

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

Anej ANDREJČIČ

**PRIRAŠČANJE BUKVE V ODVISNOSTI OD
RASTNIH RAZMER V LESKOVI DOLINI**

Diplomsko delo
Visokošolski strokovni študij – 1. stopnja

Ljubljana, 2015

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA GOZDARSTVO IN
OBNOVLJIVE GOZDNEVIRE

Anej ANDREJČIČ

**PRIRAŠČANJE BUKVE V ODVISNOSTI OD
RASTNIH RAZMER V LESKOVI DOLINI**

Diplomsko delo
Visokošolski strokovni študij – 1. stopnja

**BEECH INCREMENT DEPENDING ON GROWTH
CONDITIONS IN LESKOVA VALLEY**

B. SC. THESIS
Professional Study Programmes

Ljubljana, 2015

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 dne 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. Jurija Diacija.

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.

Anej Andrejčič

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

- ŠD Dv1
- DK GDK 56:182:176.1Fagus sylvatica(497.4Leskova dolina)(043.2)=163.6
- KG radialni prirastek/temeljnični prirastek/konkurenca/socialni položaj/relief/*Fagus sylvatica*/Leskova dolina
- AV ANDREJČIČ, Anej
- 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 2015
- IN PRIRAŠČANJE BUKVE V ODVISNOSTI OD RASTNIH RAZMER V LESKOVI DOLINI
- TD Diplomsko delo (Visokošolski strokovni študij - 1. stopnja)
- OP VII, 34 str., 8 pregl., 22 sl., 16 vir.
- IJ sl
- JI sl/en
- AI V diplomski nalogi smo analizirali priraščanje bukve (*Fagus sylvatica* L.) v odvisnosti od rastišnih razmer. Vse meritve so potekale jeseni 2014 na območju Leskove doline. V okviru naloge smo postavili, 12 ploskev na katerih je prevladovala bukev. Ploskve smo poiskali na treh različnih reliefnih tipih: vrtača, pobočje in greben. Vsakemu drevesu je bila izmerjena višina, prsni premer (1,3 m od tal) in določen položaj na ploskvi. Poleg tega smo odvzeli vsem analiziranim drevesom na prsni višini tudi izvrtke za zadnjih 10 let priraščanja. Devetim dominantnim drevesom bukve so bili odvzeti izvrtki do stržena. Rezultati so pokazali, da imamo najvišje lesne zaloge v vrtačah. Povprečni radialni in relativni temeljnični prirastek s starostjo dreves upadata. Radialni prirastek prej kulminira kot relativni temeljnični prirastek. Ugotovili smo, da imajo drevesa med 200 in 300 leti starosti v povprečju konstantne prirastke, ki skorajda ne upadajo. Podraslo drevje ima nižje radialne prirastke, toda najvišje relativne temeljnične prirastke. Pobočja imajo najvišje radialne in tudi relativne temeljnične prirastke. S povečevanjem oddaljenosti med drevesi narašča povprečni radialni prirastek dreves, temeljnični prirastek sestoj pa ne.

KEY WORDS DOCUMENTATION

- DN Dv1
- DK FDC 56:182:176.1Fagus sylvatica(497.4Leskova dolina)(043.2)=163.6
- CX radial increment/basal area increment/competition/social position/relief/*Fagus sylvatica*/Leskova dolina
- AU ANDREJČIČ, Anej
- 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 2015
- TI BEECH INCREMENT DEPENDING ON GROWTH CONDITIONS IN LESKOVA VALLEY
- DT B. Sc. thesis (Professional Study Programmes)
- NO VII, 34 p., 8 tab., 22 fig., 16 ref.
- LA sl
- AL sl/en
- AB In this thesis, we analyze the increment of beech (*Fagus sylvatica* L.) depending on site conditions. All measurements were carried out in autumn 2014 in the area of Leskova Valley. In the context of the tasks we set up 12 plots dominated by beech. Plots were established on three different types of relief: sinkholes, slopes and ridge. For each tree its height, breast diameter (1.3 m from the ground) and a geoposition on the surface was measured. In addition, for all analyzed trees at breast height the increment core for the last 10 years was taken. Nine dominant beech tree were drilled to the pith. The results showed that we have the highest growing stock in sinkholes. Average radial and relative basal area increment are declining with age of trees. Radial increment culminates sooner as the relative basal area increment. We have found that trees between 200 and 300 years of age have on average constant increments, which hardly decline. The suppressed trees have lower radial increments, but the highest relative basal area increments. The slopes have maximum radial and relative basal area increments. By increasing the distance between the trees an average radial increment of trees increases, while the basal area increment does not.

KAZALO VSEBINE

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA.....	III
KEY WORDS DOCUMENTATION	IV
KAZALO VSEBINE	V
KAZALO PREGLEDNIC.....	VI
KAZALO SLIK	VII
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	5
2.3.1 Meritve dreves.....	6
2.3.2 Odvzem izvrtkov	6
2.3.3 Priprava in analiza izvrtkov.....	7
2.4 IZRAČUNI IN ANALIZE	8
3 REZULTATI.....	10
3.1 SESTOJNI PARAMETRI.....	10
3.1.1 Gostota sestojev.....	10
3.1.2 Sestojna temeljnica.....	10
3.1.3 Lesna zaloga.....	11
3.2 DEBELINSKA STRUKTURA NA PLOSKVAH.....	12
3.3 STAROSTNA STRUKTURA DOMINANTNIH DREVES NA PLOSKVAH	14
3.4 STRUKTURA VIŠIN GLEDE NA PREMER	15
3.5 RADIALNI IN TEMELJNIČNI PRIRASTEK.....	15
3.5.1 Radialni prirastek	15
3.5.2 Temeljnični prirastek.....	21
4 RAZPRAVA	27
5 SKLEPI	31
6 POVZETEK	32
7 VIRI.....	33

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Splošni podatki o ploskvah.....	4
Preglednica 2: Koeficienti nemških dvovhodnih deblovcv za smreko, jelko in bukev (Puhek, 2003)	8
Preglednica 3: Število dreves na hektar na ploskvah po drevesnih vrstah	10
Preglednica 4: Temeljnica na ploskvah (m ² /ha) in deleži (%) po drevesnih vrstah	11
Preglednica 5: Lesna zaloga na hektar (m ³ /ha) na ploskvah z deleži (%) po drevesnih vrstah	12
Preglednica 6: Starostna struktura na ploskvah	14
Preglednica 7: Povprečni radialni prirastek za zadnjih 5 in 10 let na ploskvah (vsa drevesa)	16
Preglednica 8: Povprečni temeljnični prirastek na ploskvah (vsa drevesa) za zadnjih 5 in 10 let	22

KAZALO SLIK

Slika 1: Stelitski posnetek Snežnika, Leskove doline in Loške doline z okolico (Google maps 2015)	5
Slika 2: Satelitski posnetek revirja Leskova dolina (Google maps 2015) z lokacijami ploskev	5
Slika 3: Frekvenčna porazdelitev dreves po debelinskih stopnjah	12
Slika 4: Frekvenčna porazdelitev dreves po debelinskih stopnjah za posamezne drevesne vrste	13
Slika 5: Frekvenčna porazdelitev lesne zaloge na hektar po debelinskih stopnjah	13
Slika 6: Odvisnost višine od prsnega premera	15
Slika 7: Povezanost med 5-letnim in 10-letnim radialnim prirastkom (vsa drevesa)	16
Slika 8: Odvisnost med radialnim prirastkom in DBH na ravni posameznega drevesa	17
Slika 9: 10-letni radialni prirastek glede na socialni položaj	18
Slika 10: 10-letni radialni prirastek glede na reliefni tip	18
Slika 11: Odvisnost radialnega prirastka drevesa od starosti dominantnih dreves	19
Slika 12: Odvisnost povprečnega radialnega prirastka od temeljnice sestoja	20
Slika 13: Odvisnost povprečnega radialnega prirastka od povprečne oddaljenosti med drevesi (TIN)	20
Slika 14: Odvisnost povprečnega radialnega prirastka od deleža bukve v lesni zalogi	21
Slika 15: Odvisnost temeljničnega prirastka (zveza med 5 in 10 letnim) od temeljnice za posamezno drevo.	22
Slika 16: Odvisnost temeljničnega prirastka dreves od njihovega prsnega premera	23
Slika 17: Odvisnost relativnega temeljničnega prirastka od socialnega položaja dreves	24
Slika 18: Odvisnost 10-letnega relativnega temeljničnega prirastka od reliefa terena	24
Slika 19: Odvisnost relativnega temeljničnega prirastka dreves od njihove starosti	25
Slika 20: Odvisnost 10-letnega temeljničnega prirastka od temeljnice sestoja	25
Slika 21: Odvisnost temeljničnega prirastka od povprečne oddaljenosti med drevesi (TIN)	26
Slika 22: Odvisnost 10-letnega temeljničnega prirastka od deleža (%) bukve v lesni zalogi	26

1 UVOD

Navadna bukev (*Fagus sylvatica* L.) je do 40 m visoko in do 1 m debelo listopadno drevo. V Sloveniji jo najdemo skoraj povsod, razen na suhih rastiščih sredozemskega sveta in v poplavnih nižinah panonskega sveta. Navadna bukev tako uspeva v Sloveniji od 200 m nadmorske višine pa vse do gozdne meje. Je graditeljica ali spremljevalka mnogih zelo različnih rastlinskih združb. Tako je bukev z večjim ali manjšim deležem zastopana v preko 70 % slovenskih gozdovih (Brus, 2012). Bukve zavzema kar 32 % delež od celotne lesne zaloge v Sloveniji. Njen delež je sedaj zopet najvišji, kot je bil že nekoč v preteklosti, sledi pa ji smreka z 31,1 % (Poročilo ..., 2014). Produktivna sposobnost in rastišne značilnosti so v primerjavi z drugimi drevesnimi vrstami solidno raziskane (e. g. Kotar, 2005, Kadunc, 2012a, Kadunc, 2012b), zlasti v odvisnosti od rastišnih razmer. O vplivu konkurence na rast bukve je manj študij (Čarman in Smrekar, 2007, Kadunc, 2012b), pri čemer gre za drevesno vrsto, ki je predmet številnih gojitvenih eksperimentov (Pajk, 2011, Saje, 2011).

Z individualno izbiro dreves za posek v Sloveniji usmerjamo razvoj gozda v zeleno smer. Najpomembnejša komponenta, s katero uravnavamo razvoj posameznega drevesa, je konkurenca med drevesi (Monserud in Sterba 1996; Hasenauer, 2006; Pretzsch, 2009, cit. po Kobal, 2011). Najpomembnejši ukrep pri vzgoji izbrancev in posledično usmerjanja razvoja gozdov predstavlja odstranitev konkurentov. Kljub pomembnosti, pa tematika še ni zadovoljivo raziskana (Drašler, 1987; Gašperšič, 2005).

Glede na to, da se bukev odlično pomlajuje, njen delež pa v zadnjih letih stalno narašča (Poročilo ..., 2014), lahko ob pravem načinu gojenja pridobimo iz naših gozdov zelo kvaliteten bukov les (furnir, luščeneč). Ker v zadnjem času narašča število ujm in gradacije podlubnikov, imamo vedno več težav s smreko. Pri jelki imamo težave s pomlajevanjem, v veliki meri, zaradi prevelikih gostot jelenjadi in posledično premočnega objedanja. Tako postaja bukev vse pomembnejša drevesna vrsta, zato ji je potrebno posvečati vedno več pozornosti.

V gozdovih, kjer so bile opravljene meritve, je februarja 2014 žled povzročil veliko škode. Za meritve v tej nalogi pa smo potrebovali nepoškodovane sestoje, ker poškodbe drevja vplivajo na njegovo priraščanje.

Vse terenske meritve so se izvajale v gozdnogospodarski enoti (GGE) Leskova dolina. Z meritvami smo pričeli v septembru 2014, zato ker smo morali počakali, da se zaključí rastna sezona dreves meritve so potekale vse do konca novembra 2014.

1.1 NAMEN NALOGE

Namen diplomske naloge je ugotoviti vplivne dejavnike na radialni in temeljnični prirastek odraslih bukovih dreves v GGE Leskova dolina in analizirati vpliv konkurence sosednjih dreves na rast bukve v različnih reliefnih razmerah.

V okviru diplomske naloge smo si zastavili naslednje hipoteze:

1. radialni prirastek bukev linearno upada z naraščanjem konkurence,
2. radialni in temeljnični prirastek dreves se med reliefnimi tipi značilno razlikujeta in
3. pri nižji temeljnici sestoj je nižji sestojni temeljnični prirastek.

2 MATERIALI IN METODE

Potrebnih raziskav in meritev na terenu za diplomsko delo smo se lotili tako, da smo najprej prehodili celotno območje GGE Leskova dolina. Gre za gozdove večinoma na rastiščih *Omphalodo-Fagetum* (gozdovi bukve in jelke). Revirni gozdar nam je tudi svetoval, na katere terene moramo biti bolj pozorni. Pri pregledu območja smo iskali najbolj idealne predele za postavitev raziskovalnih ploskev oz. objektov. Najdene lokacije smo si shranjevali v GPS napravo in zraven beležili, katera drevesna vrsta prevladuje ter za kakšen tip reliefa gre (pobočje, vrtača, greben). Kasneje smo iz vseh najdenih izbrali tiste, ki so najbolj ustrezale naslednjim kriterijem:

- drevesa niso smela imeti poškodb zaradi žledu (podrta drevesa, polomljene krošnje, brez vrhov),
- na raziskovalnih objektih ni smela biti izvedena sečnja v obdobju zadnjih 10 let,
- na posameznem objektu je morala prevladovati točno določena drevesna vrsta (bukev),
- na posamezni ploskvi mora biti enoten relief in ne sme biti prisotnih gozdnih prometnic, ki bi vplivale na sestojni sklep krošenj.

2.1 OPIS RAZISKOVALNIH OBJEKTOV

2.1.1 Gozdnogospodarska enota Leskova dolina

GGE Leskova dolina se nahaja na severovzhodnih pobočjih gorskega masiva Snežnik. Razprostira se na površini 3.012 ha in nadmorski višini od 750 m v Koritih do 1796 m (vrh Snežnika). Ker je to visokokraška planota, je teren močno razgiban. Posledično se tudi lokalna mikroklima zelo spreminja. Matično podlago v glavnem sestavljajo apnenci (jurski in kredni), najdemo pa tudi posamezne vložke dolomita. Območje je znano po obilici padavin preko celega leta (2150 mm). Padavine dosežejo maksimum v jesenskem času. Tla so srednje globoka in globoka rjava pokarbonatna, ki ponekod prehajajo v plitva tla, predvsem rendzine. Skoraj na celotnem delu GGE se pojavljajo dinarsko jelovo-bukovi gozdovi, v vrtačah pa najdemo smrekove sestoje. Vse bolj proti vrhu Snežnika imamo

višinski pas bukovih gozdov, nad tem pasom pa uspeva pas ruševja vse do zgornje gozdne meje (Gozdnogospodarski načrt,...2007).

2.2 IZBOR OBJEKTOV

Za analizo priraščanja bukve v odvisnosti od rasti razmer smo poiskali 12 ploskev v GGE Leskova dolina (sliki 1 in 2). Vse ploskve so morale biti znotraj določenega reliefnega tipa in na vsaki so morali biti upoštevani prej naštetih kriteriji. Sestoji pa so morali biti odrasli in v lesni zalogi je morala prevladovati bukev. Ploskve smo izbrali na podlagi tipa reliefa. Idealno bi bilo, da bi bile 4 ploskve na pobočju, 4 ploskve v vrtači in 4 ploskve na grebenu. Zaradi prej omenjenega žleda to ni bilo povsem izvedljivo. Tako smo dobili 5 ploskev na pobočju, 5 ploskev na grebenu in 2 ploskvi v vrtači (preglednica 1).

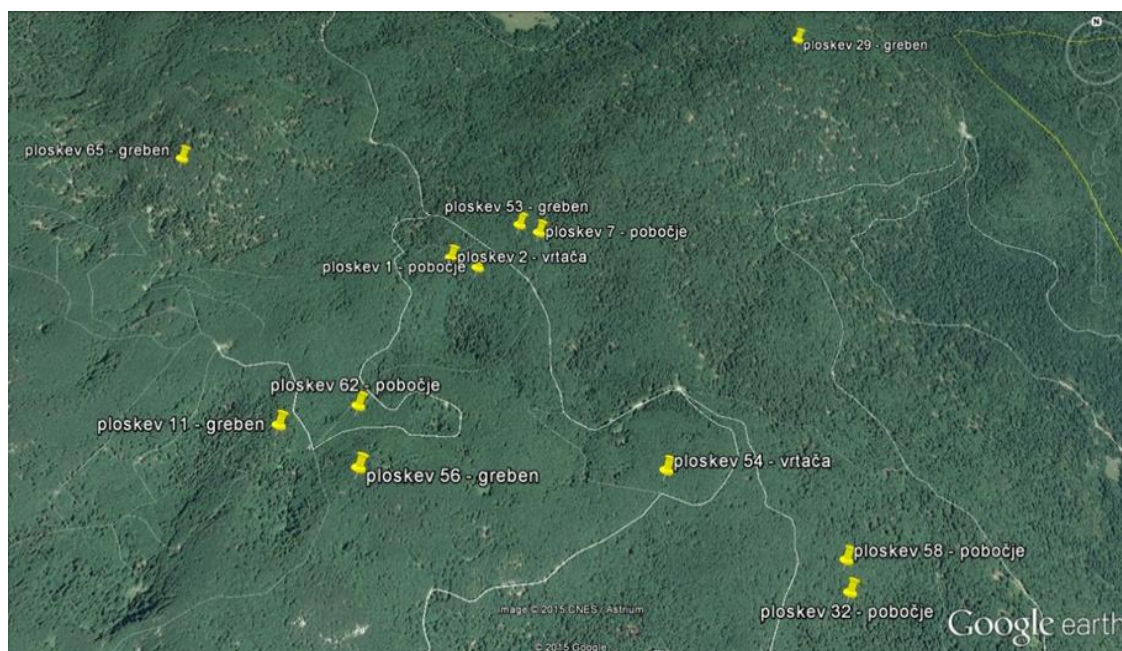
Preglednica 1: Splošni podatki o ploskvah

zap. št. ploskve	koordinate ploskev	n. m. v.	dominantna vrsta	relief
1	N45 35.783 E14 28.516	1204 m	bukev	pobočje
2	N45 35.801 E14 28.452	1211 m	bukev	vrtača
7	N45 35.837 E14 28.680	1233 m	bukev	pobočje
11	N45 35.467 E14 28.087	1359 m	bukev	greben
29	N45 36.310 E14 29.463	1135 m	bukev	greben
32	N45 35.195 E14 29.331	1123 m	bukev	pobočje
53	N45 35.854 E14 28.629	1218 m	bukev	greben
54	N45 35.381 E14 28.939	1264 m	bukev	vrtača
56	N45 35.382 E14 28.275	1410 m	bukev	greben
58	N45 35.244 E14 29.334	1158 m	bukev	pobočje
62	N45 35.500 E14 28.255	1309 m	bukev	pobočje
65	N45 35.977 E14 27.786	1376 m	bukev	greben

Vse ploskve so bile kvadratne oblike 30 m × 30 m (9 arov). Glede na naklon terena je bilo potrebno dolžine stranic podaljševati, da je kasneje ob projekciji ploskve na ravnino ta res velika 900 m². Prav zaradi korekcije naklona se na strmejših pobočjih stranice ploskve zelo podaljšajo. Zaradi velike razgibanosti terena in razmeroma velike gostote vlak zelo hitro pridemo z delom ploskve na vlako. Ker se je treba vlaki izogniti, to predstavlja še dodaten problem.



Slika 1: Stelitski posnetek Snežnika, Leskove doline in Loške doline z okolico (Google maps 2015)



Slika 2: Satelitski posnetek revirja Leskova dolina (Google maps 2015) z lokacijami ploskev

2.3 MERITVE NA PLOSKVAH

Vse podatke o ploskvah smo zapisovali na vnaprej pripravljene obrazce. Ploskve smo zakoličili s pomočjo merilnega traka dolžine 50 m, prizme in trasirk, s katerimi smo

določili pravi kot v ogliščih in padomerom, da smo lahko korigirali dolžine glede na naklon terena. Na ploskvi smo si izbrali tako središče, iz katerega smo videli vsa štiri oglišča ploskve. Do teh oglišč smo iz središča ploskve izmerili razdaljo (z laserskim merilcem Vertex IV, Haglöf – Sweden), naklon in azimut (z busulo Sunnto KB-14/360). Tako smo dobili točno lokacijo izbranega središča, ki smo ga nato posneli z GPS sprejemnikom in s tem dobili lokacijo ploskve na karti.

2.3.1 Meritve dreves

Osnova za meritve je bilo prej omenjeno izbrano središče ploskve. Drevesa smo popisovali tako, da smo začeli pri drevesu, ki je bilo najbližje azimutu 0° in nato po vrsti proti azimutu 360° . Vsa merjena drevesa so morala biti nad meritvenim pragom (10 cm prsnega premera). Busolo, s katero smo merili azimut, smo imeli pritrjeno na stativu. Prav tako smo iz središča za vsako drevo izmerili tudi razdaljo (z laserskim merilcem) in naklon terena do drevesa. Torej v obrazec smo vpisali zaporedno številko drevesa, njegov azimut ($^\circ$), razdaljo (m) in naklon terena ($^\circ$). Da bi kasneje lažje našli prava drevesa za odvzem izvrtkov, smo na vsako drevo s kredo zapisali njegovo zaporedno številko, ki je bila orientirana proti izbranemu središču. Za vsako drevo smo v obrazec vpisali tudi drevesno vrsto, njegov prsni premer, socialni položaj in potrebne parametre za kasnejši izračun višine. Premer smo izmerili s pi-metrom na 0,1cm natančno. Nato pa smo s padomerom izmerili še višino posameznega drevesa. Od drevesa smo se oddaljevali čim bolj po plastnici in približno toliko metrov kolikor je bilo drevo visoko, oz. toliko, da smo videli vrh drevesa. S te točke smo z razdaljemerom izmerili razdaljo do drevesa v prsni višini (1,3 m od tal), prav tako naklon do prsne višine in naklon do vrha drevesa (v°). Tako smo kasneje pri izračunu višine drevesa vsaki višini prišteli še 1,3 m višine. Za oceno socialnega položaja smo uporabljali 3-stopensko lestvico (drevo je nadraslo, soraslo in podraslo).

2.3.2 Odvzem izvrtkov

Vsem izmerjenim drevesom so bili odvzeti izvrtki. Vrtali smo z dvema vrtalnima vijačnikoma, in sicer Bosch GSB 36 VE-2-LI in Milwaukee M18 CPD FUEL. Kljub temu

pa je bilo treba vložiti veliko fizičnega dela pri pridobivanju izvrtkov iz dominantnih dreves, še posebej pri bukvi. Uporabljali smo prirastoslovne svedre Suunto, dolžine 200 mm, 250 mm, 300 mm, 400 mm in 500 mm. Vsako drevo je bilo izvrtano dvakrat na prsni višini (1,3 m od tal), in sicer iz leve in desne strani glede na plastnico. Tako se izognemo kompresijskemu lesu pri iglavcih in tenzijskemu pri listavcih. Pri 9 dominantnih drevesih bukve na posamezni ploskvi smo odvzeli izvrtek do samega stržena. Če je bila med dominantnimi drevesi kakšna druga drevesna vrsta (npr. jelka ali smreka), smo tudi temu drevesu odvzeli izvrtek do stržena. Ostalim drevesom pa smo odvzeli tolikšne izvrtke, da smo zajeli prirastek zadnjih 10 let (v povprečju je bilo dovolj 3 cm izvrtka). Izvrtke smo na terenu shranjevali v slamice. Tako smo zagotovili, da se nam izvrtki niso poškodovali in izgubili. Slamico smo opremili z vsemi potrebnimi številkami za lažjo kasnejšo dendrološko analizo izvrtkov in jih do same nadaljnje obdelave shranili v zamrzovalnik.

2.3.3 Priprava in analiza izvrtkov

Pred dendrološko analizo s programom WinDENDRO je bilo potrebno izvrtke ustrezno pripraviti. Izvrtke smo previdno jemali iz slamic in jih lepili na vnaprej pripravljene letvice z utorom na sredini. Dimenzije letvic so bile naslednje: širina utora 5 mm, globina 2 mm in dolžina letvice 420 mm. Vsem izvrtkom smo sproti izmerili tudi debelino skorje in jo vpisali kot zadnji podatek v popisne liste s terena. Poleg tega smo ob vsakem prilepljenem izvrtku napisali številko ploskve, številko drevesa in pa stran drevesa, s katere smo odvzeli izvrtka. Tako pripravljene izvrtke smo kasneje pobrusili na cilindrični brusni stroj z brusnim papirjem granulacije 150, da so bile letnice jasno vidne. Tako pripravljene vzorce smo nato skenirali na A3 skenerju in jih obdelali s pomočjo programa WinDENDRO. Za lažjo analizo smo si slike ustrezno povečali. Smer analize je bila od stržena proti skorji. Nekaj letnic je našel program sam, toda to nam pri bukovih izvrtkih ni pomagalo dosti, saj so bile običajno na napačnem mestu. Program jih ni zaznal pravilno, ker je pri bukvi zelo slab kontrast med ranim in kasnim lesom. Tako je bilo najlažje, da smo vse pobrisali in jih označili lastnoročno. Paziti smo morali tudi na to, da smo izločili tudi vse razpoke, ki so bile na izvrtkih. Razdalje med letnicami oz. širine branik izmeri program avtomatsko na 0,001 mm natančno. Pri vseh drevesih smo analizirali prirastek za zadnjih deset let; pri dominantnih drevesih pa je bil analiziran celotni radialni prirastek.

prirastek. Podatke smo na koncu izvozili v program Microsoft Excel 2010, kjer smo jih ustrezno pripravili za nadaljnjo obdelavo in analize.

2.4 IZRAČUNI IN ANALIZE

Na podlagi izmerjenih parametrov s terena smo najprej izračunali višino, temeljnico in prostornino za vsako drevo.

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

G = temeljnica

d = predstavlja premer (v metrih) drevesa na prsni višini (1,3 m od tal)

- Volumen drevesa (v) smo izračunali z uporabo nemških dvovhodnih deblovnic. Za izračun smo potrebovali dva vhodna podatka in sicer prsni premer (d) ter višino drevesa (h). Te Grundner-Schwappachove dvovhodne tablice je priredil Puhek (2003) z izravnavo tabličnih vrednosti, tako da lahko izračunamo volumen dreves po enačbah (enačba 2). Za vse drevesne vrste je za izravnavo uporabil isto polinomsko funkcijo (Puhek, 2003). Pri izračunu volumna smo za bukev in vse ostale listavce uporabili koeficiente za bukev, za smreko smrekove in za jelko jelove koeficiente (preglednica 2).

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

Preglednica 2: Koeficienti nemških dvovhodnih deblovnic za smreko, jelko in bukev (Puhek, 2003)

DREVESNA VRSTA	a_0	a_1	a_2	a_3	a_4	a_5	a_6	a_7	a_8	R^2
SMREKA	-0,2395044E+00	0,68976337E-02	-0,37308357E-05	0,59380420E-01	-0,30222736E-03	-0,43109400E-03	0,64316383E-08	0,90518929E-07	-0,90550376E-11	0,9996
JELKA	-0,22822880E+00	0,19664395E-01	-0,28041458E-03	0,44570362E-01	-0,14288404E-03	-0,11572040E-03	0,30996593E-07	0,37584951E-08	-0,18066064E-11	0,9998
BUKEV	-0,19403830E+00	0,58124245E-02	-0,30116138E-05	0,46951914E-01	-0,22621894E-03	-0,10182239E-03	0,43435806E-07	0,84446836E-07	-0,17618793E-10	0,9998

Število dreves, temeljnico, in volumen posameznih dreves, smo preračunali s pomočjo znane površine ploskev (9 ar) tako, da smo dobili število dreves na hektar, skupno temeljnico na hektar in lesno zalogo na hektar.

Na podlagi izmerjenih branik smo lahko izračunali naslednje kazalce prirastka:

Izračun radialnega prirastka:

- Najprej smo sešteli vsoto branik za zadnjih 5 let in nato še zadnjih 10 let. Nato pa s pomočjo Excelove vrtljne tabele izračunali povprečni radialni prirastek na ploskvi.

Izračun temeljničnega prirastka:

- Za vsako drevo smo izračunali temeljnico (G) za katero smo uporabili izmerjen premer ob koncu rastne sezone 2014, le da smo mu odšteli debelino skorje iz leve in desne strani drevesa. Nato smo uporabili prej izračunan premer in mu odšteli vsoto širin branik, z leve in desne strani, za zadnjih 5 let ter za zadnjih 10 let. Na podlagi premera iz leta 2014 in 5-letnih oziroma 10-letnih radialnih prirastkov smo izračunali temeljnico vsakega drevesa za leto 2010 in leto 2005.
- Nato pa smo med sabo odšteli $G_{2014} - G_{2010}$ in $G_{2014} - G_{2005}$. Prva razlika izračuna nam predstavlja temeljnični prirastek posameznega drevesa za zadnjih 5 let. Druga razlika izračuna pa nam predstavlja temeljnični prirastek posameznega drevesa za zadnjih 10 let.
- S pomočjo vrtljne tabele smo izračunali vsoto temeljničnih prirastkov, za zadnjih 5 in 10 let, na ravni ploskve. Potem smo z izračunom dobili temeljnični prirastek, za zadnjih 5 in 10 let na hektar.

Izračun frekvenčne porazdelitve razdalj med drevesi TIN (delaunayeve triangulacije):

- To je metoda, po kateri po tri sosednja drevesa na ploskvi povežemo v trikotnik, tako da so izpolnjeni pogoji triangulacije. Očrtan krog ne vsebuje nobene druge točke kot le oglišča trikotnika oz. v našem primeru drevesa. Med seboj se trikotniki ne smejo prekrivati in med njimi ni vrzeli na območju triangulacije. Upoštevali smo le tiste krožnice očrtanih krogov, dreves v trikotnikih, ki so v celoti ležale na območju raziskovalnih ploskev. Tako smo omejili vpliv robov na raziskovalnih ploskvah (Hladnik, 2004).

Vse izračune smo opravili s pomočjo Microsoft Excel 2010.

3 REZULTATI

3.1 SESTOJNI PARAMETRI

3.1.1 Gostota sestojev

Število dreves na hektar predstavlja le drevesa nad meritvenim pragom. Skupno gostota sestojev niha med 278 in 856 osebkov na hektar (preglednica 3). Gostota 278 dreves na hektar pripada ploskvi, ki je bila postavljena na grebenu. Gostota 856 osebkov na hektar pa pripada ploskvi postavljeni na pobočju. Povprečna gostota dreves na hektar tako znaša 507 osebkov, kar je tudi značilnost starejših debeljakov. Ker so to bukove ploskve, pripada največje število osebkov po hektaru prav bukvi (preglednica 3). Ta kazalnik nam pove, da je bukev primešana sestojno, ostale drevesne vrste pa posamično.

Preglednica 3: Število dreves na hektar na ploskvah po drevesnih vrstah

Ploskev	Skupaj	Smreka	Jelka	Bukev	Ostali listavci
1	633	22	56	500	56
2	411	44	33	311	22
7	322	0	11	300	11
11	422	89	22	311	0
29	278	78	56	144	0
32	478	0	144	300	33
53	411	0	56	344	11
54	433	0	0	356	78
56	622	0	0	622	0
58	556	0	56	500	0
62	856	0	0	689	167
65	667	11	33	622	0

3.1.2 Sestojna temeljnica

Skupna temeljnica po posameznih ploskvah niha med 34,03 do 52,43 m²/ha (preglednica 4). Tako znaša povprečna temeljnica na hektar 45,16 m²/ha. Največja skupna temeljnica

pripada ploskvi v vrtači, najmanjša skupna temeljnica pa ploskvi na pobočju. Največji delež temeljnice razumljivo pripada bukvi (preglednica 4).

Preglednica 4: Temeljnica na ploskvah (m^2/ha) in deleži (%) po drevesnih vrstah

Ploskev	Skupna temeljnica	Smreka (%)	Jelka (%)	Bukev (%)	Ostali listavci (%)
1	47,91	4,5	23,7	60,2	11,5
2	52,43	35,3	6,3	56,5	1,9
7	34,03	0,0	1,6	96,0	2,5
11	49,58	20,3	2,0	77,7	0,0
29	43,54	2,6	34,0	63,4	0,0
32	50,30	0,0	33,7	59,7	6,6
53	40,57	0,0	13,2	85,1	1,7
54	37,93	0,0	0,0	73,3	26,7
56	50,04	0,0	0,0	100,0	0,0
58	44,36	0,0	11,2	88,8	0,0
62	43,48	0,0	0,0	83,1	16,9
65	47,76	0,73	1,68	97,59	0,00

3.1.3 Lesna zaloga

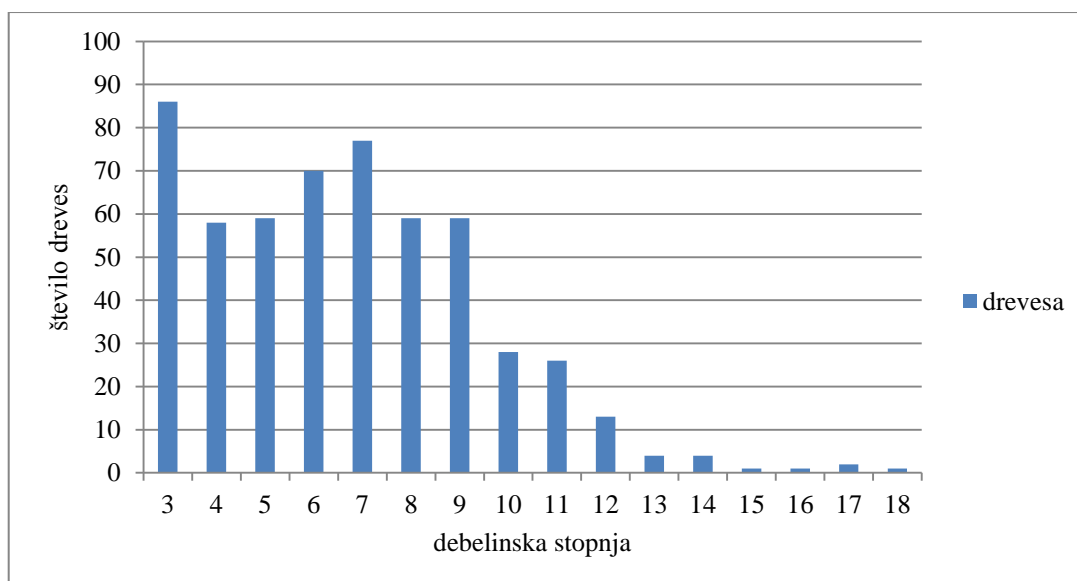
Lesna zaloga na hektar se giblje v razponu med 388,8 do 823,7 m^3/ha (preglednica 5). Povprečna lesna zaloga tako znaša 585 m^3/ha . Hitro lahko opazimo, da kljub temu, da je največje število dreves po hektarju na pobočju (preglednica 3), še vedno pripada največja lesna zaloga ploskvi v vrtači. Najmanjša lesna zaloga po pričakovanjih pripada ploskvi na grebenu. Najvišja lesna zaloga pa po pričakovanjih ploskvi v vrtači (preglednica 5). Da je ploskev 2 v vrtači, nam pove tudi podatek, da kar tretjino lesne zaloge zavzema smreka. Smreke na območju Leskove doline skoraj ne najdemo drugod kot v vrtačah.

Preglednica 5: Lesna zaloga na hektar (m^3/ha) na ploskvah z deleži (%) po drevesnih vrstah

Ploskev	Skupno m^3/ha	Smreka	Jelka	Bukev	Ostali listavci
1	748,6	3,6	34,9	51,2	10,3
2	823,7	33,9	8,2	56,1	1,7
7	450,9	0,0	1,1	96,6	2,3
11	499,7	19,7	2,0	78,3	0,0
29	771,7	0,7	40,7	58,5	0,0
32	742,9	0,0	42,3	51,6	6,1
53	524,9	0,0	15,9	82,8	1,3
54	531,4	0,0	0,0	73,9	26,1
56	444,2	0,0	0,0	100,0	0,0
58	590,0	0,0	16,4	83,6	0,0
62	497,3	0,0	0,0	84,9	15,1
65	388,8	0,4	1,0	98,6	0,0

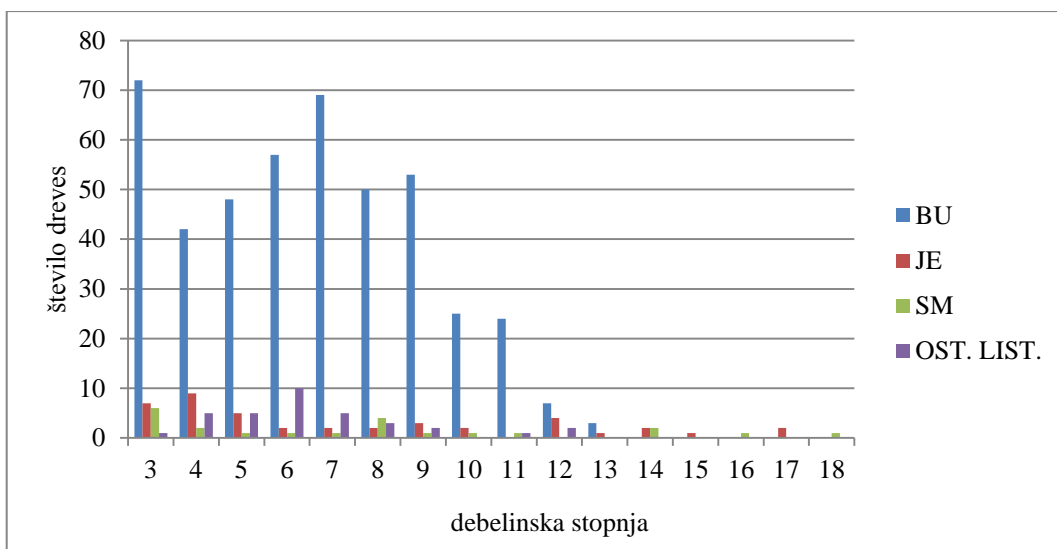
3.2 DEBELINSKA STRUKTURA NA PLOSKVAH

Največje število dreves je v 3. debelinski stopnji, sledita ji 7. in 6. debelinska stopnja. Največji padec števila dreves je od 9. na 10. debelinsko stopnjo. Bolj kot se pomikamo proti višjim debelinskim stopnjam, manjše je število dreves v posamezni debelinski stopnji (slika 3).



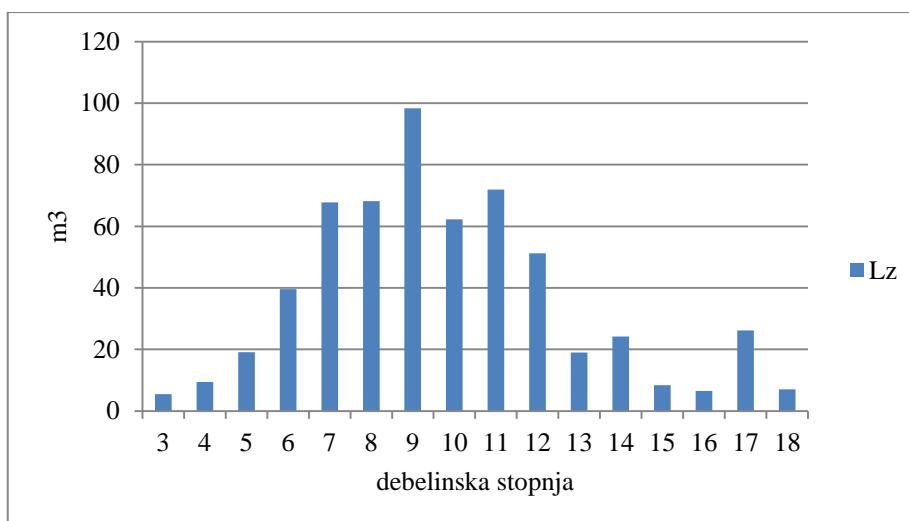
Slika 3: Frekvenčna porazdelitev dreves po debelinskih stopnjah

Debelinska struktura po drevesnih vrstah se ujema s sliko 3, saj velika večina dreves pripada bukvi (slika 4). Druge vrste so prisotne v tako majhnem številu, da skoraj nimajo vpliva na končno podobo grafikona (slika 4).



Slika 4: Frekvenčna porazdelitev dreves po debelinskih stopnjah za posamezne drevesne vrste

Kljub temu, da je po številu največ dreves v 3. debelinski stopnji (slika 3), pa to predstavlja le majhen del lesne zaloge na hektar (slika 5). Če primerjamo med sabo število dreves in lesno zalogo na hektar po debelinskih stopnjah dobimo dva povsem različna grafikona. Največji delež v lesni zalogi predstavljajo drevesa iz 7., 8., 9., 10. in 11. debelinske stopnje (slika 5).



Slika 5: Frekvenčna porazdelitev lesne zaloge na hektar po debelinskih stopnjah

3.3 STAROSTNA STRUKTURA DOMINANTNIH DREVES NA PLOSKVAH

V analizo smo zajeli skupno 111 dreves, 7 pa smo jih zaradi prisotnosti trohnobe izločili. Velika večina dreves (102) je bilo bukev, preostalo so bila drevesa smreke (2), jelke (5) in gorskega javorja (2). Gre pravzaprav za starost, ki so jo drevesa imela po dosegu prsne višine (število branik na prsni višini). Povprečna starost je zelo visoka, prav tako so velike razlike v starosti dreves med posameznimi ploskvami (preglednica 6). Tudi znotraj ploskev so razlike zelo velike, kar kaže na dolga pomladitvena obdobja.

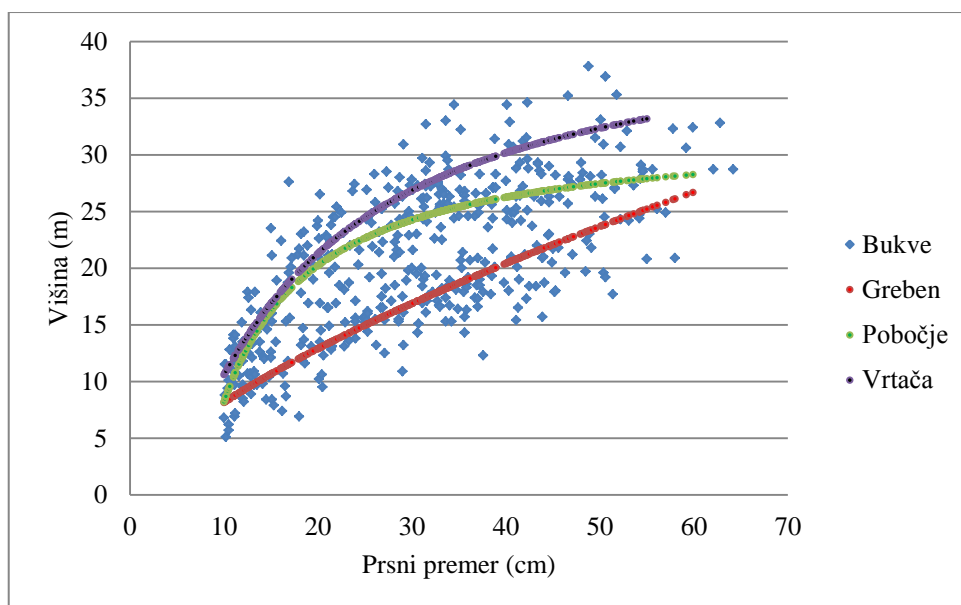
Najmlajša drevesa so na ploskvi 62. Stara so okrog 100 let. Ta ploskev z najmlajšimi drevesi pri vseh nadaljnjih analizah izrazito izstopa. Ploskve, na katerih so bila najstarejša drevesa (ploskve 65, 56 in 11), so bile postavljene na grebenih. Na ploskvi 11 z najstarejšo izvrtano bukvi (373 let) je bila starost ostalih dominantnih dreves približno 100 let nižja. Ploskvi, ki sta bili postavljeni v vrtači, se po starosti zelo razlikujeta. V povprečju so na ploskvi 2 za okoli 50 let starejša drevesa kot na ploskvi 54. Na preostalih pobočnih ploskvah pa so drevesa stara od približno 100 do 240 let (preglednica 6).

Preglednica 6: Starostna struktura na ploskvah

Ploskev	Minimum	Maksimum	Arit. sredina	KV %	n
1	122	190	155,5	13,9	11
2	144	214	172,3	11,2	11
7	90	151	118,9	18,7	9
11	184	373	275,7	19,0	10
29	115	163	142,9	9,7	9
32	113	226	166,6	26,8	7
53	148	289	215,0	21,0	9
54	91	152	116,8	14,9	10
56	228	316	269,5	10,7	8
58	129	238	169,5	25,3	10
62	89	126	106,8	9,7	9
65	238	351	290,1	11,0	8
Skupaj	89	373	181,3	37,5	111

3.4 STRUKTURA VIŠIN GLEDE NA PREMER

S povečevanjem prsnega premera drevesa narašča tudi njegova višina. Najdebelejša drevesa so dosegla višino celo blizu 40 m. Drevesa s prsnim premerom med 20 in 60 cm pa dosegajo višine okrog 30 metrov. Drevesa tanjša od 20 cm prsnega premera v glavnem dosegajo najnižje višine (slika 6). Na grebenu so pri istih premerih najnižje višine (Višina = $1,776 \times dbh^{0,662}$; $R^2 = 0,700$, $P = 0,000$), sledijo pobočja (Višina = $32,275 - 240,630/dbh$; $R^2 = 0,811$, $P = 0,000$), v vrtačah pa je drevje pri enakih debelinah najvišje (Višina = $\exp(3,755 + (-13,937/dbh))$; $R^2 = 0,721$, $P = 0,000$).



Slika 6: Odvisnost višine od prsnega premera

3.5 RADIALNI IN TEMELJNIČNI PRIRASTEK

3.5.1 Radialni prirastek

Temeljnica, ki je predstavljena v preglednici, je podana v m^2/ha . Povprečni radialni prirastek za zadnjih 5 let je približno pol manjši od povprečnega radialnega prirastka za zadnjih 10 let. To pomeni, da so drevesa zadnjih 10 let priraščala zelo enakomerno. To

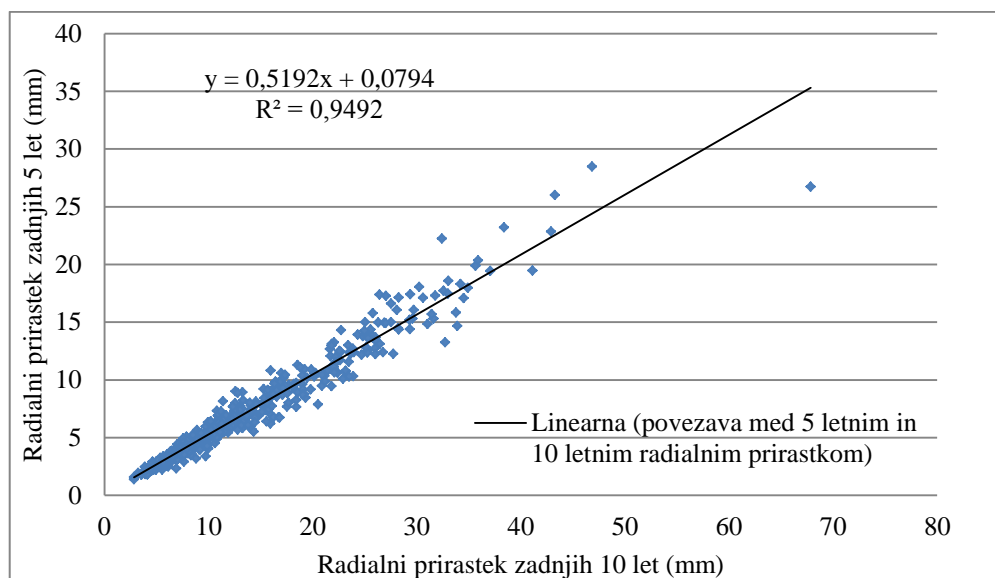
nam potrdi tudi povprečni radialni prirastek za vse ploskve, saj za zadnjih 5 let znaša 7,5 mm, za zadnjih 10 let pa 14,9 mm.

Najmanjši povprečni radialni prirastek ima ploskev na grebenu (8,47 mm), največjega pa ploskev na pobočju (21,36 mm) (preglednica 7).

Preglednica 7: Povprečni radialni prirastek za zadnjih 5 in 10 let na ploskvah (vsa drevesa)

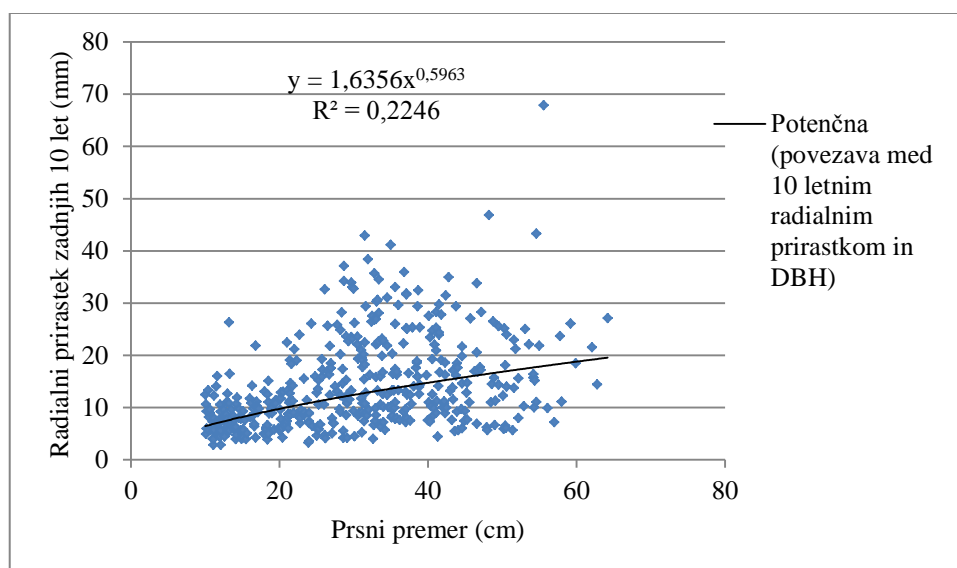
ploskev	Temeljnica (m ² /ha)	Povprečni 5-letni radialni prirastek (mm)	Povprečni 10-letni radialni prirastek (mm)
1	47,91	7,08	14,02
2	52,43	6,47	12,23
7	34,03	10,78	20,24
11	49,58	5,89	11,43
29	43,54	11,45	21,36
32	50,30	9,65	18,22
53	40,57	6,15	12,58
54	37,93	9,25	17,85
56	50,04	5,23	10,09
58	44,36	8,46	15,64
62	43,48	9,52	17,76
65	47,76	4,26	8,47

Povezanost med 5-letnim in 10-letnim radialnim prirastkom je zelo tesna (slika 7). Iz tega razloga smo se v nadaljevanju omejili na prikazovanje analiz samo za 10-letni prirastek.



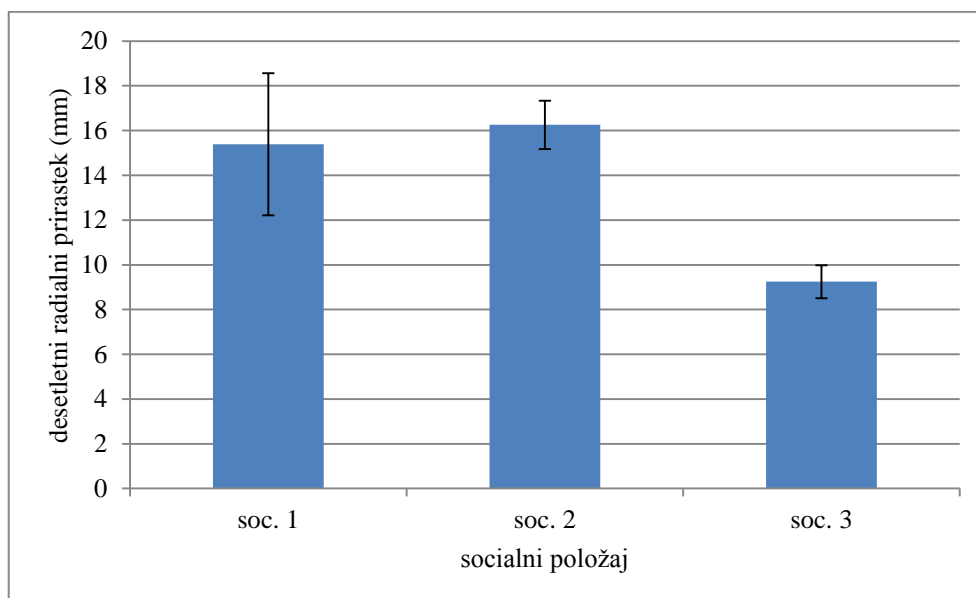
Slika 7: Povezanost med 5-letnim in 10-letnim radialnim prirastkom (vsa drevesa)

Radialni prirastek v odvisnosti od prsnega premera drevesa nam dobro pokaže pri katerih debelinah drevesa najbolj intenzivno priraščajo. Največji radialni prirastek so imela drevesa prsnega premera 25 – 50 cm. Preizkusili smo številne tipe krivulj in najboljše rezultate smo dobili za potenčno (slika 8). Raztros podatkov je velik, kar je razumljivo saj gre za drevje iz različnih reliefnih tipov, različne utesnjenosti oziroma socialnega položaja.



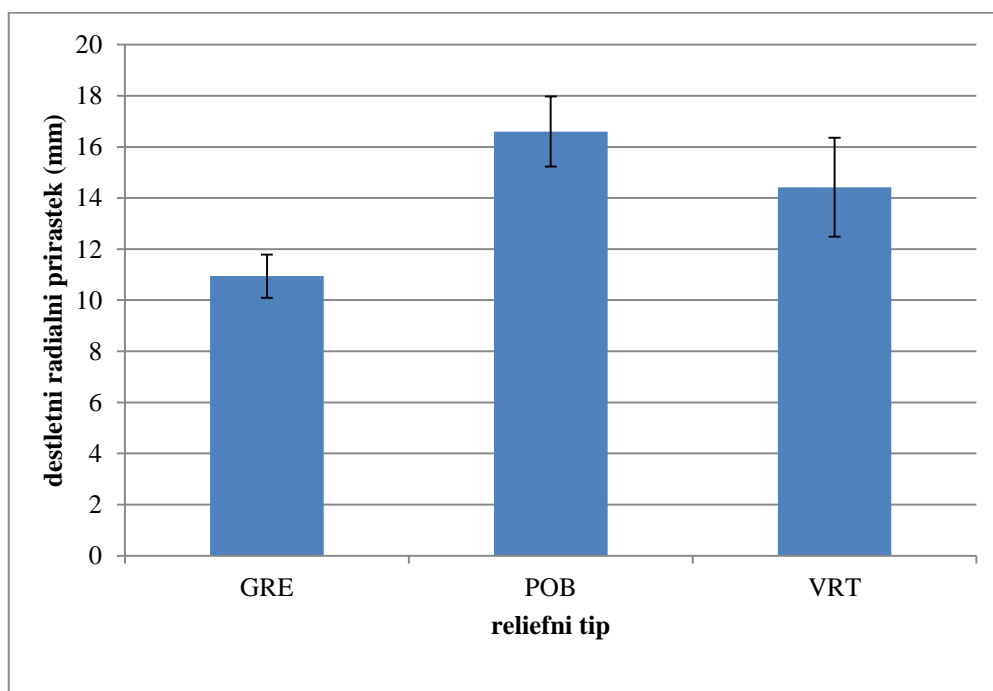
Slika 8: Odvisnost med radialnim prirastkom in DBH na ravni posameznega drevesa

Radialni prirastek je odvisen tudi od socialnega položaja drevesa (slika 9). Drevesa, ki so nadrasla (1 socialni položaj), nimajo več tako izrazitega radialnega priraščanja kot drevesa, ki so sorasla (2 socialni položaj). Najmanjši radialni prirastek pa kažejo drevesa, ki so podrasla (3 socialni položaj). Višina stolpca prikazuje aritmetično sredino, graf ima dodan tudi interval zaupanja ob 5 % tveganju (slika 9).



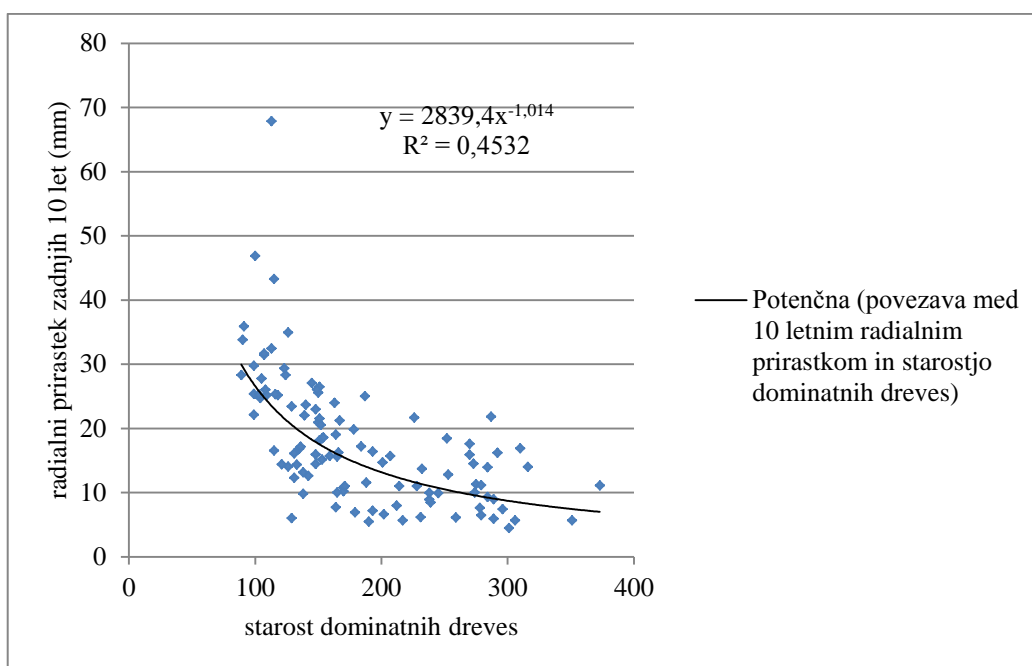
Slika 9: 10-letni radialni prirastek glede na socialni položaj

Analiza radialnega prirastka glede na tip reliefa pokaže, da je v povprečju največji prirastek na pobočjih, sledijo vrtače, najnižje vrednosti pa so na grebenih (slika 10).



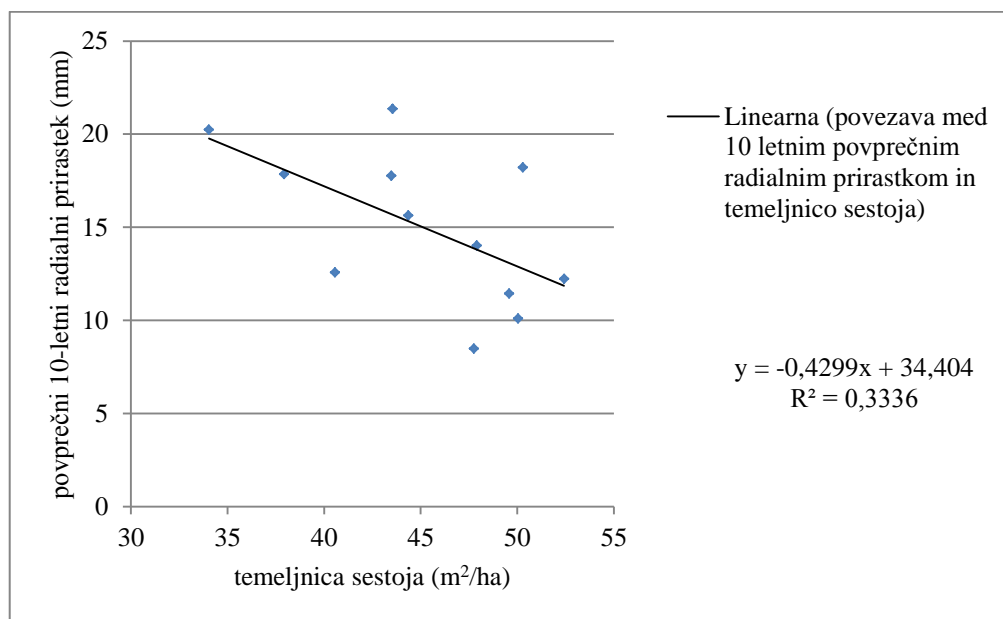
Slika 10: 10-letni radialni prirastek glede na reliefni tip

Radialni prirastek je odvisen tudi od starosti dreves. Kot vidimo, so bila v raziskavo zajeta tudi zelo stara drevesa (350 let). Največji radialni prirastek imajo drevesa, ki so stara okrog sto let, nato pa prične radialna prirast z večanjem starosti upadati in ni več tako izrazita kot v mlajših obdobjih drevesa. Opazimo lahko tudi, da imajo drevesa starosti od 200 do 300 let praktično približno enak radialni prirastek. Trendna črta nam ponazori, da je najbolj izrazit padec radialnega priraščanja med 150 in 200 leti starosti. Nato pa radialni prirastek upada zelo počasi (slika 11).



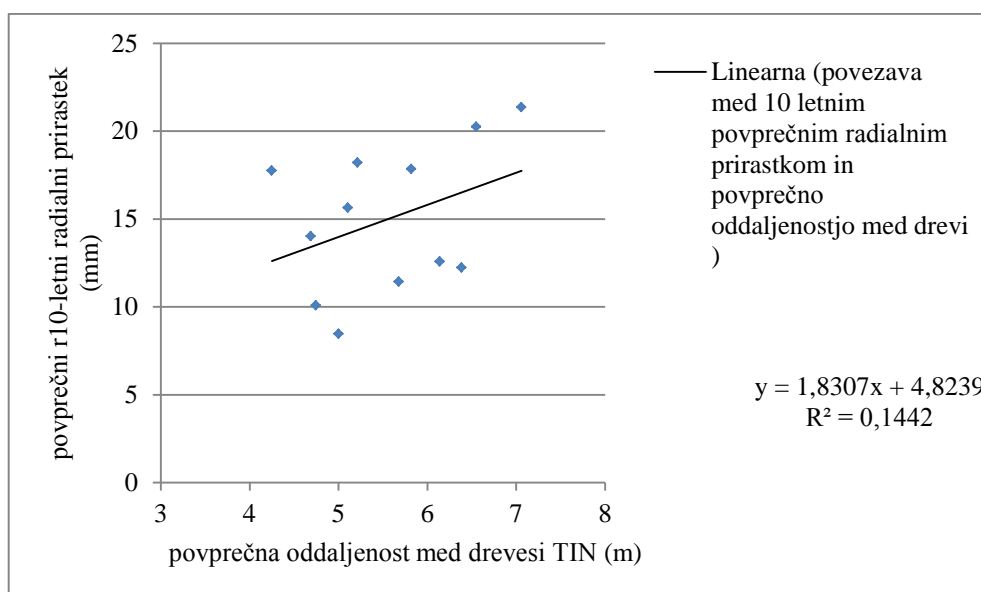
Slika 11: Odvisnost radialnega prirastka drevesa od starosti dominantnih dreves

Povprečni radialni prirastek na ploskvah je odvisen od temeljnice sestojev. Linearna trendna črta nam pokaže, da z naraščanjem temeljnice sestoja povprečni radialni prirastek zelo strmo upada (slika 12).



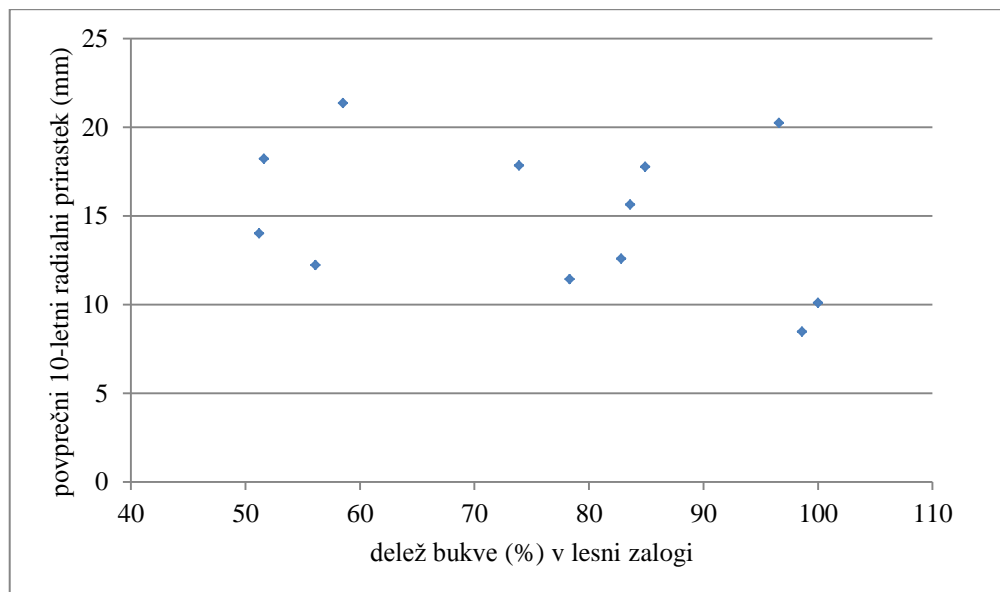
Slika 12: Odvisnost povprečnega radialnega prirastka od temeljnice sestoja

Povprečni radialni prirastek na ploskvah je odvisen tudi od povprečne oddaljenosti med drevesi (TIN). Z večanjem omenjene razdalje se povečuje tudi povprečni radialni prirastek (slika 13). Največje prirastke dosežemo pri razdaljah 7 metrov, najnižje pa pri razdaljah 5 metrov. Medtem, ko so ostale vrednosti razpršene po grafu med tema dvema vrednostima. Raztros podatkov je precejšen oziroma z regresijo je pojasnenih le okoli 14 % variabilnosti prirastka (slika 13).



Slika 13: Odvisnost povprečnega radialnega prirastka od povprečne oddaljenosti med drevesi (TIN)

Preizkusili smo tudi ali je povprečni desetletni radialni prirastek odvisen od deleža bukve v lesni zalogi na ploskvah (slika 14). Odvisnosti nismo ugotovili (tveganje je bilo v primeru katerekoli preizkušene funkcije nad 0,23). Ker pa gre za majhno število analiziranih ploskev, je potrebno biti pri sklepanju previden.



Slika 14: Odvisnost povprečnega radialnega prirastka od deleža bukve v lesni zalogi

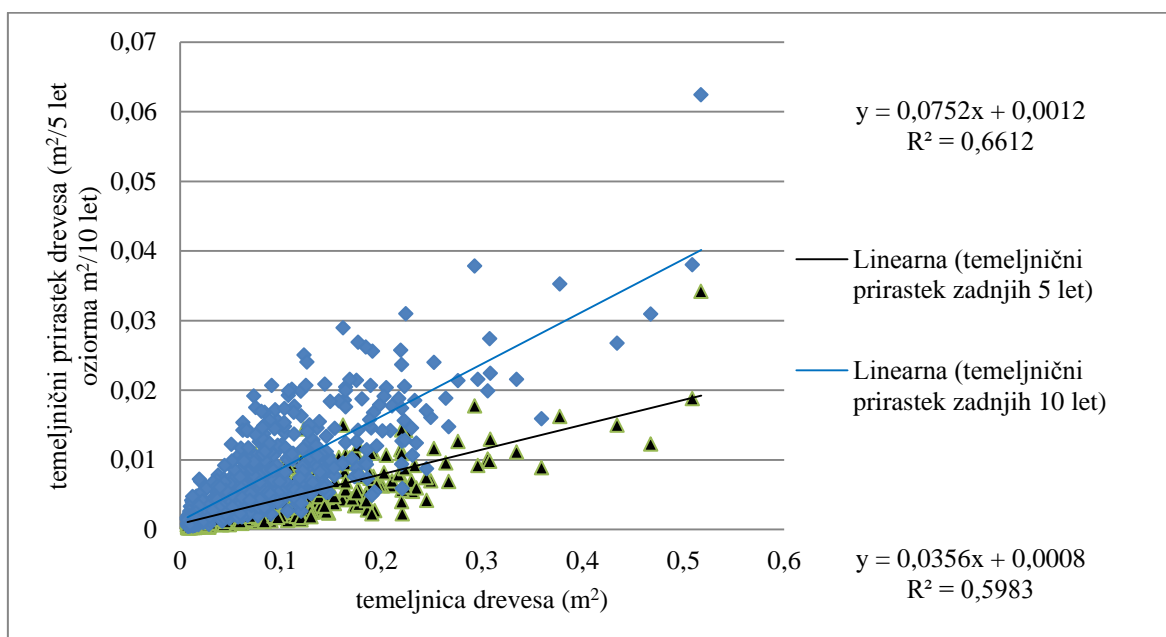
3.5.2 Temeljnični prirastek

V nadaljevanju predstavljamo temeljnične prirastke na nivoju ploskev za zadnjih 5 in za zadnjih 10 let (preglednica 8). Tako znaša povprečni temeljnični prirastek vseh ploskev za zadnjih 5 let $1,9 \text{ m}^2/\text{ha}$, za zadnjih 10 let pa $3,8 \text{ m}^2/\text{ha}$. Najmanjši temeljnični prirastek za zadnjih 10 let predstavlja ploskev 65 na grebenu, največjega pa ploskev 62 ležeča na pobočju. Temeljnični prirastek za zadnjih 10 let je približno dvakratnik temeljničnega prirastka za zadnjih 5 let (preglednica 8). Sicer je korelacija med 5-letnim in 10-letnim temeljničnim prirastkom izredno visoka (Pearsonov korelacijski koeficient = 0,981; $P = 0,000$). Iz tega razloga se v nadaljevanju omejujemo na analize desetletnega temeljničnega prirastka.

Preglednica 8: Povprečni temeljnični prirastek na ploskvah (vsa drevesa) za zadnjih 5 in 10 let

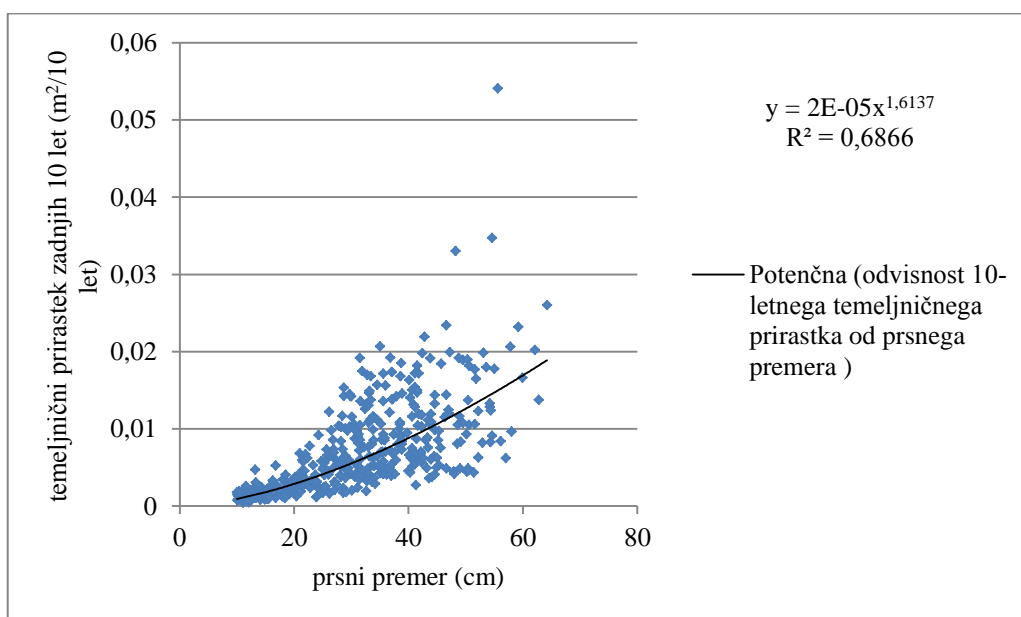
ploskev	povprečni temeljnični prirastek za zadnjih 5 let (m ² /ha)	povprečni temeljnični prirastek za zadnjih 10 let (m ² /ha)
1	2,374	4,738
2	1,557	3,056
7	1,920	3,775
11	1,278	2,624
29	1,711	3,456
32	2,307	4,514
53	1,496	3,166
54	1,856	3,744
56	1,554	3,072
58	2,405	4,694
62	3,316	6,314
65	1,199	2,475

V grafikonu smo prikazali povezanost med temeljničnim prirastkom posameznega drevesa in njegovo temeljnico. Temeljnični prirastek dreves se nanaša na dve različni obdobji. Za obdobje od 2010 do 2014 (5 let) in obdobje 2005 do 2014 (10 let). Iz grafa je jasno razvidno (slika 15), da z naraščanjem temeljnice narašča tudi temeljnični prirastek drevesa. Večina dreves ima velikost temeljnice do 0,25 m² (slika 15). Bolj mogočna drevesa z višjo temeljnico, so precej redka.



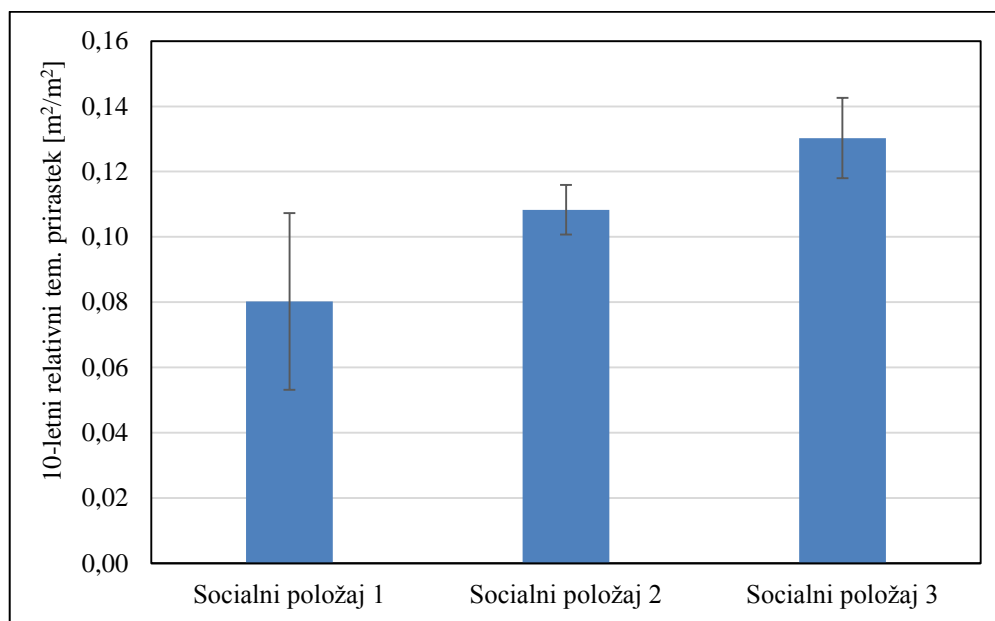
Slika 15: Odvisnost temeljničnega prirastka (zveza med 5 in 10 letnim) od temeljnice za posamezno drevo.

Temeljnični prirastek dreves je odvisen od radialnega priraščanja dreves in predvsem od prsne debeline drevesa. Graf lepo prikaže to odvisnost (slika 16). Drevesa s prsnim premerom do 25 cm imajo zelo majhne temeljnične prirastke. Nato pa se z večanjem premerov tudi potenčno povečuje temeljnični prirastek dreves. Najvišji temeljnični prirastek imajo drevesa prsnega premera med 50 in 60 cm (slika 16).



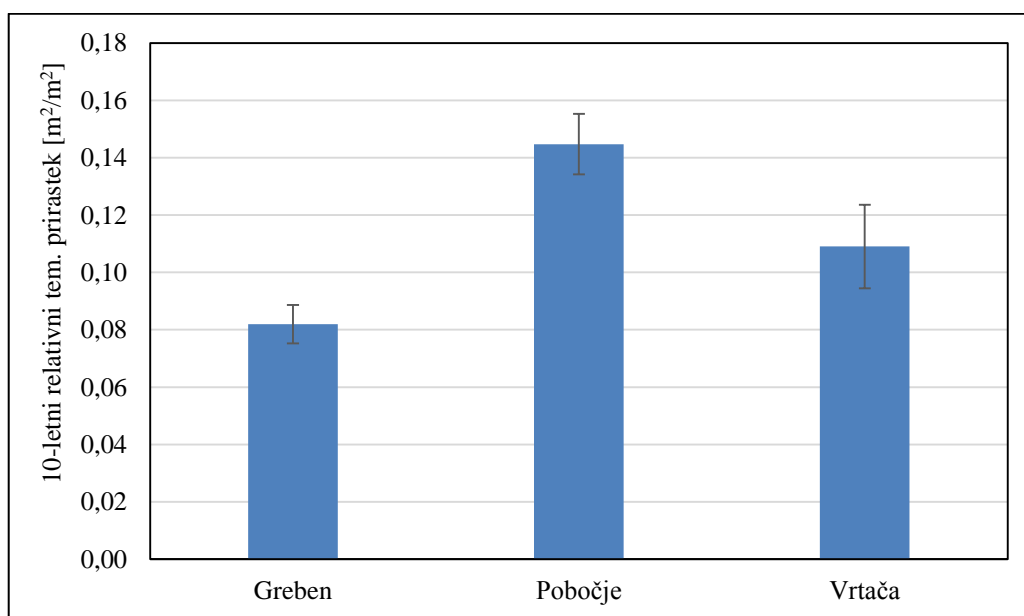
Slika 16: Odvisnost temeljničnega prirastka dreves od njihovega prsnega premera

Nadalje prikazujemo odvisnost relativnega temeljničnega prirastka (slednji je definiran kot razmerje med 10-letnim temeljničnim prirastkom in temeljnico drevesa pred 10 leti (2005) od socialnega položaja dreves. Dodana je tudi vrednost intervala zaupanja za tveganje 5 %. Drevesa, ki so podrasla (socialni položaj 3), imajo najvišji relativni temeljnični prirastek, kar je posledica njihove majhne temeljnice. Sledijo jim drevesa, ki so sorasla (drugi socialni položaj). Najmanjši relativni temeljnični prirastek pa imajo nadrasla drevesa (socialni položaj 1) (slika 17).



Slika 17: Odvisnost relativnega temeljničnega prirastka od socialnega položaja dreves

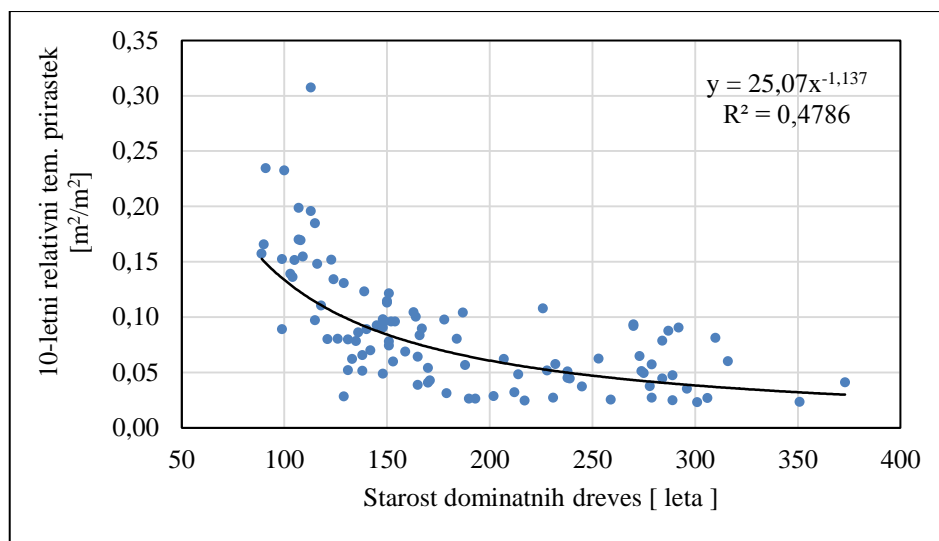
Temeljnični prirastek se razlikuje tudi med reliefnimi tipi (slika 18). Dodana je tudi vrednost intervala zaupanja za tveganje 5 %. Najvišje vrednosti relativnega temeljničnega prirastka dosegajo drevesa na pobočjih, najnižje vrednosti pa so na grebenih (slika 18).



Slika 18: Odvisnost 10-letnega relativnega temeljničnega prirastka od reliefa terena

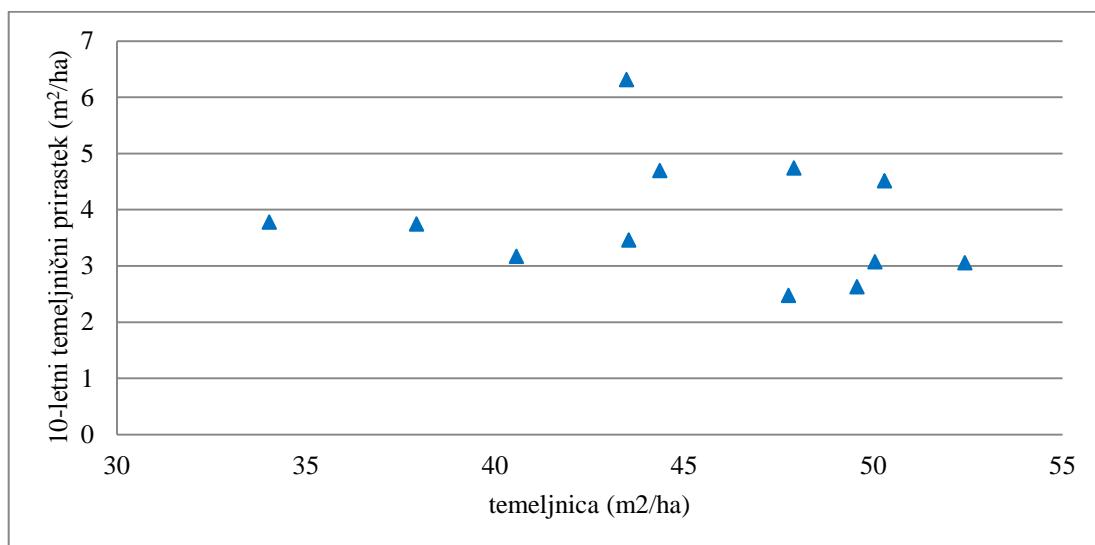
Relativni temeljnični prirastek kaže skoraj enako odvisnost od starosti dreves kot radialni prirastek (slika 11). Drevesa s starostjo okrog 100 let imajo največje relativne temeljnične

prirastke, nato pa ti prirastki s starostjo dreves upadajo (slika 19). Vendar pa upadanje ni tako izrazito kot pri povprečnem radialnem prirastku. Drevesa stara med 200 in 300 let imajo v povprečju skoraj enake relativne temeljnične prirastke. Zanimiva pa je tudi vrednost relativnega temeljničnega prirastka najstarejšega evidentiranega drevesa (373 let), poleg tega pa še dejstvo, da raste drevo na grebenu (slika 19).



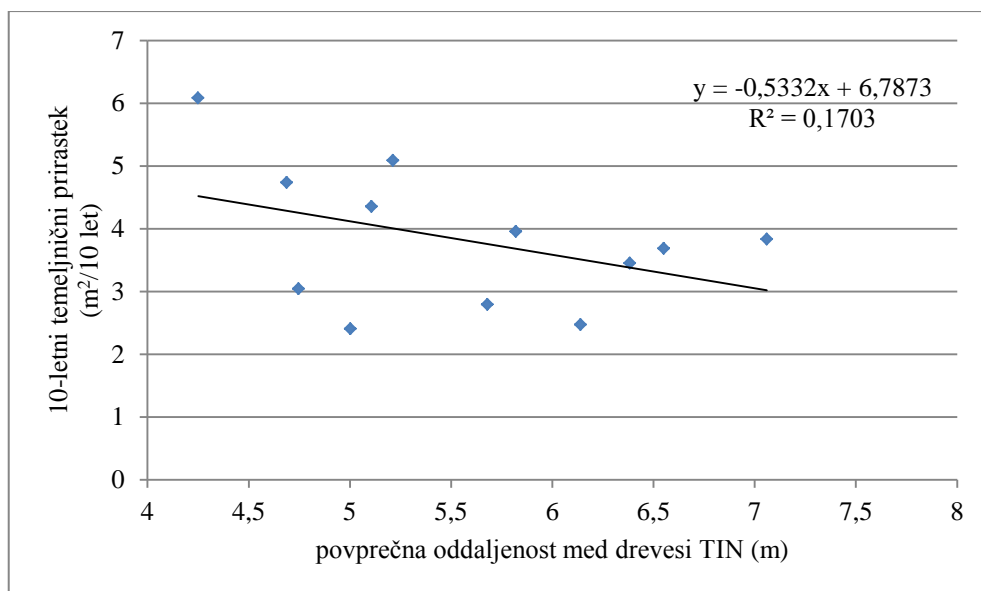
Slika 19: Odvisnost relativnega temeljničnega prirastka dreves od njihove starosti

Temeljnični prirastek dreves kaže rahlo upadanje z naraščanjem temeljnice sestoja (slika 20), ki pa ni statistično značilno ($P > 0,48$). Naklon upadanja je tudi manjši kot pri radialnem prirastku.



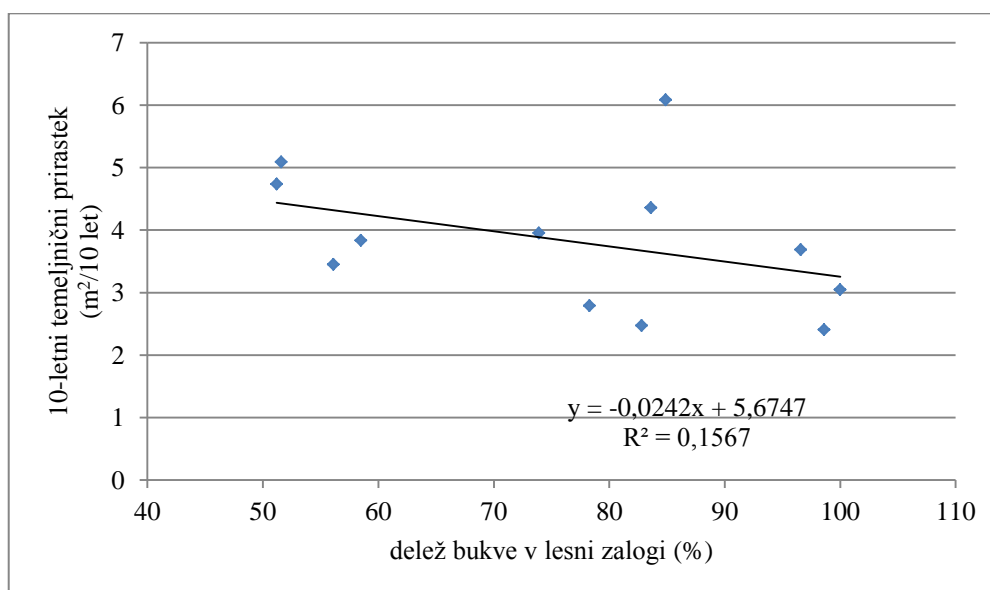
Slika 20: Odvisnost 10-letnega temeljničnega prirastka od temeljnice sestoja

Z naraščanjem oddaljenosti med drevesi se kaže rahlo zmanjševanje desetletnega temeljničnega prirastka na ploskvah (slika 21). Trend pa ni statistično značilen ($P = 0,182$). Morda bi se izkazal za značilnega, če bi imeli večji vzorec (več ploskev).



Slika 21: Odvisnost temeljničnega prirastka od povprečne oddaljenosti med drevesi (TIN)

Glede na delež bukve v lesni zalogi relativni temeljnični prirastek upada. Odvisnost je linearna (slika 22), ki pa ni značilna ($P = 0,203$).



Slika 22: Odvisnost 10-letnega temeljničnega prirastka od deleža (%) bukve v lesni zalogi

4 RAZPRAVA

Po frekvenčni porazdelitvi dreves po debelinskih stopnjah bi lahko na prvi pogled sklepali, da imamo na območju Leskove doline relativno mlad gozd. Največje število dreves najdemo v 3. debelinski stopnji, nato prične število upadati tako, da imamo tistih najdebelejših dreves izredno malo. Vendar pa smo pri analizi izvrtkov ugotovili, da so tudi nekoliko tanjša drevesa (9., 10., 11. debelinska stopnja) že zelo stara (150 let in več). Prav te debelinske stopnje predstavljajo največji delež v lesni zalogi. Na to nakazujejo tudi njihovi majhni prirastki v zadnjem obdobju. Drevesa v tretji debelinski stopnji imajo minimalne radialne prirastke najverjetneje zaradi pomanjkanja svetlobe oz. zastrtosti s strani dreves, ki sestavljajo streho sestoja.

Največja gostota osebkov na hektar ne pripada ploskvam v vrtačah verjetno zato, ker so to manjše vrtače. Tako, da gre praktično meja ploskve po robu vrtače. Tako zajamemo poleg dreves v dnu vrtače tudi vsa drevesa po pobočju vrtače in tudi na robu vrtače (greben). V teh vrtačah so tudi starejša in debelejša drevesa kot pa drevesa na pobočnih ploskvah. Ker so na slednjih mlajši in posledično tanjši sestoji so tudi gostote največje. Najmanjše gostote pa so na grebenschkih ploskvah, kar je razumljivo, saj padavine nenehno izpirajo hranila z grebena na pobočja, s pobočji pa na dno vrtač. Največja temeljnica pripada ploskvi v vrtači, to smo tudi pričakovali, saj so tam starejša in res debela drevesa. Ta veliko več prinesejo k skupni temeljnici kot pa večje število tanjših dreves. Prav tako lahko pojasnimo tudi to, da nismo najnižje temeljnice evidentirali na grebenu. Prav na grebenu so, podobno kot v vrtači, debelejša in starejša drevesa. Šele pri lesni zalogi se nam pokažejo taki rezultati kot smo jih pričakovali. V vrtači imamo najvišjo lesno zalogo, na grebenu najnižjo in na pobočju nekje vmes. V vrtači je bila tudi najvišja temeljnica in ker so običajno v vrtačah tudi višine dreves nekoliko višje kot na pobočjih, imamo prav v vrtači najvišjo lesno zalogo. Na grebenu pa imamo kljub relativno visoki temeljnici še vedno najnižjo lesno zalogo, kar je posledica nizkih višin teh dreves. Te višine se v povprečju gibljejo okrog 15 m.

Raziskava je pokazala na velike starostne razpone pri analiziranem dominantnem drevju. Ti razponi kažejo na raznodobnost sestojev in so znatno večji kot v enomernih sestojih (Kadunc, 2012b).

Analize so pokazale, da sta 5-letni in 10-letni prirastek v tesni povezavi. Iz tega sklepamo, da so drevesa zadnjih 10 let priraščala zelo enakomerno. Pri povprečnem radialnem prirastku se nam zopet pokažejo najnižji prirastki na grebenskih ploskvah. To je posledica predvsem izpranih, s hranili slabo preskrbljenih tal. Največje radialne prirastke smo ugotovili pri ploskvah na pobočjih. Kot smo že prej omenili, so ti sestoji mlajši in tanjši ter zato tudi bolj pospešeno priraščajo. Sestojem v vrtači se, kljub najbogatejšim tlom s hranili, rast že zaustavlja, saj so tudi ta drevesa starejša in ne priraščajo več tako intenzivno. Zanimivo je tudi to, da se nam pojavi tolikšna razlika med analiziranimi ploskvama v vrtači. Ena izkazuje nižje radialne prirastke (ploskev 2), druga (ploskev 54) pa višje radialne prirastke (preglednica 6). Glede na to, da so bile po obliki in velikosti vrtače skoraj enake, je najverjetneje to posledica razlik v starosti, saj so na ploskvi 2 v povprečju drevesa starejša za 100 let. Na to nakazuje tudi razlika v lesni zalogi, saj ploskev 2 predstavlja najvišjo lesno zalogo ($823,7 \text{ m}^3/\text{ha}$), ploskev 54 pa ima znatno nižjo lesno zalogo ($531,4 \text{ m}^3/\text{ha}$).

Odvisnost radialnega prirastka od položaja dreves nam pokaže, da sorasla drevesa še vedno tekmujejo za svetlobo in rasti prostor in so verjetno tudi nekoliko mlajša od nadraslih, zato tudi najbolj intenzivno radialno priraščajo. Medtem ko nadrasla drevesa ne priraščajo več tako intenzivno, kljub temu da imajo največ svetlobe, prostora in so v principu najbolj močna. Podrasla drevesa imajo najnižje radialne prirastke, ker uspevajo v pomanjkanju svetlobe. Taka drevesa imajo običajno tudi nepravilno razvite krošnje in krivo rast, saj se prilagajajo svetlobnim jaškom. V raziskavi enomernih bukovih gozdov, ki je vključevala številna bukova rastišča, se je pokazalo, da ima podstojno drevje ožje branike (Kadunc, 2011, Kadunc, 2012b). Nasprotno raziskava na Kočevskem vpliva socialnega statusa dreves na prirastek ni potrdila (Bončina in sod., 2007).

Na radialne prirastke lahko vplivamo tudi z odkazilom konkurentov. Tako sprostimo izbrance in jim omogočimo bolj hitro priraščanje. Tudi v enomernih sestojih je manjša utesnjenost krošenj prispevala k višjim prirastkom (Bončina in sod., 2007, Kadunc, 2012b). V enomernih zgradbah sestojev (npr. nasadi) radialni prirastek kulminira prej, saj je rast v mlajših letih zelo eksplozivna, v raznomernih sestojih pa se to zgodi kasneje, saj je drevje različnih starosti in dimenzij. Pokazalo se je, da so največji radialni prirastki na

pobočju. Kot smo že prej omenili, so drevesa na pobočju mlajša kot pa drevesa v vrtači. Kljub temu, da je v vrtačah največja vlažnost in koncentracija hranil v tleh, je verjetno zaradi nižje starosti dreves na pobočjih tam prirastek višji. Na grebenih je radialni prirastek občutno manjši kot na preostalih dveh reliefnih tipih. Pojasnilo verjetno tiči v bolj sušnih tleh, ki so s hranili slabše preskrbljena in pa v zelo visoki starosti grebenskih dreves (do 373 let). Raziskava enomernih bukovih sestojev je pokazala, da imajo produktivnejša rastišča (višji rastiščni indeksi) širše branike (Kadunc, 2012b).

Pričakovano prirastek s starostjo upada. Glede na to, da so bila v raziskavo zajeta tudi zelo stara bukova drevesa (373 let) v Leskovi dolini, je zanimivo, da ta drevesa kljub svoji starosti še vedno priraščajo skoraj enako kot 100-150 let mlajša drevesa. Tudi v enomernih bukovih sestojih se je pokazalo, da širina branike s starostjo upada (Kadunc, 2012b).

V povprečju se kažejo nekoliko večji radialni prirastki na ploskvah z nižjo temeljnico. To je posledica manjše utesnjenosti dreves na ploskvah z nižjo temeljnico in tudi, da na ploskvah z najvišjo temeljnico zelo debela drevesa zaradi svoje starosti, dimenzij ali vpliva reliefa enostavno nimajo več tako močnega radialnega priraščanja. Z naraščanjem oddaljenosti med drevesi TIN se povečuje tudi radialni prirastek. Večja, kot je oddaljenost, večji rastni prostor imajo drevesa.

Večji, kot je prsni premer drevesa, večja je njegova temeljnica in posledično tudi temeljnični prirastek. Tudi študije v enomernih bukovih sestojih so pokazale pozitivno zvezo med prsnim premerom in prirastkom pri bukvi (Bončina in sod., 2007, Kadunc, 2011, Kadunc, 2012b). Kljub temu, da je radialni prirastek pri večini mogočnejših dreves minimalen, pa že dosežena debelina močno prispeva k temeljničnemu prirastku. Tanjša drevesa imajo tudi pri velikemu radialnemu prirastku majhen temeljnični prirastek. Najvišje temeljnične prirastke so izkazale ploskve na pobočjih (drevje mlajše kot v vrtačah) in v vrtačah.

Relativni temeljnični prirastek dreves starih okrog 100 let je znatno višji kot pri 200 in več let starem drevju. Razlika med relativnim temeljničnim prirastkom in povprečnim

radialnim prirastkom glede na starost dreves je v tem, da pri temeljničnem prirastku ni tako izrazit upad priraščanja dreves starih med 150 in 200 let.

Temeljnični prirastki sestojev so odvisni od radialnega prirastka, premera na prsni višini in števila dreves. Največji temeljnični prirastek smo izmerili na pobočni ploskvi. Kot smo že prej omenili, so tukaj mlajša, za odtenek tanjša, vendar številčnejša drevesa z velikim radialnim prirastkom (ploskev 62). Najmanjši temeljnični prirastek ima zaradi že prej omenjenih parametrov ploskev 65 (greben).

V študiji nismo potrdili odvisnosti temeljničnega prirastka sestojev od temeljnice. Nasprotno so na Somovi gori potrdili večje prirastke na redčenih ploskvah, kar pomeni ob nižji temeljnici (Bončina in sod., 2007).

Opozoriti je potrebno, da smo v analizo zajeli le odraslo oziroma staro drevje. Zakonitosti priraščanja tako nismo ugotavljali za mlajša drevesa. Prav tako se zavedamo, da imajo velik pomen na priraščanje oziroma kompeticijo medvrstni odnosi. Tu ni pomemben samo delež drevesnih vrst, ampak tudi oblika njihove primesi.

Rast in kompeticija se razlikujeta tudi glede na sestojni tip. V povsem enomernih sestojih, kakršnih mi nismo zajeli v analizo, so razmere in zakonitosti drugačne kot v raznomernih sestojih ali sestojih nekje vmes.

5 SKLEPI

V nalogi smo si zastavili tri hipoteze.

1. Prvo hipotezo smo potrdili, saj je radialni prirastek upadal z naraščanjem sestojne temeljnice (posredno kaže povečevanje konkurence), kot tudi naraščal s povečevanjem povprečne oddaljenosti med drevesi (tudi ta nakazuje stopnjo konkurence).
2. Tudi drugo hipotezo smo potrdili, saj se tako radialni kot temeljnični prirastek značilno razlikujeta med reliefnimi tipi.
3. Tretje hipoteze nismo potrdili, saj za temeljnični prirastek sestoja nismo potrdili statistično značilne odvisnosti od temeljnice sestoja.

6 POVZETEK

Na območju Leskove doline smo analizirali radialni in temeljnični prirastek bukve (*Fagus sylvatica* L.) v odvisnosti od rastišnih razmer. Naloga je bila zasnovana tako, da smo na terenu izbrali 12 ploskev v odraslih sestojih (debeljaki) s prevladujočo bukvijo. Iskali smo ploskve na različnih reliefnih tipih. Tako smo postavili 2 ploskvi v vrtači, 5 ploskev na pobočju in 5 ploskev na grebenu (idealno bi bilo na vsakem tipu reliefa po 4 ploskve). Analizirali smo vsa drevesa, ki so bila nad meritvenim pragom (prsni premer 10 cm). Drevesom smo izmerili prsni premer (1,3 m od tal), višino, oddaljenost od središča ploskve in določili socialni položaj. Za vsako ploskev smo izmerili GPS koordinate središča ploskve ter iz središča do oglišč izmerili razdaljo ter naklon. Za proučevanje radialnega in temeljničnega prirastka so bili vsem drevesom odvzeti izvrtki. Vsako drevo smo vrtali z leve in z desne strani (na plastnici) na prsni višini. Devetim dominantnim drevesom so bili odvzeti izvrtki do samega stržena, ostalim pa le za zadnjih 10 let prirastka.

Kasneje smo vse podatke analizirali in rezultati so pokazali, da imamo najvišje lesne zaloge v vrtačah. Povprečni radialni in relativni temeljnični prirastek s starostjo dreves upada. Radialni prirastek kulminira prej kot relativni temeljnični prirastek. Ugotovili smo, da imajo drevesa med 200 in 300 leti v povprečju konstantne prirastke, ki s starostjo skoraj ne upadajo. Močno pa se prirastki zmanjšajo med 150. in 200. letom starosti. Večji rastišni prostor, kot imajo drevesa, predvsem če so mlajša, višja sta radialna in temeljnična prirastka.

Podraslo drevje ima nižje radialne prirastke, toda najvišje relativne temeljnične prirastke. Pobočja imajo najvišje radialne in tudi relativne temeljnične prirastke. S povečevanjem oddaljenosti med drevesi narašča povprečni radialni prirastek dreves, temeljnični prirastek sestoj pa ne.

7 VIRI

- 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
- Brus R. 2012. Drevesne vrste na Slovenskem. 2. dopolnjena izd. Ljubljana, samozal.: 404 str.
- Čarman R., Smrekar A. 2007. Določanje velikosti in oblike krošnje s pomočjo krošnjomera. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 28 str.
- Drašler A. 1987. Osnovni prirastoslovni kazalci smrekovih gozdov na rastiščih jelovja s praprotni in predalpskega gozda gradna in belega gabra: diplomska naloga. (Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo). Ljubljana, samozal.: 38 str.
- Gašperšič B. 2005. Vpliv velikosti krošnje na debelinski prirastek pri divji češnji: diplomsko delo. (Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire). Ljubljana, samozal.: 62 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
- Kadunc A. 2011. Poskus redčenja z enkratno določenimi izbranci v Suhi krajini - preliminarni rezultati. *Gozdarski vestnik*, 69, 9: 391-401,
- Kadunc A. 2012a. Ocena produkcijske sposobnosti bukovih rastišč v Sloveniji. V: Bončina A. (ur.). *Bukovi gozdovi v Sloveniji: ekologija in gospodarjenje*. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 91-101
- Kadunc A. 2012b. 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.

Kotar M. 2005. Zgradba, rast in donos gozda na ekoloških in fizioloških osnovah.

Ljubljana, Zveza gozdarskih društev Slovenije, Zavod za gozdove Slovenije: 500 str.

Pajk B. 2011. Zasnova poskusa redčenj bukovih drogovnjakov v raziskovalnem objektu

Pišce: diplomsko delo. (Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire). Ljubljana, samozal.: 66 str.

Poročilo Zavoda za gozdove o gozdovih za leto 2013. 2014. Ljubljana, Zavod za gozdove Slovenije

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

Saje R. 2011. Zasnova poskusa redčenj bukovih sestojev v raziskovalnem objektu Brezova reber: diplomsko delo. (Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire). Ljubljana, samozal.: 64 str.

ZAHVALA

Za pomoč in strokovno vodstvo pri izdelavi diplomskega dela se zahvaljujem doc. dr Alešu Kaduncu in dr. Milanu Kobalu. Prav tako se zahvaljujem za skrben pregled prof. dr. Juriju Diaciju.

Zahvaljujem se sošolcem Katji Lotrič, Kristianu Koširju in Andražu Butinarju ter sestrama Vanji in Katji, za pomoč pri terenskem delu, ki ga nebi mogel opraviti sam. Zahvaljujem se tudi revirnemu gozdarju Igorju Pridigarju za vse napotke in nasvete glede območja v katerem smo postavili raziskovalne ploskve.

Prav tako se zahvaljujem tudi Janezu Štravs, ki mi je predstavil in pokazal, kako deluje program WinDENDRO.

Zahvaliti se tudi domačim za pomoč in spodbudo.