

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
ŠUMARSKI FAKULTET

Igor Anić

UTJECAJ STRUKTURE I POMLAĐIVANJA NA POTRAJNOST  
ŠUMA BUKVE I JELE TE ŠUMA BUKVE NACIONALNOG  
PARKA PLITVIČKA JEZERA

*Završno izvješće*

Zagreb, 2007.

## SADRŽAJ

1. UVOD .....	3
2. MATERIJAL I METODE .....	5
2.1. Područje istraživanja .....	5
2.2. Prikupljanje podataka .....	6
2.3. Obrada podataka.....	10
3. REZULTATI ISTRAŽIVANJA .....	13
3.1. Struktura i pomlađivanje bukovo-jelove sastojine Čorkova uvala – 1.....	13
3.2. Struktura i pomlađivanje bukovo-jelove sastojine Čorkova uvala – 100.....	18
3.3. Struktura i pomlađivanje bukovo-jelove sastojine Krivi javor – 80.....	21
3.4. Analiza bukovo-jelovih sastojina .....	23
3.5. Strukturne značajke bukovih sastojina.....	35
3.6. Analiza pomladne jezgre Medveđak – 27.....	39
3.7. Analiza pomladne jezgre Medveđak – 16.....	41
4. ŠUMSKOUZGOJNE PREPORUKE ZA IZRADU STRATEGIJE UPRAVLJANJA ŠUMAMA NACIONALNOG PARKA.....	45
4.1. Polazišta .....	45
4.2. Prašume i šumski rezervati .....	47
4.3. Bukovo-jelove šume.....	49
4.4. Bukove šume.....	53
5. ZAKLJUČCI.....	56
6. LITERATURA.....	59

## 1. UVOD

Javna ustanova Nacionalni park Plitvička jezera i Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu sklopili su 1. kolovoza 2003. godine u okviru projekta Istraživanja šumskih ekosustava Nacionalnog parka Plitvička jezera ugovor o znanstvenom podprojektu pod naslovom *Utjecaj strukture i pomlađivanja na potrajnost (održivi razvoj) šuma bukve i jele te šuma bukve Nacionalnog parka Plitvička jezera*. Podprojekt u naslovu povezuje tri ključne riječi: strukturu, pomlađivanje i potrajnost. Istodobno, istaknuta je mogućnost primjene rezultata istraživanja u bukovo-jelovim i bukovim šumama Nacionalnog parka.

Struktura šumske sastojine je raspored drvene biomase u njezinu prostoru. Strukturu šumske sastojine čine strukturni elementi kao što su broj stabala po jedinici površine i njihova distribucija po prsnim promjerima, prostorni raspored stabala ili horizontalna i vertikalna struktura, zatim vrsta, omjer i oblik smjese vrsta drveća u šumskoj sastojini, temeljnica i njezina distribucija po prsnim promjerima, volumen drva u sastojini, distribucija volumena po prsnim promjerima, odnos volumena po debljinskim razredima, struktura mladog naraštaja i dr. Struktura je polazište za šumskouzgojnu analizu sastojine. Ona utječe na mnoge procese u šumskoj sastojini, a posebice na njezinu stabilnost, produkciju i pomlađivanje. O strukturi ovisi može li i kako sastojina zadovoljiti potrebe okoliša, društva i gospodarstva kroz općekorisne (ekološke, socijalne) i gospodarske funkcije šuma.

Među temeljna svojstva šume spada pomlađivanje (obnova, regeneracija). Pomlađivanje je izmjena dviju generacija šumskih sastojina ili izmjena zreloga stabla mladim stablom. Može biti prirodno i umjetno. Prirodno pomlađivanje je vrhunac životnoga ciklusa šumske sastojine i odraz uravnoteženog odnosa svih sastavnica zreloga i vitalnoga šumskoga ekosustava. Prirodnim pomlađivanjem na očuvanom šumskom staništu se stvaraju prirodne šume. Prirodno pomlađivanje se ostvaruje u specifičnim ekološkim i strukturnim prilikama. Umjetno pomlađivanje se obavlja po načelima prirodnoga pomlađivanja.

Potrajnost je istoznačnica za održivo gospodarenje šumama. Na Ministarskoj konferenciji o zaštiti europskih šuma održanoj u Helsinkiju 1993. godine potrajnost je definirana kao gospodarenje šumama i šumskim zemljištima na način i u takvoj mjeri da se održi njihova biološka raznolikost, sposobnost obnavljanja, vitalnost, potencijal i proizvodnost te da ispune, sada i u budućnosti, bitne ekološke, socijalne i gospodarske funkcije na lokalnoj i globalnoj razini, a da to ne šteti drugim ekosustavima (Vukelić i Harapin 1993). Potrajnost je

europskom šumarstvu bila poznata već u 18. stoljeću (Glavač 1999). Šumama na prostoru Hrvatske potrajno se gospodari od 1769. godine (Meštrović 1995). Načelo potrajnosti postupno je evoluiralo u načelo progresivne višenamjenske potrajnosti. Ono se sastoji u tome da se šumski ekosustavi očuvaju i poboljšaju u pogledu biološke raznolikosti, produktivnosti, zaštitne i socijalne uloge (Klepac 1998). Istraživanja su pokazala kako primjena načela klasične škole uzgajanja šuma (u nas razvijane pod imenom *Zagrebačka škola uzgajanja šuma*) osiguravaju potrajnost i biološku raznolikost šumskih sastojina. Dapače, prirodno gospodarene sastojine mogu biti raznolikije od negospodarenih (Matić i dr. 2003, Trinajstić 1995, 1972).

Preduvjet potrajnosti je pomlađivanje na koje utječe struktura šumske sastojine. Istraživanje je pokrenuto kako bi se došlo do novih spoznaja o strukturi i pomlađivanju te o potrebi, metodama i intenzitetima šumskouzgojnih postupaka koji bi osigurali višenamjensku potrajnost bukovo-jelovih i bukovih šumskih sastojina Nacionalnog parka Plitvička jezera. Rezultati istraživanja predstavljaju znanstvenu podlogu za dugoročno i kratkoročno planiranje te donošenje odluka o gospodarenju šumama kao jednim od temeljnih fenomena Nacionalnog parka Plitvička jezera.

Realizaciju podprojekta koordinirao je doc. dr. sc. Igor Anić sa Zavoda za ekologiju i uzgajanje šuma Šumarskoga fakulteta Sveučilišta u Zagrebu. Obradu podataka obavio je Stjepan Mikac, dipl. inž. šum. Mnogim su savjetima pomogli akademik Slavko Matić, prof. em. dr. h. c. Branimir Prpić i izv. prof. dr. sc. Juro Čavlović. Konzultirane su kolege sa Šumarskoga odsjeka Biotehničkoga fakulteta u Ljubljani i Šumarskoga fakulteta Tehničkog sveučilišta u Zvolenu. Podprojekt je ostvaren uz nesebičnu pomoć kolege Nikole Magdića, dipl. inž. šum., i njegovih suradnika: Krešimira Čulinovića, dipl. inž. šum., Matije Volnera, dipl. inž. šum., Stipe Špoljarića, dipl. inž. šum., Ivice Čorka, Tome Mrkonje, Dalibora Vukovića, Željka Rendulića, Ivice Matovine, Tomislava Pavličića, Zvonka Mažara, Mile Špehara i Milana Krizmanića.

## 2. MATERIJAL I METODE

### 2.1. Područje istraživanja

Istraživanja su obavljena u bukovo-jelovim i bukovim šumama Nacionalnog parka Plitvička jezera, u razdoblju 2004 – 2006. godine. Sukladno ciljevima, nakon konzultacija sa stručnim osobljem Nacionalnog parka i obilaska terena, za istraživanje su odabrane sljedeće šumske sastojine:

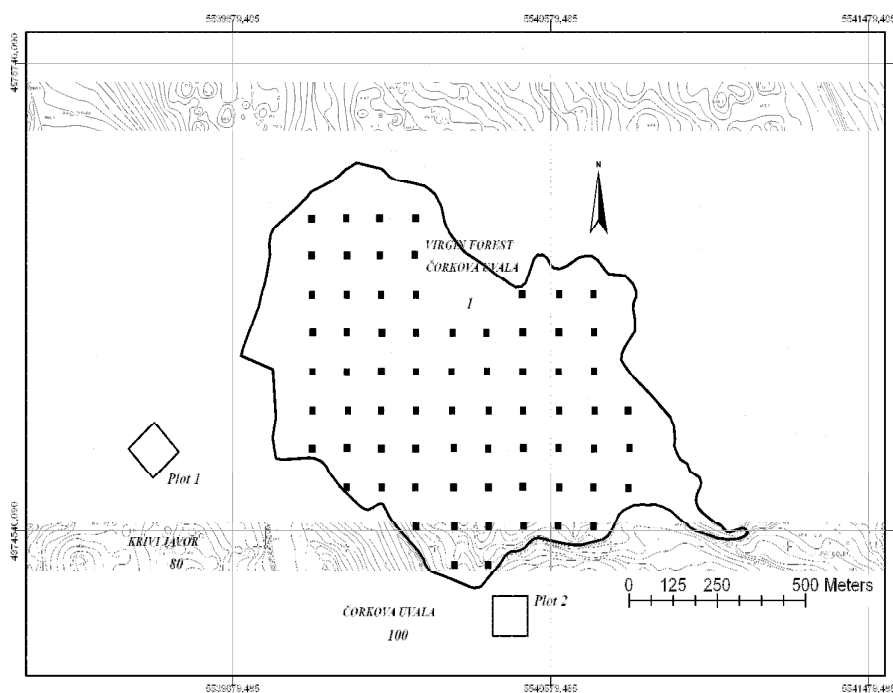
1. bukovo-jelova prašumska sastojina u Gospodarskoj jedinici Čorkova uvala-Kapela, odjel 1 (u daljem tekstu Čorkova uvala – 1)
2. gospodarena bukovo-jelova sastojina u Gospodarskoj jedinici Čorkova uvala-Kapela, odjel 100 (u daljem tekstu Čorkova uvala – 100)
3. gospodarena bukovo-jelova sastojina u Gospodarskoj jedinici Krivi javor, odjel 80 (u daljem tekstu Krivi javor – 80)
4. bukova sekundarna prašumska sastojina u šumskom rezervatu Medveđak-Plitvički klanac, odjel 27 (u daljem tekstu rezervat Medveđak – 27)
5. gospodarena bukova sastojina u Gospodarskoj jedinici Medveđak-Plitvički klanac, odjel 16 (u daljem tekstu Medveđak – 16).

Sve tri bukovo-jelove sastojine karakterizira pripadnost istom šumskom kompleksu, šumskoj zajednici dinarske bukovo-jelove šume (*Omphalodo-Fagetum* Marinček et al. 1992) i bonitetnom razredu (III, prema Klepcu 1997, Cestaru i dr. 1983). Bukove sastojine pripadaju istom šumskom kompleksu i šumskoj zajednici ilirske brdske bukove šume s mrtvom koprivom (*Lamio orvalae-Fagetum sylvaticae* Ht. 1938). Šumski rezervat Medveđak osnovan je 1976. godine zbog «razumijevanja razvoja prirodne vegetacije i dobivanja podataka za eventualne ispravke smjernica gospodarenja u ostalim dijelovima šuma» (Cestar i dr. 1982).

U bukovo-jelovoj sastojini Čorkova uvala – 100 preborna sječa je posljednji put obavljena 1989. godine intenzitetom 6,46%. U sastojini Krivi javor – 80 posljednji se put preborno sjeklo 1997. godine. Intenzitet sječe iznosio je 20,94%. U bukovoj sastojini Medveđak – 16 dovršni sijek na malim površinama u svrhu oslobađanja grupa bukovoga pomlatka obavljen je 1991. godine. Intenzitet sjeka je iznosio 20,13%. Postupci su obavljeni u skladu s tada važećim propisima za spomenute gospodarske jedinice.

## 2.2. Prikupljanje podataka

U prašumskoj sastojini Čorkova uvala – 1, na sjecištima *Gauss-Krügerovog* sustava, u rasteru od 100 m, postavljen je sistematski uzorak od 68 ploha. Na sjecištima mreže iskolčene su plohe kvadratnog oblika (Slike 1, 2).



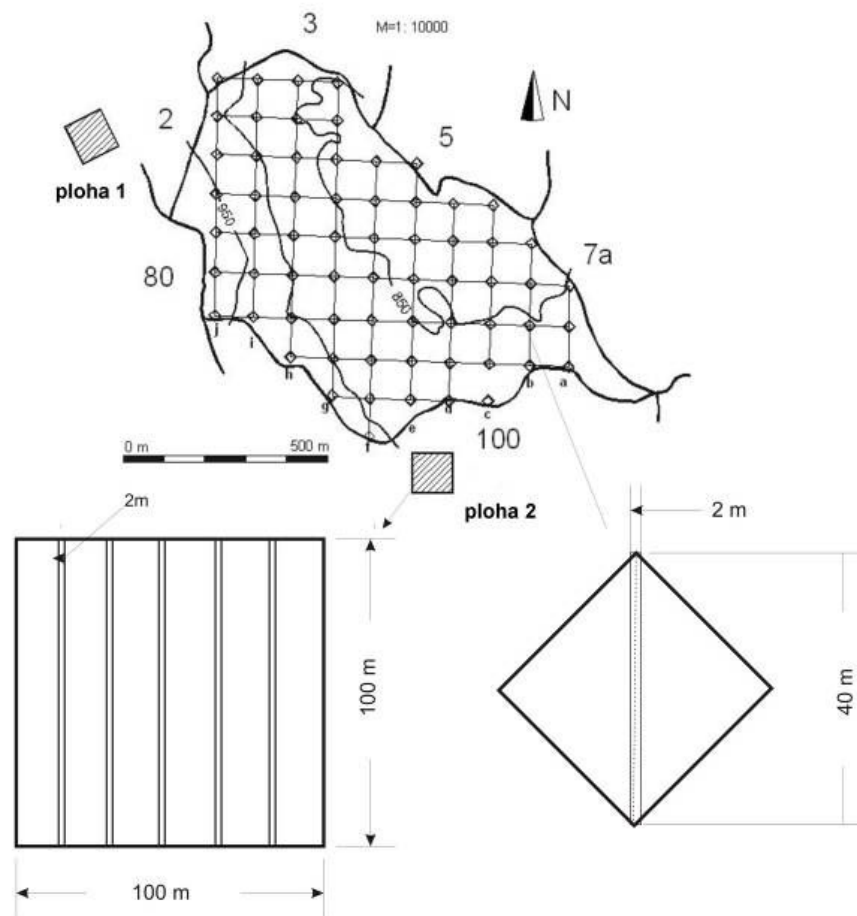
Slika 1. Područje istraživanja bukovo-jelovih sastojina u G. j. Čorkova uvala i G. j. Krivi javor

Plohe su kvadratnoga oblika s duljinama dijagonala 40 m. Površina svake plohe iznosi 805 m<sup>2</sup>. Tako ukupna površina uzorkovanja iznosi 5,47 ha ili 6,80% površine prašumske sastojine. Na plohama su izmjereni prsni promjeri svim stablima ( $d_{1,30} > 3$  cm) i istodobno razvrstavani po vrstama drveća. Suha i trula dubeća stabla su posebno bilježena. Razvojna faza kojoj svaka ploha pripada ustanovljena je prema Lebundgut (1978, 1959) i Korpelu (1995), Slika 3. Na svakoj plohi i u njezinoj neposrednoj blizini izmjerene su visine stabala pomoću visinomjera VERTEX III Hypsometer (Haglöf, Sweden). Ukupno je izmjereno 220 visina obične jele, 152 visine obične bukve i 51 visina obične smreke.

Na svakoj plohi, na površini od 80 m<sup>2</sup> (2 x 40 m), u smjeru sjever – jug izmjerena je mladi naraštaj i razvrstavan po vrstama drveća te visinskim klasama širine 25 cm. Površina cijele

prašumske sastojine Čorkova uvala – 1 izmjerena je GPS uređajem. Ustanovljeno je kako iznosi 80,50 ha.

U susjednim, gospodarenim sastojinama Čorkova uvala – 100 i Krivi javor – 80 postavljene su dvije plohe. Plohe su kvadratnog oblika, dimenzija stranica 100 x 100 m. Na plohama je obavljena totalna izmjera identičnih strukturnih elemenata kao i u prašumskoj sastojini Čorkova uvala – 1. Mladi naraštaj izmjerena je na pet paralelnih pruga širine 2 m, duljine 100 m. Pruge su međusobno udaljene 10 m. Pružaju se na 10, 30, 50, 70 i 90 m. Tako je intenzitet izmjere mladoga naraštaja 10% ( $5 \times 2 \text{ m} \times 100 \text{ m} / 10000 \text{ m}^2$ ).



Slika 2. Mreža ploha u sastojini Čorkova uvala – 1 s položajem ploha u sastojinama Krivi javor – 80 i Čorkova uvala – 100 te skicom položaja i dimenzija pruga na kojima je mjereno pomlađivanje



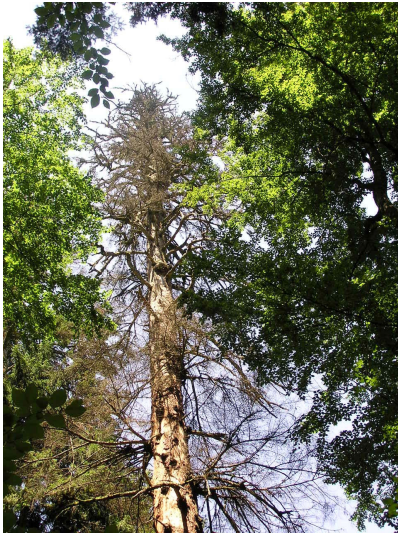
a)



b)



c)



d)



e)

Slika 3. Razvojne faze u prašumskoj sastojini Čorkova uvala: a) inicijalna faza, b) i c) optimalna faza, d) i e) podfaze starenja i raspadanja u sklopu terminalne faze



U prašumi je postavljen sistematski uzorak ploha kako bi se dobile prosječne vrijednosti strukturnih elemenata i obuhvatila cjelokupna tekstura. Gospodarene bukovo-jelove sastojine nastale su prirodnim pomlađivanjem uporabom prebornoga gospodarenja (Matić i dr. 2001).

Protokol istraživanja u bukovim sastojinama dijelom je preuzet od međunarodnoga projekta EU NAT-MAN (*Nature-based Management of Beech in Europe*) te modificiran prema uvjetima, području i ciljevima ovoga istraživanja.

Za istraživanje kvalitativnih i kvantitativnih aspekata pomlađivanja u negospodarenim bukovim sastojinama postavljena je pokusna ploha Medveđak – 27. Pokusna ploha obuhvaća prostor prirodno nastale progale i pomladne jezgre, u sklopu sekundarne prašumske bukove sastojine koja se nalazi u terminalnoj fazi. Na progali je postavljena kvadratna mreža dimenzija 5 x 5 m, i to tako da pokrije cijeli otvor i rubni prostor oko njega. Mreža je obuhvatila površinu od 525 m<sup>2</sup>. Na svakom sjecištu kvadratne mreže postavljena je ploha dimenzija 1,5 x 1,5 m unutar koje je izmjeren mladi naraštaj. Ukupno su postavljene 32 plohe, pa je ukupna površina izmjere 72 m<sup>2</sup>. To je 13,7% površine progale. U mjerilu je izrađen tloct progale i okolnih starih stabala.

U gospodarenim bukovim sastojinama postavljena je pokusna ploha Medveđak – 16. Pokusna ploha obuhvaća pomladnu jezgru nastalu prirodnim pomlađivanjem na progali oblikovanoj pomladnom sječom. Na progali je postavljena kvadratna mreža dimenzija 3 x 3 m. Mreža je pokrila cijeli otvor na površini od 540 m<sup>2</sup>. Na sjecištima kvadratne mreže postavljeno je 70 ploha dimenzija 1,5 x 1,5 m unutar kojih je izmjeren mladi naraštaj. Tako površina izmjere obuhvaća 157,5 m<sup>2</sup> ili 29,2% površine progale. U mjerilu je izrađen tloct progale, pomladne jezgre i okolnih starih stabala.

Na svakoj plohi u okviru kvadratne mreže mjereni su slijedeći parametri:

1. gustoća pomlatka bukve (kom.)
2. morfološke karakteristike mladoga naraštaja:
  - 2.1. promjer pri žilištu (mm)
  - 2.2. visina (cm)
  - 2.3. ukupna duljina (cm)
  - 2.4. ovogodišnji visinski prirast (cm)
  - 2.5. duljine postranih izbojaka (cm)
  - 2.6. dimenzije krošnje (cm)

Mjerenja strukturnih elemenata u sastojini Čorkova uvala – 1 su obavljena u srpnju 2004. godine, a u sastojinama Čorkova uvala – 100 i Krivi javor – 80 u studenom 2004. godine. Mladi naraštaj u prašumi Čorkova uvala – 1 izmjeren je u razdoblju lipanj – srpanj 2005., a u sastojinama Čorkova uvala – 100 i Krivi javor – 80 u lipnju 2005. godine. U šumi Medvedak mjerenja su obavljena u listopadu 2005. godine.

### 2.3. Obrada podataka

Lokalni volumni niz (tarifa) za bukvu i jelu izračunat je za sve tri istraživane bukovo-jelove sastojine uz korištenje Schumacher-Hall-ove jednadžbe izraza:

$$v_i = ad_i^b h_{izj}^c f \quad (1)$$

gdje je  $v_i$  volumen stabla pojedinog debljinskog stupnja sredine  $i$ ,  $a$ ,  $b$ ,  $c$  parametri,  $f$  redukcijski koeficijent te  $h_{izj}$  visina izjednačena pomoću Mihajlovljeve funkcije (2):

$$h_{izj} = b_0 e^{-b_1/d_i} + 1,30 \quad (2)$$

gdje su  $b_0$  i  $b_1$  parametri procijenjeni metodom najmanjih kvadrata,  $e$  baza prirodnog logaritma,  $d_i$  srednji promjer  $i$ -tog debljinskog stupnja.

Distribuciju volumena po debljinskim stupnjevima dobili smo množenjem opažanog broja stabala u svakom debljinskom stupnju ( $n_i$ ) sa srednjim volumenom svakog debljinskog stupnja (1) prema izrazu:

$$V_i = \sum_{i=1}^n n_i v_i \quad (3)$$

Normalni model preborne bukovo-jelove sastojine konstruiran je prema Klepcu (1997, 1962, 1961), za treći bonitetni razred, uz omjer smjese identičan onomu u prašumi te dimenziju zrelosti za jelu u iznosu od 70 cm i bukvu u iznosu od 50 cm. Za konstrukciju normalnoga modela najvažnije je bilo definirati optimalni drvni volumen (Pranjić i Lukić 1997). Optimalni drvni volumen ne smije biti ni prevelik ni premalen nego upravo nužan i dovoljan da omogući trajno pomlađivanje preborne sastojine, njezinu stabilnost i produktivnost (Klepac

1997, Matić i dr. 2001). Konstruirani normalni model preborne bukovo-jelove sastojine iskazan je distribucijom volumena i broja stabala po debljinskim stupnjevima.

Distribucije volumena po debljinskim stupnjevima i vrstama drveća za sve tri istraživane sastojine izjednačene su normalnom Gaussovom distribucijom. Zbog maloga broja stabala, volumen smreke se pribrojio jeli. Izjednačene i opažane normalne distribucije volumena po vrstama drveća testirane su uz pomoć Kolmogrov-Smirnov testa, uz hipotezu da su empirijska i teoretska distribucija statistički identične, s  $\alpha=0.05$  (Sokal 1995, Conover 1980). Zbrojene normalne distribucije volumena za jelu i bukvu daju ukupnu distribuciju volumena na istraživanim plohama.

Ukupne distribucije broja stabala po debljinskim stupnjevima izjednačene su Meyerovom funkcijom gustoće (Meyer 1933):

$$N(d_i) = ke^{-ad_i}, a > 0 \quad (4)$$

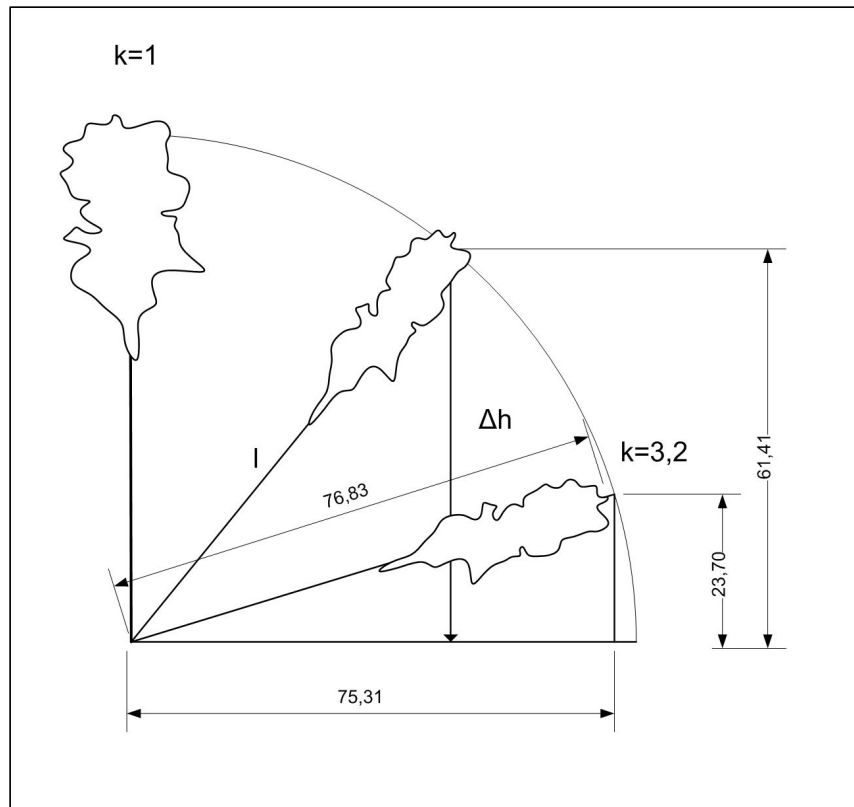
gdje je  $N_i$  broj stabala (gustoća) prsnoga promjera  $d_i$  širine  $w$ ,  $k$  (regresijska konstanta) odnosno broj stabala u najmanjem debljinskom stupnju,  $e$  je baza prirodnog logaritma,  $a$  regresijski koeficijent (Meyer 1933). Parametar  $q$  označava smanjenje broja stabala u slijedećem nižem debljinskom stupnju širine  $w$  (Misir i dr. 2005). Vrijednost parametra  $q$  može se odrediti pomoću izraza

$$q = w \sqrt{\frac{n(d_i)}{n(d_i) + w}} = e^{-aw}, \quad (5)$$

gdje je  $n(d_i)$  gustoća broja stabala debljinskog stupnja  $d_i$  širine  $w$ .

Parametri ( $k$  i  $a$ ) procijenjeni su nelinearnom procijenom, metodom najmanjih kvadrata Levenberg-Marquardt ( $LM$ ) algoritmom. Početne vrijednosti iterativnog procesa iskazane su opažanim vrijednostima broja stabala u sastojinama. Opažane i izjednačene distribucije broja stabala testirane su Kolmogorov-Smirnovim testom uz hipotezu da su empirijska i teoretska distribucija statistički identične, s  $\alpha=0,05$  (Sokal 1995, Conover 1980).

Koeficijent deformiranosti bukovog pomlatka ( $k$ ) izračunat je iz relativnoga odnosa duljine  $l$  i visine biljke. Biljke kod kojih je  $k = 1$  pravilnoga su oblika. Viši iznos koeficijenta  $k$  ukazuje na porast duljine biljke u odnosu na njezinu visinu ili na porast deformiranosti (Slika 4).



Slika 4. Shematski prikaz izračunavanja koeficijenta deformiranosti bukovog pomlatka ( $k$ )

### 3. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

#### 3.1. Struktura i pomlađivanje bukovo-jelove sastojine Čorkova uvala – 1

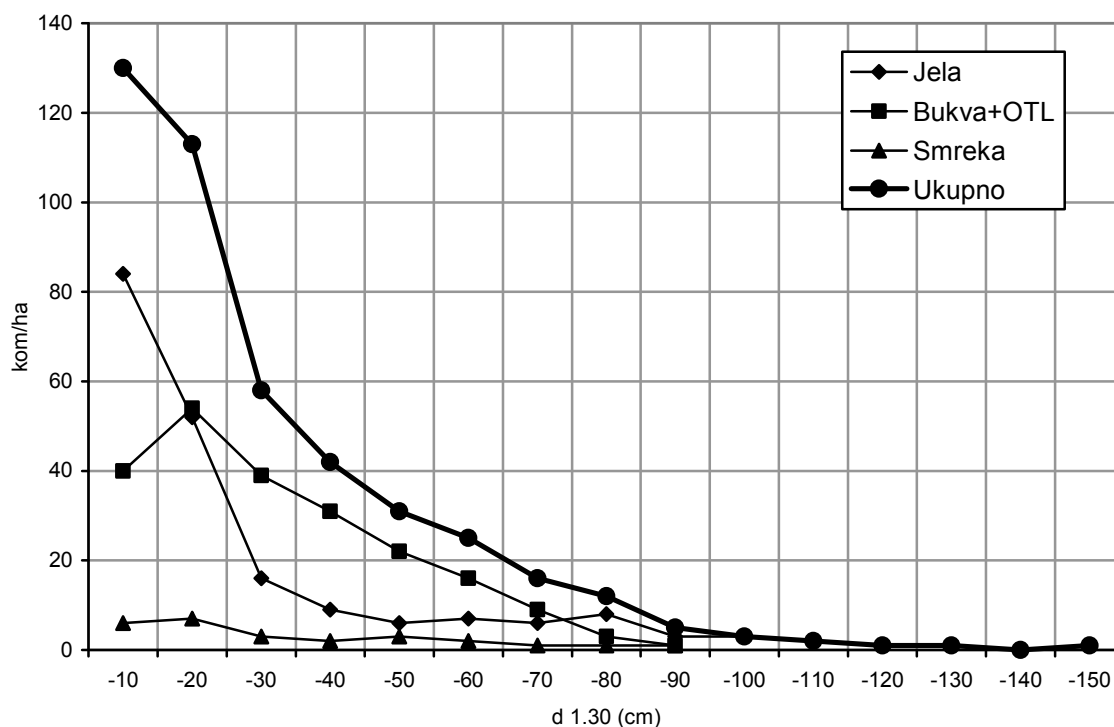
Sastojinu Čorkova uvala – 1 u prosjeku tvori 440 stabala po hektaru (Tablica 1). Gotovo polovica stabala (49%) pripada običnoj bukvi (*Fagus sylvatica* L.) i ostaloj tvrdoj bjelogorici (OTB), 45% je jelovih stabala (*Abies alba* Mill.), a 6% su stabla obične smreke (*Picea abies* Karst.). U strukturi sastojine sudjeluju sljedeće prijelazne vrste drveća koje pripadaju skupini ostale tvrde bjelogorice (OTB): gorski javor (*Acer pseudoplatanus* L.), gorski brijest (*Ulmus glabra* Huds.) i malolisna lipa (*Tilia cordata* Mill.). Ove vrste su u strukturalnoj tablici pribrojene bukvi, zbog neznatnoga učešća po jedinici površine. To ne umanjuje njihovo značenje, ali ciljevi i odobrena sredstva za istraživanje nisu omogućili dodatne analize prijelaznih vrsta drveća. Ukupni odnos broja stabala bjelogorice (bukva + OTB) i crnogorice (jela + smreka) u prašumskoj sastojini je prilično ujednačen i iznosi 49% : 51%. Udio obične smreke je nizak.

Tablica 1. Struktura prašumske sastojine Čorkova uvala – 1

D <sub>1.30</sub> (cm)	<i>Abies alba</i>			<i>Fagus sylvatica</i> + OTB			<i>Picea abies</i>			Ukupno		
	N	G	V	N	G	V	N	G	V	N	G	V
	(kom/ha)	(m <sup>2</sup> /ha)	(m <sup>3</sup> /ha)	(kom/ha)	(m <sup>2</sup> /ha)	(m <sup>3</sup> /ha)	(kom/ha)	(m <sup>2</sup> /ha)	(m <sup>3</sup> /ha)	(kom/ha)	(m <sup>2</sup> /ha)	(m <sup>3</sup> /ha)
-10	84	0,33	0,70	40	0,17	0,44	6	0,03	0,10	130	0,53	1,24
-20	52	1,01	6,49	54	1,08	7,71	7	0,12	1,37	113	2,21	15,57
-30	16	0,78	7,95	39	2,11	23,53	3	0,17	2,39	58	3,06	33,87
-40	9	0,9	11,86	31	3,16	43,48	2	0,22	3,25	42	4,28	58,59
-50	6	0,96	14,20	22	3,5	54,06	3	0,47	6,89	31	4,93	75,15
-60	7	1,64	25,95	16	3,93	66,14	2	0,47	6,93	25	6,04	99,02
-70	6	2,06	34,33	9	3,08	54,88	1	0,41	5,94	16	5,55	95,15
-80	8	3,91	67,74	3	1,3	24,23	1	0,35	4,97	12	5,56	96,94
-90	3	2,07	36,72	1	0,41	7,88	1	0,34	4,89	5	2,82	49,49
-100	3	2,21	39,73							3	2,21	39,73
-110	2	1,67	30,46							2	1,67	30,46
-120	1	0,97	17,77							1	0,97	17,77
-130	1	1,08	20,01							1	1,08	20,01
-140												
-150	1	1,77	38,24							1	1,77	38,24
Σ	199	21,36	352,15	215	18,74	282,35	26	2,58	36,73	440	42,68	671,23

Grafički prikaz ukupne distribucije stabala po prsnim promjerima pokazuje kako s porastom prsnog promjera opada broj stabala (Grafikon 1). Ta je pojava osobito izražena kod distribucije stabala obične jele. Distribucija stabala obične bukve podsjeća na desni krak zvonolike krivulje. Uočljiv je mali broj jelovih stabala čiji su prsni promjeri između 21 i 70 cm. U tim debljinskim stupnjevima dominaciju preuzima bukva. Od ukupno 172 stabla po

hektaru prsnoga promjera 21 – 70 cm samo je 44 jelovih, 18 smrekovih, a ostatak od 110 stabala pripada običnoj bukvi.



Grafikon 1. Distribucije stabala po prsnim promjerima u sastojini Čorkova uvala – 1

U ovoj su sastojini najkrupnija jelova stabla (tablice 2, 3). Najdeblja jela ima opseg debla u prsnoj visini 469 cm ( $d_{1.30}=149,36$  cm). Najviše izmjereno stablo ima visinu u iznosu od 57,80 m i pripada običnoj jeli čiji je prsni promjer 148 cm. Usporedbe radi, među najkrupnija velebitska stabla ubraja se «jela car» u šumskom predjelu Kotao, šumarija Perušić. Njezina visina iznosi 42,50 m, a opseg debla u prsnoj visini 542 cm.

Tablica 2. Najdeblja stabla na pokusnim plohamu u sastojini Čorkova uvala – 1

Vrsta drveća	Prsni promjer (cm)
Obična jela ( <i>Abies alba</i> )	149
Obična smreka ( <i>Picea abies</i> )	112
Obična bukva ( <i>Fagus sylvatica</i> )	93

Tablica 3. Najviša stabla glavnih vrsta drveća u sastojini Čorkova uvala – 1

Vrsta drveća	Prsni promjer (cm)	Visina (m)
Obična jela ( <i>Abies alba</i> )	148	57,80
Obična smreka ( <i>Picea abies</i> )	108	48,90
Obična bukva ( <i>Fagus sylvatica</i> )	93	39,80

Po hektaru površine prašumske sastojine nalazi se u prosjeku deset odumrlih (suhih i trulih) dubećih stabala koja su u različitim fazama razgradnje. Od toga je sedam stabala obične jele (Tablica 4). Zanimljiva je distribucija prsnih promjera tih stabala, posebice podatak kako je najviše odumrlih jelovih stabala izmjereno u debljinskom razredu 11 – 20 cm, među relativno mladim stablima koja su u razvojnem stadiju letvika. Odumrlih dubećih jelovih stabala prsnoga promjera iznad 100 cm nema jer se počinju raspadati. Slično tome, nisu izmjerene niti jedna odumrla dubeća bukva iznad 80 cm i smreka iznad 70 cm prsnoga promjera.

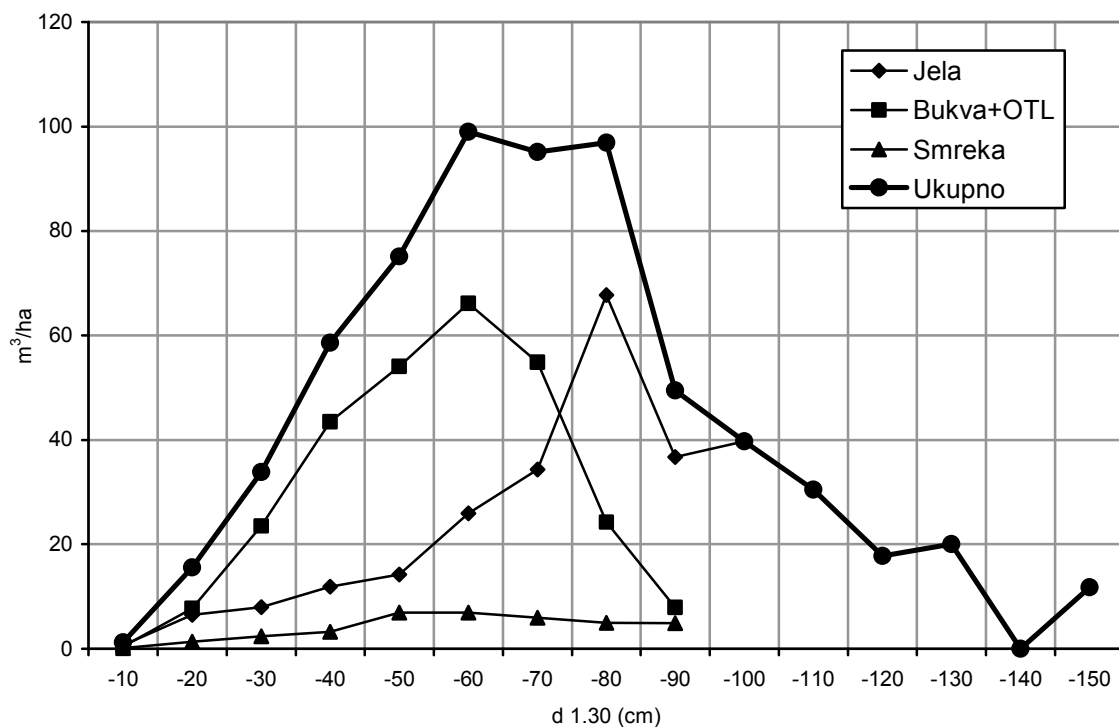
Tablica 4. Odumrla stabla po vrstama drveća i debljinskim razredima, Čorkova uvala – 1

Debljinski razred (cm)	Vrsta drveća			
	Jela	Bukva + OTB	Smreka	Ukupno
-10	5		2	7
-20	15		1	16
-30	2	1		3
-40	1	1	1	3
-50	1	1		2
-60	2	1	1	4
-70	2	4	2	8
-80	4	1		5
-90	4			4
-100	3			3
Σ	39	9	7	55
Po ha	7	2	1	10

Temeljnica prašumske sastojine Čorkova uvala – 1 iznosi 42,68 m<sup>2</sup>/ha. Podijelimo li iznos temeljnice s brojem stabala u sastojini može se izračunati prsni promjer srednjeg plošnog stabla sastojine koji u ovom slučaju iznosi 35,1 cm. Odnos temeljnice bjelogorice i crnogorice je 45% : 55%, jer su prsni promjeri stabala crnogorice u prosjeku veći od prsnih promjera stabala bjelogorice.

Volumen prašumske sastojine Čorkova uvala – 1 iznosi 671,23 m<sup>3</sup>/ha od čega 52% otpada na jelu, 42% na bukvu i OTB, a ostatak u iznosu od 6% pripada volumenu smreke. Odnos volumena bjelogorice i crnogorice je 44% : 58%. Među «tankim» stablima čiji je prsni

promjer do 30 cm kumulirano je 7,55% ukupnoga volumena (Grafikon 2). Na stablima srednjih prsnih promjera između 31 i 50 cm kumulirano je 19,92% ukupnoga volumena sastojine. Ostatak volumena u iznosu od 72,53% kumuliran je na stablima velikih prsnih promjera iznad 50 cm. Na «tankim» stablima kumulirano je ispod 10% ukupnog volumena sastojine.



Grafikon 2. Distribucije volumena po prsnim promjerima u sastojini Čorkova uvala – 1

O teksturi sastojine Čorkova uvala – 1 govori podatak kako je na našim pokusnim plohama u 9% slučajeva determinirana inicijalna faza razvoja, 18% slučajeva optimalna faza, 65% terminalna faza (starenje i raspadanje), a u 8% slučajeva preborna faza razvoja.

Četiri su vrste drveća ustanovljene prilikom izmjere mladoga naraštaja. To su obična jela, obična bukva, obična smreka i gorski javor. Obična jela i obična bukva su klimatogene vrste drveća, a obična smreka i gorski javor pionirske/prijelazne vrste drveća. Nije zabilježeno niti jedno stablo tise, mliječa, običnog jasena, gorskog brijesta, jarebike, lipe ili koje druge vrste drveća, a dolaze od prirode u smjesi bukovo-jelovih sastojina.

Tablica 5 prikazuje strukturu mladoga naraštaja u prašumskoj sastojini Čorkova uvala – 1. Izražene su prosječne vrijednosti po hektaru površine prašumske sastojine, bez obzira na



njezinu teksturu. Od 7472 biljke mladoga naraštaja po hektaru na jelu otpada 60%, bukvu 28%, smreku 2%, a na gorski javor 10%. Jela dominira u visinskim klasama do 100 cm učešćem u iznosu od 74% ukupnoga broja mladoga naraštaja. Bukva sudjeluje s 15% od ukupnog broja mladoga naraštaja do visine od 100 cm. Smreka je zastupljena 2%, a javor 9%. U visinskim klasama iznad 100 cm dominaciju preuzimaju bukva i javor. Iznad 300 cm visine nije zabilježena niti jedna jela, dok su bukva i javor zastupljeni u svim visinskim klasama do 400 cm. Smrekov mladi naraštaj ima sekundarnu ulogu i sporadično se pojavljuje do visine od 175 cm.

Tablica 5. Prosječna struktura mladoga naraštaja u prašumskoj sastojini Čorkova uvala – 1

Visinska klasa (cm)	Vrsta drveća				Ukupno
	<i>Abies alba</i>	<i>Fagus sylvatica</i>	<i>Picea abies</i>	<i>Acer pseudoplatanus</i>	
	kom/ha				
Ponik	342	882	9	49	1282
-25	2513	188	102	304	3107
-50	827	298	7	51	1183
-75	511	181	7	49	748
-100	156	150	9	68	383
-125	60	73	2	42	177
-150	31	5	2	24	62
-175	26	81	2	18	127
-200	16	68		22	106
-225	18	27		5	50
-250	11	37		18	66
-275	2	22		4	28
-300	4	15		7	26
-325		5		7	12
-350		18		2	20
-375		7		2	9
-400		51		35	86
Ukupno	4517	2108	140	707	7472

Kako bi se dobio potpuniji uvid u značajke pomlađivanja obavljena je analiza strukture mladoga naraštaja po razvojnim fazama prašume (Tablica 6). U analizu je uzet uzorak ploha svake razvojne faze. Iz uzorka je izračunata prosječna gustoća mladoga naraštaja po visinskim klasama koja je potom kumulirana u visinske razrede širine jedan metar.

Ukupna brojnost mladoga naraštaja najveća je na plohama na kojima su ustanovljeno prijelazno stanje između inicijalne i preborne faze razvoja. Ukupna brojnost mladoga naraštaja opada od inicijalne/preborne prema terminalnoj fazi. Iste zakonitosti vrijede unutar svakog visinskog razreda. Mladoga naraštaja višeg od 200 cm nema u obje podfaze terminalne faze. Isto tako, gustoća mu naglo opada u optimalnoj fazi.

Tablica 6. Struktura mladoga naraštaja po fazama razvoja

Visina (cm)	Razvojna faza prašume i broj ploha uzetih u analizu					
	inicijalna (9)	inicijalna/preborna (5)	preborna (6)	optimalna (10)	terminalna – starenje (14)	terminalna – raspadanje (9)
	kom/ha					
Ponik	972	625	1208	1162	1321	697
- 100	6459	10075	5082	4187	3804	3920
- 200	1056	1400	667	400	125	196
- 300	597	200	208	12	0	0
- 400	111	50	0	12	0	0
Ukupno	9195	12350	7165	5773	5268	4867

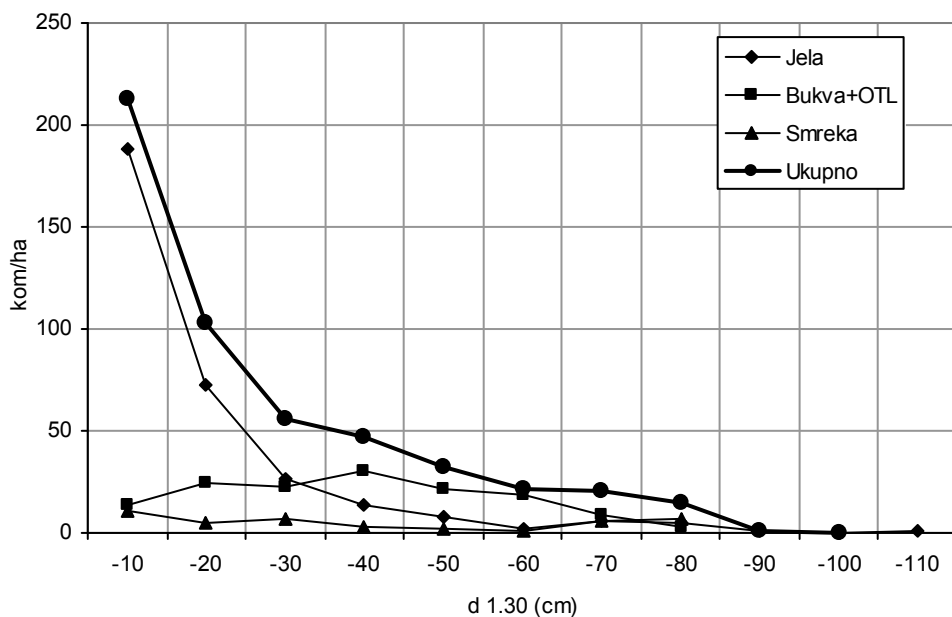
### 3.2. Struktura i pomlađivanje bukovo-jelove sastojine Čorkova uvala – 100

U sastojini Čorkova uvala – 100 raste 511 stabala po hektaru (Tablica 7). Od toga 63% otpada na jelu, 8% smreku, a 29% na bukvu i OTB. Uz već spomenute prijelazne vrste drveća u ovoj sastojini raste pojedinačno primješana tisa (*Taxus baccata* L.). Odnos broja stabala bjelogorice i crnogorice iznosi 29% : 71%.

Tablica 7. Struktura gospodarene sastojine Čorkova uvala – 100

d <sub>1,30</sub> (cm)	<i>Abies alba</i>			<i>Fagus sylvatica</i> + OTB			<i>Picea abies</i>			Ukupno		
	N	G	V	N	G	V	N	G	V	N	G	V
	(kom/ha)	(m <sup>2</sup> /ha)	(m <sup>3</sup> /ha)	(kom/ha)	(m <sup>2</sup> /ha)	(m <sup>3</sup> /ha)	(kom/ha)	(m <sup>2</sup> /ha)	(m <sup>3</sup> /ha)	(kom/ha)	(m <sup>2</sup> /ha)	(m <sup>3</sup> /ha)
-10	188	0,68	0,49	14	0,07	0,10	11	0,05	0,14	213	0,80	0,74
-20	73	1,50	3,27	25	0,48	2,57	5	0,10	0,65	103	2,09	6,49
-30	26	1,32	7,59	23	1,30	13,21	7	0,38	4,30	56	3,00	25,09
-40	14	1,30	12,62	30	3,00	39,33	3	0,35	4,92	47	4,66	56,87
-50	8	1,39	20,76	22	3,65	57,07	2	0,28	4,03	32	5,33	81,87
-60	2	0,53	9,77	19	4,67	81,62	1	0,25	3,91	22	5,45	95,31
-70	6	1,95	39,60	9	3,00	56,52	6	1,99	32,83	21	6,95	128,95
-80	5	2,29	52,88	3	1,31	26,23	7	3,27	55,76	15	6,88	134,87
-90	1	0,61	15,32							1	0,61	15,32
-100												
-110	1	0,95	26,82							1	0,95	26,82
Σ	324	12,53	189,12	145	17,49	276,65	42	6,69	106,54	511	36,70	572,31

Grafički prikaz ukupne distribucije stabala po prsnim promjerima pokazuje kako s porastom prsnog promjera opada broj stabala (Grafikon 3). Ta je pojava osobito izražena kod obične jele. Distribucija stabala obične bukve pokazuje karakteristike zvonolike krivulje. Manji je broj jelovih stabala u odnosu na bjelogoricu čiji su prsni promjeri između 31 i 70 cm. Od ukupno 122 stabla po hektaru prsnoga promjera 31 – 70 cm, 30 je jelovih, 12 smrekovih, a ostatak od 80 stabala pripada običnoj bukvi.



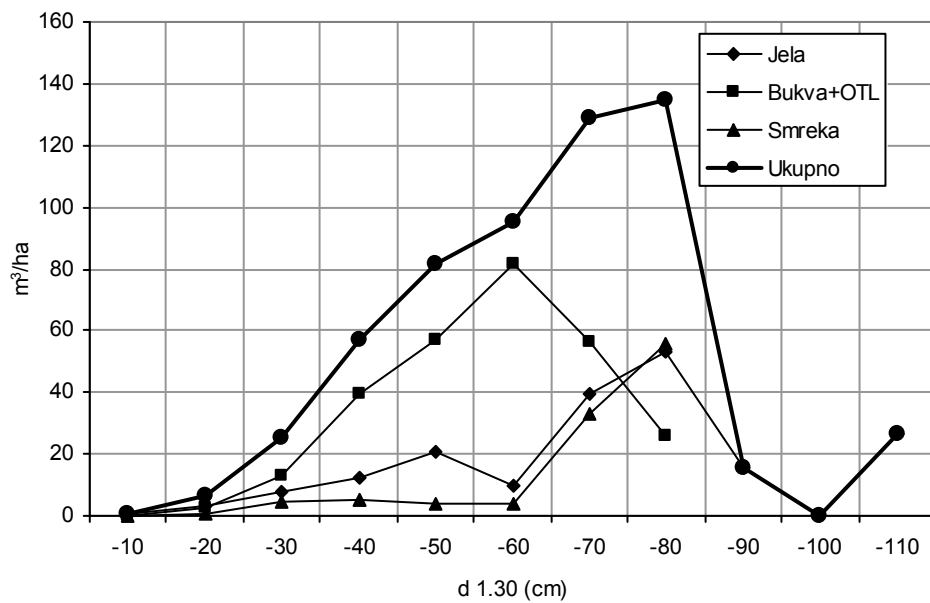
Grafikon 3. Distribucije stabala po prsnim promjerima u sastojini Čorkova uvala – 100

Temeljnica sastojine Čorkova uvala – 100 iznosi 36,70 m<sup>2</sup>/ha. Prsni promjer srednjeg plošnog stabla iznosi 30 cm. Odnos temeljnica bjelogorice i crnogorice je 48% : 52%.

Volumen sastojine Čorkova uvala – 100 iznosi 572,31 m<sup>3</sup>/ha. Od toga 33% otpada na jelu, 48% na bukvi i OTB, a ostatak u iznosu od 19% pripada volumenu smreke. Odnos volumena bjelogorice i crnogorice je uravnotežen i iznosi 48% : 52%. Među «tankim» stablima čiji je prsni promjer do 30 cm kumulirano je 5,6% ukupnoga volumena. Na stablima srednjih prsnih promjera između 31 i 50 cm kumulirano je 24,2% ukupnoga volumena sastojine. Ostatak volumena u iznosu od 70,2% kumuliran je na stablima prsnih promjera iznad 50 cm (Grafikon 4).

U gospodarenoj jelovo-bukovoj sastojini Čorkova uvala – 100 (Tablica 8) jednako se pomlađuju obična jela i obična bukva. Njihovi udjeli u mladom naraštaju iznose 49%. Ostatak

otpada na smreku (1%) i gorski javor (1%). Izuzmemo li ponik, udio jelovog mladog naraštaja do visine 100 cm u ukupom broju mladoga naraštaja do 100 cm iznosi 73%. Udio bukovog mladog naraštaja do 100 cm iznosi 23%. U visinskim klasama 100 – 200 cm udio obiju vrsta je podjednak. Bukva preuzima dominaciju iznad 200 cm. Smreke nema iznad 75 cm visine, a javor se pojavljuje sporadično.



Grafikon 4. Distribucije volumena po prsnim promjerima u sastojini Čorkova uvala – 100

Tablica 8. Struktura mladog naraštaja u sastojini Čorkova uvala – 100

Visinska klasa (cm)	Vrsta drveća				Ukupno
	<i>Abies alba</i>	<i>Fagus sylvatica</i>	<i>Picea abies</i>	<i>Acer pseudoplatanus</i>	
	kom/ha				
Ponik	50	1575			1625
-25	975	88	13	13	1089
-50	850	275	25	50	1200
-75	513	263	25		801
-100	375	225		13	613
-125	75	38			113
-150	125	188			313
-175	125	100			225
-200	100	100			200
-225	38	88			126
-250	75	63			138
-275	38	88			126
-300	13	138		13	164
-325		25			25
-350		63			63

-375		13			13
-400		38			38
Ukupno	3352	3368	63	89	6872

### 3.3. Struktura i pomlađivanje bukovo-jelove sastojine Krivi javor – 80

U strukturi sastojine Krivi javor – 80 nalazi se 581 stabalo po hektaru od čega 46% otpada na jelu, 9% smreku, a 45% na bukvu i OTB (Tablica 9). U strukturi te sastojine uz već spomenute prijelazne vrste drveća raste i jarebika (*Sorbus aucuparia* L.). Odnos broja stabala bjelogorice (bukva + OTB) i crnogorice (jela + smreka) iznosi 45% : 55%.

Za ovu je sastojinu također karakterističan manjak stabala obične jele u odnosu na bjelogoricu u rasponu prsnih promjera od 21 do 60 cm. Od ukupno 170 stabla po hektaru prsnoga promjera 21 – 60 cm, 53 je jelovih, 39 smrekovih, a 78 stabala pripada običnoj bukvi.

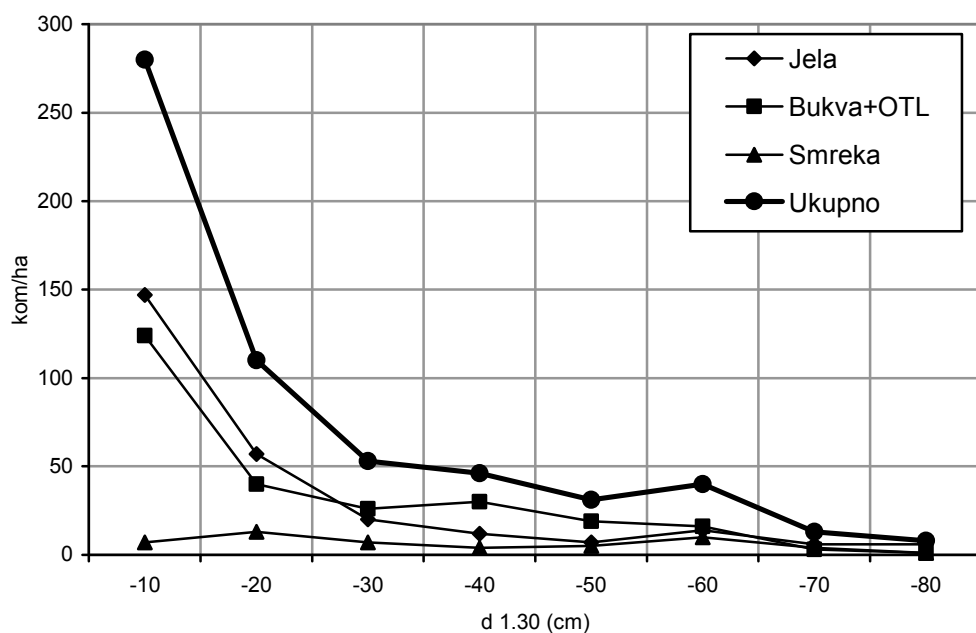
Distribucija stabala po prsnim promjerima ima padajući oblik. Uočljiv je porast broja stabala za sve tri vrste drveća u debljnskom razredu 60 cm (Grafikon 5).

Tablica 9. Struktura gospodarene sastojine Krivi javor – 80

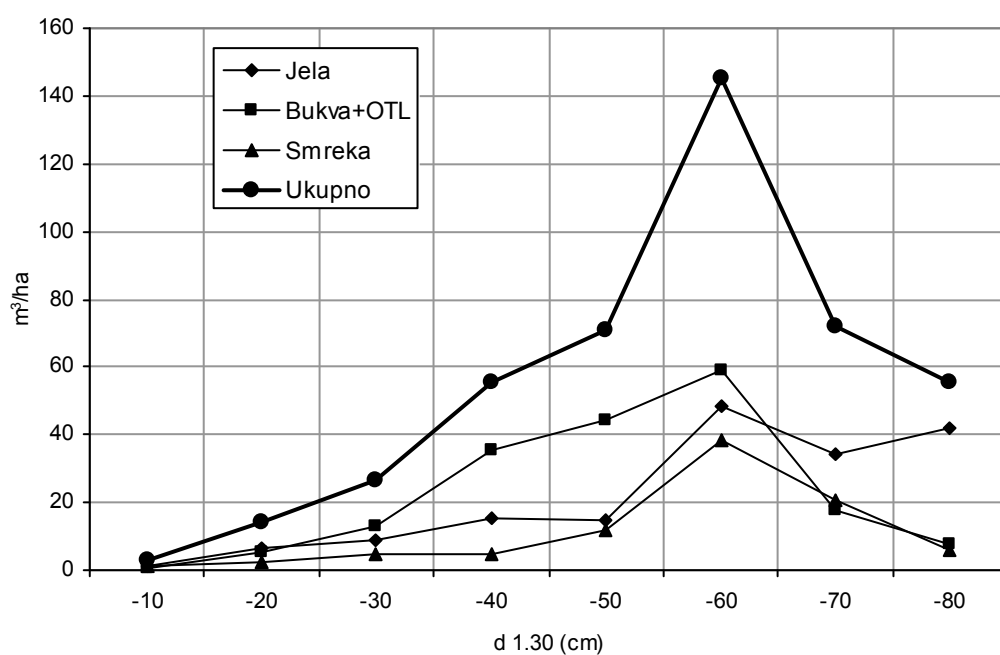
d <sub>1,30</sub> (cm)	<i>Abies alba</i>			<i>Fagus sylvatica</i> + OTB			<i>Picea abies</i>			Ukupno		
	N	G	V	N	G	V	N	G	V	N	G	V
	(kom/ha)	(m <sup>2</sup> /ha)	(m <sup>3</sup> /ha)	(kom/ha)	(m <sup>2</sup> /ha)	(m <sup>3</sup> /ha)	(kom/ha)	(m <sup>2</sup> /ha)	(m <sup>3</sup> /ha)	(kom/ha)	(m <sup>2</sup> /ha)	(m <sup>3</sup> /ha)
-10	147	0,59	1,04	124	0,45	0,77	7	0,04	0,92	280	1,08	2,73
-20	57	1,14	6,51	40	0,84	5,20	13	0,23	2,19	110	2,22	13,90
-30	20	1,00	8,94	26	1,35	13,06	7	0,37	4,50	53	2,72	26,50
-40	12	1,31	15,39	30	2,90	35,27	4	0,34	4,54	46	4,55	55,21
-50	7	1,15	14,93	19	3,12	44,29	5	0,80	11,53	31	5,08	70,76
-60	14	3,44	48,18	16	3,81	58,86	10	2,57	38,29	40	9,82	145,33
-70	6	2,29	34,16	3	1,05	17,51	4	1,35	20,38	13	4,69	72,04
-80	6	2,75	41,93	1	0,43	7,43	1	0,41	6,19	8	3,58	55,55
Σ	269	13,66	171,07	259	13,96	182,39	51	6,12	88,55	581	33,74	442,03

Temeljnica sastojine Krivi javor – 80 iznosi 33,74 m<sup>2</sup>/ha. Prsni promjer srednjeg plošnog stabla iznosi 27 cm. Odnos temeljnica bjelogorice i crnogorice je 41% : 59%.

Volumen sastojine Krivi javor – 80 iznosi 442,03 m<sup>3</sup>/ha. Od toga 39% otpada na jelu, 41% na bukvu i OTB, a ostatak u iznosu od 20% pripada volumenu smreke. Odnos volumena bjelogorice i crnogorice iznosi 41% : 59%. Među stablima čiji je prsni promjer do 30 cm kumulirano je 9,8% ukupnoga volumena. Na stablima srednjih prsnih promjera između 30 i 50 cm kumulirano je 28,5% ukupnoga volumena sastojine. Ostatak volumena u iznosu od 61,7% kumuliran je na stablima prsnih promjera iznad 50 cm (Grafikon 6).



Grafikon 5. Distribucije stabala po prsnim promjerima u sastojini Krivi javor – 80



Grafikon 6. Distribucije volumena po prsnim promjerima u sastojini Krivi javor – 80

U ovoj sastojini udio obične jele u ukupnom broju mladoga naraštaja iznosi 74%, obične bukve 20%, obične smreke 1%, a javora 5% (Tablica 10). Udio jelovog mladog naraštaja do

visine 100 cm u ukupom broju mladoga naraštaja do 100 cm iznosi 79%. Udio bukovog mladog naraštaja do 100 cm iznosi 13%. U visinskim klasama 100 – 200 cm udio obične jele je 50%, a bukve 44%. I u ovoj sastojini bukva preuzima dominaciju iznad 200 cm.

Tablica 10. Struktura mladog naraštaja u sastojini Krivi javor – 80

Visinska klasa (cm)	Vrsta drveća				Ukupno
	<i>Abies alba</i>	<i>Fagus sylvatica</i>	<i>Picea abies</i>	<i>Acer pseudoplatanus</i>	
	kom/ha				
Ponik	863	250		25	1138
-25	1213	88		188	1489
-50	638	163	38	38	877
-75	538	75			613
-100	250	100		13	363
-125	88	75	13		176
-150	75	50			125
-175		13			13
-200	63	63	13		139
-225	13	25			38
-250	13	50			63
-275	25				25
-300		13			13
-325					
-350				13	13
-375					
-400		50			50
Ukupno	3779	1015	64	277	5135

### 3.4. Analiza bukovo-jelovih sastojina

Sastojinski oblik pokazuje vrstu, omjer i oblik smjese vrsta drveća u istraživanim sastojinama. Nema razlike u *vrsti smjese* istraživanih bukovo-jelovih sastojina. Naime, sve tri istraživane sastojine tvore iste glavne vrste drveća. Na plohama u prašumskoj sastojini nije ustanovljena nazočnost tise i jarebice, a u gospodarenim sastojinama lipe i gorskog brijesta. Sve navedene vrste drveća ulaze u florni sastav šumske zajednice *Omphalodo-Fagetum* (Marinček et al. 1992) kojoj istraživane sastojine pripadaju.

Kod sve tri sastojine *omjer smjese* crnogorice (jela i smreka) i bjelogorice (bukva + OTL) izračunat prema volumenu pokazuje veću zastupljenost crnogorice (Č. u. – 1 = 58% : 42%; Č. u. – 100 = 52% : 48%; K. j. – 80 = 59% : 41%). Udio jele najveći je u sastojini Čorkova uvala – 1, a najmanji u sastojini Čorkova uvala – 100. Udio bukve i ostale bjelogorice najveći je u

sastojini Čorkova uvala – 100, dok je u ostale dvije sastojine ujednačen. Udio smreke ujednačen je u gospodarenim sastojinama i iznosi približno 20%, dok u sastojini Čorkova uvala – 1 iznosi 6%.

Računajući prema broju stabala u svim su sastojinama zastupljenija stabla crnogorice (Č. u. – 1 = 51% : 49%; Č. u. – 100 = 71% : 29%; K. j. – 80 = 55% : 45%). Udio jelovih stabala najveći je u sastojini Čorkova uvala – 100 i iznosi 63%. U ostale dvije sastojine taj je odnos ujednačen oko vrijednosti 45%. Udio bukovih stabala najveći je u sastojini Čorkova uvala – 1 (49%), slično kao u sastojini Krivi javor – 80 gdje iznosi 45%, a najmanji u sastojini Čorkova uvala – 100 (29%). Udio stabala smreke je kod sve tri sastojine u rasponu 6 – 9%.

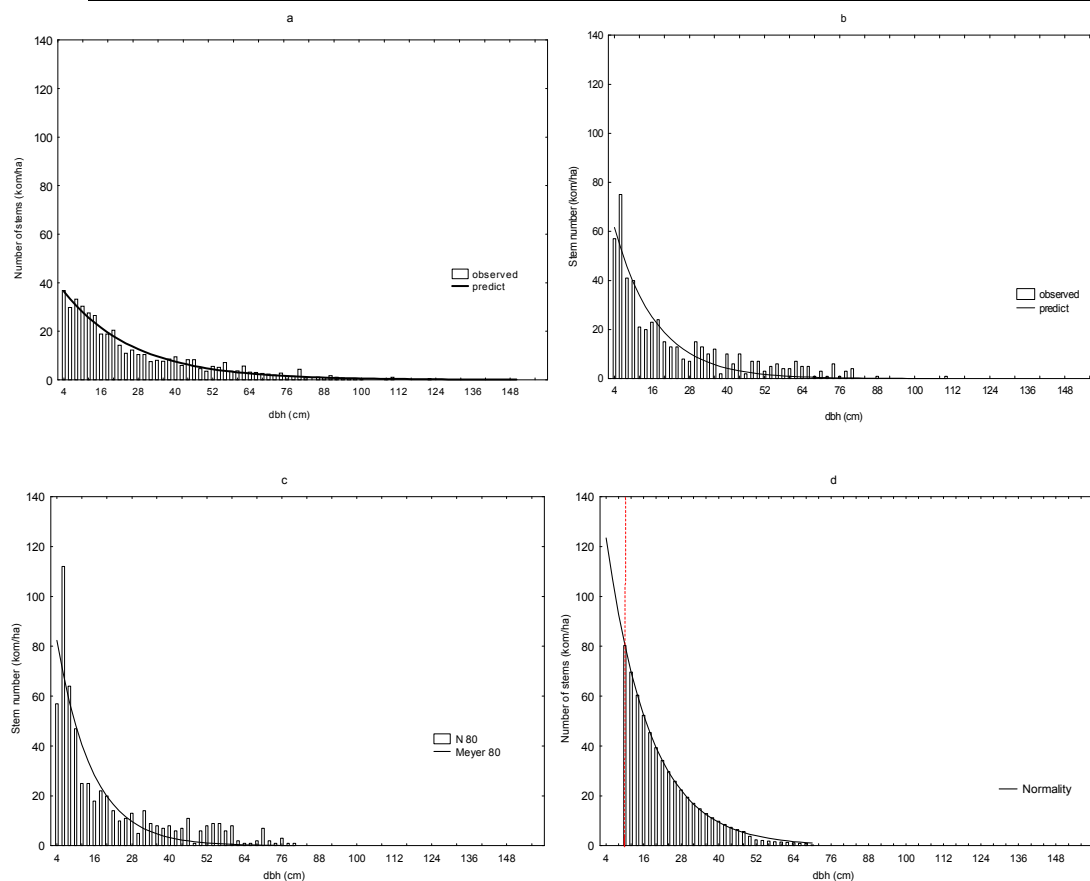
Distribucija stabala po debljinskim stupnjevima je karakteristično obilježje koje mnogi autori koriste za opisivanje strukture prašuma i prebornih šuma u Europi (Korpel 1995, Peterken 1996, Goodburn i Lormier 1999, Misir i dr. 2005, Westphal i dr. 2006, Anić i dr. 2006). U Tablici 11. prikazani su rezultati izjednačavanja empirijske i teoretske distribucije prsnih promjera istraživanih bukovo-jelovih sastojina. Izjednačene distribucije broja stabala po debljinskim stupnjevima Meyerovom funkcijom na svim istraživanim plohama imaju padajući oblik (Grafikon 7). Ukupna objašnjena varijabilnost iskazana pomoću determinacijskog koeficijenta  $R^2$  najveća je u prašumi (Čorkova uvala – 1,  $R^2=0,95$ ), u gospodarskoj sastojini Čorkova uvala – 100 je nešto slabija ( $R^2=0,86$ ), a najslabija u gospodarskoj sastojini Krivi javor – 80 ( $R^2=0,80$ ). Normalni model ima maksimalnu vrijednost determinacijskog koeficijenta ( $R^2=1,00$ ).

Parametri Meyerove funkcije  $k$  i  $\alpha$  procijenjeni su metodom najmanjih kvadrata, Levenberg-Marquardt algoritmom te prikazani u Tablici 11. Vrijednosti parametra  $k$  predstavljaju procijenjeni iznos broja stabala u najnižem debljinskom stupnju ( $d=4$  cm).



Tablica 11. Opažane i izjednačene vrijednosti ukupnog broja stabala po debljinskim stupnjevima

d <sub>1.30</sub> (cm)	Broj stabala po debljinskim razredima (kom/ha)							
	Čorkova uvala – 1		Čorkova uvala – 100		Krivi javor – 80		Normala	
	Opažano	Izjednačeno	Opažano	Izjednačeno	Opažano	Izjednačeno		
10	130	128,12	213	200,72	280	257,50		403,51
20	113	107,90	103	128,82	110	146,24		267,32
30	58	69,35	56	60,85	53	60,08		130,92
40	42	44,57	47	28,74	46	24,68		64,11
50	31	28,65	32	13,58	31	10,14		31,40
60	25	18,41	22	6,41	40	4,17		15,38
70	16	11,83	21	3,03	13	1,71		7,53
80	12	7,61	15	1,43	8	0,70		
90	5	4,89	1	0,68				
100	3	3,14		0,32				
110	2	2,02	1	0,15				
120	1	1,30						
130	1	0,83						
140		0,80						
150	1	0,50						
<b>K and α</b>								
	43,779 and 0,045		83,646 and 0,075		117,653 and 0,089		164,175 and 0,071	
<b>Standard error</b>								
	1,765	0,002	7,909	0,008	15,429	0,013	1,512	0,001
<b>t-values</b>								
	24,81	19,38	10,58	9,33	7,63	6,78	108,58	135,50
<b>p-level</b>								
	p<0,00	p<0,00	p<0,00	p<0,00	p<0,00	p<0,00	p<0,00	p<0,00
<b>R<sup>2</sup></b>								
	0,95		0,86		0,80		1,00	
<b>N/ha</b>								
	440	430	511	445	581	505	920	592
<b>G (m<sup>2</sup>/ha)</b>								
	41,54		36,70		33,74		29,23	
<b>q-Value</b>								
	1,20		1,35		1,43		1,33	



Grafikon 7. Izjednačene distribucije broja stabala po debljinskim stupnjevima na pokusnim ploham a) Čorkova uvala – 1, b) Čorkova uvala – 100, c) Krivi javor – 80, d) normalni model. Iscrtna linija na grafikonu d predstavlja iznos aproksimacije dijela funkcije manjeg od 10 cm.

Vrijednost koeficijenta  $k$  najniža je u prašumskoj sastojini (Čorkova uvala – 1:  $k=43,779$ ), a raste preko gospodarskih sastojina (Čorkova uvala – 100:  $k=83,646$ ; Krivi javor – 80:  $k=117,653$ ) prema normalnom modelu gospodarske šume ( $k=164,175$ ).

Ukupni broj stabala najmanji je u prašumi (Čorkova uvala – 1,  $N_o=440$  kom/ha,  $N_e=430$  kom/ha). Taj broj raste prema normalnom modelu gospodarske šume ( $N_e=920$  (592) kom/ha). Vrijednost od 920 stabala po hektaru za normalni model gospodarske šume predstavlja matematičku aproksimaciju broja stabala tanjih od 10 cm dbh. Razlog tomu je način na koji je Klepac (1997) konstruirao svoj normalni model u kojem je taksacijska granica iznosila 10 cm prsnog promjera. Ukupni broj stabala najveći je u gospodarenoj sastojini Krivi javor – 80 ( $N_o=581$  kom/ha,  $N_e=505$  kom/ha). Naime, u toj je sastojini zastupljen najveći broj stabala prsnoga promjera do 30 cm. Zato je u gospodarenoj sastojini za očekivati intenzivnije uraštanje u više slojeve. To se posebice odnosi na jelu koja je najbrojnije zastupljena među tanjim stablima gospodarenih sastojina. Nedostatak tankih stabala izražen je u prašumskoj sastojini Čorkova uvala – 1.

Značajan pokazatelj distribucije broja stabala je koeficijent geometrijske progresije ( $q$ ) kojega Meyer (1933) predlaže za opisivanje "normalne" preborne sastojine. Gledano ekološki koeficijent ( $q$ ) predstavlja umanjeње broja stabala u susjednim debljinskim stupnjevima. Struktura sastojine je stabilna ako koeficijent  $q$  teži konstantnom iznosu kroz vrijeme. Vrijednosti koeficijenta ( $q$ ) prema Klepcu (1997) konstantne su za određeni bonitet i kreću se od 1,3 na boljim staništima do 1,5 na lošijim staništima. Koeficijent geometrijske progresije ( $q$ ) najmanji je u prašumskoj sastojini Čorkova uvala – 1 i iznosi 1,20 (Tablica 11). To je iz razloga što distribucija broja stabala predstavlja prosjek za sve razvojne faze prašume, a ne samo prebornu i njoj strukturno slične faze. Vrijednost koeficijenta  $q = 1,33$  odgovara normalnom modelu gospodarske sastojine za treći bonitet. Prema Klepcu (1997) kod vrijednosti koeficijenta  $q$  većih od 1,5 gube se obilježja preborne strukture.

Volumen sastojine po hektaru očekivano postiže najviše vrijednosti u prašumskoj sastojini Čorkova uvala – 1 i iznosi  $671 \text{ m}^3/\text{ha}$ . Mayer i dr. (1980) su ustanovili prosječni volumen iste sastojine u iznosu od  $680 \text{ m}^3/\text{ha}$ , a Kramarić i Iuculano (1989)  $652 \text{ m}^3/\text{ha}$ . Iako su podaci dobiveni mjerenjima različita intenziteta, ipak daju opći uvid u prosječni volumen prašumske sastojine. Opadanje volumena i početak podfaze raspadanja ustanovili su na trajnoj pokusnoj plohi Tikvić i dr. (2006). Isti autori navode kako nije započeo proces pomlađivanja što bi se inače očekivalo. Najmanju vrijednost volumena po hektaru ima gospodarena sastojina Krivi javor – 80. Međutim, ta je vrijednost najbliža *normali* (Klepac 1997) što je bilo i za očekivati

za preborno gospodarenu sastojinu. Gospodarena sastojina Čorkova uvala – 100 kao i prašumska sastojina Čorkova uvala – 1 imaju nagomilani volumen, i to na stablima prsnih promjera iznad 50 cm. Sastojina Čorkova uvala – 100 ima nagomilan volumen jer je preborno gospodarenje bilo ekstenzivno, sa smanjenim intenzitetom preborne sječe.

Usporedba distribucije volumena po debljinskim razredima pokazuje sljedeće: u prašumskoj sastojini Čorkova uvala – 1 taj je odnos 7,6% – 19,9% – 72,5%; u gospodarenoj sastojini Čorkova uvala – 100 odnos je 5,6% – 24,2% – 70,2%; u sastojini Krivi javor – 80 taj je odnos 9,8% – 28,5% – 61,7%. Podaci pokazuju nizak udio volumena «tankih» stabala prsnoga promjera do 30 cm, gomilanje volumena na stablima velikih prsnih promjera iznad 50 cm, posebice u sastojinama Čorkova uvala – 1 i Čorkova uvala – 100, te slabu zastupljenost stabala srednjih prsnih promjera 31 – 50 cm u prašumskoj sastojini Čorkova uvala – 1. U usporedbi s normalom (20% – 30% – 50%), najpovoljniji odnos distribucije volumena u strukturi ima gospodarena sastojina Krivi javor – 80. U toj je sastojini udio volumena stabala srednjih prsnih promjera gotovo idealan. Udio volumena «tankih» stabala, iako nedovoljan, najveći je u usporedbi s ostale dvije sastojine.

U Tablici 12. prikazani su rezultati komparativne analize opažanih distribucija volumena po debljinskim stupnjevima i vrstama drveća s normalnom distribucijom. Kolmogorov-Smirnovim testom utvrđeno je da su razlike između normalnih i opažanih distribucija volumena za  $\alpha=0.05$  unutar graničnih vrijednosti. To ukazuje na valjanost primjene ovih modela. Izračunati osnovni elementi kojima opisujemo normalne distribucije volumena uspoređeni su sa standardnom normalnom distribucijom. Najveće vrijednosti aritmetičke sredine ima normalna distribucija jele u prašumi (Čorkova uvala – 1,  $dbh_s=81,11$  cm), dok najmanju vrijednost aritmetičke sredine ima normalna distribucija volumena bukve normalnoga modela gospodarske sastojine ( $dbh_s=32,77$  cm). Gledano na ukupnu distribuciju koju smo dobili zbrajanjem normalnih distribucija volumena jele i bukve najveće vrijednosti srednjeg prsnog promjera ( $dbh_s=68,63$  cm) pokazuje prašumska sastojina (Čorkova uvala – 1), a najmanje normalni model ( $dbh_s=38,72$  cm).

Površina ispod normalne distribucije najveća je u prašumi (Čorkova uvala – 1). Izražena u apsolutnim vrijednostima volumena ona iznosi  $657,68$  m<sup>3</sup>/ha, dok prema normalnom modelu gospodarske sastojine iznosi  $263,22$  m<sup>3</sup>/ha. Najveću asimetriju pokazuje normalna distribucija volumena prašume (Čorkova uvala – 1,  $\beta_1=0,5744$ ) u odnosu na standardnu normalnu distribuciju  $\beta_1=0$ . Najveću spljoštenost ima distribucija gospodarske sastojine Čorkova uvala – 100 ( $\beta_2=0,2275$ ) u odnosu na standardnu normalnu distribuciju  $\beta_2=0$ . To se može uočiti i

prema međusobnom položaju centralnih vrijednosti normalne distribucije ( $d_s$ ,  $M$ ,  $Mod$ ). Od svih promatranih normalnih distribucija volumena najbliža standardnoj normalnoj distribuciji ( $\beta_1=0$ ,  $\beta_2=0$ ) je distribucija volumena u gospodarskoj sastojini Krivi javor – 80 ( $\beta_1=0,1366$ ,  $\beta_2=-0,0045$ ).

Tablica 12. Rezultati izjednačavanja opaženih distribucija volumena po debljinskim stupnjevima i vrstama drveća s normalnom distribucijom

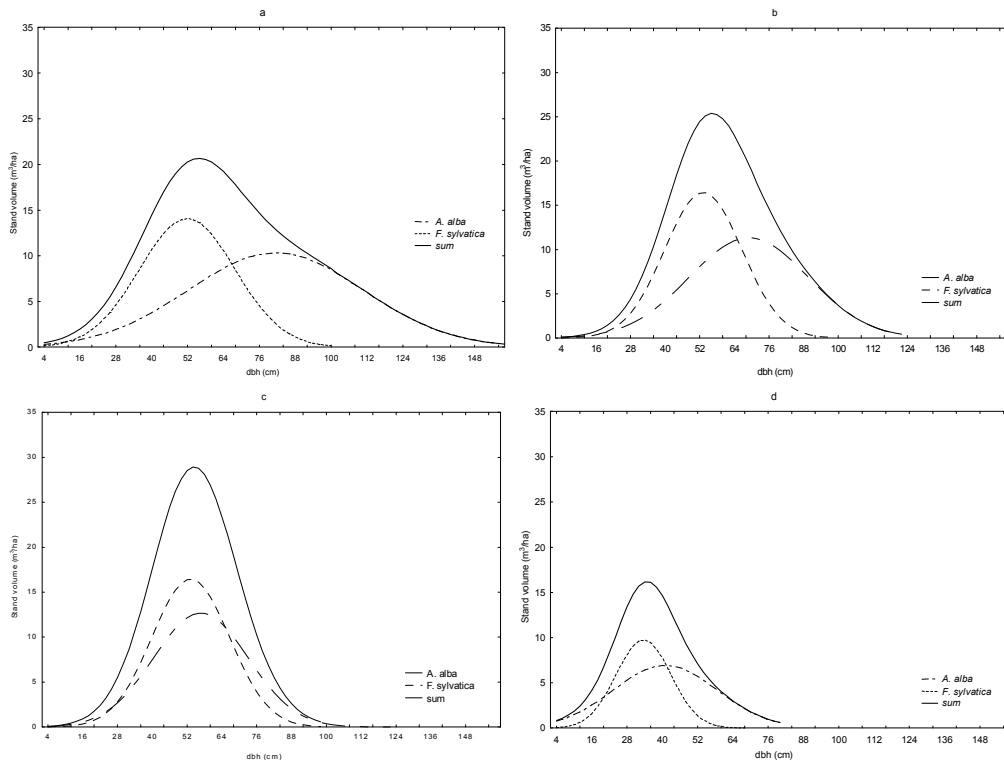
Sastojina	Vrsta drveća	Arit. mean	Median	Mod	stdev	P**		skewnes s	kurtosis	Kolmog.-Smirn.	
		$dbh_s$	$M$	$Mod$	$s$	( $m^3/ha$ )	%	$\beta_1$	$\beta_2$	$D^{***}$	( $\alpha 0.05$ )*
Čorkova uvala – 1	<i>A. alba</i>	81.11	81.30	82.00	27.96	375.94	0.57	-0.0527	-0.3934	0.0365	0.2012
	<i>F. sylvatica</i>	51.90	51.72	52.00	15.84	281.74	0.43	0.0009	-0.1591	0.0364	0.2639
	<b>sum</b>	<b>68.83</b>	<b>81.30</b>	<b>56.00</b>	<b>28.00</b>	<b>657.68</b>	<b>100.00</b>	<b>0.5744</b>	<b>-0.1145</b>	-	-
Čorkova uvala – 100	<i>A. alba</i>	69.07	69.04	70.00	20.59	293.03	0.51	0.0205	-0.0675	0.1376	0.2355
	<i>F. sylvatica</i>	53.24	53.19	53.99	13.39	276.54	0.49	-0.0081	-0.0518	0.0498	0.2807
	<b>sum</b>	<b>61.38</b>	<b>59.10</b>	<b>56.00</b>	<b>19.18</b>	<b>569.57</b>	<b>100.00</b>	<b>0.4193</b>	<b>0.2275</b>	-	-
Krivi javor – 80	<i>A. alba</i>	56.79	55.02	56.01	16.28	259.50	0.59	0.0174	0.0476	0.1026	0.2771
	<i>F. sylvatica</i>	47.78	48.27	48.00	13.46	182.09	0.41	-0.0164	-0.0547	0.0584	0.2807
	<b>sum</b>	<b>53.07</b>	<b>51.31</b>	<b>52.00</b>	<b>15.81</b>	<b>441.59</b>	<b>100.00</b>	<b>0.1366</b>	<b>-0.0045</b>	-	-
Normalni model	<i>A. alba</i>	42.81	41.05	41.99	14.14	149.32	0.57	-0.0752	-0.4188	0.0485	0.2980
	<i>F. sylvatica</i>	32.77	31.25	32.01	10.04	113.90	0.43	0.0344	-0.1229	0.0462	0.3533
	<b>sum</b>	<b>38.72</b>	<b>38.28</b>	<b>36.00</b>	<b>13.84</b>	<b>263.22</b>	<b>100.00</b>	<b>0.3433</b>	<b>0.0070</b>	-	-

\* - granična vrijednost Kolmogorov-Smirnovog testa normaliteta, P\*\* - površina ispod normalne krivulje apsolutna ( $m^3/ha$ ) i relativna (%),  $D^{***}$  - maksimalna razlika između kumulativne relativne frekvencije opažane i izjednačene normalne distribucije.

Na Grafikonu 8. vidi se kako je normalna distribucija volumena jele zastupljena kroz sve debljinske stupnjeve. Bukva je zastupljena samo u nižim debljinskim stupnjevima i obično je pomaknuta u lijevu stranu. Jedino su u gospodarskoj sastojini Krivi javor – 80 distribucije volumena jele i bukve međusobno najbliže. To se može vidjeti i prema razlici aritmetičkih sredina.

Što se tiče oblika smjese ili horizontalne sastojinske strukture, u gospodarenim sastojinama je ustanovljen stablimičan raspored stabala koja ulaze u mjereni dio populacije (iznad taksacijske granice od 3 cm). To je jedno od općih obilježja strukture prebornih jelovo-bukovih sastojina na dinarskom kršu Hrvatske (Matić i dr. 2001). Eventualne male grupe stabala istovrsnih dimenzija površine do 2 ara su moguće na lokalitetima sličnih stanišnih prilika (platoi s dubljim tlom, dna vrtača). U gospodarenim bukovo-jelovim šumama oblik sklopa je preborni. U takvim sastojinama promatra se odnos i mogućnosti rasta nekoga stabla prema susjednim stablima (Kotar 2005). Rast i razvoj stabala imaju individualni karakter (Reininger 2000, Schütz 2001, 1989). Kod analize vertikalne strukture bukovo-jelovih sastojina razlikuju se nadstojna, srednjestojna i podstojna stabla u gornjem, srednjem i donjem sloju sastojinskog profila. U nadstojnom su položaju stabla čije se krošnje slobodno razvijaju

ili su pod neznatnim utjecajem krošanja susjednih stabala. U podstojnom su položaju stabla koja su odozgo jako zasjenjena i zastarčena stabla. Ostala su stabla u srednjestojnom položaju.

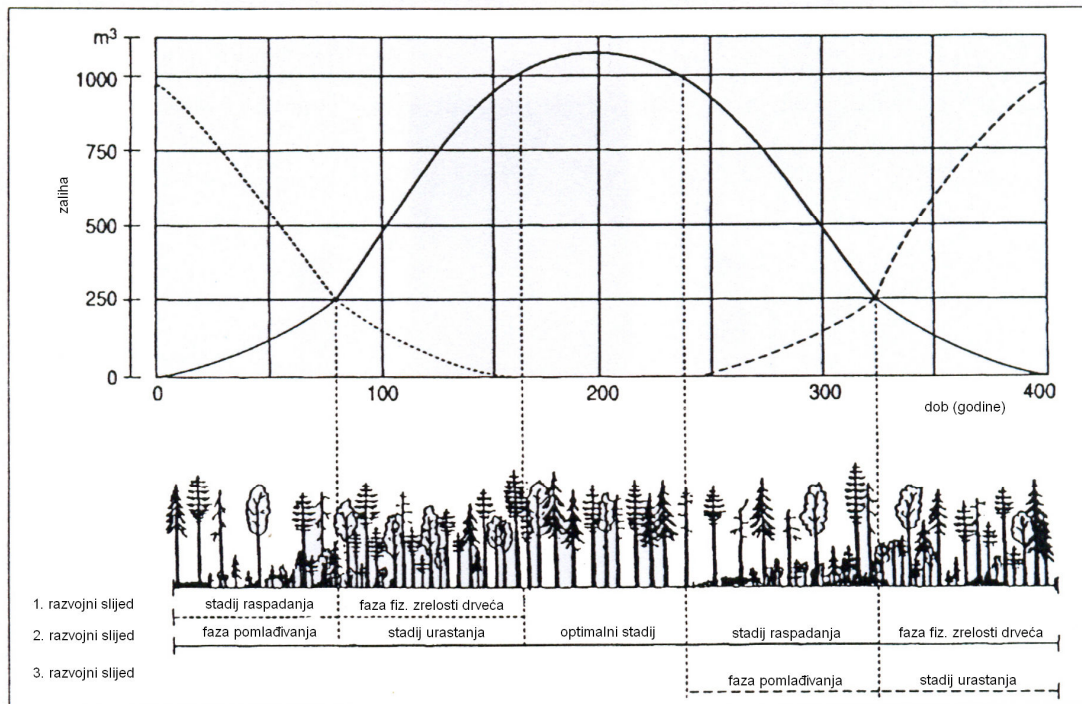


Grafikon 8. Izjednačene distribucije volumena po debljinskim stupnjevima i vrstama drveća na pokusnim ploham te ukupno (a: Čorkova uvala – 1; b: Čorkova uvala – 100; c: Krivi javor – 80; d: normalni model).

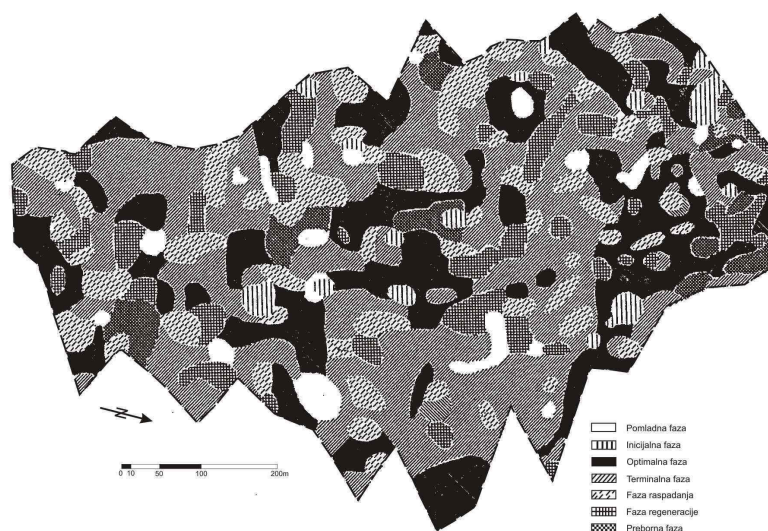
Horizontalna struktura prašume predstavljena je njezinom teksturom. Pod teksturom podrazumijevamo prostorni raspored pojedinih razvojnih faza prašume u nekom trenutku. Pod razvojnom fazom podrazumijevamo dio prašume koji se površinski i strukturno jasno razlikuje od susjednih prašumskih dijelova. Površina razvojnih faza može biti od 0,5 do 1,5 ha (Korpel 1996). Razvojne faze prašume po karakteru su njezine životne, ali i strukturne faze. Prašuma je mozaično podjeljena na razvojne faze koje se nižu i isprepliću (Slika 5). Površina na kojoj se prostire pojedina razvojna faza, njezin oblik te povezanost s ostalim razvojnim fazama govore nam o životu prašume i utjecajima kojima je bila izložena (primjerice vjetar ili požar). Ako prašuma ima dovoljno veliku površinu možemo ustanoviti na kolikoj se površini rasprostru pojedine razvojne faze i kakvi su odnosi između njih (Anić 2004).

Mayer i dr. (1980) ustanovili su slijedeću zastupljenost pojedinih razvojnih faza: inicijalna faza 3%, optimalna faza 28%, terminalna faza 49% (34% podfaze starenja, 15% podfaze

raspadanja), (slike 6, 7). Ostatak pripada prijelaznim strukturama na malim površinama kao što su inicijalna/preborna faza 9%, preborna faza 5% i faza pomlađivanja unutar optimalne faze 6%.



Slika 5. Shematski prikaz ciklusa bukovo-jelove prašume: razvojni slijedovi, njihovo prekrivanje i izmjena razvojnih stadija i faza. Iz Grafikona se može zaključiti o trajanju pojedine razvojne etape te kretanju volumena koji je temeljni pokazatelj stanja u kojemu se sastojina u nekom trenutku nalazi (prilagođeno prema Korpelu 1995)



Slika 6. Tekstura središnjeg dijela prašume Čorkova uvala – 1 (prema Mayeru i dr. 1980)



Preborna faza 8%	Inicijalna faza 9%	Terminalna faza 65%	Optimalna faza 18%
------------------	--------------------	---------------------	--------------------

Slika 7. Niz fotografija iz prašumske sastojine Čorkova uvala – 1 na kojima je naznačena zastupljenost glavnih razvojnih faza. Prema Prpiću (1979) te Prpiću i dr. (2001) prašuma trajno izgleda kao «preborni mozaik» koji se sastoji od razvojnih faza na malim površinama.

Na našim pokusnim ploham u 9% slučajeva determinirana inicijalna faza razvoja, 18% slučajeva optimalna faza, 65% terminalna faza (starenje i raspadanje), a u 8% slučajeva preborna faza razvoja.

U prašumi danas dominiraju optimalna i terminalna faza. Zbog kotlinastog reljefa prašuma je zaštićena od snažnih udara vjetra, pa optimalna i terminalna faza mogu znatno dulje trajati u usporedbi s istovrsnim prašumama koje su izložene vjetru. Kasna optimalna i terminalna faza su razvijene na najvećim površinama, budući da se uslijed neznatne opasnosti od nevremena zrela stabla mogu jako dugo održavati u dubećem stanju. Za podfazu starenja terminalne faze karakteristična su krupna, vrlo visoka stabla s visinama do 58 m, iz čega rezultira i visok udio debelog drva u ukupnom volumenu sastojine. Podfaza raspadanja zastupljena je na malim površinama, a događa se uslijed pada pojedinih stabala ili nekoliko stabala u skupini. Nije zabilježeno raspadanje grupa stabala. U terminalnoj fazi stabla dostižu svoju fizičku zrelost koja, brojanjem godova na panjevima jela i smreka, iznosi 400 – 550 godina. U bukovo-jelovim sastojinama zbog pojave zastarčenosti krupnije stablo ne mora biti starije od istovrsnoga stabla manjih dimenzija. Zbog toga se na temelju dimenzija stabla ne može neposredno zaključivati o njegovoj dobi. Dob nekoga stabla s dovoljnom točnošću može se odrediti brojanjem godova na panju i dodavanjem toj vrijednosti broja godina koliko je stablu bilo potrebno da naraste do visine panja (Klepac 1965). Razdoblje rasta do visine panja može potrajati nekoliko godina, pogotovo u prašumi skiofilnih vrsta drveća kakva je Čorkova uvala. Tipična inicijalna faza pojavljuje se na relativno maloj površini. Nastaje iz terminalne faze, posebice podfaze raspadanja. U njoj dominira obična bukva. Zastupljenost smreke u toj je fazi neznatna, a obične jele ispodprosječna.

Prema Mayeru (1976) preborna faza u prašumama smreke, jele i bukve nastaje na malim površinama i ona je samo prolazni razvojni stadij jer stabla uvijek nastoje nivelirati sklop.

Neumann (1979) navodi da se prašuma Čorkova uvala, slično prašumi Rothwald u Austriji, sveukupno može svrstati u terminalnu fazu. Predviđa kako će u budućnosti njezina stabilnost nazadovati uslijed velikih visina i prezrelosti pojedinih stabala, a moguće je i raspadanje na većim površinama. Postupno će se povećati površina inicijalne faze (Mayer i dr. 1980). Nasuprot ovome mišljenju, Kramarić i Iuculano (1989) zaključuju kako je struktura cijele prašume preborna i strogo stablimičnoga rasporeda stabala, a pojedine razvojne faze prostiru se na malim površinama koje u ukupnosti stvaraju preborni sklop. Prpić (1979) navodi kako je ukupno uzevši struktura prašume Čorkova uvala trajno preborna. To objašnjava kamenitim, krškim reljefom kojega obilježavaju brojne škrape, vrtače, strmine, pukotine s džepovima tla



različite dubine, pa prašuma ne može formirati horizontalan oblik sklopa karakterističan primjerice za optimalnu fazu već trajno zadržava preborni oblik sklopa. Činjenica je kako naše istraživanje potvrđuje postojanje razvojnih faza, ali na vrlo malim površinama. Na žalost, odobrena sredstva za ovo istraživanje nisu omogućila detaljniju analizu teksture čitave prašume kako bismo mogli analizirati njezino današnje stanje u odnosu na citirana istraživanja.

U prašumskoj sastojini nalaze se i dva lokaliteta na kojima su razvijene prve dvije faze ontogenetskoga razvoja šume (pionirska i prijelazna šuma). Na lokalitetu na kojemu se tijekom Domovinskog rata srušio avion, ostala je spaljena površina od 0,2 ha. Ona danas predstavlja tipičnu pionirsku fazu šume obraslu mladim naraštajem pionirskih vrsta drveća među kojima dominira obični jasen. Na zapadnom obodu prašume, uz šumsku cestu, na površini od 0,36 ha, prostire se lokalitet koji ima značajke prijelazne šume. Naime, pod zrelim smrekovim stablima koja su tu navodno posađena na nekadašnjem stovarištu, oblikovan je sloj podrasta gorskog javora i običnog jasena, a pod njima se u sloju prizemnog rašća pomlađuju jela i bukva. Slične slike nalazimo i na profilu od košanica sela Čorkova uvala prema unutrašnjosti šume.

Najkrupnija stabla u gospodarenim sastojinama nalaze se debljinskim stupnjevima dimenzija fizičke i tehničke zrelosti. U prebornom gospodarenju pojam zrelosti stabla je relativan. Naime, u tom su tipu gospodarenja šumskouzgojni postupci prostorno i vremenski objedinjeni. Jednom doznakom treba ispuniti sve funkcije: održavanje preborne strukture, prirodno pomlađivanje, njegu, sanitarno-higijensku funkciju i funkciju iskorištavanja. Zato stablo u prebornoj sastojini može biti zrelo kod različitih dimenzija, ovisno o tome je li doseglo fizičku zrelost, tehničku zrelost, smeta drugom stablu, suši se, oštećeno je, deformirano, opada mu prirast ili se jednostavno ne uklapa u uravnoteženu prebornu strukturu. U prebornoj sastojini zrelost se ne izračunava unaprijed već se samo konstatira (Klepac 1965).

Za razliku od prašumske sastojine, na pokusnim plohama u gospodarenim sastojinama nisu zabilježena suha i trula stabla. To ne znači kako ih na prostoru tih sastojina nema. Inače, treba razlikovati suha od trulih stabala. Suha stabla su nepoželjna u većem broju, bez obzira govorimo li o gospodarenoj ili negospodarenoj sastojini. To su ona stabla koja odumiru ili su odumrla u nekoj životnoj dobi zbog poremećaja u strukturi sastojine, nepovoljnih klimatskih prilika, mehaničkih i kemijskih oštećenja, bolesti, napada štetnika ili bilo kojih drugih primarnih ili sekundarnih čimbenika biotske ili abiotske naravi. Prekomjerna suha stabla su

odraz nepovoljnih utjecaja i nenormalnoga stanja u šumskom ekosustavu ili njegovu okolišu. Ona ukazuju na narušen vitalitet šumske sastojine. Njihovim uklanjanjem održavamo šumsku higijenu. Njihovim neuklanjanjem ugrožavaju se zdrava stabla i ukupni vitalitet šumske sastojine. Trula stabla su doživjela fiziološku zrelost i zahvaćena su procesima razgradnje. Takva su stabla poželjna i u gospodarenim sastojinama.

Podaci za prašumsku sastojinu Čorkova uvala – 1 predstavljaju prikaz prosječnoga stanja pomlađivanja jer su mjereni na mreži mjernih točaka, neovisno o teksturi prašume. Podaci za ostale dvije sastojine odnose se na stanje ponika i pomlatka na postavljenim pokusnim ploham. Najveći je broj biljaka mladoga naraštaja zabilježen u prašumskoj sastojini. Međutim, taj podatak treba uzeti s oprezom jer prašuma ima dijelova na kojima pomlađivanja nema ili je slabo izraženo, ali i onih gdje je pomlađivanje bujno, kako je to analizirano uz Tablicu 6. To ovisi o fazi razvoja u kojoj se konkretni dio prašume nalazi. Najobilnije pomlađivanje je u onim razvojnim fazama prašume koje su najmanje zastupljene u njezinoj teksturi. Za sastojinu Čorkova uvala – 100 karakterističan je podjednak udio jelovog i bukovog mladog naraštaja. U sastojini Krivi javor – 80 najzastupljeniji je jelov mladi naraštaj, kao i u prašumskoj sastojini.

Gustoću ponika treba uzeti s oprezom jer se mijenja iz godine u godinu, ovisno o urodu sjemena. Slično je i s pomlatkom visine do 25 cm, jer je mortalitet mladoga naraštaja intenzivan u prvim godinama života. Uzmemo li u analizu samo one biljke čija visina premašuje 25 cm proizilazi kako je stanje pomlađivanja obične jele bolje u gospodarenim sastojinama u usporedbi s prašumskom sastojinom. Slično je i ako se zajedno analiziraju sve vrste drveća koje se pojavljuju u mladom naraštaju. Gustoća i udjel bukovog mladog naraštaja višeg od 25 cm najmanji je u sastojini Krivi javor – 80 (Tablica 13).

U sastojini Krivi javor – 80 u mladom naraštaju prevladava jela (74%), a slijede bukva (20%), smreka (1%) i javor (5%). U sastojini Čorkova uvala – 100 jela i bukva su podjednako zastupljene (49%), a smreka i javor neznatno (1%). U sastojini Čorkova uvala – 1 jele ima 60% u mladom naraštaju, bukve 28%, smreke 2%, a javora 10%.

Tablica 13. Gustoća i udjel biljaka viših od 25 cm u istraživanim bukovo-jelovim sastojinama u ukupnom broju mladoga naraštaja

		Jela	Bukva	Sve vrsta drveća ukupno
Čorkova uvala 1	kom/ha	1662	1038	3083
	%	22	14	41
Čorkova uvala 100	kom/ha	2327	1705	4158
	%	34	25	61
Krivi javor 80	kom/ha	1703	677	2508
	%	33	13	49

Stabla mladoga naraštaja se pojavljuju stablimično ili grupimično, ovisno o vrsti drveća, mikrostanišnim prilikama i veličini otvora u sklopu. Tako se mladi naraštaj obične jele pronalazi stablimično ili grupimično, najčešće pod zastorom krošanja nadstojnih stabala. Grupe su male, ne veće od projekcije krošnje zreloga stabla. To je u skladu s njenim izrazitim skiofilnim karakterom. Mladi naraštaj obične bukve i ostale bjelogorice češće se pojavljuje grupimično, u otvorima sklopa. Ako ga ima pod zastorom, riječ je o zastarčanim, deformiranim biljkama koje ne mogu oblikovati stabla budućnosti.

### 3.5. Strukturne značajke bukovih sastojina

Premda je obična bukva najproširenije drvo u šumskom fondu Hrvatske, zaštićenih i istraživanih bukovih prašuma je malo (Matić i dr. 2003a). Prve rezultate istraživanja strukture bukovih sastojina prašumskog karaktera na području Hrvatske objavio je Miletić (1930). Autor piše: «Naprotiv, u bukovim prašumama visokih položaja, kod kojih se obrazovala tipična binomska struktura, slika šume je posve druga. Tanjih stabala gotovo ni ne zapažamo. Nejednolični se karakter sastojine potpuno izgubio. Pred nama se nalazi gusta, jednolična i gotovo podjednaka sastojina lijepog uzrasta, koja čini dojam jednodobne pravilne visoke šume s ponekim tanjim i jačim stablima. Podstojne sastojine, koja se u nižim položajima zapažala kao naročita etaža, nema. Izgleda, kao da je sav tanji podstojni materijal izvađen prilikom nedavne prorede. Jedino je tlo prevučeno pokrovom gustog, niskog i zastarčenog

mladika, koji samo na svjetlijim progalinama prelazi visinu od koja 2 m». Ovaj opis u dobroj mjeri danas vrijedi i za bukove sastojine šumskog rezervata Medveđak.

Grupe zastarčenoga mladoga naraštaja koje autor spominje su pomladne jezgre. Pomladne jezgre mogu biti osnova od kojih će početi prirodno pomlađivanje bukovih sastojina na malim površinama. Zbog toga je važno znati koliko ih ima, kako su raspoređene u prostoru sastojine, kolike su im površine, kakvog su oblika i kako izgleda mladi naraštaj koji ih tvori. Raspored pomladnih jezgri po pomladnoj površini, način njihova oslobađanja od zasjene, ritam i način njihova proširivanja te međusobnog povezivanja mijenjaju se sukladno ciljevima gospodarenja sastojinom. Pomladne jezgre se pojavljuju po cijelom kompleksu Medveđak, u negospodarenom i gospodarenom dijelu, pod zastorom krošanja i na progalama. Međutim, razlikuju se morfologija, vitalitet i razvoj pomladnih jezgri u gospodarenom i negospodarenom dijelu šume.

U novije doba na dinarskom kršu su obavljena detaljnija istraživanja strukture sastojina u sekundarnom prašumskom rezervatu Medveđak i u prašumi Ramino korito. U rezervatu Medveđak, neposredno uz istraživanu progalu, nalazi se trajna pokusna ploha 31. Postavljena je 1981. godine u sklopu projekta Sto trajnih pokusnih ploha Republike Hrvatske (Rauš 1995). Na trajnoj pokusnoj plohi ustanovljena je unimodalna distribucija prsnih promjera, desne asimetrije i pozitivne spljoštenosti, karakteristične za jednodobne bukove sastojine (Lukić i Kružić 1992). Prema Juričeku (2005) sastojinu tvore 332 stabla po hektaru s temeljnicom u iznosu od 43,98 m<sup>2</sup>/ha i volumenom 653,25 m<sup>3</sup>/ha. Po hektaru je ustanovljeno 1200 komada mladoga naraštaja bukve (800 kom/ha ponik + 400 kom/ha u visinskoj klasi do 25 cm), 7200 biljaka običnog jasena distribuiranog u rasponu visina 25 – 125 cm i 7600 kom/ha gorskog javora u rasponu visina 25 – 100 cm. Zanimljivo je kako se na trajnoj pokusnoj plohi u sekundarnoj prašumskoj bukovoj sastojini bolje pomlađuju sporedne vrste drveća. U razdoblju 1981 – 2004. broj stabala po hektaru je opao za 116 (448 – 332 kom/ha), temeljnica je porasla za 2,56 m<sup>2</sup>/ha (41,42 – 43,98 m<sup>2</sup>/ha), a volumen sastojine za 208,75 m<sup>3</sup>/ha (444,50 – 653,25 m<sup>3</sup>/ha). Proizilazi kako je u navedenom razdoblju prosječni godišnji prirast sastojine iznosio 9,08 m<sup>3</sup>/ha.

Na trajnoj pokusnoj plohi u odjelu 61 rezervata Medveđak ustanovljena je jednodobna struktura sastojine koju tvori 301 stablo po hektaru s temeljnicom od 42,67 m<sup>2</sup>/ha i volumenom od 647,38 m<sup>3</sup>/ha. Sastojina je horizontalnog oblika sklopa, a sklop iznosi 96% (Dubravac i dr. 2004). Autori zaključuju kako brojnost, kakvoća i vitalitet mladoga naraštaja nisu zadovoljavajući. Inventura Cestara i dr. (1982) pokazala je kako je u istoj sastojini riječ o

«jednoličnoj, čistoj sjemenjači u stadiju srednje debelih stabala». Istodobno je prašumski predjel u sastojini Medveđak – 27 opisan kao «nejednolična čista sjemenjača u stadiju prezrelih stabala» s 251 stablom po hektaru, temeljnicom u iznosu od 32,93 m<sup>2</sup>/ha i volumenom od 428,56 m<sup>3</sup>/ha. Autori su ustanovili nisku kvalitativnu strukturu sastojina i smanjen vitalitet, pa su zaključili kako neće u potpunosti zadovoljiti zaštitnu namjenu.

Usporedbe radi, u optimalnoj fazi prašume Ramino korito ustanovljena je jednodobna struktura sastojine s rasponima broja stabala po hektaru 371 – 524, temeljnice 45,68 – 49,05 m<sup>2</sup>/ha i volumena 486,91 – 654,89 m<sup>3</sup>/ha. Prsni promjer srednjih stabala bukve u rasponu je 29,5 – 39,9 cm. Sve su sastojine čiste bukove (Hren 1972).

Neki taksacijski elementi za istraživane odjele 16 i 27 G. j. Medveđak-Plitvički klanac prikazani su u Tablici 14. Jedna od karakteristika sastojine Medveđak – 16 je da se po njezinoj površini razvio vitalan mladi naraštaj bukve u grupama, u razvojnim stadijima od mlađeg pomlatka do starijeg mladika. Grupe se pojavljuju pod zastorom krošanja i unutar umjetno oblikovanih progala, pa cijela sastojina odaje sliku raznodobne s grupimičnom strukturom. Jedna od takvih grupa uzeta je u ovo istraživanje.

Tablica 14. Taksacijski elementi za istraživane sastojine G. j. Medveđak-Plitvički klanac (Izvor: Program gospodarenja za G. j. Medveđak – Plitvički klanac 1987 – 1996)

Odjel	Reljef	N	G	V	d	h	i <sub>god.teč.</sub>
		kom/ha	m <sup>2</sup> /ha	m <sup>3</sup> /ha	cm	m	m <sup>3</sup> /ha
27	Ekspozicija: SI Nagib: 25 <sup>0</sup> NV: 660–876 m n. v. Padina	359	35,33	421,07	35,41	22	9,64
16	Ekspozicija: JZ Nagib: 10 <sup>0</sup> NV: 570–600 m n. v. Vrtačasto	272	30,72	413,46	37,92	23	8,41

Neke od grupa oslobođene su dovršnim sjekom 1991. godine. Uputa kako to učiniti zapisana je u Programu gospodarenja za G. j. Medveđak – Plitvički klanac za razdoblje 1987 – 1996 (obrazac OGP 3 za odjel 16): «Etat ostvariti grupimičnom i stablimičnom sječom. U grupama se može ostvariti do 50% etata, a ostatak stablimično. U ranije osnovanim grupama treba nastaviti oslobađanje mladog naraštaja, a po potrebi grupe proširivati. Na mjestima gdje ima

grupa prezrelih stabala koja guše mladi naraštaj mogu se osnovati nove grupe». Propisan je intenzitet sječe u iznosu od 21,9%, a ostvaren je intenzitet u iznosu od 20,1%».

U sekundarnoj prašumskoj sastojini Medveđak – 27 je obavljena inventura pomladnih jezgri. Izmjeren je njih 49, od čega 43 tvori obična bukva, a 6 pomladnih jezgri tvori javor (Tablica 15). Dvije trećine se prostiru na površini manjoj od 2 ara. Najmanja površina pomladne jezgre iznosi 0,28 ari, a najveća 6,91 ari. Ukupna površina pomladnih jezgri iznosi 78,10 ari što je 2% površine cijele sastojine Medveđak – 27. Do sličnih rezultata došli su Zeibig i dr. (2005) istražujući bukove prašumske sastojine u Sloveniji te Droessler i Luepke (2005) u bukovoj prašumi Havešova u Slovačkoj.

Tablica 15. Broj i udio pomladnih jezgri s obzirom na površinu u sastojini Medveđak – 27

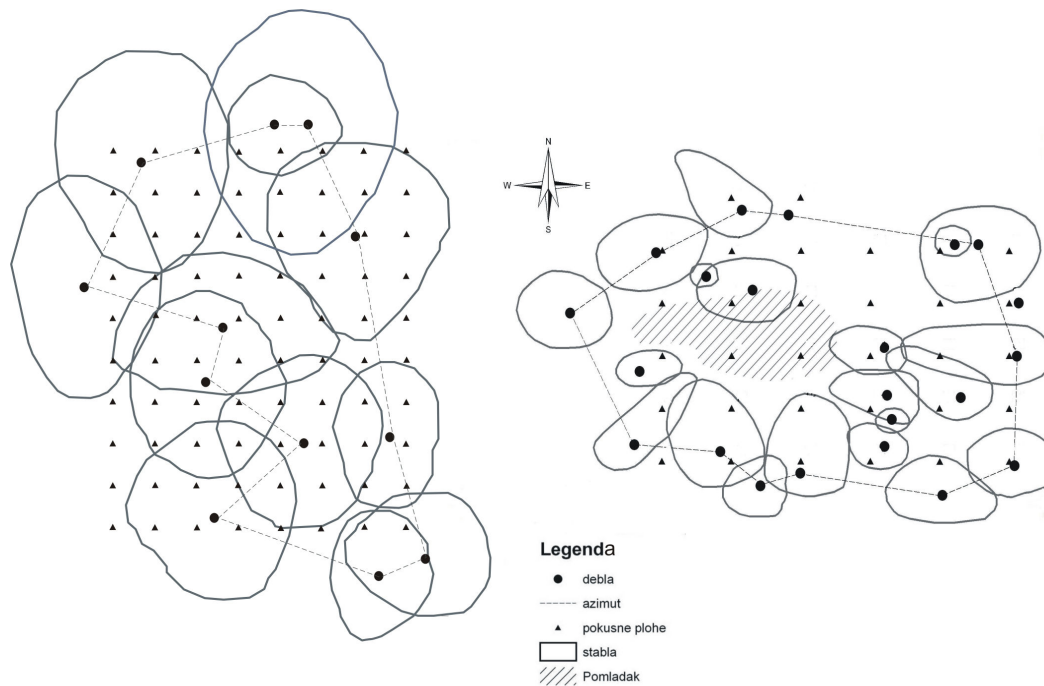
Površina (ar)	N	%
< 1	20	41
1 – 2	17	35
2 – 3	7	14
3 – 4	1	2
4 – 5	2	4
5 – 6	0	0
6 – 7	2	4
Ukupno	49	100

Za potrebe ovoga istraživanja uspoređene su dvije pomladne jezgre koje su nastale na dvjema progalama, u sklopu bukovih sastojina šumskog kompleksa Medveđak-Plitvički klanac. Prva progala nalazi se u sekundarnoj prašumskoj sastojini Medveđak – 27. Njezina površina iznosi 525 m<sup>2</sup>. Nastala je padom bukovog stabla, u sklopu terminalne faze, podfaze raspadanja. Druga progala nalazi se u gospodarenom dijelu sastojine Medveđak – 16. Njezina površina iznosi 540 m<sup>2</sup>. Oblikovana je pomladnom sječom (dovršnim sjekom), na maloj površini u obliku kruga.

Obje progale slične su površine, nalaze se u istoj vrsti šumske sastojine i biljne zajednice, u istim stanišnim prilikama. Pomladne jezgre na progalama su nastale prirodnim pomlađivanjem, s tom razlikom što je jezgra na plohi Medveđak – 27 dio prašumskoga procesa raspadanja, a u sastojini Medveđak – 16 prirodni pomladak pomladne jezgre je ciljano oslobođen šumskouzgojnim zahvatom pomladne sječe 1991. godine.

Današnji izgled progala s pomladnim jezgrama, horizontalnom projekcijom krošanja i rasporedom mreže za izmjeru prikazan je na Slici 8. Na plohi Medveđak – 16 cijela površina

progale je pomlađena. Na plohi Medveđak – 27 gusto je pomlađen samo šrafirani dio progale dok su se na ostatku površine razvili korov i grmlje, a mladi se naraštaj bukve pojavljuje sporadično. Razlog tomu je činjenica što se u sastojini Medveđak – 27 progala oblikovala slučajno, na lokalitetu gdje se pomladna jezgra nije dovoljno razvila, dok je u sastojini Medveđak – 16 oblikovana ciljano, u svrhu pomlađivanja sastojine pod zastorom krošanja, na malim površinama u obliku grupa.

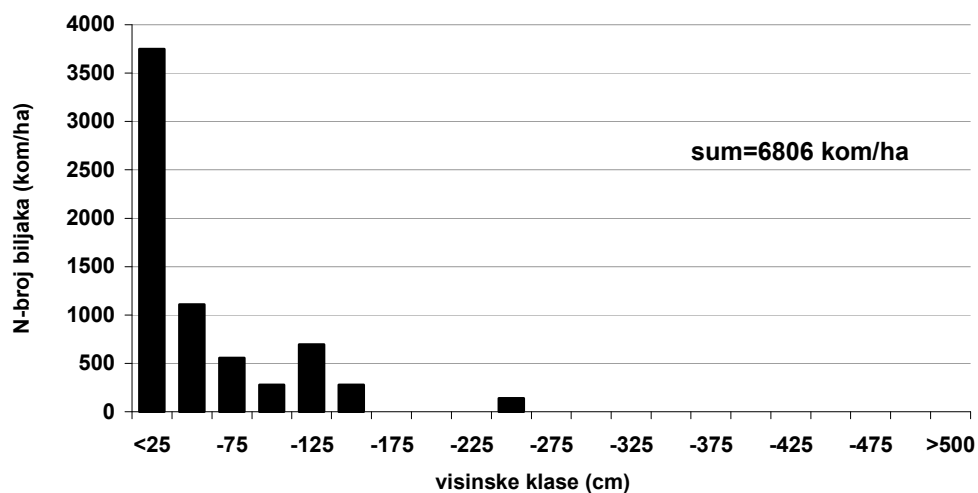


Slika 8. Pomladne jezgre na plohama Medveđak – 16 (lijevo) i Medveđak – 27 (desno)

### 3.6. Analiza pomladne jezgre Medveđak – 27

Na pomladnoj jezgri Medveđak – 27 pomlađeno je 49 biljaka bukve ili 6806 komada po hektaru. Njih 71% smješteno je u visinske klase do 50 cm dok je iznad tih visinskih klasa brojnost mladoga naraštaja neznatna (Grafikon 9).

Na istraženom uzorku ustanovljeno je kako je dio biljaka normalnoga rasta, a dio je deformiran (Tablica 16). Prosječni koeficijent deformiranosti stabalaca mladoga naraštaja ( $k$ ) za normalno razvijene biljke iznosi  $k = 1,08$ , što znači da je otklon duljine biljke svega 8% u odnosu na visinu biljke. Kod deformiranih biljaka srednji koeficijent iznosi  $k = 1,37$  što znači da je otklon duljine 37% u odnosu na visinu. Rasponi vrijednosti koeficijenta  $k$  kreću se za normalno razvijene biljke 1,02 – 1,13, dok kod deformiranih biljaka taj raspon je mnogo veći i iznosi 1,11 – 1,68. Pomoću *t- testa* ustanovljeno je da postoji statistički značajna razlika između koeficijenta  $k$  kod normalno razvijenih biljaka i deformiranih biljaka.



Grafikon 9. Distribucija mladoga naraštaja po visinskim klasama na pomladnoj jezgri Medveđak – 27

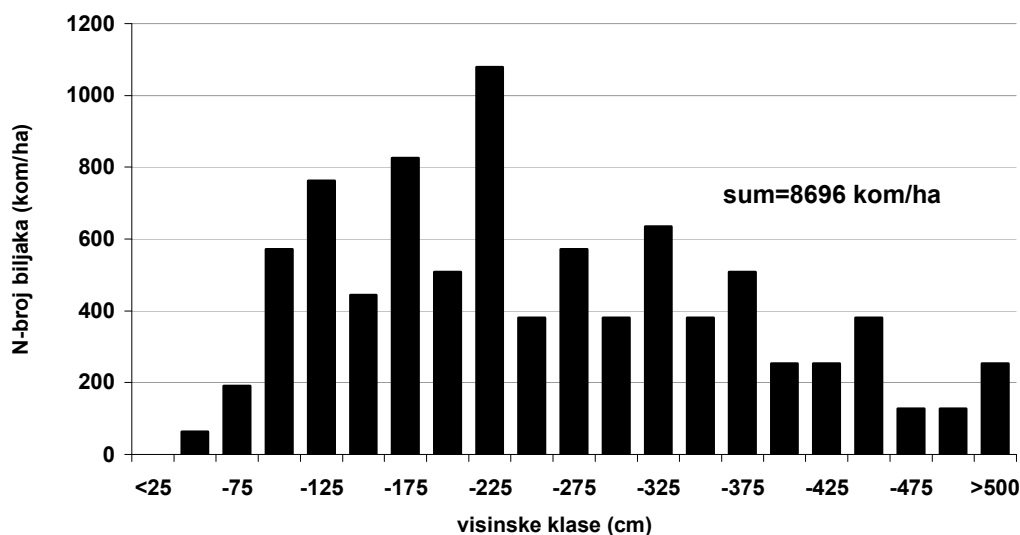
Tablica 16. Deskriptivna statistika nekih parametara mladoga naraštaja

Biljke normalnoga rasta					
	Duljina	Visina	Prirast	Promjer	Koef. duljina/visina
	(cm)	(cm)	(cm)	(mm)	
Mean	114,50	107,17	12,04	12,54	<b>1,08</b>
Median	111,00	104,50	10,50	11,00	1,08
SD	63,91	61,46	5,00	7,58	0,03
Min	31,00	29,00	7,00	4,00	1,02
Max	263,00	250,00	22,00	29,00	1,13
Uzorak	12	12	12	12	12
Deformirane biljke					
	Duljina	Visina	Prirast	Promjer	Koef. duljina/visina
	(cm)	(cm)	(cm)	(mm)	
Mean	100,45	74,36	9,16	12,18	<b>1,37</b>
Median	92	68	8,5	12	1,36
SD	41,42	32,06	8,13	4,73	0,16
Min	34,00	25,00	1,10	4,00	1,11
Max	170,00	131,00	24,00	20,00	1,68
Uzorak	11	11	11	11	11



### 3.7. Analiza pomladne jezgre Medveđak – 16

Na pomladnoj jezgri Medveđak – 16 pomladeno je 137 biljaka bukve ili 8696 komada po hektaru. Distribucija biljaka po visinskim klasama prikazana je na Grafikonu 10. Ima oblik unimodalne zvonolike *Gaussove* distribucije.



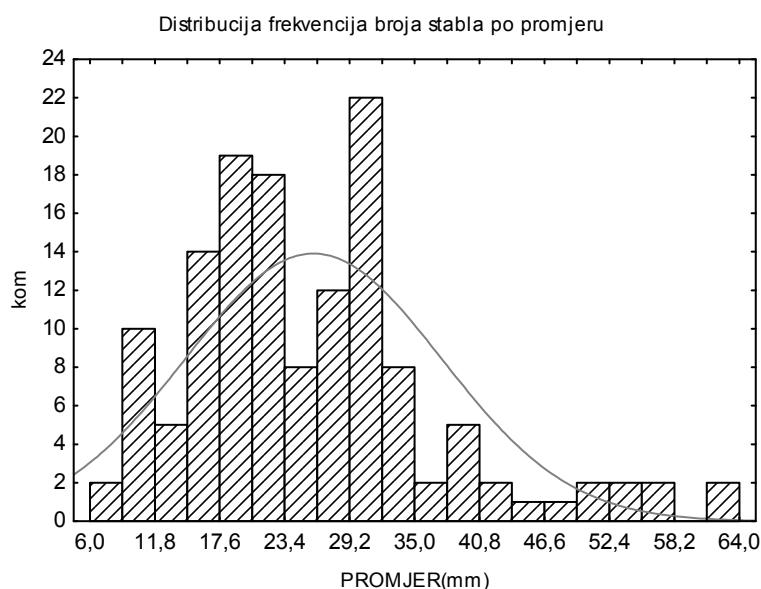
Grafikon 10. Distribucija mladoga naraštaja po visinskim klasama na pomladnoj jezgri Medveđak – 16

Statistička analiza strukture pomlatka na plohi Medveđak – 16 prikazana je u Tablici 17. Srednji apsolutni visinski prirast vršnog izbojka iznosi 20,87 cm. Prosječna visina biljaka iznosi 246,92 cm, a prosječna duljina 289,47 cm. Prosječni iznos koeficijenta  $k$  na pomladnoj jezgri pokusne plohe Medveđak – 16 iznosi 1,17. To znači da je bukov pomladak na ovoj pomladnoj jezgri 17% dulji nego viši.

Distribucija pomlatka po promjerima pri žilištu ima oblik unimodalne zvonolike *Gaussove* distribucije (Grafikon 11). Najveći broj stabala mladoga naraštaja nalazi u rasponu promjera žilišta 17 – 30 mm.

Tablica 17. Deskriptivna statistika mjerenih varijabli na plohama

Varijabla	Duljina (cm)	Visina (cm)	Prirast (cm)	Promjer (mm)	Rel. prirast h
Median	273,00	224,00	20,50	24,00	0,087
Mean	289,47	246,92	20,87	25,86	0,100
St dev	127,27	119,88	9,00	11,39	0,052
Variance	16197,60	14372,28	81,01	129,84	0,003
Minimum	53,00	29,00	0,00	6,00	0,000
Maximum	655,00	610,00	60,00	64,00	0,273
Range	602,00	581,00	60,00	58,00	0,273
Lower (95%)	268,05	226,74	19,36	23,94	0,091
Upper (95%)	310,90	267,10	22,39	27,78	0,109
CV	0,44	0,48	0,43	0,44	0,524
Skewness	0,36	0,53	0,80	0,98	0,896
Kurtosis	-0,55	-0,36	2,12	1,13	0,466
St err	10,83	10,20	0,77	0,97	0,004
df	137,00	137,00	137,00	137,00	137,00



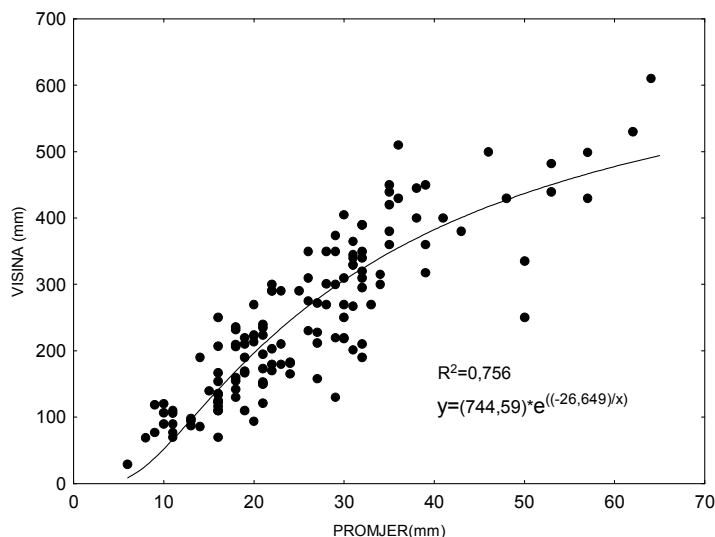
Grafikon 11. Distribucija stabala mladoga naraštaja na pomladnoj jezgri Medveđak – 16 po promjeru pri žilištu

Ukupne visine biljaka pomlatka bukve na pomladnoj jezgri Medveđak – 16 distribuirane po promjerima pri žilištu (Grafikon 12) izjednačene su metodom najmanjih kvadrata funkcijom izraza:

$$y=(744,59)*e^{(-26,649/x)}$$

gdje su:  $y$  visina pomlatka bukve (mm),  $x$  promjer na korijenovom vratu,  $e$  Eulerova konstanta ( $e=2,71\dots$ ).

Ukupna objašnjena varijabilnost ovoga modela iznosi ( $R=0,756$ ) što ukazuje na njegovu primjenjivost za izjednačavanje visina pomlatka. Srednji promjer korijenova vrata iznosi 2,58 cm, pa je srednja visina pomlatka procijenjena modelom 2,65 m.



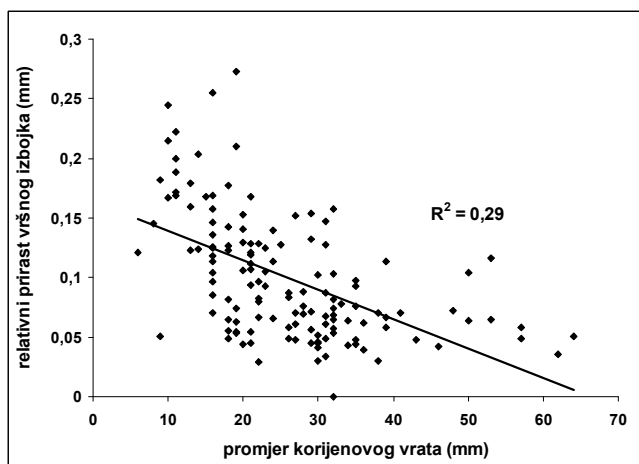
Grafikon 12. Izjednačene visine bukova pomlatka na pokusnoj plohi Medveđak – 16

U analizu je uzet relativni visinski prirast ( $i_{hr}$ ). Izračunat je pomoću izraza

$$i_{hr} = \frac{i_h}{h} \times 100,$$

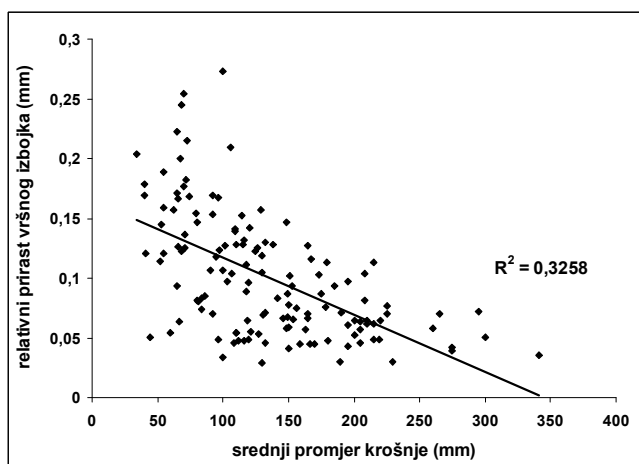
gdje su  $i_h$  ovogodišnji visinski prirast ili duljina ovogodišnjega vršnoga izbojka,  $h$  ukupna visina stabla.

Relativni visinski prirast predstavlja ovogodišnji visinski prirast bukovog pomlatka u odnosu na visinu biljaka izražen u postotku. Na Grafikonu 13 prikazan je odnos između relativnog visinskog prirasta  $i$  i promjera pomlatka bukve pri žilištu. Vidljivo je da biljke manjeg promjera, ujedno i mlađe biljke, imaju veći relativni visinski prirast, a starije biljke ili one s većim promjerom korijenova vrata imaju manji iznos relativnog visinskog prirasta.



Grafikon 13. Odnos relativnog visinskog prirasta i promjera pomlatka pri žilištu, Medveđak – 16

Korelacijom je ispitan odnos između relativnog visinskog prirasta stabala bukve i srednjeg promjera krošnje (Grafikon 14). Stabla šire krošnje imaju manji relativni visinski prirast. To se može tumačiti povećanim koeficijentom deformiranosti koji je rezultat nedostatka svjetla na pomladnoj jezgri. Korelacijski koeficijent ili koeficijent determinacije između srednjeg promjera krošnje i promjera korijenovog vrata iznosi 0,722. Iz ovoga se može naslutiti da je morfologija krošnja mladih stabala pravilna, što znači da su postojali pogodni ekološki čimbenici za normalan rast i razvoj pomlatka. Tu prvenstveno mislimo na svjetlosne uvjete. Pretpostavljamo da se u slučaju manjeg iznosa korelacije između srednjeg promjera krošnje i promjera korijenovog vrata povećava nepravilnost u građi krošnje koja je uvjetovana nedostatkom svjetla.



Grafikon 14. Odnos između relativnog visinskog prirasta i srednjeg promjera krošnje bukovog pomlatka, Medveđak – 16

## **4. ŠUMSKOUZGOJNE PREPORUKE ZA IZRADU STRATEGIJE UPRAVLJANJA ŠUMAMA NACIONALNOG PARKA**

### **4. 1. Polazišta**

Funkcije šuma dijele se na gospodarske i općekorisne. Gospodarske funkcije šuma obuhvaćaju tzv. glavne i sporedne šumske proizvode. Općekorisne funkcije šuma su ekološke ili zaštitne i socijalne ili društvene (Prpić 1992). U gospodarskim šumama naglašene su gospodarske funkcije, iako te šume ispunjavaju i općekorisne funkcije. U šumama posebne namjene naglašene su općekorisne funkcije, premda one mogu ispunjavati i neke gospodarske funkcije, posebice u domeni sporednih šumskih proizvoda. U zaštitnim šumama istaknuta je neka od zaštitnih općekorisnih funkcija.

Šume Nacionalnoga parka Plitvička jezera najvećim dijelom spadaju u kategoriju posebne namjene jer je njihova prvenstvena zadaća općekorisnoga karaktera. Od ekoloških ili zaštitnih općekorisnih funkcija šuma u Nacionalnom parku Plitvička jezera posebice su naglašene hidrološka i protuerozijska, a od socijalnih ili društvenih funkcija šuma značajne su turistička i estetska. Kao što gospodarska šuma prepuštena samoregulacijskim procesima ne može optimalno i trajno ispunjavati gospodarske i općekorisne funkcije, tako ni šuma posebne namjene bez određenih šumskouzgojnih zahvata ne može ispunjavati općekorisne funkcije koje se od nje traže. Slično je i sa zaštitnim šumama kojih se dio prostire u Nacionalnom parku, posebice na strminama oko samih jezera.

Međutim, nije uvijek samo riječ o funkcijama koje šuma treba ispuniti. Drvo je katkada samo nusproizvod neophodnih šumskouzgojnih zahvata obnove i njege šumskih sastojina. Naime, šuma jest samoobnovljiva, ali kratkoročno gledano samo u određenim strukturnim i stanišnim uvjetima koji se osiguravaju šumskouzgojnim zahvatima obnove šuma. Njegovom šuma usmjeravamo razvoj sastojine sukladno prirodnim zakonitostima, optimalno koristeći stanišne uvjete, biološka svojstva i ekološke zahtjeve vrsta drveća koje njeguemo. Na taj način održavamo sastojinu u optimalnim strukturnim uvjetima gdje su stabilnost, produktivnost i biološka raznolikost temeljni pokazatelji optimalnog stanja. Mogućnost prirodne obnove tako njegovanih sastojina je logičan slijed i korak koji vodi njihovoj vječnosti, uz uvjet stručno provedenih zahvata obnove (Matić i dr. 2003b).

Primjerice, u uvjetima samoregulacije preborna bukovo-jelova šumska sastojina poprimi strukturu u kojoj joj opadaju vitalitet, regeneracijski potencijal i priljev mladoga naraštaja što

za posljedicu ima negativan utjecaj na njezinu potrajnost. Ili, ako se ne oslobodi zastora krošanja starih stabala bukov mladi naraštaj se deformira i postaje neupotrebljiv za formiranje nove generacije šumske sastojine. Isto tako, nitko razuman neće osporiti njegu šuma uz prometnice i turističke staze Nacionalnog parka, na strminama oko jezera, održavanje prohodnosti šumskih prometnica, protupožarnih prosjeka i šetnica, uklanjanje i nadomještanje grupa izgorjelih ili od štetnika napadnutih stabala i slične zahvate. Ne smiju se zaboraviti ni potrebe za drvom. Bilo bi iracionalno onemogućiti Nacionalnom parku pridobivanje drva za svoje potrebe iz šumskih kompleksa koji ga okružuju.

Stoga, u razmatranju strategije upravljanja šumama nacionalnog parka treba poći od činjenice kako, izuzev prašuma i šumskih rezervata, sa šumama treba gospodariti u skladu s njihovim općekorisnim funkcijama, i to višenamjenski progresivno potrajno te po načelima prirodnoga uzgajanja šuma.

Višenamjensko progresivno potrajno gospodarenje se ostvaruje pomoću prirodnog uzgajanja šuma. Prirodno uzgajanje šuma (*nature-based silviculture, close to nature silviculture*) temelji se na svojevrsnom kopiranju prašumskih procesa u gospodarenju prirodnim šumama. Riječ je o složenoj djelatnosti kojoj su preduvjeti: temeljito poznavanje funkcioniranja prašume za neku vrstu šumskog ekosustava, sustavni pristup šumskoj sastojini, vrsno poznavanje njezine strukture, sposobnost sagledavanja uzajamnih odnosa svih sastavnica šumskog ekosustava te predviđanja promjena pod utjecajem biotskih i abiotskih ekoloških čimbenika.

Prirodno uzgajanje šuma vodi se načelima:

- gospodarenja autoktonim vrstama šumskog drveća
- zabrane uporabe aloktonih vrsta drveća i čistih sječa
- uporabe metoda prirodnoga pomlađivanja šumskih sastojina
- uporabe metoda umjetnoga pomlađivanja po načelima prirodnoga pomlađivanja
- očuvanja šumskih staništa
- oblikovanja strukture sastojine njegom na način da se podržava njezina stabilnost, vitalitet, produktivnost i sposobnost prirodne regeneracije
- višenamjenskoga progresivnoga potrajnoga gospodarenja.

Šumska sastojina je živi dio šumskog ekosustava i ne poznaje granice zona u nacionalnom parku. Ona nastaje u procesu pomlađivanja, raste, stari, odumire i ponovno se pomlađuje.

Ovaj se ciklus u šumskim kompleksima uspješno zatvara uz uvjet provedbe šumskouzgojnih zahvata prema spomenutim načelima. U protivnom, odvija se usporeno, prema načelima prašumskih faza razvoja koje traju po nekoliko stotina godina. Povlačenje granica «zone trajne zaštite» i sprječavanje provedbe šumskouzgojnih zahvata u šumskim sastojinama koje se nađu u toj zoni nosi sa sobom i određene negativne posljedice o kojima će biti riječi u nastavku. Istodobno, to povlači odgovornost za stanje šumskih sastojina u budućnosti!

#### **4.2. Prašume i šumski rezervati**

Šumarska znanost već desetljećima istražuje složene procese i zakonitosti funkcioniranja prašumskih ekosustava. Tako je u prašumi Čorkova uvala sustavna šumarska znanstvena istraživanja 1957. godine započeo akademik Milan Anić (Prpić 1972). U Europi su takvi procesi posebice istraženi u bukovo-jelovim, bukovim i smrekovim prašumama te šumskim rezervatima. Rezultati tih istraživanja su brojne znanstvene objave dio kojih je pomogao pri stvaranju ove studije, a nalaze se u popisu literature.

Prema Prpiću i dr. (2001) prašuma je šuma koja se oduvijek razvijala bez organiziranoga utjecaja čovjeka, dakle isključivo pod utjecajem prirodnih čimbenika. Prema Prpiću i Seletkoviću (1996) to je prirodna šuma u kojoj se nikada nije organizirano gospodarilo, a opći čovjekov utjecaj nije promijenio njezin životni tijek. Prema Korpelu (1995) prašuma je ekološki stabilna šuma, s čvrstim i dinamički uravnoteženim odnosima između klime, tla i organizama, a istodobno očuvana od takvih čovjekovih utjecaja koji bi mogli izmijeniti zakonitosti životnih procesa i njezinu strukturu. Prema Leibundgutu (1982) pod prašumom podrazumijevamo prostrani šumski kompleks čiji su stanište, vegetacija i smjesa drveća podložni isključivo prirodnim utjecajima.

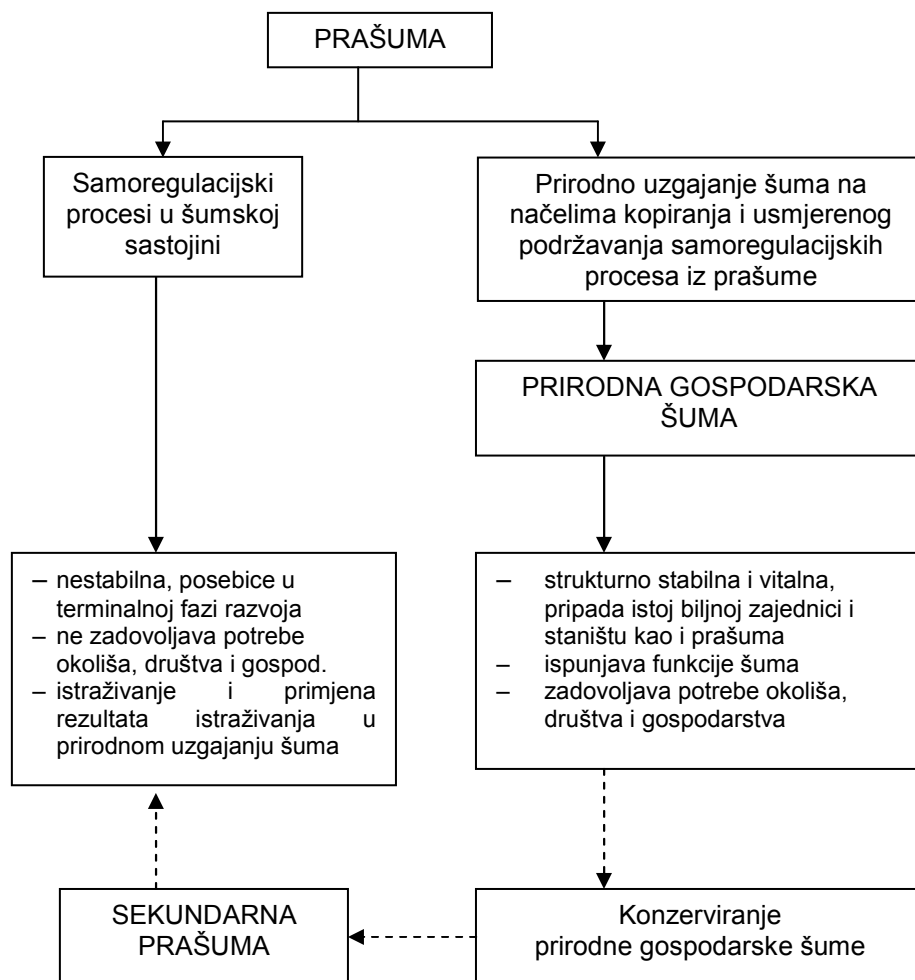
Spomenuti se autori prilikom definiranja prašume podudaraju u tvrdnji kako je to prirodna šuma koja nikada nije bila izložena neposrednom, organiziranom, gospodarskom antropogenom utjecaju. Međutim, u taj se utjecaj ne ubraja sječa pojedinih stabala za sitne potrebe lokalnog stanovništva. Primjerice, u rubnim djelovima prašume Čorkova uvala i danas se još prepoznaju panjevi pojedinih stabala jele i smreke koja su nekada posječena za potrebe stanovnika obližnjih naselja (ogrijev, šindra, stožine, stupovi, kolci, drške, sitna građa i dr.). Takav utjecaj je normalan i očekivan jer ljude koji su živjeli u blizini prašume možemo smatrati njezinim dijelom, koristili su njezine blagodati u mjeri koja je zadovoljavala njihove potrebe, ali uz uvjet da korištenjem nisu narušili prirodnost prašume i procese u njoj.

Pogrešno je shvaćanje kako je prašuma od čovjeka apsolutno izolirana. Prašuma niti jest niti može biti apsolutno izolirana od čovjekova utjecaja: klimatske promjene, onečišćenje zraka i vode, promjene režima vode, izgradnja šumskih prometnica i planinarskih staza, turistički obilasci, aktivnosti istraživača, lovno gospodarenje, sakupljanje gljiva i šumskoga voća, požari, nekontrolirano stočarenje i sl., samo su neke od ljudskih aktivnosti koje posredno ili neposredno utječu na prašumski ekosustav. Svaka je šuma, negospodarena ili gospodarena, antropogeno utjecana. Pitanje je samo s kojim ciljem, u kojoj mjeri i na koji način taj utjecaj mijenja strukturu i procese u šumskom ekosustavu (Anić 2004).

Šumarska istraživanja prašuma koriste prirodnom uzgajanju šuma (Slika 9). Prašumu shvaćamo kao «školu prirode» koja pruža mogućnosti spoznaje prirodnoga životnoga puta šume od njezina nastanka do ugibanja tj. raspadanja i istodobnoga ponovnoga nastanka. To u praksi prirodnog uzgajanja šuma odgovara razdoblju od nastanka do sječe sastojine ili stabla, uz istodobnu prirodnu obnovu. Bitna razlika između prašume i prirodno gospodarene šume je u tome što taj ciklus u prašumi može potrajati nekoliko stoljeća, a u prirodno gospodarenoj šumi istovrsni ciklus je optimiziran ovisno o šumskouzgojnim svojstvima vrsta drveća koje grade šumsku sastojinu, staništu i ciljevima gospodarenja.

Posebno su vrijedni rezultati istraživanja onih prašuma koje pripadaju istoj biljnoj zajednici i staništu kao i prirodne gospodarske šume na koje želimo primjeniti rezultate tih istraživanja. Suprotno tome, pokušavajući uporabiti spoznaje iz prašuma koje ne pripadaju istom podneblju, tlu i biljnoj zajednici kao i tretirane šumske sastojine možemo nanijeti nepopravljivu štetu. U tom je smislu postojanje bukovo-jelove prašumske sastojine Čorkova uvala – 1, sekundarne prašumske sastojine Medveđak – 27 kao i ostalih šumskih rezervata u Nacionalnom parku od neprocjenjivoga značenja.





Slika 9. Shematski prikaz pristupa prirodnog uzgajanja šuma gospodarenju prirodnim šumama (prilagođeno prema Aniću 2004)

Naime, obje sastojine pripadaju istoj biljnoj zajednici i tipu staništa kao većina drugih bukovo-jelovih i bukovih šuma Nacionalnog parka, pa i šire. Zbog toga je za te sastojine neophodno zadržati prašumski status. One ponajprije trebaju služiti znanstvenoistraživačkoj djelatnosti, a eventualna turistička namjena mora biti kontrolirana i ograničena, u malim grupama, uz stručnoga vodiča. Obilasci se mogu organizirati po rubovima sastojina, bez ulaska u njihovu unutrašnjost. S obzirom na postojanje šumske ceste uz rub sastojine Čorkova uvala – 1 i šumske staze «Blankin put» u šumskom rezervatu Medveđak, to nije problem.

#### 4.3. Bukovo-jelove šume

Ni u jednoj drugoj vrsti šumskih sastojina nije tako jasno izražena uzajamna ovisnost pomlađivanja, strukture i potrajnosti kao što je to slučaj u bukovo-jelovim. Naime, preborna

struktura bukovo-jelove sastojine preduvjet je njezina uspješnog prirodnog pomlađivanja (Matić 1983, 1973, Čavlović i dr. 2006), a time i potrajnosti (Matić i dr. 2003, Meštrovic 1996, Klepac 1995, Čavlović 2000). Međutim, preborna struktura šumske sastojine nije isključivo prirodni fenomen jer se oblikuje i trajno održava samo pravilnim i redovitim prebornim gospodarenjem odnosno prebornim zahvatima sječe (Matić i dr. 2006, Schütz 1989). Uravnotežena preborna šuma bez prebornih sječa, prepuštena samoregulacijskim procesima, postupno osiromašuje stablima donjeg i srednjeg sloja te se pretvara u jednoslojnu strukturu s horizontalnim sklopom (Korpel 1996, Korpel i Saniga 1993). Ako prebornu sastojinu prepustimo samoregulacijskim procesima (isključimo je iz redovitog prebornog gospodarenja) u njoj će postupno, za 15 – 20 godina (Schütz 1989), doći do procesa nivelacije sklopa: sastojina osiromašuje stablima donjega i srednjega sloja, a preborni sklop se pretvara najprije u vertikalni, a kasnije horizontalni. Usporedo s tim mijenja se i sastojinska mikroklima. Uvjeti postaju nepovoljni za održanje jelova ponika što dovodi do prekida procesa prirodnoga pomlađivanja. Prekid procesa prirodnoga pomlađivanja predstavlja pucanje temeljne karike u lancu funkcioniranja ekosustava preborne sastojine (Matić 1983). Naime, prirodno pomlađivanje, trajan priliv mladih stabala i njihovo uraštanje u gornje slojeve preduvjeti su potrajnosti preborne sastojine. Ako želimo održati prebornu sastojinu treba održati prirodno pomlađivanje, a to znači i prebornu strukturu sastojine. Održavanje preborne strukture, prirodno pomlađivanje i potrajnost preborne sastojine međusobno su ovisni procesi.

Kako izgleda sastojina preborne strukture i kakvi su njezini parametri? Sastojina preborne strukture trajno zadržava preborni oblik sklopa. Stabla različitih dimenzija rastu jedno pored drugoga i jedno iznad drugoga. Zato je tlo višestruko zastrto krošnjama. Čitav prostor sastojine ispunjen je krošnjama. Neke su slobodne, neke stisnute između krošanja susjednih stabala, a neke potisnute ispod viših stabala. Broj stabala po jedinici površine opada s porastom prsnoga promjera, a volumen sastojine je dinamički uravnotežen. Kvantitativna struktura «normalne» preborne sastojine za naše je stanišne prilike opisana u znanstvenim objavama Klepca (1965, 1961, 1962) te Matića i dr. (2001).

Pokazalo se kako je u prebornu gospodarenoj sastojini Krivi javor – 80 odstupanje strukturnih elemenata od *normale* najmanje izraženo, pa je ukupni broj stabala po jedinici površine, zatim u najnižem debljinskom stupnju ( $d=4\text{ cm}$ ) i prvom debljinskom razredu ( $d<10\text{ cm}$ ) najviši u toj sastojini. Sastojina Čorkova uvala – 100 podvrgnuta je ekstenzivnim prebornim sječama niskoga intenziteta što se odrazilo na njezinoj strukturi koju karakterizira visok udio stabala

velikih prsnih promjera i nizak udio stabala malih prsnih promjera. U ovim je sastojinama udio mladoga naraštaja višeg od 25 cm, dakle onoga koji je prerastao kritičnu, prizemnu zonu rasta veći nego u prašumskoj sastojini Čorkova uvala – 1. Ta je sastojina izuzeta iz bilo kakvih šumskogospodarskih i drugih neposrednih antropogenih zahvata. Čini se kako njezina horizontalna struktura ima razvojne faze koje se prostiru na malim površinama koje stvaraju sliku «prebornog mozaika». U ovoj je sastojini ustanovljena najveća prosječna brojnost mladoga naraštaja, ali u apsolutnom iznosu samo na onim pokusnim plohama na kojima su zastupljene inicijalna/preborna faza razvoja. Radi se o lokalitetima čija struktura približno odgovara strukturi gospodarskih prebornih sastojina. Ti su lokaliteti u njoj najrjeđe zastupljeni.

Prema Matiću i dr. (2006) smanjivanje (sušenje, pretjerana sječica) ili nagomilavanje volumena preborne sastojine (prepuštanje sastojine spontanom razvoju, nizak intenzitet sječice) je u sinergizmu s promjenama u okolišu te rezultira pojačanim sušenjem obične jele koje utječe na poremećaje u procesu pomlađivanja i priljeva stabala u sastojinu. Visoki volumen ograničava razvoj prebornog oblika šume i onemogućuje pomlađivanje, dok mali volumen ne zadovoljava jer se najveći dio prirasta nakuplja na najdebljim stablima zu istodobnu degradaciju tla. Negativan utjecaj nagomilanog volumena krupnog drva na pojavu i gustoću mladoga naraštaja te vezu između narušene preborne strukture jelovo-bukovih sastojina i izostanka obnove dijelova tih sastojina ustanovili su Čavlović i dr. (2006), Matić i dr. (2001) te Matić i dr. (1996). U prebornoj šumi nije dobar ni prevelik ni premalen volumen, već treba težiti optimalnom tj. normalnom volumenu koji odgovara staništu (Klepac 1997, Matić 1979, Šafar 1948). U Tablici 18 navedeno je kako se mijenjaju neke temeljne značajke preborne sastojine kod previsokog volumena, prema Matiću i dr. (2001).

Tablica 18. Neke značajke preborne sastojine kod optimalnog i visokog volumena

OPTIMALNI VOLUMEN	VISOKI VOLUMEN
<ul style="list-style-type: none"> <li>• intenzivno pomlađivanje</li> <li>• optimalan priliv i uraštanje donjih u gornje slojeve</li> <li>• veća brojnost, raznovrsnost i vitalnost pomlatka</li> <li>• manji udio debelih stabala</li> <li>• veća vitalnost stabala</li> <li>• veća raznolikost prizemne flore</li> <li>• stabilna klima sastojine</li> <li>• veća ponuda hrane za divljač</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• otežano pomlađivanje</li> <li>• poremećen priliv i uraštanje donjih u gornje slojeve</li> <li>• manja brojnost, raznovrsnost i vitalnost pomlatka</li> <li>• veći udio debelih stabala</li> <li>• manja vitalnost stabala</li> <li>• manja raznolikost prizemne flore</li> <li>• narušena klima sastojine</li> <li>• manja ponuda hrane za divljač</li> </ul>

Neki prebornu šumu smatraju idealnim gospodarskim oblikom šume, pogrešno je smatraju «najprirodnijom» šumom, po izgledu najbližu prašumi. Međutim, preborna šuma ne može se identificirati s prašumom jer je ona proizvod prirode i prebornog gospodarenja (Šafar 1948).

Zbog svega navedenoga u bukovo-jelovim šumama koje nisu prašumskog karaktera ili ne ulaze u sastav šumskih rezervata treba provoditi preborno gospodarenje jer se tako osiguravaju optimalno pomlađivanje, priljev mladoga naraštaja, vitalitet sastojine, strukturalna i biološka raznolikost te ispunjavanje općekorisnih funkcija koje te šume u Nacionalnom parku imaju. Intenzitet sječe treba biti usklađen s volumnim prirastom za duljinu ophodnjice, a doznakom treba ispuniti funkcije trajnog pomlađivanja, održavanja preborne strukture sastojine, njegu sastojine, sanitarno-higijensku funkciju i funkciju iskorištavanja. Neke funkcije doznake treba prilagoditi općekorisnim funkcijama šuma nacionalnog parka. To znači kako treba pažljivo birati između bolesnih, suhih i trulih stabala. Uklanjanje se mogu bolesna i suha stabla koja bi mogla postati izvor zaraze te stabla smanjenoga vitaliteta (tzv. potencijalni sušci). Natrula i trula stabla ne treba doznačivati. Ova se funkcija doznake ostvaruje u svim debljinskim razredima. Funkciju iskorištavanja treba prilagoditi potrebama nacionalnog parka, eventualno i žitelja toga kraja (ogrijevno drvo, šindra, suveniri), a u gospodarenje treba uvesti fiziološku zrelost. Ispunjavanje funkcije njege ovisi o općekorisnoj namjeni konkretne sastojine. Tako se ova funkcija različito manifestira u bukovo-jelovim sastojinama koje rastu na strminama u blizini vodotoka, jezera, turističkih staza i prometnica od onih koje rastu na terenima blažega nagiba udaljenima od temeljnih fenomena. Katkada će stablo neuobičajenoga habitusa uz turističku stazu imati prednost pred stablom koje je s gospodarskoga gledišta visoke kakvoće.

Bukovo-jelove preborne šume hrvatskih dinarida nadaleko su poznate po svojoj ljepoti i tradiciji prebornog gospodarenja. Nema razloga da se u prostoru Nacionalnog parka ne upotrebljava ovaj način gospodarenja, tim više jer se njime stvaraju prirodne, stabilne, vitalne, bioraznolike i produktivne bukovo-jelove šume koje optimalno ispunjavaju općekorisne funkcije. Preborni način gospodarenja prepoznat je kao jedan od najprirodnijih i najoptimalnijih šumskouzgojnih sustava za bukovo-jelove šume (Schütz 2001, Reininger 2000, Prpić i Seletković 1996, Korpel 1996, Prpić i dr. 1994), a preporuča ga i europska asocijacija za promicanje prirodnog uzgajanja šuma PRO SILVA. Preborne bukovo-jelove šume mogu postati jedan od prepoznatljivih simbola Nacionalnog parka Plitvička jezera.

#### 4. 4. Bukove šume

Obična bukva je najrasprostranjenija vrsta drveća u Nacionalnom parku jer se osim u čistim sastojinama pojavljuje u smjesi s drugim vrstama drveća i tvori mješovite sastojine, primjerice s običnom jelom. Za razliku od mješovitih jelovo-bukovih sastojina, u bukovim sastojinama nije moguća primjena klasičnog prebornog gospodarenja. Naime, iako bukov mladi naraštaj može zbog svojeg sjenoljubivog karaktera izdržati dugotrajnu zasjenu, on se ipak u toj zasjeni postupno deformira i tako postaje neupotrebljiv za formiranje buduće generacije. To onemogućuje trajan priliv kvalitetnoga mladoga naraštaja što je osnova za preborno gospodarenje.

Ovo je istraživanje pokazalo kako se mladi naraštaj na pomladnim jezgrama postupno deformirao, bez obzira jesu li pomladne jezgre nastale prirodnim pomlađivanjem u rezervatu ili prirodnim pomlađivanjem u gospodarenoj sastojini. U oba je slučaja riječ o nedostatku svjetla. U prvom zbog toga jer se proces raspadanja oko jezgre nije nastavio, a u drugom slučaju jer se pomladna jezgra nije na vrijeme proširila sječom rubnih stabala. Također je ustanovljeno kako se obična bukva u čistim sastojinama Gospodarske jedinice Medveđak – Plitvički klanac pomlađuje na malim površinama. Pomladak se pojavljuje mozaično, na malim površinama i u grupama. Hoće li te grupe opstati i poslužiti za pomlađivanje sastojine ili će se mladi naraštaj deformirati u krošnjati i plagiotropni predrast, ovisi o zasjeni nadstojnih ili rubnih stabala. Ovi su nalazi potvrđeni na primjerima sličnih istraživanja u Sloveniji (Diaci 2006), Njemačkoj (Manning 2003), Slovačkoj (Doessler i Luepke 2005, Korpel 1995), ukrajinskim Karpatima (Chernyavskyy 2005) te komparativnim istraživanjima u Ukrajini i Švicarskoj (Commarmot i dr. 2005).

Zbog svojih šumskouzgojnih svojstava obična bukva podnosi različite načine pomlađivanja pod zastorom krošanja starih stabala: od oplodnih sječa na velikim površinama do oplodnih sječa na malim površinama uz uporabu jedne vrste sječa (primjerice oplodne sječe) ili uz kombiniranje metoda (primjerice oplodnih sječa s rubnom sječom). Poznati su i primjeri pomladnih površina na razini velikih (0,5 – 1,0 ha), srednjih (0,2 – 0,5 ha) te malih (0,01 – 0,2 ha) grupa. U programu gospodarenja za G. j. Medveđak – Plitvički klanac za razdoblje 1976 – 1986. godine preporučene su male pomladne površine u obliku krugova promjera 30 m (707 m<sup>2</sup>) koje se kasnije prstenasto proširuju za 15 m (883 m<sup>2</sup>). Zajednička je karakteristika svih tih metoda pomlađivanje bukve pod zastorom. Razlika je u veličini pomladne površine koja kod oplodnih sječa na velikim površinama obuhvaća čitavu sastojinu, a kod oplodnih sječa na malim površinama manje dijelove iste sastojine.

Oplodnim sječama na velikim površinama stvaraju se jednodobne bukove sastojine. Oplodnim sječama na malim površinama mogu se oblikovati jednodobne i raznodobne sastojine, ovisno o trajanju općeg pomladnog razdoblja. U slučajevima pomlađivanja u grupama oblikuju se raznodobne sastojine jer je opće pomladno razdoblje dugo (40 i više godina), a sastojinu tvori mozaik grupa različitih razvojnih stadija.

Istraživanje je pokazalo kako nam priroda u Nacionalnom parku općenito nudi pomlađivanje na malim površinama, u obliku krugova. Takav način pomlađivanja idealan je za Nacionalni park jer se njime oblikuju strukturno raznolike sastojine koje će zadovoljiti općekorisne funkcije bukovih šuma, posebice hidrološku, funkciju zaštite od erozije, estetsku i turističku funkciju.

Za ovakav način pomlađivanja za svaki je odjel/odsjek potrebno izraditi šumskouzgojni plan koji će sadržavati shemu s ucrtanim položajem pomladnih jezgri odakle će pomlađivanje krenuti, njihovu površinu, smjer i način proširivanja. Način proširivanja odnosi se na vremenske termine (kada proširivati), metodu sječe (jedan od sjekova oplodnih sječa ili rubna sječa) i širinu prstena proširenja. U sastojinama u kojima je primjerice naglašena funkcija zaštite od erozije inicijalne grupe trebaju biti male (0,01 – 0,2 ha), a u sastojinama koje su na zaravnjenim terenima srednje i velike. Širina prstena kojim se grupe proširuju ovisi o tome kakvu se sastojinu u konačnici želi oblikovati (jednodobnu ili raznodobnu) s obzirom na stanišne prilike i njezinu namjenu. Ipak, ona ne bi trebala biti šira od 15 m. Pomladnu jezgru treba proširivati sukcesivno s njezinim oslobađanjem od nadstojnih stabala jer se tako onemogućuje negativan efekt bočnog zasjenjenja starih stabala.

Pomlađivanje sastojine na malim površinama započinje na međusobno odvojenim pomladnim površinama. Koristi se nekoliko punih uroda, pa se djelovi sastojine nalaze u različitim fazama pomlađivanja (Matić i dr. 2003b). Pomlađivanje započinje pripremnim sjekom na pogodnim lokalitetima u sastojini gdje prirodnoga pomlatka nema, ali se želi isprovocirati njegova pojava, naplodnim ili čak dovršnim sjekom na mjestima gdje se broj i kvalitetan mladi naraštaj već pojavio (postojeće pomladne jezgre). Brojnost, udaljenost i prostorni raspored pomladnih jezgri ovise o šumskouzgojnom planu pomlađivanja. Prilagođuju se trajanju pomladnoga razdoblja, pripremljenosti tla i matične sastojine za obnovu, konfiguraciji terena, smjeru proširivanja pomladnih jezgri, smjeru dominirajućega vjetra i transportnoj granici. U nenjegovanim sastojinama može se najprije u cijeloj sastojini obaviti pripremni sjek. Nakon naplodnoga sjeka pomladne jezgre se proširuju rubnim, naplodnim ili

naknadnim sjekovima. Opće pomladno razdoblje ili razdoblje potrebno za pomlađivanje čitave sastojine može potrajati više od 40 godina.

Oblikovanje grupa mladoga naraštaja (omjer smjese, prostorni raspored i površina) omogućuje šumarskom inženjeru u uvjetima nacionalnog parka punu kreativnost koja može zadovoljiti sve funkcije šuma. Istodobno, to je zahtijevan posao koji traži intenzivno angažiranje jer se s obzirom na raznodobni karakter traži u istoj sastojini obavljati pomlađivanje i njegu. Za razliku od prebornog gospodarenja, ovdje su šumskouzgojni postupci objedinjeni u vremenu (njega i pomlađivanje istodobno u jednoj sastojini), a razdvojeni u prostoru (dok se neke pomladne jezgre pomlađuju, druge se proširuju, treće njeguju čišćenjem, četvrte njeguju prorjedom itd.).

## 5. ZAKLJUČCI

1. Nema razlike u vrsti smjese istraživanih bukovo-jelovih sastojina. Sve tri pripadaju istoj biljnoj zajednici dinarske bukovo-jelove šume, *Omphalodo-Fagetum* /Marinček et al. 1992/.
2. Kod sve tri bukovo-jelove sastojine veća je zastupljenost crnogorice u omjeru smjese. U prašumskoj sastojini Čorkova uvala – 1 udio crnogorice u omjeru smjese iznosi 58%, u preborno gospodarenoj sastojini Krivi javor – 80 iznosi 59%, dok je u ekstenzivno gospodarenoj sastojini Čorkova uvala – 100 udio crnogorice 52%.
3. Ukupni broj stabala po jedinici površine najveći je u preborno gospodarenoj sastojini Krivi javor – 80, a najmanji u prašumskoj sastojini Čorkova uvala – 1. Isti su odnosi ustanovljeni za iznos broja stabala u najnižem debljinskom stupnju ( $d=4\text{ cm}$ ) i prvom debljinskom razredu ( $d<10\text{ cm}$ ).
4. Najveći volumen po jedinici površine ustanovljen je u sastojini Čorkova uvala – 1, a najmanji u sastojini Krivi javor – 80. Volumen sastojine Krivi javor – 80 najbliži je normalni.
5. Od prašumske sastojine Čorkova uvala – 1, preko ekstenzivno gospodarene sastojine Čorkova uvala – 100, do preborno gospodarene sastojine Krivi javor – 80 raste udio tankih i stabala srednjih prsnih promjera, a opada udio stabala velikih prsnih promjera.
6. U usporedbi s normalom, najpovoljniji odnos distribucije volumena u strukturi ima gospodarena sastojina Krivi javor – 80. Distribucija volumena u toj je sastojini najbliža standardnoj normalnoj distribuciji.
7. Na mjernim točkama u prašumskoj sastojini Čorkova uvala – 1 u 9% slučajeva determinirana je inicijalna faza razvoja, 18% slučajeva optimalna faza, 65% terminalna faza (starenje i raspadanje), a u 8% slučajeva preborna faza razvoja. U gospodarenim sastojinama je ustanovljen stablimičan raspored stabala i preborni oblik sklopa.
8. Po hektaru površine prašumske sastojine nalazi se u prosjeku deset odumrlih (suhih i trulih) stabala od čega je sedam stabala obične jele. Najviše odumrlih jelovih stabala izmjereno u debljinskom razredu 11 – 20 cm. Na pokusnim plohama u gospodarenim sastojinama nisu zabilježena suha i trula stabla.
9. U sve tri bukovo-jelove sastojine prirodno se pomlađuju glavne vrste drveća. Prosječna gustoća mladoga naraštaja je najveća u prašumskoj sastojini Čorkova uvala – 1. Međutim,



udjel mladoga naraštaja čija visina prelazi 25 cm veći je u gospodarenim sastojinama, posebice kada je riječ o običnoj jeli.

10. U prašumskoj sastojini Čorkova uvala – 1 ukupna brojnost mladoga naraštaja najveća je na lokalitetima na kojima je ustanovljena prijelazna inicijalna/preborna faza razvoja. Ti su lokaliteti najrjeđe zastupljeni na njezinoj površini.
11. Pomlađivanje čistih bukovih negospodarenih sastojina se događa na malim površinama. Pomladak se pojavljuje mozaično, u malim grupama čija je površina ne prelazi 700 m<sup>2</sup>.
12. Pomlađivanje je obilnije na pomladnoj jezgri koja je ciljano oblikovana pomladnom sječom (Medveđak – 16). Na njoj je ustanovljena gustoća pomlađivanja u iznosu od 8696 biljaka po hektaru. Na prirodno oblikovanoj pomladnoj jezgri u šumskom rezervatu (Medveđak – 27) ustanovljena je gustoća od 6806 biljaka po hektaru.
13. Na pomladnoj jezgri u šumskom rezervatu pomladak je većega stupnja deformiranosti u usporedbi s gospodarenom sastojinom. Koeficijent deformiranosti pomlatka na pomladnoj jezgri Medveđak – 27 u prosjeku iznosi 1,37, a na pomladnoj jezgri Medveđak – 16 iznosi 1,17.
14. Neprovođenje započetih šumskouzgojnih postupaka na pomladnoj jezgri u gospodarenoj sastojini Medveđak – 16 je dovelo do postupnog deformiranja mladoga naraštaja.
15. Izuzev prašuma i šumskih rezervata, sa šumama Nacionalnog parka treba gospodariti u skladu s njihovim općekorisnim funkcijama, i to višenamjenski progresivno potrajno te po načelima prirodnoga uzgajanja šuma.
16. U bukovo-jelovim šumama koje nisu prašumskog karaktera ili ne ulaze u sastav šumskih rezervata treba preborno gospodariti, uz prilagodbe koje se odnose na provođenje funkcija doznake.
17. U bukovim šumama koje nisu prašumskog karaktera ili ne ulaze u sastav šumskih rezervata treba provoditi gospodarenje na malim površinama i u grupama, uz dugo pomladno razdoblje i oblikovanje sastojina raznodobne strukture.
18. Tim se oblicima gospodarenja u bukovo-jelovim i bukovim šumama osiguravaju višenamjenska progresivna potrajnost, optimalno pomlađivanje, priljev mladoga naraštaja, vitalitet sastojina, strukturna i biološka raznolikost te ispunjavanje općekorisnih funkcija koje te šume u Nacionalnom parku imaju.

19. Šumska sastojina ne pozna granice zona u Nacionalnom parku. Ona podjednako reagira na neprovođenje šumskouzgojnih postupaka u bilo kojoj zoni, bez obzira je li riječ o sastojini općekorisne ili zaštitne namjene. Neprovođenje šumskouzgojnih zahvata u šumskim sastojinama nosi sa sobom spomenute negativne posljedice što povlači odgovornost za stanje šumskih sastojina Nacionalnog parka u budućnosti. Isto vrijedi i u slučaju nestručno ili loše obavljenih šumskouzgojnih zahvata.

## 6. LITERATURA

- Anić, I., S. Mikac, M. Oršanić, D. Drvodelić, 2006: Structural relations between virgin and management beech-fir stands (*Omphalodo-Fagetum* Marinček et al. 1992) in forests of the Croatian Dinaric Karst. *Periodicum Biologorum* 108(6): 663 – 669.
- Anić, I., 2004: Prašume i njihovo značenje za gospodarenje šumama u Hrvatskoj. *Glasnik zaštite bilja* 27(6): 85 – 96.
- Cestar, D., V. Hren, J. Martinović, Z. Kovačević, Z. Pelcer, K. Bezak, V. Krejči, A. Krznar, V. Lindić, J. Medvedović, B. Vrbek, 1983: Prirodni šumski rezervat Čorkova uvala-Čudinka. *Radovi, Šumarski institut, Jastrebarsko*, 53: 1 – 44, Jastrebarsko.
- Cestar, D., V. Hren, J. Martinović, Z. Kovačević, Z. Pelcer, K. Bezak, V. Krejči, A. Krznar, V. Lindić, B. Vrbek, 1982: Prirodni šumski rezervat Medvedak. *Radovi, Šumarski institut, Jastrebarsko*, 50: 1 – 40, Jastrebarsko.
- Chernyavskyy, M., 2005: The dynamics of virgin beech forests in the Ukrainian Carpathians. U: B. Commarmot, F. D. Hamor (ur.), *Natural Forests in the Temperate Zone of Europe – Values and Utilisation, Proceedings, Swiss Federal Research Institute WSL, Birmensdorf and Carpathian Biosphere Reserve, Rakhiv*, 100 – 107.
- Commarmot, B., H. Bachofen, Y. Bundziak, A. Burgi, B. Ramp, Y. Shparyk, D. Sukhariuk, R. Viter, A. Zingg, 2005: Structures of virgin and managed beech forests in Uholka (Ukraine) and Sihlwald (Switzerland): a comparative study. U: B. Commarmot, F. D. Hamor (ur.), *Natural Forests in the Temperate Zone of Europe – Values and Utilisation, Proceedings, Swiss Federal Research Institute WSL, Birmensdorf and Carpathian Biosphere Reserve, Rakhiv*, 109 – 120.
- Conover, W. J., 1980: *Practical nonparametric statistics*. Wiley and Sons, Inc., 519 str.
- Čavlović, J., M. Božić, K. Teslak, M. Vedriš, 2006: Struktura prirodne obnove preborne sastojine u uvjetima povećanja intenziteta preborne sječe. *Glasnik za šumske pokuse, pos. izd. 5.*, 433 – 442.
- Čavlović, J., 2000: Novi program gospodarenja za G. j. Belevine (2000–2009) – zaustavljanje nepovoljnih trendova i iniciranje povoljnih procesa u «razvoju» preborne šume? *Šumarski list* 124(7 – 8): 450 – 457.
- Diaci, J., 2006: *Gojenje gozdov*. Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, 348 str., Ljubljana.
- Droessler, L., B. v Luepke, 2005: Canopy gaps in virgin beech forest in Havešova Reserve. U: B. Commarmot, F. D. Hamor (ur.), *Natural Forests in the Temperate Zone of Europe – Values and Utilisation, Proceedings, Swiss Federal Research Institute WSL, Birmensdorf and Carpathian Biosphere Reserve, Rakhiv*, 93 – 99.
- Dubravac, T., V. Krejči, B. Vrbek, 2004: Stanje strukture i mogućnost prirodne obnove čistih bukovih sastojina u šumskom rezervatu Medvedak. *Plitvički bilten* 6: 179 – 200.
- Glavač, V., 1999: *Uvod u globalnu ekologiju*. Državna uprava za zaštitu prirode i okoliša i Hrvatske šume d. o. o., Zagreb, 211 str., Zagreb.
- Goodburn, J. M., C. G. Lormier, 1999: Population structure in old-growth and managed northern hardwoods: an examination of the balanced diameter distribution concept. *Forest Ecology and Management* 118: 11 – 29.
- Hren, V., 1972: Ramino korito – prašuma bukve. *Šumarski list* 96(9 – 10): 315 – 324.

- Juriček, M., 2005: Razvoj šumske vegetacije na trajnim pokusnim plohama NP Plitvička jezera. Diplomski rad, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 78 str.
- Klepac, D., 1998: Hrvatsko šumarstvo u XIX. i XX. stoljeću. Sveučilišna šumarska nastava u Hrvatskoj 1898–1998, Šumarski fakultet Zagreb, 9–33, Zagreb.
- Klepac, D., 1997: Novi sistem uređivanja prebornih šuma. Hrvatske šume d. o. o., Zagreb.
- Klepac, D., 1995: Dinamika kretanja drvne zalihe na panju u šumama Gorskog kotara tijekom 40 godina (1950–1990). Šumarski list 119(3–4): 85–90.
- Klepac, D., 1984: Principi uređivanja šuma Nacionalnog parka Plitvička jezera. Šumarski list CVIII(7–8): 319–335.
- Klepac, D., 1965: Uređivanje šuma. Nakladni zavod Znanje, Zagreb, 341 str.
- Klepac, D., 1962: Novi sistem uređivanja prebornih šuma (dodatak). Poljoprivredno-šumarska komora, Zagreb.
- Klepac, D., 1961: Novi sistem uređivanja prebornih šuma. Poljoprivredno-šumarska komora, Zagreb, 46 str.; pretpisak, Hrvatske šume, d.o.o. Zagreb, 1997, 36 str.
- Korpel, Š., 1996: Razvoj i struktura bukovo-jelovih prašuma i njihova primjena kod gospodarenja prebornom šumom. Šumarski list CXX (3–4): 203–209, Zagreb.
- Korpel, Š., 1995: Urwälder der Westkarpaten. Stuttgart, Jena, New York, Gustav Fisher Verlag, 310 pp.
- Korpel, Š., M. Saniga, 1993: Výberný hospodársky spôsob. Matica lesnícka, 127 str., Pisek.
- Kotar, M., 2005: Zgradba, rast in donos gozda na ekoloških in fizioloških osnovah. ZGDS/ZDS, 500 str., Ljubljana.
- Kramarić, Ž., T. Iuculano, 1989: O strukturi i normalitetu šume bukve i jele (*Abieti-Fagetum illyricum* /Horv. 1938/) na primjeru prašume Čorkova uvala. Šumarski list CXIII: 581–589.
- Leibundgut, H., 1982: Europäische Urwälder der Bergstufe, dargestellt fuer Forstleute, Naturwissenschaftler und Freunde des Waeldes. Bern, Stuttgart, Paul Haupt. 308 str.
- Leibundgut, H., 1978: Über die Dynamik europäischer Urwälder. Allg. Forstzeitschr. 24: 686–690.
- Leibundgut, H., 1959: Über Zweck und Methodik der Struktur- und Zuwachsanalyse von Urwäldern. Schweiz. Z. Forstwes. 110(3): 111–124.
- Lukić, N., T. Kružić, 1992: Razvoj obične bukve (*Fagus sylvatica* L.) na trajnoj plohi Medveđak. Šumarski list CXVI: 501–513.
- Manning, B. D., 2003: Comparative studies of gap-phase regeneration in managed and natural beech forests in different parts of Europe: relations between tree regeneration and light, soil conditions, and ground vegetation. Prepared within WP3 as part of Deliverable 21 of Nt-Man Project, EU 5<sup>th</sup> Framework Programme, 70 str.
- Mayer, H., M. Neumann, H.-G. Sommer, 1980: Bestandaufbau und Verjüngungsdynamik unter dem Einfluss natürlicher Wilddichten im kroatischen Urwaldreservat Čorkova uvala/Plitvicer Seen. Schweiz. Zeitschr. f. Forstwes. 131(1): 45–70.
- Mayer, H., 1976: Gebirgswaldbau – Schutzwaldpflege. Ein waldbaulicher Beitrag zum Umweltschutz und zur Landschaftspflege. Stuttgart.
- Matić, S., I. Anić, M. Oršanić, 2006: Aktualni problemi gospodarenja običnom jelom (*Abies alba* Mill.) u Republici Hrvatskoj. Glasnik za šumske pokuse, pos. izd. 5, 7–28, Zagreb.

- Matić, S., I. Anić, M. Oršanić, 2003: The influence of silvicultural practices on the sustainability of forests in Croatia. *Ekologia /Bratislava/* 22(3): 102–113.
- Matić, S., B. Prpić, I. Anić, M. Oršanić, 2003a: Bukove prašume. U: S. Matić (ur.), Obična bukva (*Fagus sylvatica* L.) u Hrvatskoj, Akademija šumarskih znanosti, 414–434, Zagreb.
- Matić, S., I. Anić, M. Oršanić, 2003b: Uzgojni postupci u bukovim šumama. U: S. Matić (ur.), Obična bukva (*Fagus sylvatica* L.) u Hrvatskoj, Akademija šumarskih znanosti, 340–369, Zagreb.
- Matić, S., I. Anić, M. Oršanić, 2001: Uzgojni postupci u prebornim šumama. U: B. Prpić (ur.), Obična jela (*Abies alba* Mill.) u Hrvatskoj, Akademija šumarskih znanosti, 407–460, Zagreb.
- Matić, S., M. Oršanić, I. Anić, 1996: Neke karakteristike i problemi prebornih šuma obične jele (*Abies alba* Mill.) u Hrvatskoj. *Šumarski list* 120(3–4): 91–99.
- Matić, S., 1983: Utjecaj ekoloških i strukturnih čimbenika na prirodno pomlađivanje prebornih šuma jele i bukve u Gorskom kotaru. *Glasnik za šumske pokuse* 21: 223–400.
- Matić, S., 1973: Prirodno pomlađivanje kao faktor strukture sastojina u šumama jele s rebračom (*Blechno-Abietetum* Horv.). *Šumarski list* 9–10 (XCVII), 1973: 321–355; 11–12 (XCVII), 1973: 432–462.
- Meštrović, Š., 1996: Potrajnost gospodarenja šumama u Hrvatskoj. U: S. Sever (ur.), *Zaštita šuma i pridobivanje drva*, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu i Šumarski institut, Jastrebarsko, Zagreb, 2, str. 143–148.
- Meštrović, Š., 1995: 225. obljetnica zakonske uredbе o šumama. *Šumarski list*, 119(4): 144 – 158.
- Meyer, H. A., 1933: Eine mathematisch-statistische Untersuchung über den Aufbau es Plenterwaldes. *Schweitz. Z. Forstes.*, 84(1): 33 – 46, (3): 88 – 103, (4): 124 – 130.
- Miletić, Ž., 1930: Istraživanja o strukturi bukovih sastojina karaktera prašume. *Šumarski list*, LVI: 2 – 9, 58 – 78, 105 – 125, 313 – 339, 399 – 407.
- Misir, M., et al. 2005 Calculation of uneven-aged stand structure with the negative exponential diameter distribution and Sterba's modified competition density rule. *Forest Ecology and Management* 214: 212 – 220.
- Neumann, M., 1979: Bestandesstruktur und Entwicklungsdynamik im Urwald Rothwald (Niederösterreich) und im Čorkova uvala (Kroatien). Disertacija, BOKU, Beč.
- Peterken, G. F., 1996: *Natural Woodland*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Pranjić, A., N. Lukić, 1997: Izmjera šuma. Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 405 str., Zagreb.
- Program gospodarenja za Gospodarsku jedinicu Čorkova uvala – Kapela, 1987 – 1996.
- Program gospodarenja za Gospodarsku jedinicu Krivi javor, 1981 – 1991.
- Program gospodarenja za Gospodarsku jedinicu Medveđak – Plitvički klanac, 1987 – 1996.
- Prpić, B., S. Matić, J. Vukelić, Z. Seletković, 2001: Bukovo-jelove prašume hrvatskih Dinarida. U: B. Prpić (ur.), Obična jela (*Abies alba* Mill.) u Hrvatskoj, Akademija šumarskih znanosti, 479–494, Zagreb.
- Prpić, B., Z. Seletković, 1996: Istraživanja u hrvatskim prašumama i korištenje rezultata u postupku s prirodnom šumom. U: B. Mayer (ur.), Unapređenje proizvodnje biomase šumskih ekosustava, 97 – 104, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu i Šumarski institut, Jastrebarsko, Zagreb.
- Prpić, B., Z. Seletković, J. Vukelić, 1994: Der Urwald Čorkova uvala – ein Modell fuer den multifunktionalen Buchen-Tannen Plenterwald. *Ergebnisse d. 7. IUFRO Tanensymposiums*, 250 – 253, Mainz.
- Prpić, B., 1992: Ekološka i gospodarska vrijednost šuma u Hrvatskoj. U: Đ. Rauš (ur.), *Šume u Hrvatskoj*, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu i Hrvatske šume, 237 – 256, Zagreb.

- Prpić, B., 1979: Struktura i funkcioniranje prašume bukve i jele (*Abieti-Fagetum illyricum* /Horv. 1938/) u Dinaridima SR Hrvatske. II. kongres ekologa Jugoslavije, Zadar – Plitvice, 899 – 924.
- Prpić, B., 1972: Neke značajke prašume Čorkova uvala. Šumarski list XCVI(9 – 10): 325 – 333.
- Rauš, Đ., 1995: Sto trajnih ploha Republike Hrvatske (ekološka istraživanja). Glasnik za šumske pokuse 32: 225 – 375.
- Reininger, H., 2000: Das Plenterprizip. Leopold Stocker Verlag, Graz, Stuttgart, 238 str.
- Schütz, J. P., 2001: Der Plenterwald und weitere Formen strukturierter und gemischter Wälder. Berlin, Parey, 207 str.
- Schütz, J. P., 1989: Der Plenterbetrieb. Fachbereich Waldbau, ETH, 54 str., Zürich.
- Sokal, R., 1995: Biometry: the principles and practice of statistic in biological research. Freeman and Co., 8. izd., 850 str.
- Šafar, J., 1948: Preborna šuma i preborno gospodarenje. Institut za šumarska istraživanja, 100 str., Zagreb.
- Tikvić, I., Z. Seletković, D. Ugarković, N. Magdić, 2006: Dinamika odumiranja stabala u prašumi Čorkova uvala Nacionalnoga parka Plitvička jezera. Glasnik za šumske pokuse, pos. izd. 5, 105 – 116.
- Trinajstić, I., 1995: Urwald, naturwald, wirthschaftswald ein vergleich der floristischen struktur. Sauteria 6: 109 – 132.
- Trinajstić, I., 1972: O rezultatima komparativnih istraživanja florističkih sastava prašumskih i gospodarskih sastojina zajednice *Fagetum croaticum abietetosum* Ht. U Hrvatskoj. Šumarski list, 96(5–6): 334–347.
- Vukelić, J., M. Harapin, 1993: Zaštita i očuvanje europskih šuma. Ministarstvo poljoprivrede i šumarstva Republike Hrvatske, 55 str., Zagreb.
- Zeibig, A., J. Diaci, S. Wagner, 2005: Gap disturbance patterns of a *Fagus sylvatica* forest remnant in the mountain vegetation belt of Slovenia. For. Snow Landsc. Res. 79, 1/2: 69 – 80.
- Westphal, C., et al., 2006: Is the reversed J-shape diameter distribution universally applicable in European virgin beech forest? Forest Ecology and Management 223: 75 – 83.