

## STRUKTURA, TEKSTURA I POMLAĐIVANJE DINARSKE BUKOVO-JELOVE PRAŠUME ČORKOVA UVALA

### STRUCTURE, TEXTURE AND REGENERATION OF DINARIC BEECH-FIR VIRGIN FOREST OF ČORKOVA UVALA

Igor ANIĆ, Stjepan MIKAC<sup>1</sup>

*SAŽETAK: Istraživanje je obavljeno u dinarskoj bukovo-jelovoj prašumi Čorkova uvala u Nacionalnom parku Plitvička jezera, u razdoblju 2004–2005. godine, na sistematskom uzorku od 68 ploha postavljenih u obliku mreže, s razmacima 100 m, svaka površine 805 m<sup>2</sup>. Istraživanjem je ustanovljeno stanje strukture, teksture i pomlađivanja u prašumskoj sastojini, koja se prostire na 80,50 ha. Prašumsku sastojinu u prosjeku tvori 440 stabala po hektaru. Ukupni broj stabala opada s porastom prsnog promjera, a koeficijent (q) distribucije stabala po prsnim promjerima iznosi 1,20. Volumen sastojine iznosi 671,23 m<sup>3</sup>/ha, od čega je 52 % jele, 42 % otpada na bjelogoricu, a ostatak u iznosu od 6 % pripada volumenu smreke. Među tanjim stablima, čiji su prsni promjeri do 30 cm, kumulirano je 7,55 % ukupnoga volumena. 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. Ustanovljeno je postojanje razvojnih faza, ali na malim površinama, pa se može zaključiti o prebornom obliku sastojinskog sklopa. Po hektaru površine prašumske sastojine nalazi se u prosjeku deset odumrlih (suhih i trulih) stabala, od čega je sedam stabala obične jele. Ukupna brojnost mladoga naraštaja najveća je na lokalitetima na kojima je ustanovljena prijelazna inicijalna/preborna faza razvoja. Ti su lokaliteti najrjeđe zastupljeni po njezinoj površini. Po hektaru površine prašumske sastojine u prosjeku nalazimo 6190 biljaka pomlatka. Na jelu otpada 60 %, bukvu 28 %, smreku 2 %, a na gorski javor 10 % ukupnoga broja mladoga naraštaja.*

*Ključne riječi: prašuma, bukovo-jelova prašuma, struktura, tekstura, pomlađivanje, Čorkova uvala, Plitvička jezera, Hrvatska*

#### UVOD – Introduction

U Hrvatskoj su još krajem 19. stoljeća dobar dio Dinarida obraštale bukovo-jelove i bukove prašume, koje su od tada postupno pretvarane u prirodne gospodarske šume (Prpić i dr. 2001). Do danas su izlučene sljedeće dinarske bukovo-jelove prašume: Čorkova uvala, Devčića tavani, Nadžak-bilo, Plješivička uvala, Javorov kal i Štirovača (Prpić i dr. 2001, Vukelić i Tomljanović 2001). Njihova je ukupna površina 360 ha.

Prašuma Čorkova uvala je najbolje istražena. U njoj su prva šumarska znanstvena istraživanja obavljena 1957. godine. Njezina je struktura od tada analizirana u nekoliko navrata: na trajnoj pokusnoj plohi površine jedan hektar (Tikvić i dr. 2006, 2004, Prpić i Seletković 1996, Prpić 1979, 1972), na 12 pokusnih ploha, svaka površine 2500 m<sup>2</sup>, sistematski postavljenih u obliku mreže s razmacima 250 m (Kramarić i Iuculano 1989) i na 153 pokusne plohe, svaka površine 200 m<sup>2</sup>, sistematski postavljene u središnjem dijelu prašumske sastojine u obliku mreže s razmacima 50 m (Mayer i dr. 1980). Ovome treba pridodati inventure

<sup>1</sup> Izv. prof. dr. sc. Igor Anić, Stjepan Mikac, dipl. ing. šum.,  
Zavod za ekologiju i uzgajanje šuma Šumarskoga fakulteta  
Sveučilišta u Zagrebu, pp 422, HR – 10002 Zagreb, anic@sumfak.hr

koje su obavljene u sklopu izrade programa gospodarenja Gospodarskom jedinicom Čorkova uvala (1987) i analizu strukture šireg područja rezervata Čorkova uvala – Čudinka (Cestar i dr. 1983). Većina navedenih istraživanja i inventura rezultirala su prosječnom slikom strukture prašumske sastojine. Osim rezultata Mayera i dr. (1980) nije bilo dubljih analiza njezine teksture i pomlađivanja.

U novije su doba intenzivirana istraživanja prirodna pomlađivanja u prašumskoj sastojini Čorkova uvala, a prvi su rezultati objavljeni (Roženbergar i

dr. 2007). U ovom se radu prezentiraju rezultati početnih komparativnih istraživanja strukture, teksture i pomlađivanja u prašumskoj sastojini Čorkova uvala. Istraživanja su obavljena zahvaljujući financijskoj podršci Nacionalnog parka Plitvička jezera (projekt Utjecaj strukture i pomlađivanja na potrajnost šuma bukve i jele te šuma bukve NP Plitvička jezera) te Ministarstva znanosti, tehnologije i športa Republike Hrvatske (projekt 068-0682041-1950, Dinamika obnove bukovo-jelovih prašuma hrvatskih Dinarida).

## MATERIJAL I METODE – Material and methods

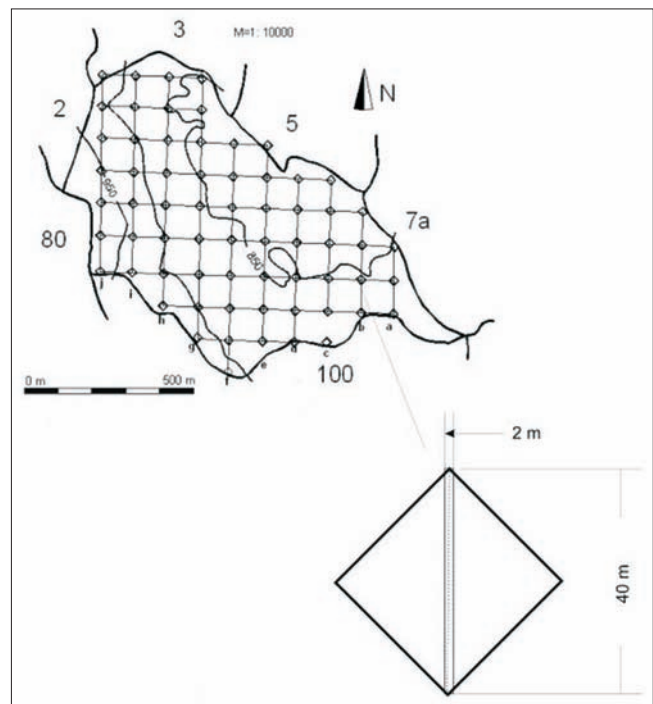
Istraživanje je obavljeno u prašumskoj sastojini Čorkova uvala koja se prostire u istoimenom šumskom rezervatu Nacionalnog parka Plitvička jezera. Ovom su prilikom granice prašume obnovljene i snimljene uz pomoć GPS uređaja.

Prašumska sastojina pripada šumskoj zajednici dinarske bukovo-jelove šume (*Omphalodo-Fagetum* Marinček et al. 1992). Prostire se na nadmorskim visinama 860–1028 m, na geološkoj podlozi vapnenca i dolomita. Izložena je istoku i sjeveroistoku. Karakterizira je krški reljef (škrape, vrtače, kameni blokovi). Posebnost prašume je raznolikost dubine tla koja proizlazi iz krškoga reljefa. Najzastupljenije je smeđe tlo na vapnencu. U dnu vrtača ima lesiviranoga tla, a na kamenim blokovima planinske crnice (Prpić i dr. 2001).

Mjerenja su obavljena na sistematskom uzorku ploha koji je postavljen u obliku mreže, na sjecištima Gauss-Krügerovog sustava, u razmacima od 100 m (Slika 1). Na sjecištima mreže postavljeno je 68 mjernih ploha. 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 svakoj je plohi izmjeren nagib terena, opisan reljef, procijenjen sklop i ustanovljena razvojna faza: inicijalna, optimalna, terminalna – starenje, terminalna – raspadanje i preborna. Vodilo se računa o mogućnosti da se ploha nađe na prijelazu između dviju razvojnih faza. Takve su plohe posebno bilježene. Izmjereni su prsni promjeri svim stablima ( $d_{1,30} > 3$  cm) i istodobno razvrstavani po vrstama drveća. Suha i trula dubeća stabla su posebno bilježena. Na plohama i u njihovoj neposrednoj blizini izmjerene su visine stabala pomoću visinomjera VERTEX. 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 je izmjeren mladi naraštaj i razvrstan po vrstama drveća te visinskim klasama širine 25 cm.

Mjerenja strukturnih elemenata obavljena su u srpnju 2004. godine, a mladoga naraštaja u razdoblju lipanj-srpanj 2005. godine.



Slika 1. Mreža mjernih ploha u prašumskoj sastojini Čorkova uvala

Figure 1 Plot network in the old growth stand of Čorkova Uvala

Volumen sastojine izračunat je uz pomoć lokalnog volumnog niza (tarife). Lokalni volumni nizovi (tarife) za bukve i jele izračunati su 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,  $f$  redukcijски 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:

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

## REZULTATI ISTRAŽIVANJA S RASPRAVOM – Research results with discussion

### Površina i struktura sastojine

#### *Area and structure of the stand*

Ustanovljeno je kako površina prašumske sastojine iznosi 80,50 ha. Činjenica je kako se uz njezine rubove, posebice zapadne, mogu pronaći natruli panjevi posječenih stabala. Ta su stabla vjerojatno iskoristili žitelji nekadašnjega obližnjega naselja Čorkova uvala. Ovakav antropogeni utjecaj nije značajnije utjecao na prašumsku strukturu i njezine životne procese. Osim toga, on je očekivan, jer su starosjedioci također bili povezani sa šumskim ekosustavima koji ih okružuju. Zbog toga smo mišljenja kako se kod istraživanja prašumske sastojine i ovaj njezin dio može uzeti u obzir.

Prašumsku sastojinu Čorkova uvala 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. Ukupni odnos broja stabala bjelogorice i crnogorice u prašumskoj sastojini prilično je ujednačen i iznosi 49 % : 51 %.

Volumen sastojine Čorkova uvala iznosi 671,23 m<sup>3</sup>/ha, od čega 52 % otpada na jelu, 42 % na bjelogoricu, a ostatak u iznosu od 6 % pripada volumenu smreke. Među tanjim stablima, čiji su prsni promjeri do 30 cm, kumulirano je 7,55 % ukupnoga volumena. 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. Mayer i dr. (1980) ustanovili su prosječni volumen iste sastojine u iznosu od 680 m<sup>3</sup>/ha, a Kramarić i Iuculano (1989) 652 m<sup>3</sup>/ha. Na trajnoj pokusnoj plohi volumen Čorkove uvale se u razdoblju 1957 – 2000. kretao u rasponu 761 – 932 m<sup>3</sup>/ha (Tikvić i dr. 2006). Iako su navedeni podaci dobiveni mjerenjima različita intenziteta, ipak daju opći uvid u prosječni volumen prašumske sastojine koji se uvijek kretao između 650 i 950 m<sup>3</sup>/ha.

Tablica 1. Struktura prašumske sastojine Čorkova uvala

Table 1 Structure of the old growth stand of Čorkova uvala

D <sub>1,30</sub> dbh (cm)	<i>Abies alba</i>			<i>Fagus sylvatica</i> + OTB (other broadleaves)			<i>Picea abies</i>			Σ		
	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	0,90	11,86	31	3,16	43,48	2	0,22	3,25	42	4,28	58,59
-50	6	0,96	14,20	22	3,50	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	1,30	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

Distribucija stabala po prsnim promjerima pokazuje kako ukupni broj stabala opada s porastom prsnog

promjera. Ta je pojava osobito izražena kod obične jele. Uočljiv je mali broj jelovih stabala po hektaru, čiji



su prsni promjeri između 21 i 70 cm. U tom rasponu debljinskih stupnjeva dominaciju preuzima bukva. Usporedbom stvarnih i izjednačenih distribucija stabala po prsnim promjerima u prašumi Čorkova uvala i gospodarskoj jelovo-bukovoj sastojini s normalom za preborne jelovo-bukove šume na istim bonitetima Anić i dr. (2006) ustanovili su padajuće oblike krivulja u svim analiziranim primjerima. Slične rezultate iznijelo je i nekoliko ranije obavljenih istraživanja prašumske strukture: Kramarića i Iuculana (1989), Mayera i dr. (1980), Prpića (1979), Prpića i Seletkovića (1996) te Prpića i dr. (1995).

Međutim, padajuća krivulja ne znači automatski i prebornu strukturu sastojine. Anić i dr. (2006) ustanovili su manji broj stabala po hektaru u prašumskoj sastojini u usporedbi s gospodarskom prebornom sastojinom i normalom za isti bonitet staništa. Uzrok tomu je mali broj stabala u prvom debljinskom razredu prašumske sastojine. Smanjenje broja stabala jele i bukve u nižim debljinskim stupnjevima na trajnoj pokusnoj plohi u prašumi Čorkova uvala također su ustanovili Tikvić i dr. (2006, 2004). To je utjecalo na iznos koeficijenta geometrijske progresije ( $q$ ) distribucije stabala po prsnim promjerima koji iznosi 1,20. Prema Klepcu (1997) vrijednosti koeficijenta ( $q$ ) u prebornim sastojinama su konstantne za određeni bonitet i kreću se od 1,3 na boljim staništima, do 1,5 na lošijim staništima. Kod vrijednosti koeficijenta  $q$  većih od 1,5 gube se obilježja preborne strukture. Vrijednost koeficijenta  $q = 1,33$  odgovara normalnom modelu dinarske preborne jelovo-bukove sastojine za treći bonitet.

### Tekstura sastojine – *Stand texture*

Na pokusnim plohama je u 9 % slučajeva ustanovljena inicijalna faza razvoja, 18 % slučajeva optimalna faza, 65 % terminalna faza (podfaze starenja i raspadanja), a u 8 % slučajeva tipična preborna faza razvoja. Iz ovoga se može zaključiti kako u prašumi danas dominiraju optimalna i terminalna faza. Mayer i dr. (1980) ustanovili su sljedeću zastupljenost pojedinih razvojnih faza: inicijalna faza 3 %, optimalna faza 28 %, podfaza starenja 34 %, podfaza raspadanja 15 %. Ostatak pripada prijelaznim strukturama na malim površinama, kao što su inicijalna/preborna faza 9 %, preborna faza 5 % i faza pomlađivanja unutar optimalne faze 6 %. Na trajnoj pokusnoj plohi Tikvić i dr. (2006) ustanovili su kako ukupne vrijednosti temeljnice i volumena rastu do 1987. godine. Od tada započinje stadij raspadanja.

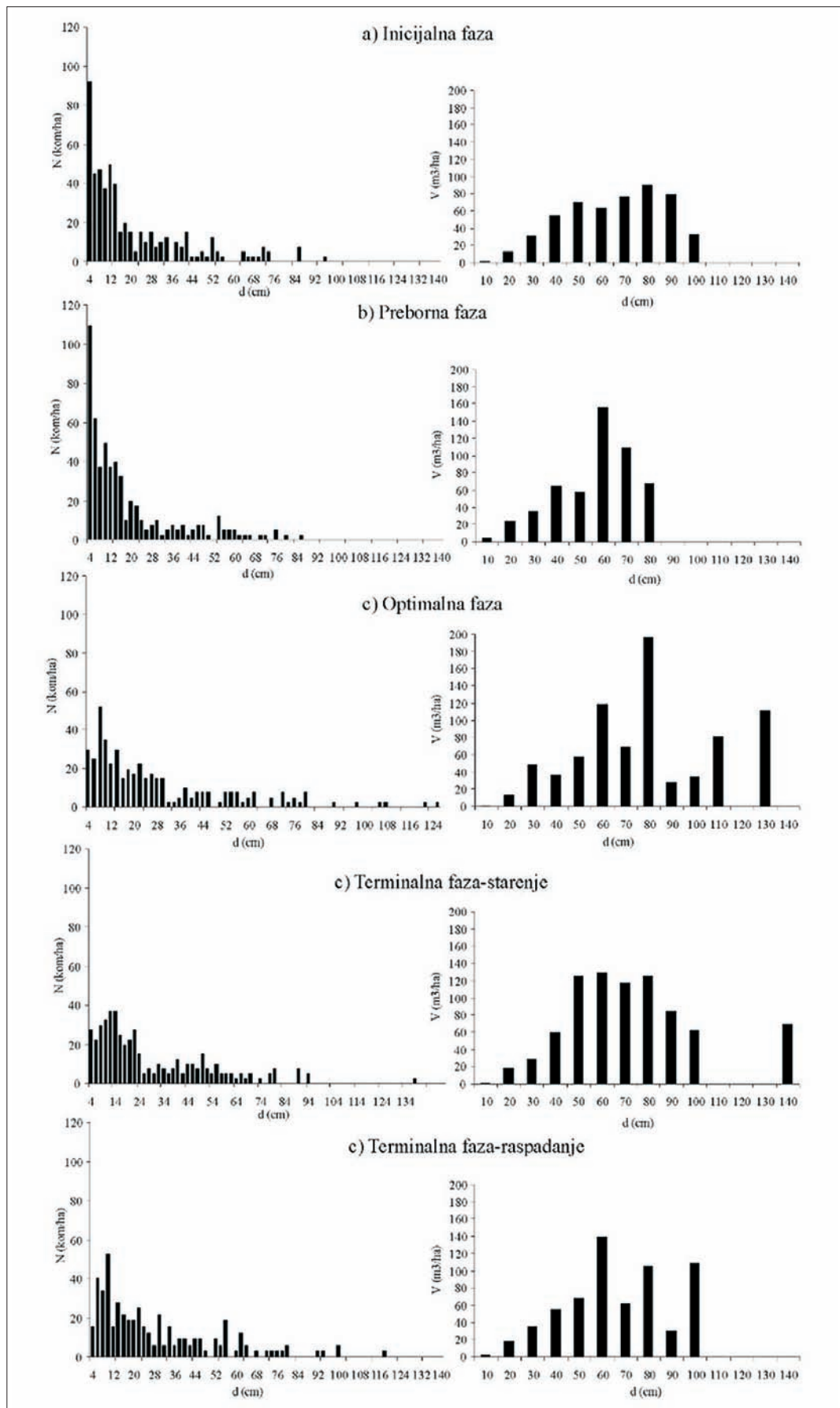
Kasna optimalna i podfaza starenja najzastupljenije su zbog kotlinastog reljefa Čorkove uvale koji je štiti od snažnih udara vjetrova, pa se zrela i odumrla stabla dugo održavaju u dubećem stanju. Za podfazu starenja karakteristična su krupna, vrlo visoka stabla s visinama do 58 m, iz čega rezultira i visok udio debelog drva u ukupnom volumenu sastojine. U toj se podfazi može

istraživati fizička zrelost vrsta drveća u uvjetima dinarskoga krša.

Podfaza raspadanja zastupljena je na malim površinama, a događa se uslijed pada pojedinih stabala ili nekoliko stabala u skupini, na površini do 0,1 ha. Nije zabilježeno raspadanje većih grupa stabala. Tipična inicijalna faza ima relativno mali udjel u površini prašumske sastojine. Pojavljuje se u progalama, ali i pod sklopom.

Tipična preborna faza ustanovljena je u najmanjem broju slučajeva. 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 u prosjeku može svrstati u terminalnu fazu. Predviđa kako će u budućnosti njezina stabilnost nazadovati uslijed velikih visina i prezrelosti pojedinih stabala, pa je moguće raspadanje na većim površinama. Na temelju toga može se očekivati porast učešća inicijalne faze razvoja (Mayer i dr. 1980). Usporedimo li ove navode s našim rezultatima može se zaključiti kako se u proteklih 30-tak godina te najave nisu ostvarile. Nasuprot ovome mišljenju, Kramarić i Iuculano (1989) su zaključili 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 oblik sklopa. Prpić (1979, 1972), Prpić i dr. (2001) navode kako je ukupno uzevši struktura prašume Čorkova uvala trajno preborna. To objašnjavaju kamenitim, krškim reljefom kojega obilježavaju brojne škrappe, vrtače, strmice, 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 malim površinama koje rijetko gdje prelaze 0,1 ha. Usporedbe radi, u gospodarskim prebornim šumama također se mogu pronaći manje površine koje svojom strukturom podsjećaju na inicijalnu, optimalnu i prebornu fazu prašume. To je posebice izraženo u prebornim šumama grupimične strukture. Zato Matić (2007) ustvrđuje kako prebornu fazu u kombinaciji s inicijalnom fazom treba postići i trajno održavati u gospodarskoj prebornoj šumi.

Usporedili smo distribucije stabala i volumena po prsnim promjerima za svaku od razvojnih faza. U analizu je uzet uzorak od pet ploha svake razvojne faze (Slika 2). Iz podataka se može zaključiti kako su sve distribucije stabala padajućega oblika. Njihovu širokom opsegu pridonosi spomenuta činjenica o dugotrajnom održavanju zrelih i odumrlih dubećih stabala.



Slika 2. Distribucije stabala i volumena po razvojnim fazama  
 Figure 2 Tree and volume distribution by developmental stage

Najgušća je tipična preborna faza, zahvaljujući velikom broju tankih stabala. U njoj je najzastupljenija obična jela. Najveći volumen po jedinici površine zabilježen je u fazi starenja (Tablica 2).

Tablica 2. Prosječne vrijednosti broja stabala i volumena po razvojnim fazama  
Table 2 Average values of tree number and volume by developmental stage

Vrsta drveća <i>Tree species</i>	Inicijalna <i>Initial</i>	Preborna <i>Selection</i>	Optimalna <i>Optimal</i>	Terminalna (starenje) <i>Terminal (ageing)</i>	Terminalna (raspadanje) <i>Terminal (decomposition)</i>
Broj stabala – <i>Number of trees (kom/ha; pcs/ha)</i>					
Jela – <i>Fir</i>	174	377	241	213	134
Bukva – <i>Beech</i>	279	161	211	248	213
Smreka – <i>Spruce</i>	9	10	10	22	47
Ukupno – <i>Total</i>	<b>462</b>	<b>548</b>	<b>461</b>	<b>484</b>	<b>394</b>
Prosječni volumen – <i>Average volume (m<sup>3</sup>/ha)</i>					
Jela – <i>Fir</i>	215,32	133,29	515,36	404,58	427,78
Bukva – <i>Beech</i>	287,41	293,82	259,03	320,32	196,62
Smreka – <i>Spruce</i>	7,04	7,59	22,72	95,23	56,37
Ukupno – <i>Total</i>	<b>509,77</b>	<b>434,70</b>	<b>797,11</b>	<b>820,12</b>	<b>624,51</b>

### Stabla velikih dimenzija – *Large dimension trees*

U prašumskoj sastojini Čorkova uvala rastu stabla velikih dimenzija. Najkrupnija su jelova stabla (tablice 3, 4). 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 “carska jela” u šumskom predjelu Kotao, šumarija Perušić. Njezina visina iznosi 42,50 m, a opseg debla u prsnoj visini 542 cm.

Tablica 3. Najdeblja stabla na pokusnim ploham u sastojini Čorkova uvala

Table 3 Thickest trees in sample plots in the stand of Čorkova Uvala

Vrsta drveća – <i>Tree species</i>	Prsni promjer – <i>DBH (cm)</i>
<i>Abies alba</i>	149
<i>Picea abies</i>	112
<i>Fagus sylvatica</i>	93

Tablica 4. Najviša stabla u sastojini Čorkova uvala

Table 4 Tallest trees in the stand of Čorkova Uvala

Vrsta drveća – <i>Tree species</i>	Prsni promjer – <i>DBH (cm)</i>	Visina – <i>Height (m)</i>
<i>Abies alba</i>	148	57,80
<i>Picea abies</i>	108	48,90
<i>Fagus sylvatica</i>	93	39,80

### Suha i odumrla stabla – *Dry and dead trees*

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 5). Zanimljiva je distribucija prsnih promjera tih stabala, posebice podatak

Tablica 5. Odumrla stabla po vrstama drveća i debljinskim razredima na mreži mjernih ploha

Table 5 Dead trees by tree species and diameter class in the plot network

Debljinski razred <i>DBH (cm)</i>	Vrsta drveća – <i>Tree species</i>			
	<i>Abies alba</i>	<i>Fagus sylvatica</i> + OTB ( <i>other</i> )	<i>Picea abies</i>	Ukupno – <i>Total</i>
-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 – <i>Per ha</i>	7	2	1	10

kako je najviše odumrlih jelovih stabala izmjereno u debljinskom razredu 11–20 cm, među relativno tankim stablima koja su u razvojnom stadiju letvika. Odumrlih dubećih jelovih stabala prsnoga promjera iznad 100 cm nema, jer se počinju raspadati. Slično tomu, nisu izmjerene niti jedna odumrla dubeća bukva iznad 80 cm i smreka iznad 70 cm prsnoga promjera. Tikvić i dr. (2006) su za razdoblje 1957–2000. ustanovili prosječno godišnje odumiranje stabala obične bukve u iznosu od 1,8 %, obične smreke 1,3 %, obične jele 0,5 %. Ustanovili su značajno smanjenje broja bukovih stabala u nižim debljinskim stupnjevima.

### Struktura mladoga naraštaja *Structure of young growth*

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 klimatogene su vrste drveća, a obična smreka i gorski javor prijelazne vrste drveća. Nije zabilježeno niti jedno stablo tise, mliječa, običnog jasena, gorskog briješta, jarebike, lipe ili koje druge vrste drveća, a dolaze od prirode u smjesi bukovo-jelovih sastojina.

Tablica 6 prikazuje strukturu mladoga naraštaja u prašumskoj sastojini Čorkova uvala. Izražene su pro-

sječne 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 %. Izuzmemo li ponik, po hektaru površine prašumske sastojine u prosjeku nalazimo 6190 biljaka pomlatka, što je manje od jedne biljke po četvornom metru. Dvije trećine pomlatka je visine do 50 cm.

Jela dominira u visinskim klasama do 100 cm, učešćem u iznosu od 74 % ukupnoga broja mladoga naraštaja. Međutim, 7 % mladoga naraštaja obične jele je ponik, a čak 56 % je u visinskoj klasi do 25 cm. Jednu jelu višu od 50 cm nalazimo u prosjeku na svakih 12 m<sup>2</sup> površine, a višu od 100 cm na svakih 30 m<sup>2</sup>. 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 6. Prosječna struktura mladoga naraštaja u prašumskoj sastojini Čorkova uvala  
*Table 6 Average structure of the young growth in the stand of Čorkova Uvala*

Visina – Height (cm)	Vrsta drveća – Tree species				Σ
	<i>Abies alba</i>	<i>Fagus sylvatica</i>	<i>Picea abies</i>	<i>Acer pseudoplatanus</i>	
	kom/ha – pcs/ha				
Ponik <i>One year old</i>	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
Σ	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 7). 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.



Tablica 7. Struktura mladoga naraštaja po fazama razvoja  
 Table 7 Structure of the young growth by developmental stage

Visina Height (cm)	Razvojna faza prašume i broj ploha uzetih u analizu <i>Developmental stage of virgin forest and number of plots taken for analyses</i>					
	inicijalna <i>initial</i> (9)	inicijalna/preborna <i>initial/selection</i> (5)	preborna <i>selection</i> (6)	optimalna <i>optimal</i> (10)	starenje <i>ageing</i> (14)	raspadanje <i>decomposition</i> (9)
	kom/ha – pcs/ha					
Ponik <i>Seedlings</i>	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
Σ	9195	12350	7165	5773	5268	4867

Ukupna brojnost mladoga naraštaja najveća je na plohama na kojima je ustanovljeno prijelazno stanje između inicijalne i preborne faze razvoja. Ukupna brojnost mladoga naraštaja opada od inicijalne/preborne prema podfazi raspadanja. Iste zakonitosti vrijede un-

tar svakog visinskog razreda. Mladoga naraštaja višeg od 200 cm nema u podfazama starenja i raspadanja. Isto tako, gustoća mu iznad te visine naglo opada u optimalnoj fazi.

### ZAKLJUČCI – Conclusions

Istraživanjem je ustanovljeno stanje strukture, teksture i pomlađivanja u prašumskoj sastojini Čorkova uvala, koja se prostire na 80,50 ha u sklopu Nacionalnog parka Plitvička jezera:

1. Prašumsku sastojinu u prosjeku tvori 440 stabala po hektaru. 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.). Ukupni broj stabala opada s porastom prsnog promjera. Koeficijent geometrijske progresije ( $q$ ) distribucije stabala po prsnim promjerima iznosi 1,20.
2. Volumen sastojine iznosi 671,23 m<sup>3</sup>/ha, od čega je 52 % jele, 42 % otpada na bjelogoricu, a ostatak u iznosu od 6 % pripada volumenu smreke. Među tanjim stablima, čiji su prsni promjeri do 30 cm, kumulirano je 7,55 % ukupnoga volumena. 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.
3. Ustanovljeno je postojanje razvojnih faza, ali na malim površinama koje rijetko prelaze 0,1 ha. Zato se može zaključiti o prosječno prebornom obliku sastojinskog sklopa. U 9 % slučajeva determinirana je inicijalna faza razvoja, 18 % slučajeva optimalna faza, 65 % terminalna faza (starenje i raspadanje), a u 8 % slučajeva tipična preborna faza razvoja.
4. Kasna optimalna i podfaza starenja su najzastupljenije zbog kotlinastog reljefa Čorkove uvale koji je štiti od snažnih udara vjetra, pa se zrela i odumrla stabla dugo održavaju u dubećem stanju. Podfaza raspadanja

nja zastupljena je na malim površinama, a događa se uslijed pada pojedinih stabala ili nekoliko stabala u skupini. Tipična inicijalna faza ima relativno mali udjel u površini prašumske sastojine. Pojavljuje se u progalama, ali i pod sklopom. Tipična preborna faza ustanovljena je u najmanjem broju slučajeva. Ona je najgušća (548 stabala/ha), s volumenom od 434,70 m<sup>3</sup>/ha i najvećim udjelom obične jele.

5. 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 je u debljinskom razredu 11–20 cm.
6. Ukupna brojnost mladoga naraštaja najveća je na lokalitetima na kojima je ustanovljena prijelazna inicijalna/preborna faza razvoja. Ti su lokaliteti najrjeđe zastupljeni po njezinoj površini.
7. Po hektaru površine prašumske sastojine u prosjeku nalazimo 6190 biljaka pomlatka. Na jelu otpada 60 %, bukvu 28 %, smreku 2 %, a na gorski javor 10 % ukupnoga broja mladoga naraštaja. Dvije trećine pomlatka je visine do 50 cm.
8. Po jednu jelu višu od 50 cm nalazimo u prosjeku na svakih 12 m<sup>2</sup> površine, a višu od 100 cm na svakih 30 m<sup>2</sup>. Za razliku od bukve i javora, iznad 300 cm visine do taksacijske granice nije zabilježena niti jedna jela. 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. Smrekov mladi naraštaj ima sekundarnu ulogu i sporadično se pojavljuje do visine od 175 cm.



## LITERATURA – References

- 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.
- Klepac, D., 1997: Novi sistem uređivanja prebornih šuma. *Hrvatske šume d. o. o., Zagreb*.
- Korpel, Š., 1996: Razvoj i struktura bukovo-jelovih prašuma i njihova primjena kod gospodarenja prebornom šumom. *Šumarski list CXX (3–4): 203–209, Zagreb*.
- 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*.
- Matić, S., 2007: Veza između prirodnog gospodarenja i životnih faza u razvoju prašume. U: S. Matić, I. Anić (ur.), *Prašumski ekosustavi dinarskoga krša i prirodno gospodarenje šumama u Hrvatskoj, Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti, zbornik sažetaka, 5–6, Zagreb*.
- Mayer, H., M. Neumann, H.-G. Sommer, 1980: Bestandesaufbau und Verjüngungsdynamik unter dem Einfluss natürlicher Wilddichten im kroatischen Urwaldreservat Čorkova uvala/Plitvicer Seen. *Schwiz. Zeitschr. f. Forstwes.* 131 (1): 45–70.
- Mayer, H., 1976: Gebirgswaldbau – Schutzwaldpflege. Ein waldbaulicher Beitrag zum Umweltschutz und zur Landschaftspflege. *Stuttgart*.
- Neumann, M., 1979: Bestandesstruktur und Entwicklungsdynamik im Urwald Rothwald (Niederösterreich) und im Čorkova uvala (Kroatien). *Disertacija, BOKU, Beč*.
- Program gospodarenja za Gospodarsku jedinicu Čorkova uvala – Kapela, 1987–1996.
- Prpić, B., S. Matić, J. Vukelić, Z. Seletković, 2001: Bukovo-jelove prašume hrvatskih Dinariada. 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, 1995: Der Urwald Čorkova uvala – ein Modell fuer den multifunktionalen Buchen-Tannen Plenterwald. *Ergebnisse d. 7. IUFRO Tanensymposiums, 250–253, Mainz*.
- 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*.
- Roženberger, D., S. Mikac, I. Anić, J. Diaci, 2007: Gap regeneration patterns in relationship to light heterogeneity in two old-growth beech-fir forest reserves in South East Europe. *Forestry* 80 (4): 431–443.
- 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*.
- Tikvić, I., Z. Seletković, D. Ugarković, T. Katić, 2004: Prilog istraživanjima dinamike razvoja prašume Čorkova uvala u Nacionalnom parku Plitvička jezera. *Plitvički bilten 6: 225–240, Nacionalni park Plitvička jezera*.
- Vukelić, J., J. Tomljanović, 2001: Fitocenološke značajke prašume Štirovača na srednjem Velebitu. U: S. Matić, A. P. B. Krpan, J. Gračan (ur.), *Znanost u potrajnom gospodarenju hrvatskim šumama, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Šumarski institut, Jastrebarsko, 163–174, Zagreb*.

*SUMMARY: Not so very long ago (the end of the 19<sup>th</sup> century) a large part of the Dinaric Mountain range in Croatia was covered by beech-fir and beech virgin forests. These forests have since been gradually converted into natural managed forests (Prpić et al. 2001). Nevertheless, several Dinaric beech-fir virgin forests have remained until the present day, including Čorkova Uvala, Devčića Tavani, Nadžak-Bilo, Plješivička Uvala, Javorov Kal and Štirovača (Prpić et al. 2001, Vukelić and Tomljanović 2001). Their total area amounts to 360 ha.*

*The best investigated of these is Čorkova Uvala. The first scientific forest research in this forest dates back to 1957. Its structure has since been analyzed on several occasions: in a permanent sample plot of one hectare (Tikvić et al. 2006, 2004, Prpić and Seletković 1996, Prpić 1979, 1972), in 12 sample plots of 2,500 m<sup>2</sup> each, systematically placed in the form of a network at a distance of 250 m from each other (Kramarić and Iuculano 1989) and in 153 sample plots, each sized 200 m<sup>2</sup> and systematically set up in the central part of the old growth stand in the form of a network 50 m from one another (Mayer et al. 1980). In addition, several inventories have also been conducted as part of the management program for the management unit of Čorkova Uvala (1987), and the structure of a wider area of Čorkova Uvala – Čudinka reserve has been analyzed (Cestar et al. 1983). Most of these investigations and inventories provide an average picture of the old growth stand structure. Apart from the results of Mayer et al. (1980), there have been no in-depth analyses of its structure and regeneration.*

*More recently, research into natural regeneration in the old growth stand of Čorkova Uvala has been intensified and initial results have been published (Roženberger et al. 2007). This work presents the results of initial comparative research into the structure, texture and regeneration in the old growth stand of Čorkova Uvala.*

*This research was undertaken in the Dinaric beech-fir virgin forest of Čorkova Uvala in Plitvice Lakes National Park in the period 2004–2005. The research involved a systematic sample of 68 plots of 805 m<sup>2</sup> each. The plots, set up in the form of a network, were placed 100 m from one another. The activities in each plot included measuring the terrain slope, describing the relief, assessing the canopy, identifying life stages of the virgin forest, measuring breast diameters on all trees ( $d_{1,30} > 3$  cm) and classifying them by tree species. Dead trees were recorded separately. A height sample was measured in the plots and in their immediate proximity. The young growth was measured in each plot over an area of 80 m<sup>2</sup> and classified by tree species and height.*

*Research provided the condition of the structure, texture and regeneration in the old growth stand extending over 80.50 ha. The old growth stand is made up of 440 trees per hectare on average. Common beech and other hardwoods (OHW) account for almost half of the trees (49 %). There are 45 % of fir trees (*Abies alba* Mill.) and 6 % of common spruces (*Picea abies* Karst.). The total tree number declines with an increase in breast diameters. The coefficient ( $q$ ) of tree distribution by breast diameter is 1.20. Stand volume is 671.23 m<sup>3</sup>/ha, of which fir accounts for 52 %, broadleaves account for 42 %, and the remaining 6 % relates to spruce. 7.55 % of the total volume is accumulated among thinner trees with breast diameters up to 30 cm. Trees with mean breast diameters between 31 and 50 cm contain 19.92 % of the total stand volume. The remaining volume of 72.53 % is accumulated on trees with breast diameters above 50 cm. Different developmental stages have been identified, albeit over small areas, allowing us to conclude that the stand profile has the selection form. The initial developmental stage was determined in 9 % of the cases, the optimal stage in 18 % of the cases, the terminal stage in*

65 % of the cases (ageing and decomposition), and the typical selection developmental stage in 8 % of the cases. The late optimal stage and the ageing stage are the most common due to the depression-like relief of Čorkova Uvala, which protects it from severe winds and allows mature and dead trees to remain standing for long periods. The decomposition stage occurs over small areas as a consequence of fall of single trees or small groups of trees. In the area of the old growth stand the typical initial stage is relatively modest. It occurs in gaps but also under the canopy. The typical selection stage was found in the smallest number of cases. It is the densest (548 trees/ha), with a volume of 434.70 m<sup>3</sup>/ha and the highest participation of the silver fir. There are on average ten dead (dry and rotten) trees per one hectare of the old growth stand, of which seven are trees of silver fir. The highest number of dead fir trees was recorded in the 11–20 cm diameter class. The total abundance of the young growth was found in the localities in which a transitional initial/selection developmental stage was recorded. These localities are the least represented. There are 6,190 seedlings on average per one hectare of the old growth stand. Fir accounts for 60 %, beech for 28 %, spruce for 2 % and sycamore for 10 % of the total number of the young growth. Two thirds of the seedlings are up to 50 cm tall. On average, a fir taller than 50 cm is found on every 12 m<sup>2</sup> of the area and one taller than 100 cm on every 30 m<sup>2</sup> of the area. Unlike beech and sycamore, no fir taller than 300 cm was found up to the taxation limit. Of the total number of the young growth up to 100 cm in height, beech accounts for 15 %, spruce for 2 % and sycamore for 9 %. Beech and sycamore prevail in height classes above 100 cm. The young growth of spruce has a secondary role and occurs sporadically, reaching a height of up to 175 cm.

*Key words:* virgin forest, beech-fir virgin forest, structure, texture, regeneration, Čorkova uvala, Plitvice Lakes, Croatia