

GDK 176.1 *Fagus silvatica* (L.) : 228

PREVRŠČANJE DREVES V OPTIMALNI FAZI BUKOVEGA GOZDA

Marijan KOTAR*

Izvleček

Prispevek obravnava rezultate raziskave zgradbe bukovih gozdov Slovenije na 18 rastiških enotah. Analizirani bukovi debeljaki so enomerni, vendar glede starosti izkazujejo določeno raznodobnost. Raziskava je bila usmerjena v ugotovitev starostne zgradbe sestojev ter v proces prevrščanja, ki zajema časovni razmak 60 let. Podrobno so obravnavani tisti osebki, ki tvorijo zgornjo višino sestoja, to je 100 najdebelejših na ha. Prevrščanje teh dreves je v debeljakih razmeroma skromno, na posameznih rastiških celo neznatno. Drevesa, ki tvorijo zgornjo višino sestoja, so praviloma tudi nekoliko starejša od preostalih, torej tista, ki so pričela rasti že v začetnem delu pomladitvene dobe.

Ključne besede: bukev, socialni sestop, prevrščanje, starostna zgradba.

DIFFERENTIATION IN MATURE BEECH STANDS

Abstract

The paper discusses results of a study on the composition of beech stands in 18 site units in Slovenia. The analysed mature beech stands are uniform but are characterised by certain uneven-agedness. The aim of the study was to determine age composition of these stands and to examine differentiation process within a period of 60 years. Top height trees, that is a hundred largest trees per hectare, are dealt with in detail. The differentiation process of these trees was relatively modest in mature stands, even insignificant in individual sites. These top height trees are, as a rule, a little older than other trees, that is trees which started growing early in the regeneration period.

Key words: beech, differentiation process, suppression and natural mortality, shifting, age structure

* dr., redni profesor, Biotehniška fakulteta, oddelek za gozdarstvo, Večna pot 83, 1000 Ljubljana, SLO

VSEBINA

1	UVOD IN OPREDELITEV PROBLEMA	7
2	CILJ RAZISKAVE IN RAZISKOVALNI OBJEKT	9
2.1	Cilji raziskave	9
2.2	Raziskovalni objekt	9
3	METODE DELA	10
4	REZULTATI ANALIZE IN RAZPRAVA	13
4.1	Prevrščanje dreves, ki so tvorila zgornjo višino v zadnjih šestih desetletjih.	13
4.2	Jakost prevrščanja glede na starost sestoja, jakost redčenj ter stopnjo raznodobnosti	26
4.3	Prevrščanje dreves glede na rodovitnost rastišča	27
5	SKLEPNE UGOTOVITVE	28
6	POVZETEK	29
	SUMMARY	30
	ZAHVALA	31
	VIRI	32

1 UVOD IN OPREDELITEV PROBLEMA

Rast gozdnega sestoja je tesno povezana s procesom naravnega izločanja dreves. Tako iz mladja, ki ga tvori več stotisoč osebkov, zraste gošča, ki ima nekaj deset tisoč dreves, iz nje letvenjak z nekaj tisoči osebki in iz tega na koncu debeljak z nekaj sto osebki. Naravno izločanje, ki ga v začetnih razvojnih stadijih gozda usmerjajo predvsem dejavniki okolja - zato ga imenujemo tudi izločanje prve stopnje (LEIBUNDGUT 1966) - pozneje preide v izločanje druge stopnje, ki je posledica boja za prostor in ga uravnava notranja dejavnika kot sta tekmovalna moč osebka in sposobnost prenašanja zasenčitve. Rezultat tega izločanja je v naravnem gozdu naravnost neverjeten, saj je delež osebkov, ki preživijo od mladja do debeljaka manj kot 0,1%, preživi jih manj kot vsak tisoči. Tudi v gospodarskem gozdu, ki je nastal na osnovi naravnega mladja, delež preživelih ni bistveno drugačen, povsem drugačen pa je v gozdu, ki je nastal s sadnjo, kjer preživi oziroma dočaka razvojno fazo debeljaka vsak deseti do dvajseti od tistih, ki so bili posajeni. Nas zanima predvsem to, kateri pa so tisti osebki, ki uspejo, da se obdržijo v sestoji vse do njegove pomladitve. Kljub temu, da v rasti in razvoju enomernega gozda velja socialni sestop, ki pomeni, da osebki, ki je v rasti toliko zaostal, da ni več v sloju dominantnih osebkov, nima več možnosti, da se ponovno uvrsti med dominantne (razen ob izjemnih dogodkih), ne moremo v mlajših razvojnih fazah gozda določiti tistih osebkov, ki bodo dočakali zadnjo razvojno fazo, to je debeljak. Vemo samo, da so to nekateri osebki iz zgornjega, t.j. dominantnega sloja. Socialni sestop lahko ponazorimo z naslednjim pravilom: osebki, ki danes tvorijo zgornjo plast (sloj), so bili tudi v zgornjem sloju drogovnjaka, osebki, ki so tvorili takrat zgornji sloj drogovnjaka, so bili tudi v zgornjem sloju letvenjaka in tako nazaj vse do gošče, ko se je pričelo izločanje druge stopnje. Na osnovi zakonitosti naravnega izločanja prek socialnega sestopa lahko ugotavljamo samo za nazaj, da so bili današnji dominantni osebki, dominantni tudi v predhodnih razvojnih fazah gozda. Ne moremo pa ugotoviti vnaprej, kateri osebki iz današnjega zgornjega sloja gošče bodo oblikovali zadnjo razvojno stopnjo, t.j. debeljak. Gozd v svoji rasti in razvoju sledi kaotičnemu procesu, za kaotične procese pa je značilno, da je vsaka dolgoročna napoved njihovega poteka praktično nemogoča, ker so izredno občutljivi za izredno majhne spremembe. Vsak še tako majhen impulz je dovolj, da se popolnoma spremeni način delovanja. Pomislimo samo na napad lubadarja, snegolom itd., kako spremenijo smer razvoja v gozdu. Tudi v gospodarskem gozdu, kjer z nego uravnava smer razvoja v željeno smer, kar

pomeni, da že v letvenjakih, včasih pa že v gošči posebej pospešujemo tiste osebke, ki naj bi tvorili končno podobo sestoja, je napovedovanje oziroma določitev tistih, ki bodo ostali v sestoji do konca, povezana z velikim tveganjem. Tudi v gospodarskem gozdu je rast in razvoj gozda do določene mere kaotičen proces. To dokazujejo tudi nekatere raziskave, ki so bile izvedene v bukovem drogovnjaku (MLINŠEK/FERLIN 1992). Po 24 letih je od prvotnega števila izbranih dreves, ki so bila v zgornjem sloju in so jih pospeševali, ostalo kot izbrana drevesa samo še 49%, vendar so bila številna od teh takšna, ki niso bila izbrana pri prvem redčenju.

Kolikor starejši je sestoj, toliko manj intenzivno je izločanje, v debeljaku, ko drevesa ne razširjajo več svojih krošenj, pa ga skoraj ni, zato je zgradba razmeroma konstantna. Ni več prevrščanja med drevesi. V gospodarskem gozdu v tej razvojni fazi prekinjamo sklep krošenj s svetlitvenimi redčenji, da ohranjamo enako široke letne prirastke v debelino, ki bi se sicer zmanjšali zaradi prehitrega odmiranja spodnjih delov krošenj dreves.

Kako se spreminja zgradba gozdov in kako poteka proces socialnega sestopa, nam kažejo meritve s stalnih raziskovalnih ploskev. Žal pa je teh ploskev malo in so marsikje bile osnovane šele v zadnjih desetletjih. Dober - čeprav ne tako natančen - vpogled v rast sestoja za nekaj desetletij nazaj dobimo tudi z debelnimi analizami v sestojih, ki so bili bolj ali manj prepuščeni naravnemu razvoju. Če je prevrščanje dreves v debeljakih upočasnjeno, ali pa med dominantnimi drevesi sploh preneha, potem bodo drevesa, ki tvorijo zgornjo višino sestoja, ista ali vsaj v večji meri ista za več desetletij nazaj. Kot zgornjo višino vzamemo povprečno višino 100 najdebelejših dreves na ha (ASSMANN 1961). Tako definirana zgornja višina ima prednost, ker jemlje kot osnovo vedno isto število osebkov na površino, ne glede na razvojno stopnjo sestoja, kar je za spremljavo strukturnih sprememb bolj primerno, kot če bi jemali povprečno višino določenega deleža dreves na ha (n.pr. Weise-jeva zgornja višina).

2 CILJ RAZISKAVE IN RAZISKOVALNI OBJEKT

2.1 Cilji raziskave

V raziskavi smo postavili naslednje podmene:

- V bukovih debeljakih ostajajo drevesa, ki tvorijo zgornjo višino, ista daljše časovno razdobje (60 let). Če ta hipoteza velja, potem med najdebelejšimi osebki v tej razvojni fazi ni več prevrščanja. Sto najdebelejših ostaja 100 najdebelejših skozi daljši čas, zato za to razvojno fazo lahko le v manjši meri govorimo, da je proces rasti kaotičen proces.
- V bukovih debeljakih, ki so bili prepuščeni naravnemu razvoju, je stalnost istih dreves v kolektivu 100 najdebelejših večja kot v gozdu, kjer smo usmerjali njegov razvoj z redčenji. Z redčenji pospešujemo najlepše osebke, ki pa niso vedno tudi najdebelejši. Vendar tudi z redčenji ohranjamo vsaj določen delež najdebelejših, ker s tem ohranjamo fizično stabilnost sestoja.
- Bukovi sestoji so nastali s pomlajevanjem z oplodno sečnjo, kar ima za posledico različno starost dreves (že na manjši površini) znotraj istega sestoja, zato domnevamo, da so najdebelejša drevesa tudi najstarejša. V tem primeru pomeni predrast v mladju tudi večjo verjetnost, da bo osebek v končnem sestoju ali z drugimi besedami: večja starostna prednost pri pomlajevanju pomeni tudi večjo verjetnost za uvrstitev v končno zgradbo sestoja.
- Če so drevesa, ki v debeljaku tvorijo zgornjo višino, tvorila zgornjo višino tudi v predhodnih razvojnih fazah, potem krivulja njihove višinske rasti predstavlja tudi razvojno krivuljo zgornje višine.

2.2 Raziskovalni objekt

Raziskavo smo izvedli na 18 rastiščnih enotah, kjer je bukev glavna graditeljica sestojev. V rastiščno enoto so zajeta tista rastišča, katerih fitocenozo so uvrščene v isto sintaksonsko enoto (asociacija ali pa subasociacija). V teh enotah smo izbrali sestoj, ki ustrezajo naslednjim kriterijem:

- sestoj mora biti v optimalni razvojni fazi in v tisti starosti, ko pričnemo z obnovo (starost 100 let in več),
- sestoj naj bo čimbolj enomeren in naj ima jasno izoblikovano streho sestoja,
- sestoj naj bo čimbolj čist (več kot 90% lesne zaloge naj bo bukve),
- sestoj naj ima čimvišjo lesno zalogo oziroma naj bo takšen, kjer ni bilo redčenj ali pa so bila izvedena z nizko jakostjo,

- sestoj naj bo čimbolj kvaliteten.

V tako izbranih sestojih smo naključno položili 5 vzorčnih ploskev velikosti 30 x 30 m. Osnovni podatki o rastiščih in sestojih na vzorčnih ploskvah so dani v preglednici 1 in 2.

3 METODE DE LA

Raziskava je bila izvedena v obliki statističnega poskusa s petimi ponovitvami. Rastiščne enote, ki imajo vlogo faktorja, so bile aplicirane z 18 vrednostmi. Ploskev predstavlja ponovitev znotraj rastiščne enote. Na ploskvi smo posekali vsa drevesa, njihova debla razrezali na najmanj 6 sekcij ter odvzeli kolobarje, ki so služili za poznejšo debelno analizo. Prvi kolobar smo odvzeli na višini 0,30 m (panj), drugega pa v višini 1,3 m (v prsni višini). V krošnji so bile sekcije krajše, zato je debelna analiza dala natančnejše podatke višinskega priraščanja v zadnjih desetletjih. Poleg izmere vseh živih dreves smo izvedli tudi izmero panjev in mrtvih dreves. Panjem smo določili tudi čas njihovega nastanka (čas poseka). Služili so nam kot osnova za določitev poseka in količine lesa, ki je odmrlo v zadnjih desetletjih.

Za vsako ploskev smo ugotovili povprečno starost vseh dreves in povprečno starost dreves, ki tvorijo zgornjo višino v času poseka. Za ista drevesa to je 9 dreves smo ugotovili povprečno višino po desetletjih za 60 let nazaj. Poleg povprečne višine 9 najdebelejših dreves med analizo smo izračunali tudi povprečne višine tistih dreves, ki so bila najdebelejša pred 10 leti, pred 20 leti, . . . in pred 60 leti. To so dejanske zgornje višine sestoja na raziskovalni ploskvi ob domnevi, da so v tem času odmrlo ali bila drugače odstranjena le tanjša drevesa. Analiza panjev je to domnevo potrdila.

Za ovrednotenje prevrščanja smo uporabili metodo rangov. Drevesa smo rangirali od najdebelejšega proti najtanjšemu. Najdebelejše drevo je dobilo rang 1, drugo po debelini rang 2 itd., zadnje, najtanjše drevo rang N. Rangiranje smo izvedli za vsako desetletje za 60 let nazaj. Če ni bilo preslojevanja, potem je imelo drevo, ki ima danes rang 1, isto vrednost ranga pred 10 leti, 20 leti . . . 60 leti. Seveda bi takšno prevrščanje morali izvesti z rangiranjem po višini drevesa.

Ker pa ugotavljamo zgornjo višino za 100 najdebelejših na ha oziroma v naši ploskvi za 9 najdebelejših, smo rangiranje izvedli po debelini.

Ker proučujemo, kako so se prevrščala le tista drevesa, ki tvorijo zgornjo višino, smo kot kriterij izbrali vsoto rangov, ki jih imajo najdebelejša drevesa.

Med analizo znaša vsota rangov $\Sigma R_0 = 45$ izračunamo jo po obrazcu

$$\Sigma R = \frac{a_1 + a_n}{2} \cdot n = \frac{(1 + 9)}{2} \cdot 9 = 45.$$

To je razumljivo, ker tvori zgornjo višino prvih 9 najdebelejših dreves.

Če so bila ista drevesa najdebelejša tudi pred 10, 20, . . . in 60 leti, potem je vsota rangov vedno 45. Če pa se je med 9 najdebelejših pred 10 leti uvrstilo samo prvih 8 najdebelejših med analizo ter drevo, ki je bilo med analizo po rangi šele 15., potem je dejansko vsota rangov

$$\Sigma R_{10} = \frac{1 + 8}{2} \cdot 8 + 15 = 51$$

(oziroma $45 - 9 + 15 = 51$). Tako lahko štejemo vsoto rangov ΣR kot slučajno spremenljivko, ki ima $\binom{N}{9}$ deveteric. Če zapišemo v splošni obliki, kjer je :

$$1 \leq n \leq N, \text{ potem velja:}$$

$$\Sigma R: \left(\begin{array}{c} \frac{n(n+1)}{2}, \left(\frac{n(n+1)}{2} + 1 \right), \dots, \frac{n}{2}(2N - n + 1) \\ \frac{1}{\binom{N}{n}}, \frac{n}{\binom{N}{n}}, \dots, \frac{1}{\binom{N}{n}} \end{array} \right) \text{ pri čemer je vseh vrednosti } nN - n^2 + 1$$

$\binom{N}{n}$ pomeni N na n binomsko

V tem primeru pomeni, da ima lahko spremenljivka ΣR minimalno vrednost

$$\Sigma R_{\text{MIN}} = \frac{n(n+1)}{2} \text{ in maksimalno vrednost } \Sigma R_{\text{MAX}} = \frac{n}{2} (2N - n + 1).$$

Verjetnost, da zavzame ΣR te vrednosti je: $p(\Sigma R_{\text{MIN}}) = \frac{1}{\binom{N}{n}}$,

$$p(\Sigma R_{\text{MIN}+1}) = \frac{n}{\binom{N}{n}}, \dots \text{ in } p(\Sigma R_{\text{MAX}}) = \frac{1}{\binom{N}{n}}.$$

Seveda dejanska verjetnost spremenljivke v analiziranih vzorčnih ploskvah tudi približno ne sledi verjetnosti, ki izhaja iz teoretične porazdelitve; vendar ta domneva služi našemu namenu analize.

Dejansko je verjetnost, da ΣR med analizo zavzame vrednost $\frac{n(n+1)}{2}$ kar

enaka 1, potem pa se z leti (desetletji) zmanjšuje.

Matematično upanje $E(\Sigma R) = \frac{n(N+1)}{2}$ in njena disperzija

$$D(\Sigma R) = \frac{1}{12} n(N+1)(N-n).$$

V našem posebnem primeru, ko je $n = 9$, $N =$ število dreves na ploskvi, pa dobijo gornji obrazci naslednjo obliko:

$$\Sigma R(9): \left(\begin{array}{cccc} 45, & 46, & \dots & 9N-36 \\ \frac{1}{\binom{N}{9}}, & \frac{9}{\binom{N}{9}}, & \dots & \frac{1}{\binom{N}{9}} \end{array} \right) \text{ pri čemer je vseh vrednosti } 9N-80.$$

$$E(\Sigma R(9)) = \frac{9}{2} (N+1) \text{ in } D(\Sigma R(9)) = \frac{3}{4} (N+1)(N-9).$$

Kot kazalnik oziroma merilo prevrščanja lahko vzamemo kar razliko med dejansko vsoto rangov ΣR_k in minimalno vsoto rangov $\Sigma R_{\text{MIN}} = 45$, $\delta = \Sigma R_{\text{dej}} - 45$, vendar je to merilo dobro le pri enakem številu dreves na ploskvi (enak N).

Na ploskvah imamo različno število dreves, zato je primernejši kazalec η_k , ki ga izračunamo po naslednjem obrazcu:

$$\eta_k = \left(1 - \frac{\Sigma R_k - 45}{\Sigma R_{\text{MAX}} - 45} \right)$$

V primerih ko so drevesa, ki so tvorila zgornjo višino pred 10, 20, . . . 60 leti ista kot med analizo, potem je vrednost $\eta_k = 1$, v preostalih primerih pa je manjša kot 1 in se približuje proti vrednosti nič, oziroma je enaka nič, če je $\Sigma R_k = \Sigma R_{\text{MAX}}$. Kazalnik η_k ima podoben pomen kot kvantilni rang, ki nam umesti ΣR_k glede na ΣR_{MIN} . Pri tem pa tečejo vrednosti kvantilnega ranga od 1 proti nič, če se ΣR_k odmika od ΣR_{MIN} proti ΣR_{MAX} .

4 REZULTATI ANALIZE IN RAZPRAVA

4.1 Prevrščanje dreves, ki so tvorila zgornjo višino v zadnjih šestih desetletjih.

Prevrščanje smo izvedli z rangiranjem. Med analizo smo rangirali drevesa po debelini od najdebelejšega proti tanjšemu. Povprečna višina prvih devetih najdebelejših predstavlja zgornjo višino med analizo. V preteklih desetletjih smo zopet izbrali po devet najdebelejših dreves, vendar smo prvim devetim pripisali tiste range, ki so jih imeli v času analize. Zato je vsota rangov v preteklih desetletjih večja kot med analizo ali pa kvečjemu enaka, to je 45 in to v primeru, da so bila najdebelejša drevesa (9 najdebelejših) vedno ista. Rezultati te analize so prikazani v preglednici 2.

Preglednica 1: Splošni podatki o rastišču in sestoji na vzorčnih poskvah
Table 1: General site and stand data in sample plots

	Rastiščna enota	Ploskev	N.V.	E.	M.p.	A	SD _A	Vol.	R %
1.	Quercu-Luzulo	1	670	W	eoc. fliš	131	8,1	773	20
	Fagetum	2	680	W		134	4,5	804	7
	(Q - L - F)	3	640	N		134	3,9	761	14
	Dletvo	4	650	SW		133	8,9	593	14
		5	650	S		129	10,5	645	11
2.	Adenostylo-Fagetum I.	1	1240	S	dolomit	143	11,1	764	1
	(Ad. - F - I.)	2	1230	SE		143	18,2	628	5
	Sviščaki	3	1240	SE		143	17,2	537	17
		4	1250	SE		154	16,2	596	11
		5	1265	SW		146	19,4	571	16
3.	Luzulo-Abietifagetum	1	1040	NW	krem. keratofir	160	26,9	913	30
	F prealp.	2	960	NW		146	21,8	904	35
	(L - A - F)	3	920	NW		133	23,8	901	37
	Polamanek	4	880	NW		123	24,9	733	43
		5	900	NW		145	28,7	796	46
4.	Luzulo-Fagetum	1	530	N	peščenjaki	107	17,0	1002	4
	(L - F)	2	560	NE		110	8,0	891	17
	Velika kopa	3	540	NE		98	15,6	754	38
		4	550	NE		107	8,0	704	29
		5	600	NE		99	11,3	576	31
5.	Abietifagetum.	1	980	SE	apnenec, dolomit	129	17,2	499	29
	din. maian	2	980	SE		129	14,7	614	22
	(A - F maian.)	3	1020	NE		137	16,6	559	41
	Jurjeva dolina	4	1010	W		135	21,8	542	23
		5	1020	SW		131	29,4	490	26

Preglednica 1: nadaljevanje

Table 1: Cont.

	Rastiščna enota	Ploskev	N.V.	E.	M.p.	A	SD _A	Vol.	R %	
6.	Quercu-Fagetum (Q - F)	1	510	NW	apnenec	161	23,4	804	2	
		2	520	NW		157	15,4	768	13	
		3	530	NW		146	16,4	961	6	
	Bukov vrh	4	540	NW		160	15,9	895	6	
		5	540	NW		160	17,4	754	7	
7.	Hacquetio-Fagetum (H - F)	1	800	SW	dolomit	155	24,0	1006	9	
		2	780	SW		142	40,1	914	12	
		3	770	SW		130	31,6	637	11	
	Peščenik	4	760	SW		159	25,1	797	13	
		5	740	SW		137	16,9	830	7	
8.	Festuco drymeiae-Fagetum (F - F)	1	500	SE	peščenjaki	121	24,0	1045	3	
		2	500	SE		132	25,0	870	14	
		3	510	SE		94	13,8	872	8	
		4	500	SE		123	27,3	845	18	
	Mali Jurjevec	5	510	SE		102	15,8	1058	9	
9.	Abieti-Fagetum din. typ. (A - F typ.)	1	900	NE	dolomit	156	29,3	759	26	
		2	890	NE		158	24,8	724	15	
		3	910	NE		174	30,7	590	37	
		4	1010	SW		184	48,6	825	37	
	Draga	5	1000	SW		196	39,5	778	8	
10.	Blechno-Fagetum (B - F)	1	490	NW	skrilavci, peščenjaki	187	13,5	693	21	
		2	490	NW		190	11,2	694	1	
		3	500	NE		184	6,7	802	31	
		4	500	NE		188	20,1	764	51	
	Mamolj	5	490	NW		185	47,9	633	21	
11.	Lamio orvalae-Fagetum l. (L o. - F - l.)	1	600	SW	dolomit	139	13,9	730	1	
		2	660	SW		in apnenec	147	16,3	847	11
		3	680	W		143	25,4	684	5	
		4	880	NW		119	17,5	904	9	
	Idrija	5	890	NW		136	22,6	997	9	
12.	Luzulo niveae-Fagetum (L niv. - F)	1	1200	SE	apnenec	137	24,9	439	45	
		2	1200	SE		147	34,0	479	35	
		3	1260	SE		161	33,1	410	15	
		4	1270	SE		155	27,3	405	51	
	Gozdec	5	1270	SE		145	27,5	455	16	
13.	Anemone-Fagetum (An - F)	1	900	NW	apnenec	154	11,8	653	13	
		2	900	NW		151	9,0	628	15	
		3	920	NW		152	4,2	731	20	
		4	870	NW		145	5,7	669	18	
	Krma	5	890	NW		149	10,6	566	31	

Preglednica 1: nadaljevanje

Table 1: Cont.

	Rastiščna enota	Ploskev	N.V.	E.	M.p.	A	SD _A	Vol.	R %
14.	Seslerio-Fagetum (Ses. - F) Starod	1	610	NE	apnenec	112	31,3	364	63
		2	650	E		110	29,2	345	45
		3	650	NW		124	28,0	349	37
		4	700	SE		120	18,9	456	79
		5	580	E		123	24,2	366	48
15.	Lamio orvalae-Fagetum II. (L o. - F - II.) Šoštanj	1	605	NE	apnenec	105	11,9	643	26
		2	605	NE		105	12,2	916	20
		3	600	N		102	13,6	879	7
		4	570	NE		109	8,3	753	20
		5	540	N		102	15,3	558	9
16.	Enneaphyllo-Fagetum I. (E - F - I.) Gače	1	870	NE	dolomit in	146	28,2	852	10
		2	860	NE		134	24,2	824	9
		3	850	N	apnenec	123	24,2	548	10
		4	840	N		132	22,8	677	13
		5	900	N		147	25,5	724	26
17.	Enneaphyllo-Fagetum II. (E - F - II.) Gorjanci	1	680	N	lapornati apnenec	128	11,0	810	49
		2	680	N		127	10,2	788	49
		3	720	N	129	11,0	828	46	
		4	700	N	132	4,0	951	19	
		5	730	N	132	3,4	891	26	
18.	Adenostylo-Fagetum II. (Ad. - F - II.) Ždroclje	1	1380	SW	apnenec	156	18,9	405	33
		2	1390	NW		178	32,6	405	19
		3	1375	SW		129	17,2	410	31
		4	1420	NW		166	21,6	414	18
		5	1420	NW		155	16,1	366	28

Legenda:

N.V. = nadmorska višina v m

E. = ekspozicija

M.p. = matična podlaga

A = starost v letih

SD_A = standardni odklon za starostVol. = lesna zaloga stoječega sestoja v času analize v m³/ha

R% = količina odstranjene lesne mase v zadnjih 30 letih v % od lesne zaloge stoječega sestoja med analizo.

Preglednica 2: Vrednosti koeficienta η_k in število dreves (n_9), ki so bila med analizo med devetimi največjimi

Table 2: Values of the coefficient η_k and the number of trees (n_9) that were among the nine largest trees at the time of analysis

Rastiščna enota	Pl.	t_0		t_{10}		t_{20}	
		η	n_9	η_{10}	n_9	η_{20}	n_9
1 Querco-Luzulo-Fagetum (Q - L - F) Dletvo	1	1,00	9	0,98	8	0,99	8
	2	1,00	9	0,91	6	0,93	7
	3	1,00	9	1,00	9	0,99	8
	4	1,00	9	1,00	9	0,98	8
	5	1,00	9	0,99	8	0,96	7
2 Adenostylo-Fagetum l. (Ad. - F - l.) Sviščaki	1	1,00	9	1,00	8	0,99	7
	2	1,00	9	1,00	9	1,00	9
	3	1,00	9	1,00	8	0,99	8
	4	1,00	9	0,99	8	0,99	8
	5	1,00	9	1,00	9	1,00	9
3 Luzulo-Abieti-Fagetum prealpinum (L - A - F) Polamanek	1	1,00	9	1,00	8	1,00	9
	2	1,00	9	1,00	9	1,00	9
	3	1,00	9	1,00	9	1,00	9
	4	1,00	9	1,00	9	1,00	9
	5	1,00	9	1,00	9	1,00	9
4 Luzulo-Fagetum (L - F) Velika kopa	1	1,00	9	0,99	8	0,99	8
	2	1,00	9	1,00	9	0,96	7
	3	1,00	9	1,00	9	1,00	9
	4	1,00	9	0,99	8	0,99	8
	5	1,00	9	0,99	8	0,96	8
5 Abieti-Fagetum din. maian. (A - F mai.) Jurjeva dolina	1	1,00	9	0,99	8	0,97	8
	2	1,00	9	1,00	9	0,99	8
	3	1,00	9	0,99	8	0,98	8
	4	1,00	9	0,98	8	0,97	8
	5	1,00	9	1,00	9	1,00	9
6 Querco-Fagetum (Q - F) Bukov vrh	1	1,00	9	1,00	9	0,99	8
	2	1,00	9	1,00	9	1,00	9
	3	1,00	9	1,00	9	1,00	8
	4	1,00	9	0,99	8	0,98	8
	5	1,00	9	1,00	9	1,00	9
7 Hacquetio-Fagetum (H - F) Peščenik	1	1,00	9	1,00	9	0,94	7
	2	1,00	9	1,00	9	1,00	8
	3	1,00	9	0,95	6	0,92	6
	4	1,00	9	1,00	9	1,00	9
	5	1,00	9	0,99	8	0,96	8
8 Festuco drymeiae-Fagetum (F - F) Mali Jurjevec	1	1,00	9	0,99	8	0,98	8
	2	1,00	9	1,00	9	1,00	9
	3	1,00	9	1,00	9	1,00	9
	4	1,00	9	1,00	9	0,97	8
	5	1,00	9	0,99	7	1,00	8
9 Abieti-Fagetum din. typ. (A - F typ.) Draga	1	1,00	9	1,00	9	0,99	8
	2	1,00	9	0,99	8	0,98	8
	3	1,00	9	0,99	8	0,98	7
	4	1,00	9	1,00	9	0,99	8
	5	1,00	9	0,99	8	0,96	7

Preglednica 2: nadaljevanje
Table 2: Cont.

Rastiščna enota	Pl	t_0		t_{10}		t_{20}	
		η	η_0	η_{10}	η_9	η_{20}	η_8
10 Blechno- Fagetum (B - F) Mamolj	1	1,00	9	1,00	9	1,00	9
	2	1,00	9	0,98	7	0,95	7
	3	1,00	9	1,00	9	1,00	9
	4	1,00	9	0,99	8	0,99	8
	5	1,00	9	0,96	7	0,94	8
11 Lamio orv.- Fagetum I. (L o. - F - I.) Idrija	1	1,00	9	1,00	9	0,98	8
	2	1,00	9	0,97	8	0,97	8
	3	1,00	9	1,00	9	0,99	8
	4	1,00	9	0,99	8	0,99	8
	5	1,00	9	0,98	7	0,95	6
12 Luzulo niveae- Fagetum (L niv. - F) Gozdec	1	1,00	9	1,00	9	1,00	9
	2	1,00	9	1,00	9	1,00	8
	3	1,00	9	1,00	8	0,99	8
	4	1,00	9	1,00	9	1,00	8
	5	1,00	9	1,00	8	1,00	8
13 Anemone- Fagetum (An - F) Krma	1	1,00	9	0,99	8	0,99	8
	2	1,00	9	1,00	8	0,98	8
	3	1,00	9	1,00	8	1,00	9
	4	1,00	9	1,00	9	1,00	8
	5	1,00	9	1,00	9	1,00	9
14 Seslerio- Fagetum (Ses. - F) Starod	1	1,00	9	0,99	8	0,96	7
	2	1,00	9	0,99	8	0,98	8
	3	1,00	9	1,00	8	0,99	8
	4	1,00	9	1,00	9	0,97	7
	5	1,00	9	0,99	8	0,97	7
15 Lamio orvalae- Fagetum II. (L o. - F - II.) Šoštanj	1	1,00	9	1,00	9	1,00	9
	2	1,00	9	1,00	9	1,00	9
	3	1,00	9	1,00	9	0,99	8
	4	1,00	9	0,99	8	0,99	8
	5	1,00	9	1,00	9	1,00	9
16 Enneaphyllo- Fagetum I. (E - F - I.) Gače	1	1,00	9	1,00	9	1,00	9
	2	1,00	9	0,99	8	0,98	8
	3	1,00	9	1,00	9	0,99	8
	4	1,00	9	1,00	9	1,00	8
	5	1,00	9	1,00	9	1,00	9
17 Enneaphyllo- Fagetum II. (E - F - II.) Gorjanci	1	1,00	9	1,00	9	1,00	9
	2	1,00	9	1,00	9	0,98	7
	3	1,00	9	1,00	9	1,00	8
	4	1,00	9	1,00	9	1,00	9
	5	1,00	9	1,00	9	0,99	8
18 Adenostylo- Fagetum II. (Ad. - F - II.) Ždreclje	1	1,00	9	1,00	8	1,00	8
	2	1,00	9	1,00	8	0,99	7
	3	1,00	9	1,00	9	1,00	8
	4	1,00	9	1,00	9	1,00	9
	5	1,00	9	1,00	9	0,99	8

Preglednica 2: nadaljevanje

Table 2: Cont.

Rastiščna enota	PI	t ₃₀		t ₄₀		t ₅₀		t ₆₀	
		η ₃₀	Π ₉	η ₄₀	Π ₉	η ₅₀	Π ₉	η ₆₀	Π ₉
1 Quercu-Luzulo-Fagetum (Q - L - F) Dletvo	1	0,97	7	0,96	7	0,95	7	0,94	7
	2	0,88	7	0,86	6	0,85	6	0,81	6
	3	0,93	7	0,88	6	0,75	6	0,67	5
	4	0,97	8	0,96	8	0,96	8	0,96	8
	5	0,92	6	0,86	5	0,83	4	0,79	4
2 Adenostylo-Fagetum I. (Ad. - F - I.) Sviščaki	1	0,98	7	0,96	7	0,94	7	0,94	7
	2	1,00	8	0,98	7	0,96	6	0,95	6
	3	0,97	8	0,96	7	0,95	6	0,94	6
	4	0,99	8	0,98	8	0,95	6	0,92	5
	5	0,99	7	0,98	7	0,94	7	0,90	5
3 Luzulo-Abieti-Fagetum prealpinum (L - A - F) Polamanek	1	1,00	9	1,00	9	1,00	9	1,00	9
	2	1,00	8	0,98	7	0,97	7	0,97	7
	3	0,99	8	0,98	8	0,98	8	0,98	8
	4	1,00	9	1,00	8	1,00	8	0,99	8
	5	1,00	9	1,00	9	1,00	9	1,00	9
4 Luzulo-Fagetum (L - F) Velika kopa	1	1,00	8	0,96	7	0,96	7	0,90	5
	2	0,96	7	0,96	7	0,96	8	0,96	7
	3	0,99	8	0,96	7	0,93	7	0,88	6
	4	0,97	8	0,98	8	0,99	8	0,99	8
	5	0,90	6	0,84	5	0,78	5	0,73	4
5 Abieti-Fagetum din. maian. (A - F mai.) Jurjeva dolina	1	0,95	8	0,88	7	0,83	6	0,83	6
	2	0,98	8	0,95	8	0,93	8	0,91	7
	3	0,98	8	0,96	7	0,96	8	0,96	8
	4	0,95	8	0,94	7	0,90	7	0,88	7
	5	1,00	9	1,00	9	1,00	9	1,00	9
6 Quercu-Fagetum (Q - F) Bukov vrh	1	0,97	8	0,96	7	0,95	7	0,93	7
	2	1,00	9	0,98	8	0,97	8	0,95	7
	3	0,99	8	0,99	8	0,99	8	0,99	8
	4	0,95	8	0,94	7	0,92	7	0,91	7
	5	1,00	9	1,00	9	1,00	9	0,99	8
7 Hacquetio-Fagetum (H - F) Peščenik	1	0,86	6	0,79	6	0,77	5	0,75	4
	2	0,99	8	0,98	7	0,98	7	0,98	7
	3	0,85	5	0,84	5	0,86	6	0,83	5
	4	0,97	8	0,95	7	0,92	6	0,94	6
	5	0,93	7	0,89	6	0,87	6	0,88	5
8 Festuco drymeiae-Fagetum (F - F) Mali Jurjevec	1	0,98	8	0,98	8	0,97	8	0,98	8
	2	0,98	8	0,95	8	0,94	8	0,90	7
	3	1,00	9	0,98	6	0,95	6	0,93	5
	4	0,86	6	0,84	6	0,79	5	0,74	4
	5	0,99	7	0,99	8	0,99	8	0,97	6
9 Abieti-Fagetum din. typ. (A - F typ.) Draga	1	0,98	8	0,99	8	0,98	8	0,98	8
	2	0,97	8	0,97	8	0,96	8	0,96	8
	3	0,97	7	0,95	7	0,95	6	0,93	6
	4	0,98	8	0,97	8	0,93	7	0,91	7
	5	0,92	7	0,90	6	0,85	5	0,80	4

Preglednica 2: nadaljevanje
Table 2: Cont.

Rastiščna enota	PI	t ₃₀		t ₄₀		t ₅₀		t ₆₀	
		η ₃₀	n ₉	η ₄₀	n ₉	η ₅₀	n ₉	η ₆₀	n ₉
10 Blechno-Fagetum (B - F) Mamolj	1	1,00	9	0,98	8	0,90	7	0,90	7
	2	0,95	7	0,95	7	0,92	6	0,91	6
	3	1,00	9	0,98	8	0,98	8	0,96	8
	4	0,99	8	0,99	8	0,99	8	0,99	8
	5	0,92	8	0,92	8	0,90	7	0,86	6
11 Lamio orval.-Fagetum I. (L o. - F - I.) Idrija	1	0,94	7	0,94	7	0,97	8	0,95	7
	2	0,96	7	0,94	8	0,95	8	0,96	8
	3	0,96	8	0,94	7	0,92	7	0,91	6
	4	0,96	8	0,95	8	0,95	8	0,92	7
	5	0,92	5	0,91	5	0,87	5	0,88	5
12 Luzulo niveae-Fagetum (L niv. - F) Gozdec	1	1,00	9	1,00	9	1,00	9	1,00	8
	2	0,99	8	0,99	8	0,99	8	0,98	7
	3	0,98	7	0,97	7	0,96	6	0,95	6
	4	1,00	8	1,00	8	0,99	7	0,98	7
	5	0,99	7	0,99	7	0,98	7	0,96	6
13 Anemone-Fagetum (An - F) Krma	1	0,95	7	0,93	7	0,93	6	0,92	6
	2	0,96	7	0,90	7	0,86	6	0,83	5
	3	1,00	9	0,98	7	0,98	7	0,98	7
	4	1,00	8	0,99	8	1,00	9	1,00	8
	5	1,00	8	0,99	8	0,99	8	0,99	8
14 Seslerio-Fagetum (Ses. - F) Starod	1	0,95	6	0,90	6	0,89	6	0,89	6
	2	0,97	8	0,96	7	0,92	6	0,89	6
	3	0,97	8	0,96	8	0,95	7	0,89	6
	4	0,96	7	0,94	7	0,89	6	0,89	6
	5	0,97	7	0,95	7	0,92	6	0,93	6
15 Lamio orva.-Fagetum II. (L o. - F - II.) Šoštanj	1	1,00	9	1,00	9	1,00	9	0,99	8
	2	1,00	9	0,97	8	0,96	7	0,92	7
	3	0,94	8	0,93	7	0,93	7	0,92	7
	4	0,99	8	0,96	8	0,96	8	0,93	7
	5	0,99	8	0,97	7	0,95	7	0,92	7
16 Enneaphyllo-Fagetum I. (E - F - I.) Gače	1	1,00	9	1,00	9	1,00	8	0,99	7
	2	0,97	7	0,96	7	0,96	6	0,96	7
	3	0,99	8	0,99	8	0,99	8	0,99	8
	4	0,99	8	0,98	7	0,96	7	0,96	7
	5	1,00	9	1,00	9	1,00	9	1,00	8
17 Enneaphyllo-Fagetum II. (E - F - II.) Gorjanci	1	0,99	8	0,99	8	1,00	9	1,00	9
	2	0,94	6	0,91	5	0,89	5	0,85	5
	3	0,98	7	0,98	8	0,98	8	0,97	7
	4	0,97	7	0,96	7	0,93	7	0,92	6
	5	0,99	8	0,99	8	0,97	7	0,96	7
18 Adenostylo-Fagetum II. (Ad. - F - II.) Ždroclje	1	0,99	8	0,98	6	0,96	5	0,93	6
	2	0,98	7	0,95	7	0,92	7	0,91	7
	3	0,99	8	0,98	8	0,98	7	0,95	6
	4	0,99	8	0,98	6	0,95	5	0,91	5
	5	0,98	7	0,97	5	0,91	5	0,85	5

Legenda:

η_k	= koeficient prevrščanja
t_0	= čas, ko je bila izvedena analiza
t_{10}	= 10 let pred izvedbo analize
t_{20}	= 20 let pred izvedbo analize
t_{60}	= šest desetletij pred izvedbo analize
n_9	= število dreves, ki so bila v času $t_0, t_{10} - t_{60}$ ista kot v času t_0 (med devetimi najdebelejšimi).

Kot je razvidno iz preglednice 2, je v zadnjem desetletju prišlo do prevrščanja dreves v kolektivu tistih, ki tvorijo zgornjo višino, vendar je prevrščanje skromno, kar nakazuje tudi vrednost η_k . Med devetimi najdebelejšimi drevesi je prišlo v zadnjem desetletju do sprememb na 40 ploskvah; v večini primerov je bilo zamenjano samo eno drevo. Samo na ploskvi Dletvo št. 2 so se zamenjala tri drevesa. Na 50 ploskvah pa so bila tista drevesa, ki so tvorila zgornjo višino med analizo ista kot deset let pred analizo. Zato lahko trdimo, da je prevrščanje med 100 najdebelejšimi na ha v debeljakah, ki so v starosti, ko kulminira volumenski prirastek, izjemen pojav.

Opazne pa so razlike, če gremo z analizo za več desetletij nazaj. Tako je v nekaterih vzorčnih ploskvah v sestoji med analizo med devetimi najdebelejšimi samo še 5 tistih dreves, ki so bila med devetimi najdebelejšimi pred 40 leti. Če gremo v času še nazaj, n. pr. za 60 let, potem so danes na nekaterih ploskvah samo še štiri drevesa od takratnih devetih najdebelejših. Na nekaterih ploskvah pa je tudi po preteku 60 let kar 9 najdebelejših dreves še vedno istih. Ker so vrednosti η_k razmeroma visoke tudi pred 50 leti in pogosto celo pred 60 leti, lahko domnevamo, da niso velike razlike med zgornjo višino, ki jo dobimo na temelju dreves, ki tvorijo zgornjo višino med analizo in pravo zgornjo višino to je povprečno višino devetih najdebelejših dreves v vsakem desetletju. V preglednici 3 so prikazane zgornje višine po dvajsetletjih, ki so izračunane na osnovi 9 najdebelejših dreves v vsakem dvajsetletju (prave zgornje višine) ter razlika med povprečno višino 9 najdebelejših dreves iz časa izvedbe analize (preračunano za 20, 40 in 60 let nazaj) ter pravo zgornjo višino za ista desetletja. Razlike so zelo majhne, običajno je višina, računana na osnovi najdebelejših dreves v vsakem desetletju višja. So pa posamezni primeri, ko je višja izračunana višina iz najdebelejših dreves med analizo. Razlika je lahko posledica dejstva, da niso vsa najdebelejša drevesa tudi vedno najvišja ali pa zaradi izračuna višin za drevesa po posameznih desetletjih, ki smo jih dobili z interpolacijo. Drevesa smo sekcionirali na sekcije, ki so bile v krošnji sicer

krajše, vendar še vedno predolge, da bi natančno ugotovili višinsko priraščanje. Kot vidimo, lahko za razvojno krivuljo zgornje višine sestoja vzamemo kar višinsko rastno krivuljo tistih dreves, ki tvorijo zgornjo višino sestoja v optimalni razvojni fazi (v našem primeru med analizo). Zato lahko krivuljo zgornjih višin po posameznih rastiščih za bukev dobimo tako, da izdelamo višinsko rastno krivuljo tistih dreves, ki tvorijo zgornjo višino v starosti, ko kulminira povprečni volumenski prirastek oziroma v sestoku, ki je v času, ko ga pričnemo pomlajevati.

Preglednica 3: Povprečne starosti po vzorčnih ploskvah ter vrednosti zgornjih višin
Table 3: Average age in sample plots and top height values

Rastiščna enota	Ploskev	Starost		h _{zg} (t ₀)	h _{zg} (t ₂₀)	Δh _g (0-20)
		A ₁₋₃	A _g			
1 Quercu-Luzulo-Fagetum (Q - L - F) Dletvo	1	131,8	136,9	33,39	29,24	0
	2	134,6	135,6	34,69	30,90	-0,27
	3	134,2	134,0	31,79	27,17	0
	4	133,5	139,1	29,94	25,20	0,44
	5	132,6	134,4	27,81	23,19	-0,22
2 Adenostylo-Fagetum I. (Ad. - F - I.) Sviščaki	1	145,9	152,8	24,14	21,22	0,38
	2	149,0	159,1	23,25	20,79	0
	3	150,0	155,8	24,13	21,43	0,30
	4	156,4	160,0	23,92	21,44	0,18
	5	154,1	156,6	21,87	19,78	0
3 Luzulo-Abieti-Fagetum prealp. (L - A - F) Polamanek	1	172,8	173,9	34,84	32,32	0
	2	158,4	167,0	35,64	32,61	-0,08
	3	150,7	162,7	37,39	34,15	0
	4	137,5	152,3	35,19	32,44	0
	5	165,9	170,7	35,93	32,84	0
4 Luzulo-Fagetum (L - F) Velika kopa	1	114,4	116,2	37,38	32,56	-0,05
	2	111,1	113,8	37,70	33,29	-0,37
	3	105,6	106,0	37,75	32,87	0
	4	108,4	109,7	32,56	27,80	0,18
	5	103,0	107,0	31,31	26,79	0,07
5 Abieti-Fagetum din. maian. (A - F maian.) Jurjeva dolina	1	136,0	137,7	29,82	26,28	0,03
	2	136,1	138,3	31,72	28,79	-0,23
	3	142,2	145,9	29,79	26,20	0,06
	4	143,0	149,0	28,86	25,19	0,04
	5	148,1	149,9	28,20	24,51	0
6 Quercu-Faget. (Q - F) Bukov vrh	1	164,9	169,0	33,80	30,01	0,15
	2	158,9	161,4	34,59	30,84	0
	3	148,6	155,8	36,77	33,05	-0,04
	4	165,1	169,8	35,08	31,56	0,02
	5	163,3	170,8	33,64	29,37	0

Preglednica 3: nadaljevanje

Table 3: Cont.

Rastiščna enota	Ploskev	Starost		h _{zg} (t ₀)	h _{zg} (t ₂₀)	Δh _g (0-20)
		A ₁₋₃	A _g			
7 Hacquetio-Fagetum (H - F) Peščenik	1	158,2	161,9	31,98	28,38	-0,51
	2	161,5	196,0	31,12	27,74	-0,33
	3	143,1	157,8	29,76	24,96	0,35
	4	163,7	169,4	31,61	27,18	0
	5	146,7	151,4	33,74	29,06	0
8 Festuco drymeiae-Fagetum (F - F) Mali Jurjevec	1	130,1	144,4	39,47	35,31	0,17
	2	137,3	141,3	39,18	35,44	0
	3	101,5	106,1	31,25	27,08	0
	4	127,8	132,9	37,47	32,92	0,24
	5	108,5	117,2	33,53	28,82	0,25
9 Abieti-Fagetum din. typ. (A - F typ.) Draga	1	179,4	189,8	33,39	31,24	0,41
	2	175,9	178,8	35,02	31,93	0,50
	3	188,4	207,0	29,80	26,09	0,38
	4	208,5	224,6	30,30	27,70	-0,12
	5	215,4	215,0	31,08	28,35	-0,36
10 Blechno-Fagetum (B - F) Mamolj	1	190,4	188,8	39,12	35,73	0
	2	191,3	191,1	37,60	33,45	-0,11
	3	185,3	187,3	40,01	37,16	0
	4	191,2	199,6	38,71	36,05	-0,62
	5	199,4	196,2	34,06	29,82	-0,51
11 Lamio orvalae-Fagetum I. (L o. - F - I.) Idrija	1	145,3	149,0	40,11	34,70	0,16
	2	149,7	157,4	38,37	34,58	-0,21
	3	154,7	160,2	35,29	32,18	0,08
	4	129,0	130,6	34,26	30,93	0,03
	5	141,6	149,7	33,53	29,88	0,99
12 Luzulo niveae Fagetum (L niv. - F) Gozdec	1	146,4	152,6	25,12	22,74	0
	2	162,3	172,3	24,81	22,38	-0,47
	3	170,8	175,3	20,00	17,70	-0,17
	4	163,8	171,3	20,40	18,14	-0,05
	5	156,7	176,3	21,79	19,20	0,05
13 Anemone-Fagetum (An - F) Krma	1	156,8	160,6	32,50	29,86	-0,48
	2	152,2	151,8	35,62	32,16	0,26
	3	153,0	152,8	37,06	33,98	0
	4	145,8	146,8	31,05	28,01	-0,21
	5	149,7	157,4	32,45	29,72	0
14 Seslerio-Fagetum (Ses. - F) Starod	1	127,5	136,1	22,88	18,32	0,70
	2	122,8	129,9	25,88	21,51	0,26
	3	136,3	142,7	24,21	19,95	0,18
	4	126,5	132,8	28,09	24,65	-0,01
	5	133,5	138,3	25,99	21,77	0,61
15 Lamio orvalae-Fagetum II. (L o. - F - II.) Šoštanj	1	111,0	111,8	38,73	33,59	0
	2	110,3	112,7	39,69	34,77	0
	3	109,2	110,4	38,55	33,55	0,09
	4	111,8	111,9	39,99	35,10	-0,53
	5	110,0	112,0	35,07	28,41	0

Preglednica 3: nadaljevanje
Table 3: Cont.

Rastiščna enota	Ploskev	Starost		h _{zg} (t ₀)	h _{zg} (t ₂₀)	Δh _g (0-20)
		A ₁₋₃	A ₉			
16 Enneaphyllo-Fagetum I. (E - F - I.) Gače	1	151,0	177,8	30,62	26,16	0
	2	140,7	157,2	31,73	27,63	0,12
	3	131,4	153,6	28,77	24,61	0,26
	4	136,9	160,0	28,37	24,35	0,06
	5	146,2	168,2	30,57	26,78	0
17 Enneaphyllo-Fagetum II. (E - F - II.) Gorjanci	1	131,5	133,6	40,03	36,03	0
	2	132,3	133,3	37,56	33,67	0,19
	3	132,0	133,2	37,98	33,30	0,38
	4	132,7	134,1	38,68	34,05	0
	5	131,9	131,8	38,93	34,44	0,20
18 Adenostylo-Fagetum II. (Ad. - F - II.) Ždroclje	1	158,4	168,8	20,01	17,68	0,10
	2	188,7	218,6	18,19	16,60	0,03
	3	132,1	141,1	21,84	18,93	0,14
	4	168,7	191,7	20,88	18,67	0
	5	158,6	168,8	18,44	16,10	-0,17

Preglednica 3: nadaljevanje
Table 3: Cont.

Rastiščna enota	Ploskev	h _{zg} (t ₄₀)	Δh _g (0-40)	h _{zg} (t ₆₀)	Δh _g (0-60)
1 Quercu-Luzulo-Fagetum (Q - L - F) Dietvo	1	25,85	0,11	23,71	-0,11
	2	28,44	-0,18	25,69	0,02
	3	24,23	-0,46	21,43	-0,21
	4	22,49	0,51	20,60	0,47
	5	19,62	-0,37	17,23	-0,13
2 Adenostylo-Fagetum I. (Ad. - F - I.) Sviščaki	1	19,20	0,25	16,69	0,10
	2	18,15	0,24	16,33	0
	3	18,76	0,33	15,37	0,60
	4	18,50	0,36	15,83	-0,19
	5	17,52	0,06	14,61	0,22
3 Luzulo-Abietii-Fagetum prealp. (L - A - F) Polamanek	1	29,13	0	24,93	0
	2	28,74	-0,27	23,86	-0,21
	3	30,40	-0,18	25,11	0,11
	4	28,27	0,11	23,09	0,10
	5	29,23	0	24,76	0
4 Luzulo-Fagetum (L - F) Velika kopa	1	26,90	0,65	19,87	0,21
	2	26,74	-0,23	19,08	-0,40
	3	25,60	-0,27	17,67	-0,56
	4	22,17	-0,02	16,78	0,09
	5	20,58	-0,23	14,91	-0,44
5 Abietii-Fagetum din. maian. (A - F maian.) Jurjeva dolina	1	22,00	0,09	17,79	-0,46
	2	24,88	-0,28	20,40	-0,53
	3	22,21	0,24	17,70	-0,07
	4	21,92	-0,54	17,57	-0,71
	5	20,85	0	16,25	0

Preglednica 3: nadaljevanje

Table 3: Cont.

Rastiščna enota	Ploskev	h _{zg} (t ₄₀)	Δh _g (0-40)	h _{zg} (t ₆₀)	Δh _g (0-60)
6 Querco-Faget. (Q - F) Bukov vrh	1	26,45	0,08	24,01	0,02
	2	26,93	0,28	23,59	0,40
	3	29,03	-0,06	25,40	-0,02
	4	27,31	0,29	24,54	0
	5	25,65	0	23,50	-0,29
7 Hacquetio-Fagetum (H - F) Peščenik	1	26,09	-0,92	23,26	-0,28
	2	25,29	-0,29	22,69	-0,18
	3	21,43	0,39	19,83	0,33
	4	24,19	0,40	21,40	0,95
	5	26,34	0,01	24,19	0,14
8 Festuco drymeiae-Fagetum (F - F) Mali Jurjevec	1	29,21	0,17	22,32	0,22
	2	29,10	0,09	22,69	-0,41
	3	22,13	-0,67	15,78	-1,02
	4	27,72	-0,24	20,41	0,16
	5	22,76	0,18	16,51	-0,16
9 Abieti-Fagetum din. typ. (A - F typ.) Draga	1	28,81	0,34	26,88	0,29
	2	29,61	0,57	27,42	0,64
	3	22,69	0,33	20,05	-0,17
	4	24,52	-0,16	21,04	-0,15
	5	24,55	-0,28	21,24	-0,55
10 Blechno-Fagetum (B - F) Mamolj	1	31,95	0,26	29,36	-0,62
	2	29,96	-0,18	26,49	0,12
	3	33,96	0,29	31,21	0,24
	4	32,14	-0,36	29,08	-0,33
	5	26,06	-0,94	22,32	-0,42
11 Lamio orvalae-Fagetum l. (L o. - F - l.) Idrija	1	30,04	-0,22	25,57	-0,04
	2	30,75	-0,12	27,34	-0,04
	3	28,94	-0,46	25,18	-0,32
	4	26,79	0	22,11	0,09
	5	26,45	0,42	22,30	0,07
12 Luzulo niveae Fagetum (L niv. - F) Gozdec	1	19,51	0	15,53	0,31
	2	19,01	-0,13	15,77	-0,12
	3	15,00	-0,20	12,45	-0,15
	4	15,69	-0,04	12,92	0,15
	5	16,58	0,25	13,52	0,33
13 Anemone-Fagetum (An - F) Krma	1	26,33	0,04	24,70	-0,49
	2	28,60	0,71	26,19	-0,10
	3	30,29	0,24	26,71	0,17
	4	24,25	-0,07	20,24	-0,03
	5	25,80	-0,35	21,96	-0,28
14 Seslerio-Fagetum (Ses. - F) Starod	1	15,59	0,86	14,24	0,48
	2	17,29	0,25	14,33	0,02
	3	17,19	-0,21	15,77	-1,09
	4	21,22	0,29	19,08	0,20
	5	18,37	0,25	16,24	-0,40

Preglednica 3: nadaljevanje
Table 3: Cont.

Rastiščna enota	Ploskev	h _{zg} (t ₄₀)	Δh _g (0-40)	h _{zg} (t ₆₀)	Δh _g (0-60)
15 Lamio orvalae- Fagetum II. (L o. - F - II.) Šoštanj	1	26,81	0	20,13	0,43
	2	28,92	-0,70	21,77	-0,63
	3	26,12	0,40	20,00	0,29
	4	28,41	0,03	22,23	-0,29
	5	21,20	-0,31	15,51	-0,98
16 Enneaphyllo- Fagetum I. (E - F - I.) Gače	1	20,92	0	15,74	0,40
	2	21,36	0,27	16,36	-0,08
	3	19,34	0,28	14,41	0
	4	20,02	-0,40	15,37	-0,03
	5	21,28	0	16,91	0,12
17 Enneaphyllo- Fagetum II. (E - F - II.) Gorjanci	1	29,92	0,24	24,56	0
	2	28,53	-0,25	23,38	0,29
	3	28,65	-0,38	22,92	-0,11
	4	28,14	0,71	23,32	0,29
	5	27,91	0,66	23,31	0,09
18 Adenostylo- Fagetum II. (Ad. - F - II.) Ždreclje	1	15,13	0,08	12,59	0,07
	2	14,89	0,06	13,71	0,10
	3	15,87	-0,03	11,84	0,14
	4	16,51	-0,12	15,24	-0,80
	5	13,96	-0,72	11,85	-1,07

Legenda:

A₁₋₃ = povprečna starost dreves, ki so bila med analizo v 1. 2. in 3. socialnem razredu (streha sestaja)

A_g = povprečna starost devetih najdebelejših dreves med analizo

h_{zg}(t₀) = zgornja višina med analizo (t₀)

h_{zg}(t₂₀) = zgornja višina v času t₂₀ (dve desetletji pred izvedbo analize)

Δh_g(0-20) = razlika med povprečno višino pred dvajsetimi leti med danes (čas analize) devetimi najdebelejšimi drevesi in povprečno višino tistih devetih dreves, ki so bila najdebelejša pred 20 leti (prava zgornja višina pred 20 leti). Analogni pomen imajo tudi h_{zg}(t₄₀) in h_{zg}(t₆₀) ter Δh_g(0-40) in Δh_g(0-60).

4.2 Jakost prevrščanja glede na starost sestoja, jakost redčenj ter stopnjo raznodobnosti

Jakost prevrščanja nam podaja kazalec η_k . Če analiziramo vrednosti η_k v petem desetletju pred analizo (t_{50}), potem je η_{50} večji ali enak vrednosti 0,95 na vseh ploskvah v Gozdecu (rastiščna enota 12), v Gačah (rastiščna enota 16) in Polamaneku (rastiščna enota 3). Dejansko so analizirani sestoji v teh rastiščnih enotah tudi precej stari. Vendar pa so sestoji na rastiščni enoti 15 (Šoštanj) med najmlajšimi, toda vrednosti η_{50} so za peto desetletje večje oziroma enake 0,93 ($\eta_k \geq 0,93$). Tudi sestoji, ki so bili med najstarejšimi (rastiščna enota 7, Peščenik), imajo razmeroma nizko spodnjo vrednost η_{50} ($\eta_{50} \leq 0,77$) v petem desetletju pred analizo. Zato ne moremo trditi, da je starost edini ali pa glavni vzrok za večjo ali manjšo jakost prevrščanja.

Naslednji vzrok večjega prevrščanja, ki smo ga analizirali, je jakost redčenja v zadnjih 30 letih. Če redčenje pospešuje prevrščanje (pospeševanje kakovostnih osebkov, ki pa običajno niso najdebelejši), potem bi morala biti vrednost η_k v zadnjih dveh desetletjih nižja tam, kjer je bila jakost redčenja večja. Jakost redčenja je prikazana v preglednici 1 v koloni R%. Znak R% predstavlja količino lesne mase, ki je bila odstranjena z redčenji ali pa zaradi naravnega izločanja v zadnjih 30 letih glede na višino lesne zaloge stoječega sestoja med analizo. Kot vidimo, so jakosti izredno nizke, nižje kot so običajno v enem desetletju. To je razumljivo, ker smo analizirali sestoje, v katerih redčenja ni bilo, ali pa je potekalo z zelo nizko jakostjo. Na tistih ploskvah, kjer ni bilo nikakršnih posekov, predstavlja R% jakost naravnega izločanja v zadnjih 30 letih (toliko časa so ostanki panjev še vidni). Vrednost R% je najvišja v rastiščni enoti 14 (Starod) in 3 (Polamanek). Na rastiščni enoti 3 so vrednosti η_k za zadnji dve desetletji (t_{10} in t_{20}) enake 1, zato tu ni bilo prevrščanja. Na rastiščni enoti 14 je sicer prišlo do nekoliko močnejšega prevrščanja, vendar ga težko povezujemo z redčenjem. Zato lahko sklepamo, da v analiziranih sestojih jakost redčenja ni vplivala na jakost prevrščanja vendar ob dejstvu, da je bila jakost redčenja na vsah ploskvah bistveno manjša, kot pa so običajne jakosti v gospodarskem gozdu.

Analizirani sestoji izkazujejo glede starosti določeno stopnjo raznodobnosti, ki je temvečja, čimvečja je razlika med starostjo najstarejšega in starostjo najmlajšega drevesa znotraj iste ploskve. Merilo raznodobnosti nam podaja standardni odklon za starost (SD_A), ki je dan v preglednici 1. Če postavimo

podmeno, da starejši osebki zavzamejo zgornji sloj in ga potem tudi zadržijo, potem bi bilo v takšnih sestojih prevrščanje možno samo med najstarejšimi osebki. V tem primeru bi moral biti η_K tembližje vrednosti 1, čimvečja je raznodobnost. Pri izračunu odvisnosti med η_K in SD_A (raznodobnostjo) za šesto desetletje pred izvedeno analizo (t_{60}) je ta podmena potrjena samo na rastiščni enoti št. 3 ($r = 0,96$). V preostalih enotah so vrednosti korelacijskih koeficientov nižje (v posameznih primerih celo negativne) in zato ne moremo sklepati, da je vrednost ρ značilno različna od nič (r je samo cenilka za ρ).

Vendar ima starost dreves pomembno vlogo pri socialnem sestopu; čim starejši je osebek znotraj istega sestoja, tem večja je verjetnost, da se bo uvrstil v višji socialni razred (KOTAR 1989). Tudi podatki te analize to potrjujejo. V preglednici 1 so dane povprečne starosti sestojev na vzorčnih ploskvah, v preglednici 3 pa povprečne starosti tistih dreves na vzorčni ploskvi, ki so uvrščena v zgornje tri socialne razrede (ki s svojimi krošnjami tvorijo streho sestoja) ter povprečne starosti devetih najdebelejših dreves (ki tvorijo zgornjo višino). Najnižje vrednosti dosegajo povprečne starosti sestojev, nekoliko višje so povprečne starosti tistih dreves, ki so v zgornjih treh socialnih razredih, še višje pa so starosti 9 najdebelejših dreves. Pri tej zadnji trditvi so izjeme 3 ploskve na rastiščni enoti 10, 2 ploskvi na rastiščni enoti 13 in po ena ploskev v rastiščni enoti 9 in 17. V teh primerih je povprečna starost 9 najdebelejših dreves celo nekoliko nižja kot pa povprečna starost dreves v strehi sestoja. Na osnovi teh števil lahko trdimo, da imajo pri bukvi tisti osebki, ki imajo v času pomlajevanja oziroma obnove sestoja starostno prednost, večjo možnost, da se ohranijo v plasti vladajočih oziroma nadvladajočih in sovladajočih. Vendar pa se v izjemnih primerih lahko povzpnejo v to plast tudi mlajši osebki, ki jih odlikuje izredno velika rastna energija ali pa je na njihov vzpon vplival splet ugodnih okolnosti, kot n. pr. snegolom, vetrolom in podobno, kar ima za posledico sprostitvev ravnega prostora okoli tega mlajšega osebka.

4.3 Prevrščanje dreves glede na rodovitnost rastišča

Sestoji, ki rastejo na manj produktivnih rastiščih, izkazujejo manjšo jakost v prevrščanju kot sestoji na bolj produktivnih rastiščih (OLIVER/LARSON 1990). Z namenom, da preverimo, ali velja ta trditev tudi za debeljake, smo korelirali proizvodne sposobnosti rastišč po posameznih ploskvah s koeficientom

prevrščanja η_{60} za čas 60 let pred analizo (t_{60}). Proizvodne sposobnosti rastišč analiziranih ploskev smo povzeli iz rezultatov raziskave, ki je bila izvedena že prej (KOTAR 1995). Vrednost izračunanega korelacijskega koeficienta je tako nizka, da ne moremo sklepati o tej odvisnosti. Pač pa se je pokazala negativna odvisnost med proizvodno sposobnostjo rastišča in η_{60} znotraj nekaterih rastiščnih enot. Večina rastiščnih enot pa ne izkazuje te odvisnosti. Zato sklepamo, da se v starejših bukovih debeljakah jakost prevrščanja zmanjša v tolikšni meri, da ni vidnih razlik med bolj in manj produktivnimi rastišči.

5 SKLEPNE UGOTOVITVE

V bukovem gozdu, ki je nastal z naravnim pomlajevanjem v razvoju od pomladitve do optimalne razvojne faze, ko je sestoj pred pomladitvijo, ostane od prvotnih osebkov manj kot 0,1%. Verjetnost, da osebek ostane v sestoju do njegove pomladitve, ima komaj vsak tisoči ali pa celo vsak pettisoči. Čeprav je rast gozda kaotičen proces, kljub temu veljajo določene zakonitosti. Te postajajo vse bolj verjetne čimstarejši je sestoj. Raziskava je pokazala, da je med drevesi, ki tvorijo zgornjo višino - to je 100 najdebelejših na ha - prevrščanje v času, ko je sestoj primeren za obnovo, razmeroma skromno. Z raziskavo nismo potrdili podmene, da je prevrščanje v tistih sestojih, v katerih so potekala redčenja večje, kot pa v sestojih, ki so bili prepuščeni naravnemu razvoju. Žal so bili v raziskavo zajeti samo sestoji, ki so bili prepuščeni naravnemu razvoju in pa sestoji, v katerih so potekala redčenja z izredno nizko jakostjo. Bukovi gozdovi se praviloma naravno obnavljajo v krajših ali daljših pomladitvenih dobah, zato imajo drevesa že na razmeroma majhni površini različno starost. Sestoji izkazujejo zato večjo ali manjšo raznodobnost. Najdebelejša drevesa so v povprečju starejša kot drevesa, ki tvorijo streho sestoja, ta pa so zopet starejša kot drevesa spodnjih socialnih razredov. Zato sklepamo, da imajo tisti osebki, ki so starejši, večjo verjetnost, da bodo gradili končni sestoj. Kljub temu pa ta prednost ni absolutna, ker imamo v posameznih primerih med najdebelejšimi osebki tudi mlajše. Domnevamo, da je na njihovo uvrstitev med najdebelejše in najvišje vplivala njihova izredno velika rastna energija ali pa splet slučajnih dogodkov, ki so tem osebkom ustvarili ugodno okolje v tolikšni meri, da so se povzpeli v sloj, ki ga zavzemajo v večjem delu starejši osebki.

Ugotovljeni rezultati nas vodijo k naslednjim ugotovitvam: Razvoj gozda, ki ga v mladostnih razvojnih fazah usmerjamo z nego mladja in nego gošče, v letvenjakih in drogovnjakih pa z redčenji, bo tem bližje naravnim procesom, če bo usmerjanje potekalo v zgornjem sloju. Socialni vzpon je le izjemen dogodek v enomernem gozdu. V zgornjem sloju je v mladostnih razvojnih fazah gozda še vedno tolikšno število osebkov, da je možno iz njih oblikovati sestoje, ki jih bodo gradila drevesa, ki bodo imela visokokakovostna debla in pravilno oblikovane krošnje. Za takšen razvoj moramo izpolniti samo en pogoj: z nego moramo pričeti že v mladju oziroma, kar je še boljše, že pri nastajanju novega sestoja.

6 POVZETEK

Rast in razvoj enomernih bukovih gozdov spremlja proces diferenciacije, to je prevrščanja dreves. Prevrščanje je v glavnem usmerjeno od zgornjih socialnih plasti ali slojev k spodnjim. Zato govorimo v enomernem gozdu, o tako imenovanem socialnem sestopu. Jakost prevrščanja se s starostjo sestoja zmanjšuje. Cilj raziskave - ki je bila izvedena na 18 rastiščnih enotah, ki jih poraščajo bukovni gozdovi - je ugotoviti jakost prevrščanja v debeljakih in kateri dejavniki vplivajo na ta proces. Raziskava je izvedena kot statistični poskus s petimi ponovitvami. V ta namen je bilo izbranih pet vzorčnih ploskev na vsaki rastiščni enoti. Vzorčne ploskve so bile velikosti 9 arov (30 x 30 m) in so bile naključno izbrane v polnoporaslih bukovih debeljakih. Starost sestoja na vzorčni ploskvi je ustrezala tisti starosti, v kateri običajno pričnemo obnovo sestoja. Vsa drevesa na izbranih ploskvah so bila posekana in razžagana na 6 - 10 sekcij. Na začetku vsake sekcije je bil odvzet kolobar, ki je služil za analizo debla. Za vsako drevo je bila izdelana višinska in debelinska rastna krivulja. Na osnovi teh dveh krivulj smo ugotovili premere in višine vsakega drevesa od nastanka sestoja pa vse do izvedbe analize. Ker so bili analizirani sestoji prepuščeni naravnemu razvoju ali pa so bila opravljena samo zelo šibka redčenja, je verjetno, da so bila odstranjena z redčenji ali pa zaradi naravne mortalitete predvsem tanjša drevesa. Kriterij jakosti prevrščanja so drevesa, ki tvorijo zgornjo višino, to je 100 najdebelejših na ha oziroma devet najdebelejših na vzorčno ploskev. Ugotavljali smo, katera od dreves, ki so tvorila zgornjo višino med analizo, so tvorila tudi zgornjo višino v zadnjih šestih desetletjih in obratno, katero mesto po debelini zavzemajo danes tista drevesa, ki so bila med devetimi najdebelejšimi v prejšnjih šestih desetletjih, danes pa nimajo več mesta med

njimi. Kot kazalec jakosti prevrščanja smo oblikovali koeficient prevrščanja η_k , ki zavzema vrednosti od 0 do 1. Vrednost $\eta_k = 1$ za izbrano desetletje (k) ima v primeru, da so bila v tistem desetletju med devetimi najdebelejšimi drevesi natančno ista drevesa, ki so bila najdebelejša tudi med analizo. Analiza je pokazala, da je v debeljakih prevrščanje med najdebelejšimi drevesi razmeroma skromno, v posameznih primerih ga ni več in da lahko kot razvojno krivuljo zgornje višine uporabimo višinsko rastno krivuljo tistih dreves, ki so med analizo tvorila zgornjo višino. Z analizo smo tudi odkrili, da imajo osebki, ki so se med pomladitvijo sestojja pojavili prvi, tudi večjo verjetnost, da se ohranijo v zgornji plasti sestojja. Zato je starost - v primeru naravne obnove sestojja, ko sestoj pomlajujemo v daljšem časovnem obdobju - pomemben dejavnik v procesu prevrščanja dreves. Produktivnost rastišča in jakost redčenja v bukovih debeljakih nimata statistično potrjenega vpliva na jakost prevrščanja dreves.

SUMMARY

The growth and development of uniform beech stands is closely linked with a differentiation process, which mainly proceeds from top social layers to lower layers. In a uniform forest this process is referred to as the process of differentiation, suppression and natural mortality. Differentiation intensity decreases with stand age. The aim of the study, conducted in 18 site units covered with beech stands, was to investigate differentiation intensity in mature stands and to determine factors that play an important role in the process. The investigation was designed as a statistical experiment with five replications. In each site unit five sample plots were selected. The sample plots of 9 ares in size (30 x 30 m) were selected at random in fully stocked mature beech stands. Stand age in a sample plot corresponded to the age at which regeneration of a stand is usually undertaken. All the trees in selected plots were cut down and sawn up into 6-10 sections. A disc was removed from the beginning of each section for stem analysis. For each tree, a height and diameter growth curve was designed to determine the height and diameter of each tree from the origin of a stand to the time of the analysis. Since no thinnings or only light thinnings were carried out in the analysed stands, it is likely that mainly thinner trees were removed with thinnings or in the course of natural mortality. Top height trees, that is a hundred largest trees per hectare, or the nine largest trees per sample plot were a criterion of differentiation intensity. It was used to determine which

top height trees at the time of analysis were top height trees in the last six decades as well, and to determine the present rank of the nine largest trees in the past six decades that are now not any more among the nine largest trees. The coefficient η_k with values from 0 to 1 was used as an index of differentiation intensity. It has the value $\eta_k = 1$ for a selected decade (k) if in that decade the very same trees were among the nine largest trees as at the time of analysis. Results of the analysis indicate that in mature beech stands differentiation among the largest trees is rather moderate, even absent in individual cases, and that the height growth curve of top height trees at the time of the analysis can be used as a developmental top height curve. They also show that subjects which regenerate first during regeneration of a stand are more likely to remain in the top layer of a stand. This suggests that age plays an important role in the differentiation process of trees in the case of natural regeneration during which a stand is regenerated in a longer period of time. The effect of site productivity and intensity of thinning in mature beech stands on differentiation intensity of trees was not substantiated in the study.

ZAHVALA

Računalniške izračune je naredila L. Godler, dipl. ing., strokovni sodelavec na Oddelku za gozdarstvo Biotehniške fakultete, za kar se ji na tem mestu najlepše zahvaljujem. Enako se zahvaljujem tudi prof. dr. A. Cedilniku, ki mi je pomagal z nasveti in matematičnimi izpeljavami nekaterih kazalcev.

M. Kotar

VIRI

ASSMANN, E., 1961. *Waldertragskunde*. München, 1961, 492 s.

KOTAR, M., 1989. Prirastoslovni kazalci rasti in razvoja bukovih gozdov v Sloveniji. *Zbor.gozd. in les.*, 33, s. 59-80.

KOTAR, M., 1995. Site productivity on sites overgrown by spruce and beech forests. *Lesnictvi - Forestry*, 41, (10), s. 449-462.

LEIBUNDGUT, H., 1965. *Die Waldpflege*. Bern, Verlag Paul Haupt, 192 s.

MLINŠEK, D./FERLIN, F., 1992. Waldentwicklung in der Jugend und die Kernfrage der Waldpflege. *Schweiz. Z. Forstwes.* 143, 1992, 12, s. 983-990.

OLIVER, C./LARSON, B., 1990. *Forest stand dynamics*. New York, McGraw-Hill, 467 s.