

## Učinek izbiralnih redčenj na različne sestojne parametre umetno osnovanega smrekovega gozda na rastišču predalpskega jelovo-bukovega gozda

Jurij DIACI\*

### Izvleček

Diaci, J.: Učinek izbiralnih redčenj na različne sestojne parametre umetno osnovanega smrekovega gozda na rastišču predalpskega jelovo-bukovega gozda. *Gozdarski vestnik*, št. 2/1992. V slovenščini s povzetkom v angleščini, cit. lit. 17.

Sestavek obravnava rezultate analize različno negovanih smrekovih nasadov na zelo produktivnem rastišču. Parametri sestojev so bili ugotovljeni s kontrolno metodo. Podana je ocena optimalne krivulje temeljnic. Posebna pozornost je posvečena mehanski stabilnosti sestojev.

**Ključne besede:** smrekov nasad, redčenje, prirastek, mehanska stabilnost sestojev.

### Synopsis

Diaci, J.: The Effect of Selective Thinnings in Different Forest Stand Parameters of an Artificially Founded Norway Spruce Forest on the Abieti-Fagetum Præalpinum Natural Site. *Gozdarski vestnik*, No. 2/1992. In Slovene with a summary in English, lit. quot. 17.

The article deals with the analysis results of differently tended Norway spruce tree plantations in a highly productive natural site. Natural stand parameters were established by means of a control method. The estimation of the optimal basal area curve is given. Mechanical stability of forest stands is paid great attention to.

**Key words:** Norway spruce tree plantation, thinning, forestry planning, increment, mechanical stability of forest stands.

### 1. UVOD

Snovanje trajnih raziskovalnih ploskev je nujen pripomoček za intenzivno gospodarjenje z gozdovi. S ploskvami spremljamo kazalce razvoja in rasti gozdnih sestojev, kot so: višina in struktura lesne zaloge, njena prostorska porazdelitev, zdravstveno stanje, kakovost drevja, prirastni potencial, učinke gozdnogojitvenih posegov, težnje razvoja sestojev... Tako zbrane informacije v daljšem časovnem obdobju so uporabne na vseh področjih gozdarske dejavnosti, še posebno pri gojenju in gozdnogospodarskem načrtovanju, ki bi se tako naslonila na domače znanje.

Večina naših gozdov ima precej porušeno naravno sestavo drevesnih vrst, veliko pa je tudi umetno osnovanih smrekovih sestojev na rastiščih drugih drevesnih vrst. Ti sestoji so vsestransko manj stabilni od naravnih, saj jih ogrožajo dejavniki biotske

(gradacije lubadarja, rdeča trohnoča...) in abiotske narave (snegolomi, vetroolomi, žledolomi...). Poleg tega imajo negativen vpliv na stabilnost ter kakovost ekosistema in okolja. V takšnih sestojih mora biti gojitveno ukrepanje dobro premišljeno in temeljiti na izkušnjah, pot spreminjanja umetnih sestojev nazaj v naravne pa mora biti počasna. Zato je potrebno spremljati učinke različnih gojitvenih ukrepanj s trajnimi raziskovalnimi ploskvami tudi v umetno osnovanih sestojih. Izsledki so nam v veliko pomoč pri izbiri optimalnih gojitvenih strategij.

### 2. OPREDELITEV PROBLEMA

Namen raziskave je ovrednotiti učinek izbiralnih redčenj različnih jakosti na različne sestojne parametre umetno osnovanega smrekovega gozda na rastišču bukve in jelke (*Abieti-Fagetum praealpinum acetosum*).

Z izbiralnimi redčenjem pospešujemo in razvijamo pozitivne lastnosti posameznih

\* J. D., dipl. inž. gozd., Gozdno gospodarstvo Nazarje, 63331 Nazarje, Slovenija

osebkov v sestoju na ta način, da jim odstranimo enega ali več konkurentov, odvisno od jakosti redčenj (MLINŠEK 1968).

Pravilno izbrani nosilci funkcij reagirajo na povečan rasti prostor in dotok svetlobe s krepitvijo splošne kondicije in z večjimi prirastki. Podoben, vendar manjši vpliv ima izbiralno redčenje tudi na druga drevesa v sestoju.

Z raziskavo smo skušali odgovoriti na naslednja vprašanja:

1. Kakšen je vpliv jakosti izbiralnega redčenja na razvoj sestojnih parametrov, še posebej stabilnosti?

2. Kakšne so reakcije nosilcev funkcij v sestoju?

3. Kakšne so značilne vrednosti zarasti (naravne, optimalne in kritične zarasti)?

Rezultati analize so prikazani v dveh delih, in sicer: kot učinki redčenj različnih jakosti na ves sestoj in kot učinki izbiralnih redčenj različnih jakosti na nosilce funkcij.

### 3. RAZISKOVALNI OBJEKT

Raziskovalne ploskve ležijo na severozahodnem pobočju Krašice (GG Nazarje), na nadmorski višini od 900–930 m. Zasnovane so v enodobnem smrekovem gozdu, ki je nastal z umetno obnovo po goloseku jelovo-bukovega gozda na večji površini leta 1952. Gostota sadnje je bila ca. 8000 sadik na hektar. Geološka podlaga je apnenec, talni tip so srednje globoka in srednje vlažna pokarbonatna rjava tla. Rastišče spada v asociacijo *Abieti-Fagetum praealpinum aceretosum* (M. Warber 1964).

Po saditvi smreke so izvajali še nego mladja (žetev) in nego gošče (čiščenje). Nato pa do leta 1983 ni bilo nobenih gojitvenih ukrepov več. Takrat sta bili izločeni dve trajni raziskovalni ploskvi velikosti 0.5 ha. Tretjo – kontrolno ploskev smo izločili v letu 1990. Zaradi neugodne konfiguracije terena in že opravljenih gojitvenih del v okolici obsega samo 0.188 ha nenegovanega gozda. Ploskve ležijo ena ob drugi, s čimer je v znatni meri zagotovljena homogenost rastišč.

Sestoj je večkrat poškodovan snegolom, tako da je mreža nosilcev funkcij deloma porušena. Najmočnejši je bil leta 1980 (pred redčenjem).

### 4. METODOLOGIJA DELA

Spomladi leta 1983 je bilo na ploskvah ugotovljeno ničelno stanje kot izhodišče za nadaljnje raziskave. Izmerjena je bila površina ploskev, vsa drevesa so bila oštevilčena in na njih je bila označena prsna višina. V tej višini je bil izmerjen premer s plastičnim  $\pi$ -trakom na mm natančno. Uporaba  $\pi$ -traku je upravičena, ker je pri manj eliptičnih temeljnicah izračun temeljnice s premerom, izračunan iz obsega drevesa, teoretično natančnejši, kljub sistematični pozitivni napaki v primerjavi z meritvijo najmanjšega in največjega premera drevesa s klupo in uporabo formule za elipso  $g = 1/4 \cdot \pi \cdot D \cdot d$  (ASSMANN 1961). Poleg prsnega premera so določili še drevesno vrsto in s sistematičnim vzorcem ocenili srednjo višino sestoja.

Na obeh ploskvah so izbrali nosilce funkcij in konkurente. Nato so izbiralno redčili z različno jakostjo. Na raziskovalni ploskvi KRAŠICA 1 z jakostjo 25.6% (v nadaljevanju analize je označena kot sestoj A) in na ploskvi KRAŠICA 2 z jakostjo 9.8% (v nadaljevanju analize je označena kot sestoj B). Jakost redčenja je podana kot razmerje med seštevkom temeljnic posekanih dreves in prvotno temeljnico sestoja.

Meritve smo ponovili v februarju leta 1990. Uporabili smo enake metode kot pri prejšnjih meritvah. Za oceno srednje in zgornje višine sestoja smo uporabili sistematični vzorec.

Pozno jeseni leta 1990 smo izločili še tretjo (kontrolno) ploskev. Pri meritvah smo uporabili enako metodologijo kot pri prvih dveh ploskvah. Zaradi primerljivosti rezultatov med ploskvami smo ocenili debelinski prirastek dreves s sistematičnim vzorcem (redukcija meritev na leto 1983 in 1990). Drevesa smo povrtali izmenično glede na glavne strani neba. Sestoj je nenegovan. V nadaljevanju analize je označen kot sestoj C.

V obeh negovanih sestojih smo ocenili tudi nekatere kakovostne znake nosilcev funkcij.

Za oceno združbenih razmer se za prirastoslovne namene največ uporablja petstopenjska ASSMANN-ova klasifikacija, ki jo je delno prevzel po KRAFTU in smo jo zato uporabili pri naši raziskavi.

## A. ZDRUŽBENE RAZMERE

1. nadvladajoča drevesa
2. vladajoča drevesa
3. sovladajoča drevesa
4. obvladana drevesa
5. potisnjena drevesa

Za oceno velikosti in utesnjenosti krošenj pa smo uporabili klasifikacijo za raziskovalne ploskve (KOTAR 1982).

## B. KAKOVOST KROŠNJE

1. nenormalno široka, vsestransko enakomerno razvita in gosto olistana krošnja
2. normalno široka, skoraj enakomerno razvita, precej gosto olistana krošnja
3. srednje široka, neenakomerno razvita ali manj gosto olistana krošnja
4. ozka, močno deformirana in zelo redko olistana krošnja
5. zelo ozka, propadajoča in zelo redko olistana krošnja.

## C. UTESNJENOST KROŠNJE

1. vsestransko prosta krošnja, krošnja ni nikjer v dotiku s krošnjami sosednjih dreves
2. krošnja se dotika na eni strani s krošnjo ali krošnjami sosednjih dreves
3. krošnja je utesnjena z dveh strani
4. krošnja je utesnjena s treh strani
5. krošnja je utesnjena z vseh štirih strani ali pa je zastrta od zgoraj

### 4.1. Izračun višine lesne zaloge

Višina lesne zaloge leta 1983 in leta 1990 je izračunana kot vsota volumnov posameznih dreves. Ti pa so izračunani prek dvovhodnih deblovnice (BAUER 1898). Kot vhod v deblovnice so nam služile višine, izračunane iz višinske krivulje, in merjeni prsni premer. Volumen v odvisnosti od prsnega premera in višine je podan s funkcijo naslednje oblike:

$$V = a_0 \cdot h^{b_1} \cdot d^{b_2} \cdot e^{(b_3 \cdot h \cdot d + b_4 \cdot d^2 + b_5 \cdot h^2 + b_6 \cdot h)} \quad (1)$$

$h$  = višina drevesa v m

$d$  = prsni premer drevesa v cm

$e$  = osnova naravnega logaritma

Vrednost parametrov funkcije za smreko:

$$a_0 = 0,00001759$$

$$b_1 = 1.30779093$$

$$b_2 = 2.0305658$$

$$b_3 = -0.00006776$$

$$b_4 = -0.00004057$$

$$b_5 = -0.00061408$$

$$b_6 = -0.00001019$$

Ker so za izračun volumna uporabljene prilagojene višine, ki so obremenjene z vzorčno napako, so volumni, volumenski prirastki in lesne zaloge samo ocene za dejanske vrednosti v populaciji. Zato smo v analizi učinkov redčenj uporabljali predvsem temeljnico in premer ter njuna prirastka.

Za izračun lesne zaloge sestojja C leta 1983, prek dvovhodnih deblovnice, smo uporabili združeno višinsko krivuljo sestojev A in B iz leta 1983 (sestojja še nista bila redčena) in premere, izmerjene leta 1990 in reducirane za osem rastnih period. Uporaba višinske krivulje je upravičena, saj z analizo kovariance nismo odkrili razlik v odvisnosti višin od premera leta 1983 med sestojema. ( $F = 2,33$ , znač. = 0,00).

## 5. UČINKI REDČENJ

### 5.1. Drevesna sestava

Iz preglednice 1 je razvidno, da prevladuje v vseh sestojih smreka. V obdobju med meritvama se je v sestojih zmanjšal delež jelke; bukev in ostali listavci so delež povečali. Sprememba v drevesni sestavi je deloma posledica redčenja, deloma pa različne mortalitete drevesnih vrst.

Zanimivo je, da zavzemajo, kljub umetni obnovi s smreko in nenegovanosti sestojev (sadnja ca. 8000 sadik/ha), druge drevesne vrste delež do 10%. To pomeni, da bi lahko s pravočasno nego sestojev dosegli tudi bolj ugodno zmes v korist listavcev.

### 5.2. Jakost redčenja

Jakost redčenja lahko podajamo na več načinov. V praksi je najbolj uporabljen odstotek od lesne mase. Pri raziskavah pa se po navadi uporablja količnik med vsoto temeljnic posekanih dreves in sestojno temeljnico pred posekom. Dostikrat uporabljen kazalec jakosti redčenj je tudi količnik

Preglednica 1: Drevesna sestava na raziskovalnih ploskvah

Leto	Sestoj	Število dreves	Smreka		Jelka		Bukev		Ostali listavci	
			število	%	število	%	število	%	število	%
1983	A	2534	2454	96,8	30	1,2	6	0,8	44	1,7
	B	2248	2036	90,6	108	4,8	18	0,3	86	3,8
	C	2554	2370	93,1	100	3,9	26	1,0	49	1,9
Posek.	A	892	868	97,2	12	1,4	0	0,0	12	1,4
	B	372	320	86,0	36	9,7	2	0,5	14	3,8
Mortal.	A	224	212	94,6	8	3,6	0	0,0	4	1,8
	B	156	136	87,2	16	1,0	0	0,0	4	2,6
	C	450	430	95,6	15	3,3	0	0,0	5	1,1
1990	A	1418	1374	96,9	10	0,7	6	0,4	28	2,0
	B	1720	1580	91,9	56	3,3	16	0,9	68	3,9
	C	2104	1940	92,3	85	4,0	26	1,2	53	2,5

Preglednica 2: Različni kazalci jakosti redčenja

Sestoj	Leto 1983		Leto 1990	
	$N_{izbr.}/N_{sest.}$	$G_i/G_s$	$N_{izbr.}/N_{sest.}$	$G_k/G_i$
Sestoj A	0,37	0,51	0,43	0,58
Sestoj B	0,29	0,45	0,32	0,49

Preglednica 3: Maksimalna, optimalna in kritična temeljnica

Sestoj	% od LZ	% od G	$G_s$	Zarast	$i_v$	$N_k/N_i$	$G_k/G_i$
Sestoj A	23,6	25,6	46,9	88%	88%	0,38	0,25
Sestoj B	8,3	9,8	45,5	86%	86%	0,12	0,06
Sestoj C			53,2	100%	100%		

med srednjo temeljnico redčenega sestoja in srednjo temeljnico neredčenega sestoja (naravna zarast). Srednja temeljnica je aritmetična sredina med temeljnico po redčenju in temeljnico pred redčenjem. Za izbiralna redčenja pa je najbolj umestno podajati jakost redčenja v odnosu med konkurenti in nosilci funkcij. Tako lahko jakost redčenja podamo kot količnik med številom (temeljnico) posekanih konkurentov in številom (temeljnico) kandidatov (KOTAR 1979).

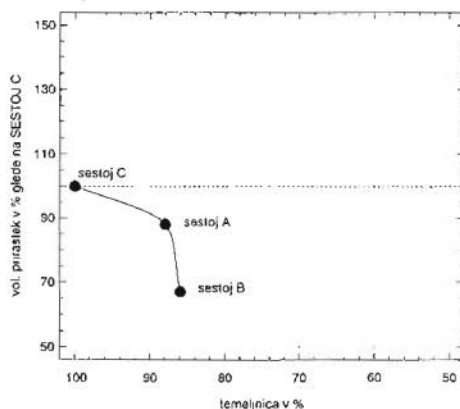
Iz preglednice 3 je razvidno, da je v rastni periodi sestoja od 33 do 40 let optimalna temeljnica enaka maksimalni naravni temeljnici. Kritična zarast pa znaša 92% maksimalne temeljnice (grafikon 1), to je 48,9 m<sup>2</sup>/ha. Drugi avtorji (ASSMANN 1960) navajajo nižje vrednosti kritične zarasti: od 0,75 do 0,80 za smreko. Nižje vrednosti veljajo za mlajše sestoje, višje za starejše. Do razlike je prišlo zaradi snegoloma, ki je redčena sestoja bolj poškodoval. Pri tem je bila lesna masa odvezeta v večjih luknjah in ne difuzno kot pri redčenju. Tako preostala drevesa v sestoji s povečanim prirastkom niso mogla zapolniti vsega ravnega prostora,

optimalna krivulja pa ima strmejši padeč (grafikon 1).

### 5.3. Vpliv izbiralnega redčenja na skupno proizvodnjo in na razvoj sestojnih parametrov

Iz analize je razvidno, da so imeli sestoji v letu 1983 podobne srednje vrednosti

Grafikon 1: Optimalna krivulja temeljnic za rastno periodo od 33–40 let



Preglednica 4: Razvoj sestojnih parametrov

Leto	Sestoj	N	G	V	$i_g$	$i_v$	$g_a$	$v_a$	$d_a$	$h_a$
1983	A	2534	46,9	317,3			185	0,125	14,7	14,5
	B	2248	42,0	278,1			187	0,124	14,5	14,6
	C	2554	45,7	304,2			179	0,119	14,3	
Posek	A	892	11,9	74,9			133	0,084	12,8	12,6
	B	372	4,3	23,2			126	0,063	11,8	9,3
Mortal.	A	224	2,3	13,9			104	0,062	11,3	12,0
	B	156	1,5	8,0			98	0,051	10,9	8,1
	C	450	4,5	27,8			100	0,062	10,9	11,8
1990	A	1418	46,8	425,4	2,03	28,1	330	0,300	19,5	16,4
	B	1720	48,9	398,7	1,82	21,7	285	0,232	17,8	15,6
	C	2104	56,1	502,5	2,13	32,3	267	0,239	17,4	16,5
Skupna proizv.	A	2534	61,0	514,2	2,03	12,9	241	0,203	16,4	14,7
	B	2248	54,7	429,9	1,82	10,7	246	0,191	16,3	14,0
	C	2554	60,6	530,3	2,13	13,3	237	0,208	16,2	15,7

N ... število dreves na ha

G ... temeljnica ( $m^2/ha$ )

V ... lesna zaloga ( $m^3/ha$ )

$i_g$  ... periodični prirastek temeljnice ( $m^2/ha/leto$ )

$i_v$  ... periodični prirastek volumna ( $m^3/ha/leto$ )

$g_a$  ... srednja temeljnica ( $cm^2$ )

$v_a$  ... srednji volumen ( $m^3$ )

$d_a$  ... srednji premer (cm)

$h_a$  ... srednja višina (m)

parametrov. Nekoliko nižje srednje vrednosti sestoja C v letu 1983 so najbrž posledica podcenjene mortalitete in delno precenjenega debelinskega prirastka. Vzrok za podcenitev mortalitete je v skrčku odmrlih dreves ter v izpuščanju odmrlih dreves pri težavni rekonstrukciji na terenu. Zato nam služijo samo kot orientacijske vrednosti.

Sestoj B je na nekoliko slabšem rastišču in se je glede na skupno proizvodnjo že leta 1983 značilno razlikoval od drugih dveh sestojev (preglednica 3). Zato je neposredna primerjava upravičena le med sestojema A in C. Objektivno primerjavo vseh treh sestojev pa omogoča model analize kovariance. S tem modelom razlike v srednjih vrednostih med sestoji, ki so obstajale že pred poskusom, zmanjšamo (WILNER 1970).

Primerjava srednjih vrednosti v skupni proizvodnji (stoječi sestoj + mortaliteta + redčenja) je upravičena, ker izniči številsko naraščanje srednjih vrednosti.

Z izbiralnim redčenjem smo znižali skupno proizvodnjo lesne mase. Zmanjšali smo tekoči volumenski in temeljnični prirastek. Na bolj kakovostnem rastišču se sestoj razvija hitreje, zato smo z začetkom redčenja v 33. letu zamudili prirastni pospešek lesne zaloge sestoja.

V redčenih sestojih sta večja srednji premer dreves in temeljnica. Nižja pa je sred-

nja višina, zaradi česar je tudi zmanjšan srednji volumen dreves.

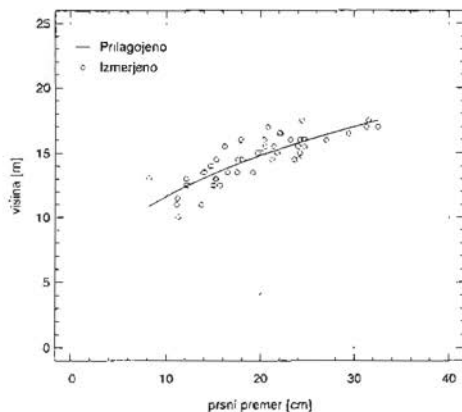
Z redčenji smo zamudili dobo odpiranja rastiščne kapacitete, zato se ni povečalo volumensko priraščanje redčenih sestojev. Zaradi kakovostnega rastišča je nastopila kulminacija sestojnega pospeška že pred triinidesetim letom. Tako je večanje prirastka na razpoložljivo površino manjše kot upadanje prirastka zaradi zmanjševanja števila osebkov (redčenje).

Glavna vzroka mortalitete sta socialni sestop dreves ter snegolom, ki je leta 1985 močno poškodoval gozd. Najvišja mortaliteta je v neredčenem sestoju. Od negovanih sestojev pa je višja v močno redčenem sestoju. Vzrok je najbrž v tem, da sestoj A v kratkem času med redčenjem in snegolomom še ni zadovoljivo reagiral na redčenje s krepitvijo krošenj in izboljšano stojnostjo.

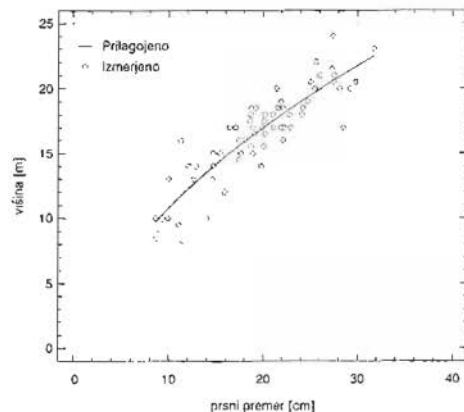
#### 5.4. Razvoj višinskih krivulj sestojev

Višine dreves v sestojih smo izravnali z višinskimi krivuljami, ki podajajo odvisnost višine od prsnega premera dreves. Kljub kratkemu časovnemu obdobju med meritvama je iz primerjave grafikonov (grafikoni 2, 3, 4, 5, 6, 7) opazen pomik višinskih krivulj navzgor. V letu 1990 je najvišja krivulja neredčenega sestoja. Domnevamo lahko, da z redčenjem upočasnimo proces

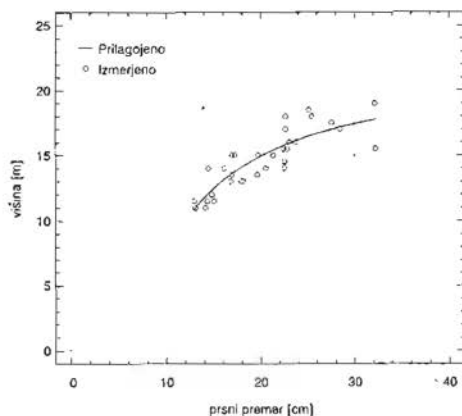
Grafikon 2: SESTOJ A: Odvisnost višine od prsnega premera leta 1983



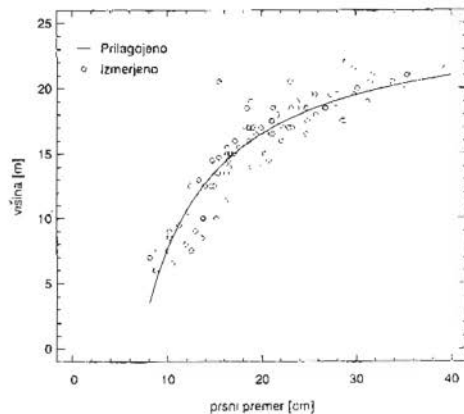
Grafikon 5: SESTOJ A: Odvisnost višine od prsnega premera leta 1990



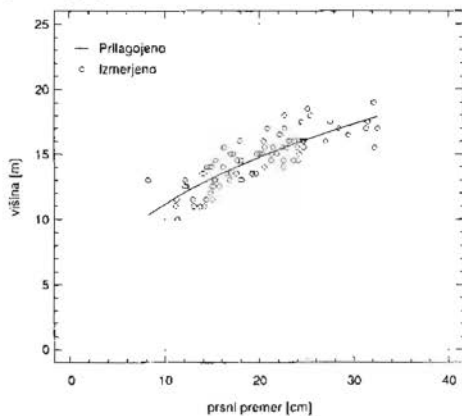
Grafikon 3: SESTOJ B: Odvisnost višine od prsnega premera leta 1983



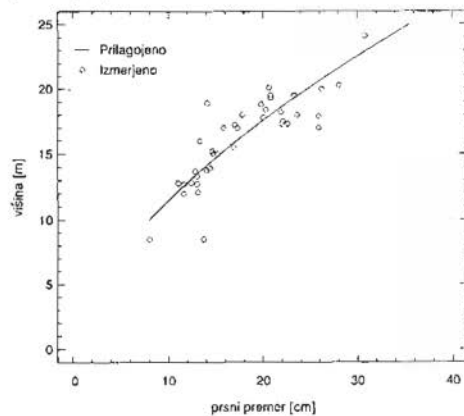
Grafikon 6: SESTOJ B: Odvisnost višine od prsnega premera leta 1990



Grafikon 4: SESTOJ C: Odvisnost višine od prsnega premera leta 1983



Grafikon 7: SESTOJ C: Odvisnost višine od prsnega premera leta 1990



dvigovanja višinske krivulje s starostjo, kar se ujema z izsledki drugih avtorjev (AS-SMANN 1961). Večji pomik višinske krivulje močno redčenega sestoja v primerjavi s šibko redčenim sestojem po ordinatni osi pa je v nasprotju z dosedanjimi spoznanji, lahko pa ga razložimo z razliko v rodovitnosti rastišč.

S t-testom nismo odkrili razlik med ocenama srednjih višin sestojev v letu 1983, v letu 1990 pa razlike obstajajo (preglednica 3). Ker pa je višina v tesni korelacijski povezavi s prsnim premerom, vzorci pa imajo različno debelinsko strukturo, smo vpliv različne debeline dreves na srednjo višino odpravili z modelom analize kovariance; za kovariantno spremenljivko smo uporabili prsni premer. Model ni pokazal značilnih razlik med prilagojenima srednjima višinama za leto 1983 ( $F=0,404$ ), prilagojene srednje višine iz vzorca leta 1990 pa se značilno razlikujejo ( $F=20,64^{***}$ ). Zato lahko zaključimo, da jakost redčenja vpliva na višinsko rast dreves. Z redčenji

namreč manjšamo srednjo višino sestoja, kar pomeni, da drevesa v redčenih sestojih reagirajo na povečanje ravnega prostora s povečanjem deleža debelinskega prirastka proti višinskemu glede na volumenski prirastek.

### 5.5. Vpliv redčenj na srednje vrednosti sestojnih parametrov

Učinek izbiralnih redčenj smo ugotavljali s primerjavo sestojnih parametrov pred redčenjem in po njem. Veliko homogenost sestojev pred redčenjem nakazuje primerjava srednjih vrednosti posameznih sestojnih parametrov. Z analizo variance nismo odkrili razlik med srednjimi premeri, temeljnicami in volumni v letu 1983 pred redčenjem (preglednica 6). V letu 1990 pa razlike med srednjimi vrednostmi obstajajo.

Te razlike so le deloma posledica močnejšega priraščanja preostalih dreves v močno redčenem sestojem, deloma pa so posledica računskega priraščanja srednjih vrednosti, do katerega pride zaradi različne

Prilagojene višinske krivulje imajo naslednjo obliko:

		Leto 1983	
Sestoj A:	$h = 5,18484 \cdot d^{0,349575}$		$R = 0,834$
Sestoj B:	$h = 22,378 - \frac{148,243}{d}$		$R = 0,860$
Sestoj C:	$h = 4,45207 \cdot d^{0,399191}$		$R = 0,827$
		Leto 1990	
Sestoj A:	$h = -4,15698 + 4,7271 \cdot d^{1/2}$		$R = 0,896$
Sestoj B:	$h = 25,4285 + \frac{177,45}{d}$		$R = 0,921$
Sestoj A:	$h = 2,61092 \cdot d^{0,635325}$		$R = 0,863$
h	... višina dreves (m)		
d	... prsni premer (cm)		

Preglednica 5: Ocena srednjih višin sestojev

Leto		Sestoj A	Sestoj B	Sestoj C	Test
1983	$h_{zg}$				
1983	$h_{sr}$	14,5	14,6		t 1,208
1983	$h_{srp}$	14,6	14,4		t 0,404
1990	$h_{zg}$	21,7	21,5	22,3	
1990	$h_{sr}$	16,4	15,6	16,5	F 1,100
1990	$h_{srp}$	16,6	15,2	17,2	F 20,648***

\* $h_{srp}$  = srednja višina, popravljena z analizo kovariance

Preglednica 6: Primerjava srednjih vrednosti nekaterih sestojnih parametrov med sestojema v letu 1983 in letu 1990

Sestoj	Leto 1983				Leto 1990			
	A	B	C	F	A	B	C	F
$d_a$ (cm)	14,7	14,5	14,3	1,17	19,5	17,8	17,4	18,3***
$g_a$ (cm <sup>2</sup> )	185	187	179	0,93	330	285	267	15,1***
$v_a$ (m <sup>3</sup> )	0,125	0,124	0,119	0,64	0,300	0,232	0,239	18,7***
N (N/ha)	2534	2248	2554		1418	1720	2104	
G (m <sup>2</sup> /ha)	46,9	42,0	45,7		46,8	48,9	56,1	
V (m <sup>3</sup> /ha)	317,3	278,1	304,2		425,4	398,7	502,5	

\* z  $d_a$ ,  $g_a$  in  $v_a$  so označene aritmetične sredine ustreznih srednjih vrednosti

Preglednica 7: Redčenje leta 1983

	Sestoj A				Sestoj B			
	%	konk.	indif.		%	konk.	indif.	
N (N/ha)	892	35,2	238	654	372	16,5	68	304
V (m <sup>3</sup> /ha)	74,9	23,6	30,8	44,0	23,2	8,3	6,4	16,8
G (m <sup>2</sup> /ha)	11,9	25,5	4,63	5,36	4,27	10,2	1,1	3,2

Preglednica 8: Primerjava vrednosti nekaterih sestojnih parametrov po redčenju leta 1983 in prilagojene srednje vrednosti z analizo kovariance v letu 1990

Sestoj	Sestojni parametri po redčenju (1983)			Prilagojene srednje vrednosti (1990)			
	A	B	C	A	B	C	F
$d_a$ (cm)	15,7	15,1	14,3	18,2	17,9	18,1	14,2***
$g_a$ (cm <sup>2</sup> )	212,7	201,3	179,0	300,1	285,5	288,9	19,1***
$v_a$ (m <sup>3</sup> )	0,14	0,136	0,119	0,265	0,234	0,261	43,9***
N (N/ha)	1642	1876	2554	1418	1720		
G (m <sup>2</sup> /ha)	35,01	37,776	45,7	46,8	48,9		
V (m <sup>3</sup> /ha)	242,38	254,90	304,2	425,4	398,6		

Tabelarna kritična vrednost za F porazdelitev pri tveganju  $\alpha = 0,001$  in  $m_1 = 2$ ,  $m_2 = 1562$  stopinjami prostosti znaša 10,87.

jakosti redčenj. V sestoju B je bilo posekanih več tanjših dreves z manjšo temeljnico in volumnom (preglednica 6).

Iz primerjave srednjih višin, ocenjenih leta 1983, in zgornjih višin, ocenjenih leta 1990, med ploskvama lahko zaključimo, da med rastišči sestojev obstajajo majhne razlike v pogledu rodovitnosti. Nekoliko bolj izstopa le sestoj B.

Da bi ugotovili vpliv same jakosti redčenja na srednje vrednosti sestojev, je zato potrebno primerjati med seboj srednje vrednosti po poseku in srednje vrednosti leta 1990 (preglednica 7). Srednje vrednosti so značilno različne že po poseku. Zato smo jih uporabili kot kovariantne spremenljivke v modelu analize kovariance. Na ta način smo korigirali srednje vrednosti leta 1990 glede na izhodiščne vrednosti po redčenju. Razlike med srednjimi vrednostmi sestojev leta 1990 lahko vzamemo pretežno za posledico gojitvenih ukrepov. Torej z redčenji

večamo srednje vrednosti sestojev. Najbolj narašča srednji premer, najmanj pa srednji volumen. To je posledica upočasnjene višinske rasti redčenih sestojev.

Težnja naraščanja srednjih mer v odvisnosti od jakosti redčenja je statistično značilna in nakazuje pozitivno linearno odvisnost.

## 5.6. Razvoj debelinske strukture

Razlike v debelinski strukturi sestojev smo ugotavljali s Snedecor-Brandtovim testom. Razlike med strukturami sestojev so značilne za obe leti:

$$\text{Leto 1983} \quad \chi^2 = 34,238^{***}$$

$$\text{Leto 1990} \quad \chi^2 = 35,571^{***}$$

Razliki v strukturi sestojev sta bili značilni že pred redčenjem. Z redčenjem smo razlike povečali, delno zaradi različne strukture poseka, kar je razvidno iz grafikonov 8, 9,



10, 11, 12 in 13, delno pa zaradi hitrejšega preraščanja debelinskih stopenj v sestoji A.

Z z-testom smo ugotavljali razlike v deležu dreves, debelih nad 20 cm, takoj po redčenju in leta 1990 (preglednica 8).

$$z = \frac{p_1\% - p_2\%}{\sqrt{\frac{p_1\% \cdot q_1\%}{n_1 - 1} + \frac{p_2\% \cdot q_2\%}{n_2 - 1}}}$$

p% .... ocena strukturnega deleža, izračunana iz podatkov vzorca

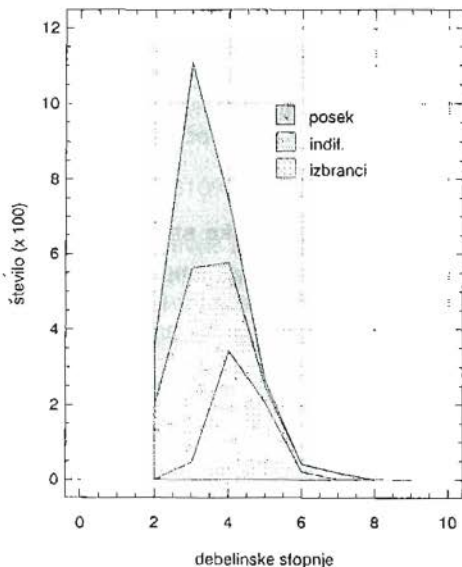
n .... število enot v vzorcu

Preglednica 9: Razlike v deležih dreves, debelejših od 20 cm

Leto	Sestoj A	Sestoj B	Sestoj C
1983	12 %	14 %	13 %
1990	46 %	35 %	34 %

Razlike v deležu dreves, debelejših od 20 cm v letu 1990, so značilne, leta 1983 pa test ni odkril razlik v deležu debelih dreves takoj po redčenju. Torej lahko domnevamo, da jakost redčenja vpliva na delež debelih dreves v sestoji.

Grafikon 8: SESTOJ A: Debelinska struktura (1983)

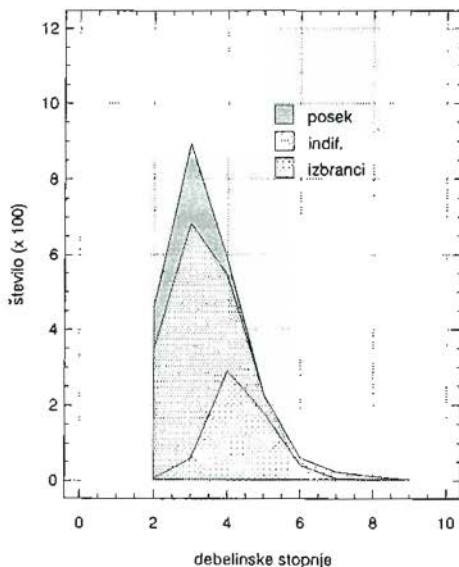


### 5.7. Učinek jakosti redčenja na debelinski, temeljnični in volumenski prirastek sestoja

Prirastek lesne zaloge sestoja v periodi dobimo, če od lesne zaloge sestoja na koncu periode odštejemo lesno zalogo na začetku periode, zmanjšano za lesno zalogo posekanih in odmrlih dreves. Še enostavnejši način pa je, da od volumna vsakega preostalega drevesa na koncu periode odštejemo volumen, ki ga je imel na začetku periode. Periodični prirastek lesne zaloge je enak vsoti prirastkov posameznih dreves. Tekoči letni prirastek pa je enak periodičnemu prirastku, deljenemu s številom let v periodi.

Razlike med srednjim premerom, temeljnico in volumnom sestojev pred redčenjem leta 1983 niso bile značilne. Ko smo v sestoji posegli z izbiralnim redčenjem različnih jakosti, so se srednje vrednosti parametrov povečale (računsko priraščanje), razlike med njimi pa so postale značilne. Srednje vrednosti so v tesni korelacijski povezavi s prirastki, zato je potrebno odstraniti razlike med prirastki, ki so posledica različne debelinske strukture. Iz tega razloga smo učinke izbiralnih redčenj različnih

Grafikon 9: SESTOJ B: Debelinska struktura (1983)

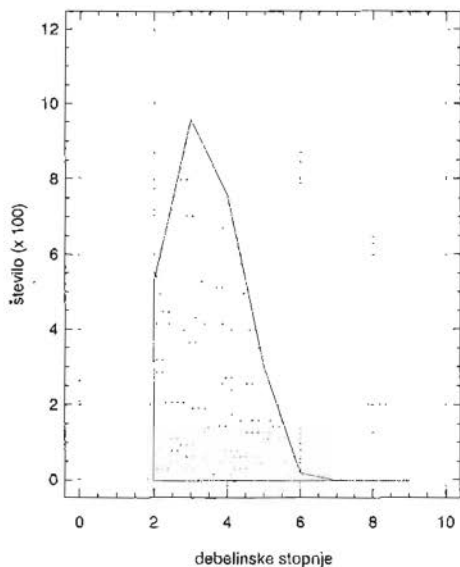


jakosti na debelinski, temeljnični in volumenski prirastek ugotavljali z analizo kovariance. Kot kovariantno spremenljivko smo uporabili premer dreves na začetku periode (preglednica 9).

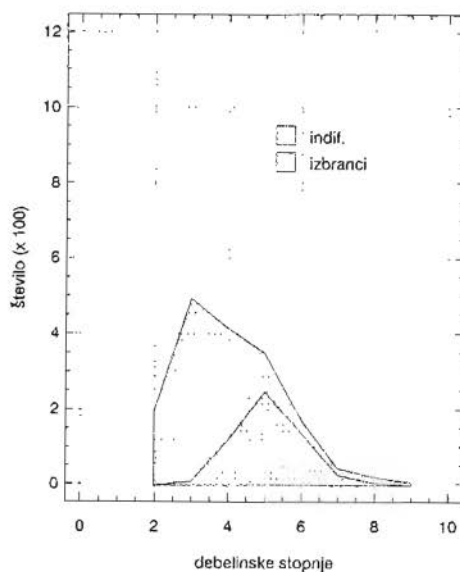
Vsi prilagojeni tekoči prirastki v redčenem

sestoju so značilno višji od prirastkov neredčenega sestoja. Najnižji so prirastki v šibko redčenem sestoji, ki je na nekoliko slabšem rastišču. Torej ima rastišče dosti močnejši vpliv na srednje prirastke kot redčenje.

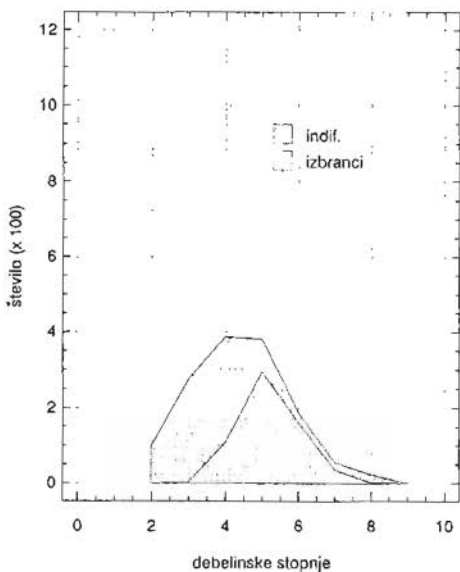
Grafikon 10: SESTOJ C: Debelinska struktura (1983)



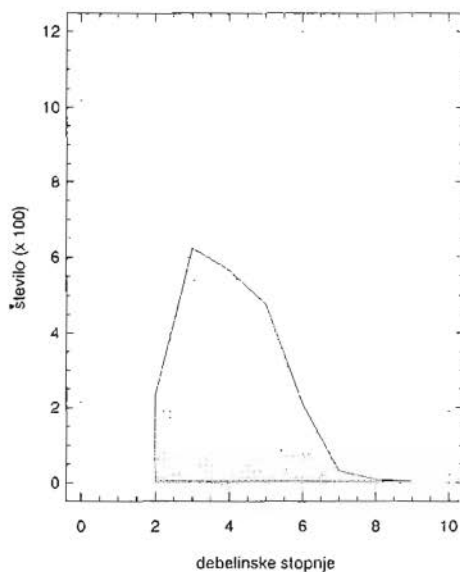
Grafikon 12: SESTOJ B: Debelinska struktura (1990)



Grafikon 11: SESTOJ A: Debelinska struktura (1990)



Grafikon 13: SESTOJ C: Debelinska struktura (1990)



Preglednica 10: Primerjava tekočih letnih prirastkov in srednjih prirastkov med sestojema

	Sestoj A	Sestoj B	Sestoj C	F
* $i_v$	28,1	21,6	32,3	/
* $i_g$	2,03	1,82	2,13	/
* $i_{av}$	0,020	0,013	0,15	50,54***
* $i_{ag}$	14,3	10,6	10,1	7,92***
* $i_{ad}$	0,43	0,33	0,34	7,83***

* $i_v$ (m <sup>3</sup> /ha/leto)	...	tekoči letni volumenski prirastek
* $i_g$ (m <sup>2</sup> /ha/leto)	...	tekoči letni temeljnični prirastek
* $i_{av}$ (m <sup>3</sup> /drevo/leto)	...	aritm. srednji volumenski prirastek
* $i_{ag}$ (cm <sup>2</sup> /drevo/leto)	...	aritm. srednji temeljnični prirastek
* $i_{ad}$ (cm/drevo/leto)	...	aritm. srednji debelinski prirastek

Odvisnost debelinskega prirastka od prsnega premera lahko ponazorimo z naslednjimi funkcijami:

Sestoj A

$$i_d = -0,555173 + 0,063531 d - 0,000588 d^2$$

$$R^2 = 0,761$$

Sestoj B

$$i_d = -0,444193 + 0,055828 d - 0,000594 d^2$$

$$R^2 = 0,743$$

Sestoj C

$$i_d = -0,000141 \cdot d^{2,33555}$$

$$R^2 = 0,778$$

Iz poteka krivulj (grafikon 14) je razvidno, da drevesa istih debelin v močno redčenem sestoju bolje priraščajo.

Deleži izkoristka lesne zaloge so navedeni v preglednici 11.

Preglednica 11. Izkoristki lesne zaloge v proučevanih sestojih

	Sestoj A	Sestoj B	Sestoj C
LZ <sub>33</sub>	228,5	246,9	276,4
LZ <sub>90</sub>	425,4	398,7	502,5
izkor.	1,86 %	1,61 %	1,82 %

Lesna zaloga leta 1983 je brez redčenj in mortalitete. Izkoristek lesne zaloge pove, kolikšen je odstotni delež periodičnega prirastka v odnosu do lesne zaloge stoječih dreves. Najboljši izkoristek ima lesna zaloga močno redčenega sestoja.

## 5.8. Vpliv jakosti redčenja na stabilnost sestojev

Pravočasna in pravilna redčenja izboljšujejo stabilnost sestojev. In sicer do srednje višine 10 m uspešno, ko pa je sestoj višji od 15 m, na stabilnost sestojev z redčenji ne moremo več bistveno vplivati (KOTAR 1982b). Obravnavana smrekova sestoja sta bila večkrat poškodovana zaradi snegoloma. Zanimalo nas je, ali je z večjo jakostjo redčenja možno povečati stabilnost sestojev kljub poznemu posegu –  $h_{sr}$  v času redčenja je že preseгла 14 m (preglednica 5).

Za merilo stabilnosti sestojev smo uporabili dimenzijsko razmerje dreves (vitkost):

$$R = \frac{h}{d_{1,3}}$$

R ... dimenzijsko razmerje

h ... višina drevesa (m)

$d_{1,3}$  ... prsni premer drevesa (m)

Razni avtorji (ELERŠEK 1983 po BURSCHELU), ki so proučevali stabilnost sestojev, so prišli do naslednjih ugotovitev za mlajše smrekove nasade (R – srednja vitkost):

R < 60	zelo stabilni
R = 60 – 80	stabilni
R = 80 – 100	nestabilni
R > 100	zelo nestabilni

KOTAR (1982) pa navaja, da so sestoji stabilni, če ima več kot polovica dreves vitkost nižjo od 90.

Pri uporabi vitkostnega razmerja kot merila za stabilnost sestojev je potrebno opozoriti na dva dejavnika, ki s staranjem sestoja vplivata na razvoj vitkostnega razmerja. Prvi je računsko zmanjševanje vitkosti zaradi relativno vedno nižjega mesta meritve prsnega premera na drevesu (»prsna višina« pomeni pri 10 m visokem drevesu 13 % višine, pri 20 m pa 6,5 %). Drugi pa je dvigovanje višinske krivulje sestoja. Ko so sestoji v starosti po kulminaciji višinskega prirastka, ki je pred kulminacijo debelinskega prirastka, se vitkostno razmerje samo še zmanjšuje.

Da bi ugotovili razlike med sestojema glede stabilnosti, smo primerjali ocene srednjih vrednosti dimenzijskega razmerja

(preglednica 11) in ocene deleža dreves z dimenzijskim razmerjem, večjim od 90 (preglednica 12). V vzorec smo vzeli vsa drevesa z izmerjeno višino.

Preglednica 12: Ocene deležev dreves z vitkostjo  $R > 90$  v letu 1990

Leto	Sestoj A	Sestoj B	Sestoj C
1983	23,1 %	3,1 %	/
1990	33,3 %	13,7 %	65 %

Preglednica 13: Ocene srednjih vitkosti

Leto	Sestoj A	Sestoj B	Sestoj C
1983	79,4	74,0	/
1990	87,8	78,1	93,2

Ugotovimo lahko, da je stojnost vseh treh sestojev ogrožena. Najbolj je ogrožen kontrolni sestoj. Preseneča, da ima sestoj A manj ugodno vitkostno razmerje kot manj redčen sestoj. Vzrok je v večji proizvodnosti rastišča sestoja A, zaradi česar so drevesa istih premerov nekoliko višja.

Kljub redčenju obstaja v vseh sestojih težnja naraščanja dimenzijskega razmerja. Indeks naraščanja vitkosti je najnižji v močno redčenem sestoju. Višinski prirastek sestoja torej še ni kulminiral. Z močnejšimi redčenji dvigamo dimenzijsko razmerje sestoja in izboljšujemo stojnost ne glede na relativno pozen poseg.

### 5.9. Primerjava sestojev s švicarskimi (EAFV 1968; $SI_{50} = 26$ ) in češkimi donosnimi tablicami ( $SI_{100} = 34$ )

Srednje vrednosti obeh sestojev so precej podobne vrednostim, ki jih izkazujejo švicarske donosne tablice za smreko z zgornjo višino 26 m pri starosti 50 let  $SI = 26$  (EAFV 1968). Višje vrednosti pa zavzemajo lesna zaloga, temeljnica in tekoči

volumenski prirastek (preglednica 12). Vzrok razliki je v večjem številu dreves na ha v obeh sestojih pri isti zgornji višini in starosti v primerjavi s tabličnim sestojem (višja raven proizvodnosti).

Primerjava sestojev s češkimi donosnimi tablicami ( $SI = 34$ ) za nižinsko smreko pokaže, da imajo sestoji manjšo gostoto in višje srednje vrednosti od tabličnih. Tudi lesna zaloga, prirastek in temeljnica so višji. Tablični sestoji imajo nižjo skupno produkcijo. Zato zgornja višina pri mlajših sestojih ni zanesljiv pokazatelj rodovitnosti rastišča. Na podlagi analize sklepamo, da uporaba tujih donosnih tablic za mlajše nasade na področju Krašice ni upravičena.

Velika pomanjkljivost obeh donosnih tablic je v tem, da ne podajajo razvoja neredčenih sestojev. Parametri naravi prepuščenih sestojev so bolj primerljivi, saj ne združujejo vpliva rastišča in nege sestojev, ki se od dežele do dežele zelo razlikuje.

## 6. VPLIV JAKOSTI IZBIRALNIH REDČENJ NA NOSILCE FUNKCIJ

### 6.1. Primerjava debelinske strukture med sestojema

Razlike v debelinski strukturi izbrancev smo ugotavljali s Snedecor-Brandtovim testom. Razlike pred redčenjem in po njem niso značilne:

$$\chi^2 = 5,661 \quad (\text{leto } 1983, m = 3, \text{ izračunan preko Snedecor-Brandtove formule, KO-TAR } 1977)$$

$$\chi^2 = 6,068 \quad (\text{leto } 1990, m = 5)$$

Razvoj debelinske strukture kandidatov je razviden iz grafikonov 15 in 16.

Preglednica 14: Primerjava sestojev A in B s švicarskimi tablicami (EAFV 1968) in češkimi tablicami

	Nivo proizv.	Star. (l)	Štev. (N)	$h_{zg}$ (m)	$h_{sr}$ (m)	$d_{sr}$ (cm)	G ( $m^2/ha$ )	LZ ( $m^3/ha$ )	i ( $m^3/ha/l$ )
Tablice EAFV SI 26	/	40	1193	21,2	17,6	19,3	35,1	311	21,5
Sestoj A	40	40	1418	21,7	16,4	19,5	46,8	425	28,1
Sestoj B	40	40	1720	21,5	15,6	17,8	48,9	399	21,7
Sestoj C	40	40	2104	22,3	16,5	17,4	56,1	503	32,3
Češke tablice	1	40	1895	20,7	17,1	15,6	35,5	271	15,2
	2	40	2205	20,7	17,1	15,6	41,3	316	17,5
SI 34	3	40	2514	20,7	17,1	15,6	47,0	360	19,8

Preglednica 15: Primerjava srednjih mer nosilcev funkcij med sestojema A in B v letu 1983 in letu 1990

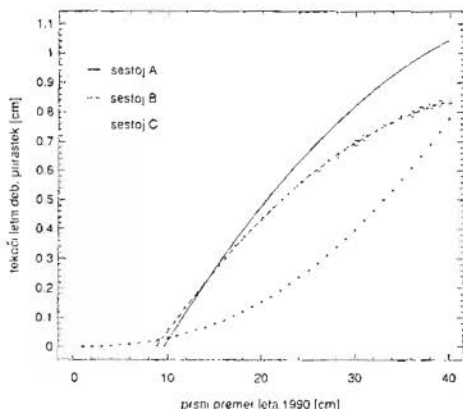
	Leto 1983			Leto 1990		
	Sestoj A	Sestoj B	t	Sestoj A	Sestoj B	t
$h_{sr}$ (m)	14,49	14,46	0,225	18,72	17,51	8,672***
$d_a$ (cm)*	19,06	19,36	1,130	23,57	23,19	1,139
$g_a$ (cm <sup>2</sup> )*	292,46	304,16	1,386	447,67	436,88	0,852
$v_a$ (m <sup>3</sup> )*	0,209	0,218	1,085	0,426	0,387	2,681**
N (N/ha)	616	560	/	606	544	
G (m <sup>2</sup> /ha)	9,0078	8,1564	/	13,5643	12,1015	
V (m <sup>3</sup> /ha)	64,65	61,07	/	129,01	107,21	

\* z  $d_a$ ,  $g_a$  in  $v_a$  so označene aritmetične sredine ustreznih drevesnih mer.

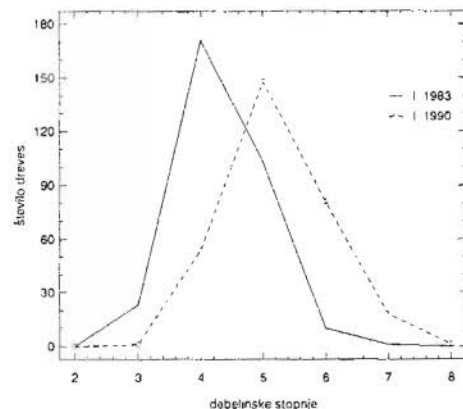
## 6.2. Vpliv jakosti izbiralnih redčenj na srednje mere dreves nosilcev funkcij

Učinke jakosti izbiralnega redčenja na srednje mere nosilcev funkcij smo ugotav-

Grafikon 14: Odvisnost tekočega debelinskega prirastka od premera



Grafikon 15: SESTOJ A: Pomik frekvenčne porazdelitve kandidatov



ljali s primerjavo srednjih vrednosti pred redčenjem in po njem. Za leto 1983 s t-testom nismo odkrili razlik med sredinami (preglednica 15). Torej lahko domnevamo, da so razlike, nastale po letu 1983, posledica različnih jakosti redčenja. V letu 1990 so značilne razlike (t-test) med srednjima višinama in srednjima volumnoma. Razlike med srednjima premeroma in temeljnicama pa niso značilne. Vzrok je v razliki med sredinami, ki je bila leta 1983 negativna, leta 1990 pa pozitivna, obakrat pa na meji značilnosti. Zato smo uporabili model analize kovariance, kjer smo za kovariantno vzeli prsne premere in temeljnice iz leta 1983. Rezultati F-testa in prilagojene vrednosti so v preglednici 15. Zaključimo lahko, da z večjo jakostjo redčenja dosežemo višje vrednosti srednjih mer nosilcev funkcij.

Preglednica 16: Primerjava prilagojenih srednjih premerov in temeljnic nosilcev funkcij

	Prilagojene srednje vrednosti (1990)		
	Sestoj A	Sestoj B	F
$d_a$ (cm)	23,75	23,01	48,47***
$g$ (cm <sup>2</sup> )	455,65	428,37	52,72***

Upoštevané so tabelarne kritične vrednosti za F porazdelitev pri tveganju  $\alpha = 0,001$  in  $m_1 = 578$ ,  $m_2 = 1$  stopinjami prostosti.

## 6.3. Vpliv jakosti redčenja na prirastke nosilcev funkcij

V obravnavanem primeru imajo nosilci funkcij v močno redčenem sestoju višje tekoče prirastke na hektar, kar je delno posledica večjega števila kandidatov (posledica razlik med sestoji pred redčenji), višje pa so tudi aritmetične sredine prirastkov (preglednica 17). Razlike med srednjimi prirastki po redčenju smo ugotavljali s t-testom.

Preglednica 17. Primerjava tekočih letnih prirastkov in srednjih prirastkov nosilcev funkcij med sestojema

	Sestoj A	Sestoj B	t
* $i_v$	18,25	13,30	/
* $i_g$	1,3257	1,0424	/
* $i_{av}$	0,03060	0,02408	5,978***
* $i_{ag}$	21,8760	18,9525	4,007***
* $i_{ad}$	0,63375	0,54633	5,568***

Tabelarna kritična vrednost za t porazdelitev pri tveganju  $\alpha = 0,001$  in  $m_1 = 577$  stopinjami prostosti znaša 3,8.

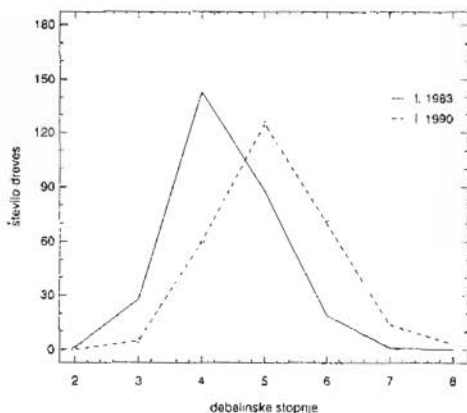
* $i_v$ (m <sup>3</sup> /ha/leto)	....	tekoči letni volumenski prirastek
* $i_g$ (m <sup>2</sup> /ha/leto)	....	tekoči letni temeljnični prirastek
* $i_{av}$ (m <sup>3</sup> /drevo/leto)	....	aritm. srednji volumenski prirastek
* $i_{ag}$ (cm <sup>2</sup> /drevo/leto)	....	aritm. srednji temeljnični prirastek
* $i_{ad}$ (cm/drevo/leto)	....	aritm. srednji debelinski prirastek

#### 6.4. Kakovostni znaki nosilcev funkcij

Učinek jakosti redčenja na kakovostne znake nosilcev funkcij smo ugotovili iz primerjave frekvenčnih porazdelitev dreves po razredih za združbene razmere, kvaliteto in utesnjenost krošnje. Razlike smo ugotavljali s Snedecor-Brandtovim testom. Značilne razlike obstajajo med porazdelitvijo dreves po razredih kvalitete in utesnjenosti krošenj. Nosilci sestoja B imajo bolj sproščene krošnje, ki so se zaradi povečanega dotoka svetlobe okrepile.

Da bi ugotovili odvisnost med kakovostnimi znaki izbrancev, smo tvorili za vsako

Grafikon 16: SESTOJ B: Pomik frekvenčne porazdelitve kandidatov



ploskev tri kontingenčne tabele in izračunali merilo kontingence ( $\chi^2$ ) ter Pearsonov koeficient kontingence (C) (KOTAR 1977).

Preglednica 18. Odvisnost med atributivnimi znaki nosilcev funkcij

a) sestoj A		
	Socialni razred.	Kakovost krošnje
Kakovost krošnje	$\chi^2 = 127,23^{***}$ C = 0,526	
Utesn. krošnje	$\chi^2 = 29,37^{**}$ C = 0,220	$\chi^2 = 38,33^{***}$ C = 0,301

a) sestoj B		
	Socialni razred	Kakovost krošnje
Kakovost krošnje	$\chi^2 = 195,13^{***}$ C = 0,461	
Utesn. krošnje	$\chi^2 = 131,37^{***}$ C = 0,408	$\chi^2 = 98,53^{***}$ C = 0,430

C = Pearsonov koeficient kontingence

Iz preglednice 19 je razvidno, da obstaja močna odvisnost med kakovostnimi znaki nosilcev funkcij v obeh sestojih.

#### 6.5. Odvisnost debelinskega priraščanja nosilcev funkcij od socialnega položaja, kakovosti krošnje in utesnjenosti krošnje

Zanimalo nas je, če obstajajo razlike med jakostjo priraščanja po posameznih socialnih razredih za vsak sestoj posebej. Za merilo jakosti priraščanja smo vzeli tekoči letni debelinski prirastek. Ker je ta v tesni korelacijski povezavi s prsnim premerom nosilcev funkcij, smo uporabili model analize kovariance, kjer smo za kovarianto uporabili prsni premer (preglednica 19).

Razlike med prilagojenimi debelinskimi prirastki po posameznih socialnih razredih v obeh sestojih niso značilne.

Prav tako smo z analizo kovariance ugotavljali razlike med debelinskim prirastkom nosilcev funkcij po razredih kvalitete krošnje. Tu so razlike značilne v obeh sestojih (preglednica 18). Zaključimo lahko, da kandidati v obeh sestojih niso uspeli oblikovati dovolj kvalitetnih krošenj po redčenju, kar se pozna na prirastku. Eden od vzrokov je zamujeno prvo redčenje, izvedeno po kulminaciji višinskega prirastka, zato drevesa niso dovolj reagirala na večjo osvetlitev.

Med kandidati v močno redčenem sestoju so razlike med prilagojenimi srednjimi

debelinskimi prirastki po razredih utesnjenosti krošenj, v šibko redčenem sestoju pa jih preizkus ni odkril. Regresijske premice, ki ponazarjajo odvisnost debelinskega prirastka od utesnjenosti krošnje, so prikazane na grafikonih 17 in 18.

## 7. SKLEPNE UGOTOVITVE

Umetni nasad smreke prve generacije na rastišču jelovo-bukovega gozda ima v starosti 40 let zelo visoko lesno zalogo (od 399 m<sup>3</sup>/ha do 503 m<sup>3</sup>/ha) in tekoče prirastke (od 32,3 m<sup>3</sup>/ha/leto do 23,4 m<sup>3</sup>/ha/leto). V primerjavi z naravnimi ter tabličnimi sestoji podobnih starosti in rastišč se razvija zelo hitro.

Visoki prirastki pa ne pomenijo kakovosti in stabilnosti. Visoka proizvodnja lesne mase gre najbrž v veliki meri na račun siromašenja drugih komponent ekosistema (ODUM 1971), zaradi česar gozd izgublja stabilnost. To se že kaže na porušeni mehanski odpornosti gozda, saj je analiza pokazala, da so sestoji precej ogroženi. Srednja vitkost se povečuje, indeks naraščanja pa je manjši pri redčenih sestojih. V nenegovanem sestoju je skoraj vsako

drevo iz prvih treh socialnih položajev imelo odlomljen ali poškodovan vrh. Večjih biotskih poškodb sestojev ni opaziti.

Rastišče izgublja plodnost tudi zaradi negativnega delovanja smrekovega opada na pedogenetske procese v tleh. Ti učinki so v A horizontu zaznavni že v prvi generaciji smreke na rastišču jelovo-bukovega gozda (PERKO 1989).

Raziskovalne ploskve ležijo ena poleg druge, vendar se nekoliko razlikujejo v produktivnosti, zato meritve niso neposredno primerljive (uporaba analize kovariance). Vzrok je najbrž v malopovršinski in mozaični raznolikosti kraškega sveta. Pri podobnih raziskavah predlagam v prihodnje uporabo poskusa v delnih blokih (WINER 1970). Skupna površina bi ostala ista, spremenili bi se le velikost, razporeditev in število ploskev.

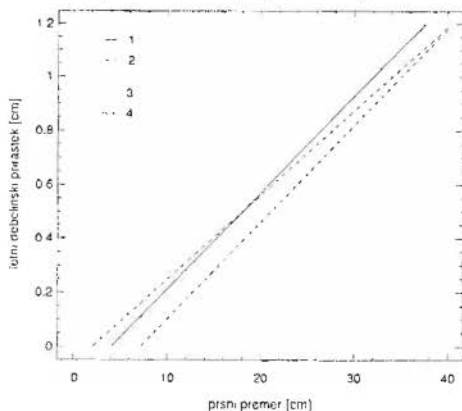
Kljub temu, da sestoji niso bili negovani do starosti triintrideset let, je delež listavcev presenetljivo velik. S pravočasno nego bi lahko delež listavcev povečali.

Vpliv izbiralnih redčenj jakosti 26% in 10% od temeljnice na razvoj sestojnih parametrov redčenih sestojev je naslednji:

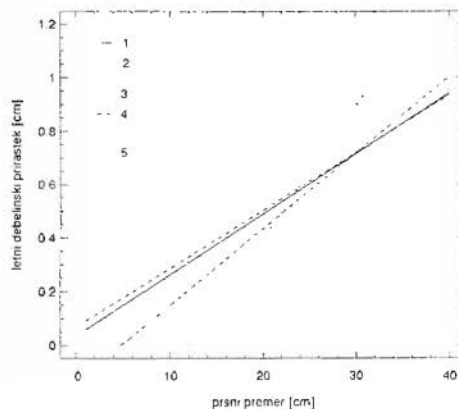
Preglednica 19: Vrednost F-testa pri analizi kovariance; rezultativen znak je debelinski prirastek, kovariantna spremenljivka pa prsni premer

	Socialni razred	Kakovost krošnje	Utesnjenost krošnje
Sestoj A	F = 1,637	F = 2,938*	F = 5,277***
Sestoj B	F = 2,238	F = 3,649*	F = 2,312

Grafikon 17: SESTOJ A: Odvisnost debelinskega prirastka od prsnega premera po razredih utesnjenosti krošnje (kandidati)



Grafikon 18: SESTOJ B: Odvisnost debelinskega prirastka od prsnega premera po razredih utesnjenosti krošnje (kandidati)



- zmanjšali so se prirastki, lesna zaloga in skupna proizvodnja;
- povečal se je srednji premer (v skupni proizvodnji);
- zmanjšala sta se srednja višina in volumen (v skupni proizvodnji);
- optimalna temeljnica je enaka maksimalni naravni temeljnici;
- kritična zarast znaša 92% maksimalne naravne temeljnice.

Zaradi kakovostnega rastišča je nastopila kulminacija sestojnega rastnega pospeška že pred triintridesetim letom. Z začetkom redčenja smo zamudili dobo odpiranja rastiščne kapacitete in tako z redčenji nismo povečali volumenskega priraščanja redčenih sestojev. Večanje prirastka na razpoložljivo rastno površino je bilo manjše, kot je bilo upadanje prirastka zaradi zmanjševanja števila osebkov (redčenje).

Primerjava sestojev z modeli iz švicarskih in čeških donosnih tablic je pokazala, da so švicarske tablice glede razvoja sestojnih srednjih vrednosti ter tudi jakosti redčenja primernejše. Manjkajo jim le različne ravni rodovitnosti. Češke donosne tablice za nižinske smrekove gozdove se pri istem site indexu (SI) ne ujemajo s parametri analiziranih sestojev. Donosne tablice za gorske smrekove gozdove (GUTTENBERG 1903) pa imajo pri istem SI precej nižje srednje vrednosti, lesno zalogo, prirastek in skupno proizvodnjo. V pestrih rastiščnih razmerah štajerskega visokega krasa, se je uporaba tujih rastiščnih tablic pri mlajših smrekovih nasadih izkazala za neprimerno.

Še bolj so izraziti učinki redčenja različnih jakosti na nosilcih funkcij. V močno redčenem sestoju imajo nosilci funkcij večje srednje mere in prirastke. Velike razlike obstajajo med izbranci sestojev redčenih z različno jakostjo v pogledu njihove kakovosti in kakovosti krošenj. Posledice močnega redčenja so kakovostnejše in manj utesnjenе krošnje izbrancev.

Razlike v debelinskem prirastku med nosilci funkcij iz prvih treh socialnih položajev so manjše kot razlike med nosilci funkcij z različno kakovostjo krošnje.

V močno redčenem sestoju obstajajo razlike med prilagojenimi srednjimi debelinskimi prirastki nosilcev funkcij z različno utesnjenimi krošnjami, v šibko redčenem

sestoju pa jih preizkus ni odkril.

Druge raziskave smrekovih nasadov v optimalni fazi na področju Krašice nam kažejo, da je silovita rast značilna za relativno kratko obdobje do ca. 80 let starosti. V optimalni fazi se rast zelo upočasni in se spet precej oddalji od pričakovanih vrednosti iz donosnih tablic. Vzroki so lahko ekofiziološke (suša...) ali gojitvene narave (zakasnela redčenja). Odgovore pa bomo našli le z nadaljnjimi raziskavami.

#### THE EFFECT OF SELECTIVE THINNINGS IN DIFFERENT FOREST STAND PARAMETERS OF AN ARTIFICIALLY FOUNDED NORWAY SPRUCE FOREST ON THE ABIETUM-FAGETUM PRAEALPINUM NATURAL SITES

##### Summary

Artificial plantation of the Norway spruce tree of the first generation in an Abieti-Fagetum natural site yields a very high timber supply at the age of 40 (from 399 m<sup>3</sup>/ha to 503 m<sup>3</sup>/ha) and current increments (from 32,3 m<sup>3</sup>/ha/year to 23,4 m<sup>3</sup>/ha/year). In comparison to natural and tabular forest stands of similar age and natural sites it develops very quickly. High increment values do not mean quality and stability. High productivity of timber supply goes most probably on the account of the impoverishing of other components of the ecosystem (ODUM 1971) because of which the forest loses its stability. This has already been expressed by the destroyed mechanical resistivity of the forest which can be proved by analysis results showing a high degree of forest imperilment. The mean slenderness value increases and the increment index is smaller in the forest stands where thinnings have been carried out. In a noncultivated forest stand almost all trees belonging to the first three social positions had a broken or damaged tree top. Greater biotic damage of forest stands were not noticed.

A natural site also loses its fertility due to the negative influence of Norway spruce tree litter on pedogenetic ground processes. In horizon A, these effects can already be perceived in the first generation of the Norway spruce in an Abietum-Fagetum (PERKO 1989).

Research plots are situated one beside another yet they slightly differ according to the productivity and the measurings cannot be directly compared (the application of the covariance analysis). The reason for this must lie in small areas and diverse, mosaic nature of the karst region. In similar future researches the test is recommended to be carried out in partial blocks (WINER 1970). The total area would thus remain the same, only the slenderness, distribution and the number of plots would change.

The forest stands had not been cultivated until the age of thirty-three. In spite of this, the share



of deciduous trees is surprisingly high. Timely cultivation could increase the share of deciduous trees and improve the ecologic stability of the forest.

The influence of selective thinnings of the intensity of 26% and 10% of the basal area on the development of forest stand thinning parameters is the following:

- the increments, the timber supply and total production have been reduced;
- the mean diameter (in the total production) has increased;
- the mean height and volume (in the total production) have been decreased;
- the optimal basal area is identical to the maximum natural basal area;
- the critical covering amounts to 92% of the maximum natural basal area.

Due to a quality natural site, a culmination of forest stand growing acceleration set in already before the thirty-third year. The beginning of thinning missed the period of forest stand capacity opening, the consequence of which was the absence of the increase in volume incrementing of the thinned forest stands. The increase of the increment per disposable growing area was smaller than the decreasing of the increment due to a smaller number of tree subjects (thinnings).

A comparison of forest stands with the models from Swiss and Czechoslovakian yield tables has shown that Swiss tables are more appropriate as to the development of forest stand mean values and the thinning intensity. The only thing they do not contain is different levels of fertility. Czech yield tables for flat land Norway spruce forests do not tally with the parameters of the analysed forest stands at the same site index (SI). Yet yield tables for mountainous Norway spruce forests (GUTTENBERG 1903) evidence considerably smaller mean values, timber supply, increment and total production at the same site index (SI). In diverse natural site conditions of the Štajersko high karst, the use of foreign site tables proved inappropriate in young Norway spruce tree plantations.

Even more explicit are thinning effects of various intensities on the function carriers. In a highly thinned forest stand, function carriers have greater mean measure values and increments. There are great differences as to quality and tree crown quality between the selected trees of forest stands which have undergone the thinning of different intensities. The consequence of a heavy thinning is tree crowns of higher quality and with more space.

The differences in diameter increment between function carriers from the first three social positions are smaller than the differences between the function carriers of a different tree crown quality.

In a forest stand where a thinning of high intensity has been carried out, there are differences between adapted mean diameter increments of function carriers with tree crowns having different large space. But in a forest stand of uninten-

sive thinning, they have not been established by the test.

Based on other researches of older Norway spruce tree plantations in the optimal phase in the territory of Krašica, a supposition arises that vigorous growth is characteristic of a relatively short period, c. until the age of 80. During the optimal phase the growth is slowed down considerably and again differs greatly from the expected values of yield tables. The reasons may be ecophysiological (drought, ...) or of silvicultural nature (delayed thinning, ...). The answers, however, can be found only in future researches.

## LITERATURA

1. Assmann E.: 1961. Waldertragskunde. Bayr. Landw. Verlag Munchen.
2. Eleršek, L., Piskernik M.: 1983. Vpliv rastišča na višinsko rast mlajših smrekovih nasadov v Sloveniji. Zbornik lesarstva in gozdarstva št. 32. Ljubljana.
3. Ferguson G.: 1966. Statistical Analysis In Psychology And Education. McGraw-Hills. London.
4. Kotar, M.: 1985. Povezanost proizvodnih zmogljivosti sestoja z njegovo gostoto. Spominski zbornik gozdarstva in lesarstva št. 26, Ljubljana.
5. Kotar, M.: 1984. Prirastoslovje. BTF, VTOZD za gozdarstvo Ljubljana.
6. Kotar, M.: 1982. Redčenje z vidika prirastoslovja in donosnosti gozdov. GV Ljubljana, št. 5, str. 193-203.
7. Kotar, M.: 1982. Redčenje v starejših sestojih smreke in bukve. GV Ljubljana št. 9, str. 365-373.
8. Kotar, M.: 1980. Rast smreke *Picea abies* (L.) KARST na njenih naravnih rastiščih v Sloveniji. Disertacija, Biotehniška fakulteta VTOZD za gozdarstvo, Ljubljana.
9. Kotar, M.: 1977. Statistične metode. Izbrana poglavja za študij gozdarstva. BTF, VTOZD za gozdarstvo, Ljubljana.
10. Mayer, H.: 1984. Waldbau auf soziologisch-oekologischer Grundlage. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, New York.
11. Mlinšek, D.: 1968. Sproščena tehnika gojenja gozdov na osnovi nege. Ljubljana.
12. Odum, E. P.: 1971. Fundamentals of Ecology. W. B. Sanders Company, Philadelphia, Pa.
13. Perko, F.: 1989. Ekološka niša in in gospodarski pomen smreke na jelovo-bukovih rastiščih visokega krasa. GV Ljubljana št. 9, str. 353-379.
14. Snedecor, G.: 1967. Statistical Methods. The YOWA STATE UNIVERSITY PRESS AMES.
15. Winer, B. J.: 1970. Statistical Principles in Experimental design. McGRAW-HILL. London.
16. 1980. Gozdarski in lesnoindustrijski priročnik. Priredil M. Čokl. BTF, VTOZD za gozdarstvo, Ljubljana.
17. 1952, 1962, 1972, 1982. Gozdnogospodarski načrti za gozdnogospodarsko enoto NAZARJE družbeni gozdovi. GG Nazarje.