

Posebna izdanja: br. 18/14

**Stefanović V., Milanović S., Međedović S.,  
Pintarić K., Rončević S., Sisojević D.:**

**EKOTIPOVI BIJELOG BORA (PINUS SILVESTRIS L.) U BOSNI  
DIE OKOTYPEN DER FOHRE (PINUS SILVESTRIS L.) IN BOSNIEN**

SARAJEVO, 1980.

**SUMARSKI FAKULTET I INSTITUT ZA SUMARSTVO  
U SARAJEVU**

---

**Posebna izdanja: 14**

**Uređuje:**

Komisija za izdavačku djelatnost Šumarskog fakulteta i Instituta  
za šumarstvo u Sarajevu

**Urednik: prof. dr Ostoja STOJANOVIĆ**

**Recenzenti:**

Prof. dr Milovan GAJIĆ, Šumarski fakultet, Beograd

Prof. dr Radomir LAKUŠIĆ, Prirodno-matematički fakultet,  
Sarajevo

Doc. dr Nikola JANJIĆ, Šumarski fakultet, Sarajevo

**Tiraž: 500 primjeraka**

**Uredništvo i administracija: Šumarski fakultet, Sarajevo,**

**Zagrebačka 20**

**Telefon: (071) 611-033**

**Štampa: Studentski servis Univerziteta u Sarajevu**

**Za štampariju: Vujović Slobodan, graf. ing.**

# S A D R Ž A J

	Strana
PREDGOVOR - - - - -	5
1. UVOD - - - - -	7
1.1 Teorijski pristup problemu diferencijacije vrsta - - -	7
1.2 Ekološki uslovi rasprostranjenja bijelog bora ( <i>Pinus silvestris</i> L.) u Bosni i Hercegovini - - - - -	9
1.3 Zadatak, cilj istraživanja i metod rada - - - - -	17
1.4 Objekti istraživanja - - - - -	18
LITERATURA - - - - -	23
2. DIFERENCIJALNE OSOBINE BIJELOG BORA ( <i>PINUS SILVESTRIS</i> L.) -	25
2.1 Morfološke karakteristike četina i šišarica bijelog bora ( <i>Pinus silvestris</i> L.) - - - - -	25
2.1.1 Metod rada - - - - -	25
2.1.2 Rezultati istraživanja - - - - -	26
2.1.3 Zaključak - - - - -	49
LITERATURA - - - - -	51
3. ANATOMSKE KARAKTERISTIKE ČETINA BIJELOG BORA ( <i>PINUS SILVESTRIS</i> L.) - - - - -	52
3.1 Metod istraživanja - - - - -	53
3.2 Rezultati istraživanja - - - - -	53
3.3 Zaključak - - - - -	68
LITERATURA - - - - -	69
4. VODNI REŽIM BIJELOG BORA ( <i>PINUS SILVESTRIS</i> L.) - - - - -	71
4.1 Materijal i metod rada - - - - -	71
4.2 Rezultati i diskusija - - - - -	72

	<i>Strana</i>
4.3 Zaključci - - - - -	86
LITERATURA - - - - -	88
5. SADRŽAJ PIGMENATA HLOROPLASTA KOD BIJELOG BORA (PINUS SILVESTRIS L.) - - - - -	90
5.1 Materijal i metodika - - - - -	91
5.2 Rezultati i diskusija - - - - -	91
5.3 Zaključak - - - - -	100
LITERATURA - - - - -	101
6. FENOTIPSKE KARAKTERISTIKE BIJELOG BORA (PINUS SILVESTRIS L.)	104
6.1 Metod rada - - - - -	105
6.2 Rezultati istraživanja - - - - -	108
6.3 Diskusija i zaključci - - - - -	153
LITERATURA - - - - -	157
7. ZAKLJUČCI - - - - -	159
ZUSAMMENFASSUNG - - - - -	166

## PREDGOVOR

U okviru naučnog projekta "Razrada sistema gazdovanja u hras-  
tovim i borovim šumama u SR Bosni i Hercegovini" obradivan je zadatak  
pod radnim naslovom "Ekotipska diferencijacija bijelog bora (*Pinus sil-  
vestris* L.) u Bosni i Hercegovini". Pri formulisanju ovog zadatka pred-  
lagač je imao u vidu dva osnovna momenta: prvo, što su bijeli bor i nje-  
gove fitocenoze bile do sad u SR BiH predmet širih istraživanja i, drugo,  
veliki značaj koji ima ova vrsta drveća u rekonstrukciji lišćarskih šuma  
u Bosni.

Postavljanje, konceptijski i sadržajno, jednog šireg morfološ-  
ko-anatomskog i ekofiziološkog kompleksa istraživanja upravo je adekvatno  
važnosti i značaju koji se pridaju ovoj vrsti drveća u praktičnom pogle-  
du. Na temeljima rezultata dosadašnjih istraživanja, nova istraživanja su  
metodološki i sadržajno koncipirana tako da okarakterišu određene osobi-  
ne bijelog bora u širokom intervalu stanišnih uslova uglavniim područjima  
njegovog areala u Bosni. Da bi se to ostvarilo, istraživanja su vršena na  
istim objektima s osnovnim pristupom da se ispitivana svojstva mogu me-  
djusobno korelirati po oblastima istraživanja i u cjelini. Iz veoma obim-  
nih materijala istraživanja koji su predloženi u ovom radu pretpostavlja-  
lo se da će proizići sinteza - ekotipska diferencijacija bijelog  
bora u Bosni, a što je krajnji cilj istraživanja.

Rad je rezultat timskog rada više specijalista: postavljanje  
programa istraživanja i rukovodjenje zadatkom, te obradu uvodnog dijela  
izvršio je dr V i t o m i r S t e f a n o v i ć , morfološka svojstva  
obradio je dr S l o b o d a n R o n č e v i ć , atomska svojstva mr  
D a r i n k a S i s o j e v i ć , ekofiziološka svojstva dr S t a n i -  
m i r k a M i l a n o v i ć , istraživanje pigmenata hloroplasta S a -  
f e r M e d j e d o v i ć , fenotipska svojstva obradio je dr K o n r a d

P i n t a r i ć. U završnom dijelu rada uzeli su udjela: S t e f a n o -  
v i ć , M i l a n o v i ć i P i n t a r i ć .

Svi podaci u radu, koji se odnose na predmet ispitivanja, izvorni su i potiču iz vlastitih istraživanja.

Finansiranje ovih istraživanja obezbijedila je Republička zajednica za naučni rad SR Bosne i Hercegovine i Šumarski fakultet u Sarajevu, na čemu im izražavamo zahvalnost.

A u t o r i

## 1. UVOD

## EINLEITUNG

### 1.1 TEORIJSKI PRISTUP PROBLEMU DIFERENCIJACIJE VRSTA\*

Shvatanje procesa diferencijacije vrsta imalo je svoj evolutivni put - od geografske koncepcije kao primarnog faktora izolacije i diferencijacije (R e n s c h , K o m a r o v) do savremenih shvatanja (H u x l e y , 1948; S t a n k o v i ć , 1957; M i š i ć , 1972. i dr.) koja specijaciju posmatraju i objašnjavaju kao kompleksni složeni proces u kome učestvuju geografski, ekološki, genetički, fiziološki i drugi činioci, kombinujući se u različitim vidovima.

To su različiti izolacioni mehanizmi populacija- geografske mehaničke barijere koje omogućavaju proces reproduktivne izolacije i stvaraju uslove za primarnu geografsku izolaciju. Rezultati istraživanja bijelog bora S v o b o d e , 1953, S t a s z k i e w i c z a , 1968. g. i drugih potvrdili su osnovne postavke geografske koncepcije. Isto tako, heterogenost ekoloških uslova u relativno homogenom klimatskom području mogu da uslove djelomičnu - parcijalnu ili primarnu ekološku izolaciju koja se odražava u vidu odredjenih ekoloških i morfoloških adaptacija koje predstavljaju ili trajne modifikacije ili genotipske varijacije izražene u fenotipu preko odredjenih morfoloških karakteristika. Većina tih adaptacija nastala je u procesu selekcije jedinki u uslovima novog staništa, pri čemu se postupno formirao novi ekotip, M i š i ć , 1972.

---

\* Stefanović Vitomir

Upravo rezultati ispitivanja rasprostranjenja, ekologije, varijabilnosti i mikroevolucije biljnih vrsta pokazali su da se većina vrsta diferencira na ekotipove i da je jedan od vidova specijacije ekološka specijacija, npr. rezultati ispitivanja bukve u Jugoslaviji, M i š i ć, 1957, roda Trapa, J a n k o v i ć, 1958, vrsta roda *Edraianthus*, Lakušić, 1973, poljskih brijestova, J a n j i ć, 1976. i dr. Opisane niže sistematske jedinice odražavaju često i dobro izdiferencirane ekotipove. One potvrđuju koncepciju o ekotipovima (T u r e s s o n), koja je danas široko prihvaćena i dalje razradjena od strane mnogobrojnih autora. Među ovima, interesantnu hipotezu o postanku vrsta postavila je S i n s k a j a, 1938, kroz postupni proces ekološke diferencijacije unutar lokalne populacije od početnih oblika- preko ekoelemenata, koji se kasnije mogu, ali i ne moraju, izdvojiti i samostalno osnovati izdvojenu grupu, preko klimatskih, cenotičkih i drugih ekotipova do ekoloških rasa i vrsta. U ovom procesu istorijski činioci igraju ne malu ulogu pa je diferencijacija izraženija ukoliko je duži i složeniji istorijski put razvoja neke vrste.

Na ovoj osnovi objašnjavaju se unutarpopulacioni oblici - forme izvjesnih ispitivanih vrsta, npr., smrče (*Picea abies*) na Kopaoniku, M i š i ć et al. 1972. ili, pak, odstupanja u fenologiji pojedinih jedinki iste populacije, gdje, npr., kod šume bukve (*Fagetum submontanum*) ova odstupanja u cvjetanju ili listanju pojedinih individua mogu da se razlikuju vremenski i do 20-25 dana, M i š i ć, 1957. Ove razlike, u fenološkim manifestacijama, zapažene su i pri istraživanju bijelog bora, doduše u populacijama različitih lokaliteta.

Postavljanje programa istraživanja bijelog bora bazira se na izloženim principima, odnosno na osnovanim pretpostavkama, da su specifični stanišni uslovi veoma širokog ekološkog dijapazona bijelog bora u SR Bosni i Hercegovini mogli uticati na procese reproduktivne izolacije populacije ove vrste bez obzira na relativno nedovoljno izraženu geografsku udaljenost proučavanih populacija.



## 1,2 EKOLOŠKI USLOVI RASPROSTRANJENJA BIJELOG BORA (*Pinus silvestris* L.) U SR BOSNI I HERCEGOVINI

Istraživanja areala bijelog bora u SR Bosni i Hercegovini pokazala su da je on pretežno rasprostranjen u centralnim planinskim masivima Bosne i da je njegovo rasprostranjenje prema submediteranskom području Hercegovine uslovljeno klimatskim prilikama (Karta 1 i Tabela I).

Sjeverni dio areala pripada umjerenokontinentalnoj klimi s konfiguracijom višemanje brežuljkastih terena čija visina prelazi sasvim rijetko 1200 m. To je uglavnom peridotitsko-serpentinitsko područje gornjih tokova pritoka rijeke Save: Usorsko-ukrinsko, Sprečko, Gostović-Zuča-Ribnica i Krivajsko područje. Sjeverni dio, prema rubu Panonskog bazena, pripada oblasti gdje su izvršeni intenzivniji procesi serpentinizacije podloge, sa zemljištima dubljih profila na kojima su se razvila pretežno pseudoglejana zemljišta sa fitocenoza hrastovih šuma, a borove fitocenoze imaju relativno izolovan - ostrvski karakter. Idući prema unutrašnjosti, preovladjuju sve više peridotiti sa slabije serpentiniziranim partijama i specifičnim petrografskim modifikacijama. Stijene su hemijski otpornije, mehanički se drobe, stvarajući grublji kameniti detritus, a od zemljišta preovladjuju humusno silikatno i smeđe serpentinso zemljište, dok se pseudoglej formirao samo na starim rječnim terasama i zaravnima.

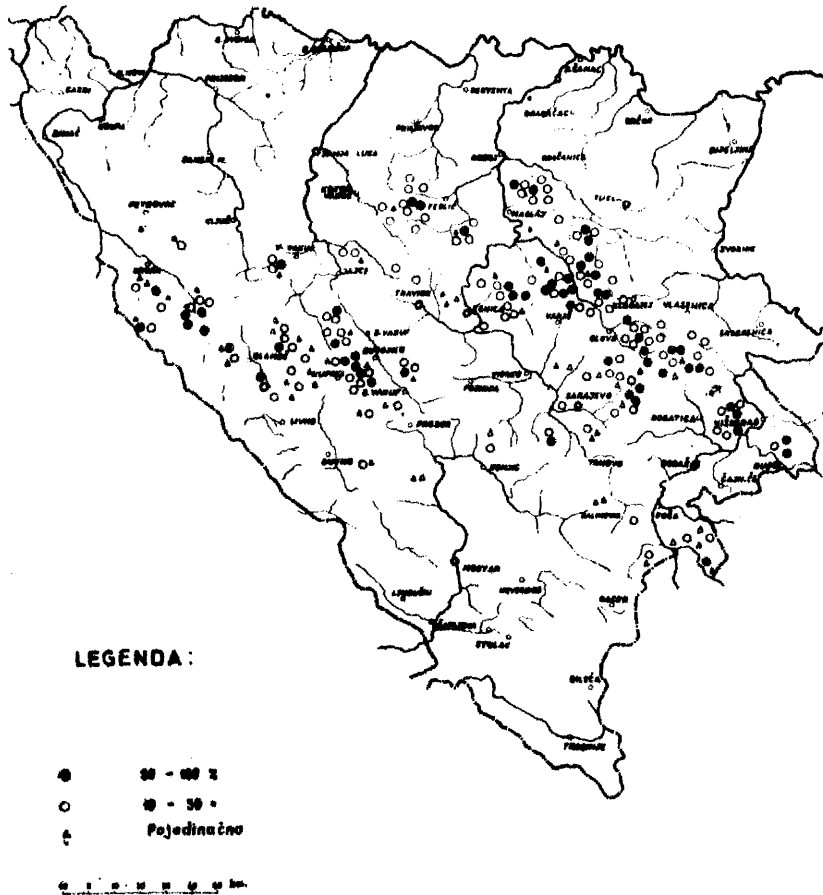
Ovo područje sjevernog dijela areala bijelog bora klimatski je ujednačeno, V e m i ć, 1954. Srednje godišnje temperature tu se kreću između  $7,4^{\circ}\text{C}$  i  $10^{\circ}\text{C}$ , srednja januarska od  $1,4^{\circ}\text{C}$  do  $4,5^{\circ}\text{C}$ , srednja julska između  $17,3^{\circ}\text{C}$  i  $20^{\circ}\text{C}$ ; kolebanje između  $21^{\circ}\text{C}$  i  $23^{\circ}\text{C}$ , a temperature preko  $10^{\circ}\text{C}$  traju od maja do oktobra. Apsolutni ekstremi su znatni: minus  $32^{\circ}\text{C}$  i  $36,1^{\circ}\text{C}$  (Kladanj). Godišnja količina padavina iznosi preko 1000 mm, a raspoređena je pravilno po mjesecima, maksimum padavina pada u proljeće i u rano ljeto (IV-VI mjesec).

Idući prema unutrašnjosti Bosne, središnji dio područja, oko linije Oštrej - Travnik - Sarajevo - Foča, pokazuje prema V e m i ć u (l. c.) obilježje planinske klime. Srednja januarska temperatura kreće se od

# KARTA 1

## AREAL PRIRODNOG RASPROSTRANJENJA BIJELOG BORA (*Pinus silvestris* L.) U BOSNI I HERCEGOVINI, Stefanović, 1958

## AREAL DER NATÜRLICHEN VERBREITUNG DER FÖHRE (*Pinus silvestris* L.) IN BOSNIEN UND DER HERZEGOWINA, Stefanović, 1958



METEOROLOŠKI PODACI

Tabela I

Naziv stanice	m	n/m	Period	Klimat. faktori	Mjesečni srednjaci												Godišnji srednjaci	Srednje T - C° p - mm od V-IX
					I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII		
Kotor-Varoš	250		1901 1910	P T	64 -1,7	60 1,0	71 5,8	108 9,9	95 15,2	132 18,2	113 20,2	80 15,2	114 11,1	114 11,1	96 4,7	85 2,8	1132 10,2	106,8 47,7
Kladanj	560		"	P T	72 -4,5	68 -1,6	82 2,8	119 7,0	122 12,5	191 15,6	92 17,5	70 17,3	89 12,7	129 8,2	99 1,9	86 -0,4	1219 7,4	112,8 14,3
Sarajevo	637		"	P T	63 -3,2	67 0,3	89 4,5	74 8,6	79 13,7	97 16,5	61 18,7	53 18,7	85 14,9	110 10,4	87 3,8	76 1,8	941 9,1	75 16,5
H. Sjemež	1180		"	P T	50 -6,8	47 -3,2	75 0,2	71 4,6	91 10,2	120 13,2	92 14,8	77 14,5	71 10,5	82 6,6	88 0,5	61 -1,8	925 5,3	90,2 16,6
Jajce	341		"	P T	48 -2,0	47 0,8	72 5,2	86 9,3	81 14,1	97 16,9	68 18,8	63 18,9	88 14,7	95 10,9	83 4,6	70 2,5	898 9,6	79,4 16,6
Bugojno	569		"	P T	46 -3,5	62 -0,7	77 4,2	86 8,4	70 13,4	82 16,4	43 18,5	46 18,2	68 41,1	112 9,9	99 3,3	82 1,3	873 8,6	61,8 16,1
Mlinište	1156		"	P T	149 -6,0	135 -4,1	118 -0,6	162 3,3	118 8,7	142 12,1	92 13,8	105 14,1	141 10,0	163 6,2	137 -0,2	164 -2,0	1626 4,6	119 11,7
Preodac	913		"	P T	89 -3,5	99 -1,6	97 1,9	112 6,1	92 11,3	99 14,6	61 17,0	69 16,8	115 12,6	143 8,7	137 2,4	167 0,3	1280 7,2	87,2 14,4
Duvno	903		"	P T	57 -2,7	73 -1,4	103 2,3	113 6,5	99 12,1	85 15,3	53 17,7	53 18,1	94 13,8	168 9,3	157 3,1	178 1,2	1233 7,9	76,8 15,4
Mostar	59		"	P T	87 4,6	138 6,2	160 9,5	143 13,2	84 18,5	65 22,0	45 25,3	34 25,3	111 20,5	177 15,6	171 9,8	193 7,5	1408 14,8	67,8 22,3
Stolac	64		"	P T	69 4,3	96 6,5	117 9,7	96 13,5	78 18,4	78 22,0	46 24,7	27 24,8	119 20,1	147 15,2	127 9,5	126 7,4	1226 14,7	69,6 22,0

minus  $3,5^{\circ}\text{C}$  do minus  $6,8^{\circ}\text{C}$ , julska od  $14,8$  do  $16,9^{\circ}\text{C}$ , dakle, zime su oštre, a ljeta dosta svježa, što je karakteristično za veliki romanijsko - sjemečki kompleks bijelog bora na krečnjacima istočne Bosne, gdje su apsolutni ekstremi od minus  $24$  do  $34^{\circ}\text{C}$ , odnosno  $36^{\circ}\text{C}$ . U ovom području godišnja količina padavina iznosi od  $1000$  do  $1200$  mm, a rasporedjena je pravilno po mjesecima; maksimum padavina nastupa u oktobru ili junu mjesecu a preovladjuje suma ljetnih padavina nad zimskim. Linija na sjevernom rubu Bjelašnica-Zagorje-Maglič, prema M o s c h e l e s u, 1918, dijeli kontinentalnu oblast s preovladjujućim ljetnim padavinama na sjeveroistoku, od submediteranske oblasti prema jugozapadu. Ova linija je veoma karakteristična za areal bijelog bora u Bosni i Hercegovini, jer ona približno odgovara jugoistočnoj granici areala.

Dio areala u jugozapadnoj Bosni - pretežno gornje vrbasko dolomitno područje, s dijelovima areala oko Glamoča i Preodca, pripada prelaznoj planinskog oblasti, u kojoj se osjećaju uticaji mediteranske klime (Tabela I). Oni se, doduše, ne ispoljavaju u većoj mjeri ipored relativne blizine mora, jer Dinaridi sprečavaju neposredan uticaj i priliv toplog morskog vazduha. Ovdje i reljef s karakterističnim površinama velikih kraških polja stvara specifičnu klimu, koju je Milosavljević, 1973, definisao kao klimu kraških polja. Zime su takodje oštre, s prosječnim zimskim temperaturama od minus  $1,6^{\circ}\text{C}$  (Breodac) do minus  $4,0^{\circ}\text{C}$  (Mlinište), dok se apsolutne minimalne temperature kreću od minus  $14^{\circ}\text{C}$  do minus  $25^{\circ}\text{C}$ , a ljeta su svježa, s prosječnom julskom temperaturom od  $14,1$  do  $18,3^{\circ}\text{C}$ . Raspon godišnje količine padavina kreće se od  $1000$  do  $1600$  mm a rasporedjena je dosta pravilno po mjesecima, mada preovladjuje znatno zimska količina padavina nad ljetnom, što odražava pojačani uticaj Jadranskog mora.

Vrlo ilustrativnu sliku klimatskih uslova u odnosu na areal bijelog bora prikazuje Tabela I iz koje se vidi da uslovi submediterana ne odgovaraju ovoj borealnoj vrsti drveća (stanice Mostar, Stolac). Kao posljednja njegova eksklava poznato je njegovo nalazište na Vran-planini u Hercegovini, na većoj nadmorskoj visini, sa smrčom i jelom.

Ekološki interval bijelog bora je veoma širok u odnosu na nadmorsku visinu. U sjevernom dijelu Bosne on se javlja na relativno malim nadmorskim visinama, a idući prema unutrašnjosti prema planinskim predjelima, naročito prema svojoj južnoj granici, njegova nalazišta su na većim

nadmorskim visinama (G r a f 1, područja označena sa 1, 2, 3, 4 - za sjeverni dio areala i područja označena sa 5, 6, 7, 8, 9, 10 i 11 - za dio areala u unutrašnjem dijelu Bosne prema njegovoj južnoj granici).

U odnosu na ekspoziciju, za bijeli bor je karakteristično da zauzima uvijek toplije položaje, čak i u sjevernom dijelu areala Bosne, gdje se nalazi sa hrastom kitnjakom ili crnim borom na nižim nadmorskim visinama na peridotitu i serpentinitu. Doduše, ovdje je on tada u donjim dijelovima padina na dubljem zemljištu, dok gornje dijelove padina, gdje su plića zemljišta, zauzima više crni bor.

U pogledu reljefa pretpostavlja uvijek grebene ili istaknute zaobljene glavice, te prostrane otvorene visinske platee, takve položaje i takve konfiguracije terena koji mu omogućavaju dovoljan priliv svjetla. U zatvorenim uvalama bijeli bor nema uslove za održavanje i razvoj, niti, pak, u sklopljenim sastojinama, gdje u borbi za opstanak s biološki jačim vrstama - smrčom, jelom i bukvom, on izumire.

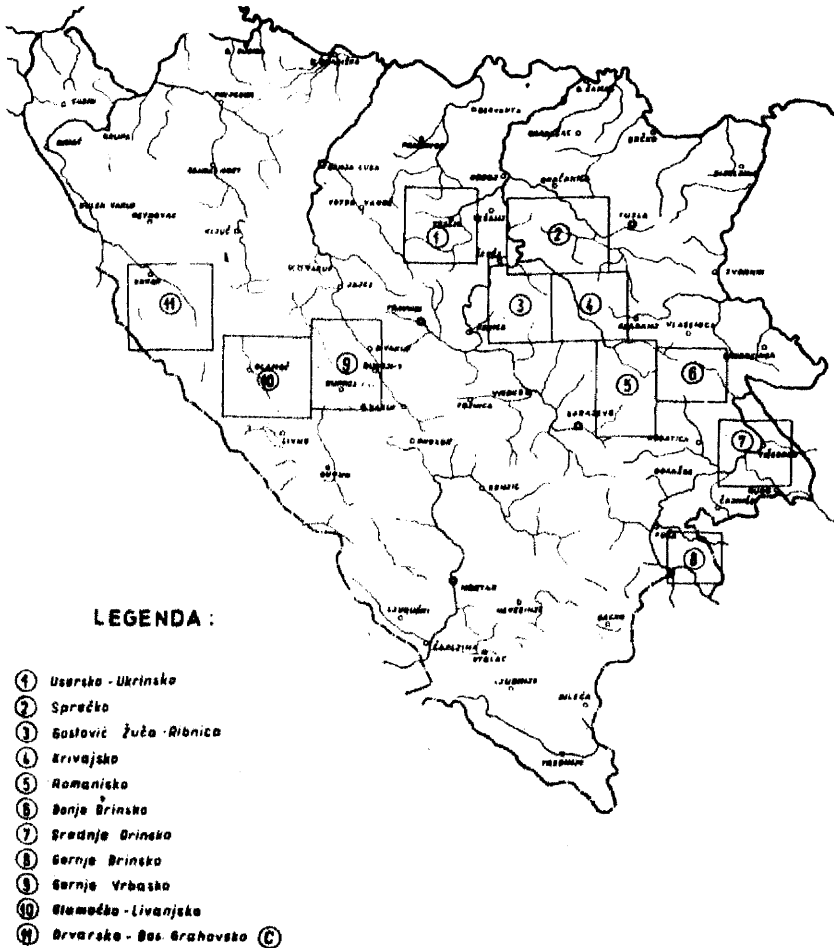
Dosadašnja fitocenološka istraživanja zajednica bijelog bora u Bosni - S t e f a n o v i ć, 1958 - b, 1960, 1961, 1962, 1964, 1969, 1970, 1970-b, 1974, pokazala su da ove imaju veoma širok ekološki interval, od kserofilnog do izrazito higrofilnog karaktera. U opisanim geografskim i orografskim uslovima izdvajaju se tri značajna kompleksa zajednica bijelog bora: peridotitsko-serpentinitiski (sjeverni i sjeveroistočni dio areala bijelog bora) i dolomitni (jugozapadni dio areala), s manjim površinama na drugim podlogama (verfenskim sedimentima, bazičnim eruptivima, pješčarima i škriljcima različitih formacija i drugim (Karta lokaliteta I-XII).

Raznolikost ekoloških uslova koji karakterišu staništa bijelog bora u okviru njegovog areala u Bosni uslovili su, s drugim faktorima, medju kojima je istorijski faktor imao posebnu ulogu, pojavu i formiranje različitih njegovih fitocenoza. Sama činjenica da one sistematski pripadaju trima sintaksonomskim kategorijama najvišeg ranga - razredima *Vaccinio - Piceetea* Br.-Bl., *Quercus - Fagetea* Br.-Bl. et Vlieg. i *Erici - Pinetea* (Oberd.) Ht, ukazuje sasvim odredjeno ne samo na heterogenost stanišnih uslova i njihovu cenotičku pripadnost nego ukazuje posebno na istorijsku prošlost i uslove njihovog formiranja. Ona ukazuje da je istorijski tok i vrijeme trajanja morfoloških i ekofizioloških adaptacija bijelog bora bi-

# KARTA 2

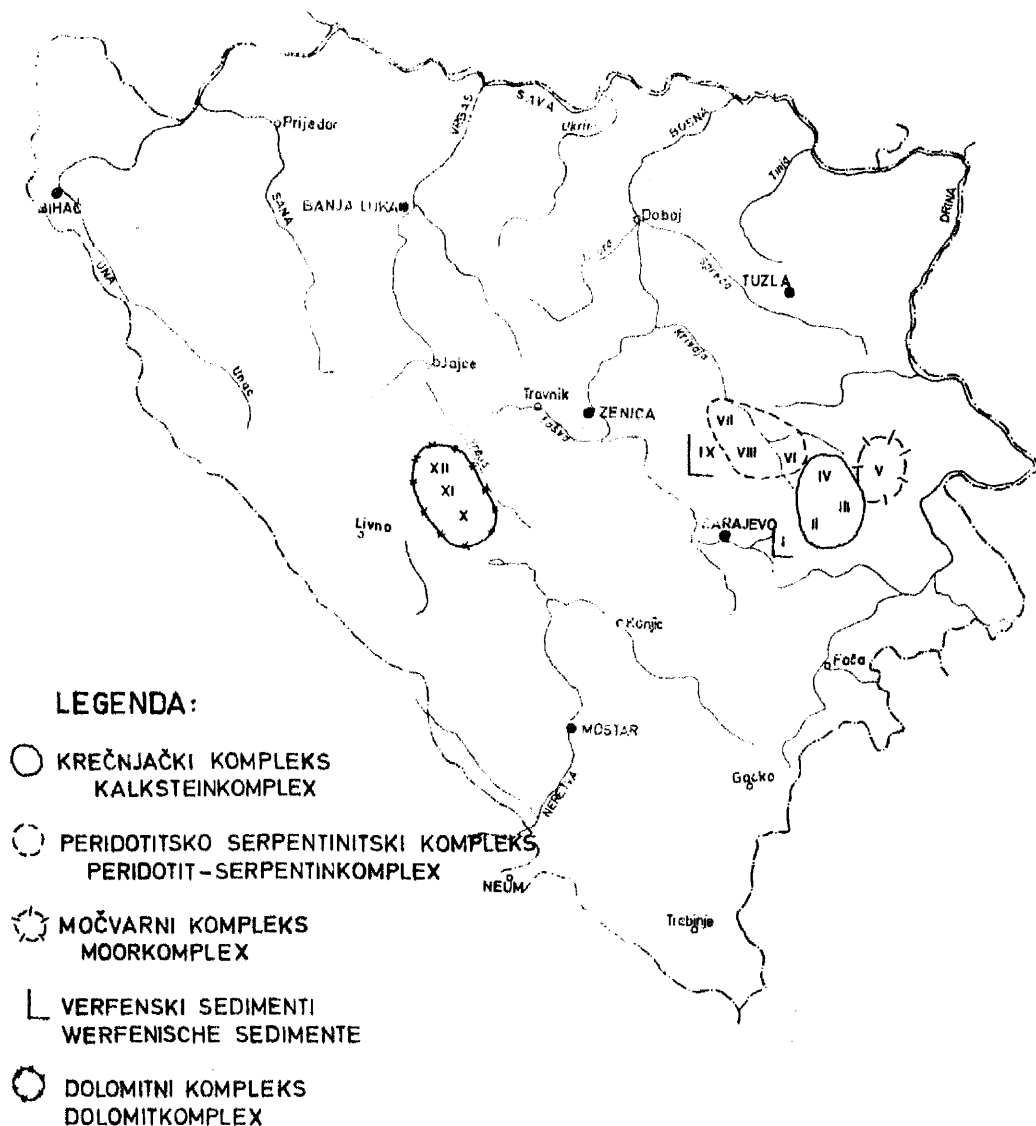
## PODRUČJA RASPROSTRANJENJA BIJELOG BORA (*Pinus silvestris* L.) U BOSNI I HERCEGOVINI, Stefanović, 1958.

### DAS AUSBREITUNGSGEBIET DER FÖHRE (*Pinus silvestris* L.) IN BOSNIEN UND DER HERZEGOWINA, Stefanović, 1958.



# LOKALITETI I-XII ISPITIVANIH POPULACIJA BIJELOG BORA (*Pinus silvestris* L.)

## LOKALITÄTEN I-XII DER UNTERSUCHTEN POPULATIONEN DER FÖHRE (*Pinus silvestris* L.)



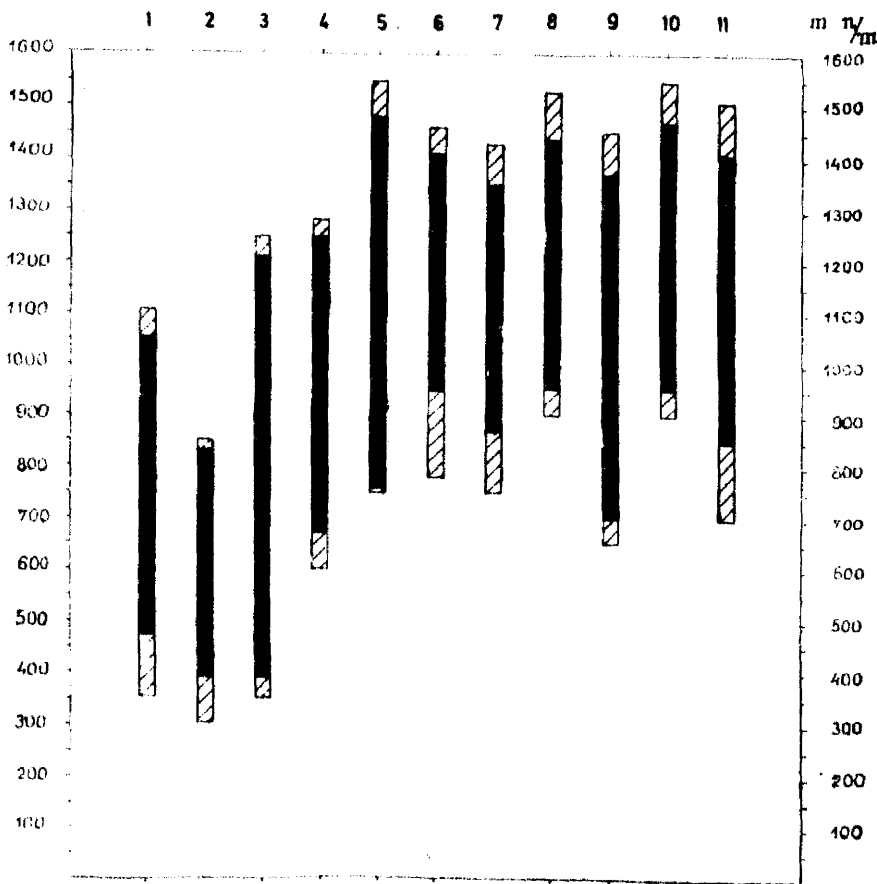
VERTIKALNO RASPROSTRANJENJE BIJELOG BORA (*Pinus silvestris* L.)

U BOSNI I HERCEGOVINI, Stefanović, 1958.

DIE HÖHENVERBREITUNG DER FÖHRE (*Pinus silvestris* L.) IN

BOSNIEN UND DER HERZEGOWINA, Stefanović, 1958.

PODRUČJA — GEBIETE



LEGENDA:

- Bijeli bor u sastojinama i većim skupinama  
Die Föhre in den Beständen und grösseren Gruppen
- Bijeli borovi kao pojedinačno drveće  
Die Föhren als alleinstehende Bäume



lo različito, jer i prošlost ovih fitocenoza je veoma različita. Neke od njih su sigurno reliktnog karaktera s flornim elementima iz postglacijala ili sa elementima ilirske flore arktotercijarnog karaktera, S t e f a n o - v i ć , 1960, 1970-b, dok su druge često recentnog karaktera. Sve to ukazuje da navedeni momenti mogu biti značajni činioci za mogućnost ekotipske diferencijacije ove vrste drveća unutar njegovih specifičnih staništa, gdje je bijeli bor bio predmet istraživanja.

### 1.3 ZADATAK, CILJ ISTRAŽIVANJA I METOD RADA

Program istraživanja bijelog bora ukazuje na zadatak i cilj istraživanja. Naime, obuhvatanjem morfoloških svojstava iglica i češera, anatomske gradje iglica, fizioloških odlika, izraženih kroz vodni režim i sadržaj pigmenata hloroplasta, te fenotipskih svojstava, ispoljenih u habitusu i njegovim pojedinim karakteristikama, unutar odredjenih populacija, na već ranije poznatim i definisanim staništima, ukazuje sasvim odredjeno na osnovni zadatak i cilj istraživanja. Jer, sinhronizovanim obuhvatanjem navedenih svojstava na istim objektima ispitivanja pretpostavljalo se da će se moći korelirati svojstva u cilju iznalaženja zajedničkog za odredjene populacije. Upoznavanjem pojedinih odlika bijelog bora i utvrđivanjem zajedničkog za ispitivane populacije definisani su i ciljevi istraživanja u teoretskom i praktičnom pogledu.

Metod istraživanja se morao prilagoditi zadatku i ciljevima istraživanja, pa se težilo da odabrani lokaliteti budu reprezentanti uslova za bijeli bor u SR BiH. Na ukupno 12 odabranih lokaliteta, sa po tri stabla kao prosječnih uzoraka, uzet je materijal za istraživanja morfoloških i anatomskih odlika iglica, te tokom ispitivanja materijal za ekofiziološke analize vodnog režima i sadržaja pigmenata hloroplasta. Metodi ispitivanja za navedene oblasti prikazane su u odgovarajućim poglavljima. Takođe je prikazan posebno metod, u odgovarajućem dijelu rada, za fenotipska ispitivanja sa opisanim elementima koje sadrži.

## 1.4 OBJEKTI ISTRAŽIVANJA

Objekti istraživanja prikazani su na karti (Karta 3) a njihova svojstva su:

I Lokalitet: Romanija, ispod grebena Lupoglava

As. *PICEO-PINETUM SILICICOLUM*, Stef., 1961.

subas. *myrtilletosum*

Šuma bijelog bora i smrče na kiselosmedjem zemljištu iznad verfena

Nadmorska visina: 1200 m; ekspozicija: zapadna; nagib: 35°; geološka podloga: verfenski glinci; tip zemljišta: kiselo srednje; duboko; sindinamski karakter: prelazni stadij vegetacije; dijagnostički važne vrste u prizemnom sloju flore: *Vaccinium myrtillus* L., *Melampyrum silvaticum* L., *Pyrola secunda* L., *P. rotundifolia* L., *Luzula nemorosa* (Pal.) E. Mey, *L. luzulina* (Will.) D.T., *Galium rotundifolium* L., *Hieracium muro-rum* L., *Dicranum scoparium* (L.) Hedw., *Hypnum cupressiformae* L., *Hylocomium splendens* L.

II Lokalitet: Romanija, greben Lupoglava

As. *PINETUM ILLYRICUM CALCICOLUM*, Stef., 1960.

subas. *seslerietosum*

Šuma bijelog bora na crnici

Nadmorska visina: 1390 m; ekspozicija: zapadna; nagib: 45°; geološka podloga: jedri trijaski krečnjak; tip zemljišta: crnica; sindinamski karakter: trajni stadij vegetacije; dijagnostički važne vrste u prizemnom sloju flore: *Sesleria tenuifolia* Schrad., *Polygala comosa* Schk., *Globularia belidifolia* (Ten) Hay., *Galium lucidum* All., *Hieracium villosum* L., *Asperula cynanchica* L., *Festuca ovina* L., *Edreianthus graminifolius* (L.) DC, *Onosma stellulatum* W.K., *Carex humilis* Leus., *Arenaria serpyllifolia* L., *Thymus Kernerri* Borb., *Dianthus Kitaibelinum* Jnk., *Trifolium alpestre* L.

### III Lokalitet: Ravna Romanija, Rasolina

As. *PICEO-PINETUM ILLYRICUM*, Stef., 1960,  
subas. *pyroletosum*

šuma bijelog bora i smrče na seriji krečnjačkih zemljišta

Nadmorska visina: 1200 m; ekspozicija: južna; nagib: 5-10°; geološka podloga: trijaski krečnjak; tip zemljišta: smedje krečnjačko-ili-merizovano; sindinamski karakter: prelazni stadij, optimalna faza zajednice b. bora i smrče; dijagnostički važne vrste u prizemnom sloju flore: *Pyrola secunda* L., *P. rotundifolia*, *P. uniflora* L., *Luzula luzulina* (Vill) D.T., *Veronica officinalis* L., *Aremonia agrymonioides* (L.) D.C., *Melampyrum silvaticum* L., *Vaccinium myrtilloides* L., *Hylocomium splendens* Hedw., *Dicranum scoparium* (L.) Hedw., *Pleurozium schreberi* Mitt.

### IV Lokalitet: Romanija, iznad Žljebova

As. *PICEO-PINETUM ILLYRICUM*, Stef., 1960.  
subas. *juniperetosum*

šuma bijelog bora i smrče na seriji krečnjačkih zemljišta

Nadmorska visina: 940 m; ekspozicija: južna; geološka podloga: trijaski krečnjak; tip zemljišta: crnica; sindinamski karakter: prelazni stadij - inicijalna faza zajednice; dijagnostički važne vrste u prizemnoj flori: *Poa styriaca* Fritsch et Hayek, *Festuca heterophylla* Lam., *Pimpinella saxifraga* L., *Brachypodium pinnatum* (L.) P.B., *Hieracium pilosella* L., *Scabiosa leucophylla* Borb., *Luzula luzulina* (Vill.) D.T., *Hieracium murorum* L., *Campanula patula* L., *Veronica officinalis* L., *Aremonia agrymonioides* (L.) D.C.

### V Lokalitet: Romanija, Han-Kram

As. *PINO-BETULETUM PUBESCENTIS*, Stef., 1962.  
subas. *vaccinietosum*

šuma bijelog bora i maljave breze

Nadmorska visina: 1100 m; ekspozicija: zaravan; nagib: zaravan; geološka podloga: tufitni pješčari i glinci gornje krede; tip zemljišta:

močvarno-oglejano-smedje podzolasto (serija; sindinamski karakter: trajni stadij vegetacije; dijagnostički važne vrste u prizemnoj flori: *Vaccinium myrtillus* L., *V. vitis idaea* L., *Calamagrostis villosa* Gmel., *Potentilla erecta* (L.) Hampe, *Agrostis tenuis* Siebth., *Hypericum acutum* Mnh., *Antennaria dioica* L., *Calluna vulgaris* (L.) Hull., *Calamagrostis arundinacea* L., *Polytrichum commune* L., *P. strictum*, *Dicranum scoparium* (L.) Hedw., *Mnium rostratum* Schrad.

#### VI Lokalitet: Romanija, Knežinski Palež

As. *PICEO-PINETUM*, Stef., 1970.

subas. *quercetosum roboris*

šuma bijelog bora i smrče s hrastom lužnjakom

Nadmorska visina 820 m; ekspozicija: južna (jugozapadna); nagib: 5°; geološka podloga: gabra-dijabaz; tip zemljišta: pseudoglej; sindinamski karakter: prelazni stadij vegetacije; dijagnostički važne vrste u sloju prizemne flore: *Apocynis foetida* (L.), Less., *Lysimachia nummularia* L., *Carex flava* ssp. *Oederi* A. et G., *Ajuga reptans* L., *Veronica officinalis* L., *Oxalis acetosella* L., *Galium rotundifolium* L., *Carex pilosa* Scop., *Carex remota* L., *Potentilla erecta* (L.) Hampe, *Hieracium murorum* L., *Polytrichum commune* L., *Dicranum scoparium* (L.) Hedw., *Mnium rostratum* Schrad.

#### VII Lokalitet: Careva Čuprija kod Maoče, uz rijeku Krivaju

As. *ERICO-PINETUM SILVESTRIS*, Stef., 1963.

subas. *quercetosum petraeae*

šuma bijelog bora i hrasta kitnjaka s crnjušom

Nadmorska visina: 440 m; ekspozicija: zaravan; nagib nula stepeni; geološka podloga: alohtoni materijal oblutaka peridotita - stara terasa; tip zemljišta: aluvijum; sindinamski karakter: prelazni stadij; dijagnostički važne vrste u prizemnoj flori: *Erica carnea* L., *Vicia villosa* Roth., *Vaccinium myrtillus* L., *Epimedium alpinum* L., *Potentilla alba* L., *Erythronium dens canis* L., *Primula vulgaris* Huds., *Melampyrum pratense* L.

VIII Lokalitet: Olovske Luke (između Nišića i Olova)

As. *PINETUM (NIGRAE) SILVESTRIS SERPENTINICUM*, Pavl., 1951.

Šuma bijelog bora na serpentinitu

Nadmorska visina: 770 m; ekspozicija: jugozapad; nagib: 40° (pri donjem dijelu padine uz rijeku); tip zemljišta: smedje serpentinsko (dijelom koluvijsko); sindinamski karakter: trajni stadij; dijagnostički važne vrste u prizemnoj flori: *Cytisus heuffeli* Wierb., *Potentilla opaca* f. *Malyana* (Borb.) Hayek., *Doronicum germanicum* (Gr.) Rikli., *Asplenium adiantum nigrum* L., *Epimedium alpinum* L., *Polygala supina* Schreb., *Primula vulgaris* Huds., *Cerastium lanigerum* Clem.

IX Lokalitet: Krivojevići kod Nišića (Olovo)

As. *PICEO-PINETUM SILICICOLUM*, Stef., 1964.

Šuma bijelog bora i smrče na kiselosmedjem zemljištu

Nadmorska visina: 1100 m, ekspozicija: zapadna; nagib: 10°; geološka podloga: verfenski škriljci i pajsčari; tip zemljišta: kiselo smedje zemljište; sindinamski karakter: prelazni stadij vegetacije; dijagnostički važne vrste u prizemnoj flori: *Vaccinium myrtillus* L., *Luzula luzulina* (Vill.) Dt., *L. pilosa* (L.) Willd., *Veronica officinalis* L., *Antennaria dioica* (L.) Gärtn., *Deschampsia flexuosa* (L.) Trin., *Calluna vulgaris* (L.) Hull., *Hieracium pilosella* L., *Dicranum scoparium* (L.) Hedw., *Polytrichum commune* L., *Leucobrium glaucum* (L.) Schimp., *Hylocomium proliferum* (L.) Lind., *Cetraria* sp., *Cladonia* sp.

X Lokalitet: Koprivnica kod Bugojna, odjel 36

As. *PINETUM SILVESTRIS DINARICUM*, Stef., (1958.) 1969.

subas. *ericetosum*

Nadmorska visina: 1160 m; ekspozicija: južna; nagib: 40°; geološka podloga: dolomit (saharoidni); tip zemljišta: rendzina; sindinamski karakter: trajni stadij vegetacije; dijagnostički važne vrste u prizemnoj flori: *Coronilla vaginalis* Lam., *Vicia cracca* ssp. *Gerardi* Goud., *Campanula rotundifolia* ssp. *pinifolia* (Uchtr.) Vit., *Calamagrostis varia* (Chr.) Host., *Erica carnea* L., *Buphtalmum salicifolium* L., *Doronicum germanicum* (Gr.) Ron., *Brachypodium pinnatum* P.B., *Anthericum ramosum* L., *Epipactis atropurpurea* Raf., *Leontodon incanus* (L.) Schr., *Gymnadenia odoratissima* Rich.

XI Lokalitet: Koprivnica kod Bugojna, odjel 36

As. *PINETUM SILVESTRIS DINARICUM*, Stef., (1958.) 1969.

subas. *ericetosum*

Nadmorska visina: 1240 m; ekspozicija: jugozapadna; nagib: 30°; geološka podloga: dolomit (saharoidni); tip zemljišta: rendzina; sindinamski karakter: trajni stadij vegetacije; dijagnostički važne vrste u sloju prizemne flore: Kao kod lokaliteta X.

XII Lokalitet: Koprivnica kod Bugojna, iznad Prusačkog potoka (radilište).

As. *PINETUM SILVESTRIS DINARICUM*, Stef., (1958.) 1969.

šuma bijelog bora na dolomitu.

Nadmorska visina: 1020 m; ekspozicija: jug; nagib: 30° (pri donjem dijelu padine); geološka podloga: dolomit (saharoidni); tip zemljišta: rendzina (koluvijum); sindinamski karakter: trajni stadij vegetacije; dijagnostički važne vrste prizemne flore: *Anemone hepatica* L., *Centaurea triumfettii* All., *Clematis recta* L., *Laserpitium marginatum* W.K., *Cirsium* ssp. *pannonicum* (L.) L.K., *Polygonatum officinale* All., *Peucedanum oreoselinum* (L.) Mnch., *Erica carnea* L., *Mercurialis ovata* Ster., *Buphtalmum salicifolium* L.

## LITERATURA

- Huxley, J. (1948.): Evolution- the modern synthesis, London
- Janjić, N. (1976.): Raširenost, varijabilnost i sistematika poljskih brijestova (*Ulmus minor* Mill. *U. canescens* Melville) u Bosni i Hercegovini (Disert. - manuscript), Sarajevo
- Janković, M.M. (1958.): Ekologija, rasprostranjenje, sistematika i istorija roda *Trapa* L. u Jugoslaviji. Srpsko biološko društvo, Posebna izdanja, knj. 2, Beograd
- Lakušić, R. (1973.): Prirodni sistem populacija i vrsta roda *Edraianthus* DC. God. Biol. inst. u Sarajevu. Vol. XXVI, Sarajevo
- Milosavljević, N.R. (1973.): Klima Bosne i Hercegovine-Disertacija, Msc.
- Mišić, V. (1957.): Varijabilitet i ekologija bukve u Jugoslaviji. Posebno izdanje, knj. 1, Beograd
- Mišić, V. (1972.): Uloga ekološke diferencijacije u procesu postanka organskih vrsta u prirodi. Dijalektika, br. 4, Beograd
- Mišić, V., Popović, M., Čolić, D. (1972.): Grupni varijetet smrče (*Picea excelsa* L.) na Kopaoniku. Institut za biološka istraživanja u Beogradu. Posebno izdanje, Beograd
- Moscheles, J. (1918.): Das Klima von Bosnien und Herzegowina. Sarajevo
- Sinskaja, E.N. (1938.): Učeniye ob ekotipaj v svjete filogeneze višših rastenij. Usp. svo. biol. 9, 1. Moskva
- Svoboda, P. (1953.): Lesni drevini a jajich poresty. Čast I. Praha
- Staszkieewicz, J. (1968.): Investigations on *Pinus silvestris* L. from South-eastern Europe and from Causasus and its relation to the pine from other territories of Europe based on morphological variability of cones. Fragmenta floristica et geobotanica. Ann. XIV, Pars 3. Krakow

- Stanković, S. (1957.): Specijacija - proces postanka organskih vrsta. Nauka i priroda X, 1, Beograd
- Stefanović, V. (1958.): Areal prirodnog rasprostranjenja bijelog bora (*Pinus silvestris* L.) u NR Bosni i Hercegovini. Radovi Polj.-šum. fak., br. 3, Sarajevo
- Stefanović, V. (1958-b): Zajednica bijelog bora (*Pinetum silvestris dinaricum*) i neke njene karakteristike na području zapadne Bosne. Radovi Polj.-šum. fak. br. 2, Sarajevo
- Stefanović, V. (1960.): Tipovi šuma bijelog bora na području krečnjaka istočne Bosne. Naučno društvo BiH, Radovi XVI. Odjeljenje prirodnih i tehničkih nauka, knj. 4, Sarajevo
- Stefanović, V. (1961.): Prilog poznavanju mikroklimе nekih šumskih staništa u području istočne Bosne. Radovi Polj.-šum. fak. i Inst. za šum., br. 6, Sarajevo
- Stefanović, V. i Sokač, A. (1962.): Fitocenoza bijelog bora i maljave breze na rubu tresetišta kod Han-Krama. Naučno društvo BiH, Radovi, XIX, knj. 5, Sarajevo
- Stefanović, V. (1964.): Šumska vegetacija na varfenskim pješčarima i glincima istočne i jugoistočne Bosne. Radovi Šum. fak. i Inst. za šum. u Sarajevu, knj. 9, sv. 3, Sarajevo
- Stefanović, V. (1969.): Borove šume na dolomitu zapadne Bosne Bugojansko-kupreškog područja (II prilog). 5.L. sv. 1-2, Zagreb
- Stefanović, V. (1970.): Fitocenoza bijelog bora s brdskim lužnjakom kom Knežine na Romaniji. ANU BiH, Radovi XXXIX, knj. 11, Sarajevo
- Stefanović, V. (1970-b): Über relict Waldgesellschaften aus dem Postglazial in Bosnien. Intern. Vereinigung f. Vegetationskunde Ostalpin-dinarische Sektion, Ht, 10/II, Wien
- Stefanović, V. (1974.): Ekološko-sistematski dijapazon fitocenoza s bijelim borom (*Pinus silvestris* L.) u području Dinarida. "Tokovi", 8, Ivangrad
- Vemić, M. (1954.): O klimi Bosne i Hercegovine. III kongres geografa Jugoslavije, Sarajevo



## 2. DIFERENCIJALNE OSOBINE BIJELOG BORA (*PINUS SILVESTRIS* L.)

### DIFFERENZMERKMALE DER FÖHRE

#### 2.1 MORFOLOŠKE KARAKTERISTIKE ČETINA I ŠIŠARICA BIJELOG BORA (*PINUS SILVESTRIS* L.)\*

##### MORFOLOGISCHE MERKMALE NADELN UND ZAPFEN DER FÖHRE (*PINUS SILVESTRIS* L.)

###### 2.1.1 METOD RADA

Cilj rada je da se ispita varijabilitet morfoloških karakteristika četina i šišarica bijelog bora (*Pinus silvestris* L.) u različitim uslovima staništa. Istraživanja su obavljena u 12 populacija bijelog bora, na lokalitetima od I do XII.

Od morfoloških karaktera mjereni su:

- a) dužina četina u mm,
- b) dužina lisnog rukavca u mm,
- c) dužina šišarica u mm,
- d) širina šišariva na najširem mjestu u mm,
- e) broj ljuspi u šišarici,
- f) izraženost apofiza-grbica sa ocjenama: dobro, srednje i slabo.

Grančice sa četinama sakupljane su sa prethodno proizvoljno odabrana 3 stabla na svakom lokalitetu koja su poslužila kao objekti i za ostala istraživanja. Sa svakog stabla sakupljane su po 3 grančice sa četinama (ukupno 9 repeticija sa jednog lokaliteta), i to sa južne ekspoziције, iz donjeg dijela krošnje.

---

\* Rončević Slobodan

Sa svake grančice uzeto je po 30 četina (u 3 repeticije) na kojima su vršena mjerenja dužine četina i lisnog rukavca. Svamjerenja vršena su na lanjskim četinama.

Na svakom lokalitetu sakupljano je po 50 slučajno odabranih uzoraka šišarica na kojima su mjereni karakteri naprijed iznijeti (pod c, d i e), a utvrđivana je i izraženost apofiza-grbica. Za svaku od 12 istraživanih populacija podaci su obradjeni metodama matematske statistike, izračunavanjem srednjih vrijednosti, varijanse, standardne devijacije i srednje greške mjerenja, a rezultati su prezentirani u vidu tabela od 2 do 16.

Pri obradi matematsko-statističkih podataka korišten je F-TEST DUNCANOV "Multiple rang test".

Kod korištenja DUNCAN-TESTA usvojen je uobičajeni prag signifikantnosti pri značajnosti kod 5%.

## 2.1.2 REZULTATI ISTRAZIVANJA

### 2.1.2.1 Dužina četina

Najveću prosječnu dužinu, od 50,31 mm, imaju četine sakupljene na lokalitetu VII (Careva čuprija u dolini Krivaje), sa podloge serpentinit-peridotita, na kojoj se nalaze aluvijum obluci. Najmanju prosječnu dužinu imaju četine sakupljene na lokalitetu XI (Koprivnica, 1240 m/nv.), sa podloge dolomit, na zemljištu rendzine, koja su suha, plitka i ocjedita.

S obzirom da je F (Fišerov) pokazatelj za ovu pretpostavku (grupno variranje stablo-lokalitet) 6,280, što je mnogo više od tablične vrijednosti 2,694 na nivou značajnosti od 0,001, može se zaključiti da je 0-hipoteza oborena, što znači da se dužina četina izmedju stabala na pojedinim lokalitetima jako signifikantno razlikuje u varijansama, odnosno da se podaci o dužini četina bijelog bora kod pojedinih lokaliteta različito rasturaju.

$$F_{\text{stablo-lokalitet}} = 6,280 > F_{0,001} = 2,694$$

F (Fišerov) pokazatelj za lokalitete je veoma visok, 18,83, što je neuporedivo više u odnosu na tabličnu vrijednost 3,315 na nivou značajnosti od 0,001, te i ovaj podatak ide u prilog tvrdnji da se visoko signifikantno razlikuju u varijansama kada je u pitanju dužina iglica.

$$F_{\text{lokalitet}} = 18,83 > F_{0,001} = 3,315$$

Medjutim, F (Fišerov) pokazatelj, kad je u pitanju medjusobni uticaj stabala na istom lokalitetu, nešto je niži - 2,243, ali je još uvijek, u odnosu na tabličnu vrijednost - 2,115 kod značajnosti od 0,001, veći što ukazuje da se i stabla, kad je u pitanju dužina četina, signifikantno razlikuju u varijansama.

$$F_{\text{stablo}} = 2,243 > F_{0,001} = 2,115$$

Analizom varijanse po Duncanu kod praga signifikantnosti na nivou značajnosti od 5%, kada je u pitanju dužina četina, signifikantno se razlikuje lokalitet XI (Koprivnica, odjel 36) u poredjenju sa lokalitetima VII (Careva Čuprija, dolina Krivaje) i IX (Krivojevići kod Nišića), tabele 2, 3, 4.

Znači, samo u dva slučaja (lokalitet XI), od ukupno 65 poredjenja, postoji signifikantna razlika.

Pretpostaviti je da, pored stanišnih uslova, na varijabilitet dužine četina utiču i neki drugi faktori, najvjerovatnije unutrašnji.

DUZINA ČETINA KOD BIJELOG BORA (*PINUS SILVESTRIS* L.)DIE NADELLANGE DER FÖHRE (*PINUS SILVESTRIS* L.)

Tabela 2

	Lokaliteti	Srednja vrijednost u mm	Srednja greška mjerenja	Varijansa $s^2$	Standardna devijacija $s$
I	Ispod grebena Romanije C. Stijene - Lupoglav	39,536	$\pm 11,58$	1207,260	34,74
II	Greben Lupoglava	35,025	$\pm 10,19$	935,600	30,58
III	Rasolina - Ravna Romanija	42,823	$\pm 12,49$	1405,220	37,48
IV	Iznad Zljobova prema Han- Kramu	40,019	$\pm 12,09$	1316,680	36,28
V	Han-Kram	33,109	$\pm 9,67$	842,780	29,03
VI	Knežinski Palež	44,245	$\pm 12,90$	1498,770	38,71
VII	Careva Čuprija kod Maoče uz Krivaju	50,315	$\pm 14,61$	1922,580	43,84
VIII	Olovske Luke	41,779	$\pm 12,13$	1326,360	36,41
IX	Krivojevići kod Nišića	45,414	$\pm 13,40$	1616,190	40,20
X	Koprivnica, odjel 36	35,626	$\pm 10,38$	971,090	31,16
XI	(Kao X)	31,415	$\pm 9,22$	765,270	27,66
XII	Koprivnica ispod manipu- lacije (radišista)	43,352	$\pm 12,66$	1444,560	38,00

DUŽINA ČETINA BIJELOG BORA (*PINUS SILVESTRIS* L.)  
 DIE NADELLÄNGE DER FÖHRE (*PINUS SILVESTRIS* L.)  
 ANALIZA VARIJANSE PO DUNCANOVOM "MULTIPLE RANG TEST"  
 STREUUNGSZERLEGUNG NACH DUNCAN-SCHEM "MULTIPLE RANG TEST"

Tabela 3

Variranjā	Stepen slobode	Suma kvadrata	Projek kvadrata
Izmedju lokaliteta	11	1096,45	99,677
Izmedju repeticija	2	96,595	48,297
Ostatak	11	605,97	55,088
UKUPNO	24	1799,01	-

$$st = \sqrt{\frac{55,088}{3}} = \sqrt{18,362} = 4,285$$

Tabela 4

Lokaliteti	Srednje vrijednosti P (mm)	Q - tablično					Qxst	
		0,01	0,05	0,1	0,01	0,05	0,1	0,1
VII Careva Čuprija kod Maoče uz Krivaju	50,315	1	-	-	-	-	-	-
IX Krivojevići kod Nišića	45,414	2	4,392	3,113	2,540	18,819	13,339	10,883
VI Knežinski Palež kod upravne zgrade	44,245	3	4,579	3,256	2,660	19,621	13,951	11,398
XII Koprivnica ispod manipulacije (ra- dilišta)	43,352	4	4,697	3,342	2,730	20,126	14,320	11,698
III Rasolina - Ravna Romanija	42,823	5	4,780	3,397	2,772	20,482	14,556	11,878
VIII Olovske Luke	41,779	6	4,841	3,435	2,799	20,473	14,718	11,993
IV Iznad Žljebova prema Han-Kra- mu	40,019	7	4,887	3,462	2,817	20,940	14,834	12,070
I Lupoglav - ispod grebena Romani- je - C. Stijene	39,536	8	4,924	3,480	2,827	21,099	14,911	12,113
X Koprivnica, odjel 36	35,626	9	4,952	3,493	2,833	21,219	14,967	12,139
II Greben Lupoglava	35,025	10	4,975	3,501	2,835	21,317	15,001	12,147
V Han-Kram	33,109	11	4,994	3,506	2,835	21,399	15,023	12,147
XI Kao lokalitet X	31,415	12	5,009	3,509	2,835	21,463	15,036	12,147

### 2.1.2.2 Dužina lisnog rukavca

Prosječna vrijednost dužine lisnog rukavca je najveća kod četina populacija na lokalitetu IX (Krivojevići kod Nišića) 7,06 mm, a najmanja 3,25 mm kod četina populacija na lokalitetu I (ispod grebena Romanije - Crvene stijene - Lupoglav).

Kako je  $F$  (Fišerov) pokazatelj za pretpostavku grupno variranje stablo-lokalitet 5,028, što je znatno više od tablične vrijednosti 2,694 na nivou značajnosti od 0,001, to se može zaključiti da je i u ovom slučaju 0-hipoteza oborena, što znači da se dužina lisnog rukavca između stabala na pojedinim lokalitetima jako signifikantno razlikuju u varijansama.

$$F_{\text{stablo-lokalitet}} = 5,028 > F_{0,001} = 2,694$$

Medjutim,  $F$  (Fišerov) pokazatelj 0,037, kad je u pitanju uticaj stabala na istom lokalitetu, manji je od tablične vrijednosti 1,608 na nivou značajnosti od 5%, što znači da se stabla na istom lokalitetu, kada je u pitanju dužina lisnog rukavca, međusobno ne razlikuju signifikantno u varijansama.

$$F_{\text{stablo}} = 0,037 < F_{0,05} = 1,608$$

Slična konstatacija se može dati i kada je u pitanju međusobni uticaj lokaliteta. I ovdje je  $F$  (Fišerov) pokazatelj znatno niži 0,285 u odnosu na tabličnu vrijednost 1,834 na nivou značajnosti od 5%.

$$F_{\text{lokalitet}} = 0,285 < F_{0,05} = 1,834$$

Znači, ni u ovom slučaju nisu utvrđene signifikantne razlike u varijansama. Analiza varijanse po Duncanu pokazuje kada je u pitanju dužina lisnog rukavca kod četina bijelog bora, da se signifikantno razlikuje samo lokalitet I (ispod grebena Romanije - Crvene stijene - Lupoglav).

glava) i lokalitet XI (Koprivnica, odjel 36), na nivou značajnosti od 5%, tabele 5, 6, 7.

Rezultati dobijeni analizom varijanse po Duncanu ukazuju da su se od 65 poredjenja signifikantne razlike iskazale samo kod jednog lokaliteta, te se može smatrati da su inače utvrđene razlike sasvim slučajne (izuzev populacija lokaliteta I i XI) ili su rezultat nekih drugih faktora koji ovom prilikom nisu bili predmetom istraživanja.



DUŽINA LISNOG RUKAVCA KOD ČETINA BIJELOG BORA (*PINUS SILVESTRIS* L.)  
DIE LANGE DER BLATTSCHEIDE BEI DEN NADELN DER FÖHRE (*PINUS SILVESTRIS* L.)

Tabela 5

	Lokalityti	Srednje vrijednosti (mm)	Srednja greška mjerenja	Varijansa $s^2$	Standardna devijacija $s$
I	Ispod grebera Romanije, Crvene stijene, Lupoglav	3,250	$\pm 0,94$	8,080	2,84
II	Greben - Lupoglava	3,611	$\pm 1,09$	10,730	3,27
III	Rasolina - Ravna Romanija	5,070	$\pm 1,51$	20,660	4,54
IV	Iznad Žljebova prema Han-Kramu	5,639	$\pm 1,76$	27,940	5,28
V	Han-Kram	4,389	$\pm 1,29$	15,000	3,87
VI	Knežinski Palež	4,758	$\pm 1,38$	17,260	4,15
VII	Careva Čuprija kod Maoče uz Krivaju	4,986	$\pm 1,48$	19,800	4,45
VIII	Olovske Luke	4,381	$\pm 1,27$	14,620	3,82
IX	Krivojevići kod Nišića	7,068	$\pm 2,15$	41,940	2,15
X	Koprivnica, odjel 36	5,259	$\pm 1,52$	20,880	4,57
XI	Kao X	6,079	$\pm 1,78$	28,760	5,36
XII	Koprivnica ispod manipulacije (radilište)	5,299	$\pm 1,56$	22,160	4,70

Tabela 6

Lokaliteti	Srednja vrijednost u (mm)	P	Q - tablično					Qxst	
			0,05	0,05	0,1	0,01	0,05	0,1	0,1
IX Krivojevići kod Nišica	7,068	1							
XI Kao X	6,079	2	4,392	3,113	2,540	3,979	2,820	2,301	
IV Iznad Zijebova prema Han-Kramu	5,639	3	4,579	3,256	2,660	4,148	2,949	2,409	
XII Koprivnica ispod manipulacije (radišta)	5,299	4	4,697	3,342	2,730	4,255	3,027	2,473	
X Koprivnica, odjel 36	5,259	5	4,780	3,397	2,772	4,330	3,077	2,511	
III Rasolina - Ravna Romanija	5,070	6	4,841	3,435	2,799	4,385	3,112	2,535	
VII Careva Čuprija kod Maoče uz Krivaju	4,986	7	4,887	3,462	2,817	4,427	3,136	2,552	
VI Knežinski Palež	4,758	8	4,924	3,480	2,827	4,461	3,152	2,561	
V Han-Kram	4,389	9	4,952	3,493	2,833	4,486	3,164	2,566	
VIII Olovske Luke	4,381	10	4,975	3,501	2,835	4,507	3,171	2,568	
II Greben Lupoglava	3,611	11	4,994	3,506	2,835	4,524	3,176	2,568	
I Ispod grebena Romanije Crve- ne stijene - Lupoglav	3,250	12	5,009	3,509	2,835	4,538	3,179	2,568	

DUŽINA LISNOG RUKAVCA KOD ČETINA BIJELOG BORA (*PINUS SILVESTRIS* L.)  
 DIE LANGE DER BLATTSCHNITTBEI DER NADELN DER FÖHRE (*PINUS SILVESTRIS* L.)

ANALIZA VARIJANSE PO DUNCANOVOM "MULTIPLE RANG TEST"  
 STREUUNGSZERLEGUNG NACH DUNCAN-SCHEM "MULTIPLE RANG TEST"

Tabela 7

Variranja	Stepen slobode	Suma kvadrata	Prosjeck kvadrata
Izmedju lokaliteta	11	35,399	3,218
Izmedju repeticija	2	0,388	0,194
Ostatak	11	27,126	2,466
UKUPNO	24	62,913	-

$$st = \sqrt{\frac{2,466}{3}} = 0,906$$

### 2.1.2.3 Dužina šišarica

Prosječno najduže (48,96 mm) šišarice bijelog bora su populacije na lokalitetu V (Han-Kram), a najmanju dužinu (36,56 mm) imaju šišarice populacije na lokalitetu IX (Krivojevići kod Nišića). Analiza varijanse po Duncanu pokazuje da se populacija na lokalitetu V (Han-Kram) sig-nifikantno razlikuje u odnosu na sve upoređivane populacije sa drugih lokaliteta, tabele 8, 9, 10.

Utvrđene su signifikantne razlike između još nekih lokalite-ta, također na nivou značajnosti od 5%, tabele 8, 9, 10.

DUZINA SISARICA BIJELOG BORA (*PINUS SILVESTRIS* L.)  
DIE ZAPFENLÄNGE DER FÖHRE (*PINUS SILVESTRIS* L.)

Tabela 8

	Lokaliteti	Srednje vrijednosti (mm)	Srednja greška mjerjenja	Varijansa $s^2$	Standardna devijacija $s$
I	Ispod grebena Romanije, Crvene stijene - Lupoglav	38,980	$\pm 1,48$	10,947	3,31
II	Greben Lupoglava	43,160	$\pm 1,83$	16,915	4,11
III	Rasolina - Ravna Romanija	38,040	$\pm 1,90$	18,152	4,26
IV	Iznad Zljebova prema Han-Kramu	38,400	$\pm 2,10$	22,260	4,71
V	Han-Kram	48,960	$\pm 1,61$	13,052	3,61
VI	Knežinski Palež	43,000	$\pm 1,69$	14,440	3,80
VII	Careva Čuprija kod Maoče uz Krivaču	41,840	$\pm 1,32$	8,760	2,96
VIII	Olovske Luke	38,580	$\pm 1,46$	10,670	3,27
IX	Krivojevići kod Nišića	36,560	$\pm 2,72$	37,320	6,10
X	Koprivnica, odjel 36	37,080	$\pm 1,32$	8,680	2,95
XI	Kao X	37,500	$\pm 1,27$	8,070	2,84
XII	Koprivnica ispod manipulacije (radilište)	36,660	$\pm 1,31$	8,620	2,94

DUZINA ŠISARICA BIJELOG BORA (*PINUS SILVESTRIS* L.)

DIE ZAPFENLÄNGE DER FÖHRE (*PINUS SILVESTRIS* L.)

ANALIZA VARIJANSE PO DUNCANOVOM "MULTIPLE RANG TEST"

STREUUNGSZERLEGUNG NACH DUNCAN-SCHEM "MULTIPLE RANG TEST"

Tabela 9

Varianja	Stepen slobode	Suma kvadrata	Prosjeck kvadrata
Izmedju lokaliteta	11	748,76	68,06
Izmedju blokova	4	492,54	123,13
Ostatak	33	399,05	12,092
UKUPNO	48	1640,35	

$$st = \sqrt{\frac{12,092}{5}} = \sqrt{2,418484} = 1,555$$

Tabela 10

	Lokaliteti	Srednje vrijednosti (mm)	P	Q - tablično					Qxst		
				0,01	0,05	0,1	0,01	0,05	0,01	0,05	0,1
V	Han-Kram	48,960	-	-	-	-	-	-	-	-	-
II	Greben Lupoglava	43,160	2	3,889	2,888	2,400	6,047	4,490	3,732	3,732	3,732
VI	Knežinski Palež	43,000	3	4,056	3,035	2,532	6,307	4,719	3,937	3,937	3,937
VII	Careva čuprija kod Maoče uz Krivaju	41,840	4	4,168	3,131	2,615	6,481	4,868	4,066	4,066	4,066
I	Ispod grebena Romanije, Crvene stijene - Lupoglav	38,980	5	4,250	3,199	2,674	6,608	4,974	4,158	4,158	4,158
VIII	Olovske Luke	38,580	6	4,314	3,250	2,717	6,708	5,053	4,224	4,224	4,224
IV	Iznad Zljebova prema Han-Kranu	38,400	7	4,366	3,290	2,750	6,789	5,115	4,276	4,276	4,276
III	Rasolina - Ravna Romanija	38,040	8	4,409	3,322	2,776	6,855	5,165	4,316	4,316	4,316
XI	Kao X	37,500	9	4,445	3,349	2,796	6,911	5,207	4,347	4,347	4,347
X	Koprivnica, odjel 36	37,080	10	4,477	3,371	2,813	6,961	5,241	4,374	4,374	4,374
XII	Koprivnica ispod manipulacije (radišće)	36,660	11	4,504	3,389	2,826	7,003	5,269	4,394	4,394	4,394
IX	Krivojevići kod Nisića	36,560	12	4,528	3,405	2,837	7,041	5,294	4,411	4,411	4,411

#### 2.1.2.4 Širina šišarica

Utvrđeno je da najveću prosječnu širinu imaju šišarice sakupljene na lokalitetu V (Han-Kram), dok najmanju prosječnu širinu imaju sakupljene na lokalitetu X (Koprivnica, odjel 36). Analizom varijanse po Duncanu (tabele 11, 12, 13) može se vidjeti da se populacije lokaliteta V (Han-Kram) signifikantno razlikuju u odnosu na sve upoređivane populacije drugih lokaliteta, na nivou značajnosti od 5%, izuzev populacije lokaliteta II (Greben Lupoglava) sa kojim nije signifikantan.

Signifikantne razlike, na nivou značajnosti od 5%, utvrđjene su i za populaciju na lokalitetu II (Greben Lupoglava) u poredjenju sa populacijama lokaliteta IV (iznad Žljebova prema Han-Kranu), III (Rasolina-Romanija) i lokaliteta X (Koprivnica, odjel 36).



SIRINA ŠISARICA BIJELOG BORA (*PINUS SILVESTRIS* L.)  
 DIE ZÄPFENBREITE DER FÖHRE (*PINUS SILVESTRIS* L.)

Tabela 11

	Lokaliteti	Srednje vrijednosti (mm)	Srednja greška mjerenja	Varijansa $s^2$	Standardna devijacija $s$
I	Ispod grebena Romanije, Crvene stijene - Lupoglav	41,740	$\pm 1,07$	5,840	2,42
II	Greben Lupoglavu	44,940	$\pm 1,44$	10,370	3,22
III	Rasolina - Ravna Romanija	37,840	$\pm 1,27$	8,080	2,84
IV	Iznad Zljebova prema Han-Kramu	38,720	$\pm 2,06$	21,290	4,61
V	Han-Kram	48,100	$\pm 1,79$	16,130	4,01
VI	Knežinski Palež	42,260	$\pm 0,23$	0,530	0,23
VII	Careva Čuprija kod Maoče uz Krivaju	42,420	$\pm 1,93$	18,800	4,33
VIII	Olovske Luke	41,120	$\pm 1,61$	13,150	3,63
IX	Krivojevići kod Nišića	39,720	$\pm 2,59$	33,720	5,81
X	Koprivnica, odjel 36	37,480	$\pm 1,31$	8,730	2,95
XI	Kao X	40,020	$\pm 1,04$	5,480	2,34
XII	Koprivnica ispod manipulacije (radilište)	39,800	$\pm 1,66$	13,880	3,72

SIRINA SISARICA BIJELOG BORA (*PINUS SILVESTRIS* L.)  
 DIE ZAPFENGREITE DER FOHRE (*PINUS SILVESTRIS* L.)  
 ANALIZA VARIJANSE PO DUNCANOVOM "MULTIPLE RANG TEST"  
 STREUUNGSZERLEGUNG NACH DUNCAN-SCHEM "MULTIPLE RANG TEST"

Tabela 12

Variranjia	Stepen slobode	Suma kvadrata	Projek kvadrata
Izmedju lokaliteta	11	506,62	46,05
Izmedju blokova	4	101,75	25,43
Ostatak	33	522,47	15,83242
UKUPNO	48	1130,84	-

$$st = \sqrt{\frac{15,83242}{5}} = \sqrt{3,1664848} = 1,779$$

Tabela 13

Lokaliteti	Srednja vrijednost (mm)	P	Q - tablično				Qxst	
			0,01	0,05	0,1	0,01	0,05	0,1
V Han-Kram	48,10	-	-	-	-	-	-	-
II Greben Lupoglava	44,94	2	3,889	2,888	2,400	6,91	5,13	4,26
VII Careva čuprija kod Maoče uz Krivaju	42,42	3	4,056	3,035	2,532	7,21	5,39	4,50
VI Knežinski Palež	42,26	4	4,168	3,131	2,615	7,41	5,57	4,39
I Ispod grebena Romanije, Crvene Stijene - Lupoglav	41,74	5	4,250	3,199	2,674	7,56	5,69	4,45
VIII Olovske Luke	41,12	6	4,314	3,250	2,717	7,67	5,78	4,83
XI Kao X	40,02	7	4,366	3,290	2,750	7,56	5,85	4,89
XII Koprivnica ispod manipulacije (radiliste)	39,80	8	4,409	3,322	2,776	7,84	5,90	4,93
IX Krivojevići kod Nišića	39,72	9	4,445	3,349	2,796	7,90	5,95	4,97
IV Iznad Žljebova prema Han-Kramu	38,72	10	4,477	3,371	2,813	7,96	5,99	5,00
III Rasolina - Ravna Romanija	37,84	11	4,504	3,389	2,826	8,01	6,02	5,02
X Koprivnica, odjel 36	37,48	12	4,528	3,405	2,837	8,05	6,05	5,04

#### 2.1.2.5 Broj ljuspi na šišarici

U prosjeku, najveći broj ljuspi, 98,44, u šišaricama bijelog bora zabilježen je kod populacije na lokalitetu V (Han-Kram) a prosječno najmanji broj ljuspi, 72,04, zabilježen je u šišaricama bijelog bora populacije na lokalitetu X (Koprivnica, odjel 36). Analiza varijanse po Duncanu, tabele 14, 15, 16, pokazuje da su utvrđene signifikantne razlike kod više lokaliteta. Naročito se populacije na lokalitetu V (Han - Kram) signifikantno razlikuju, na nivou značajnosti od 5%, u odnosu na sve druge populacije izuzev populacija sa lokaliteta VI (Knežinski Palež).

Kao objašnjenje za utvrđene visoke prosječne vrijednosti, ne samo broja ljuspi u šišaricama već i najveće prosječne vrijednosti, kad je u pitanju dužina i širina šišarica u odnosu na sve istraživane lokalitete, treba tražiti u tome što su šišarice sakupljane ispod stabala bijelog bora na rubnom dijelu tresetišta koji je znatno suvlji, na smedje podzolastom zemljištu, koje pruža dobre uslove za razvoj bijelog bora.

BROJ LJUSPI U SISARICAMA BIJELOG BORA (*PINUS SILVESTRIS* L.)  
ZAHŁ DER SCHUPPEN BEI DEN ZAPFEN DER FOHRE (*PINUS SILVESTRIS* L.)

Tabela 14

	Lokaliteti	Srednje vrijednosti	Srednja greška mjerenja	Varijansa $s^2$	Standardna devijacija $s$
I	Ispod grebena Romanije, Crvene stijene, Lupoglav	88,92	$\pm 1,53$	11,88	3,44
II	Greben Lupoglava	88,48	$\pm 3,62$	65,95	8,12
III	Rasolina - Ravna Romanija	82,64	$\pm 2,80$	39,59	6,29
IV	Iznad Zljebova prema Han-Kramu	90,10	$\pm 2,09$	21,95	4,68
V	Han-Kram	98,44	$\pm 3,11$	48,82	6,98
VI	Knežinski Palež	91,42	$\pm 1,90$	18,13	4,25
VII	Careva Čuprija kod Maoče uz Krivaju	85,04	$\pm 3,14$	49,56	7,03
VIII	Olovske Luke	79,72	$\pm 3,38$	57,54	7,58
IX	Krivojevići kod Nišića	74,90	$\pm 5,95$	178,18	13,34
X	Koprivnica, odjel 36	72,04	$\pm 3,19$	51,11	7,14
XI	Kao X	81,90	$\pm 3,71$	69,21	8,31
XII	Koprivnica ispod manipulacije (radilište)	77,56	$\pm 3,05$	46,87	6,84

BROJ LJUSPI U ŠISARICAMA BIJELOG BORA (*PINUS SILVESTRIS* L.)  
ZAHŁ DER SCHUPPEN BEI DEN ZAPFEN DER FÖHRE (*PINUS SILVESTRIS* L.)

ANALIZA VARIJANSE PO DUNCANOVOM "MULTIPLE RANG TEST"  
STREUUNGSZERLEGUNG NACH DUNCAN-SCHEM "MULTIPLE RANG TEST"

Tabela 15

Variranjā	Stepen slobode	Suma kvadrata	Prosjek kvadrata
Izmedju lokaliteta	11	3186,05	289,64
Izmedju blokova	4	1541,06	385,26
Ostatak	33	1094,23	33,13
UKUPNO	48	5821,34	-

$$st = \sqrt{\frac{33,128081}{5}} = \sqrt{6,6256362} = 2,574$$

Tabela 16

Lokaliteti	Srednja vrijednost (mm)	P	Q - tablično				Qxst	
			0,01	0,05	0,1	0,01	0,05	0,1
V Han-Kram	98,44	-	-	-	-	-	-	-
VI Knežinski Palež	91,42	2	3,889	2,888	2,400	10,01	7,43	6,17
IV Iznad Žljebova prema Han-Kramu	90,10	3	4,056	3,035	2,532	10,44	7,81	6,51
I Ispod grebena Romanije, Crvene stijene - Lupoglav	88,92	4	4,168	3,131	2,615	10,72	8,05	6,73
II Greben Lupoglava	88,48	5	4,250	3,199	2,674	10,93	8,23	6,88
VII Careva čuprija kod Maoče uz Krivaju	85,04	6	4,314	3,250	2,717	11,10	8,36	6,99
III Rasolina - Ravna Romanija	82,64	7	4,366	3,290	2,750	11,23	8,46	7,07
XI Kao X	81,90	8	4,409	3,322	2,776	11,34	8,55	7,14
VIII Olovske Luke	79,72	9	4,445	3,349	2,796	11,44	8,62	7,19
XII Koprivnica ispod manipulacije (radilišta)	77,56	10	4,447	3,371	2,813	11,52	8,67	7,24
IX Krivojevići kod Nišića	74,90	11	4,504	3,389	2,826	11,59	8,72	7,27
X Koprivnica, odjel 36	72,04	12	4,528	3,405	2,837	11,65	8,76	7,30

Tabela 17

Stepen izraženosti apofiza-grbica kod bijelog bora ( <i>Pinus sylvestris</i> L.)	Lokaliteti											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Dobro izražene apofize-grbice	23	19	26	45	37	38	38	34	32	36	23	25
Srednje izražene apofize-grbice	17	22	14	2	13	11	12	16	17	13	22	16
Slabo izražene apofize-grbice	10	9	10	3	0	1	0	0	1	1	5	9



### 2.1.3 ZAKLJUČAK

Na osnovu rezultata rada slijede zaključci:

Kod svih ispitivanih morfoloških karaktera utvrđeno je da su grupna variranja stablo-lokalitet značajno signifikantna, a to znači da ta variranja predstavljaju odraz ekološki različitih stanišnih uslova.

Kada je u pitanju dužina četina bijelog bora, utvrđeno je da postoje visoko signifikantne razlike između istraživanih populacija lokaliteta i stabala bijelog bora na njima u varijansama na nivou značajnosti od 0,001.

$$F_{\text{stablo-lokalitet}} = 6,28 > F_{0,001} = 2,694$$

Visoko signifikantne razlike su utvrđene i među populacijama kada je u pitanju dužina četina na nivou značajnosti od 0,001.

$$F_{\text{lokalitet}} = 18,83 > F_{0,001} = 3,315$$

Signifikantne razlike u varijansama utvrđene su i među stablima kada je u pitanju dužina četina na nivou značajnosti od 0,01.

$$F_{\text{stablo}} = 2,243 > F_{0,01} = 2,115$$

Za lisni rukavac, kod četina bijelog bora, utvrđeno je da su signifikantne razlike izražene jedino kod grupnog variranja stablo-lokalitet, i to na nivou značajnosti od 0,001.

$$F_{\text{stablo-lokalitet}} = 5,028 < F_{0,001} = 2,694$$

Izračunate vrijednosti za F pri variranju populacija (lokalitet)-stablo su niže od tabličnih vrijednosti iz čega se može zaključiti da su utvrđene razlike sasvim slučajne.

Na osnovu analize mjernih karaktera (dužina i širine šišarica, kao i broja ljuspi u šišaricama) utvrđeno je da se populacija na lokalitetu V (Han-Kram) signifikantno razlikuje u odnosu na sve upoređivane lokalitete uz izuzetak kada je u pitanju lokalitet II (Greben Lupoglava, širina šišarica) i lokalitet VI (Knežinski Palež, broj ljuspi).

Utvrđene signifikantne razlike, kada je u pitanju dužina i širina šišarica, kao i broj ljuspi u šišaricama, na nivou značajnosti od 5% najvjerovatnije su odraz stanišnih-edafskih uslova.

## LITERATURA

- Holubčík, M. (1971.): Dimensions of cones of Norway spruce (*Picea abies* Karst.) in Slovakia. Acta Instituti forestalis Zvolenensis, Tomus II
- Linder, A. (1951.): Statische methoden für Naturwissenschaftler Mediziner, und Ingenieur. Zweite, erweiterte Auflage, Basel
- Mišić, V., Popović, M. i Čolić, D. (1972.): Individualni varijabilitet smrče (*Picea excelsa* L.) na Kopaoniku. Glasnik Prirodnjačkog muzeja u Beogradu, Serija B, Knjiga 27
- Mišić, V., Popović, M. i Čolić, D. (1972.): Promjenljivost četina i šiša-rica na jednom stablu smrče (*Picea excelsa* L.) na Kopaoniku. Glasnik Prirodnjačkog muzeja Beograd, Serija B, Knjiga 27
- Mišić, V., Popović, M. i Čolić, D. (1973.): Grupni varijabilitet smrče (*Picea excelsa* L.) na Kopaoniku. Glasnik Prirodnjačkog muzeja Beograd, Serija B, Knjiga 28
- Popnikola, N (1975.): Prilog proučavanju individualne varijabilnosti be-log bora (*Pinus silvestris* L.). Šumarstvo br. 6, Beograd
- Staszkiewicz, J. (1963.): Recherches biometriques sur la variabilite des cones du Pin sylvestre (*Pinus silvestris* L.) du Massif central en France. Fragmenta floristica et geobotanica, Ann. IX, Pars. 2
- Staszkiewicz, J. (1968.): Badania nad sosna zwyczajna z Europy Poludnio-wo-wschodniej i Kaukazu oraz jej stosunkiem do sosny z innych obszarov Europy, oparte na smiennosci morfologicznej szyszek. Fragmenta floristica et geobotanica, Ann. XIV, Pars. 3
- Weber, E. (1972.): Grundriss der biologischen Statistik.VII Aufl. Stutt-gart

### 3. ANATOMSKE KARAKTERISTIKE ČETINA BIJELOG BORA

(*P. SILVESTRIS* L.)\*

#### ANATOMISCHE EIGENSCHAFTEN DER FÖHRENNADELN

(*P. SILVESTRIS* L.)

Istraživanja anatomskih karakteristika četina datiraju od pojave *L a m b e r t o v e* monografije roda *Pinus* (1828.) i bila su uglavnom sistemske prirode.

I u docnijim istraživanjima anatomija se uglavnom koristila u onim slučajevima kada morfologija nije bila dovoljno pouzdana u određivanju srodnih vrsta i nižih sistematskih jedinica od vrste. Na taj način je utvrđeno postojanje različitih rasa, biotipova, morfoloških grupa, ekotipova i sl.

Današnja istraživanja na polju anatomije u nas usmjerena su takodje uglavnom na sistematiku. Tako je *V i d a k o v i ć* (1953; 1955; 1957) na osnovu anatomije četina sastavio dihotomski ključ za determinaciju svojta crnog bora u Jugoslaviji.

Na proučavanju individualne varijabilnosti bijelog bora u Jugoslaviji radio je *P o p n i k o l a* (1975.).

Sa ovim radom pokušalo se ustanoviti u kojoj mjeri uslovi sredine imaju uticaja na unutarvrstu varijabilnost kod određenih lokaliteta i u kojoj se mjeri taj varijabilitet ispoljava na anatomskim karakteristikama date vrste.

---

\* Sisojević Darinka

### 3.1 METOD ISTRAŽIVANJA

U ovom radu iskorišten je materijal prikupljen za morfološka istraživanja četina. Od svakog uzorka (stabla) uzeto je po trideset četina, dvogodišnje starosti.

Tehnika rezanja bila je ručna.

U ogledu su vršena sljedeća mjerenja:

- broja smolenica,
- broja poprijeko prerezanih stoma,
- epiderma - visine, širine i debljine membrane na konveksnoj i ravnoj strani četine,
- hipoderma - visine i širine hipodermalnih ćelija na konveksnoj i ravnoj strani četine, kao i broja slojeva hipoderme na konveksnoj i ravnoj strani i u uglovima četine.

Kod obrade podataka primijenjen je metod analize varijanse. Testiranje je provedeno na dva uobičajena nivoa rizika (5% i 1%) uz upotrebu F i t-testa (odnosno NZR).

Poredjenjem srednjih vrijednosti utvrđene su, statistički značajne razlike i označene simbolima + i ++, koji označavaju da je razlika statistički značajna, odnosno visoko statistički značajna (na nivou rizika 5% i 1%).

### 3.2 REZULTATI ISTRAŽIVANJA

*Broj smolenica.* Broj smolenica kod uzoraka odabranih lokaliteta ima širok interval variranja, od 8,5 do 14.

U tabeli 18, analiza varijanse jasno ukazuje da su statistički značajne razlike ispoljene uticajem lokaliteta.

Provodeći t-test (NZR), utvrđeno je da postoje statistički značajne razlike između pojedinih lokaliteta.

Veoma karakterističan je lokalitet V koji se visoko značajno razlikuje od svih lokaliteta (osim lokaliteta broj I i III).

*Broj stoma.* Broj stoma, kao i prethodni elemenat, ima takodje širok interval variranja, od 10 do 15, što ukazuje na statistički značajne razlike ispoljene uticajem lokaliteta.

Provodeći t-test (NZR), utvrđeno je da postoje statistički značajne razlike izmedju grupa lokaliteta, što se iz priloga (tabela 19) može sagledati.

Statistički značajne razlike nisu dokazane kod lokaliteta broj VI, VII, VIII i IX.

*Epiderma - visina epidermalnih ćelija na konveksnoj strani četine.* Veliki interval variranja izmedju prosječnih vrijednosti visine epidermalnih ćelija, od 31,70 do 40,30 mikrona, koji je prema tabeli analize varijanse (tabela 20) ispoljen uticajem lokaliteta, ukazuje na značajne statističke razlike za ovu anatomska karakteristiku.

*Epiderma - prosječne vrijednosti visine epidermalnih ćelija na ravnoj strani četine.* Visina epidermalnih ćelija na ravnoj strani četine takodje pokazuje značajne razlike medju lokalitetima, ali u mnogo manjem broju nego što je ta razlika na konveksnoj strani.

Iz tabele 21 za analizu varijanse jasno se vidi uticaj lokaliteta na statistički značaj razlika.

*Epiderma - prosječne vrijednosti širine epidermalnih ćelija na konveksnoj strani četine (mikr.).* U tabeli 22 prikazane su prosječne vrijednosti za ovu anatomska karakteristiku.

Provodeći t-test, konstatovano je da postoje statistički značajne razlike izmedju pojedinih lokaliteta.

*Epiderma - prosječne vrijednosti širine epidermalnih ćelija na ravnoj strani četine (mikr.).* Podaci za ovu anatomska karakteristiku prikazani su u tabelarnom prilogu br. 23, odakle se može sagledati da se uticaj lokaliteta nije pokazao statistički signifikantan, ali t-test ukazuje na statistički značajne razlike medju pojedinim lokalitetima.

*Epiderma - prosječne vrijednosti debljine membrana epidermalnih ćelija na konveksnoj strani četine (mikr.).* Provodeći analizu varijanse za ovu anatomska karakteristiku (tabela 24), može se konstatovati da iz-

medju lokaliteta nema razlika i da su razlike veoma blizu značajnim kod lokaliteta II, III, X, XI i XII.

*Epiderma - prosječne vrijednosti debljine membrana epidermalnih ćelija na ravnoj strani četine (mikr.).* Za ovaj elemenat osmatranja konstatuje se da izmedju lokaliteta nema razlika (tabela 25), odnosno da su razlike statistički slučajne.

*Hipoderma - prosječne vrijednosti visine hipodermalnih ćelija na konveksnoj strani četine (mikr.).* Ovdje su utvrđene značajne razlike lokaliteta XII sa ostalim lokalitetima, što je priloženo u tabeli 26.

*Hipoderma - prosječne vrijednosti visine hipodermalnih ćelija na ravnoj strani četine (mikr.).* Visina hipodermalnih ćelija je statistički značajna samo za lokalitet I, kako se to iz tabelarnog priloga br. 27 može i sagledati.

*Hipoderma - prosječne vrijednosti širine hipodermalnih ćelija na konveksnoj strani četine (mikr.).* Izmedju lokaliteta nema razlike (tabela 28).

*Hipoderma - prosječne vrijednosti širine hipodermalnih ćelija na ravnoj strani četine (mikr.).* Iz priloga (tabela 29) sagledaju se značajne razlike za ovaj elemenat osmatranja, kod pojedinih lokaliteta.

Provodeći t-test, značajne razlike su najviše ispoljene kod lokaliteta V u odnosu na druge lokalitete.

PROSJEČNE VRIJEDNOSTI BROJA SMOLENICA  
Durchschnittliche Anzahl der Harzgänge

Tabela 18

Lokalitet	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
$\bar{X}$	10,59	9,48	9,49	10,12	8,47	12,13	12,36	10,53	12,11	13,51	13,05	13,59

## Analiza varijanse

Izvori varijanca	Stepeni slobode	Suma kvadrata	Varijansa	F <sub>0</sub>	F <sub>1</sub>	F <sub>2</sub>
Lokalitet	11	97,61	8,87			
Pogreška	24	21,28	0,89	9,97	2,18	3,03
Ukupno	35	118,89				

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	-	-	-	-	-	+	++	-	+	++	++	++
2	-	-	-	-	++	++	++	-	++	++	++	++
3	-	-	-	-	-	++	++	-	++	++	++	++
4	-	-	-	-	++	++	++	-	++	++	++	++
5	-	-	-	-	-	++	++	++	++	++	++	++
6	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	+	+
7	-	-	-	-	-	-	-	++	-	+	-	++
8	-	-	-	-	-	-	-	-	+	++	++	++
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+

NZR iznose: za 5% = 1,24  
za 1% = 1,69



PROSJEČNE VRIJEDNOSTI BROJA STOMA  
Durchschnittliche Anzahl der querschnitten Stomen

Tabela 19

Lokalitet	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
$\bar{x}$	11,58	11,12	11,39	11,23	10,05	12,18	12,03	11,60	12,24	14,17	14,19	14,16

Analiza varijanse

Izvori variranja	Stepeni slobode	Suma kvadrata	Varijansa	F <sub>0</sub>	F <sub>1</sub>	F <sub>2</sub>
Lokaliteti	11	59,48	5,41	2,29	2,18	3,03
Pogreška	24	56,63				
Ukupno	35	116,11				

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	++	++
2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	++	++
3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	++	++
4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	++	++
5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	++	++

NZR iznose: za 5% = 2,58  
za 1% = 3,50

EPIDERMA - PROSJEČNE VRIJEDNOSTI VISINE EPIDERMALNIH ČELIJA NA KONVEKSNJOJ STRANI ČETINE (MIKRONA)

Epiderm - Durchschnittliche Höhe der Epidermalen Zellen auf der konvexen Nadelseite

Tabela 20

Lokalitet	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
$\bar{x}$	40,30	40,20	36,00	32,10	35,70	35,80	31,70	36,20	40,10	40,20	36,10	35,90

Analiza varijanse

Izvori variranja	Stepeni slobode	Suma kvadrata	Varijansa	$F_0$	$F_1$	$F_2$
Lokaliteti	11	272,00	24,73			
Pogreška	24	80,00	3,33	7,47	7,47	7,47
Ukupno	35	352,00				

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	-	-	+	++	+	+	++	+	-	-	+	+
2	-	-	+	++	+	+	++	+	-	-	+	+
3	-	-	-	+	-	-	+	-	+	+	-	-
4	-	-	-	-	+	+	-	+	++	++	+	+
5	-	-	-	-	-	-	+	-	+	+	-	-
6	-	-	-	-	-	-	+	-	+	+	-	-
7	-	-	-	-	-	-	-	+	++	++	+	+
8	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+

NZR iznose: za 5% = 3,07

za 1% = 4,17

PROSJEČNE VRIJEDNOSTI VISINE EPIDERMALNIH ČELIJA NA RAVNOJ STRANI ČETINE (MIKRONA)  
Durchschnittliche Höhe der epidermalen Zellen auf flachen Nadelseite (Mikr.)

Tabela 21

Lokalitet	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
$\bar{x}$	18,10	15,90	16,00	14,10	15,80	13,90	13,80	16,10	18,00	18,20	14,00	14,10

Analiza varijanse

Izvori variranja	Stepeni slobode	Suma kvadrata	Varijansa	$F_0$	$F_1$	$F_2$
Lokaliteti	11	92,00	8,36			
Pogreška	24	72,00	3,00	2,79	2,18	3,03
Ukupno	35	164,00				

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	-	-	-	++	-	++	++	-	-	-	++	++
2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-
5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-
7	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+

NZR iznose: za 5% = 2,91  
za 1% = 3,94

PROSJEKNE VRIJEDNOSTI SIRINE EPIDERMALNIH CELIJA NA KONVEKSNJOJ STRANI CETINE (MIKRONA)  
Durchschnittliche Breite der epidermalen Zellen auf konvexen Nadelseite (Mikr.)

Tabela 22

Lokaliteti	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
$\bar{x}$	13,90	16,00	16,10	16,10	12,20	12,10	14,10	15,90	18,10	18,00	16,10	17,90

## Analiza varijanse

Izvori variranja	Stepeni slobode	Suma variranja	Varijansa	$F_0$	$F_1$	$F_2$
Lokaliteti	11	146,20	13,29	3,59	2,18	3,03
Pogreška	24	88,80	3,70			
Ukupno	35	235,00				

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+
2	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-
3	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-
4	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-
5	-	-	-	-	-	-	-	+	++	+	++	++
6	-	-	-	-	-	-	-	+	++	+	++	++
7	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+

NZR iznose: za 5% = 3,24

za 1% = 4,39

PROSJEČNE VRIJEDNOSTI EPIDERMALNIH ĆELIJA NA RAVNOJ STRANI ĆETINE (MIKRONA)  
Durchschnittliche Breite der epidermalen Zellen auf flachen Seite (Mikr.)

Tabela 23

Lokaliteti	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
$\bar{x}$	12,00	14,10	14,20	14,00	10,00	9,80	12,10	13,90	14,00	14,00	11,90	12,10

Analiza varijanse

Izvori variranja	Stepeni slobode	Suma kvadrata	Varijansa	$F_0$	$F_1$
Lokaliteti	11	52,20	4,75	1,36	2,18
Pogreška	24	84,00	3,50		
Ukupno	35	136,20			

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-
3	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-
4	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-
5	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	-
6	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	-

NZR iznose: za 5% = 3,16

PROSJEČNE VRIJEDNOSTI DEBLJINE MEMBRANA EPIDERMALNIH ČELIJA NA KONVEKSNJOJ STRANI ČETINE (MIKRONA)

Durchschnittliche Dicke der Zellmembrane auf der konvexen Nadelseite (Mikr.)

Tabela 24

Lokaliteti	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
$\bar{x}$	5,98	7,94	8,02	6,08	5,92	5,94	6,04	6,00	5,98	8,03	8,07	7,96

Analiza varijanse

Izvori variranja	Stepeni slobode	Suma kvadrata	Varijansa	$F_0$	$F_1$
Lokaliteti	11	35,10	3,18	1,51	2,18
Pogreška	24	40,17	1,67		
Ukupno	35	75,27			

NZR iznose: za 5% = 2,18

F-test je pokazao da statistički značajne razlike između lokaliteta za ovaj element osmatranja ne postoje. Medjutim, iako F-test ne pokazuje razlike u lokalitetima, te razlike su veoma blizu značajnim kod II, III, X, XI i XII.

PROSJEČNE VRIJEDNOSTI DEBLJINE MEMBRANA EPIDERMALNIH ČELIJA NA RAVNOJ STRANI ČETINE (MIKRONA)  
Durchschnittliche Dicke der Zellmembrane auf flachen Nadelseite (Mikr.)

Tabela 25

Lokaliteti	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
$\bar{X}$	5,03	5,12	4,60	4,86	3,42	3,64	3,50	2,98	3,05	4,16	4,24	4,82

Analiza varijanse

Izvori variranja	Stepeni slobode	Sume kvadrata	Varijansa	$F_0$	$F_1$
Lokaliteti	11	18,72	1,70		
Pogreška	24	29,27	1,22	1,39	2,18
Ukupno	35	47,99			

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-
2	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-
3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-
5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+

NZR 5% = 1,86

HIPODERMA - PROSJEČNE VRIJEDNOSTI VISINE HIPODERMALNIH ČELIJA NA KONVEKSNJOJ STRANI ČETINE (MIKRONA)  
 Hypoderm - Durchschnittliche Höhe der hypodermalen Zellen auf der konvexen Nadelseite (mkr.)

Tabela 26

Lokaliteti	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
$\bar{x}$	13,68	10,03	9,96	9,84	11,78	11,93	13,87	12,11	12,06	12,16	12,07	8,15

Analiza varijanse

Izvori variranj	Stepeni slobode	Suma kvadrata	Varijansa	F <sub>0</sub>	F <sub>1</sub>
Lokaliteti	11	98,99	9,00		
Pogreška	24	83,21	3,47	2,59	2,18
Ukupno	35	182,20			

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	++
2	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-
3	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-
4	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-
5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	++
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+

NZR 5% = 3,13



Durchschnittliche Höhe der hypodermalen Zellen auf flachen Nadelseite  
(Mikr.)

## Analiza varijanse

NZR 5% = 2,38

PROSJEČNE VRIJEDNOSTI ŠIRINE HIPODERMALNIH ČELIJA NA KONVEKSNJOJ STRANI ČETINE (MIKRONA)  
Hypoderm - durchschnittliche Anzahl der hypodermalen Zellen auf konvexen Nadelseite (Mikr.)

Tabela 28

Lokaliteti	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
$\bar{x}$	17,89	17,90	17,98	18,03	19,90	17,92	16,04	18,00	17,92	18,12	16,06	17,96

Analiza varijanse

Izvori variranja	Stepeni slobode	Suma kvadrata	Varijansa	$F_0$	$F_1$
Lokaliteti	11	34,38	3,18	1,05	2,18
Pogreška	24	72,64	3,03		
Ukupno	35	107,02			

1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2												
3												
4												
5	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-

NZR 5% = 2,92

NZR 1% = 3,95

PROSJEČNE VRIJEDNOSTI ŠIRINE HIPODERMALNIH ČELIJA NA RAVNOJ STRANI ČETINE (MIKRONA)

Durchschnittliche Anzahl der hypodermalen Zellen auf flachen Seite (Mikr.)

Tabela 29

Lokaliteti	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
$\bar{x}$	13,69	15,72	15,76	13,92	17,88	15,76	12,14	13,79	14,08	13,96	11,83	13,87

Analiza varijanse

Izvori variranja	Stepeni slobode	Suma kvadrata	Varijansa	F <sub>0</sub>	F <sub>1</sub>	F <sub>2</sub>
Lokaliteti	11	99,18	9,02	3,08	2,18	3,03
Pogreška	24	70,36	2,93			
Ukupno	35	169,54				

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	-	-	-	-	++	-	-	-	-	-	-	-
2												
3												
4	-	-	-	-	++	-	-	-	-	-	-	-
5	-	-	-	-	-	-	++	++	1	1	++	++
6	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	++	-

NZR 5% = 2,88

NZR 1% = 3,90

### 3.3 ZAKLJUČAK

Na Osnovu analize elemenata osmatranja može se konstatovati sljedeće:

1. Da broj smolenica na ispitivanim lokalitetima ima interval variranja od 8,47 do 13,59,

- da su variranja za ovaj element osmatranja signifikantna i visoko značajna (na nivou NZR za 5% i 1%) i da su vjerovatno odraz različitih uslova sredine,
- da se lokaliteti mogu grupisati (kod var. šir. 1) na osnovu njihovih srednjih vrijednosti, i to:

. lok. V sa sred. vrijed. broja smolenica	8,47
. lok. II i III	" 9,48-9,49
. lok. I, IV i VIII	" 10,12-10,59
. lok. VI, VII i IX	" 12,11-12,36
. lok. X, XI i XII	" 13,05-13,59

2. Da broj poprijeko prerezanih stoma na ispitivanim lokalitetima ima interval variranja od 10 do 14,19,

- da su razlike signifikantne i visoko značajne i da su najvjerovatnije odraz ekoloških uslova sredine,
- da se, kao i za prethodni element, na osnovu srednjih vrijednosti mogu grupisati lokaliteti, i to:

. lok. V sa sred. vrijed. broja stoma	10,05
. lok. I, II, III, IV i VIII	" 11,12-11,60
. lok. VI, VII i IX	" 12,03-12,14
. lok. X, XI i XII	" 14,16-14,19

Ostali ispitivani elementi takodje pokazuju značajne razlike izmedju lokaliteta, ali se nisu mogle ustanoviti zakonomjernosti variranja, kao u slučaju prethodna dva elementa.

## LITERATURA

- Janković, M. (1963.): Razmatranje o uzajamnim odnosima molike i munike, kao i o njihovim ekološkim osobinama, posebno u odnosu na geološku podlogu, Glasnik Bot. zavoda i bašte Univ. u Bgd. 1 /V/, N. 2, Beograd
- Janković, M. (1960.): O specifičnostima u grananju munike i njihovom ekološkom aspektu, Arhiv bioloških nauka XIV, 3-4, Beograd
- Jovanović, S. (1955.): O najvažnijem ekološkom činiocu za crni bor na Zlatiboru, Šumarstvo br. 7-8/1955, Beograd
- Kojić, M., Gajić, M. (1973.): Uporedna ispitivanja ekofizioloških i anatomske karakteristike nekih mediteranskih vrsta (prvo saopš.), Glasnik šum. fak. u Beogradu - Serija A - "Šumarstvo" 2-4.
- Kojić, M. (1968.): Osnovi fiziološke fitoekologije, Skripta - Beograd
- Marić, B. (1959): Prilog poznavanju crnog bora sa krečnjačkih litica istočne Srbije, "Šumarstvo" 1-2, Beograd
- Mazek, K., Fiala (1954.): Die Wiessenschaftlichen grundlagen der Harzgewinnung, Wien
- Ničota, V (1963.): Neke oznake planinskih tipova b. bora na planini Nidje, "Šumarstvo" 1-2, Beograd
- Okroscvaridze, T.D. (1975.): Anatomske sroenie listjev i hvoi osnovnih lesobrazujušcih porod Gruzii, Tbilisi
- Paul, Ladislav (1971.): Anatomicka a morfologicka variabilita ihlic borovice sosni zo švedskych proveniencii, Zvolen
- Popnikola, N. (1975.): Prilog proučvanja individualne varijabilnosti b. bora, "Šumarstvo" br. 5, Beograd

- Sisojević, D. (1977.): Diferencijacija klonova b. bora po anatomiji četin-  
na, "Šumarstvo" 4-5, Beograd
- Stamenković, V. (1974.): Prirast i proizvodnost stabala i šumskih sastoj-  
jina, Privremeni udžbenik (Beograd)
- Stamenković, B. Todorović D. (1968.): Analitička predstava zavisnosti ne-  
kih ekoloških činilaca i rastenja biljaka, "Šumarstvo" sept.  
- oktobar
- Vidaković, M. (1953.): Prilog poznavanju oblika vrste *Pinus halepensis*  
Mill., "Šumarski list" br. 1, Zagreb
- Vidaković, M. (1953.): Prilog poznavanju anatomije iglica kod nekih srod-  
nih borova, Glasnik za šum. pokuse br. 11, Zagreb
- Vidaković, M. (1955.): Značenje anatomske gradje iglica kod svojta crnog  
bora u Jugoslaviji, "Šumarski list" 7-8, Zagreb
- Żelawski, W., Newinski, Z. (1966.): Variability of some needles characte-  
ristics in Scots Pine (*Pinus silvestris* L.) ecotypes grown in  
native conditions, Ekologia Polska XIV, No 19, Warszawa
- Żelawski, W., Gowin, T. (1966.): Variability of some needles characteri-  
stics in Scots Pine (*Pinus silvestris* L.) ecotypes grown on com-  
parative plantations, Ekologia Polska XIV, No 17, Warszawa

#### 4. VODNI REŽIM BIJELOG BORA (*PINUS SILVESTRIS* L.)\*

#### WASSERHAUSHALT DER FÖHRE (*PINUS SILVESTRIS* L.)

Vodni režim, kao diferencijalni karakter pojedinih vrsta i njihovih populacija, proučavan je do sada veoma mnogo: Walter (1928, 1929, 1931, 1951), Ivanovič dr. (1958.), Maksimov (1952.), Davydova (1958.), Guldinova (1958.), Gusev (1959.), Kozinka (1963.) i mnogi drugi.

Imajući u vidu široku ekološku amplitudu bijelog bora, pokušali smo upoznati ovu vrstu sa 12 različitih lokaliteta, te utvrditi da li postoje razlike u pokazateljima vodnog režima (osmotskoj vrijednosti ćelijskog soka, intenzitetu transpiracije i sadržaju vode u četinama).

#### 4.1 MATERIJAL I METOD RADA

Sa 12 odabranih lokaliteta iz Bosne, koji se prema ekološkim uslovima i biljnoj zajednici diferenciraju u populacije bijelog bora, vršena su istraživanja vodnog režima u toku 1975, 1976. i 1977. godine.

Od pokazatelja vodnog režima, kod ove vrste praćena je dnevna i sezonska dinamika osmotskih vrijednosti ćelijskog soka, intenzitet transpiracije i sadržaj vode u četinama.

Materijal za odredjivanje pokazatelja vodnog režima prikupljan je na svim lokalitetima: sa odabranih stabala uzete su probe na visini od 3 metra, sa južne strane krošnje. Materijal je sakupljan svakog mjeseca

---

\* Milanović Stanimirka

u jednom danu izmedju 12 i 13 časova.

Od pokazatelja vodnog režima vršena su ispitivanja:

- osmotske vrijednosti ćelijskog soka četina,
- intenziteta transpiracije i
- količine vode u četinama.

Osmotska vrijednost ćelijskog soka četina određivana je krioskopskom metodom (Walter, 1931.), a prikazana je u atmosferama. Intenzitet transpiracija određivan je po metodu brzog mjerenja (Ivanov, 1950.) a dobijene vrijednosti transpirisane vode prikazane su u miligramima na gram svježe mase četina za 1 minut (mg/g/min). Sadržaj vode u četinama određivan je sušenjem materijala na temperaturi od 105°C do stalne težine.

## 4.2 REZULTATI I DISKUSIJA

### 4.2.1 DNEVNI TOKOVI OSMOTSKIH VRIJEDNOSTI I TRANSPIRACIJE

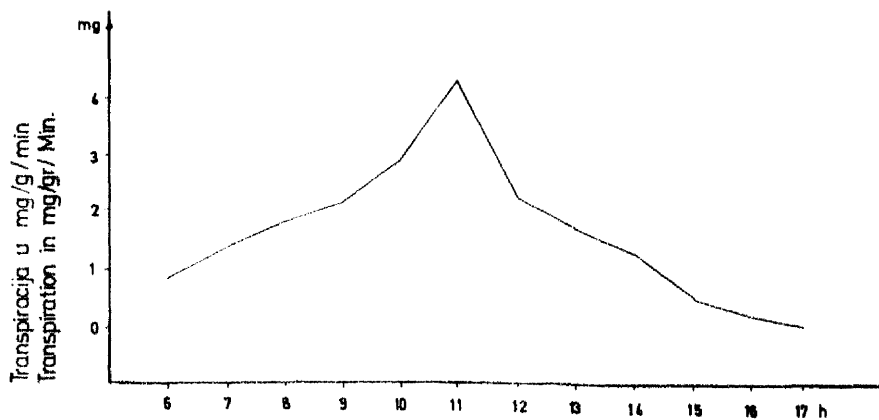
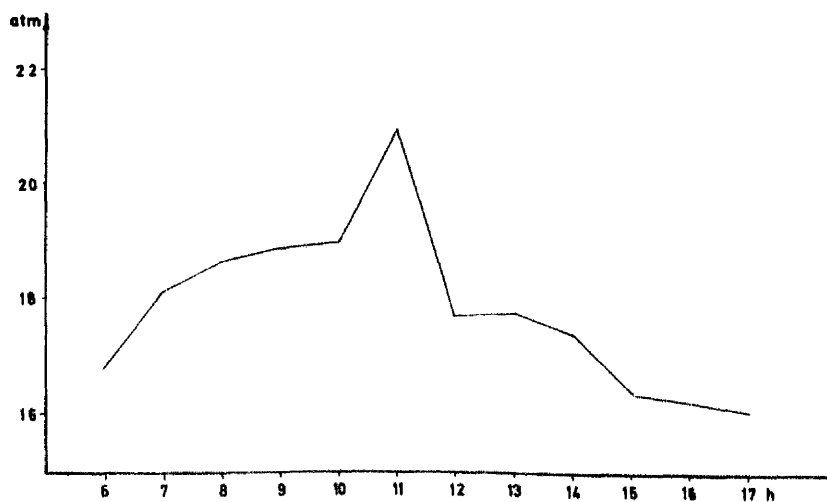
Na lokalitetu I (ispod grebena Crvene stijene - Romanija) određivan je dnevni tok osmotskih vrijednosti i transpiracije četina bijelog bora (*Pinus silvestris* L.), na svaki sat od 6 do 17 časova (29. maja 1976.). Nanesene vrijednosti na graf. 2 pokazuju da je maksimalna vrijednost (20,00 atm) zabilježena u 11 časova, dok su večernje vrijednosti bile nešto niže (16,00 atm). U isto vrijeme je mjeren i intenzitet transpiracije i dobijene vrijednosti su prikazane na grafikonu 2 a. Analizom rezultata je konstatovano: da je i maksimalna vrijednost transpiracije (4,30 mg/g/min) zabilježena u 11 časova, dok je jutarnja bila znatno niža (0,80 mg/g/min); u 17 časova transpiracija nije bila mjerljiva. Na dan mjerenja vrijeme je bilo promjenljivo. Temperatura vazduha se kretala od 16 do 22°C; vlažnost vazduha od 65 do 90%; intenzitet svjetlosti od 500 do 1600 luxa.

Pomenute promjene klimatskih faktora vidno su uticale i na pokazatelje komponenti vodnog režima četina. Tako je srednja vrijednost transpiracije iznosila u toku dana 1,76 mg/g/min. Izmedju osmotskih vrijednosti i transpiracije postojala je pozitivna korelacija koja je bila



Dnevni tok osmotskih vrednosti i transpiracije kod *Pinus silvestris* L. na lokalitetu br. 1 ( 29.VI.1976 )

Täglicher Verlaufs osmotischer Werte und Transpirationen bei *Pinus silvestris* L. auf dem Standort Nr. 1 ( 29.VI.1976 )



uslovljena klimatskim faktorima.

Na lokalitetu XI (Koprivnica, odjel 36) mjerena je takodje u toku dana (26.V 1976.) osmotska vrijednost i transpiracija (grafikon 3 i 3a). I na ovom lokalitetu zabilježena je maksimalna osmotska vrijednost (20,50 atm) u 11 časova, kao i transpiracija (4,20 mg/g/min), dok su osmotske vrijednosti u jutarnjim i večernjim časovima bile iste (16,20 atm). Transpiracija je u jutarnjim časovima bila niža (0,80 mg/g/min) nego u večernjim časovima (1,00 mg/g/min). Na ovom lokalitetu srednja dnevna vrijednost transpiracije je bila veća (2,03 mg/g/min), što se može dovesti u vezu sa južnom ekspozicijom staništa.

#### 4.2.2 GODIŠNJI TOKOVI OSMOTSKIH VRIJEDNOSTI, TRANSPIRACIJE I SADRZAJA VODE

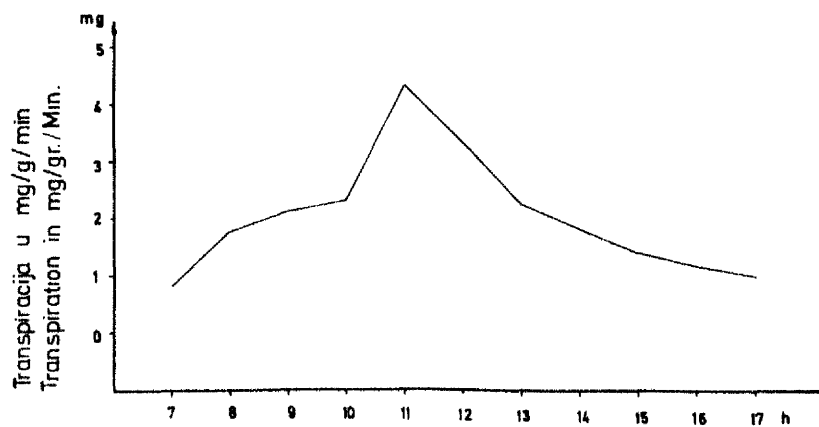
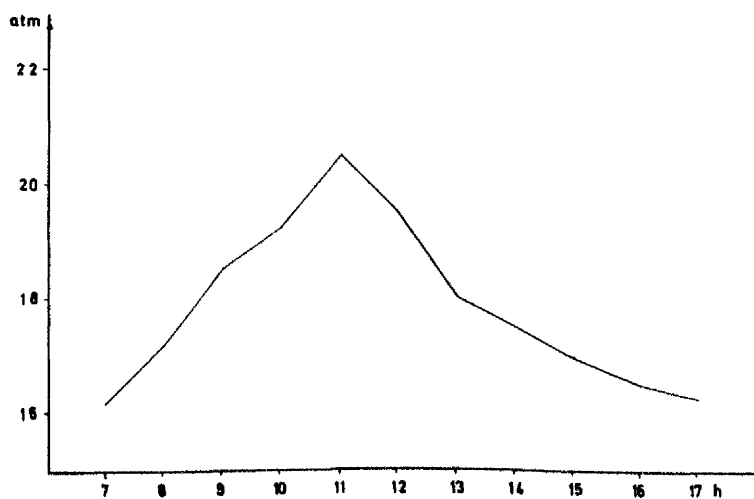
Promjene osmotskih vrijednosti u toku godine na lokalitetima I, II i III (Romanija) prikazani su na grafikonu 4. Bijeli bor je pokazao najviše osmotske vrijednosti četina u mjesecima: aprilu (23,40-23,30 atm), oktobru (21,30-22,80 atm) i februaru (21,85-22,50 atm). Od mjeseca aprila osmotske vrijednosti su bile u opadanju, te su najniže zabilježene u avgustu (16,00-18,86 atm) i septembru (17,26-18,86 atm). U toku mjeseci jula, avgusta i septembra, na lokalitetu II, bila je osmotska vrijednost nešto veća nego na lokalitetima I i III (lokalitet II je na zapadnoj ekspoziciji i najvećoj nadmorskoj visini od 1390 m).

Osmotske vrijednosti bijelog bora (*Pinus silvestris* L.) na lokalitetima IV, V i VI (područje Sokoca, Han-Krama i Knežine) prikazane su na grafikonu 4a. Ovdje su zabilježene najviše osmotske vrijednosti u mjesecima: aprilu (23,80-24,82 atm), februaru (22,52-23,68 atm) i novembru (22,16-22,24 atm); najniže su vrijednosti od maja do novembra (20,76-22,24 atm), sa neznatnim variranjem, dok je od avgusta do septembra primjetan njihov porast, sa naglim padom u novembru (lokalitet IV i VI). Jedino na lokalitetu V osmotska vrijednost je u porastu, pa ni u oktobru nije zabilježeno njeno opadanje.

Osmotske vrijednosti sa lokaliteta: VII, VIII i IX (područje Olova) prikazane su na grafikonu 5, iz koga se vidi da su maksimalne vrijednosti četina na sva tri lokaliteta zabilježene u mjesecu aprilu (21,20-

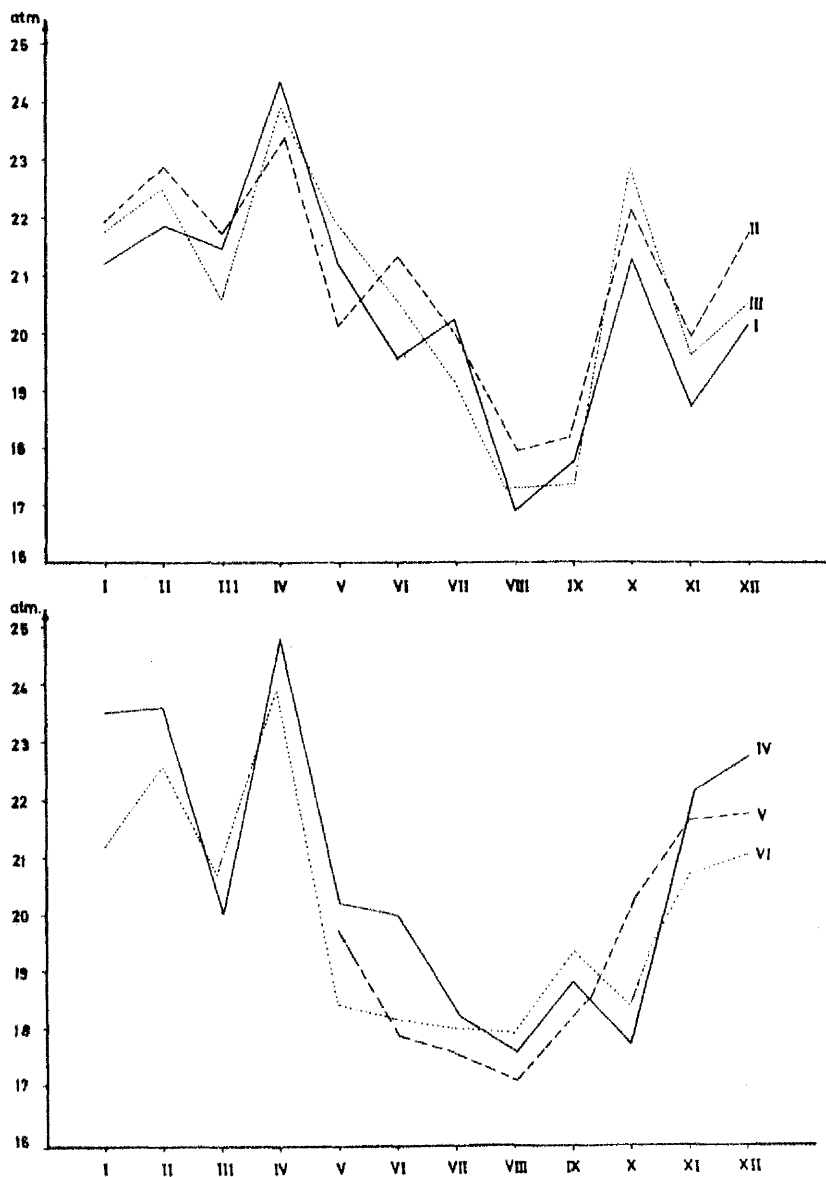
Dnevni tok osmotskih vrednosti i transpiracije kod *Pinus silvestris* L. na lokalitetu br. XII ( 26 VI 1976 )

Täglicher Verlauf osmotischer Werte und Transpirationen bei *Pinus silvestris* L. auf dem Standort Nr. XII ( 26 VI 1976 )



Godišnji tok osmotskih vrednosti kod *Pinus silvestris* L. na lokalitetima :  
I, II, III, IV, V, VI ( 1975 / 76 )

Jährlicher Verlauf osmotischer Werte bei *Pinus silvestris* L. auf den  
Standorten: I, II, III, IV, V, VI ( 1975 / 76 )



22,30 atm). Na lokalitetu VII najniže su vrijednosti konstatovane u junu, julu i avgustu (16,00-16,30 atm); na lokalitetu IX, u julu, avgustu i septembru (17,00-18,22 atm); na lokalitetu VIII, u junu, julu, avgustu, septembru i oktobru (18,40-18,98 atm).

Na lokalitetu VII (Careva Čuprija) osmotska vrijednost u vegetacionom periodu je bila niža i sa manjom amplitudom kolebanja (0,30 atm) od četina na lokalitetima VIII i IX. Dati podatak ukazuje na povoljan vodni režim ovog staništa, jer sa opadanjem osmotskih vrijednosti, povećava se hidratacija biljke.

Na lokalitetu VIII (Olovske Luke), koji se nalazi na južnoj ekspoziciji i na smjedu serpentinskom zemljištu, bijeli bor je pokazao, u toku vegetacionog perioda, malu amplitudu kolebanja osmotskih vrijednosti (0,58 atm), ali ipak višu nego na lokalitetu VII. Na lokalitetu VIII je bio nešto duži i vegetacioni period što ukazuje na povoljnije klimatske uslove.

Lokalitet IX (Krivojevići kod Nišića), s obzirom na veću nadmorsku visinu (1060 m) i zapadnu ekspoziciju ima više osmotske vrijednosti u toku vegetacionog perioda, kao i veću amplitudu kolebanja (1,28 atm) u odnosu na prethodna dva lokaliteta.

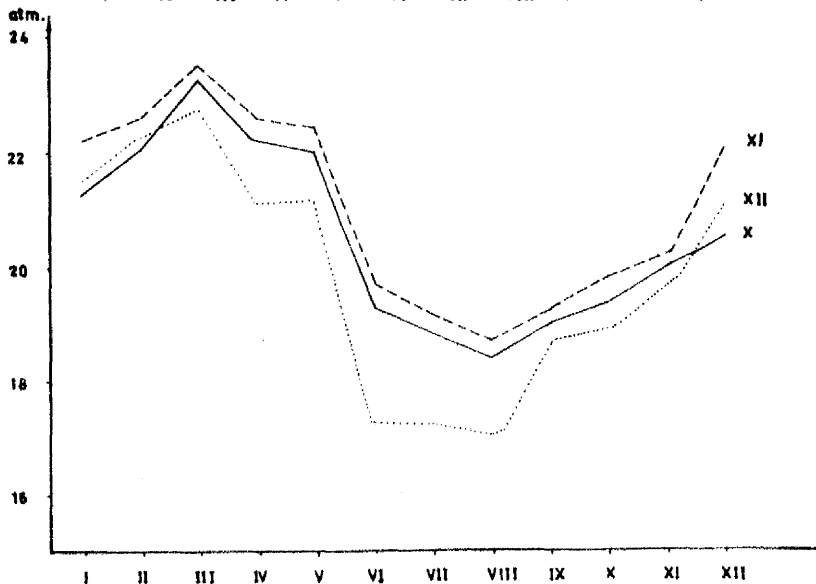
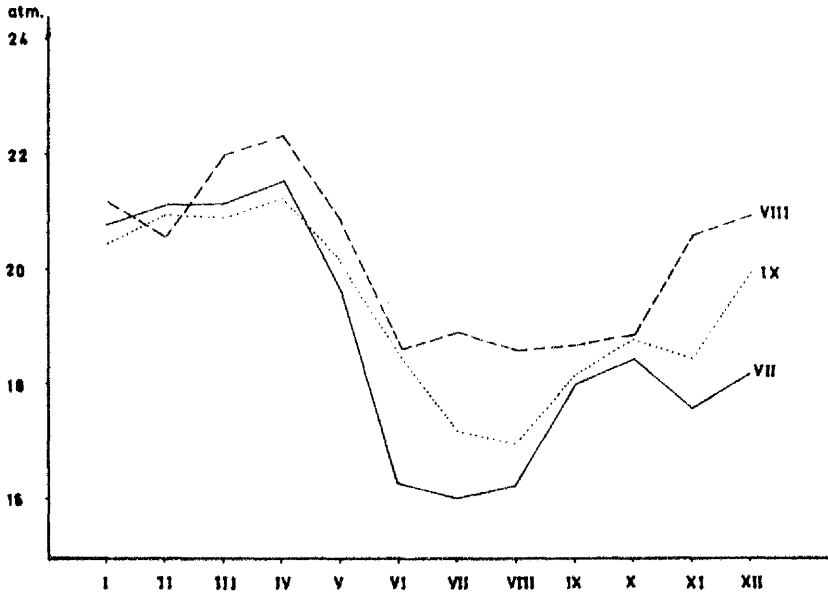
Osmotske vrijednosti četina bijelog bora (*Pinus silvestris* L.) sa lokaliteta X, XI i XII, koji se nalaze na području Bugojna, prikazane su na graf. 5a. Ovdje, za razliku od prethodnih lokaliteta, najviše osmotske vrijednosti su zabilježene u mjesecu martu (22,85-23,50 atm) a najniže od juna do avgusta. U to vrijeme amplituda kolebanja je pokazala povećanje sa nadmorskom visinom (0,20-0,92 atm).

Na svim ispitivanim lokalitetima, osmotske vrijednosti su bile u porastu od jeseni do sredine proljeća, kada su zabilježene i najveće vrijednosti. Niske temperature vazduha su uticale i na promjene u metabolizmu, pri čemu se nakupljaju prosti i redukovani šećeri u ćelijskom soku i štite bjelančevinaste materije od koagulacije (Maksimov, 1951.).

Najviše maksimalne osmotske vrijednosti su zabilježene na lokalitetima: I, II, III, IV, VI, X i XI, kao i najviša amplituda kolebanja. Na drugim lokalitetima (VII, VIII, IX i XII), maksimalne osmotske vrijednosti, kao i amplituda kolebanja bile su niže.

Godišnji tok osmotskih vrednosti kod *Pinus silvestris* L. na lokalitetima :  
VII, VIII, IX, X, XI, XII ( 1975 / 76 )

Jährlicher Verlauf osmotischer Werte bei *Pinus silvestris* L. auf den  
Standorten : VII, VIII, IX, X, XI, XII ( 1975 / 76 )



Visoka osmotska vrijednost bijelog bora u zimskom periodu ukazuje na njegovu veću otpornost na niske temperature, iz čega proizilazi i zaključak da se njegovo sjeme sa lokaliteta, na kojima su utvrđene visoke osmotske vrijednosti četina u zimskom periodu, može preporučiti za planinska područja iznad 1000 m nadmorske visine.

Sudeći po godišnjim krivuljama osmotskih vrijednosti, također se zaključuje da izlomljena kriva osmotskih vrijednosti ukazuje na hidrolabilnost bijelog bora (lokaliteti: I, II, III i IV), a sigmoidni oblik na hidrostabilnost (lokaliteti: V, VI, VII, VIII, IX, X, XI i XII).

Istraživanja su dalje pokazala da su u ljetnjem periodu osmotske vrijednosti bile niže na svim lokalitetima nego u ostalo doba godine. Prema visini njihove amplitude kolebanja u toku ljeta mogu se izdvojiti tri grupe lokaliteta sa bijelim borom. U grupi 1. su lokaliteti VI, VII i IX, sa najmanjom amplitudom kolebanja osmotskih vrijednosti četina (0,20-0,30 atm). U grupi 2. lokaliteti I, III, IV i XII, sa najvećom amplitudom 2,55-4,05 atm) i u grupi 3. VIII, X i XI, sa srednjom amplitudom kolebanja (0,56-0,92 atm). Poznato je da između osmotske vrijednosti i rasta postoji recipročna zavisnost, pa što je niža koncentracija ćelijskog soka, to je povoljnije rastenje (L o b o v, 1951.).

Pojedinačnim upoređenjem grupa (t-test) u ljetnjem periodu dokazane su statistički značajne razlike u junu mjesecu između grupa 1 i 2; u avgustu mjesecu između 1 i 3; 2 i 1; u septembru mjesecu između 2 i 3. Razlike između ostalih grupa u svim mjesecima su statistički slučajne.

Razlike u osmotskim vrijednostima u junu mjesecu, između grupa 1 i 2, izazvane su vjerovatno uticajem vjetera, koji je u to vrijeme duvao u planinskom području (lokaliteti: I, III, IV i XII), što je uticalo na povećanje transpiracije. Pošto je zemljište tada još hladno, to je otežana adsorpcija, pa je došlo do poremećaja vodnog bilansa, a što se odrazilo na povećanje osmotskog pritiska bijelog bora.

U mjesecu avgustu razlike osmotske vrijednosti između grupa (1 i 3; 2 i 1) uslovljene su promjenama u vodnom režimu staništa. Ove promjene su se naročito ispoljile na lokalitetima: VIII, X i XI (grupa 3), jer se nalaze na strmim južnim ekspozicijama, što je uslovlilo veću osmotsku vrijednost nego na ostalim lokalitetima, gdje su stanišni uslovi znatno povoljniji. Ovo se odnosi i na razlike u osmotskoj vrijednosti između

dju grupa (1 i 3), u mjesecu septembru. Iz ovoga proizilazi da bijeli bor u toku ljeta reaguje na nepovoljne uslove povećanjem osmotske vrijednosti.

Na tabeli 30 prikazane su maksimalne i minimalne osmotske vrijednosti četina bijelog bora i amplituda kolebanja u toku godine na svim ispitivanim lokalitetima.

#### OSMOTSKE VRIJEDNOSTI U ATMOSFERAMA PO LOKALITETIMA

##### Osmotische Werte in Atm nach Lokalitäten

Tabela 30

Lokaliteti	Osmotske vrijednosti u atm		Amplituda
	Minimalne	Maksimalne	
I	16,86	24,30	7,44
II	18,00	23,40	5,40
III	17,30	23,98	6,68
IV	17,65	24,82	7,17
V	17,08	-	-
VI	18,00	23,80	5,80
VII	16,00	21,50	5,50
VIII	18,40	22,30	3,40
IX	17,00	21,20	4,20
X	18,48	23,32	4,84
XI	18,68	23,50	4,82
XII	17,05	22,85	5,85

Najviše maksimalne osmotske vrijednosti četina bijelog bora su zabilježene na lokalitetima Romanije (I, III, IV i VI) od 23,80 do 24,82 atm sa najvećom amplitudom kolebanja (5,80-7,44 atm).

Amplituda kolebanja između minimalnih vrijednosti je bila manja (2,68 atm) nego između maksimalnih (3,32 atm).

Lokaliteti II i V sa područja Romanije se razlikuju od prethodnih lokaliteta i izdvajaju se kao specifični. Na lokalitetu II, bijeli bor je pokazao višu minimalnu, a nešto nižu maksimalnu osmotsku vrijednost i manju amplitudu kolebanja. U ljetnjem periodu, osmotske vrijedno-



sti su bile više nego na ostalim lokalitetima, što ukazuje na loše stanišne uslove. Na lokalitetu V, na ekstremno vlažnom staništu, bijeli bor je pokazao u toku ljeta nižu osmotsku vrijednost nego na ostalim lokalitetima ovog područja.

Intenzitet transpiracije predstavlja drugi značajan pokazatelj vodnog režima. Dinamika intenziteta transpiracije bijelog bora (*Pinus silvestris* L.) od aprila do septembra 1976. godine prikazana je na grafikonu 6 i 6a, iz koga se vidi da je intenzitet transpiracije bio u porastu na svim lokalitetima od aprila do juna, kada je zabilježen i prvi maksimum. Drugi maksimum je konstatovan u septembru samo na nekim lokalitetima (III, IV, V, VI, VII, VIII i IX), dok se na drugim (I, II, X, XI i XII) nije vidno ispoljio.

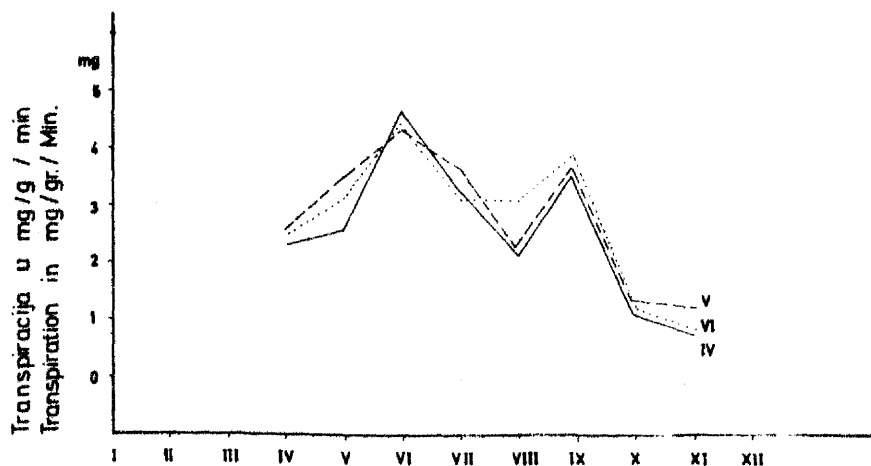
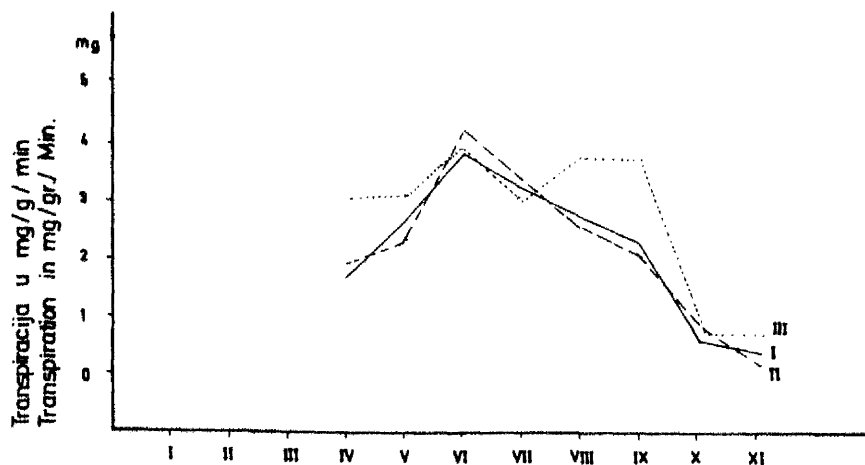
Lokaliteti sa staništima na kojima su četine bijelog bora pokazale dvovršne krive intenziteta transpiracije ukazuju na povoljniji vodni režim staništa (juni, od 3,67 do 5,56 mg/g/min; septembar od 2,81 do 3,97 mg/g/min) nego bijeli bor sa staništa sa jednovršnom krivuljom (juni, od 3,58 do 4,30 mg/g/min).

Značajno je podvući da nisu dokazane statistički značajne razlike u analiziranim vrijednostima po mjesecima u intenzitetu transpiracije, naših istraživanih grupa 1, 2 i 3 kao cjeline ( $F_0-F_1$ ), isto tako upoređenjem pojedinačnih skupina ( $t_0-t_1$ ). To se može objasniti elastičnošću korijenovog sistema bijelog bora, kada se zna da glavni korijen (srčanica) prodire duboko u zemljište (1 do 6 m i više), gdje koristi vlagu iz dubokog horizonta podloge, dok dobro razvijeni bočni korijeni apsorbiraju vlagu iz površinskih slojeva. To je u skladu sa istraživanjima Maksimova (1955.), koji je utvrdio "da kserofite, kada se nadju u povoljnim uslovima vodnog režima staništa, mogu intenzivno da transpirišu".

Sadržaj vode u četinama bijelog bora je odredjivan u isto vrijeme kada je mjerena osmotska vrijednost četina i intenzitet transpiracije. Dobijene vrijednosti sadržaja vode u četinama, u toku godine, prikazane su na grafikonu 7 i tabeli 31. Analizom rezultata može se konstatovati da su minimalne vrijednosti vode u četinama zabilježene u maju i oktobru. Znači, u početku i na kraju vegetacionog perioda, što je najvjerovatnije u vezi sa promjenama u metabolizmu; u ova dva mjeseca, one su približne i kreću se od 47,50 do 50,80%. Od maja do septembra, sadr-

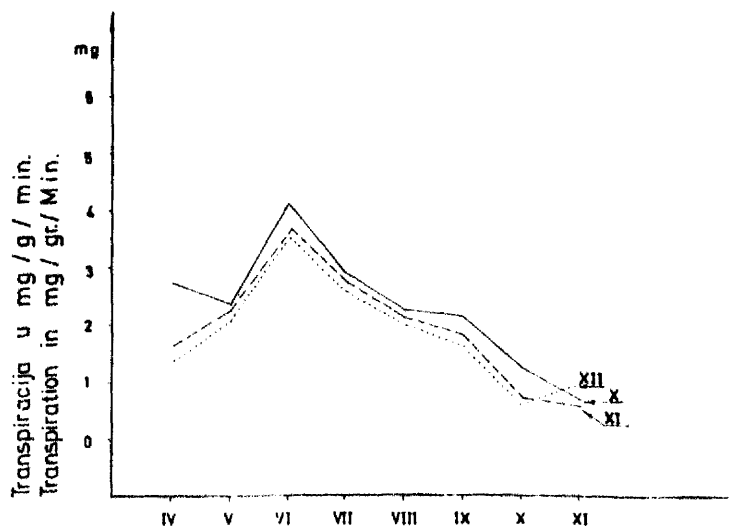
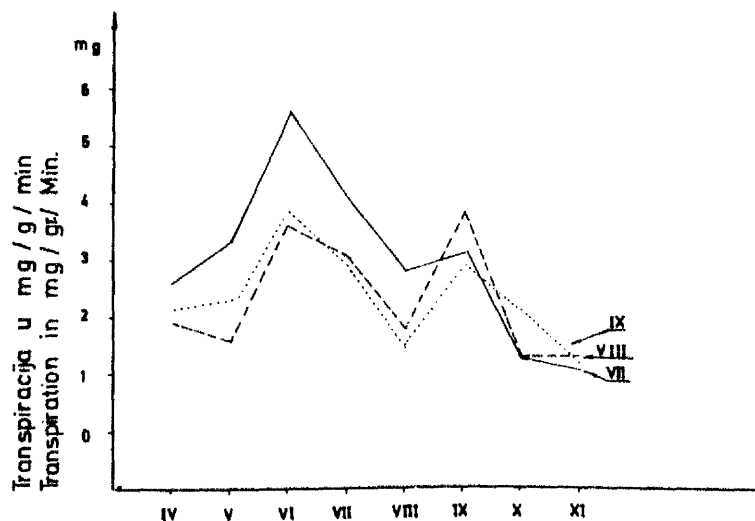
Intenzitet transpiracije kod *Pinus silvestris* L. na lokalitetima :  
I, II, III, IV, V, VI ( 1976 )

Intensität der Transpiration bei *Pinus silvestris* L. auf den Standorten  
I, II, III, IV, V, VI ( 1976 )



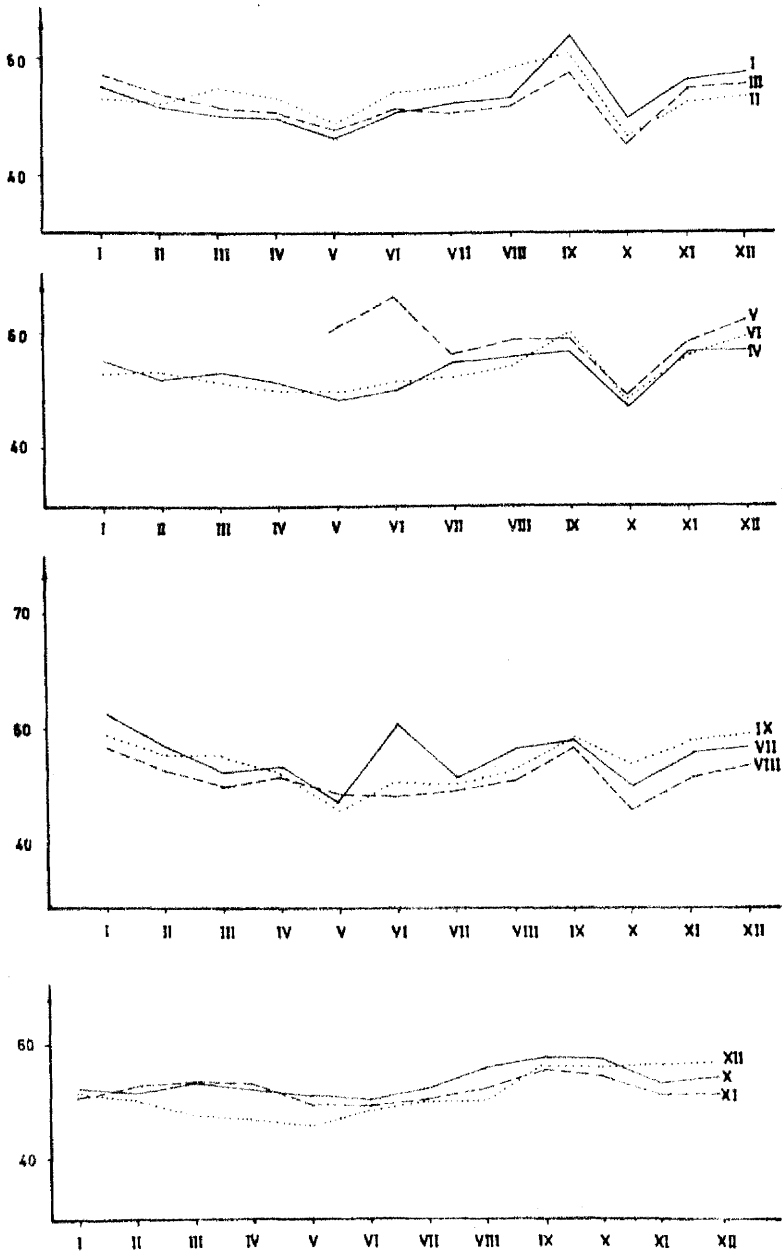
Intenzitet transpiracije kod *Pinus silvestris* na lokalitetima :  
VII, VIII, IX, X, XI, XII ( 1976 )

Intensität der Transpiration bei *Pinus silvestris* L. auf den  
Standorten VII, VIII, IX, X, XI, XII ( 1976 )



Sadržaj vode u listovima *Pinus silvestris* L. na lokalitetima: I, II, III, IV, V, VI, VII, VIII, IX, X, XI, XII u toku 1975/76.

Wassergehalt in den Blättern von *Pinus silvestris* L. auf den Standorten: I, II, III, IV, V, VI, VII, VIII, IX, X, XI, XII im Laufe Jahres 1975/76.



žaj vode u četinama je bio u porastu. U septembru su zabilježene maksimalne vrijednosti, poslije čega je uslijedilo opadanje. Na lokalitetima V i VII je zabilježen i junski maksimum sadržaja vode u četinama koji je veći od septembarskog. Junski maksimum je uslovljen vodnim režimom staništa.

Posmatranjem grupa, koje smo izdvojili pri analizi osmotskih vrijednosti, kao cjeline (f-test) dokazano je da su razlike u sadržaju vode četina bijelog bora izmedju ovih grupa statistički slučajne u ljetnjem periodu.

#### MAKSIMALNE I MINIMALNE VRIJEDNOSTI SADRŽAJA VODE

Maximale und minimale Wassergehalte

Tabela 31

Lokaliteti	Maksimalne vrijednosti		Minimalne vrijednosti	
	juni	septembar	maj	oktobar
I	-	59,91	45,70	50,30
II	-	56,22	49,24	48,08
III	-	58,08	48,23	48,23
IV	-	57,12	48,16	48,22
V	66,71	56,78	50,18	49,10
VI	-	60,10	50,00	49,65
VII	61,96	58,80	47,50	51,38
VIII	-	57,78	48,31	48,47
IX	-	59,06	49,31	48,47
X	-	57,12	50,58	50,57
XI	-	56,90	50,80	56,58
XII	-	57,55	48,99	57,55

Medjutim, analizom tabele može se konstatovati da je u grupi lokaliteti VI, VII i IX, najmanja minimalna i maksimalna vrijednost sadržaja vode u četinama zabilježena na lokalitetu VII (47,50-58,80%), što je uslovljeno klimatskim faktorima. Na lokalitetu VI i IX, gdje je ispoljena veća vlažnost i niža temperatura vazduha, sadržaj vode je bio veći i minimalne su se vrijednosti kretale od 49,31 do 50,00, maksimalne od 59,06 do 60,10%.

U grupi 2, lokaliteti I, III, IV i XII, izdvaja se lokalitet I sa nešto nižim minimumom u maju (45,70%) i višim maksimumom u septembru (59,91%), dok su se na lokalitetima III, IV i XII minimalne vrijednosti sadržaja vode u četinama kretale od 48,16 do 48,98% a maksimalne od 57,12 do 58,08%.

U grupi 3, lokaliteti VIII, IX i XI, vrijednosti sadržaja vode su približne. Minimalne vrijednosti su se kretale od 48,31 do 50,80%, maksimalne od 56,90 do 57,78%.

Nepostojanje razlika u ispitivanim karakteristikama u vegetacionom periodu između grupa vjerovatno je uslovljeno navedenim odlikama i korijenovim sistemom bijelog bora.

Imajući u vidu prethodne podatke, osvrnućemo se na kraju na literaturne prikaze izučavanja osmotskih vrijednosti bijelog bora sa različitim područja istraživanja. Tako Walter (1928/29) za bijeli bor navodi osmotsku vrijednost od 17,00 do 25,00 atm. U Bosni, područje Igmana i Trebevića (krečnjak), osmotska vrijednost bijelog bora se kretala između 17,40-19,40 atm (M i l a n o v i ć, 1972.). Na istom području, zimska transpiracija je iznosila 1 mg/g/24 časa (G l i g i ć, 1957.). Na području Graba-Olovo (ilimerizovano zemljište), osmotska vrijednost se kretala od 16,00 do 21,00 atm, a transpiracija je pokazala u toku godine krivu sa dva vrha, od kojih se prvi javio u maju (2,34 mg/g/min) a drugi u septembru (3,52 mg/g/min). Prema pokazateljima vodnog režima ovo bi bili optimalni uslovi za bijeli bor, što i jesu, jer bijeli bor ovdje postiže visinu i do 40 m (M i l a n o v i ć, 1975.).

#### 4.3 ZAKLJUČCI

Na osnovu uporednih ispitivanja pokazatelja vodnog režima (osmotske vrijednosti, intenziteta transpiracije i sadržaja vode u četinama) bijelog bora (*Pinus silvestris* L.) na 12 različitih lokaliteta na području Romanije, Olova i Bugojna u toku 1975, 1976. i 1977. godine došlo se do sljedećih zaključaka:

- na svim lokalitetima bijeli bor je pokazao sezonske promjene pokazatelja vodnog režima. Najviše osmotske vrijednosti su zabilježene od sredine jeseni do sredine proljeća. U ovo vri-

jeme snižavanje temperature vazduha i zemljišta pratilo je povećanje osmotskih vrijednosti. Na lokalitetima I, II, III, IV i VI (Romanija) X i XI (Koprivnica) konstatovane su u toku zime najviše osmotske vrijednosti i amplituda kolebanja. Ova područja imaju izrazito niske temperature vazduha u zimskom periodu;

- prema veličinama osmotskih vrijednosti i amplitudi kolebanja bijelog bora u ljetnjem periodu svrstano je 10 lokaliteta u 3 grupe, dok bijeli bor na lokalitetu II raste na ekstremno suhom, a na lokalitetu V na ekstremno vlažnom staništu;
- grupa 1. obuhvata lokalitete VI, VII i IX, na kojima je bijeli bor pokazao u ljetnjem periodu najniže osmotske vrijednosti i amplitudu kolebanja (0,20-0,30 atm);
- grupa 2. obuhvata lokalitete I, III, IV i XII, sa najvećom osmotskom vrijednosti i amplitudom kolebanja (2,55-4,05 atm);
- grupa 3. obuhvata lokalitete VIII, X i XI, sa srednjom veličinom osmotske vrijednosti i amplitudom kolebanja (0,56-0,92 atm). Između navedenih grupa postoje i statistički značajne razlike između mjeseci u toku ljeta;
- lokaliteti II i V (Romanija) bijelog bora se izdvajaju kao specifični u odnosu na druge lokalitete. Na lokalitetu II u ljetnjem periodu osmotska vrijednost bijelog bora je bila viša nego na drugim lokalitetima, što ukazuje na loše stanišne uslove. Na lokalitetu V bijeli bor je na ekstremno vlažnom staništu i pokazao je nižu osmotsku vrijednost u toku ljeta od prethodnih lokaliteta sa područja Romanije;
- na lokalitetima III, IV, V, VI, VII, VIII i IX, bijeli bor je pokazao dvovršne krivulje intenziteta transpiracije, što ukazuje na povoljan vodni režim staništa;
- u toku ljeta nisu dokazane statistički značajne razlike (u analiziranim mjesecima) u intenzitetu transpiracije i sadržaju vode u četinama između grupa (1, 2 i 3).

## LITERATURA

- Celn'iker, Ju. L. (1958.): O pokazateljah vodnogo režima list'ev drevesnyh porod stepnoj zoni. Trudy In-ta lesa, AN SSSR, t. XLI, Moskva
- Davydova, Ju. A. (1974.): Vodnyj režim drevesnyh porod i rashod vody na saždenijami. V kn. Priroda Serebrjanoborskogo lesničestva, Nauka, Moskva
- Gligić, V. (1957.): Zimska transpiracija smrče na Igmanu. Radovi Poljoprivredno-šumarskog fakulteta, god. II, br. 2, Sarajevo
- Guldinova, I.V. (1958.): Transpiracija derv'ev i trav v zone srednej tajgi i je zavisimost' ot meteouslovij. Tr. In-ta lesa, t. 41. AN SSSR, Moskva
- Gusev, N.A. (1959.): Nekotorie zakonomernosti vodnogo režima rastenij. Izd. AN SSSR
- Ivanov, L.A., Silina, A.A., Celn'iker, Ju. L. (1950.): O metode bystrogo vzvešaniya dlja opredeleniya transpiracii vesestvennyh uslovijah. Bot. žur. T. 35, No 2
- Kozinka, B. (1963.): Krivaja osmotičeskogo davleniya kletočnogo soka opadajuščijih list'ev drevesnyh porod. Fiziologija rastenija, t. 10.
- Lobov, M. (1951.): Sootnošenija meždu rastom i koncentraciej kletočnogo soka v rastenij. Bot. žurn. t. XXXVI, No 1
- Nekrasova, T.P. (1976.): Vlijaniye temperatury vozduha na vormirovanie pil'cy hvojnnyh drevesnyh porod. Lesovedenie, No 6
- Maksimov, N.A. (1952.): Izabranye raboty po zasuhoustojčivosti i zimoustojčivosti rastenij. AN SSSR, t.1, Moskva



- Maksimov, N.A. (1944.): Razvitie učenija o vodnom režime i zasuhoustojčivosti rastenij ot Timirjazeva do naših dneja. AN SSSR, M. - L.
- Milanović, S. (1973.): Ekofiziološke karakteristike vodnog režima nekih vrsta drveća u zajednici *Abieti-Fagetum* i *Piceo-Pinetum* na Igmanu i Trebeviću. God. Biološkog instituta u Sarajevu, vol. 25
- Milanović, S. (1975.): Proučavanje vodnog režima jele (*Abies alba* Mill.), belog bora (*Pinus silvestris* L.), bukve (*Fagus silvatica* L.) i hrasta (*Quercus petraea* Lieb.) na različitim tipovima zemljišta. God. Biološkog instituta u Sarajevu, vol. XXVIII
- Walter, H. und E. (1928.): Ökologische Untersuchungen des osmotischen Wertes bei Pflanzen aus der Umgebung des Balatons in Ungarn während der Durrezeit. Planta 8
- Walter, H. (1929.): Die Winterschaden an unseren immergrünen Pflanzen während der Kaltperiode Januar-März 1929. und ihre Ursache. Naturwissenschaften 17
- Walter, H. (1931.): Die kryoskopische Bestimmung des osmotischen Wertes bei Pflanzen. Abderh. Handb. d. Biol. Arb. XI, Teil 4
- Walter, H. (1951.): Grundlagen der Pflanzenverbreitung. Teil I, Standortswissenschaften. Stuttgart

## 5. SADRŽAJ PIGMENATA HLOROPLASTA KOD BIJELOG BORA (*PINUS SILVESTRIS* L.)\*

### PIGMENT - HLOROPLASTGEHALT DER FÖHRE (*PINUS SILVESTRIS* L.)

Prvu ekstrakciju zelenih pigmenata, kao i ime *hlorofil* dali su *Peel et al.* i *Canneton* (1819.), misleći pri tom da se radi o ekstraktu jednog jedinjenja. Počevod studioznih radova *Willstettera* i *Stoll*a (1923.) pa do danas, kroz veliki broj istraživačkih radova proučena je hemija i fotohemija molekula hlorofila i njegova uloga u fotosintetičkim procesima. Posljednjih tridesetak godina karakteriše se veoma intenzivnim radom na području fotosinteze. Tako su svojim radovima dali ogroman doprinos u razjašnjavanju pojedinih sekvenci fotobioloških reakcija - *Warburg et al.*, 1946; *Hill*, 1954, 1960; *Arnold*, 1949, 1951, 1963, 1966, 1967, 1968; *Avron*, 1958, 1960, 1964, 1968; *Bishop*, 1955, 1961, 1971; *Vernon*, 1960, 1966, 1969, 1971; *Heath et al.*, 1968; *Boardman et al.*, 1967, 1971, 1972, te mnogi drugi čija imena citira najnovija literatura.

Imajući u vidu značaj i ulogu pigmenata u fotosintetičkim procesima produkcije organske materije u šumskim ekosistemima, pokušali smo iznaći određene korelativne odnose između koncentracije datog pigmenta i intenziteta fotosinteze kod bijelog bora (*Pinus silvestris* L.) na različitim staništima u Bosni. Provedene analize na uzorcima lista bijelog bora obuhvatile su istraživanja *hlorofila* - *a*, *hlorofila* - *b* i *karotina*. Eksperimentalni pristup izučavanja pigmentnog sistema hloroplasta bijelog bora čini korak dalje u upoznavanju ove vrste sa biohemijskog i fotosintetičkog aspekta kao novih metoda biosis-

---

\* Medjedović Safer

tematske nauke.

## 5.1 MATERIJAL I METODIKA

Materijal za odredjivanje sadržaja i dinamike pigmenata hloroplasta prikupljan je u intervalu april-oktobar. Iz svake sastojine (od postojećih 12) odabrana su po tri stabla metodom slučajnog uzorka, koja su ujedno činila dio ispitivane sastojine. Uzorci su prikupljeni uvijek sa iste ekspozicije i iz srednjeg dijela krošnje. Tako prikupljen materijal stavljan je u terenski frižider i odmah u laboratoriji podvrgnut daljoj analizi po metodi Wetsteina. Očitavanje pojedinih frakcija pigmenata vršeno je na talasnim dužinama 662 za hlorofil-a, 644 za hlorofil-b i 440 milimikrona za karotine. Pri konačnoj obradi podataka služili smo se formulama i molarnim koeficijentima po Wetsteinu.

## 5.2 REZULTATI I DISKUSIJA

Rezultati istraživanja sadržaja pigmenata hloroplasta kod bijelog bora baziraju na analizi 12 populacija ove vrste sa šireg područja Bosne. Metodološki pristup datoj analizi omogućio je sagledavanje hemotaksonomskih odnosa i sezonske dinamike pojedinih tipova pigmenata. Pored istraživanja sadržaja pigmenata u različitim sastojinama bijelog bora, posebna pažnja je posvećena iznalaženju relacija između ukupnog sadržaja hlorofila-a i intenziteta produkcije organske materije - prirasta. Svi dobiveni rezultati svrstani su prema tipu pigmenta u tri tabele, koje čine integralnu cjelinu pravog stanja pigmentnog sistema bijelog bora. Upoznavanje ove vrste sa hemosintetičkog aspekta omogućava brže prodiranje u bit odredjenih biofizičkih i fizioloških problema biologije b. bora (*Pinus silvestris* L.).

Hlorofil-a, kao osnovni fotosintetički pigment, a prema većini istraživača indikator fotosintetičke produkcije, u različitim sastojinama sa 12 lokaliteta, pokazao je vrlo zanimljive rezultate. Imajući u vidu činjenicu da samo od njega akceptirana svjetlosna energija fotona može biti direktno iskorištena u fotobiološke reakcije fotosinteze (Emerson i Arnold, 1932.), količinski sadržaj ovog pigmenta se predstavlja važnim činiocem. Praćenjem variranja sadržaja u pojedinim populacijama bijelog

bora hlorofil-a bilježi maksimalne vrijednosti u mjesecu maju (tab. 32). Veoma visok sadržaj ovog pigmenta u mjesecu maju najvjerojatnije odražava vrlo intenzivne fotobiološke reakcije. U daljem toku analize tabelarnih vrijednosti za ovaj pigment mogu se zapaziti već u junu izrazito niske vrijednosti. Odraz tako niskih sadržaja hlorofila-a u mjesecu junu su posljedica izučavanja mladih, tek izdiferenciranih, listova. Od juna, nadalje, sadržaj hlorofila-a pokazuje stalnu tendenciju rasta. Samim tim, učešće mladih listova ove vrste u ukupnom fotosistemu jedinke, kao i u procesu produkcije stalno se uvećava sa starošću listova. Prve maksimalne vrijednosti sadržaja pigmenata jednogodišnji listovi postižu u mjesecu oktobru, a zatim u mjesecu maju sljedeće vegetacione sezone. Uvažavajući osnovni sadržaj hlorofila -a kao indikativnu komponentu aktivnosti fotosintetičke proizvodnje, mogli bismo prema srednjim godišnjim vrijednostima unutar 12 istraživanih sastojina izdvojiti tri diferentne skupine populacija u odredjene ekološki bliske kategorije.

Prve skupine populacija bijelog bora, koje tokom cijele vegetacijske sezone imaju najveće sadržaje hlorofila -a (0,517-0,609 mg/gr), predstavljene su zajednicama sa lokaliteta VI, VII, VIII, IX (Knežina, Maoča - Olovske Luke i Krivojevići. Unutar ove četiri populacije izdvaja se sastojina bijelog bora sa lokaliteta VII (Maoča), u kojoj je registrovan najveći sadržaj hlorofila -a. Terenska zapažanja, kao i odredjene preliminarne analize prirasta (I z e t b e g o v i ć, 1978.) ukazuju da se izmedju 12 istraživanih populacija maksimalnom produkcijom (prirastom) karakteriše sastojina iz Maoče. Prema tome, nisu sasvim slučajne maksimalne vrijednosti hlorofila -a u datoj sastojini, već one u potpunosti korelativno stoje sa količinom fotosintetičke produkcije (na ovom lokalitetu kod bijelog bora).

Drugu skupinu populacija bijelog bora, za razliku od prethodne, karakteriše veoma niski sadržaji hlorofila -a, i prema terenskim zapažanjima izrazito slab populacijski prinos. Date populacije bile bi predstavljene sastojinama gdje se srednje godišnje vrijednosti hlorofila -a kreću izmedju (0,358 i 0,366 mg/gr). Nju bi sačinjavale sastojine sa lokaliteta II (Lupoglav), V (Han-Kram) i XI (Koprivnica na vrhu brda). Posebno je interesantno pitanje tako niskih sadržaja hlorofila -a u ove tri sastojine. No ipak, neke od osnovnih i kompleksnih uzroka treba tražiti u vrlo karakterističnim uslovima staništa datih populacija. Važno je is-

tači da se prve dvije sastojine (Lupoglav i Han-Kram) nalaze u izrazito ekstremnim uslovima staništa, gdje jedna trpi fizičku, a druga fiziološku sušu. Populacija sa lokaliteta XI (iz Koprivnice) nalazi se u nešto povoljnijim uslovima staništa, što se može primijetiti i u sadržaju hlorofila -a. Stanišni uslovi direktno ili, pak, indirektno preko čitavog niza faktora održavaju se na sintezu hlorofila -a, pa, prema tome, i na procese fotosintetičke produkcije organske materije i prirast.

Populacije bijelog bora sa lokaliteta I, III, IV, X i XII u svjetlu prethodnih grupisanja, a prema sadržaju hlorofila -a 0,406-0,455 mg/gr, činile bi posebnu intermedijarnu grupu sastojina.

Istraživanje hlorofila -b u ukupnom kontekstu pigmentnog sistema bijelog bora ima značaja ako se imaju u vidu novija ispitivanja koja ističu brzinu prenošenja energije kvanta na hlorofil -a. Zahvaljujući činjenici da samo od hlorofila -a akceptirana energija može biti direktno uključena u procese fotosinteze, hlorofil -b i ostali pigmenti hloroplasta se javljaju osnovnim kolektorima koji prikupljenu energiju prenose na hlorofil -a. A kako je brzina prenosa  $10^{-11}$  u sek, to se cjelokupna energija sa hlorofila -b (100%) bez gubitaka prenosi i zato se ovaj pigment javlja interesantnim za istraživanje sadržaja i dinamike. Praćenjem hlorofila -b u jednogodišnjem eksperimentu kod bijelog bora otkriva potpuno podudarne rezultate onim koji su dobijeni za hlorofil -a. Iz rezultata tabele 33 moguće je primijetiti da se distribucija diferentnih skupina poklapa sa onim kod hlorofila -a.

Karotini u ukupnom pigmentnom sistemu hloroplasta bijelog bora, bez obzira na ulogu zaštite od fotooksidacije (hlorofila -a) ili, pak, aktivnog akceptiranja energije u spektru plavih talasa, pokazuju značajnu dinamiku (tab. 34). Interesantno je zapaziti da se prva skupina populacija, koja je imala maksimalne vrijednosti hlorofila -a i -b, javlja sa maksimumom sadržaja karotina. Takodje se da primijetiti da visoke vrijednosti hlorofila -a i -b često prate i visoki procenti karotina. Prema tome, bez obzira na njihovu ulogu i značaj, sadržaj karotina upućuje na postojanost već izdiferenciranih grupa sastojina bijelog bora.

REZULTATI SADRŽAJA I DINAMIKA HLOROFILA -a KOD

*PINUS SILVESTRIS* L. SA 12 LOKALITETA IZ BiH

Gehalt und Dynamik von Chlorophyl -a bei *PINUS*

*SILVESTRIS* L. auf 12 Standorten in Bosnien und der Herzegowina

Tabela 32

Lokalitet	Sadržaj umg/gr po mjesecima						
	april	maj	juni	juli	avgust	sept.	oktobar
1	2	3	4	5	6	7	8
I	0,467	0,640	0,179	0,352	0,447	0,308	0,318
	0,513	0,580	0,194	0,407	0,533	0,475	0,645
	0,349	0,498	0,133	0,370	0,411	0,463	0,347
	0,443	0,584	0,168	0,352	0,447	0,415	0,436
II	0,474	0,535	0,174	0,366	0,411	0,302	0,444
	0,370	0,489	0,174	0,387	0,411	0,340	0,319
	0,351	0,485	0,170	0,301	0,313	0,396	0,320
	0,398	0,503	0,172	0,351	0,378	0,346	0,360
III	0,506	0,511	0,180	0,366	0,427	0,405	0,557
	0,410	0,685	0,153	0,399	0,445	0,471	0,378
	0,506	0,511	0,180	0,366	0,427	0,405	0,379
	0,465	0,596	0,182	0,418	0,443	0,444	0,438
IV	0,513	0,472	0,267	0,450	0,496	0,484	0,354
	0,411	0,515	0,197	0,407	0,603	0,512	0,378
	0,441	0,703	0,199	0,345	0,439	0,366	0,348
	0,445	0,563	0,221	0,400	0,513	0,454	0,360
V	0,411	0,393	0,125	0,385	0,407	0,404	0,330
	0,319	0,482	0,162	0,272	0,361	0,531	0,442
	0,440	0,534	0,165	0,392	0,500	0,530	0,354
	0,390	0,469	0,150	0,349	0,422	0,408	0,375
VI	0,613	0,646	0,309	0,493	0,614	0,423	0,741
	0,701	0,758	0,249	0,462	0,552	0,531	0,730
	0,628	0,691	0,274	0,614	0,660	0,578	0,705
	0,647	0,698	0,277	0,523	0,608	0,511	0,725

nastavak table 32

1	2	3	4	5	6	7	8
VII	0,652	0,765	0,307	0,597	0,418	0,570	0,794
	0,718	0,722	0,213	0,518	0,724	0,651	0,876
	0,562	0,747	0,307	0,692	0,677	0,560	0,727
	0,644	0,744	0,275	0,602	0,606	0,594	0,799
VIII	0,576	0,654	0,435	0,574	0,480	0,506	0,
	0,614	0,785	0,302	0,469	0,548	0,537	0,
	0,692	0,825	0,319	0,613	0,544	0,553	0,
	0,627	0,754	0,352	0,543	0,524	0,532	0,
IX	0,465	0,605	0,192	0,445	0,503	0,594	0,471
	0,655	0,667	0,234	0,509	0,454	0,608	0,655
	0,519	0,621	0,179	0,550	0,467	0,701	0,776
	0,546	0,631	0,201	0,501	0,474	0,634	0,634
X	0,463	0,731	0,142	0,347	0,424	0,496	0,377
	0,386	0,628	0,214	0,387	0,387	0,410	0,521
	0,425	0,644	0,146	0,285	0,413	0,626	0,521
	0,424	0,667	0,167	0,339	0,408	0,511	0,473
XI	0,331	0,648	0,163	0,313	0,428	0,321	0,600
	0,350	0,510	0,171	0,274	0,483	0,543	0,492
	0,435	0,551	0,164	0,322	0,452	0,565	0,579
	0,372	0,569	0,166	0,303	0,454	0,476	0,579
XII	0,401	0,764	0,164	0,375	0,429	0,586	0,455
	0,470	0,614	0,210	0,375	0,429	0,521	0,521
	0,365	0,556	0,188	0,481	0,410	0,531	0,549
	0,412	0,644	0,187	0,436	0,453	0,546	0,508

DINAMIKA I SADRŽAJ HLOROFILA -b KOD VRSTE *PINUS SILVESTRIS* L.  
SA 12 LOKALITETA IZ BiH

Dynamik und Gehalt an Chlorophyl -b bei *PINUS SILVESTRIS* L.  
auf 12 Standorten in Bosnien und der Herzegowina

Tabela 33

Lokaliteti	Sadržaj umg/gr po mjesecima						
	april	maj	juni	juli	avgust	sept.	oktobar
I	2	3	4	5	6	7	8
I	0,325	0,412	0,129	0,175	0,288	0,249	0,234
	0,319	0,361	0,121	0,205	0,325	0,255	0,460
	0,211	0,268	0,089	0,178	0,311	0,349	0,221
	0,285	0,347	0,113	0,186	0,307	0,327	0,305
II	0,349	0,288	0,112	0,167	0,261	0,252	0,336
	0,212	0,269	0,102	0,176	0,246	0,278	0,203
	0,199	0,264	0,068	0,142	0,209	0,319	0,254
	0,254	0,274	0,094	0,161	0,238	0,283	0,264
III	0,317	0,329	0,155	0,227	0,313	0,369	0,412
	0,251	0,421	0,109	0,187	0,274	0,384	0,211
	0,306	0,285	0,109	0,182	0,277	0,308	0,319
	0,291	0,345	0,124	0,198	0,288	0,354	0,314
IV	0,338	0,266	0,172	0,283	0,332	0,340	0,200
	0,228	0,304	0,126	0,250	0,366	0,388	0,323
	0,241	0,450	0,133	0,219	0,294	0,253	0,298
	0,269	0,340	0,143	0,250	0,330	0,327	0,273
X	0,318	0,264	0,085	0,252	0,273	0,308	0,209
	0,200	0,293	0,109	0,179	0,257	0,357	0,305
	0,252	0,362	0,112	0,249	0,357	0,357	0,255
	0,256	0,306	0,102	0,226	0,296	0,341	0,255
VI	0,375	0,409	0,196	0,321	0,402	0,272	0,536
	0,446	0,477	0,158	0,298	0,389	0,361	0,533
	0,391	0,411	0,186	0,404	0,432	0,402	0,498
	0,404	0,432	0,180	0,341	0,407	0,345	0,568



nastavak tabele 33

1	2	3	4	5	6	7	8
VII	0,419	0,476	0,185	0,202	0,273	0,391	0,529
	0,469	0,466	0,135	0,181	0,490	0,449	0,644
	0,349	0,516	0,187	0,243	0,436	0,402	0,490
	0,413	0,486	0,169	0,208	0,399	0,414	0,554
VIII	0,363	0,408	0,275	0,188	0,299	0,532	0,
	0,374	0,505	0,204	0,152	0,351	0,377	0,
	0,448	0,544	0,181	0,218	0,343	0,361	0,
	0,394	0,485	0,220	0,186	0,331	0,423	0,
IX	0,292	0,373	0,128	0,176	0,318	0,383	0,302
	0,418	0,408	0,144	0,173	0,291	0,469	0,459
	0,323	0,354	0,116	0,195	0,285	0,463	0,560
	0,344	0,378	0,129	0,182	0,298	0,438	0,439
X	0,321	0,281	0,092	0,180	0,234	0,208	0,268
	0,223	0,280	0,147	0,207	0,208	0,245	0,376
	0,246	0,238	0,098	0,147	0,223	0,328	0,340
	0,263	0,266	0,112	0,178	0,221	0,260	0,340
XI	0,198	0,220	0,127	0,182	0,274	0,143	0,427
	0,206	0,183	0,109	0,142	0,271	0,351	0,376
	0,283	0,233	0,108	0,171	0,265	0,348	0,438
	0,229	0,212	0,114	0,165	0,270	0,281	0,414
XII	0,243	0,295	0,106	0,207	0,249	0,346	0,286
	0,284	0,190	0,135	0,207	0,249	0,276	0,366
	0,218	0,163	0,124	0,253	0,237	0,305	0,397
	0,284	0,216	0,121	0,243	0,260	0,322	0,349

SADRŽAJ I DINAMIKA KAROTINA KOD *PINUS SILVESTRIS* L. SA  
12 LOKALITETA IZ BiH

Gehalt und Dynamik von Karotin bei *Pinus silvestris* L.  
auf 12 Standorten in Bosnien und der Herzegowina

Tabela 34

Lokaliteti	Sadržaj umg/gr po mjesecima						
	april	maj	juni	juli	avgust	sept.	oktobar
1	2	3	4	5	6	7	8
I	0,346	0,489	0,139	0,161	0,217	0,172	0,254
	0,409	0,405	0,147	0,264	0,308	0,269	0,448
	0,290	0,350	0,097	0,240	0,272	0,255	0,342
	0,351	0,417	0,127	0,221	0,265	0,232	0,348
II	0,368	0,390	0,134	0,242	0,230	0,174	0,325
	0,323	0,362	0,136	0,252	0,220	0,177	0,283
	0,329	0,356	0,100	0,216	0,179	0,215	0,236
	0,340	0,369	0,123	0,236	0,209	0,188	0,281
III	0,402	0,450	0,174	0,327	0,231	0,245	0,377
	0,348	0,510	0,112	0,259	0,236	0,255	0,363
	0,389	0,375	0,135	0,225	0,227	0,222	0,245
	0,383	0,445	0,132	0,270	0,231	0,240	0,328
IV	0,388	0,325	0,117	0,286	0,281	0,256	0,368
	0,380	0,349	0,081	0,244	0,330	0,269	0,329
	0,343	0,488	0,012	0,201	0,243	0,201	0,353
	0,370	0,386	0,070	0,243	0,284	0,242	0,350
V	0,306	0,292	0,098	0,251	0,214	0,214	0,344
	0,296	0,355	0,114	0,175	0,214	0,311	0,336
	0,409	0,399	0,130	0,235	0,260	0,313	0,336
	0,337	0,343	0,114	0,227	0,229	0,279	0,348
VI	0,448	0,420	0,022	0,310	0,344	0,207	0,519
	0,509	0,494	0,017	0,279	0,285	0,294	0,507
	0,466	0,461	0,018	0,408	0,365	0,326	0,510
	0,474	0,458	0,019	0,332	0,331	0,276	0,499

nastavak tabele 34

1	2	3	4	5	6	7	8
VII	0,423	0,473	0,024	0,403	0,241	0,287	0,152
	0,521	0,447	0,014	0,343	0,415	0,349	0,195
	0,406	0,441	0,012	0,482	0,392	0,324	0,171
	0,450	0,453	0,016	0,409	0,349	0,320	0,172
VIII	0,376	0,414	0,270	0,371	0,277	0,245	0,
	0,396	0,474	0,175	0,317	0,302	0,328	0,
	0,443	0,525	0,213	0,408	0,308	0,285	0,
	0,405	0,471	0,219	0,365	0,295	0,286	0,
IX	0,339	0,395	0,134	0,304	0,298	0,371	0,331
	0,447	0,420	0,160	0,342	0,254	0,384	0,485
	0,369	0,398	0,125	0,376	0,269	0,469	0,157
	0,385	0,404	0,139	0,340	0,273	0,403	0,324
X	0,340	0,505	0,110	0,223	0,244	0,333	0,196
	0,310	0,426	0,151	0,255	0,271	0,243	0,373
	0,344	0,530	0,110	0,184	0,267	0,381	0,365
	0,332	0,486	0,123	0,220	0,260	0,321	0,311
XI	0,289	0,436	0,118	0,195	0,279	0,217	0,463
	0,306	0,377	0,130	0,179	0,311	0,315	0,389
	0,360	0,397	0,127	0,208	0,323	0,349	0,578
	0,318	0,403	0,125	0,194	0,311	0,294	0,477
XII	0,319	0,526	0,114	0,233	0,275	0,339	0,286
	0,355	0,433	0,148	0,233	0,275	0,334	0,374
	0,283	0,383	0,127	0,197	0,262	0,305	0,341
	0,319	0,449	0,127	0,247	0,297	0,326	0,333

## 5.3 ZAKLJUČAK

Sadržaj i dinamika pigmenata hloroplasta bijelog bora iz 12 sastojina na području Bosne upućuje na trenutno ekofiziološko stanje populacija ove vrste. Ekološka distribucija prirodnih sastojina ove vrste, pored ostalih faktora, bazira i na različitim sadržajima fotosintetičkih aktivnih pigmenata. Koncentracije hlorofila -a otkrivaju različito stanje fotosintetičke produkcije i diferenciraju 12 analiziranih populacija u tri ekološke skupine.

Prvu ekološku grupu populacija diferenciraju maksimalne vrijednosti sadržaja hlorofila -a ( $0,517-0,609$  mg/gr) tokom cijele vegetacijske sezone. Terenska zapažanja, kao i određene preliminarne analize prirasta ukazuju na jasnu korelaciju između sadržaja hlorofila -a i prinosa u istraživanim sastojinama.

Dijametralno suprotnu skupinu od prethodne činile bi populacije sa lokaliteta II, V i XI (Lupoglav, Han-Kram i Koprivnica na vrhu brda). Srednje godišnje vrijednosti hlorofila -a, kao i njegov godišnji tok otkrivaju gotovo upola niže vrijednosti ( $0,358-0,366$  mg/gr). Imajući u vidu stanišne uslove u okviru ovih sastojina, sasvim je razumljivo da izraženoj fizičkoj i fiziološkoj suši odgovaraju i niske vrijednosti hlorofila -a, a samim tim i mali prirast.

Treća ekotipska diferentna grupa populacija bijelog bora karakteriše se i srednjim godišnjim sadržajem ( $0,406-0,455$  mg/gr). Podinamici kretanja vrijednosti hlorofila -a i srednjim godišnjim sadržajem ovu skupinu populacija činila bi intermedijarna grupa sa lokaliteta I, III, IV, X, XII.

Praćenjem sadržaja i dinamike hlorofila -b i karotina kod istraživanih populacija bijelog bora mogle bi se izdvojiti potpuno identične tri diferentne grupe sastojina.

Imajući sve prethodno u vidu, evidentno je da sadržaj i dinamika hlorofila -a kod bijelog bora (bar prema našim dosadašnjim istraživanjima) može poslužiti kao diferencijalni karakter intenziteta fotosintetičke produkcije, a samim tim i kao indikator populacijskog prirasta u ekološki različitim sastojinama ove vrste.

## LITERATURA

- Arnon, D. (1951.): Extracellular Photosynthetic reactions. *Nature* 167, 1008
- Arnon, D. and Horton, A.A. (1963.): Site of action of plastoguinone in the electron transport chain of photosynthesis. *Acta Chem. Scand.* 17, 135
- Arnon, D. (1966.): The Photosynthesis energy conversion process in isolated chloroplasts. *Experientia* XXII, 273.
- Arnon, D. and Tsujimoto, H.Y. (1967.): Ferredoxin and Photosynthetic. *Nature*, 214, 562
- Arnon, D. (1968.): Ferredoxin-Activated fructose diphosphatase of isolated chloroplasts. *Federation Proc.* 27, 344
- Avron, M., Kogman, W. and Jagendorf, T.A. (1958.): The relation of photosynthetic phosphorylation to the Hill reaction. *Biochim. Biophys. Acta* 30, 144
- Avron, M. (1960.): Photophosphorylation by swiss-chard chloroplasts. *Biochim. Biophys. Acta* 40, 257
- Avron, M. and Shavit, N. (1964.): Inhibitors and uncouplers of photophosphorylation. *Biochim. Biophys. Acta* 109, 317.
- Avron, M. and Neuman, J. (1968.): Photophosphorylation in chloroplasts. *Annu. Rev. Plant. Physiol.* 19, 137
- Bishop, N.I. (1955.): A study of the mechanism of the Photochemical activity of isolated chloroplasts fragments. Ph. D. Thesis. University of Utah, Salt Lake city
- Bishop, N.I. (1961.): The possible role of plastoguinone (0-254) in the electron transport system of photosynthesis. *Quinones in electron transport.* G.E.W. Wolstenholme and C.M.I. Connor, Brown and Company, Boston, P-385

- Bishop, N.I. and Wong, J. (1971.): Observation on Photosystem II mutants of *scenedesmus*. Pigments and proteinaceous components of the chloroplasts. *Biochim. Biophys. Acta* 234, 433
- Boardman et al. (1967.): Fractionation of the photochemical systems of photosynthesis II cytochrome and carotenoid contents of particles isolated from spinach chloroplasts. *Biochim. Biophys. Acta* 143, 187
- Boardman, N.K., Anderson, J.M., Hiller, R.G. (1971.): Photooxidation of cytochromes in leaves and chloroplasts at liquid nitrogen temperature. *Biochim. Biophys. Acta*, 266, 400
- Boardman, N.K. (1972.): Photochemical properties of a photosystem II sub-chloroplast fragment. *Biochim. Biophys. Acta*, 283, 469
- Emerson, E. and Arnold, W. (1932.): A separation of the reaction in photosynthesis by means of intermittent light. *J. Gen. Physiol.*
- Glišić, Lj. (1974.): *Elementi citologije*, Beograd
- Heath, R.L. and Packer, L. (1968.): Photophosphorylation in isolated chloroplasts I-kinetic and stoichiometry of acid peroxidation. *Arch. Biochem. Biophys.* 125, 189
- Heath, R.J. and Parcker, L. (1968.): Photoperoxidation in isolated chloroplasts II role of electron transfer, *Arch. Biochem. Biophys.* 125, 850
- Hill, R. (1954.): The cytochrome b component of chloroplasts. *Nature* 174, 501
- Hill, R. and Bendall, F. (1960.): Function of two cytochrome components in chloroplasts. A working hypothesis. *Nature* 182, 136
- Hill, R. and Bendall, D.S. (1967.): Oxidation-reduction potentials in relation to components of the chloroplasts "Biochemistry of chloroplasts" vol. 559, Ed. By. Goodwin T.W.), London Academic press (1967.)
- Izetbegović, S. (1977.): Zavisnost debljinskog prirasta od nekih taksacionih elemenata kod *Pinus silvestris* L. sa 12 sastojina iz BiH (manuskript)

- Libbert, E. (1974.): Lehrbuch der Pflanzenphysiologie, VEB, Verlag Jena
- Vernon, P.L. and Zangg, W.S. (1960.): Photoreductions by fresh and aged chloroplasts, Requirement for ascorbate and 2,6-dichlorophenol indophenol With aged chloroplasts. OS. Biol. Che. 235, 2728
- Vernon, L.P., Shaw, E.R. and Ke, B. (1966.): A photochemically active particle derived from chloroplasts by the action the detergent triton x-1000 J. Biol. Chem. 241, 4101
- Vernon, L.P. and Shaw, E.R. (1969.): Oxidation of 1,5-Difenilcarbazide as a measure of photosystem II activity in subchloroplast fragments Biochem. Biophys. Res. Commum. 36, 878
- Vernon, L.P., Shaw, E.R., Ogawa, T. and Roveed, D. (1971.): Structure of photosystem I and photosystem II of plant chloroplasts. Photochem. Photobiol. 14, 343
- Warburg, O. and Luttgens, W. (1946.): Photochemical reduction des chinons in grünen Zellen und Granula. Biokhimia, 11, 11, 303

## 6. FENOTIPSKE KARAKTERISTIKE BIJELOG BORA

(*PINUS SILVESTRIS* L.)\*

### FENOTIPISCHE CHARAKTERISTIKEN DER FÖHRE

(*PINUS SILVESTRIS* L.)

Bijeli bor zauzima široko prostranstvo Evrope i Azije, od 37° do 70° sjeverne širine, te od 7° zapadne do 133° istočne dužine, od ravnih predjela na sjeveru areala do područja veoma izražene orografije u višim položajima Alpa, Pirineja, planina Balkanskog poluotoka. Pored suvislog areala, javlja se na izoliranim površinama na Krimu, Maloj Aziji, Iranu, Kavkazu, Škotskoj i Španiji. Nalazi se u veoma različitim klimatskim uslovima, i na sjevernoj granici raste u oblastima sa srednjom julskom temperaturom od +10°C, a na južnoj granici sa prosječnom temperaturom u julu mjesecu od preko +20°C. U istočnom Sibiru sezimske temperature spuštaju i ispod -40°C, dok su na zapadnoj granici areala oko 0°C. Najzastupljeniji je u pojasu smrčevih šuma, ali se javlja u jelovo-bukovim, bukovim, hrastovim i kestenovim šumama.

Iz ovih podataka se vidi da ima veoma široku ekološku amplitudu, što se neminovno odražava i na fenotipskim karakteristikama.

Poznate su populacije sa izvanredno uskim krošnjama, tankim i kratkim granama i pravim deblom (Skandinavske zemlje, Alpi-Engadin i sl.), te sa širokim krošnjama, dugim i debelim granama sa često zakrivljenim ili krivim deblom (najviše u Srednjoj i Zapadnoj Evropi). Ove fenotipske razlike uslovljene su, prije svega, posljedicama prilagođavanja odredjenim ekološkim uslovima (veće snježne oborine - uske krošnje).

---

\* Pintarić Konrad



Sve ovo se u krajnjoj liniji odražava na kvalitetu, odnosno vrijednosti drvne mase, što za bijeli bor nije beznačajno kada se ima u vidu da vrijednost najkvalitetnijih sortimenata (furnirski trupci) može biti i do 8 puta veća od vrijednosti prosječnih trupaca za rezanje.

Pošto se u Bosni bijeli bor nalazi na južnom dijelu prirodnog areala, postavlja se pitanje kakve su fenotipske karakteristike ovih borova, odnosno kakva je njihova vrijednost.

Da bi se dao odgovor na postavljeno pitanje, na 12 ekološki potpuno definisana lokaliteta, koji se nalaze u središtu prirodnog areala bijelog bora u Bosni, proučene su glavne fenotipske karakteristike. Blži podaci o ekološkim uslovima na pojedinim lokalitetima dati su u poglavlju 1.

## 6.1 METOD RADA

Predmet istraživanja su prirodna nalazišta bijelog bora gdje se ova vrsta drveća javlja u većim kompleksima i igra značajnu ulogu u šumskom gospodarstvu kraja u kome se nalazi. Odabrano je 12 lokaliteta koji su ekološki i fitocenološki potpuno definisani i opisani u uvodnom dijelu ovog rada.

Na svakom lokalitetu izdvojeno je po 30 stabala, koja prema IUFRO klasifikaciji pripadaju gornjoj etaži, vitaliteta odličnog do srednjeg i razvojne tendencije napredne i prateće (kategorije 111, 112, 121 i 122 (P i n t a r i ć, 1971.)). Pri izboru stabala vodilo se računa da su ona zdrava, normalno razvijena, bez većih deformacija uslijed djelovanja stanišnih faktora (npr., snijeg) i nezastarčena zbog toga što su to stabla koja su glavni proizvođači drvne mase. Površina na kojoj su izdvojena stabla je veoma različita i kreće se između 0,035 ha i 0,72 ha, što je ovisilo od gustine u kojoj su se stabla nalazila.

Pored uobičajenih taksacionih elemenata, za ocjenu vrijednosti stabala pojedinih populacija uzete su u obzir i neke fenotipske karakteristike koje treba da posluže kao dopuna proučavanja ekotipske diferencijacije bijelog bora u Bosni. Analizirane su slijedeće fenotipske karakteristike (sve ocjene debla odnose se na donju polovinu visine stabla, jer je prema W o h l f a r t h u (1961.) do te visine oko 75% drvne mase

krupnog drveta stabla);

## D e b l o

### 1. Pravnost debla

- 1 pravo (bez vidljivijih zakrivljenja),
- 2 blago zakrivljeno u jednoj ravni,
- 3 zakrivljeno u više ravni ili jače zakrivljeno u jednoj ravni;

### 2. Čistoća debla od grana

- 1 bez grana (vidljivih čvorova i ostataka grana; mogu se proizvesti trupci za rezanje I klase),
- 2 deblo čvornovato, ali se mogu proizvesti trupci za rezanje srednje kvalitete - II klase,
- 3 jako čvornovato, mogu se proizvesti trupci za rezanje III klase ili cijepani sortimenti;

### 3. Punodrvnost

- 1 punodrvno (mali pad promjera),
- 2 umjereno punodrvno (umjereni pad promjera),
- 3 malodrvno (jak pad promjera).

## K r o š n j a

### 1. Debljina grana

- 1 grane izrazito tanke,
- 2 grane srednje debele,
- 3 grane izrazito debele;

### 2. Oblik grana (ocjenjuje se prema njihovom izgledu)

- 1 grane prave,
- 2 grane sa manjim deformacijama,
- 3 grane jače zakrivljene u više ravni;

### 3. Insercija grana (ocjenjuje se na osnovu položaja grana u srednjoj trećini krošnje - okularno)

- 1 kut insercije veći od  $90^{\circ}$ ,
- 2 kut insercije  $60-90^{\circ}$ ,

- 3 kut insercije 30-60°,
- 4 kut insercije manji od 30°;

#### 4. Oblik krošnje

- 1 izrazito uska, konusna krošnja,
- 2 krošnja stabla valjkasta, koja se prema vrhu završava blago paraboloidno,
- 3 krošnja stabla tanjurasta, kišobranasta, grane imaju izrazitu tendenciju rasta u širinu;

#### 5. Gustina krošnje

- 1 krošnja stabla gusta,
- 2 krošnja stabla je prozirna tako da umjereno propušta svjetlo,
- 3 krošnja stabla rijetka tako da sunčani zraci prodiru kroz nju neometano.

Pored toga, svako stablo je svrstano u određenu uzgojno-tehničku kvalitetnu klasu (M a t i ć i dr., 1971.), izmjerena je debljina kore na prsnoj visini, visina na kojoj se počinje javljati crvena ljuspasta kora, stiješnjenost krošnje stabla, trend prirašćivanja u debljinu u posljednje tri dekade, promjer projekcije krošnje, debljina bjeljike.

Za sve izmjerene taksacione elemente obračunate su srednje vrijednosti, varijansa, standardna devijacija i srednja greška, a za ocjenu fenotipskih karakteristika srednje vrijednosti i analiza varijanse (F-test i Duncanov "multiple rang test").

Za ocjenu signifikantnosti razlika dvaju prosjeka korišteni su slijedeći simboli:

razlike dvaju prosjeka signifikantne kod	
p = 0,01 (p = 1%)	xxx
razlike dvaju prosjeka signifikantne kod	
p = 0,05 (p = 5%)	xx
razlike dvaju prosjeka signifikantne kod	
p = 0,10 (p = 10%)	x
razlike dvaju prosjeka nisu signifikantne	0

## 6.2 REZULTATI ISTRAŽIVANJA

### 6.2.1 VISINE

U tabeli br. 35 prikazani su osnovni taksacioni elementi stabala bijelog bora po lokalitetima. Vidljivo je da su prosječne visine stabala po lokalitetima, koja su predmet istraživanja izmedju 12,0 i 30,3 m, odnosno izmedju I i V visinskog boniteta. Na oglednoj plohi XI - Koprivnica, supstrat je plitka dolomitna rendzina, na oglednoj plohi X - Koprivnica, rendzina na saharoidnom dolomitu, na oglednoj plohi II - Greben Lupoglava, crnica na krečnjaku. Bez obzira na lošu snabdjevenost gotovo svih supstrata hranjivim materijama, visine stabala su uslovljene prvenstveno fiziološkom dubinom zakorjenjivanja u zemljištu, njegovim fizičkim osobinama, prvenstveno granulometrijskim sastavom tla, njegovom strukturom i svježinom. Slično je konstatovao Čirić (1965.) za crni bor.

Dosta male prosječne visine konstatovane su na plohi V - Han-Kram, na močvarno-tresetnom tlu koje je i fiziološki plitko za zakorjenjivanje bijelog bora.

Najveće prosječne visine konstatovane su na oglednoj plohi IX-Krivojevići, na srednje kiselom tlu koje se razvilo na verfenskom pješčaru, na plohi IV - iznad Zljebova, na crnici i srednje krečnjačkom tlu te na plohi VI - Knežinski Palež, na gabru i dijabazu na kome se uslijed mikrokonfiguracije terena razvio pseudoglej.

Najveće visine izmjerene su na plohi broj VI - Knežinski Palež, i IV - iznad Zljebova (36,5 m), IX - Krivojevići (35,0 m), i III - Rasolina (33,0 m), te VII - Careva Čuprija, i XII - ispod manipulacije (32,5 m). Upravo kod maksimalnih visina dolazi do izražaja uslovljenost visine stabala od fiziološke dubine tla na mjestu zakorjenjivanja toga stabla. Naime, i na istom lokalitetu, za koji je utvrđen prosječni tip tla, postoje znatne razlike u dubini zemljišta ispod pojedinih stabala, što se odmah odražava i na visinu stabla. To je naročito došlo do izražaja na oglednoj plohi IV - Zljebovi, gdje se makrolokacija nalazi na crnici, dok se pojedina stabla na svojoj mikrolokaciji nalaze na znatno dubljim tlima.

Tabela 35

Lokalitet	Visina (m)	Prsni promjer (cm)	Dužina debla (m)	Promjer krošnje (m)	Dužina krošnje (m)	Povr. proj. krošnje (m <sup>2</sup> )	Dvostr. deb- ljina kore (cm)	% kore u odnosu na prsni promjer (%)	Površina plohe (ha)
Lokalitet	Höhe	Brusthöhe- durchmesser	Stammlänge ohne Aeste	Kronendur- chmesser	Kronenlänge	Kronenpro- jection	Doppelte Rindenpro- z. im Ver- hältn. zum BHD (%)	Fläche	
I-Lupoglav	23,1 (18,0-27,5)	46,2 <sup>+1,20</sup> (31,7-55,5)	11,8 <sup>+0,43</sup> (8,5-17,2)	4,12 <sup>+0,23</sup> (3,2-6,1)	12,25 <sup>+0,47</sup> (5,8-15,0)	14,6 <sup>+0,91</sup> (8,0-29,2)	4,3 <sup>+0,1</sup> (2,2-6,6)	9,3	0,050
II-greb. Lupogl.	14,5 (11,0-19,5)	29,0 <sup>+1,30</sup> (18,2-48,9)	6,5 <sup>+0,31</sup> (2,75-10)	3,01 <sup>+0,14</sup> (1,8-4,6)	8,54 <sup>+0,39</sup> (5,0-15,0)	7,8 <sup>+0,58</sup> (3,1-16,6)	2,6 <sup>+0,2</sup> (1,2-5,0)	9,1	0,075
III-Rasolina	26,1 (23,5-33,0)	41,8 <sup>+1,90</sup> (32,2-56,3)	10,7 <sup>+0,43</sup> (6,5-16,0)	4,31 <sup>+0,16</sup> (2,8-6,4)	17,16 <sup>+0,54</sup> (12,5-23,3)	14,6 <sup>+1,34</sup> (6,1-32,2)	4,7 <sup>+0,3</sup> (1,4-9,2)	11,2	0,075
IV-Iznad Žiljevoa	30,3 (26,5-36,5)	35,0 <sup>+0,80</sup> (26,5-43,4)	10,2 <sup>+0,64</sup> (5,0-16,5)	2,61 <sup>+0,10</sup> (1,8-4,3)	20,13 <sup>+0,68</sup> (13,0-28,0)	5,6 <sup>+0,46</sup> (2,5-14,5)	3,9 <sup>+0,2</sup> (1,8-5,8)	11,1	0,060
V-Han-Kram	21,7 (18,5-24,5)	26,3 <sup>+0,70</sup> (19,2-34,5)	7,4 <sup>+0,39</sup> (4,0-11,3)	2,84 <sup>+0,14</sup> (2,0-4,5)	14,19 <sup>+0,48</sup> (9,0-19,7)	6,8 <sup>+0,65</sup> (3,1-15,9)	2,9 <sup>+0,2</sup> (1,6-5,0)	11,1	0,035
VI-Knežinski Palež	31,4 (27,5-36,5)	35,8 <sup>+1,10</sup> (28,5-46,7)	11,1 <sup>+0,37</sup> (6,5-15,3)	4,96 <sup>+0,18</sup> (3,5-7,6)	20,33 <sup>+0,50</sup> (16,2-25,5)	20,0 <sup>+1,49</sup> (9,6-45,4)	4,5 <sup>+0,2</sup> (2,6-8,8)	12,6	0,090
VII-Careva Čuprija	22,7 (18,0-32,5)	35,8 <sup>+1,90</sup> (21,6-57,1)	13,3 <sup>+0,69</sup> (4,0-23,0)	5,17 <sup>+0,21</sup> (2,3-7,2)	11,51 <sup>+0,64</sup> (6,0-19,5)	22,0 <sup>+1,65</sup> (4,1-36,3)	5,0 <sup>+0,03</sup> (2,6-8,8)	13,9	0,280
VIII-Olovske Luke	18,5 (14,0-29,0)	35,2 <sup>+1,30</sup> (22,6-50,2)	9,6 <sup>+0,69</sup> (5,3-19,5)	4,85 <sup>+0,15</sup> (3,4-7,1)	8,56 <sup>+0,40</sup> (5,0-13,5)	18,9 <sup>+1,20</sup> (9,1-39,6)	4,0 <sup>+0,3</sup> (1,4-8,6)	11,5	0,720
IX-Krivojevići	28,3 (24,5-35,0)	37,7 <sup>+1,10</sup> (22,0-52,2)	11,4 <sup>+0,58</sup> (6,0-17,5)	5,06 <sup>+0,16</sup> (2,0-6,6)	16,86 <sup>+0,56</sup> (11,5-23,0)	20,7 <sup>+1,18</sup> (3,1-34,2)	5,7 <sup>+0,3</sup> (2,6-9,2)	15,1	0,200
X-Koprivnica	13,1 (9,0-15,5)	26,2 <sup>+0,8</sup> (17,4-34,1)	6,4 <sup>+0,29</sup> (3,5-9,2)	3,22 <sup>+0,13</sup> (2,2-5,1)	6,72 <sup>+0,22</sup> (4,2-9,0)	8,5 <sup>+0,69</sup> (3,8-20,4)	3,8 <sup>+0,2</sup> (1,8-5,4)	14,5	0,160
XI-Koprivnica	12,0 (10,0-25,0)	23,3 <sup>+1,0</sup> (17,5-35,6)	6,5 <sup>+0,39</sup> (2,3-13,5)	2,60 <sup>+0,13</sup> (1,4-4,6)	7,07 <sup>+0,36</sup> (5,2-15,0)	5,7 <sup>+0,91</sup> (1,5-16,6)	2,7 <sup>+0,2</sup> (1,4-4,8)	11,5	0,090
XII-Ispod mani- pufacije	21,3 (16,5-32,5)	33,7 <sup>+1,1</sup> (21,4-46,0)	8,7 <sup>+0,40</sup> (3,0-12,5)	3,29 <sup>+0,17</sup> (1,6-5,1)	12,54 <sup>+0,58</sup> (8,0-20,2)	9,2 <sup>+0,92</sup> (2,0-20,4)	2,3 <sup>+0,3</sup> (1,8-7,8)	12,8	0,150

### 6.2.2 DEBLJINE

U tabeli br. 35 dat je pregled debljine stabala u prsnoj visini. Ona varira izmedju 23,3 cm (XI-Koprivnica) i 46,2 cm (I - Lupoglav), ali na većini ploha prosječna debljina izmjerenih stabala varira izmedju 30 i 35 cm. Razlozi u pogledu variranja prosječnih debljina su isti kao i kod visina.

Najveće debljine stabala izmjerene su na plohi VII-Careva Čuprija (57,1 cm), III - Rasoline (56,3 cm), i I - Lupoglav (56,3 cm):

### 6.2.3 DEBLJINA KORE

Debljina kore u prsnoj visini je izmjerena na svakom stablu vadenjem izvrtka pomoću prirasnog svrdla. Debljina kore varira izmedju 13,2 mm (II - greben Lupoglav) i 28,5 mm (IX-Krivojevići) i najčešće je uslovljena debljinom stabala (graf. 8).

Učešće kore varira izmedju 9,1% (II - greben Lupoglav) i 15,1% (IX - Krivojevići). Najmanje relativno učešće registrovano je na ploham II - greben Lupoglav, i I - Lupoglav, a najveće na plohi X - Koprivnica, i IX - Krivojevići. Kako vidimo, relativno učešće kore nije tako ujednačeno jer je varijaciona širina 6%, koja je nešto veća od varijacione širine koju je za bijeli bor u Sloveniji konstatovao M l i n š e k (1973), koja iznosi svega 4,5% (8,5-13,0%). Treba konstatovati da na istom lokalitetu debljina kore znatno varira kako kod stabala iste debljine, tako i kod relativnog učešća kore. Maksimalna debljina kore je bila 4,6 cm (tab. br. 36).

U prosječnom uzorku za sve plohe debljina kore po debljinskim stepenima prikazana je u tab. br. 37, a linearna korelacija izmedju prsnog promjera stabla i debljine kore u graf. 9. Vidimo da se sa povećanjem debljine stabla povećava i debljina kore. Ako uporedimo debljinu kore sa debljinom koju je za sloveniju utvrdio M l i n š e k (1973.), dobićemo slijedeće razlike:

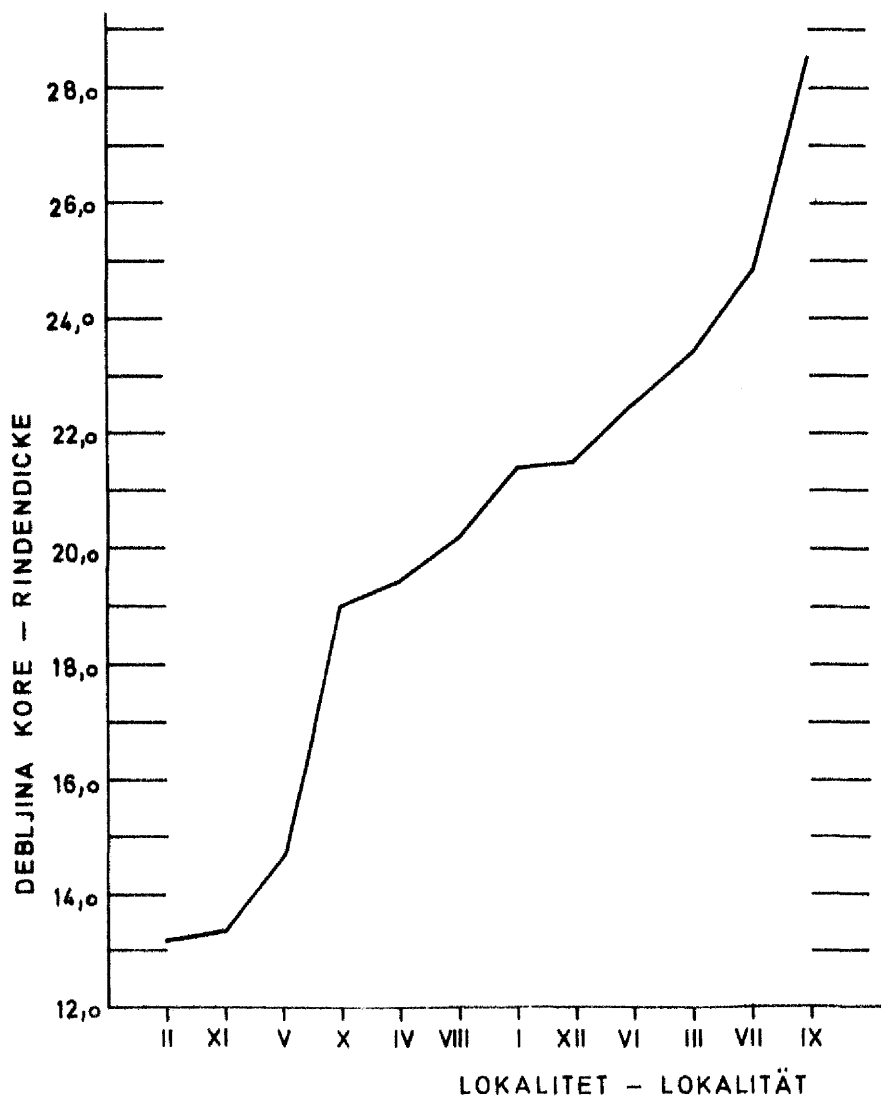
DEBLJINA KORE PO LOKALITETIMA (Rindenstärke nach Lokalitäten)

Tabela 36

Lokalitet Lokalität	Debljinski stepen (cm) (Stärkestufe, cm)										Prosečna debljina kore (Durchschnittliche Rindenstärke)	
	15-20	20-25	25-30	30-35	35-40	40-45	45-50	50-55	55-60			mm
	Debljina kore u mm (Rindenstärke in mm)											
I	-	-	-	24,5 (21-28)	20,0 (15-25)	18,1 (15-32)	22,9 (16-28)	22,1 (14-32)	27,0 (21-33)		21,43 <sup>±</sup> 0,36	
II	7,8 (7-8)	9,1 (5-12)	13,3 (9-18)	15,5 (12-19)	17,6 (15-22)	25,0 (25)	16,0 (16,0)	-	-		13,23 <sup>±</sup> 0,92	
III	-	-	-	14,2 (7-19)	20,3 (12-28)	21,8 (15-28)	34,2 (24-40)	35,0 (24-46)	28,0 (26-30)		23,43 <sup>±</sup> 1,57	
IV	-	-	12,3 (9-18)	18,0 (12-29)	20,0 (9-26)	24,0 (20-28)	-	-	-		19,40 <sup>±</sup> 1,08	
V	14,0 (14,0)	13,0 (9-19)	14,6 (8-24)	16,6 (11-22)	-	-	-	-	-		14,67 <sup>±</sup> 0,79	
VI	-	-	18,5 (13-24)	19,8 (16-24)	25,0 (16-32)	27,0 (19-44)	22,0 (22)	22,0 (22)	-		22,50 <sup>±</sup> 1,12	
VII	-	19,7 (17-23)	23,9 (12-29)	19,8 (17-23)	23,0 (20-27)	31,3 (18-43)	27,3 (18-36)	28,3 (22-36)	32,0 (32)		24,83 <sup>±</sup> 0,13	
VIII	-	14,0 (7-25)	13,8 (8-21)	18,7 (14-22)	20,0 (7-27)	30,1 (21-43)	13,0 (13)	31,0 (31,0)	-		20,23 <sup>±</sup> 1,65	
IX	-	13,0 (13)	26,0 (25-27)	23,2 (15-34)	29,2 (22-37)	32,0 (27-44)	24,5 (23-26)	46,0 (46)	-		28,50 <sup>±</sup> 1,34	
X	14,5 (9-20)	16,3 (12-24)	19,7 (14-27)	22,2 (19-26)	-	-	-	-	-		18,97 <sup>±</sup> 0,85	
XI	9,1 (7-15)	14,4 (9-21)	16,1 (11-24)	14,0 (10-19)	-	-	-	-	-		13,40 <sup>±</sup> 0,83	
XII	-	26,0 (19-33)	17,5 (11-23)	20,1 (9-38)	21,6 (10-30)	22,0 (22)	26,0 (23-29)	-	-		21,53 <sup>±</sup> 1,43	

# DEBLJINA KORE PO LOKALITETIMA RINDENDICKE NACH LOKALITÄTEN

GRAF. 8





DEBLJINA KORE ZA SVE LOKALITETE ZAJEDNO  
Rindendicke für alle Lokalitäten

Tabela 37

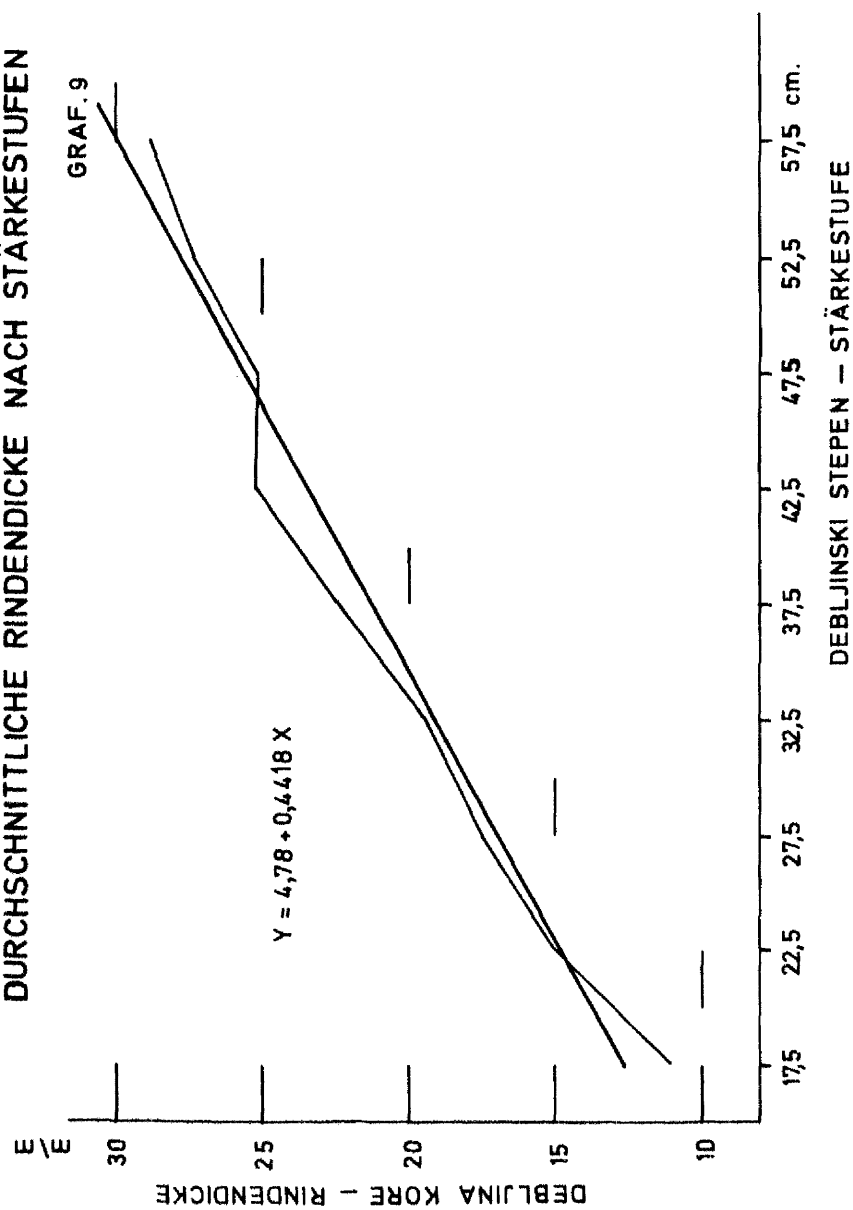
Debljinski stepen	Broj mjerjenja	Debljina kore	Dvostruka debljina	Postotak kore
Stärkestufe	Zahl der Messungen	Rindendicke	Doppelte Rindendicke	Prozent der Rinde nach BHD
cm		mm	mm	%
15-20	15	10,13	20,26	11,6
20-25	44	15,00	30,00	13,3
25-30	76	17,59	35,18	12,8
30-35	77	19,50	39,00	12,0
35-40	59	22,63	45,26	12,1
40-45	45	25,29	50,58	11,9
45-50	23	25,22	50,44	10,6
50-55	15	27,27	54,54	10,4
55-60	5	28,80	57,60	10,0

JAVLJANJE CRVENE LJUSPASTE KORE NA BIJELOM BORU  
Das Erscheinen der schuppigen Rinde bei der Föhre

Tabela 38

Lokalitet	Crvena kora se javlja na visini	Amplituda	Varijaciona širina
Lokalität	Die rote schuppige Rinde erscheint in einer Höhe	Amplitude	Variations- breite
1	2	3	4
I Lupoglav	7,97 ± 0,57	3-18	15
II greben Lupoglav	5,60 ± 0,25	3-8	5
III Rasolina	8,10 ± 0,48	4-16	12
IV iznad Zljebova	7,53 ± 0,47	4-12	8
V Han-Kram	5,97 ± 0,32	3-9	6
VI Knežinski Palež	8,50 ± 0,47	2-15	13
VII Careva Čuprija	6,67 ± 0,45	3-13	10
VIII Olovske Luke	4,87 ± 0,33	3-10	7

PROSJEČNA DEBLJINA KORE PO DEBLJINSKIM STEPENIMA  
DURCHSCHNITTICHE RINDENDICKE NACH STÄRKESTUFEN



1	2	3	4
IX Krivojevići	8,80 $\pm$ 0,43	4-14	10
X Koprivnica	4,20 $\pm$ 0,17	3-6	3
XI Koprivnica	3,13 $\pm$ 0,14	2-5	3
XII iznad manipulacije	7,20 $\pm$ 0,59	3-18	15

Debljinski stepen (cm)	Debljina kore		Odnos 3:2
	Slovenija	Bosna	
	(mm)		
	1	2	
6 (25-30)	15,0	17,0	1,13
7 (30-35)	17,5	19,0	1,09
8 (35-40)	20,0	21,3	1,06

Iz ovoga se može zaključiti da je u odnosu na Sloveniju u Bosni kora bijelog bora deblja za 6-13%. Pošto nemamo podataka o prirastu istarosti stabala, te detaljnije podatke o uslovima staništa, ne bi se sa sigurnošću moglo reći koji su uzroci tim razlikama. Sigurno je da i geografski položaj može igrati značajnu ulogu jer se Slovenija nalazi više u unutrašnjosti prirodnog areala bijelog bora, dok se Bosna nalazi na južnom rubu. Ekološke razlike, posebno karakter klime, mogu imati isto tako uticaja na debljinu kore, pri čemu ne smijemo zaboraviti da i nasljedne osobine igraju veoma značajnu ulogu.

Iz tabele br. 37 se dalje vidi da kora učestvuje u prsnom promjeru stabla između 10,0 i 13,3%. U tanjim debljinskim stepenima (do 25 cm) konstatovano je relativno povećanje učešća kore, da bi maksimum iznosio 13,3% kod debljinskog stepena 22,5 cm, poslije čega relativno učešće kore postepeno opada, da bi u debljinskom stepenu od 57,5 cm iznosilo 10% od prsnog promjera stabla pod korom.

#### 6.2.4 BOJA KORE

Kako je poznato, kod bijelog bora u donjem dijelu stabla je kora sive boje, da bi se na određenoj visini pojavila i crvenkasta ljuspasta kora. Ovo može biti i ekotipska karakteristika bijelog bora, te smo

prilikom mjerenja visina stabala mjerili i visine od kojih se javlja crvenkasta ljuspasta kora.

Sa tabele 38 je vidljivo da se u prosjeku crvena ljuspasta kora javlja na visini od 3,13 m (XI - Koprivnica) do 8,80 m (IX-Koprivnica) i da se javlja u veoma širokim granicama na visinama 2-18 m. Nije se moglo ustanoviti bilo kakva ovisnost javljanja crvene kore od visine stabla, njegove debljine i staništa, jer svuda varira u širokim granicama.

#### 6.2.5 PRAVNOST STABALA

Pravnost stabala je jedna od najznačajnijih karakteristika pri ocjeni kvaliteta stabala. Učešće pravih stabala je naročito značajno kod bijelog bora, jer je poznato da kod četinaru, upravo kod borova, pogotovo kod bijelog bora čak u istoj populaciji postoje velike razlike u učešću pravih stabala (D e n g l e r - B o n n e m a n n - R o e h r i g, 1971, 1972.). Mnogobrojna istraživanja su pokazala da između pojedinih populacija, provenijencija, ekotipova, postoje velike razlike u pogledu učešća pravih stabala. Poznate su provenijencije sa velikim učešćem pravih stabala (npr., skandinavske provenijencije, visokoplaninske provenijencije Alpa-engadinski bijeli bor), dok na drugoj strani postoje provenijencije sa velikim učešćem krivih i zakrivljenih stabala (npr., mnoge provenijencije bijelog bora u Srednjoj Evropi (M l i n š e k, 1973; R u b n e r, 1952; B u r g e r, 1931.)).

Za ocjenu vrijednosti naših šuma bijelog bora veoma je značajno da se ocijeni i kvalitet populacija, koje su više ili manje prirodne, bez znatnijeg uticaja čovjeka.

Kakvo je učešće stabala u odnosu na pravnost na našim lokalitetima, prikazano je u tabeli 39.

Općenito možemo reći da je pravnost stabala bijelog bora na svim plohama zadovoljavajuća, jer je na osam ploha zastupljenost stabala sa pravim deblom preko 2/3 od ukupnog broja stabala populacije. Sa naročito velikim učešćem pravih stabala odlikuju se populacije IX-Krivojevići, VI-Knežinski Palež, III-Rasolina, i I-Lupoglav, kod kojih preko četiri petine stabala ima pravo deblo.

## RELATIVNA PRAVNOST STABALA

Relative Geradschaftigkeit

Tabela 39

Lokalitet (Lokalität)	Stablo je: (Der Stamm ist:)					
	pravo (zweischnürig)		zakrivljeno u jednoj ravnini (einschnürig)		zakrivljeno u više ravnina (krumm)	
	broj stabala (Stammzahl)		broj stabala (Stammzahl)		broj stabala (Stammzahl)	
	%		%		%	
I Lupoglav	24	80	6	20	-	-
II greben Lupoglav	23	77	7	23	-	-
III Rasolina	24	80	2	7	4	14
IV iznad Zljebova	23	77	7	23	-	-
V Han-Kram	5	17	17	57	8	26
VI Knežinski Palež	24	80	6	20	-	-
VII Careva Čuprija	26	87	4	13	-	-
VIII Olovske Luke	9	30	13	43	8	27
IX Krivojevići	25	83	5	17	-	-
X Koprivnica	13	43	9	30	8	27
XI Koprivnica	14	47	12	40	4	13
XII ispod manipulacije	23	77	2	7	5	16

Najmanje učešće pravih stabala ustanovljeno je kod populacije V - Han-Kram (svega 17%) i VIII - Olovske Luke (9%). Najveće učešće jako zakrivljenih stabala konstatovano je na plohi V - Han-Kram (26%), VIII - Olovske Luke (27%), i X - Koprivnica (27%). Ovo nam ukazuje da je učešće loših stabala najveće na najboljim i najlošijim uslovima staništa. Na boljim je prirašćivanje bijelog bora u mladosti veoma intenzivno, ljetorasti su tanki, krhki i savitljivi, te su lako izloženi savijanju i lomljenju. U veoma lošim uslovima staništa, prirast u visinu i debljinu je veoma slab, ljetorasti su zbog toga veoma tanki i krhki, tako da su izloženi deformacijama svake vrste. Osim toga, treba naglasiti da je na lošim staništima i sklop jako prekinut, da se između stabala često javlja jasika (*Populus tremula* L.) koja služi kao međjudomačin pri širenju gljivice *Melampsora pinitorque*, koja na izbojcima bijelog bora izaziva deformacije.

U svojim istraživanjima M l i n š e k (1973.) je konstatovao da su u Sloveniji, od ukupno 56 lokaliteta, na 6 lokaliteta (11%) sva stabla imala pravo deblo.

Matični supstrat nije uticao na pravnost debla, jer je na kiselim i bazičnim supstratima bilo populacija sa većim učešćem pravih stabala. Slično se pokazalo i kod tipova zemljišta.

Iz graf. 10 se vidi da je u prosjeku najbolja populacija VII - Careva čuprija, koja se nalazi na aluvijumu i oblucima rijeke Krivaje, iako je svega 2/3 stabala sa pravim deblom. Iza nje dolazi populacija IX - Krivojevići, na verfenskom pješčaru i kiselu-smedjem tlu, I-Lupoglav, na verfenskim glincima i kiselu-smedjem tlu, te VI-Knežinski Palež, na pseu-dogleju koji se razvio na gabru i dijabazu. Najlošija je populacija V - Han-Kram, na tufitnim pješčarima i glincima na močvarnom i tresetnom tlu, te VIII - Olovske Luke na sredjem serpentinskom zemljištu koje se razvilo na peridotitu.

Analizom varijanse F-test je pokazao da bar izmedju jednog uporedjenja dva prosjeka postoje značajne razlike jer je obračunati F iznosio 7,657, dok je tablični kod signifikantnosti  $p = 0,001$  svega 2,742.

Duncanov "multiple rang test" dao je slijedeće rezultate:

Izvor variranja	Stepen slobode	Suma kvadrata	Prosjek kvadrata
Izmedju lokaliteta	11	39	3,545
Izmedju blokova	29	16	0,552
Ostatak	319	106	0,332
Ukupno	359	161	

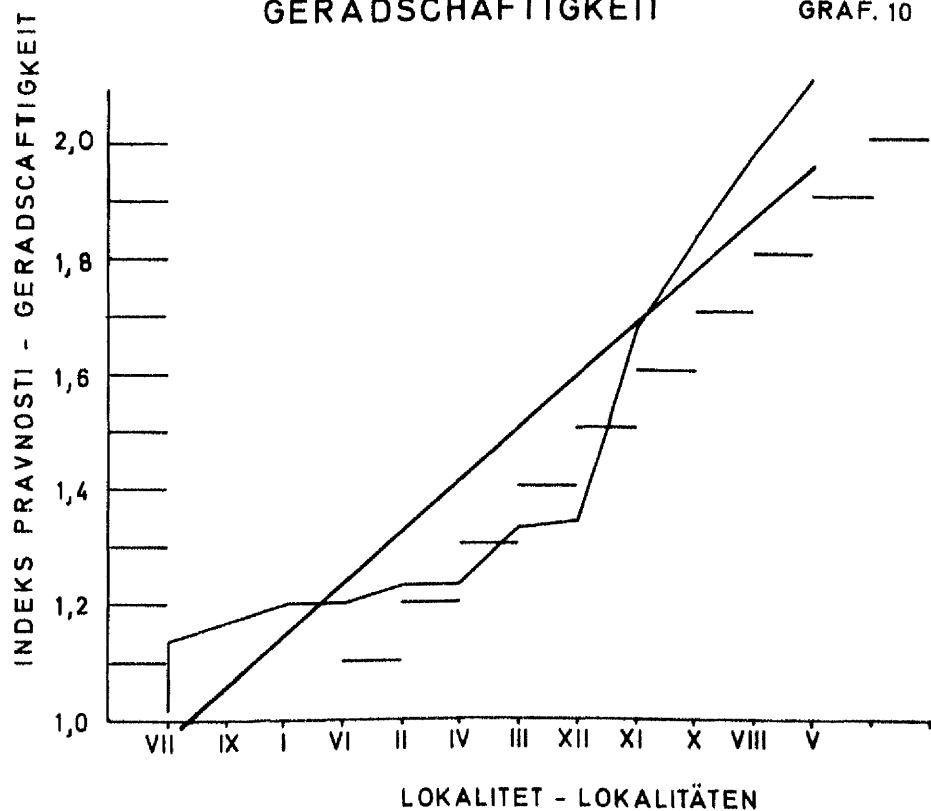
$$s_t = 0,1054$$

Signifikantnost

	L o k a l i t e t								
	XI	XII	III	IV	II	I	VI	IX	VII
V	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx
IX	x	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx
X	o	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx
XI	o	o	o	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx

# PRAVNOST STABLA GERADSCHAFTIGKEIT

GRAF. 10



Od ukupno 65 uporedjenja dva prosjeka u 31 slučaju (48%) razlike su signifikantne kod  $p = 0,01$ , dok je u jednom slučaju razlika signifikantna kod  $p = 0,10$ . Najveće razlike postoje kod populacije V - Han-Kram, IX - Krivojevići, X - Koprivnica, i XI - Koprivnica.

Nije se moglo utvrditi da bilo koji od analiziranih faktora utiče na prosječni kvalitet stabala jedne populacije, jer i na dobrim i na lošim stanišnim uslovima imamo jednom veći i drugi put manji prosječni kvalitet stabala.

I pored toga što su prosječne vrijednosti različite, u našim šumsko-uzgojnim radovima moramo dati prednost onim populacijama kod kojih je učešće pravih stabala najveće. Naime, gotovo je sigurno da je u tom slučaju u pitanju populacija boljih nasljednih svojstava.

Prema tome, u pogledu vrijednosti populacije u odnosu na pravost debla imaju najbolja svojstva populacije IX - Krivojevići, VI - Knežinski Palež, III - Rasoline, i I - Lupoglav.

#### 6.2.6 ČISTOĆA OD GRANA

Čistoća od grana je isto tako veoma značajna karakteristika pri ocjeni kvaliteta stabla pa i čitave populacije. Ova karakteristika je značajna zbog toga što je odlučujuća pri ocjeni vrijednosti stabla. Što je deblje čistije od grana, učešće vrednijih sortimenata je veće, pa prema tome je i vrijednost stabla, pa i čitave sastojine, veća.

Čistoća debla od grana ovisi od više faktora: od nasljednih osobina, uslova staništa, međusobnog uticaja stabla jednog na drugo (alelopatija) i dr. Dosadašnja mnogobrojna istraživanja su pokazala da u čišćenju od grana najznačajniju ulogu imaju nasljedni faktori, jer u prirodi postoje populacije sa tankim i sa debelim granama, tako da se i proces prirodnog čišćenja od grana odvija brže ili sporije.

Ukoliko su grane tanje, uz ostale iste uslove, prirodno odumiranje grana i njihovo razlaganje od strane mikroorganizama je brže, tako da je i prirodni proces čišćenja od grana brži (P i n t a r i ć, 1971.). Što su uslovi staništa povoljniji za rast bijelog bora (blaga klima, različite fizičke osobine tla - posebno dubina, rahlost, svježina i dobra snabdjevenost hranjivim materijama), grane su deblje, te je i njihovo pri-



rodno opadanje sporije.

Položaj stabla u sastojini doprinosi isto tako bržem ili sporijem prirodnom čišćenju od grana. Ukoliko su stabla rasla u gušćem sklopu, čišćenje od grana se odvija brže, pri čemu ne smijemo zaboraviti da i u tom pogledu nasljedne osobine igraju značajnu ulogu.

Kod bijelog bora, izrazite vrste svjetla, sporedna sastojina može odigrati veoma značajnu ulogu u prirodnom čišćenju od grana, jer u slijed konkurencije za svjetlom kod fotosinteze dolazi ranije do kompenzacije tačke te asimilacioni organi počinju ranije odumirati, a krošnje stabala sporedne sastojine stvaraju povoljne mikroekološke uslove za aktivnost mikroorganizama koji učestvuju u razaranju grana, tako da one i brže otpadaju.

Pri ocjeni čistoće debla od grana uzeli smo u obzir samo čistoću od grana donje polovine visine stabla, jer se prema W o h l f a r t - h u (1961.) do te visine nalazi oko 75% drvene mase stabla. Na pojedinim lokalitetima ustanovljena je slijedeća čistoća od grana (tab. br. 40):

Od ukupno ocijenjenog broja stabala na svim lokalitetima zajedno oko 60% stabala je čisto od grana, tj. mogu se proizvesti bar trupci za rezanje I klase, kod 13% stabala je prirodno čišćenje od grana veoma slabo, tako da se mogu proizvesti samo trupci za rezanje III klase ili cijepani sortimenti. Ovakvih stabala u uredjenoj privrednoj šumi ne bi smjelo biti. Ostatak od 27% otpada na stabla prosječne kvalitete od kojih se mogu dobiti trupci za rezanje II klase. Prema tome, učešće stabala sa prosječnim i lošim čišćenjem od grana je prilično veliko.

Svrstavajući sve istražene populacije u tri skupine:

- I skupina - preko 70% svih stabala je čisto od grana,
- II skupina - 50-70% svih stabala je čisto od grana,
- III skupina - ispod 50% svih stabala je čisto od grana,

dobijamo slijedeću sliku:

ČISTOĆA OD GRANA (Astreinheit)

Tabela 40

Lokalitet Lokalität	Bez grana		Sa manje čvoro- va		Jako čvornovato	
	ohne Aeste		mit wenig Aeste		sehr astig	
	Broj stabala Stammzahl	%	Broj stabala Stammzahl	%	Broj stabala Stammzahl	%
I Lupoglav	17	57	10	33	3	10
II greben Lupoglav	23	76	5	17	2	7
III Rasolina	24	80	2	7	4	13
IV iznad Zljebova	23	77	7	23	-	-
V Han-Kram	4	13	17	57	9	30
VI Knežinski Palež	24	80	6	20	-	-
VII Careva Čuprija	18	60	12	40	-	-
VIII Olovske Luke	9	30	10	33	11	37
IX Krivojevići	25	83	5	17	-	-
X Koprivnica	13	43	10	33	7	23
XI Koprivnica	14	47	12	40	4	13
XII ispod manipulacije	23	77	2	7	5	16

PROSJEČNA ČISTOĆA OD GRANA PO POPULACIJAMA  
(Die durchschnittliche Astreinheit nach den Populationen)

Tabela 41

Populacija (Population)											
IX	VI	IV	II	III	XII	VII	I	XI	X	VIII	V
Prosječna čistoća od grana (durchschnittliche Astreinheit)											
1,17	1,20	1,23	1,30	1,33	1,40	1,40	1,53	1,67	1,80	2,07	2,17

U prvu skupinu spada 50% svih populacija (tab. br. 40): II-Greben Lupoglava, III-Rasolina, IV-iznad Zljebova, VI-Knežinski Palež, IX - Krivojevići i XII-ispod manipulacije. U drugu skupinu spada 17% istraženih populacija: I-Lupoglav, VII-Careva Čuprija, a u treću skupinu 33% populacija: V-Han-Kram, VIII-Olovske Luke, X-Koprivnica i XI - Koprivnica. Najslabije su se očistila od grana stabla na lokalitetu V-Han-Kram, gdje

su i pored gustog sklopa grane prilično debele, a i uslovi za aktivnost mikroorganizama razarača grana nisu povoljni.

U pogledu prosječne čistoće od grana pojedinih populacija najbolju sliku nam daje tab. br. 41:

Prosječna vrijednost čistoće od grana za sve populacije zajedno iznosi 1,522. Prema tome, čišćenje od grana je bolje nego u prosjeku kod populacije IX-Krivojevići, VI-Knežinski Palež, IV-iznad Žljebova, II-greben Lupoglava, III-Rasolina, XII-ispod manipulacije i VII-Careva Čuprija. U pogledu stepena čišćenja od grana najbolje su populacije IX-Krivojevići, VI-Knežinski Palež, i IV-iznad Žljebova, dok su najlošije populacije V-Han-Kram, VIII-Olovske Luke, i X-Koprivnica.

Analizom varijanse uz primjenu Duncanovog "multiple rang testa", za čišćenje od grana dobili smo sljedeće rezultate:

Izvor variranja	Stepen slobode	Suma kvadrata	Prosjek kvadrata
Izmedju lokaliteta	11	37	3,3636
Izmedju blokova	29	17	0,5862
Ostatak	319	124	0,389
Ukupno	359	178	-

$$s_t = 0,1139$$

#### Signifikantnost

	P o p u l a c i j a									
	X	XI	I	VII	XII	III	II	IV	VI	VIII
V	xx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx
VIII	o	xx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx
X	o	o	o	xx	xx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx
XI	o	o	o	o	o	x	xx	xx	xxx	xxx
I	o	o	o	o	o	o	o	o	x	x

Prema tome, od ukupno 65 uporedjenja dva prosjeka u 24 slučaja (37%) razlike su signifikantne kod  $p = 0,01$ , u 6 slučajeva (9%) razlike

su signifikantne kod  $p = 0,05$ , a u tri slučaja kod  $p = 0,10$ . Pošto u biološkim istraživanjima prag od  $p = 0,05$  signifikantnosti zadovoljava, možemo konstatovati da su od 65 uporedjenja dva prosjeka razlike signifikantne u 30 uporedjenja (46%). Od ostalih populacija u odnosu na čistoću od grana izdvajaju se posebno kao loše populacija V-Han-Kram, VIII-Olov-ske Luke, i X-Koprivnica.

Za nas je bilo od značaja da ustanovimo u kojoj mjeri položaj stabla u sastojini utiče na čišćenje od grana. U tu svrhu je položaj stabla u sastojini ocijenjen na slijedeći način:

- 1 ... krošnja stabla potpuno slobodna
- 2 ... krošnja stabla stiješnjena do 25% obima
- 3 ... krošnja stabla stiješnjena 25-50% obima
- 4 ... krošnja stabla stiješnjena 50-75% obima
- 5 ... krošnja stabla stiješnjena preko 75% obima

Analizirajući uslovljenost čišćenja od grana od stiješnjenosti krošnje, možemo konstatovati da nisu i najčistija od grana ona stabla kod kojih su krošnje jače stiješnjene, što bi se moglo i očekivati.

Iz tab. br. 42 se vidi da na svim lokalitetima stiješnjeost krošanja stabala ne utiče podjednako na stepen čišćenja od grana. Dok kod populacije III-Rasolina, kod potpuno slobodnih krošanja 50% svih stabala ima potpuno čisto deblo od grana, na plohi IV-iznad Zljebova, najveći je postotak stabala čistih od grana kod stiješnjeosti krošanja do 25%. Kod populacija II-greben Lupoglav, VI-Knežinski Palež, VII-Careva Čuprija, i XII-ispod manipulacije, najčistija stabla od grana su kod stiješnjeosti krošanja od 25 do 50%. Kod stiješnjeosti krošanja stabala preko 50% nije konstatovano i najveće učešće stabala čistih od grana.

Na osnovu toga bismo mogli izvući zaključak da kod bijelog bora čišćenje od grana nije uslovljeno isključivo stiješnjavanjem krošanja stabala, već da su drugi faktori značajniji, kao što su, prije svega, nasljedne osobine, podstojna sastojina, sastojinska mikroklima i dr.

## STIJEŠNJENOST KROŠNJE

Tabela 42

Lokalitet Lokalitet	Čistoća od grana	Krošnja slobodna		Kroš.sti- ješ. do 25% obima	Kroš.sti- ješ. 25 do 50% obima	Kroš.sti- ješ. 50 do 75% obima	Kroš.stiješ njena preko 75% obima				
	Astrein- heit	Freie Krone		Krone ge- drängt 25% von Umfang	Krone ge- drängt -50% des Umfanges	Krone ge- drängt 25 -75% des Umfanges	Krone ge- drängt über 75% des Um- fanges				
		Staba- la	%	Staba- la	%	Staba- la	%	Staba- la	%	Stabala	%
		Stamm		Stamm		Stamm		Stamm		Stamm	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
I	1	4	13	8	27	3	10	2	7	-	-
	2	4	14	6	20	-	-	-	-	-	-
	3	-	-	1	3	1	3	1	3	-	-
II	1	4	13	7	24	10	33	2	7	-	-
	2	1	3	4	14	-	-	-	-	-	-
	3	1	3	1	3	-	-	-	-	-	-
III	1	15	50	7	24	1	3	1	3	-	-
	2	1	3	-	-	1	3	-	-	-	-
	3	3	11	1	3	-	-	-	-	-	-
IV	1	3	11	12	40	5	17	2	7	1	3
	2	1	3	2	6	-	-	4	13	-	-
	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
V	1	-	-	-	-	1	3	2	7	1	3
	2	-	-	1	3	3	10	6	20	7	24
	3	-	-	-	-	2	7	3	10	4	13
VI	1	1	3	4	13	10	33	4	14	5	17
	2	-	-	3	10	1	3	2	7	-	-
	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
VII	1	-	-	5	17	10	33	1	3	2	7
	2	1	3	4	13	5	17	2	7	-	-
	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

nastavak tabele 42

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
VIII	1	2	7	4	13	3	10	-	-	-	-
	2	4	14	5	17	-	-	1	3	-	-
	3	1	3	5	17	4	13	1	3	-	-
IX	1	1	3	8	27	8	28	6	20	1	3
	2	1	3	2	7	1	3	1	3	1	3
	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
X	1	-	-	5	17	5	16	1	3	2	7
	2	-	-	4	14	4	13	2	7	1	3
	3	-	-	2	7	2	6	2	7	-	-
XI	1	-	-	3	10	4	13	5	17	2	7
	2	-	-	2	7	4	13	4	13	2	7
	3	1	3	-	-	2	7	-	-	1	3
XII	1	5	17	6	20	8	28	3	10	1	3
	2	-	-	1	3	-	-	-	-	1	3
	3	-	-	1	3	-	-	-	-	1	3
ukupno Summe	1	35	10	69	19	68	19	29	8	15	4
	2	13	4	34	9	19	5	22	6	12	3
	3	6	2	11	3	14	4	8	2	5	2
sveukupno insgesamt		54	16	11	31	101	28	59	16	32	9

## 6.2.7 PUNODRVNOST

Na osnovu okularne procjene, ustanovljeno je da su sva stabla punodrvna. Samo na lokalitetu VIII - Olovske Luke, konstatovana je na jednom stablu umjerena punodrvnost. Prema tome, na osnovu provedene procjene možemo utvrditi da u pogledu punodrvnosti ne postoje razlike izmedju populacija, odnosno da razlike u ekološkim i genetskim faktorima nisu bitno uticale na pad promjera.

Ako uporedimo naše podatke sa podacima koje je za Sloveniju dobio M l i n š e k (1973.), možemo utvrditi da je na našim lokalitetima u Bosni bijeli bor punodrniji nego u Sloveniji, gdje je konstatovano da

su na svega 62% ploha stabla punodrvna, i to u nižim nadmorskim visinama. Prema istom autoru, istraživane populacije bijelog bora u Srbiji su manje punodrvnosti od onih u Sloveniji.

Iz ovih uporedjenja mogli bismo zaključiti da se bijeli bor iz Bosne odlikuje punodrvnošću. Svakako, da bi se ova okularna procjena, koja nije ne malo laka, potvrdila, bilo bi potrebno na svakom lokalitetu o- boriti potreban broj stabala i tek na osnovu detaljne analize utvrditi u kojoj mjeri odgovaraju stvarnosti zaključci do kojih smo došli na osnovu okularne ocjene.

#### 6.2.8 DEBLJINA GRANA

Debljina grana je značajna zbog toga što je prirodno čišćenje debla od grana pri ostalim istim uslovima utoliko brže ukoliko su grane tanje. Na taj način dobijemo i kvalitetnija stabla sa manje uraslih grana, a osim toga i promjeri uraslih grana su manji, što znatno utiče na ocjenu vrijednosti drvne mase. Tanje grane otpadaju brže, tako da je pri prirodnom čišćenju od grana učešće drvne mase sa uraslim granama manje.

Iz tabele br. 43 se vidi da su na gotovo svim lokalitetima (osim lokaliteta I-Lupoglav, i II-greben Lupoglava) zastupljena stabla sa svim ocijenjenim debljinama grana, ali učešće nije na svim lokalitetima podjednako. Najveće učešće stabala sa tankim granama konstatovano je na lokalitetu VI-Knežinski Palež (57%), VII-Careva Cuprija (50%), i IV-iznad Žljebova (43%). Najveće učešće stabala sa debelim granama konstatovano je na lokalitetu VIII-Olovske Luke (80%), I-Lupoglav (60%), II-greben Lupoglava (57%). U tab. br. 44 prikazane su prosječne vrijednosti ocijenjenih debljina grana po lokalitetima.

# DEBLJINA GRANA (Aststärke)

Tabela 43

Lokalitet Lokalität	Tanke grane		Srednje debele grane		Debele grane	
	Dünne Äste		Mittel dicke Äste		Dicke Äste	
	Broj stabala		Broj stabala		Broj stabala	
	Stammzahl	%	Stammzahl	%	Stammzahl	%
I Lupoglav	-	-	12	40	18	60
II greben Lupoglava	-	-	13	43	17	57
III Rasolina	2	7	18	60	10	33
IV iznad Žljebova	13	43	14	47	3	10
V Han-Kram	3	10	26	87	1	3
VI Knežinski Palež	17	57	10	33	3	10
VII Careva Čuprija	15	50	10	33	5	17
VIII Olovske Luke	1	3	5	17	24	80
IX Krivojevići	5	17	20	66	5	17
X Koprivnica	1	3	15	50	14	47
XI Koprivnica	5	17	18	60	7	23
XII ispod manipulacije	6	20	11	37	13	43

## PROSJEČNA DEBLJINA GRANA PO LOKALITETIMA (Die durchschnittliche Aststärke nach Lokalitäten)

Tabela 44

Lokalitet (Lokalität)											
VI	VII	IV	V	IX	XI	XII	III	X	II	I	VIII
1,53	1,67	1,67	1,93	2,00	2,07	2,23	2,27	2,43	2,57	2,60	2,77



Na osnovu ovog pregleda možemo konstatovati da se sa prosječno najtanjim granama odlikuju populacije VI-Knežinski Palež, VII-Careva Čuprija, i IV-iznad Žljebova. U populacije sa izrazito debelim granama spadaju VIII-Olovske Luke, i I-Lupoglav.

Analiza varijanse uz primjenu Duncanovog "multiple rang testa" pokazala je slijedeće:

Izvor variranja	Stepen slobode	Suma kvadrata	Prosjek kvadrata
Između lokaliteta	11	53,43	4,858
Između blokova	29	14,17	0,489
Ostatak	319	112,90	0,354
Ukupno	359	180,50	0
$s_t = 0,1086$			

Signifikantnost

Lokalitet	L o k a l i t e t								
	X	III	XII	XI	IX	V	IV	VII	VI
VIII	xx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx
I	o	xx	xx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx
II	o	x	xx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx
X	o	o	o	xx	xx	xxx	xxx	xxx	xxx
III	o	o	o	o	o	x	xxx	xxx	xxx
XII	o	o	o	o	o	x	xxx	xxx	xxx
XI	o	o	o	o	o	o	xx	xx	xxx
IX	o	o	o	o	o	o	x	x	xxx
V	o	o	o	o	o	o	o	o	xx

Iz 65 uporedjenja dva prosjeka vidi se da se u 32 slučaja (48%) javljaju signifikantne razlike kod  $p = 0,01$ , u 9 slučajeva (14%) kod  $p = 0,05$  i u četiri slučaja (6%) kod  $p = 0,10$ , što znači da je u odnosu na prag signifikantnosti od  $p = 0,10$  signifikantno ukupno 45 slučajeva (69%), a pri pragu signifikantnosti od  $p = 0,05$  - 41 slučaj (63%). Pošto su na

oko 2/3 uporedjenja dva prosjeka konstatovane signifikantne razlike možemo zaključiti da u pogledu debljina grana postoje znatne razlike između većine lokaliteta. U pogledu debljine grana, najbolji su lokaliteti sa najvećim učešćem tankih grana, a to su: VI-Knežinska Palež, VII - Careva Čuprija, IV-iznad Zljebova, a donekle i V-Han-Kram.

#### 6.2.9 OBLIK GRANA

Zastupljenost stabala prema pravnosti grana po lokalitetima prikazana je u tabeli br. 45:

Vidi se da je na lokalitetima VII-Careva Čuprija, VI-Knežinski Palež, i IV-iznad Zljebova, učešće stabala sa izrazito pravim granama najveće, dok je najmanje učešće stabala sa pravim granama na lokalitetu VIII-Olovske Luke, X-Koprivnica, i II iznad Lupoglava. Na ostalim lokalitetima učešće stabala sa pravim granama kreće se između 20 i 50%.

Stabla sa najviše deformisanih grana konstatovana su na lokalitetu VIII-Olovske Luke, X-Koprivnica, I-Lupoglav, i II-greben Lupoglava.

U odnosu na prosječne vrijednosti pravosti grana, redoslijed po lokalitetima prikazan je u tab. br. 46. Prosječna pravost grana bolja od prosjeka za sve populacije konstatovana je na lokalitetu VII-Careva Čuprija, VI-Knežinski Palež, IV-iznad Zljebova, III-Rasolina, i IX-Krivojevići. Najlošiji su lokaliteti VIII-Olovske Luke, X-Koprivnica, II-greben Lupoglava, i I-Lupoglav.

Analizom varijanse uz primjenu istog testa kao i ranije (Duncanov "multiple rang test"), dobili smo sljedeće rezultate:

Izvor variranja	Stepen slobode	Suma kvadrata	Prosjeck kvadrata
Između lokaliteta	11	58,493	5,318
Između blokova	29	19,577	0,675
Ostatak	319	118,590	0,372
Ukupno	359	196,660	-
$s_t = 0,1114$			

## Signifikantnost

Lokalitet	L o k a l i t e t							
	V	XI	XII	IX	III	IV	VI	VII
VIII	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx
X	x	xx	xx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx
II	o	x	x	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx
I	o	o	o	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx
V	o	o	o	xx	xx	xxx	xxx	xxx
XI	o	o	o	o	o	xxx	xxx	xxx
XII	o	o	o	o	o	xxx	xxx	xxx

Od 65 uporedjenja dva prosjeka pri pragu signifikantnosti od  $p = 0,10$  razlike su signifikantne u 39 slučajeva (60%), a pri pragu signifikantnosti od  $p = 0,05$  razlike su signifikantne u 36 slučajeva (55%).

Na osnovu gornje analize možemo reći da su u odnosu na druge populacije najbolje VII-Careva Čuprija, VI-Knežinski Palež, i IV-iznad Zljebova, dok su najlošije VIII-Olovske Luke, X-Koprivnica, i II-greben Lupoglava.

### 6.2.10 INSERCIJA GRANA

Insercija grana, odnosno kut koji sklapa grana sa osovinom stabla jest značajna karakteristika pri ocjeni kvaliteta jedne populacije, jer su mnogobrojna istraživanja pokazala da od insercije grana u mnogome ovisi i brzina čišćenja od grana. Naime, što je kut insercije veći, prirodno čišćenje od grana se odvija brže. S druge strane, ova stabla subjektivno slabija, tako da ih potiskuju jedinke sa manjim kutom insercije grana. Zato, ukoliko želimo poboljšati kvalitet jedne populacije, potrebno je prilikom provodjenja njege šuma pomagati upravo jedinke sa većim kutom insercije grana (P i n t a r i ć, 1974; S c h o b e r, 1969; R o h m e d e r - S c h ö n b a c h, 1959.).

Na našim lokalitetima insercija grana na stablima nije mjerena (odrasla stabla), nego je vršena samo okularna procjena. Sa tab. br. 47 se vidi da su na 10 lokaliteta od ukupno 12 (83%) grane na stablu hori-

PRAVNOST GRANA  
(Die Astform)

Tabela 45

Lokalitet Lokalität	Grane izrazito prave		Grana sa manjim deformacijama		Grane jače deformisane	
	„ Gerade Äste		Die Äste mit kleineren Deformationen		Die Äste stark defor- miert	
	Broj stabala Stammzahl	%	Broj stabala Stammzahl	%	Broj stabala Stammzahl	%
I Lupoglav	6	20	13	43	11	37
II greben Lupoglava	4	13	15	50	11	37
III Rasolina	15	50	12	40	3	10
IV iznad Zljebova	21	70	9	30	-	-
V Han-Kram	6	20	18	60	6	20
VI Knežinski Palež	21	70	9	30	-	-
VII Careva Čuprija	24	80	6	20	-	-
VIII Olovske Luke	1	3	15	50	14	47
IX Krivojevići	13	43	15	50	2	7
X Koprivnica	3	10	15	50	12	40
XI Koprivnica	9	30	15	50	6	20
XII ispod manipulacije	11	37	11	37	8	26

PROSJEČNE VRIJEDNOSTI PRAVNOSTI GRANA  
(Die Astgüte)

Tabela 46

Lokalitet (Lokalität)											
VII	VI	IV	III	IX	XII	XI	V	I	II	X	VIII
1,20	1,30	1,30	1,60	1,63	1,90	1,90	2,00	2,17	2,23	2,30	2,43

KUT INSERCIJE GRANA  
(Der Astwinkel)

Tabela 47

Lokalitet Lokalität		Kut insercije grana (Der Astwinkel)					
		Preko 90°		60°-90°		30°-60°	
		Broj stabala	%	Broj stabala	%	Broj stabala	%
		Stammzahl		Stammzahl		Stammzahl	
I	Lupoglav	30	100	-	-	-	-
II	greben Lupoglava	29	97	1	3	-	-
III	Rasolna	30	100	-	-	-	-
IV	Iznad Zljebova	30	100	-	-	-	-
V	Han-Kram	5	17	25	83	-	-
VI	Knežinski Palež	30	100	-	-	-	-
VII	Careva Čuprija	30	100	-	-	-	-
VIII	Olovske Luke	30	100	-	-	-	-
IX	Krivojevići	30	100	-	-	-	-
X	Koprivnica	30	100	-	-	-	-
XI	Koprivnica	30	100	-	-	-	-
XII	ispod manipulacije	30	100	-	-	-	-

zonatlnje ili im je kut insercije veći od  $90^{\circ}$ . Samo na lokalitetu V -Han-Kram, konstatovano je da je kod 83% stabala kut insercije između  $60^{\circ}$  i  $90^{\circ}$ , a na lokalitetu II-greben Lupoglava, kod svega 3% stabala kut insercije je  $60^{\circ}$  do  $90^{\circ}$ . Prema tome, možemo zaključiti da su u pogledu insercije grana svi lokaliteti veoma povoljni.

Analiza varijanse dala je slijedeće rezultate:

Izvor variranja	Stepen slobode	Suma kvadrata	Prosjek kvadrata
Između lokaliteta	11	19,0	1,727
Između blokova	29	0,2	0,007
Ostatak	319	4,8	0,015
Ukupno	359	24,0	
$s_t = 0,022$			

Analizom varijanse primjenom Duncanovog "multiple rang testa" konstatovano je da ne postoje signifikantne razlike između lokaliteta, te se može smatrati da su u pogledu insercije grana populacije homogene, što je uslovljeno nasljednim osobinama i geografskim položajem pojedinih sastojina bijelog bora u Bosni.

#### 6.2.11 OBLIK KROŠNJE

Oblik krošnje je značajna karakteristika kvaliteta stabla. Kod običnog bora su najcjenjenije one populacije kod kojih su najzastupljenija stabla sa izrazito uskim krošnjama. Zastupljenost stabala prema obliku krošnje po populacijama prikazana je u tab. br. 48.

Vidimo da su u populacijama IV-iznad Zljebova, XII-ispod manipulacije, stabla sa uskim krošnjama najzastupljenija. I pored toga, ni na jednoj plohi učešće stabala sa uskom krošnjom ne prelazi 50%. Samo na dvije plohe, VIII-Olovske Luke, i I-Lupoglav, nisu uopće registrovana stabla sa uskim krošnjama. Na svim plohama su najzastupljenija stabla sa tanjurastim krošnjama (47%), na drugom mjestu su valjkaste krošnje (34%) a na posljednjem mjestu su stabla sa uskim krošnjama (svega 19%). Ako želi-

OBLIK KROŠNJE  
(Die Kronenform)

Tabela 48

Lokalitet Lokalität	Izrazito uska krošnja		Valjkasta kroš- nja		Tanjurasta kro- šnja	
	Enge Krone		Walzenförmige Krone		Tellerförmige Krone	
	Broj stabala	%	Broj stabala	%	Broj stabala	%
	Stammzahl		Stammzahl		Stammzahl	
I Lupoglav	-	-	8	27	22	73
II greben Lupoglava	3	10	12	40	15	50
III Rasolina	6	20	7	23	17	57
IV iznad Zljebova	14	46	8	27	8	27
V Han-Kram	7	23	15	50	8	27
VI Knežinski Palež	8	27	9	30	13	43
VII Careva Čuprija	6	20	14	47	10	33
VIII Olovske Luke	-	-	8	27	22	73
IX Krivojevići	7	23	12	40	11	37
X Koprivnica	2	7	12	40	16	53
XI Koprivnica	6	20	12	40	12	40
XII ispod manipulacije	10	33	6	20	14	47
Ukupno	69	19	123	34	168	47

OBLIK KROŠNJE  
(Die Kronenform)

Prosječne vrijednosti (Die Mittelwerte)

Tabela 49

Lokalitet (Lokalität)											
IV	V	VII	XII	IX	VI	XI	III	II	X	VIII	I
1,80	2,03	2,13	2,13	2,13	2,17	2,20	2,37	2,40	2,47	2,73	2,73

mo da nam to bude kriterij pri ocjeni kvaliteta stabla, onda možemo reći da iznad prosjeka svih populacija veće učešće stabala sa uskim krošnjama imaju populacije IV-iznad Žljebova (46%), XII-ispod manipulacije (33%), VI-Knežinski Palež (27%), IX-Krivojevići (23%), V-Han-Kram (23%), III - Rasolina (20%), što znači da je na 8 ploha (na dvije trećine istraživa-nih) relativno učešće stabala sa uskim krošnjama veće od prosjeka za sve populacije zajedno.

S druge strane, na plohama I-Lupoglav, VIII-Olovske Luke, III-Rasolina, X-Koprivnica, i II-greben Lupoglava, preko jedna polovina sta-bala ima tanjurastu krošnju.

Procjenjujući vrijednost populacije prema srednjim vrijednos-tima za cijelu plohu, dobićemo uvid u vrijednost pojedinih populacija ka-ko je prikazano u tab. 49.

Prema srednjim vrijednostima, najvrednije su populacije IV-iz-nad Žljebova, V-Han-Kram, VII-Careva Čuprija, XII-ispod manipulacije, i IX-Krivojevići, a najslabije I-Lupoglav, VIII-Olovske Luke, X-Koprivnica, II-greben Lupoglava, i III-Rasolina.

Ako uporedimo tab. br. 48 sa tab. br. 49, vidjećemo da se sa povećavanjem prosječne vrijednosti oblika krošnje smanjuje i učešće sta-bala sa uskom krošnjom.

Analizom varijanse pomoću Duncanovog "multiple rang testa" do-bili smo sljedeće rezultate:

Izvor variranja	Stepen slobode	Suma kvadrata	Prosjek kvadrata
Između lokaliteta	11	26,775	2,434
Između blokova	29	16,358	0,564
Ostatak	319	166,642	0,522
Ukupno	359	209,775	-
$s_t = 0,1319$			



# Signifikantnost

Lokalitet	P o p u l a c i j a								
	II	III	XI	VI	IX	XII	VII	V	IV
I	x	x	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx
VIII	o	x	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx
X	o	o	o	o	o	o	o	xx	xxx
II	o	o	o	o	o	o	o	x	xxx
III	o	o	o	o	o	o	o	o	xxx

Od 65 uporedjenja dva prosjeka, samo u 22 slučaja (34%) razlike su signifikantne kod  $p = 0,10$ , a kod  $p = 0,05$  razlike su signifikantne samo u 18 slučajeva (28%). Na osnovu prednjeg možemo zaključiti da istraživani faktori nisu od značaja i da su nasljedni faktori najvjerovatnije predominantni.

Oblik krošnje je pri ocjeni kvaliteta stabla značajan i zbog toga jer je istraživanjima ustanovljeno da su najvrednije one populacije koje imaju najzastupljenija stabla sa uskom krošnjama i tankim granama, te su danas ove populacije i geografski izdvojene. U tom pogledu najvrednije su populacije iz Skandinavije (Švedska, Finska, Norveška). U Alpima su zastupljena stabla sa uskim krošnjama najčešće u većim nadmorskim visinama. Pošto je obilno zastupljena i u Engadinu (iznad 1800 m.n.m.), Švicarska, poznata je u dendrologiji kao *Pinus silvestris* var. *engadinensis*. Ove populacije se danas izdvajaju kao sjemenske sastojine, a i sjemenske plantaže se podižu od matičnih stabala koja se odlikuju uskim krošnjama.

U Srednjoj Evropi su najzastupljenije populacije sa širokim krošnjama, koje su lako lomljive pod pritiskom snijega. Medjutim, i u Srednjoj Evropi, npr., u Francuskoj (P e r r i n, 1954.), a naročito u Južnoj Evropi je u prirodnom arealu često zastupljen tip bijelog bora sa uskim krošnjama.

Prema S a r v a s u (usmeno saopštenje), bijeli bor sa uskim krošnjama je najzastupljeniji u marginalnom pojasu rasprostranjenja, dok su širokrokrošnjati borovi najzastupljeniji u sredini areala, što se na evropskom kontinentu za bijeli bor odnosi na Srednju Evropu.

Analizirajući prirast stabla u zavisnosti od veličine krošnje i njegovog položaja u sastojini, P a v l i Ć (1966.) je za bijeli bor konstatovao da "apsolutno najveći prirast po m<sup>2</sup> projekcije krošnje postiže, unutar istog debljinskog stepena, ono stablo koje ima najmanju projekciju i zapreminu krošanja" i da "nije prirast stabla pri istoj njegovoj debljini uvek veći ako mu je projekcija krošnje veća. On je, naprotiv, manji ako je pored ostalih faktora i zapremina krošnje ista". Š a f a r (1948.), analizirajući uslove oblikovanja debla što čišćeg od grana, napominje da treba nastojati da su grane što tanje i da se njeguju uske krošnje. Prema tome, pošto se kod bijelog bora u prirodi javljaju populacije u kojima je veće učešće stabala sa uskim, vitkom krošnjama, potrebno je ovim populacijama posvetiti posebnu pažnju i nastojati da se jedinke sa ovim karakteristikama pomažu, jer, pored toga što će proizvoditi kvalitetniju drvenu masu, i prirast zapremine po jedinici površine projekcije krošnje će biti najveći.

Prema istraživanjima B u r g e r a (1931.) oblik krošnje i granatost je nasljedna osobina, iako ekološki uslovi, posebno fiziološka dubina pedološkog sloja, mogu uticati na formiranje stabala sa širokom tanjurastom krošnjom.

Za nas je najvažnije da se u pogledu oblika krošnje, za reprodukciju izdvajaju one sastojine koje u svojoj prirodnoj populaciji imaju najzastupljenija stabla sa uskim i dugim krošnjama, a u našem slučaju to bi bio tzv. "romanijski bijeli bor".

## 6.2.12 GUSTINA KROŠNJE

Gustina krošnje je značajna u proizvodnji drvene mase, jer je kod gušćih krošanja pri istim ostalim uslovima površina asimilacionih organa veća, te je i neto asimilacija veća, što se opet odražava na većem debljinskom prirastu.

Učešće stabala po gustini krošnje prikazano je u tab. br. 50.

U prosjeku za sve populacije zajedno, najzastupljenija su stabla sa "prozirnim krošnjama" (53%), a najmanje sa rijetkim krošnjama (8%).

Na pojedinim lokalitetima postoje znatne razlike u učešću stabala po gustini krošnje. Najveće učešće stabala sa gustom krošnjom kons-

GUSTINA KROŠNJE  
(Die Kronendichte)

Tabela 50

Lokalitet Lokalität		Krošnja (Die Krone)					
		gústa		Prozirna		Rijetka	
		dicht		durchsichtig		locker	
		Broj stabala Stammzahl	%	Broj stabala Stammzahl	%	Broj stabala Stammzahl	%
I	Lupoglav	22	73	8	27	-	-
II	greben Lupoglava	13	43	17	57	-	-
III	Rasolina	21	70	9	30	-	-
IV	iznad Zljebova	8	27	19	63	3	10
V	Han-Kram	8	27	15	50	7	23
VI	Knežinski Palež	11	37	15	50	4	13
VII	Careva Čuprija	4	13	22	74	4	13
VIII	Olovske Luke	10	33	19	63	1	4
IX	Krivojevići	9	30	18	60	3	10
X	Koprivnica	13	43	17	57	-	-
XI	Koprivnica	11	37	15	50	4	13

GUSTINA KROŠNJE PO LOKALITETIMA  
(Die Kronendichte nach den Lokalitäten)

Tabela 51

Lokalitet (Lokalität)											
I	III	II	X	VIII	XII	XI	VI	IX	IV	V	VII
1,27	1,30	1,56	1,57	1,70	1,76	1,76	1,76	1,80	1,83	1,97	2,00

tatovano je na lokalitetu I-Lupoglav (73%), III-Rasolina (70%), II-greben Lupoglava (43%), i X-Koprivnica (43%). Na ostalim lokalitetima je učešće stabala sa gustim krošnjama ispod 1/3 od ukupnog broja istraživanih stabala na pojedinim lokalitetima.

Prosječne vrijednosti stabala prema gustini krošnje po lokalitetima prikazane su u tab. br. 51.

Kako vidimo, najveću gustinu krošnje ima bijeli bor na lokalitetu I-Lupoglav, III-Rasolina, II-greben Lupoglava, i X-Koprivnica, dok najrjedju krošnju ima bijeli bor na lokalitetu VII Careva Čuprija, V-Han-Kram, i IV-ispod Zljebova.

Pošto je prosjek za sve plohe 1,57, gušću krošnju od prosjeka imaju lokaliteti I, III, II, i X.

Ako uporedimo učešće stabala sa gustim krošnjama u Sloveniji i Srbiji sa jedne strane (M l i n š e k, 1973.) sa istraživanim lokalitetima u Bosni, dobićemo slijedeće rezultate:

	Slovenija	Srbija	Bosna
učešće stabala sa gustom krošnjom	63%	70%	39%

Kao što vidimo, u Bosni je učešće stabala sa gustom krošnjom relativno manje nego u Sloveniji i Srbiji, što se može protumačiti uslovima staništa. U Bosni se istraživane sastojine bijelog bora nalaze uglavnom u ekstremnim uslovima staništa, prije svega na prilično kserotermnim, koji su daleko od optimalnih za bijeli bor. U lošijim stanišnim uslovima zahtjevi na svjetlo se povećavaju, dolazi do bržeg odumiranja asimilacionih organa, a samim tim i to jačeg prosvjetljavanja krošnje (M a y e r, 1976; B o n n e m a n n - R o e h r i g, 1971; D e n g l e r, 1944; K ö s t l e r, 1950. i dr.).

Analiza varijanse pomoću Duncanovog "multiple rang testa" dala je rezultate prikazane u narednim dvjema tabelama.

Od 65 uporedjenja dva prosjeka, u 22 slučaja (34%) razlike su signifikantne kod  $p = 0,10$ , a u 20 slučaja (31%) kod  $p = 0,05$ . Možemo reći da se od 12 lokaliteta bijelog bora svega dva u najviše slučajeva razlikuju od ostalih: I-Lupoglav i III-Rasolina, dok su između ostalih lokaliteta razlike manje izražene, ili čak nisu ni signifikantne.

Izvor variranja	Stepen slobode	Suma kvadrata	Prosjek kvadrata
Izmedju lokaliteta	11	18	1,6363
Izmedju blokova	29	11	0,3793
Ostatak	319	106	0,3323
Ukupno	359	135	-
$s_t = 0,1052$			

### Signifikantnost

Lokalitet	Lokalitet				
	VIII	X	II	III	I
VII	x	xxx	xxx	xxx	xxx
V	x	xx	xxx	xxx	xxx
IV	o	o	o	xxx	xxx
IX	o	o	o	xxx	xxx
VI	o	o	o	xxx	xxx
XI	o	o	o	xxx	xxx
XII	o	o	o	xxx	xxx
VIII	o	o	o	xx	xx

### 6.2.13 STEPEN VITKOSTI

Stepen vitkosti smo obračunali na osnovu odnosa visine stabla i promjera u prsnij visini. U stvari, ovaj odnos daje podatak o punodrvnosti stabla i, što je stepen vitkosti veći, to je stablo punodrvnije.

Prosječan stepen vitkosti po populacijama prikazan je u tab. br. 52.

Kako vidimo, postoje prilično velike razlike izmedju populacija, od 50,7 (I-Lupoglav) do 89,1 (VI-Knežinski Palež). Iznad prosjeka koji za sve populacije iznosi 67,5 imaju VI-Knežinski Palež, IV-iznad Zljetova, V-Han-Kram, IX-Krivojevići, i VII-Careva Čuprija. Ove razlike su uslovljene nasljednim osobinama stabla u pogledu dinamike prirašćivanja

STEPEN VITKOSTI  
(Schlankheitsgrad)

Tabela 52

	Lokalitet Lokalität	Stepen vitkosti Schlankheits- grad	Amplituda Amplitude	H/d <sub>1,3</sub> x 100
I	Lupoglav	50,7 <sup>±</sup> 1,32	39-62	53
II	greben Lupoglava	54,1 <sup>±</sup> 2,60	39-101	58
III	Rasolina	67,3 <sup>±</sup> 1,69	53-87	66
IV	iznad Zljebova	86,5 <sup>±</sup> 1,85	70-102	66
V	Han-Kram	83,9 <sup>±</sup> 2,47	54-115	65
VI	Knežinski Palež	89,1 <sup>±</sup> 2,64	61-121	65
VII	Careva Čuprija	71,6 <sup>±</sup> 2,82	49-106	51
VIII	Olovske Luke	54,1 <sup>±</sup> 1,96	35-81	47
IX	Krivojevići	77,0 <sup>±</sup> 2,60	54-132	60
X	Koprivnica	51,2 <sup>±</sup> 1,64	39-72	51
XI	Koprivnica	59,3 <sup>±</sup> 2,19	31-78	59
XII	ispod manipulacije	65,0 <sup>±</sup> 2,48	41-91	59
	Prosjek	67,5 <sup>±</sup> 4,05	39-121	58

u visinu i debljinu, uslovima rasta stabla (stablo raslo u rjedjem sklopu sa većom asimilacionom površinom pri istim ostalim uslovima ima veći debljinski prirast, pa, prema tome, i manji stepen vitkosti), dužinom krošnje (što je krošnja duža, debljinski prirast u nižim visinama je veći). Stanište može isto tako igrati značajnu ulogu. U uslovima intenzivnijeg prirašćivanja u visinu (na boljim staništima) stepen vitkosti je veći. To se i u našem slučaju pokazalo. Najmanje stepene vitkosti imaju populacije I, II, X i XI (loši uslovi staništa), a najveće IV, V, VI, VII i IX. Ako uporedimo učestalost pojedinih stepena vitkosti po populacijama (tab.br. 53), vidimo da je na boljim stanišnim uslovima učestalost sa većim stepenom vitkosti veća na boljim staništima i obratno. Potrebno je naglasiti da su obračunati stepeni vitkosti ostvareni pri prilično dugačkim krošnjama koje iznose 47% (VIII-Olovske Luke) do 66% (IV-iznad Zljebova) od visine stabla. Prema stepenu vitkosti najbolje bi bile populacije IV-iznad Zljebova, VI-Knežinski Palež, i V-Han-Kram.

UČESTALOST STEPENA VITKOSTI  
(Häufigkeit des Schlankheitsgrades)

Tabela 53

Stepen vitkosti Schlankheitsgrad		Ploha (Versuchsfläche)											
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
- 40	stabala Stämme	2	3	-	-	-	-	2	2	-	3	1	-
	%	7	10	-	-	-	-	7	7	-	10	3	-
41 - 50	stabala Stämme	14	12	-	-	-	-	1	10	-	12	5	5
	%	47	40	-	-	-	-	3	33	-	40	17	17
51 - 60	stabala Stämme	11	7	8	-	1	-	3	9	1	10	11	7
	%	36	23	26	-	3	-	10	30	1	33	37	23
61 - 70	stabala Stämme	2	5	9	1	3	3	10	8	9	4	9	7
	%	7	17	30	3	10	10	33	27	30	14	30	23
71 - 80	stabala Stämme	1	2	11	9	8	7	5	-	12	1	3	8
	%	3	7	37	30	27	24	17	-	40	3	10	27
81 - 90	stabala Stämme	-	-	2	10	8	5	6	1	4	-	-	1
	%	-	-	7	34	27	17	20	3	14	-	-	3
91 -100	stabala Stämme	-	-	-	8	7	9	2	-	3	-	1	2
	%	-	-	-	26	23	30	7	-	10	-	3	7
101-110	stabala Stämme	-	1	-	2	2	4	1	-	-	-	-	-
	%	-	3	-	7	7	13	3	-	-	-	-	-
111-120	stabala Stämme	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-
	%	-	-	-	-	3	3	-	-	-	-	-	-
121-130	stabala Stämme	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-
	%	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-
131-140	stabala Stämme	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-
	%	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-

## 6.2.14 DUŽINA DEBLA

Dužina debla je značajna karakteristika kvaliteta stabla, jer, što je dužina veća, učešće vrednijih sortimenata je veće pa je i vrijednost takvog stabla veća.

Dužina debla po plohama prikazana je na tab. br. 54.

### DUŽINA DEBLA (Stammlänge)

Tabela 54

P l o h a Versuchsfläche	Dužina debla Stammlänge m	Amplituda Amplitude m	% od visine stabla % von der Baum- höhe
I Lupoglav	11,8 <sup>±</sup> 0,43	7,5-17,2	51 (33-75)
II greben Lupoglava	6,5 <sup>±</sup> 0,31	2,7-10,0	45 (17-59)
III Rasolina	10,7 <sup>±</sup> 0,43	6,5-16,0	38 (24-53)
IV iznad Zljebova	10,2 <sup>±</sup> 0,64	5,0-16,5	34 (16-53)
V Han-Kram	7,4 <sup>±</sup> 0,39	3,7-11,2	34 (16-54)
VI Knežinski Palež	11,1 <sup>±</sup> 0,37	6,5-15,2	35 (20-50)
VII Careva Čuprija	13,3 <sup>±</sup> 0,69	4,0-19,5	54 (19-76)
VIII Olovske Luke	9,6 <sup>±</sup> 0,69	7,0-19,5	54 (33-68)
IX Krivojevići	11,4 <sup>±</sup> 0,58	6,0-17,5	40 (23-61)
X Koprivnica	6,4 <sup>±</sup> 0,29	3,5- 9,2	49 (32-66)
XI Koprivnica	6,5 <sup>±</sup> 0,39	2,2-13,5	46 (21-64)
XII iznad manipulacije	8,7 <sup>±</sup> 0,40	3,0-12,5	41 (15-57)

Prosječna dužina debla kreće se od 6,5 m (II-greben Lupoglava) do 13,3 m (VII-Careva Čuprija) sa amplitudom od 2,2 m (XI-Koprivnica) do 19,5 m (VIII-Olovske Luke).

U pogledu učešća debla čistog od grana u odnosu na visinu stabla, vidimo da se prosječna dužina debla kreće između 34% i 54%.

Ako uzmemo u obzir da je prema W o l f a r t h u (1961.) na donjoj trećini debla oko 50% drvne mase krupnog drveta, a na jednoj polo-



vini visine oko 75%, možemo biti zadovoljni sa stanjem samo na četiri plohe (I, VII, VIII i X), jer možemo očekivati da je na tim ploham a i veće učešće kvalitetne drvene mase. Na osnovu uporedjenja stepena zasjenjenosti krošanja stabala sa dužinom debla čistog od živih grana nismo mogli zaključiti da je dužina debla uslovljena isključivo stiješnjenošću stabla, nego da ekološki uslovi, a i nasljedne osobine igraju odredjenu ulogu. Tako, npr., na plohi VIII-Olovske Luke, koja se nalazi na srednjem serpentinom zemljištu na peridotitu, i pored prilično rijetkog sklopa, potpunog pomanjkanja sporedne sastojine ili podstojne etaže, prosječna čistoća debla od grana iznosi preko 50% visine stabla. Ovdje je zadovoljavajuća čistoća od grana uslovljena najvjerovatnije kserotermnim uslovima staništa.

**UČEŠĆE DEBLA ČISTOG OD GRANA**  
(Schaftlänge ohne Äste)

Tabela 55

Lokalitet Lokalität	- 4 m		4-8 m		8-12 m		12-16 m		16-20 m		20-24 m	
	stab.	%	stab.	%	stab.	%	stab.	%	stab.	%	stab.	%
	Stämme		Stämme		Stämme		Stämme		Stämme		Stämme	
I	-	-	1	3	17	57	11	37	1	3	-	-
II	4	13	19	63	7	24	-	-	-	-	-	-
III	-	-	5	17	19	63	5	17	1	3	-	-
IV	-	-	9	30	11	37	9	30	1	3	-	-
V	2	7	18	60	10	33	-	-	-	-	-	-
VI	-	-	2	7	20	67	8	26	-	-	-	-
VII	1	3	1	3	9	30	14	47	4	13	1	3
VIII	-	-	8	27	17	57	4	13	1	3	-	-
IX	-	-	4	13	15	50	8	27	3	10	-	-
X	3	10	24	80	3	10	-	-	-	-	-	-
XI	2	7	23	77	4	13	1	3	-	-	-	-
XII	1	3	9	30	18	60	2	7	-	-	-	-

U tabeli br. 55 prikazano je učešće pojedinih dužina debla bez žive krošnje po ploham a. Kako vidimo, najzastupljenija je dužina debla između 8 i 12 metara, a u četiri slučaja kod dužine debla između 4 i 8 metara.

Sa stanovišta ocjene kvaliteta, za nas bi bila najznačajnija dužina debla od bar 12 metara, tj. tri dužine trupaca standardne dužine od 4 metra. Vidimo da je na našim ploham, i pored pomanjkanja njege, u pogledu dužine debla stanje zadovoljavajuće. Medjutim, u sastojinama b. bora kao izrazite vrste svjetla, podstojna sastojina bi mogla odigrati značajnu ulogu pri čišćenju debla od grana i održavanju pogodne sastojinske klime. S obzirom na najčešće kserotermne uslove, najprikladnija vrsta drveća za formiranje sporedne sastojine bila bi lipa (malolisna i srebrna).

#### 6.2.15 VELIČINA KROŠNJE

##### Dužina krošnje

Dužina krošnje je značajna zbog toga što se na njoj nalaze asimilacioni organi, pa, prema tome, učestvuje direktno u proizvodnji drvene mase, a, s druge strane, od dužine krošnje ovisi i dužina debla čistog od grana. Prema L i e b u n d g u t u (1966.), previše kratke krošnje (ispod 1/4 visine stabla) nisu prikladne zbog toga što je prirast u debljinu previše mali, ali je veći nedostatak takvih stabala što imaju visoko nasadjenu krošnju, visoko težište te su i slabo otporna na djelovanje vjetra. Previše duge krošnje znatno smanjuju učešće kvalitetne drvene mase, jer je učešće debla čistog od grana malo. Najprikladnije dužine krošnje u pogledu proizvodnje drvene mase bile bi dužine oko 50% visine stabla, naročito zbog toga što se ispod ove dužine nalazi oko 75% drvene mase krupnog drveta. Ovo je značajno naročito kod bijelog bora, jer, prema W o l f a r t h u (1961.), najkvalitetnija drvna masa može biti i 10 puta skuplja od cijene prosječnih trupaca za rezanje.

Kada se zna da je pri određivanju vrijednosti drvene mase upravo granatost stabla, odnosno učešće čvorova odlučujuće (K l e b i n g a t, 1961.), možemo zaključiti da je dužina krošnje u tom pogledu presudan faktor.

Na našim ploham dužina krošanja stabala je prikazana na tabeli br. 56.

KROŠNJE STABALA  
(Die Baumkronen)

Tabela 56

Lokalitet	Dužina krošnje	Promjer krošnje	Površina projekcije krošnje	Dužina krošnje: visina stabla	Dužina krošnje: promjer krošnje
Lokalität	Kronenlänge	Kronen-durchmesser	Kronen-projektion	Kronenlänge: Baumhöhe	Kronenlänge: Kronenbreite
	m	m	m <sup>2</sup>	%	m
I	12,2 <sup>±</sup> 0,47 (7,3-15,0)	4,1 <sup>±</sup> 0,23 (3,2-6,1)	14,6 <sup>±</sup> 0,91 (8,0-29,2)	53	2,72 (1,6-4,7)
II	8,5 <sup>±</sup> 0,40 (6,0-15,0)	3,0 <sup>±</sup> 0,14 (1,8-4,6)	7,8 <sup>±</sup> 0,58 (2,5-16,6)	58	3,03 (1,4-5,5)
III	17,2 <sup>±</sup> 0,54 (12,5-23,2)	4,3 <sup>±</sup> 0,16 (2,8-6,4)	14,6 <sup>±</sup> 1,34 (6,1-25,5)	66	4,15 (2,6-8,3)
IV	20,1 <sup>±</sup> 0,68 (13,0-28,0)	2,6 <sup>±</sup> 0,10 (1,8-4,3)	5,6 <sup>±</sup> 0,46 (2,5-14,5)	66	8,12 (4,0-15,6)
V	14,2 <sup>±</sup> 0,48 (9,0-19,7)	2,8 <sup>±</sup> 0,14 (2,0-4,5)	6,8 <sup>±</sup> 0,65 (3,1-15,9)	65	2,84 (2,3-4,2)
VI	20,3 <sup>±</sup> 0,50 (16,0-25,5)	5,0 <sup>±</sup> 0,18 (3,5-7,6)	20,0 <sup>±</sup> 1,49 (9,6-41,8)	65	4,30 (3,5-7,6)
VII	11,5 <sup>±</sup> 0,64 (6,0-19,5)	5,2 <sup>±</sup> 0,21 (2,3-7,2)	22,0 <sup>±</sup> 1,65 (4,3-40,7)	51	2,34 (2,3-6,8)
VIII	8,6 <sup>±</sup> 0,40 (5,0-13,5)	4,9 <sup>±</sup> 0,15 (3,4-7,1)	18,9 <sup>±</sup> 1,20 (9,1-39,6)	47	1,84 (1,1-7,1)
IX	16,9 <sup>±</sup> 0,56 (11,5-23,0)	5,1 <sup>±</sup> 0,16 (2,0-6,6)	20,7 <sup>±</sup> 1,18 (3,1-34,2)	60	3,56 (2,0-10,7)
X	6,72 <sup>±</sup> 0,22 (4,2- 9,0)	3,2 <sup>±</sup> 0,13 (2,2-5,1)	8,5 <sup>±</sup> 0,69 (3,8-16,6)	51	2,20 (0,9-3,7)
XI	7,1 <sup>±</sup> 0,36 (5,2-15,0)	2,6 <sup>±</sup> 0,13 (1,4-4,6)	5,7 <sup>±</sup> 0,91 (1,5-16,6)	59	2,97 (1,1-7,9)
XII	12,5 <sup>±</sup> 0,58 (8,0-20,2)	3,3 <sup>±</sup> 0,17 (1,6-4,0)	9,2 <sup>±</sup> 0,92 (2,0-20,4)	59	4,33 (1,6-10,3)

Kako vidimo, prosječne dužine krošnje po lokalitetima variraju između 6,7 m (X-Koprivnica) i 20,3 m (VI-Knežinski Palež). Naravno da dužina krošnje kao pokazatelj sama po sebi ne govori dovoljno, ako ne uzmemo u obzir i prosječnu visinu stabla. Iz navedene tabele se dalje vidi da je relativno učešće krošnje u visini stabla između 47% i 66%, na os-

novu čega bismo mogli reći da su krošnje nešto duže nego što bi to bilo poželjno.

### Promjer projekcije krošnje

Promjer projekcije krošnje je posljedica širine krošnje i ukoliko je krošnja uža, promjer je manji.

Sa tabele br. 57 se vidi da na plohama promjer krošanja varira izmedju 2,6 i 5,2 m sa prilično širokim amplitudama unutar jedne plohe.

### Površina projekcije krošnje

Poznavanje površine projekcije krošanja je značajno zbog toga što od njene veličine ovisi debljinski i zapreminski prirast. Prema S t o j a n o v i ć u (1966.), veličina horizontalne projekcije slobodnog dijela krošnje stabla je osnova za izračunavanje tekućeg zapreminskog prirasta stabla po jedinici površine projekcije krošnje. Poznavanje toga prirasta unosi prilično svjetla u pitanje optimalne produkcije stabla u prebornoj sastojini i služi za procjenu najpovoljnijeg debljinskog stepena za uzgoj stabla u prebornoj šumi. B a d o u x (P a v l i ć, 1966.) konstatovao je da je tečajni zapreminski prirast dominantnih stabala b. bora proporcionalan omotaču krošnje na kome se nalazi i najveći dio četi- na koje "proizvode", i da ne postoji direktna veza izmedju zapremine krošnje i prirasta. Kod vladajućih i suvladajućih stabala bijelog bora postoji dosta uska veza izmedju zapreminskog prirasta i njihove projekcije krošnje. M i t s c h e r l i c h (P a v l i ć, 1966.) navodi da u prebornim šumama kod jele i smrče debljinski prirast stabla je veći ukoliko je projekcija krošnje veća.

Na osnovu svojih istraživanja, P a v l i ć (1966.) navodi sljedeće površine krošanja (prosječne) kod bijelog bora:

Debljinski stepen (cm)									
12,5	17,5	22,5	27,7	32,5	37,5	42,5	47,5	52,5	57,5
Površina krošnje u m <sup>2</sup>									
5,0	6,2	9,7	12,7	17,6	23,8	29,7	32,7	41,9	45,0

Odnos dužine krošnje : promjeru krošnje

(Verhältnis Kronenlänge : Kronenbreite)

H : D

Tabela 57

Odnos H:D Verhältnis H:D		Ploha (Versuchsfläche)											
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
- 1,0	stabala (Stämme)	-	-	-	-	-	-	1	3	-	-	-	-
	%	-	-	-	-	-	-	3	10	-	-	-	-
1,1- 2,0	stabala (Stämme)	6	6	-	-	-	-	11	16	-	-	9	3
	%	20	20	-	-	-	-	37	53	-	-	30	10
2,1- 3,0	stabala (Stämme)	12	10	3	-	4	5	11	9	10	11	15	8
	%	40	33	10	-	13	17	37	30	33	37	50	26
3,1- 4,0	stabala (Stämme)	11	8	14	1	6	10	7	2	13	16	5	5
	%	37	27	46	3	20	33	23	7	44	53	17	17
4,1- 5,0	stabala (Stämme)	1	3	8	2	4	8	-	-	6	2	1	6
	%	3	10	27	7	14	26	-	-	20	7	3	20
5,1- 6,0	stabala (Stämme)	-	3	2	4	6	4	-	-	-	1	-	2
	%	-	10	7	13	20	14	-	-	-	3	-	7
6,1- 7,0	stabala (Stämme)	-	-	2	4	2	2	-	-	-	-	-	2
	%	-	-	7	13	7	7	-	-	-	-	-	7
7,1- 8,0	stabala (Stämme)	-	-	-	5	6	1	-	-	-	-	-	2
	%	-	-	-	17	20	3	-	-	-	-	-	7
8,1- 9,0	stabala (Stämme)	-	-	1	5	1	-	-	-	-	-	-	-
	%	-	-	3	17	3	-	-	-	-	-	-	-
9,1-10,0	stabala (Stämme)	-	-	-	3	1	-	-	-	-	-	-	1
	%	-	-	-	10	3	-	-	-	-	-	-	3
10,1-11,0	stabala (Stämme)	-	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-	1
	%	-	-	-	3	-	-	-	-	3	-	-	3
11,1-12,0	stabala (Stämme)	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-
	%	-	-	-	14	-	-	-	-	-	-	-	-
15,1-16,0	stabala (Stämme)	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
	%	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-

Isti autor je ustanovio da se kod bijelog bora tečajni debljin-ski prirast povećava sa povećanjem površine horizontalne projekcije krošnje, a smanjuje ako se povećava prekrivenost stabla.

Iz ovoga možemo zaključiti da površina projekcije krošnje igra značajnu ulogu u proizvodnji drvne mase. Sa tabele br. 58 se vidi da na našim plohama projekcije krošnje stabala varira u širokim granicama. Najmanja prosječna površina projekcije krošnje registrovana je na plohi XI-Kopriwnica, koja se nalazi na dolomitnoj rendzini i u veoma kserotermnim uslovima, tako da je i bonitet staništa veoma loš, što se ogleda, prije svega, u visinama stabala. Najveće prosječne površine projekcije krošanja registrovane su na plohi VII-Careva Čuprija, koja je gotovo četiri puta veća nego na prethodnoj.

SREDNJI PROMJERI PROJEKCIJE KROŠANJA  
(Mittlere Kronenbreite)

Tabela 58

Lokalitet Lokalität	Promjer projekcije krošnje u m (Kronendurchmesser im Meter)													
	sta- bala	%	sta- bala	%	sta- bala	%	sta- bala	%	sta- bala	%	sta- bala	%	sta- bala	%
	Stä- mme		Stä- mme		Stä- mme		Stä- mme		Stä- mme		Stä- mme		Stä- mme	
I	-	-	-	-	14	47	12	40	3	10	1	3	-	-
II	4	13	8	27	27	15	3	10	-	-	-	-	-	-
III	-	-	3	10	9	30	14	47	4	13	-	-	-	-
IV	5	17	21	70	3	10	1	3	-	-	-	-	-	-
V	2	7	18	60	8	26	2	7	-	-	-	-	-	-
VI	-	-	-	-	5	17	12	40	11	36	-	-	2	7
VII	-	-	1	3	4	14	9	30	8	27	7	23	1	3
VIII	-	-	-	-	4	14	17	56	6	20	2	7	1	3
IX	1	3	-	-	2	7	13	43	10	33	4	14	-	-
X	-	-	11	37	16	53	2	7	1	3	-	-	-	-
XI	9	30	15	50	5	17	1	3	-	-	-	-	-	-
XII	3	10	12	40	8	27	6	20	1	3	-	-	-	-

Iz tabele se dalje vidi da i unutar populacije postoje prilično velike razlike u površini projekcije krošanja stabala. Tako, npr., na

lokalitetu XII-ispod manipulacije, u debljinskom razredu od 30 do 40 cm, površina projekcije krošnje varira između  $2,01 \text{ m}^2$  i  $20,42 \text{ m}^2$ , dakle, u odnosu 1:10. Slično je stanje i na drugim plohama. Ako bismo htjeli dovesti u sumnju navedene podatke, treba reći da se polumjer svakog stabla mjerio u 8 smjerova (četiri promjera stabla: N-S, W-O, NO-SW, NW-SE), tako da je i greška mjerenja svedena na najmanju moguću mjeru. Maksimalna površina projekcije krošnje od  $41,28 \text{ m}^2$  izmjerena je na plohi VI-Knežinski Palež.

Odnos dužine krošnje prema promjeru projekcije krošnje uslovljen je dužinom i promjerom krošnje. Što je krošnja duža i promjer projekcije krošnje manji, ovaj je odnos veći. Ovi odnosi prikazani su u tab. br. 59 i variraju između 1,84 (VIII-Olovske Luke) i 8,12 (IV-iznad Žlebova). Iz navedene tabele se vidi da je na plohi VIII-Olovske Luke, krošnja relativno kratka i zauzima oko 47% visine stabla, a promjer krošnje je dosta velik, jer su krošnje zahvaljujući ekološkim uslovima, posebno uslovima tla, ekspoziciji, nagibu dosta široke, kišobranaste. Na plohi IV-Rasolina, u pitanju su veoma duge krošnje koje zauzimaju  $2/3$  visine stabla sa malim, najmanjim promjerom projekcije krošnje.

Ako uzmemo u obzir konstataciju do koje je došao Pavlič (1966.) i zaključke Wolfa i Rtha (1961.), mogli bismo reći da bi se pri dužini krošnje od  $1/2$  visine stabla i promjera projekcije krošnje od  $1/5$  visine stabla kod bijelog bora ovaj odnos kretao u optimalnim granicama od 2,5 do 3,5. Manji odnos značilo bi da je krošnja prekratka i višemanje kišobranasta, a veći odnosi su najčešće posljedica previše dugih krošanja, što sa proizvodnog stanovišta nije najpovoljnije.

U svojim istraživanjima fenotipskih karakteristika bijelog bora u Sloveniji i Srbiji, Mlinšek (1973.) konstatuje da je odnos između dužine krošnje i promjera projekcije krošnje u istočnoj Sloveniji 1,07, a u koruškome području 2,87. Ove razlike se tumače tako da duže krošnje na zapadu postaju na istoku i jugu Slovenije kraće i nešto šire. Prema istom autoru u Srbiji ovaj kvocijent iznosi 1,6 do 2,0.

Ako uporedimo ove vrijednosti sa vrijednostima na našim objektima, možemo konstatovati da se na našim plohama ove vrijednosti kreću u znatno širim granicama od 1,84 do 8,12, a granične vrijednosti za sve lokalitete zajedno variraju između 1,1 (VIII-Olovske Luke) i 15,6 (IV-iz-

DUZINA KROŠNJE I PROMJER PROJEKCIJE KROŠNJE  
(Kronenlänge und Kronendurchmesser)

Tabela 59

Lokalitet Lokalität	Dužina krošnje	Odnos duži- ne krošnje prema visi- ni stabla	Promjer pro- jekcije kro- šnje	Odnos duž. krošnje pre- ma promjeru krošnje	Površina projekcije krošnje
	Kronenlänge	Verhältniss Kronenlän- ge:Baumhöhe	Durchmesser der Kronen- projektion	Verhältn. Kro- nenl.:Kronen- durchmesser	Oberfläche der Kronen- projektion
	m	%	m		m <sup>2</sup>
I	12,2 <sup>±</sup> 0,47 (7,3-15,0)	53	4,1 <sup>±</sup> 0,23 (3,2-6,1)	2,72 (1,6-4,7)	14,6 <sup>±</sup> 0,91 (8,0-29,2)
II	8,5 <sup>±</sup> 0,39 (6,0-15,0)	58	3,0 <sup>±</sup> 0,14 (1,8-4,6)	3,03 (1,4-3,5)	7,8 <sup>±</sup> 0,58 (2,5-16,6)
III	17,2 <sup>±</sup> 0,54 (12,5-23,2)	66	4,3 <sup>±</sup> 0,16 (2,8-6,4)	4,15 (2,6-8,3)	14,6 <sup>±</sup> 1,34 (6,1-25,5)
IV	20,1 <sup>±</sup> 0,68 (13,0-28,0)	66	2,6 <sup>±</sup> 0,10 (1,8-4,3)	8,12 (4,0-15,6)	5,6 <sup>±</sup> 0,46 (2,5-14,5)
V	14,2 <sup>±</sup> 0,48 (9,0-19,7)	65	2,8 <sup>±</sup> 0,14 (2,0-4,5)	2,84 (2,3-4,2)	6,8 <sup>±</sup> 0,65 (3,1-15,9)
VI	20,3 <sup>±</sup> 0,50 (16,0-25,5)	65	5,0 <sup>±</sup> 0,18 (3,5-7,6)	4,30 (3,5-7,6)	20,0 <sup>±</sup> 1,49 (9,6-41,8)
VII	11,5 <sup>±</sup> 0,64 (6,0-19,5)	51	5,2 <sup>±</sup> 0,21 (2,3-7,2)	2,34 (2,3-6,8)	22,0 <sup>±</sup> 1,65 (4,2-40,7)
VIII	8,6 <sup>±</sup> 0,40 (5,0-13,5)	47	4,9 <sup>±</sup> 0,15 (3,4-7,1)	1,84 (1,1-7,1)	18,9 <sup>±</sup> 1,20 (9,1-39,6)
IX	16,9 <sup>±</sup> 0,56 (11,5-23,0)	60	5,1 <sup>±</sup> 0,16 (2,0-6,6)	3,56 (2,0-10,7)	20,7 <sup>±</sup> 1,18 (3,1-34,2)
X	5,72 <sup>±</sup> 0,22 (4,2-9,0)	51	3,2 <sup>±</sup> 0,13 (2,2-5,1)	2,20 (0,9-3,7)	8,5 <sup>±</sup> 0,69 (3,8-16,6)
XI	7,1 <sup>±</sup> 0,36 (5,2-15,0)	59	2,6 <sup>±</sup> 0,13 (1,4-4,6)	2,97 (1,1-7,9)	5,7 <sup>±</sup> 0,91 (1,5-16,6)
XII	12,5 <sup>±</sup> 0,58 (8,0-20,2)	59	3,3 <sup>±</sup> 0,17 (1,6-4,9)	4,33 (1,6-10,3)	9,2 <sup>±</sup> 0,92 (2,0-20,4)

nad Zljebova). Najniže vrijednosti su na plitkom zemljištu na serpentinu gdje se korijen nije mogao normalno razvijati, tako da je došlo do stagnacije u prirašćivanju u visinu i do formiranja kišobranastih krošanja. Najveće vrijednosti ovog kvocijenta konstatovane su kod stabala sa dugim i uskim krošnjama.



### 6.3 DISKUSIJA I ZAKLJUČCI

O kvalitetu stabala bijelog bora postoji obimna literatura, naročito zbog veoma širokog prirodnog areala i veoma široke ekološke amplitude. Prema R u b n e r u (1952.), u prirodnom arealu postoje ekotipovi koji se razlikuju po intenzitetu prirašćivanja, popravnosti debila, po obliku krošnje, po inserciji grana, što se u krajnjoj liniji odražava na kvalitet stabla i njegovu vrijednost. Općenito se smatra da su najvrednije provenijencije u Skandinaviji, tj. na sjevernoj granici areala, da ima ekotipova i u centralnom dijelu areala koji se odlikuju kvalitetnim debilom, iako je u tom dijelu areala kvalitet stabala bijelog bora najlošiji. I u centralnom dijelu areala poznate su veoma vrijedne provenijencije bijelog bora u Francuskoj i u švicarskim Alpima-Engadin.

Medjutim, i na južnoj granici areala postoje veoma kvalitetne populacije, i to sa znatnim učešćem kvalitetnih stabala, te u tom pogledu postoje prilične bliskosti sa skandinavskim borovima.

Iz ove konstatacije može se zaključiti da je kvalitet bijelog bora na graničnom području kako u geografskom položaju (sjever-jug) tako i po nadmorskoj visini (veće nadmorske visine - niži položaji) bolji nego u središtu areala. Ovo se dovodi u vezu sa biološkom sposobnošću vrste da se održi u konkurentskoj borbi sa biološki jačim vrstama drveća. Bijeli bor je u većini slučajeva pionirska vrsta drveća, te je njegov dalji opstanak ovisan od ekoloških uslova. U boljim uslovima bijeli bor kao izrazitu vrstu svjetla istiskuju biološki jače vrste drveća (smrča, jela, lišćari), a naročito brzo nestaju iz populacije upravo oni idiotipovi koji su i najvredniji (uske krošnje - tanke i kratke grane) (Rohmeder-Schönbach, 1959.), dok ostaju oni koji su biološki jači jer imaju široke krošnje i debele grane, ali su po kvalitetu lošiji.

I u našoj zemlji, pa i u Bosni, postoje prilične razlike u fenotipskim karakteristikama bijelog bora na pojedinim lokalitetima, pri čemu uslovi staništa igraju neobično značajnu ulogu.

Zato je značajno proučiti fenotipske karakteristike pojedinih populacija bijelog bora i na osnovu dobijenih rezultata zaključiti koja populacija je najvrednija.

Rezultati istraživanja do kojih smo došli pokazali su da je unutar svakog lokaliteta zastupljenost stabala različitih fenotipskih karakteristika velika, da u svakoj populaciji ima stabala sa najvrednijim osobinama, a i onih koje su manje vrijedne.

Na proučenim lokalitetima u pitanju su prirodne populacije, sastojine bijelog bora na ekstremnim kserotermnim uslovima staništa gdje je uglavnom konkurentna sposobnost ostalih vrsta drveća slaba. To su najčešće trajne zajednice (populacije X-Koprivnica, XI-Koprivnica, i XII-ispod manipulacije), ili se bijeli bor nalazi u sukcesiji prema klimaregionalnoj zajednici (populacije I-Lupoglav, III-Rasolina, IX-Krivojevići), tako da u tim uslovima dolaze do potpunog izražaja fenotipske razlike.

Analize su pokazale da su u odnosu na pravnost debla najvrednije populacije IX-Krivojevići, VI-Knežinski Palež, III-Rasolina, i I-Lupoglav.

U pogledu čistoće od grana, najvrednije su populacije IX-Krivojevići, VI-Knežinski Palež, III-Rasolina, VII-Careva Čuprija, i XII-ispod manipulacije. Konstatovano je da prirodno čišćenje od grana nije uslovljeno isključivo sklopom sastojine i podstojnom sastojinom, odnosno uslijed stješnjavanja krošanja, već da ima populacija koje se i pri manjem stepenu sklopa odlično čiste od grana, što znači da u tom pogledu stanišni uslovi i genetska svojstva igraju značajnu ulogu. I u tom pogledu najbolje osobine pokazuju populacije III-Rasolina, IV-iznad Zljebova, VI-Knežinski Palež.

U pogledu debljine grana najveće učešće stabala sa tankim granama je konstatovano kod populacije VI-Knežinski Palež, VII-Careva Čuprija, i IV-iznad Zljebova (područje Romanije i Krivaje), dok su najdeblje grane kod populacija bijelog bora VIII-Olovske Luke, I-Lupoglav, i II-greben Lupoglava (rubno područje Romanije).

Učešće stabala sa pravim granama najveće je na lokalitetu VI-Knežinski Palež, VII-Careva Čuprija, i IV-iznad Zljebova (Romanija i Krivaja).

Prema obliku krošnje, na svim lokalitetima su zastupljena stabla sa uskom, valjkastom i širokom krošnjom, ali je učešće različito. I po toj fenotipskoj karakteristici najbolje su populacije IV-iznad Zlje-

bova, XII- ispod manipulacije, VI-Knežinski Palež, i IX-Krivojevići.

U pogledu gustine krošnje postoje razlike. Najgušće krošnje su konstatovane na lokalitetu I-Lupoglav, II-greben Lupoglav, III-Rasolina, i X-Koprivnica.

Kod stepena vitkosti konstatovane su razlike koje su uslovljene mnogim faktorima (svojstva zemljišta, nasljedne osobine, sklop, podstojna sastojina). Najveći stepen vitkosti, odnosno najpunodrvnija stabla su na lokalitetu VI-Knežinski Palež, IV-iznad Zljebova, IX-Krivojevići, VII-Careva Čuprija, i V-Han-Kram.

Ako bismo na kraju htjeli dati opštu ocjenu pojedinih populacija bijelog bora, možemo reći da su najvrednije one populacije koje se nalaze na boljim stanišnim uslovima: VI-Knežinski Palež, IV-ispod Zljebova, VII-Careva Čuprija, IX-Krivojevići, dok su najlošije populacije X-Koprivnica, VIII-Olovske Luke, V-Han Kram, i II-ispod Lupoglava. Treba naglasiti i da kod prosječno loših fenotipova ima stabala sa izvanrednim karakteristikama, ali je njihovo učešće znatno manje i da se odgovarajućim uzgojnim mjerama, prije svega njegovom šuma, kvalitet populacije može u relativno kratkom vremenu znatno popraviti.

Potrebno je naglasiti da su istraživane prirodne populacije bijelog bora u kojima se nisu provodile nikakve mjere njege, a ukoliko bi se ubuduće pristupilo sistematskom njegovanju sastojina, sigurno bi se kvalitet populacija brzo popravio, tako da bi se i učešće stabala velike vrijednosti povećalo.

S obzirom na obimne šumsko-uzgojne zadatke koji predstoje i na znatne površine na koje će se unositi bijeli bor. značajno je da se odabere i najpogodnija provenijencija koja bi se izdvojila kao sjemenska sastojina. U tom pogledu su najvrednije populacije VI-Knežinski Palež, IX-Krivojevići, III-Rasolina, i VII-Careva Čuprija.

Pošto kod bijelog bora unutar jedne populacije postoje često velike razlike u kvalitetu stabala, znatno veće nego, npr., kod jele, smrče i duglazije, u cilju poboljšanja vrijednosti populacije potrebno je sastojinu njegovati. Ovo je značajno naročito kod bijelog bora jer su vredniji sortimenti znatno skuplji od prosječnih. Tako, prema W o l f a r t h u (1961.), najvredniji furnirski trupci bijelog bora su skuplji i do

osam puta u odnosu na prosječan trupac za rezanje. Mi moramo nastojati da vrijednost prirasta povećamo i zbog toga što bijeli bor po svojim biološkim karakteristikama ne prirašćuje mnogo po masi, i ono što gubimo na prirastu drvne mase potrebno je ostvariti na povećanju vrijednosti prirasta.

Da bi se još više povećala vrijednost sastojina bijelog bora, preporučuje se da se u letvenjacima do 16 cm prsnog promjera režu grane na 300-400 najkvalitetnijih stabala po hektaru, koja su uz to i ravnomjerno raspoređena (razmak između stabala na kojima se režu grane 5-6 metara).

Štedjeti na njezi i rezanju grana nema svoje ekonomsko opravdanje, jer će se na kraju produkcionog perioda vrijednost stabala na kojima su rezane grane povećati za 15-17 puta u odnosu na uložena sredstva za rezanje grana. To znači da se za uloženi jedan dinar na koncu vraća 15 do 17 dinara.

Ovako opredjeljenje u proizvodnji drvne mase bijelog bora ima svoje opravdanje utoliko što, i pored toga što se forsira maksimalna proizvodnja biomase bez obzira na kvalitet, vredniji sortimenti su sve traženiji na tržištu, a u budućnosti će potražnja biti još veća jer će i ponuda opasti. Da kvalitet drvne mase igra značajnu ulogu u proizvodnji, najbolje nam govore i podaci o proizvodnji u plantažama hibridnih topola i u plantažama četinarsa u tropskom pojasu (*Pinus radiata*, *pinus patula*). U oba slučaja, kada su nasadi podizani, mislilo se samo na biomasu, a kada je došlo do realizacije, pokazalo se da su najvredniji oni nasadi u kojima su se poduzimale mjere kako bi se vrijednost proizvedene drvne mase što više povećala. U navedenim slučajevima primijenilo se rezanje grana.

## LITERATURA

- Burger, H. (1931.): Einfluss der Herkunft des Samens auf die Eigenschaften forstlicher Holzgewächse. 3. Die Föhre. Mitteilungen der schweizerischen Anstalt für das forstliche Versuchswesen, Zürich
- Čirić, M. (1965.): Zemljišta u šumama crnog bora u Bosni i njihova proizvodna vrijednost. Narodni šumar, sv. 11-12, Sarajevo
- Dengler, A. (1944.): Waldbau III Aufl., Berlin
- Dengler, A., Bonnemann, A., Röhrig, E. (1971, 1972.): Waldbau, IV Auflage, I i II Band, Hamburg und Berlin
- Kleibing, G. (1961.): Kulturverbandsweiten und qualitative Entwicklung der Kiefer (doktorska disertacija, polikopija), Tharandt
- Köstler, J.N. (1950.): Waldbau, München
- Leibundgut, H. (1966.): Die Waldpflege, Bern
- Matić, V. i dr. (1971.): Stanje šuma u SR Bosni i Hercegovini prema inventuri šuma na velikim površinama u 1964-1968. g., Sarajevo
- Mayer, H. (1976.): Gebirgswaldbau Schutzwaldpflege, Stuttgart
- Mlinšek, D. (1973.): Kakovost rdečega bora (*Pinus silvestris* L.) v Sloveniji. Zbornik gozdarstva in lesarstva. Biotehniška fakulteta Univerze v Ljubljani, Leto 11., št. 2, Ljubljana
- Pavlič, J. (1966.): Prirast stabla u zavisnosti od veličine krošnje i od njegovog položaja u sastojini. Radovi šumarskog fakulteta i Instituta za šumarstvo u Sarajevu. Godina X (1965.), knjiga 10, sv. 4, Sarajevo
- Perrin, P. (1952, 1954, 1958.): Silviculture, I, II i III. Nancy

- Pintarić, K. (1971.): Njega šuma, Sarajevo
- Pintarić, K. (1974.): Varijacija u inserciji grana kod ariša (*Larix* sp) raznih provenijencija. Šumarski list br. 5-6, Zagreb
- Rubner, K. (1952.): Die Pflanzengeographischen Grundlagen des Waldbaues, Berlin
- Rohmeder, E., Schönbach, H. (1959.): Genetik und Züchtung der Waldbäume. Hamburg, Berlin
- Schober, R., Fröhlich, J.H. (1967.): Der Gahrenberger Lärchen-Provenienzversuch. Schriftenreihe der Forstlichen Fakultät der Universität Göttingen. Band 37/38, Frankfurt a/M.
- Stojanović, O. (1966.): Taksacione osnove za gazdovanje šumama bijelog bora u Bosni. Radovi šumarskog fakulteta i Instituta za šumarstvo u Sarajevu. God. X (1965.), knjiga 10, sv. 3, Sarajevo
- Šafar, J. (1948.): Preborna šuma i preborno gospodarenje, Zagreb
- Weber, E. (1972.): Grundriss der biologischen Statistik. Stuttgart
- Wolfarth, E. (1961.): Vom Waldbau zur Waldpflege, München

## 7. ZAKLJUČCI

Na osnovu istraživanja komponenti sadržanih u ovom radu slijede zaključci:

1. Osnovna postavka, na kojoj su zasnovana ova istraživanja, a koja se bazira na opšteusvojenim teorijskim osnovama i principima diferencijacije vrsta u prirodi uopšte, našla je potvrdu u radu ekotipske diferencijacije bijelog bora (*Pinus silvestris* L.) u Bosni.

2. Rezultati istraživanja su potvrdili medjusobne povezanosti i uslovljenosti morfoloških, anatomskih i ekofizioloških osobina bijelog bora sa svojstvima njegovih staništa odabranih u relativno dosta širokom ekološkom intervalu.

3. Kao prilog ekologiji vrsta uopšte, a posebno bijelog bora značajne su utvrđene činjenice koje su i ovaj put pokazale da karakter staništa određuje kompleks ekoloških faktora koji se medjusobno dopunjuju, pojačavaju ili slabe u dejstvu, te u krajnjoj rezultanti utiču na biljne organizme. Prema tome, i izdvojeni kompleksi bijelog bora na određenim supstratima (Karta 3) poslužili su samo kao objekti istraživanja koji su karakteristični za uslove rasprostranjenja bijelog bora u Bosni, a ne kao neka odlučujuća determinanta u ekotipskoj diferencijaciji bijelog bora. Otuda i distribucija lokaliteta sa istog geološkog kompleksa unutar izdiferenciranih ekotipova.

4. Pokazalo se da i fenotipske odlike bijelog bora, koje su sadržane u osobinama njegovog habitusa, naročito oblika krošnje, osobina grana i ostalog, koreliraju pozitivno sa drugim utvrđenim svojstvima, a odraz su karaktera staništa i cenotičkih odnosa jedinki drveća u istraživanim populacijama.

5. Na osnovu svih elemenata utvrđen je visok stepen variranja bijelog bora, pa se izdvajaju e k o t i p o v i koji imaju podudarne ili približno slične osobine (primijenjen statistički test). Prema ovim kriterijima izdvaja se u Bosni, na istraživanim lokalitetima (lok.: I-XII), pet osnovnih ekotipova: (A, B, C, D i E).

- EKOTIP A-BIJELOG BORA NA DUBOKIM VLAZNIM ZEMLJISTIMA  
(lokaliteti: VI, VII i IX)  
(*Pinus silvestris* L. *illyricus*\* *mezophyllum* *tipicum*),
- EKOTIP B-BIJELOG BORA NA DUBLJIM SVJEŽIJIM ZEMLJISTIMA  
(lokaliteti: I, III, IV i XII)  
(*Pinus silvestris* L. *illyricus* *mezophyllum*),
- EKOTIP C-BIJELOG BORA NA SREDNJE DUBOKIM DO PLITKIM SUVLJIM ZEMLJISTIMA  
(lokaliteti: VIII, X i XI)  
(*Pinus silvestris* L. *illyricus* *mezoxerophyllum*),
- EKOTIP D-BIJELOG BORA NA PLITKIM EKSTREMNO SUHIM ZEMLJISTIMA  
(lokalitet II)  
(*Pinus silvestris* L. *illyricus* *xerophyllum*),
- EKOTIP E-BIJELOG BORA NA EKSTREMNO VLAZNIM ZEMLJISTIMA  
(lokalitet V)  
(*Pinus silvestris* L. *illyricus* *hygrophyllum*).

E k o t i p A obuhvata populacije bijelog bora na dubokim vlažnim zemljištima koja su se obrazovala na gabru i dijabazu (lok. VI-Knežinski Palež), na verfenskim glincima (lok. IX-Bijanbare- Krivojevići) i na aluvijalnim terasama (lok. VII-Krivaja) u peridotitsko- serpentinitskom području. Ove populacije predstavljaju prelazne stadije u razvoju vegetacije. Prve dvije su u zoni klimatogene zajednice jele i bukve (*Abieti-Fagetum illyricum* Fuk. et Stef. 58), a treća je u prelaznoj zoni zajednice kitnjaka i graba (*Quercus - Carpinetum illyricum* Ht) i brdske šume bukve (*Fagetum montanum illyricum* Fuk. et Stef. 58).

---

\* Latinski naziv ima dopunsko dijagnostičko značenje, a ne sistematski rang, te pojam "illyricus" = ilirski ukazuje na fitogeografske okvire unutar ilirske provenijencije, a ekološki pojmovi "mezophyllum" i drugi označavaju ekološka svojstva koja se odražavaju preko njegovih ekofizioloških funkcija.



Ovaj ekotip se karakteriše morfološko-anatomskim svojstvima: dužina četina se kreće u prosjeku od 39,53 do 45,41 mm, šišarica od 36,56 do 43,16 mm i broj ljuspi od 74,90 do 85,04 mm; broj stoma od 12,03 do 12,24; smolenice od 12,11 do 12,36; prosječne vrijednosti debljine membrane epidermalnih ćelija na konveksnoj strani su od 5,92 do 6,08 mikrona, a na ravnoj strani od 2,98 do 3,64 mikrona.

Od pokazatelja vodnog režima značajni su za ovaj ekotip: najniže srednje osmotske vrijednosti ćelijskog soka četina (17,00-22,10 atm) u toku godine; najmanja amplituda kolebanja (0,20-0,30 atm) osmotske vrijednosti u toku ljeta; dvovršne krivulje intenziteta transpiracije; sadržaj vode u četinama (48,59-59,35%); sadržaj količine hlorofila (0,251-0,753 mg/g) u četinama, što sve ukazuje na najpovoljniju hidraturu ovog ekotipa.

Ovaj ekotip se odlikuje i najboljim fenotipskim svojstvima. Visine stabala su najveće (32,5-36,5 m): relativna pravnost stabala je u prosjeku najbolja, kao i čistoća od grana; po debljini grana, s najvećim učešćem stabala sa tankim granama imaju lokaliteti VI - Knežinski Palež (57%) i VII - Careva Čuprija (50%). Oni pokazuju najbolja svojstva u pogledu pravnosti grana. Po obliku krošnje, kao značajnoj osobini kvaliteta stabla, najcjedeniji su fenotipovi kod kojih su najzastupljenija stabla sa izrazito uskim krošnjama. U konkretnom slučaju utvrđeno je da je učešće stabala sa uskim krošnjama veće od prosjeka. Značajno je da se po stepenu vitkosti, tj. odnosa visine stabla i promjera u prsnoj visini izdvaja ovaj ekotip; u pogledu prosječnog stepena vitkosti (67,5), lokalitet VI - Knežinski Palež ima prosječnu vrijednost 89,1, VII - Careva Čuprija 71,6 i IX - Krivojevići 77,0.

Prema ovim i drugim utvrđenim fenotipskim svojstvima populacije ovog ekotipa predstavljaju u šumarsko-privrednom pogledu najvredniji ekotip bijelog bora na istraživanim lokalitetima u Bosni.

**E k o t i p B b i j e l o g b o r a** na dubljim svježim zemljištima (lokaliteti: I, III, IV i XII) obuhvata populacije na krečnjacima istočne Bosne (područje Romanije, lok. I, III i IV), dok je lokalitet XII na dolomitu (područje Koprivnice). Oni se nalaze u zoni klimaregionalne zajednice jele i bukve (*Abieti - Fagetum illyricum* Fuk. et Stef. 58) i predstavljaju prelazne stadije u razvoju vegetacije.

Ovaj ekotip karakterišu sljedeća morfološko-anatomska svojstva: dužina četina se u prosjeku kreće od 39,54 do 43,35 mm; šišarica od 36,66 do 38,98 mm; broj ljuspi od 77,56 do 90,10; broj stoma od 11,23 do 11,58 (lokalitet XII odlukuje se većim vrijednostima - 14,16); broj smolenica 9,49 do 10,59. Prosječne vrijednosti debljine membrane epidermalnih ćelija na konveksnoj strani su od 5,98 do 7,96 mik., a na ravnoj strani od 4,60 do 5,12 mik; prosječne širine epidermalnih ćelija na konveksnoj strani su od 13,90 do 17,90 mik, a na ravnoj od 12,00 do 14,20 mik.

Od pokazatelja vodnog režima za ovaj ekotip je značajno: Srednje osmotske vrijednosti u toku godine su se kretale od 17,20 do 23,77 atm, a amplituda kolebanja od 2,55 do 4,05 atm u toku ljeta. Dvovršna krivulja intenziteta transpiracije nije jasno ispoljena; srednja vrijednost sadržaja vode u četinama se kretala od 48,02 do 58,16%, a sadržaj hlorofila od 0,189 mg/g.

Po fenotipskim svojstvima ovaj ekotip zauzima takodje drugomjesto. Visine stabala su približne prvom ekotipu i kreću se od 32,5 m (lok. XII) do 36,5 m (lok. IV). Po pravosti stabala i čistoći grana, po učešću stabala po tankim granama dolazi takodje na drugo mjesto (izdvaja se populacija na lokalitetu IV - 44%); po pravosti grana isti je slučaj - izdvaja se populacija Rasolina, gdje su ova svojstva povoljnija (50%). Kod ovog ekotipa učešće stabala sa uskim krošnjama je iznad prosjeka, pa u nekim istraživanim populacijama, npr., lok. IV - iznad Zljebova (Romanija) i XII - Koprivnica, stabla sa uskim krošnjama su čak i najzastupljenija u relativnim odnosima (33-46%). Po vitkosti stabala ističe se populacija IV - iznad Zljebova (Romanija), gdje ovo svojstvo ima vrijednosti 86,5, u odnosu na ostale populacije ovog ekotipa (od 57,7 do 67,3).

Navedene i druge sadržane karakteristike u pozitivnoj su korelaciji sa osobinama stanišnih uslova, pa se ovaj ekotip ističe sa populacijama dobrih osobina, što je veoma značajno u praktičnom smislu.

E k o t i p C obuhvata populacije bijelog bora na dolomitu i peridotitu u relativno izraženijim orografskim uslovima na plitkim zemljištima kserotermnijeg pedoklimata. Visinski spada u region jele i bukve gdje zauzima izrazito tople položaje i predstavlja trajni stadij razvoja vegetacije.

Ovaj ekotip karakterišu sljedeća morfološko-anatomska svojstva: dužina četina se kreće od 31,41 do 41,78 mm (u stvari, lokalitet VIII uticao je na relativno veliki raspon ove odlike); prosječna dužina šišarica je od 37,08 do 38,58 mm; lisnog rukavca od 4,38 do 6,07 mm. Prosječan broj stoma je od 14,17 do 14,19 (izdvaja se lokalitet VIII, sa vrijednošću 11,60); prosječan broj smolenica je od 13,05 do 13,51 (na lokalitetu VIII 10,53); debljina membrana epidermalnih ćelija na konveksnoj strani od 6,0 do 7,8; prosječna širina epidermalnih ćelija na konveksnoj strani je od 15,90 do 18,00 mikrona, a na ravnoj strani 11,90 do 18,00 mikrona.

Po vodnom režimu ovaj ekotip ima sljedeća svojstva: osmotska vrijednost se kretala u toku godine od 18,19 do 23,04 atm, a amplituda kolebanja osmotske vrijednosti, u toku ljeta, kretala se od 0,56 do 0,92 atm; intenzitet transpiracije u vegetacionom periodu je od 0,80 do 3,82 mg/g/min; sadržaj vode u toku godine je od 49,89 do 57,41%, a količina hlorofila od 0,228 do 0,688 mg/g.

Niz utvrđenih fenotipskih svojstava istraživanih populacija takodje ga karakterišu kao treći po kvalitetu stabala sa šumarsko-privrednog stanovišta. Prosječne visine stabala se kreću u rasponu od 12,0 do 13,1 m (lok. X i XI-Koprivnica - dolomitski kompleks), dok kod lok. VIII-Olovske Luke - serpentinski kompleks, visina stabala je veća i iznosila je 18,5 m. Odlikuje se relativno niskim procentom pravih stabala (30 do 40%), kao i po čistoći grana. Procentat stabala sa tankim granama je relativno nizak (3-17%), a preovladjuju srednje debele grane (lok. X i XI - Koprivnica od 50 do 60%, VIII-Olovske Luke 17%). Debele grane izrazito preovladjuju kod populacije VIII-Olovske Luke, gdje je utvrđeno i najviše stabala deformisanih grana. Isto tako odlukuje se relativno niskim procentom stabala sa vitkom krošnjom (lok. X i XI - Koprivnica, od 7 do 20%, kod lok. VIII-Olovske Luke 0%), a preovladjuju stabla sa valjkastim krošnjama (kod lokaliteta X i XI 40%), odnosno stabla sa tanjirastim krošnjama (od 53 do 73%). Po dužini debla zauzima treće mjesto (kod lokaliteta X i XI, dužina debla je 6,4-6,5 kod lok. VIII, 9,6 m).

Navedene osobine odredjuju, po šumarsko-privrednim kriterijumima, ovaj ekotip na treće mjesto. Za relativno ekstremne uslove staništa na serpentinitu - peridotitu, odnosno dolomitu, on ima veliki značaj

u rekonstrukciji šuma.

**E k o t i p D** obuhvata populacije bijelog bora na ekstremno suhim staništima pretežno na istaknutim grebenima i gornjim dijelovima padina, u pojasu šume jele i bukve. Ekstremnost staništa ističu blokovi krečnjačkih stijena koje uslovljavaju izrazitiju skeletnost zemljišta. Populacija je trajni stadij u razvoju vegetacije i predstavlja šumu zaštitnog karaktera.

Ovaj ekotip karakterišu sljedeća morfološko-anatomska svojstva: srednja vrijednost dužine četina je 35,02 cm, lisnog rukavca 3,6 mm, šišarica 43,2 mm, a širina šišarica 44,9 mm. Broj smolenica je 9,48, a stoma 11,12.

Za pokazatelje vodnog režima je karakteristično: osmotska vrijednost u toku godine se kretala od 18,00 do 23,40 atm i pokazala veliku amplitudu kolebanja (5,40 atm) što ukazuje na loše stanišne uslove. Zabilježen je i najmanji sadržaj vode (48,08-56,22%), a godišnja kriva intenziteta transpiracije pokazuje samo jedan maksimum (juni 4,50 mg/g/min). Sadržaj hlorofila u četinama je manji nego na ostalim lokalitetima.

Po fenotipskim svojstvima populacije ovog ekotipa imaju određene specifičnosti. Prosječna visina stabala je 14,5 m, dužina debla 6,5 m. Procenat pravih stabala se kreće oko 77% sa znatnim učešćem stabla sa debelim granama - oko 70% i relativno malim procentom po pravosti grana - 13%; po obliku krošnje preovladjuju stabla sa tanjirastom krošnjom - 50%, zatim slijede stabla sa valjkastom krošnjom - 40%, a svega 10% otpada na stabla sa izrazito uskom krošnjom.

Navedena svojstva, kao i niz podataka sadržanih u radu karakterišu ovaj ekotip kao populacije bijelog bora loših kvalitativnih svojstava u šumarsko-produkcionom smislu.

**E k o t i p E** obuhvata populacije bijelog bora u ekstremno vlažnim uslovima sredine na rubu tresetiša koja su kod nas, u stvari, rijetkost, jer predstavljaju reliktna staništa iz postglacijala. Nalazi se na seriji močvarno-oglejano-smedje podzolasto zemljište, u zoni klime regionalne zajednice jele i bukve, u posebnim stanišnim uslovima. Sini dinamski predstavlja trajni stadij vegetacije.

Po morfološko-anatomskim svojstvima takodje se odlikuje specifičnostima. Dužina četina iznosi 33,11 mm; lisnog rukavca 4,40 mm; šišarica 48,9 mm i širina 48,1 mm. Broj smolenica iznosi 8,47, a stoma 10,5.

Od pokazatelja vodnog režima za ovaj ekotip je značajno: niska osmotska vrijednost za vrijeme vegetacionog perioda i mala amplituda kolebanja; dvovršna kriva intenziteta transpiracije; veliki sadržaj vode u četinama (50,18-66,71%).

Takodje se odlikuje posebnim fenotipskim svojstvima. Visina stabla je 21,7 m; dužina debla 7,4 m, sa relativno malim procentom pravih stabala 17%. Po čistoći od grana i pravnosti spada u najlošiji ekotip. Po obliku krošnje preovladjuju stabla sa tanjirastom krošnjom 27%, dok izrazito uske krošnje imaju svega 7% stabala.

6. Postavljenim programom istraživanja obuhvaćen je širi kompleks morfološko-anatomskih i ekofizioloških osobina bijelog bora (*Pinus silvestris* L.) u Bosni, a rezultati su doprinijeli rasvjetljavanju ove šire problematike. Medjutim, već sada je očigledno da će biti neophodno, na temeljima ovih istraživanja, programirati jedan širi kompleks istraživanja iz domena utvrđivanja najboljih provenijencija sjemena na bazi genetičkog testiranja, te eksperimentalnog podizanja novih kultura i rekonstrukcije degradiranih šuma na ovim osnovama.

Prof. dr Vitomir Stefanović  
Prof. dr Stanimirka Milanović  
Safer Medjedović  
Prof. dr Konrad Pintarić  
dr Slobodan Rončević  
mr Darinka Sisojević

## DIE ÖKOTYPEN DER FÖHRE (*PINUS SILVESTRIS* L.) IN BOSNIEN

### ZUSAMMENFASSUNG

Auf den Grundlagen bisheriger horologischer, phytozoenologischer, waldbaulicher, taxatoner und anderer Untersuchungen der Föhre (*Pinus silvestris* L.) in Bosnien wurde in dieser Arbeit ein nach Konzept und Inhalt breiteres Programm morphologisch-anatomischer und ökophysiologischer Untersuchungen der Föhre aufgestellt. Die konzeptionelle Grundlage der Untersuchungen fusst auf dem theoretischen Verfahren, wonach spezifische Standortbedingungen mit sehr breitem ökologischen Intervall der Föhre in Bosnien Prozesse der reproduktiven Isolation dieser Art beeinflussen konnten ungeachtet einer relativ ungenügenden geographischen Entfernung der untersuchten Populationen (Karte 3).

Alle Untersuchungen wurden auf 12 ausgewählten Lokalitäten (Lokalitäten I-XII) durchgeführt, welche Populationen früher untersuchter und phytozoenologisch definierter Einheiten darstellen. Sie sind in der Arbeit taxativ angegeben und im Kapitel unter der Ordnungszahl 3 bearbeitet, dem Kapitel "Untersuchungsobjekte", sowie besonders auf Karte 3 als die fünf grundlegenden Standortkomplexe der Föhre (*Pinus silvestris* L.) in Bosnien gekennzeichnet: Kalksteinkomplex, Peridotit-Serpentinkomplex, Moorkomplex, werfenische Sedimente und Dolomitkomplex.

Auf den ausgewählten und fixierten Objekten wurden in der Periode von 1975-1978. Untersuchungen zur ökotipischen Differenzierung der Föhre in Bosnien durchgeführt:

- morphologische Untersuchungen der Nadeln und der Zapfen der Föhre,
- anatomische Untersuchungen der Nadeln,
- Wasserhaushalt,
- Inhalt der Chloroplast-Pigmenten,
- phänotypische Untersuchungen.

Die untersuchten Elemente der einzelnen Bereiche werden im Inhalt der Arbeit dargestellt.

Durch synchronisierte Untersuchungen der angegebenen Komponenten auf den definierten Untersuchungsobjekten wurde vorausgesetzt, die festgestellten Eigenschaften aus den angegebenen Bereichen untereinander korrelieren zu können mit dem Ziel, die Gemeinsamkeit aller geprüften Populationen, bzw. bestimmter Gruppen der Populationen zu entdecken.

Um dies zu erreichen, wurde die Untersuchungsmethode dieser grundsätzlichen Aufgabe und den Untersuchungszielen angepasst. Auf 12 ausgewählten Lokalitäten als Repräsentanten der Föhrenpopulationen in Bosnien sind Materialien gesammelt und Untersuchungen durchgeführt worden, wie es in jeder Methode für das einzelne Gebiet der Untersuchungen errichtet und bearbeitet worden war. Unter der Hinsicht, dass eine mathematisch - statistische Methode angewandt wurde, musste die Anzahl der Beispiele eine Signifikanz in der Analyse der Angaben sichern und auch ein gegenseitiges Korrelieren innerhalb der einzelnen Bereiche der Untersuchungen sowie der einzelnen Bereiche (statistischer Test ist angewandt).

Die Untersuchungsergebnisse bestätigten die gegenseitige Verbundenheit und Bedingtheit morphologischer, anatomischer, ökophysiologischer und phänotypischer Merkmale der Föhre mit den Eigenschaften ihrer in breitem ökologischem Intervall untersuchten Standorte.

Als Beitrag für eine Ökologie der Arten allgemein, und besonders der Föhre, sind wesentliche Tatsachen festgestellt, die auch diesmal gezeigt haben, dass der Charakter der Standorte den Komplex ökologischer Faktoren bestimmt, die sich gegenseitig ergänzen, stärken oder schwächen in ihrer Wirkung und letzten Endes die Pflanzenorganismen beeinflussen. Demnach dienen auch die ausgewählten Föhrenkomplexe auf bestimmten Substraten (Karte 3) nur als Untersuchungsobjekte, die charakteristisch sind für die Bedingungen einer Ausbreitung der Föhre in Bosnien, und nicht als

entscheidende Determinante in der ökotypischen Differenzierung der Föhre. Daher auch die Distribution der Lokalitäten vor gleichem geologischen Komplex innerhalb ausdifferenzierter Ökotypen.

Es zeigte sich, dass auch die phänotypischen Merkmale der Föhre, die in den Merkmalen ihres Habitus enthalten sind, besonders der Kronenform, der Eigenschaften der Äste u.a., positiv mit anderen festgestellten Eigenschaften korrelieren und ein Ausdruck des Standortcharakters und zönotischer Verhältnisse der Individuen in den untersuchten Populationen sind.

Auf Grund aller Elemente wurde ein hoher Variierungsgrad der Föhre festgestellt, und es heben sich Ökotypen hervor, die die selben oder fast ähnlichen Merkmale besitzen (statistischer Test ist angewandt). Nach diesen Kriterien heben sich in Bosnien auf den untersuchten Lokalitäten (Lokalitäten I-XII) fünf grundsätzliche Ökotypen hervor: Ökotyp A, Ökotyp B, Ökotyp C, Ökotyp D und Ökotyp E.

#### ÖKOTYP A: FÖHRE AUF TIEFGRÜNDIGEN FEUCHTEN BÖDEN

(Lokalitäten: VI, VII, IX)

*Pinus silvestris* L. *illyricus*\* *mezophyllum typicum*

Die Populationen dieses Ökotyps befinden sich auf tiefgründigen feuchten Böden, die sich auf Gabbro und Diabase (Lok. VI-Knežinski Palež), auf werfenischen Tonen (Lok. IX-Bijambare-Krivojevići) und auf alluvialen Terrassen (Lok. VII-Krivaja) im Peridotit-Serpentin-Gebiet gebildet haben. Sie sind durch nahezu ähnliche morphologische Merkmale der Nadeln und der Zapfen und der anatomischen Eigenschaften der Nadeln gekennzeichnet. Nach dem Wasserhaushalt zeigen sie die günstigste Hydratur. Sie zeichnen sich auch durch relativ beste phänotypische Merkmale aus, nach der Höhe des Stamms (32,5-36,5 m), der Geradigkeit des Stamms, dem Schlankheitsgrad, der engen Krone, der Geradigkeit der Äste usw. Nach diesen und anderen festgestellten Eigenschaften stellt dieser Ökotyp in forstwirtschaftlicher Hinsicht den wertvollsten Ökotyp der Föhre auf den un-

---

\* Die lateinische Bezeichnung des Ökotyps hat ergänzende diagnostische Bedeutung und nicht systematischen Rang. Der Begriff "illyricus" kennzeichnet den geographischen Rahmen, und "mezophyllum" u.a. ökologische Eigenschaften, die sich auch über ihren ökophysiologischen Funktionen ausdrücken.



tersuchten Lokalitäten in Bosnien dar.

#### ÖKOTYP B: FÖHRE AUF TIEFGRÜNDIGEN FRISCHEREN BÖDEN

(Lokalitäten: I, III, IV und XII)

*Pinus silvestris* L. *illyricus mezophyllum*

Dieser Ökotyp umfasst Überwiegend Populationen auf Kalkstein Ostbosniens (das Gebiet der Romanija, Lokalitäten I, III und IV), während sich eine untersuchte Population auf Dolomit im Gebiet Koprivnica (Lok. XII) befindet. Sie treten in der Zone klimaregionaler Gesellschaften der Tanne und der Buche auf (*Abieti - Fagetum illyricum*) und stellen ebenfalls Übergangsstadien in der Vegetationsentwicklung dar. Nach einer Reihe morphologischer und anatomischer Eigenschaften der Nadeln zeigen sie fast ähnliche Eigenschaften. Nach Hinweisen des Wasserhaushaltes, osmotischen Werten, steht die Breitweite des Schwankens der osmotischen Werte im Verlauf des Jahres und des Sommers an zweiter Stelle. Sie nehmen ebenfalls die zweite Stelle nach den phänotypischen Merkmalen ein. Die Höhen der Stämme liegen zwischen 32,5 m (Lok. XII) bis 36,5 m (Lok. IV). Nach der Geradigkeit der Stämme, der Reinheit der Zweige, dem Anteil der Stämme an dünnen Ästen, der pyramideartigen Form der Krone erscheinen sie auch an zweiter Stelle.

Die angeführten und andere enthaltene Charakteristiken stehen in positiver Korrelation mit den Merkmalen der Standortbedingungen. Sie stellen in forstlich - praktischer Hinsicht einen wichtigen Ökotyp der Föhre dar.

#### ÖKOTYP C: FÖHRE AUF MITTELTIEFEN BIS FLACHGRÜNDIGEN BÖDEN

(Lokalitäten: VIII, X und XI)

*Pinus silvestris* L. *illyricus mezoxerophyllum*

Dieser Ökotyp umfasst die Populationen der Föhre auf Dolomit und Peridotit in relativ ausgeprägten Bedingungen, auf flachgründigeren Böden wärmerer Lagen. Er befindet sich Überwiegend in einer Tannen- und Buchenregion und stellt meistens ein Dauerstadium in der Vegetationsentwicklung dar. Nach den morphologischen Merkmalen der Nadeln und der Zapfen, nach der Wasserhydratur in den Nadeln, der Menge an Chlorophyll nimmt er

eine besondere Stelle ein. Ebenfalls zeigen eine Reihe von phänotypischen Eigenschaften, die festgestellt wurden, nahezu ähnliche Charakteristiken. Die durchschnittliche Stammhöhe liegt zwischen 12,00 bis 13,1 m (Koprivnica, Lok. X und XI) und 18,5 (Olovske Luke, Lok. VIII). Er zeichnet sich durch einen relativ niedrigen Prozent gerader Stämme aus (30-40%) und auch nach der Reinheit der Äste (Lok. VIII: dicke Äste). Es herrschen Stämme mit walzenförmigen und tellerförmigen Kronen vor. Nach der Länge des Stammes nimmt er ebenfalls die dritte Stelle ein.

Für die relativ extremeren Standortbedingungen auf Serpentin-Peridotit, bzw. Dolomit hat er grosse Bedeutung für die Rekonstruktion des Waldes.

#### ÖKOTYP D: FÖHRE AUF TIEFGRÜNDIGEN EXTREM TROCKENEN BÖDEN

(Lokalität II)

*Pinus silvestris* L. *xerophyllum*

Er umfasst die Populationen der Föhre extrem trockener und skelettreicher Böden auf herausragenden Bergrücken und den oberen Teilen der Hänge und stellt ein Dauerstadium sowie einen Wald mit Schutzcharakter dar in der oberen Zone der Tannen- und Buchenwälder. Nach den morphologischen Merkmalen der Nadeln und Zapfen, dem anatomischen Bau der Nadeln, dem Wasserhaushalt und dem Chlorophyllgehalt in den Nadeln nimmt er eine besondere Stelle ein. Die phänotypischen Eigenschaften haben ihn auch als besonderen Ökotyp hervor. Die Stämme sind durch dicke Äste von ca. 70 % und durch geringen Prozent nach der Geradigkeit der Äste gekennzeichnet. Ca. 13% nach der Form der Krone herrschen Stämme mit tellerförmigen Kronen vor, und insgesamt 10% entfällt auf Stämme mit enger Krone.

Die angeführten und enthaltenen Merkmale kennzeichnen diesen Ökotyp mit schlechten Eigenschaften in forstwirtschaftlicher Hinsicht.

#### ÖKOTYP E: FÖHRE AUF EXTREM FEUCHTEN BÖDEN

(Lokalitäten: V)

*Pinus silvestris* L. *hygrophyllum*

Dieser Ökotyp ist nur bei Han-Kram in Ostbosnien verbreitet, am Rande eines Moores, das einen relikten Standort aus dem Postglacial darstellt. Er befindet sich auf einer Serie mooriger, vergleyter, podsolier-

ter Braunerde - Böden in einer Zone der klimaregionalen Tannen- und Buchengesellschaften. Er zeichnet sich durch besondere morphologisch-anatomische Nadeleigenschaften aus, sowie durch einen besonderen Wasserhaushalt. Er zeigt niedrige osmotische Werte zur Zeit der Vegetationsperiode und eine geringe Breitweite des Schwankens, sowie einen grossen Wassergehalt in den Nadeln (50,18-66,71%). Nach der Reinheit der Äste und der Geradigkeit gehört er zum schlechtesten Ökotyp. Nach der Form der Krone überwiegen Stämme mit tellerförmiger Krone - 27%, walzenhafter Krone-15%, während es nur 7% an ausgeprägt enger Krone gibt. Diese Population hat eine besondere Bedeutung für die Wissenschaft als relikter Standort.



ŠUMARSKI FAKULTET I INSTITUT ZA ŠUMARSTVO  
U SARAJEVU

Posebna izdanja\*

1. MATIĆ V., VUKMIROVIĆ V.,  
DRINIĆ P., i STOJANOVIĆ O.: Tablice taksacionih elemenata visokih šuma jele, smrče, bukve, bijelog bora, crnog bora i hrasta kitnjaka na području Bosne, Sarajevo, 1963.
2. DJIKIĆ S., KOLAKOVIĆ R.: Osnovi za proizvodno ekološku klasifikaciju zapuštenih i degradiranih panjača u Bosni i Hercegovini, Sarajevo, 1965.
3. DJIKIĆ S., JOVANCEVIĆ M.,  
PANOV A.: Principi i perspektive unapređivanja proizvodnje šumskog sjemena u Bosni i Hercegovini, Sarajevo, 1965.
4. MATIĆ V.: O planiranjima i o snimanjima u okviru uređivanja šuma, Sarajevo, 1965.
5. KAPETANOVIĆ N.: Orijentacija samostalnog premjera. Sarajevo, 1966.
6. TERZIĆ D.: Proučavanje hemijskog sastava zelenila šumskog drveća - sirovine za proizvodnju koncentrata stočne hrane. Sarajevo, 1970.
7. MATIĆ V., DRINIĆ P.,  
STEFANOVIĆ V. i ĆIRIĆ M.: Stanje šuma u SR Bosni i Hercegovini prema inventuri šuma na velikim površinama u 1964-1968. godini. Sarajevo, 1971.
8. ĆIRIĆ M., STEFANOVIĆ V.,  
DRINIĆ P.: Tipovi bukovih šuma i mješovitih šuma bukve, jele i smrče u Bosni i Hercegovini. Sarajevo, 1971.
9. TERZIĆ D.: Proučavanje hemijskog sastava zelenila šumskog drveća - sirovine za proizvodnju koncentrata stočne hrane, Sarajevo, 1973.

---

\* Šumarski fakultet i Institut za šumarstvo u Sarajevu izdaju redovnu periodičnu ediciju "Radovi šumarskog fakulteta i Instituta za šumarstvo u Sarajevu". U toj ediciji objavljuju se naučni radovi nastavnog osoblja šumarskog fakulteta i saradnika Instituta za šumarstvo. Osim "Radova..." povremeno se publikuju i "Posebna izdanja" u kojima se štampaju stručni

10. GEORGIJEVIĆ E., LUTERSEK D., Prilog poznavanju entomofaune šuma Bosne i GAVRILOVIĆ D., i JAREBICA M.: Hercegovine. Sarajevo, 1976.
11. STEFANOVIĆ V., BURLICA Č., Tipovi niskih degradiranih šuma submediteranskog područja Hercegovine. Sarajevo, i PROLIĆ N.: 1977.
12. MATIĆ V.: Metodika izrade šumskoprivrednih osnova za šume u društvenoj svojini na području SR BiH. Sarajevo, 1977.
13. DRINIĆ P., MATIĆ V., PAVLIĆ J., PROLIĆ N., STOJANOVIĆ O., VUKMIROVIĆ V.: Tablice taksacionih elemenata visokih i izdanačkih šuma u SR Bosni i Hercegovini. Sarajevo, 1980.
14. STEFANOVIĆ V., MILANOVIĆ S., Ekotipovi bijelog bora (*Pinus silvestris* MEDJEDOVIĆ S., PINTARIĆ K., L.) u Bosni. Sarajevo, 1980.  
RONČEVIĆ B. i SISOJEVIĆ D.:

---

radovi i rezultati naučnih istraživanja namjenjeni praksi. Do sada je, uključujući i ovu knjigu, objavljeno 14 knjiga "Posebnih izdanja". Naslovi tih knjiga i godine izdavanja navedeni su u ovom spisku.

Redakcija



#### Sl. 1

Populacija bijelog bora na verfenskim sedimentima ispod grebena Romanije. I lokalitet. Ekotip B — bijeli bor na dubljim svježijim zemljištima

Foto: K. Pintarić

#### Bild 1

Die Föhrenpopulation auf werfenen Sedimenten unter dem Romanijagrat. I. Lokalität. Ökotyp B — Föhre auf tieferen frischeren Böden.

Photo: K. Pintarić

#### Sl. 2

Populacija bijelog bora na krečnjačkoj crnici grebena Romanije ispod Lupoglava. II lokalitet. Ekotip D — bijeli bor na plitkim ekstremno suhim zemljištima

Foto: K. Pintarić

#### Bild 2

Die Föhrenpopulation auf Kalkstein-Rendzina des Romanijagrants unter Lupoglav. II. Lokalität. Ökotyp D — Föhre auf flachgründigen extrem trockenen Böden.

Photo: K. Pintarić





**Sl. 3**

Populacija bijelog bora na krečnjačkoj crnici grebena Romanije ispod Lupoglava, II lokalitet. Ekotip D — bijeli bor na ekstremno plitkim suhim zemljištima

Foto: K. Pintarić

**Bild 3**

Die Föhrenpopulation auf Kalkstein-Rendzina. II. Lokalität. Ökotyp D — Föhre auf extrem flachgründigen trockenen Böden.

Photo: K. Pintarić



**Sl. 4**

Populacija bijelog bora i smrče na seriji krečnjačkih zemljišta. Ravna Romanija, III lokalitet. Ekotip B — bijeli bor na dubljim svježijim zemljištima

Foto: V. Stefanović

**Bild 4**

Die Föhren — und Fichtenpopulation auf einer Serie von Kalksteinböden. Romanija-Ebene, III Lokalität. Ökotyp B — Föhre auf tiefgründigeren frischeren Böden.

Photo: V. Stefanović





**Sl. 5**

Populacija bijelog bora i smrče na seriji krečnjačkih zemljišta. Romanija Iznad Žljebova. IV lokalitet. Ekotip B — bijeli bor na dubljim svježijim zemljištima

Foto: V. Stefanović

**Bild 5**

Die Föhren — und Fichtenpopulation auf einer Serie von Kalksteinböden. Romanija oberhalb von Žljebovi. IV. Lokalität. Ökotyp B — Föhre auf tiefgründigeren frischeren Böden.

Photo: V. Stefanović



**Sl. 6**

Sklopljenost krošanja populacije bijelog bora. IV lokalitet. Ekotip B — bijeli bor na dubljim svježijim zemljištima.

Foto: K. Pintarić

**Bild 6**

Die Beschirmung der Föhrenpopulation. IV. Lokalität. Ökotyp B — Föhre auf tiefgründigeren frischeren Böden.

Photo: K. Pintarić



**Sl. 7**

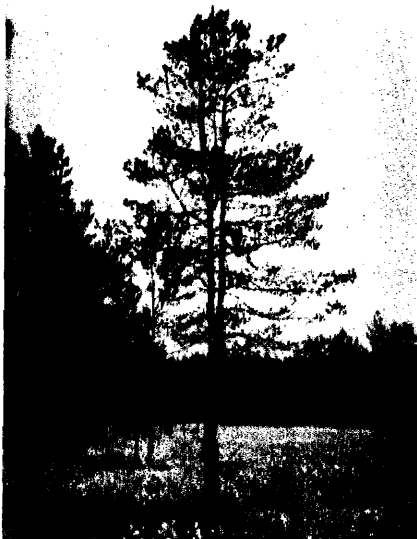
Populacija bijelog bora na rubu tresetišta kod Han-Krama. V lokalitet. Ekotip E — bijeli bor na ekstremno vlažnim zemljištima

Foto: K. Pintarić

**Bild 7**

Die Föhrenpopulation am Rande eines Moores bei Han Kram. V. Lokalität. Ökotyp E — Föhre auf extrem nassen Böden.

Photo: K. Pintarić



**Sl. 8**

Fenotip bijelog bora na rubu tresetišta kod Han-Krama. V lokalitet. Ekotip E — bijeli bor na ekstremno vlažnim zemljištima

Foto: V. Stefanović

**Bild 8**

Der Phänotyp der Föhre am Rande eines Moores bei Han Kram. V. Lokalität. Ökotyp E — Föhre auf extrem nassen Böden.

Photo: V. Stefanović



**Sl. 9**

Populacija bijelog bora i smrče na pseudogleju iznad gabra. Romanija — Knežinski Palež. VI lokalitet. Ekotip A — bijeli bor na dubokim vlažnim zemljištima  
Foto: K. Pintarić

**Bild 9**

Die Fichten — und Föhrenpopulation auf Pseudogley auf Gaber. Romanija — Knežinski Palež. VI Lokalität. Ökotyp A — Föhre auf tiefgründigen nassen Böden.  
Photo: K. Pintarić



**Sl. 10**

Populacija bijelog bora i smrče na pseudogleju iznad gabra. Romanija — Knežinski Palež. VI lokalitet. Ekotip A — bijeli bor na dubokim vlažnim zemljištima  
Foto: V. Stefanović

**Bild 10**

Die Fichten — und Föhrenpopulation auf Pseudogley auf Gaber. Romanija — Knežinski Palež. VI Lokalität. Ökotyp A — Föhre auf tiefgründigen nassen Böden.  
Photo: V. Stefanović



Sl. 11

Populacija bijelog bora na aluvijalnim terasama serpentinita uz rijeku Krivaju, Careva Cuprija. VII lokalitet. Ekotip A — bijeli bor na dubokim vlažnim zemljištima.

Foto: V. Stefanović

Bild 11

Die Föhrenpopulation auf aluvialen Terrassen von Serpentinitt, längs des Flusses Krivaj, Careva Cuprija. VII. Lokalität. Ökotyp A — Föhre auf tiefgründigen nassen Böden.

Photo: V. Stefanović



Sl. 12

Populacija bijelog bora i smrče na peridotitu — serpentinitu. Olovske Luke kod Olova. VIII lokalitet. Ekotip C — bijeli bor na srednje dubokim do plitkim suvljim zemljištima

Foto: K. Pintarić

Bild 12

Die Fichten — und Föhrenpopulation auf Serpentinitt — Peridotitt. Olovske Luke, bei Olovo. VIII. Lokalität. Ökotyp C — Föhre auf mittel- bis flachgründigen trockeneren Böden.

Photo: K. Pintarić



Sl. 13

Nekoliko stabala populacije bijelog bora i smrče na kiselo smeđem zemljištu iznad verfena. Krivojevići kod Nišića. IX lokalitet. Ekotip A — bijeli bor na dubokim vlažnim zemljištima

Foto: V. Stefanović

Bild 13

Einige Bäume der Föhren- und Fichtenpopulation auf saurer Braunerde aus werfenen Sedimenten. Krivojevići bei Nišić. IX Lokalität. Ökotyp A — Föhre auf tiefgründigen nassen Böden.

Photo: V. Stefanović

Sl. 14

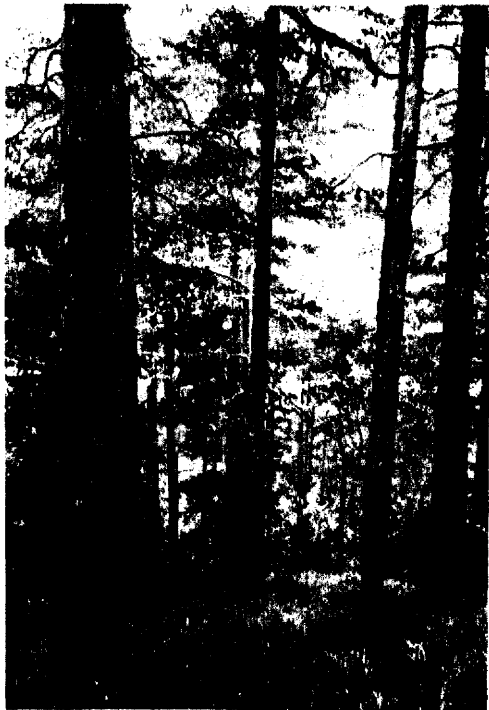
Populacija bijelog bora na dolomitnoj rendzini. Koprivnica kod Bugojna. X lokalitet. Ekotip C — bijeli bor na srednje dubokim do plitkim suvljim zemljištima

Foto: V. Stefanović

Bild 14

Die Föhrenpopulation auf Dolomit — Rendzina. Koprivnica bei Bugojno. X. Lokalität. Ökotyp C — Föhre auf mittel- bis flachgründigen trockeneren Böden.

Photo: V. Stefanović





Sl. 15

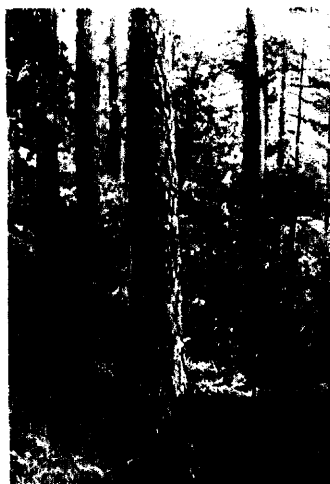
Populacija bijelog bora na dolomitnoj rendzini. Koprivnica kod Bugojna. XI lokalitet. Ekotip C — bijeli bor na srednje dubokim do plitkim suvljim zemljištima

Foto: V. Stefanović

Bild 15

Die Föhrenpopulation auf Dolomit-Rendzina. Koprivnica bei Bugojno. XI. Lokalität. Ökotyp C — Föhre auf mittel- bis flachgründigen Böden.

Photo: V. Stefanović



Sl. 16

Populacija bijelog bora na rendzini (koluviu). Koprivnica, iznad Prusačkog potoka. XII lokalitet. Ekotip B — bijeli bor na dubljim svježijim zemljištima

Foto: V. Stefanović

Bild 16

Die Föhrenpopulation auf Rendzina (Koluviu). XII. Lokalität. Koprivnica, oberhalb von Prusački potok. Ökotip B — Föhre auf tiefgründigeren frischeren Böden.

Photo: V. Stefanović

