

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

Nejc PAPLER

**PRIRAŠČANJE SMREKE V ODVISNOSTI OD  
RASTNIH RAZMER NA JELOVICI IN POKLJUKI**

DIPLOMSKO DELO

Visokošolski strokovni študij – 1. stopnja

Ljubljana, 2014

UNIVERZA V LJUBLJANI  
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA  
ODDELEK ZA GOZDARSTVO INOBNOVLJIVE GOZDNE VIRE

Nejc PAPLER

**PRIRAŠČANJE SMREKE V ODVISNOSTI OD RASTNIH RAZMER  
NA JELOVICI IN POKLJUKI**

DIPLOMSKO DELO  
Visokošolski strokovni študij - 1. stopnja

**NORWAY SPRUCE INCREMENT IN DEPENDENCE ON GROWTH  
CONDITIONS ON JELOVICA AND POKLJUKA**

B. SC. THESIS  
Professional Study Programmes

Ljubljana, 2014

Papler N. Priraščanje smreke v odvisnosti od rastnih razmer na Jelovici in Pokljuki.  
Dipl. delo (VS). Ljubljana, Univ. v Ljubljani, BF, Odd. za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, 2014

---

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

Podatki so bili zbrani v krajevnih enotah Bohinj, Radovljica, Pokljuka, območna enota Bled.

Študijska komisija Oddelka za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani je dne 10.5.2012 sprejela temo in za mentorja diplomskega dela imenovala doc. dr. Aleša Kadunca.

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

Nejc Papler

## KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

- ŠD Dv1
- DK GDK 52:174.7(497.4)(043.2)=163.6
- KG debelinski prirastek/temeljnični prirastek/krošnja/konkurenca/smreka/*Picea abies*/Jelovica/Pokljuka
- AV PAPLER, Nejc
- SA KADUNC, Aleš (mentor)
- KZ SI-1000 Ljubljana, Večna pot 83
- ZA Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire
- LI 2014
- IN PRIRAŠČANJE SMREKE V ODVISNOSTI OD RASTNIH RAZMER NA JELOVICI IN POKLJUKI
- TD Diplomsko delo (Visokošolski strokovni študij - 1. stopnja)
- OP VIII, 36 str., 13 pregl., 15 sl., 16 vir.
- IJ sl
- JI sl/en
- AI V diplomski nalogi je analizirano priraščanje smreke (*Picea abies*) glede na starost, utesnjenost krošenj in rastne razmere na območju Pokljuke in Jelovice. V ta namen je bilo postavljenih 18 ploskev. Na vsakem izmed analiziranih dreves je bil odvzet izvrtek na prsni višini (1,3 m od tal), in sicer za prirastek v zadnjih 30 letih. Petim dominantnim drevesom na vsaki ploskvi pa je bil odvzet izvrtek do stržena. Rezultati so pokazali, da med razvojnimi fazami pri debelinskem prirastku praktično ni razlik in da se tudi odrasla smreka (debeljaki) odziva na redčenje s povečanim prirastkom. Za nobeno razvojno fazo kot tudi za vse smreke strehe sestoj nismo ugotovili razlik v debelinskem prirastku pri različni utesnjenosti. Prav tako so rezultati pokazali, da tekoči volumenski prirastek sestoj upada linearno glede na sklep sestoj in da se s starostjo odzivnost temeljničnega prirastka glede na jakost konkurence celo povečuje.

## KEY WORDS DOCUMENTATION

- DN Dv1
- DK GDK 52:174.7(497.4)(043.2)=163.6
- CX diameter growth/basal area growth/crown/competition/spruce/*Picea abies*/Jelovica/Pokljuka
- AU PAPLER, Nejc
- AA KADUNC, Aleš (supervisor)
- PP SI-1000 Ljubljana, Večna pot 83
- PB University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Forestry and Renewable Forest Resources
- PY 2014
- TI Norway spruce increment in dependence on growth conditions on Jelovica and Pokljuka
- DT Graduation thesis (Professional Study Programmes)
- NO VIII, 36 p., 13 tab., 15 fig., 16 ref.
- LA sl
- AL sl/en
- AB This undergraduate thesis analyses the increment of Norway spruce (*Picea abies*) depending on age, canopy density and growth conditions in the Pokljuka and Jelovica area. In order to do this we set up 18 research plots. Each of the analysed trees was bored at breast height (1.3 m from the ground) to analyse the growth in the last 30 years. Five dominant trees per plot, on the other hand, had a sample taken to the pith. The results showed that there are hardly any differences between the developmental phase regarding diameter increment and that adult spruces (mature tree stands) respond to thinning by increasing growth, as well. There were no differences in the diameter increment for varying degrees of crown density in any of the developmental phases or for the whole stand canopy population. The results also demonstrated that the current increment in the volume of the stands decreases linearly depending on the density of the tree canopy stand and that the responsiveness of the basal area increment on the degree of competition from other trees actually increases with age.

## KAZALO

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA.....	III
KEY WORDS DOCUMENTATION .....	IV
KAZALO.....	V
KAZALO PREGLEDNIC.....	VII
KAZALO PRILOG .....	VIII
1 UVOD.....	1
2 MATERIALI IN METODE .....	2
2.1 IZBIRA IN ZNAČILNOSTI RAZISKOVALNIH OBJEKTOV .....	2
2.2 OCENA PARAMETROV IN MERITVE NA OBJEKTIH .....	4
2.3 ODVZEM IZVRTKOV .....	5
2.4 PRIPRAVA IN ANALIZA IZVRTKOV .....	5
2.5 IZRAČUNI IN ANALIZE.....	6
3 REZULTATI.....	9
3.1 GOSTOTA SESTOJEV, TEMELJNICA IN LESNA ZALOGA .....	9
3.2 DREVESNA SESTAVA NA PLOSKVAH.....	10
3.3 DEBELINSKA STRUKTURA NA PLOSKVAH .....	11
3.4 DIMENZIJA KROŠENJ .....	14
3.5 STAROST DOMINANTNIH DREVES IN ZGORNJE VIŠINE (TOČKA 13 ZGORAJ) .....	15
3.6 DEBELINSKA RAST DOMINANTNIH SMREK .....	16
3.7 DEBELINSKI IN TEMELJNIČNI PRIRASTEK DREVES .....	18
3.8 PRIRAŠČANJE SESTOJEV NA PLOSKVAH .....	26
3.9 INDEKSI KONKURENCE.....	28
4 RAZPRAVA.....	30
5 SKLEPI.....	33
6 POVZETEK .....	34
7 VIRI.....	35

## KAZALO SLIK

Slika 1: Satelitski posnetek Jelovice (Google maps 2014) ter točke popisnih ploskva.....	3
Slika 2: Satelitski posnetek Pokljuke (Google maps 2014) ter točke popisnih ploskva .....	4
Slika 3: Debelinska struktura debeljakov .....	13
Slika 4: Debelinska struktura močnejših drogovnjakov .....	13
Slika 5: Debelinska struktura tanjših drogovnjakov.....	14
Slika 6: Debelinsko priraščanje dominantnih smrek na ploskvah z debeljaki – krivulje smo izgledali s drsečimi sredinami (dolžina intervala 11 let).....	17
Slika 7: Debelinsko priraščanje dominantnih smrek na ploskvah z močnejšimi drogovnjaki – krivulje smo izgledali s drsečimi sredinami (dolžina intervala 11 let) .....	17
Slika 8: Debelinsko priraščanje dominantnih smrek na ploskvah s tanjšimi drogovnjaki – krivulje smo izgledali s drsečimi sredinami (dolžina intervala 11 let) .....	18
Slika 9: Desetletni debelinski prirastek (v cm) v odvisnosti od tlorisa krošnje (v m <sup>2</sup> ) po razvojnih fazah .....	22
Slika 10: Desetletni temeljnični prirastek (v cm <sup>2</sup> ) v odvisnosti od tlorisa krošnje (v m <sup>2</sup> ) po razvojnih fazah .....	23
Slika 11: Desetletni debelinski prirastek glede na tloris krošnje (v cm/m <sup>2</sup> ) v odvisnosti od tlorisa krošnje (v m <sup>2</sup> ) po razvojnih fazah.....	23
Slika 12: Desetletni temeljnični prirastek glede na tloris krošnje (v cm <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> ) v odvisnosti od tlorisa krošnje (v m <sup>2</sup> ) po razvojnih fazah.....	24
Slika 13: Desetletni temeljnični prirastek (v cm <sup>2</sup> ) v odvisnosti od konkurence.....	25
Slika 14: Desetletni temeljnični prirastek glede na tloris krošnje (v cm <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> ) v odvisnosti od konkurence.....	25
Slika 15: Volumenski prirastek sestoja (m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup> leto <sup>-1</sup> ) v odvisnosti od zastrtosti (v primeru rdeče krivulje je odstranjen vpliv SI <sub>100</sub> ) .....	28

## KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Splošni podatki o ploskvah.....	2
Preglednica 2: Uporabljeni indeksi konkurence.....	8
Preglednica 3: Gostota sestojev, temeljnica in lesna zaloga (drevice s prsnim premerom 10 cm in več) .....	10
Preglednica 4: Deleži drevesnih vrst v temeljnici (v %) .....	10
Preglednica 5: Prsni premer po drevesnih vrstah in ploskvah (v tanjših drogovnjakih je vključena tudi 2. debelinska stopnja) .....	11
Preglednica 6: Premer krošnje, tloris krošnje in relativna dolžina krošnje na ploskvah (smreka).....	15
Preglednica 7: Starost, zgornje višine, $SI_{100}$ (preliminarna ocena) in raven proizvodnosti. 16	
Preglednica 8: Povprečni debelinski in temeljnični prirastek drevesa za zadnjih 10, 20 in 30 let (smreka).....	18
Preglednica 9: Bivariatni odnosi med debelinskim in temeljničnim prirastkom zadnjih 10 let in neodvisnimi spremenljivkami (smreka) .....	20
Preglednica 10: Parametri multivariatne regresijske analize za debelinski in temeljnični prirastek zadnjih 10 let (smreka) .....	21
Preglednica 11: Tekoči temeljnični in volumenski prirastek na ploskvah .....	26
Preglednica 12: Parametri regresijske in korelacijske analize za temeljnični prirastek sestoja .....	27
Preglednica 13: Pearsonova korelacija med indeksi konkurence (CI) in debelinskim oziroma temeljničnim prirastkom zadnjih 10 let (smreka).....	29



Papler N. Priraščanje smreke v odvisnosti od ravnih razmer na Jelovici in Pokljuki.  
Dipl. delo (VS). Ljubljana, Univ. v Ljubljani, BF, Odd. za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, 2014

---

## KAZALO PRILOG

Priloga A: Parametri regresijske analize .....	37
--	----

## 1 UVOD

Navadna smreka (*Picea abies* (L.) Karst) je zelo prilagodljiva vrsta s široko ekološko amplitudo. To je eden od razlogov, da je v preteklosti med vsemi vrstami pri nas prav smreka doživela največje povečanje areala in uspešno gojenje tudi zunaj svojih naravnih rastišč (Brus, 2008). Same znanstvene raziskave ravnih značilnosti gozdnega drevja so se pričele pri nas že pred okoli 50 leti (e.g. Čokl, 1965). Veliko pozornost pri samem proučevanju priraščanja so v preteklosti posvečali predvsem drevesnim vrstam, katere imajo večji gospodarski vpliv oziroma imajo večji pomen v naših gozdovih. Rast smreke je razmeroma dobro proučena (Kotar, 1980; Drašler, 1987; Perko, 1989), vendar pa se dandanes odpirajo povsem nova vprašanja, predvsem zaradi uvajanja novih tehnologij. Eno izmed vprašanj je, kako vpliva sama utesnjenost krošnje na debelinski prirastek drevja. Znano je, da pri uporabljanju strojne sečnje prihaja do veliko večjih izgub ravnega prostora zaradi sečnih poti kot pri traktorskem spravilu. Prav tako večja in težja mehanizacija v gozdu (lahko) pomeni večjo obremenitev tal in tudi nenazadnje več poškodb na drevju. Eden izmed zelo dobrih pokazateljev ustreznosti rabe tehnologij je priraščanje samega drevesa oziroma sestojev po sečnji. Glede na to, da je prav smreka ena izmed najpomembnejših drevesnih vrst v Sloveniji, je bil cilj diplomskega dela ugotoviti značilnosti debelinskega in temeljničnega prirastka smreke v odvisnosti od starosti, gostote sestojev oziroma utesnjenosti krošenj. Za ta namen smo izbrali objekte na Jelovici in Pokljuki, kjer je smreka vsaj deloma naravna. Poleg tega se na teh višjih legah zastavlja vprašanje, v kolikšni meri rast smreke omejuje konkurenca, saj so krošnje pogosto zelo ozke in niso v medsebojnem dotiku.

V okviru naloge bodo preverjene tudi naslednje hipoteze:

1. debelinski prirastek smreke na Jelovici in Pokljuki je le šibko odvisen od utesnjenosti krošenj
2. s starostjo se odzivnost temeljničnega prirastka na jakost konkurence zmanjšuje in
3. tekoči volumenski prirastek sestojev upade, ko je sklep sestoja nižji od 0,8 polne zastrtosti

## 2 MATERIALI IN METODE

### 2.1 IZBIRA IN ZNAČILNOSTI RAZISKOVALNIH OBJEKTOV

Za analizo debelinskega in temeljničnega prirastka smreke (*Picea abies*) odvisnega od starosti, gostote oziroma utesnenosti krošenj smo na območju Jelovice in Pokljuke postavili 18 ploskev. Gre pravzaprav za tri bloke s šestimi kombinacijami dveh faktorjev. Prvi faktor predstavlja razvojna faza, pri kateri smo zajeli tanjši drogovnjak, močnejši drogovnjak in debeljak, drugi faktor pa sklep sestoja, pri čemer smo razlikovali izrazito vrzelaste sestoje od ostalih. En blok smo locirali na Pokljuko, dva pa na Jelovico (slika 1 in 2). Pri slednjih smo enega osnovali na manj produktivnih in drugega na bolj produktivnih rastiščnih razmerah. Skupno vsem ploskvam pa je bilo, da je prevladovala smreka (preglednica 1). Ploskve 1, 11, 14, 15 in 18 se nahajajo na rastiščih, ki jih uvrščamo v združbo smrekovje s trikrpim bičnikom, ploskve 2, 3, 4 in 7 na rastiščih, ki jih uvrščamo v združbo smrekovje s smrečnim resnikom in preostale ploskve (5, 6, 8, 9, 10, 12, 13, 16 in 17) na rastiščih združbe predalpsko jelovo bukovje (Digitalna karta gozdnih združb za Jelovico in Pokljuko, 2014).

Preglednica 1: Splošni podatki o ploskvah

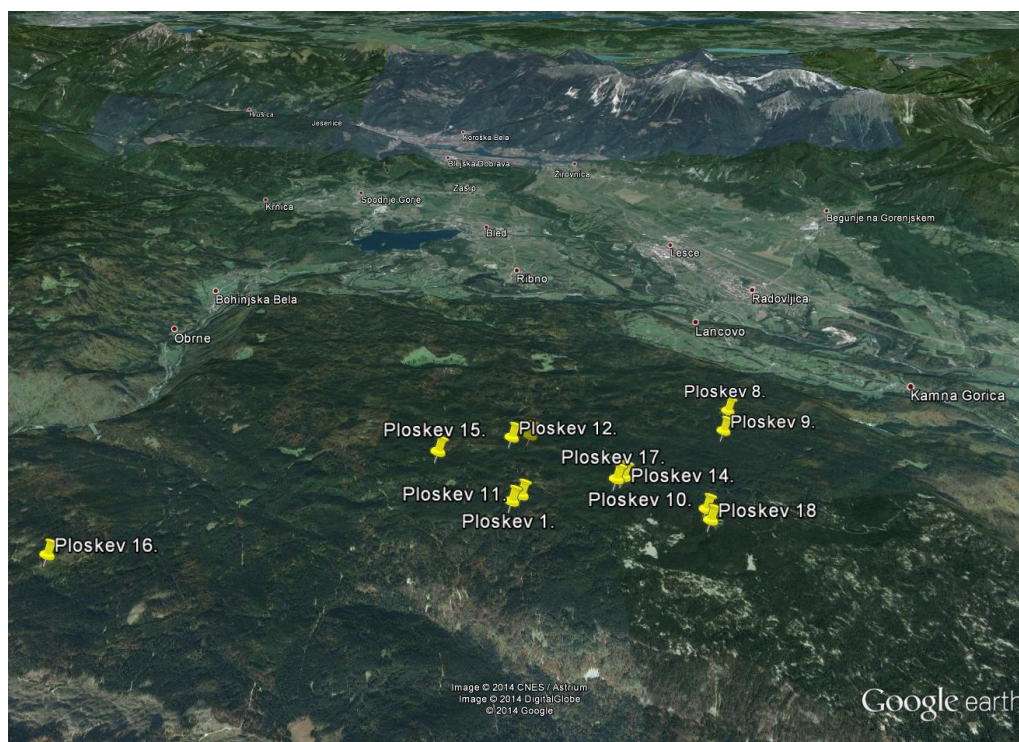
Ploskev	Lokacija	Ekspozicija	Naklon (°)	Skalovitost (%)	Nadmorska višina (m)	Relief	Razvojna faza
1	Jelovica	Northeast	2	0	1310	plato	debeljak
2	Pokljuka	Southeast	2	5	1350	plato	debeljak
3	Pokljuka	Northeast	3	5	1340	pobočje	debeljak
4	Pokljuka	Southeast	4	0	1220	pobočje	m. drog.
5	Pokljuka	Southeast	2	5	1220	plato	m. drog.
6	Pokljuka	Northeast	12	0	1110	pobočje	t. drog.
7	Pokljuka	West	24	25	1270	pobočje	t. drog.
8	Jelovica	Northwest	2	0	1120	pobočje	m. drog.
9	Jelovica	/	0	10	1150	plato	m. drog.
10	Jelovica	Northwest	4	5	1260	pobočje	debeljak
11	Jelovica	North	5	10	1320	pobočje	zrel sestoj
12	Jelovica	North	28	5	1260	pobočje	t. drog.
13	Jelovica	West	5	5	1240	plato	t. drog.

se nadaljuje

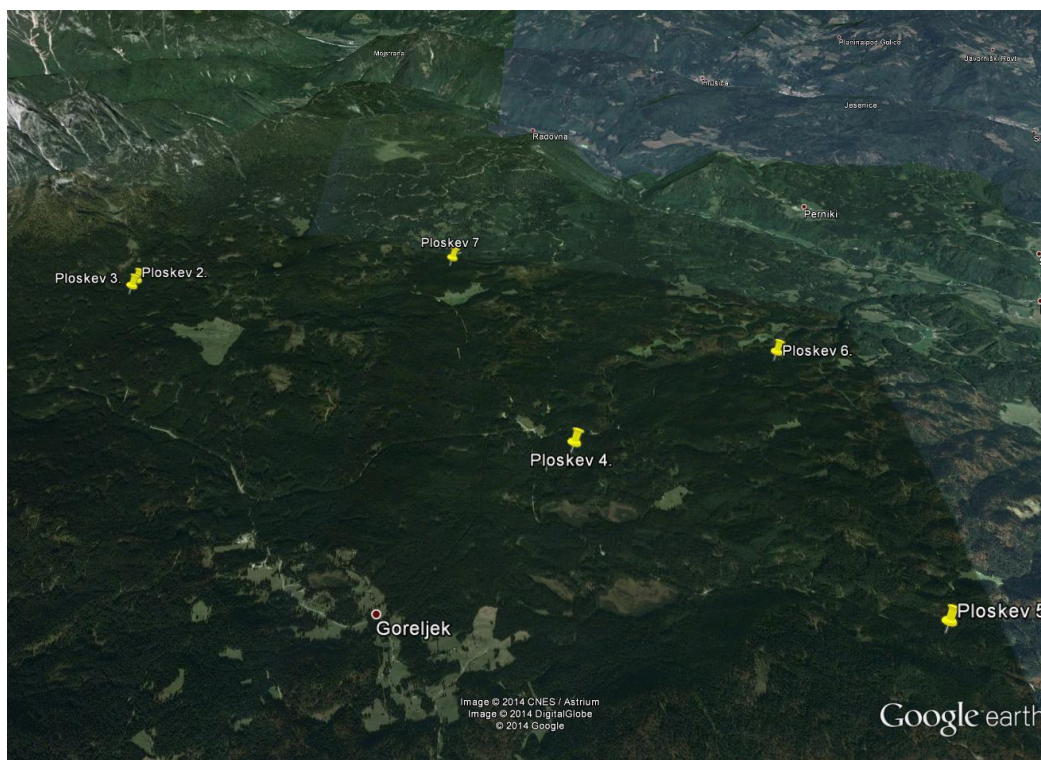
nadaljevanje preglednice 1. Splošni podatki o ploskvah

Ploskev	Lokacija	Ekspozicija	Naklon (°)	Skalovitost (%)	Nadmorska višina (m)	Relief	Razvojna faza
14	Jelovica	Northwest	35	5	1250	pobočje	t. drog.
15	Jelovica	West	36	25	1320	vrtača	m. drog.
16	Jelovica	Southeast	3	5	1070	plato	m. drog.
17	Jelovica	West	12	10	1250	vrtača	t. drog.
18	Jelovica	Northeast	5	15	1270	pobočje	debeljak

Raziskovalne ploskve so bile kvadratne oblike. Sama velikost stranice pa se je razlikovala glede na razvojno fazo sestoja: 20 m (tanjši drogovnjak), 30 m (močnejši drogovnjak), 40 m (debeljak). Korekcija zaradi naklona je bila upoštevana, tako, da znašajo površine ploskev s tanjšimi drogovnjaki 0,04 ha, z močnejšimi drogovnjaki 0,09 ha in v debeljakih 0,16 ha.



Slika 1: Satelitski posnetek Jelovice (Google maps 2014) ter točke popisnih ploskev



Slika 2: Satelitski posnetek Pokljuke (Google maps 2014) ter točke popisnih ploskev

## 2.2 OCENA PARAMETROV IN MERITVE NA OBJEKTIH

Vse meritve in podatke smo vpisovali v obrazec. Za vsako drevo na ploskvi smo si zabeležili oziroma izmerili naslednje podatke: zaporedno število drevesa, drevesno vrsto, prsni premer drevesa (s pi-metrom na 0,1 cm natančno), socialni razred (petstopenjska lestvica po Assmannu, 1961), velikost krošnje (petstopenjska lestvica po Assmannu, 1961), obdanost krošnje (petstopenjska lestvica po Assmannu, 1961) in relativno dolžino krošnje (po petinah glede na celotno višino drevesa) ter samo poškodovanost drevesa (zabeležili smo predvsem poškodbe debla zaradi spravila ali sečnje in odlomljenost vrha).

Nadalje smo izmerili razdalje do sosedov, s katerimi posamezno drevo meji v krošnji (na 0,1 m natančno), in tloris krošnje v štirih nebesnih smereh (s pomočjo padomera in merskega traku; na 0,1 m natančno). Če so bila sosednja drevesa izven ploskve, smo jim

izmerili prsni premer. Poleg opravljenih meritev dreves pa smo popisali tudi osnovne podatke o ploskvi: lokalno ime, GPS koordinate, ekspozicijo, povprečen naklon v stopinjah, skalovitost in opis reliefa. Zapisali smo tudi razvojno fazo sestoja.

Petim dominantnim drevesom (smrekam) na vsaki ploskvi je bila izmerjena tudi višina s pomočjo padomera. Slednjim drevesom smo odvzeli izvrtke do stržena, ostalim drevesom pa le do tolikšne globine, da smo zajeli branike zadnjih 30 let.

### 2.3 ODVZEM IZVRTKOV

Na vseh ploskvah so bila izvrtana vsa drevesa. Sam izvrtek je bil odvzet v smeri plastnice, tako da smo se izognili kompresijskemu lesu pri iglavcih in tenzijskemu pri listavcih. In sicer je bil odvzet na prsni višini (1,3 m od tal). Pri odvzemanju vzorcev je bilo pomembno, da smo z izvrtkom zajeli prirastek zadnjih 30 let. Za pet dominantnih dreves na vsaki ploskvi pa smo odvzeli izvrtek do samega stržena. Izvrtki so bili na terenu označeni in shranjeni v slamice, le-te pa smo do dendrokronološke analize shranili v zamrzovalnik.

### 2.4 PRIPRAVA IN ANALIZA IZVRTKOV

Izvrtke je bilo potrebno pred dendrokronološko analizo, katero smo opravili s pomočjo programa WinDENDRO, ustrezno pripraviti. Vsak izvrtek smo odstranili iz slamice in ga prilepili na lesene letvice, ki so imele po sredini vrezan utor. Kasneje smo jih zbrusili z brusnim papirjem, najprej z brusnim papirjem granulacije 80, kasneje pa še z granulacijo 240. S tem smo dokončno pripravili vzorce za analizo s programom. Skenirane vzorce smo s pomočjo programa WinDENDRO analizirali. Za lažjo analizo smo sliko povečali. Smer analize je bila od stržena proti skorji. Vsako letnico smo označili. Razdalje med letnicami (širine branik) je program avtomatsko izmeril na 0,001 mm natančno. Analizirali smo prirastek za zadnjih 30 let. Le pri dominantnih drevesih je bil analiziran celotni radialni prirastek.

## 2.5 IZRAČUNI IN ANALIZE

Na podlagi izmerjenih branik smo izračunali za vsako drevo:

- debelinski prirastek za zadnjih 10 let (dvakratnik radialnega prirastka zadnjih 10 let na prsni višini),
- debelinski prirastek za zadnjih 20 in 30 let (dvakratnik radialnega prirastka zadnjih 20 oziroma 30 let na prsni višini),
- temeljnični prirastek za zadnjih 10 let (kot razliko med temeljnico v času meritev in temeljnico pred 10 leti) in
- temeljnični prirastek za zadnjih 20 in 30 let (kot razliko med temeljnico v času meritev in temeljnico pred 20 oziroma 30 leti).

Slednje spremenljivke so predstavljale odvisne spremenljivke, med njimi predvsem debelinski in temeljnični prirastek za zadnjih 10 let.

Tloris krošnje smo izračunali kot vsoto površin polovic štirih trikotnikov . Pri čemer sta kateti trikotnika vselej dve sosedji izmeri polmera krošnje. Razmerje med vsoto vseh tlorisov krošenj in površino ploskve nam je podalo zastrtost ploskve.

S pomočjo podatka o starosti dominantnih dreves (5 na vsaki ploskvi) in njihovih višin smo poskušali ugotoviti zgornjo višino analiziranih sestojev. Na podlagi le-te smo s pomočjo donosnih tablic (Halaj in sod., 1987) ocenili rastiščni indeks ( $SI_{100}$ ) za smreko na ploskvah. Ker smo poznali še temeljnico pri danih starostih sklenjenih sestojev, smo lahko ugotovili še raven proizvodnosti.

Na podlagi izmerjenih višin dominantnih dreves in njihovega premera smo preko dvovhodnih deblovnic (Bauer, 1980 cit. po Kotar, 2003) ugotovili volumen za omenjena drevesa. Na podlagi poznavanja prsnega premera, višine oziroma volumna teh dreves smo ugotovili okvirne tarife in s temi določili volumen vsem drevesom, za katere smo poznali sicer le prsni premer.

V naslednjem koraku smo izračunali volumenski prirastek, in sicer tako, da smo na podlagi debelinskega prirastka za zadnjih 10 let, ugotovili prsni premer pred 10 leti in nato s pomočjo istih tarif določili volumen dreves pred 10 leti. Razlika med volumnom ugotovljenim v času raziskave in volumnom izpred 10 let predstavlja tekoči volumenski prirastek zadnjih 10 let.

Na ploskvah smo ocenili tudi število panjev starih do 10 let. To je služilo kot podlaga za oceno poseka v zadnjih 10 letih.

Izmed številnih indeksov konkurence (CI), ki jih navaja literatura (e. g. Kotar, 2005), smo preizkusili naslednje:

$$CI_1 = \sum_{j=1}^k ba_j \quad \dots(1)$$

$$CI_2 = \sum_{j=1}^k \frac{ba_j}{d_{ij}} \quad \dots(2)$$

$$CI_3 = \sum_{j=1}^k \frac{DBH_j / DBH_i}{d_{ij}} \quad \dots(3)$$

$DBH_j$  = prsni premer konkurenta opazovanemu/izbranemu drevesu ( $j$  teče od 1 do  $k$ ;  $k$  je število dreves, ki s krošnjo mejijo na opazovano/izbrano drevo)

$DBH_i$  = prsni premer opazovanega/izbranega drevesa

$ba_j$  = temeljnica konkurenta opazovanemu/izbranemu drevesu

$d_{ij}$  = razdalja med konkurentom in opazovanim/izbranim drevesom

Opozoriti velja, da smo kot konkurente vključili le drevesa, ki so s krošnjami mejila na opazovano drevo.



Za vse tri indekse konkurence smo upoštevali bodisi vsa sosednja drevesa ali le tista z večjim ali enakim prsnim premerom od opazovanega/izbranega drevesa. Tako smo imeli na voljo 6 indeksov konkurence (preglednica 2).

Preglednica 2: Uporabljeni indeksi konkurence

Indeks konkurence	Opredelitev konkurentov	Ime spremenljivke (indeksa konkurence)
$CI_1$	Vsa sosednja drevesa	CI_vsota vseh temeljnic
$CI_2$		CI_Hegyi_vsi
$CI_3$		CI_vse temeljnice z razdaljo
$CI_1$	Vsa sosednja drevesa, ki imajo prsni premer večji ali enak opazovanemu drevesu	CI_vsota večjih temeljnic
$CI_2$		CI_Hegyi_večji
$CI_3$		CI_večje temeljnice z razdaljo

Da bi preizkusili vpliv neodvisnih spremenljivk z multivariatno regresijsko analizo, smo morali nekatere izmed njih najprej prekodirati v binarno (*dummy*) obliko. To so socialni razred (tvorili smo dve *dummy* spremenljivki; pri prvi so vrednost 1 dobila sovladajoča drevesa, ostali pa vrednost 0; ime te spremenljivke je sovladajoče drevje; pri drugi pa obvladana in podstojna drevesa dobijo kodo 1, ostala drevesa pa kodo 0; ime te spremenljivke je obvladano in podstojno drevje), poškodovanost (drevesa brez poškodb imajo kodo 0, kakorkoli poškodovana drevesa pa kodo 1; ime te spremenljivke je poškodovanost) in dolžina krošnje (tvorili smo dve *dummy* spremenljivki; pri prvi so dobila vrednost 1 drevesa s deležem krošnje 40 %, ostala drevesa pa vrednost 0; ime te spremenljivke je srednje dolge krošnje; pri drugi pa drevesa z deležem krošnje v višini drevesa vsaj 60 % dobijo kodo 1, ostala kodo 0; ime te spremenljivke je dolge krošnje). Prav tako smo v binarno obliko prevedli nekatere spremenljivke, ki veljajo za celotno ploskev in glede na zasnovo raziskave nimajo značaja zveznih (razmernostnih) spremenljivk. To so produktivnost rastišč, merjena s  $SI_{100}$  (vse ploskve z vrednostjo večjo od 30 dobijo kodo 1, ostale kodo 0; ime binarne spremenljivke je produktivnejše rastišče), temeljnica sestoja (ploskve s temeljnico nižjo od  $50 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$  imajo kodo 1, ostale kodo 0;

ime binarne spremenljivke je nižja temeljnica sestoj) in zastrtost (ploskve z zastrtostjo pod 0,80 imajo kodo 1, ostale imajo kodo 0; ime binarne spremenljivke je nizka zastrtost).

Starost sestoj, gostoto sestoj (N/ha) in povprečni prsni premer zaradi multikolinearnosti v modele nismo vključevali. Ker so tudi indeksi konkurence v medsebojni korelaciji, smo se pri multivariatnih modelih omejili na indeks, ki se je izkazal najboljše (CI\_Hegyj\_večji).

Izmed statističnih testov smo se poslužili analize variance (ANOVA), *t* testa za neodvisne vzorce, Pearsonove korelacije, parcialne korelacije, linearne regresije, multivariatne regresijske analize (algoritem *stepwise*) in nelinearne regresijske analize (iskanje optimalnih krivulj). Poleg tega smo se poslužili tudi kazalcev opisne statistike in prikaza trenda z drsečimi sredinami.

Vse izračune, analize in statistične teste smo izvedli v programu IBM SPSS Statistics 21 in Microsoft Excel 2007.

### **3 REZULTATI**

#### **3.1 GOSTOTA SESTOJEV, TEMELJNICA IN LESNA ZALOGA**

Pričakovano so gostote sestojev glede na število dreves najvišje v tanjih drogovnjakih in najnižje v debeljakih (preglednica 3). Oznaka (d) pri ploskvi pomeni, da gre za debeljak, oznaka (md) pomeni močnejši drogovnjak in oznaka (td) tanjši drogovnjak. Pri temeljnicah in lesnih zalogah preseneča majhna razlika med tanjšimi in močnejšimi drogovnjaki. Tudi povprečna zastrtost močnejših drogovnjakov je nekoliko nizka, kar gre na račun ploskve 16.

Preglednica 3: Gostota sestojev, temeljnica in lesna zaloga (drevice s prsnim premerom 10 cm in več)

Ploskev	Število dreves (N/ha)	Temeljnica (m <sup>2</sup> /ha)	Lesna zaloga (m <sup>3</sup> /ha)	Zastrtost (tloris krošenj/površina ploskve)
1 (d)	406,3	60,0	772,3	0,828
2 (d)	368,8	78,9	1035,2	0,592
3(d)	350,0	77,7	1021,8	0,741
4 (md)	1577,8	61,0	690,5	0,969
5 (md)	1011,1	51,2	600,5	0,775
6 (td)	1675,0	35,0	356,8	0,804
7 (td)	2300,0	54,7	571,3	1,007
8 (md)	833,3	51,5	616,5	0,994
9 (md)	711,1	44,2	528,5	0,698
10 (d)	237,5	63,7	848,0	0,450
11 (d)	275,0	84,1	1121,6	0,837
12 (td)	1625,0	55,1	611,6	0,993
13 (td)	2075,0	51,5	545,5	0,879
14 (td)	2525,0	66,4	706,6	1,079
15 (md)	1500,0	52,8	591,2	0,755
16 (md)	622,2	24,9	282,9	0,493
17 (td)	1575,0	43,9	472,3	0,690
18 (d)	250,0	59,0	780,4	0,283
t. drog.	1962,5	51,1	544,0	0,909
m. drog.	1042,6	47,6	551,7	0,781
debeljak	314,6	70,6	929,9	0,622

### 3.2 DREVESNA SESTAVA NA PLOSKVAH

Na vseh ploskvah prevladuje smreka, njen delež v temeljnici ni praktično nikjer nižji od 90 % (preglednica 4). Na skoraj dveh tretjinah ploskev se pojavlja jelka, ostale vrste pa so bile skrajno redke (bukev, gorski javor).

Preglednica 4: Deleži drevesnih vrst v temeljnici (v %)

Ploskev	Smreka	Jelka	Bukev	Gorski javor	Skupaj
1 (d)	99,4	0,6	0,0	0,0	100,0
2 (d)	100,0	0,0	0,0	0,0	100,0
3(d)	100,0	0,0	0,0	0,0	100,0
4 (md)	100,0	0,0	0,0	0,0	100,0
5 (md)	99,2	0,8	0,0	0,0	100,0

se nadaljuje

nadaljevanje preglednice 4. Deleži drevesnih vrst v temeljnici (v %)

Ploskev	Smreka	Jelka	Bukev	Gorski javor	Skupaj
6 (td)	99,5	0,5	0,0	0,0	100,0
7 (td)	100,0	0,0	0,0	0,0	100,0
8 (md)	94,4	5,6	0,0	0,0	100,0
9 (md)	100,0	0,0	0,0	0,0	100,0
10 (d)	94,0	6,0	0,0	0,0	100,0
11 (d)	100,0	0,0	0,0	0,0	100,0
12 (td)	96,6	0,8	2,6	0,0	100,0
13 (td)	98,0	2,0	0,0	0,0	100,0
14 (td)	95,1	4,9	0,0	0,0	100,0
15 (md)	99,4	0,6	0,0	0,0	100,0
16 (md)	89,7	8,7	0,0	1,6	100,0
17 (td)	100,0	0,0	0,0	0,0	100,0
18 (d)	95,0	5,0	0,0	0,0	100,0
t. drog	98,2	1,4	0,4	0,0	100,0
m. drog.	97,1	2,6	0,0	0,3	100,0
debeljak	98,1	1,9	0,0	0,0	100,0

### 3.3 DEBELINSKA STRUKTURA NA PLOSKVAH

Povprečni prsni premer, upošteva vse drevje na ploskvah, variira med 12,9 in 61,9 cm (preglednica 5). Povprečni prsni premer debeljakov je zelo visok, kar kaže na debelo drevje z majhnim deležem drobnih dreves. Jelka je, v povprečju, na nekaterih ploskvah celo debelejša od smreke.

Preglednica 5: Prsni premer po drevesnih vrstah in ploskvah (v tanjših drogovnjakih je vključena tudi 2. debelinska stopnja)

Ploskev	Povprečni prsni premer (cm)						Koeff. variacije (%)	
	smreka	jelka	bukev	gorski javor	skupaj	streha sestoja	vsa drevesa	streha sestoja
1 (d)	42,0	26,5			41,8	45,0	27,8	21,3
2 (d)	51,3				51,3	52,4	18,4	14,5
3(d)	52,4				52,4	52,9	17,7	17,1
4 (md)	21,5				21,5	23,2	25,1	19,1
5 (md)	24,6	22,0			24,5	26,5	26,9	19,3

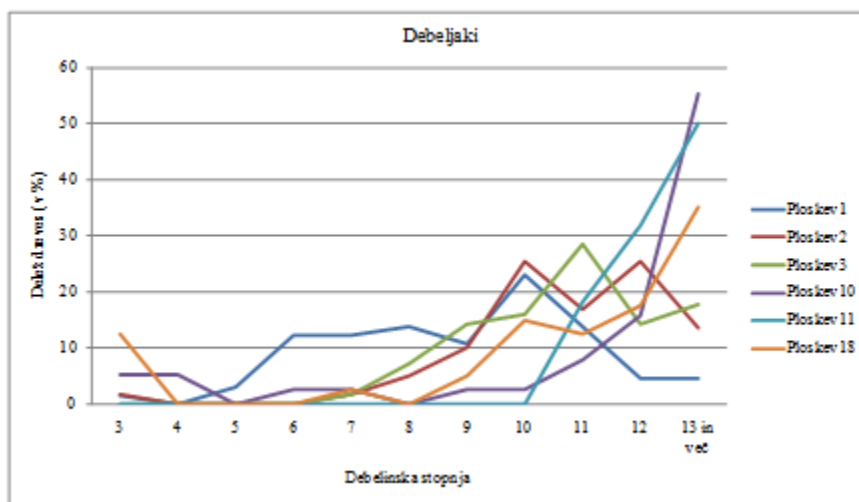
se nadaljuje

nadaljevanje preglednice 5. Prsni premer po drevesnih vrstah in ploskvah ( v tanjših drogovnjakih je vključena tudi 2. debelinska stopnja)

Ploskev	Povprečni prsni premer (cm)						Koeff. variacije (%)	
	smreka	jelka	bukev	gorski javor	skupaj	streha sestoja	vsa drevesa	streha sestoja
6 (td)	12,9	6,9			12,7	15,8	42,1	28,0
7 (td)	15,0				15,0	17,9	35,6	21,0
8 (md)	27,4	28,2			27,5	29,3	21,1	13,8
9 (md)	27,6				27,6	28,5	20,0	17,4
10 (d)	55,4	62,2			55,8	59,5	31,7	21,2
11 (d)	61,9				61,9	61,9	13,4	13,4
12 (td)	19,3	15,0	19,2		19,3	21,2	30,4	20,8
13 (td)	15,9	16,5			15,9	18,3	35,1	26,5
14 (td)	17,1	18,2			17,1	18,5	28,2	21,6
15 (md)	20,4	19,4			20,4	22,5	28,0	19,3
16 (md)	21,2	28,8		21,2	21,6	23,6	27,9	19,5
17 (td)	17,4				17,4	18,6	30,0	24,5
18 (d)	52,9	40,5			52,0	57,5	33,9	17,8
t. drog	16,3	9,4	3,2	0,0	16,2	18,4	33,6	23,7
m. drog.	23,8	16,4	0,0	3,5	23,9	25,6	24,8	18,1
debeljak	52,7	21,5	0,0	0,0	52,5	54,9	23,8	17,6

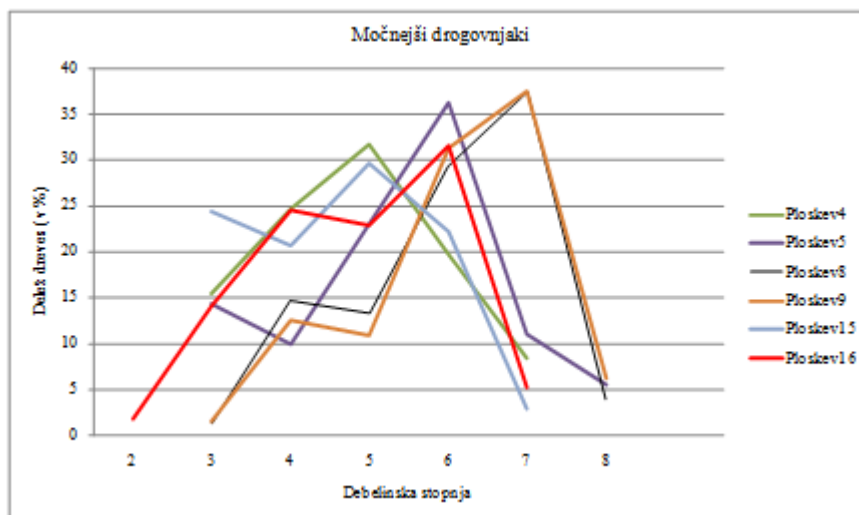
V nekaterih debeljkih (slika 3) je modus dreves pri zmernih debelinah (10. in 11. debelinska stopnja), v drugih pa pri zelo debelem drevju (prsni premer nad 60 cm; ploskve 1, 10 in 18).

Papler N. Priraščanje smreke v odvisnosti od ravnih razmer na Jelovici in Pokljuki.  
Dipl. delo (VS). Ljubljana, Univ. v Ljubljani, BF, Odd. za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, 2014



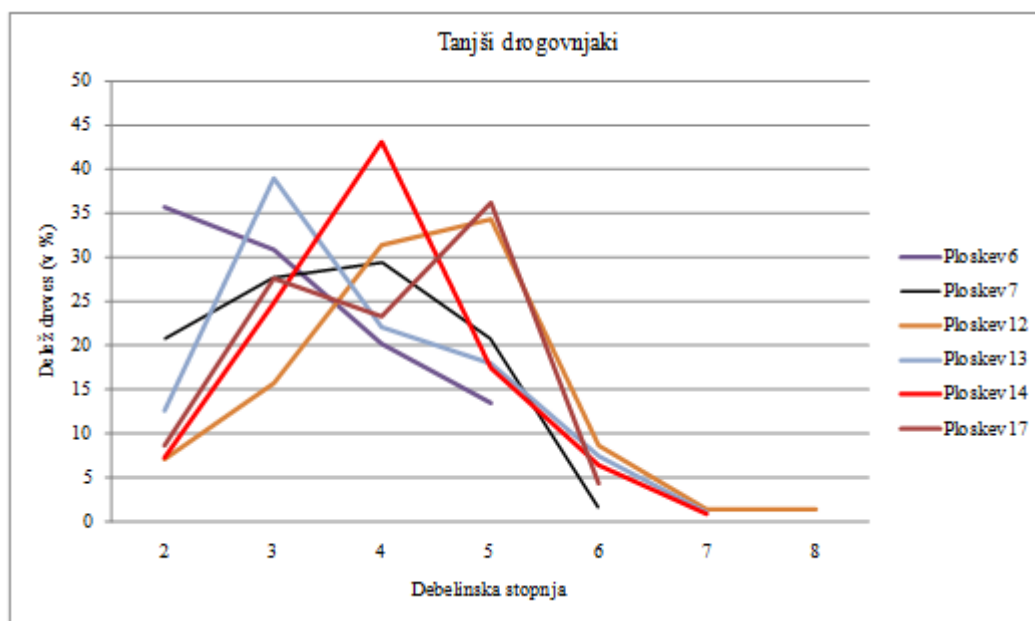
Slika 3: Debelinska struktura debeljakov

V močnejših drogovnjakih večina dreves sodi v debelinske stopnje od 5-7 (slika 4). Modusi so pričakovano bolj izraziti kot pri debeljakih.



Slika 4: Debelinska struktura močnejših drogovnjakov

V tanjših drogovnjakih so modusi med 2. in 6. debelinsko stopnjo, nekatere ploskve bi deloma sodile že v močnejši drogovnjak (slika 5).



Slika 5: Debelinska struktura tanjših drogovnjakov

### 3.4 DIMENZIJA KROŠENJ

Krošnje smreke v debeljakih so občutno večje (premer, tloris) kot krošnje v drogovnjakih (preglednica 6). Še očitnejše so pa razlike med drogovnjaki in debeljaki pri relativni dolžini krošenj. V drogovnjakih je modus pri najkrajših krošnjah (petina višine dreves), krošenj daljših od polovice višin dreves je skrajno malo. V debeljakih je modus pri krošnjah, ki so dolge okoli 40 % višine dreves, tudi daljših krošenj je kar nekaj. Povprečja v preglednici 6. so netehtana (različno število dreves na ploskev torej ni upoštevano).

Preglednica 6: Premer krošnje, tloris krošnje in relativna dolžina krošnje na ploskvah (smreka)

Ploskev	Premer krošnje		Tloris krošnje		Relativna dolžina krošnje (v %)			
	Ar. sr. (m)	KV %	Ar. sr. (m <sup>2</sup> )	KV %	20	40	60	80
1 (d)	6,2	27,7	20,2	53,0	42,2	46,9	9,4	1,6
2 (d)	5,6	19,6	16,1	35,8	15,3	49,2	32,2	3,4
3(d)	6,4	20,6	21,2	40,2	21,4	58,9	19,6	0,0
4 (md)	3,4	25,6	6,1	50,3	59,9	38,7	1,4	0,0
5 (md)	3,8	28,9	7,6	59,9	70,0	30,0	0,0	0,0
6 (td)	2,7	28,4	3,8	58,1	52,9	42,2	4,9	0,0
7 (td)	2,7	24,6	3,9	49,2	66,4	31,0	2,6	0,0
8 (md)	4,5	31,2	11,1	57,7	88,7	11,3	0,0	0,0
9 (md)	4,4	20,3	9,8	39,2	65,6	32,8	1,6	0,0
10 (d)	6,0	19,0	18,6	34,6	5,6	11,1	38,9	44,4
11 (d)	7,7	16,6	30,4	34,9	6,8	47,7	38,6	6,8
12 (td)	3,3	21,6	5,5	42,8	70,1	26,9	3,0	0,0
13 (td)	2,8	21,5	4,0	43,3	68,8	22,6	8,6	0,0
14 (td)	2,8	27,7	4,1	63,9	91,3	7,7	1,0	0,0
15 (md)	3,1	22,8	4,9	45,9	91,0	9,0	0,0	0,0
16 (md)	3,9	25,2	7,9	50,7	64,2	30,2	5,7	0,0
17 (td)	2,8	29,4	4,2	56,8	85,5	11,6	1,4	1,4
18 (d)	4,7	27,8	11,5	46,3	10,8	43,2	24,3	21,6
t. drog.	2,9	25,5	4,3	52,4	72,5	23,7	3,6	0,2
m. drog.	3,9	25,7	7,9	50,6	73,2	25,3	1,5	0,0
debeljak	6,1	21,9	19,7	40,8	17,0	42,8	27,2	13,0
Povprečje	4,3	24,4	10,6	47,9	54,3	30,6	10,7	4,4

### 3.5 STAROST DOMINANTNIH DREVES IN ZGORNJE VIŠINE

Pri starosti dominantnih (petih) dreves na ploskvah opazimo, da so debeljaki občutno starejši od drogovnjakov (preglednica 7). Med drogovnjaki in debeljaki ni večjih razlik v povprečnih vrednostih rastiščnih indeksov (ANOVA,  $F = 0,598$ ,  $P = 0,563$ ).



Papler N. Priraščanje smreke v odvisnosti od ravnih razmer na Jelovici in Pokljuki.  
Dipl. delo (VS). Ljubljana, Univ. v Ljubljani, BF, Odd. za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, 2014

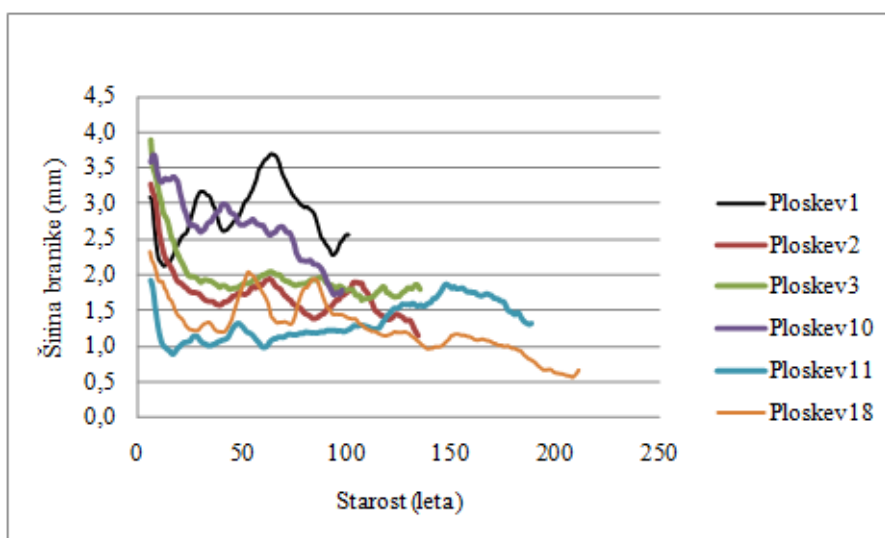
Preglednica 7: Starost, zgornje višine,  $SI_{100}$  (preliminarna ocena) in raven proizvodnosti

Ploskev	Starost	Zgornja višina (m)	$SI_{100}$	Raven proizvodnosti
1 (d)	113,0	34,1	32,0	3
2 (d)	145,6	35,9	31,0	3
3(d)	147,4	38,4	33,0	3
4 (md)	57,4	27,5	37,0	3
5 (md)	65,2	25,9	32,5	3
6 (td)	44,0	20,3	34,0	3
7 (td)	56,4	20,0	29,0	3
8 (md)	88,5	29,4	31,5	3
9 (md)	76,4	29,5	34,0	3
10 (d)	110,0	32,3	31,0	3
11 (d)	199,8	33,4	25,0	3
12 (td)	69,8	20,8	26,5	3
13 (td)	47,0	21,4	34,0	3
14 (td)	60,6	22,7	31,0	3
15 (md)	68,2	23,3	29,0	3
16 (md)	92,4	24,0	25,0	3
17 (td)	62,5	22,5	30,0	3
18 (d)	222,8	32,6	23,0	3
t. drog.	56,7	21,3	30,8	3
m. drog.	74,7	26,6	31,5	3
debeljak	156,4	34,5	29,2	3

### 3.6 DEBELINSKA RAST DOMINANTNIH SMREK

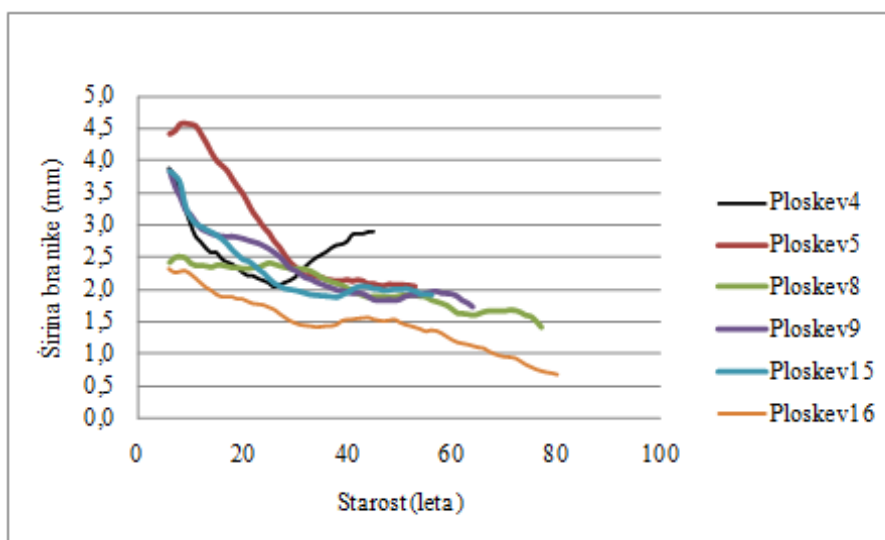
Za dominantno drevje smo ugotavljali kakšen je trend debelinskega priraščanja glede na starost. Pri debeljakih ugotavljamo (slika 6), da se je rast na večini ploskev do okvirno 50. leta hitro upočasnjevala, ta trend se je ponekod nato nadaljeval, na nekaterih ploskvah (npr. ploskev 1) pa rast ne kaže starostnega umirjanja.

Papler N. Priraščanje smreke v odvisnosti od ravnih razmer na Jelovici in Pokljuki.  
Dipl. delo (VS). Ljubljana, Univ. v Ljubljani, BF, Odd. za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, 2014



Slika 6: Debelinsko priraščanje dominantnih smrek na ploskvah z debeljaki – krivulje smo izgladili s drsečimi sredinami (dolžina intervala 11 let)

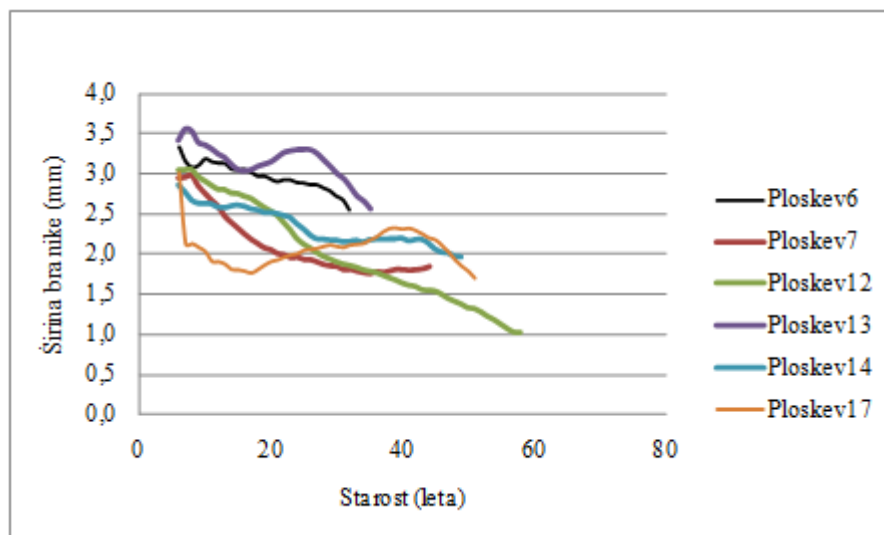
V močnejših drogovnjakih se s starostjo širina bravnike očitno zmanjšuje, izjema je ploskev 4 (slika 7).



Slika 7: Debelinsko priraščanje dominantnih smrek na ploskvah z močnejšimi drogovnjaki – krivulje smo izgladili s drsečimi sredinami (dolžina intervala 11 let)

Papler N. Priraščanje smreke v odvisnosti od ravnih razmer na Jelovici in Pokljuki.  
Dipl. delo (VS). Ljubljana, Univ. v Ljubljani, BF, Odd. za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, 2014

V tanjših drogovnjakih je trend upadanja radialnega prirastka na nekaterih ploskvah očiten, na drugih (ploskev 17, delno ploskev 13) pa ne (slika 8).



Slika 8: Debelinsko priraščanje dominantnih smrek na ploskvah s tanjšimi drogovnjaki – krivulje smo izgladili s drsečimi sredinami (dolžina intervala 11 let)

### 3.7 DEBELINSKI IN TEMELJNIČNI PRIRASTEK DREVES

Zelo zanimivi so rezultati o povprečnih debelinskih in temeljničnih prirastkih smreke za obdobja zadnjih 10, 20 oziroma 30 let (preglednica 8). Med razvojnimi fazami pri debelinskem prirastku praktično ni razlik. Zaradi zelo različno debelega drevja pa so pričakovano velike razlike v temeljničnem prirastku.

Preglednica 8: Povprečni debelinski in temeljnični prirastek drevesa za zadnjih 10, 20 in 30 let (smreka)

Ploskev	Debelinski prirastek (v cm/obdobje)			Temeljnični prirastek (v cm <sup>2</sup> /obdobje)		
	zadnjih 10 let	zadnjih 20 let	zadnjih 30 let	zadnjih 10 let	zadnjih 20 let	zadnjih 30 let
1 (d)	2,2	4,5	7,0	159,5	310,5	461,8
2 (d)	2,1	4,8	7,5	171,5	377,1	568,1
3(d)	2,4	5,5	8,5	203,8	441,5	662,7
4 (md)	3,3	6,6	9,6	112,7	200,9	265,8

se nadaljuje

Papler N. Priraščanje smreke v odvisnosti od rastnih razmer na Jelovici in Pokljuki.  
Dipl. delo (VS). Ljubljana, Univ. v Ljubljani, BF, Odd. za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, 2014

nadaljevanje preglednice 8. Povprečni debelinski in temeljnični prirastek drevesa za zadnjih 10, 20 in 30 let (smreka)

Ploskev	Debelinski prirastek (v cm/obdobje)			Temeljnični prirastek (v cm <sup>2</sup> /obdobje)		
	zadnjih 10 let	zadnjih 20 let	zadnjih 30 let	zadnjih 10 let	zadnjih 20 let	zadnjih 30 let
5 (md)	2,4	5,5	9,0	97,4	203,3	303,1
6 (td)	2,6	6,7	11,3	57,1	113,4	144,0
7 (td)	1,7	4,2	7,5	44,2	94,5	142,1
8 (md)	1,9	4,3	7,0	84,3	181,4	274,9
9 (md)	2,3	5,2	8,0	104,4	216,5	309,7
10 (d)	2,6	5,1	8,1	207,2	395,3	610,6
11 (d)	2,6	5,2	8,1	249,4	491,7	740,3
12 (td)	1,2	3,1	5,5	41,3	93,7	151,8
13 (td)	2,1	5,8	10,1	58,3	133,7	189,3
14 (td)	1,8	4,2	7,2	49,6	105,4	161,6
15 (md)	1,8	4,2	6,8	62,6	132,3	197,2
16 (md)	1,1	2,5	4,4	38,2	84,8	141,6
17 (td)	1,9	4,7	7,7	54,4	120,5	176,2
18 (d)	2,1	4,4	7,2	174,0	342,1	544,9
t. drog.	1,9	4,8	8,2	50,8	110,2	160,8
m. drog.	2,1	4,7	7,5	83,3	169,9	248,7
debeljak	2,3	4,9	7,7	194,2	393,0	598,1
Povprečje	2,1	4,8	7,8	109,4	224,4	335,9

Na podlagi bivariatne analize (pri paru dveh zveznih spremenljivk smo uporabili Pearsonovo korelacijsko analizo, v primeru kategorialnega značaja neodvisne spremenljivke pa smo uporabili *t* test) smo ugotavljali vpliv nabora neodvisnih spremenljivk na debelinski oziroma temeljnični prirastek zadnjih 10 let (preglednica 9). Prsni premer in tloris krošnje sta v pozitivni korelaciji z debelinskim in temeljničnim prirastkom, indeks konkurence (CI\_Hegyí\_večji) pa v negativni. Obvladano, podstojno oziroma sovladajoče drevje ima nižje prirastke kot nadvladajoče in vladajoče. Srednje dolge in dolge krošnje imajo višje prirastke od kratkih krošenj. Prav tako imajo poškodovane smreke nižje prirastke od nepoškodovanih. Prirastki so višji tudi na produktivnejših rastiščih. Nižja temeljnica sestaja pa prispeva k nižjim temeljničnim prirastkom. Drevje na ploskvah z nizko zastrtostjo ima nižje debelinske, toda višje temeljnične prirastke, kar je posledica dejstva, da so starejši (debelejši) sestoji bolj vrzelasti.

Papler N. Priraščanje smreke v odvisnosti od ravnih razmer na Jelovici in Pokljuki.  
Dipl. delo (VS). Ljubljana, Univ. v Ljubljani, BF, Odd. za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, 2014

Preglednica 9: Bivariatni odnosi med debelinskim in temeljničnim prirastkom zadnjih 10 let in neodvisnimi spremenljivkami (smreka)

Spremenljivka	Debelinski prirastek zadnjih 10 let			Temeljnični prirastek zadnjih 10 let		
	Pearsonova korelacija	<i>t</i> test	Stopnja tveganja	Pearsonova korelacija	<i>t</i> test	Stopnja tveganja
Prsni premer	0,311	-	0,000	0,807	-	0,000
Floris krošnje	0,273	-	0,000	0,721	-	0,000
CI_Hegy_i_večji	-0,427	-	0,000	-0,483	-	0,000
Obvl. in podst. drevje	-	26,409	0,000	-	17,412	0,000
Sovladajoče drevje	-	10,591	0,000	-	14,642	0,000
Srednje dolge krošnje	-	-9,816	0,000	-	-10,121	0,000
Dolge krošnje	-	-3,637	0,000	-	-10,953	0,000
Poškodovanost (binarno)	-	2,372	0,018	-	4,288	0,000
Nižja temeljnica sestaja	-	0,895	0,371	-	8,922	0,000
Nizka zastrtost	-	2,489	0,013	-	-5,168	0,000
Produktivnejše rastišče	-	-9,661	0,000	-	-6,263	0,000

V naslednjem koraku smo z multivariatno regresijsko analizo preverili, katere spremenljivke statistično značilno vplivajo na debelinski oziroma temeljnični prirastek zadnjih 10 let pri smrekovih dreves (preglednica 10). Omeniti velja, da je analiza obeh prirastkov za obdobje zadnjih 20 oziroma 30 let pokazala tako podobne rezultate kot za obdobje 10 let, da prikazujemo rezultate le slednjega obdobja. Pri debelinskem prirastku zadnjih 10 let smo z modelom pojasnili skupno 40,7 % variance ( $R^2 = 0,407$ ), pri temeljničnem za zadnjih 10 let pa kar 70,8 % ( $R^2 = 0,708$ ). Povsem pričakovano ime drevje z večjo konkurenco (CI\_Hegy\_i\_večji) nižje prirastke. Prav tako obvladano, podstojno oziroma sovladajoče drevje prirašča slabše od vladajočega in nadvladajočega. So pa prirastki večji na produktivnejših rastiščih in pa pri drevju z relativno daljšimi krošnjami. Višji prsni premer nakazuje manjše debelinske in višje temeljnične prirastke. Večji floris krošnje prispeva k večjemu temeljničnemu, ne pa tudi debelinskemu prirastku.

Papler N. Priraščanje smreke v odvisnosti od rastnih razmer na Jelovici in Pokljuki.  
Dipl. delo (VS). Ljubljana, Univ. v Ljubljani, BF, Odd. za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, 2014

Sestoji z nižjo temeljnico imajo višje debelinske prirastke. Ploskve z večjo zastrtostjo so praviloma mlajše oziroma s tanjšim drevjem, zato se je pokazalo, da ob splošni manjši zastrtosti beležimo nižje prirastke (ker gre za debelejšje oziroma starejše drevje). Tudi pri poškodovanem drevju gre za v povprečju drobnejše drevje, kar pogosto vodi k višjemu debelinskemu, ne pa tudi k višjemu temeljničnemu prirastku (ker je drevje še drobno). Pogosto beležena poškodba je bila odlomljen vrh, kar lahko indicira hitro višinsko priraščanje.

Preglednica 10: Parametri multivariatne regresijske analize za debelinski in temeljnični prirastek zadnjih 10 let (smreka)

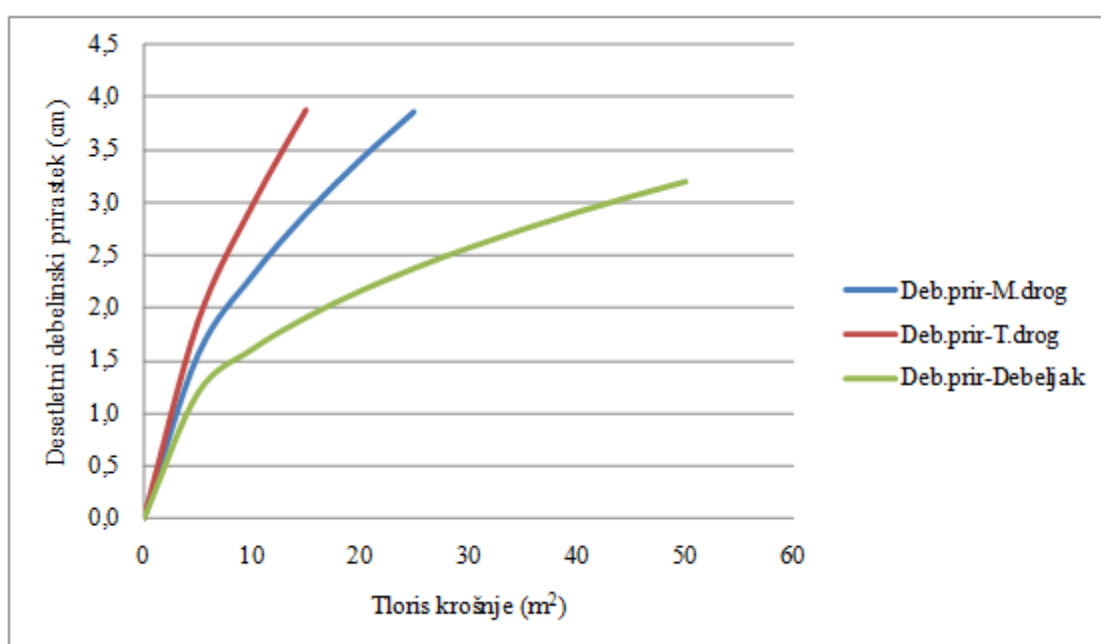
Spremenljivka	Debelinski prirastek zadnjih 10 let			Temeljnični prirastek zadnjih 10 let		
	Parameter (b)	Stopnja tveganja	Prispevek k $R^2$	Parameter (b)	Stopnja tveganja	Prispevek k $R^2$
konstanta	2,684	0,000	-	11,410	0,011	-
CI Hegyi večji	-12,076	0,000	0,182	-276,500	0,002	0,002
Obvl. in podst. drevje	-1,622	0,000	0,059	-34,758	0,000	0,022
Sovladajoče drevje	-1,072	0,000	0,098	-33,706	0,000	0,014
Produktivnejše rastišče	0,493	0,000	0,040	12,981	0,000	0,007
Srednje dolge krošnje	0,402	0,000	0,011	8,704	0,003	0,002
Nizka zastrtost	-0,282	0,000	0,009	-9,209	0,001	0,002
Nižja temeljnica sestoja	0,135	0,085	0,002	-	-	-
Poškodovanost (binarno)	0,199	0,028	0,002	-	-	-
Dolge krošnje	0,337	0,005	0,002	-	-	-
Prsni premer	-0,006	0,030	0,002	3,154	0,000	0,650
Tloris krošnje	-	-	-	1,449	0,000	0,008

Z analizo variance smo preizkusili, ali so razlike v debelinskem oziroma temeljničnem prirastku (zadnjih 10 let) med različno utesnjenimi drevesi (5-stopenjska lestvica)

Papler N. Priraščanje smreke v odvisnosti od rastnih razmer na Jelovici in Pokljuki.  
Dipl. delo (VS). Ljubljana, Univ. v Ljubljani, BF, Odd. za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, 2014

statistično značilne. Vključili smo samo smreke iz strehe sestoja (prvi trije socialni razredi). S preizkusom za nobeno razvojno fazo (niti skupaj) nismo odkrili statistično značilnih razlik.

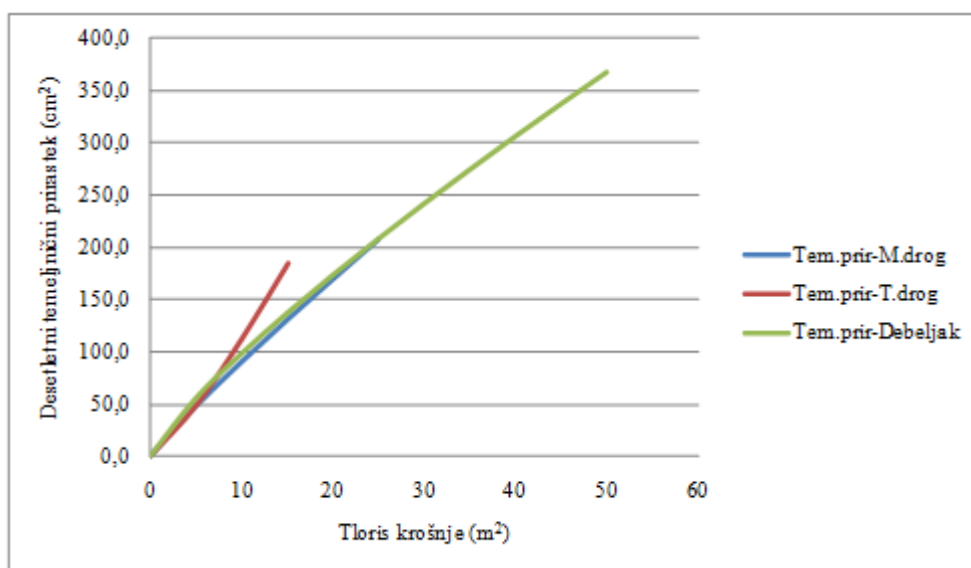
Iz slike 9 je razvidno, da je pri istem tlorisu krošnje največji debelinski prirastek v tanjših drogovnjakih (najnižja starost) in najnižji v debeljakih (najvišja starost). Pri tej razvojni fazi se tudi lepo vidi zakonitost degresivne rasti prirastka z naraščanjem tlorisa krošnje. Parametri regresijske analize so podani v prilogi A.



Slika 9: Desetletni debelinski prirastek (v cm) v odvisnosti od tlorisa krošnje (v m<sup>2</sup>) po razvojnih fazah

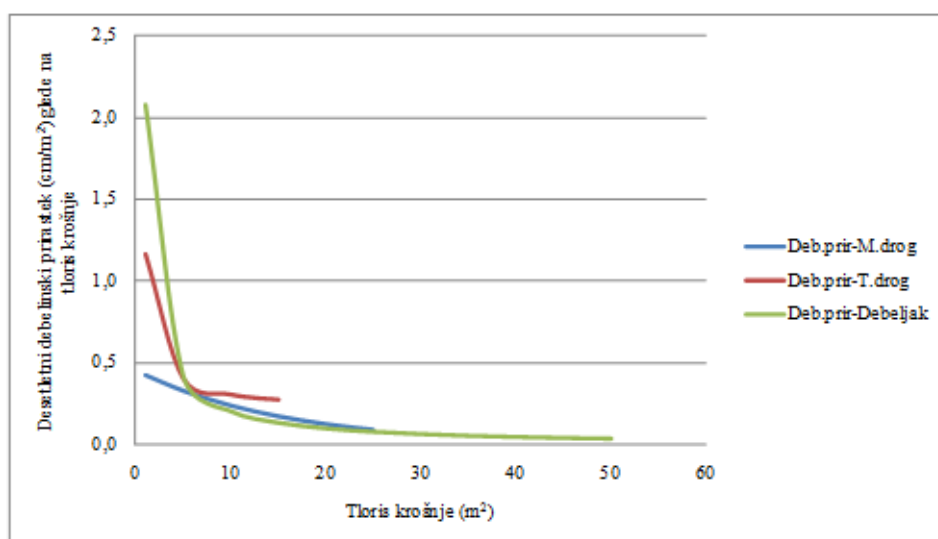
Pri temeljničnem prirastku so razlike med razvojnimi fazami znatno manjše (slika 10). Nekoliko navzgor izstopa tanjši drogovnjak, kar je posledica večjih debelinskih prirastkov ob majhnem tlorisu krošenj. Parametri regresijske analize so podani v prilogi A.

Papler N. Priraščanje smreke v odvisnosti od rasti razmer na Jelovici in Pokljuki.  
Dipl. delo (VS). Ljubljana, Univ. v Ljubljani, BF, Odd. za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, 2014



Slika 10: Desetletni temeljnični prirastek (v cm<sup>2</sup>) v odvisnosti od tlorisa krošnje (v m<sup>2</sup>) po razvojnih fazah

Pravo učinkovitost debelinskega priraščanja smreke ugotovimo, če prirastek relativiziramo s tlorisom krošnje (slika 11). Lepo se pokaže zakonitost, da z naraščanjem tlorisa krošnje, relativni prirastek upada. Parametri regresijske analize so podani v prilogi A.

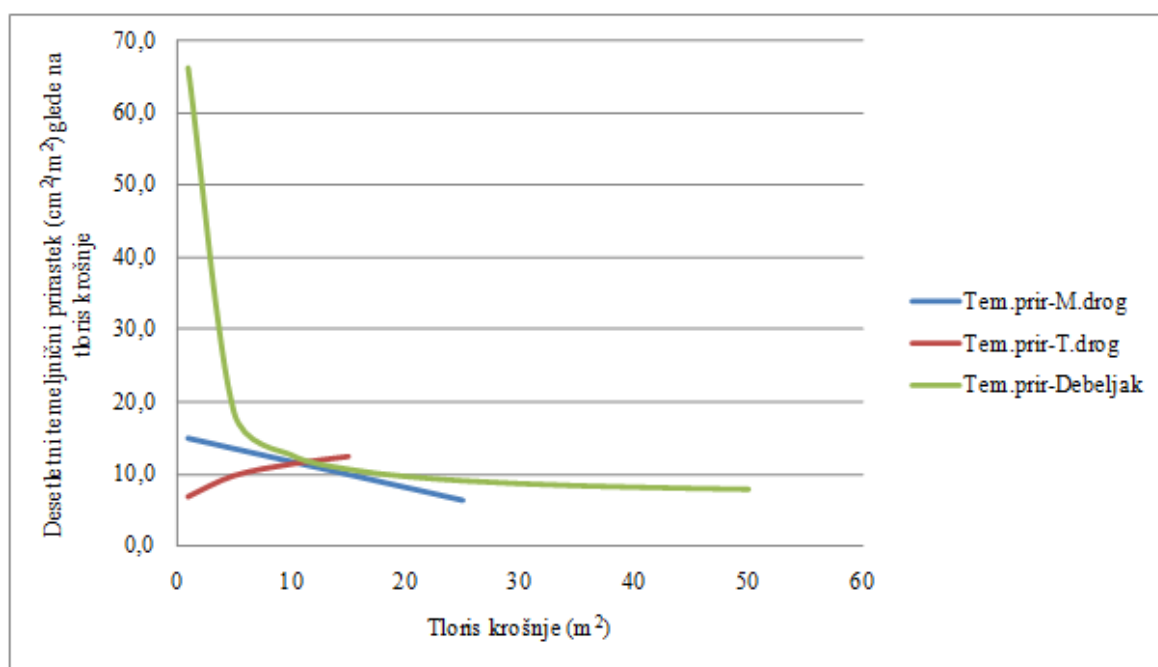


Slika 11: Desetletni debelinski prirastek glede na tloris krošnje (v cm/m<sup>2</sup>) v odvisnosti od tlorisa krošnje (v m<sup>2</sup>) po razvojnih fazah



Papler N. Priraščanje smreke v odvisnosti od rasti razmer na Jelovici in Pokljuki.  
Dipl. delo (VS). Ljubljana, Univ. v Ljubljani, BF, Odd. za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, 2014

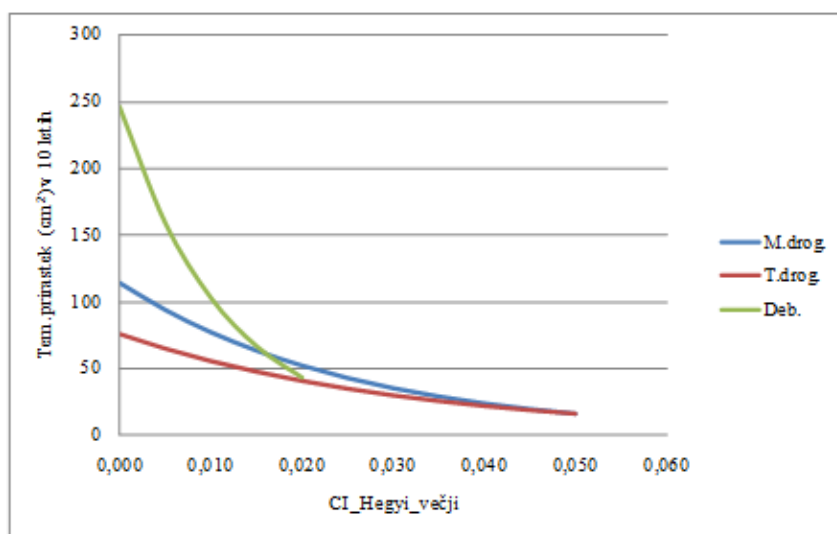
Tudi relativiziran temeljnični prirastek (temeljnični prirastek deljen s tlorisom krošnje) v starejših sestojih pada z naraščanjem tlorisa krošnje (slika 12). Je pa pri velikih tlorisih krošnje upadanje že zelo počasno. Povsem drugače je v tanjših drogovnjakih, kjer zelo velikih krošenj ni, drevje je mlado in prirastki naraščajo z velikostjo tlorisa krošnje. Je pa povezava v drogovnjakih zelo šibka (nizek  $R^2$ ). Parametri regresijske analize so podani v prilogi A.



Slika 12: Desetletni temeljnični prirastek glede na tloris krošnje (v  $\text{cm}^2/\text{m}^2$ ) v odvisnosti od tlorisa krošnje (v  $\text{m}^2$ ) po razvojnih fazah

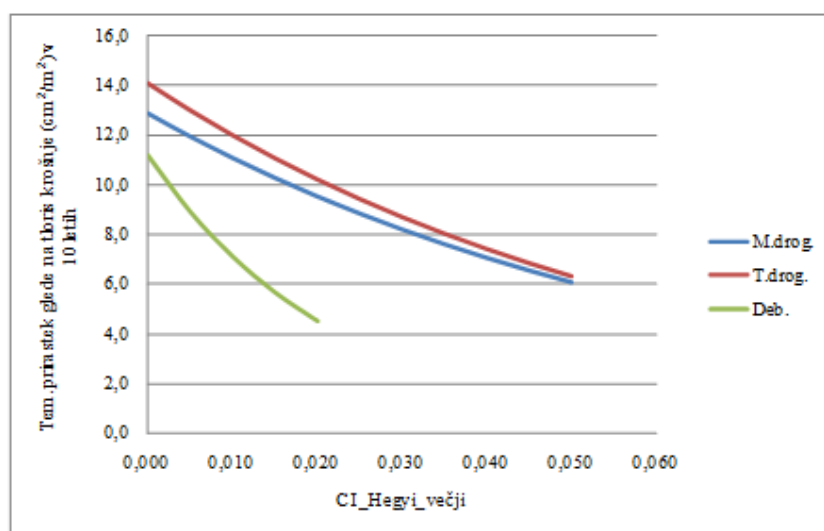
Pri temeljničnem prirastku smo proučevali tudi odvisnost od indeksa konkurence ( $CI_{\text{Hegyí}}_{\text{večji}}$ ). Presenetljivo se je pokazalo, da prirastek najmočneje s povečevanjem konkurence upade v debeljakih (slika 13). Smreka v debeljakih, ki ima šibko konkurenco, prirašča zelo dobro. Debeljaki so torej zelo odzivni na jakost konkurence. V drogovnjakih tudi pri zelo šibki konkurenci prirastki niso visoki, kar je verjetno posledica nižjih prsnih premerov. Parametri regresijske analize so podani v prilogi A.

Papler N. Priraščanje smreke v odvisnosti od ravnih razmer na Jelovici in Pokljuki.  
Dipl. delo (VS). Ljubljana, Univ. v Ljubljani, BF, Odd. za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, 2014



Slika 13: Desetletni temeljnični prirastek (v cm<sup>2</sup>) v odvisnosti od konkurence

Relativiziran temeljnični prirastek (temeljnični prirastek glede na tlorsko krošnjico) z naraščanjem konkurence zelo hitro upada v debeljakih, in dokaj hitro v drogovnjakih (slika 14). Je pa statistična odvisnost precej šibka. Parametri regresijske analize so podani v prilogi A.



Slika 14: Desetletni temeljnični prirastek glede na tlorsko krošnjico (v cm<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>) v odvisnosti od konkurence

### 3.8 PRIRAŠČANJE SESTOJEV NA PLOSKVAH

Korelacija med temeljničnim in volumenskim prirastkom je izjemno visoka ( $r = 0,997$ ,  $P = 0,000$ ). To je delno posledica tudi tega, da je volumenski prirastek izračunan preko debelinskega oziroma s pomočjo tarif, saj višinskega prirastka nismo ugotavljali. Zato v nadaljevanju prikazujemo le vplivne spremenljivke na temeljnični prirastek.

Najvišji temeljnični prirastek smo zabeležili v tanjših drogovnjakih, najnižjega pa v debeljkih (preglednica 11). Isti vrsti red je pri volumenskem priraščanju. Razlike med ploskvami so precejšnje. Ocena poseka na podlagi panjev je potrebno jemati zelo previdno, saj temelji na nezanesljivi oceni starosti panjev oziroma časa poseka.

Preglednica 11: Tekoči temeljnični in volumenski prirastek na ploskvah

Ploskev	Temeljnični prirastek zadnjih 10 let	Volumenski prirastek zadnjih 10 let – brez poseka	Ocena poseka iz panjev	Vol. prirastek skupaj- neposekana drevesa + posek
	$m^2 ha^{-1} leto^{-1}$	$m^3 ha^{-1} leto^{-1}$		
1 (d)	0,64	8,8	2,2	11,0
2 (d)	0,63	8,7	3,3	12,0
3(d)	0,71	9,9	3,5	13,4
4 (md)	1,78	22,8	5,3	28,1
5 (md)	0,98	12,9	0,0	12,9
6 (td)	1,35	16,3	3,6	19,9
7 (td)	1,23	15,2	0,0	15,2
8 (md)	0,71	9,4	1,5	10,9
9 (md)	0,74	9,8	1,5	11,3
10 (d)	0,51	7,0	4,3	11,3
11 (d)	0,69	9,5	0,0	9,5
12 (td)	0,73	9,3	10,6	19,9
13 (td)	1,32	16,6	6,4	23,0
14 (td)	1,33	16,7	4,0	20,7
15 (md)	0,93	12,0	0,0	12,0
16 (md)	0,24	3,1	0,9	4,0
17 (td)	0,93	11,6	4,3	15,9
18 (d)	0,44	6,1	0,0	6,1
t. drog.	1,1	14,3	4,8	19,1
m. drog.	0,9	11,7	1,5	13,2
debeljak	0,6	8,3	2,2	10,6

Papler N. Priraščanje smreke v odvisnosti od ravnih razmer na Jelovici in Pokljuki.  
Dipl. delo (VS). Ljubljana, Univ. v Ljubljani, BF, Odd. za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, 2014

Z bivariatnim in multivariatnim modelom smo preverjali, katere spremenljivke vplivajo na temeljnični prirastek sestojev (preglednica 12).

Z multivariatnim modelom smo skupaj pojasnili 60,7 % variance ( $R^2 = 0,607$ ). Potrdili smo vpliv le dveh spremenljivk, in sicer je temeljnični prirastek višji na produktivnejših rastiščih in v sestojih z večjo zastrtostjo.

V okviru bivariatne analize je temeljnični prirastek višji pri večji zastrtosti, na produktivnejših rastiščih in pri višjem deležu smreke. Nižji je pa v starejših sestojih. Zanimivo, da temeljnica ni vplivala na prirastek.

Preglednica 12: Parametri regresijske in korelacijske analize za temeljnični prirastek sestoja

Spremenljivka	Multivariatna regresijska analiza			Bivariatna analiza (Pearsonova korelacija)	
	Parameter (b)	Stopnja tveganja	Prispevek k $R^2$	Korelacijski koef.	Stopnja tveganja
Konstanta	-12,340	0,032	-	-	-
Zastrtost	8,768	0,015	0,437	0,661	0,003
SI <sub>100</sub>	0,473	0,022	0,170	0,642	0,004
Temeljnica (m <sup>2</sup> /ha)		ni znač.		-0,017	0,946
Starost		ni znač.		-0,619	0,006
Delež smreke v tem.		ni znač.		0,475	0,046
Naklon		ni znač.		0,318	0,199
Skalovitost		ni znač.		-0,055	0,830
Osojna lega		ni znač.		$t = 1,020^*$	0,323

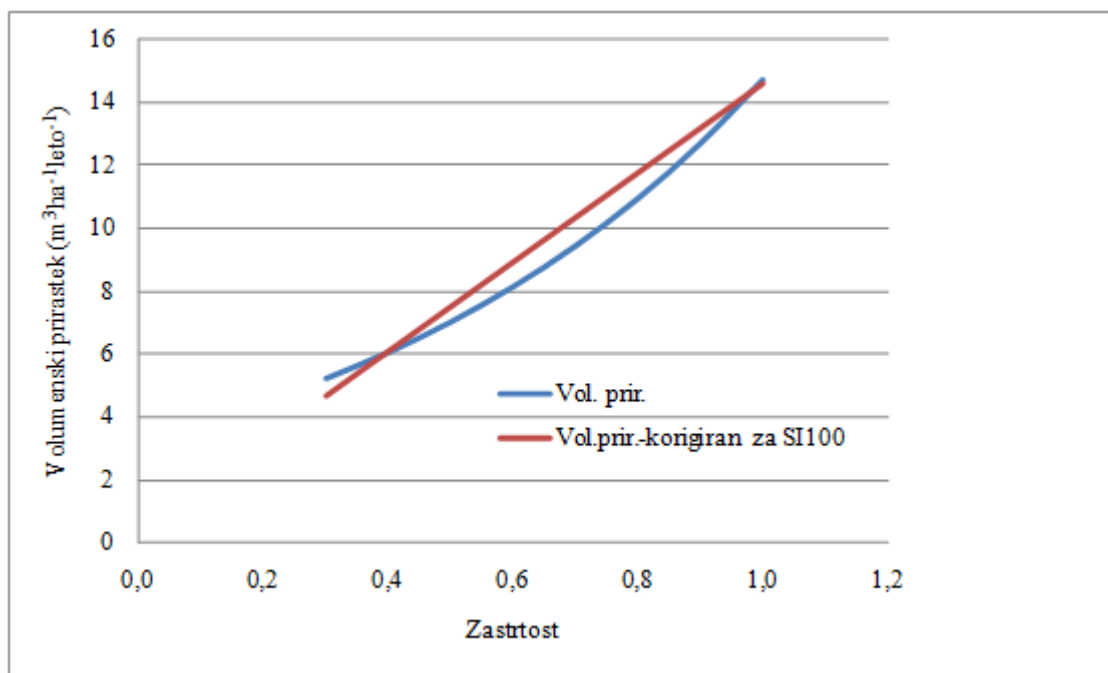
\*- pri binarni spremenljivki osojna lega smo izvedli  $t$  test

Če smo z regresijsko analizo predhodno odstranili vpliv starosti in SI<sub>100</sub> na volumenski prirastek in nato preverjali odvisnost ostankov volumenskega prirastka od zastrtosti, smo ugotovili dokaj tesno in značilno povezavo ( $R^2 = 0,452$ ,  $P = 0,003$ ).

V ilustracijo prikazujemo odvisnost volumenskega prirastka sestojev od zastrtosti (slika 15). Na vsem razponu zastrtosti prirastek upada, če odstranimo vpliv produktivnosti rastišč, je upadanje povsem linearno. Parametri regresijske analize so podani v prilogi A.

Papler N. Priraščanje smreke v odvisnosti od rastnih razmer na Jelovici in Pokljuki.  
Dipl. delo (VS). Ljubljana, Univ. v Ljubljani, BF, Odd. za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, 2014

Če smo analizirali odvisnost volumenskega prirastka od zastrtosti po razvojnih fazah, se je pokazalo, da je zveza značilna v debeljakih ( $R^2 = 0,894$ ,  $P = 0,004$ ) in močnejših drogovnjakih ( $R^2 = 0,751$ ,  $P = 0,025$ ), v tanjših drogovnjakih pa ne.



Slika 15: Volumenski prirastek sestoja ( $m^3ha^{-1}leto^{-1}$ ) v odvisnosti od zastrtosti (v primeru rdeče krivulje je odstranjen vpliv  $SI_{100}$ )

S parcialno korelacijo smo ugotavljali povezavo med zastrtostjo in volumenskim prirastkom (kovariati  $SI_{100}$  in starost ploskve). Parcialni korelacijski koeficient je znašal 0,511 ( $P = 0,043$ ).

### 3.9 INDEKSI KONKURENCE

Pri preizkusu, s katerim indeks konkurence najbolj korelirata debelinski in temeljnični prirastek zadnjih 10 let, smo ugotovili, da je to  $CI\_Hegy\_i$  večji v primeru debelinskega in  $CI\_vsota$  vseh temeljnic v primeru temeljničnega prirastka (preglednica 13). Ker pa je slednji v izredno tesni povezavi s prsnim premerom dreves, prsni premer pa s temeljničnim

Papler N. Priraščanje smreke v odvisnosti od rastnih razmer na Jelovici in Pokljuki.  
Dipl. delo (VS). Ljubljana, Univ. v Ljubljani, BF, Odd. za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, 2014

prirastkom (problem multikolinearnosti), smo prišli do sklepa, da je najprimernejši indeks konkurence tudi za temeljnični prirastek CI\_Hegy\_i\_večji.

Preglednica 13: Pearsonova korelacija med indeksi konkurence (CI) in debelinskim oziroma temeljničnim prirastkom zadnjih 10 let (smreka)

Indeks konkurence	Debelinski prirastek zadnjih 10 let		Temeljnični prirastek zadnjih 10 let	
	Korelacijski koef.	Stopnja tveganja	Korelacijski koef.	Stopnja tveganja
CI_vsota vseh temeljnic	0,090	0,001	0,526	0,000
CI_Hegy_i_vsi	-0,273	0,000	-0,445	0,000
CI_vse temeljnice z razdaljo	-0,012	0,659	0,249	0,000
CI_vsota večjih temeljnic	-0,112	0,000	0,148	0,000
CI_Hegy_i_večji	-0,427	0,000	-0,483	0,000
CI_večje temeljnice z razdaljo	-0,276	0,000	-0,134	0,000

## 4 RAZPRAVA

Pri gospodarjenju s smrekovimi sestoji je potrebno razlikovati med rastišči, kjer se smreka vsaj deloma naravno pojavlja in rastišči, kjer je smreka povsem umetno pogojena. Za smrekove sestose, zlasti takšne kot smo jih obravnavali v tej nalogi (enomerne in monospecifične), velja, da je riziko sanitarnih sečenj velik. Kar pomeni, da moramo vse ukrepanje še toliko skrbneje pretehtati. V sestojih z večjim tveganjem motenj stabilnost pridobi na pomenu, pomen kakovosti lesa pa je relativno zmanjšan. Tega se moramo pri načrtovanju in izvedbi redčenj zavedati.

V naši raziskavi smo ugotovili, da je izmed preizkušanih indeksov konkurence najprimernejši Hegyijev (1974), in sicer v varianti, ki upošteva le debelejšje konkurente. Drašler (1987) je ugotovil, da s temeljničnim prirastkom smreke najtesneje korelira kar indeks konkurence, ki temelji zgolj na prsnem premeru opazovanih dreves, šele nato je sledil Hegyijev indeks. Korelacija med prsnim premerom in temeljničnim prirastkom najbrž ne indicira konkurenčnih razmer, ampak v pretežni meri temelji na računski povezavi med parametroma. Temeljnični prirastek je namreč v veliki meri pogojen z debelino dreveso, ne glede na debelinsko priraščanje obdobja, ki ga opazujemo.

Da bi preizkusili še bolj celostno, kaj vpliva na debelinski ali temeljnični prirastek smrek na Jelovici in Pokljuki, bi veljalo meriti še višino dreves (Gašperšič in sod., 2006) in določiti koordinate vsem drevesom na ploskvi in v robnem pasu, da se lahko določi vpliven radij na opazovana drevesa (Kobal, 2011).

Drašler (1987) je ugotovil, da na velikost temeljničnega prirastka dolžina krošnje pri smreki ne vpliva. To je pojasnjeval z visoko gostoto sestojev, v katerih so zato dovolj osvetljeni le vrhovi krošenj. V naši raziskavi smo potrdili vpliv (relativne) dolžine krošnje na debelinski in temeljnični prirastek. Je pa res, da smo analizirali smrekove sestose na znatno višjih nadmorskih višinah kot Drašler (1987), kjer so drevesa pogosteje ozkokrošnjata in s tem omogočajo osvetlitev tudi nižjih delov debel. Do podobnega

Papler N. Priraščanje smreke v odvisnosti od rastnih razmer na Jelovici in Pokljuki.  
Dipl. delo (VS). Ljubljana, Univ. v Ljubljani, BF, Odd. za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, 2014

---

rezultata kot Drašler (1987) sta prišla Čarman in Smrekar (2007), ki sta ugotovila, da na debelinski prirastek smreke (Sorško polje) vpliva le površina sončne krošnje.

Kotar (1980) je za smreko na njenih naravnih rastiščih ugotovil, da so razlike v širinah branik med drevesi, ki imajo popolnoma sproščeno krošnjo, in drevesi z zmerno utesnjeno krošnjo, majhne. Tudi v naši raziskavi nismo ugotovili statistično značilnih razlik med različno utesnjenimi smrekami iz strehe sestoja v debelinskem prirastku.

Najmočneje priraščajo smreke iz prevladujočega in vladajočega sloja (Kotar, 1980), kar se povsem sklada z našimi rezultati.

Nadalje je Kotar (1980) ugotovil, da je velikost tekočega prirastka odvisna od starosti sestoja, rastišča in višine lesne zaloge. Tudi mi smo potrdili vpliv starosti in rastišča ( $SI_{100}$ ) na prirastek. Tako Kotarjeva (1980) kot naša raziskava sta pokazali na upad volumenskega prirastka v primeru močnejših redčenj oziroma zmanjšanja zastrtosti sestoja. Tudi na Norveškem se je pokazalo, da se volumenska rast zmanjšuje skorajda linearno z gostoto sestojev (Gizachew in Brunner, 2011). Odnos med gostoto in rastjo ni pomembno variiral glede na rastiščni indeks, starost sestojev in med redčenimi in neredčenimi sestoji (ibid.).

V naši nalogi se je pokazalo, da se na jakost konkurence najbolj odzivajo smreke iz debeljakov. To se sklada z ugotovitvijo, da se učinkovitost rabe svetlobe povečuje z naraščanjem dimenzij drevja (Gspaltl in sod., 2013).

Zaradi le okvirne določitve tarif so rezultati, ki prikazujejo volumenski prirastek na ploskvah, lahko do določene mere netočni. Ocenjujemo, da napaka pri volumnu ni večja od 5-10 %.

Tudi pri vrednostih rastičnih indeksov je potrebna previdnost, saj smo analizirali na vsaki ploskvi 5 dominantnih smrek, ki niso bile nujno najdebelejše. Ker smo imeli po razvojnih fazah različno velike ploskve, pomeni, da je »teža« petih smrek različna. V tanjših drogovnjakih pride 1,25 smreke na ar, v močnejših drogovnjakih 0,56 smreke na ar in v



Papler N. Priraščanje smreke v odvisnosti od rastnih razmer na Jelovici in Pokljuki.  
Dipl. delo (VS). Ljubljana, Univ. v Ljubljani, BF, Odd. za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, 2014

---

debeljakih 0,31 smreke na ar. Uveljavljena metoda pa predvideva 1 smreko na ar (Kotar, 2005).

Pomembno sporočilo, ki izhaja iz rezultatov, je, da se tudi odrasla smreka (debeljaki) odziva na redčenje s povečanim prirastkom, vendar pa ta individualni dvig prirastka ne odtehta zmanjšanja priraščanja na sestojni ravni.

Na sestojni ravni dosegamo najvišje volumenske prirastke v sestojih z visoko zastrtostjo oziroma polnim sklepom. Glede na to, da na trgu smrekovine praviloma sploh ne razlikujejo različnih kakovostnih razredov hlodovine, se zastavlja vprašanje o smiselnosti redčenj z vidika povečevanja kakovosti izbrancev. Seveda pa imajo lahko redčenja druge cilje, kot so krepitev stabilnosti sestojev ali izkoriščanje drevesne mase zaostajajočih oziroma odmirajočih dreves oziroma ustvarjanje predčasnih donosov (nizko redčenje).

## 5 SKLEPI

Pri preverjanju hipotez smo prišli do naslednjih zaključkov.

1. Prvo hipotezo lahko potrdimo. Za nobeno razvojno fazo, niti za vse smreke skupaj iz strehe sestaja nismo ugotovili razlik v debelinskem prirastku med različno utesnjenimi smrekami.
2. Drugo hipotezo zavrnemo. Ugotovili smo namreč, da se s starostjo odzivnost temeljničnega prirastka glede na jakost konkurence celo povečuje.
3. Tretjo hipotezo zavrnemo, saj smo ugotovili, da tekoči volumenski prirastek sestojev upada linearno glede na sklep sestaja.

## 6 POVZETEK

V raziskavi smo analizirali temeljnični in debelinski prirastek smreke (*Picea abies*) na območju Jelovice in Pokljuke. In sicer glede na starost, utesnjenost krošnje in nenazadnje rastne razmere. V ta namen je bilo postavljenih 18 raziskovalnih ploskva (12 na Jelovici, 6 na Pokljuki), na katerih smo pri vsakem izmed preučevanih dreves ocenili socialni razred, velikost krošnje, obdanost krošnje, in relativno dolžino krošnje. Ocenjena je bila tudi poškodovanost drevja. Izmerili pa smo prsni premer drevesa, razdalje do sosedov, s katerimi posamezno drevo meji v krošnji in tloris krošnje, v štirih nebesnih smereh. Popisali smo tudi osnovne podatke o ploskvi: lokalno ime, GPS koordinate, ekspozicijo, povprečen naklon v stopinjah, skalovitost in opis reliefa. Zapisali smo tudi razvojno fazo sestoja. Za samo proučevanje je bil vsakemu izmed dreves na ploskvi odvzet izvrtak in sicer za zadnjih 30 let, 5 dominantnim drevesom na vsaki ploskvi, za katere ni nujno, da so bila najdebelejša, pa je bil vzeti izvrtak do samega stržena.

Kasneje smo vse podatke analizirali in ugotovili, da med razvojnimi fazami pri debelinskem prirastku ni pomembnih razlik. Zaradi različno debelega drevja pa so bile razlike v temeljničnem prirastku kar precejšnje. Prsni premer in tloris krošnje sta v pozitivni korelaciji s temeljničnim in debelinskim prirastkom. Drevje na ploskvah z nizko zastrtostjo višje temeljnične prirastke, predvsem zaradi tega, ker so starejši sestoji bolj vrzelasti. Prav tako je imelo poškodovano drevje manjši prirastek od nepoškodovanega.

Pomembno sporočilo, ki izhaja iz rezultatov, je, da se tudi odrasla smreka (debeljaki) odziva na redčenje s povečanim prirastkom.

## 7 VIRI

- Assmann, E. 1961. *Waldetragskunde*. München, Bonn, Wien, BLV Verlagsgesellschaft, 492 str.
- Brus, R. 2008. *Dendrologija za gozdarje: (univerzitetni učbenik)*. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 408 str.
- Čarman, R., Smrekar, A. 2007. Določanje velikosti in oblike krošnje s pomočjo krošnjemera: diplomsko delo. (Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire). Ljubljana, samozal.: 55 str.
- Čokl, M. 1965. Rast zelene duglazije v Sloveniji. *Zbornik gozdarstva in lesarstva*, 4: 139-187
- Drašler, A. 1987. Osnovni prirastoslovni kazalci smrekovih gozdov na rastiščih jelovja s praprotni in predalpskega gozda gradna in belega gabra: diplomsko delo. (Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire). Ljubljana, samozal.: 38 str.
- Gašperšič, B., Kadunc, A., Kotar, M. 2006. Vpliv velikosti krošnje na debelinski prirastek pri divji češnji (*Prunus avium* L.). *Gozdarski vestnik*, 64, 1: 3-13
- Gizachew, B., Brunner, A. 2011. Density-growth relationships in thinned and unthinned Norway spruce and Scots pine stands in Norway. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 26: 543-554
- Gspatl, M., Bauerle, W., Binkley, D., Sterba, H. 2013. Leaf area and light use efficiency patterns of Norway spruce under different thinning regimes and age classes. *Forest Ecology and Management*, 288: 49-59
- Halaj, J., Grék, J., Pánek, F., Petráš, R., Řehák, J. 1987. Rastové tabuľky hlavných drevín ČSSR. Bratislava, *Príroda*: 361 str.
- Hegyí, F. 1974. A simulation model for managing jack-pine stands. V: *Proceedings, Growth Models for Tree and Stand Simulation*, IUFRO S4.01-4. Fries, J. (ed.). Stockholm, Department of Forest Yield, Royal College of Forestry: 74-87

Papler N. Priraščanje smreke v odvisnosti od rastnih razmer na Jelovici in Pokljuki.  
Dipl. delo (VS). Ljubljana, Univ. v Ljubljani, BF, Odd. za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, 2014

---

- 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. 1980. Rast smreke (*Picea abies* (L.) Karst) na njenih naravnih rastiščih v Sloveniji. (Strokovna in znanstvena dela, 67). Ljubljana, Inštitut za gozdno in lesno gospodarstvo: 250 str.
- Kotar, M. (ur.) 2003. Gozdarski priročnik. Sedma izdaja. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 414 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.
- 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.
- Digitalna karta gozdnih združb za Jelovico in Pokljuko. 2014. Bled, Zavod za gozdove, Območna enota Bled.

Papler N. Priraščanje smreke v odvisnosti od rasti razmer na Jelovici in Pokljuki.  
Dipl. delo (VS). Ljubljana, Univ. v Ljubljani, BF, Odd. za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, 2014

## PRILOGA

Priloga A: Parametri regresijske analize

Slika	Krivulja	Odv. spremenljivka	Neod. spremenljivka	Enačba	R <sup>2</sup>	P
9	močn. drog.	deb. prir. zadnjih 10 let	tloris krošnje	$0,622 \times X^{0,566}$	0,188	0,000
9	tanj. drog.	deb. prir. zadnjih 10 let	tloris krošnje	$0,640 \times X^{0,665}$	0,243	0,000
9	debeljak	deb. prir. zadnjih 10 let	tloris krošnje	$0,596 \times X^{0,429}$	0,183	0,000
10	močn. drog.	tem. prir. zadnjih 10 let	tloris krošnje	$11,107 \times X^{0,910}$	0,305	0,000
10	tanj. drog.	tem. prir. zadnjih 10 let	tloris krošnje	$6,887 \times X^{1,215}$	0,430	0,000
10	debeljak	tem. prir. zadnjih 10 let	tloris krošnje	$14,811 \times X^{0,821}$	0,362	0,000
11	močn. drog.	deb. prir. zadnjih 10 let glede na tloris kr.	tloris krošnje	$0,452 \times 0,938^X$	0,134	0,000
11	tanj. drog.	deb. prir. zadnjih 10 let glede na tloris kr.	tloris krošnje	$0,208 \times (0,958/X)$	0,220	0,000
11	debeljak	deb. prir. zadnjih 10 let glede na tloris kr.	tloris krošnje	$0,001 \times (2,079/X)$	0,673	0,000
12	močn. drog.	tem. prir. zadnjih 10 let glede na tloris kr.	tloris krošnje	$15,342 - 0,357 \times X$	0,027	0,000
12	tanj. drog.	tem. prir. zadnjih 10 let glede na tloris kr.	tloris krošnje	$6,887 \times X^{0,215}$	0,023	0,000
12	debeljak	tem. prir. zadnjih 10 let glede na tloris kr.	tloris krošnje	$6,711 + (59,534/X)$	0,208	0,000
13	močn. drog.	tem. prir. zadnjih 10 let	CI_Hegyí_večji	$113,599 \times 0,000^X$	0,274	0,000
13	tanj. drog.	tem. prir. zadnjih 10 let	CI_Hegyí_večji	$76,273 \times 0,000^X$	0,342	0,000
13	debeljak	tem. prir. zadnjih 10 let	CI_Hegyí_večji	$245,875 \times 0,000^X$	0,366	0,000

se nadaljuje

Papler N. Priraščanje smreke v odvisnosti od ravnih razmer na Jelovici in Pokljuki.  
 Dipl. delo (VS). Ljubljana, Univ. v Ljubljani, BF, Odd. za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, 2014

nadaljevanje preglednice Priloga A.: Parametri regresijske analize

Slika	Krivulja	Odv. spremenljivka	Neod. spremenljivka	Enačba	R <sup>2</sup>	P
14	močn. drog.	tem. prir. zadnjih 10 let glede na tloris kr.	CI_Hegyi_večji	$12,911 \times 0,000^X$	0,045	0,000
14	tanj. drog.	tem. prir. zadnjih 10 let glede na tloris kr.	CI_Hegyi_večji	$14,107 \times 0,000^X$	0,128	0,000
14	debeljak	tem. prir. zadnjih 10 let glede na tloris kr.	CI_Hegyi_večji	$11,221 \times 0,000^X$	0,105	0,000
15	volumenski prirastek	volumenski prirastek	zastrtost	$3,345 \times (4,400^X)$	0,487	0,001
15	volumenski prirastek korigiran za SI <sub>100</sub>	volumenski prirastek korigiran za SI <sub>100</sub>	zastrtost	$11,190 + 1,040 \times (-10,372 + 13,643 \times X)$	0,613	0,000

## ZAHVALA

Za pomoč in strokovno vodstvo pri izdelavi diplomskega dela se zahvaljujem doc. dr. Alešu Kaduncu. Prav tako se zahvaljujem za skrben pregled prof. dr. Andreju Bončini.

Zahvaliti se moram tudi Janezu Štravsu in Mitji Žnidarju katera sta pomagala pri obdelovanju podatkov v programu WinDENDRO.

Hvala tudi Luki Debelaku in vsem ostalim kateri ste mi pomagali pri samem terenskem delu, katerega nebi mogel opraviti sam.

Nenazadnje pa se moram zahvaliti tudi vsem domačim za podporo in pomoč.



