

## ANALIZA STRUKTURE I KVALITETE PRIRODNOG MLADIKA CRNOG BORA

### THE ANALYSIS OF THE STRUCTURE AND QUALITY OF THE NATURAL BLACK PINE YOUNG GROWTH

Konrad PINTARIĆ\*

**SAŽETAK:** U prirodnoj sastojini crnog bora (*Pinus nigra*), u kojoj se provodi stablimično korištenje drvne mase, u prirodnom pomlatku u fazi mladika (gornja visina oko 2 m) analiziran je utjecaj zasjenjenosti krošnjama stabala matične sastojine na razvoj, strukturu i kvalitetu prirodnog podmlatka. Proučavanje je provedeno na primjernim plohama na kojima posljednjih 15–20 godina nije bilo nikakve sječe. U tom razdoblju prirodni pomladak nije njegovan.

Pokazalo se da u čistim sastojinama crnog bora, nakon uvođenja procesa prirodne obnove pod zastorom krošanja stabala matične sastojine, specijalno pomladno razdoblje ne bi trebalo biti duže od 10 godina, a da bi dovršni sijek trebalo provesti kada prirodni pomladak dostigne visinu od 0.5 m.

Samo izuzetno, ukoliko se želi proizvesti još deblja stabla, može se ostaviti 15–20 najkvalitetnijih stabala po hektaru, u kom bi se slučaju ta stabla posjekla na kraju drugog produkcijskog perioda, kako bi se izbjegle štete na stablima obnovljene sastojine. Razmak između ovih pričuvala bi bio 20–25 metara. Na taj način dobio bi se dodatni volumni prirast.

**Ključne riječi:** *Pinus nigra*, mladik, struktura, kvaliteta.

## UVOD

Od ukupne površine visokih šuma, koja u Bosni i Hercegovini iznosi oko 1,13 milijuna hektara, na šume običnog i crnog bora otpada oko 86.000 hektara. Od ove površine, na bolje uvjete staništa otpada oko 65.000 hektara (Matić et al., 1971). U ovim, kao i u ostalim visokim šumama provodila se isključivo stablimična sječa stabala (stablimični "prebor") uz isključivo prirodnu obnovu. Zahvaljujući povoljnim uvjetima staništa, prirodna obnova je zadovoljavajuća.

Međutim, glede činjenice da je u šumama crnog bora specijalno pomladno razdoblje veoma dugo, prirodni pomladak se dugo vremena nalazi pod većom ili manjom zasjenom krošanja stabala matične sastojine.

Crni bor je vrsta polusjene, a u posebnim uvjetima staništa i vrsta drveća koja zahtijeva znatno više svjetla, tako da se duže zasjenjivanje negativno odražava na razvoj i kvalitetu stabala obnovljene sastojine.

Cilj ovih istraživanja bio je u mladiku crnog bora utvrditi utjecaj stupnja zasjenjivanja na prirašćivanje, strukturu i kvalitetu jedinki, i eventualnu preporuku za daljnji postupak u procesu prirodne obnove ovih šuma.

### Uvjeti staništa

**Klima.** Za obilježavanje klimatskih uvjeta, poslužila je meteorološka stanica Višegrad (344 mm), koja se nalazi na oko 5 km od objekta, koji se nalazi na oko 400 m nadmorske visine.

Prosječna godišnja temperatura iznosi 10,4°C, prosječna temperatura najhladnijeg mjeseca -2,5°C, prosječna godišnja amplituda temperature 23,6°C. Prosječna temperatura po godišnjim dobima i u razdoblju od V do IX iznosila je:

	zima	proljeće	ljet	jesen	V-IX
t°C	-0,1	10,7	20,1	11,1	18,4

Apsolutna maksimalna temperatura iznosila je 38,8°C, a apsolutna minimalna -24,2°C.

\* Prof. dr. sc. Konrad Pintarić, Edhema Mulabdića 7, Sarajevo, Bosna i Hercegovina

Prosječna godišnja količina oborina je 710 mm, a po godišnjim dobima i u razdoblju od V do IX mjeseca bila je:

	zima	proljeće	ljetno	jesen	V-IX
mm	151	177	193	189	318
%	21	25	27	27	45

Vrijednost indeksa suše po De Martonne-u, u ljetnom razdoblju (VII, VIII i IX) približava se graničnoj vrijednosti od 20, koju je De Martonne označio kao granicu između humidne (iznad 20) i aridne (ispod 20) /24, 21 i 26/ klime.

Temperature, oborine i njihov raspored ukazuju na kontinentalni karakter klime.

**Tlo.** Matični supstrat je gabra, na kome se razvilo smeđe tlo, koje je jako glinovito, plastično i slabo propusno za vodu. Kako nema kremena, s napredovanjem evolucije tla, frakcija pijeska se stalno gubi, tako da sadržaj gline stalno raste. Ovaj tip tla uvijek je zasićen bazama i ima približno neutraslnu reakciju.

**Vegatacija.** Ove čiste šume crnoga bora spadaju u trajnu zajednicu Ericeto-pinetum Nigrae, koja po svom sastavu sadrži listopadne elemente.

**Sastojinske prilike.** Prirodna čista sastojina crnog bora (*Pinus nigra*) veoma heterogene strukture u kojoj se provodi stablimična sječa.

**Cilj proizvodnje:** Maksimalna količina najvrijednije drvene mase uz održavanje ili povećanje plodnosti tla i zaštitu tla od nepovoljnih klimatskih utjecaja.

### Metoda rada

U višegradskom području, u odjelu 2 gospodarske jedinice "Rzav - Varda", u prirodnom mladiku koji se nalazi u prirodnoj sastojini crnog bora u kojoj posljednjih 15-20 godina nisu provadane nikakve sječe, analiziran je razvoj mladika u različitim uvjetima osvjetljenja i to:

Stupanj osvjetljenja

A: mladik pod zastorom krošanja stabala matične sastojine ravnomjerno prekinutog sklopa; sklop sastojine 0.5-0.6,

B: mladik pod zastorom krošanja stabala matične sastojine; sklop sastojine 0.3-0.4,

C: mladik u sredini skupine koja se nalazi na 7-8 m od ruba krošanja matične sastojine,

D: mladik u sredini skupine koja se nalazi na 10-15 m od ruba krošanja stabala matične sastojine,

E: mladik u sredini skupine koja se nalazi na 20-25 m od ruba krošanja stabala matične sastojine,

F: mladik se nalazi izvan zastora krošanja stabala matične sastojine; udaljenost primjernih ploha mladika od stabala matične sastojine oko 30 m,

G: mladik se nalazi izvan zastora krošanja stabala matične sastojine; udaljenost primjernih ploha mladika od stabala matične sastojine 50-60 m.

U svim stupnjevima osvjetljenja postavljene su po tri primjerne plohe veličine 8 m<sup>2</sup> (2m x 4m), a na svim jedinkama vršena su sljedeća mjerenja odnosno ocjene:

- visine u posljednjih pet godina s točnošću od 1 cm,
- debljine u vratu korijena (na 10 cm od zemlje) u mm,
- duljina posljednjeg ljetorasta u cm,
- debljina posljednjeg ljetorasta u osnovi i na sredini u mm,
- prosječna duljina grana u posljednjem pršljenju,
- prosječna debljina grana u osnovi i u sredini na posljednjem pršljenju,
- starost jedinki koje se nalaze u okvirima gornje visine mladika (20% najviših stabilaca) i
- kvaliteta jedinki.

Na temelju mjerenja obračunati su i:

- koeficijent vitkosti,
- vitkost grana i
- odnos duljine posljednjeg ljetorasta prema prosječnoj duljini grana u posljednjem pršljenju.

Za sve navedene parametre obračunate su srednje vrijednosti i srednja pogreška mjerenja. Pri utvrđivanju ovisnosti pojedinih parametara od stupnja zasjenjenosti primijenjena je linearna regresija uz obračunati stupanj određenosti i korelaciju ranga.

### Visine i visinski prirast

Srednje visine analiziranih stabala bile su sljedeće:

stupanj zasjenjenosti	g o d i n a					
	1975	1976	1977	1978	1979	1979
	s r e d n j a v i s i n a					gornja visina
	cm					
A	120±12	127±11	143±13	150±14	159±13	221±10
B	102±30	118±01	132±03	147±04	159±05	202±08
C	141±10	151±10	163±09	174±08	185±08	232±05
D	71±13	95±09	119±05	142±02	162±01	202±10
E	45±10	71±10	100±11	137±09	171±07	208±03
F	64±18	88±14	112±11	143±10	172±14	209±15
G	60±09	90±07	122±07	157±06	188±08	229±19

Prema tome, ovisno o stupnju zasjenjenosti, krajem 1979. godine prosječne visine variraju između 159 cm (stupanj A) i 188 cm (stupanj G), a gornje visine između 202 i 229 cm.

I pored razlika u visinama koje postoje između pojedinih stupnjeva zasjenjenosti, DUNCAN-ov "multiple rang test" pokazao je da su razlike neznatno sig-nifikantne, što znači da je materijal po prosječnim visinama u 1979. godini prilično homogen. Ova početna homogenost omogućava da se pri daljnjoj analizi rezul-

tata istraživanja bolje uoči utjecaj zasjenjenosti na istraživane parametre.

Pada u oči da je u posljednje četiri godine kod stupnja zasjenjenosti "A" ukupno prirašćivanje u visinu bilo oko 40 cm, tj. oko 10 cm godišnje, dok je kod stupnja zasjenjenosti "G" ukupno prirašćivanje u visinu bilo 130 cm, odnosno 32,5 cm godišnje, tj. preko tri puta više nego kod stupnja "A".

U razdoblju od 1976. do 1979. godine, prosječni visinski prirast bio je:

zasjenjenost	visinski prirast u godini				
	1976	1977	1978	1979	1976-1979
	cm				
A	7.3±0.8	12.7±2.2	10.0±1.7	9.3±1.3	39.3
B	15.3±2.3	14.7±1.9	14.7±1.5	12.3±1.0	57.0
C	10.0±0.5	11.7±0.8	11.7±0.8	10.7±0.5	44.1
D	24.0±3.7	24.0±3.6	23.0±2.9	20.3±3.2	91.3
E	25.7±0.7	29.3±1.7	37.0±2.4	34.0±1.6	126.0
F	23.7±5.0	24.3±5.7	31.0±7.7	29.3±8.4	108.3
G	30.0±2.5	32.0±2.8	34.7±2.2	31.3±3.1	128.0

Linearna jednadžba visinskog prirasta u razdoblju od 1976. do 1979. godine za pojedine stupnjeve zasjenjenosti iznosila je:

Stupanj zasjenjenosti

A	$Y = 10.65 - 0.33 x; r = 0.19$
B	$Y = 12.0 - 0.90 x; r = 0.87$
C	$Y = 10.05 - 0.21 x; r = 0.33$
D	$Y = 19.8 + 1.21 x; r = 0.90$
E	$Y = 23.35 + 3.26 x; r = 0.84$
F	$Y = 21.2 + 2.35 x; r = 0.84$
G	$Y = 30.35 + 0.66 x; r = 0.43$

Kako se vidi, u posljednje četiri godine, kod stupnja zasjenjenosti "A" i "B" visinski prirast imao je tendenciju opadanja, dok je kod ostalih stupnjeva zasjenjenosti imao tendenciju porasta. Osim toga, vidljivo je da su i veličine visinskog prirasta kod pojedinih stupnjeva zasjenjenosti vrlo različite, da su najmanje kod stupnja "A" a najveće kod stupnja "G". Ukupan prirast u visinu za sve četiri godine bio je najmanji kod stupnja "A", a najveći kod stupnja "G".

I korelacija ranga pokazala je da je u mladiku prirašćivanje u visinu ovisno od stupnja osvjetljenja, i u 74% slučajeva se veličina visinskog prirasta može objasniti stupnjem zasjenjenosti.

### Debljine

Debljine nisu mjerene u vratu korijena, nego na visini od 0,10 m od zemlje, jer se u vratu korijena javljaju prilične nepravilnosti kojih nema ili su vrlo rijetke na visini od 0,10 m.

Osim toga debljine su mjerene na 1/10 i na 1/3 visine te na visini od 1,3 m.

Prema stupnju zasjenjenosti, prosječne debljine biljaka iznosile su:

Stupanj zasjenjenosti	visina mjerenja debljine			
	0.1 m	1/10 visine	1/5 visine	na 1.30 m
	debljina u milimetrima			
A	20.8±0.8	18.3±1.0	15.0±0.9	10.7±0.7
B	23.3±1.2	21.3±0.9	18.0±0.9	12.7±1.2
C	25.3±0.8	22.3±0.9	20.0±0.0	11.3±1.6
D	32.0±0.9	28.3±1.1	24.3±0.8	13.3±0.3
E	34.0±1.6	31.0±1.3	26.7±0.5	14.7±0.7
F	40.7±5.4	34.7±4.2	30.0±4.2	17.3±3.2
G	45.3±4.1	39.7±4.0	33.7±3.3	18.0±1.3

Vidi se da se smanjivanjem stupnja zasjenjenosti u svim mjerenim visinama povećavaju debljine, što je uvjetovano povećavanjem fotosinteze s povećanjem in-

tenziteta osvjetljenosti. Kramer i Kozlovsky (1960) navode, da se s povećanjem intenziteta osvjetljenja kod drveća dolazi do značajnih morfoloških pro-

mjena. Razvoj korijena, odnos između korijena i nadzemnog dijela (root/shoot ratio) povećava se s povećanjem osvjetljenja. Lišće koje se razvija u uvjetima jačeg osvjetljenja je deblje, jer veći intenzitet osvjetljenja pospješuje razvoj palisadnog tkiva s dva do tri sloja, dok se u većoj zasjenjenosti forsira proizvodnja spužvastog parenhimskog tkiva. Kod lišća, svjetla puči su mnogobrojnije, a kutikula i zidovi stanica deblji.

Značaj intenziteta osvjetljenja na proizvodnju drvene mase najbolje se vidi u razlikama u proizvodnji suhe supstance pri različitom intenzitetu osvjetljenja.

Prema istim autorima, kod sijanaca bora, *Pinus taeda*, koji su rasli pri punom osvjetljenju i pri zasjeni od oko 1/3 punog osvjetljenja, ukupna težina suhe supstance iznosila je:

	visina biljaka cm	težina korijena gr	suhe supstance nadzemnog dijela gr	ukupno gr
puno osvjetljenje	42	25	20	45
1/3 punog osvjetljenja	35	6	7	13

Vidi se da je kod bora raslog u punom osvjetljenju, korijen teži i više od četiri puta, a nadzemni dio za oko tri puta, dok je cijela biljka teža za oko 3,5 puta. Ovo ukazuje u kojoj mjeri intenzitet osvjetljenja utječe na intenzitet fotosinteze, čiji se netto učinak odražava u

proizvedenoj suhoj supstanci. Ovaj učinak se u krajnjoj liniji odražava na širini goda. Kada analizirano debljinu stabala, moramo imati u vidu kako ćemo kasnije ukazati da su mladici koji su rasli u zasjeni stariji, te je prosječna širina goda iznosila:

S t u p a n j z a s j e n j e n o s t i							
	A	B	C	D	E	F	G
Debljina na visini od 0.10 m (mm)	20.8	23.3	25.3	32.0	34.0	40.7	45.3
Starost (godina)	22.4	17.4	20.1	10.1	7.2	9.8	8.4
Prosječni debljin- ski prirast (mm)	0.9	1.3	1.3	3.2	4.7	4.2	5.4
Prosječna širina goda (mm)	0.46	0.67	0.63	1.58	2.36	2.07	2.70

Vidi se da je u punom osvjetljenju prosječna širina goda (stupanj "G") za 5,9 puta veća nego pri najjačem stupnju zasjenjenosti (stupanj "A")

Debljine stabalaca mjerene u različitim visinama, u odnosu na stupanj zasjenjenosti pokazuju istu tendenciju, a jedino se razlikuju u veličini debljine i u nagibu linije kod linearne jednadžbe, koja je najblaža na visini od 1,3 m, što je i razumljivo kada se uzme u obzir da je

ta visina najčešće iznad 1/2 visine biljaka, gdje nagomilavanje organskih materija dolazi jače do izražaja, a isto tako i po Zakonu o minimumu po Mitscherlich-u (Kramer i Kozlovsky, 1960.).

Korelacija ranga kod debljina je maksimalna, što znači da je u 100% slučajeva debljina uvjetovana stupnjem osvjetljenja.

### Starost mladika

Starost mladika određena je brojenjem godova na panjicima posječenih stabalaca. Starost mladika na kraju 1979. godine iznosila je

S t u p a n j z a s j e n j e n o s t i							
	A	B	C	D	E	F	G
Broj stabalaca na kojima je određena starost	23	30	27	29	35	30	32
Prosječna starost (godina)	22.4	17.4	20.1	10.1	7.2	9.8	8.4
Varijaciona širina (godina)	19-28	13-24	18-24	8-16	7-9	7-15	7-12
Srednja greška	±0.6	±0.7	±0.6	±0.6	±0.2	±0.7	±0.3
Prosječna visina (cm)	159	159	185	162	171	172	188

Kako se vidi, pri gotovo istim prosječnim visinama stabalaca koja pripadaju gornjoj etaži, tazlike u prosječnoj starosti su prilično velike. Dok je pri zasjenjenosti "A" prosječna starost 22.4 godine, pri stupnju zasjenjenosti od "D" do "G" prosječna starost varira od 7,2 do 10,1 godina. Ovaj podatak jasno ukazuje u kojoj mjeri može stupanj zasjenjenosti utjecati na prirašćivanje u

visinu. Osim toga, ovi podaci nam ukazuju da je i kod crnog bora prirodno pomlađivanje ostvareno iz više sjemenih godina, koje su kod crnog bora česte.

Uzimajući u obzir prosječne visine i prosječne starosti u pojedinim stupnjevima osvjetljenja, proizlazi da je prosječni dobni visinski prirast iznosio:

S t u p a n j z a s j e n j e n o s t i							
	A	B	C	D	E	F	G
Prosječni dobni visinski prirast (cm)	7.1	9.1	9.2	16.0	23.8	17.6	22.4

Zakonitost opadanja prosječne starosti s povećanjem intenziteta osvjetljenja dana je linearnom jednadžbom:

$$Y = 23.63 - 2.5 x ; r = 0.88$$

Korelacija ranga pokazuje da se u 74% slučajeva može objasniti da starost s opadanjem stupnja zasjenjenosti opada te je pri gotovo istoj prosječnoj visini mladik utoliko stariji, ukoliko je zasjenjenost veća.

### Broj biljaka

U istraživanom mladiku, broj biljaka bio je sljedeći:

S t u p a n j z a s j e n j e n o s t i							
	A	B	C	D	E	F	G
Broj biljaka po aru	447±12	467±14	586±47	753±33	573±76	587±13	387±38
Varijaciona širina	280-740	440-500	520-700	280-1560	420-740	320-880	300-460

Broj biljaka varira u vrlo širokom rasponu, od 28 000 do 156 000 po hektaru, što omogućava veliku mogućnost selekcije. I u pojedinim stupnjevima zasjenjenosti broj biljaka jako varira. U okviru istog stupnja zasjenjenosti razlike u broju biljaka su veće nego između pojedinih stupnjeva zasjenjenosti.

Linearna jednadžba za broj biljaka u odnosu na stupanj zasjenjenosti glasi:

$$Y = 536.84 + 1.54 x ; r = 0$$

što znači, da se smanjivanjem zasjenjenosti povećava broj biljaka, ali u našem slučaju stupanj zasjenjenosti

nije utjecao na brojno stanje mladika, nego su drugi čimbenici imali odlučujući utjecaj.

Osim toga, ovako veliki broj jedinki ukazuje da se već u fazi mladika mora otpočeti s njegom, kako se ne bi dogodilo da uslijed velikog broja jedinki, što je povoljno za selekciju, dođe do nepoželjnih posljedica kao što su štete od snijega. Osim toga, pomaganjem najvrijednijih jedinki u gornjem sloju, usmjeravamo selekciju k pomaganju najboljih a ne najjačih, koje kod crnog bora često i nisu najbolje, kako se to događa kod prirodne selekcije.

### Stupanj vitkosti

Stupanj vitkosti obračunat je omjerom između visine biljaka i debljine na visini od 1,3 metra. Ovaj element je prema Abetzu vrlo značajan, jer u znatnoj mjeri utječe i na stabilnost jedinke. Naime, što je stupanj vit-

kosti niži, biljka je stabilnija i manje je izložena štetama koje nastaju savijanjem pod teretom snijega.

Stupanj vitkosti u odnosu na stupanj zasjenjenosti iznosio je:

S t u p a n j z a s j e n j e n o s t i							
A	B	C	D	E	F	G	
S t u p a n j v i t k o s t i							
149±9	128±11	159±3	121±6	117±5	105±11	106±5	

Linearna jednadžba stupnja vitkosti u odnosu na stupanj zasjenjenosti bila bi:

$$Y = 157.28 - 7.72 x; r = 0.80$$

Iz ovog se može zaključiti da se s povećanjem intenziteta osvjetljenja smanjuje i stupanj vitkosti.

### Koeficijent vitkosti debla

Koeficijent vitkosti debla je omjer između visine biljke i debljine na polovici visine.

Ovaj koeficijent u odnosu na stupanj zasjenjenosti iznosio je:

Koeficijent vitkosti	Stupanj zasjenjenosti						
	A	B	C	D	E	F	G
	79±3	69±1	73±2	51±1	50±1	43±3	42±4

Linearna jednadžba za koeficijent vitkosti glasi:

$$Y = 84.5 - 6.6 x; r = 0.93$$

S povećanjem intenziteta osvjetljenja smanjuje se koeficijent vitkosti, a samim tim smanjuje se i opasnost od snijega.

### Debljina posljednjeg ljetorasta u osnovici i na sredini

Prosječne debljine posljednjeg ljetorasta iznosile su:

	Stupanj zasjenjenosti						
	A	B	C	D	E	F	G
	m i l i m e t a r a						
U osnovi	5.4±0.2	6.1±0.2	6.±0.4	8.9±0.9	10.9±0.5	11.5±2.1	11.3±0.2
Na sredini	5.1±0.2	5.9±0.2	5.6±0.4	8.3±0.8	10.1±0.4	10.7±1.9	10.5±0.2

Linearne jednadžbe za ove parametre su:

Debljina u osnovi:  $Y = 3.74 + 1.99 x; r = 0.95$

Debljina u sredini:  $Y = 3.71 + 1.08 x; r = 0.95$

U oba slučaja se s povećanjem intenziteta osvjetljenja u visokom stupnju sigurnosti povećava i debljina grana.

### Prosječna duljina i debljina grana u posljednjem pršljenu

U posljednjem pršljenu mjerene su i debljine svih grana.

Prosječne duljine i debljine grana u ovisnosti od stupnja zasjenjenosti iznosile su:

	Stupanj zasjenjenosti						
	A	B	C	D	E	F	G
Duljina grana (cm)	6.7±0.5	9.2±0.6	8.0±0.2	13.9±1.5	20.5±1.0	17.9±4.6	22.0±1.4
Debljina grana u osnovi (mm)	3.5±0.1	4.4±0.1	4.3±0.2	5.6±0.3	6.8±0.2	7.4±1.3	7.2±0.7
Debljina grana na sredini (mm)	3.3±0.1	3.9±0.1	3.8±0.2	5.0±0.3	6.1±0.2	6.7±1.1	6.4±0.4

Linearne jednadžbe za duljine i debljine grana u posljednjem pršljenu su sljedeće:

$$\text{Duljina grana } Y = 3.778 + 2.563 x; r = 0.89$$

$$\text{Debljina grana u osnovi } Y = 2.8 + 0.7 x; r = 0.96$$

$$\text{Debljina grana u sredini } Y = 2.59 + 0.61 x; r = 0.96$$

Iz ovih podataka jasno se vidi da se s povećanjem intenziteta osvjetljenja s velikom sigurnošću povećavaju duljine i debljine grana u posljednjem pršljenu.

### Odnos između duljine grana posljednjeg ljetorasta i prosječne duljine grana u posljednjem pršljenu

Izetbegović (1977) je u svojim istraživanjima zaključio da odnos između duljine posljednjeg ljetorasta i prosječne duljine grana u posljednjem pršljenu u znatnoj mjeri ovisi od intenziteta osvjetljenja, i ukoliko su uvjeti osvjetljenja slabiji i ovaj odnos je manji.

Istovremeno je došao do zaključka da se na temelju ovog odnosa može utvrditi i minimalna količina osvjetljenja koja bi bila potrebna za normalan rast biljke, što ovisi od vrste drveća. Tako kod jele ovaj odnos ne bi smio biti manji od 1.0.

U ovisnosti od stupnja zasjenjenosti, ovaj je iznosio:

Stupanj zasjenjenosti						
A	B	C	D	E	F	G
1.3±0.1	1.3±0.1	1.4±0.1	1.5±0.1	1.5±0.2	1.6±0.1	1.4±0.1

Linearna jednadžba za ovaj parametar glasi:

$$Y = 2.162 + 0.275 x; r = 0.80$$

Vidljivo je da se s povećanjem intenziteta osvjetljenja povećava i ovaj količnik i to s visokom signifikantnošću.

Na temelju rezultata istraživanja moglo bi se zaključiti da ovaj količnik ne bi trebao biti manji od 1,5, što bi bilo u skladu s dinamikom prirašćivanja u visinu kod

crnog bora, a što bi bila i minimalna količina osvjetljenja potrebnog za normalni rast crnog bora. Ovaj zaključak bio bi u skladu sa širinom goda, koja u datim uvjetima osvjetljenja i na datom staništu iznosi 1,58 mm (stupanj zasjenjenosti "D") do 2,70 mm (stupanj zasjenjenosti "G"), što je u granicama proizvodnje najvrijednije drvna mase s najpovoljnijim tehnološkim svojstvima.

### Kvaliteta debla mladika crnog bora

Prilikom analize mladika crnog bora glede kvalitete debla, na primjernim prugama od po 5 m<sup>2</sup> (1m x 5m) razvrstana su stabla u sljedeće kategorije:

Kvaliteta debla:

Odličan : jedinke od vrata korijena do vrha potpuno prave

Osrednji : jedinka slabo jednostrano zakrivljena

Slab : jedinka jako zakrivljen

Loš : jedinka deformirana

Na temelju ove kategorizacije kvaliteta jedinki je sljedeća:

Stupanj zasjenjenosti	Broj blokova	Kvaliteta debla					Ukupno
			Odlična	Osrednja	Slaba	Loša	
A	3	kom/aru	13	100	180	153	446
		%	3	22	40	35	100
B	3	kom/aru	93	67	207	100	467
		%	20	14	45	21	100
C	3	kom/aru	160	167	200	80	607
		%	26	28	33	13	100
D	3	kom/aru	427	240	47	40	754
		%	57	32	6	5	100
E	3	kom/aru	327	147	93	7	574
		%	57	26	16	1	100
F	3	kom/aru	253	153	120	60	586
		%	43	26	20	11	100
G	3	kom/aru	300	80	7	—	387
		%	77	21	2	—	100

Kao što se vidi, sa smanjivanjem stupnja zasjenjenosti povećava se i učešće jedinki s kvalitetnim deblom. Čak i kada se uzmu u obzir apsolutni brojevi, vidi se da se s povećanjem intenziteta osvjetljenja povećava i učešće stabala s odličnim deblom.

Tok relativnog učešća stabalaca s kvalitetnim, odlič-

nim deblom može se iskazati sljedećom linearnom jednadžbom:

$$Y = 2.1 + 10.6 x ; r = 0.91$$

Jasno se vidi da je učešće stabalaca s odličnim deblom u znatnoj mjeri ovisi od uvjeta zasjenjenosti, jer je koeficijent određenosti vrlo visok (0,91).

### Kvaliteta krošnje

Na istim primjernim prugama na kojima je ocjenjivana kvaliteta debla, ocjenjivana je i kvaliteta krošnjice.

Sva stabla su razvrstana u dvije kategorije:

– Krošnja je dobra ako je simetrična i pravilnog oblika

– Krošnja je loša ako ne zadovoljava uvjete dobre krošnje.

Kvaliteta krošanja po stupnju zasjenjenosti je sljedeća:

Kvaliteta krošnje	S t u p a n j z a s j e n j e n o s t i							
		A	B	C	D	E	F	G
Dobra	kom/aru	86	207	313	540	407	400	353
	%	19	44	52	72	71	68	91
Loša	kom/aru	360	260	294	214	167	186	35
	%	81	56	48	28	29	32	9
Ukupno	kom/aru	446	467	607	754	574	586	387
	%	100	100	100	100	100	100	100

Iz navedenog primjera vidljivo je da se sa smanjivanjem stupnja zasjenjenosti udio jedinki s kvalitetnom krošnjom povećava, što proizlazi iz linearne jednadžbe za relativno učešće pojedinih kategorija krošanja:

$$Y = 18.5 + 10.2 x ; r = 0.88$$

što znači da se kvaliteta krošanja u 88% slučajeva može objasniti stupnjem zasjenjenosti.

### ZAKLJUČAK

Analiza mladika crnog bora nastalog prirodnim putem, primjenjujući stablimičnu sječū, pokazala je sljedeće:

1. Na smeđem tlu, koje se razvilo na gabru, prirodna obnova se odvija na zadovoljavajući način i to kako pod zastorom krošanja stabala matične sastojine tako i naletom sjemena sa strane (na oko 2-3 visine stabala matične sastojine).

2. Obzirom da crni bor spada u vrste drveća s većim zahtjevom na svjetlo, specijalno pomladno razdoblje ne bi trebalo biti duže od 10 godina, ili da je visina prirodnog pomlatka oko 0.5 m.

3. Prosječne visine mladika, ovisno od stupnja zasjenjenosti, variraju između 159 cm (najveći stupanj zasjenjenosti) i 188 cm (mladik se razvijao u punom osvjetljenju). Gornje visine bile su između 202 i 229 cm. Mladik koji se nalazi pod zastorom krošanja, u posljednje tri godine pokazuje opadanje, dok kod manje zasjenjenosti ima tendenciju porasta. Do ovog se zaključka došlo i u prirašćivanju, tako i u prirašćivanju u debljinu.

4. U posljednje četiri godine, najmanji prosječni visinski prirast utvrđen je kod najveće zasjenjenosti (9.8 cm), a najveći pri punom osvjetljenju (32 cm). Prema

tome, pri punom osvjetljenju prirašćivanje je bilo preko tri puta veće.

5. Prirašćivanje u debljinu povećava se s povećanjem intenziteta osvjetljenja, i prosječna širina goda u punom osvjetljenju je za šest puta veća nego pod jakim zasjenom.

6. Kod približno istih gornjih visina, postoje značajne razlike u starosti jedinki u mladiku. U najvećem stupnju zasjenjenosti prosječna starost bila je 22.4 godine (stupanj "A"), a pri punom osvjetljenju (stupanj "E", "F" i "G") 7-9 godina. Ovo ukazuje da prirodni pomladak potiče iz više sjemenih godina.

7. S povećanjem intenziteta osvjetljenja, povećava se i broj jedinki, ali ovo povećanje nije signifikantno, tj. drugi neobuhvaćeni čimbenici imaju značajni utjecaj.

I ostali istraživani parametri ukazuju na značajan utjecaj zasjenjenosti na njihove vrijednosti.

Na kraju možemo zaključiti da od crnog bora prirodni pomladak ne potiče iz jedne sjemene godine, nego čak i do 10 sjemenih godina. Te razlike u starosti mladika veće su u slučaju veće zasjenjenosti nego kod mladika koji je nastao pri punom osvjetljenju (pet godina).



## LITERATURA:

1. Hilf, H. H. (1967): Der Einfluss gesetzmässiger Entwicklung der Verwertung des Nadelrundholzes auf die zukünftige Zielszeitung bei waldbaulichen Massnahmen insbesondere im Mitteleuropa. XIV IUFRO Kongress, sekcija 23, München.
2. Izetbegović, S. (1977): Strukturno-morfološke i uzgojne karakteristike guštika jele u bukovo-jelovim šumama na kiselim supstratima Centralne Bosne. Radovi Šumarskog fakulteta i Instituta za šumarstvo u Sarajevu, god. XXII (1977), knjiga 22, sv. 3-4.
3. Kramer, P. – Kozłowski, T. (1960): Physiology of Trees, New York, Toronto, London.
4. Leibundgut, H. (1984): Die Waldpflege. III izdanje, Bern-Stuttgart.
5. Linder, A. (1961): Prognose für Holzverwertung und Holzverwendung. Forstarchiv, 39. Jahrgang, Heft 8.
6. Pintarić, K. (1969): Njega šuma, Sarajevo.
7. Pintarić, K., Izetbegović, S., Mekić, F. (1983): Proučavanje metoda ovnovne i njege šuma hrasta kitnjaka i borova. Šumarski fakultet, Sarajevo.
8. Weber, E. (1972): Grundrisse der Biologischen Statistik. 7. Auflage, Stuttgart.

*SUMMARY: The shading impact of the parent stand tree crowns on the development, structure and quality of natural young growth has been investigated in the young growth (upper height about 2 m) of the natural Black Pine stand (Pinus nigra), where wood is being exploited in the tree-by-tree way. The research was done on the test plots in which neither felling has been done for the last 15 to 20 years, nor the young growth tended.*

*After the process of natural regeneration under the canopy of the parent stand has been initiated, a special regeneration period in the pure Black Pine stands should not last longer than 10 years, while the final cut should be carried out when the natural young trees reach the height of 0.5 m.*

*Only exceptionally, if thicker trees are desired, some 15 to 20 trees of best quality should be left per one hectare, in which case these trees would be felled at the end of the second production period (rotation), in order to avoid the damage on the trees in the regenerated stand. The distance between these preserved specimens would be some 20 to 25 meters. Thus would an additional volume increment be obtained.*

*An analysis of a naturally grown young black pine forest, in which tree-by-tree cuts have been applied, has shown the following:*

*1. On cambisols, developed upon gabbros, natural regeneration is going on well, both under the protection of the tree crowns of the parent stand and by sideways gush of seeds (at about 2 to 3 tree heights of the parent stand).*

*2. As the Black Pine requires much light, a special regeneration period should not last longer than 10 years, or the height of the natural young growth should be about 0.5 m.*

*3. The average height of the young trees, depending on the shade degree, vary between 159 cm (the highest shade) and 188 cm (the young tree has developed in full light). The upper heights ranged from 202 and 229 cm. Those young trees that had developed under the tree canopy, have decreased in growth in the last three years, while the ones with less shade displayed a tendency of increase. This conclusion has also been made as to the increment.*

*4. In the last four years, the least average height increment has been established with the highest degree of shade (9.8 cm), while the highest increment was achieved at full light (32 cm). Accordingly, three times higher increment has been established with full light.*

5. The diameter increment is increasing with the higher intensity of light; the average width of the annual ring at full light is six times bigger than in deep shade.

6. Young trees of the approximately same height differ in age considerably. In the deepest shade, the average height was 22.4 years (Degree A), while at full light (Degrees E, F and G) it was 7 - 9 years. This proves that the natural young growth comes from several seed years.

7. With higher light intensity, the number of trees becomes bigger, though not significantly, i.e. there are other factors.

Other parameters also show the role of shade.

The conclusion is that the natural young growth of the Black Pine does not come from a single seed year, but from as many as 10 years. The age difference of the young trees is bigger in case of higher shade, than with the young trees that have grown in full light (five years).

