

# RADOVI

ŠUMARSKOG FAKULTETA I INSTITUTA  
ZA ŠUMARSTVO U SARAJEVU

Koprivica M.:

ZAVISNOST VELIČINE TAKSACIONIH ELEMENATA STABLA,  
KVALITETA I OBLIKA DEBLA EVROPSKOG ARIŠA (*larix decidua*  
MILL.) OD PROVENIJENCIJE U OGLEDU BATALOVO BRDO KOD  
SARAJEVA

DIE ABHÄNGIGKEIT DER GRÖSSE TAXATIONER BAUMELEMENTE,  
DER QUALITÄT UND STAMMFORM DER EUROPÄISCHEN  
LÄRCHE (*larix decidua* MILL.) VON DER HERKUNFT IM VERSUCH  
BATALOVO BRDO BEI SARAJEVO

**ТРУДЫ**

Лесного Факультета и Института лесного хозяйства в Сараеве

**WORKS**

of the Faculty of Forestry and Institute for Forestry of Sarajevo

**TRAVAUX**

de la Faculté Forestière et de l'Institut des recherches forestières  
de Sarajevo

**ARBEITEN**

der Forstlichen Fakultät und Institut für Forstwesen in Sarajevo

**Redaktion — Redaction**

Sarajevo, Zagrebačka 20 — SFR Jugoslavija

Издание Лесного Факультета и Института лесного  
хозяйства в Сараеве

Edition of the Faculty of Forestry and Institute for Forestry  
in Sarajevo

Edition de la Faculte Forestière et de l'Institut des recherches  
forestières à Sarajevo

Ausgabe der Forstlichen Fakultät und Institut für Forstwesen  
in Sarajevo

YU ISSN 0581-748 X

# RADOVI

ŠUMARSKOG FAKULTETA I INSTITUTA  
ZA ŠUMARSTVO U SARAJEVU

GODINA XXIV (1979.)

KNJIGA 24. SVESKA 3

---

SARAJEVO, 1980.

U r e đ u j e:

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

U r e d n i k: prof. dr Ostoja STOJANOVIĆ

Rad koji se objavljuje u ovoj svesci je

M a g i s t a r s k i r a d

branjen 12. jula 1977. godine na Šumarskom fakultetu u Sarajevu  
pred komisijom u sastavu:

Prof. dr Ostoja STOJANOVIĆ, dipl. inž., red. profesor Šumarskog  
fakulteta u Sarajevu

Prof. dr Petar DRINIĆ, dipl. inž., red. prof. Šumarskog fakulteta  
u Sarajevu

Prof. dr Konrad PINTARIĆ, dipl. inž., red. prof. Šumarskog fakul-  
teta u Sarajevu

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.



KOPRIVICA M.:

1. JUNE 1-PROBLEM

ZAVISNOST VELIČINE TAKSACIONIH ELEMENATA STABLA, KVALITETA I  
OBLIKA DEBLA EVROPSKOG ARIŠA (*LARIX DECIDUA* MILL.) OD PROVE-  
NIJENCIJE U OGLEDU BATALOVO BRDO KOD SARAJEVA

DIE ABHÄNGIGKEIT DER GRÖSSE TAXATIONER BAUMELEMENTE, DER  
QUALITÄT UND STAMMFORM DER EUROPÄISCHEN LÄRCHE (*LARIX DE-  
CIDUA* MILL.) VON DER HERKUNFT IM VERSUCH BATALOVO BRDO  
BEI SARAJEVO

## S A D R Ž A J

	Strana
1. UVOD I PROBLEM - - - - -	5
2. OSVRT NA OGLED S GENETSKOG ASPEKTA - - - - -	9
3. OBJEKT I METOD ISTRAŽIVANJA - - - - -	10
3.1. Objekt istraživanja - - - - -	10
3.1.1. Opis tipa ogleda - - - - -	14
3.2. Metod rada - - - - -	15
3.2.1. Radovi na terenu - - - - -	15
3.2.2. Metod analize podataka - - - - -	17
4. REZULTATI ISTRAŽIVANJA - - - - -	27
4.1. Debljine i debljinski prirast stabla - - - - -	27
4.1.1. Debljine - - - - -	28
4.1.2. Debljinski prirast - - - - -	33
4.2. Visine i visinski prirast stabla - - - - -	39
4.2.1. Visine - - - - -	40
4.2.2. Visinski prirast - - - - -	45
4.3. Zapremina i zapreminski prirast stabla - - - - -	50
4.3.1. Zapremine - - - - -	51
4.3.2. Zapreminski prirast - - - - -	54
4.4. Oblik debla - - - - -	58
4.5. Kvalitet debla - - - - -	61
5. ZAKLJUČCI - - - - -	69
ZUSAMMENFASSUNG - - - - -	73
LITERATURA - - - - -	77
PRILOG - - - - -	79

## 1. UVOD I PROBLEM

Osnovni cilj šumarske teorije i prakse jeste da zajednički djeluju da se dobije najveći prinos\* po veličini i kvalitetu, odnosno da se maksimalno iskoristi produkciona moć (jednog) staništa. Za ispunjavanje ovog zadatka postoji niz mjera medju kojima značajno mjesto zauzima unošenje stranih brzorastućih vrsta četinaru prilikom osnivanja novih šumskih kultura ili u već postojeće šumske sastojine. U BiH ova mjera ima svoje puno opravdanje.

Iz literature i prakse poznato nam je da se šume BiH nalaze u vrlo lošem stanju što je nesumnjivo potvrdila inventura šuma na velikim površinama koju je proveo prof. M a t i ć sa saradnicima u periodu od 1964. do 1968. godine. Inventura je pokazala, izmedju ostalog, jako nepovoljan odnos izmedju površina visokih i niskih šuma, liščara i četinaru kao i loš kvalitet stabala. Da bi se popravilo takvo stanje u Smjernicama za razvoj bosansko-hercegovačkog šumarstva od 1971-2005. godine koje su izradili M a t i ć, D r i n i ć i P i n t a r i ć, predlaže se niz mjera. Navedeni autori predlažu da se najviše može učiniti u tom pogledu prevodjenjem bukovih i hrastovih "niskih"\*\*\* šuma (šikara) u visoke šume, boljeg sastava vrsta drveća i većih prinosnih mogućnosti.

Prema navedenoj inventuri šuma visoke šume u društvenoj svojini zauzimaju 1,023.000 ha, a "niskih" šuma i šikara ima:

---

\* Prinos je, prema V. M a t i ć u, proizvedena količina drveta u godini po ha.

\*\* Pod pojmom "niske" šume u Inventuri se podrazumijevaju one šume čija su se stabla razvila iz izbojaka, panjeva i žila bez obzira da li se njima gazduje kao niskim šumama ili ne.



- bukovih "niskih" šuma i šikara, oko	228.000 ha,
- hrastovih "niskih" šuma i šikara (uglavnom hrasta kitnjaka) oko	120.000 ha i
- "niskih" šuma i šikara termofilnih hrastova oko	191.000 ha.

Od ukupne površine bukovih "niskih" šuma i šikara predviđeno je da se 23% prevede u mješovite šume podesnih stranih četinarara, bukve i plemenitih lišćara. Prvenstveno se mislilo na kategoriju srednjih i loših stanišnih uslova mezofilnije varijante ispod 500 m/nv.

Pitanje izbora vrste drveća je osnovna i najvažnija komponenta prilikom rješavanja tehničkog cilja, za pojedine gazdinske klase odnosno proizvodne tipove\*. Posebna teškoća se javlja u tom pogledu pri unošenju stranih vrsta drveća. Domaća iskustva su još uvijek mala a prenošenje stranih iskustava i oslanjanje na poznavanje bioloških osobina vrste pokazalo se kao nedovoljno. Greške su ponekad bile ogromne i nepopravljive ili se, u najblažem slučaju, dešavalo da produkciona moć staništa ne bude maksimalno iskorištena.

Da bismo došli do odgovarajućih saznanja potrebni su nam dugoročni, planski i sistematski postavljeni i vodjeni ogledi s vrstama koje karakteriše brz rast i dobar kvalitet drveta, u različitim stanišnim uslovima i omjerima smjese. Jedna od vrsta drveća u kojoj su sjedinjene navedene odlike jeste evropski ariš (*Larix decidua* Mill.). Medjutim, evropski ariš ima veoma širok prirodni areal vrlo raznolikih ekoloških uslova, a posebno klimatskih. U takvim uslovima izdiferenciralo se mnogo rasa (populacija) i ekotipova. Da bi se provjerile proizvodne mogućnosti te vrlo važne ekonomske vrste u našim uslovima, prof. P i n t a r i ć je u sklopu internacionalnog oglada evropskog ariša, kojim rukovodi prof. S c h o b e r , postavio 1961. godine jedan dugoročni ogled sa raznim provenijencijama evropskog ariša u Rakovici (Batalovo brdo) kod Sarajeva. Ogled se nalazi u pojasu montane bukove šume na nadmorskoj visini 635 m, na mjestu gdje je posjećena bukova "niska" šuma. O bližoj lokaciji i tipu oglada biće govora kasnije.

\* Prema Ć i r i ć - S t e f a n o v i ć - D r i n i ć e v o j definiciji proizvodni tip je "skup svih osnovnih tipova šuma koji imaju približno jednake ekološke karakteristike i proizvodne sposobnosti i koji zahtijevaju jednak uzgojni tretman".

Nakon izloženog, možemo definisati osnovni iza praksu najbitniji problem ovako: koji ekotip, populacija evropskog ariša, najbolje odgovara ekološkim uslovima u kojim se ogled nalazi? Rješavanjem ovoga problema bićemo u mogućnosti (na osnovu jasnog poznavanja porijekla smjenena i stanišnih uslova analiziranog ogleda) da s većom sigurnošću preporučimo šumarskoj praksi provenijenciju koja je pokazala najveću i najkvalitetniju proizvodnu moć.

Da bismo uspješno odgovorili na postavljeno pitanje potrebno je provesti niz matematsko-statističkih analiza i stručnih razmatranja. U stvari, navedeni problem se može preciznije definisati ovako: koliko zavisi veličina taksacionih elemenata stabla, kvalitet i oblik debla evropskog ariša (*Larix decidua* Mill.) od provenijencije? Ovaj problem razmotrićemo detaljnije da bismo dali odgovor na jedno važno ali prilično zapostavljeno pitanje. Naime, nama su iz nauke o prirastu uglavnom poznati odnosi veličina i zakonitosti razvitka taksacionih elemenata pojedinih vrsta, ali na žalost rijetko se od pojma vrste išlo dublje, iako se svi autori iz područja istraživanja prirasta slažu da pored niza faktora koji utiču na razvoj i veličinu taksacionih elemenata značajno mjesto zauzima rasa i provenijencija. Postavljeni ogled je odlična prilika da se to barem djelimično provjeri. Mi pretpostavljamo da treba ići na dublja razmatranja unutar vrste i da se upravo tu krije uzrok čestog neuspjeha u radu s vrstama i velika mogućnost povećanja prirasta, odnosno prinosa. Prečutno se zaboravlja na genetiku i dinamičnost evolucije, valjda i zbog potrebe za dugoročnim i sistematskim istraživanjima.

U prilog učinjenoj konstataciji i opravdanosti postavljanja navedenog problema navodimo nekoliko tvrdnji pojedinih autora. Tako, npr. S t a m e n k o v i ć navodi (21, str. 105) sljedeće: "Na visinski prirast i razvoj visine u toku života na jednom staništu utiče i porijeklo ili provenijencija stabla. To znači da će se na jednom staništu stabla razvijati u visinu utoliko bolje ukoliko je porijeklo sjemena ili sadnica sa približno odgovarajućeg staništa". Ovu konstataciju autor daje na osnovu istraživanja provedenih u 25-godišnjim smrčevim sastojinama u švajcarskoj prema Nägeli-Nägeliu. Smatramo da se ova konstatacija može manje-više prenijeti i na ostale taksacione elemente stabla, jer kako je poznato, oni se nalaze u stohastičkoj vezi. U Danskoj su takodje provedena istraživanja uticaja provenijencije smrče i bijelog bora, u 25-go-



dišnjim sastojinama, na prosječnu širinu goda (2, str. 102). Rezultati istraživanja ukazuju na velike razlike u prosječnoj širini goda u sastojinama podignutim iz sjemena udaljenih regiona i male razlike za sastojine iz sjemena susjednih regiona. M a t i ć (6, str. 19) u tom pogledu navodi sljedeće: "Početak i kraj prirašćivanja u debljinu zavisi, pored ostalog, od stanišnih prilika uopšte, kao i vremenskih prilika u tekućoj godini, provenijencije sjemena itd."

Izvjesta istraživanja u tom smislu proveo je P i n t a r i ć u ovom ogledu zaključno sa starošću od 10 godina. Ta istraživanja su pokazala da postoje značajne razlike u visini, visinskom prirastu, debljini i debljinskom prirastu (12 i 13).

U vrijeme uzimanja uzoraka (stabala) za analizu ogled je bio star 17 godina i sa te strane na stablima ove starosti prema T u c o v i ć u (23, str. 408) može se uspješno ispitivati (rješavati) pitanje forme debla (obličnog broja), grananje i sl. Ogled koji traje najmanje 2/3 sječive zrelosti tek nam može reći pouzdano o visinskom, debljinskom i zapreminskom prirastu. Medjutim, naš cilj nije prvenstveno da konstatujemo veličinu taksacionih elemenata već da otkrijemo da li postoje razlike (i imaju li praktičnog značaja) u veličini i razvoju taksacionih elemenata, u kvalitetu i obliku debla u proteklim starosnim periodima (po 3 godine) do danas, da kažemo nešto više o sigurnosti te ocjene i predvidimo najpodesniju provenijenciju u budućnosti i tako, iako na mladim stablima i pojedinačnom slučaju, doprinesemo rješavanju navedenih problema.

Prema istraživanjima R o h m e d e r a i S c h o n b a c h a 1959. (prema P i n t a r i ć u 13) tek poslije 10-15 godina starosti mogu se dati vjerodostojniji zaključci u pogledu nasljedjene brzine prirašćivanja. Ova konstatacija i konstatacija T u c o v i ć a (23, str. 408) da se u ogledima ove starosti mogu uspješno dobiti saznanja o osobinama koje utiču na kvalitet stabala, daju nam puno opravdanje za izvodjenje predviđenih analiza, tim prije što se radi o evropskom arišu - vršči drveća čiji prirasti veoma rano kulminiraju.

## 2. OSVRT NA OGLED S GENETSKOG ASPEKTA

Evropski ariš je vrsta koja ima relativno širok prirodni areal s velikom ekološkom amplitudom i u različitim ekološkim uslovima postiže i izrazito različite veličine taksacionih elemenata (visina, debljina, zapremina, zapreminski koeficijent, koeficijent oblika, prirast itd.). Stoga pravilnom izboru provenijencije evropskog ariša, koji se unosi u naše šume i u kojima se javlja kao alohtona vrsta (izuzev Slovenije), moramo posvetiti punu pažnju.

Pokušaćemo da s genetskog aspekta objasnimo, otkuda toliko šarenilo i razlike u kvalitativnim i kvantitativnim osobinama unutar vrste. Djelimično je tačno da su ove razlike prvenstveno posljedica sredine. Medjutim, nakon mnogih mjerenja i statističke obrade podataka došlo se do saznanja da se kvantitativna svojstva nasljeduju slično kao i kvalitativna, tj. da je genetsku varijabilnost teško odvojiti od uticaja sredine, odnosno ta dva faktora djeluju u interakciji gdje postoji izvjesna ravnoteža koja može biti ponegdje manje-više narušena (23), najčešće tamo gdje vladaju ekstremni faktori staništa. Ovaj tipogleda, zahvaljujući načinu postavljanja, maksimalno eliminiše različit uticaj faktora sredine, tj. svim provenijencijama omogućava podjednake uslove staništa za razvoj. No ipak, kako ćemo vidjeti u daljnjem radu, javljaju se između provenijencija velike razlike koje su s praktičnog stanovišta i te kako značajne. Smatramo da su ove razlike prvenstveno posljedica genetskih faktora. Razlike postoje počevši od individua nastalih iz sjemena stabala iste provenijencije. P i n t a r i ć (12) je istraživao dvogodišnje sadnice evropskog ariša i došao do sljedećeg zaključka: "Unutar jedne provenijencije postoje signifikantne razlike u prirastu u visinu kod biljaka koje potiču iz sjemena sa različitih stabala iste provenijencije. Te razlike mogu čak biti veće nego razlike između provenijencija". Medjutim, mi smatramo da to ima značaja ali da je to zadatak genetike koji bi nas u ovom radu daleko odveo. Mi moramo posmatrati skup individua sa različitim genotipom ali za sebe bliskim (sličnijim) u odnosu na neki drugi skup individua. Po svemu sudeći naše provenijencije se mogu najbliže poistovjetiti sa ekotipovima, ako se ekotip shvati kako ga je definisao T u r e s o n 1922. godine (23, str. 229) prema kome je to: "Grupa genotipova na izvjesnom (lokalnom) staništu". Ekotip se for-



mira pod uticajem prirodne selekcije kao rezultat djelovanja spoljašnjih (ekoloških) i unutrašnjih (genetska konstitucija) faktora. Na žalost, ekotipovi su rijetko jasno prostorno odvojeni. Medjutim, mi poznajemo porijeklo sjemena (stanišne prilike), te znamo i iz kojih područja potiču naše provenijencije koje ostvaruju najbolji kvalitet i veličinu taksacionih elemenata. Takodje smo u mogućnosti da analiziramo razlike između rasa (populacija) alpskog i karpatskog ariša kao i između vrsta japanskog i evropskog ariša.

Cilj nam je da pronadjemo provenijenciju koja je i genetski superiorna ne samo u pogledu kvaliteta debla nego i veličine taksacionih elemenata, a kako smo već istakli fenotip zavisi od genotipa koliko i od sredine. Genotip se najbolje provjerava, odnosno odražava, u visini biljaka (stabala), a ostala svojstva manje-više zavise od položaja stabla u sastojini, od mikroklimatskih uslova itd. U tom smislu S i n o t (19, str. 253) tvrdi: "Relativna važnost prirode je najveća u varijabilitetu visine biljke ...". Od istog autora navodimo i konstataciju koja nedvosmisleno ukazuje na potrebu za dubljim istraživanjima unutar vrste, tj.: "Populacije u zemljama sa različitim sredinama postaju adaptirane na ove sredine i nagomilavaju brojne genetske razlike jer se rase mogu razlikovati u mnogim genima baš kao i vrste".

Na dug put i dinamičnost evolucije ne smije se zaboraviti, mora se ići u dublja razmatranja unutar vrste, a posmatrano sa aspekta prirasta znači ići na ispitivanja odnosa (u veličini taksacionih elemenata i kvalitetu debla) između rasa i ekotipova.

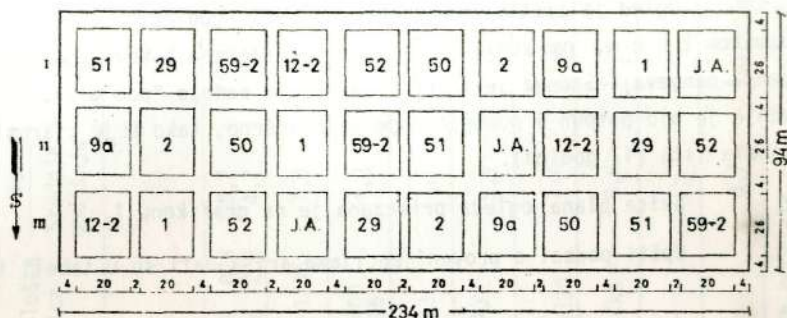
Smatramo da je izloženo dovoljno za daljnje praćenje rezultata rada, izvlačenje pravilnih zaključaka i njihovo objašnjenje.

### 3. OBJEKT I METOD ISTRAŽIVANJA

#### 3.1. OBJEKT ISTRAŽIVANJA

Već smo napomenuli da je objekt našeg istraživanja sedamnaestogodišnji ogled evropskog ariša raznih provenijencija postavljen u Rakovici (Batalovo brdo) kod Sarajeva. Bliže podatke o lokaciji, planu ogleda kao i podatke o provenijencijama prenosimo iz radova prof. P i n t a r i ć a (12 i 13). Podaci o lokaciji su sljedeći:

PLAN OGLEDA



GRAF. I

Šumsko-privredno područje	Jahorina-Igman
Gospodarska jedinica	Zujevina
Lokalni naziv	Batalovo brdo
Nadmorska visina	635 m
Ekspozicija	sjeverna
Nagib	10-15°
Geološka podloga	krečnjak
Vrsta tla	pjeskovita ilovača
Tip tla	smedje tlo
Dubina tla	duboko
Srednja godišnja temperatura	9,7°C
Srednja temperatura u periodu V-IX	17,0°C
Trajanje vegetacionog perioda	187 dana
Temperatura najhladnijeg mjeseca	- 1,2°C
Srednja temperatura najtoplijeg mjeseca	19,8°C
Godišnje kolebanje temperature	21,0°C
Apsolutne maksimalne temperature	38,1°C
Apsolutne minimalne temperature	- 23,4°C
Godišnja količina oborina	920 mm

Oborine u periodu V-IX	392 mm
Relativna vlažnost zraka u periodu V-IX	65%
Šumska zajednica	<i>Fagetum montanum</i>
Karakteristike sastojine	šikara bukve

Ogled je postavljen u proljeće 1961. godine sa sadnicama 2+0, razmakom 2 x 2 m, na zemljištu gdje je posječena bukova šikara (bez vadjenja panjeva). Sadnja je izvršena tehnikom sadnje "pod mač". Uspjeh sadnje je bio potpun i popunjavanje nije vršeno, tako da je starost svih stabala ista (17 godina).

Skica plana ogleda prikazana je na grafikonu 1.

Opšti podaci o provenijencijama ariša dati su u tabeli 1.



OPŠTI PODACI O PROVENIENCIJAMA ARIŠA

Tabela 1

Područje	Broj provenijencije	Lokalitet	Zemlja	Nadmorska visina	Geografski položaj	Meteorološka stanica	Temperatura		Oborine
							Srednja godišnja	U periodu V-IX	
F <sub>2</sub> -Hibrida									
L. Lept. X	29	Dunkeld	Velika Britanija	185-425	56°46', 30 51'				
L. Lept.									
Tirol	2	Schänwies	Austrija	1100	47°12', 10°40'	Landecil Fernpras	829 1209	8,2 4,7	721 1264
Unutrašnji Alpi	12-2	Sterzing Flains	Italija	1100	46°54', 11°26'	Fleres	1246	7,0	788
Alpi-Tauern	1	Möderbrugg	Austrija	1350	47°20', 14°32'	St. Johann a.T. 1035		4,8	850
Sudeti	50	Krno Jägendors	ČSSR	400-500	50°06', 17°34'	Krnov	313	7,7	588
Karpati - Niske Tatire	51	Cierny Vah	ČSSR	800	49°00', 15°53'	Liptovský Hradok		5,9	744
Karpati Visoke Tatire	52	Strbske Pleso	ČSSR	1370	49°07', 20°04'	Strbske Pleso 1320		3,2	983
Karpati	59-2	Brezovička	ČSSR	830	49°07', 20°49'	Brezovička		8,6	799
Hondo Japan	Jap. ariš	Japan	Japan	-	-	-	-	-	-
Bečka šuma	9a	Lammeran	Austrija	610	15°56', 48°03'	Brand Leaben		8,7	944

Napomena: Sjeme japanskog ariša dobiveno je direktno iz Japana. bez ikakvih bližih podataka.

### 3.1.1. OPIS TIPA OGLEDA

Ogled je postavljen po tipu slučajnog blok sistema sa manjim korekcijama koje je predložio B e h r e n s, koji potpuno ispravno smatra da će rezultati jednog ogleda biti tačniji ukoliko su provenijencije bolje izmiješane na oglednoj površini, radi isključivanja uticaja zemljišta u najvećoj mjeri. O predloženoj korekciji biće govora nešto kasnije.

Slučajni blok sistem je jedan od najjednostavnijih i najčešće upotrebljavanih planskih eksperimenata, sasvim dovoljan kad se radi o istraživanjima ove vrste. Pored jednostavnosti on je prilagodljiv terenu i efikasan u reduciranju eksperimentalne greške\*, - do čijeg smanjenja nam je najviše stalo u eksperimentalnom radu (da bi uticaj tretmana došao do punog izražaja).

Ogled se sastoji iz tri bloka (repeticije) izdvojena na terenu u pravcu izohipsi i deset provenijencija (tretmana). Ispunjava tri osnovna principa planiranja ogleda; slučajan raspored parcela, ponavljanje i lokalna kontrola.

Princip potpune slučajnosti je djelimično narušen, ali sa tendencijom da se još više smanji uticaj nekontrolisanih faktora. Naime, slučajni blok sistem zahtijeva da blokovi, posmatrani pojedinačno budu što homogeniji i da se u svakom bloku nalaze svi tretmani. Statistički je najispravnije ako se mjesta tretmana u bloku odrede potpuno slučajnim izborom (lutrijski, tablicama slučajnih brojeva itd.), zato što se matematsko-statističke metode (koje se koriste za analizu) baziraju na tom principu.

Korekcija potpuno slučajnog rasporeda sastoji se u tome da se dionice istih provenijencija po mogućnosti ne smiju dodirivati, čak ni uglovima.

Ponavljanje je nužno radi eliminisanja uticaja zemljišta, mikroklima i mikroreljefa. Matematsko-statistički postupci omogućavaju da se utvrdi minimalan broj ponavljanja da bi se dobila statistički značaj-

---

\* Eksperimentalna greška je mjera varijacija nastalih usljed slučajnih uzroka i svih onih faktora koji se ne mogu kontrolisati, odnosno izdvojiti kao sistematske varijacije.



na razlika između tretmana. Načelno se smatra da taj broj ne treba da bude manji od 4, a preporučuje se i nešto veći broj ponavljanja pa čak i do 10 (1, str. 81).

Lokalna kontrola je u potpunosti provedena specijalnim rasporedom tretmana i izdvajanjem svih faktora koji djeluju kao sistematska varijacija, što je nesumnjivo dovelo do smanjivanja eksperimentalne greške. Izdvajanje sistematskih varijacija provedeno je tako da je omogućeno nesmetano odvijanje oglada.

Ogled ima tri repeticije i s te strane mu se može prigovoriti, ali pošto se radi o prilično jednoličnom zemljištu, mikroklimatskim i reljefskim uslovima smatramo da to neće imati bitnijeg uticaja na rezultat analiza. Upotrebljen je pravougaoni oblik parcela (eksperimentalnih jedinica) 20 x 26 m, postavljenih dužom stranom u pravcu najvećeg nagiba. Veličina parcela iznosi 520 m<sup>2</sup> što se može smatrati dovoljnim za ova istraživanja. Na svakoj parceli se nalazi dovoljan broj stabala (otprilike preko 40) za različita razmatranja u ovoj starosti.

## 3.2. METOD RADA

### 3.2.1. RADOVI NA TERENU

U jesen 1975. godine, poslije vegetacionog perioda i u proljeće 1976. godine prije početka vegetacionog perioda, obavljene su svi terenski radovi čiji su podaci korišteni u ovom radu. U ogledu su izvršeni sljedeći radovi:

1. Izmjerene su debljine ( $d_{1,30}$ ) svim stablima izuzev rubnih\* (rub oko svake parcele). Na svakoj parceli odabrali smo 20% najdebljih stabala, smatrajući da su to pravi nosioci razvoja sastojine, obračunali njihov aritmetički srednji prečnik i pronašli tri stabla približno tom prečniku koja su posječena i uzeti koturovi za uobičajenu dendrometrijsku analizu. Koturovi su uzeti na presjecima 0,30; 1,30 i dalje na svaka 2 m. Ukupno je posječeno 87 stabala, umjesto 90 koliko je bilo potrebno

\* Rubna stabla, u odnosu na ostala na parceli, imaju veći prostor za razvoj, a poznato je iz nauke o prirastu da upravo prostor ima najveći uticaj na razvoj stabla u debljinu. Uzimanje tih stabala sa ostalim može da dovede do pogrešnih zaključaka.

navedenim postupkom. Na jednoj parceli nismo mogli pronaći stabla koja ispunjavaju navedeni uslov, o čemu ćemo pisati, detaljnije, kasnije. Prečnici svih stabala mjereni su s tačnošću do na 1 cm. Oborenim stablima premjerene su dužine (visine) s tačnošću do na 1 cm. Stabla su takodje premjerena Hoenadlovim sekcionim metodom (tačnost prečnika do na 1 mm) radi analize oblika debla. Izmjeren je i periodični visinski prirast za posljednje tri godine (s tačnošću do na 1 cm).

2. Na svakoj parceli u ogledu, prof. P i n t a r i ć jerani je izdvojio po 20 stabala - budućih nosilaca razvoja. Stabla su numerisana i na njima će se pratiti dalje promjene. Takodje su bila doznačena i stabla za prvu proredu (sa težnjom da pored numerisanih stabala ostane što pravilniji raspored stabala na parceli). Doznačena stabla su oborena i premjerena Hoenadlovim sekcionim metodom (5 sekcija jednakih relativnih dužina). Na njima je takodje mjeran periodični visinski prirast (posljednje 3 godine) i periodični debljinski prirast (posljednjih 10 godina). Ukupan broj premjerenih stabala za pojedine provenijencije, broj stabala uklonjenih proredom kao i približan intenzitet prorede (s obzirom na broj stabala) dat je u tabeli 2.

Tabela 2

Provenijencija	50	51	59-2	52	2	1	12-2	9a	29	Jap. ariš	Ukupno
Premjereno stabala	187	207	171	143	240	180	250	133	190	163	1864
Uklonjeno proredom stabala	96	94	66	49	102	74	103	49	84	65	782
Intenzitet prorede u %	51	45	39	34	43	41	41	37	44	40	42

Napominjemo da je u broj proredom uklonjenih stabala ušao i broj stabala posječenih za dendrometrijsku analizu, kao i jedan manji broj stabala koji je pripadao rubnih stablima, a pri potpunom premjeru rubna stabla nisu uopšte mjerena tako da su intenziteti sječa orijentacioni.

3. Ocijenjen je kvalitet svih stabala (kojim je mjeran prečnik) pomoću tri kriterija, o čemu će biti više govora prilikom analize kvaliteta.



### 3.2.2. METOD ANALIZE PODATAKA

Nakon uobičajene dendrometrijske analize stabla (11, str. 206) došli smo do velikog broja podataka na koje je primijenjen statistički metod poznat pod imenom ANALIZA VARIJANSE.

Prije nego što izložimo jedan primjer analize varijanse u slučajnom blok sistemu kazaćemo nešto više o opravdanosti primjene tog metoda kao i načina testiranja razlike između sredina tretmana (provenijencija).

Ogledne parcele možemo posmatrati kao uzorke\* osnovnih skupova (sastojina iz kojih potiče provenijencija - tretman) koji su s obzirom na posmatrana obilježja najbliži normalnoj distribuciji pa prema tome i uzorci (graf. 3a i 3b). Iz uzgojnih razloga, koje smo već naveli nismo analizirali cijele uzorke nego njihov dio, tj. 20% najdebljih stabala, te smo tako vještački stvorili i nastavili da posmatramo dio uzorka (poduzorak) čija raspodjela stabala s obzirom na analizirano obilježje (taksacioni elemenat) nije normalna nego kosa što se vidi na graf. 2. I pored toga što primijenjene statističke metode u radu baziraju na saznanjima o normalnoj distribuciji mi smo ih primijenili, koliko uspješno pokušaćemo odgovoriti uz pomoć teoretskih razmatranja, a zatim upoređenjem rezultata dobivenih na osnovu poduzoraka, normalno i koso distribuiranih.

Znajući iz teorije i iskustva da su originalni podaci rijetko kad, ukoliko je to uopšte i moguće, normalno distribuirani potrebno je da se osvrnemo na dva osnovna pitanja:

1. Da li su pretpostavke za provodjenje navedenih statističkih metoda u našim podacima zadovoljene? i

2. Da li je uopšte važno ako nisu zadovoljene?

Osnovne pretpostavke za provodjenje analize varijanse su u ovom slučaju zadovoljene, izuzev normalnosti poduzorka iz koga su uzeta stabla za analizu. Medjutim, ako se stvar pogleda šire onda je i ovaj uslov približno ispunjen. Podjimo od poznate konstatacije koju navodi S e r d a r (18), ako se iz osnovnog skupa, koji je s obzirom na posmatrano obilježje normalno distribuiran, izvuče maksimalan broj uzoraka veličine  $n$  tada će i distribucija sredina uzoraka biti normalna, što omogućava primjenu istih zaključaka kao i za normalnu distribuciju. Medjutim, u slučaju da osnovni skup nije normalan i da se iz njega uzmu veliki uzorci\*\* i tada će distribucija sredina uzoraka biti normalna što dozvoljava primjenu saznanja i postavki testiranja na bazi normalnog rasporeda.

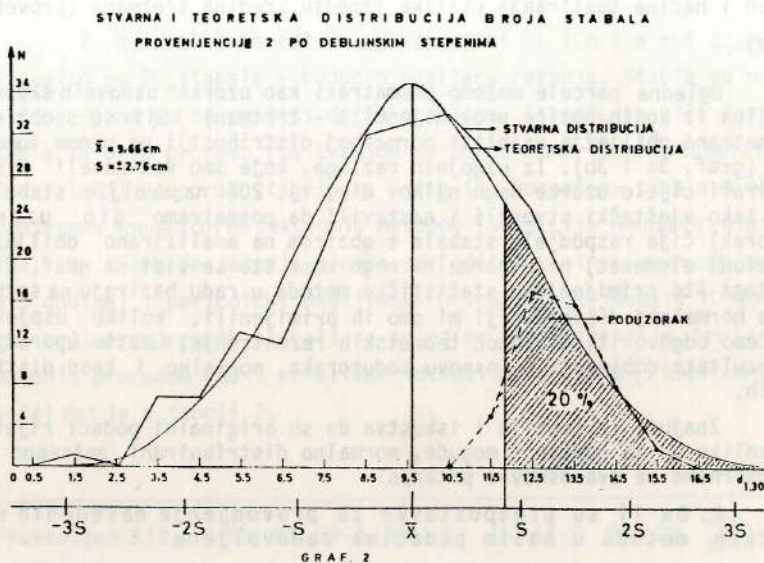
Veličina naših poduzoraka je od 27-48 elemenata (stabala), a aritmetička sredina stabala uzetih za analizu je skoro identična sa sredinom poduzoraka tako da se mi u stvari ne oslanjamo na rezultat 9 sta-

\* Uzorak je dio osnovnog skupa koji ga predstavlja po strukturi s obzirom na posmatrano obilježje.

\*\* To su oni uzorci za koje je  $n > 30$  elemenata.



bala uzetih za analizu (za svaku provenijenciju) već na mnogo veći broj, zavisno od provenijencije - što je postignuto načinom uzimanja stabala za analizu. Veličina poduzorka pojedinih provenijencija je sljedeća:



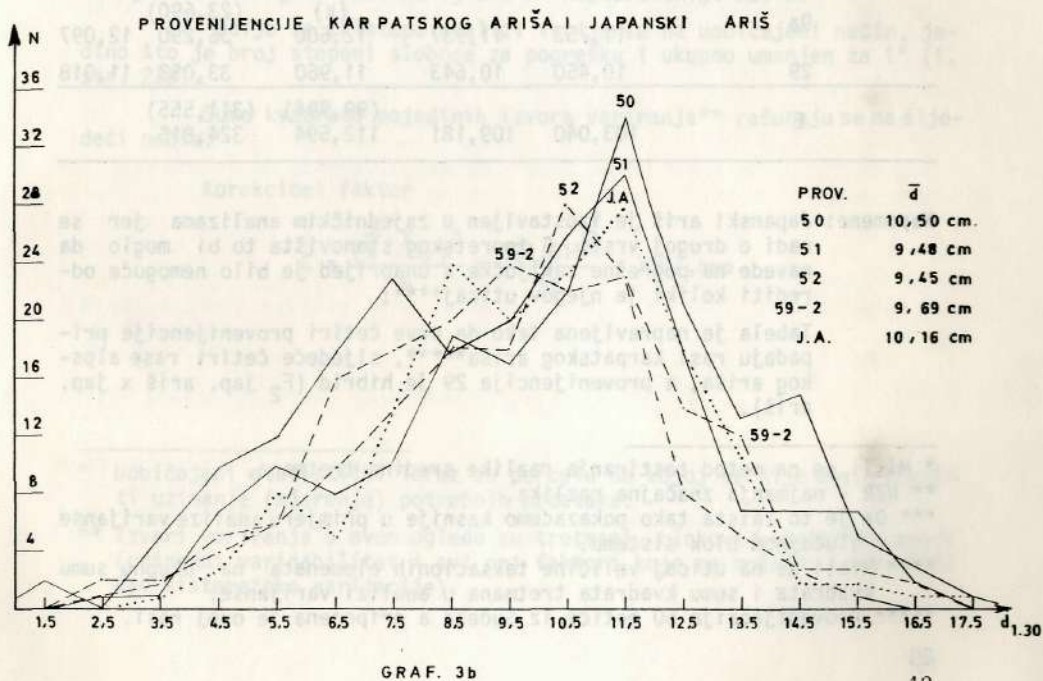
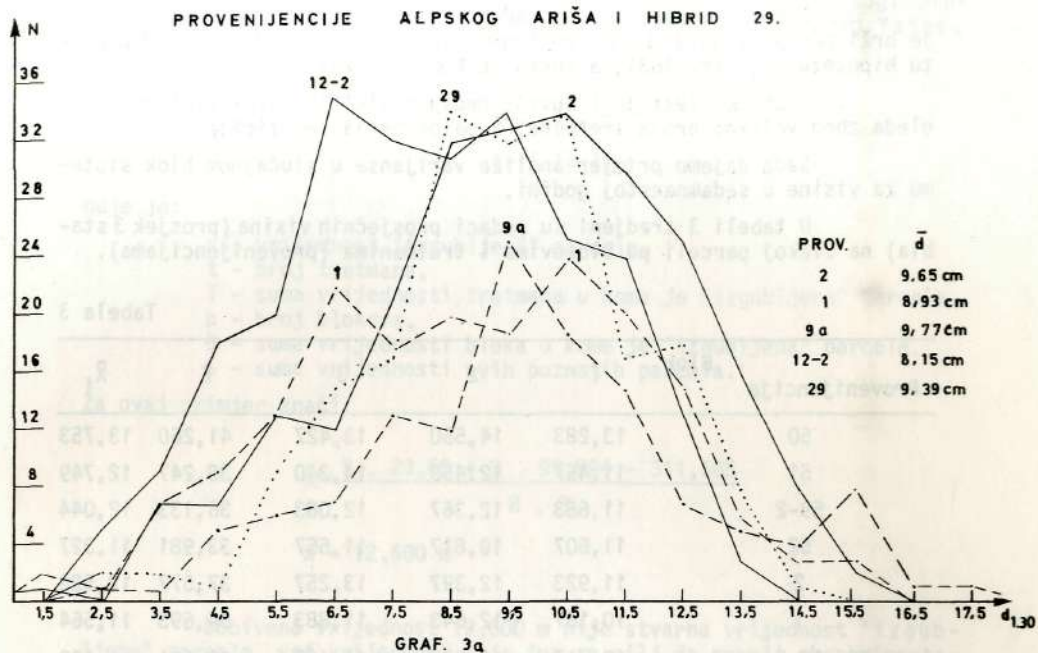
Provenijencija	50	51	59-2	52	2	1	12-2	9a	29	jap. ariš
Broj stabala u poduzorku	37	39	34	29	48	36	37	27	38	33

Vidi se da su poduzorcima imali dovoljnu veličinu i da je zahtjev o normalnosti osnovnog skupa (poduzorka) prilično zadovoljen.

Testiranje postavljenih hipoteza provešćemo na dva uobičajena nivoa rizika 5% i 1%.

Za testiranje homogenosti ogleda (dejstva provenijencija u cjelini) koristit ćemo F-test. Medjutim, za testiranje razlike između sredina provenijencija (tretmana) u statistici postoji niz testova (t-test, Tjukijev test, Dankanov test itd.). U probnim analizama pokušali smo testirati razlike u sredinama provenijencija pomoću svih navedenih testova

# DISTRIBUCIJA BROJA STABALA PROVENIENCIJA PO DEBLJINSKIM STEPENIMA



ali imajući u vidu činjenicu koju navode S n i d i k o r i K o h r e n (20, str. 226) tj.: "Nijedan metod\* nije dobar za sve slučajeve", a za obične svrhe preporučuju pažljivu upotrebu t-testa (odnosno NZR\*\*), odlučili smo se za t-test (odnosno NZR).

Pored navedenog, ovaj način testiranja razlike između sredina je brži od Dankanovog testa koji nema veću snagu da odbaci netačnu nultu hipotezu (1, str. 163), a nešto je komplikovaniji.

Tjukijev test je i suviše neosjetljiv\*\*\* u ovom slučaju - izgleda zbog velikog broja tretmana, a malog broja repeticija.

Sada dajemo primjer analize varijanse u slučajnom blok sistemu za visine u sedamnaestoj godini.

U tabeli 3 sredjeni su podaci prosječnih visina (prosjeak 3 stabla) na svakoj parceli po blokovima i tretmanima (provenijencijama).

Tabela 3

Provenijencija	Blok	1	2	3	E	$\bar{x}_i$
50		13,283	14,550	13,427	41,260	13,753
51		11,457	12,450	14,340	38,247	12,749
59-2		11,683	12,367	12,083	36,133	12,044
52		11,607	10,817	11,557	33,981	11,327
2		11,923	12,397	13,257	37,577	12,526
1		10,167	12,643	11,883	34,693	11,564
12-2		10,717	11,377	11,487	33,581	11,193
9a		11,753	11,937	(x) 12,600	(23,690) 36,290	12,097
29		10,450	10,643	11,960	33,053	11,018
E		103,040	109,181	(99,994) 112,594	(311,555) 324,815	

Napomene: Japanski ariš je izostavljen u zajedničkim analizama jer se radi o drugoj vrsti. S teoretskog stanovišta to bi moglo da navede na pogrešne zaključke a unaprijed je bilo nemoguće odrediti koliki je njegov uticaj\*\*\*\*;

Tabela je napravljena tako da prve četiri provenijencije pripadaju rasi karpatskog ariša\*\*\*\*, sljedeće četiri rase alpskog ariša, a provenijencija 29 je hibrid (F<sub>2</sub> jap. ariš x jap. ariš).

\* Misli se na metod testiranja razlike sredina tretmana.

\*\* NZR - najmanja značajna razlika.

\*\*\* Da je to zaista tako pokazaćemo kasnije u primjeru analize varijanse u slučajnom blok sistemu.

\*\*\*\* Misli se na uticaj veličine taksacionih elemenata na ukupnu sumu kvadrata i sumu kvadrata tretmana u analizi varijanse.

\*\*\*\*\* Provenijencija 50 potiče iz Sudeta a pripojena je ovoj rasi.



U trećem bloku "izgubljena"\* je parcela provenijencije 9a tj. nije bilo doznačenih stabala za sječu čiji bi prečnik odgovarao postavljenom zahtjevu prilikom uzimanja stabala za analizu. Da bismo mogli provesti analizu oglada postupili smo po formuli koju je predložio Yates, 1933. (1) tj.

$$x = \frac{tT + bB - S}{(t-1)(b-1)}$$

gdje je:

- x - vrijednost "izgubljene" parcele,
- t - broj tretmana,
- T - suma vrijednosti tretmana u kome je "izgubljena" parcela,
- b - broj blokova,
- B - suma vrijednosti bloka u kome je "izgubljena" parcela,
- S - suma vrijednosti svih poznatih parcela.

Za ovaj primjer znači:

$$x = \frac{9 \cdot 23,69 + 3 \cdot 99,994 - 311,585}{8 \cdot 2}$$

$$x = 12,600 \text{ m}$$

Dobivena vrijednost 12,600 m nije stvarna vrijednost "izgubljene" parcele, već vrijednost koja ima za cilj da smanji eksperimentalnu grešku i omogući analizu oglada na najkorektniji način.

"Dalje se pristupa analizi varijanse na uobičajeni način, jedino što je broj stepeni slobode za pogrešku i ukupno umanjen za 1" (1, str. 229).

Sume kvadrata pojedinih izvora variranja\*\* računaju se na sljedeći način:

Korekcionni faktor

$$C = \frac{\sum_{ij} x_{ij}^2}{N} = \frac{324,815^2}{27} = 3907,585$$

\* Uobičajeni statistički izraz za parcelu na kojoj se nije moglo izvršiti uzimanje (mjerjenje) potrebnih podataka.

\*\* Izvori variranja u ovom ogledu su tretmani, blokovi i slučajni uzroci (prirodni varijabilitet i svi oni faktori koje ne možemo izdvojiti kao sistematske varijacije).

Suma kvadrata totala

$$T = \sum X_{ij}^2 - C = (13,283^2 + 11,457^2 + \dots + 11,960^2) - C = 30,623$$

Suma kvadrata blokova

$$B = \frac{\sum_i (\sum_j X_{ij})^2}{t} - C = \frac{(103,040^2 + \dots + 112,594^2)}{9} - C = 5,208$$

Suma kvadrata tretmana

$$T_r = \frac{\sum_j (\sum_i X_{ij})^2}{b} - C = \frac{(41,260^2 + \dots + 33,053^2)}{3} - C = 18,592$$

Suma kvadrata pogreške

$$P = T - (B + T_r) = 30,623 - (5,208 + 18,592) = 6,823$$

Da bi testovi bili nepristrasni potrebno je izvršiti korekciju sume kvadrata tretmana (1), po sljedećoj formuli:

$$K = \frac{(B - (t-1) x)^2}{t(t-1)}$$

u kojoj je K - tražena korekacija a ostale oznake su već poznate. Za ovaj primjer,

$$K = \frac{(99,994 - 8 \cdot 12,60)^2}{72}$$

$$K = 0,0090$$

Analiza se dalje obično izvodi u vidu pregledne tabele (tabela 4).

Da bismo ispitali značaj razlike između prosječnih visina provenijencija (tretmana) posmatrajući ogled u cjelini postavimo "nultu hipotezu", tj.  $h_{50} = h_{51} = \dots = h_{29}$ . Postavljenu hipotezu možemo provjeriti F-testom stavljajući u odnos varijansu tretmana sa varijansom eksp. greške tj.:



Tabela 4

Izvori variranja	Suma kvadrata	Stepeni slobode	Varijansa	F <sub>0</sub>	F <sub>1</sub>	F <sub>2</sub>
Blokovi	5,208	2	2,604	5,72	3,68	6,36
Tretmani (Prov.)	18,592-K=18,583	8	2,323	5,10	2,64	4,00
Eksperiment. greška	6,823	15	0,455	-	-	-
Total	30,623	25	-	-	-	-

$$F_0 = \frac{2,323}{0,455} = 5,10$$

Na analogan način provjeravam uticaj blokova (zemljište i sl.), tj.:

$$F_0 = \frac{2,604}{0,455} = 5,72$$

Dobivene vrijednosti  $F_0$  upoređujemo sa tabličnim vrijednostima (tablice F distribucije)  $F_1$  i  $F_2$ , koje očitavamo za odgovarajuću vjerovatnoću (95% i 99%) i odgovarajući broj stepena slobode (8 i 15 odnosno 2 i 15). Na osnovu tih upoređenja vidimo da je za uticaj provenijencija (tretmana)  $F_0 > F_2$  a za uticaj blokova  $F_0 > F_1$ . U oba slučaja nultu hipotezu treba odbaciti kao neistinitu jer je u prvom slučaju dokazano da ogled u cjelini nije homogen, tj. postoje visoko statistički značajne razlike između prosječnih visina provenijencija. U drugom slučaju razlike su statistički značajne, tj. razlike u srednjim visinama blokova nisu posljedica slučajnosti već nekih stvarnih razlika (npr. dubine zemljišta, njegove strukture, bogatstva hranjivim materijama itd.).

S obzirom da je F-test pokazao statistički značajne razlike između provenijencija posmatrajući ogled u cjelini sada možemo pomoću t-testa, otkriti između kojih provenijencija je razlika statistički značajna. Napomenimo da u narednim analizama varijanse neće uvijek dolaziti do toga da F-test pokaže statistički značajne razlike, ali i tada ćemo provoditi t-test, naravno sa većom oprežnošću prilikom izvodjenja zaključaka, s obzirom na to da li se vrijednost  $F_0$  nalazi bliže ili dalje od praga signifikantnosti  $F_1$ .

Radi jednostavnosti i brzine u radu umjesto uobičajenog t-testa pronaći ćemo njegovu najmanju značajnu razliku za dva nivoa rizika 5% i 1% po sljedećoj formuli:

$$NZR = s_{\bar{x}} \cdot \sqrt{2} \cdot t$$

gdje je:

$s_{\bar{x}}$  - standardna greška aritmetičke sredine, a dobija se po jednostavnoj formuli,

$$s_{\bar{x}} = \sqrt{\frac{s_p^2}{b}}$$

gdje je  $s_p^2$  - varijansa pogreške, a

b - broj blokova (repeticija), odnosno broj vrijednosti koje učestvuju u dobijanju svake sredine.

Medjutim, nama je potrebna ne standardna greška već standardna greška razlike dviju sredina a jednostavno se može dokazati da je to, u ovom slučaju, izraz  $s_{\bar{x}} \cdot \sqrt{2}$ .

t - je teoretska vrijednost iz tablica t-distribucije.

Koristeći navedenu formulu u ovom primjeru dobivamo da je:

$$NZR_{5\%} = \sqrt{\frac{0,455 \cdot 2}{3}} \cdot 2,131 = 1,169 \text{ m}$$

Dobivena vrijednost (1,169 m) teoretski može biti slučajno prevaziđena samo 5 puta ako bi se isti ogled ponovio 100 puta, ako zaista nema uticaja provenijencija (tretmana). Prema tome, razlika između dvije sredine koja je veća od ove vrijednosti smatra se statistički značajnom.

Ako želimo povećati sigurnost statističkog suda (smanjiti rizik) to činimo na analogan način povećavajući vjerovatnoću za t iz tablica. U tom slučaju dobijamo da je:

$$NZR_{1\%} = \sqrt{\frac{0,455 \cdot 2}{3}} \cdot 2,947 = 1,616 \text{ m}$$

Dobivena vrijednost (1,616 m) može biti teoretski prevaziđena samo jednom ako se ogled ponovi 100 puta, ako zaista nema uticaja provenijencija.

Nakon izvedenih svih mogućih poredjenja sredina provenijencija ( $n = 36$ ) možemo konstatovati statistički značajne razlike između sljedećih provenijencija:

50 i 29	XX	(2,735 m)
50 i 12-2	XX	(2,560 m)
50 i 52	XX	(2,426 m)
50 i 1	XX	(2,189 m)
50 i 59-2	XX	(1,709 m)
50 i 9a	XX	(1,656 m)
50 i 2	X	(1,508 m)
51 i 29	XX	(1,731 m)
51 i 12-2	X	(1,556 m)
51 i 52	X	(1,422 m)
2 i 29	X	(1,508 m)
2 i 12-2	X	(1,333 m)
2 i 52	X	(1,199 m)

Napomena: Simboli X i XX označavaju da je razlika statistički značajna, odnosno visoko statistički značajna (na nivou rizika 5% i 1%).

Primijenimo li Tjukiev test, tj. formulu za iznalaženje značajne razlike:  $R = s_{\bar{x}} q$  ( $q$  - je tablična vrijednost koja se dobije na os-



novu broja tretmana i broja stepena slobode greške) dobijemo da je  $R_{(5\%)} = 0,389 \cdot 5,08 = 1,976$  m, što znači da bi samo četiri prva poredjenja bila statistički značajna i to za nivo rizika 5%. Ovim je potvrđena ranija konstatacija o slaboj osjetljivosti Tjukijevo testu u ovom slučaju.

Izabere li se na svakoj parceli uzorak od  $n = 20$  stabala (slučajnim izborom) i provede analiza varijanse visina u slučajnom blok sistemu na izloženi način dolazi se do istih zaključaka u pogledu homogenosti ogleđa i razlika između provenijencija, tj. kosa distribucija rasporeda stabala u poduzorku nema bitnijeg uticaja na donošenje pravilnih zaključaka.

Prije nego što damo odgovor na postavljena pitanja (poglavlje 3.2.2.) ostalo nam je da provjerimo homogenost varijansi poduzoraka što je jedan od osnovnih uslova za pravilnu primjenu metoda analize varijanse. To se može riješiti pomoću više testova od kojih se najčešće primjenjuje Bartlettov test, koji je prilično obiman i komplikovan. Jednostavnije se to može riješiti upoređenjem količnika najveće i najmanje varijanse iz niza nezavisnih varijansi sa tabličnim vrijednostima F-distribucije (19, str. 189).

Varijanse za predstavnike\* pojedinih provenijencija iznose:

Provenijencija	50	51	59-2	52	2	1	12-2	9a	29	Jap. ariš
Varijansa	1,02	1,94	0,43	0,69	0,89	0,71	0,38	0,52	0,65	0,73

Količnik najveće i najmanje varijanse iznosi:

$$F_0 = \frac{1,94}{0,38} = 5,10$$

Tablične vrijednosti su:

$$F_{5\%} = 3,44 \text{ i } F_{1\%} = 6,03$$

Na osnovu upoređenja vidi se da je  $F_2 > F_0 > F_1$  što znači da su varijanse homogene samo na nivou rizika 1%.

Nakon svega izloženog u mogućnosti smo da damo odgovor na pitanja postavljena na početku razmatranja metoda analize podataka (pogl. 3.2.2.).

1. Pretpostavke za provodjenje primijenjenih statističkih metoda u našim podacima nisu u potpunosti zadovoljene.

2. Teoretska razmatranja i upoređenja u ovom primjeru upućuju nas na to da smo sa velikom sigurnošću obezbjeđeni od krupnijih grešaka prilikom donošenja statističkih sudova.

U slučajnom blok sistemu ukupni varijabilitet se dijeli na tri izvora variranja (blokovi, tretmani i eksperimentalna greška). Pokušaćemo da ih bliže objasnimo na izloženom primjeru.

\* 9 stabala za svaku provenijenciju.



Srednje visine pojedinih provenijencija mogu se razlikovati usljed slučajnog, prirodnog varijabiliteta stabala, usljed stvarne razlike u nasljedjenoj brzini rasta u visinu, usljed razlike u zemljištu, mikroklimi, mikroreljefu, usljed nepoznatih faktora itd. Svi nabrojani uzroci dovode do takozvanog totalnog varijabiliteta. Medjutim, cilj svakog istraživača je da izdvoji što više sistematskih (kontrolisanih) varijacija. Jasno je da se u ovom slučaju kao sistematske varijacije mogu izdvojiti provenijencije (tretmani) i zemljište sa mikroreljefom i mikroklimom (blokovi). Slučajni (prirodni) uzroci variranja sa čitavim nizom faktora koji se ne mogu izdvojiti kao posebne sistematske varijacije sadržani su u eksperimentalnoj grešci.

U probnim analizama pokušali smo izdvojiti još jednu sistematsku varijaciju - grešku uzorka\*. Medjutim, povećanje efikasnosti je bilo nezatno, a obim posla mnogostruko povećan zbog čega smo od toga odustali.

\* Misli se na analizirana stabla.

## 4. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

### 4.1. DEBLJINE I DEBLJINSKI PRIRAST STABLA

Kada se govori o debljini i debljinskom prirastu stabla onda se prvenstveno misli na te veličine na visini 1,30 m od zemlje, što ne znači da za razmatranja nisu interesantne debljine i debljinski prirast na drugim mjestima duž stabla. Mi razmatramo navedene taksacione elemente stabla provenijencija u prsnoj visini.

Ukupna debljina stabla u određenoj starosti posljedica je prirasta stabla u debljinu, što se dešava radom kambijalnog prstena u toku svake vegetacione sezone, koji stvara prema unutrašnjosti sloj drveta (god) i prema vani daleko manji sloj kore. Godišnji debljinski prirast je prema tome jednak zbiru širina godišnjeg prstena na istom dijametru. Prirašćivanje bilo kog taksacionog elementa, pa prema tome i debljine, može se posmatrati u toku dana, vegetacione sezone nekog određenog vremenskog perioda ili u zavisnosti od starosti. Nas ovdje prvenstveno zanima razvoj i veličina debljine i debljinskog prirasta (kao i drugih taksacionih elemenata) stabla provenijencija ariša u zavisnosti od starosti.

Prije nego predjemo na ta razmatranja navešćemo neka ustaljena saznanja u pogledu prirašćivanja. Uzevši u cjelini, u toku vegetacione sezone prirašćivanje četinarara u odnosu na liščare počinja i završava nešto kasnije - oko pola mjeseca (M a t i ć 6). Isti autor navodi sljedeće: "Početak i kraj prirašćivanja u debljinu zavisi pored ostalog, od stanišnih prilika uopšte kao i vremenskih prilika u tekućoj godini, provenijencije sjemena itd." (6, str. 19). Isto mišljenje iznose K l e p a c (5), S t a m e n k o v i ć (21) i drugi. Kao posljedica dejstva mnogobrojnih faktora (unutrašnjih i spoljašnjih) javlja se različit ritam razvoja i veličine debljine i debljinskog prirasta. Prirast evropskog ariša prema



S c h o b e r o v i m ispitivanjima u Zapadnoj Njemačkoj kulminira u toku vegetacione sezone veoma rano (u junu). Takodje se sasvim sigurno zna da prirast vrsta svjetla (bor, ariš itd.) s obzirom na starost kulminira ranije od prirasta vrsta sjenke (jela, bukva itd.).

Stabla pojedinih provenijencija, koja analiziramo potiču iz malih jednodobnih sastojina pa ćemo ih tako dalje i razmatrati. Ovo navodimo s razlogom, jer je razvoj stabala (pogotovo tankih) u prebornoj šumi dijametralno različit. Takodje, želimo ukazati na veliku zavisnost debljine i debljinskog prirasta od prostora koji stoji stablu na raspolaganju - što je prostor veći to je i prirast veći (6).

Imajući u vidu navedene faktore od kojih najviše zavisi debljina i debljinski prirast stabla u mogućnosti smo da provjerimo zavisnost veličine tih taksacionih elemenata od provenijencije sjemena odnosno sadnog materijala. Svi ostali faktori su maksimalno eliminisani, odnosno izjednačeni, zahvaljujući između ostalog i planu ogleda. Zemljište, mikroklima, mikroreljef, temperatura i vlažnost mogu se smatrati izjednačenim jer se radi o istoj ekspoziciji, nagibu i manjoj površini (2,20 ha) koja je izdijeljena u tri homogena dijela (bloka) da bi se uslovi za razvoj stabala još više izjednačili. Sadnja je na svim parcelama u ogledu izvedena na isti način, u isto vrijeme i sa istim razmakom (2 x 2 m). Uspjeh sadnje je bio, skoro, potpun, tako da je svim stablima stajao približno isti prostor za razvoj. Uticaj stabla na stablo počeo je pri kraju razmatranog perioda a kako je već istaknuto analizirana su samo stabla za koja se sa priličnom sigurnošću može tvrditi da im je razvoj od početka do kraja (17. godina) tekao normalno tako da je uticaj prostora na razvoj bio približno isti.

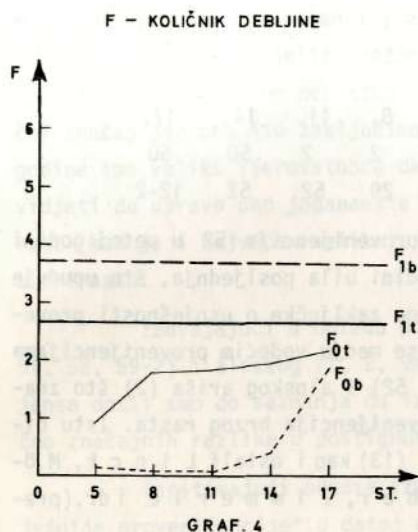
Radi se o istoj vrsti ali različitim rasama i provenijencijama što s velikom vjerovatnoćom smatramo glavnim faktorom razlika u razvoju i veličini taksacionih elemenata.

#### 4.1.1. DEBLJINE

Debljinsku analizu stabla (kao i ostale) proveli smo po trogodišnjim periodima s nepotpunim periodom na početku. Medjutim, sasvim je razumljivo da se analiza razmatranih taksacionih elemenata mogla provoditi na stablima tek onda kad su prerasla prsnu visinu (1,30 m). Provo-



deći analizu varijanse debljina na ranije izloženi način u 5, 8, 11, 14 i 17-oj godini došli smo do rezultata prikazanih na grafikonu 4.



Na grafikonu 4 se jasno vidi da se uticaj tretmana i blokova u svim analiziranim godinama nije pokazao statistički značajan ali se sa povećanjem starosti smanjuje homogenost ogleđa u cjelini, tj. povećavaju se razlike u blokovima i prosječnim debljinama, što istovremeno znači veću sigurnost zaključaka napravljenih na osnovu t-testa u starijim godinama.

Provodeći t-test (NZR) konstatovali smo da postoje statistički značajne razlike između provenijencija u svim analiziranim godinama kao i da se broj statistički značajnih razlika mijenja. U tabe-

li 5 dajemo pregled utvrdjenih statistički značajnih razlika po analiziranim godinama.

Tabela 5

Godina	Prov. 2	29	50	51	Prov. 50	29	9a	12-2	1	Prov. 2	29	9a	12-2	Prov. 50	29	12-2	9a
5.	52	-	X	-	-	50	-	-	-	2	-	-	-	51	-	-	-
8.	52	X	-	-	-	50	X	-	-	2	XX	X	-	51	X	-	-
11.	52	X	-	X	X	50	-	X	-	2	-	X	-	51	-	-	X
14.	52	X	-	X	X	50	-	-	X	2	-	-	X	51	X	X	X
17.	52	-	-	X	-	50	-	-	XX	X	2	-	-	X	51	-	X

Na osnovu podataka u tabeli se vidi tendencija pojave statistički značajnih razlika po godinama na osnovu čega zaključujemo da su od najvećeg značaja i najsigurnije razlike između provenijencija: 50 i 52, 50 i 12-2 te 2 i 12-2 zbog toga što počinju sa javljanjem dosta rano i održavaju se do kraja analiziranog perioda. Takođe se vidi da razlike prvenstveno prave provenijencije 52, 50, 51 i 2 sa ostalim a da između

ostalnih nema statistički dokazanih razlika.

Postignute prosječne debljine (bez i sa korom) provenijencija u analiziranim godinama date su u prilogu na kraju rada (tabela I). Ovdje dajemo pregled najuspješnije (maks.) i najneuspješnije (min.) provenijencije po godinama.

Godina:	5.	8.	11.	14.	17.
Maks.	52	2	2	50	50
Min.	29	29	52	52	12-2

Karakteristično je to da je provenijencija 52 u petoj godini bila vodeća da bi već u jedanaestoj godini bila posljednja, što upućuje na to da ne smijemo donositi preuranjene zaključke o uspješnosti provenijencija. Dalje treba primijetiti da se među vodećim provenijencijama nalaze i provenijencije karpatskog (50, 52) i alpskog ariša (2) što znači da i u jednoj i drugoj rasi ima provenijencija brzog rasta. Istu činjenicu konstatovao je P i n t a r i ć (13) kao i ostali L i n c k, M ö r m a n n, P l o c h m a n n, S c h o b e r, Z i m m e r l e i dr. (prema P i n t a r i ć u 13).

Rang provenijencija po godinama se mijenja (i može se izvesti na osnovu tabele I).

Da bi odgovorili na pitanje, nakon koje godine se može sigurnije govoriti o redosljedu provenijencija u budućnosti (o naslijedjenoj brzini priraščivanja) izračunali smo Spirmanove (Spearman) koeficijente ranga po formuli:

$$R = 1 - \frac{6 \sum d_i^2}{n(n^2 - 1)}$$

u kojoj je n broj parova u rangu a  $d_i$  njihova razlika.

Dobiveni koeficijenti iznose:  $R_{5/17} = -0,050$ ;  $R_{8/17} = 0,663$ ;  $R_{11/17} = 0,866$  i  $R_{14/17} = 0,970$ . Na osnovu dobivenih koeficijenata nije teško zaključiti da je tek nakon jedanaeste godine moguće uspješno predvidjeti redosljed provenijencija u budućnosti, s obzirom na debljinu. Da li korelacija utvrđena na osnovu predstavnika postoji i u poduzorku, tj. da li se jačina veze (R) u poduzorku statistički značajno razlikuje od nule provjerićemo upoređenjem dobivenih veličina ( $R_{5/17}$ ,  $R_{8/17}$  itd.)



sa kritičnim (tabličnim) veličinama ( $R_1 = 0,666$  i  $R_2 = 0,798$ ). Na osnovu ovog uporedjenja vidi se da je  $R_{11/17} > R_2$ , što znači da se tek nakon jedanaeste godine R u poduzorku statistički značajnije razlikuje od nule.

Gledano u cjelini možemo zaključiti da su provenijencije poslije jedanaeste godine neznatno mijenjale mjesta u rangu što ima praktični značaj jer ono što zaključimo o nekoj provenijenciji do jedanaeste godine ima veliku vjerovatnoću da se održi i u budućnosti. Kasnije ćemo vidjeti da upravo oko jedanaeste godine kulminira tekući debljinski prirast (kad je i najveća razlika), nakon čega dolazi do smanjenja razlika u prirastu.

Izdvajajući u ogledu posebno provenijencije karpatskog (50, 51, 52, 59-2) i alpskog (1, 2, 9a, 12-2) ariša i provodeći analizu varijanse došli smo do saznanja da između rasa nema statistički ni praktično značajnih razlika u postignutim prosječnim debljinama.

Ispitivajući odnose između evropskog ariša (njegove najuspješnije provenijencije\* u datoj godini i japanskog ariša dobivene su veličine  $F_0$  i  $t_0$  prikazane na grafikonima 5 i 6. Na istim grafikonima prikazane su dobivene veličine  $F_0$  i  $t_0$  za odnos varijansi, odnosno razlike između srednjih debljina najuspješnije i najneuspješnije provenijencije. Grafikon 5 pokazuje da su provenijencije odnosno najuspješnija provenijencija evropskog ariša i japanski ariš homogeni u pogledu varijabiliteta (jedino proven. 50 i 12-2 pokazuju statistički značajnu razliku). Na grafikonu 6 vidi se da je u svim godinama veća vrijednost  $t_0$  za provenijencije nego za najuspješniju provenijenciju i japanski ariš, što dozvoljava da zaključimo da je daleko veća razlika u prosječnim debljinama između provenijencija nego između vrsta istog roda\*\*

Orientaciono\*\*\*, možemo zaključiti da je u ogledu s obzirom na debljine najveća razlika između provenijencija, pa vrsta, pa rasa.

Da bi bilo moguće uporedjenje istih provenijencija u različitim uslovima S c h o b e r (prema P i n t a r i ć u 13) je formirao

\* Uzeta je za poredjenje najuspješnija provenijencija, jer poredjenje (razlika) sa bilo kojom drugom provenijencijom očekujemo da bude veće.

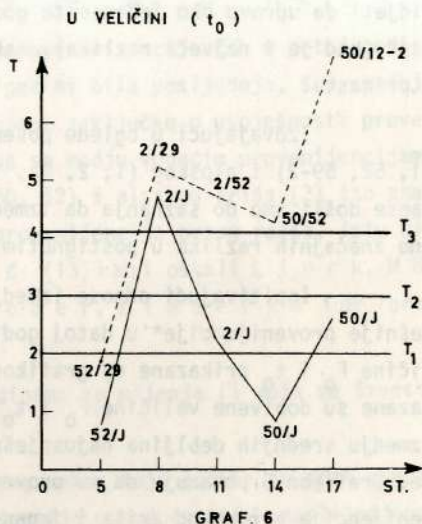
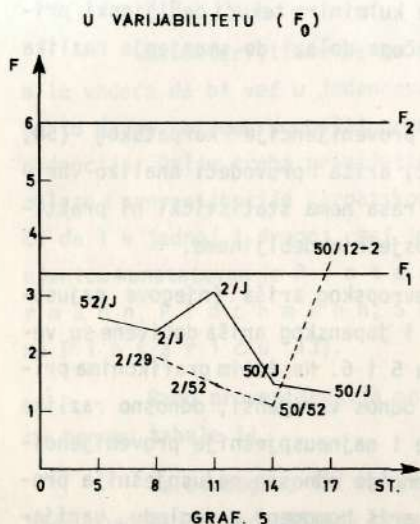
\*\* Navedenu konstataciju treba shvatiti kao rezultat konkretnog oglada.

\*\*\* Zato što nije najispravniji način poredjenja.



relativne visinske klase koje smo u radu koristili pored visina i za debljine i zapremine na analogan način. Upotrebijene su sljedeće relativne klase:

**RAZLIKA U DEBLJINI IZMEĐU PROVENIJENCIJA E. ARIŠA  
(max/min) I VRSTA (e. ariš max / jap. ariš)**



- |            |  |   |
|------------|--|---|
| Odličan    | - preko 125% od prosjeka za cijelu plohu (ogled) |   |
| Vrlo dobar | - 116-125%                                       | " |
| Dobar      | - 106-115%                                       | " |
| Srednji    | - 96 -105%                                       | " |
| Slab       | - 86 - 95%                                       | " |
| Vrlo slab  | - 76 - 85%                                       | " |
| Loš        | - ispod 76%                                      | " |

Relativna klasifikacija debljina prikazana je na grafikonu 7. Za nas su interesantne tačke koje na grafikonu leže više udesno i prema gore istovremeno. Provenijencije 50, 2 i 51 pokazale su se kao najuspješnije a provenijencije 52, 12-2 i 9a kao najneuspješnije.

U svim dosadašnjim analizama bilo je govora samo o statistički značajnim razlikama. Da li te razlike imaju i praktični značaj, možemo

vidjeti na osnovu tabele 6. U toj tabeli po analiziranim godinama date su maksimalne i minimalne veličine srednjeg prečnika provenijencija, njihova apsolutna i procentualna razlika.



GRAF. 7

Tabela 6

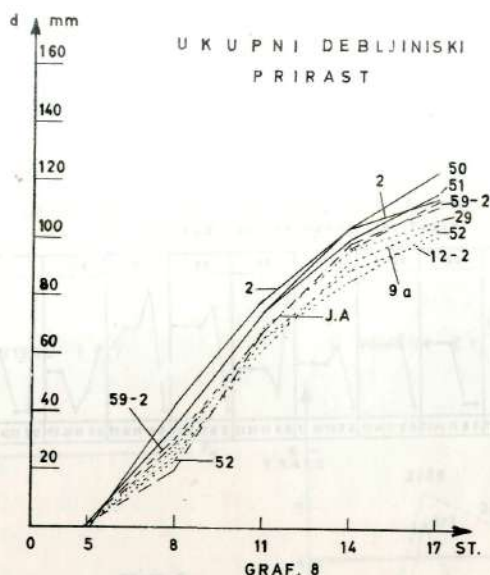
Godina:	5.	8.	11.	14.	17.
d max	1,11	40,78	80,11	104,78	123,89
d min	0	19,67	61,78	87,33	101,22
razlika u mm	1,10	21,11	18,33	17,45	22,67
razlika u %	-	107	29,67	19,98	22,39

Na osnovu podataka u tabeli zaključujemo da se radi o relativno velikim razlikama u prosječnim debljinama provenijencija već od rane mladosti i da takve razlike imaju praktični značaj.

#### 4.1.2. DEBLJINSKI PRIRAST

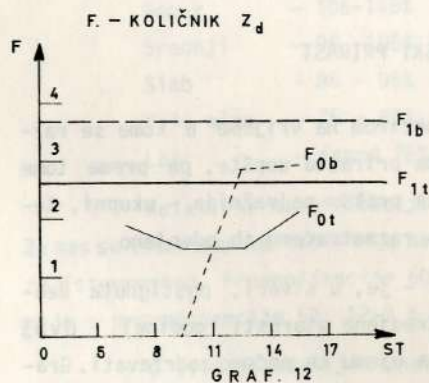
S teoretskog stanovišta (s obzirom na vrijeme u kome se razmatra) možemo govoriti o raznim vrstama prirasta uopšte, pa prema tome i debljinskog. Mi se osvrćemo na tri za praksu najvažnija - ukupni, tekući i prosječni. Radi boljeg pregleda razmatraćemo ih odvojeno.

1. Ukupni debljinski prirast - je, u stvari, postignuta debljina stabla neke provenijencije do određene starosti (godine). Ovaj prirast je već analiziran (4.1.1.) i na njemu se nećemo zadržavati. Grafički je prikazan na grafikonu 8.



2. Tekući debljiniski prirast kao i tekući prirast zapremine i visine su od najvećeg praktičnog značaja i kad se govori o prirastu bez posebnog naglašavanja misli se na ovu vrstu prirasta. Zbog poznatih teškoća da se odredi direktno za svaku godinu mi smo ga odredjivali kao prosjek iz trogodišnjeg debljiniskog prirasta, tj. dijeljenjem tekućeg periodičnog debljiniskog prirasta s brojem godina perioda - tri.

Nakon provedene analize varijanse za četiri razmatrana perioda došli smo do rezultata prikazanih na graf. 12.



Na graf. 12 se vidi da se uticaj tretmana za sve periode nalazi ispod praga značajnosti ( $F_{1t}$ ). Uticaj blokova u prva dva perioda ravan je nuli, a zatim se naglo povećava i približava pragu značajnosti ( $F_{1b}$ ). Statistički značajne razlike dokazane su između provenijencija navedenih u tabeli 7.

Uporedimo li tabele 7 i 5 vidimo da postoje velike razlike što je i lo-



gično ako se ima u vidu konstatovano pomjeranje u rangu provenijencija.

Tabela 7

Period	Prov. 51	50	2	9a	52	1	$\frac{12}{-2}$	Prov. $\frac{12}{-2}$	2	1	Prov. 1	2	Prov. 1	9a
5- 8	29	X	x	XX	X	-	-	-	50	-	-	-	52	- X 12-2 - -
8-11	29	-	X	X	XX	X	X	X	50	-	-	-	52	- - 12-2 - -
11-14	29	-	-	-	-	-	-	-	50	-	-	-	52	- - 12-2 X X
14-17	29	-	X	-	-	XX	-	-	50	X	X	X	52	- - 12-2 - -

Ostvarene veličine tekućeg debljinskog prirasta za pojedine provenijencije po analiziranim periodima date su u prilogu (tabela I).

U tabeli 8 dajemo maksimalne i minimalne veličine tekućeg debljinskog prirasta provenijencija kao i njihovu apsolutnu i procentualnu razliku.

Tabela 8

Period	5-8	8-11	11-14	14-17
$Z_d$ max	13,52	16,59	9,71	6,37
$Z_d$ min	6,56	12,74	7,67	3,22
Razlike u mm	6,96	3,85	1,94	3,15
Razlika u %	106,09	30,21	25,29	97,82

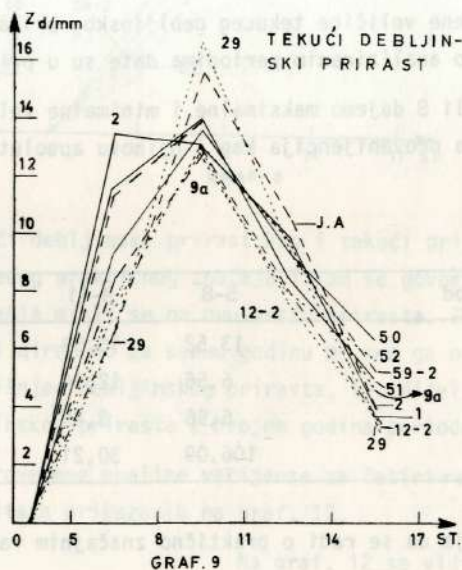
Očito je da se radi o praktično značajnim razlikama.

Na osnovu potpunog premjera debljina stabala P i n t a r i ć (13) je između 9 i 10 godine starosti stabala konstatovao da prirast varira od 7,3-15,00 mm. U nas je to približno period od 8-11 godine u kome prirast varira od 12,23-16,59 mm (ne treba gubiti iz vida da mi razmatramo stanje u poduzorku od 20% najdebljih stabala). Tada su najveći prirast imale provenijencije 29 i japanski ariš kao i u našim analizama a najslabiji provenijencija 1 - u nas 9a. P i n t a r i ć završava izvještaj o debljinskom prirastu za taj period sljedećim riječima: "Vidimo da je upravo kod vodećih provenijencija po debljini, debljinski prirast počeo naglo opadati (prov. 2 i 50) i da su veličine debljinskog prirasta prov. 29 i japanskog ariša po veličini na prva dva mjesta. Iz

ovoga možemo zaključiti da je i ranije bilo preticanja i da se može očekivati da će se i kasnije nastaviti" (13, str. 137).

Sada, nakon sedam godina i detaljnih analiza u mogućnosti smo da potvrdimo ovu konstataciju. U sedamnaestoj godini na prva dva mjesta izbile su provenijencije 50 i 52, a provenijencija 29 i japanski ariš nalaze se na 10. odnosno 7. mjestu.

Na grafikonu 9 vidi se da je debljinski prirast poslije kulminacije naglo opao kod svih provenijencija. Po našem mišljenju uzrok su tri faktora:



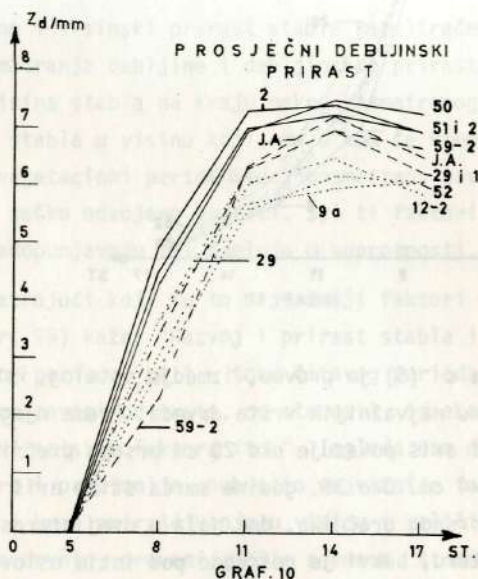
- napad ariševog moljca (*Coleophora laricella*) od 1971. godine,
- uticaj stabla na stablo i
- zemljište.

Vjerovatno da sva tri faktora utiču na naglo opadanje debljinskog (a, kako ćemo kasnije vidjeti i ostalih) prirasta. Koji od ovih faktora ima presudnu ulogu teško je reći bez dubljih istraživanja.

U ogledu je provedena prva proreda (o tome je bilo govora u poglavlju 3.2.1.) što će svakako u narednom periodu izazvati povećanje

debljinskog prirasta preostalih stabala svih provenijencija - za koliko? To treba pratiti. Na uticaj ostala dva faktora odgovor treba dati što hitnije.

3. Prosječni debljinski prirast,\* za sve provenijencije, prikazan je na grafikonu 10 na kome se vidi da je kulminacija nastupila u 14. godini, nakon čega lagano opada ili stagnira. Nije bilo potrebe za statističkim analizama - odnosi su ostali isti kao kod ukupnog debljinskog prirasta, što je i logično.



#### 4. Procent debljinskog prirasta.

Do sada smo razmatrali apsolutne veličine i istakli značaj njihovog poznavanja za rješavanje praktičnih problema. Medjutim, takvo razmatranje ima nedostatak, jer nas ne obavještava o intenzitetu priraščivanja.

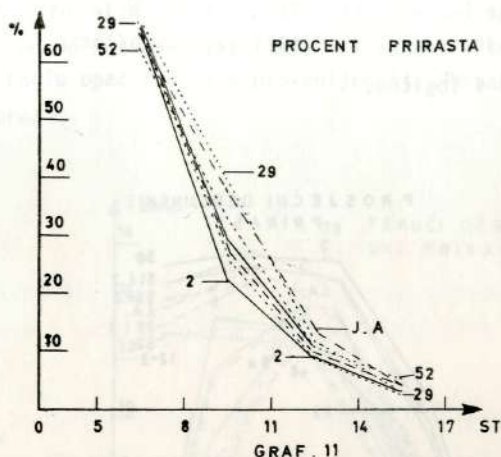
To je moguće saznati preko procenta prirasta čije vrijednosti su izračunate po Preslerovoj formuli

\* Prosječni debljinski prirast se dobije kao količnik ukupnog prirasta za datu starost i starosti (broj godina).



$$p = \frac{A - a}{A + a} \frac{200}{n}$$

(11, str. 273) i grafički prikazane (graf. 11).



K l e p a c (5) je proveo, izmedju ostalog, istraživanje razvoja toka u debljinu najvažnijih vrsta drveća. Prema njegovim nalazima u dvadesetoj godini ariš pokazuje oko 20 cm prsnog prečnika, smrča oko 10, a jela svega 3-4 cm. Oko 35. godine smrča stiže ariš kada obje vrste postižu oko 30 cm prsnog prečnika, dok jela u ovoj starosti ima oko 20 cm. Prema istom autoru, bukvi je potrebno pod istim uslovima tri puta duže vremena nego arišu i smrči da bi postigla prečnik od 30 cm.

K l e p a c (5) je takodje napravio jednu tabelu vremena kulminacije kao i veličine debljinskog prirasta u momentu kulminacije. Ovdje dajemo samo njen izvod\*.

Ariš i američki borovac	oko 15. godine	oko 1,3 cm
Zelena duglazija	oko 25. godine	oko 1,6 cm
Obična smrča	oko 32. godine	oko 1,5 cm
Jela	oko 42. godine	oko 1,3 cm

\* Dati su podaci (iz tabele) samo o vrstama koje dolaze u obzir za unošenje u stanišne uslove u kojima se nalazi ogled.

Javor	oko 50. godine	oko 0,4 cm
Bukva	oko 80. godine	oko 0,4 cm

Prema našim analizama debljinski prirast svih provenijencija kulminirao je u periodu od 8-11. godine (izuzev provenijencije 2 za koju je prirast kulminirao u periodu od 5-8. godine) sa veličinom prirasta od 1,28-1,66 cm.

## 4.2. VISINE I VISINSKI PRIRAST

Visine i visinski prirast stabla razmatraćemo na način analogan načinu razmatranja debljine i debljinskog prirasta u pojedinim godinama. Ukupna visina stabla na kraju nekog razmatranog perioda posljedica je prirasta stabla u visinu koji, ma u kom se vremenskom intervalu (dan, mjesec, vegetacioni period itd.) posmatrao, zavisi od niza faktora čiji uticaj je teško odvojeno pratiti. Svi ti faktori djeluju skupa, isprepliću se, nadopunjavaju ili djeluju u suprotnosti.

Razmatrajući koji su to najvažniji faktori *S t a m e n k o - v i ć* (21, str. 99) kaže: "Razvoj i prirast stabla i visinu u toku jednog vegetacionog perioda, pa i u toku čitavog perioda prirašćivanja u toku više godina zavisi od vrste, od starosti, od ekoloških uslova, a u prvom redu od klimatskih faktora itd.". Izgleda nam da je *M a t i ć* (6, str. 8) još šire i preciznije obuhvatio najvažnije faktore navodeći sljedeće: "Početak i kraj prirašćivanja u visinu i veličina dnevnog prirasta zavisi od vrste drveta, provenijencije sjemena, stanišnih prilika, vremenskih prilika u tekućoj godini, kao i od toga kakve su bile vremenske prilike u prethodnoj godini". Navedenu konstataciju naravno možemo shvatiti i šire.

Isti autori, dalje, navode da veličina visinskog prirasta i razvoj visine stabla zavise od položaja stabla u sastojini i od oblika gazdovanja.

Prema *K l e p c u* (5) za visinski prirast najvažnija je količina rezervnih materija koju je stablo skupilo u prethodnoj godini.

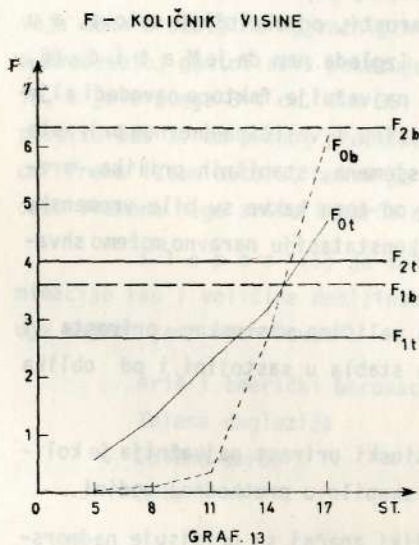
Medju navedenim faktorima veliki značaj se pripisuje nadmorskoj visini zato što se s promjenom nadmorske visine mijenja i priličan broj drugih značajnih faktora (klimatski faktori). Medjutim, uticaj nad-

morske visine može biti jako modifikovan drugim faktorima što se pokazalo i prilikom analize ovog ogleada, o čemu će biti govora kasnije. Za razliku od uticaja na debljinu i debljinski prirast, uticaj prostora na visinu i visinski prirast je daleko manji i za praksu prema M a t i ć u (6) - zanemarljiv. Medjutim, A s m a n tvrdi da upadljivo ubrzanje prirodno toka rastenja može da se postigne putem jačih proreda prije postizanja maksimuma visinskog prirasta (prema S t a m e n k o v i ć u 21).

Imajući u vidu sve navedene faktore i rečeno o načinu postavljanja ogleada i uzimanja stabala za analizu sve razlike u visinama i visinskom prirastu do kojih budemo došli posljedica su najvećim dijelom genetskih razlika. Smatramo da će razlike između provenijencija, rasa i vrsta preko ovih taksacionih elemenata još jače doći do izražaja, izrazloga navedenog u poglavlju 2.

#### 4.2.1. VISINE

Analiza varijanse visina provedena je za iste godine kao i analiza debljina. Rezultati homogenosti ogleada u pojedinim godinama prikazani su na graf. 13.



Zakovitost uočena na grafikonu 4 vidi se i na grafikonu 13, samo što je na ovom posljednjem nešto jače izražena. Uticaj blokova i tretmana (provenijencija) povećava se sa starošću i u 17-oj (za blokove), odnosno u 14. i 17-oj godini (za provenijencije) postaje statistički značajan i visoko značajan. Homogenost ogleada, s obzirom na visine, opada sa starošću. Interesantno je primijetiti da se i uticaj blokova konstatovan preko visina stabala pokazao statistički značajan, a kako nam je poznato u šumarskoj teoriji i praksi vlada mišljenje da su upravo visine

stabala najbolji pokazatelji boniteta staništa (pogotovo u jednodobnim sastojinama). Ova činjenica navodi na zaključak da zaista postoje razli-



ke u zemljištu, prvenstveno, po našem mišljenju, u dubini i strukturi i da se ta razlika pokazala tek onda kad je korjenov sistem prodro dublje u zemljište (ariš je vrsta sa srcolikim korijenom). Neodvojive od ove pretpostavke su i opšte poznate činjenice da sa starošću biljke rastu i potrebe za hranjivim elementima i za isti tip zemljišta, ono je to bogatije hranjivim elementima što je dublje.

Detaljni podaci analize visina u 17-oj godini dati su u poglavlju 3.2.2.

Provodeći t-test (NZR) došli smo do rezultata prikazanih u tabeli 9.

Tabela 9

Godina	Prov. 2	50	51	Prov. 29	1	9a	12	59	2	Prov. 29	12	Prov. 29	52	12
							-2	-2			-2			-2
5.	52	-	-	50	-	-	-	-	-	51	-	-	2	-
8.	52	X	-	50	-	-	-	-	-	51	-	-	2	-
11.	52	X	XX	X	50	X	X	X	X	-	-	51	-	2
14.	52	X	XX	X	50	XX	XX	X	XX	X	-	51	X	-
17.	52	-	XX	X	50	XX	XX	XX	XX	XX	X	51	XX	X

U tabeli se vidi da u 5-oj, a skoro i u 8-oj godini (samo jedna statistički značajna razlika), nisu dokazane statistički značajne razlike, mada one sigurno postoje što je konstatovao i P i n t a r i ć (12 i 13). Jedini razlog neslaganja Pintarićevih i naših analiza vidimo u nedovoljnoj osjetljivosti dendrometrijske analize stabala, za koju je karakteristična mala dužina perioda (3 godine) i relativno velika dužina sekcije (2 metra). Iz dendrometrije je poznato da postoji greška\* prili-

\* "Pri izradi visinske analize može se javiti greška u visinama usljed toga što koturi nisu izrezani tačno iznad vrha stabla u pojedinim godinama nego se obično nalaze između dva vrha koji se nalaze na rastojanju ravnom jednogodišnjem visinskom prirastu" (11, str. 263).

kom izrade visinske analize i maksimalno može da bude ravna jednogodišnjem visinskom prirastu. Pošto se radi o vrsti koju karakteriše brz i veliki visinski prirast to se navedena greška često javljala i prouzrokovala da dolazi do većeg ujednačenja visina od stvarnog. Tek nakon osme godine dolazi se do realnijih zaključaka kada greška sve više gubi na značaju jer postaje relativno\* sve manja sa povećanjem visine. Na visine u sedamnaestoj godini greška nema uticaja.

U tabeli se takodje vidi tendencija statistički značajnih razlika na osnovu čega zaključujemo da najveći značaj imaju razlike između provenijencija 50, 51 i 2 s jedne i ostalih, s druge strane.

Postignute prosječne visine pojedinih provenijencija u analiziranim godinama date su u tabeli I, u prilogu.

Najuspješnije (max) i najneuspješnije (min) provenijencije po godinama bile su sljedeće:

Godina	5.	8.	11.	14.	17.
Maks.	51	2	50	50	50
Min.	29	52	52	52	29

Dati prikaz se slabo slaže sa prikazom datim za debljine (pogl. 4.1.1.).

Rang provenijencija se mijenjao po godinama.

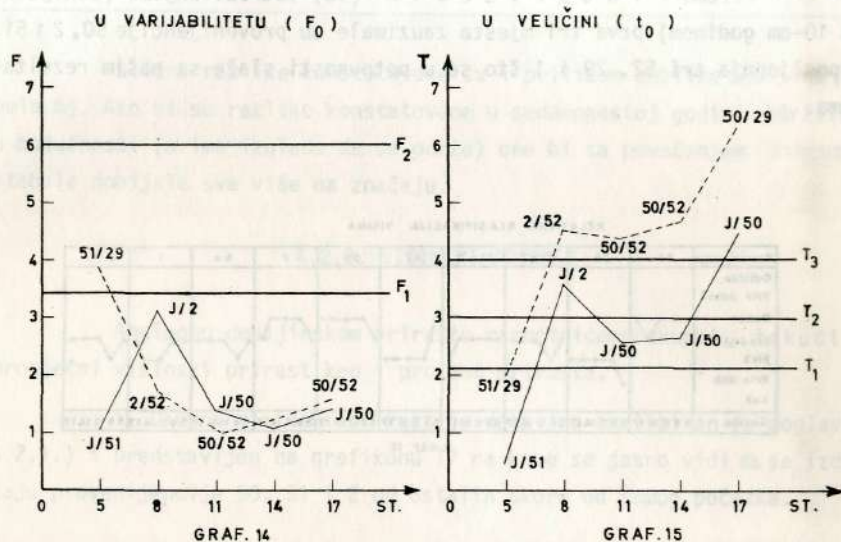
Spirmanovi koeficijenti korelacije ranga iznose;  $R_{5/17}=0,450$ ;  $R_{8/17} = 0,637$ ;  $R_{11/17} = 0,833$  i  $R_{14/17} = 0,880$ . Na osnovu dobivenih koeficijenata vidi se da poslije jedanaeste godine postoji dobro slaganje u rangovima provenijencija. Uporedjenjem sa kritičnim (tabličnim) vrijednostima  $R_1 = 0,666$  i  $R_2 = 0,798$  može se dati isti zaključak kao i za rang prosječnih debljina što povećava sigurnost izvedenog zaključka. Kasnije ćemo vidjeti da visinski prirast kulminira za većinu provenijencija u periodu od 8-11-e godine nakon čega dolazi do smanjenja razlika u prirastu tako da se može dosta pouzdano tvrditi da će redosljed provenijencija ostvaren u sedamnaestoj godini ostati i u budućnosti.

---

\* Npr.  $\frac{Z_{h5}}{h_5} > \frac{Z_{h8}}{h_8}$  ( $Z_h$  - tekući visinski prirast;  $h$  - visina).

Provjeru razlike između rasa (karpatski i alpski ariš) proveli smo samo za četrnaestu i sedamnaestu godinu (zato što su visine utvrđene za te godine pouzdane) i došli do saznanja da nema bitnijih razlika u postignutim prosječnim visinama između rasa.

RAZLIKA U VISINI IZMEĐU PROVENIJENCIJA E. ARIŠA  
( max / min ) I VRSTA ( e. ariš max / japa. riš )



Testirajući razlike između najuspješnije i najneuspješnije provenijencije kao i između najuspješnije provenijencije i japanskog ariša dobivene su za pojedine godine vrijednosti  $F_0$  i  $t_0$  prikazane na grafikonima 14 i 15. Na grafikonu 14 vidi se da su sve veličine  $F_0$  (izuzev odnosa 51/29) ispod praga značajnosti  $F_1$ , kao i to da veličina  $F_0$  provenijencija u početku ima najveću vrijednost, zatim opada i postepeno ponovo raste. Za veličinu količnika  $F_0$  između najuspješnije provenijencije i japanskog ariša situacija je obratna. Na grafikonu 15 vidi se da je veličina  $t_0$  uvijek veća za provenijencije i da se sa starošću povećava.

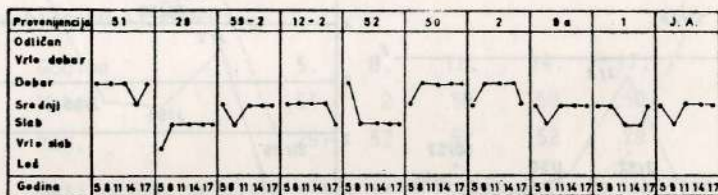
Treba napomenuti da je isto konstatovano kod analognih uporedjenja debljina (graf. 5 i 6) i da zaključak dat za debljine stabala važi i ovdje.



Relativna klasifikacija visina izvršena je po istim relativnim klasama navedenim u pogl. 4.1.1. i grafički prikazana (graf. 16). Kroz sve periode najuspješnije su provenijencije 50, 2 i 51, a najneuspješnije 29, 52 i 1. Uporedjenjem grafikona 7 i 16 vidi se da je daleko manja varijaciona širina relativnih klasa visina. Uzrok je dat ranije. Vodeće provenijencije su iste, s obzirom na debljinu i visinu, a u pogledu najlošijih provenijencija postoji izvjesno neslaganje.

Prema P i n t a r i ć e v i m (13) istraživanjima (zaključno sa 10-om godinom) prva tri mjesta zauzimale su provenijencije 50, 2 i 51, a posljednja tri 52, 29 i 1 što se u potpunosti slaže sa našim rezultatima.

RELATIVNA KLASIFIKACIJA VISINA



GRAF. 16

Navodeći faktore koji utiču na razvoj visine i veličinu visinskog prirasta istakli smo da se veliki značaj pripisuje uticaju nadmorske visine sa koje potiče sjeme ako se stabla razvijaju na istom staništu. Medjutim, ta konstatacija je održiva samo ako su izjednačeni svi ostali faktori (ekspozicija, nagib, zemljište itd.). Tako, npr., uporedjenjem nadmorskih visina provenijencija (tabela 1) sa nadmorskom visinom ogleđa (635 m) vidi se da provenijencija 2 potiče sa 1100 m/nv i skoro u svim analiziranim godinama nalazi se medju vodećim provenijencijama, a provenijencija 9a porijeklom sa 610 m/nv ostvaruje prosječne visine u odnosu na ostale.

Sa praktičnog stanovišta razlike izmedju srednjih visina imaju značaja, što se vidi u tabeli 10.

Tabela 10

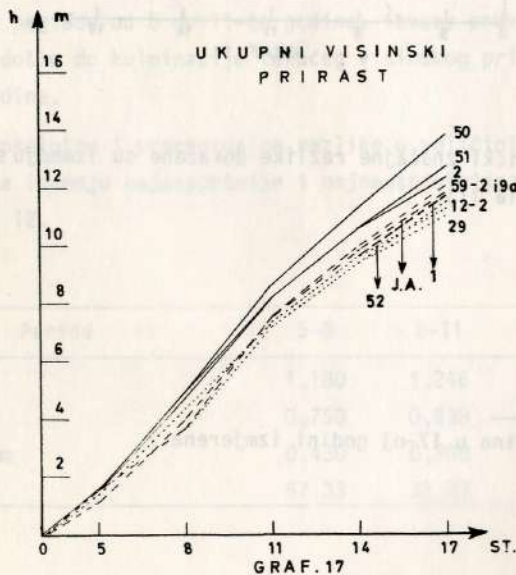
Godina	5.	8.	11.	14.	17.
H max	1,49	4,89	8,56	11,19	13,75
H min	1,16	3,72	6,97	9,32	11,02
Razlika u m	0,33	1,17	1,59	1,87	2,73
Razlika u %	28,68	31,32	22,87	20,07	24,82

Slične razlike konstatovane su i prilikom analize debljina (tabela 6). Ako bi se razlike konstatovane u sedamnaestoj godini održale i u budućnosti (a ima izgleda da se održe) one bi sa povećanjem dimenzija stabala dobijale sve više na značaju.

#### 4.2.2. VISINSKI PRIRAST

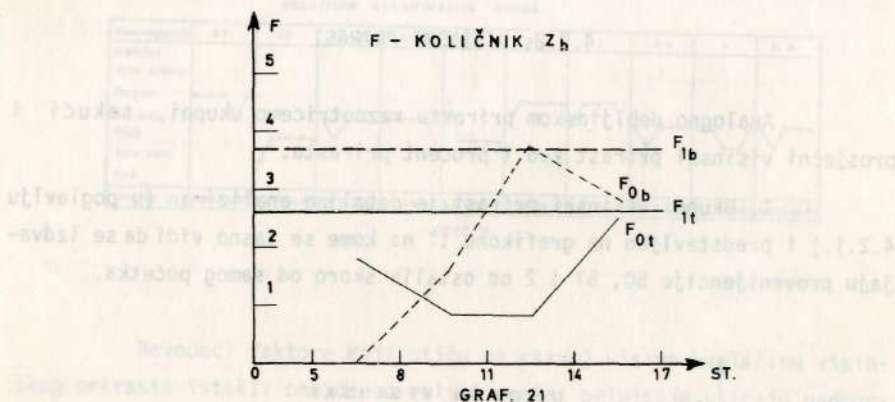
Analogno debljinskom prirastu razmotrićemo ukupni, tekući i prosječni visinski prirast kao i procent prirasta.

1. Ukupni visinski prirast je detaljno analiziran (u poglavlju 4.2.1.) i predstavljen na grafikonu 17 na kome se jasno vidi da se izdvajaju provenijencije 50, 51 i 2 od ostalih skoro od samog početka.



2. Tekući visinski prirast za pojedine periode odredjen je u običajenom dendrometrijskom analizom stabla za koju smo već rekli da je nedovoljno osjetljiva, ali izgleda još uvijek dovoljno jaka da pokaže značajnije razlike. Za posljednji analizirani period (14-17) direktno smo na terenu izmjerili periodični visinski prirast (sa tačnošću do na 1 cm) i za taj period smo najpreciznije odredili odnose izmedju provenijencija. Uporedjenjem ovako obračunatog visinskog prirasta sa računskim (po metodu visinske analize stabla) u istom periodu postoje razlike (što ćemo kasnije i pokazati) ali daleko manje\* nego da smo takva uporedjenja mogli napraviti za neki raniji period.

Nakon provedenih analiza varijanse po periodima u pogledu varijabiliteta visinskog prirasta došli smo do rezultata koji su predstavljeni na graf. 21.



Statistički značajne razlike dokazane su izmedju sljedećih provenijencija (tabela 11).

\* Zato što je visina u 17-oj godini izmjerena.



Tabela 11

Period	Prov. 52	9a	12 -2	2	1	29	Prov. 51	12 -2	29	Prov. 9a	12 -2	Prov. 52		
5- 8	50	XX	X	-	-	-	51	-	-	9a	-	2	X	
8-11	50	-	-	X	-	-	51	-	-	9a	-	2	-	
11-14	50	-	-	-	-	-	51	-	-	9a	-	2	-	
14-17	50	-	-	XX	X	X	XX	51	X	X	9a	X	2	-

Nema neke zakonitosti u pojavljivanju statistički značajnih razlika, a načelno se može dati isti zaključak kao za analizu debljinskog prirasta.

Analiza varijanse tekućeg visinskog prirasta za posljednji period na osnovu direktno izmjerenih veličina pokazala je da je  $F_0 < F_1$  i za blokove i tretmane ( $2,59 < 3,68$  i  $1,75 < 2,64$ ), kao i manji broj statistički značajnih razlika i to između provenijencija:

50 i 12-2	XX (0,34 m)
50 i 29	X (0,26 m)
50 i 2	X (0,25 m)

pri najmanjim značajnim razlikama 0,23 m (za 5%) i 0,31 m (za 1%).

Postignute veličine tekućeg visinskog prirasta u pojedinim periodima date su u prilogu na kraju rada (Tabela I) i grafički prikazane na grafikonu 18 na kome se vidi da je kulminacija za sve provenijencije nastupila u periodu od 8 do 11-te godine, izuzev provenijencija 2 i 12-2 za koje je došlo do kulminacije tekućeg visinskog prirasta u periodu od 5. do 8-e godine.

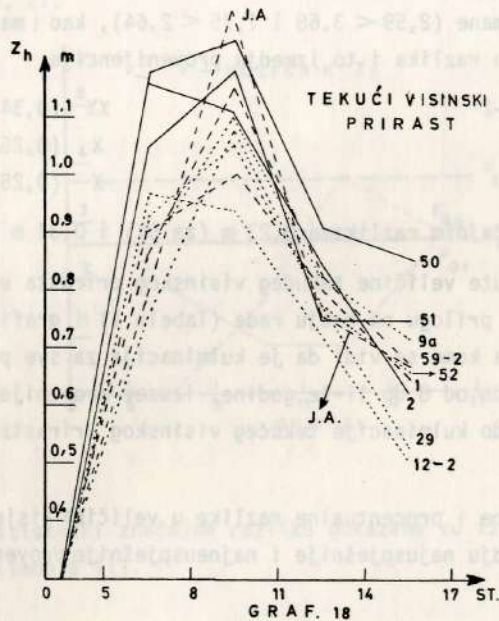
Apsolutne i procentualne razlike u veličini visinskog prirasta po periodima između najuspješnije i najneuspješnije provenijencije date su u tabeli 12.

Tabela 12

Period	5-8	8-11	11-14	14-17
$Z_h$ max	1,180	1,246	0,914	0,862
$Z_h$ min	0,750	0,938	0,731	0,518
Razlika u mm	0,430	0,308	0,183	0,344
Razlika u %	57,33	32,83	25,03	66,41

Očito je da se radi o praktično značajnim razlikama.

P i n t a r i ć (13) je na osnovu mjerenja visinskog prirasta svih stabala za period od 5-10-te godine objavio rezultate koji su, za taj period, sigurniji od naših. On je konstatovao da je tekući visinski prirast kulminirao za sve provenijencije u 9-oj godini - što se, uglavnom, slaže sa našim analizama. U Pintarićevim analizama japanski ariš i prov. 29 nalaze se još u porastu, međutim, naše analize pokazuju da je prirast svih provenijencija i japanskog ariša nakon desete godine opao. U svim analiziranim periodima (izuzev 8-11) jasno se ističe provenijencija 50 sa svojim najvećim visinskim prirastom (graf. 18), što je konstatovao i P i n t a r i ć.

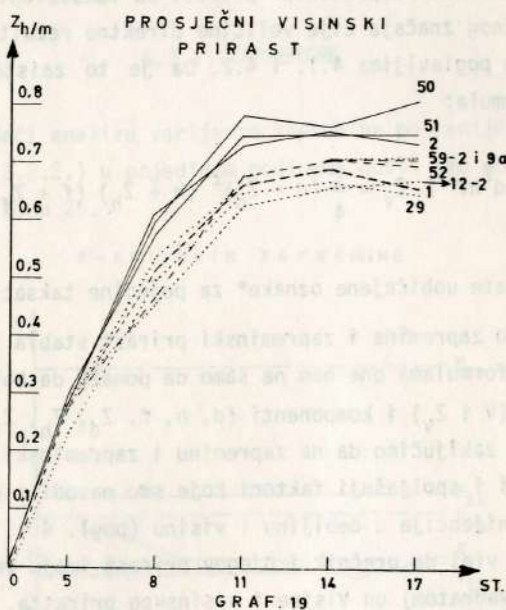


K l e p a c (5) je napravio pregled nekih vrsta s obzirom na vrijeme kulminacije tekućeg visinskog prirasta i dao njegovu prosječnu veličinu. Iz tog pregleda smo uzeli sljedeći izvod:

Vrsta drveća	Vrijeme kulminacije visinskog prirasta	Veličina visinskog prirasta
Ariš, vajmutov bor, smrčica, planinski javor	oko 15. godine	0,9, 0,8, 0,6 i 0,6 m
Zelena duglazija	oko 25. godine	0,8 m
Jela	oko 35. godine	0,8 m
Bukva	oko 45. godine	0,3 m

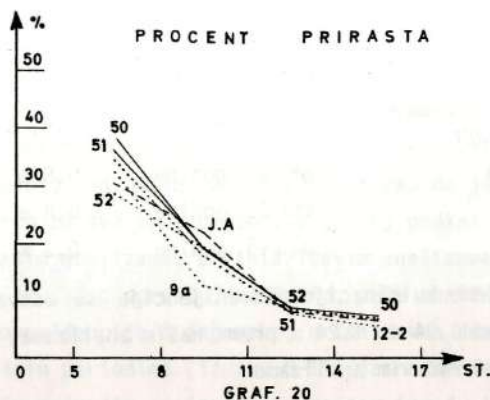
U vrijeme kulminacije provenijencije su ostvarile tekući visinski prirast od 0,94 do 1,24 m prema našim analizama, odnosno 1,05 - 1,37 m prema Pintarićevim analizama.

3. Prosječni visinski prirast prikazan je na grafikonu 19 na kome se vidi da je kulminirao u 14-oj godini za sve provenijencije, izuzev provenijencije 50.



4. Procent prirasta visine izračunat je po Preslerovoj formuli i prikazan na grafikonu 20 na kome se orijentaciono vidi njegov tok i veličina.





### 4.3. ZAPREMINA I ZAPREMINSKI PRIRAST STABLA

Zapremina i zapreminski prirast su taksacioni elementi od najvećeg praktičnog značaja čije veličine direktno rezultiraju iz veličina razmatranih u poglavljima 4.1. i 4.2. Da je to zaista tako vidi se iz sljedećih formula:

$$V = \frac{\pi}{4} d^2 h f \quad \text{i} \quad Z_v = \frac{\pi}{4} (d + Z_d)^2 (h + Z_h) (f + Z_f) - \frac{\pi}{4} d^2 h f$$

u kojima su date uobičajene oznake\* za pojedine taksacione elemente.

Iako zapremina i zapreminski prirast stabla nisu određivani po navedenim formulama one nam ne samo da pomažu da bolje uočimo vezu između njih ( $V$  i  $Z_v$ ) i komponenti ( $d$ ,  $h$ ,  $f$ ,  $Z_d$ ,  $Z_h$ ,  $Z_f$ ) iz kojih nastaju, nego i da zaključimo da na zapreminu i zapreminski prirast utiču svi oni unutrašnji i spoljašnji faktori koje smo navodili razmatrajući rast stabala provenijencija u debljinu i visinu (pogl. 4.1. i 4.2.). U formuli se dalje vidi da prečnik i njegov prirast imaju veći značaj (jer učestvuju sa kvadratom) od visine i visinskog prirasta. Podsjetimo li se da su debljine i debljinski prirast u razmatranim godinama određeni sa tačnošću do na mm, i da smo konstatovali nepreciznost visinske analize, onda prethodna konstatacija ide u prilog tome da su zapremine i zapre-

\*  $V$  - zapremina,  $d$  - prečnik ( $d_{1,30}$ ),  $h$  - visina,  $f$  - zapreminski koeficijent,  $Z_v$ ,  $Z_d$ ,  $Z_h$ ,  $Z_f$  - su tekući zapreminski prirasti, zapremine, prečnika, visine, obličnog broja (11).

minski prirasti određeni sa dovoljnom tačnošću, za izvodjenje valjanih zaključaka.

Zapremine stabala u pojedinim godinama određene su po prilagodjenoj\* složenoj Smalijanovoj formuli prema kojoj je:

$$V = l \left( \frac{g_0 + g_n}{2} + g_1 + g_2 + \dots + g_{n-1} \right) + \frac{g_n l_0}{3} - \frac{g_0 + g_1}{2}$$

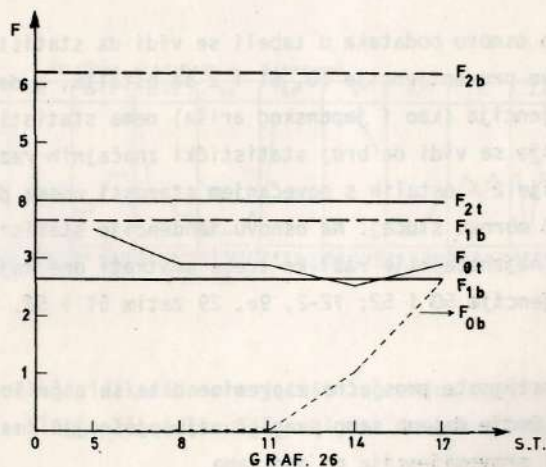
U formuli je:  $V$  - zapremina;  $l$  - dužina sekcija;  $g_0, g_1, g_2$  itd. su temeljnice na visini presjeka 0,30; 1,30; 3,30 m itd. i  $l_0$  - dužina ovrška.

Na osnovu ovako određenih zapremina stabala došli smo do tekućeg i prosječnog zapreminskog prirasta po uobičajenom metodu analize stabla (11, str. 260).

#### 4.3.1. ZAPREMINE

Provodeći analizu varijanse zapremina po ranije izloženom metodu (poglavlje 3.2.2.) u pojedinim godinama došli smo do rezultata prikazanih na grafikonu 26.

F - KOLIČNIK ZAPREMINE



\* Zato što sve sekcije nemaju istu dužinu.

Na grafikonu 26 vidi se da je razlika u blokovima do jedanaeste godine ravna nuli odakle se naglo povećava ali ne prelazi prag značajnosti ( $F_{1B}$ ) do kraja sedamnaeste godine. Uticaj tretmana (provenijencija) je, slobodnije rečeno, statistički zanačajan u svim analiziranim godinama (izuzev 14-te). Uoporedimo li graf. 26 sa grafikonima 4 i 13 vidi se da se oni bitno razlikuju po liniji koja predstavlja uticaj provenijencija na osnovu čega možemo izvući zaključak da je zapremina, ta veličina u kojoj se najbolje odražavaju razlike između provenijencija u ovom slučaju.

Provodeći t-test (NZR) konstatovali smo da u svim analiziranim godinama postoje statistički značajne razlike u prosječnim zapreminama provenijencija kao i da im je broj prilično ujednačen. U tabeli 13 dajemo pregled statistički utvrđenih razlika.

Tabela 13

Godina	Prv.	29	9a	12 -2	50	59 -2	1	52	Prv.	52	12 -2	9a	29	1	59 -2	Prv.	52	29	9a	12 -2
5.	2	XX	XX	XX	XX	XX	XX	-	50	-	-	-	-	-	-	51	-	-	-	-
8.	2	XX	XX	X	-	X	X	XX	50	-	-	-	X	-	-	51	X	X	-	-
11.	2	X	XX	X	-	X	X	XX	50	X	-	X	-	-	-	51	X	-	X	-
14.	2	-	X	X	-	-	-	X	50	XX	X	X	-	-	-	51	X	-	X	X
17.	2	-	-	X	-	-	-	-	50	XX	XX	XX	XX	X	X	51	X	-	-	X

Na osnovu podataka u tabeli se vidi da statistički značajne razlike prave provenijencije 50, 51 i 2 sa ostalim, a da između ostalih provenijencija (kao i japanskog ariša) nema statistički značajnih razlika. Dalje se vidi da broj statistički značajnih razlika između provenijencije 2 i ostalih s povećanjem starosti opada dok je za provenijenciju 50 obrnut slučaj. Na osnovu tendencije statistički značajnih razlika kao najznačajnije razlike treba smatrati one koje postoje između provenijencija 50 i 52; 12-2, 9a, 29 zatim 51 i 52, 12-2 kao i 2 i 12-2.

Postignute prosječne zapremine date su u prilogu na kraju rada (tabela I). Ovdje dajemo samo pregled najuspješnijih (max) i najneuspješnijih (min) provenijencija po godinama.



Godina:	5.	8.	11.	14.	17.
Max	2	2	2	50	50
Min	29	29	52	52	12-2

Napravljeni prikaz skoro se u potpunosti slaže sa analognim prikazom za debljine.

Rang provenijencija se iz godine u godinu sporije mijenja što je i logično\*.

Spirmanovi koeficijenti korelacije ranga za pojedine periode iznose:

$$R_{5/8} = 0,86; R_{8/11} = 0,82; R_{11/14} = 0,92 \text{ i } R_{14/17} = 0,93$$

Na osnovu dobivenih koeficijenata zaključujemo da postoji statistički značajno slaganje u rangovima na početku i kraju razmatranog perioda. Međutim, to ne znači da između 5-te i 17-te godine nije bilo značajnih pomjeranja u rangu ( $R_{5/17} = 0,32$ ). Tek nakon jedanaeste godine ( $R_{11/17} = 0,85$ ) može se sigurnije odrediti rang provenijencije u budućnosti. Uopredjenjem dobivenih koeficijenata sa kritičnim (tabličnim) veličinama ( $R_1 = 0,666$  i  $R_2 = 0,798$ ) vidi se da se jačina veze (R) u podzorku statistički značajno razlikuje od nule od početka (period 5-8).



GRAF. 27

Relativna klasifikacija prosječnih zapremina (graf. 27) pokazuje u odnosu na analogne klasifikacije debljina i visina najjasnije

\* Zato što se zapremina stabla sporije mijenja od njegove debljine i visine.

prednost koju imaju provenijencije 50, 51 i 2 u odnosu na ostale. Takođe se vidi i izrazita slabost provenijencija 29, 52, 9a i 12-2.

Statistički konstatovane razlike imaju i praktični značaj što se vidi u tabeli 14.

Tabela 14

Godina	5.	8.	11.	14.	17.
V max	0,000096	0,004154	0,019620	0,047131	0,077128
V min	0,000017	0,001231	0,009582	0,027075	0,043356
Razlika u m <sup>3</sup>	0,000079	0,002923	0,010038	0,020056	0,033772
Razlika u %	465	237	106	74	78
% V max od V min	17,7	29,62	48,84	57,44	56,21

Mada se radi o malim apsolutnim veličinama zapremine stabala i njihovim razlikama greška koja se može napraviti nepravilnim izborom provenijencije je velika. Istina, radi se o maksimalnoj grešci i o konkretnom slučaju. Pretpostavimo li da su zapremine stabala date u tabeli 14 u sedamnaestoj godini zapremine srednjeg stabla sastojine i da približno u toj starosti ima oko 2000 stabala po ha onda bi zapremina po ha određena po formuli  $V_s = m_s N$  iznosila u prvom slučaju 154 m<sup>3</sup> a u drugom 87 m<sup>3</sup>. Razlika je, dakle, 67 m<sup>3</sup> ili 78%.

#### 4.3.2. ZAPREMSKI PRIRAST

Analogno ranijim razmatranjima (poglavlja 4.1.2. i 4.2.2.), razmotrićemo važnije vrste zapreminskog prirasta i to:

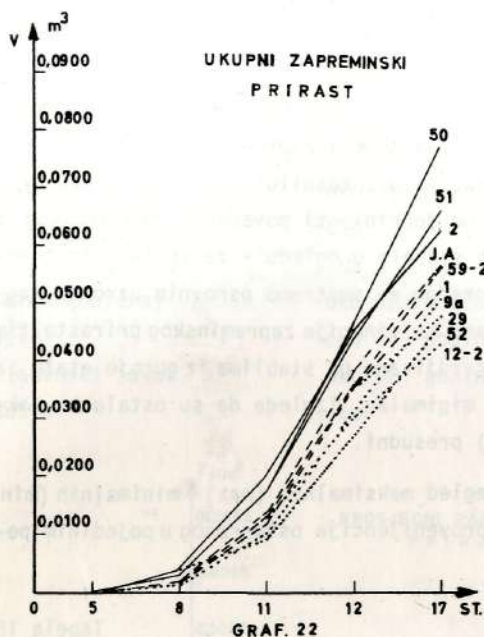
1. Ukupni zapreminski prirast je detaljno razmotren u prethodnom poglavlju (4.3.1.) i prikazan na graf. 22.

2. Tekući zapreminski prirast.

Visok stepen slaganja u rangu provenijencija s obzirom na ukupnu zapreminu u pojedinim godinama, kao posljedica činjenice da se zapremina sporije mijenja od prečnika i visine omogućuje nam da za tekući zapreminski prirast izostavimo\* analizu varijanse.

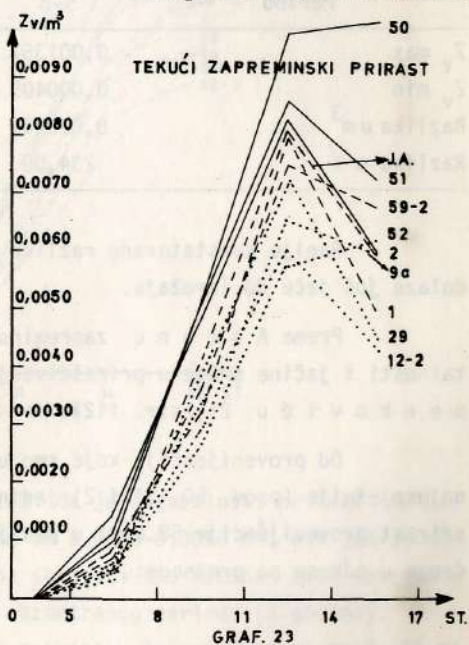
\* Takvom analizom varijanse ne bi mogli da dokažemo ništa više od dokazanog analizom varijanse provedene za zapreminu, debljinski i visinski prirast.





razmaku dovelo do prerane kulminacije zapreminskog prirasta. Međutim, takvo stanje ne treba smatrati konačnim ako se imaju u vidu uzroci navedeni u poglavlju 4.1.2. koji su najvjerojatnije doveli do naglog opadanja tekućeg debljinskog i visinskog a samim tim i zapreminskog prirasta.

Najvjerojatnije je da su upravo ti faktori izazvali navedenu nepravilnost koja je ovdje najjače došla do izražaja i ako se oni djelimično\*



Tekući zapreminski prirast je prikazan na graf. 23, Odmah se zapaža da je kulminacija za japanski ariš i ostale provenijencije, izuzev prov. 50 i 52, nastupila prerano (u periodu od 11-14 godine) s obzirom da tekući zapreminski prirast ove vrste koji pod normalnim uslovima kulminira oko 35-te godine (5). Ranije smo konstatovali (poglavlje 4.1.2. i 4.2.2.) da su tekući prirasti debljine i visine nakon kulminacije (period od 8-11-te godine) naglo opali, (a pogotovo prirast debljine) što je u kratkom vremenskom

\* Radi toga što negativan uticaj navedenih faktora nije moguće u potpunosti otkloniti, npr., dubina zemljišta, njegova struktura itd.



otklone moguće je da ponovo dodje do povećanja zapreminskog prirasta. Medjutim, iz literature (6 i 21) nam je poznato i to da obično za vrste svjetla, ako se pravovremeno ne interveniše proredama, ne može se kasnije mnogo stimulirati debljinski pa prema tome i zapreminski prirast. Mišljenja smo da se s proredom, ipak, malo zakasnilo\* i da će proreda provedena na kraju sedamnaeste godine doprinijeti povećanju debljinskog i zapreminskog prirasta preostalih stabala u ogledu - za koliko, to treba dalje pratiti. Zakašnjenje s proredom ne smatramo osnovnim uzrokom naglog opadanja debljinskog i prerane kulminacije zapreminskog prirasta tim prije što su njihove veličine utvrđivane na stablima iz gornje etaže za koja je uticaj stabla na stablo minimalan. Izgleda da su ostala dva faktora (arišev moljac i zemljište) presudni.

U tabeli 15 dajemo pregled maksimalnih (max) i minimalnih (min) veličina zapreminskog prirasta provenijencija ostvarenog u pojedinim periodima.

Tabela 15

Period	5-8	8-11	11-14	14-17
$Z_v$ max	0,001352	0,004972	0,009762	0,009998
$Z_v$ min	0,000405	0,002723	0,005830	0,004346
Razlika u m <sup>3</sup>	0,000947	0,002249	0,005432	0,005652
Razlika u %	234,00	82,59	93,17	130,05

Ranije konstatovane razlike u prirastu (tabele 8 i 12) ovdje dolaze još jače do izražaja.

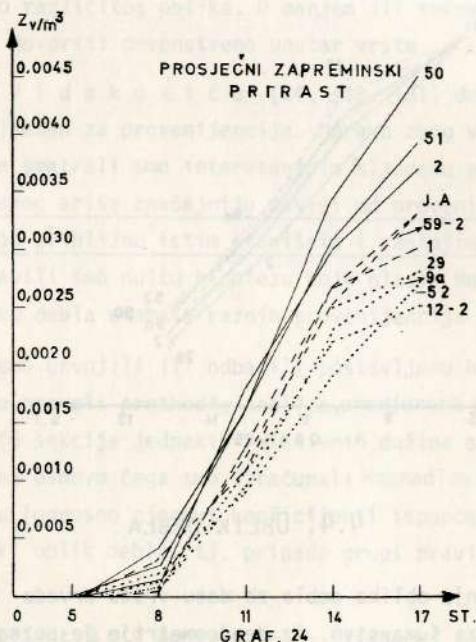
Prema A s m a n u zapreminski prirast je pravi pokazatelj vitalnosti i jačine snage u priraščivanju jednog stabla (prema S t a - m e n k o v i ć u 21, str. 112).

Od provenijencija koje smo u ranijim analizama isticali kao najuspješnije (prov. 50, 51 i 2) jedino još nije kulminirao zapreminski prirast provenijencije 50 koji u posljednjem periodu ima neznatno povećanje u odnosu na prethodni.

\* Po metodici za sve plohe internacionalnog ogleda predviđeno je da se prva proreda provede kad gornja visina stabala bude 12 m.

Radi uporedjenja ariša sa ostalim vrstama s obzirom na vrijeme kulminacije zapreminskog prirasta i njegovu veličinu u tom momentu daje-mo izvod tabele koju je sastavio K l e p a c (5).

Vrsta drveća	Vrijeme kulminacije zapreminskog prirasta	Maksimalni godišnji zapreminski prirast
Ariš	oko 35. godine	0,039 m <sup>3</sup>
Vajmutov bor	oko -	0,034 m <sup>3</sup>
Zelena duglazija	oko -	0,057 m <sup>3</sup>
Smrča (obična)	oko 60. godine	0,092 m <sup>3</sup>
Jela	oko 75. godine	0,145 m <sup>3</sup>
Planinski javor	oko 95. godine	0,064 m <sup>3</sup>
Bukva	oko -	0,028 m <sup>3</sup>

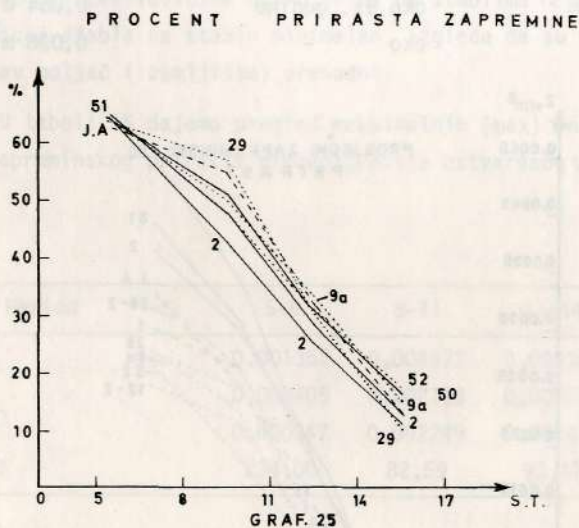


Iz naših analiza proizilazi da je zapreminski prirast kulminirao oko 13-te godine sa veličinom od 0,0058-0,0098 m<sup>3</sup>, ali još jednom podvlačimo da ovaj podatak ne treba shvatiti kao konačan zbog navedenog u pogl.4.1.2, kao i zbog kratkoće razmatranog perioda (3 godine).

3. Prosječni zapreminski prirast - je prikazan na graf. 24 na kome se vidi da se nalazi u stalnom porastu i otprilike u 17-oj godini

njegova veličina za sve provenijencije iznosi oko 1/2 tekućeg zapreminskog prirasta u posljednjem periodu. Ako se uporede grafikoni 23 i 24 vidi se da još dugo neće doći do njegove kulminacije, tj. do presijecanja krivih tekućeg i prosječnog zapreminskog prirasta.

4. Procenat zapreminskog prirasta - prikazan je na grafikonu 25 na kome se može orijentaciono vidjeti njegova veličina u pojedinim periodima i tok. Upoređenjem sa grafikonima 11 i 20 vidi se da je procent zapreminskog prirasta najveći što je i logično\*.



#### 4.4. OBLIK DEBLA

Poznavanje oblika debla za datu vrstu drveća ima teoretski i praktični značaj za šumarstvo. Iz dendrometrije je poznato da se oblik debla ne poklapa ni s jednim pravilnim geometrijskim tijelom, samo se pojedini dijelovi debla manje ili više približavaju pravilnim geometrijskim tijelima (valjku, paraboloidu, kupi, nailoidu). Oblik debla je tipičan i zavisi od niza faktora. Tako, npr., S t o j a n o v i ć (22, str. 176) razmatrajući oblik debla Pančićeve omorike, uopšteno o zavisnosti

\* Iz dendrometrije je poznata veza između procenta prirasta taksacionih elemenata stabla tj.  $p_v = p_d + p_h - p_f$  ili  $p_v = 2 p_d$ .



oblika debla od ostalih faktora kaže: "Oblik stabla je rezultanta dejstva nasljednih faktora, s jedne i uslova sredine - staništa (osvjetljenje, gustina sklopa, obrast, nagib terena, bonitet), s druge strane". Pored navedenih faktora, drugi autori (6 i 21) navode veliki značaj uticaja vjetra. Tako, npr., M a t i ć (6, str. 35) navodi sljedeće: "... stabla koja su izložena više vjetru (na rubu sastojine, dominantna stabla u sastojini itd.) imaju elipsastiji presjek debla u donjem dijelu i malodrnija su nego stabla koja su manje izložena vjetru".

Mi smatramo da medju svim pomenutim faktorima najveći uticaj ima vrsta drveća sa svojim biološkim (nasljednim) osobinama jer inače bi bilo nemoguće objasniti pojavu da na istom staništu razne vrste izgrađuju deblo jako različitog oblika. O manjem ili većem uticaju ostalih faktora može se govoriti prvenstveno unutar vrste.

Prema V i d a k o v i ć u (24, str. 131) dokazano je da je oblik debla nasljedan za provenijencije. Upravo zbog velikog uticaja nasljednih osobina smatrali smo interesantnim sljedeće pitanje: Da li oblik debla evropskog ariša značajnije zavisi od provenijencije ako se stabla razvijaju pod približno istim stanišnim i sastojinskim uslovima? U tom smislu postavili smo nultu hipotezu koja glasi: Nema razlike u geometrijskom obliku debla stabala raznih provenijencija evropskog ariša.

Da bismo usvojili ili odbacili postavljenu hipotezu, ista stabla, za koja smo proveli prethodne analize, premjerena su Hoenadlovim sekcionim metodom (5 sekcija jednakih relativnih dužina sa tačnošću prečnika do na mm) na osnovu čega smo izračunali Hoenadlov oblični broj  $\lambda_{0,9}$  koji ima osobinu (odnosno njegovi koeficijenti ispupčenosti) da karakteriše geometrijski oblik debla, tj. pripada grupi pravih obličnih brojeva.

Koeficijent  $\lambda_{0,9}$  dobiven je po sljedećoj formuli:

$$\lambda_{0,9} = 0,2 (1 + n_{0,7}^2 + n_{0,5}^2 + n_{0,3}^2 + n_{0,1}^2)$$

u kojoj su:  $n_{0,7}$ ,  $n_{0,5}$  itd. koeficijenti ispupčenosti\* na tim relativnim dužinama (računato od vrha stabla).

\* Npr. koeficijent ispupčenosti  $n_{0,7} = \frac{d_{0,7}}{d_{0,9}}$  itd.

Hoeradlov oblični broj ( $\lambda 0,9$ ) izračunat je za sva stabla (87) a u analizu varijanse ušli smo sa prosječnim vrijednostima predstavnika na plohi. Rezultati provedene analize kazuju da se uticaj blokova pokazao statistički značajan, a uticaj provenijencije statistički slučajaj, što znači da treba prihvatiti postavljenu nultu hipotezu. Uticaj blokova jedino se može objasniti stvarnim razlikama u zemljištu i većom izloženošću stabala prvog od drugog odnosno trećeg bloka vjetru jer je zaista situacija\* na terenu takva da se može postaviti opravdana sumnja. I prilikom analize drugih taksacionih elemenata primijećena je ista pojava, tj. sve provenijencije ostvaruju u prosjeku najveće veličine taksacionih elemenata na trećem, pa drugom, pa prvom bloku.

Veličina  $\lambda 0,9$  iznosi po blokovima:

blok	1	2	3
$\lambda 0,9$	0,437311	0,442618	0,450081

a po provenijencijama:

Prov.	50	51	59-2	52	2	1	12-2
$\lambda 0,9$	0,455748	0,446483	0,438999	0,440426	0,446397	0,440048	0,439648
	9a	29	jap.ariš				
	0,440469	0,441812	0,446122				

Iako je F-test pokazao homogenost ogleda u cjelini s obzirom na Hoeradlov koeficijent oblika proveli smo t-test i konstatovali statistički značajne razlike između sljedećih provenijencija:

50 i 59-2	X (0,016749) u procentima	- 3,67%
50 i 12-2	X (0,016100)	" - 3,53%
50 i 1	X (0,015700)	" - 3,44%
50 i 52	X (0,015322)	" - 3,36%
50 i 9a	X (0,015279)	" - 3,35%
50 i 29	X (0,013936)	" - 3,05%

Konstatovane razlike treba prihvatiti opreznije zbog suprotnog zaključka koji je izveden na osnovu F-testa. Iz datog prikaza se vidi da je riječ o razlici od 3 do 4% koja ima mali praktični značaj. Takođe

\* Gledano u cjelini najbolje su stabla zaštićena od jačih vjetrova na trećem pa drugom pa prvom bloku.



treba primijetiti da statistički značajne razlike postoje samo između provenijencije 50 i ostalih, a da između njih samih nema statistički dokazanih razlika, što znači da se provenijencija 50 nalazi na prvom mjestu i u pogledu punodrvnosti.

#### 4.5. KVALITET DEBLA

Analizirajući veličinu taksacionih elemenata došli smo do značajnih zaključaka, ali nedovoljnih da bi jednu provenijenciju izdvojili kao najbolju. Kao drugu, isto tako, važnu komponentu, ističemo kvalitet debla. Tek nakon analize ove komponente bićemo u mogućnosti da s većom sigurnošću izdvojimo najpodesniju provenijenciju, tj. onu koja je u proteklom periodu (17 godina) ostvarila najveće dimenzije i najbolji kvalitet u stanišnim uslovima u kojim se nalazi ogled. No, kako ćemo kasnije vidjeti, između veličine taksacionih elemenata i kvaliteta debla postoji negativna korelaciona veza, tj. veće dimenzije - slabiji kvalitet.

Kvalitet debla je ocijenjen prema (pismenim) uputstvima prof. P i n t a r i ć a, a to su, u stvari, uputstva koja se koriste za cijeli internacionalni ogled. Prema tim uputstvima za sva stabla (izuzev rubnih) ocijenjena je kategorija stabla, stepen zakrivljenosti i vrsta zakrivljenosti.

Kategorija stabla je ocijenjena po Kraftovoj klasifikaciji (5 klasa) čiji se opširni opis može naći u svim udžbenicima uzgajanja šuma. Dovoljno je samo ako navedemo da se po toj klasifikaciji razlikuju pet kategorija stabala i to:

1. predominantna ili prevladavajuća stabla,
2. dominantna stabla,
3. kodominantna stabla,
4. nadvladana stabla i
5. potištena stabla.

O procentualnom udjelu navedenih kategorija za pojedine provenijencije biće govora kasnije, za sada da istaknemo da je ova klasifikacija važan dio opšte provedene ocjene kvaliteta, kao i to da stabla na kojima su provedene prethodne analize u radu potiču prvenstveno iz kategorija dominantnih i predominantnih stabala, tj. onih koja čine glavnu sastojinu u momentu istraživanja i biće nosioci budućeg razvoja sastojine.



Stepen zakrivljenosti stabala takodje je izražen pomoću pet kategorija i to:

1. potpuno pravo od zemlje do vrha,
2. slabo zakrivljeno (do 5 cm odstupanja od vertikalnog položaja po l. t. m.),
3. umjereno zakrivljeno (5-10 cm odstupanja od vertikalnog položaja po l. t. m.),
4. jako zakrivljeno (preko 10 cm odstupanja od vertikalnog položaja l. t. m.),
5. zakržljalo, savijeno stablo.

Vrsta zakrivljenosti stabala ocjenjena je na osnovu tri kategorije i to:

1. sabljast rast stabla,
2. zmijsolik rast (osa debla sa krivinama većeg radijusa) i
3. zmijsolik rast (osa debla sa krivinama manjeg radijusa).

Ocjenu kvaliteta stabala ovog ogleada u sedmoj godini proveo je prof. P i n t a r i ć i objavio u radu "Stammqualität von Lärchen verschiedener Herkunft" (K. P i n t a r i ć, 1973.) čije rezultate ćemo koristiti radi uporedjenja svuda gdje to bude moguće, a prvenstveno radi provjere sljedećeg pitanja: Da li je moguće (i koliko) uspješno predviđeti kvalitet debla u budućnosti na osnovu ocjene kvaliteta stabala u ranoj mladosti?

P i n t a r i ć navodi u istom radu da je to moguće sa velikom sigurnošću, ali ipak oprezno završava rad sljedećim riječima: "Dalja ispitivanja će pokazati da li će ovi odnosi\* u potpunosti ostati" (15, str. 68).

U tabeli 16 dat je prikaz ocjenjenog broja stabala na cijeloj oglednoj površini po provenijencijama i procentualno učešće pojedinih Kraftovih klasa.

Iz tabele se vidi da stabla prve i druge kategorije učestvuju sa 44-70% (prov. 12-2 i 52) u ukupnom procentu svih stabala, što još jednom potvrđuje našu raniju konstataciju da su analizirana stabla najre-

---

\* Misli se na odnose izmedju provenijencija s obzirom na kvalitet.

alniji predstavnici nosilaca dosadašnjeg i budućeg razvoja sastojine. Dalje se vidi da su procentualne razlike najveće u klasi dominantnih stabala dok su procentualne razlike u ostalim klasama ujednačene.

Tabela 16

Provenijencija	50	51	59-2	52	2	1	12-2	9a	29	JA	Varij. širina	
Broj stabala	187	207	171	143	240	180	250	133	190	163		
Kategorija	1.	18	17	15	8	8	7	8	13	12	6	12
	2.	47	42	44	62	53	40	36	52	52	56	26
	3.	20	22	26	18	25	29	31	23	26	20	13
	4.	9	14	8	8	11	15	18	7	7	5	13
	5.	5	5	7	4	3	9	7	5	3	12	9
Ukupno %	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	-	

Prosječni procent\* pojedinih kategorija rasa (karpatski i alpski ariš) izgleda ovako:

Kategorija	1.	2.	3.	4.	5.
Karpatski ariš	14,96	47,84	21,63	10,02	5,28
Alpski ariš	8,60	44,62	27,43	13,41	5,92

Primjećuje se da postoji razlika između rasa. Karpatski ariš ima veće procentualno učešće, prve i druge, a smanjeno učešće 3, 4. i 5. kategorije stabala u odnosu na alpski ariš. Hibrid 29 više se približava u svim kategorijama karpatskom arišu, a za japanski ariš nema neke pravilnosti.

Najpovoljniju procentualnu raspodjelu stabala po navedenim kategorijama ima provenijencija 52, a najnepovoljniju 12-2. Prema procentualnom učešću prve i druge kategorije vodeće provenijencije po veličini taksacionih elemenata (50, 51 i 2) nalaze se na 2/3, 6. i 7. mjestu.

Procentualna raspodjela stabala prema stepenu i vrsti zakrivljenosti data je u tabeli 17.

Iz tabele se vidi sljedeće: udio pravih stabala u sedmoj godi-

\* Prosječni procentat je obračunat po formuli  $\bar{p} = \frac{\sum n_i p_i}{N}$

Tabela 17

Provenijencija	Stepen zakrivljenosti					Rang			Vrsta zakrivljenosti				
	1		2	3	4	5	E %	Pint.	Kopr.	1	2	3	E %
	Pint.	Kopr.											
50	68,7	47,6	38,0	6,4	3,2	4,8	100	4	4	67	28	5	100
51	66,4	45,4	36,7	5,8	5,8	6,2	100	5	5	58	35	7	100
59-2	57,8	25,1	45,6	15,8	6,5	7,0	100	9	9	56	31	13	100
52	64,7	53,1	33,6	8,4	2,1	2,8	100	7	3	55	31	14	100
2	50,4	13,3	47,9	25,8	10,1	2,9	100	10	10	62	18	20	100
1	74,2	42,2	35,5	7,8	6,2	8,3	100	2	7	86	13	1	100
12-2	70,0	45,2	40,8	5,6	4,0	4,4	100	3	6	71	24	5	100
9a	83,5	68,9	20,4	4,5	5,2	1,0	100	1	1	67	24	9	100
29	66,0	66,8	19,5	5,8	6,3	1,6	100	6	2	67	29	4	100
I.A	62,0	36,2	32,5	11,0	8,6	11,7	100	8	8	75	14	11	100
$\bar{p}$	66,4	44,3	35,0	9,7	5,8	5,2	100	-	-	66,3	24,7	9,0	100



ni prema ocjeni P i n t a r i ć a (15) varira između 50,4% (prov. 2) i 83,5 (prov. 9a). Prema našoj ocjeni, u sedamnaestoj godini procenat pravih stabala varira između 13,3% (prov. 2) i 68,9% (prov. 9a). Pored znatno povećane varijacione širine (između vodeće i posljednje provenijencije) i udio pravih stabala je također znatno smanjen. Pored djelovanja unutrašnjih i vanjskih faktora koji su doveli do toga smanjenja to može biti dobrim dijelom posljedica subjektivnosti istraživača. Međutim, objektivno posmatrano najviše se moglo pogriješiti za veličinu druge klase (slabo zakrivljena stabla). I ako skupa posmatramo prvu i drugu klasu provenijencije su mnogo više ujednačene po kvalitetu, kako između sebe, tako i po ocjeni Pintarića i našoj. U tom slučaju prema Pintarićevim podacima procentualno učešće prve i druge klase varira između 59,3 i 88,2%, a prema našim između 68,7 i 89,3%.

Koeficijent korelacije ranga udjela pravih stabala u sedmoj i sedamnaestoj godini iznosi  $R_{7/17} = 0,60$ , što znači da postoji slabo slaganje u rangovima. Međutim, kako do razlike u rangovima dobrim dijelom dolazi i zbog subjektivnosti istraživača mišljenja smo da se u ranoj mladosti može uspješno predvidjeti redoslijed provenijencija. Vodeća provenijencija 9a i posljednja 2 nisu u desetgodišnjem periodu promijenile mjesta u rangu kao ni vodeće provenijencije po veličini analiziranih taksacionih elemenata (50, 51 i 2).

Procentualno učešće pravih stabala za karpatski ariš varira između 25,1% (prov. 59-2) i 53,1% (prov. 52) sa varijacionom širinom 28%, a za alpski ariš između 13,3% (prov. 2) i 68,9% (prov. 9a) sa varijacionom širinom 55,6%.

P i n t a r i ć (15) je konstatovao da provenijencije alpskog ariša (izuzev prov. 2) imaju bolji kvalitet (veći udio pravih stabala) što možemo potvrditi na osnovu naših istraživanja samo u slučaju da posmatramo prvu i drugu kategoriju stabala skupa. Uopšteno bi se moglo reći da i u jednoj i u drugoj rasi ima provenijencija sa dobrim kvalitetom debla.

Po kvalitetu, s obzirom na udio pravih stabala, najbolje su provenijencije 9a i 29, a najlošije provenijencije 2 i 59-2. Japanski ariš također ima mali udio pravih stabala.

P i n t a r i ć (15) je konstatovane razlike u broju pravih stabala potvrdio i statistički koristeći Dankanov test za dokazivanje

razlika između prosječnih proporcija.

Mi smo proveli analizu varijanse kao i u ranijim analizama. Međutim, ni naš ni Pintarićev postupak dokazivanja razlike među provenijencijama po broju pravih stabala nisu bez primjedbi, ako se zna: da se proporcije ne raspoređuju normalno oko srednje proporcije već bliže  $\chi^2$  distribuciji, kao i da je svaki put različita baza (ukupan broj stabala) prilikom utvrđivanja proporcije (pravih stabala) provenijencija usljed čega postoji razlika\* između stvarne prosječne proporcije određene provenijencije i obične aritmetičke proporcije, korištene pri testiranju.

Nakon provedene analize varijanse došli smo do saznanja da su blokovi pokazali statistički slučajan uticaj, a provenijencije se statistički značajno razlikuju (na nivou rizika 1%) po udjelu pravih stabala.

Nakon testiranja konstatovali smo statistički značajne razlike između sljedećih provenijencija:

9a i 2	XX (58,34%)	29 i 2	XX (51,00%)
9a i 59-2	XX (48,67%)	29 i 59-2	XX (41,33%)
9a i J.A	XX (36,00%)	29 i jap.ariš	X (28,66%)
9a i 1	X (31,00%)	29 i 1	X (23,66%)
9a i 12-2	X (26,34%)	52 i 2	XX (39,67%)
9a i 51	X (27,34%)	52 i 59-2	X (30,00%)
12-2 i 2	XX (32,00%)		
51 i 2	X (31,00%)		
1 i 2	X (27,00%)		

Od mogućih 45 uporedjenja 17 se pokazalo statistički značajno što iznosi 38%. P i n t a r i ć (15) je za stabla u sedmoj godini konstatovao 18% značajnih razlika na osnovu čega zaključujemo da se broj statistički značajnih razlika povećao sa starošću, naravno ako se zanemari razlika u subjektivnosti istraživača.

Procentualni udjeli ostalih kategorija zakrivljenosti stabala variraju:

---

\* Ta razlika (greška) u ovom slučaju nema većeg uticaja što smo konstatovali na osnovu probne analize.



- 2 - od 19,5% (prov. 29) do 47,9% (prov. 2)
- 3 - od 4,5% (prov. 9a) do 25,8% (prov. 2)
- 4 - od 2,1% (prov. 52) do 10,1% (prov. 2)
- 5 - od 1,0% (prov. 9a) do 11,7% (jap.ariš)

Očito je da se radi o velikim razlikama i u ostalim kategorijama.

Između karpatskog i alpskog ariša u pogledu kvaliteta debela nema neke bitnije razlike. Provenijencije karpatskog ariša nešto su bolje ujednačene po kvalitetu u svim analiziranim kategorijama zakrivljenosti što se vidi na osnovu varijacionih širina:

Kategorija	1.	2.	3.	4.	5.
Karpatski ariš	28%	12,0%	10,0%	4,4%	4,2%
Alpski ariš	55%	27,5%	21,3%	6,1%	7,3%

S obzirom na vrstu zakrivljenosti, u tabeli 17 može se primijetiti da je sabljast rast više karakterističan za alpski a zmioljik za karpatski ariš. U cjelini posmatrano za sve provenijencije najkarakterističnija je prva, pa druga, pa treća vrsta zakrivljenosti.

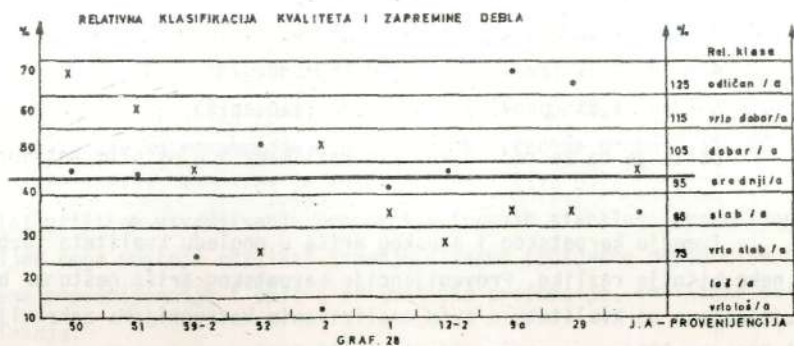
Izaberemo li zapremine stabala (sa korom) u sedamnaestoj godini kao najrealniji pokazatelj proizvodne moći provenijencija i kategoriju pravih stabala (procentualno učešće) kao najrealniji pokazatelj kvaliteta i izračunamo koeficijent korelacije rangova ova dva obilježja dobijamo da je  $R = -0,37$ , što znači da između veličine zapremine i kvaliteta debela postoji negativna korelacija\* (vidi tabele 17 i I).

Istu pojavu je konstatovao i P i n t a r i ć (15) za stabla u sedmoj godini, upoređujući na analogan način visine stabala i kvalitet debela.

Da bismo dobili bolji uvid u kvalitet debela pojedinih provenijencija ocijenili smo ga opisno prema istim relativnim klasama koje je koristio P i n t a r i ć (13) i prikazali na grafikonu 28. U tabeli 18 dajemo pregled ocjene zapremine i kvaliteta debela u sedamnaestoj godini.

\* Negativna korelacija najjače dolazi do izražaja za prov. 2.





LEGENDA:  
 X - ZAPREMINA  
 \* - KVALITET  
 — GRANICA KLASA  
 - - - SREDNJA VEL. OGLEDA

Tabela 18

Provenijencija	Zapremina	Rang	Kvalitet	Rang	Prosjeak rangova
50	odlična	1	srednji	4	2,5
51	vrlo dobra	2	srednji	5	3,5
59-2	srednja	4	vrlo slab	9	6,5
52	vrlo slaba	9	dobar	3	6,0
2	dobra	3	jako loš	10	6,5
1	slaba	6	srednji	7	6,5
12-2	vrlo slaba	10	srednji	6	8,0
9a	slaba	7	odličan	1	4,0
29	slaba	8	odličan	2	5,0
jap. ariš	slaba	5	slab	8	6,5

Ako se da ista važnost ostvarenim zapreminama i kvalitetu debla onda se na osnovu tabele 18 može zaključiti da su najuspješnije provenijencije u sedamnaestoj godini 50, 51 i 9a, a prema Pintarićevim istraživanjima za sedmu godinu provenijencije 50, 9a i 12-2. U našim analizama najslabija se pokazala provenijencija 12-2. Ostale provenijencije kao i japanski ariš prilično su ujednačene izuzev hibrida 29 koji se nalazi u sredini.

Medjutim, zavisno od toga šta se želi, da li samo veća zapremina ili bolji kvalitet ili jedno i drugo, na osnovu uvida u tabelu 18 lako se odlučiti za odgovarajuću provenijenciju.

## 5. ZAKLJUČCI

Na osnovu provedenih matematsko-statističkih analiza i opštih razmatranja možemo dati sljedeće zaključke:

1. Nulte hipoteze - da nema razlike izmedju provenijencija s obzirom na veličinu taksacionih elemenata, kvalitet i oblik debla - treba odbaciti. Dokazane su statistički i praktično značajne razlike u veličini svih taksacionih elemenata, kvalitetu i obliku debla u svim\* analiziranim godinama (5, 8, 11, 14, 17).

2. Uticaj provenijencija (tretmana) na veličinu razmatranih taksacionih elemenata ( $d_{1,30}$ ,  $h$ ,  $v$ ) sa starošću se povećava približno pravolinijski i najjače dolazi do izražaja za zapreminu, visinu, pa debljinu. Uticaj blokova (zemljište, mikroklima, mikroreljef i sl.) do jedanaeste godine je neznatan nakon čega nastupa naglo povećanje koje najjače dolazi do izražaja za visine (vidi grafikone 4, 13 i 21).

3. Broj statistički značajnih razlika se sa starošću mijenja - povećava (za visine i donekle debljine) ili dolazi do njegovog ujednačenja (za zapremine).

4. Rang provenijencija se mijenja do jedanaeste godine intenzivno nakon čega nastupa stabilizacija koja najjače dolazi do izražaja za zapreminu, debljinu, pa visinu - što znači da se može već nakon jedanaeste godine starosti stabala uspješno predvidjeti najpodesnija provenijencija s obzirom na veličinu taksacionih elemenata, naravno pod uslovom da daljnji tok razvoja stabala u ogledu teče normalno.

5. Tekući, debljinski i visinski prirast, slobodnije rečeno\*\* za sve provenijencije, se naglo povećava i kulminira u periodu od 8-11-te

\* Kvalitet i oblik debla analizirani su u 17-oj godini.

\*\* Zato što tekući debljinski i visinski prirast za provenijenciju 2 kulminira u periodu od 5-8 godine, a visinski za provenijenciju 12-2 takodje u tom periodu.



godine, nakon čega takodje naglo opada (pogotovo debljinski). Tekući zapreminski prirast je kulminirao u periodu od 11-14-te godine (u literaturi oko 35-te godine) za sve provenijencije izuzev provenijencije 50 i 52 za koje pokazuje tendenciju skore kulminacije (vidi grafikone 9, 18 i 23).

6. Prosječni, debljinski, visinski i zapreminski prirast se naglo povećava pri čemu prvi i drugi kulminiraju u 14-oj godini (izuzev provenijencije 50 i 52 za koje visinski prirast nije još kulminirao) nakon čega nastupa neznatno smanjenje. Prosječni zapreminski prirast se nalazi u porastu (vidi grafikone 10, 19 i 24).

7. Najveće dimenzije taksacionih elemenata ( $d_{1,30}$ ,  $h$ ,  $v$ ) na kraju analiziranog sedamnaestogodišnjeg perioda ostvarile su provenijencije 50, 51 i 2, a najslabije prov. 12-2, 52 i 29. Japanski ariš je ostvario prosječne veličine.

8. Statistički konstatovane razlike imaju i praktični značaj. Najbolja i najlošija provenijencija razlikuju se:

po debljini stabala (bez kore) za	2,27 cm	ili 22,39%,
po visini stabla za	2,73 m	ili 24,82% i
po zapremini stabla (bez kore) za	0,0338 m <sup>3</sup>	ili 78,00%,

što nedvosmisleno ukazuje na velike razlike i potrebu za pravilnim izborom provenijencije u stanišnim uslovima analiziranog ogleda.

9. Razlika između rasa (karpatski i alpski ariš) s obzirom na veličinu taksacionih elemenata nije statistički dokazana ali se može primjetiti da nešto veće dimenzije postižu provenijencije karpatskog u odnosu na alpski ariš. Medjutim, uopšte se može reći da i u jednoj i u drugoj rasi ima provenijencija s dobrim i lošim prirastom.

10. Orijentaciono\* možemo zaključiti da najveće razlike u veličini taksacionih elemenata postoje između provenijencija, pa vrsta (evropski ariš i japanski ariš), pa rasa (karpatski i alpski ariš).

11. Statistički su dokazane razlike i u obliku debla ali bez većeg praktičnog značaja.

12. Redoslijed provenijencija s obzirom na kvalitet debla mogu-

---

\* Zato što nije najispravniji način poredjenja.



će je već u ranoj mladosti (oko sedme godine) dosta pouzdano predviđeti u budućnosti ali ne i njegovu veličinu - što može biti posljedica subjektivnosti istraživača ili stvarnih promjena prouzrokovanih unutrašnjim i spoljašnjim faktorima.

13. I u jednoj i u drugoj rasi ima provenijencija dobrog kvaliteta debbla. Gledajući u cjelini, nešto bolji kvalitet debbla ostvaruju provenijencije alpskog ariša.

14. Ujednačeniji kvalitet ostvaruju provenijencije karpatskog ariša koje imaju više zmijoliko a manje sabljasto zakrivljenih stabala od provenijencija alpskog ariša. Japanski ariš ostvaruje slab kvalitet debbla, a hibrid 29 odličan.

15. Kvalitet debbla i proizvodna moć (veličina taksacionih elemenata) nalaze se u negativnoj korelacionoj vezi - bolji kvalitet slabija proizvodna moć.

16. Najbolji kvalitet ostvarile su u sedamnaestoj godini provenijencije 9a i 29, a najlošiji provenijencije 2 i 59-2.

17. Ako uvažimo mišljenje S t a s t n y a (prema P i n t a - r i ć u 15) da na osnovu ocijenjenog kvaliteta provenijencija umladjim razvojnim fazama možemo očekivati zadovoljavajuće stanje ustarijoj dobi kad je najmanje 50% svih ocijenjenih stabala bilo pravilne forme, onda kvalitetom debbla ne možemo biti zadovoljni ako ostanemo pri našoj ocjeni broja pravih stabala. Medjutim, ako spojimo procentualno učešće pravih i slabo zakrivljenih stabala (od 62% do 88%) kvalitetom možemo biti u potpunosti zadovoljni, što ne možemo reći i za postignute dimenzije debljine, visine i zapremine, a pogotovo za naglo opadanje debljinskog i visinskog prirasta te preranu kulminaciju zapreminskog prirasta.

18. Da bi se popravilo stanje oglada nužna su detaljna istraživanja i otklanjanje (u potpunosti ili djelimično) navedenih uzroka (arišev moljac, stješnjenost stabala, promjene u zemljištu itd.) slabog prirasta stabala posljednjih godina. Navedeni uzroci sigurno djeluju kompleksno, a uspješno ih mogu proučiti i otkloniti stručnjaci iz područja zaštite, pedologije, prirasta i fiziologije.

19. Analizirani ogled ima karakter dugoročnog oglada i preuranjeno bi bilo davati neka konačna rješenja na osnovu dobivenih rezulta-

ta. Medjutim, ako se žele u kraćem roku relativno deblji sortimenti onda bez dileme praksi preporučujemo rad s provenijencijama 50 i 51 koje potiču iz Sudeta i Karpata (bolja orijentacija o izboru može se dobiti na osnovu uvida u tabelu 18).

20. Rezultati naših istraživanja baziraju na dovoljno pouzdanim matematsko-statističkim dokazima i treba ih shvatiti najvjerojatnijim ali ne i konačnim. Dalja istraživanja su neophodna i treba ih nastaviti.

Miloš KOPRIVICA, dipl. ing.

## DIE ABHÄNGIGKEIT DER GRÖSSE TAXATIONER BAUMELEMENTE, DER QUALITÄT UND STAMMFORM DER EUROPÄISCHEN LÄRCHE (*LARIX DECIDUA* MILL.) VON DER HERKUNFT IM VERSUCH BATALOVO BRDO BEI SARAJEVO

### ZUSAMMENFASSUNG

Das Problem einer Einführung ausländischer schnellwachsender Nadelbaumarten in die Wälder Bosniens und der Herzegowina ist schon seit einer Reihe von Jahren aktuell. Unter den ausländischen schnellwachsenden Nadelbaumarten beansprucht die europäische Lärche (*Larix decidua* Mill.) eine wesentliche Stellung. Die europäische Lärche hat ein sehr breites natürliches Areal sehr unterschiedlicher ökologischer Bedingungen, vor allem klimatischer Bedingungen, und deshalb haben sich viele Okotypen und Rassen ausdifferenziert.

Die günstigste Art und Weise, den Wert einer Herkunft der europäischen Lärche in den geographischen und klimatischen Bedingungen Bosniens und der Herzegowina zu überprüfen, stellt unbedingt die Errichtung langfristiger Versuche dar. Ein solchen Versuch im Zusammenhang eines internationalen Versuchs, der von Prof. R. S c h o b e r geleitet wird, stellte Prof. K. P i n t a r i ć auf in Rakovica (Batalovo brdo) bei Sarajevo.

Der Versuch wurde im Frühjahr 1961 im montanen Buchenwaldgürtel bei einer Höhe von 635 m ü. M. auf einer Lage errichtet, wo niedriger Buchenwald gefällt ist. Der Versuchstyp ist das zufällige Blocksystem (Graph. 1) mit drei Repetitionen (des Blocks) und zehn Provenienzen (der Versuchsfläche). Die Angaben über die einzelnen Provenienzen der Lärche werden in Tabelle 1 angeführt. Die Pflanzen waren 2 + 0 alt und wurden in einem Abstand 2 x 2 m mit der Technik "unter dem Schwert" gepflanzt.



Das Problem der Arbeit wird in zwei Fragen definiert:

1. Welcher Ökotyp, Population der europäischen Lärche entspricht am besten den ökologischen Bedingungen, in denen sich der Versuch befindet?

2, Wie sehr hängt die Grösse taxationer Bauelemente, die Qualität und Stammform der europäischen Lärche (*Larix decidua* Mill.) von der Herkunft ab?

Während der Angabensammlung für die Analyse hatten die Bäume ein Alter von 17 Jahren. Auf jeder Parzelle des Versuchs wurden für die dendromatische Analyse je 3 Bäume von 20% der dicksten Bäume auf der Parzelle genommen, von einem Brusthöhendurchmesser, der sich dem mittleren Durchmesser von 20% der dicksten Baume annähert.

Zur Auffindung der Unterschiede zwischen taxationen Bauelementen einzelner Provenienzen wurde die statistische Methode VARIANZANALYSE IM ZUFÄLLIGEN BLOCKSYSTEM angewandt. Es wurden die Unterschiede zwischen den Provenienzen, den Rassen der alpinen Lärche (Prov. 2, 1, 9a, 12-2) und der karpatischen Lärche (Prov. 50, 51, 52, 59-2) sowie den Arten der europäischen Lärche (erfolgreichste Herkunft) und der japanischen Lärche untersucht.

Die Analysen wurden durchgeführt für: Dicke und Dickenzuwachs, Höhe und Höhenzuwachs, Massenvorrat und Massenzuwachs, Qualität und Stammform der Provenienz.

Die Untersuchungsergebnisse haben folgendes ergeben:

1. Die in der Arbeit aufgestellten Null-Hypothesen - nach denen es keine Unterschiede zwischen den Provenienzen im Hinblick auf die Grösse taxationer Bauelemente für die Qualität und Stammform gibt - müssen abgelehnt werden. Es sind statistisch und praktisch wichtige Unterschiede in der Grösse aller taxationer Elemente, für die Qualität und Stammform in allen analysierten Jahren (5, 8, 11, 14, 17. Jahr) aufgezeigt worden.

2. Der Einfluss der Herkunft (Des Versuchsgliedes) auf die Grösse der untersuchten taxationen Elemente ( $d_{1,3}, h, v$ ) verstärkt sich mit dem Alter nahezu geradlinig und drückt sich am meisten Massenvorrat sowie der Baumhöhe und - dicke aus. Der Einfluss der Blöcke (Boden, Mi-

kroklima, Mikrorelief u.ä.) ist bis zum 11. Jahr des Baumalters unbedeutend, und dann tritt eine gewaltige Erhöhung auf, die am stärksten in der Baumhöhe erscheint (Graph. 4, 13 und 21).

3. Der Rang der Herkunft ändert sich bis zum 11. Jahr intensiv für alle taxativen Elemente. Danach tritt eine Stabilisierung im Rang auf, die am stärksten im Massenvorrat, in der Dicke und Höhe zum Ausdruck kommt. Dies bedeutet, dass schon nach dem 11. Jahr des Baumalters erfolgreich die wichtigsten Provenienzen vorauszusehen der Grösse der taxativen Elemente, natürlich unter der Bedingung, dass der weitere Entwicklungsverlauf der Bäume im Versuch normal verläuft.

4. Der laufende Dicken- und Höhenzuwachs aller Provenienzen verstärkt sich gewaltig, kulminiert vom 8. bis 11. Jahr und lässt dann stark nach (Graph. 9 und 18). Der laufende Massenzuwachs hat vom 11. bis zum 14. Jahr kulminiert (nach Literaturangaben im 35. Jahr ungefähr) für alle Provenienzen ausser den Provenienzen 50 und 52, für die er die Tendenz einer annähernden Kulmination aufzeigt (Graph. 23).

5. Die höchsten Dimensionen der taxativen Elemente erreichten im 17. Jahr die Provenienzen 50, 51 und 2 und die geringsten die Provenienzen 12-2, 52 und 29. Die japanische Lärche erreichte eine durchschnittliche Höhe.

6. Die statistisch festgestellten Unterschiede haben auch eine praktische Bedeutung. Die besten und schlechtesten Provenienzen unterscheiden sich:

- nach der Baumdicke (ohne Rinde) um 2,27 cm oder 22,39%
- nach der Baumhöhe um 2,73 m oder 24,82%
- nach dem Massenvorrat der Bäume um  $0,0338 \text{ m}^3$  oder 78,00%.

7. Ein Unterschied in der Grösse taxativer Elemente der Rassen (karpatische und alpine Lärche) ist nicht statistisch festgestellt, aber man kann bemerken dass etwas grössere Dimensionen die Provenienzen der karpatischen Lärche erreichen als die der alpinen Lärche. Bei beiden Rassen gibt es sonst Provenienzen mit gutem und schlechtem Zuwachs.

8. Es sind statistisch Unterschiede aufgezeigt worden in der Stammform, aber ohne grössere praktische Bedeutung. Die holzreichsten Bäume besitzt die Provenienz 50.



9. Die beste Qualität des Stammes besitzen die Provenienzen 9a und 29, die schlechtesten die Provenienzen 2 und 59-2. Eine etwas bessere Qualität zeigen die Provenienzen der alpinen Lärche als die karpatische Lärche.

10. Die Stammqualität und die Grösse taxationer Elemente befinden sich in einer negativen Korrelationsverbindung (Tabelle 18) - eine bessere Qualität produziert schlechter Kraft.

11. Eine zu frühe Kulmination des laufenden Massenzuwachses und eine starke Verringerung des Dicken- und Höhenzuwachses ist durch das komplexe Wirken dreier Faktoren verursacht:

- Befall der Lärchenmotte (*Coleophora laricella*) seit 1971,
- Einfluss der Bäume auf den Baum,
- Boden (Tiefe und Struktur).

12. In den konkreten Standortbedingungen haben sich am erfolgreichsten die Provenienzen der europäischen Lärche 50 und 51 erwiesen, die aus den Sudeten und den Karpaten stammen. Eine bessere Orientierung ist bei einem Einblick in Tabelle 18 zu erhalten.

13. Die Untersuchungsergebnisse basieren auf völlig überzeugenden mathematisch-statistischen Beweisen und man sollte sie als die wahrscheinlichsten auffassen, jedoch nicht als die endgültigsten Beweise für die Zukunft. Weitere Untersuchungen werden fortgesetzt.



## LITERATURA

1. Hadživuković, S. (1973): Statistički metodi. Novi Sad.
2. Holmsgaard, E. (1952): Arringsanalyser af danske skovtraeer (Tree-ring analyses of danisch Forest trees). Springforbi.
3. Jeffers, J.N.R. (1960): Experimental Design and Analysis in Forest Research. Stockholm.
4. Jovanović, B. (1967): Dendrologija sa osnovima fitocenologije. Beograd.
5. Klepac, D. (1963): Rast i prirast šumskih vrsta drveća i sastojina. Zagreb.
6. Matić, V. (1971): Nauka o prirastu i prinosu šuma. Predavanja za studente (drugog stepena studija). Sarajevo.
7. Matić, V. (1968, 1969): Uredjivanje šuma, I i II dio. Sarajevo.
8. Matić, V. (1964): Metod inventure šuma za velike površine, II dio (obrazloženja). Institut za šumarstvo šumarskog fakulteta u Sarajevu. Sarajevo.
9. Matić, V., Drinić, P., Stefanović, V., Ćirić, M. i saradnici (1971): Stanje šuma u SR Bosni i Hercegovini prema inventuri šuma na velikim površinama u 1964-1968. godini. Sarajevo.
10. Matić, V., Pintarić, K., Drinić, P. (1969): Osnovne smjernice gazdovanja šumama u Bosni i Hercegovini za period 1971-2005. godine. Institut za šumarstvo, Sarajevo.
11. Mirković, D. (1971): Dendrometrija. III izdanje, Beograd.

12. Pintarić, K., Zekić, N. (1966): Prirast ariša raznih provenijencija na oglednim plohama - na području FŠOD "Igman". Radovi Šumarskog fakulteta i Instituta za šumarstvo u Sarajevu. Godina XI, knjiga 11, sveska 2. Sarajevo.
13. Pintarić, K. (1969): Prirast u visinu i debljinu ariša raznih provenijencija na oglednoj plohi Batalovo brdo kod Sarajeva. Festschrift Hans Leibundgut Beiheft zu den Zeitschriften des Schweizerischen Forstvereins Nr. 46.
14. Pintarić, K. (1959): Evropski ariš (*Larix decidua* Mill.) u kulturi Boguševac na Trebeviću kod Sarajeva. Radovi Šumarskog fakulteta i Instituta za šumarstvo i drvnu industriju u Sarajevu. God. IV, br. 4. Sarajevo.
15. Pintarić, K. (1973): Stammqualität von Lärchen verschiedener Herkunft. Allgemeine Forest und Jagdzeitung. Heft 3. Frankfurt.
16. Schober, R. (1949): Die Lärche. Hannover.
17. Schober, R. (1953): Die japanische Lärche. Hann.-Münden.
18. Serdar, V. (1970): Udžbenik statistike, Zagreb.
19. Sinot, E.V., Dan, L.S., Dobžanski, T. (1970): Osnovi genetike (prevod) Beograd.
20. Snidikor, V. Dz., Kohren, C.V. (1971): Statistički metodi (prevod) Beograd.
21. Stamenković, V. (1974): Prirast i proizvodnost stabala i šumskih sastojina. Beograd.
22. Stojanović, O. (1959): Prirast i oblik stabla Pančićeve omorike na njenom prirodnom staništu. Radovi Šumarskog fakulteta i Instituta za šumarstvo i drvnu industriju u Sarajevu. God. IV, br. 4. Sarajevo.
23. Tucović, A. (1973): Genetika sa oplemenjivanjem biljaka. Beograd.
24. Vidaković, M. (1966): Genetika i oplemenjivanje šumskog drveća. Zagreb.





## T A B E L A I

Proveni- jencija	God.	d <sub>130</sub> cm		h m	λ <sub>0,9</sub>	V m <sup>3</sup>		Zd mm	Zh m	Zv m <sup>3</sup>	P <sub>v</sub> %	kvalitet debla
		bez kore	sa korom			bez kore	sa korom					
50	5.	0,03	—	1,39	—	0,000038	—	11,48	1,18	0,000965	64,91	—
	8.	3,48	—	4,82	—	0,002934	—	13,92	1,25	0,004969	48,55	srednji
	11.	7,65	—	8,56	—	0,017844	—	9,41	0,91	0,009762	30,48	—
	17.	10,48	—	11,19	—	0,047131	—	6,37	0,86	0,009998	16,14	srednji
51	5.	0,05	—	1,49	—	0,000043	—	11,67	1,06	0,001068	64,78	—
	8.	3,55	—	4,67	—	0,003245	—	13,92	1,18	0,004972	47,49	srednji
	11.	7,73	—	8,23	—	0,018161	—	8,26	0,74	0,008605	27,94	—
	17.	10,17	—	10,50	—	0,043976	—	5,80	0,75	0,008780	13,29	srednji
59-2	5.	0,03	—	1,34	—	0,000038	—	9,26	0,87	0,000645	64,08	—
	8.	2,81	—	3,97	—	0,001974	—	13,85	1,11	0,000605	49,55	slab
	11.	6,97	—	7,52	—	0,012788	—	9,37	0,83	0,007559	31,78	—
	17.	9,80	—	10,00	—	0,035466	—	5,29	0,68	0,006826	15,02	vrlo slab
52	5.	0,11	—	1,48	—	0,000031	—	7,22	0,75	0,000460	63,94	—
	8.	2,28	—	3,72	—	0,001413	—	13,11	1,08	0,002723	51,15	srednji
	11.	6,18	—	6,97	—	0,009582	—	7,96	0,78	0,005830	31,32	—
	17.	10,40	12,07	11,33	0,440426	0,0247075	—	5,55	0,67	0,006234	17,45	dobar
2	5.	0,02	—	1,41	—	0,000096	—	13,52	1,16	0,001352	64,03	—
	8.	4,08	—	4,89	—	0,001454	—	13,11	1,10	0,004840	43,57	vrlo slab
	11.	8,01	—	8,19	—	0,019620	—	8,15	0,85	0,008294	25,90	—
	17.	10,45	12,99	10,63	0,446397	0,044521	—	3,78	0,63	0,006046	11,22	jako loš
1	5.	0,07	—	1,43	—	0,000041	—	9,41	0,91	0,000804	64,15	—
	8.	2,90	—	4,19	—	0,002453	—	13,22	1,01	0,003301	46,95	dobar
	11.	6,87	—	7,22	—	0,013252	—	9,70	0,80	0,008024	32,18	—
	17.	10,79	12,28	11,56	0,440048	0,051662	—	3,37	0,65	0,004779	10,63	srednji
12-2	5.	0,03	—	1,38	—	0,000051	—	9,56	0,97	0,000718	63,76	—
	8.	2,90	—	4,30	—	0,002205	—	12,78	0,94	0,003408	47,22	srednji
	11.	6,73	—	7,45	—	0,012431	—	7,68	0,73	0,005962	27,52	—
	17.	10,12	11,59	11,19	0,439648	0,030319	—	3,63	0,52	0,004346	11,74	srednji
9a	5.	0,04	—	1,39	—	0,000031	—	7,80	0,87	0,000519	64,29	—
	8.	2,43	—	3,98	—	0,001611	—	12,74	1,15	0,002942	49,29	vrlo dobar
	11.	6,25	—	7,45	—	0,010437	—	9,71	0,83	0,006581	32,76	—
	17.	10,63	12,26	11,02	0,440469	0,031008	—	4,93	0,72	0,005993	15,41	odličan
29	5.	—	—	1,16	—	0,000017	—	6,56	0,93	0,000405	64,90	—
	8.	1,97	—	3,97	—	0,001231	—	16,59	1,05	0,003976	56,59	srednji
	11.	6,94	—	7,13	—	0,013161	—	9,44	0,77	0,007310	30,48	—
	17.	10,74	12,08	11,02	0,441812	0,048489	—	3,22	0,53	0,004465	10,55	odličan
J. A.	5.	0,06	—	1,39	—	0,000043	—	6,56	0,78	0,000529	63,28	—
	8.	2,02	—	3,74	—	0,001632	—	15,54	1,28	0,004211	54,93	slab
	11.	6,89	—	7,52	—	0,014265	—	10,59	0,75	0,008114	31,86	—
	17.	10,07	12,59	11,77	0,446122	0,056634	—	4,00	0,67	0,006008	12,74	slab