

## VARIJABILNOSTI OBIČNOG BORA (*Pinus sylvestris* L.) U POKUSU PROVENIJENCIJA GLASINAC – SOKOLAC (BOSNA I HERCEGOVINA)

VARIABILITY OF SCOTS PINE (*Pinus Sylvestris* L.)  
IN THE PROVENANCE TRIAL GLASINAC –  
SOKOLAC (BOSNIA AND HERZEGOVINA)

Dalibor BALLIAN<sup>1</sup>, Ermin MUJANOVIĆ<sup>2</sup>, Azra ČABARAVDIĆ<sup>1</sup>

**SAŽETAK:** U okviru programa “Revizija postojećih i izdvajanje novih sjemenskih sastojina i proučavanje bioloških karakteristika smreke, jele, običnog i crnog bora u funkciji proizvodnje kvalitetnog sjemena za potrebe šumarstva SRBiH”, pristupilo se eksperimentalnoj rajonizaciji običnog bora (*Pinus sylvestris* L.) u Bosni i Hercegovini. Tijekom 1989. godine osnovana je pokusna površina na Glasinačkom polju – Sokolac, sa 11 provenijencija običnog bora podrijetlom iz prirodnih populacija te materijalom iz dvije sjemenske plantaže i s kontrolom s područja Bosne i Hercegovine.

Istraživana su svojstva promjera, temeljnica, visina, volumena srednjeg stabla i drvne zalihe po hektaru u starosti od 21 godinu.

Najbolja od istraživanih provenijencija u ovom pokusu po svojoj proizvodnosti pokazala se provenijencija Romanija – Glasinac, koja je, inače, predstavnik populacije najbliže pokusnoj plohi, u kojoj vladaju isti ekološki uvjeti.

*Gljučne riječi:* obični bor (*Pinus sylvestris* L.), provenijencije, promjer, temeljnica, visina, drvna zaliha.

### UVOD – Introduction

Obični bor (*Pinus sylvestris* L.) u Bosni i Hercegovini široko je rasprostranjen u brojnim manjim populacijama, o čemu izvještava Stefanović (1958), ali ipak ne gradi velike kompaktne komplekse, jer zauzima oko 2–3 % šumskih površina. Tako se njegovo difuzno rasprostiranje može podijeliti na jedanaest većih područja, koja u zemljopisnom i orografskom smislu čine razdvojene cjeline, svaka sa svojim posebnostima (Stefanović 1958). Kako je drvo običnog bora zbog svoje velike uporabne vrijednosti našlo svoje mjesto u suvremenom proizvodnom šumarstvu, koje se ne može zamisliti bez ove vrste, ovoj je vrsti posvećena velika pozornost (Pintarić 2002). To je i glavni razlog zašto na tržištu postoji stalna potreba za visokovrijednim i genetički provjerenim reprodukcijским materijalom

ove vrste, a u svrhu povećanja proizvodnosti ove vrijedne vrste, po kvaliteti i kvantiteti. Posebice se velike potrebe javljaju sedamdesetih godina prošloga stoljeća, što je i razlog da se planski krenulo u eksperimentalnu rajonizaciju sjemenskih objekata običnog bora, sa čime se u središnjoj i sjevernoj Europi radi već desetljećima (Eriksson 2008). Cilj je tih aktivnosti bio usmjeren ka planskom korištenju genetskih izvora ove vrijedne vrste. Do tada se distribucija sjemena zasnivala, a i sada se zasniva, na klimatsko-ekološko-tipološkim svojstvima, koja su dosta nepouzdana, pa se potreba za pokusnom razdiobom sjemenskih sastojina iz različitih ekoloških uvjeta sama nametnula. Aktivnosti se vrlo brzo realiziraju u okviru projekta “Revizija postojećih i izdvajanje novih sjemenskih sastojina i proučavanje bioloških karakteristika smrče, jele, bijelog i crnog bora u funkciji proizvodnje kvalitetnog sjemena za potrebe šumarstva SRBiH” (Dizdarević i sur. 1987). Vrlo brzo dolazi do organiziranja i postavljanja pokusnih

<sup>1</sup> Prof. dr. Dalibor Ballian, balliand@bih.net.ba,  
Šumarski fakultet u Sarajevu, Zagrebačka 20, 71000 Sarajevo,  
Bosna i Hercegovina

<sup>2</sup> Ermin Mujanović, dipl. ing. šum.

površina s 13 glavnih provenijencija, odnosno materijalom iz sjemenskih objekata i klonskih sjemenskih plantaža (Šamin gaj – Sarajevo i Stanari – Doboј). Budući da se predložena rajonizacija distribucije sjemena zasniva na klimatskim, ekološko-tipološkim karakteristikama (Stefanović i sur. 1983), koje su dosta nepouzdanе, nametnula se potreba za eksperimentalnom rajonizacijom, odnosno testiranjem reproduktivnog materijala iz sjemenskih sastojina u različitim stanišnim uvjetima.

Pokusi provenijencija predstavljaju jednu od metoda izučavanja genetičke varijabilnosti običnog bora. Stoga su se pokusi provenijencija s običnim borom pokrenuli relativno davno u europskim okvirima. Cilj je tih istraživanja zanimanje za pojedina obilježja drveća, odnosno odgovor na pitanje u kojoj mjeri su neka svojstva varijabilna i kako se nasljeđuju, odnosno kako se prenose na potomstvo (Vidaković i Krstinić 1985). Među prvim je pokusima u Europi onaj koji je postavio Dengler (1938), a proučavao je populaciju običnog bora nastalu iz slobodnog oprašivanja i odraslu unutar određene provenijencije. Istraživanjem je utvrdio razlike u visinama između potomstava i majčinskih stabla, a to je da visina predstavlja svojstvo koje je pod visokom genetičkom kontrolom. Do sličnih rezultata poslije dolaze Scamoni (1950) i Patlaj (1964). U smislu kvalitete stabala rezultati istraživanja objavljenih do sada mnogo su precizniji, tako Scamoni (1950) zaključuje da svojstvo zakrivljenosti debla predstavlja dominantno svojstvo i nalazi se pod visokom genetičkom kontrolom, te stoga potomstvo stabala s negativnim svojstvom, u ovom slučaju sa zakrivljenošću debla, obično naslijedi zakrivljenost. To se, također, odnosi i na niz svojstava, kao što su kut insercije grana, rašljivost i slično.

Nova istraživanja u pokusima provenijencija bave se analizama genetičkog zagađenja i adaptabilnosti običnog bora, jer je kroz više stoljeća dolazilo do miješanja sjemena iz svih dijelova prirodnog rasprostiranja, što je dovelo do narušavanja genofonda autohtonih rasa (Giertych 1976a i b, Giertych i Oleksyn 1992).

Što se tiče istraživanja varijabilnosti običnog bora Bosni i Hercegovini, ona je rađena na temelju raspro-



Slika 1. Pokusna površina Glasinac – Sokolac (Bosna i Hercegovina)

Figure 1 The provenance trial Glasinac – Sokolac (Bosnia and Herzegovina)

stiranja običnog bora, odnosno na temelju nekih morfoloških i fizioloških svojstava, a kao rezultat je izdvojeno pet rasa, odnosno varijeteta i formi (Stefanović 1980), uz prisutnu veliku unutarvrstu varijabilnost.

Hegi (1906) već ranije u Europi na temelju oblika krošnje, boje, dužine i širine iglica, zatim oblika češera i obojenosti muških cvasti bijeli bor raščlanjuje na niže sistematske jedinice, odnosno u jedanaest različitih rasa, varijeteta i formi.

Prvim rezultatima iz ovog pokusa provenijencija Mikić (1991) ukazuju na razlike između provenijencija u visinskom rastu, gdje su se superiornim pokazale provenijencije podrijetlom s dolomita, posebice ona s područja Bugojna.

Cilj istraživanja je: priznatim metodama za testiranje provenijencija odrediti koja je najbolja provenijencija za ekološke uvjete koji vladaju na Glasinačkoj visoravni, prema prsnom promjeru, visini, temeljnici i volumenu, a na temelju sinteze svih analiziranih svojstava dati preporuku za uporabu najbolje provenijencije u aktivnostima na podizanju umjetnih nasada običnog bora, u svrhu boljeg iskorištenja proizvodnih potencijala tla i povećanja proizvodnosti šuma.

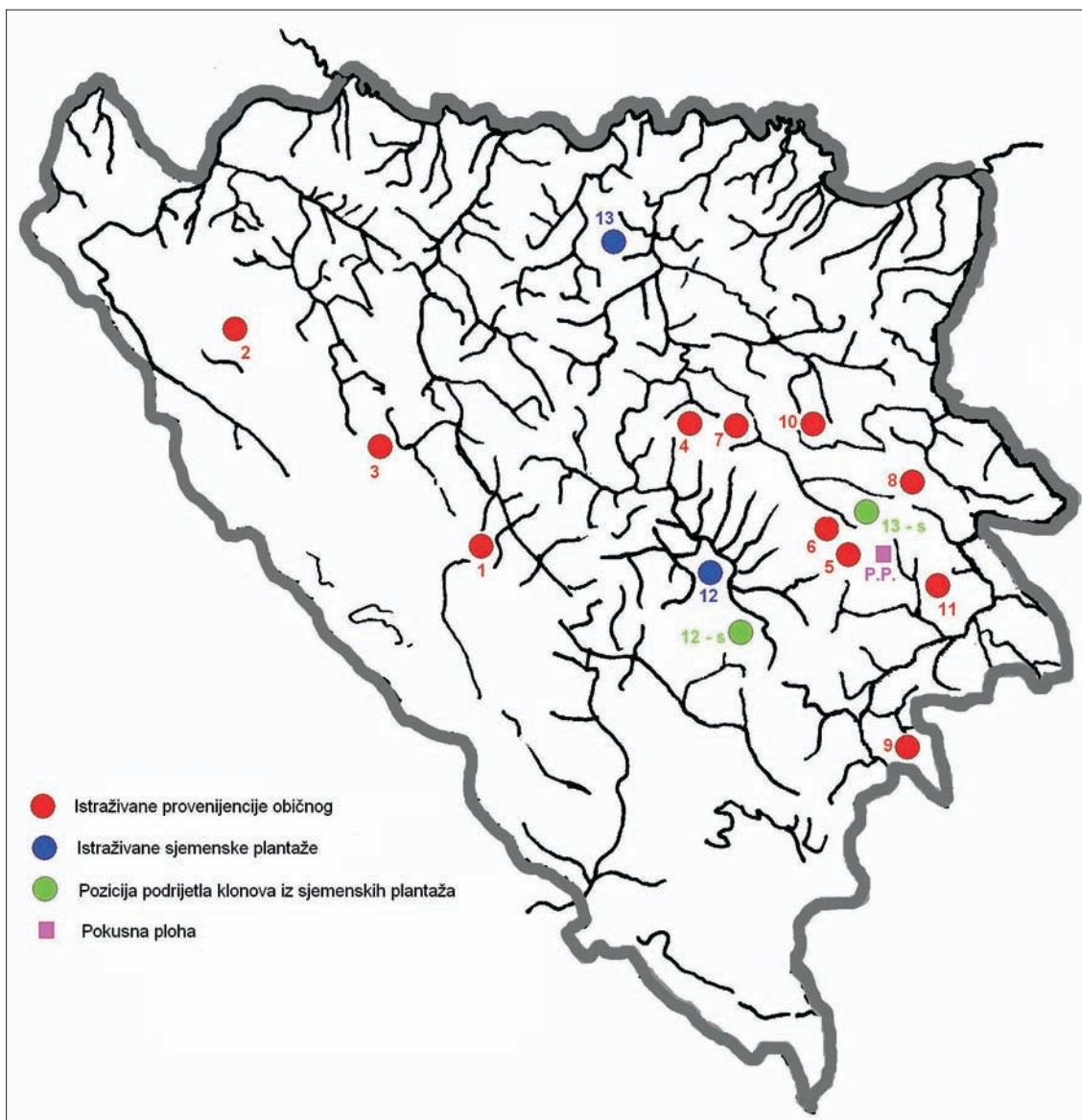
## MATERIJAL I METODE – Material and methods

Tijekom mjeseca srpnja 2007. godine izmjerene su biljke u pokusu običnog bora podignutom na lokalitetu Glasinačkog polja, kod Sokolca (slika 1), u starosti biljaka od 21 godinu. Izmjerom su obuhvaćeni sljedeći taksacijski elementi: prsni promjeri i visine svih stabala na pokusnoj plohi.

Prsni su promjeri mjereni promjerkom s milimetarskom podjelom, dok su visine stabala mjerene pomoću letve, a ona veća, koja se nije moglo izmjeriti letvom, pomoću visinomjera.

Na temelju izmjerenih promjera stabala obračunata je temeljnica za pojedinačna stabla, a zatim i volumenu pojedinačnih stabala uporabom Preslerove (Pressler) jednadžbe za približno računanje volumena stabla.

Podaci o veličinama promjera, temeljnica, visina i volumena pojedinačnih stabala po provenijencijama statistički su obrađeni analizom varijance u svrhu utvrđivanja stupnja varijabilnosti unutar i između provenijencija. Kao krajnji rezultat ove analize dobili smo pokazatelje deskriptivne statistike, zatim rezultate kla-



Slika 2. Raspored istraživanih provenijencija, sjemenskih plantaža, podrijetla klonova u plantažama, 1. Bugojno, 2. Bosanski Petrovac, 3. Šipovo, 4. Zavidovići, 5. Romanija – Glasinac, 6. Romanija – Bioštica, 7. Olovo, 8. Han Kram, 9. Foča, 10. Kladanj, 11. Rogatica, 12. Sjemenska plantaža Sarajevo, 12 – s klonovi podrijetlom sa Igmama, 13. Sjemenska plantaža Doboj, 13 – s klonovi podrijetlom sa Knežinskog paleža, PP – pokusna ploha.

Figure 2 Distribution of Scots pine provenance, seed orchards, provenance of clones in orchards, 1. Bugojno, 2. Bosanski Petrovac, 3. Šipovo, 4. Zavidovići, 5. Romanija – Glasinac, 6. Romanija – Bioštica, 7. Olovo, 8. Han Kram, 9. Foča, 10. Kladanj, 11. Rogatica, 12. Seed orchards Sarajevo – Šamin gaj, 12 – s clones provenance from Igmama, 13. Seed orchards Doboj - Stanari, 13 – s clones provenance from Knežinskog paleža, PP – experimental plot.

sične analize varijance, a testiranja smo proveli uporabom Dankanovog (Duncan) i testa “post hoc” za svaku

provenijenciju i između provenijencija, s uporabom statističkog programa Statistica.

### Osnovni podaci o pokusnoj površini Glasinačko polje – Romanija

Basic data on the experimental plot Glasinac filed – Romanija

– Šumarija	DP Šumarstvo Sokolac	– Geološka podloga	vapnenac
– Gospodarska jedinica	Romanija - Glasinac	– Tip zemljišta	smeđe-vapnenačko (kalko-kambisol)
– Odjel	66	– Vegetacijski tip	šume kitnjaka i graba ( <i>Quercus-carpinetum</i> )
– Nadmorska visina	960 m		
– Ekspozicija	zapadna		
– Inklinacija	2°		



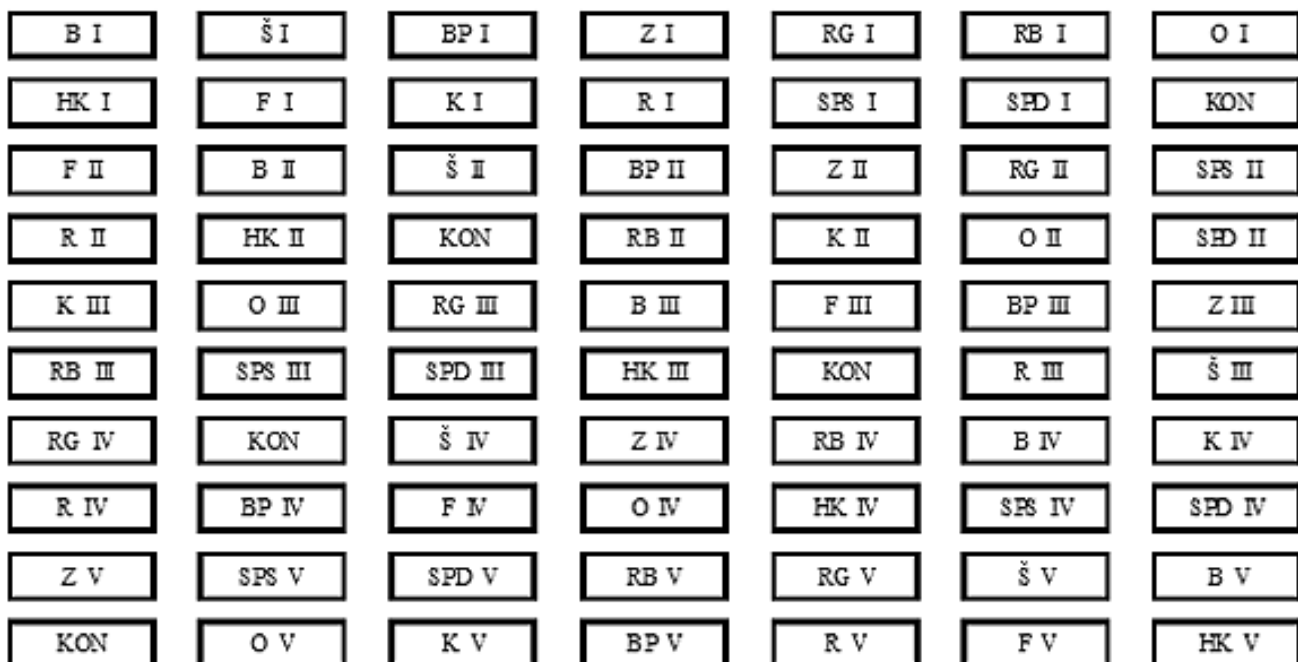
Tablica 1. Provenijencije u pokusu Glasinac – Sokolac

Table 1 Provenances in the experimental plot Glasinac – Sokolac

R.b. No.	Provenijencija Provenance	Oznaka Sign.	Gospodarska jedinica i odjel provenijencije Management unit and stand of provenance	Zemljopisna širina Latitude	Zemljopisna dužina Longitude	Nadmorska visina Altitude (m)
1.	Bugojno	B	Prusačka rijeka	44°03'10"	17°19'55"	1230
2.	Bos. Petrovac	BP	Klekovača - Drinići	44°29'28"	16°29'21"	920
3.	Šipovo	Š	Donji Janj	44°14'31"	17°13'26"	1200
4.	Zavidovići	Z	Gostović	44°19'56"	18°12'44"	480
5.	Romanija-Glasinac	RG	Romanija-Glasinac	43°54'20"	18°42'50"	1235
6.	Romanija-Bioštica	RB	Kaljina - Bioštica	44°02'14"	18°45'50"	780
7.	Olovo	O	Tribija - Duboštica	44°14'50"	18°20'54"	850
8.	Han Kram	HK	Javor	44°01'53"	18°56'25"	1100
9.	Foča	F	Meštrevac	43°20'51"	19°31'63"	1370
10.	Kladanj	K	Gornja Drinjača	44°16'46"	18°37'47"	900
11.	Rogatica	R	Sjemeć	43°48'06"	19°08'32"	1100
12.	Sjem. plantaža Sarajevo	SPS	Zujevina	43°52'14"	18°12'52"	570
13.	Sjem. plantaža Doboj	SPD	Stanari	44°45'11"	17°59'50"	180
14.	Kontrola	KON	Mješavina sadnog materijala svih istraživanih provenijencija			

Za analizu iz ovog testa provenijencija koristili smo 11 provenijencija običnog bora, materijal iz dvije sjemenske plantaže (Sarajevu-Rakovica i Doboj-Stanari) (tablica 1), kao i kontrolnu površinu s izmiješanim materijalom. Klonski materijal u sjemskim plantažama

potječe iz samo jedne populacije, odnosno provenijencije. Tako je klonski materijal u plantaži Sarajevo podrijetlom s Igmana, a u plantaži Doboj podrijetlom s lokaliteta Knežinski palež, iz sjeveroistočnog područja Romanijskog masiva.



Shema 1. Shematski prikaz pokusa na lokalitetu Glasi-načko polje - Sokolac.

Scheme 1 Schematic presentation of the experimental plot in the locality Glasinac field – Sokolac

Sjeme je zasijano 1986. godine, a kod starosti biljaka od 1+1 godine podignut je pokus. Nakon prve godine biljke su iz sijališta presađene u vrećice, gdje ostaju jednu godinu, što je olakšalo manipuliranje i sa-

dnju, a i povećalo uspjeh primanja biljaka. Sadnja je obavljena na razmak 2 X 2 m, odnosno 2500 biljaka po ha, prema rasporedu koji je dat u shemi 1. Svaka od uporabljenih provenijencija u pokusu zasađena je u pet

ponavljanja, odnosno u pet blokova. Za raspored provenijencija u pokusu je primijenjen slučajni blok sistem (shema 1).

Oko pokusa zasađena su dva reda sadnica zaštitnog pojasa, kako bi se smanjio utjecaj rubnog učinka, a razmak sadnje u pokusnoj površini i zaštitnom pojasu je isti.



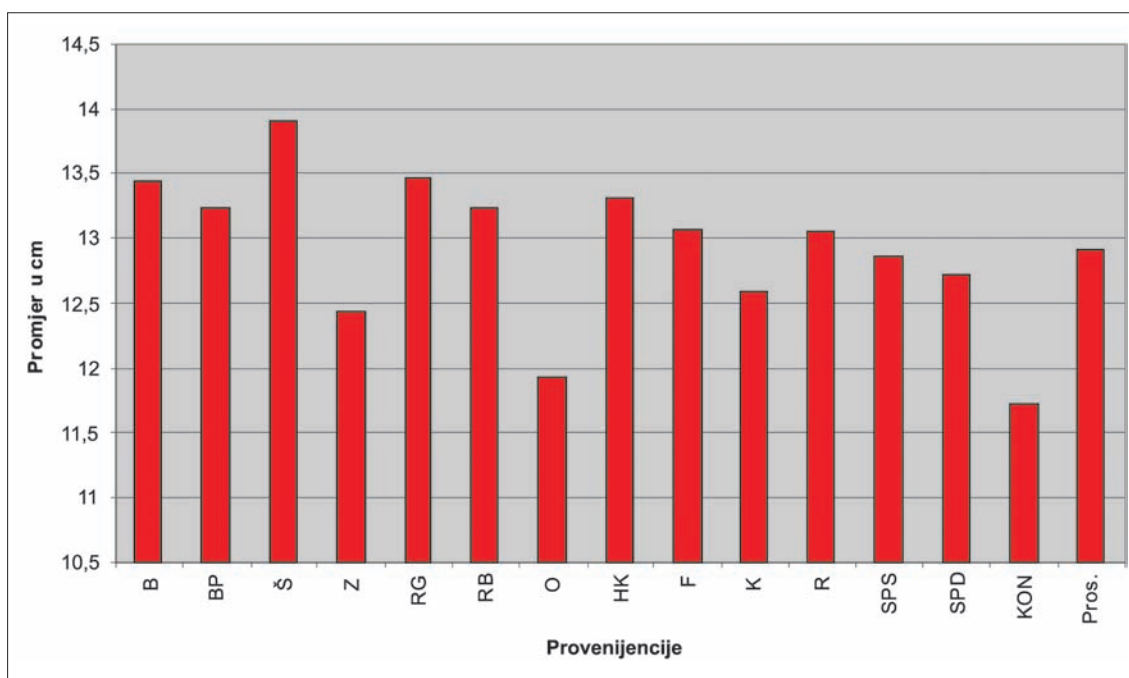
Slika 3. Provenijencija Bosanski Petrovac  
Figure 3 Provenance Bosanski Petrovac

## REZULTATI ISTRAŽIVANJA I RASPRAVA – Results of research and discussion

### Varijabilnost srednjeg promjera stabala – Average *BDH* of trees

Srednji prsni promjer na pokusnoj plohi kretao se od 11,93 cm kod provenijencije Olovo do 13,91 cm kod provenijencije Šipovo iz zapadne Bosne (tablica 2, slika 4). Minimalna veličina izmjere bila je kod provenijencije Romanija-Glasinac, a iznosila je 1,70 cm, za stablo V kategorije po Kraftu, koje još davalo znakove života. Najveći promjer izmjeren je kod provenijencije Bosanski Petrovac, a iznosio je 20,00 cm. Ukupni prosječni

prsni promjer za sve provenijencije iznosi 12,92 cm. Veće prosječne promjere od prosječnog ostvarile su provenijencije Bugojno, Bosanski Petrovac (slika 3), Foča, Han Kram, Rogatica, Romanija-Glasinac i Šipovo, dok su ostale intermedijarne. Interesantno je da kontrolna grupa pokazuje najmanji prosječni promjer.



Slika 4. Srednji promjer stabala za provenijencije u pokusu Glasinačko polje – Sokolac  
Figure 4 Average diameter of trees for provenances in the experimental plot Glasinac field – Sokolac

Tablica 2. Srednje veličine za istraživana svojstva u pokusu  
 Table 2 Average for researched traits in the experiment plot

R.b. No.	Provenijencija Provenance	Broj biljaka Number of trees	Srednji promjer Average BHD (cm)	Temeljnica prosječnog stabla Basal area of the average trees (m <sup>2</sup> )	Ukupna temeljnica po ha Total basal area per ha (m <sup>2</sup> )	Srednja visina Average height (m)	Volumen prosječnog stabla Volume of average trees (m <sup>3</sup> )	Drvena zaliha po ha Volume per ha (m <sup>3</sup> )
1.	B	137	13,45	0,0142	24,3175	8,75	0,0410	70,21
2.	BP	126	13,24	0,0137	21,5775	8,38	0,0378	59,53
3.	Š	132	13,91	0,0151	24,9150	8,81	0,0439	72,43
4.	Z	112	12,43	0,0121	16,9400	7,80	0,0311	43,54
5.	RG	154	13,48	0,0146	28,1050	8,82	0,0424	81,62
6.	RB	147	13,24	0,0137	25,1737	8,50	0,0384	70,56
7.	O	143	11,93	0,0111	19,8412	7,77	0,0284	50,76
8.	HK	140	13,31	0,0139	24,3250	8,41	0,0385	67,37
9.	F	130	13,07	0,0134	21,7750	8,20	0,0362	58,82
10.	K	136	12,59	0,0124	21,0800	7,95	0,0325	55,25
11.	R	146	13,05	0,0133	24,2725	8,19	0,0359	65,51
12.	SPS	148	12,86	0,0129	23,8650	8,18	0,0348	64,38
13.	SPD	157	12,71	0,0126	24,7275	8,29	0,0344	67,51
14.	KON	103	11,72	0,0107	13,7762	7,54	0,0266	34,24
Prosjeak za pokus Average per exp. plot		136,5	12,92	0,0131	22,4779	8,25	0,0358	61,55

Analizom varijance za svojstvo promjera, unutar svih provenijencija dobivena je statistički značajna razlika između familija (tablica 3), što daje jednu posebnu kvalitetu u selekciji, jer možemo izdvojiti unutar svake provenijencije superiornije familije, a unutar familija superiorna natprosječna stabla. Na taj način možemo značajno povećati genetičku dobit (V i d a k o v i ć i K r s t i n i ć 1985). Na međupopulacijskoj razini dobili smo statistički značajnu razliku, a F vrijednost je 4,95 (tablica 3), što nas upućuje na postojanje genetičkih razlika između provenijencija. Na temelju provedenog testa, Post Hoc Testa, možemo primijetiti da najveću varijabilnost prema drugim provenijencijama pokazuje provenijencija Olovo, čak prema 10 provenijencija, te najviše

doprinosi varijabilnosti. Što se tiče najmanjeg variranja, ono je registrirano samo prema 3 provenijencije, a takvo grupiranje pokazuju provenijencije Rogatica, Foča, Bosanski Petrovac, Han Kram i Sjemenska plantaža Sarajevo, te najmanje doprinose variranju..

Također je proveden i Dankanov test, koji prema sličnosti pokazuje grupiranje provenijencija u šest skupine. Tako rezultati provedenog testa ukazuju na značajnu varijabilnost između provenijencija za svojstvo promjera stabla. Ovo nas upućuje da u svrhu povećanja promjera, a time i proizvodnosti, u novopodignutim kulturama ima smisla vršiti selekciju između provenijencija, kao i unutar samih provenijencija, na razini familija i individua.

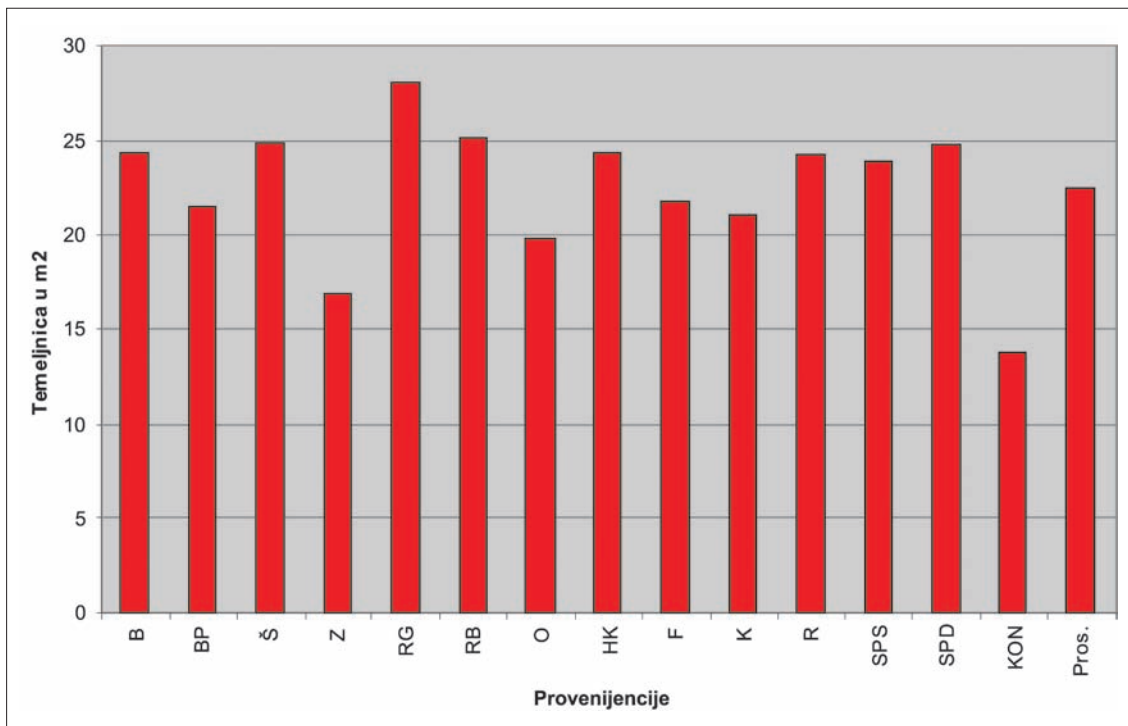
### Varijabilnost srednje temeljnice – Average basal areas

Najveća temeljnica prosječnog je kod provenijenciji Šipovo sa veličinom od 0,0151 m<sup>2</sup>, dok je najmanja bila kod provenijencije Olovo sa 0,0111 m<sup>2</sup>. Prosječna veličina srednje temeljnice na cijeloj pokusnoj površini iznosi 0,0131 m<sup>2</sup>. I kod ovog svojstva stabla na kontrolnoj površini pokazuju najmanju veličinu temeljnice. Veće temeljnice prosječnog od prosječne imamo kod provenijencija Bugojno, Bosanski Petrovac, Šipovo, Han Kram, Rogatica, Romanija-Glasinac, Romanija-Bioštica, Foča, kao i kod svojstva promjera (tablica 2, slika 5).

Najveću ukupnu prosječnu temeljnicu preračunato po hektaru imamo kod provenijencije Romanija Glasinac sa 28,1050 m<sup>2</sup>/ha jer kod te provenijencije imamo i

veći broj preživjelih biljka, uz relativno velik promjer (154 u pokusu ili 1925 po ha). Po ovom svojstvu je najlošija provenijencija Zavidovići, uz relativno mali broj preživjelih biljka, daleko ispod prosjeka, što se odražava i na ukupnu temeljnicu. Inače osam provenijencija pokazalo je iznadprosječnu veličinu temeljnice (tablica 2, slika 5). I u ovom slučaju kontrolna površina pokazala se najlošijom.

Analizom varijance na unutar provenijencijskoj razini dobili smo statistički značajnu varijabilnost unutar svih provenijencija, kao i kontrole (tablica 3), a varijabilnost je statistički značajna i između analiziranih provenijencija, s F veličinom od 4,52.

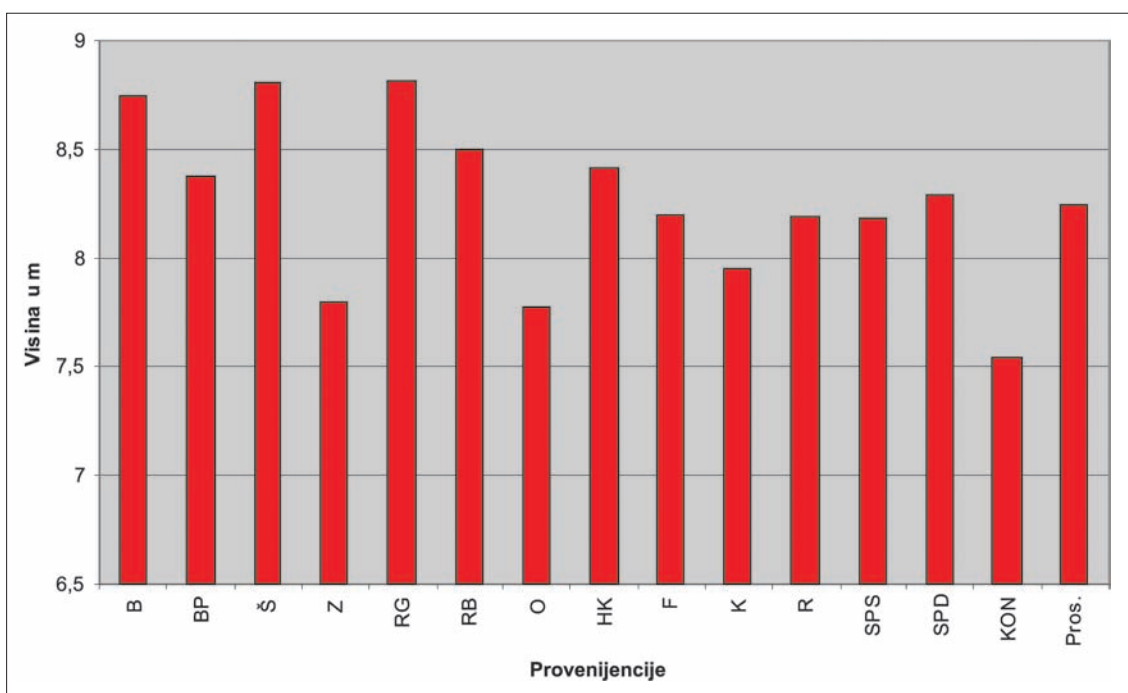


Slika 5. Srednja temeljnica provenijencija u pokusu Glasinačko polje – Sokolac

Figure 5 Average basal area of provenances in the experimental plot Glasinac filed – Sokolac

Rezultati dobiveni Post Hoc Testom pokazuju da u pogledu temeljnica nešto veću varijabilnost pokazuju provenijencije Šipovo i Olovo, koje najviše doprinose variranju, jer pokazuju značajnu varijabilnost prema 10 od 13 istraživanih provenijencija i kontrolne površine. Najmanje variranje pokazuju provenijencije Foča, koja variranje, samo prema dvije provenijencije.

Provedeno testiranje Dankanovim testom, potvrdili smo Post Hoc Testa, jer prema sličnosti imamo izdvojeno šest grupa, što ukazuje da je varijabilnost ovog svojstva slična onoj koju smo imali kod analize promjera.



Slika 6. Srednja visina provenijencija u pokusu Glasinačko polje – Sokolac

Figure 6 Average height of provenances in the experimental plot Glasinac filed – Sokolac



### Varijabilnost srednje visine – Average height

Srednja visina na oglednoj plohi kretala se od 7,77 m kod provenijencije Olovo, do 8,82 m kod provenijencije Romanija Glasinac, dok je kontrolna površina imala manju prosječnu visinu i od Olovske provenijencije. Najniže stablo izmjereno je kod provenijencije Bosanski Petrovac, s visinom 1,40 m i pripadalo je V klasi po Kraftovoj kategorizaciji, dok je najveća visina izmjerena također kod provenijencije Bosanski Petrovac i iznosila je 11,3 m. Prosječna visina za cijelu plohu iznosi 8,25 m. Veće visine od prosjeka za pokus imale su provenijencije Bugojno, Bosanski Petrovac, Šipovo, Romanija-Glasinac, Romanija – Bioštica, Han Kram, te sjemenska plantaža Doboju, dok su ostale imale ispodprosječne visine (slika 6).

Analizom varijanse visina u pokusu dobili smo statistički značajne razlike, i na unutar provenijencijskoj ra-

zini (tablica 3), s tim da provenijencija Bosanski Petrovac ima najveću F vrijednost. Također i na među provenijencijskoj razini s veličinom F od 9,50 (tablica 3).

Post Hoc Testom je utvrđeno da u pogledu visina najveću varijabilnost pokazuje Kontrolna površina, koja značajno varira u odnosu na 11 istraživanih provenijencija, a provenijencije Olovo, Romanija Glasinac, Zavidovići i Šipovo je slijede, jer pokazuju najveće varijabilnosti, te svaka od njih značajno varira prema 10 provenijencija, a druge ih provenijencije slijede. S druge strane provenijencija Romanija Bioštica pokazuje najmanje variranje, značajno varira samo sa četiri provenijencije.

Tablica 3. Rezultati unutra i među populacijske analize varijanse (F – veličina).

Table 3 Results of intra and inter population analyses of variance (F – size).

R.b. No.	Provenijencija Provenance	Unutarpopulacijska varijabilnost Intrapopulation variability			
		Promjer BHD	Visina Height	Ukupnu Temeljnicu Total basal area	Volumen Volume
1.	B	1,25*	10,51**	1,68*	3,75*
2.	BP	3,27*	49,58**	3,43*	8,60**
3.	Š	1,30*	5,27*	1,73*	1,04*
4.	Z	3,92*	13,29**	4,72*	7,60**
5.	RG	0,35*	4,05*	0,35*	1,33*
6.	RB	5,47**	14,72**	6,14**	10,26**
7.	O	5,50**	48,76**	5,48**	13,25**
8.	HK	0,90*	9,27**	0,90*	0,96*
9.	F	2,82*	14,92**	3,20*	4,28*
10.	K	9,18**	42,45**	10,16**	16,43**
11.	R	0,78*	7,02*	1,29*	3,44*
12.	SPS	2,27*	13,67**	2,44*	4,30*
13.	SPD	1,82*	14,82**	2,02*	3,01*
14.	KON	10,41**	17,34**	8,57*	8,72**
Međupopulacijska varijabilnost Interpopulation variability		4,95*	9,50**	4,59*	6,44**

\* – značajnost 95 %

\*\* – značajnost 99 %

Naknadnim Dankanovim testom prema stupnju sličnosti izdvojeno je pet grupa, što je još jedan od pokazatelja da kod ovog svojstva imamo značajnu varijabilnost.

Dobivena varijabilnost za ovo svojstvo upućuje da u svrhu povećanja visina, a time i veće proizvodnosti, za podizanje novih kultura ima smisla vršiti selekciju između provenijencija kao i unutar samih provenijencija, na razini familija i individua. Rezultati koje navodi Eriksson i Ekberg (2001) za smreku to potvrđuju, iako je riječ o aditivnom efektu nasljeđivanja, s velikim brojem gena.

Vrlo je interesantno da u prvom premjeru obavljenom 1990. godine provenijencija Bugojno (Mikić 1991) imala najveću prosječnu visinu. U ovom primjeru registrirano je njeno bolje uspijevanje od strane provenijencije Šipovo koja je iz sličnih ekoloških uvjeta i provenijencije Romanija-Glasinac koja je iz ekoloških uvjeta koji vladaju na pokusu. Kako su razlike male i uz ovo pretjecanje provenijencija Bugojno i dalje pokazuje dobar visinski prirast.



## Varijabilnost prosječnog volumena stabala i drvene zalihe po ha

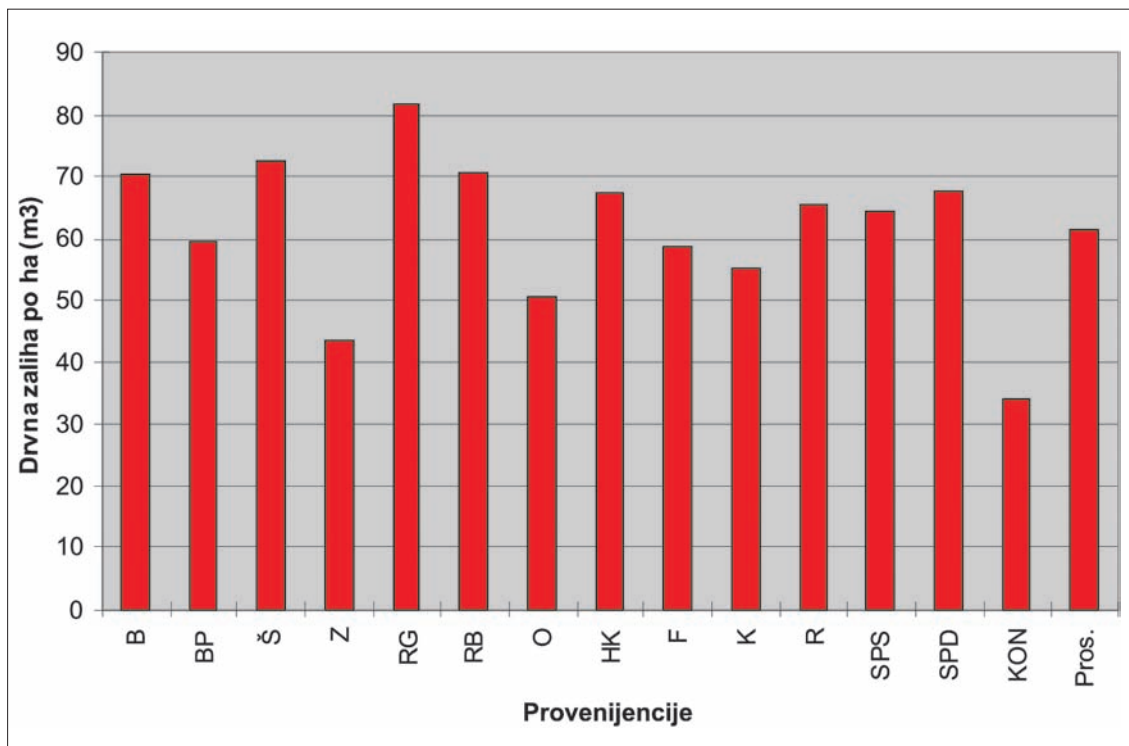
### *Average volumes of trees and volume per ha*

Najmanja srednja veličina volumena iznosila je  $0,0284 \text{ m}^3$  i utvrđena je kod provenijencije Olovo, kao i kod kontrole koja ima prosječno stablo sa samo  $0,0266 \text{ m}^3$ . Najveća srednja veličina volumena prosječnog stabla je kod provenijencije Šipovo sa  $0,0439 \text{ m}^3$ . Prosječna veličina volumena za sva stabla na oglednoj plohi je  $0,0358 \text{ m}^3$  (tablica 2). Veće srednje veličine volumena od prosječne ima sedam istraživanih provenijencija. Što se tiče drvene zalihe po ha, najbolja je provenijencija Romanija Glasinac s drvnom zalihom od  $81,62 \text{ m}^3$ , dok najmanju drvenu zalihu po ha ima kontrolna površina sa samo  $34,24 \text{ m}^3$ , a slijedi je provenijencija Zavidovići sa  $43,54 \text{ m}^3/\text{ha}$  (tablica 2, slika 7). Prema volumnim tablicama Wiedemanna (Schöber 1995) provenijencija Romanija – Glasinac značajno nadmašuje veličinama prosječne temeljnice i volumena

iz tablica volumnih masa za prvi bonitet staništa, što ukazuje na bolju proizvodnost naših genotipova ili bolje ekološke uvjete koji vladaju u Bosni od onih u Njemačkoj.

Kao drvena zaliha vrlo složen pokazatelj gdje su uključeni promjeri, visine i preživljavanje, to nam je ovo svojstvo i najznačajniji za donošenje valjanih zaključaka o proizvodnosti provenijencija.

Provedenom standardnom analizom varijance dobivena je statistički značajna razlika između provenijencija, a F veličina je  $6,44^{**}$  (tablica 3). Ovo nas upućuje, kao i deskriptivni statistički pokazatelji da imamo značajnih mogućnosti u povećanju proizvodnosti ako provodimo selekciju u proizvodnji reprodukcijskog materijala.



Slika 7. Drvena zaliha po ha provenijencija u pokusu Glasinačko polje – Sokolac

Figure 7 Volume per ha of provenances in the experiment plot Glasinac filed – Sokolac

Testiranjem volumena Post Hoc Testom utvrđeno je da u pogledu volumena najveće razlike pokazuje provenijencija Šipovo prema drugim provenijencijama, te najviše doprinosi varijabilnosti jer varira prema 11 provenijencija, dok najmanju varijabilnost pokazuje Foča pokazanom varijabilnošću prema četiri provenijencije.

Testiranje sprovedeno Dankanovim testom također je potvrdilo postojanje statistički značajne varijabilnosti, jer su se provenijencije prema sličnosti izdvojile u sedam skupina.

Kao što je ranije rečeno, ovo je složeno svojstvo izvedeno na temelju preživljavanja, promjera i visine, te je stoga i najznačajnije za procjenu proizvodnosti provenijencija. Kako je provenijencija Romanija – Glasinac najbolja, odmah možemo zaključiti da je ona najbliža istraživanom lokalitetu i pokazuje da je njena genetička struktura najbolje prilagođena lokalnim uvjetima koji vladaju na području Glasinačke visoravni. Ovdje se očekivalo i bolje rangiranje materijala podrijetlom iz sjemenske plantaže "Stanari", s obzirom da su klonovi od kojih je podignuta podrijetlom s Ro-

manijskog platoa, iz populacije (provenijencije) Knežinski palež, koja ipak nije najbolje rangirana. Ovo je tim značajnije, ako se zna da se na svim pokusnim površinama tijekom prvih mjerenja 1990. godine pokazalo da provenijencija Bugojno ima najbolji visinski i debljinski prirast. Kako nismo u mogućnosti da usporedimo naše dobivene podatke s nekim sličnim, možemo se osvrnuti na rezultate dobivene kod drugih vrsta, pa se može primijetiti da je između provenijencija na temelju dva mjerenja primijećena pojava pretjecanja provenijencija, o čemu kod ariša izvještava Pintarić (2000) u bosanskohercegovačkom pokusu, a o čemu također izvještava i Jacques (1992) za zapadnu Europu. Na temelju tih saznanja ovdje se potvrđuje pravilo da se valjani zaključci iz testova provenijencija mogu donijeti tek nakon 1/3 ophodnje za ispitivanu vrstu. Ipak i rana selekcija ima smisla ako se želi materijal unositi na ekstremna staništa, gdje u prvim fazama svoga razvoja treba što prije ojačati i prekriti željenu površinu. Za pošumljavanja u normalnim uvjetima, gdje se ne traži brzi rast u mladosti za pošumljavanje treba koristiti kasnijim rezultatima dobivenim iz testova provenijencija.

Ovdje je potrebno da se kritički analizira reprodukcijski materijal podrijetlom iz sjemenskih sastojina, jer nije ispunio očekivanja, niti je pokazao željenu proizvodnost. Prilikom osnivanja plantaža iz kojih je upravljen sjemenski materijal, težilo se da u njima proizvodimo superioran i kvalitetan selekcionirani sjemenski materijal, visokih proizvodnih mogućnosti i koji treba biti potpuno genetički superioran u odnosu na neselekcionirani proizveden u neuređenim sjemenskim sastojinama. Kako se prilikom osnivanja pokusa od tog materijala očekivalo da će biti superioran po svim željenim svojstvima, na temelju analize rezultata iz ovog pokusa to nije slučaj. U ovom istraživanju dobri rezultati su potpuno izostali, jer se analizirani materijal podrijetlom iz sjemenskih plantaža pokazao kao jako loš, a kod nekih analiziranih svojstava tek kao osrednji. Kao primjer kod analiziranih svojstava biljaka podrijetlom iz sjemenske plantaže Doboj imamo lošije rezultate za neselekcioniranim biljnim materijalom iz bliskih populacija: Romanija-Bioštica, Romanija-Glasinac i Han Kram. To ipak ne znači da treba napustiti daljnje osnivanje sjemenskih plantaža, nego treba preispitati metode selekcije koje su primijenjene, kao i samu tehniku osnivanja plantaža u Bosni i Hercegovini. Možemo i pretpostaviti da razlog ovome treba potražiti u slabo postavljenom kriteriju selekcije maj-

činskih stabala, orteta, jer je selekcija vršena početkom 60-tih godina prošloga stoljeća, te je selekcija i osnivanja plantaža provedeno u cilju stjecanja novih iskustava i saznanja. Također, ovdje je možda prisutna i metodološka pogreška prilikom podizanja plantaža o kojoj se govorilo kod klonske sjemenske plantaže običnog bora "Koziji grm" (Ballian i Božić 2004), jer klonski materijal nije testiran i selekcioniran po fenotipu testirani prije podizanja plantaže, što je vrlo čest slučaj kod sjemenskih plantaža prve generacije. Drugi problem je možda i u malom području gdje je izvršena selekcija plus stabala, a možda su i slabe genetičke strukture, jer su to pojedinačna stabla borova iz zadnje faze sukcesije, koja su visoka i ravnog debla i vrlo lijepog fenotipa, a koja su svoj fenotip formirala zbog prisutne kompeticije sa susjednim stablima, većinom drugim vrstama, prije svega jelom i smrekom, ili zbog gustog sklopa u ranim fazama razvoja (slika 3). Također ovdje nesmiemo zaboraviti da je možda u pitanju i povratni učinak o čemu pišu Eriksson i Ekberg (2001), a što je posljedica podizanja sjemenskih plantaža izvan prirodnog rasprostiranja vrste, a u svrhu povećanja učestalosti rađanja sjemenom. Inače genetička struktura je istraživana i u klonskoj sjemenskoj plantaži običnog bora Sarajevo, koja ima 20 klonova (Šamin gaj) (Ballian i sur. 2005), a koja je pokazala niže vrijednosti heterozigotnosti, dok sjemenska plantaža Stanari Doboj nije još analizirana. Te niže vrijednosti mogu proizlaziti iz malog broja klonova u sjemenskoj plantaži, ali i slabe genetičke konstitucije, jakih srodničkih odnosa s pojavom inbridinga, što vodi depresiji kod potomstva. Kako se ovdje radi o plantažama koje predstavljaju plus stabla-ortete, iz po jedne populacije, možemo ih smatrati u ovom istraživanju i za predstavnike tih provenijencija. Kako su u pokusu slabo rangirane, u okolišnim prilikama koje karakteriziraju pokus, to ne znači da će u okolišu iz kojega potječu biti loš izbor, jer se moramo podsjetiti da je fenotip kojeg ovdje promatramo nastao iz interakcije genotipa i okoliša.

Na temelju rezultata ovoga pokusa dobili smo da je lokalna provenijencija uporabljena u ovom pokusu najbolja, te za podizanje novih nasada na tom području treba koristiti samo lokalni materijal. Inače ovo se potpuno podudara sa suvremenim stavovima o očuvanju autohtonog genofonda, a što se već i dugi niz godina zagovara u zemljama s intenzivnim šumarstvom i što se potvrđuje kroz mnoga istraživanja (Eriksson 2008).

## ZAKLJUČCI – Conclusion

Analizom veličine srednjeg promjera, temeljnice, visine i drvene zalihe na pokusnoj površini dobili smo da je provenijencija Romanija-Glasinac imala najbolje rezultate. Uzimajući u obzir loše stanišne uvjete iz

kojih potječe ova populacije moglo bi se zaključiti da su njihovi dobri rezultati ostvareni zahvaljujući izuzetno oštroj selekciji u nepovoljnim uvjetima i kvalitetnoj genetičkoj konstituciji.

Iako svojstvo preživljavanja nije statistički obrađeno, jer spada u grupu kvalitativnih svojstava, jako je značajno jer ima izravnog utjecaja na svojstvo drvne zalihe po ha. Najbolje preživljavanje pokazala je provenijencija Romanija-Glasinac, a najlošije provenijencija Zavidovići, s najmanjim udjelom preživjelih biljaka.

Analizom visina stabala na oglednoj plohi utvrđena je statistički značajna razlika, što znači da na pokusnoj plohi i dalje postoji diferencijacija između zastupljenih provenijencija. Najbolja je provenijencija Romanija-Glasinac te Šipovo i Bugojno.

Prema tipu zemljišta, u ovom slučaju smeđim-vapnenačkim (kalko-kambisol), te nadmorskoj visini i ekološkim uvjetima koji vladaju na Glasinačkoj visoravni najbolje odgovara provenijencija Romanija – Glasinac, koja u ovim uvjetima ima najbolju proizvodnost.

Dobivene srednje veličine za bijeli bor u ovom pokusu ukazuju da neke provenijencije nadmašuju prvi bonitet, ako ih usporedimo s podacima iz tablica drvnih zaliha jednodobnih šuma. S obzirom da se pouzdani zaključci o proizvodnim mogućnostima neke vrste, a tako i provenijencije unutar vrste, mogu donijeti tek poslije jedne trećine predviđene ophodnje, dobiveni rezultati za sada su samo djelomično pouzdani kod donošenja zaključka koja bi bila najbolja provenijencija koju možemo koristiti pri introdukciji na unaprijed definiranom staništu, dok će valjani zaključci biti doneseni u idućem razdoblju.

Prisutna varijabilnost unutar i između provenijencija, a koja je registrirana u ovom pokusu, može se iskoristiti za naknadne selekcije materijala kod podizanja intenzivnih kultura ili sjemenskih plantaža.

#### LITERATURA – References

- Ballian, D., G. Božić, 2004: Kontrola morfološke identifikacije klonova iz sjemenske plantaže bijelog bora "Koziji grm" pomoću izoenzimskih markera. Radovi Šum. Fak. u Sarajevu, br. 1: 47–56.
- Ballian, D., F. Bogunić, M. Konner, 2005: Usporedba molekularno genetičkih svojstava sjemenskih plantaža običnog bora (*Pinus sylvestris* L.) u Bosni i Hercegovini. Rad. Šumar. Inst. Jastrebarsko, 41(2): 7–16.
- Dengler, A., 1938: Pines of foreign provenance in the second generation. Zeitschr. F. U J. 70: 150–162. For. Abs. 1, No 22.
- Dizdarević, H., N. Prolić, F. Mekić, T. Mikić, M. Vučetić, K. Pintarić, D. Luteršek, D. Gavrilović, M. Uščuplić, V. Lazarev, I. Vukorep, V. Stefanović, L. Miloslavić, J. Vrljićak, 1987: Revizija postojećih i izbor novih sjemenskih sastojina na području SR BiH. Rukopis. Sarajevo. Str. 452.
- Eriksson, G., 2008: *Pinus sylvestris*- Recent genetic research. Department of plant biology and forest Genetics, Genetic center, SLU, Uppsala, Sweden. Str. 112.
- Eriksson, G., I. Ekberg, 2001: An Introduction to Forest Genetics. SLU Repro, Uppsala. Str. 166.
- Giertych, M., 1976: Racial variation: Genetics of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) Annales forestales, 7/3: 59–105, Zagreb.
- Giertych, M., 1976: Summary results of IUFRO 1938 and 1939 provenance experiment. Height growth. Silvae Genet. 25: 154–164.
- Giertych, M., J. Oleksyn, 1992: Studies on genetic variation in Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) coordinated by IUFRO. Silvae Genet:41: 133–143.
- Hegi, G., 1906: Illustrierte Flora von Mitteleuropa, vol. 3, Swertia, 1973–1976. J. F. Lehmanns, München, Germany.
- Jacques, D., 1992: Early Tests in European Larch Provenance Trials in Belgium. Proceeding: IUFRO Centennial Meeting of the IUFRO Working Party S2-02-07. Berlin.
- Mikić, T., 1991: Primjena metoda oplemenjivanja u podizanju intenzivnih kultura šumskog drveća u cilju povećanja proizvodnje drvne mase sa kratkim produkcionim periodom. Izveštaj za period 1989–1990 u okviru D.C.VII.Sarajevo.
- Patlaj, J. N., 1964: Vlijanje geografskog porijekla semena na rast i ustojcivost sosny v kulturach severnoj lovoberežnoj casti USSR. Ukr. Sel. Choz, Ak. Kier. (Autoreferat).
- Pintarić, K., 2000: 30 godina istraživanja na arišu različitih provenijencija u Bosni. Šumarski list, broj 3–4, str. 143–156, Zagreb.
- Pintarić, K., 2002: Šumsko-uzgojna svojstva i život važnijih vrsta šumskog drveća. Sarajevo: Udruženje šumarskih inženjera i tehničara Federacije Bosne i Hercegovine. Str. 221.
- Scamoni, A., 1950: Über die weitere Entwicklung künstlicher Kiefernkreuzungen in Eberswalde Züchter 20 (1/2): 39–42.
- Schober, R., 1995: Ertragstabellen wichtiger Baumarten, J. D. Sauerländer's Verlag, Frankfurt am Main. Str. 166.
- Stefanović, V., 1958: Zajednica bijelog bora (*Pinus sylvestris* dinaricum) i neke njene karakteristike na području zapadne Bosne. Radovi Polj. – Šum. Fak. u Sar., br 3.

Stefanović, V., 1980: Ekotipska diferencijacija bijelog bora (*Pinus sylvestris* L.) u Bosni i Hercegovini. Posebna izdanja br. 13. Sarajevo.

Stefanović, V., Beus, V., Burlica, Č., Dizdarević, H., Vukorep, I. 1983: Ekološko-vegeta-

cijska rejonizacija Bosne i Hercegovine. Posebno izdanje br. 17. Sarajevo.

Vidaković, M. i A. Krstinić, 1985: Genetika i oplemenjivanje šumskog drveća. Zagreb.

*SUMMARY: Experimental regional division of Scots pine (Pinus sylvestris L.) in Bosnia and Herzegovina was initiated with development of framework of the program "Revision of existing and selection of new seed stands, and study of biological traits of Norway spruce, silver fir, Scots pine and European black pine in the function of production of qualitative seed needed for forestry in SRBiH". During 1989 test surface in Glasinac filed – Sokolac was established with 11 provenances, material from two seed plantations and control group.*

*Research was carried out on diameters, basal areas, heights, volume of medium tree, and total volume per ha of trees which are 21 years old.*

*Analyses carried out on size of medium diameter, basal area, height, and volume on the test surface showed that provenance Romanija-Glasinac had best results. Taking into consideration poor conditions in the place of origin of this population, conclusion could be made that their good results were obtained based on the extremely competitive selection in the unfavorable conditions, and on qualitative genetic construction.*

*Although the trait of survival is not statistically processed because it belongs to the group of qualitative traits, it is very significant because it does not have direct influence to the trait of volume per ha. The best survival was demonstrated by the provenance Romanija-Glasinac, and the poorest by the provenance Zavidovići with minimal portion of survived plants.*

*Statistically significant difference was determined by analysing the height of trees in the test surface, meaning that differentiation between the provenances is still present on the test surface. The best provenances are Romanija-Glasinac, Šipovo, and Bugojno.*

*According to the soil type, which is in this case brown limestone (calco-cambisol), sea level, and ecological conditions at the Glamoč plateau, the best provenance is Romanija – Glasinac which has the best productivity under these conditions.*

*Obtained medium heights for Scots pine in this experiment showed that some provenances go above site class I. if they are compared with data from volumetric tables for even aged forests. According to the Wiedemann's volumetric tables, the provenance Romanija – Glasinac is significantly larger in regards to average basal area and volume from volumetric tables for the site class I. of habitat.*

*Reliable conclusions about productive possibilities of some species, and of a provenance inside some species, can be made only after one third of estimated fertilization. Having that in mind, obtained results up to now are only partially reliable when making conclusions about which provenance is the best for introduction on the defined habitat while good conclusions will be reached in the following period.*

*Present variability intra and inter provenances, which is registered in this experiment, can be used for subsequent selections of material when installing intensive clone or seed plantation.*

*Key words: Scots pine, provenance trial, diameter, basal area, volume*