša. Smreka ima najpočasnejše zmanjševanje radialnega prirastka glede na starost. Odvisnost radialnega prirastka od starosti dominantnih dreves je pri 5 % tveganju značilna tako za bukev ($P = 0,0141$) kot za jelko ($P = 0,0307$) in smreko ($P = 0,0029$). Pri smreki je odvisnost bolj statistično značilna, saj je tveganje manjše od 1 %.



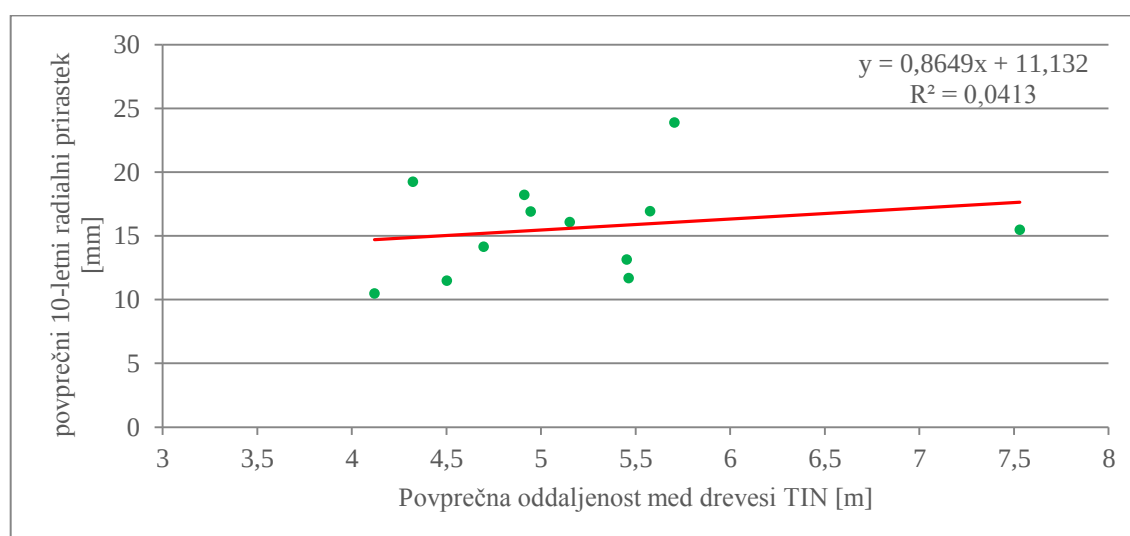
Slika 13: Odvisnost povprečnega radialnega prirastka sestoja od temeljnice sestoja

Pričakovali smo, da je pri višji sestojni temeljnici večji tudi povprečni radialni prirastek sestoja. Zato smo v sliki 13 prikazali odvisnost povprečnega radialnega prirastka sestoja od temeljnice sestoja. Povezava med obema parametroma je linearna in je naraščajoča, vendar je statistično neznačilna, saj je tveganje preveliko ($P = 0,589$). Če bi hoteli dobiti bolj natančne in zanesljive analize, bi potrebovali več ploskev.



Slika 14: Vpliv deleža drevesnih vrst v lesni zalogi na povprečni radialni prirastek dreves

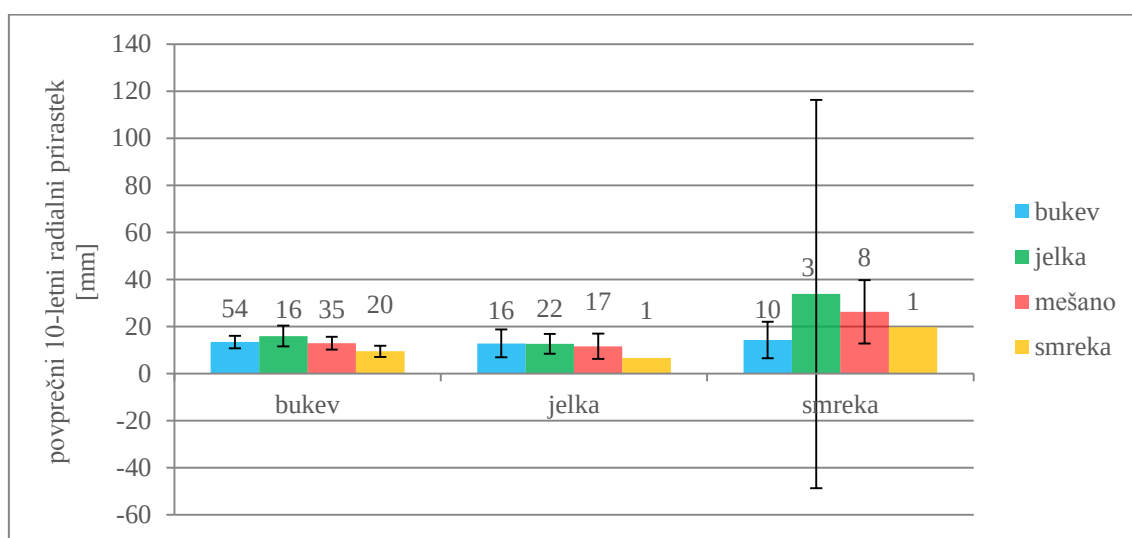
Na povprečni radialni prirastek dreves zelo vpliva tudi drevesna sestava na ploskvah. Iz slike 14 lahko razberemo, da se ob večanju deleža bukke v lesni zalogi radialni prirastek linearno manjša (statistično značilna odvisnost ob 5 % tveganju; $P = 0,0374$), medtem ko se ob večanju deleža jelke radialni prirastek linearno veča (statistično značilna odvisnost ob 5 % tveganju; $P = 0,0293$). Delež smreke ne vpliva na povprečni radialni prirastek (odvisnost ni statistično značilna; $P = 0,9494$) (Slika 14).



Slika 15: Odvisnost povprečnega radialnega prirastka sestoja od povprečne oddaljenosti med drevesi (TIN)

Tudi povprečna oddaljenost med drevesi vpliva na radialno priraščanje sestoja. Iz slike 15 je razvidno, da je povprečni radialni prirastek sestojev večji tam, kjer je povprečna oddaljenost med drevesi večja ter ima tako vsako drevo več rastnega prostora. Vendar ta povezava ni statistično značilna ($P = 0,5263$).

Prav tako na radialno priraščanje vpliva mešanost drevesnih vrst. Slika 16 prikazuje, kako se radialno priraščanje vrste razlikuje glede na to, katera drevesna vrsta prevladuje v sosesčini. Prikazane vrednosti prikazujejo, kolikšen je vzorec (število dreves znotraj vsake kategorije). Skupno so bila v vzorec zajeta 204 drevesa. Iz slike 16 ugotovimo, da bukev najbolj prirašča, kadar v sosesčini prevladuje jelka, medtem ko jelka približno enako prirašča, kadar ima v sosesčini jelko ali bukev. Obe vrsti imata slabši prirastek, kadar rasteta v sosesčini smreke. Smreka ima največji prirastek, kadar v sosesčini prevladuje jelka, najslabšega pa, kadar je v sosesčini bukev (Slika 16). Vendar je treba poudariti, da je vzorec teh podatkov dokaj majhen, tako da podatki niso popolnoma zanesljivi. Grafu je dodan tudi interval zaupanja pri 5 % tveganju. Ravno pri smreki opazimo, da je ta interval zelo velik, saj je bilo malo podatkov. Za dva stolpca celo ni bilo mogoče izračunati tveganja, saj so bile vrednosti izračunane zgolj za eno drevo.



Slika 16: Vpliv mešanosti drevesnih vrst na povprečni radialni prirastek drevesa

Izračunali smo korelacije med povprečno oddaljenostjo med drevesi ter povprečnim radialnim prirastkom za analizirane drevesne vrste. Le za jelko smo ugotovili značilno

pozitivno povezanost ($r = 0,310$; $P = 0,020$) (Preglednica 8).

Preglednica 8: Korelacije med povprečnim radialnim prirastkom dreves in povprečno oddaljenostjo med drevesi po drevesnih vrstah

Drevesna vrsta	r-korelacijski koeficient	P-vrednost
Bukev	0,103	0,254
Jelka	0,31	0,02
Smreka	-0,127	0,573

Na grebenu je korelacija med povprečnim radialnim prirastkom in povprečno oddaljenostjo šibka in pozitivna ($r = 0,311$; $P = 0,002$), na pobočju pa je statistično neznačilna (Preglednica 9).

Preglednica 9: Korelacije med povprečnim radialnim prirastkom dreves in povprečno oddaljenostjo med drevesi po reliefnih tipih

Reliefni tip	r-korelacijski koeficient	P-vrednost
Greben	0,311	0,002
Pobočje	-0,029	0,7595

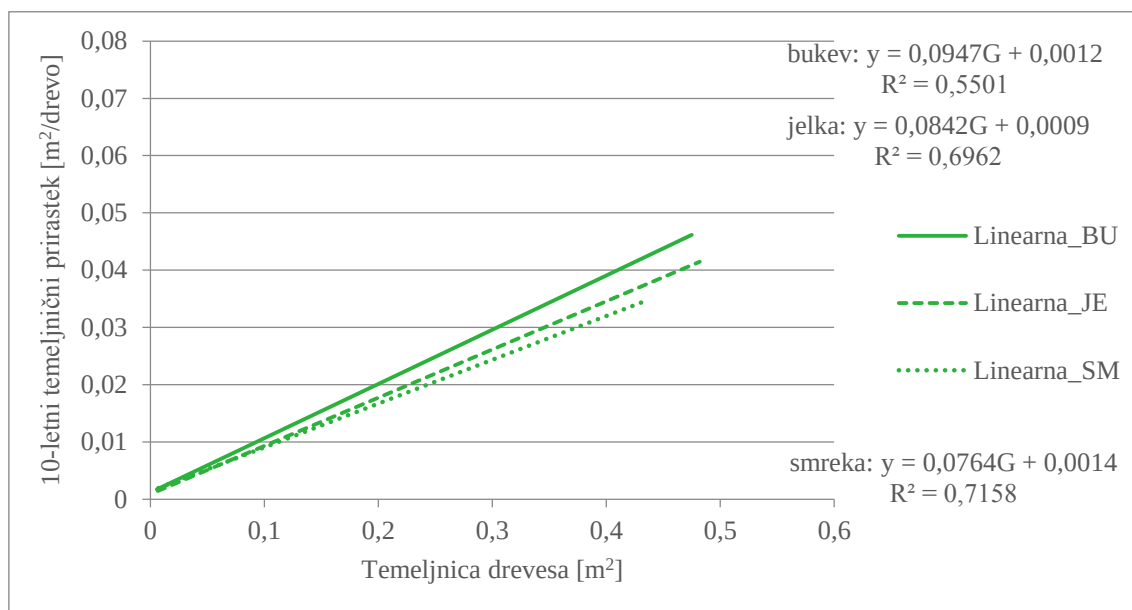
3.5.2 Temeljnični prirastek

Preglednica 10: Desetletni temeljnični prirastki po ploskvah za vsa drevesa

Ploskev	Desetletni temeljnični prirastek [m ² /ha]	Smreka [m ² /ha]	Jelka [m ² /ha]	Bukev [m ² /ha]
3	4,659	1,627	1,364	1,668
8	4,121	/	0,893	3,228
15	3,324	0,816	0,943	1,565
30	5,472	0,194	1,920	3,359
31	5,147	1,207	2,260	1,680
45	5,946	1,321	0,674	3,951
55	8,234	3,070	3,810	1,354
57	4,976	/	2,557	2,419
61	5,526	1,382	2,533	1,611
64	2,986	0,569	0,363	2,054
66	2,693	1,065	0,331	1,297
70	4,066	0,880	0,927	2,259
Povprečje	4,763	1,011	1,548	2,204

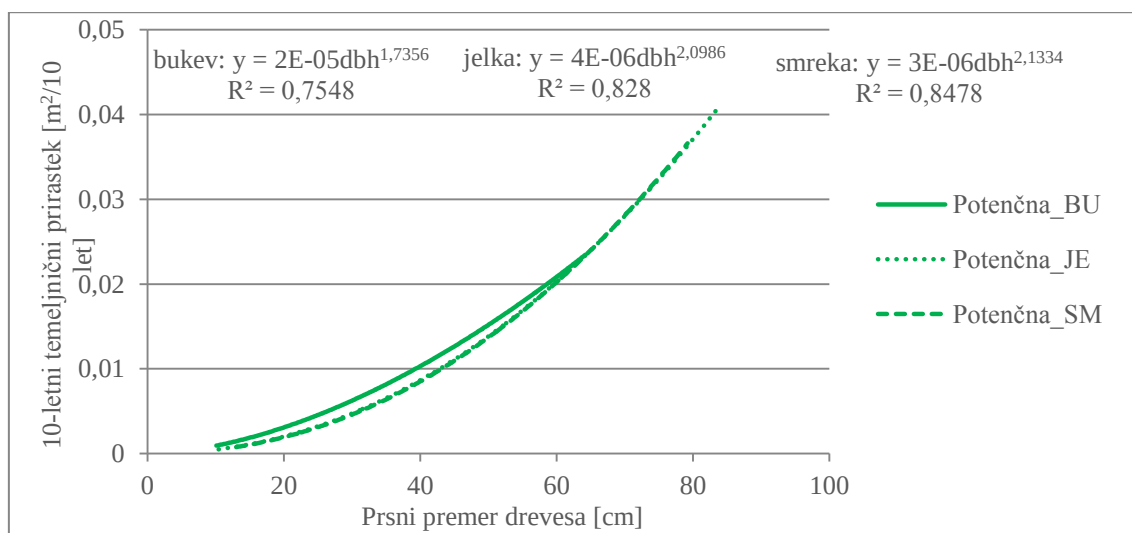
V zadnjih desetih letih je temeljnični prirastek sestojev od 2,7 m²/ha do 8,2 m²/ha. Povprečni temeljnični prirastek sestojev v zadnjih desetih letih pa znaša 4,8 m²/ha (Preglednica 8). V zadnjih desetih letih največji temeljnični prirastek pripada bukvi (2,204 m²/ha), najmanjši pa smreki (1,011 m²/ha). Največji temeljnični prirastek pripada sestoju na pobočju, najmanjši pa sestoju na grebenu, vendar razlike med pobočji in grebeni niso statistično značilne (t-test, P = 0,11).

Na sliki 17 je prikazana odvisnost temeljnega prirastka drevesa od njegove temeljnice. Iz grafikona lahko razberemo, da se temeljnični prirastek drevesa večja linearno z večanjem temeljnice tega drevesa. Povezava je statistično značilna za vse drevesne vrste, saj je pri vseh drevesnih vrstah tveganje manjše od 1‰ (P < 0,001).



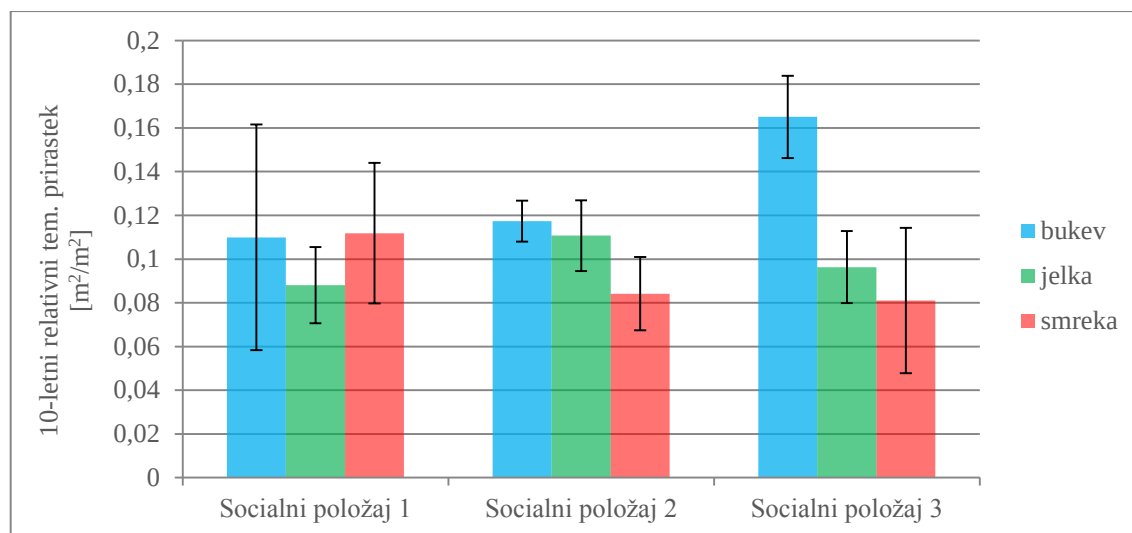
Slika 17: Odvisnost temeljničnega prirastka drevesa od temeljnice posameznega drevesa

Temeljnični prirastek drevesa je v funkcijski povezavi s prsnim premerom drevesa. Iz slike 18 je razvidno, da se z večanjem prsnega premera potenčno povečuje tudi temeljnični prirastek drevesa. Krivulje različnih drevesnih vrst so si med seboj zelo podobne (Slika 18). Za vse drevesne vrste pa velja, da je povezava zelo tesna, saj je tveganje manjše od 1 % ($P < 0,001$).



Slika 18: Odvisnost temeljničnega prirastka drevesa od prsnega premera drevesa po drevesnih vrstah

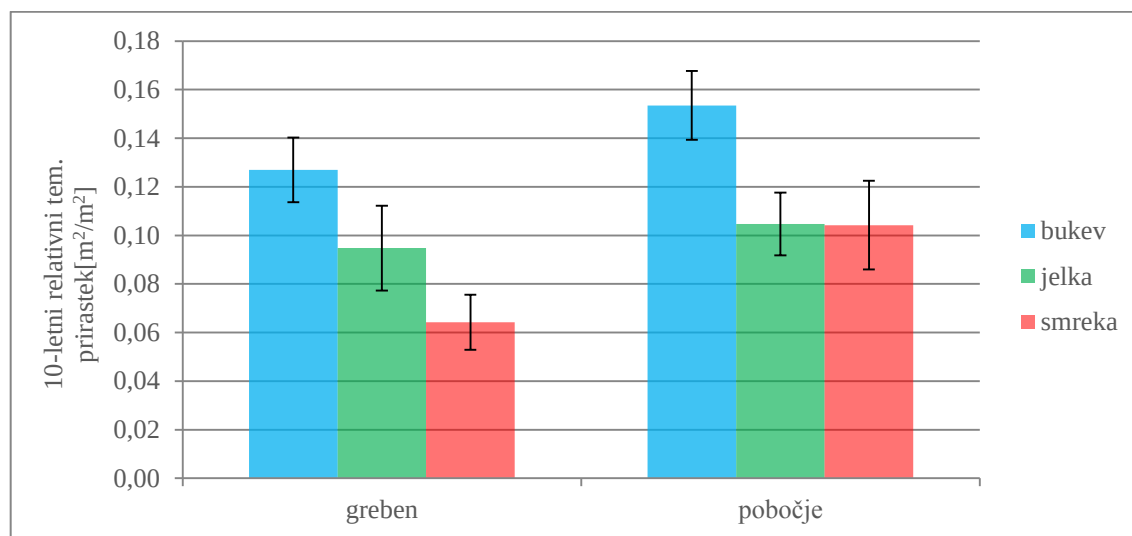
Temeljnični prirastek dreves je v tesni povezanosti s samo temeljnico drevesa. Zato v nadaljevanju prikazujemo relativni temeljnični prirastek. Grafu smo dodali tudi interval zaupanja ob 5 % tveganju.



Slika 19: Desetletni relativni temeljnični prirastek glede na socialni položaj po drevesnih vrstah

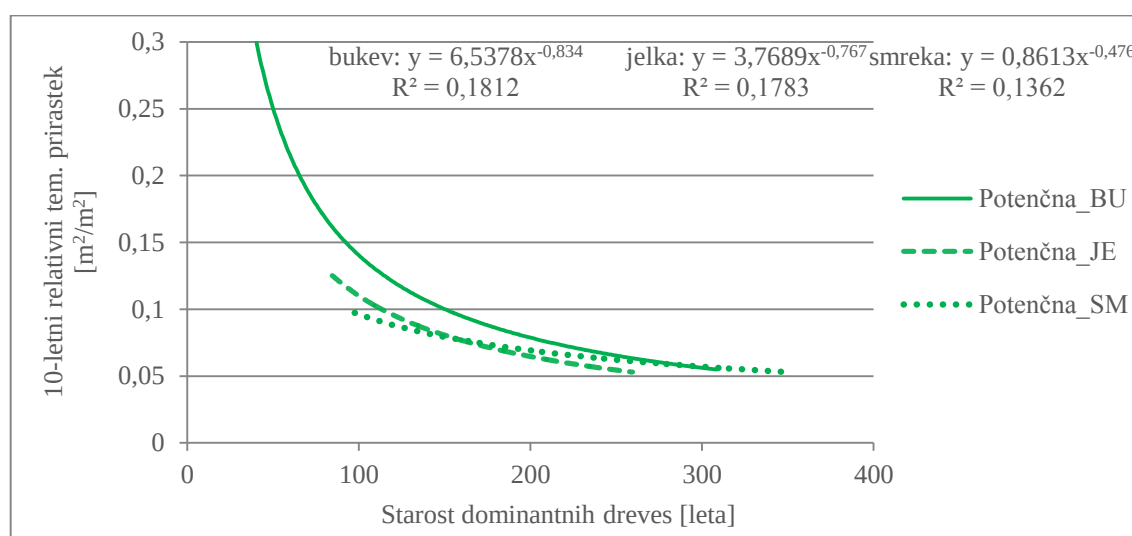
Pri bukvi opazimo, da imajo največji relativni temeljnični prirastek drevesa v socialnem položaju 3, najmanjšega pa drevesa v socialnem položaju 1. Jelka ima največje relativne temeljnične prirastke v socialnem položaju 2, najmanjše pa prav tako v socialnem položaju 1, vendar so vrednosti pri jelki precej podobne. Pri smreki je zanimivo, da so največji relativni temeljnični prirastki v prvem socialnem razredu, najmanjši pa v tretjem (slika 19). Tako lahko sklepamo, da bukev bolje prirašča pod zastorom dreves socialnega položaja 1 in 2, saj ima boljše relativne temeljnične prirastke od jelke in smreke.

Relativni temeljnični prirastek se spreminja tudi glede na reliefni tip. Iz slike 20 lahko razberemo, da so relativni temeljnični prirastki dreves, ki so rasla na pobočju, večji od tistih, ki so rasla na grebenu. Na obeh reliefnih tipih pripadajo največji relativni temeljnični prirastki bukvi, najmanjši pa smreki. Pri jelki so razlike med različnimi reliefnimi tipi majhne (Slika 20).



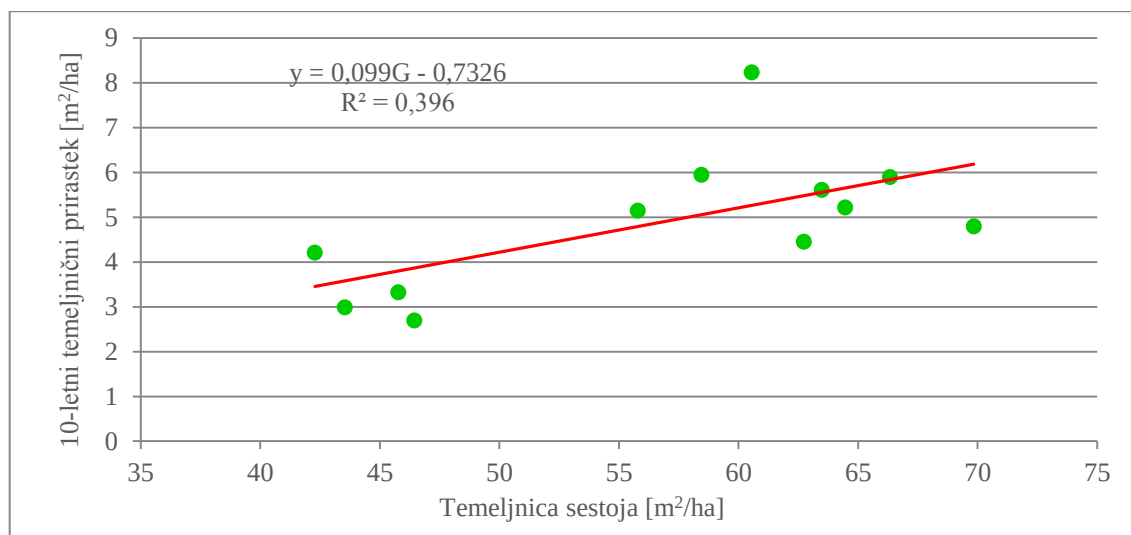
Slika 20: Desetletni relativni temeljnični prirastek dreves glede na reliefni tip po drevesnih vrstah

Pri naslednjem grafu je treba opozoriti, da v prikaz niso zajeta vsa drevesa na ploskvi, ampak samo dominantna, ki smo jih vrtali do sredine in tako ugotovili njihovo starost (v prsni višini). Relativni temeljnični prirastek se s starostjo manjša pri vseh drevesnih vrstah. Ko so drevesa še mlajša, je zmanjševanje hitrejše, z leti pa se zmanjševanje upočasni (Slika 21). Povezava je ob 5 % tveganju značilna za vse drevesne vrste (jelka: $P = 0,0022$, bukev: $P = 0,0004$, smreka: $P = 0,0175$).

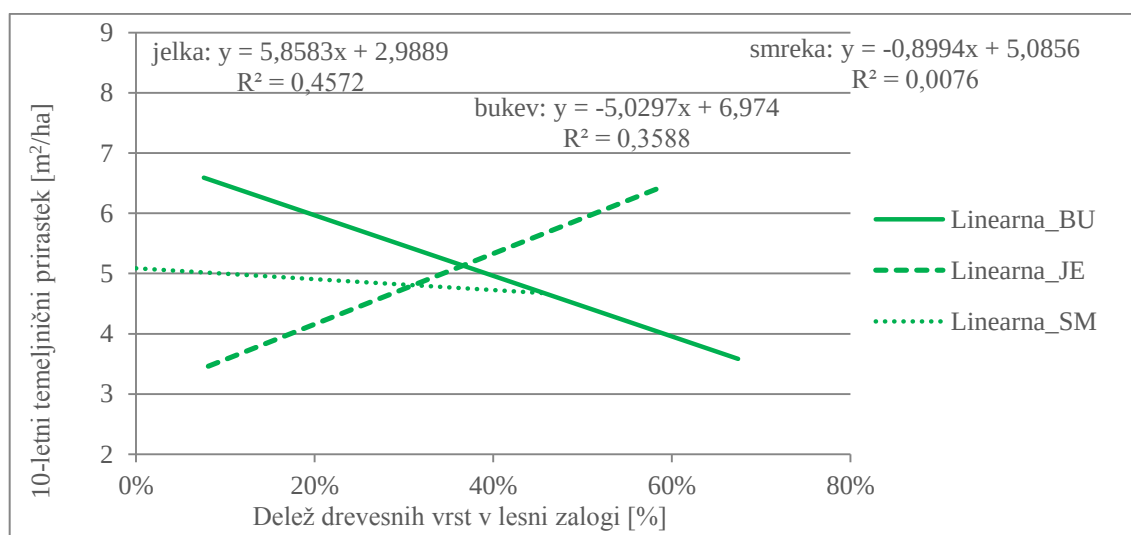


Slika 21: Odvisnost relativnega temeljničnega prirastka dominantnih dreves od starosti dominantnih dreves

Temeljnični prirastek dreves se povečuje z večanjem sestojne temeljnice, povezava pa je ob 5 % tveganju tudi statistično značilna ($P = 0,0284$) (slika 22). Če primerjamo ta graf z grafom, v katerem je prikazan radialni prirastek (Slika 12), ugotovimo, da se temeljnični prirastek glede na temeljnico večja hitreje kot radialni prirastek.



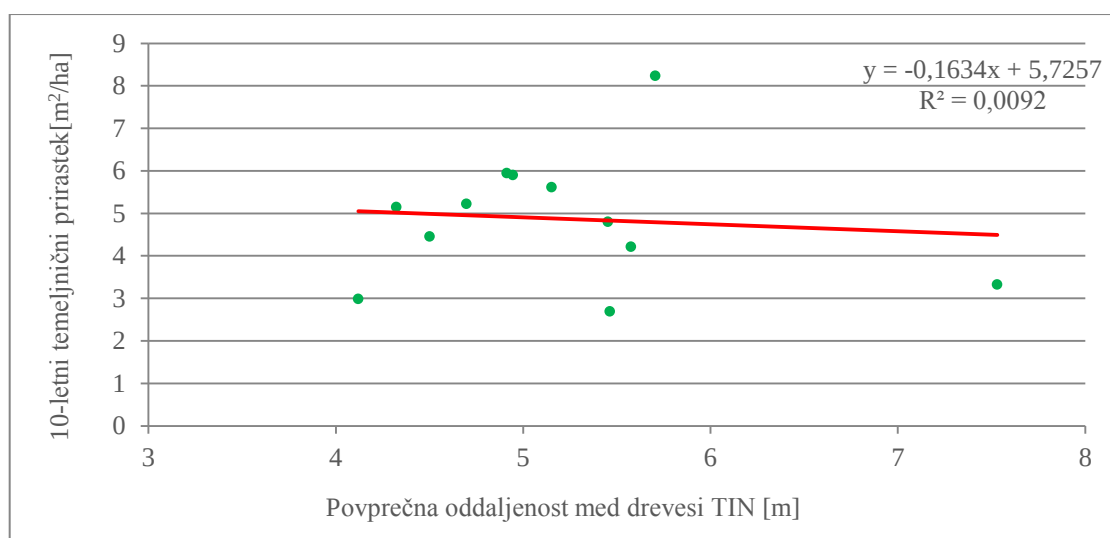
Slika 22: Odvisnost deseletnega temeljničnega prirastka sestoja od temeljnice sestoja



Slika 23: Desetletni temeljnični prirastek sestoja glede na delež drevesnih vrst v lesni zalogi

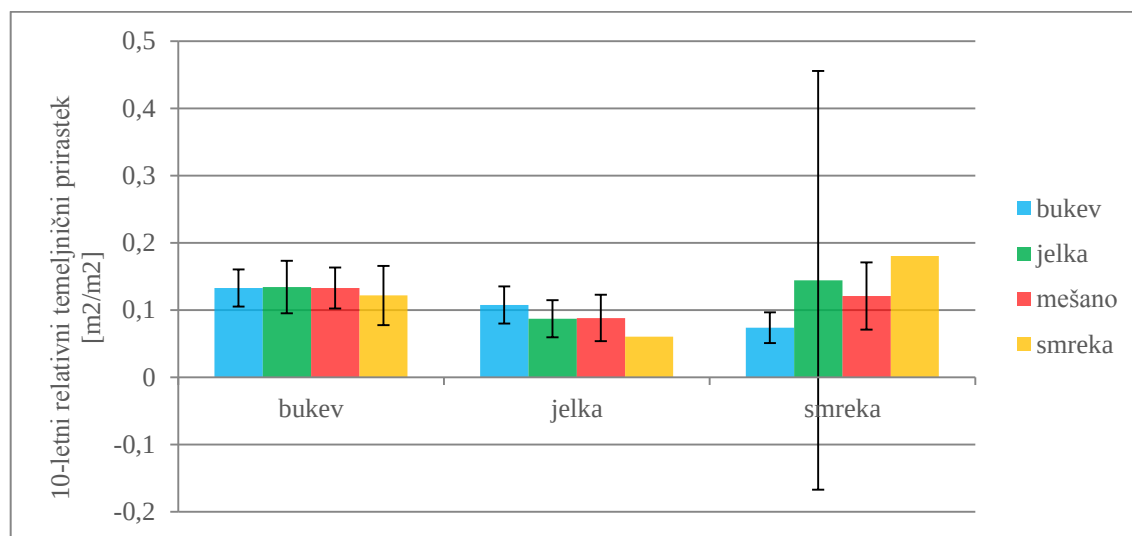
Na temeljnični prirastek sestoja vpliva tudi drevesna sestava sestoja. S povečevanjem deleža jelke se tako temeljnični prirastek večja, povezava je ob 5 % tveganju tudi statistično značilna ($P = 0,0158$). S povečevanjem deleža bukve pa se temeljnični prirastek manjša, tudi ta povezava je ob 5 % tveganju statistično značilna ($P = 0,0396$). Delež smreke bistveno ne vpliva na temeljnični prirastek, povezava statistično ni značilna ($P = 0,7871$) (slika 23).

Temeljnični prirastek sestoja je odvisen tudi od povprečne oddaljenosti med drevesi na ploskvi. Tako opazimo, da se temeljnični prirastek z večanjem povprečne oddaljenosti manjša, vendar povezava ni značilna ($P = 0,767$) (slika 24).



Slika 24: Odvisnost temeljničnega prirastka sestoja od povprečne oddaljenosti med drevesi (TIN)

Tudi mešanost vpliva na relativni temeljnični prirastek. Relativni prirastki bukve so precej podobni ne glede na to, katera drevesa prevladujejo v soseščini. Jelka najbolj prirašča v družbi bukve, medtem ko je relativni temeljnični prirastek smreke največji, kadar smreka raste v soseščini smrek (Slika 25). Grafu smo dodali tudi interval zaupanja pri tveganju 5 %. Vzorec obsega 204 drevesa, rezultati niso zanesljivi. Intervali zaupanja so ponekod izredno veliki, za dva niza podatkov pa ga ni mogoče izračunati.



Slika 25: Vpliv mešanosti na relativni temeljnični prirastek drevesnih vrst

Povezanost temeljničnega prirastka in povprečne oddaljenosti med drevesi je pri bukvi šibko pozitivna ($r = 0,271$; $P = 0,002$), pri jelki in smreki pa sta povezavi neznačilni (Preglednica 11).

Povezanost med relativnim temeljničnim prirastkom in povprečno oddaljenostjo dreves je pri bukvi šibka in negativna ($r = -0,226$; $P = 0,011$), pri jelki in smreki pa sta povezavi neznačilni (Preglednica 11).

Preglednica 11: Korelacije med temeljničnim ter relativnim temeljničnim prirastkom dreves in povprečno oddaljenostjo med drevesi po drevesnih vrstah

Drevesna vrsta	Temeljnični prirastek		Relativni temeljnični prirastek	
	r-korelacijski koeficient	P-vrednost	r-korelacijski koeficient	P-vrednost
bukev	0,271	0,002	-0,226	0,011
jelka	0,302	0,237	0,215	0,112
smreka	-0,069	0,762	-0,317	0,155

Povezanost temeljničnega prirastka in povprečne oddaljenosti med drevesi je na grebenu šibka in pozitivna ($r = 0,343$; $P = 0,0007$), medtem ko je na pobočju povezava neznačilna (Preglednica 12). Povezava relativnega temeljničnega prirastka in povprečne oddaljenosti

med drevesi pa je značilna le za pobočje, kjer je negativna in šibka ($r = -0,235$; $P = 0,013$) (Preglednica 12).

Preglednica 12: Korelacije med temeljničnim ter relativnim temeljničnim prirastkom dreves in povprečno oddaljenostjo med drevesi po reliefnih tipih

Reliefni tip	Temeljnični prirastek		Relativni temeljnični prirastek	
	r-korelacijski koeficient	P-vrednost	r-korelacijski koeficient	P-vrednost
Greben	0,343	0,0007	-0,030	0,770
Pobočje	0,056	0,559	-0,235	0,013

4 RAZPRAVA

Mešani sestoji so sicer zelo pogosta oblika sestojev pri nas, vendar pa smo imeli s postavitvijo ploskev kar velike težave, kar je predvsem posledica nedavnega žleda, saj poškodovanih sestojev nismo želeli vključiti v analizo. Ker smo bili s površino omejeni le na GGE Leskova dolina, nismo mogli najti dovolj ploskev, kjer bi bila idealna mešanost dreves. Prav tako nam ni uspelo najti nobenega mešanega sestoja v vrtači, tako da smo ploskve postavili zgolj na pobočja in grebene, kar je posledica predvsem tega, da se v vrtačah pojavljajo pretežno smrekovi sestoji.

Povprečna gostota sestojev znaša 553 osebkov na hektar. Zanimivo je to, da najmanjša gostota pripada sestoku, ki leži na pobočju, največja gostota pa sestoku, ki leži na grebenu. Enako je pokazala tudi raziskava v bukovih sestojih na podobnih rastiščih in v istem območju (Andrejčič, 2015). Verjetno je razlog v tem, da na pobočju drevesa dosegajo večje prsne premere kot tista na grebenu, s tem pa je na pobočjih manj drevja kot na grebenu. Temeljnica sestoja je bila po pričakovanjih nižja na grebenih, višja pa na pobočjih, kar je razumljivo, saj se z grebena izpirajo hranila, voda iz tal hitreje odteka. Tako imajo drevesa na pobočju vedno boljše razmere za rast kot pa drevesa, ki rastejo na grebenu. Vendar razlik med grebeni in pobočji prav tako kot pri gostoti nismo mogli potrditi. Tudi lesna zaloga kaže, da so razmere na grebenu bolj zaostrene kot razmere na pobočju. Najmanjše lesne zaloge tako pripadajo sestojem na grebenu, največje pa tistim na pobočju. Majhne lesne zaloge na grebenih so pokazale tudi predhodne študije (Andrejčič, 2015; Lotrič, 2015). V gostoti je prevladovala bukev, vendar pa je bilo to drobnejše podraslo drevje, tako da v temeljnici in lesni zalogi bukev ni imela več tolikšne prevlade kot v gostoti sestojev.

Frekvenčna porazdelitev dreves je precej pričakovana: veliko drobnejšega drevja ter malo debelejšega. Razlike v frekvenčni porazdelitvi dreves med grebeni in pobočji skorajda ni. Glavna razlika med pobočji in grebeni je predvsem, da drevesa na grebenih dosegajo manjše debeline kot drevesa na pobočjih. V nižjih debelinskih stopnjah v drevesni sestavi prevladuje predvsem bukev, smreke in jelke je zelo malo, v višjih debelinskih stopnjah pa bukve praktično ni, ostaneta zgolj smreka in jelka. Deloma je razlog v počasnejši rasti bukve, deloma pa tudi v tem, ker bukev v času nastajanja sestojev ni veljala za

gospodarsko vrsto, pospeševali so predvsem jelko in smreko. Tudi frekvenčna porazdelitev dreves kaže, da v prihodnosti lahko pričakujemo, da se bo v višjih debelinskih razredih znatno povečal delež bukve, delež jelke in smreke pa zmanjšal.

S starostno analizo dominantnih dreves smo ugotovili, da so sestoji, kjer so potekale raziskave, razmeroma stari, čeprav glede na frekvenčno porazdelitev kaže, da niso. Povprečna starost dominantnih dreves tako znaša 156 let. Najstarejše analizirano drevo je bilo staro 352 let, kar je veliko. Tudi razpon starosti med najmlajšim drevesom in najstarejšim je zelo velik, kar kaže na raznodobnost sestojev. V enomernih sestoju so namreč razponi starosti znatno manjši (Kadunc, 2012). Skupaj je bilo v starostno analizo zajetih 153 dreves.

Z analizo višinskih krivulj smo ugotovili, da drevesa na pobočju dosegajo za pet metrov višje višine kot pa drevesa na grebenu. Ravno tako so nižje višine dreves na grebenu ugotovili v predhodnih raziskavah (Andrejčič, 2015). Razlike so tudi med višinami posameznih drevesnih vrst. Tako na pobočju najvišje zraste smreka, najnižje pa bukev (Slika 7), medtem ko je na grebenu situacija drugačna: tam najvišje višine dosega jelka, smreka pa najnižje (Slika 8). Najvišja izmerjena višina je znašala 42 metrov. Da smreka na pobočju zraste višje od bukve, so pokazale tudi analize priraščanja smreke in bukve na strmih pobočjih v Bohinju (Žnidar, 2013). Prav tako so potrdili tudi zmanjševanje višinskega priraščanja s staranjem dreves (ibid.), kar se je pokazalo tudi pri analizi višinskega priraščanja bukve (Andrejčič, 2015) in smreke (Lotrič, 2015), pa tudi drugih drevesnih vrst (e.g. Martinčič, 2008).

Analize so pokazale, da ima smreka v povprečju večje radialne prirastke kot bukev in jelka. Prav tako se višji radialni prirastki pojavijo na pobočnih sestoju, nižji pa na grebenskih, vendar ta razlika ni statistično značilna. V obeh primerih so najvišji prirastki zabeleženi pri smreki, medtem ko na grebenu najslabše radialno prirašča jelka, na pobočju pa bukev. Analize bukovih sestojev so prav tako pokazale, da drevesa na grebenu slabše radialno priraščajo kot drevesa na pobočju (Andrejčič, 2015).

Povezanost radialnega prirastka drevesa od prsnega premera drevesa je bila potrjena z zelo nizko stopnjo tveganja. To nakazuje, da sta radialni prirastek drevesa in prsni premer drevesa v zelo tesni povezanosti, ki jo je najbolje opisala logaritemska funkcija. Iz grafa

(Slika 9) vidimo, da so si krivulje jelke in smreke med seboj zelo podobne. Pri bukvi se radialno priraščanje glede na premer večja hitreje, vendar pa se hitreje ustali; tako da pri večjih premerih ne dosega več tako visokih radialnih prirastkov kot jelka in smreka.

Pri analizi radialnega priraščanja glede na socialni položaj drevesa smo ugotovili, da imajo nadrasla drevesa višje radialne prirastke kot sorasla in podrasla. Verjetno zato, ker so si že izborila svoj rastni prostor ter imajo zato primernejše razmere za svojo rast. Prejmejo tudi največ svetlobe, njihova krošnja pa je dobro razvita. Sorasla drevesa, ki se še borijo za svetlobo, vendar so njihove krošnje mnogo bolj utesnjene, imajo že manjše radialne prirastke, medtem ko imajo podrasla, ki uspevajo pod streho sestoja in čakajo na boljše razmere za rast, najmanjše radialne prirastke. Nasprotno so v raziskavi bukovih sestojev ugotovili, da so največji radialni prirastki pri soraslem drevju (Andrejčič, 2015). Medtem ko raziskava priraščanja bukovih gozdov na Kočevskem ni potrdila vpliva socialnega statusa dreves na radialno priraščanje (Bončina in sod., 2007), so se v več raziskavah pokazali majhni radialni prirastki podstojnega drevja pri bukvi (Andrejčič, 2015; Kadunc, 2011; Kadunc, 2012), smreki (Lotrič, 2015; Porenta, 2008; Forjanič, 2008) in tudi jelki (Forjanič, 2008; Ileršič, 2008). Pomembno je poudariti, da so razlike tudi med vrstami, znotraj istega socialnega položaja. Takosmo ugotovili, da med nadraslimi drevesi najbolje prirašča smreka, med soraslimi jelka, med podraslimi pa bukev. To kaže, da smreka bolje izkorišča dobre razmere za rast kot bukev in jelka, če pa so razmere malce slabše, jih bolje izkoristita jelka in bukev.

Starost je tudi zelo pomemben dejavnik pri radialnem priraščanju dreves. Načeloma velja, da imajo starejša drevesa manjše radialne prirastke kot mlajša, kar smo ugotovili tudi z našo študijo. Vendar je treba omeniti, da smo imeli starost določeno zgolj za dominantna drevesa na ploskvi, kar pomeni, da navedeni podatki v Sliki 12 veljajo zgolj za drevesa, ki so večinoma starejša od sto let. In za ta drevesa smo ugotovili, da je zmanjševanje prirastka sprva hitro, s starostjo pa se upočasni tudi zmanjševanje radialnega priraščanja. Tako so razlike v prirastkih od 200 do 300 let starimi drevesi izredno majhne. Tudi druge študije, ki so zajele raznodobne bukove (Andrejčič, 2015), smrekove (Lotrič, 2015) in tudi enomerne bukove sestoje (Kadunc, 2012), so pokazale zmanjševanje radialnega prirastka s starostjo.

Večji radialni prirastki dreves se kažejo tudi v sestoju z višjo temeljnico, vendar povezava ni statistično značilna. Povezava bi se ob večjem številu vzorcev verjetno spremenila iz linearno naraščajočo v linearno padajočo, saj se z večanjem sestojne temeljnice povečuje utesnjenost dreves na ploskvi, s tem pa zmanjšuje njihovo priraščanje. Še eden od kazalnikov utesnjenosti je povprečna oddaljenost med drevesi. Večja kot je oddaljenost, manjša je utesnjenost dreves, s tem pa tudi večji radialni prirastek drevesa. Vendar povezava ni statistično značilna. Iz tega sledi, da so za večje radialne prirastke dreves potrebna preiščljena redčenja, kar pomeni odstranjevanje konkurentov ter s tem večanje ravnega prostora izbrancem.

Tudi delež drevesnih vrst v sestoji vpliva na radialni prirastek. Tako smo v študiji dokazali, da večanje deleža jelke pozitivno vpliva na radialni prirastek, medtem ko večanje deleža bukve vpliva negativno. Za smreko vpliva nismo dokazali na prirastek, kar je zanimivo glede na to, da ima smreka v primerjavi z jelko in bukvijo največje radialne prirastke. V raziskavi bukovih raznodobnih sestojev niso ugotovili odvisnosti radialnega prirastka od deleža bukve (Andrejčič, 2015), medtem ko so raziskave smrekovih sestojev kazale na rahlo povečevanje radialnega prirastka s povečevanjem smreke v lesni zalogi, vendar odvisnosti prav tako niso potrdili (Lotrič, 2015).

Drevesne vrste različno priraščajo tudi glede na to, katera drevesna vrsta prevladuje v njeni okolici. Podatki nakazujejo, da na radialno priraščanje bukve dobro vpliva, če raste med jelko, kar velja tudi za smreko. Jelka najbolje radialno prirašča v bližini bukev ali jelk. Smreka negativno vpliva na prirastek jelke. Poudariti pa je treba, da te ugotovitve niso zanesljive, saj je ponekod izredno majhen vzorec. Podobno velja tudi za relativne temeljnične prirastke dreves, s to razliko, da so relativni temeljnični prirastki smreke večji, če smreka raste v bližini smreke, torej v monotonih smrekovih sestoju.

Ugotovili smo, da največji temeljnični prirastek pripada bukvi, medtem ko najmanjši smreki, kar je ravno obratno kot pri radialnem prirastku. Razlike med grebenom in pobočjem ravno tako kot pri radialnem prirastku tudi tukaj nismo mogli dokazati. Raziskave bukovih sestojev so pokazale, da je temeljnični prirastek bukve večji na pobočju, manjši pa na grebenu (Andrejčič, 2015).

Z večanjem temeljnice drevesa se povečuje tudi njegov temeljnični prirastek. Pri bukvi je večanje temeljničnega prirastka hitrejše kot pri jelki, pri smreki pa počasnejše. Prav tako so zelo tesno povezavo med temeljničnim prirastkom drevesa in njegovo temeljnico pokazale študije v bukovih (Andrejčič, 2015) in smrekovih (Lotrič, 2015) sestojih. Omenjene študije so pokazale tudi zelo tesno povezavo med petletnim in desetletnim temeljničnim prirastkom glede na temeljnico drevesa. Zato smo se v naši raziskavi omejili zgolj na prikazovanje desetletnega temeljničnega prirastka.

Glede na prsni premer se temeljnični prirastek večja potenčno. Drevesne vrste imajo med seboj precej podobne krivulje, povezava pa je zelo tesna. Čeprav radialni prirastek pri debelejšem drevju ni več tako velik, pa se zaradi večjega obsega drevesa povečuje temeljnični prirastek. Tesno potenčno povezavo med prsnim premerom in temeljničnim prirastkom so pokazale tudi druge raziskave (Andrejčič, 2015; Lotrič, 2015).

Ker smo ugotovili tesno povezanost med temeljničnim prirastkom in samo temeljnico drevesa, smo za prikaze uporabili relativni temeljnični prirastek, ki prikazuje, koliko je drevo priraslo v primerjavi s temeljnico izpred desetih let. Tako smo ugotovili, da imajo bukke boljši relativni temeljnični prirastek v podraslem socialnem položaju. Smreka ima največje relativne temeljnične prirastke v nadraslem socialnem položaju, jelka pa v soraslem. Ugotovitve so skladne z drugimi študijami (Andrejčič, 2015, Lotrič, 2015). V primerjavi pobočje – greben smo ugotovili, da je relativni temeljnični prirastek, ravno tako kot radialni prirastek, pričakovano večji pri drevesnih vrstah, ki rastejo na pobočju. Enake zaključke so ugotovili tudi v bukovih sestojih (Andrejčič, 2015). Zanimivo je, da bukev, ki ni imela velikih radialnih prirastkov, pri relativnih temeljničnih prirastkih zelo izstopa.

Relativni temeljnični prirastek drevesnih vrst se hitro manjša do starosti dvesto let. Nato se zmanjševanje upočasni. Tako imajo 250–300 let stara drevesa precej podobne relativne temeljnične prirastke kot sto let mlajša drevesa.

Bukev – prav tako kot na radialni prirastek – negativno vpliva tudi na temeljnični prirastek sestoja, kar so ugotovili tudi v nedavnih raziskavah priraščanja bukovih sestojev (Andrejčič, 2015). Temeljnični prirastek sestoja se linearno povečuje s povečevanjem jelke v lesni zalogi. Delež smreke ne vpliva na temeljnični prirastek sestoja, kar so ugotovili tudi v raziskavah priraščanja smrekovih sestojev (Lotrič, 2015). Iz tega sledi, da je z vidika

temeljničnega prirastka, ki zelo vpliva tudi na volumenski prirastek, zelo pomembno, da pri gojenju gozdov pazimo, da je v sestoji primeren delež jelke.

Zmanjševanje temeljničnega prirastka z večanjem povprečne oddaljenosti med drevesi je verjetno posledica manjše gostote dreves na ploskvi. Čeprav se radialni prirastki povečujejo, pa prirašča toliko manj dreves, da je skupni temeljnični prirastek manjši. Manjša temeljnica in z njo tudi manjša lesna zaloga pa ne pomenita, da bo ob poseku manjši tudi zaslužek. Tako je treba za čim boljši vrednostni izkoristek sestoja z odkazilom konkurentov poskrbeti, da imajo izbranci vedno dovolj ravnega prostora. V takih sestojih je že temeljnični prirastek lahko manjši, vendar pa je vrednostni prirastek toliko večji.

Pomembno je poudariti, da smo v študijo zajeli zgolj odraslo drevje. Mlado je bilo iz analize izločeno že pri samih meritvah. Tako naši rezultati veljajo zgolj za odraslo drevje in jih ne moremo posploševati na mlajše drevje.

5 SKLEPI

V nalogi smo si postavili dve hipotezi.

1. Prve hipoteze nismo potrdili, saj razlike med radialnimi prirastki dreves, ki rastejo v različno mešanih sestoju, niso statistično značilne.
2. Tudi druge hipoteze nismo potrdili, saj za bukev nismo potrdili povezave med radialnim prirastkom in oddaljenostjo od sosednjih dreves. Se je pa za značilno (pozitivno) izkazala povezava pri jelki.

6 POVZETEK

Namen študije je bil analizirati radialno in temeljnično priraščanje mešanih gozdov glede na rastne in sestojne razmere. Najprej smo se lotili terenskih meritev, ki so potekale na območju GGE Leskova dolina. Na območju smo poiskali dvanajst ploskev, na katerih naj bi se smreka, jelka in bukev pojavljale v čim bolj enakomernem deležu v lesni zalogi. Tako smo postavili sedem pobočnih ploskev in pet grebenskih (v vrtači nam ni uspelo postaviti nobene ploskve). Vsaki ploskvi smo določili središče, za katerega smo pobrali tudi GPS-koordinate. S središča smo do oglišč ploskve in vseh dreves na ploskvi izmerili naklon, azimut in razdaljo. Poleg tega smo drevesom izmerili še premer in višino ter ocenili njihov socialni status. Vsem drevesom smo odvzeli izvrtke za zadnjih deset let prirastka, dominantnim drevesom (pet dreves smreke, pet jelke in pet bukve) pa prav do sredine. Vsakemu drevesu smo odvzeli dva izvrtka: enega z leve in drugega z desne (gledano po padnici navzdol), ki smo ju shranili v slamice. Kasneje smo jih pripravili za skeniranje, da smo jih potem lahko nadalje analizirali v programu WinDENDRO.

Rezultati so pokazali, da so gostote dreves večje na grebenih, vendar pa je lesna zaloga v takih sestojih manjša kot na pobočjih. S staranjem dreves se manjšata radialni in relativni temeljnični prirastek drevesnih vrst; sprva hitro, pri večjih starostih pa počasneje. Radialni prirastki so večji tam, kjer imajo drevesa več rastnega prostora, medtem ko so temeljnični prirastki tam manjši. Radialno in tudi temeljnično priraščanje sestojev zmanjšuje povečevanje deleža bukve, povečuje pa ga povečevanje deleža jelke.

Največje radialne prirastke smo pri vseh drevesnih vrstah zabeležili pri nadraslih drevesih, medtem ko smo največje relativne temeljnične prirastke bukve in smreke izmerili pri podraslih drevesih. Jelka je najslabše relativne temeljnične prirastke kazala pri nadraslih drevesih. Sestoji na grebenu imajo manjše radialne in relativne temeljnične prirastke kot sestoji na pobočju.

7 VIRI

- Andrejčič, A. 2015. Priraščanje bukve v odvisnosti od rastnih razmer v Leskovi dolini: diplomsko delo. Ljubljana, samozaložba: 10–30 str.
- Begon, M., Townsend, C. R., Harper, J. L. 2006. Ecology: From Individuals to Ecosystems. Oxford, Blackwell Publishing: 752 str.
- Bončina, A., Kadunc, A., Robič, D. 2007. Effects of selective thinning on growth and development of beech (*Fagus sylvatica* L.) forest stands in south-eastern Slovenia. *Annals of forest science*, 64, 1: 47–57.
- Forjanič, D. 2008. Razvoj gozdnega sestoja jelke in bukve na raziskovalni ploskvi na Mašunu: diplomsko delo. Ljubljana, samozaložba: 26–27 str.
- Gozdnogospodarski načrt GGE Leskova dolina 2004–2013. 2007. Postojna, Zavod za gozdove Slovenije: 113 str.
- Hladnik, D. 2004. Ocenjevanje prostorske zgradbe jelovo-bukovih sestojev. *Zbornik gozdarstva in lesarstva*, 74: 165–186.
- Ileršič, M. 2008. Razvoj gozdnega sestoja jelke na raziskovalni ploskvi v Menišiji: diplomsko delo. Ljubljana, samozaložba: 24–25 str.
- Kadunc, A. 2011. Poskus redčenja z enkratno določenimi izbranci v Suhi krajini - preliminarni rezultati. *Gozdarski vestnik*, 69, 9: 391–401.
- Kadunc, A. 2012. Rastne značilnosti, kakovost lesa, pojav rdečega srca in vrednostne karakteristike bukovih sestojev. V: Bončina, A. (ur.). *Bukovi gozdovi v Sloveniji: ekologija in gospodarjenje*. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 209–229.
- Kobal, M. 2011. Vpliv sestojnih, talnih in mikrorastiščnih razmer na rast in razvoj jelke (*Abies alba* Mill.) na visokem krasu Snežnika: doktorska disertacija. (Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire). Ljubljana, samozal.: 148 str.
- Kordiš, F. 1993. Dinarski jelovo bukovi gozdovi v Sloveniji. Ljubljana, Oddelek za gozdarstvo, Biotehniška fakulteta, Univerza v Ljubljani: 139 str.
- Koricheva, J., Vehviläinen, H., Riihimäki, J., Ruohomäki, K., Kaitaniemi, P., Ranta, H., 2006. Diversification of tree stands as a means to manage forests and diseases in boreal forests: ourth or reality? *Canadian Journal of Forest Research*, 36: 324–336

- Kotar, M. 2005. Zgradba, rast in donos gozda na ekoloških in fizioloških osnovah. Ljubljana, Zveza gozdarskih društev Slovenije, Zavod za gozdove Slovenije: 500 str.
- Lotrič, K. 2015. Priraščanje smreke v odvisnosti od rastnih razmer v Leskovi dolini: diplomsko delo. Ljubljana, samozaložba: 11–29 str.
- Martinčič, V. 2008. Zgradba in rast borovih sestojev na strmih, prisojnih dolomitnih pobočjih v pogorju Kuma: diplomsko delo. Ljubljana, samozaložba: 32 str.
- Pinto, P. E., Gégout, J. C., Hervé, J. C., Dhôte, J. F. 2007. Changes in environmental controls on the growth of *Abies alba* Mill. in the Vosges Mountains, north-eastern France, during the 20th century. *Global Ecology and Biogeography*, 16, 4: 472–484.
- Porenta, G. 2008. Razvoj gozdnih sestojev na raziskovalnih ploskvah v alpskem gozdu smreke na Pokljuki: diplomsko delo. Ljubljana, samozaložba: 34 str.
- Pretzsch, H. 2009. *Forest Dynamics, Growth and Yield*. Springer, Berlin, Heidelberg, 664 str.
- Puhek, V. 2003. Regresijske enačbe za volumen dreves po dvovhodnih deblovnica. V: *Gozdarski priročnik*. Kotar M. (ur.). Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 46–48.
- Schutz, J. P., Gotz, M., Schmid, W., Mandallaz, D., 2006. Vulnerability of spruce (*Picea abies*) and beech (*Fagus sylvatica*) forest stands to storms and consequences for silviculture. *European Journal of Forest Research*, 125, 3: 291–302.
- Stadt, K. J., Huston, K., Coates, K. D., Feng, Z., Dale, M. R. T., Lieffers V. J. 2007. Evaluation of competition and light estimation indices for predicting diameter growth in mature boreal mixed forests. *Annals of Forest Science*, 64, 5: 477–490.
- Tilman, D. 1988. *Plant Strategies and the Dynamics and Structure of Plant Communities*. (Monographs in Population Biology, 26). Princeton, NJ, University Press: 360 str.
- Zavod za gozdove Slovenije. December 2015.
http://www.zgs.si/slo/obmocne_enote/postojna/pestrost_gozdov/index.html
- Žnidar, M. 2013. Rast smreke in bukve na strmih legah v Bohinju: diplomsko delo. Ljubljana, samozaložba: 27 str.

ZAHVALA

Za strokovno pomoč in usmerjanje pri pisanju diplomske naloge se zahvaljujem mentorju doc. dr. Alešu Kaduncu. Prav tako se zahvaljujem dr. Milanu Kobalu za pomoč pri terenskih meritvah ter nadaljnjih izračunih. Zahvaljujem se tudi prof. dr Andreju Bončini za skrben pregled.

Zahvaljujem se Vanji Andrejčič, Katji Andrejčič, Katji Lotrič, Aneju Andrejčiču in Andražu Butinarju za pomoč pri terenskem delu. Prav tako velja zahvala revirnemu gozdarju Igorju Pridigarju za usmerjanje pri iskanju ploskev na terenu.

Zahvaljujem se tudi Janezu Štravsu za predstavitev delovanja programa WinDENDRO.

Zahvala velja tudi vsem domačim za vso pomoč in podporo.