

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

Katja LOTRIČ

**PRIRAŠČANJE SMREKE 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 GOZDNE VIRE

Katja LOTRIČ

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

Diplomsko delo
Visokošolski strokovni študij – 1. stopnja

**NORWAY SPRUCE INCREMENT DEPENDING ON
THE GROWTH CONDITIONS IN LESKOVA
DOLINA**

B. SC. THESIS
Professional Study Programmes

Ljubljana, 2015

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

Na območju GGE Leskova dolina, smo zbrali vse podatke.

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 in za somentorja dr. Milana Kobala. Za recenzenta je bil imenovan prof. dr. Janez Pirnat.

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik:

Član:

Datum zagovora:

Podpisana 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.

Katja Lotrič

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/ <i>Picea abies</i> /Leskova dolina
AV	LOTRIČ, Katja
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 SMREKE V ODVISNOSTI OD RASTNIH RAZMER V LESKOVI DOLINI
TD	Diplomsko delo (Visokošolski strokovni študij - 1. stopnja)
OP	VII, 33 str., 8 pregl., 23 sl., 15 vir.
IJ	sl
JJ	sl/en
AI	V diplomski nalogi smo analizirali priraščanje smreke (<i>Picea abies</i>) v odvisnosti od rastnih razmer. Na 12 ploskvah smo izmerili drevesa in pridobili izvrtke za zadnjih 10 let ter izvrtke do stržena za dominantna drevesa. Izvrtke smo nato analizirali s pomočjo programa WinDENDRO. Lesna zaloga je bila najvišja v vrtači, najnižja pa na pobočju. Na večini ploskev je bila variabilnost starosti in drevesnih dimenzij zelo velika. Radialni in temeljnični prirastek smo analizirali za obdobje 5 let ter 10 let. Z večanjem prsnega premera (1,3 m od tal) se 10-letni radialni prirastek povečuje, s starostjo pa zmanjšuje. 10-letni temeljnični prirastek se povečuje z večanjem prsnega premera. S starostjo dreves in z večjo povprečno oddaljenostjo med drevesi na ploskvi pa se zmanjšuje. Podraslo drevje ima nižje prirastke, prav tako drevje na pobočjih v primerjavi z vrtačami.

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/*Picea abies*/Leskova dolina

AU LOTRIČ, Katja

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 NORWAY SPRUCE INCREMENT DEPENDING ON GROWTH CONDITIONS IN LESKOVA VALLEY

DT B. Sc. thesis (Professional Study Programmes)

NO VII, 33 p., 8 tab., 23 fig., 15 ref.

LA sl

AL sl/en

AB In this thesis, we analyzed the increment of Norway spruce (*Picea abies*) depending on growing conditions. For this purpose 12 plots were selected. On the plots the trees were measured and increment cores obtained for the last 10 years. For the dominant trees cores to the pith were taken. Increment cores were then analyzed using the program WinDENDRO. Growing stock was the highest in the sinkholes and the lowest on slopes. On most plots the variability of the age and tree dimensions was high. Radial and basal area increment was analyzed for a period of 5 years and 10 years. By increasing the breast diameter (1.3 m from the ground), the radial increment of the last 10 years increases, while with the age decreases. As regards basal area increment, it increases with increasing breast diameter. With the age of the trees and with a greater average distance between the trees in the plot the basal area increment is decreasing. The suppressed trees have lower increments, as well as trees on the slopes compared to sinkholes.

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	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	12
3.1.3 Lesna zaloga	12
3.2 DEBELINSKA STRUKTURA NA PLOSKVAH.....	13
3.3 STAROSTNA STRUKTURA DOMINANTNIH DREVES NA PLOSKVI	14
3.4 VIŠINA DREVES SMREKE GLEDE NA PRSNI PREMER.....	15
3.5 RADIALNI IN TEMELJNIČNI PRIRASTEK.....	16
3.5.1 Radialni prirastek.....	16
3.5.2 Temeljnični prirastek.....	21
4 RAZPRAVA.....	27
5 SKLEPI.....	30
6 POVZETEK	31
7 VIRI.....	32

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Splošni podatki o ploskvah.....	4
Preglednica 2: Koeficienti nemških dvovhodnih deblovnic za smreko, jelko in bukev (Puhek, 2003)	9
Preglednica 3: Število dreves na hektar na ploskvah in po drevesnih vrstah	11
Preglednica 4: Temeljnica na ploskvah (m^2/ha) z deleži (%) drevesnih vrst	12
Preglednica 5: Lesna zaloga (m^3/ha) na ploskvah z deleži (%) drevesnih vrst	13
Preglednica 6: Starostna struktura dominantnih dreves na ploskvah	15
Preglednica 7: Povprečni radialni prirastek za zadnjih 5 in 10 let	16
Preglednica 8: Povprečni temeljnični prirastek na hektar za zadnjih 5 in 10 let.....	22

KAZALO SLIK

Slika 1: Lokacije ploskev (Google maps, 2015).....	5
Slika 2: Umestitev ploskev glede na Snežnik z Leskovo dolino (Google maps, 2015).....	5
Slika 3: Debelinska struktura po drevesnih vrstah	13
Slika 4: Frekvenčna porazdelitev vseh dreves po debelinski stopnji	14
Slika 5: Odvisnost višine smreke od prsnega premera	15
Slika 6: Povezanost med 5-letnim in 10-letnim radialnim prirastkom (vsa drevesa).....	17
Slika 7: Odvisnost radialnega prirastka od prsnega premera	17
Slika 8: 10-letni radialni prirastek glede na socialni položaj.....	18
Slika 9: 10-letni radialni prirastek glede na reliefni tip	18
Slika 10: Odvisnost radialnega prirastka drevesa od starosti dominantnih dreves	19
Slika 11: Odvisnost povprečnega radialnega prirastka od temeljnice sestoja (odvisnost ni značilna).....	19
Slika 12: Odvisnost povprečnega radialnega prirastka od povprečne oddaljenosti med drevesi (povezava ni značilna)	20
Slika 13: Odvisnost povprečnega radialnega prirastka od deleža smreke v lesni zalogi (povezava ni značilna).....	20
Slika 14: Odvisnost povprečnega radialnega prirastka zadnjih 10 let od nadmorske višine ploskev.....	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....	23
Slika 18:: Odvisnost 10-letnega relativnega temeljničnega prirastka od reliefa terena	24
Slika 19: Odvisnost relativnega temeljničnega prirastka dreves od njihove starosti	24
Slika 20: Odvisnost 10-letnega temeljničnega prirastka od temeljnice sestoja (povezava ni značilna).....	25
Slika 21: Odvisnost temeljničnega prirastka zadnjih 10 let od povprečne oddaljenosti med drevesi (TIN)	25
Slika 22: Odvisnost 10-letnega temelničnega prirastka od deleža (%) smreke v lesni zalogi	26
Slika 23: Odvisnost 10-letnega temeljničnega prirastka sestoja od nadmorske višine	26

1 UVOD

Navadna smreka (*Picea abies* (L.) Karst.) je vednozeleno iglasto drevo, ki je visoko do 50 metrov ter do 1 metra debelo. Koreninski sistem je plitev. Ima ravno in polnolesno deblo. Zanja so značilne veje, ki izraščajo v izrazitih vejnih vencih. Skorja je rdečkaste barve, katera je na začetku gladka, kasneje pa so vidne okroglaste ploščice. Je vetrocvetka, ki cveti aprila in maja. Razmnožuje se večinoma s semenom. Najrajši raste na svežih in zračnih tleh vseh vrst podlag. Dobro je, da je visoka zračna vlaga ter enakomerno porazdeljene padavine čez celotno leto. Smreka je občutljiva na onesnažen zrak. Vrsta je prilagojena na mraz, zato je avtohtona prav v višjih nadmorskih višinah. Smreka je v Sloveniji naravno prisotna le v gorskih predelih, v hladnih dolinah nižjih leg, ter v visokokraških mraziščih. Ker je ekonomsko zanimiva vrsta, jo danes zaradi umetne nasaditve najdemo na večjem delu ozemlja Slovenije. Na strmih pobočjih pogosto gradi varovalne gozdove. Areal smreke so močno povečali v drugi polovici 19. stoletja. Tako je danes ena naših najpomembnejših drevesnih vrst (Brus, 2012).

Naravni areal smreke je v Sloveniji zelo majhen, zato tudi njen naravni delež v lesni zalogi predstavlja le 8 % (Brus, 2005).

Smreka je bila med prvimi drevesnimi vrstami, za katero so bile v Sloveniji izvedene študije produkcijske sposobnosti (Kotar, 1980). Kljub temu pa je še dokaj slabo preučen odziv smreke na konkurenco. Do danes so preučili vpliv konkurence na rast smreke za nižinska (Drašler, 1987) in visokogorska rastišča (Kotar, 1980), nepreučeno pa ostaja sredogorje.

Nalogo smo izpeljali v gozdnogospodarski enoti (GGE) Leskova dolina, pri čemer smo vse meritve izvedli med septembrom in koncem novembra 2014.

1.1 NAMEN NALOGE

Cilj naloge je ugotoviti vplivne dejavnike na radialni in temeljnični prirastek odraslih smrek v Leskovi dolini. Poleg tega je namen analizirati vpliv konkurence sosednjih dreves na rast smreke v različnih reliefnih razmerah (pobočje, vrtača in greben).

V okviru diplomske naloge smo si zastavili naslednje hipoteze:

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

2 MATERIALI IN METODE

Za začetek smo najprej prehodili praktično vse območje v GGE Leskova dolina, kjer so rastiščne in sestojne razmere ustrezale namenom naloge. Tamkajšnji revirni gozdar nam je povedal, kje so predeli, ki jih moramo še posebno pozorno pregledati. V drevesni sestavi je morala prevladovati smreka, ki je bila nepoškodovana. Na terenu smo izbirali ploskve ter si beležili njihove koordinate v GPS napravo. Poleg koordinat smo si zabeležili še zaporedno številko ploskve in obliko reliefa (greben, pobočje, vrtača). Shranili smo več ploskev kot je bilo potrebno ter se na koncu odločili za raziskovalne ploskve, ki so najbolj ustrezale ciljem raziskave. Na ploskvah se najmanj zadnjih pet let ni smelo izvajati sečnje. Ploskve ni smela sekati gozdna prometnica, saj bi lahko močno vplivala na priraščanje okoliških dreves.

2.1 OPIS RAZISKOVALNIH OBJEKTOV

2.1.1 Gozdnogospodarska enota Leskova dolina

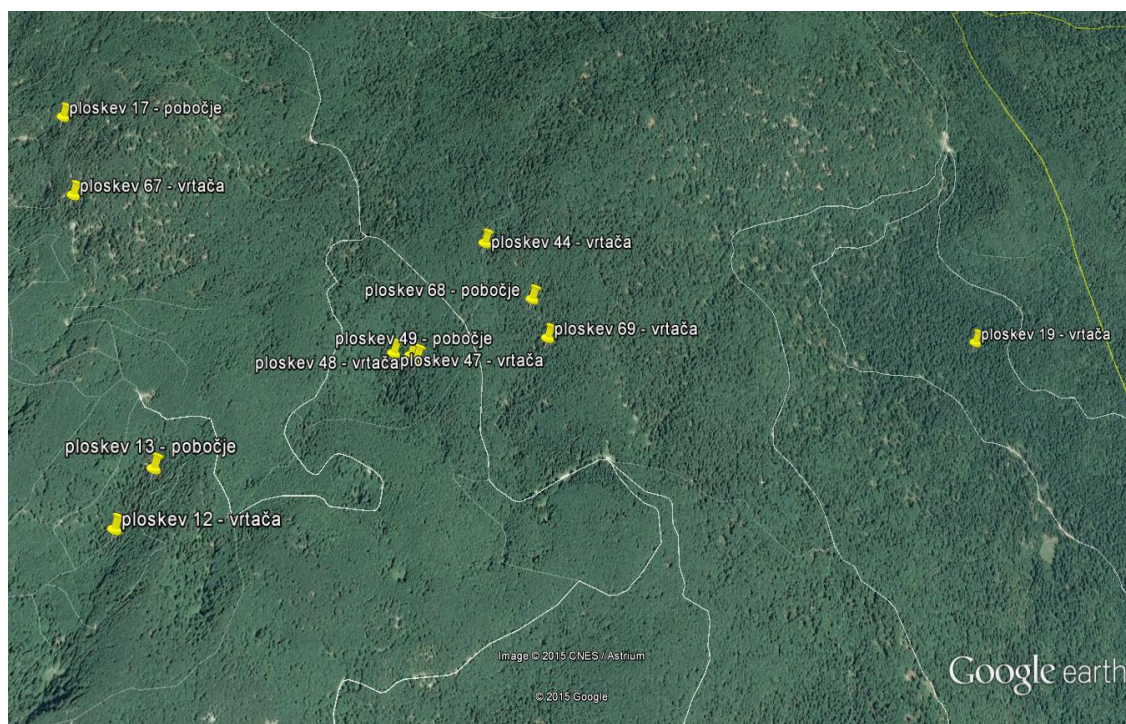
Gozdnogospodarska enota Leskova dolina se nahaja na severovzhodnih pobočjih Snežnika (Gozdnogospodarski načrt..., 2007). Leskova dolina se razprostira med 610 m.n.v. in 1796 m.n.v. Snežniški gozdovi ležijo v območju Dinaridov. Matična podlaga je karbonat in se umeščajo v območje visokega krasa. Značilnost tega pa je, da na celotnem območju ni površinske tekoče vode. Po površini prevladujejo dinarski gozdovi jelke in bukve in drugi gorski gozdovi (npr. javorovja). Večina gozda je v večnamenski rabi (kategorizacija gozdov). V lesni zalogi prevladujejo iglavci, čeprav se listavci vse bolj približujejo lesni zalogi iglavcev (Udovič, 2008). Za območje so značilne vrtače. Te so lahko zelo velike ali zelo globoke. V nekaterih vrtačah je viden vegetacijski obrat, kjer drevesne vrste, ki so značilne za višje lege, tam rastejo v nižjih legah. V gozdovih je velika skalovitost in kamnitost (Marušič, 1998). Letno pade na območju Snežnika okoli 3000 mm padavin, z viški padavin od novembra do januarja (Perko, 1998). V Leskovi dolini prevladujejo srednje globoka do globoka pokarbonatna rjava tla (Gozdnogospodarski načrt ..., 2007). GGE Leskova dolina obsega 3.062 ha, pri čemer gozdnatost znaša 98,3 % (Baza podatkov ZGS, 2004).

2.2 IZBOR OBJEKTOV

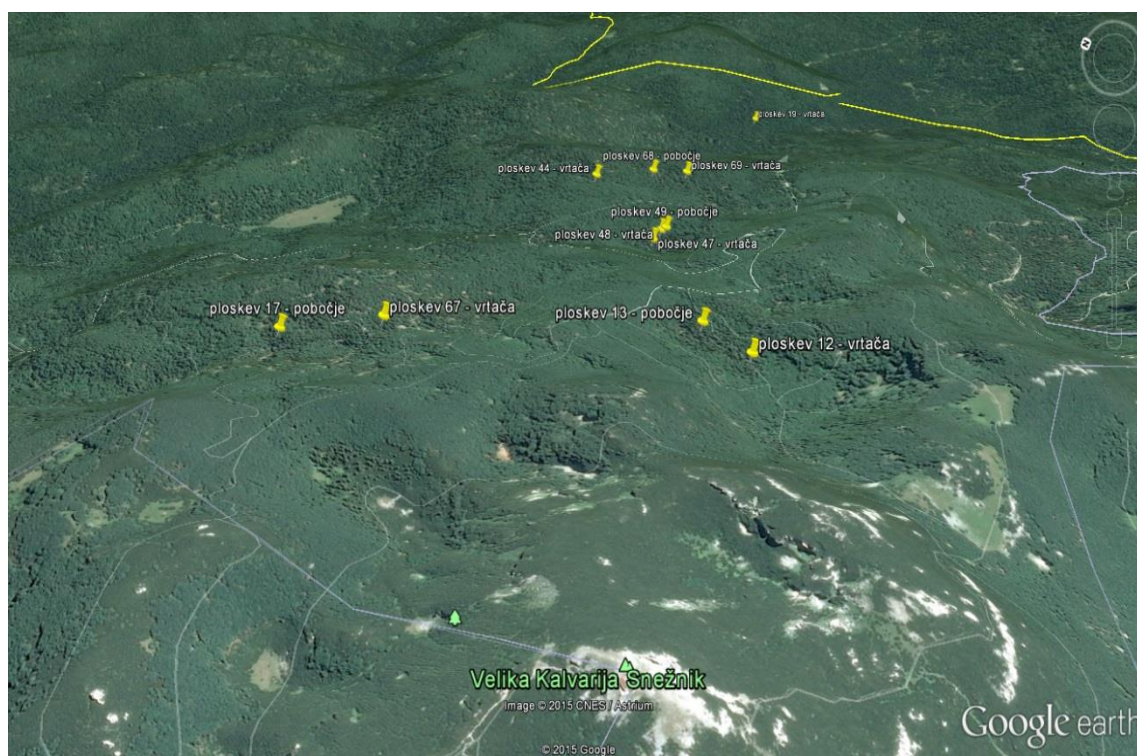
V Leskovi dolini smo poiskali 12 ploskev (sliki 1 in 2), v velikosti 30×30 metrov (9 arov). Drevesa, ki so se nahajala na izbranih ploskvah, so morala biti zdrava in nepoškodovana, kar pa je bil kar zahteven pogoj, saj se je v začetku leta 2014 zgodil žledolom. Ploskve smo postavili v odrasle sestoje, kjer je v lesni zalogi prevladovala smreka. Idealno bi bilo, da bi se po štiri ploskve nahajale v vsaki od različnih reliefnih oblik in sicer na grebenu, na pobočju in v vrtači. Ker smo imeli s takšnim peštrim izborom probleme, smo uspeli poiskati 4 ploskve na pobočju, kar 8 v vrtačah in nobene na grebenih. Smrekovi sestoji se pač večinoma nahajajo v vrtačah, na grebenih pa jih ni.

Preglednica 1: Splošni podatki o ploskvah

Številka ploskve	Koordinate	Nadmorska višina	Tip reliefa
12	N45 35.413 E14 27.909	1331 m	vrtača
13	N45 35.501 E14 27.977	1281 m	pobočje
17	N45 36.080 E14 27.636	1294 m	pobočje
19	N45 35.777 E14 30.003	866 m	vrtača
44	N45 35.878 E14 28.695	1216 m	vrtača
47	N45 35.701 E14 28.477	1148 m	vrtača
48	N45 35.696 E14 28.520	1198 m	vrtača
49	N45 35.690 E14 28.534	1277 m	pobočje
67	N45 35.929 E14 27.711	1337 m	vrtača
68	N45 35.786 E14 28.813	1198 m	pobočje
69	N45 35.722 E14 28.852	1182 m	vrtača
74	N45 35.436 E14 30.443	826 m	vrtača



Slika 1: Lokacije ploskev (Google maps, 2015)



Slika 2: Umestitev ploskev glede na Snežnik z Leskovo dolino (Google maps, 2015)

2.3 MERITVE NA PLOSKVAH

Na terenu smo zakoličili ploskve s štirimi količki. Postojnsko območje je znano po tem, da ima veliko odprtost gozdov, tako smo imeli marsikje probleme zakoličevati, saj smo zaradi naklona terena morali povečati dolžino stranice in smo tako prišli na vlako, ki pa ni smela biti na ploskvi.

Ploskve smo zakoličili s štirimi lesenimi količki. Da smo do tega prišli, pa smo si pomagali s trasirkami, prizmo in merskim trakom dolžine 50 metrov. Najprej smo si izbrali kot ploskve, kjer smo v zemljo zapičili prizmo, skozi katero smo gledali tako, da sta bili na obeh straneh trasirki poravnani s prizmo. Nato smo od te trasirke potegnili merski trak do dolžine 30 metrov ter spet zapičili trasirko, tako da je bila v isti ravnini kot prejšnja. Tako smo vse štiri zapičili in dobili oglišča ploskve. V primeru naklona terena smo morali podaljšati stranico. Da smo vedeli za koliko moramo podaljšati stranico ploskve, smo najprej izmerili naklon terena, potem pa smo pogledali v preglednico s korigiranimi dolžinami glede na naklon terena.

Nato smo postavili stojalo z azimutom na sredino ploskve, kjer smo izmerili vse štiri razdalje (z laserskim merilcem Vertex IV, Haglöf – Sweden), naklone terena in azimute (z busolo Suunto KB – 14/360) do oglišč. Na sredini ploskve smo prav tako izmerili koordinate z GPS napravo.

2.3.1 Meritve dreves

Merili smo vsa drevesa nad merskim pragom 10 centimetrov. Začeli smo z drevesom z najnižjim azimutom (0°), ter nadaljevali do najvišjega azimuta (360°). Za vsako drevo smo si pridobili podatke o azimutu ($^\circ$), naklonu ($^\circ$), razdalji od središča ploskve do drevesa (m), drevesni vrsti, prsnem premeru (cm), socialnem položaju (1, 2, 3), višini drevesa ter o debelini skorje (mm).

Vse to smo si zapisali v prej pripravljene obrazce. Azimut smo odčitavali s pomočjo busole, ki je bila pritrjena na stativ, ta pa je stal v središču ploskve. Za vsako drevo smo

izmerili naklon do drevesa, razdaljo do drevesa ter azimut. Razdaljo smo izmerili s pomočjo laserskega merilca. Da smo naslednjič drevesa lažje našli, smo med meritvami na vsako drevo s kredo napisali zaporedno številko drevesa, ki je bila napisana proti središču ploskve. Premer smo merili s pi-metrom in sicer z 0,1 cm natančnostjo. Socialni položaj smo ocenjevali po 3 stopenjski lestvici (1- nadraslo, 2- soraslo, 3 – podraslo). Višino drevesa smo merili s padomerom, tako, da smo iz ene točke videli dno drevesa (v prsni višini) in vrh drevesa. Prav tako smo iz tega stojišča izmerili razdaljo do drevesa (z laserskim merilcem), da nam je bila v pomoč za kasnejšo obdelavo podatkov. Merili smo jo na prsni višini (1,3 m od tal).

2.3.2 Odvzem izvrtkov

Vsakemu drevesu smo odvzeli dva izvrtka v prsni višini (1,3 m). Da bi bili podatki čim bolj točni, smo izvrtke odvzeli z leve in desne strani drevesa, gledano na plastnico. Pri vrtanju smo si pomagali z dvema vrtalnima vijačnikoma, in sicer s pomočjo Bosch GSB 36 VE-2-LI in Milwaukee M18 CPD FUEL. Les je kar težak za vrtanje, zato smo morali tudi mi pokazati veliko ročnih spretnosti. Pri vrtanju smo uporabljali svedre Suunto dolžine 200 mm, 250 mm, 300 mm, 400 mm ter 500 mm. Na ploskvi smo odvzeli devetim dominantnim drevesom smreke izvrtke do stržena. Če je bila med temi devetimi drevesi kakšna druga drevesna vrsta, potem smo tudi to drevo zvirtali do sredine. Za ostala drevesa smo potrebovali le prirastek zadnjih 10 let (dovolj je bilo okoli 3 cm izvrtka). Vsak izvrtek smo nato dali v svojo slamico, na katero smo zabeležili številko ploskve, zaporedno številko drevesa ter stran vrtanja drevesa (leva ali desna). Do naslednje obdelave smo izvrtke skupaj s slamicami dali v zamrzovalnik, da se ne bi pojavila plesen.

2.3.3 Priprava in analiza izvrtkov

Pred obdelavo izvrtkov v programu WinDENDRO smo jih morali ustrezno pripraviti. Izvrtke smo previdno vzeli iz slamic ter jih lepili na prej pripravljene lesene letvice, v katerih je bil izdolben utor za ustrezno velikost izvrtka. Letvica je imela v sredini utor, ki je bil namenjen za izvrtek. Če je iz kakšnega izvrtka odpadla skorja, potem smo jo izmerili na mm natančno ter vpisali v obrazce k ostalim podatkom. Ob vsakem prilepljenem izvrtku je bila napisana številka ploskve, zaporedna številka drevesa, in stran odvzema (leva in

desna). Nato je sledilo brušenje izvrtkov na cilindričnem brusilnem stroju, z brusnim papirjem granulacije 150. Po brušenju je bilo jasno videti letnice, malce težje je bilo le pri bukvi. Sledilo je skeniranje z A3 skenerjem ustrezne ločljivosti, tako, da je bila razločnost letnic čim boljša. Če je bila na kakšnem izvrtku še skorja, potem smo jo še spotoma izmerili. Po končanem skeniranju smo izvrtke s pomočjo programa WinDENDRO obdelali. V programu smo odprli skenirano sliko ter na izvrtku označili lokacijo, kjer želimo izvrtke analizirati. Kar nekaj letnic je program zaznal sam (dobro je bilo predvsem pri iglavcih), nekaj pa smo jih morali sami označiti oziroma izbrisati, če jih je program postavil preveč. Pri vseh izvrtkih smo analizirali letnice od stržena proti skorji. Kot je bilo že omenjeno, smo pri najmanj 9 dominantnih drevesih označili vsako letnico od stržena do skorje pri ostalih drevesih pa le 10 letnic, saj smo potrebovali le priraščanje zadnjih 10 let. Če je bila med letnicami oziroma branikami kakšna razpoka, smo jo morali izločiti. Program je sam izračunaval s pomočjo označenih letnic razdalje med letnicami na 0,001 mm natančno. Pridobljene podatke smo iz WinDENDRO prenesli v Microsoft Excel 2010, kjer pa je sledila dokončna analiza.

2.4 IZRAČUNI IN ANALIZE

S pomočjo površine naših ploskev, ki je bila 9 arov, smo lahko preračunali število dreves, temeljnico in prostornino dreves, tako da smo dobili število dreves na hektar (gostoto sestojev), skupno temeljnico na hektar ter lesno zalogo na hektar.

Iz podatkov pridobljenih na terenu smo najprej za vsako drevo izračunali temeljnico (G), višino in prostornino (V).

$$- G = \frac{\pi \cdot d^2}{4}$$

G = temeljnica

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

- Višina (trigonometričen način izmere, poznana dva kota in razdalja)
- Prostornino drevesa (V) smo izračunali s pomočjo nemških dvovhodnih deblovnic. Za vhod v deblovnice smo potrebovali višino drevesa (h) in prsni

premer (d) ter se poslužili enačb v obliki polinomov (Puhek, 2003). Pri računanju volumna za vsa listnata drevesa smo uporabili koeficient za bukev. Za smreko, jelko in bukev pa njihove koeficiente (preglednica 2).

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

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

Pri izračunu radialnega prirastka smo za začetek najprej sešteli skupaj vsoto branik za zadnjih 5 let ter za zadnjih 10 let. Pri izračunu povprečnega radialnega prirastka za vsako ploskev smo si pomagali s pomočjo Excelovih vrtilnih tabel.

Pri izračunu temeljničnega prirastka smo najprej za vsako drevo izračunali temeljnico (G), pri kateri smo uporabili premer ob koncu rastne sezone 2014. Premeru smo odšteli skorjo iz leve in desne strani. Nato smo pri že izračunanem premeru odšteli vsoto branik za zadnjih 5 let ter zadnjih 10 let leve in desne strani. Nato smo iz teh rezultatov preračunali še temeljnico vsakega drevesa za leto 2005 in 2010.

Potem smo izračunali razliko med temeljnicama za leto 2014 ter letom 2010 ($G_{2014} - G_{2010}$). Prav tako smo izračunali tudi razliko med temeljnicama za leto 2014 ter letom 2005 ($G_{2014} - G_{2005}$). Na koncu smo dobili temeljnični prirastek posameznega drevesa za zadnjih 5 oziroma za zadnjih 10 let.

Skupno vsoto temeljničnih prirastkov za zadnjih 5 oziroma 10 let smo izračunali s pomočjo Excelove vrtilne tabele. Ta podatek je bil najprej izračunan za ploskev, kasneje pa smo vrednosti preračunali na hektar.

Zaradi vpliva že dosežene temeljnice drevesa na njegov temeljnični prirastek smo izpeljali še relativni temeljnični prirastek drevesa, pri katerem smo 10-letni temeljnični prirastek delili s temeljnico na začetku obdobja (2005).

Izračun frekvenčnih porazdelitev razdalj med drevesi (TIN): pri merjenju razdalj med točkami in drevesi ter razmiki med drevesi smo si pomagali z informacijskim sistemom ARC/INFO. S tem sistemom smo si pomagali tudi pri oblikovanju modela za frekvenčno porazdelitev razdalj med drevesi po metodi Delaunayeve triangulacije (TIN). S to metodo po tri drevesa povežemo v trikotnik, tako da so izpolnjeni pogoji triangulacije. Krog pri vsakem trikotniku ne vsebuje nobene druge točke oziroma se trikotniki med seboj ne prekrivajo in med njimi ni vrzeli (naš primer drevesa). Upoštevali smo drevesa v trikotnikih, kjer so krožnice očrtanih krogov v celoti ležale na območju raziskovalnih ploskev, zato da smo omejili vplive robov na ploskvah (Hladnik, 2004).

Za vsako ploskev smo izračunali naslednje parametre:

- število dreves na hektar po drevesnih vrstah (skupno ter po drevesnih vrstah),
- temeljnico na hektar po drevesnih vrstah (skupno ter po drevesnih vrstah),
- lesno zalogo na hektar po drevesnih vrstah (skupno ter po drevesnih vrstah),
- frekvenčno porazdelitev dreves po debelinskih stopnjah (skupno ter po drevesnih vrstah),
- povprečno širino branike,
- za vsako drevo smo izračunali vsoto širin branik za zadnjih 5 ter za zadnjih 10 let,
- za vsako ploskev smo izračunali povprečni radialni prirastek vseh dreves na ploskvi,
- temeljnični prirastek dreves za zadnjih 5 oziroma 10 let,
- temeljnični prirastek sestojev na ploskvah,
- povprečno oddaljenost med drevesi (TIN) in
- temeljnico (G).

3 REZULTATI

3.1 SESTOJNI PARAMETRI

3.1.1 Gostota sestojev

V seštevek so vzeta drevesa nad merskim pragom 10 cm. Na vsaki ploskvi smo drevesa razdelili v 4 skupine po drevesnih vrstah (smreka, jelka, bukev, ostale drevesne vrste). Največ dreves je bilo na ploskvi številka 44, s 644 drevesi na hektar (preglednica 3). Ta ploskev se je nahajala v vrtači. Število dreves na hektar se giblje med 244 in 644. Povprečno število dreves v vrtači znaša 436, na pobočju pa znaša 364. Med drevesnimi vrstami je prevladovala smreka, kar je razumljivo, saj je bil to pogoj za izbor ploskev. Sledila sta ji bukev ter jelka (preglednica 3). Med ostale drevesne vrste sta bila uvrščena gorski javor in mokovec, saj smo imeli na vseh ploskvah vsega skupaj le pet drevesnih vrst nad merskim pragom.

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

Ploskev	Skupaj (N/ha)	Smreka	Jelka	Bukev	Ostale drevesne vrste
Ploskev 12	322	133	0	178	11
Ploskev 13	300	278	0	22	0
Ploskev 17	444	211	111	100	22
Ploskev 19	600	244	78	278	0
Ploskev 44	644	300	22	322	0
Ploskev 47	278	144	0	33	100
Ploskev 48	244	189	11	44	0
Ploskev 49	267	256	0	0	11
Ploskev 67	300	222	56	22	0
Ploskev 68	444	222	89	133	0
Ploskev 69	533	267	200	67	0
Ploskev 74	567	411	22	44	89

3.1.2 Sestojna temeljnica

Skupna temeljnica se je gibala med 41,8 m²/ha in 86,2 m²/ha (preglednica 4). Povprečna skupna temeljnica vseh ploskev znaša 62,7 m²/ha. Tako najnižja kot najvišja vrednost temeljnice je bila zabeležena v vrtači. Največji delež v temeljnici dosega smreka. Njen delež se giblje med 64,3 % in skoraj 100 % (99,7 %).

Preglednica 4: Temeljina na ploskvah (m²/ha) z deleži (%) drevesnih vrst

Ploskev	Skupna temeljnica (m ² /ha)	Smreka (%)	Jelka (%)	Bukev (%)	Ostali (%)
Ploskev 12	61,3	73,9	0,0	22,6	3,5
Ploskev 13	68,4	99,4	0,0	0,6	0,0
Ploskev 17	53,6	67,3	23,2	8,1	1,4
Ploskev 19	64,7	66,7	24,9	8,4	0,0
Ploskev 44	61,6	64,3	5,0	30,7	0,0
Ploskev 47	62,9	82,6	0,0	4,4	13,0
Ploskev 48	50,9	97,7	0,2	2,1	0,0
Ploskev 49	70,9	99,7	0,0	0,0	0,3
Ploskev 67	41,8	86,7	12,0	1,3	0,0
Ploskev 68	72,3	76,7	17,7	5,6	0,0
Ploskev 69	86,2	67,3	26,7	6,0	0,0
Ploskev 74	57,8	91,5	2,9	1,2	4,4

3.1.3 Lesna zaloga

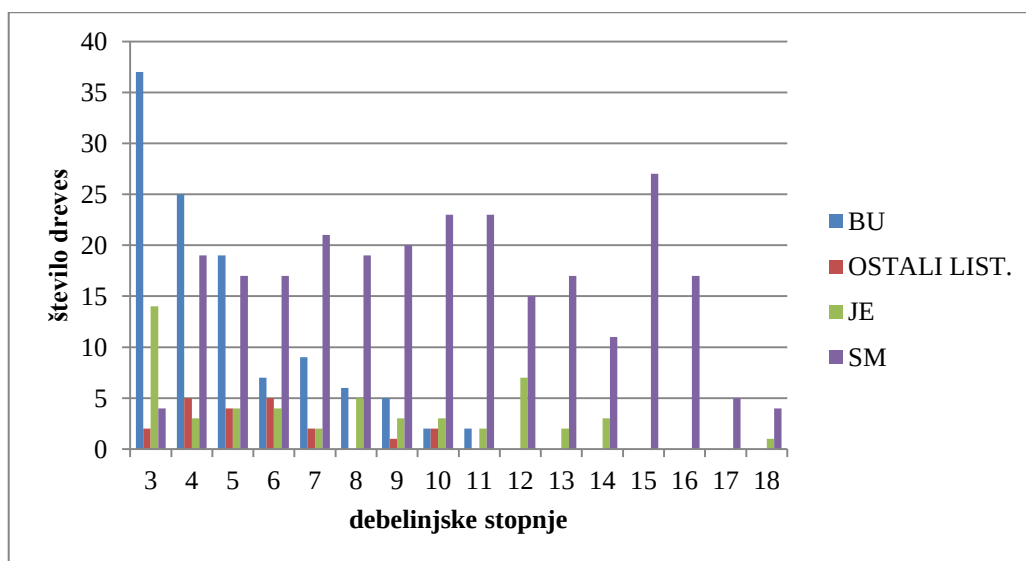
Lesna zaloga se giblje med 773,0 in 1296,0 m³/ha (preglednica 5). Povprečna lesna zaloga znaša 926,3 m³. Najvišja je na ploskvi številka 69, ta se nahaja v vrtači, najnižja pa na ploskvi številka 17, ki se nahaja na pobočju. Takšni rezultati so bili že vnaprej pričakovani, saj velja, da se v vrtači kopiči organska snov ter, da je vlažnost tal višja kot na pobočju. V lesni zalogi na vseh ploskvah prevladuje smreka, sledijo jelka, bukev in ostale drevesne vrste.

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

Ploskev	Skupaj (m^3/ha)	Smreka %	Jelka %	Bukev %	Ostale drevesne vrste %
Ploskev 12	827,7	74,1	0,0	22,2	3,7
Ploskev 13	917,9	99,8	0,0	0,2	0,0
Ploskev 17	773,0	63,0	30,5	5,6	0,9
Ploskev 19	1222,9	55,8	41,0	3,2	0,0
Ploskev 44	860,4	63,0	7,3	29,7	0,0
Ploskev 47	983,9	84,4	0,0	3,6	12,0
Ploskev 48	803,9	98,8	0,0	1,2	0,0
Ploskev 49	1066,8	99,9	0,0	0,0	0,1
Ploskev 67	564,9	84,9	14,6	0,5	0,0
Ploskev 68	977,2	71,9	24,1	4,0	0,0
Ploskev 69	1296,0	59,6	35,8	4,6	0,0
Ploskev 74	821,3	94,3	1,9	0,6	3,3

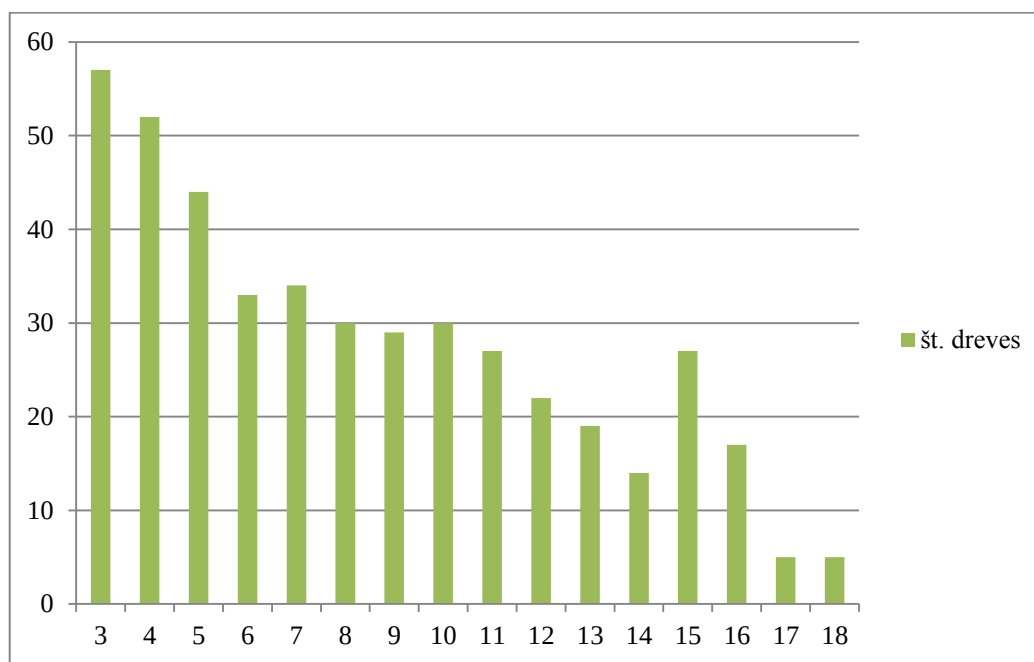
3.2 DEBELINSKA STRUKTURA NA PLOSKVAH

Največje število dreves smreke je v 15. debelinski stopnji (slika 3). Skoraj v vseh debelinskih stopnjah je zelo številna in precej enakomerno prisotna. V nižjih debelinskih stopnjah prevladuje bukev. Ostali listavci (gorski javor in mokovec) se pojavljajo do vključno 10. debelinske stopnje. Od 11. debelinske stopnje navzgor z zanemarljivim deležem jelke, največje število dreves predstavlja smreka (slika 3).



Slika 3: Debelinska struktura po drevesnih vrstah

Če pogledamo debelinsko strukturo vseh drevesnih vrst skupaj, ugotovimo, da je največje število dreves v 3. debelinski stopnji, nato pa z naraščanjem debelinskih stopenj število dreves upada z manjšo izjemo pri 15. in 16. debelinski stopnji (slika 4).



Slika 4: Frekvenčna porazdelitev vseh dreves po debelinski stopnji

3.3 STAROSTNA STRUKTURA DOMINANTNIH DREVES NA PLOSKVI

Opozoriti moramo, da ne prikazujemo starosti dreves v celoti, ampak pravzaprav le starost dreves, ki so jo imela po dosegu višine 1,3 m (število branik na prsni višini).

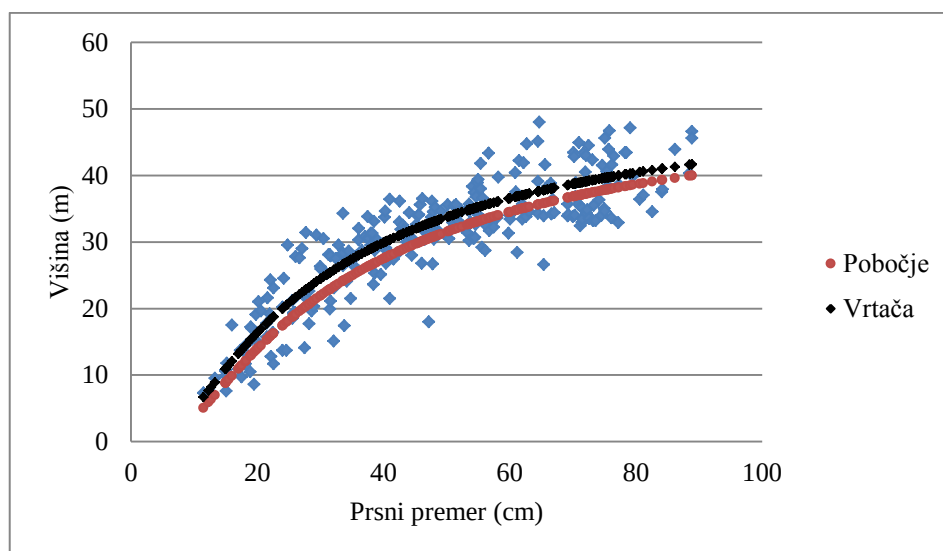
Starost dreves se giblje med 66 in 302 letoma (preglednica 6). Največ jih je starih okoli 150 let. Najmlajša drevesa so na ploskvi številka 74 (vrtača), 44 (vrtača) in 19 (vrtača), najstarejša pa na ploskvi številka 67 (vrtača), 13 (pobočje) in 12 (vrtača). Na ostalih pa so starosti podobne. Najmanj starosti variirajo na ploskvah 74, 48, 47 in 49. Veliki starostni razponi oziroma variabilnost starosti na večini ploskev kažejo na raznodobnost sestojev in to že znotraj stratuma dominantnih dreves. Če bi v analizo zajeli tudi drevje nižjega socialnega statusa, bi variabilnost starosti zagotovo še narasla.

Preglednica 6: Starostna struktura dominantnih dreves na ploskvah

Ploskev	Minimum	Maksimum	Arit. sredina	KV %	n
12	145	302	191,0	24,6	9
13	147	277	196,3	21,0	7
17	158	226	182,0	13,2	9
19	66	169	105,1	32,6	9
44	78	120	91,7	11,9	11
47	127	179	158,3	8,9	9
48	138	183	159,7	8,8	9
49	132	192	168,9	10,1	8
67	161	287	229,1	20,3	8
68	134	207	171,6	15,0	9
69	128	195	166,0	14,5	9
74	73	80	75,7	3,5	9
Skupaj	66	302	155,2	33,0	106

3.4 VIŠINA DREVES SMREKE GLEDE NA PRSNI PREMER

Iz slike 5 vidimo, kako sta višina drevesa in prsni premer drevesa odvisna med seboj. Z višjim prsnim premerom se tudi višina drevesa povečuje. Najvišje drevo je bilo visoko okoli 48 metrov najnižje pa okoli 6 metrov. Krivulja je na začetku bolj strma, nato se umirja. Na pobočjih (višina = $\exp(3,995 + (-27,284/dbh))$; $R^2 = 0,879$; $P = 0,000$) je smreka pri enakem prsnem premeru nekoliko nižja kot v vrtačah (višina = $\exp(4,000 + (-24,1544/dbh))$; $R^2 = 0,849$; $P = 0,000$).



Slika 5: Odvisnost višine smreke od prsnega premera

3.5 RADIALNI IN TEMELJNIČNI PRIRASTEK

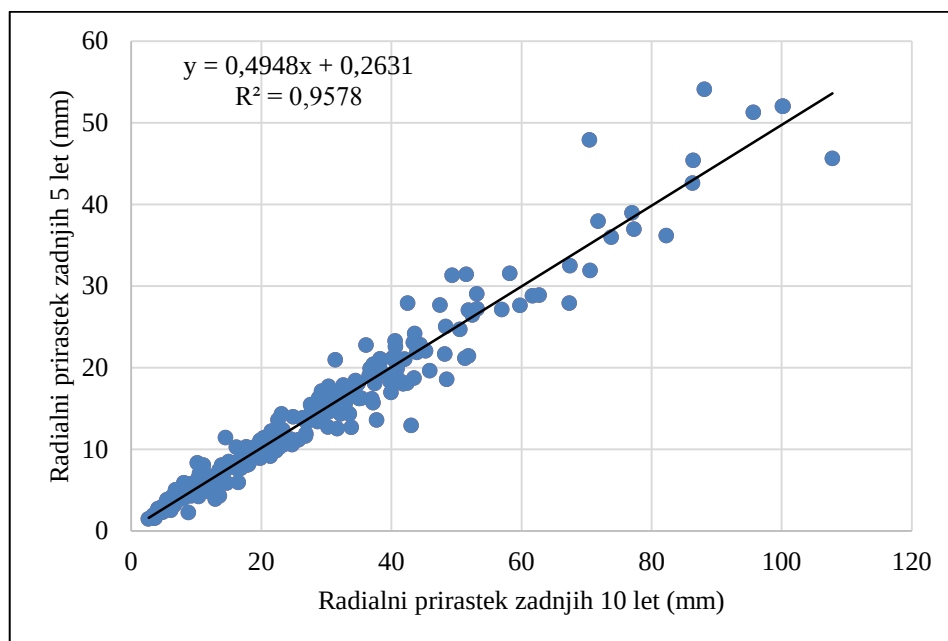
3.5.1 Radialni prirastek

Povprečni radialni prirastek za zadnjih 5 let se giblje med 7,99 mm in 20,77 mm, za zadnjih 10 let pa med 15,03 mm in 29,95 mm (preglednica 7). Povprečje 5-letnega prirastka znaša 13,72 mm, povprečje 10-letnega pa 21,58 mm. Prirastek zadnjih petih let tako dosega okoli polovice do treh četrtin prirastka v desetih letih.

Preglednica 7: Povprečni radialni prirastek za zadnjih 5 in 10 let

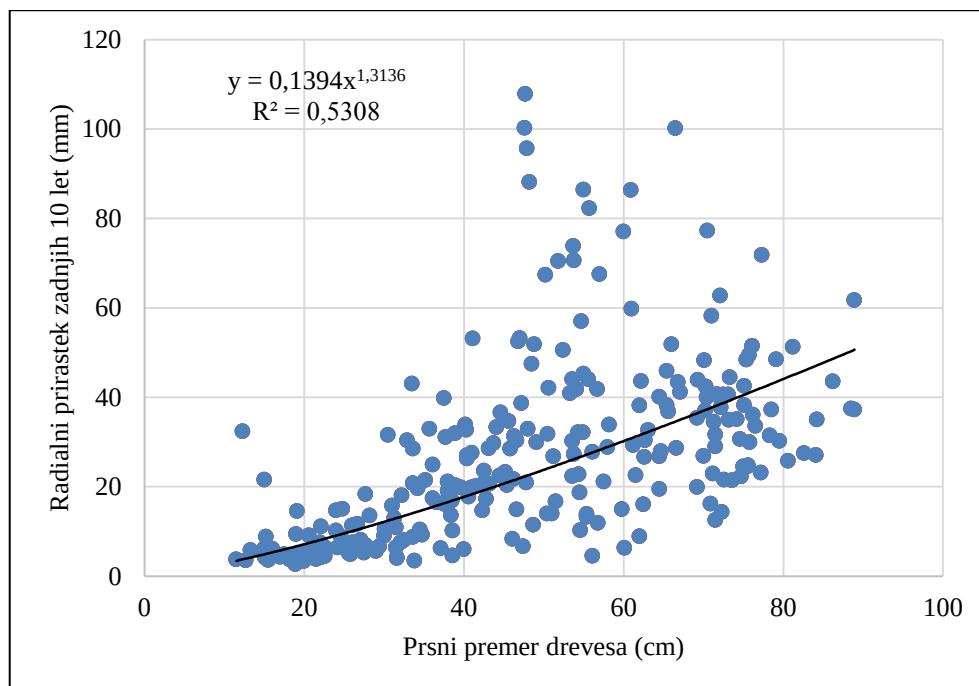
Ploskev	Povprečni radialni prirastek zadnjih 5 let (mm)	Povprečni radialni prirastek zadnjih 10 let (mm)
12	17,722	23,113
13	10,466	19,624
17	10,439	16,303
19	14,701	20,184
44	15,607	23,194
47	20,770	27,345
48	14,201	25,593
49	12,830	23,943
67	7,985	16,676
68	11,791	17,988
69	9,043	15,026
74	19,045	29,946

Sicer pa sta radialni prirastek za obdobje zadnjih 5-ih let in radialni prirastek za obdobje zadnjih 10-ih let tesno povezana (slika 6). Z relativnim prirastkom za 5 let se povečuje tudi prirastek za 10 let. Iz tega razloga bomo v nadaljevanju proučevali le še radialni prirastek za obdobje 10 let.



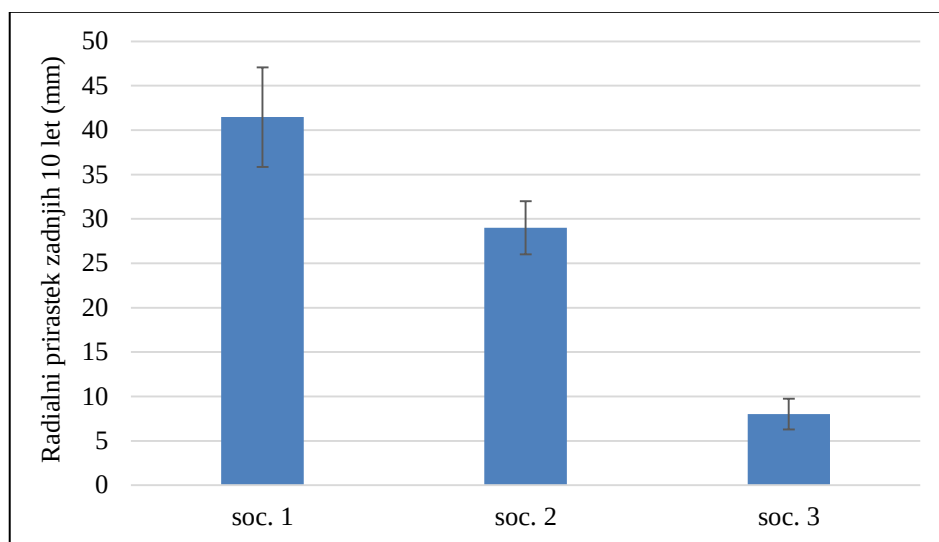
Slika 6: Povezanost med 5-letnim in 10-letnim radialnim prirastkom (vsa drevesa)

Radialni prirastek drevesa je močno odvisen od njegovega prsnega premera (slika 7). Debelejša drevesa imajo v povprečju višje radialne prirastke, je pa raztros podatkov dokaj velik.



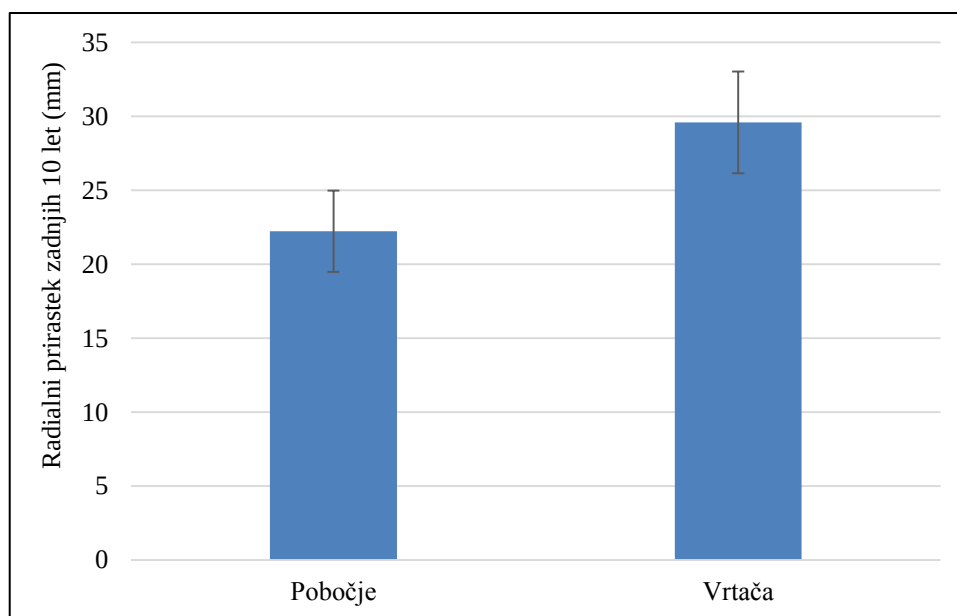
Slika 7: Odvisnost radialnega prirastka od prsnega premera

Radialni prirastek se močno razlikuje tudi med drevesi različnih socialnih položajev (slika 8). Največje prirastke imajo drevesa v 1. socialnem položaju (povprečje 41 mm), najnižje pa v 3. socialnem položaju (8 mm). Stolpec predstavlja aritmetično sredino, okvir z ročaji pa prikazuje vrednost intervala zaupanja pri 5 % tveganju (slika 8).



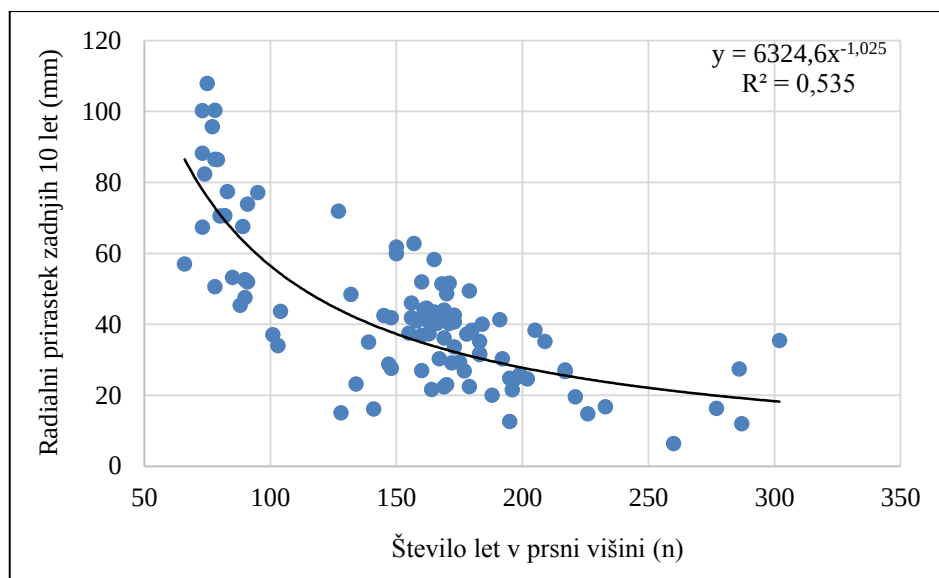
Slika 8: 10-letni radialni prirastek glede na socialni položaj

Nadalje se je izkazalo, da je radialni prirastek značilno višji v vrtačah kot na pobočjih (slika 9). Na pobočju znaša 22 mm, v vrtači pa okoli 30 mm.



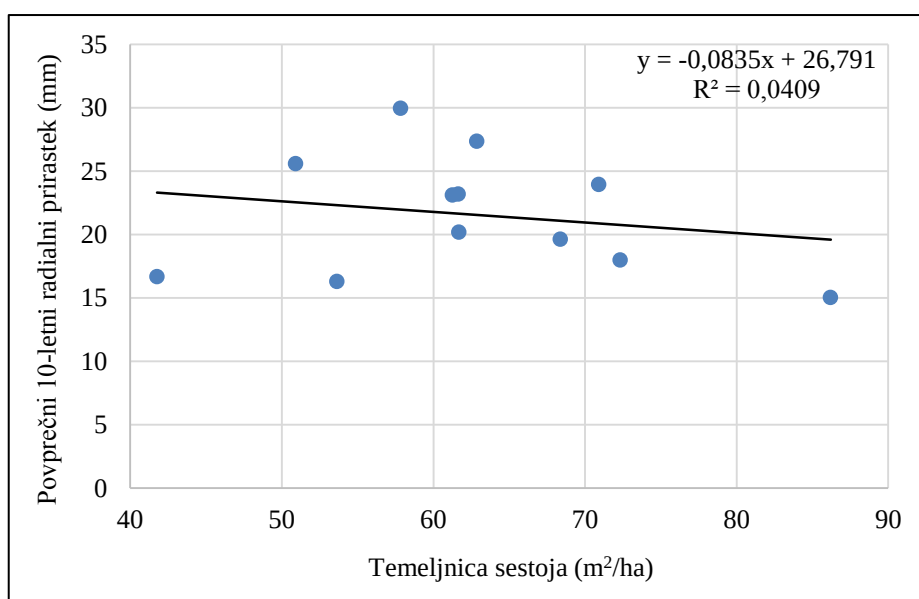
Slika 9: 10-letni radialni prirastek glede na reliefni tip

Radialni prirastek je odvisen tudi od starosti (slika 10). Analiza je omejena le na dominantno drevje, kajti le zanj smo ugotovili starost. S starostjo prirastek sprva naglo upada, pri starosti okoli 150 let pa se zmanjševanje priraščanja umirja.



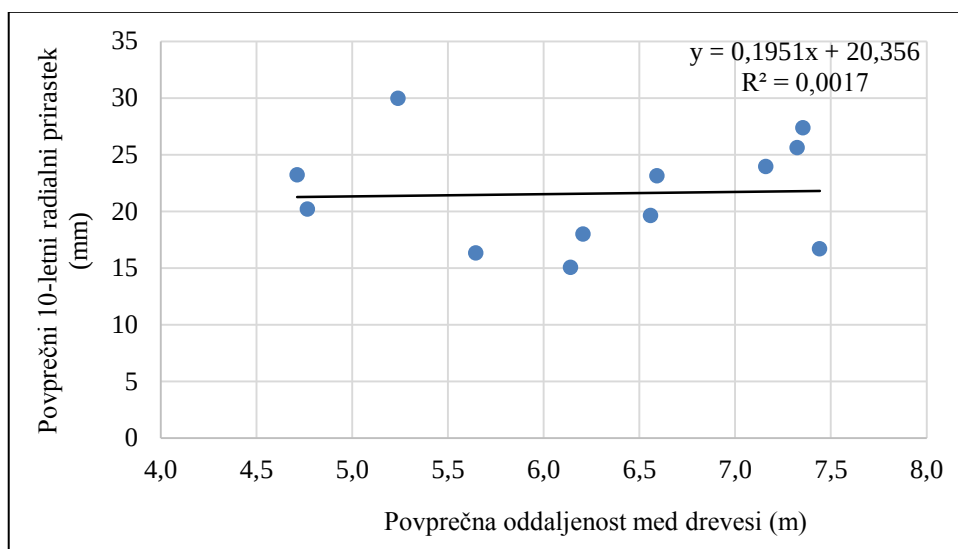
Slika 10: Odvisnost radialnega prirastka drevesa od starosti dominantnih dreves

Povprečni radialni prirastek kaže rahlo zmanjševanje pri naraščanju sestojne temeljnice, ki pa ni značilno (slika 11). Za trdnejše zaključke bi potrebovali večje število ploskev oziroma večji vzorec.



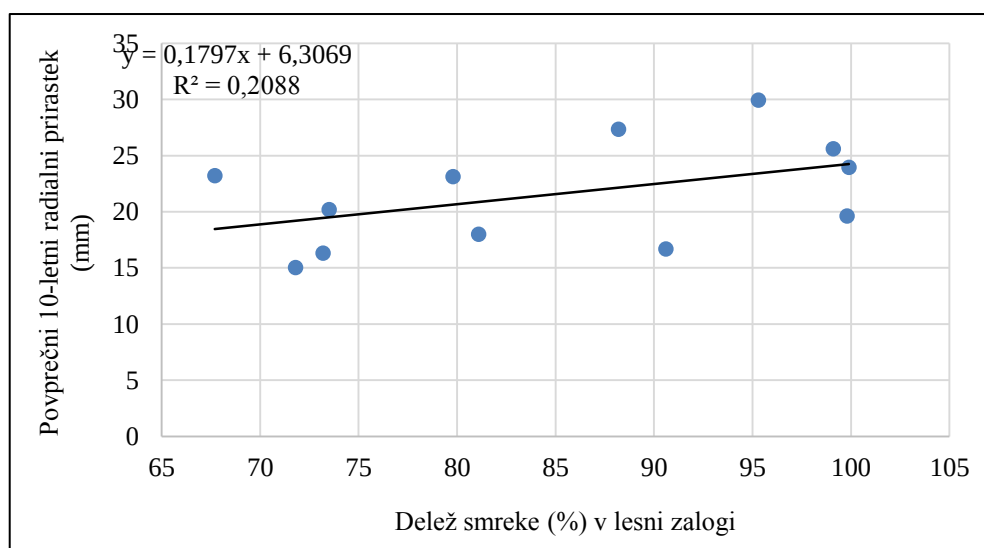
Slika 11: Odvisnost povprečnega radialnega prirastka od temeljnice sestoja (odvisnost ni značilna)

Nekoliko presenetljivo nismo potrdili odvisnosti povprečnega radialnega prirastka dreves od povprečne oddaljenosti med drevesi na ploskvah (slika 12). Slednje morda nakazuje, da odrasla smrekova drevesa ne potrebujejo veliko rastnega prostora za debelinsko priraščanje oziroma da povečevanje rastnega prostora ne prispeva k povečanju priraščanja.



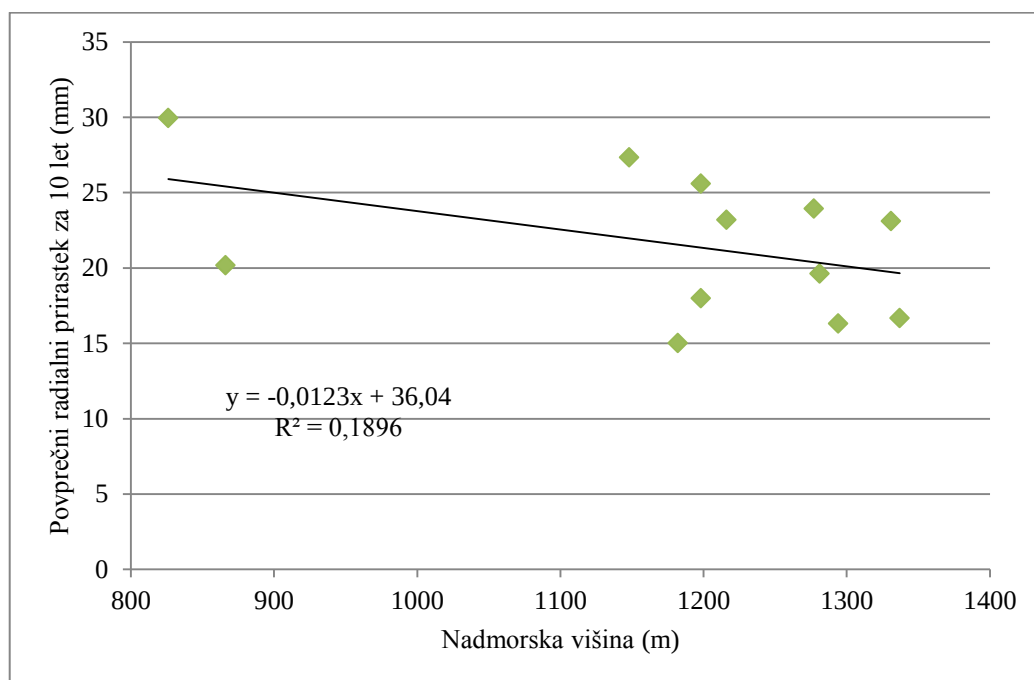
Slika 12: Odvisnost povprečnega radialnega prirastka od povprečne oddaljenosti med drevesi (povezava ni značilna)

Z naraščanjem deleža smreke v lesni zalogi se kaže rahlo povečevanje povprečnega radialnega prirastka, vendar pa zveza ni statistično značilna (slika 13). Za trdnejše zaključke bi potrebovali večje število ploskev oziroma večji vzorec.



Slika 13: Odvisnost povprečnega radialnega prirastka od deleža smreke v lesni zalogi (povezava ni značilna)

Preizkusili smo tudi ali je povprečni radialni prirastek odvisen od nadmorske višine (slika 14). Kljub temu, da se kaže pričakovano rahlo upadanje z nadmorsko višino, zveza ni statistično značilna ($P = 0,157$).



Slika 14: Odvisnost povprečnega radialnega prirastka zadnjih 10 let od nadmorske višine ploskev

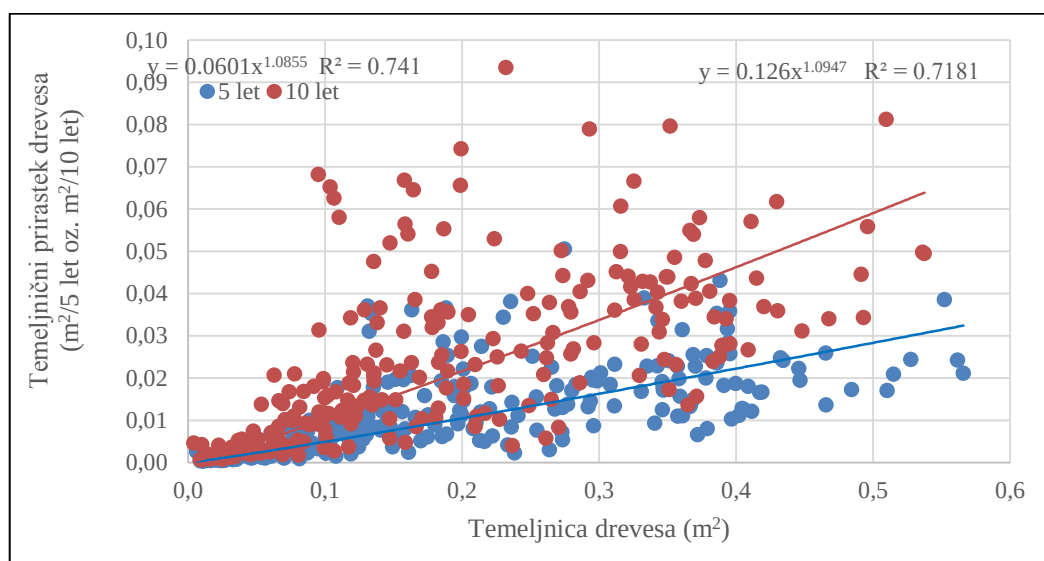
3.5.2 Temeljnični prirastek

Temeljnični prirastek sestoja za zadnjih 5 let se giblje med $1,27 \text{ m}^2/\text{ha}$ in $3,58 \text{ m}^2/\text{ha}$, povprečje pa znaša $2,24 \text{ m}^2/\text{ha}$. Prirastek za zadnjih 10 let je v intervalu $2,55 \text{ m}^2/\text{ha}$ in $7,24 \text{ m}^2/\text{ha}$ s povprečjem $4,58 \text{ m}^2/\text{ha}$ (preglednica 8). Tako najnižje kot najvišje vrednosti so bile izmerjene v vrtači. Povprečni temeljnični prirastek za zadnjih 5 let znaša praktično na vseh ploskvah okoli 50 % 10-letnega prirastka temeljnice sestoja. Da prirastka tesno korelirata, smo potrdili tudi s Pearsonovo korelacijsko analizo ($r = 0,983$; $P = 0,000$).

Preglednica 8: Povprečni temeljnični prirastek na hektar za zadnjih 5 in 10 let

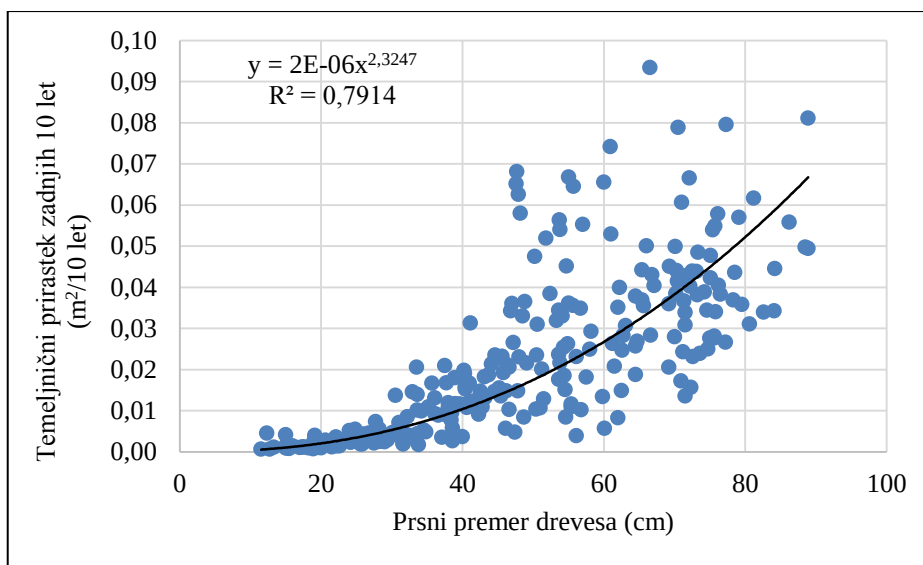
Ploskev	Povprečni temeljnični prirastek za zadnjih 5 let (m ² /ha)	Povprečni temeljnični prirastek za zadnjih 10 let (m ² /ha)
ploskev 12	2,08	4,16
ploskev 13	1,92	4,18
ploskev 17	2,09	4,23
ploskev 19	3,47	7,24
ploskev 44	3,58	7,22
ploskev 47	2,00	4,09
ploskev 48	1,70	3,27
ploskev 49	2,14	4,17
ploskev 67	1,27	2,55
ploskev 68	1,82	3,89
ploskev 69	2,10	4,46
ploskev 74	2,71	5,45

Z naraščanjem temeljnice drevesa prav tako narašča temeljnični prirastek drevesa (slika 15). Zveza je dokaj tesna, kar je posledica dvojega in sicer, da ima debelejša drevje višje temeljnične prirastke zaradi večjega rastnega prostora in zaradi matematičnega dejstva ter da je temeljnični prirastek odvisen v veliki meri čisto računsko po enačbi od že doseženega prsnega premera oziroma temeljnice. Kljub temu lahko opazimo drevje z nižjimi temeljnicami in visokimi prirastki ter drevje z visokimi temeljnicami in dokaj skromnimi prirastki.



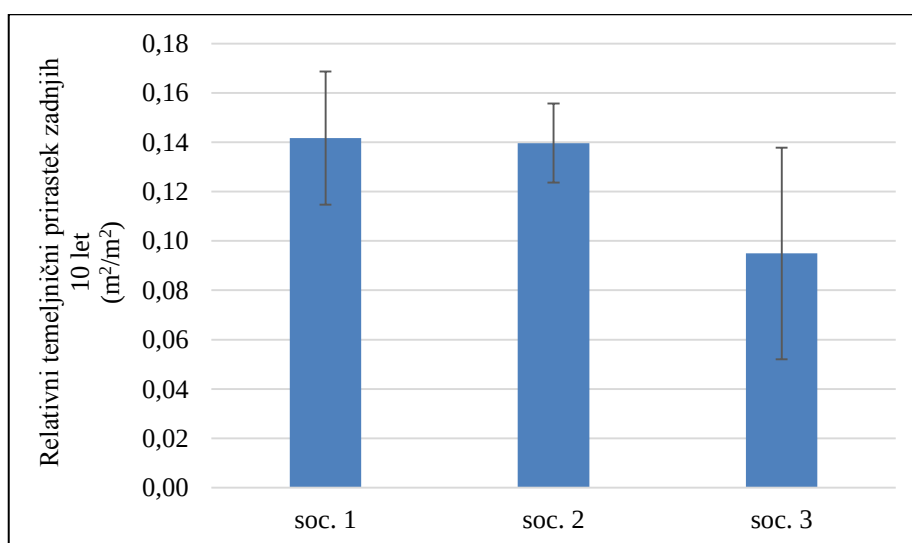
Slika 15: Odvisnost temeljničnega prirastka (zveza med 5 in 10 letnim) od temeljnice za posamezno drevo

Temeljnični prirastek dreves je povsem pričakovano odvisen od njihovega prsnega premera (slika 16). Pri drevju s prsnim premerom nekje nad 30 cm prirastek strmo narašča (potenčno).



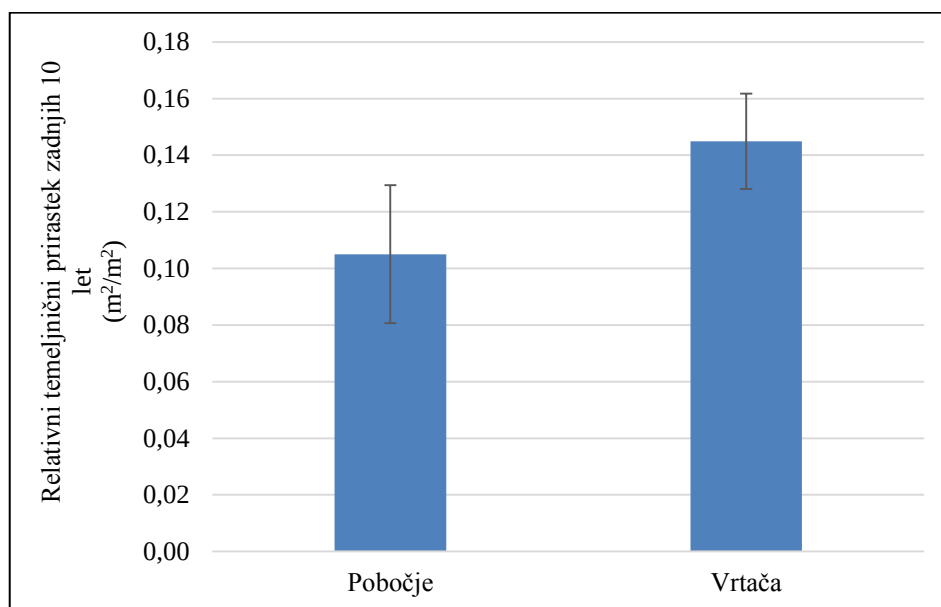
Slika 16: Odvisnost temeljnega prirastka dreves od njihovega prsnega premera

Ker je temeljnični prirastek dreves zelo odvisen od njegove temeljnice, v nadaljevanju analiziramo relativni temeljnični prirastek. Pri preizkušanju ali se relativni temeljnični prirastek razlikuje med socialnimi položaji smo ugotovili, da razlike niso značilne (slika 17). Podraslo drevje ima v povprečju najnižjo vrednost, vendar je raztros zelo velik. Nadržalo in soraslo drevje sta praktično povsem izenačena.



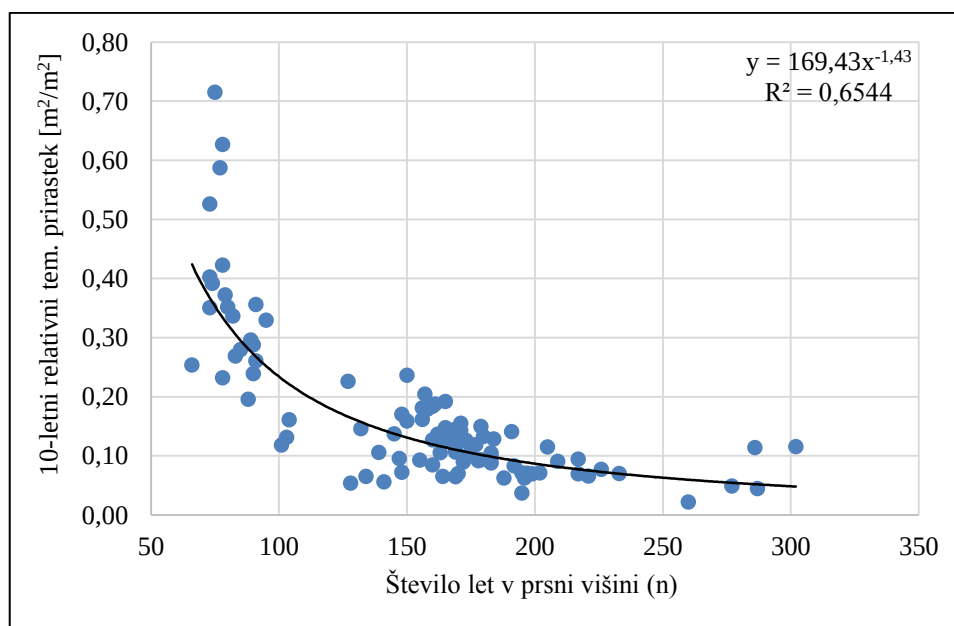
Slika 17: Odvisnost relativnega temeljnega prirastka od socialnega položaja dreves

Nadalje nas je zanimalo ali so razlike med pobočji in vrtačami pri relativnem temeljničnem prirastku (slika 18). Izkazuje se, da so razlike značilne na nivoju tveganja 5 %. Višje vrednosti so v vrtačah (slika 18). Variabilnost spremenljivke je nekoliko večja na pobočjih.



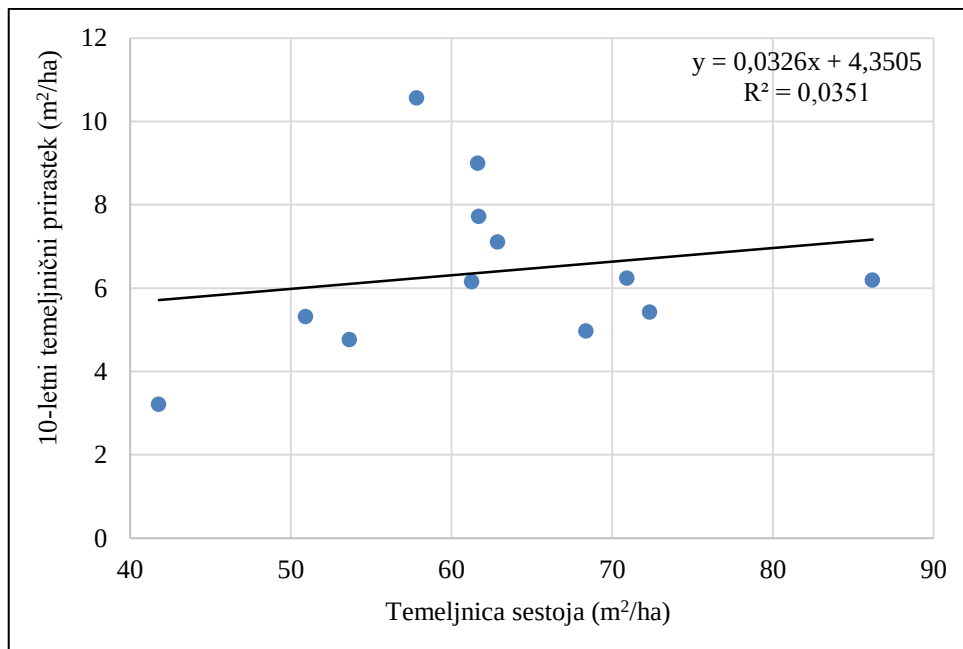
Slika 18:: Odvisnost 10-letnega relativnega temeljničnega prirastka od reliefa terena

S starostjo relativni temeljnični prirastek sprva strmo upada, po starosti okoli 150 let pa se zmanjševanje umirja (slika 19).



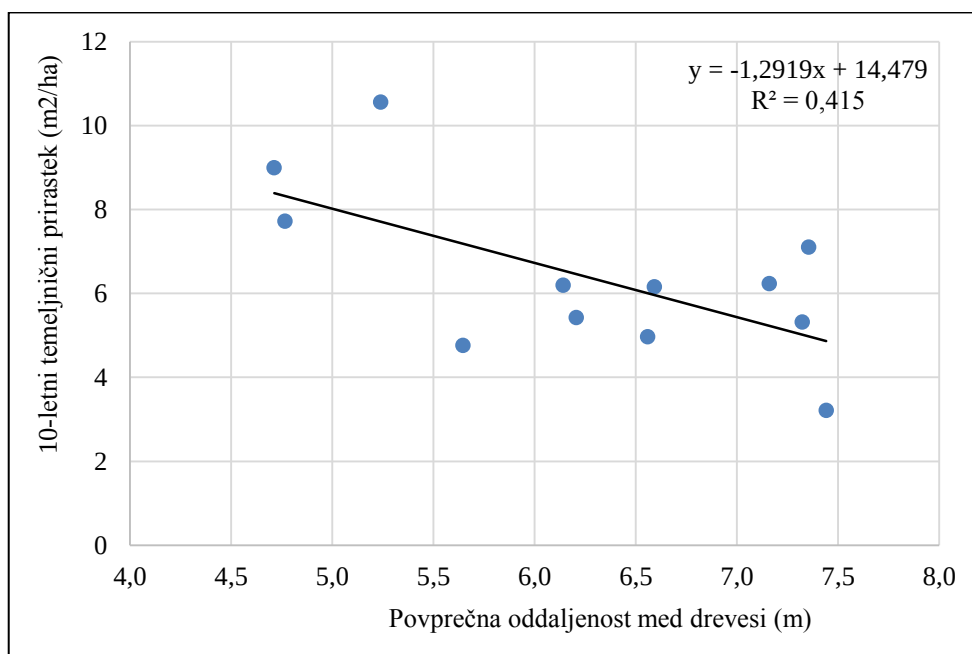
Slika 19: Odvisnost relativnega temeljničnega prirastka dreves od njihove starosti

Desetletni temeljnični prirastek sestoja kaže sicer zelo rahlo naraščanje ob povečevanju temeljnice sestoja (slika 20), ki pa ni statistično značilno ($P = 0,558$).



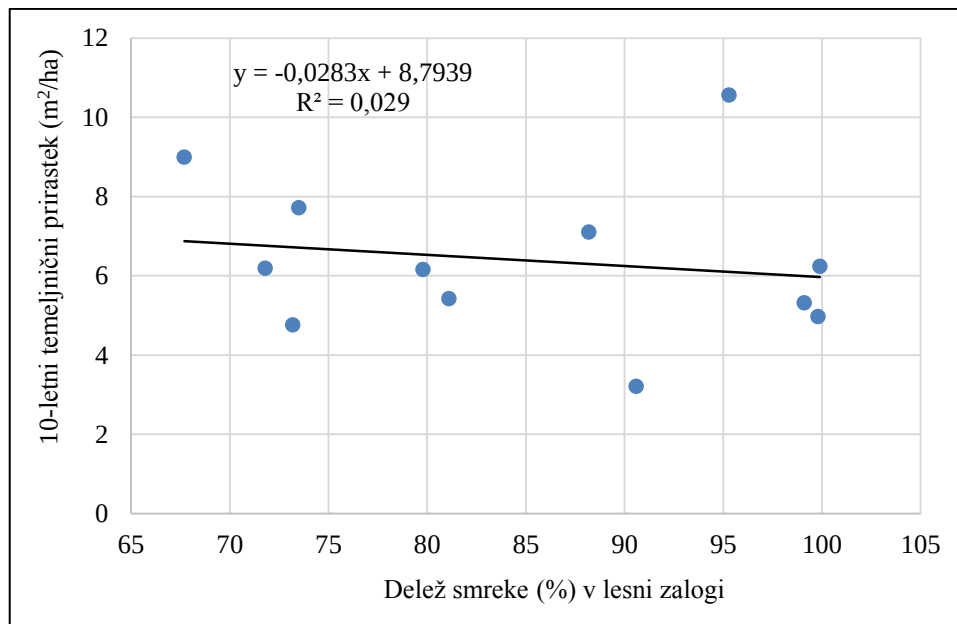
Slika 20: Odvisnost 10-letnega temeljnega prirastka od temeljnice sestoja (povezava ni značilna)

Je pa statistično značilno ($P = 0,024$) upadanje temeljnega prirastka sestoja ob naraščanju povprečne oddaljenosti med drevesi (slika 21).



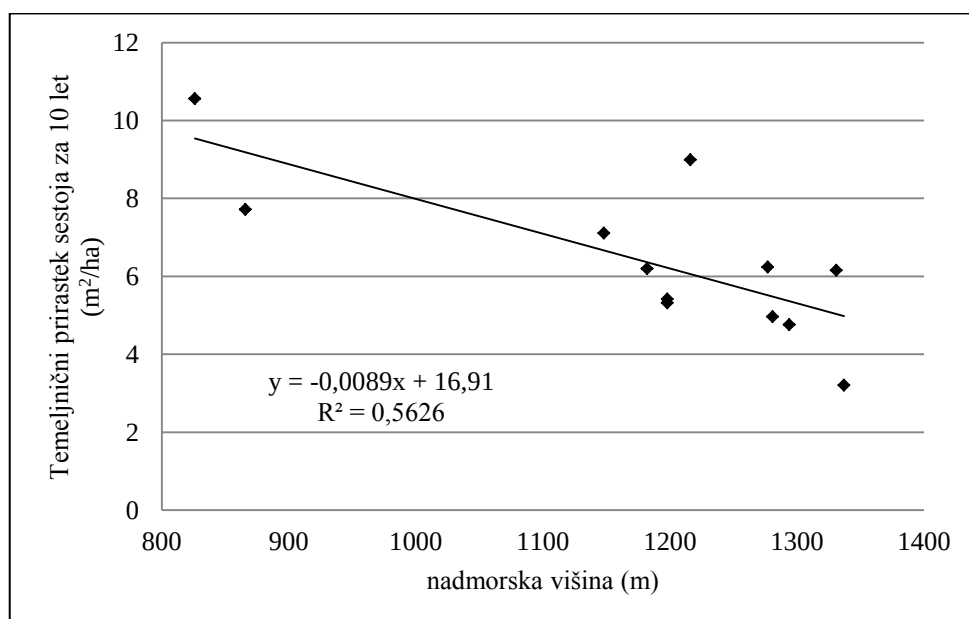
Slika 21: Odvisnost temeljnega prirastka zadnjih 10 let od povprečne oddaljenosti med drevesi (TIN)

Nadalje ugotavljamo, da 10-letni temeljnični prirastek sestoja ni odvisen ($P = 0,597$) od deleža smreke v lesni zalogi (slika 22).



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

Temeljnični prirastek sestoja se statistično značilno ($P = 0,005$) zmanjšuje z naraščanjem nadmorske višine ploskev (slika 23).



Slika 23: Odvisnost 10-letnega temeljnega prirastka sestoja od nadmorske višine

4 RAZPRAVA

Ploskve so ležale na nadmorski višini med 826 m in 1337 m, kar je soliden razpon za analizo. Predvsem gre za lege, kjer se smreka že lažje uveljavlja oziroma je tveganje za prenamnožitev podlubnikov že znatno nižje. V Leskovi dolini najdemo smreko v sestojni obliki večinoma le v večjih vrtačah, kjer je temperatura nižja. Te velike vrtače imajo značilnosti mrzlišč, zato v njih najbolje uspeva smreka. nekatera drevesa, ki so bila analizirana, so imela visoke starosti. Povprečna lesna zaloga v teh smrekovih sestojih je zelo visoka ($926 \text{ m}^3/\text{ha}$), medtem ko po zadnjih podatkih v Sloveniji povprečna lesna zaloga znaša $289 \text{ m}^3/\text{ha}$ (Poročilo Zavoda za gozdove ..., 2014). Kljub temu, da nam najvišjo in najnižjo gostoto dreves na hektar predstavljajo ploskve v vrtačah, pa nam povprečje iz vseh ploskev pove, da je v vrtačah gostota dreves višja kot na pobočjih. To je posledica tega, da iz pobočij padavine spirajo hranila navzdol in zato so koncentracije teh hranil na dnu vrtač najvišje. Poleg tega pa je tudi vlažnost višja kot na pobočjih. V vrtačah zaznamo nižjo temperaturo kot na pobočjih, zato je tudi izhlapevanje manjše. Najnižja gostota dreves evidentirana na ploskvah (ploskev 48 - vrtača), je posledica razvojne faze starejši debeljak, kjer so gostote dreves že zelo nizke, drevesa pa imajo zelo velike premere (80 cm na prsni višini). Povprečna temeljnica vseh naših ploskev je znašala $62,7 \text{ m}^2/\text{ha}$. Ta temeljnica je relativno visoka v primerjavi s temeljnico v gozdovih na Jelovici in Pokljuki ($70,6 \text{ m}^2/\text{ha}$) (Papler, 2014). Temu primerno so tudi visoke lesne zaloge. To, da predstavlja najvišjo temeljnico na hektar vrtača, smo pričakovali. Dejstva, da predstavlja najmanjšo temeljnico prav tako vrtača, pa nismo pričakovali. Delno lahko vzrok tiči v višji nadmorski višine omenjene vrtače (1337 m n.v.). Poleg tega je to najmanjša vrtača, kjer je bila postavljena ploskev, tako je ploskev vključila tudi drevesa s pobočja vrtače. Tudi tla so bila videti zelo skromna in skalovita (več kot 50 %). Na tem predelu se ne gospodari z gozdovi. Ta ploskev predstavlja tudi najmanjšo lesno zalogo na hektar. Drugače pa vrtače predstavljajo prav najvišje lesne zaloge na hektar. Tako lahko sklepamo, da smreki ta rastišča ustrezajo. Seveda pa smreke skoraj ne najdemo drugod kot v vrtačah. Tukaj so v splošnem močno prevladujoča jelovo-bukova rastišča. Zato na pobočjih in grebenih skorajda brez izjeme prevladata jelka in bukev. Ploskev številka 48 ima najmanjšo gostoto dreves. Poleg tega tudi njena temeljnica spada med najnižje. Zanimivo pa je to, da ima

prav ta ploskev najvišje povprečne radialne prirastke, kar je posledica manjše utesnjenosti krošenj. Iz rezultata je vidno, da imajo drevesa predvsem iglavci kar velike volumne, tako jim takšna rastišča ustrezajo. V vseh parametrih so bile najvišje vrednosti izmerjene v vrtači, saj so razmere za rast mnogo boljše kot na pobočju, kjer so tla plitvejša.

Obstaja tesna povezava med radialnim prirastkom zadnjih 5 let in radialnim prirastkom za zadnjih 10 let. Prirastka sta v pozitivni linearni zvezi. Prav zaradi tega smo v nadaljnji raziskavi upoštevali le 10-letni radialni prirastek. Velikost radialnega prirastka je tudi zelo odvisna od prsnega premera drevesa. Zanimivo je to, da najdebelejša drevesa, kljub temu, da so tudi že višjih starosti, zelo dobro priraščajo v debelino. Glede na starost dreves lahko opazimo najbolj izrazit padec radialnega prirastka med starostjo 100 in 150 let. V smrekovih sestojih proizvodna doba znaša okoli 100 let, njena dolžina pa je odvisna od rastiščnih razmer. Na rastiščih smreke je pogosta acidifikacija in degradacija tal, posledica tega pa, slabša proizvodna sposobnost tal (Perko, 1989). Radialni prirastek je večji pri drevesih iz višjih socialnih položajev, saj imajo drevesa dovolj velik rastni prostor ter s tem dobijo dovolj svetlobe za rast. Na velikost radialnega prirastka vpliva tudi relief, radialni prirastek v vrtačah je večji.

Zanimivo, da odvisnosti radialnega prirastka od razdalj med drevesi oziroma od sestojne temeljnice nismo potrdili. Prav tako nismo potrdili odvisnosti radialnega prirastka od nadmorske višine, čeprav je ta zveza v literaturi pogosto opisana.

Temeljnični prirastek glede na prsni premer veliko bolj narašča kot pa radialni prirastek. To, da temeljnični prirastek hitreje narašča, radialni pa počasi upada, je delno posledica starosti drevesa in njegovega premera. Kljub vedno manjšim radialnim prirastkom, je temeljnični prirastek vedno večji zaradi večjega obsega drevesa. Relativni temeljnični prirastek v povprečju s starostjo pada. Pojav, da temeljnični prirastek pada z večjo oddaljenostjo med drevesi, je najverjetneje posledica tega, da drevesa vse slabše zapolnjujejo razpoložljivi rastni prostor oziroma ne reagirajo na dodatni rastni prostor proporcionalno s povečanim priraščanjem. Vzrok temu je, da zaradi svoje starosti ne reagirajo več na večanje svojega rastnega prostora.

Ker smreka z drevesi, ki spadajo v 1. in 2. socialni položaj, tvori zelo tesen sklep strehe sestoja, pride do tal zelo malo svetlobe. Posledično imajo drevesa iz 3. socialnega položaja zelo malo svetlobe za rast. Zato je njihov radialni in temeljnični prirastek minimalen.

Pri smreki dolžina krošnje ne vpliva na velikost temeljničnega prirastka. To ugotovitev so pojasnili tako, da so analizirali goste sestoje, v katerih dovolj svetlobe dobijo le vrhovi krošenj. Po redčenju v smrekovem debeljaku se drevesa odzivajo s povečanim prirastkom. Najvišje volumenske prirastke imajo drevesa, ki rastejo v sestoji z visoko zastrtostjo krošenj (Papler, 2014).

Razpored dreves po debelinskih stopnjah je počasi padajoč, večje število dreves v nižjih debelinskih stopnjah, ter manj dreves v višjih debelinskih stopnjah. To je v veliki meri rezultat dela revirnega gozdarja s premišljenim in načrtovanim odkazilom. Tako gozdove skozi daljše obdobje usmerja v želeno smer.

Ob težavah s pomlajevanjem jelke oziroma njeno vrastjo se smreka kaže kot delna možna nadomestitev upadajoče jelke na dinarskih jelovo bukovih rastiščih (Perko, 1989). Pri tem pa je treba biti previden kot kažejo obsežne sanitarne sečnje smreke v zadnjem obdobju.

V nalogi smo preizkušali številne povezave med prirastki smreke oziroma smrekovih sestojev in različnimi sestojnimi ter rastiščnimi značilnostmi (npr. temeljnica sestoja, povprečna razdalja med drevesi, nadmorska višina, tip reliefa). Nekateri smo potrdili, drugih ne. Zavedati pa se moramo, da je vzorec na nivoju ploskev majhen ($n = 12$). Večje število potencialnih vplivnih spremenljivk in interakcije med njimi je najbolje analizirati z multivariantnimi tehnikami za kar pa naš vzorec še zdaleč ne zadošča.

Nadalje smo dolžni opozoriti, da smo v analizo zajeli odraslo oziroma staro drevje, ki se odziva drugače kot mlado oziroma mlajše drevje. Zato zaključkov te naloge ne gre posploševati izven analiziranega razpona dejavnikov.

V priraščanju so tudi velike razlike med raznomernimi in enomernimi sestoji (Gorše, 2009). Z izjemo smrekovih nasadov je smreka v Leskovi dolini največkrat v sestojih, ki so bližje raznomernim tipom.

5 SKLEPI

V okviru naloge smo si postavili tri hipoteze.

Na podlagi rezultatov so sklepi naslednji:

1. Prve hipoteze, da radialni prirastek linearno upada z naraščanjem konkurence, ne potrdimo, saj nismo ugotovili odvisnosti radialnega prirastka niti od temeljnice sestoja niti od povprečne razdalje med drevesi.
2. Drugo hipotezo, da se radialni in temeljnični prirastek razlikujeta med reliefnimi tipi, potrdimo. V primeru obeh prirastkov so imele vrtače višje vrednosti kot pobočja.
3. Tretje hipoteze, da nižja temeljnica sestoja pomeni nižji temeljnični prirastek sestoja, ne potrdimo, saj nismo ugotovili statistično značilnega odnosa med prirastkom temeljnice sestoja in sestojno temeljnico.

6 POVZETEK

Namen naloge je bil analizirati priraščanje smreke v odvisnosti od rastnih in sestojnih razmer. Najprej smo odšli na teren, kjer smo izbrali 12 ploskev, na katerih smo vsakemu drevesu na ploskvi izmerili oziroma ocenili podatke o azimutu, razdalji od drevesa ter naklonu, o drevesni vrsti, prsnem premeru, socialnem položaju, debelini skorje, naklonu do vrha in dna drevesa ter razdaljo od stojišča (kjer smo merili zadnja dva navedena naklona) do drevesa. Z GPS napravo smo izmerili koordinate središča ploskve. Nato smo vsem drevesom odvzeli izvrtke, in sicer devetim dominantnim drevesom na vsaki ploskvi do stržena ostalim pa približno 5 cm (da so imeli vsaj zadnjih 10 branik). Izvrtke smo shranili v slamice. Kasneje smo jih prilepili na lesene letve z utori. Da smo jih lahko računalniško obdelali, smo jih morali skenirati ter analizirati v programu WinDENRO.

Ugotovili smo, da imajo smrekovi sestoji na teh rastiščih visoko lesno zalogo. Najvišje lesne zaloge dosegajo ploskve postavljene v vrtačo. Nekoliko nižje lesne zaloge pa na pobočjih. Drevesa na ploskvah so imela v povprečju visoko starost. Variabilnost starosti dominantnih dreves in variabilnost dimenzij vseh dreves je bila visoka. Z naraščanjem starosti priraščanje upada. Najhitreje se prirastki zmanjšujejo pri starosti med 80 in 150 let. Pri višjih starostih prirastki ne upadajo več tako izrazito.

Debelejše drevje ima višje radialne in temeljnične prirastke.

Ugotovili smo, da so največji radialni in temeljnični prirastki v vrtačah sledijo jim pobočja. Prav tako najboljše priraščajo (radialni in temeljnični prirastek) drevesa iz nadržalega položaja. Vpliva nadmorske višine na prirastek nismo potrdili. Prav tako ne vpliva deleža smreke v lesni zalogi sestojev.

Zaradi majhnega števila analiziranih ploskev rezultatov ne smemo posploševati izven analiziranega območja.

7 VIRI

- Baza podatkov ZGS: baza podatkov o gozdovih za GGE Leskova dolina. 2004. Postojna, Zavod za gozdove Slovenije
- Brus R. 2012. Drevesne vrste na Slovenskem. 2. dopolnjena izd. Ljubljana, samozal.: 404 str.
- Brus R. 2005. Dendrologija za gozdarje: univerzitetni učbenik. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 408 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.
- Gorše G. 2009. Rast in struktura raznomernih sestojev na rastiščih dinarskega jelovo – bukovega gozda v GGE Poljane: diplomsko delo. (Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire). Ljubljana: samozal.: 61 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
- Kotar M. 1980. Rast smreke (*Picea abies* (L.) Karst) na njenih naravnih rastiščih v Sloveniji. (Strokovna in znanstvena dela, 67). Ljubljana, Institut za gozdno in lesno gospodarstvo: 250 str.
- Marušič J. 1998. Regionalna razdelitev krajinskih tipov v Sloveniji: 4 Kraške krajine notranje Slovenije. Ljubljana, Ministrstvo za okolje in prostor: 136 str.
- Papler N. 2014. Priraščanje smreke v odvisnosti od rastnih razmer na Jelovici in Pokljuki: diplomsko delo, (Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire). Ljubljana, samozal.: 39 str.
- Perko D. 1998. Slovenija: pokrajine in ljudje. Ljubljana, Mladinska knjiga: 735 str.
- Perko F. 1989. Ekološka niša in gospodarski pomen smreke na jelovo-bukovih rastiščih visokega krasa: magistrsko delo. (Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo). Ljubljana, samozal.: 105 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. 7. izdaja. Kotar M. (ur.). Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 46-48

Udovič M. 2008. Razvoj snežniških gozdov v zadnjih 100 letih skozi prizmo kontrolne metode. V: Ob 100-letnici kontrolne metode. Postojna, Zavod za gozdove Slovenije.

[https://www.google.si/webhp?sourceid=chrome-instant&ion=1&espv=2&ie=UTF-](https://www.google.si/webhp?sourceid=chrome-instant&ion=1&espv=2&ie=UTF-8#q=Marko+Udovi%C4%8D:+Razvoj+sne%C5%BEni%C5%A1kih+gozdov+v+zadnji)

[8#q=Marko+Udovi%C4%8D:+Razvoj+sne%C5%BEni%C5%A1kih+gozdov+v+zadnji](https://www.google.si/webhp?sourceid=chrome-instant&ion=1&espv=2&ie=UTF-8#q=Marko+Udovi%C4%8D:+Razvoj+sne%C5%BEni%C5%A1kih+gozdov+v+zadnji)
[h+sto+letih+skozi+prizmo+kontrolne+metode](https://www.google.si/webhp?sourceid=chrome-instant&ion=1&espv=2&ie=UTF-8#q=Marko+Udovi%C4%8D:+Razvoj+sne%C5%BEni%C5%A1kih+gozdov+v+zadnji) (31. 8. 2015)

ZAHVALA

Zahvaljujem se mentorju doc. dr. Alešu Kaduncu za pomoč, usmerjanje in popravke pri pisanju diplomske naloge.

Prav tako se zahvaljujem somentorju dr. Milanu Kobalu, za pomoč in usmerjanje pri pridobivanju podatkov na terenu, ter pri izračunavanju pridobljenih podatkov.

Zahvaljujem se recenzentu doc. dr. Janezu Pirnatu, za hitro opravljeno recenzijo.

Janezu Štravsu se zahvaljujem za prikaz delovanja programa WinDENDRO.

Aneju Andrejčiču, Katji Andrejčič, Vanji Andrejčič, Kristijanu Koširju in Andražu Butinarju, se zahvaljujem za pomoč pri terenskem delu.

Zahvala gre Igorju Pridigarju, za pomoč pri iskanju ploskev na terenu.

Prav tako bi se zahvalila vsem domačim za podporo.