

Izvorni znanstveni članak  
*Original scientific paper*

Prispjelo - *Received*: 19.9.2003.  
Prihvaćeno - *Accepted*: 29.12.2003.

UDK:630\*232.1

**Mladen Ivanković\***

## VARIJABILNOST NEKIH SVOJTAVA OBIČNE JELE (*Abies alba* Mill.) U POKUSU PROVENIJENCIJA “BRLOŠKO”

VARIABILITY OF SOME CHARACTERISTICS OF SILVER FIR (*ABIES ALBA* MILL.) IN A PROVENANCE TEST “BRLOŠKO”

### SAŽETAK

Istraživanja uspijevanja različitih provenijencija obične jele u Hrvatskoj započela su sakupljanjem sjemena u jesen 1994. godine. Sakupljeni su uzorci češera (sjemena) u 18 priznatih i izabranih sjemenskih sastojina u Hrvatskoj i u dvjema sjemenskim sastojinama u Sloveniji te je osnovan rani test u rasadniku Instituta. U svrhu daljnjih istraživanja na području Uprave šuma Podružnica Delnice, Šumarija Fužine, lokalitet Brloško, 2000. godine osnovan je terenski pokus provenijencija obične jele.

Osnivanjem pokusa u različitim okolinama (“Brloško” - Gorski kotar i “A-polje” - Jastrebarsko) potvrđeno je postojanje razlika u uspijevanju provenijencija obične jele u različitim stanišnim uvjetima.

Rezultati dosadašnjih istraživanja pokazali su kako najbolji rast i razvoj u starosti biljaka od osam godina imaju provenijencije iz Gorskoga kotara, Velike Kapele i Velebita. Unatoč relativno maloj starosti biljaka, rezultati pokazuju kako razdjelbu šuma obične jele na sjemenske jedinice treba pratiti i dalje, a ova istraživanja nastaviti.

**Ključne riječi:** obična jela, provenijencije, varijabilnost visina, promjera, prirast, preživljenje

\*Mr. sc. Mladen Ivanković, Šumarski institut, Jastrebarsko, skraćeni Magistrski rad

## UVOD I PROBLEMATIKA

### INTRODUCTION AND PROBLEMS

Jedna od najvrednijih crnogoričnih vrsta drveća u Hrvatskoj je obična jela (*Abies alba* Mill.). Uz hrast lužnjak spada u najznačajnije šumske vrste naših šuma. U drvnoj zalihi sudjeluje s 9,4 %, a ostale vrste crnogorice (smreka, alepski bor, crni bor, obični bor, primorski bor, ariš, duglazija i dr.) s 5,2 % (PRPIĆ 2001). Obična jela, zajedno s bukvom i smrekom, glavna je vrsta u približno 150 000 ha prebornih šuma (MATIĆ 2001) koje daju temeljno šumarsko obilježje Like i Gorskoga kotara. U Hrvatskoj je obična jela rasprostranjena u planinama Gorskoga kotara i Dinarida te u gorskim predjelima između Save i Drave (GRAČAN i dr. 1999).

Obična jela jedna je od najugroženijih vrsta šumskog drveća u Hrvatskoj, a čak 36 % značajno oštećenih stabala zabilježeno je 1988. godine i u stalnom je porastu pa 2001. godine iznosi 70,4 %. Po oštećenosti slijede: hrast kitnjak, hrast lužnjak, poljski jasen, crni bor, smreka i pitomi kesten (PRPIĆ 1999). Zbog intenzivnog propadanja jele, Hrvatska je u odnosu na stanje propadanja šuma u Europi, nažalost, iznad europskog prosjeka. U Europi je propadanje obične jele u posljednjih desetak godina zaustavljeno, odnosno stabilizirano.

Dugi je niz godina obična jela (*Abies alba* Mill.), zbog nepoznavanja varijabilnosti unutar prirodnog rasprostranjenja, smatrana uniformnom vrstom. Međutim, sredinom prošloga stoljeća istraživači su o varijabilnosti obične jele dobivali drukčije rezultate. Varijabilnost obične jele nimalo ne zaostaje za varijabilnošću drugih vrsta listača i četinjača, što potvrđuju rezultati istraživanja mnogih pokusa provenijencija osnovanih sredinom i do kraja 20-og stoljeća.

Postojanje ne samo geografske nego i fiziološke varijabilnosti utvrđuju u svojim istraživanjima Pavari i Løfting. Veći broj autora primjerice HUBER-KOHN, LANGNER, SAMEK, LØFTING utvrdili su postojanje različitih geografskih rasa koje se moraju uzimati u obzir za transfer sjemena ove vrste (prema KAJBA 2001).

PAVARI (1951) ustanovljuje postojanje klimatskih rasa, dok SVOBODA (1953) razlikuje 11 ekotipova, a za *Abies alba* var. *podolica* utvrđuje kako je najotpornija na mraz.

Otpornost različitih provenijencija na mraz, kao i njihovu brzinu prirasta, istraživao je LARSEN (1986) te iznosi kako provenijencije iz jugoistočne Europe pokazuju znatnu varijabilnost u vremenu prirašćivanja; karpatske provenijencije iskazale su se otporne na mraz i najbolje prirašćuju, dok su kalabrijske pokazale izrazitu varijabilnost u otpornosti na mraz.

KRAL je (1980), kao rezultat primarne i sekundarne selekcije u Alpama i bližim planinama, ustvrdio postojanje osam ekotipova.

Najveća varijabilnost obične jele, prema SVOBODI (1953), evidentirana je na lokalitetima u najjužnijem dijelu rasprostranjenosti u Apeninima te na Balkanu gdje je uočeno postojanje većeg broja rasa.

Istraživanja više međunarodnih, kao i IUFRO pokusa provodili su mnogi istraživači: BRINAR (1976), LARSEN (1986), MEKIĆ (1988), PASTUSZKA (1987), RUETZ i dr. (1998), COMMARMOT (1990, 1997), KRAMER i STEPHAN (1990), DEBAZAC i CLAUDE (1976), KOČIOVA (1972), GUNIA (1984) i drugi. U Hrvatskoj BALLIAN (2002) i GRADEČKI (2002).

## CILJ ISTRAŽIVANJA

### RESEARCH AIM

Istraživanja nekih svojstava biljaka u pokusima provenijencija obične jele čine osnovu ovoga rada čiji je glavni cilj utvrditi varijabilnost obične jele (*Abies alba* Mill.) kako između, tako i unutar samih provenijencija.

Ova istraživanja također imaju za cilj utvrditi rast, razvoj i uspijevanje provenijencija po sjemenskim jedinicama, odnosno poslužiti za eventualne izmjene i dopune razdiobe šuma obične jele u Hrvatskoj na sjemenske jedinice.

Osnivanjem pokusa u različitim okolinama moguće je potvrditi ili odbaciti pretpostavku o postojanju razlika u uspijevanju provenijencija obične jele u različitim stanišnim uvjetima.

## MATERIJAL I METODE

### MATERIALS AND METHODS

Pokusi provenijencija smješteni su na dvama u potpunosti različitim staništima. Osnovni terenski pokus smješten je u Gorskom kotaru, dakle na području prirodnog pridolaska obične jele. Komparativni pokus smješten je u rasadniku Šumarskog instituta, Jastrebarsko, dakle radi se o području izvan područja prirodnog rasprostranjenja obične jele.

## OSNOVNI PODACI O PROVENIJENCIJAMA

Glede sjemenskih jedinica u test provenijencija uključeno je sjeme iz sljedećih sjemenskih jedinica:

II.3.1. (međurječje Save i Drave), pet provenijencija;

III.3.1. (Gorski kotar – Kapela), devet provenijencija;

III.3.2. (Velebit), tri provenijencije;

III.3.3. (Biokovo) jedna provenijencija.

Uz 18 hrvatskih provenijencija u test su uključene i dvije provenijencije iz Slovenije (Postojna i Novo Mesto).

Detaljni podaci o svim imenima provenijencija, upravama šuma i šumarijama, nadmorskim visinama, geološkoj podlozi i tipu tla područja s kojih je sakupljano sjeme za osnivanje testa provenijencija, prikazani su u Tablici 1.

U jesen 1994. godine iz 18 priznatih i izabranih sjemenskih sastojina obične jele u Hrvatskoj i dviju iz Slovenije sakupljeno je sjeme kojim je u rasadniku Šumarskog instituta, Jastrebarsko osnovan rani test. Rasadnički test presađenica osnovan je 1998. godine.

Biljkama starosti 3+2 godine u proljeće 2000. godine osnovan je terenski pokus na području Uprave šuma Podružnica Delnice, Šumarija Fužine, G.j. "Brloško" (Slika 1).

Tablica 1. Detaljni podaci o istraživanim provenijencijama obične jele  
 Table 1. Detailed investigation data on the Silver fir provenances

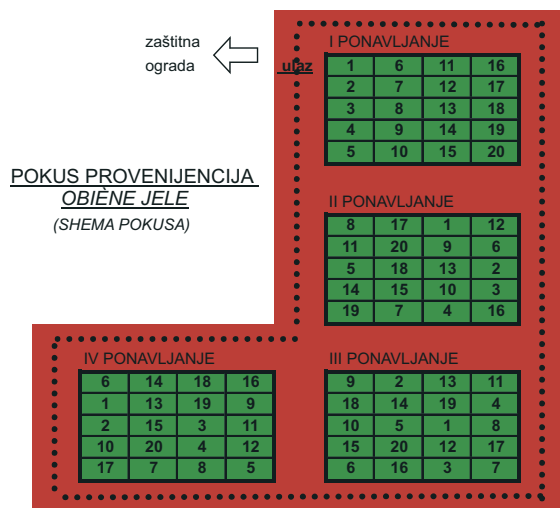
R. br. No.	U Š P Šumarija Forest office	Gospodarska Jedinica Management unit	Nadm. visina Altitude	Geološka Podloga Parent rock	Tip tla Soil type
1	Našice, Voćin	Đedovica-Trešnjevica 12 c	600	andezit	smeđe podzolasto
2	Požega, Kamensko	Zapadni Papuk II 32 d	580 - 760	vapnenac i dolomit	distrično smeđe
3	Koprivnica, Ivanec	Trakošćan 7 d	350	fliš lapor	rendzina na laporu
4	Zagreb, Krapina	Macelj	220 - 300	pješčenjaci	distrično smeđe
5	Zagreb, Zagreb	Bistranska gora 17 b	999	pješčenjaci	smeđe podzolasto
6	Ogulin, Josipdol	Alilovica 13 b	793	vapnenac i dolomit	smeđe (vapnenac-dolomit)
7	Ogulin, Ogulin	Josipovac 38 b	793	vapnenac i dolomit	smeđe (vapnenac-dolomit)
8	Delnice, Gomirje	Potočine-Crna kosa 8 b	793	vapnenac i dolomit	smeđe (vapnenac-dolomit)
9	Delnice, Vrbovsko	Gluche Drage 8	790	vapnenac i dolomit	smeđe (vapnenac-dolomit)
10	Delnice, Vrbovsko	Miletka 17 b	660-700	pješčenjaci	kiselu smeđe
11	Delnice, Skrad	Rudač 2 a	530		
12	Delnice, Skrad	Skrad; Rudač 1 a	530	silikati	kiselu smeđe
13	Delnice, Zalesina	Belevine	600 - 800	silikati	podzol
14	Delnice, Tršće	Rudnik 13 a	863	silikati	kiselu smeđe
15	Senj, N. Vinodolski	Duliba 1	718	vapnenac i dolomit	smeđe (vapnenac-dolomit)
16	Senj, Krasno	Nadžak, Bilo 15, 16	1580	vapnenac i dolomit	smeđe (vapnenac-dolomit)
17	Gospić, Otočac	Rastovka 11	525	vapnenac i dolomit	smeđe (vapnenac-dolomit)
18	Split, Imotski	Biokovo 1	1100	vapnenci	crnice i erodirano smeđe
19	Postojna	Mašun	950		
20	Novo Mesto	Črmošnjica, Podturen	750		



Slika 1. Osnivanje pokusa "Brloško"  
 Fig. 1 Founding of Brloško experiment

Biljke su sađene u 4 bloka, slučajnim rasporedom, 100 biljaka od svake provenijencije po ponavljanju (Slika 2.).

U "A-polju" rasadnika Instituta, osnovan je komparativni pokus. Biljke su sađene u redove u razmaku od 1 m (trokut), bez ponavljanja (Slika 3.).

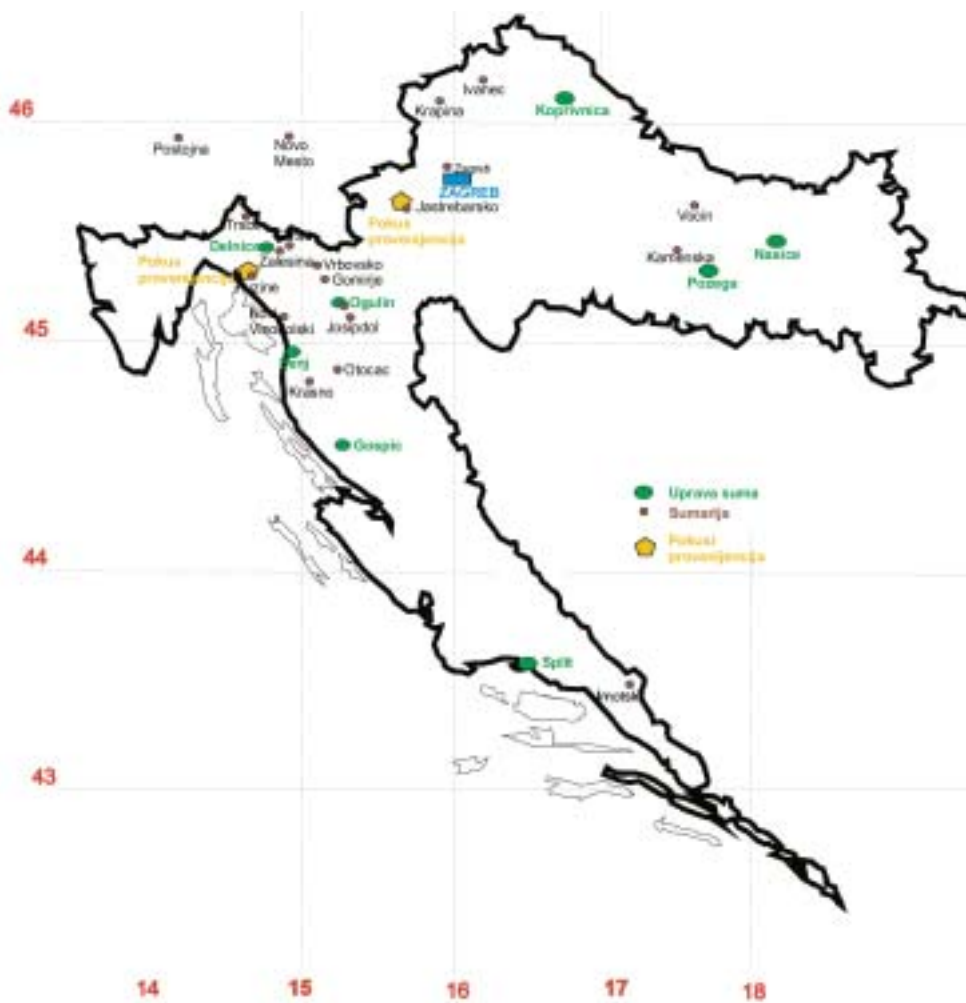


Slika 2. Shema pokusa "Brloško" RBD (Randomizirani blok sustav)  
 Fig. 2. Scheme of the "Brloško" RBD Randomised block design



Slika 3. Pokus provenijencija "A-polje"  
 Fig. 3. The provenance experiment "A-polje"

U svrhu utvrđivanja varijabilnosti unutar provenijencija i dakako, između njih, na pokusu provenijencija od njegova osnivanja obavljala su se motrenja nekih svojstava (totalne visine, promjeri na vratu korjena, tečajni visinski prirast). Na Slici 4. prikazan je raspored provenijencija i smještaj pokusa.



Slika 4. Raspored provenijencija i lokaliteta terenskih pokusa  
*Fig. 4. Distribution of provenances and localities of field experiments*

Obrada podataka obavljena je statističkim programskim paketom SAS-System for Windows VER. 8.02 software (SAS Institute Inc., Cary, NC. USA, SAS/STAT<sup>R</sup> User's Guide, 1989).

## REZULTATI ISTRAŽIVANJA I RASPRAVA INVESTIGATION RESULTS AND DISCUSSION

### Varijabilnost visina i visinskog prirasta biljaka

#### *Variability of heights and plant height increment*

Najveće prosječne visine u prvoj godini nakon presađivanja u starosti od 3 + 3 godine imale su provenijencije P-2 Zapadni Papuk (19,03 cm) i P-1 Đedovica-Trešnjevica (18,99 cm). Najmanje visine imale su provenijencije P-5 Bistranska gora (15,14 cm) i P-10 Miletka (14,80 cm). U 2001. godini u dobi od 3 + 4 godine i dalje je najveći prosjek visina zadržala provenijencija P-2 Zapadni Papuk (28,81 cm). Sljede provenijencije P-8 Potočine-Crna kosa, P-1 Đedovica-Trešnjevica i P-9 Gluhe Drage. Provenijencija P-4 Macelj u starosti od 3 + 4 godine ima najmanji prosjek visina (22,99 cm). U dobi od 3 + 5 god. provenijencija P-4 Macelj ostaje i dalje najnižeg prosjeka visina, dok je provenijencija P-2 Zapadni Papuk prosjekom visina druga, a najveće prosječne visine u jesen 2002. godine imala je provenijencija P-9 Gluhe Drage.

Za svojstvo visina u svim trima godinama, analizom varijance nije utvrđena značajna razlika između provenijencija.

U dobi od 15 i 16 godina starosti biljaka PASTUSZKA (1987) na trima pokusima provenijencija osnovanih 1973. godine sa sadnicama 2+2 u Francuskoj utvrđuje prosječne visine od 207,6 cm, 227,5 i 209,1 cm.

U svojim istraživanjima u pokusu provenijencija obične jele u Institutu za Uzgajanje šuma u Göttingenu, Njemačka, MEKIĆ (1988) te LARSEN i MEKIĆ (1991) iznose kako je prosječna visina biljaka u starosti od četiri godine iznosila 27 cm, u petoj godini 44,8 cm, a u šestoj iznosi 63,4 cm. Međutim važno je napomenuti kako biljke nisu presađivane već da su šest godina rasle u kontejnerima pod optimalnim uvjetima hraniva i vlage. Visinski prirast kalabrijskih provenijencija u prosjeku je bio veći od ostalih.

U komparativnom pokusu "A-polje" 2001. godine u starosti biljaka od 3 + 4 godine, slovenske provenijencije P-19 Mašun (31,15 cm) i P-20 Podturen (30,70 cm) imale su najveće visine. Najniže visine u 2001. i 2002. godine (3 + 4 i 3 + 5 godina) imala je provenijencija P-10 Miletka (21,60 cm). Slovenske provenijencije P-20 Podturen i P-19 Mašun zamijenile su jedino redosljed (rank) ali su i u starosti od 3 + 5 godina imale najveće prosječne visine (36,19 i 36,15 cm).

Analizom varijance za svojstvo visina istraživanih provenijencija u komparativnom pokusu "A-polje" dobivene su statistički značajne razlike između provenijencija u dobi od 3 + 4 i 3 + 5 godina (Tablice 2. a i b).

Statistička obrada podataka analizom varijance pokazala nam je kako na pokusu "Brloško" za svojstvo prirasta postoji značajna razlika između biljaka provenijencija u starosti 3 + 4 i 3 + 5 godina (Tablica 3). Veliki iznos greške ukazuje na individualnu varijabilnost prisutnu unutar provenijencija.

U komparativnom pokusu "A-polje" za svojstvo visinskog prirasta također je utvrđena statistički značajna razlika između provenijencija i biljaka unutar provenijencija.

Tablica 2. Analiza varijance za visine provenijencija u pokusu "A-polje" a)2001. i b)2002. godina  
Table 2. Analysis of variance in heights of provenances in the "A-polje" experiment a) 2001. i b) 2002.godina

a) 2001. godina (starost biljaka 3 + 4 godine; age of plants 3 + 4 years)

Izvor varijab. Source	St. slobode D F	Sume kvadrata S S	Sred. kvad. od- stupanje MS	F	Pr > F
PROV	17	9950,923846	585,348462	11,27	<,0001
Greška	1450	75325,82002	51,94884		
Total	1467	85276,74387			

b) 2002. godina (starost biljaka 3 + 5 godina; age of plants 3 + 5 years)

Izvor varijab. Source	St. slobode D F	Sume kvadrata S S	Sred. kvad. od- stupanje MS	F	Pr > F
PROV	17	11222,16550	660,12738	10,49	<,0001
Greška	1449	91196,2285	62,9374		
Total	1466	102418,3940			

U Danskoj je tridesetih godina prošlog stoljeća osnovan pokus sa sedamnaest provenijencija na sedam različitih staništa. Rumunjska provenijencija (Lapus) imala je najveći visinski prirast, a francuska je bila najslabija LARSEN (1980).

Tablica 3. Analiza varijance za priraste pokusa "Brloško" a) 2001. i b) 2002. godina  
Table 3. Analysis of variance for increments in the "Brloško" experiment

a) 2001. godina (starost biljaka 3 + 4 godine; plant age 3 + 4 years)

Izvor varijab. Source	St. sl. D F	Tip III SS	Srednje kvad. odst. M S	F	Pr > F
PROV	19	5190,064749	273,161303	1,90	0,0323
BLOK	3	1570,506883	523,502294	3,64	0,0179
PROV×BLOK	57	8190,090502	143,685798	7,69	<,0001
Greška	6684	124893,9692	18,6855		

b) 2002. godina (starost biljaka 3 + 5 godina; plant age 3 + 5 years)

Izvor varijab. Source	St. sl. D F	Tip III SS	Srednje kvad. odst. M S	F	Pr > F
PROV	19	22638,15250	1191,48171	2,71	0,0019
BLOK	3	13962,37029	4654,12343	10,60	<,0001
PROV×BLOK	57	25028,98437	439,10499	7,45	<,0001
Greška	6684	393779,0224	58,9137		

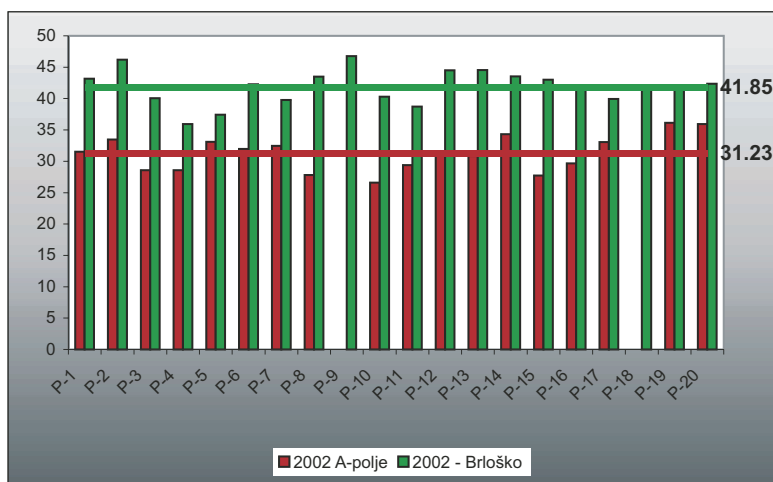
## Usporedba visina i visinskog prirasta na dvama različitim staništima

Comparison of heights and height increment at two different sites

Na Slici 4. prikazani su odnosi prosječnih visina biljaka od 3 + 5 godina pokusa Brloško i A-polje i prosječne visine pokusa.



Razvidno je kako je prosječna visina biljaka kod iste starosti u A-polju za četvrtinu manja od prosječne visine biljaka u pokusu “Brloško“. Nadalje iz Slike 4. razvidno je kako postoje provenijencije čije su prosječne visine veće od prosjeka visina pokusa na obama lokalitetima, a neke su natprosječno bolje na pokusu “Brloško“, a lošije u “A-polju“. Prosječne visine nekih provenijencija niže su od prosjeka pokusa na oba staništa.



Slika 4. Raspored provenijencija i lokaliteta terenskih pokusa  
Fig. 4. Distribution of provenances and localities of field experiments

Korelacija istraživanih provenijencija za svojstvo visina između pokusa “Brloško“ i “A-polje“ pokazala je izrazito niske vrijednosti  $r=0,098$  do  $0,200$ , što ukazuje na fenotipsku nestabilnost istraživanog svojstva (Tablica 4.).

U Tablici 5. prikazane su srednje vrijednosti visina provenijencija za oba pokusa po godinama i međusobni odnosi između provenijencija.

U prvoj godini presađivanja, u dobi od 3 + 3 godine provenijencije iz sjemenske jedinice II.3.1. (Sava-Drava) rangirane su među prvih pet po visinama. Međutim, u dobi od 3 + 5 godina na terenskom pokusu “Brloško“ jedino se provenijencija 2 Zapadni Papuk zadržala među najvišima.

Među prvih pet mjesta u starosti 3 + 5 godina nalaze se provenijencije Gorskoga kotara iz sjemenske jedinice III.3.1. Ovdje je važno obratiti pažnju na Tablicu 1. gdje su uz svaku provenijenciju prikazani geološka podloga i tip tla. Silikatna podloga povezuje provenijencije s najvećim skokom u redosljedu, dakle najvećim prirastom tijekom tri godine.

BRINAR (1976) također istražujući varijabilnost jele ovisno o provenijenciji uočava razlike između obične jele koja raste na vapnencima i one koja raste na silikatima. Proučavajući uspijevanje provenijencija iz Hrvatske, Makedonije, Slovenije, te iz Srbije i Crne Gore, zaključuje kako su domaće (slovenske) najbolje.

Tablica 4. Korelacija za visine i priraste između pokusa i godina pojedinih pokusa  
 Table 4. Correlation for heights and increments between experiments and years of particular experiment

Korelacija visina - <i>Corelation of heights</i>		Iznos - <i>Amount</i>
"Brloško" - "A-polje"	2001. (3 + 4)	0,097892
"Brloško" - "A-polje"	2002. (3 + 5)	0,200355
"Brloško" - "Brloško"	2000 - 2001.	0,802043
"Brloško" - "Brloško"	2001 - 2002.	0,791131
"Brloško" - "Brloško"	2000 - 2002.	0,452209
"A-polje" - "A-polje"	2001 - 2002.	0,939159
Korelacija prirasta - <i>Corelation of increments</i>		Iznos - <i>Amount</i>
"Brloško" - "A-polje"	2001/02. (3 + 5)	0,098934

Tablica 5. Odnos visina biljaka po godinama u pokusima "Brloško" i "A-polje"  
 Table 5. Height relation of plants by years and experiments "Brloško" and "A-polje"

oznaka	Usporedba visina provenijencija u pokusima "Brloško" i "A-polje"									
	<i>Comparison of provenance heights</i>									
proven.	3 + 3 "Brloško"		3 + 4 "Brloško"		3 + 5 "Brloško"		3 + 4 "A-polje"		3 + 5 "A-polje"	
P-1	18,99	2	27,41	3	43,18	7	24,34	10	31,51	9
P-2	19,03	1	28,81	1	46,20	2	27,95	3	33,47	4
P-3	17,49	4	25,89	7	40,06	15	22,05	17	28,58	14
P-4	16,38	14	22,99	20	35,94	20	22,77	16	28,56	15
P-5	15,14	19	24,17	16	37,42	19	27,13	4	33,11	5
P-6	17,41	7	26,14	5	42,29	10	26,19	6	31,97	8
P-7	16,28	15	24,16	17	39,79	17	25,23	8	32,45	7
P-8	17,81	3	27,49	2	43,51	6	23,06	13	27,83	16
P-9	17,44	6	27,12	4	46,75	1				
P-10	14,80	20	24,07	19	40,31	14	20,98	18	26,58	18
P-11	16,60	12	24,08	18	38,70	18	22,93	15	29,38	13
P-12	16,71	11	25,98	6	44,51	4	24,08	11	30,95	10
P-13	15,61	18	25,17	13	44,55	3	24,48	9	30,84	11
P-14	15,74	17	25,22	12	43,52	5	25,63	7	34,32	3
P-15	16,81	10	25,74	9	43,00	8	22,94	14	27,74	17
P-16	17,45	5	25,25	11	41,63	13	23,75	12	29,67	12
P-17	16,58	13	24,72	14	39,95	16	26,40	5	33,06	6
P-18	17,05	9	25,80	8	41,67	12				
P-19	16,26	16	24,27	15	41,70	11	31,01	1	36,15	1
P-20	17,41	8	25,53	10	42,37	9	30,57	2	35,92	2
prosjeck	16,85		25,50		41,85		25,08		31,23	

Da geološke podloge (silikat, vapnenac) imaju utjecaj na različita morfološka svojstva u svojim istraživanjima varijabilnosti nekih svojstava češera i sjemena u Hrvatskoj potvrđuje i GRADEČKI (2002). Također napominje kako su vrijednosti energije klijavosti i klijavost sjemena u prosjeku veće na silikatnoj geološkoj podlozi.

Rezultati istraživanja (WOLF i dr. 1992) u pokusu s biljkama starosti od 8 godina pokazali su kako je utvrđen slab rast kod provenijencija iz južnih Alpa (Garzino, Lavarone i Val Noana (Italija) i provenijencije sjeveroistočne Bavarske (Zwiesel - Njemačka). Nasuprot tome provenijencije iz istočne i jugoistočne Europe pokazuju dobar do vrlo dobar rast.

REUTZ i dr. (1998) na temelju rezultata uspijevanja u Njemačkom nacionalnom pokusu osnovanom od 42 provenijencije zaključili su kako su provenijencije sa sjevera i istoka bolje od južnih i zapadnih provenijencija.

Rezultati u četirima pokusima osnovana sa 26 provenijencija u Engleskoj ukazuju na najbolji visinski rast provenijencije iz Kalabrije koju sljede provenijencije iz Poljske, Češke i Njemačke (Schwarzwald). Slabijeg prirasta bile su provenijencije iz Francuske uključujući i Normandiju koja je klimatski slična Engleskoj (LINES 1979).

Dobiveni rezultati ovih istraživanja pokazuju kako su stanišni uvjeti rasadnika Šumarskog instituta, Jastrebarsko i šok presadnje utjecali na provenijencije i na njihov početni razvoj u pokusu "Brloško". Razmatranjem prirasta analizom varijance utvrđena je statistički značajna razlika između provenijencija te varijabilnost unutar provenijencija u starosti biljaka od 3 + 4 i 3 + 5 godina. Dobiveni rezultati upućuju na daljnju diferencijaciju između pojedinih provenijencija tijekom rasta i razvoja u pokusu "Brloško".

## Varijabilnost preživljavanja

### *Variability of survival*

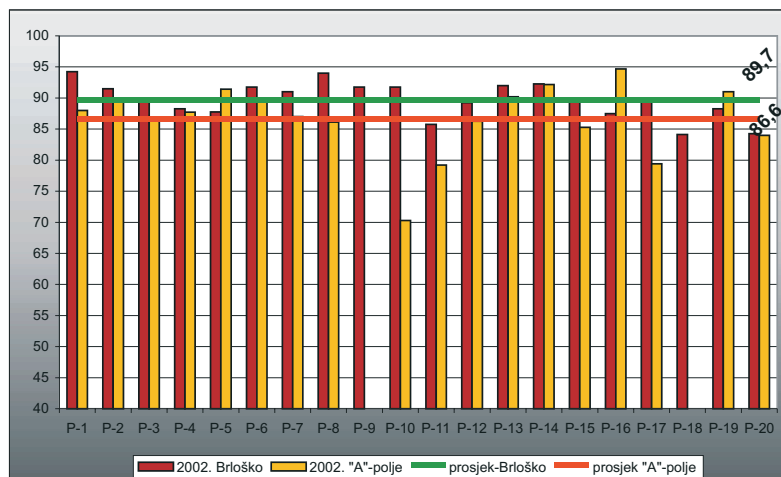
Uzimajući u obzir ekološke zahtjeve jele kao vrste, 2000. godina bila je klimatski nepovoljna za njezino uspijevanje (POTOČIĆ 2002). Međutim, preživljavanje biljaka u pokusu "Brloško" jako je dobro. Utvrđeno je kako prosječni postotak preživljavanja 2000. godine iznosi 92 % (od 86,4 do 95,8 %), u 2001. godini 90,3 % (od 84,1 do 94,8 %), a 2002. iznosio je 89,7 % (od 84,1 do 92,3 %). Iz iznesenoga moguće je zaključiti kako se preživljavanje provenijencija praktički stabiliziralo u prve tri godine. Najslabije preživljavanje imale su provenijencija 18 Biokovo (84,1 %) te slovenska 20 Podturen (84,3 %).

Na Slici 6. prikazan je odnos preživljavanja istraživanih provenijencija u pokusima "Brloško" i "A-polje". Razlika u preživljavanju iznosila je svega 3,1 % i nije značajna. Važno je napomenuti kako su biljke u "A-polju", kao i u ranom i rasadničkom testu presađenica zalijevane i održavane mjerama njege i zaštite, dok biljke u pokusu "Brloško" ni u najsušem periodu tijekom ljeta 2000. godine nisu bile zalijevane.

Neke provenijencije pokazale su bolje preživljavanje na obama lokalitetima P-1 Đedovica-Trešnjevica, P-2 Zapadni Papuk, P-6 Alilovica, P-13 Belevine i P-14 Rudnik. Provenijencije P-16 Nadžak, Bilo, P-19 Mašun i P-5 Bistranska gora imaju veći postotak preživljavanja u "A-polju", nego u pokusu "Brloško". Najveća razlika u preživljavanju na dvama različitim lokalitetima utvrđena je kod provenijencije P-10 Miletka.

Prema PASTUSZKI (1987), prosječni postotak preživljavanja biljaka u trima francuskim pokusima provenijencija obične jele bio je 95,45 %, 91,3 i 91,4 %.

Nakon obavljenih istraživanja provenijencija obične jele iz Švicarske i Italije u pokusu osnovanom 1991. godine, COMMARMOT (1997) navodi kako je pro-



Slika 6. Odnos preživljavanja biljaka u pokusima "Brloško" i "A-polje" u 2002. godini  
Fig. 6. Relation of plant survival in the experiments "Brloško" and "A-polje" in 2002

sječan mortalitet na pokusu iznosio 24,5 %. Švicarska provenijencija "Ochsenboden" značajno je bila bolja od ostalih. Preživljavanje je iznosilo prosječno 94 %, a imala je također i najbolji visinski prirast.

WOLF i dr. (1992) navode kako su neke provenijencije iz istočne i jugoistočne Europe na njemačkim pokusima imale najveći mortalitet godinu dana nakon sadnje, ali su kasnije pokazale dobar do vrlo dobar rast. Južnonjemačke provenijencije te provenijencije iz susjednih područja istočne Francuske imale su dobar rast s malim mortalitetom. Uzimajući u obzir i mortalitet i visinski rast, najbolje su se iskazale provenijencije Pfalzgrafenweiler (Njemačka), Massif du Donon (Francuska), Donja Stupčanica (bivša Jugoslavija) i Avrig (Rumunjska).

## Varijabilnost promjera na vratu korjena i debljinskog prirasta

*Diameter variability on the root collar and diameter of increment*

Analizom varijance nije utvrđena značajna razlika između provenijencija na pokusu Brloško za svojstvo promjera i prirasta biljaka na vratu korjena u starosti biljaka od 3 + 4 i 3 + 5 godina. Daljnja, jasnija i značajna izdiferenciranost između provenijencija za ovo svojstvo očekuje se u sljedećim godinama. Koeficijent varijabilnosti za svojstvo prirasta promjera kreće se od 43,70 % kod provenijencije P-13 Belevine do 69,56 % kod provenijencije P-2 Zapadni Papuk. Najveći koeficijent varijabilnosti za svojstvo pro "Brloško" i "A-polje" mjera ima provenijencija P-4 Macelj u iznosu od 37,57 %.

Također je varijabilnost prirasta unutar provenijencija i u "A-polju" daleko veća od varijabilnosti promjera. Analizom varijance utvrđene su značajne razlike između provenijencija za svojstvo promjera i za svojstvo prirasta promjera na vra-

Tablica 6. Analiza varijance za promjere pokusa "A-polje" a) 3 + 4 i b) 3 + 5 godina  
 Table 6. Variance analysis for diameter in the "A-polje" experiment a) 3 + 4 and b) 3 + 5

a) 3 + 4 godine  
 3 + 4 years

Izvor varijab. Source	St. slobode DF	Sume kvadrata SS	Sred. kvad. od- stupanje MS	F	Pr > F
PROV	17	769,2689810	45,2511165	10,86	<.0001
Greška	1450	6043,047095	4,167619		
Total	1467	6812,316076			

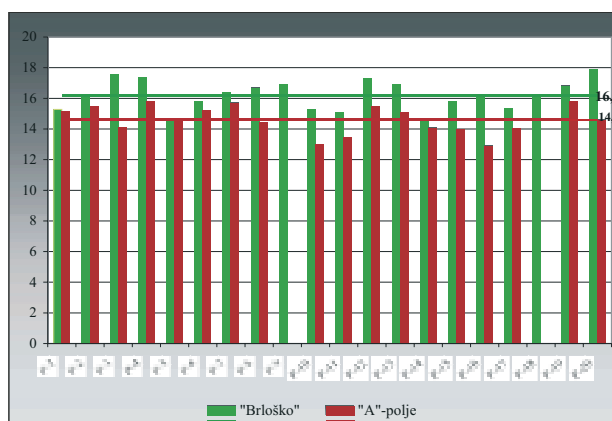
b) 3 + 5 godina  
 3 + 5 years

Izvor varijab. Source	St. slobode DF	Sume kvadrata SS	Sred. kvad. od- stupanje MS	F	Pr > F
PROV	17	1191,821273	70,107134	5,80	0001
Greška	1449	17501,34437	12,07822		
Total	1466	18693,16564			

tu korjena (Tablica 6.). Nije bilo presađivanja u drugo stanište što je bilo odlučujuće za debljinski prirast i dobivene razlike između istraživanih provenijencija u "A-polju".

Na Slici 7. prikazana je usporedba pokusa "Brloško" i "A-polje" za svojstvo prosječnih promjera biljaka u 2002. godini, kod starosti biljaka od 3 + 5 godina.

Iz Slike 7. razvidno je koje provenijencije u starosti biljaka 3 + 5 godina imaju veće promjere od prosjeka pokusa na obama lokalitetima (P-4 Macelj, P-7 Josipovac, P-12 Rudač 1, P-13 Belevine, P-19 Mašun i P-20 Podturen) i koje provenijen-



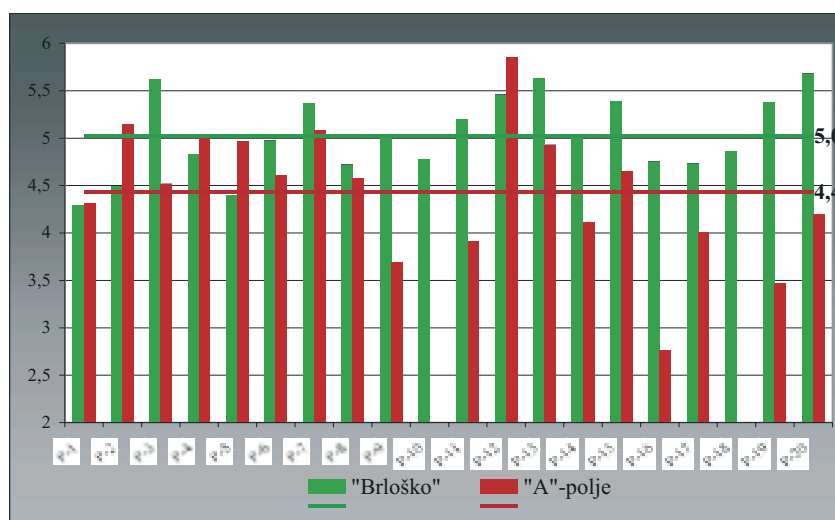
Slika 7. Odnos između prosječnih promjera korjenova vrata po provenijencijama u pokusima "Brloško" i "A-polje" 2002. godine (starost: 3 + 5 godine)

Fig. 7. Relation between average root collar diameters by proveniences in the experiments "Brloško" and "A-polje" 2002. (age: 3 + 5)

cije imaju manje promjere na oba lokaliteta (P-5 Bistranska gora, P-10 Miletka, P-11 Rudač 2, P-14 Rudnik, P-15 Duliba, P-16 Nadžak, Bilo i P-17 Rastovka). Prosječno veći promjer u pokusu "Brloško", a manji u "A-polju" imaju biljke provenijencije P-3 Trakošćan i P-8 Potočine-Crna kosa, dok biljke provenijencija P-1 Đedovica-Trešnjevica, P-2 Zapadni Papuk i P-6 Alilovica imaju veći promjer od prosjeka pokusa u "A-polju", a manji od prosjeka pokusa u "Brloškom". U 2002. godini prosječni promjeri svih provenijencija veći su na pokusu Brloško.

Na Slici 8. prikazani su odnosi prirasta promjera korjenovog vrata tijekom 2001./2002. godine na dvama kontrastnim staništima, "Brloško" i "A-polje". Razvidna je različitost odnosno izdiferenciranost u debljinskim prirastima između provenijencija na obama lokalitetima. Razlike između provenijenca pokusu "A-polje" nego kod pokusa "Brloško", što je uvjetovano selekcijskim pritiskom različitih staništa.

Daleko bolju prilagodbu u prirodnom području rasprostranjenja (Brloško) nego izvan prirodnog područja ("A-polje") imaju provenijencije: P-11 Rudač, P-19 Mašun i P-20 Podturen. Provenijencije P-1 Đedovica-Trešnjevica, P-2 Zapadni Papuk, P-4 Macelj i P-5 Bistranska gora iz sjemenske jedinice II.3.1. (međuriječje Save i Drave) imaju veći prirast promjera u pokusu "A-polje" nego u pokusu "Brloško". Također veći debljinski prirast u "A-polju" ima i provenijencija P-12 Rudač iz sjemenske jedinice III.3.1., međutim, njen je prirast i u "Brloškom" jedan od najboljih.



Slika 8. Odnos prirasta promjera korjenovog vrata tijekom 2001./2002. godine po provenijencijama u pokusima "Brloško" i "A-polje"

Fig. 8. Relation of increment in the root collar diameter during 2001/2002 by provenances in the experiments "Brloško" and "A-polje"

## ZAKLJUČCI CONCLUSIONS

1. U pokusu provenijencija obične jele (*Abies alba* Mill.) na lokalitetu “Brloško“ nije utvrđena statistički značajna razlika za svojstvo visina između dvadeset istraživanih provenijencija u starosti biljaka od 6 (3 + 3), 7 (3 + 4) i 8 (3 + 5) godina. Najveće prosječne visine postigla je provenijencija P-9 Gluhe Drage (46,75 cm), dok je najmanji prosjek visina imala provenijencija P-4 Macelj (35,94 cm).

2. U komparativnom pokusu provenijencija obične jele “A-polje“ utvrđena je statistički značajna razlika između provenijencija za svojstvo visina u starosti biljaka od 7 i 8 godina. Najveće prosječne visine imale su slovenske provenijencije, a najmanje visine imala je provenijencija P-10 Miletka (Gorski kotar).

3. Utvrđena je statistički značajna razlika na obama pokusima za svojstvo tečajnog visinskog prirasta, kako između provenijencija, tako i za individualnu varijabilnost unutar provenijencija.

4. Prosječne visine i tečajni visinski prirasti značajno su veći u pokusu provenijencija “Brloško“ u odnosu na pokus “A-polje“ u rasadniku tijekom istraživanih godina. Koeficijent korelacije za visine i tečajni visinski prirast između pokusnih ploha bio je nizak ( $r = 0,097$  do  $r = 0,200$ ), što ukazuje na fenotipsku nestabilnost istraživanih svojstava. Koeficijent korelacije za visine biljaka u odnosu na starost bio je osrednji do vrlo visok. Utvrđen je trend smanjivanja koeficijenta korelacije u “Brloškom“ u starosti od 6 (3 + 3) i 8 (3 + 5) godina od  $r = 0,802$  do  $r = 0,452$ . Očekuje se kako će se koeficijent korelacije smanjivati sa starošću biljaka.

5. Za svojstvo prosječnih promjera i tečajnog debljinskog prirasta utvrđena je statistički značajna razlika između provenijencija, kao i individualna varijabilnost unutar provenijencija na pokusu “A-polje“.

6. Prosječni postotak preživljavanja u pokusu “Brloško“ iznosio je 89,7 %, a u “A-polju“ 86,6 %. Bez obzira na utjecaj presadnje značajnih razlika u stanišnim uvjetima te na primjene agrotehničkih mjera, preživljavanje na obama pokusima vrlo je dobro.

Rezultati dosadašnjih istraživanja pokazali su kako najbolji rast i razvoj u starosti biljaka od 8 godina imaju provenijencije iz Gorskoga kotara, Velike Kapele i Velebita. Unatoč relativno maloj starosti biljaka rezultati pokazuju kako razdjelbu šuma obične jele na sjemenske jedinice treba i dalje pratiti, a ova istraživanja nastaviti.

## LITERATURA

### REFERENCES

- BECKER, A., 1971: Ökologische Varianz der Weisstanne und waldbauliche Folgerungen. Allg. Forstztg., 26 (49): 1011
- BRINAR, M., 1976: Fir seed viability in relation to provenance sites and climate, with respect to fir dieback. Zbornik gozdarstva in lesarstva, 14 (2): 155-190
- COMMARMOT, B., 1992: Internationaler Weisstannen-Herkunftsversuch in der Schweiz. In: B. PRPIĆ i Z. SELETKOVIĆ (eds.), 6. IUFRO – Tannensymposium, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 79-90, Zagreb.
- COMMARMOT, B., 1997: Provenance trial with Calabrian silver fir at different altitudes – first results. Schweizerische-Zeitschrift-fur Forstwesen, 148(5): 353-365
- DEBAZAC, E. F., N. CLAUDE, 1976: Nouvelles observations sur le débourrement et la croissance en longueur de quelques espèce de Sapins. Rev. Forest. Franc., 19 (3): 183-190.
- GRAČAN, J., A., KRSTINIĆ, S. MATIĆ, Đ. RAUŠ i Z. SELETKOVIĆ, 1999: Šumski sjemenski rajoni (jedinice) u Hrvatskoj. Rad. Šum. Inst., Jastrebarsko, 34 (1): 55-93.
- GRAČAN, J., 2001: Dostignuća na oplemenjivanju obične jele; Obična jela u Hrvatskoj. Akademija šumarskih znanosti i "Hrvatske šume" P O Zagreb: 334-338, Zagreb
- GRADEČKI, M., 2002: Varijabilnost nekih svojstava češera i sjemena obične jele (*Abies alba* Mill.) u dijelu prirodnog rasprostranjenja u Hrvatskoj. Magistarski rad, Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet, Zagreb.
- GUNIA, S., 1984: Höhenwachstum und morphologische Merkmale der fünfzehnjährigen Weisstanne (*Abies alba* Mill.) einiger heimischer und fremder Herkünfte am Nordrande ihres Naturverbreitungsgebiets in Polen, Ann. Warsaw Agricult. Univ.-SGGW-AR, For. And Wood Technol. 32, 1984: 31-40.
- HAUCK, O., 1974: Anatomicka diferenciacie kličnich rostlinek a dynamika rustu semenačku jedle belokore (*Abies alba* Mill.) Prirodoved fakulta UJEP, Brno, 89.
- KAJBA, D., 2001: Unutarpopulacijska i međupopulacijska varijabilnost obične jele. Obična jela u Hrvatskoj. Akademija šumarskih znanosti i "Hrvatske šume" P O Zagreb: 322-332.
- KOČIOVA, M., 1972: Fenologia slovenskych proveniencii jedle bielej (*Abies alba* Mill.). Ved. Prace VULH vo Zvolene, 16: 111-138.
- KRAL, F., 1980: Waldgeschichtliche Grundlagen für die Ausscheidung von Ökotypen bei *Abies alba*. In: 3. Tannensymposium, 158 – 168, Wien.
- KRAMER, W., B.R. STEPHEN, 1992: Zur Entwicklung von Herkünften der Weisstanne (*Abies alba* Mill.) in Nordwestdeutschland. In: B. PRPIĆ i Z. SELETKOVIĆ (eds.), 6. IUFRO – Tannensymposium, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 15-24, Zagreb.
- LARSEN, J. B. 1980: *Abies alba* – Provenienzen in Dänemark. In 3. Tannensymposium, Wien, 78-91
- LARSEN, J. B. 1986: Geography variation in silver fir (*Abies alba* Mill.) growth rate and frost resistance. Forstwissenschaftliches Centralblatt, Gottingen, 105 (5): 396-406
- LARSEN, J. B., F. MEKIĆ, 1991: The Geographic Variation in European Silver fir (*Abies alba* Mill.). Silvae Genetica 40, (5-6): 188-197
- LINES, R., 1979: Natural variation within and between silver firs, scottish Forestry 33 (2): 89 – 101
- MATIĆ, S., 2001: Proslov; Obična jela u Hrvatskoj. Akademija šumarskih znanosti i "Hrvatske šume" P O Zagreb 5-8, Zagreb



- MEKIĆ, F., 1988: Gaswechselphysiologische und morphologische untersuchungen an 5 - 6 jährigen weisstannen-provenienzen (*Abies alba* Mill.), Dissertation, 1988. Göttingen.
- PASTUSZKA, P., 1987: Results of provenance experiment with silver fir (*Abies alba* Mill.) in France. 5. IUFRO - Tannensymposium, 131-142 Zvolen.
- PAVARI, A., 1951: Esperienze e indagini su le provenienze e razze dell' Abete bianco (*Abies alba* Mill.). *Biologia* 32 (10): 729-737
- POTOČIĆ, N., 2002: Dinamika biogenih elemenata u iglicama obične jele (*Abies alba* Mill.) različitog stupnja osutosti krošanja. Magistrski rad, Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet, Zagreb.
- PRPIĆ, B., 1999: Ekološki sustavi i staništa, U: Pregled stanja biološke i krajobrazne raznolikosti Hrvatske sa strategijom i akcijskim planovima zaštite, Državna uprava za zaštitu prirode i okoliša, 16-39, Zagreb.
- PRPIĆ, B. 2001: Uvod. Obična jela u Hrvatskoj. Akademija šumarskih znanosti i "Hrvatske šume" P O Zagreb: 11-17 Zagreb.
- RUETZ, W. F., FRANKE, A., STIMM, B., 1998: Der Süddeutsche Weisstannen (*Abies alba* Mill.)- Provenienzversuch, Jungendentwicklung auf den Versuchsflächen. *Allg. Fors. Und J. Ztg.*, 169 (6/7): 116 – 126
- SVOBODA, P., 1953: Lesní dřeviny a jejich porosty. SZN, 411 Praha.
- VIDAKOVIĆ, M., J, GRAČAN, 2001: Očuvanje genofonda obične jele; Obična jela u Hrvatskoj. Akademija šumarskih znanosti i "Hrvatske šume" P O Zagreb: 346-348, Zagreb.
- WOLF, H., W. F. REUTZ, A. FRANKE, 1992: Der suddeutsche Weisstannen –Provenienzversuch: III. Entwicklung der Herkunft der Aussaat 1982 auf den Versuchsflächen bis zum Alter 8 Jahre. In: B. PRPIĆ I Z. SELETKOVIĆ (eds.), 6. IUFRO – Tannensymposium, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 67-78, Zagreb.

## VARIABILITY OF SOME CHARACTERISTICS OF SILVER FIR (*Abies alba* Mill.) IN A PROVENANCE TEST "BRLOŠKO"

### Summary

*The Silver fir (Abies alba Mill.) is one of the most valuable coniferous species in Croatia. Apart from the Peduncled oak it ranks as the most important forest species in the country. Nevertheless, Silver fir is one of the most endangered species. The percentage of significantly damaged trees in 2001 amounted to 70%. Due to the intensive dieback of Silver fir, Croatia, in relation to the forest decline in other European countries, unfortunately is above the European average. In Europe the dieback of Silver fir has been stopped, i.e. stabilised, over the last decade.*

*The first investigations on the growth of different Silver fir provenances in Croatia commenced with the collection of seed in the autumn of 1994. Samples of cones (seed) were collected in 18 acknowledged and selected seed stands in Croatia, and in two seed stands in Slovenia, lead to the establishment of an early test in the Institute's tree nursery. For the purpose of further investigation in regions of the Forest Administration, Delnice Branch-Office, Fužine Forest Office, locality of "Brloško", in 2000 a field experiment on Silver fir provenances, was established.*

*The main objective of this investigation is to determine the variability of some characteristics in Silver fir (*Abies alba* Mill.), both inter-provenances and intra-provenances. In addition, the aim of this investigation is determination of growth, development and survival rate of the provenance in seed units, consequently leading to possible changes (and supplementation) of the division of Silver fir forests into seed stands in Croatia. By the establishment of the experiment in different environments ("Brloško"-Gorski Kotar and "A-polje"-Jastrebarsko) confirmation was achieved of the existing differences in the growth of Silver fir provenances in different site conditions.*

*Statistically significant difference, both inter-provenances, and also individual variability intra-provenances, was determined with regard to the characteristics of height increment in both experimental provenances.*

*In the experiment on Silver fir provenances, at the "Brloško" locality, there was no statistically significant difference confirmed for the characteristics of height among twenty investigated provenances in plants aged 6 (3 + 3), 7 (3 + 4) and 8 (3 + 5) years. With regard to the statistically significant difference in the increment of plants in the "Brloško" experiment, it is expected that during the next few years further clearer differentiation will occur between the provenance with regard to the characteristic of height. In a comparative experiment in a Silver fir provenance "A-polje", statistically significant difference between provenances was confirmed for the characteristics of height, in plants aged from 7 to 8 years. Average plant height of the same age 3 + 5 years in "A-polje" (31.23 cm) was one quarter less than the average plant heights in the "Brloško" experiment (41.85 cm).*

*For the characteristics of average diameters and current diameter increment, a statistically significant difference was determined between the provenances and also an individual variability within the provenances in the "A-polje" experiment.*

*Survival of provenance plants was virtually stabilised the first three years. Average survival percentage in the "Brloško" experiment amounted to 89.7%, and in "A-polje" 86.6%.*

*Investigation results up to now show that the best growth and development of plants occurred at the age of eight years in the provenances originating from Gorski Kotar, Velika Kapela and Velebit. In spite of the relatively young age of the plants, the results show that the division of Silver fir forests into seed units should be further monitored, and this investigation continued.*

**Key words:** *Silver fir, provenances, height variability, diameter, increment, survival*