

GDK: 54:562.4:228.6(497.12)

PROIZVODNA SPOSOBNOST GOZDNIH RASTIŠČ, KI JIH PORAŠČAJO SMREKOVI IN BUKOVI GOZDOVI TER NJIHOVA PROIZVODNA ZMOGLJIVOST V OPTIMALNI RAZVOJNI FAZI

Marijan KOTAR*

Izvleček

Članek predstavlja rezultate analiz, ki so bile opravljene na 18 rastiščnih enotah na katerih uspevajo bukovi sestoji, in na 10 rastiščnih enotah, kjer gradi gozdove smreka. Sestoji so razmeroma enomerni, glede starosti pa bolj ali manj raznodobni. Proizvodno sposobnost rastišč lahko ugotavljamo s pomočjo rastiščnega indeksa (site index). V članku je prikazano gibanje tekočega volumenskega prirastka v zadnjih treh desetletjih. Prirastek ima pozitiven trend na 68 % analiziranih ploskvah pri smreki ter na 28 % pri bukvi. Skupaj je bilo analiziranih 90 ploskev pri bukvi in 50 ploskev pri smreki. Pozitiven trend prirastka pri tej starosti sestojev je nenavaden. Vzrok za spremenjen način v rasti teh sestojev lahko povezujemo s spremembami v rastišču ali pa je posledica velike raznodobnosti.

Ključne besede: *rastiščni indeks (site index), celotna lesna proizvodnja, proizvodna sposobnost rastišča, zgornja višina, bukovi sestoji, smrekovi sestoji.*

SITE PRODUCTIVITY ON SPRUCE AND BEECH SITES AND CURRENT ANNUAL INCREMENT OF THEIR STANDS IN THE OPTIMAL PHASE

Abstract

The author presents the results of investigation which was carried out in beech and spruce stands on their natural sites. The determining of site productivity by means of site index and total volume production was successful in homogeneous but uneven-aged stands. In this case should be used the top-height at 100 years. The author has established that the stands which are used for determining of site index and site productivity should be older then 100 years. The convergence of height curves according to sites is different. The current annual increment in the studied stands has increased in 68 % of analysed spruce plots and in 28 % of analysed beech plots. This increase in the stands age from 94 to 196 years is likely related to changes in site productivity.

Key words: total volume production, top height, site index, beech stand, spruce stand, current annual increment.

* dr. gozd. zn., redni profesor, Oddelek za gozdarstvo Biotehniške fakultete, 61000 Ljubljana, Večna pot 83, Slovenija

KAZALO

1	UVOD IN POSTAVITEV PROBLEMA	127
2	PREDMET IN METODE RAZISKOVANJA	128
2.1	Določitev rastiščne enote	133
2.2	Izbira vzorčnih ploskev	134
3	REZULTATI ANALIZE	134
3.1	Določitev proizvodne sposobnosti rastišč	134
3.2	Tekoči letni volumenski prirastek v smrekovih in bukovih sestojih v zadnjih treh desetletjih	141
4	SKLEP	144
5	POVZETEK	145
	SUMMARY	146
	VIRI	148

1 UVOD IN POSTAVITEV PROBLEMA

Ugotavljanje proizvodne sposobnosti rastišč je ena najpomembnejših nalog gozdnega prirastoslovja in prvi pogoj racionalnega gospodarjenja z gozdovi (KOTAR 1989). Kljub veliki pomembnosti tega kazalca v gojenju gozdov in še posebej v gozdnogospodarskem načrtovanju imamo še danes v Sloveniji veliko gozdov, ki poraščajo rastišča, o katerih malo vemo glede njihove proizvodne sposobnosti. Nekdanje uvrščanje posameznih gozdnih oddelkov v bonitetne razrede na temelju srednje višine in starosti sestoja s pomočjo donosnih tablic je za današnje potrebe premalo natančno. Ugotavljanje rastiščnih koeficientov za posamezne vegetacijske enote, ki ga je uvedel Košir (KOŠIR 1976), predstavlja v ugotavljanju proizvodne sposobnosti rastišč velik napredek, vendar je še vedno nekoliko pomanjkljivo, ker vegetacijske enote oziroma njihova rastišča le rangira po njihovi lesni proizvodni sposobnosti.

V gozdarski znanosti in stroki sta v svetu dandanes uveljavljeni predvsem dve metodi določevanja proizvodne sposobnosti gozdnih rastišč (PSGR), in sicer:

- a/ Določevanje PSGR na podlagi celotne lesne produkcije sestojev, ki so imeli v svojem razvoju in rasti naravno zarast (maksimalno temeljnico).
- b/ Določevanje PSGR na podlagi rastiščnega indeksa (site index), to je zgornje višine sestoja v starosti 50 ali 100 let in izjemoma 40 let (na Norveškem). V zadnjem primeru je izhodišče starost sestoja 40 let nad prsno višino (TVEITE 1969).

Obe metodi imata svoje dobre in slabe strani, preskušeni pa sta predvsem v enodobnih sestojih. V Sloveniji prevladujejo raznodobni sestoji; večje površine enodobnih gozdov so le na posameznih rastiščih in še to samo z nekaterimi drevesnimi vrstami (smreka, jelša, dob). Večji del naših gozdov pa sestavljajo več ali manj raznodobni sestoji, ki jih gradi več drevesnih vrst. Vendar pa na vseh rastiščih najdemo tudi bolj ali manj enomerna (ne pa enodobna) gnezda ali manjše sestoje, ki jih gradi ena drevesna vrsta. Še posebej to velja za bukovja in smrekovja. V letu 1978 smo začeli ugotavljati PSGR v vegetacijskih enotah, kjer je glavni graditelj sestojev smreka, v letu 1981 pa v tistih enotah, ki jih porašča bukev. Namen raziskave je bil ugotoviti PSGR ter preskusiti primernost metode rastiščnih

indeksov v naših gozdovih, ki so sicer mestoma enomerni, sočasno pa bolj ali manj raznodobni. V sestavku so prikazani rezultati te raziskave in to tisti del, ki obravnava PSGR ter priraščanje analiziranih gozdov v zadnjih 30 letih. Slednje prikazujemo predvsem zato, ker v Evropi ugotavljajo, da se je PSGR v zadnjih desetletjih spremenila. Če so te spremembe prisotne tudi pri nas, potem se mora to zrcaliti tudi v gibanju tekočega prirastka v zadnjih desetletjih ter v spremembah zgornjih sestojsnih višin.

2 PREDMET IN METODE RAZISKOVANJA

Raziskovalni objekt so bili smrekovi in bukovi sestoji na rastiščih, kjer se smreka oziroma bukev pojavljata kot naravni graditeljici gozda. V preglednicah 1 in 2 so predstavljeni osnovni podatki o rastiščih in sestojih.

Preglednica 1: Osnovni podatki o rastišču in sestoji na vzorčnih ploskvah - smreka

	Rastiščna enota (kraj)	Ploskev	N.V.	Eksp.	Matična podlaga	Starost	LZ	h_{top}
1.	Loreeto-Piceetum abietetosum (L - P abiet.) (Pokljuka)	1	1280	-	apnenec, led. morena	119	822	33,9
		2	1320	NE		103	834	32,0
		3	1360	SE		123	813	33,6
		4	1300	NE		185	942	35,8
		5	1340	NE		131	756	35,8
2.	Loreeto-Piceetum (L - P) (Pokljuka)	1	1300	NE	apnenec	114	582	30,2
		2	1320	-		127	1029	36,4
		3	1360	-		132	990	34,5
		4	1500	S		158	745	32,5
		5	1450	SW		186	687	29,7
3.	Abieti-Fagetum prealpinum listeretosum (A - F prealp.) (Jelovica)	1	1160	NE	apnenec	118	984	37,2
		2	1160	NE		118	1067	38,8
		3	1170	NE		133	1107	38,6
		4	1200	E		136	959	33,1
		5	1200	NW		136	1177	35,5

4.	Deshampsio flexuosae- Piceetum (D - P) (Kaštni vrh Luče)	1	1250	NW	kremenov keratofir	125	734	32,4
		2	1250	W		124	745	32,1
		3	1230	SW		124	708	31,9
		4	1215	SW		133	801	32,9
		5	1200	SW		132	827	34,5
5.	Adenostylo glabrae- Piceetum abietetosum (Ad.-P abiet.) (Podvežak Luče)	1	1440	SE	apnenec	137	730	25,2
		2	1440	SE		136	669	25,1
		3	1440	SE		143	760	26,6
		4	1480	SW		141	742	26,6
		5	1460	S		149	738	27,0
6.	Luzulo sylvaticae- Piceetum calamagro- stidetosum arundinaceae (L - P cal.) (Glažuta - Pohorje)	1	1390	NW	silikat (tonalit)	132	672	28,7
		2	1360	NW		135	521	26,6
		3	1390	W		113	659	30,0
		4	1360	W		117	677	31,6
		5	1350	NW		122	698	30,9
7.	Fagetum montanum prealpinum adenosty- letosum alliariae (F mont.aden.) (Uršlja gora)	1	1470	W	apnenec	150	887	33,2
		2	1460	W		149	750	30,3
		3	1400	NW		119	842	33,9
		4	1380	NW		124	955	33,7
		5	1360	NW		120	867	34,1
8.	Piceetum subalpinum dinaricum drepanocl. uncinatis (P subalp. din.) (Smrekova Draga Trnovski gozd)	1	1020	W	apnenec	167	884	35,9
		2	1020	W		167	767	33,4
		3	1030	NE		167	648	31,0
		4	1030	NW		167	620	31,7
		5	1000	NW		167	573	32,2

9.	Piceetum montanum	1	1050	NW	apnenec	126	662	31,8
	dinaricum	2	1040	NW		126	766	32,2
	lycopodietosum	3	1030	NW		126	747	32,3
	(P mont.din.)	4	1040	NW		126	755	33,9
	(Črni Dol Mašun)	5	1070	NW		126	921	34,2
10.	Abieti-Fagetum moesiacum	1	1660	SE	apnenec	142	877	35,1
	aceretosum visianii	2	1580	W		168	1114	39,1
	(A - F moes.)	3	1640	NW		159	1330	38,8
	(Kaludra Ivograd)	4	1660	NW		164	1433	39,7
		5	1690	NE		217	1310	42,4

Legenda: *N.V.* = nadmorska višina v m
 Eksp. = ekspozicija
 Starost = srednja sestojna starost
 LZ = lesna zaloga v m³/ha
 h_{top} = zgornja sestojna višina

Preglednica 2: Osnovni podatki o rastišču in sestoji na vzorčnih ploskvah - bukev

	Rastiščna enota (kraj)	Ploskev	N.V.	Eksp.	Matična podlaga	Starost	LZ	h _{top}
1.	Quercu-Luzulo-Fagetum (Q - L - F) (Dletvo Ilirska Bistrica)	1	670	W	eocenski fliš	131	773	33,4
		2	680	W		134	804	34,7
		3	640	N		134	761	31,8
		4	650	SW		133	593	29,9
		5	650	S		129	645	27,8
2.	Adenostylo-Fagetum I. (Ad. - F - I.) (Črni dol Mašun)	1	1240	S	dolomit	143	764	24,1
		2	1230	SE		143	628	23,3
		3	1240	SE		143	537	24,1
		4	1250	SE		154	596	23,9
		5	1265	SW		146	571	21,9

3.	Luzulo-Abieti-Fagetum prealp. (L - A - F) (Polamanek Luče)	1	1040	NW	kremenov	160	913	34,8
		2	960	NW	keratofir	146	904	35,6
		3	920	NW		133	901	37,4
		4	880	NW		123	733	35,2
		5	900	NW		145	796	35,9
4.	Luzulo-Fagetum (L - F) (Velika Kopa Ptuj)	1	530	N	peščenjak	107	1002	37,4
		2	560	NE		110	891	37,7
		3	540	NE		98	754	37,8
		4	550	NE		107	704	32,4
		5	600	NE		99	576	31,3
5.	Abieti-Fagetum din. maian. (A - F maian.) (Jurjeva dolina Mašun)	1	980	SE	apnenec in	129	499	29,8
		2	980	SE	dolomit	129	614	31,7
		3	1020	NE		137	559	29,8
		4	1010	W		135	542	28,9
		5	1020	SW		131	490	29,0
6.	Quercu-Fagetum (Q - F) (Bukov vrh Straža)	1	510	NW	apnenec	161	804	33,8
		2	520	NW		157	768	34,6
		3	530	NW		146	961	36,8
		4	540	NW		160	895	35,1
		5	540	NW		160	754	33,6
7.	Hacquetio-Fagetum (H - F) (Peščenik Novo mesto)	1	800	SW	dolomit	155	1006	31,6
		2	780	SW		142	914	30,8
		3	770	SW		130	637	29,8
		4	760	SW		159	797	31,6
		5	740	SW		137	830	33,7
8.	Festuco drymeiae-Fagetum (F - F) (Log-Tisovec Rog. Slatina)	1	500	SE	peščenjak	121	1045	39,5
		2	500	SE		132	870	39,2
		3	510	SE		94	872	31,3
		4	500	SE		123	845	37,5
		5	510	SE		102	1058	33,5

9.	Abieti-Fagetum din.typ. (A - F typ.) (Mošnjevec Draga)	1	900	NE	dolomit	156	759	33,4
		2	890	NE		158	724	35,8
		3	910	NE		174	590	29,8
		4	1010	SW		184	825	30,5
		5	1000	SW		196	778	31,1
10.	Blechno-Fagetum (B - F) (Mamolj Litija)	1	490	NW	peščenjak in skrilavci	187	693	39,1
		2	490	NW		190	694	37,6
		3	500	NE		184	802	40,0
		4	500	NE		188	764	38,7
		5	490	NW		185	633	34,1
11.	Lamio orvalae- Fagetum I. (L o. - F - I.) (Ogence Idrija)	1	600	SW	dolomit in apnenec	139	730	40,1
		2	660	SW		147	847	37,9
		3	680	W		143	684	35,3
		4	880	NW		119	904	34,8
		5	890	NW		136	997	33,5
12.	Luzulo niveae- Fagetum (L niv. - F) (Gozdec Bovec)	1	1200	SE	apnenec	137	439	24,9
		2	1200	SE		147	479	24,8
		3	1260	SE		161	410	20,1
		4	1270	SE		155	405	20,4
		5	1270	SE		145	455	21,8
13.	Anemone- Fagetum (An - F) (Krma Bled)	1	900	NW	apnenec	154	653	32,5
		2	900	NW		151	628	35,6
		3	920	NW		152	731	37,1
		4	870	NW		145	669	31,1
		5	890	NW		149	566	32,5
14.	Seslerio-Fagetum (Ses. - F) (Starod Kras-Sežana)	1	610	NE	apnenec	112	364	22,9
		2	650	E		110	345	25,9
		3	650	NW		124	349	24,2
		4	700	SE		120	456	28,1
		5	580	E		123	366	26,0
15.	Lamio orvalae- Fagetum II. (L o. - F - II.) (Šoštanj)	1	605	NE	apnenec	105	643	32,1
		2	605	NE		105	916	31,1
		3	600	N		102	879	29,8
		4	570	NE		109	753	31,6
		5	540	N		102	558	33,7

16.	Enneaphyllo- Fagetum I. (E - F - I.) (Gače Črmošnjice)	1	870	NE	dolomit in apnenec	146	852	30,6
		2	860	NE		134	824	31,7
		3	850	N		123	548	28,8
		4	840	N		132	677	28,4
		5	900	N		147	724	30,6
17.	Enneaphyllo- Fagetum II. (E - F - II.) (Pendirjevka Gorjanci Novo mesto)	1	680	N	lapornati apnenec	128	810	40,2
		2	680	N		127	788	37,6
		3	720	N		129	828	38,0
		4	700	N		132	951	38,7
		5	730	N		132	891	38,9
18.	Adenostylo- Fagetum II. (Ad. - F - II.) (Ždrolcje Ilir. Bistrica)	1	1380	SW	apnenec	156	405	20,2
		2	1390	NW		178	405	18,9
		3	1375	SW		129	410	22,2
		4	1420	NW		166	414	21,7
		5	1420	NW		155	366	17,1

2.1 Določitev rastiščne enote

Pri določevanju PSGR je treba najprej določiti osnovno enoto. V naravi nimamo enakih rastišč, ampak samo podobna. Kot kriterij podobnosti rastišč lahko vzamemo različne kazalce. Najprimernejši so tisti, ki jih uporabljajo fitocenologi pri uvrščanju fitocenoz v posamezne sintaksonske enote (floristična podobnost, rastiščni dejavniki, razvojna dinamika itd.). Poleg teh kazalcev pa smo uvedli še dodatni kriterij, to je, da sme PSGR znotraj rastiščne enote variirati $\pm 1 \text{ m}^3/\text{ha}$ (KOTAR 1986, 1987). To pomeni, da smo vzeli kot osnovno enoto proučevanja, ki jo v nadaljevanju imenujemo rastiščno enoto, tista rastišča, katerih fitocenoze so uvrščene v isto sintaksonsko enoto na ravni asociacije oziroma subasociacije. V primeru, da je ugotovljena PSGR znotraj tako postavljene enote variirala več kot $\pm 1 \text{ m}^3/\text{ha}$, smo jo razdelili na osnovi rastiščnega dejavnika, katerega vrednost je lahko ugotoviti, na več podenot (KOTAR 1986, KOTAR/ROBIČ 1990). V večini primerov je bila delitev na podenote uspešna, če smo vzeli kot kriterij delitve nadmorsko višino ali pa nagib.

2.2 Izbira vzorčnih ploskev

V vsaki rastiščni enoti smo odbrali pet vzorčnih ploskev velikosti 30 x 30 m. Pri izbiri ploskev smo upoštevali naslednje kriterije:

- sestoj mora graditi smreka oziroma bukev (90 %) in naj bo v razvojni stopnji debeljaka,
- sestoj naj ima čimbolj enomerno zgradbo,
- izbrali smo le sestoe z visoko lesno zalogo, ki v zadnjih desetletjih niso bili redčeni, ali pa so bila redčenja izvedena z zelo nizko jakostjo,
- v poštev pridejo le tisti sestoji, ki so toliko stari, da je povprečni letni volumenski prirastek že kulminiral ali pa bo v naslednjih dveh desetletjih.

3 REZULTATI ANALIZE

3.1 Določitev proizvodne sposobnosti rastišč

PSGR smo določali na podlagi celotne lesne produkcije (CLP) kot tudi na podlagi rastiščnega indeksa v starosti 100 let (SI₁₀₀), torej s pomočjo obeh metod, ki sta danes uveljavljeni v svetu. Pri ugotavljanju PSGR pri smreki smo izmerili na ploskvi vsa drevesa (premer in višino) ter odvzeli izvrtke za 30 let (dva izvrtka na drevo). Poleg tega smo na vsaki ploskvi posekali tista drevesa, ki tvorijo zgornjo višino (9 najdebelejših na ploskvi). Pri teh drevesih smo izvedli debelno analizo. Na vsaki ploskvi smo izmerili tudi vse prisotne panje in suha drevesa. Panji in suha drevesa so služili ugotavljanju mortalitete oziroma količine redčenj v zadnjih treh desetletjih. (Pri panjih smo ocenili približno starost njihovega nastanka - poseka) (KOTAR 1980). V ploskvah, ki smo jih analizirali v bukovih gozdovih, pa smo posekali in analizirali vsa drevesa, ki so rastle na ploskvi ter izmerili vse panje. Debelno analizo smo zato izvedli za vsa drevesa.

Na temelju podatkov o volumnu vseh dreves, ki so rastle v sestoji med analizo, volumna vseh suhih dreves med analizo, volumna dreves, ki so bila odstranjena v zadnjih treh desetletjih - tega smo izračunali s pomočjo premerov prisotnih panjev - ter ocenjenega volumna odstranjenih dreves v času od nastanka sestoja do starosti sestoja pred tridesetimi leti, smo

ugotovili celotno lesno produkcijo sestoja do takrat, ko je bila izvedena analiza. Količino odstranjenih (izločenih dreves) do starosti sestoja pred 30 leti smo ocenili s pomočjo donosnih tablic, in sicer za šibko redčenje. Ta količina praktično predstavlja naravno mortaliteto in pomeni le majhen del v CLP. Zato je napaka ocene CLP zelo majhna; ocena CLP pa je enaka ali pa manjša od dejanske CLP. Sočasno z ugotavljanjem CLP in povprečnega letnega volumenskega prirastka, smo ugotovili tudi tekoči volumenski prirastek (i) v zadnjih treh desetletjih (i_{0-10} , i_{10-20} , i_{20-30}).

Na temelju povprečnega letnega volumenskega prirastka (CLP deljena z doseženo starostjo) in tekočih letnih volumenskih prirastkov smo ugotovili vrednost povprečnega letnega volumenskega prirastka med njegovo kulminacijo in starost, v kateri je ali bo kulminiral. Te starosti se razlikujejo le nekaj let oziroma desetletij od tiste starosti v kateri so bili sestoji analizirani. V primerih, ko je analizirani sestoj v mladosti rasel dlje časa pod zastorom matičnega sestoja - kar je razvidno iz debelinskega in višinskega priraščanja - smo dejansko t.j. kronološko starost korigirali oziroma zmanjšali za učinek zastrtosti. Zato je rastna starost v teh primerih manjša od kronološke. Ker so bili analizirani sestoji polno porasli in imeli - domnevno - ves čas svojega razvoja naravno zarast, predstavlja povprečni letni volumenski prirastek med kulminacijo (i_{P-MAXS}) proizvodno sposobnost rastišča. Vrednosti tako ugotovljene PSGR so predstavljene v preglednicah 3 in 4. Poleg določitve PSGR na temelju CLP smo ocenili PSGR s pomočjo SI₁₀₀. Na vsaki ploskvi smo določili zgornjo višino v času starosti, ko je bil analiziran. Na temelju podatkov, ki smo jih dobili z debelno analizo dreves, ki so med analizo tvorila zgornjo višino, smo izračunali razvojno krivuljo zgornje višine analiziranega sestoja. Upravičeno lahko trdimo, da so drevesa, ki sedaj tvorijo zgornjo višino, tvorila tudi zgornjo višino pred 10, 20, 30 in celo 40 leti. (KOTAR 1989). Ti sestoji so stari od 100 - 190 let; v tej starosti socialni vzpon v skupino dreves, ki tvorijo zgornjo višino ni več mogoč, na drugi strani pa smo izbirali takšne sestoe, kjer z redčenji niso posegali v zgornji socialni razred. Iz razvojne krivulje zgornje višine smo izračunali zgornjo višino pri 100 letih oziroma SI₁₀₀. S pomočjo SI₁₀₀ in donosnih tablic (HALAJ 1987) smo ugotovili PSGR, in sicer tako, da smo pri danem SI₁₀₀ odčitali vrednost povprečnega letnega volumenskega prirastka med njegovo kulminacijo. Pri tem smo v tablicah uporabili pri smreki tretjo raven proizvodnosti (RP-3) razen v Smrekovi Dragi, kjer je

gostota dreves (naravna) izredno nizka. Tu smo uporabili RP-2. Ugotavljamo, da so na naših analiziranih rastiščih pri smreki primernejše donosne tablice za nižinska rastišča (N), izjema sta le Podvežak in Pohorje, kjer dajejo ustrežnejše rezultate tablice, ki se nanašajo na gorska rastišča.

Preglednica 3: Proizvodna sposobnost rastišča in tekoči letni volumenski prirastek - smreka.

Rastiščna enota (kraj)	Ploskev	PSGR (CLP)	SI ₁₀₀	R.P.	PSGR (SI ₁₀₀)	i ₍₀₋₁₀₎	i ₍₁₀₋₂₀₎	i ₍₂₀₋₃₀₎
1	1	9,5	32	L-3	10,8	12,6	12,1	11,7
L - P abiet. (Pokljuka)	2	10,8	32	L-3	10,8	15,1	14,1	14,1
	3	11,2	30	L-3	9,7	11,4	13,0	14,7
	4	9,9	28	L-3	8,6	14,5	11,8	15,2
	5	9,0	32	L-3	10,8	10,4	10,6	12,9
2	1	8,2	28	L-3	8,6	10,2	9,8	11,3
L - P (Pokljuka)	2	10,3	32	L-3	10,8	14,4	12,0	14,1
	3	11,1	30	L-3	9,7	14,7	14,7	16,8
	4	8,0	26	L-2	6,6	9,6	9,3	10,9
	5	7,3	24	L-3	6,7	10,0	9,7	10,8
3	1	11,7	34	L-3	12,1	15,1	12,7	16,2
A- F prealp. (Jelovica)	2	11,9	34	L-3	12,1	12,8	13,8	15,8
	3	11,4	34	L-3	12,1	15,6	12,9	15,2
	4	9,6	30	L-3	9,7	11,1	12,0	14,0
	5	11,7	32	L-3	10,8	14,8	14,2	16,2
4	1	10,4	30	L-3	9,7	10,6	10,9	13,2
D - P (Kaštni vrh Luče)	2	9,3	30	L-3	9,7	11,1	10,6	12,2
	3	9,1	30	L-3	9,7	10,6	10,9	11,8
	4	10,2	28	L-3	8,6	9,9	9,9	11,5
	5	9,5	30	L-3	9,7	10,1	8,4	9,5
5	1	7,4	22	M-3	6,0	10,3	10,2	10,2
Ad-P abiet. (Podvežak Luče)	2	6,8	22	M-3	6,0	9,3	9,0	10,1
	3	8,0	22	M-3	6,0	10,8	9,6	10,0
	4	8,4	22	M-3	6,0	11,7	11,6	11,0
	5	7,4	22	M-3	6,0	9,5	8,8	8,0

6	1	8,5	26	M-3	7,7	12,1	11,6	11,7
L - P cal.	2	6,0	22	M-3	6,0	7,7	8,7	8,5
(Glažuta-	3	8,2	28	M-3	8,7	10,9	11,4	12,4
Pohorje)	4	7,8	28	M-3	8,7	11,6	9,1	9,7
	5	8,0	28	M-3	8,7	8,5	8,0	7,8
7	1	10,4	28	L-3	8,6	12,5	14,8	12,7
F mont.aden.	2	8,6	26	L-3	7,5	9,3	10,5	11,4
(Uršlja gora)	3	11,3	32	L-3	10,8	12,0	14,2	13,2
	4	10,9	30	L-3	9,7	13,5	14,1	12,1
	5	10,7	32	L-3	10,8	13,9	13,5	11,4
8	1	8,3	28	L-2	7,6	7,2	6,8	9,3
P subalp.din.	2	6,9	26	L-2	6,7	7,6	6,6	8,9
(Smrekova	3	5,9	24	L-2	5,9	6,0	5,9	8,4
Draga	4	5,7	24	L-2	5,9	6,2	5,8	7,9
Trnovski gozd)	5	5,1	24	L-2	5,9	5,9	5,2	6,3
9	1	7,8	28	L-3	8,6	9,9	8,7	11,8
P mont.din.	2	8,1	28	L-3	8,6	10,4	9,8	11,8
(Črni dol	3	9,0	28	L-3	8,6	10,5	9,8	13,0
Mašun)	4	9,3	30	L-3	9,7	11,9	9,8	12,6
	5	10,4	30	L-3	9,7	13,3	12,3	14,6
10	1	12,4	30	L-3	9,7	18,4	18,8	14,7
A - F moes.	2	10,3	32	L-3	10,8	14,4	12,4	12,8
(Kaludra-	3	10,8	32	L-3	10,8	15,0	13,9	13,0
Ivangrad)	4	13,6	34	L-3	12,1	19,0	14,5	13,8
	5	9,5	32	L-3	10,8	14,4	12,2	13,1

Legenda:

- PSGR (CLP) = Proizvodna sposobnost gozdnega rastišča v m³/ha, ocenjena na temelju celotne lesne produkcije
- PSGR (SI₁₀₀) = Proizvodna sposobnost gozdnega rastišča v m³/ha, ocenjena na temelju rastiščnega indeksa (SI₁₀₀)
- SI₁₀₀ = Rastiščni indeks (HALAJ 1987)
- R.P. = Raven proizvodnje (L = nižinska smreka
M = gorska smreka)
- i₍₀₋₁₀₎ = Tekoči volumenski prirastek v m³/ha/leto v zadnjem desetletju
- i₍₁₀₋₂₀₎ = Tekoči volumenski prirastek v m³/ha/leto v predzadnjem desetletju
- i₍₂₀₋₃₀₎ = Tekoči volumenski prirastek v m³/ha/leto v predpredzadnjem desetletju

Preglednica 4: Proizvodna sposobnost rastišča in tekoči letni volumenski prirastek - bukev.

Rastiščna enota (kraj)	Ploskev	PSGR (CLP)	SI ₁₀₀	R.P.	PSGR (SI ₁₀₀)	i ₍₀₋₁₀₎	i ₍₁₀₋₂₀₎	i ₍₂₀₋₃₀₎
1	1	9,2	30	3	8,8	14,0	14,7	16,7
Q - L - F	2	8,7	30	3	8,8	13,4	14,1	15,0
(Dletvo	3	9,2	28	3	8,0	16,6	16,2	14,0
Iilir.Bistrica)	4	7,1	26	3	7,4	12,7	9,6	8,7
	5	7,6	26	3	7,4	13,1	10,9	9,8
2	1	6,5	20	3	5,4	11,3	10,6	11,2
Ad - F - I.	2	5,7	20	3	5,4	9,0	8,2	9,1
(Črni dol	3	5,4	20	3	5,4	9,3	9,1	9,4
Mašun)	4	5,4	20	3	5,4	9,9	8,9	8,6
	5	5,4	18	3	4,8	9,1	8,0	8,2
3	1	9,4	28	3	8,1	10,2	11,4	13,2
L - A - F	2	10,2	30	3	8,9	12,0	15,1	16,9
(Polamanek	3	11,9	34	3	10,4	11,7	15,2	18,9
Luče)	4	10,5	32	3	9,7	10,0	12,1	13,9
	5	10,0	32	3	9,7	9,6	12,6	16,1
4	1	12,5	36	3	11,2	18,8	19,6	15,9
L - F	2	11,7	36	3	11,2	15,2	18,7	17,2
(Velika Kopa	3	12,6	38	3	12,2	18,1	21,3	21,2
Ptuj)	4	10,1	32	3	9,7	14,3	18,0	19,8
	5	9,2	32	3	9,7	16,8	20,9	16,6
5	1	6,8	26	3	7,4	10,7	10,3	10,1
A - F maian.	2	8,4	28	3	8,1	11,7	11,9	11,0
(Jurjeva dolina	3	7,1	26	3	7,4	10,9	12,1	13,0
Mašun)	4	6,8	26	3	7,4	11,9	10,4	9,3
	5	5,9	26	3	7,4	9,4	10,2	9,9
6	1	7,0	28	2	7,2	9,2	10,0	10,0
Q - F	2	7,2	28	2	7,2	9,3	11,0	11,8
(Bukov vrh	3	8,9	32	2	8,7	11,8	12,8	14,0
Straža)	4	7,7	28	2	7,2	9,3	10,4	11,6
	5	6,8	28	2	7,2	10,4	11,4	11,6

7	1	9,6	26	3	7,4	15,8	17,9	16,2
H - F	2	9,5	26	3	7,4	15,3	16,6	14,3
(Peščenik	3	7,2	26	3	7,4	13,4	15,4	12,8
Novo mesto)	4	7,7	26	3	7,4	13,6	16,1	13,8
	5	8,5	30	3	8,9	15,0	16,6	13,9
8	1	11,9	36	3	11,2	15,7	17,7	15,1
F - F	2	10,5	36	3	11,2	15,1	17,3	15,3
(Log-Tisovec	3	12,9	32	3	9,7	19,8	20,4	18,0
Rog.Slatina)	4	10,8	34	3	10,4	17,2	19,6	15,9
	5	15,0	34	3	10,2	22,1	21,1	19,9
9	1	7,9	28	3	8,1	11,4	12,4	10,8
A - F typ.	2	7,5	30	3	8,9	11,7	12,1	11,8
(Mošnjevec	3	6,2	24	3	6,7	10,6	11,5	12,6
Draga)	4	7,4	24	3	6,7	11,7	15,1	16,4
	5	5,6	24	3	6,7	11,7	13,4	11,7
10	1	6,8	30	2	8,0	8,6	8,2	7,8
B - F	2	6,4	28	2	7,2	12,2	9,6	7,3
(Mamolj	3	8,0	30	2	8,0	10,9	9,3	8,6
Litija)	4	8,1	30	2	8,0	12,0	8,9	9,2
	5	6,9	26	2	6,6	12,2	10,8	8,9
11	1	8,1	34	2	9,4	9,9	10,8	10,1
L o. - F - I.	2	8,7	32	2	8,7	11,7	11,6	12,0
(Ogence	3	7,1	30	2	8,0	8,4	8,3	8,9
Idrija)	4	10,6	32	2	8,7	11,9	11,9	12,7
	5	10,2	30	2	8,0	14,9	14,4	14,2
12	1	5,4	22	2	5,3	6,4	10,2	10,5
L niv. - F	2	4,8	20	2	4,8	6,4	8,9	9,5
(Gozdec	3	3,4	14	2	3,3	5,3	6,6	6,5
Bovec)	4	4,4	16	2	3,7	5,3	9,2	9,5
	5	4,2	18	2	4,3	5,4	7,0	7,3
13	1	6,0	26	1	5,8	7,7	8,5	9,1
An. - F	2	6,3	30	1	7,1	7,0	8,1	8,6
(Krma	3	7,1	32	1	7,7	8,7	10,4	11,6
Bled)	4	6,6	26	1	5,8	9,3	11,3	11,6
	5	6,2	28	1	6,4	7,6	9,8	11,0

14	1	5,8	22	2	5,3	8,0	12,9	14,0
Ses. - F	2	5,4	24	2	6,0	8,7	11,5	11,3
(Starod	3	4,9	22	2	5,3	8,5	10,1	9,4
Kras-Sežana)	4	7,8	26	2	6,6	9,1	12,8	14,2
	5	5,4	24	2	6,0	8,4	10,5	10,5
15	1	10,6	32	3	9,7	14,7	13,6	15,2
L o. - F - II.	2	13,8	32	3	9,7	17,6	17,4	19,7
(Šoštanj)	3	12,9	30	3	8,9	17,8	16,2	16,6
	4	11,8	32	3	9,7	16,1	14,9	15,6
	5	8,8	34	3	10,4	13,0	12,8	12,6
16	1	8,8	26	3	7,4	13,4	13,9	14,1
E - F - I.	2	9,2	28	3	8,1	12,7	12,9	12,6
(Gače	3	6,4	26	3	7,4	9,6	10,0	10,1
Črmošnjice)	4	7,3	26	3	7,4	12,0	13,1	13,2
	5	8,3	26	3	7,4	11,6	11,6	11,8
17	1	13,4	36	3	11,2	13,2	15,6	20,4
E - F - II.	2	12,7	34	3	10,4	13,4	17,0	21,7
(Pendrljeva	3	13,2	34	3	10,4	15,1	17,1	20,6
Gorjanci	4	12,4	34	3	10,4	14,9	16,1	18,2
Novo mesto)	5	12,4	34	3	10,4	13,7	15,0	16,8
18	1	4,5	16	3	4,2	7,0	7,5	7,0
Ad - F - II.	2	3,5	14	3	2,8	5,4	6,9	6,0
(Ždrecle	3	5,7	20	3	5,4	9,3	9,7	8,5
Ilir. Bistrica)	4	4,2	16	3	4,2	7,1	7,1	7,2
	5	4,1	16	3	3,6	7,3	7,4	7,4

Kot je razvidno iz preglednic 3 in 4, spadajo naša rastišča večinoma v tretjo raven proizvodnosti, to je med najproduktivnejša rastišča znotraj istega SI.

Iz istih pregledic (3 in 4) lahko ugotovimo, da so razlike v PSGR ugotovljene na temelju CLP in PSGR ugotovljene na temelju SI₁₀₀ majhne in za potrebe gozdnega prirastoslovja oziroma gojenja gozdov in gozdnogospodarskega načrtovanja sprejemljive. Iz te analize lahko izvedemo za nas in našo prakso naslednji pomemben sklep:

Ugotavljanje PSGR na osnovi SI₁₀₀ je uporabljivo tudi v več ali manj raznodobnih sestojih, če izpolnjujejo naslednja pogoja:

1. Sestoj mora biti enomeren glede višin.
2. Sestoj mora biti star 100 let ali več.

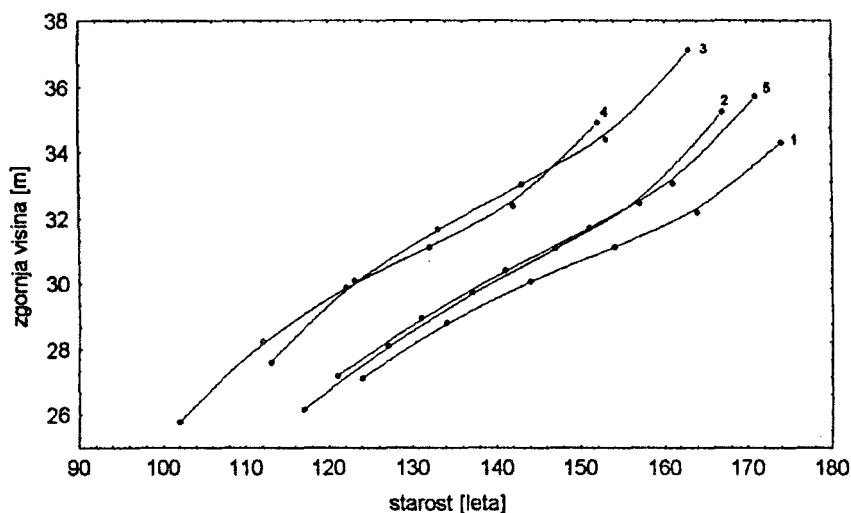
Prvi pogoj zagotavlja reprezentativnost zgornje višine za dano rastišče in dani sestoje (s tem pa tudi določeno mero enodobnosti oziroma manjšo raznodobnost). Drugi pogoj pa omogoča uporabo donosnih tablic tudi v primeru, ko je razvojna višinska krivulja (zgornje višine) dejanskega sestoja različna od razvojne višinske krivulje tabličnega sestoja. V naših gozdovih so donosne tablice, ki imajo za osnovo SI_{50} manj uporabne, ker ugotavljamo, da ima vsaka rastiščna enota specifičen potek višinske krivulje (KOTAR 1991). Tako imajo nekatere rastiščne enote pri starosti sestoja 50 let večjo zgornjo višino kot enote, ki v starosti 100 let in več dosegajo višjo zgornjo višino in zato večjo PSGR. V naših razmerah, ko je pomlajevanje pod zastorom običajna praksa pri obnovi gozdov, je izredno težko natančno ovrednotiti učinek zastrtosti. Če bi uporabljali SI_{50} , nam vsaka najmanjša napaka pri ugotavljanju rastne starosti (upoštevanje učinka zastrtosti) povzroči veliko spremembo v PSGR. Pri uporabi SI_{100} , še posebej pa v primeru, ko so analizirani sestoji stari več kot 100 let, pa se zgornja višina sestoja približa svoji maksimalni vrednosti (limiti). V tem primeru napačna presoja učinka zastrtosti le malo vpliva na SI_{100} in s tem na oceno PSGR (KOTAR 1987, 1991).

Razumljivo, da ugotavljanje PSGR s pomočjo SI_{100} ni vezano na izbor polnoporaslih gozdnih sestojev z naravno zarastjo. Ta pogoj mora biti izpolnjen le v primeru, ko ugotavljamo PSGR s pomočjo CLP. To metodo smo uporabili le kot preskus uporabnosti metode s pomočjo SI_{100} .

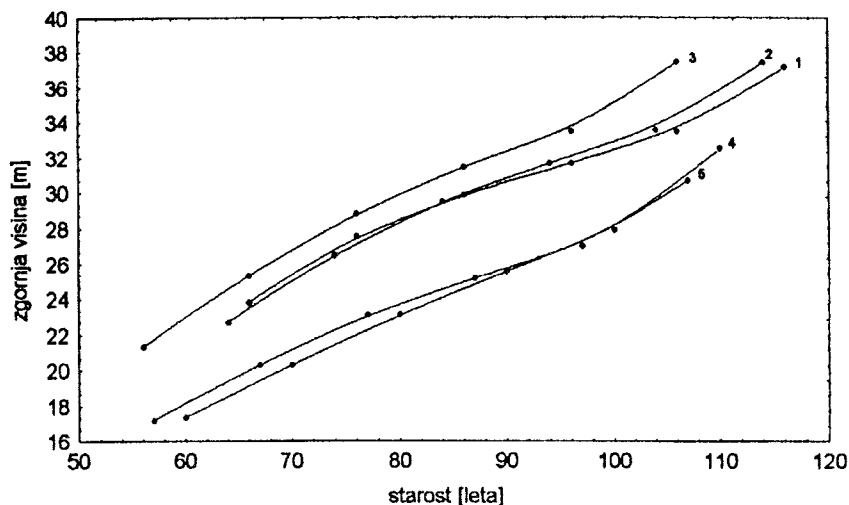
3.2 Tekoči letni volumenski prirastek v smrekovih in bukovih sestojih v zadnjih treh desetletjih

Analiza sestojev, s katero smo določevali PSGR nam je omogočila, da smo ugotovili razmeroma zelo natančno tudi vrednosti tekočega letnega volumenskega prirastka ($i_{(0-10)}$, $i_{(10-20)}$ in $i_{(20-30)}$), v zadnjih treh desetletjih. Ker je povprečna starost analiziranih sestojev pri smreki od 103 do 185 let (izjema je 217 let v Kaludri v Črni Gori) in 94 do 196 let pri bukvi, upravičeno pričakujemo, da se bo tekoči volumenski prirastek zmanjševal. Vendar rezultati analize tega ne potrjujejo. Pri smreki ugotavljamo povečevanje tekočega prirastka v zadnjem desetletju kar na 34 ploskvah od

skupno analiziranih 50. Pri bukvi pa smo naraščanje ugotovili na 25 ploskvah od skupno analiziranih 90. Visoke vrednosti tekočega volumenskega prirastka pri razmeroma visokih povprečnih sestojnih starostih si lahko razlagamo le s spremembo v proizvodni sposobnosti rastišč in deloma v raznodobnosti sestojev (neenaki starosti osebkov znotraj iste ploskve). Natančna analiza gibanja zgornje višine v zadnjih 50 letih pokaže, da je višinsko priraščanje tistih dreves, ki tvorijo zgornjo višino, spremenjeno (Slika 1 in 2).



Slika 1: Razvoj zgornje višine v zadnjih 6 desetletjih na vzorčnih ploskvah (1 do 5) v rastiščni enoti (3): *Luzulo-Abieti-Fagetum prealp.* (Polamanek)



Slika 2: Razvoj zgornje višine v zadnjih 6 desetletjih na vzorčnih ploskvah (1 do 5) v rastiščni enoti (4): Luzulo-Fagetum (Velika Kopa)

Na sliki 1 in 2 so predstavljene vrednosti zgornjih višin bukovih sestojev v zadnjih 6 desetletjih v posameznih ploskvah na rastišču Luzulo-Abieti-Fagetum prealp. (Rastišče 3 - Polamanek) in rastišču Luzulo-Fagetum (Rastišče 4 - Velika Kopa). Zgornja višina na ploskvi, ki ima najmanjšo starost sestoja, je na obeh rastiščih med analizo najvišja (ploskev 4 rastišče 3 in ploskev 3 rastišče 4). Poligonske črte, ki povezujejo vrednosti zgornjih višin po posameznih desetletjih znotraj iste ploskve nakazujejo v zadnjem desetletju ali pa v zadnjih dveh desetletjih jasno viden vzpon. Podobno sliko dobimo na vseh analiziranih rastiščih.

Stopnja konvergence k limiti se je spremenila. Spremenjen način višinskega priraščanja kaže na spremembe v PSGR. Proizvodna sposobnost gozdnih rastišč se je na eni strani dvignila (morebitni vzroki so: dvig temperature, več dušika v rastlini dostopni obliki, itd.), na drugi strani pa se zmanjšuje proizvodna zmogljivost gozdnih sestojev zaradi propadanja gozdov zaradi onesnaženosti (večja mortaliteta, manjši povprečni sestojni prirastek). Večje priraščanje dreves, ki tvorijo zgornjo višino, ni posledica večjega izpada

soseidnjih dreves (zaradi onesnaženja), ker so imela ta drevesa dovolj ravnega prostora že pred odstranitvijo le-teh. Nikakor pa ne more večji rasti prostori pri starosti 100 let in več vplivati na večjo višinsko rast. Zato upravičeno domnevamo, da so v zadnjih dveh desetletjih nastopile spremembe v PSGR. Ta pojav je sedaj predmet intenzivnega proučevanja v Evropi, ker podobne težnje, kot jih imajo naši analizirani sestoji, kažejo tudi ostali gozdovi v velikem delu Evrope.

4 SKLEP

Proizvodno sposobnost gozdnih rastišč je nujno treba ugotoviti, če hočemo, da bosta naše gozdnogospodarsko načrtovanje in gojenje gozdov uspešna in racionalna.

Z raziskavo, ki smo jo izvedli v Sloveniji na 10 vegetacijskih enotah, ki jih poraščajo smrekovi gozdovi in na 18 vegetacijskih enotah, kjer uspevajo bukovi gozdovi, smo ugotovili, da z metodo rastiščnih indeksov (SI₁₀₀) dobimo razmeroma dobre ocene proizvodne sposobnosti rastišč tudi v primeru, ko imamo bolj ali manj raznodobne sestoje. V teh primerih ugotavljamo SI₁₀₀ na ploskvah velikosti 30 x 30 m, ki so porasle z enomernim sestojem. Srednja starost sestojev v katerih ugotavljamo PSGR, naj bo 100 let in več, ker se tako izognemo napaki, ki bi nastala zaradi različne oblike razvojne krivulje zgornje višine (različna stopnja konvergence k limiti - maksimalni zgornji višini). Pri tej starosti se tudi močno zmanjša napaka zaradi napačne ocene učinka zastrtosti, to je upočasnjene rasti in razvoja zaradi pomlajevanja pod zastorom matičnega sestoja.

Velik del analiziranih sestojev je imel nenavadno velik tekoči letni volumenski prirastek in nenavadno veliko višinsko priraščanje v zadnjih dveh desetletjih. Ker je raziskava potekala zadnjih 15 let, ugotavljamo, da je velika verjetnost, da je v zadnjih treh desetletjih prišlo do sprememb (dviga) proizvodne sposobnosti gozdnih rastišč.

5 POVZETEK

Za ugotavljanje proizvodne sposobnosti rastišč (PSGR) sta se v svetu uveljavili predvsem naslednji dve metodi:

1. Ugotavljanje PSGR na temelju celotne lesne proizvodnje sestoja. Vrednost povprečnega volumenskega prirastka v času njegove najvišje vrednosti predstavlja PSGR, seveda ob pogoju, da je imel sestoj ves čas svojega razvoja naravno temeljnico (polno poraslost).
2. Ugotavljanje PSGR na temelju rastiščnega indeksa (site index = SI), to je na temelju zgornje višine sestoja.

Obe metodi imata dobre in slabe strani.

S prvo metodo lahko ugotavljamo PSGR le tam, kjer smo rast sestojev spremljali na stalnih raziskovalnih ploskvah in deloma tudi tam, kjer imamo sestoje, ki so bili večji del svoje rasti prepuščeni naravi.

Druga metoda (in deloma tudi prva) zahteva enodobnost sestoja.

V Sloveniji imamo gozdove, ki so nastali z naravno obnovo, zato so večinoma raznodobni, čeprav na posameznih rastiščih kažejo znake izrazite enomernosti.

V analizi smo ugotavljali, ali je mogoče tudi v teh sestojih uporabiti metodo rastiščnih indeksov.

Analize smo izvedli na 10 rastiščih, ki jih pokrivajo smrekovi sestoji in na 18 rastiščih, ki jih porašča bukev. Na vsakem rastišču smo izvedli pet ponovitev. Tako je bilo pri bukvi analiziranih 90, pri smreki pa 50 ploskev.

Ugotovitve oziroma vrednosti PSGR kažejo, da lahko tudi v teh bolj ali manj raznodobnih sestojih uporabimo za ugotavljanje PSGR metodo SI. Vendar pa morajo izbrane vzorčne površine izpolnjevati naslednje pogoje:

- sestoj naj bo čimbolj enomeren, lahko pa je raznodoben,
- sestoj naj bo v tisti starosti, ko njegova višina dosega oziroma se približuje maksimalni višini. To pomeni, da naj bodo sestoji stari 100 let in več.

Tistim sestojem, ki so nastali pod zastorom matičnega sestoja v dolgi pomladitveni dobi - kar je razvidno iz oblike višinske (rastne) krivulje ter standardnega odklona za starost osebkov znotraj analizirane ploskve - moramo zmanjšati kronološko starost na rastno (razvojno) starost.

V analizi smo ugotovili tudi vrednost tekočega volumenskega prirastka v zadnjih treh desetletjih. Kar v 68 % pri smreki in 28 % pri bukvi je tekoči prirastek v zadnjem desetletju višji, kot je bil v predzadnjem. Iz tega bi lahko sklepali, da tekoči prirastek še ni dosegel svoje najvišje vrednosti (krivulja tega prirastka še ni kulminirala). Ker so analizirani sestoji stari 100 let (z nekaj izjemami) in več (vse do 196 let), lahko ugotovimo, da je takšno priraščanje neobičajno. Lahko ga povežemo s spremembami v rastišču (večja vsebnost dušika v tleh in zraku - v obliki, ki je rastlinam dostopna, ogrevanje ozračja, itd.) ali pa z neenodobno zgradbo analiziranih sestojev. Potek poligonske črte, ki povezuje vrednosti zgornje sestojne višine v zadnjih desetletjih kaže v zadnjem oziroma zadnjih dveh desetletjih nenavadno velik dvig, zato upravičeno sklepamo na spremembe v PSGR.

SUMMARY

In Europe have obtained the best results two methods for establishing site productivity:

- a. Determining site productivity on the basis of total volume production of stands
- b. Determining site productivity by means of site index i.e. top height at an age of one hundred years (or fifty years).

The stands which serve as basis for establishing total volume production have to be fully stocked during the life period (turn period). The value of mean annual volume increment in its culmination is the site productivity expressed in m^3 per ha/year. This way of establishing site productivity is possible there, where the permanent research plots were founded at least one hundred years ago. The total volume production could be determined on the basis of sample plots in unmanaged fully stocked stands too and this way was used in this investigation.

The establishing of site index is based on presupposition that the forest is composed of even-aged stands.

Most forests in Slovenia have on uneven and often non homogeneous structure and as a result, the site index method of determining site productivity often leads to inaccuracies.

This article treats the results which were obtained in the investigation which was carried out in spruce stands on 10 site units and in beech stands on 18 site units. The main goal of the investigation was to establish, if the determining site productivity by means of site index in uneven-aged but homogeneous stands leads to useful results. These values of site productivity which were obtained by help of site index are compared with values of site productivity which were assessed by means of total volume production.

The results of analyses of 50 spruce in 90 beech plots lead to following conclusions:

- Determining of site productivity by means of site index has given good results in cases where the stand is uniform, but it is not necessary that the stand be even-aged.
- The age of the stand should be older than 100 years, when the stand height almost reaches its highest value.
- If the stand has grown during its young period in the shade of an old stand (shelter wood system), the growth age should be used instead of the chronological age.

Additionally was analysed in these sample plots (140) current annual volume increment in the last three decades.

The current annual increment of the last decade is greater then in the prior decade, by 68 % for spruce, and 28 % for beech. The reason for such values of this increment in this high age of stands should be due to changes in environmental and site factor respectively.

The line which links the values of top height in the last four decades has considerable increased in the last one or in the last two decades. Such

behaviour of this line can be explained with the change of site productivity only. The top height curves of analysed stands validate the assumption that the site productivity has changed in the last decades.

VIRI

- HALAJ, J., 1987. Rastove tabulky hlovnih drevin ČSSR. - Priroda 1987.
- KOŠIR, Ž., 1975. Zasnova uporabe prostora 1975 Gozdarstvo. - Zavod SR Slovenije za družbeno planiranje, Ljubljana.
- KOTAR, M., 1980. Rast smreke (*Picea abies* (L.) Karst.) na njenih naravnih rastiščih v Sloveniji. - Strok. in znanstvena dela 67. IGLG Ljubljana, str. 1 - 250.
- KOTAR, M., 1986. Wachstum und Entwicklung von Buchenbeständen auf natürlichen Buchenstandorten in Slowenien - IUFRO Proceedings Division 1 Vol. II. 1986. 18th IUFRO World Congress, Ljubljana. s. 713 - 725.
- KOTAR, M., 1987. Prüfung der Verwendbarkeit der Ertragstafeln in den Buchen - und Fichtenbeständen in Slowenien - Conference Proceedings Functionally integrated management of forest. Zvolen, Slowakien. s. 117 - 130.
- KOTAR, M., 1989. Prirastoslovni kazalci rasti in razvoja bukovih gozdov v Sloveniji - Zbornik gozd. in les., Ljubljana, 33, 1989, s. 59 - 80 + 16 pr.
- KOTAR, M., ROBIČ, D., 1990. Povezanost proizvodne sposobnosti rastišča z nekaterimi ekološkimi dejavniki - Gozdarski V. 48, 5 s. 225 - 243, Ljubljana.
- KOTAR, M., 1991. Zgradba bukovih sestojev v njihovi optimalni razvojni fazi - Zbornik gozd. in les., Ljubljana 38, 1991 s.15 - 40.
- KOTAR, M., 1991. Bestimmung der Ertragsfähigkeit der Waldstandorte in Slowenien - Biometrische Beiträge zu statischen und dynamischen Modellansätzen. 5. Tagung des deutschen Verbandes forstlicher Forschungsanstalten. Zvolen, s. 154 - 160.
- TVEITE, B., 1969. A Method for Construction of Site-Index Curves - Norwegian Forest Research Institute Vollenbekk, Norway.