

# GLASNIK ZA ŠUMSKE POKUSE

*Annales*  
*pro experimentis foresticis*

19



DIGITALNI REPOZITORIJ ŠUMARSKOG FAKULTETA

OŽUJAK, 2017.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
SUMARSKI FAKULTET

UNIVERSITATIS IN ZAGREB FACULTATIS FORESTALIS  
INSTITUTUM PRO EXPERIMENTIS FORESTICIS ET  
INSTITUTUM PRO EXPERIMENTIS LIGNARIIS



*Glasnik za šumske pokuse*

**ANNALES  
PRO EXPERIMENTIS FORESTICIS**

**Volumen 19**

**ZAGREB IN JUGOSLAVIA 1976**

**UNIVERSITATIS IN ZAGREB FACULTATIS FORESTALIS  
INSTITUTUM PRO EXPERIMENTIS FORESTICIS ET  
INSTITUTUM PRO EXPERIMENTIS LIGNARIIS**

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
ŠUMARSKI FAKULTET

GLASNIK  
ZA ŠUMSKE POKUSE

*Knjiga 19*

ZAGREB 1976

TISAK GRAFIČKOG ZAVODA HRVATSKE — ZAGREB

*Glavni urednik*  
*Editor-in-chief*

Prof. dr DUŠAN KLEPAC

*Urednik za šumarstvo*  
*Forestry Editor*

Prof. dr ĐURO RAUŠ

*Urednik za drvnu industriju*  
*Timber Industry Editor*

Prof. dr STANKO BAĐUN

*Tehnički urednik*  
*Technical Editor*

Ing. IVO BASTJANČIĆ

IZDAVAČ → PUBLISHED BY:

Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu  
*Faculty of Forestry, University of Zagreb*  
41000 Zagreb, Šimunska 25, Jugoslavija

Dr ĐURO RAUŠ

## VEGETACIJA RITSKIH ŠUMA DIJELA PODUNAVLJA OD ALJMAŠA DO ILOKA

DIE VEGETATION DER AUENWÄLDER EINES TEILS DES  
DONAUGEBIETES ZWISCHEN ALJMAŠ UND ILOK

UDK 634.0.182 : 634.0.263

### Sadržaj — Inhalt

#### UVOD — EINLEITUNG

1. Opća karakterizacija područja — *Allgemeine Charakterisierung des untersuchten Gebietes*
  - a) Geomorfološki odnosi — *Geomorphologische Verhältnisse*
  - b) Klimatske prilike — *Klimatische Verhältnisse*
  - c) Pedološke osobine — *Bodenkundliche Eigenschaften*
2. Učestalost, trajanje i visina poplava u vegetacijskom periodu za vodomjerne stanice Aljmaš, Vukovar i Ilok u razdoblju od 1941—1970. godine i poprečni profili pojedinih ada — *Die Frequenz, Dauer und Höhe der Überflutungen während der Vegetationszeit an den Wasserstandsmessstellen Aljmaš, Vukovar und Ilok im Zeitabschnitt 1941—1970, sowie die Querprofile der einzelnen Flussinseln*
3. Vegetacija ritskih šuma — *Die Vegetation der Auenwälder*
  - a) Šuma veza i poljskog jasena s hrastom lužnjakom — *Flatterulmen/Feldeschenwald mit Stieleiche (Fraxino-Ulmetum laevis Slav. 52)*
  - b) Šuma crne i bijele topole — *Schwarzpappel/Silberpappelwald (Populetum nigro-albae Slav. 52)*
  - c) Šuma bijele i crne topole s plavom kupinom — *Silberweiden/Schwarzpappelwald mit Ackerbeere (Salici-Populetum nigrae (Tx. 31) Meijer-Drees 36) rubetosum caesii Rauš 73)*
  - d) Šuma bijele vrbe s broćikom — *Silberweidenwald mit Labkraut (Galio-Salicetum albae Rauš 73)*
  - e) Šuma bademaste vrbe — *Mandelweidenwald (Salicetum triandrae Malc. 29)*
  - f) Šibljak rakite — *Purpurweidengebüschformation (Salicetum purpureae Wend.-Zel. 52)*
  - g) Fitocenoza obične trske — *Simsen/Schilfröhricht (Scirpo-Phragmitetum W. Koch 26)*
  - h) Šumske kulture — *Forstkulturen*
4. Sindinamika ritskih šuma — *Syndynamik der Auenwälder*
5. Vegetacijska karta 1:25.000 — *Vegetationskarte 1:25.000*

#### ZAKLJUČAK — SCHLUSSFOLGERUNGEN Literatura — *Schrifttum* *Zusammenfassung*

Primljeno 3. VI 1974.

Tiskanje ove publikacije omogućeno je dotacijom SIZ-a za znanstveni rad SR Hrvatske u Zagrebu.

## UVOD — EINLEITUNG

Dunav je granica između SR Hrvatske i SAP Vojvodine. Ta granica prolazi starom maticom rijeke, tako da se negdje nalazi oko sredine Dunava, a negdje še opet približuje više lijevoj obali (npr. kod Vukovara i Mladenova). Mi smo naša istraživanja obavljali na teritoriju SR Hrvatske, iako smo radi komparacije pregledali i susjedne šume na lijevoj obali Dunava.

Istraživanje i kartiranje šumske vegetacije dunavskih ada obavili smo tijekom 1973. godine na području šumarije Vukovar i Osijek, tj. na potezu Aljmaš — Ilok.

Tijekom 1973. godine vodostaj Dunava bio je povoljan (osrednji), pa nije bilo nikakvih zaprekâ za obavljanje fitocenoloških i pedoloških istraživanja.

Cilj naših istraživanja bio je slijedeći:

1. Istražiti i opisati ekološke uvjete pod kojima se razvija šumska vegetacija desne obale Dunava i dunavskih otoka od Aljmaša do Iloka.

2. Na osnovi poznate *Braun-Blanquetove* metode istražiti i opisati šumsku vegetaciju spomenutog područja i prikazati njezin sindinamski razvitak.

3. Obaviti kartiranje šumske vegetacije u mjerilu 1 : 25.000, kako bi izrađena fitocenološka karta bila podloga za obavljanje šumsko-gospodarskih radova kao i za sva daljnja istraživanja na tom području.

Pedološka istraživanja za područje Šumarije Vukovar obavila je pedolog dr *M. Kalinić*. Ukupno su bila otvorena 23 pedološka profila, a obavljene su i sve potrebne laboratorijske analize. Dr *Mirjani Kalinić* se i na ovom mjestu najtoplje zahvaljujemo na susretljivosti i obradi pedološkog dijela naše studije.

Kolegi dipl. inž. *Milanu Heraku* dugujemo zahvalnost, što nas je pratio na našim istraživanjima i svesrdno nam pomagao u radu.

I na ovom mjestu zahvaljujemo se upravitelju Šumarije Vukovar Šumskog gospodarstva »Hrast« *Vinkovci* dipl. inž. *Stjepanu Srniću* i direktoru Šumskog gospodarstva Osijek dipl. inž. *Edi Kalajdžiću* na razumijevanju i pružanju pomoći prilikom obavljanja naših istraživanja. Također dugujemo hvalu svima šumarskim tehničarima i lutarima na spomenutom području, koji su nam pružili pomoć i radili s nama na dunavskim otocima.

### 1. OPĆA KARAKTERIZACIJA ISTRAŽIVANOG PODRUČJA — ALLGEMEINE CHARAKTERISIERUNG DES UNTERSUCHTEN GEBIETES

#### a) Geomorfološki odnosi — Geomorphologische Verhältnisse

Istraživano područje obuhvaća desnu obalu Dunava i dunavske otoke od Aljmaša do Iloka, pa se prema tome spomenuto područje pruža u du-

Ijinu od 84 km. Dunav kod Iloka ima kilometražu 1298 km računajući od njegova ušća, a kod Aljmaša 1382 km.

Zemljopisne koordinate područja su slijedeće:

Mjesto	Širina	Dužina od Greenwicha
Aljmaš	45° 31,9'	18° 57,2'
Ilok	45° 13,8'	19° 23,1'

Apsolutna nadmorska visina istraživanog područja kreće se od 75—85 m.

Površina istraženih šumskih predjela i odjela iznosi:

A. Šumarija Vukovar (v. Karta 1)

Predjel	Odjeli	Površina ha
1. Borovska Ada	1—15	269,71
2. Vukovarska Ada	16—21	138,94
3. Sotinska Ada	22—45	473,04
4. Opatovачka Ada	46—50	98,80
5. Mohovski Rit	51—57	101,02
6. Mohovska Ada	58—69	188,12
7. Hagel	70—77	262,58
8. Šarengradskla Ada	78—96	289,70
	Ukupno:	1.821,91 ha

B. Šumarija Osijek (v. Karta 2)

Predjel	Odjeli	Površina ha
1. Šokica	52—54	148,69
2. Porić	1—13	580,31
3. Erdutska Ada	17—24	377,04
4. Insula	25	11,23
5. Poloj	26	45,12
6. Jovin Prud	27	49,46
7. Erdutski Rit	37—43	321,55
8. Tanja	28—33	188,76
9. Savulja	34—36	199,28
	Ukupno:	1.921,44 ha
	Sveukupno:	3.743,35 ha

Prema tome ukupno je istraženo i kartirano 139 odjela s površinom od 3.743,35 ha.

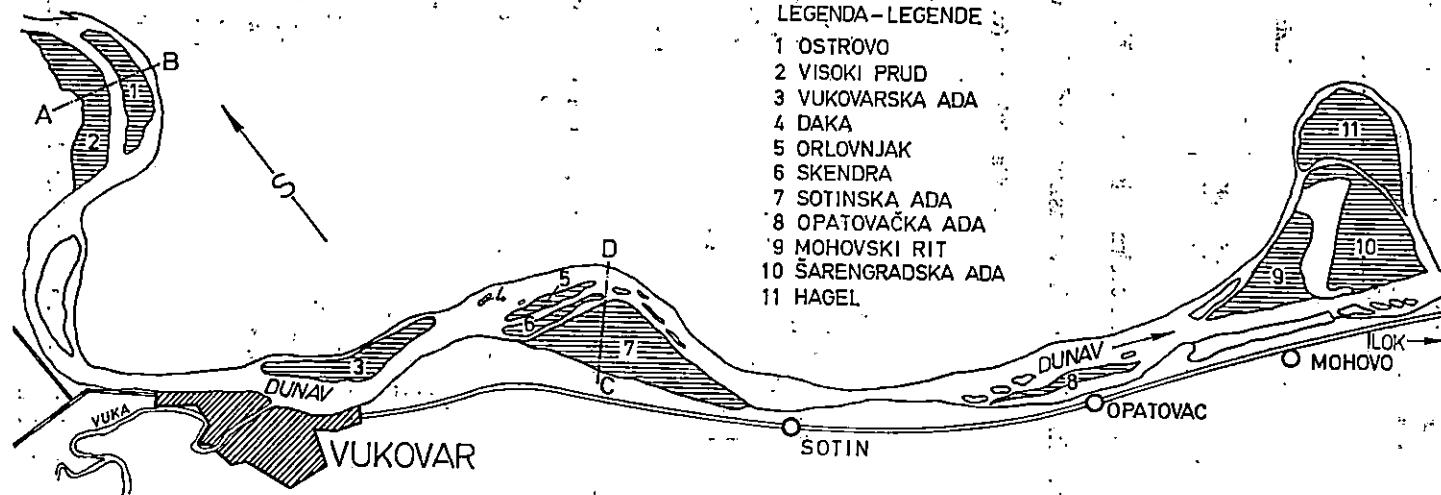
PREGLEDNA KARTA ISTRAŽIVANOG PODRUČJA ŠUMARIJE VUKOVAR  
ÜBERSICHTSKARTE DES UNTERSUCHTEN GEBIETES  
DES FORSTBETRIEBES VUKOVAR

0 1 2 3 4 5 km.

Karta:  
Karte:

LEGENDA - LEGENDE

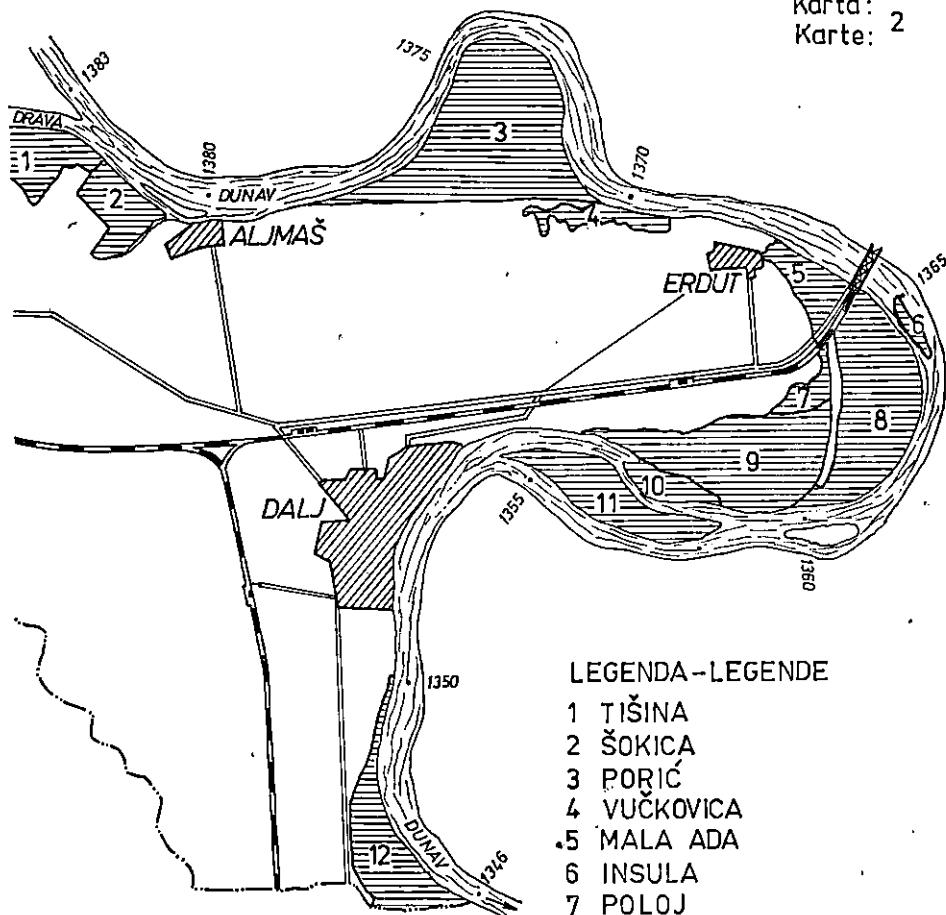
- 1 OSTRÓVO
- 2 VISOKI PRUD
- 3 VUKOVARSKA ADA
- 4 DAKA
- 5 ORLOVNJAK
- 6 SKENDRA
- 7 SOTINSKA ADA
- 8 OPATOVACKA ADA
- 9 MOHOVSKI RIT
- 10 ŠARENGRADSKA ADA
- 11 HAGEL



PREGLEDNA KARTA ISTRAŽIVANOG PODRUČJA ŠUMARIJE OSIJEK  
ÜBERSICHTSKARTE DES UNTERSUCHTEN GEBIETES DES  
FORSTBETRIEBES OSIJEK

0 1 2 3 4 5 km

Karta: 2  
Karte: 2



LEGENDA - LEGENDE

- 1 TIŠINA
- 2 ŠOKICA
- 3 PORIC
- 4 VUČKOVICA
- 5 MALA ADA
- 6 INSULA
- 7 POLOJ
- 8 ERDUTSKA ADA
- 9 ERDUTSKI RIT
- 10 JOVIN PRUD
- 11 TANJA
- 12 SAVULJA

Desna obala Dunava počev od ušća Dravе u Dunav, tj. od Aljmaša pa do Iloka ima karakteristični strmi oblik, ispred kojega se na ponekim mjestima proširila aluvijalna terasa obrasla ritskim šumama, a u većem dijelu Dunav direktno dotiče strme praporne obale, koje kod Vukovara dosiju visinu od 25 m iznad Dunava (Petrskela).

Dunavske otoke obrasle vegetacijom u Podunavlju nazivaju ada,\* a dunavske aluvijalne terase, vezane uz strmu obalu Dunava i obrasle vegetacijom nazivaju se rit.\*\* Zbog toga se obično uz redovan naziv šumskog predjela dodaje riječ »ada« ili »rit«; stoga ćemo se i mi prilikom našeg rada često služiti tim riječima.

Počevši od ušća Drave u Dunav (1382 km), uz desnu obalu Dunava i u samom njegovu koritu nalaze se ovi šumski predjeli:

Predjeli	Rit: ha	Ada: ha
Šokica	148,69	—
Porić	580,31	—
Erdutska Ada	—	377,04
Insula	—	11,23
Poloj	45,12	—
Jovin Prud	49,46	—
Erdutski Rit	321,55	—
Tanja	—	188,76
Savulja	199,28	—
Borovska Ada	—	269,71
Vukovarska Ada	—	138,94
Sotinska Ada	350,00	123,04
Opatovačka Ada	—	98,80
Mohovski Rit	101,02	—
Mohovska Ada	—	188,12
Hagel	—	262,58
Šarengradска Ada	—	289,70 (kanal novi Dunav)
Ukupno:	1.795,43 ha	1.947,92 ha

Iz izloženog proizlazi, da se nizinske šume spomenutog dijela Podunavlja nalaze skoro jednako razvijene na dunavskim otocima (adama) i aluvijalnim terasama (ritovima) uz desnu obalu Dunava.

Zahvaljujući sačuvanim gospodarskim kartama u Gradskom muzeju Vukovara uspjelo nam je kontinuirano pratiti postanak i razvitak dunavskih otoka i ritova već od 1759. do 1970. godine, znači unatrag više od 200 godina. U periodu od 200 godina prikazano je stanje dunavskih otoka i ritova na relaciji Vukovar — Ilok, jer je taj dio Podunavlja pripadao vukovarskom vlastelinu grofu Eltu, a sačuvane karte potječu iz godina 1759, 1800, 1808, 1818, 1826, 1847, 1879, 1905, 1948, 1960, i 1970.

Iz spomenutih karata vidljivo je, da je Dunav nekada tekao uz samu strmu obalu kod Sotina te da je cijela Sotinska Ada bila otok (odatle joj potječe i naziv ada — otok), a također je vidljivo, da je prije 1890. godine

\* Ada je turska riječ, a znači otok.

\*\* Rit potječe od njemačke riječi *das Ried* (Riet), a znači močvara (šaš).

Mohovski Rit bio vezan s Mohovskom i Šarengradskom Adom, jer kanal »Novi Dunav« još nije bio prokopan. Osim toga možemo pratiti postanak dunavskih otoka Skendra, Orlovnjak, Daka i dr. Tako točno evidentirane promjene u koritu Dunava daju nam temelje za praćenje sindinamskog razvoja šumske vegetacije Podunavlja, kao i mogućnost uočavanja antropogenog utjecaja na šumsku vegetaciju spomenutog područja (kopanje kanala »Novi Dunav« kod Mohova 1890—1897.) i dr.

Kopanje kanala »Novi Dunav« započeto je 1890. godine. Kanal bijaše širok svega 60 m. S lijeve i desne, strane kanala na udaljenosti od 50 m podignuti su nasipi od iskopane zemlje. Kanal je pušten u promet 1897. godine i već za 20 godina voda ga je toliko proširila da je odnijela oba nasipa. Danas je širok oko 400 m.

Konfiguracija terena poplavnog područja više je ili manje valovita. Teren se može u odnosu na visinu normalnog vodostaja Dunava podijeliti na više dijelova ili zona, od kojih svaki ima svoje osobine, jer razlike u visini igraju kod toga najveću ulogu. Konfiguracija je vrlo raznolika, budući da iza jedne od nanosa nastale grede slijedi duguljasta udubina uže ili šire površine ili kakav rukavac rijeke. U nekim udubinama leži uvijek voda, pa one nemaju važnosti za šumsku kulturu, nego samo za ribolov u vrijeme, kada vodostaj raste i pada. One udubine koje samo za vrijeme porasta vodostaja budu poplavljene dolaze već u obzir za uzgajanje šumskog drveća.

Takvu konfiguraciju terena stvara sama voda neprestanim odronjivanjem i odnošenjem zemlje s jednog dijela te nanošenjem i taloženjem na drugom dijelu. Ondje, gdje voda udara o obalu i gdje je glavna struja rijeke (matica) blizu same obale, voda obalu za vrijeme porasta i opadanja vodostaja neprestano odronjuje i nosi zemlju te je taloži na mjestima, gdje je matica rijeke daleko od obale. Zato ćemo to naći uvijek na onim mjestima, gdje voda odnosi visoku i odsječenu obalu te duboku vodu, a na onim mjestima, gdje voda nanosi postepeni prijelaz u prudove i pličinu. Porastom vodostaja ne samo da se propusno tlo razmoći u samoj visini vode nego još i iznad nje (filtracijom i kapilarnim dizanjem vode), te se cijela obala (kopitnica),<sup>\*</sup> ma kako bila vezana korijenjem drveća ruši u vodu. Najveći utjecaj na rušenje i odnošenje obale ima vodena struja (matica). Kad vodostaj naraste do visine obale, tada prestaje njezino rušenje, jer voda na nju jako tlači. No, najviše se obala ruši za vrijeme povlačenja vodostaja, kada namočeno tlo u obali izgubi protutlak vode sa strane. Te obale za vrijeme velikih voda sa svojim drvećem, panjevima i travom služe kao umjetna naprava za zaustavljanje i taloženje sitnog pijeska i humusa, pa otuda dolazi to, da su obale koje voda odronjava uvijek najviše.

Na mjestima pak gdje nije bilo drveća niti kakve zapreke, a i inače je tlo bilo nešto niže, dobiva voda za vrijeme porasta vodostaja spoj s drugim rukavcima rijeke ili s grabama i postojećim barama. Strujanje je vode ovdje brzo pa voda tu iskopa neko korito. Tako nastaju duguljaste duboke udubine poput većih kanala. Takve spojne kanale Dunav—bara znadu više puta i sami ribari umjetno iskopati, da omoguće vodi brži prolaz iz rukavca u rijeku ili obratno.

\* Kopitnica je uski dio obale 10—15 m po kojem su nekada konji vukli lađe-drvarice.

Niža mesta i šire nizine nastaju tako da manje zamuljeni dio između dviju greda predstavlja nizinu.

Gdje je voda mirna i lagano teče, stvaraju se postupni nanosi, prudovi,\* koji su više manje ovalna i pravilna oblika i protežu se uz samu rijeku. Ako prud presijeca kakav duboki rukavac rijeke, stvaraju se udubine odnosno zatoni više okrugloga oblika, koji su samo otvoreni prema rukavcu rijeke ili prema rijeci nizvodno, dok sa samom rijekom uzvodno nemaju spoja, jer je taloženje usporedno niz rijeku.

Voda neprestano teče, na jednom mjestu odnosi, na drugom nanosi, pa zato površine obrasle šumom pokraj same vode ne mogu nikada biti stalne, nego se neprestano mijenjaju. Mrtvi rukavci rijeke, koji su se od tijeka jako udaljili, a strujanje vode za vrijeme porasta vodostaja ne ide u njihovu pravcu, takoder se postupno i polako zatvaraju. Odronjivanje obale može biti tako silno, da se u jednom danu otkine i preko jednog ha tla. (Porić, Erdutska Ada, Savulja, Vukovarska Ada, Sotinska Ada, Mohovska Ada i dr.) Razumije se, na drugom je mjestu voda veliki dio naijela.

I kod rukavaca rijeke imade odronjivanja, ali u manjoj mjeri, a taloženje je nešto veće, jer dosta nanosa pristiže iz glavne rijeke.

Već spomenute postojeće karte od 1759. godine na dalje veoma dobro ilustriraju to djelovanje, jer se izgled pojedinih otoka i ritova mijenja, a poneki i potpuno nestaju, dok novi na drugom mjestu nastaju. Tako je otok Orlovnjak nastao tek prije 60—70 godina i bio je veoma malen, a danas zauzima oko 20 ha površine. Šumska vegetacija na tom otoku nastala je prirodnim putem, pa je to primjer sindinamskog razvoja šumske vegetacije dunavskih otoka. Mali otočić Daka kod Vukovara (preko puta Vučedola) prvi puta je unesen u zemljopisne karte 1930. godine kao pješčani prud. Otada do danas on se toliko izdigao iznad vode, da u sredini na cca 1 ha imamo 2—3 m visoki malat\*\* bijele i bademaste vrbe i razno pionirske bilje.

Kada se jedanput uspostavi i zadrži šumska vegetacija na pješčanom prudu ili golom otočiću, onda njegovo uzdizanje postaje još brže, jer vegetacija uvelike pridonosi taloženju pijeska i mulja.

### b) Klimatske prilike — Klimatische Verhältnisse

Klimatske prilike istraživanog područja prikazat ćemo na temelju podataka meteorološke stanice Vukovar.

Srednja godišnja temperatura zraka za razdoblje 1956—1965. iznosila je u prosjeku  $11,5^{\circ}\text{C}$  (Tab. 1).

Srednja temperatura zraka vegetacijskog razdoblja (travanj—rujan) iznosila je  $18,8^{\circ}\text{C}$ .

Srednji maksimum najtoplijega kao i srednji minimum najhladnjeg mjeseca vidljivi su u Tab. 1.

Apsolutni maksimum u desetogodišnjem nizu iznosio je za Vukovar  $39,6^{\circ}\text{C}$  14. kolovoza 1957. godine (Tab. 1).

\* Prud je novonastala aluvijalna površina duž riječne obale ili pješčani otočić u koritu rijeke.

\*\* Malat — stadij podmlatka i mladika.

Tab. 1

Meteor. stanica Wetterwarte	God. Jahr	Sred. god. temp. Jährl. Temper- Mittel	Srednji — Mittleres				Apsolutni — Absolutes				
			maksimum Maximum		minimum Minimum		maksimum Maximum		minimum Minimum		
			°C	°C	mjesec Monat	°C	mjesec Monat	°C	mjesec Monat	°C	
V U K O V A R	1956.	—	—	—	VII	—10,7	XII	—	VIII	—17,7	XII
	1957.	11,9	31,3	31,3	VIII	—5,1	I	39,6	VIII	—14,5	I
	1958.	12,1	29,7	29,7	VII	—3,8	II	37,0	VIII	—14,0	I
	1959.	11,6	27,5	27,5	VII	—5,4	I	34,2	VII	—15,0	I
	1960.	11,8	28,6	28,6	VIII	—3,0	I	35,2	VIII	—23,0	I
	1961.	12,5	29,3	29,3	VIII	—5,2	XII	39,5	VIII	—12,1	XII
	1962.	10,8	29,8	29,8	VIII	—9,8	I	36,2	VIII	—15,0	XII
	1963.	11,0	29,7	29,7	VII	—10,7	I	37,6	VI	—28,3	I
	1964.	10,8	28,6	28,6	VI	—6,2	II	34,6	VII	—20,3	I
	1965.	10,9	26,6	26,6	VII	—	—	33,6	VII	—12,5	II
Prosjek Durchschnitt	11,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Apsolutni minimum u tom periodu iznosio je za Vukovar  $-28,3^{\circ}\text{C}$  24. siječnja 1963. godine.

Razlike između absolutnih minimalnih i absolutnih maksimalnih temperatura daju nam temperaturnu amplitudu od  $67,9^{\circ}\text{C}$  što se djelomično odražuje na pridolazak i uspijevanje šumske vegetacije.

Relativna vлага zraka ima također veliko značenje za biljni svijet. Za istraživano područje prikazana je u Tab. 2.

Tab. 2. Godišnji hod relativne vlage zraka iskazan u % za razdoblje 1956—1965. — Jährlicher Verlauf der relativen Luftfeuchtigkeit in % für den Zeitabschnitt 1956—1965

Mjeseci, srednjak Monate, Mittel	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	God. prosjek Jährl. Durchschnitt
Vukovar	90	88	78	75	75	72	71	71	75	80	88	91	80

U Tab. 3 donosimo prikaz broja vedrih dana u vegetacijskom periodu za istraživano područje.

Prema B. Maksiću (1962) naoblaka je jedan od važnih čimbenika, koji utječe na promet topline u zraku, i to naročito u vegetacijskom razdoblju.

Vidimo da je prosječno 67% vedrih, odnosno 33% oblačnih dana u vegetacijskom razdoblju, što je u prosjeku povoljno za razvoj šumske vegetacije.

Tab. 3. Broj vedrih dana u vegetacijskom periodu — Anzahl der nebellosen Tage in der Vegetationsperiode

Stanica Wetterwarte	Vedrih dana god. Nebellose Tage jährl.	IV	V	VI	VII	VIII	IX	Ukupno Zusammen	%
Vukovar	63,1	4,0	4,3	4,4	7,3	11,2	11,2	42,4	67,2

Radi dobivanja pregleda godišnjeg hoda i količine oborina u istraživanom području obrađen je niz od 10 godina, tj. 1956—1965. godina. Srednja količina mjesecnih i srednja godišnja količina oborina za cijeli period mogu se vidjeti u Tab. 4.

Tab. 4. Mjesečna i godišnja količina oborina iskazana u mm za razdoblje 1956—1965. — Monatliche und jährliche Niederschlagsmenge in mm für den Zeitabschnitt 1956—1965

Mjeseci, srednjak Monate, Mittel	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	God. Jährl.
Vukovar	50	42	51	58	63	82	54	52	43	33	60	71	659

Srednji godišnji hod količina oborina za razdoblje 1956—1965. pokazuje dva maksimuma, i to prvi i glavni ljeti u mjesecu lipnju (82 mm), a drugi sporedni zimi u prosincu (71 mm).

Također su jasno izražena dva oborinska minimuma, i to prvi u veljači (42 mm), a drugi u listopadu (33 mm).

U prosjeku pada dvostruko više oborina u travnju, svibnju, lipnju i srpnju nego u listopadu. Jesenski minimum je mnogo izrazitiji nego minimum u kasnu zimu.

Broj kišnih dana vegetacijskog perioda iznosi u prosjeku 1/3 (60 dana) toga perioda, što praktički znači da je svaki treći dan kišni, a to je vrlo povoljan raspored oborina za vegetacijski period. Količina oborina koje padnu u vegetacijskom periodu iznose 54% ukupnih oborina, a to je vrlo povoljno za razvoj vegetacije. Godišnji prosjek oborina u razdoblju 1956—1965. za čitavo istraživano područje iznosi 659 mm. Od toga padne u vegetacijskom periodu 352 mm ili 54%.

Ekstremne količine oborina u mm u razdoblju 1956—1965. kreću se za meteorološku stanicu Vukovar u rasponu od 415 do 792 mm godišnje.

Možemo reći da na istraživanom području vlada umjereno kontinentalna klima — podunavska varijanta — s izrazito oštrom zimom i izrazitim ljetnim vrućinama.

Međutim, pošto se na istraživanom području radi isključivo o paraklimaksnoj vegetaciji, klima je od manjeg značenja za razvoj šumske vegetacije spomenutog područja, dok su presudni čimbenici poplavna i podzemna voda, mikroreljef, nadmorska visina i dr.

### c) Pedološke osobine — Bodenkundliche Eigenschaften

Dunav prenosi velike količine materijala koji je lako pokretan, a pretežno je pjeskovite teksture i muljevit. Prema B. Bukurovu (1953) aluvijalna ravan Dunava izdiferencirana je u dva tipa: aluvijalnu terasu i inundacijsku ravan poloja.

Aluvijalnu terasu Dunava izgrađuju stariji aluvijalni nanosi, pijesci i pretaloženi les. Terasa je znatno viša (2—4 m) od inundacijske ravni. Na njoj se oblikuju starija tla određene fizionomije, odnosno razvijeniji tipovi tala, koji su uglavnom intrazonalnog karaktera. Na mladima recentnim nanosima inundacijske ravni, na adama, u poloju, razvila su se recentna aluvijalna tla.

Najmladi sedimenti kvartara aluvijalni nanosi Dunava, koji izgrađuju pješčane terase i ade, veoma su značajni za oblikovanje i svojstva recentnih aluvijalnih tala. Ti su nanosi pjeskovite teksture, najčešće ilovasti pijesci ili pjeskovite ilovine. Zbog različite prijenosne snage i brzine protoka vode pojavljuje se pri nanošenju i sedimentaciji izrazita slojevitost, karakteristična za aluvijalne nanose i za tla koja su na njima oblikovana.

Tla dunavskih ritova i ada istraživanog područja pripadaju razredu nerazvijenih tala (fluvisoli). Prema detaljnoj klasifikaciji tala Posavine (P. Kovačević, M. Kalinić et al. 1967) i prema klasifikaciji tala Jugoslavije (2. verzija) A. Škorić, G. Filipovski, M. Čirić 1972) uvrstili smo ih s obzirom na karakter vlaženja u red hidromorfnih tala.

Aluvijalna tla našega istraživanog područja su recentna, karbonatna, a prema stupnju razvitka su nerazvijena, slabo razvijena ili razvijena aluvijalna tla. Razlikujemo ovdje, osim toga, neoglejene, oglejene ili glejne varijetete aluvijalnih tala, koji su pod slabijim ili jačim utjecajem poplavnih ili podzemnih voda Dunava.

a) Aluvijalna karbonatna, najmlađa nerazvijena tla dunavskih ada prikazana su profilima, koji su karakteristični za ektomorfološke uvjete razvitka tih tala. Tako je oglejeni varijitet spomenutih tala zastupljen profilom MK 12 otvorenim u depresiji (u bari) Borovske Ade. Fitocenološka istraživanja Đ. Rauša (73) pokazala su, da prirodnu vegetaciju u depresiji na takvom tlu tvori šibljak rakite (*Salicetum purpureae* Wend.-Zel. 52).

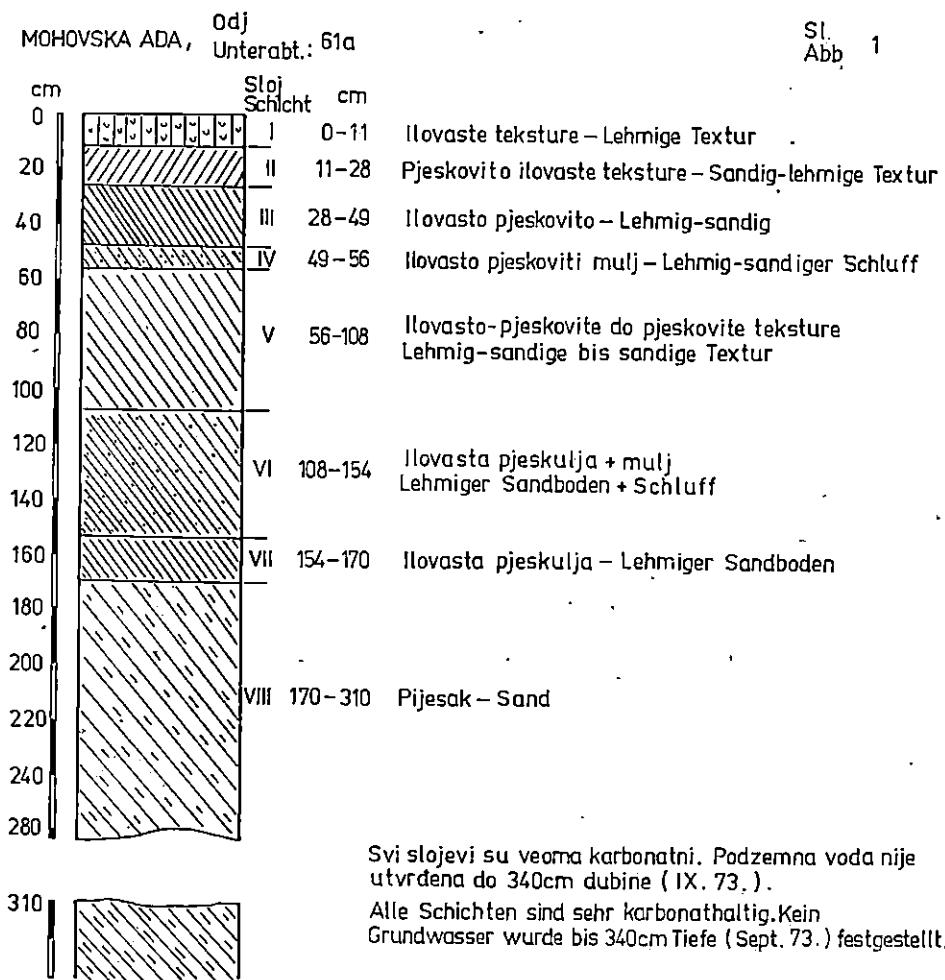
b) Neoglejeni varijitet aluvijalnih karbonatnih tala, obrazovanih na gredi (profili MK 16 Mohovska Ada, zatim MK 6 — Sotinska Ada, pa profili MK 21 u Hagelu i MK 17 na Šarengradskoj Adi (Sl. 1) plavljen je rijede i kratkotrajnije, a podzemne vode su duboke. Znaci oksido-redukcij-skih procesa u tlima su slabo ili nikako uočljivi. Varijitet aluvijalnih karbonatnih tala na gredi naseljuje šuma bijele vrbe i crne topole s plavom kupinom (*Salici-Populetum nigrae rubetosum caesii* Rauš 73).

c) Aluvijalna karbonatna tla, slabo razvijena, neoglejena do umjerenog oglejena razvijaju se na gredama (profili MK 9, MK 19 i MK 22) ili na prijelazima iz niza u vlažne grede (profil MK 23, Sl. 2). Oscilacije podzemnih voda su velike, a poplave na izrazitim gredama rijetke i kratke, odnosno češće i trajnije na prijelaznim položajima iz grede u nizu. Stoga se mogu izlučiti neoglejeni do umjerenog oglejeni varijeteti navedenih tala.

Slabo razvijeni podtip aluvijalnih karbonatnih tala nastaje daljnjom postupnom evolucijom nerazvijenog aluvija. Profili takvih tala imaju već

SALICI - POPULETUM NIGRAE RUBETOSUM CAESII Rauš 73

ALUVIJALNO KARBONATNO, NAJMLAĐE, NERAZVIJENO TLO  
FLUVIATILER, KARBONATHALTIGER, REZENTESTER UNENTWICKELTER BODEN



Prema:  
Nach: Dr. M. Kalinić, 1973.

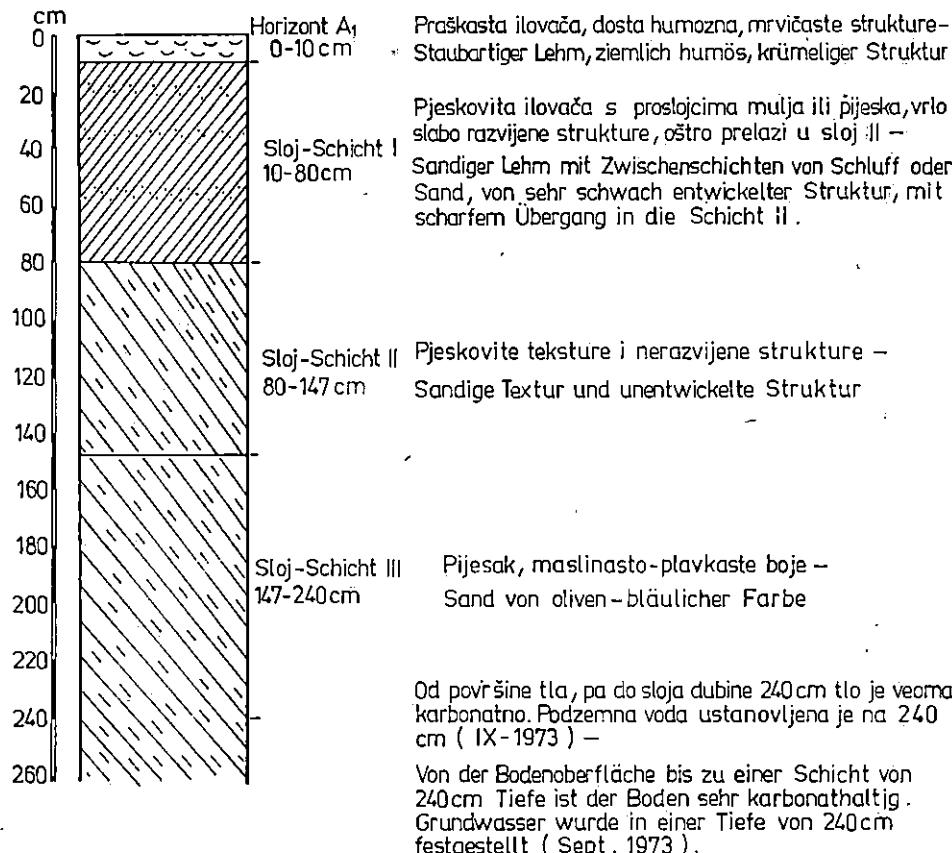
dosta izražen površinski humusni horizont, a ponekad su razvijeni i strukturni agregati. Iako ostali dio profila ima karakteristike nerazvijenih aluvijalnih tala, kod većine profila spomenutog podtipa obrazuje se češće u gornjem sklopu profila uži ili širi — od 40 cm do cca 80 cm — sloj tla praškasto-ilovaste teksture. Tekstura toga sloja može biti i pjeskovita ilovača s proslojcima mulja ili pijeska, a također i pjeskovito-glinasta ilovača. Zbog tako povoljne teksture i dobrih vodno-fizikalnih svojstava toga

POPULETUM NIGRO-ALBAE Slav. 52

ALUVIJALNO KARBONATNO TLO, SLABO RAZVIJENO, UMJERENO OGLEJENO  
FLUVIATILER, KARBONATHALTIGER BODEN, SCHWACH ENTWICKELT  
UND MÄSSIG VERGLEIT

Sl.: 2  
Abb.: 2

HAGEL, Odj.: 70b  
Unterabt.: 70b



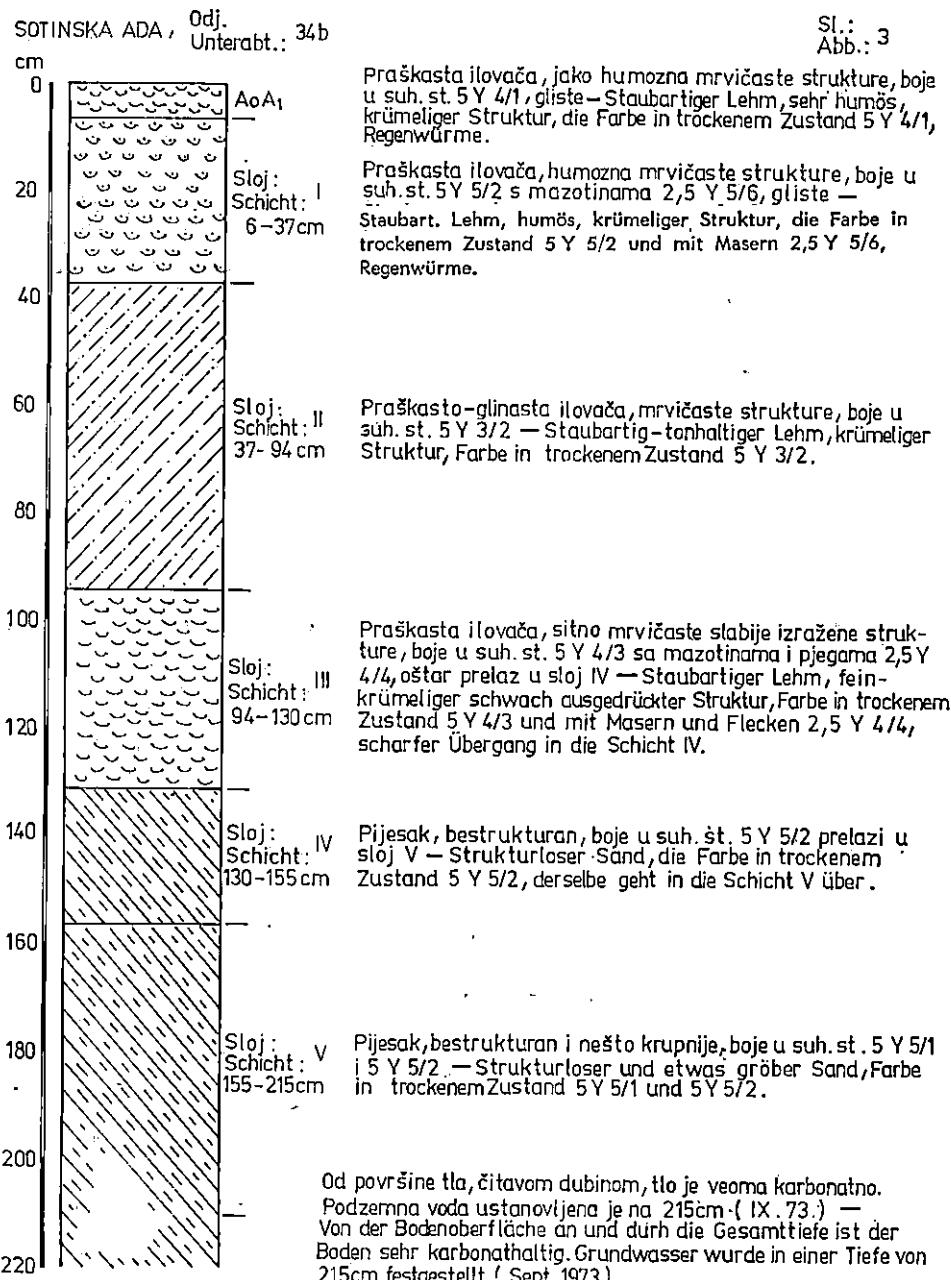
Prema:  
Nach.: Dr. M. Kalinić, 1973.

sloja tla podtip slabo razvijenog aluvija je pogodan za razvoj korijenja drveća. Prirodnu vegetaciju na takvim tlima tvori prema fitocenološkim istraživanjima Đ. Rauša (1973) šuma crne i bijele topole (*Populetum nigro-albae* Slav. 52).

d) Aluvijalna karbonatna tla, slabo razvijena, oglejena ili glejna (profil MK 4, Sl. 3) za razliku od prethodnih neoglejenih i umjereno oglejenih varijeteta tala razvijaju se u nizama dunavskih ritova i ada. Poplavne vode su ovdje česte i dugotrajne, a podzemne vode su visoke. Ponekad tako mogu poplavne vode biti visoke i preko četiri metra. U našim

GALIO-SALICETUM ALBAE Rauš 73

ALUVIJALNO KARBONATNO TLO, SLABO RAZVIJENO, GLEJNO  
FLUVIATILER, KARBONATHALTIGER, SCHWACH ENTWICKELTER GLEIBODEN



Prema: Dr. M. Kalinić, 1973.  
Nach:

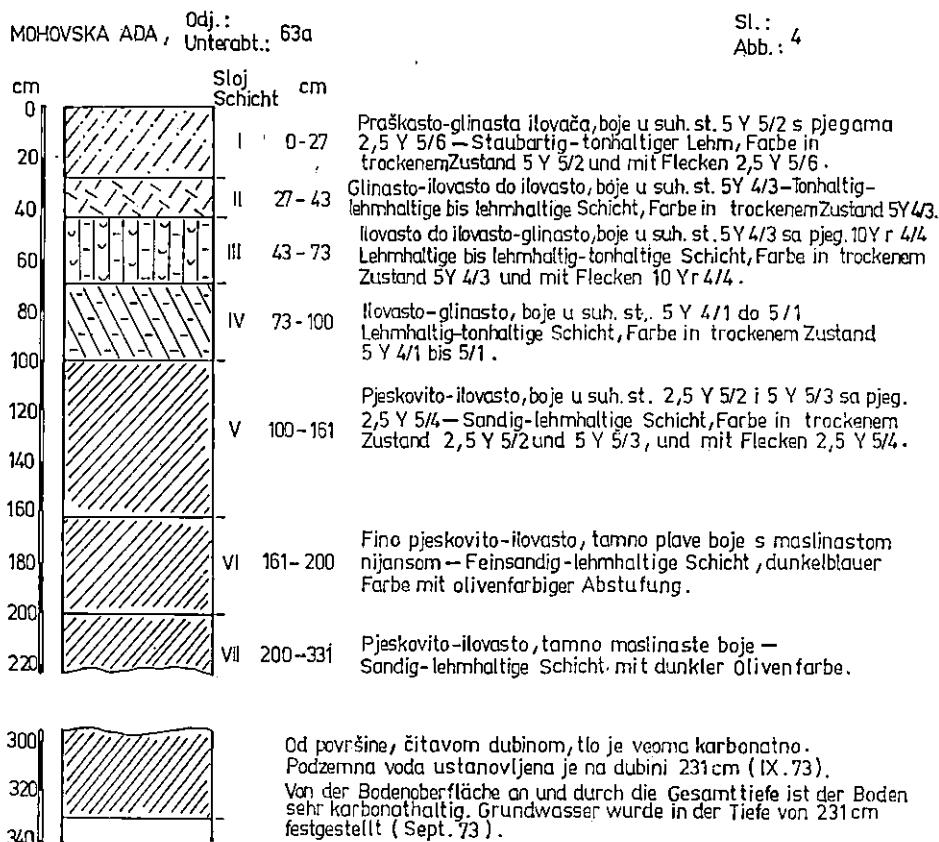
istraženim tlima naročito u gornjim dijelovima profila opažaju se vrlo često znaci oksidacijskih i reduksijskih procesa, maslinaste i rđaste mazotine i pjege seskvioksida. Najčešće ih nalazimo do dubine 55—65 cm. U dubljim slojevima tla, koji su skoro stalno saturirani vodom, intenzivniji su procesi redukcije pa su slojevi, naročito ako su ilovaste teksture, tamno-maslinaste boje, jako oglejeni ili glejni. Boja pjeskovitih slojeva je znatno manje izražena.

Prema fitocenološkim istraživanjima Đ. Rauša (1973) u nizama na oglejenom ili glejnom varijetu slabo razvijenog karbonatnog aluvija razvija se prirodna vegetacija bijele vrbe s broćikom (*Galio-Salicetum albae* Rauš 73).

e) Aluvijalna karbonatna, slabo razvijena glejna tla na pijescima dunavskih ada (profil MK 15, Sl. 4) obrazuju se na izrazito vlažnim de-

#### SCIRPO-PHAGMITETUM W. Koch 26

#### ALUVIJALNO KARBONATNO TLO, SLABO RAZVIJENO, (MOČVARNO) GLEJNO FLUVIATILER, KARBONATHALTIGER, SCHWACH ENTWICKELTER (SUMPF-) GLEIBODEN



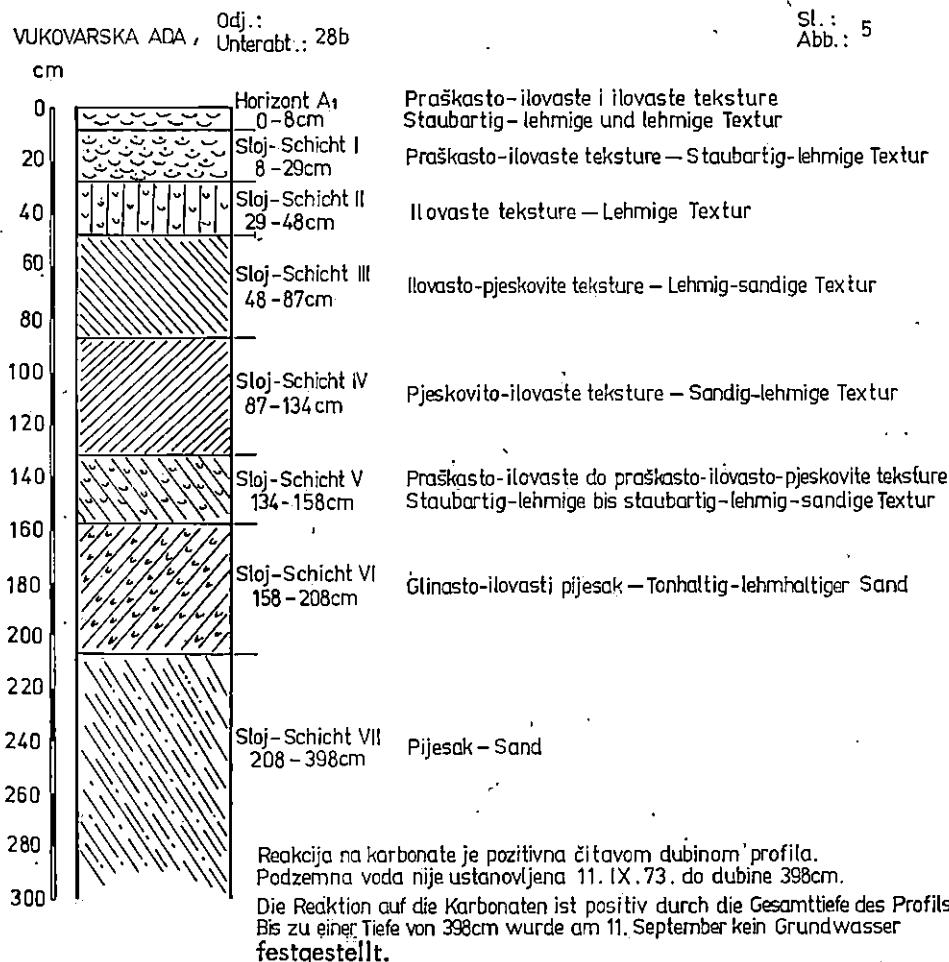
Prema:  
Nach: Dr. M. Kalinić, 1973.

presijama, gdje se prema istraživanjima Đ. Rauša (1973) pojavljuje fito-cenoza obične trske (*Scirpo-Phragmitetum* W. Koch 26).

Glejni varijitet slabo razvijenih aluvijalnih tala u tim depresijama uvjetovan je prekomjernim vlaženjem poplavnih i podzemnih voda. Hidrogenizacija i zamočvarivanje aluvijalnih nanosa su vrlo intenzivni, pa se znaci oksidacijskih i redukcijskih procesa opažaju već ispod površine tla. Glejni sloj tla nalazimo na dubini od cca 40—70 cm.

### FRAXINO-ULMETUM LAEVIS Slav. 52

#### ALUVIJALNO KARBONATNO TLO, RAZVIJENO FLUVIATIČKI, KARBONATHALTIGER, ENTWICKELTER BODEN



Prema:  
Nach: Dr. M. Kalinić, 1973.

f) Aluvijalna karbonatna tla, razvijena neoglejena ili slabo oglejena dolaze na najvišim i najsušim pjeskovitim gredama aluvijalnih terasa, ritova i ada istraživanih predjela Podunavlja. Aluvijalna karbonatna, razvijena tla predstavljaju daljnji, viši stupanj evolucije tih najmladih tlorevina pedosfere. U razvijenim aluvijima, obrazovanim na gredama podzemne vode su duboko. Ponegdje, međutim, u tlima spomenutih greda podzemne vode mogu biti i nešto više, pa se tada oblikuje vlažnija, slabo oglejena varijanta razvijenoga karbonatnog aluvija (profili: MK 1 u Sotinskoj Adi, MK 7 u Vukovarskoj Adi i MK 13 u Mohovskom Ritu, Sl. 5). Poplavne vode su vrlo rijetke i kratkotrajne.

Prema fitocenološkim istraživanjima Đ. Rauša (1973) prirodnu vegetaciju na najvišim gredama razvijenih aluvijalnih tala istraživanog dijela Podunavlja tvori šuma poljskog jasena i veza s hrastom lužnjakom (*Fraxino-Ulmetum laevis* Slav. 52). (Opširnije o tlima vidi M. Kalinić 1975).

## 2. UČESTALOST, TRAJANJE I VISINA POPLAVA U VEGETACIJSKOM PERIODU ZA VODOMJERNE STANICE ALJMAŠ, VUKOVAR I ILOK U RAZDOBLJU OD 1941—1970. GODINE I POPREČNI PROFILI POJEDINIH ADA — DIE FREQUENZ, DAUER UND HÖHE DER ÜBERFLUTUNGEN WÄHREND DER VEGETATIONSZEIT AN DEN WASSERSTANDSMESSSTELLEN ALJMAŠ, VUKOVAR UND ILOK IM ZEITABSCHNITT 1941—1970, SOWIE DIE QUERPROFILE DER EINZELNEN FLUSSINSELN

Najvažniji činilac u razvoju šumske vegetacije ritskih šuma jest voda, koja se na tom području javlja kao oborinska, poplavna i podzemna. Obo-rinsku vodu i njezin utjecaj na razvoj šumske vegetacije obradili smo u poglavljju o klimi. Podzemna voda dunavskih otoka i ritova je u korelaciji s razinom Dunava (matična podloga pijesak), prema tome je usko vezana za poplavnu vodu. Zbog toga utjecaj podzemne vode na razvoj šumske vegetacije spomenutog područja nismo ni istraživali. Kao presudni čimbenik za razvoj vegetacije uopće smatramo na istraživanom području površinsku poplavnu vodu, koja se javlja u vegetacijskom periodu. Da bismo uočili utjecaj poplavne vode na razvoj šumske vegetacije (koja nas ovdje prvenstveno zanima), obradili smo učestalost, trajanje i visinu poplava Dunava u vegetacijskom periodu za vodomjerne stanice Aljmaš, Vukovar i Ilok. Podatke za tu obradu dobili smo od Hidrološkog zavoda SR Hrvatske u Zagrebu za razdoblje 1941—1970, a na čemu im se i na ovom mjestu zahvaljujemo.

Dužina tijeka Dunava gdje smo obavili vegetacijska istraživanja iznosi 84 km, s početkom kod Aljmaša (1382 km) i svršetkom kod Iloka (1298 km). Visinska razlika između kota vodomjera Aljmaša (78,12 m) i Iloka (73,96

Mjesto	Geogr. širina	Geograf. dužina od Greenwicha	Kota »O« nadmor. visina	Godina otkada stanica radi	Period obrade
Aljmaš	45° 31,9'	18° 57,2'	78,12	1909.	1941—1959.
Vukovar	45° 21,1'	19° 00,5'	76,19	1856.	1941—1970.
Ilok	45° 13,8'	19° 23,1'	73,96	1856.	1941—1970.

m) iznosi 4,16 m. Geografske koordinate vodomjernih stanica za koje smo obradili 30-godišnje podatke (podaci od 20 godina na dalje smatraju se normalnim) su slijedeći: (vidi prethodnu tabelu).

Trajanje plavljenja za vrijeme vegetacijskog razdoblja izrazili smo brojem dana računajući od vodostaja 250 cm na više za svakih 50 cm visine posebno. Tako imamo broj dana plavljenja kod vodostaja 250, 300, 350, 400, 450, 500, 550 i preko 600, a preko tog vodostaja poplave su vrlo rijetke i tada su redovito u obliku katastrofe.

Učestalost plavljenja obradili smo u periodama duljine od 10 dana, s tim što se određuje učestalost na osnovi broja dana trajanja pojedine poplave, pa one mogu trajati od 1—190 dana. Trajanje i učestalost plavljenja za vrijeme vegetacijske periode u razdoblju od 1941—1970. donosimo u Graf. 1—6 za vodomjerne stанице Aljmaš, Vukovar i Ilok.

Visine srednjih vodostaja Dunava za vrijeme vegetacijskih perioda u spomenutom razdoblju prikazane su u Graf. 7. U Graf. 7 prikazana je srednja visina velikog vodostaja (VV), srednja visina srednjeg vodostaja (SV) i srednja visina malog vodostaja (MV), a ujedno su označene pojedine šumske zajednice prema stupnju plavljenja.

Najviši srednji vodostaj za obrađivano razdoblje na vodomjernoj stanci Aljmaš iznosio je 774 — 25. VII. 1954., a u Vukovaru 769 — 26. VI. 1965. i Iloku 790 — 26. VI. 1965. godine.

Vodostaj je redovito visok za vrijeme otapanja snijega u visokim planinama i gorama Austrije, Čehoslovačke i Mađarske, a to je obično u mjesecu svibnju.

Osim toga znade naići po dva i do tri puta godišnje visoki vodostaj već prema količini oborina. Sa šumsko-gospodarskog stajališta visoki vodostaj igra vrlo veliku, dapače presudnu ulogu kod uzgajanja ritskih šuma, a najvažniji činilac je trajanje i visina poplavne vode, jer o tome zavisi opstanak šumske vegetacije.

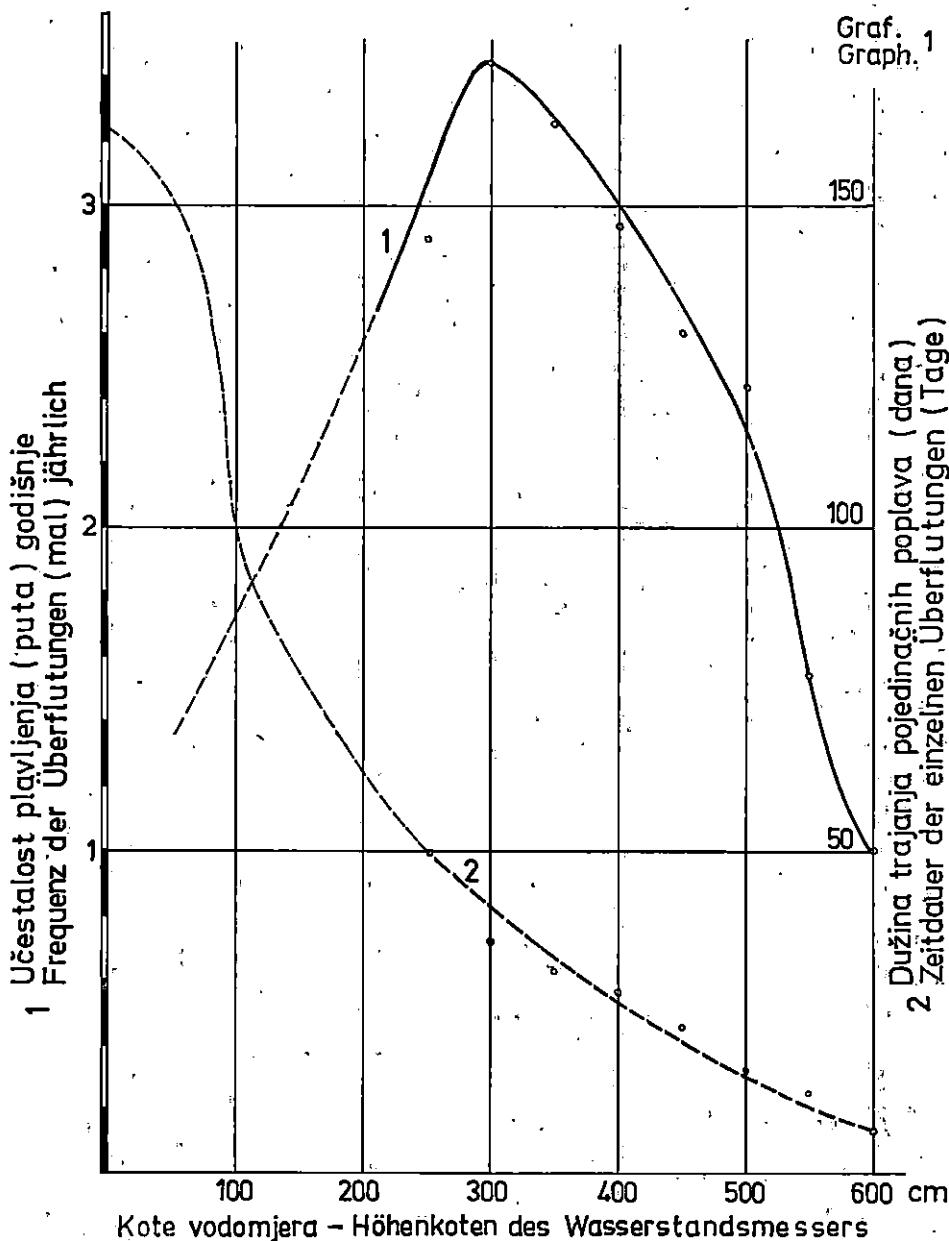
Otkada su izgrađeni nasipi pored Dunava (prije otprilike 80—100 godina), voda je povisila nivo tla uz obalu. Da je tome tako, vidi se i po tome, što se na nižim mjestima u poplavnom području vide hrastovi paňevi, gdje danas hrast ne može više uspijevati, ili drugim riječima povišenjem vodostaja i velikih poplava donja se granica šumske zone pomakla na više. To uzdizanje donje granice šumske zone paralizira međutim ponovljivanje obala i greda pored obala, jer su se i te obale podigle.

Spomenut ćemo nešto i o samom načinu rasta i pada vodostaja u Dunavu i ritskim nizinama dalje od korita rijeke. Vodostaj u rijeci brzo raste i brzo pada. Budući da su grede pored rijeke visoke, voda ne može iz rijeke neposredno i brzo doći u nizine, nego obično dolazi nizvodno i polako jarcima, udubinama, kanalima i rukavcima pa treba dulje vremena, da se teren napuni vodom. Isto tako vodostaj ovdje polako i pada.

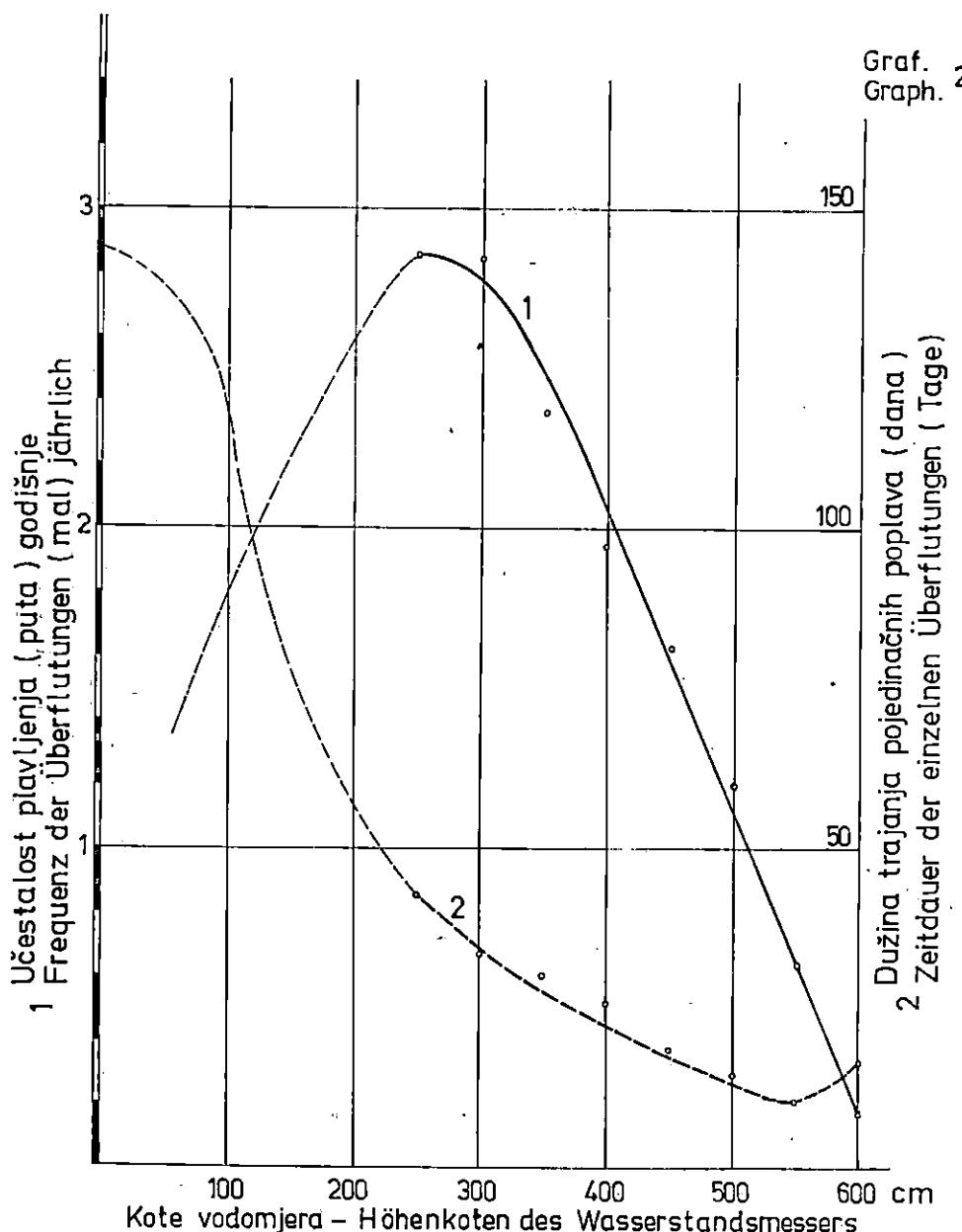
Na poprečnim profilima u Borovskoj Adi (Graf. 8) i Sotinskoj Adi (Graf. 9) vidljiv je odnos rijeke, rukavaca i bara prema tlu, obraslot šumskom vegetacijom u horizontalnom i u vertikalnom pogledu.

Iz svega navedenoga možemo zaključiti, da je voda nosilac života na istraživanom području, o njoj zavisi stvaranje tla, razvoj malata, formiranje pojedinih biljnih zajedница kao i opstanak razvijene stare šume: jednom riječju o vodi zavisi život ritskih i otočnih šuma u Podunavlju.

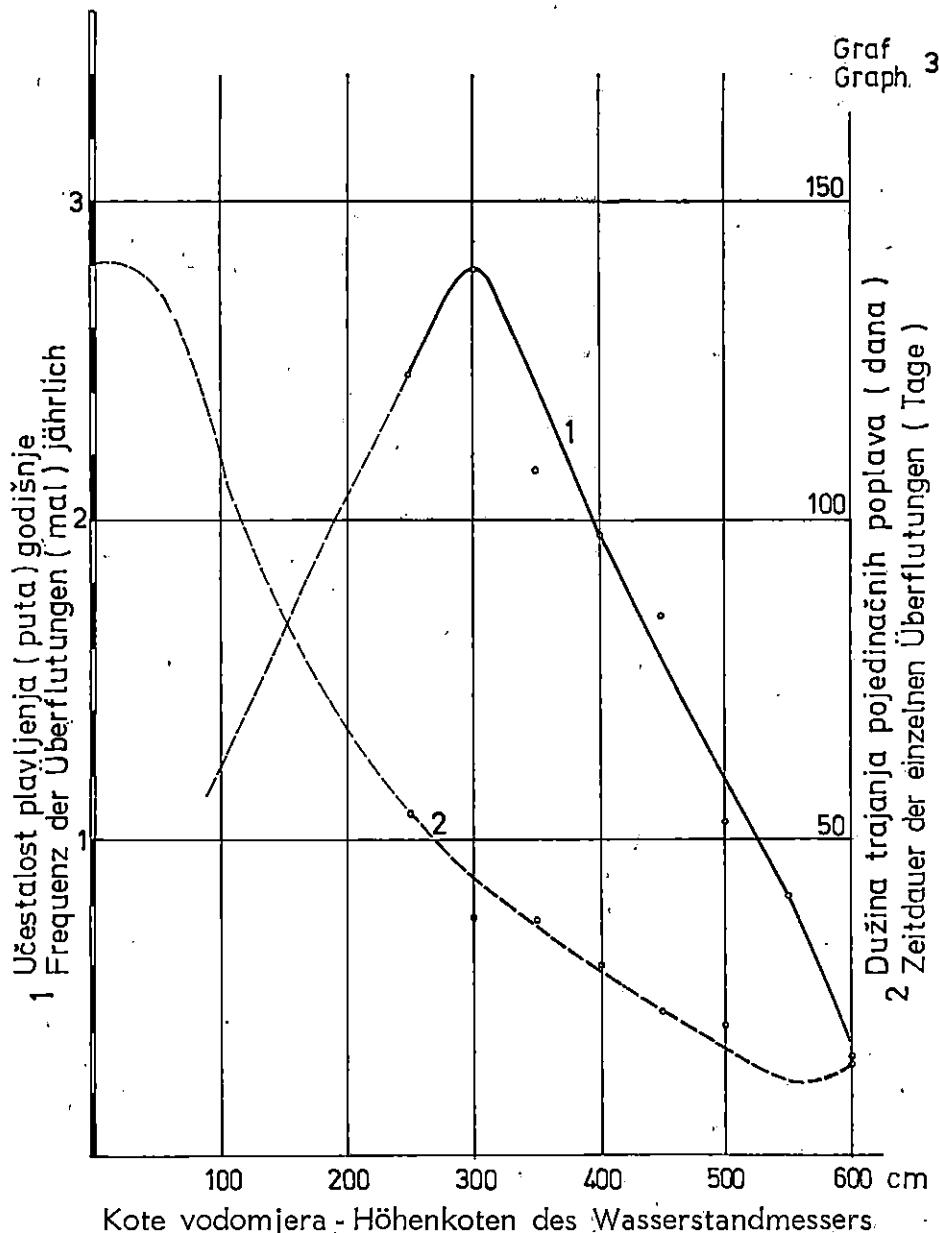
TRAJANJE I UČESTALOST PLAVLJENJA DUNAVA KOD ALJMAŠA  
ZA VRIJEĆE VEGETACIJSKE PERIODU (U RAZDOBLJU 1941-1959.)  
DAUER UND FREQUENZ DER ÜBERFLUTUNGEN DER DONAU BEI  
ALJMAŠ WÄHREND DER VEGETATIONSPERIODE ( IM ZEIT-  
ABSCHNITT 1941-1959 )



TRAJANJE I UČESTALOST PLAVLJENJA DUNAVA KOD VUKOVARA  
 ZA VRIJEME VEGETACIJSKE PERIODU (U RAZDOBLJU 1941-1970.)  
 DAUER UND FREQUENZ DER ÜBERFLUTUNGEN DER DONAU BEI  
 VUKOVAR WÄHREND DER VEGETATIONSPERIODE ( IM ZEITABSCHNITT  
 1941 - 1970 )



TRAJANJE I UČESTALOST PLAVLJENJA DUNAVA KOD ILOKA ZA  
VRIJEME VEGETACIJSKE PERIODU ( U RAZDOBLJU 1941-1970.)  
DAUER UND FREQUENZ DER ÜBERFLUTUNGEN DER DONAU BEI  
ILOK WÄHREND DER VEGETATIONSPERIODE ( IM ZEITABSCHNITT  
1941-1970 )



TRAJANJE PLAVLJENJA ZA VRIJEME VEGETACIJSKE PERIODE U RAZDOBLJU 1941 - 1959 GOD.  
 DAUER DER ÜBERFLUTUNG WÄHREND DER VEGETATIONSPERIODE IM ZEITABSCHNITT 1941 - 1959

Vodomjerna stanica: Aljmaš, kota „0“, točka 78,12 m

Wasserstandsmessstelle: Aljmaš, Höhenkote „0“, Punkt 78,12 m

do: 400 cm  
bis:

Graf.  
Graph. 4

UČESTALOST  
PLAVLJENJA

FREQUENZ DER  
ÜBERFLUTUNGEN  
(OD  
VON IV.- IX.)

	M						DANA DO DO WÄGE VON BEIS -N. MAJ BROJ PUTA
	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	
1941							165
1							90
2							33
3							130
4							-
5							-
6							-
7							-
8							28
9							-
1950							98
1							54
2							42
3							89
4							141
5							91
6							47
7							57
8							76
	Suma dana - Summe der Tage						1141
	Prosjek - Durchschnitt						82
	$\Sigma$						41
	M = 28						

TRAJANJE PLAVLJENJA ZA VRIJEME VEGETACIJSKE PERIODE U RAZDOBLJU 1941 - 1970. GOD.  
 DAUER DER ÜBERFLUTUNG WÄHREND DER VEGETATIONSPERIODE IM ZEITABSCHNITT 1941-1970

Vodomjerna stanica: Vukovar, kota „0“ točka 76,19 m  
 Wasserstandsmessstelle: Vukovar, Höhenkote „0“ Punkt 76,19 m

do: 400 cm  
 bis: 400 cm  
 Graf. 5  
 Graph. 5

UČESTALOST  
 PLAVLJENJA  
 FREQUENZ DER  
 ÜBERFLUTUNGEN  
 (OD IV.-IX.)

Godina Jahr	M j e s e c - M o n a t					$\Sigma$	DANA OD DO - TAGE VON-BIS	BROJ PUTA N. MAL.
	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.			
1941	-	-	-	-	-	130	1 10	23
2	-	-	-	-	-	84	11 20	13
3	-	-	-	-	-	26	21 30	6
4	-	-	-	-	-	127	31 40	5
5	-	-	-	-	-	48	41 50	4
6	-	-	-	-	-	10	51 60	3
7	-	-	-	-	-	18	61 70	1
8	-	-	-	-	-	50	71 80	-
9	-	-	-	-	-	18	81 90	1
1950	-	-	-	-	-	65	91 100	-
1	-	-	-	-	-	39	101 110	1
2	-	-	-	-	-	5	111 120	-
3	-	-	-	-	-	79	121 130	1
4	-	-	-	-	-	106	131 140	-
5	-	-	-	-	-	44	141 150	1
6	-	-	-	-	-	15	151 160	-
7	-	-	-	-	-	34	161 170	-
8	-	-	-	-	-	50	171 180	-
9	-	-	-	-	-	10	181 190	-
1960	-	-	-	-	-	147	$\Sigma$ : 59	
1	-	-	-	-	-	96		
2	-	-	-	-	-	98.		
3	-	-	-	-	-	-		
4	-	-	-	-	-	-		
5	-	-	-	-	-	-		
6	-	-	-	-	-	-		
7	-	-	-	-	-	-		
8	-	-	-	-	-	-		
9	-	-	-	-	-	-		
1970	-	-	-	-	-	140		
	Suma dana-Summe der Tage Projek-Durchschnitt					1530	M = 26	
						51		

TRAJANJE PLAVLJENJA ZA VRIJEME VEGETACIJSKE PERIODU II. RAZDORU III. 1941-1970.

DAUER DER ÜBERFLUTUNG WÄHREND DER VEGETATIONSPERIODE IM ZEITABSCHNITT 1941-1970

Vodomjerna stanica : Ulek / kota „0“ točka 73,96m

Wasserstandsmessstelle: Illok, Höhenkote „0“, Punkt 73,96 m

DOI: 10.1007/s00115-010-0730-1

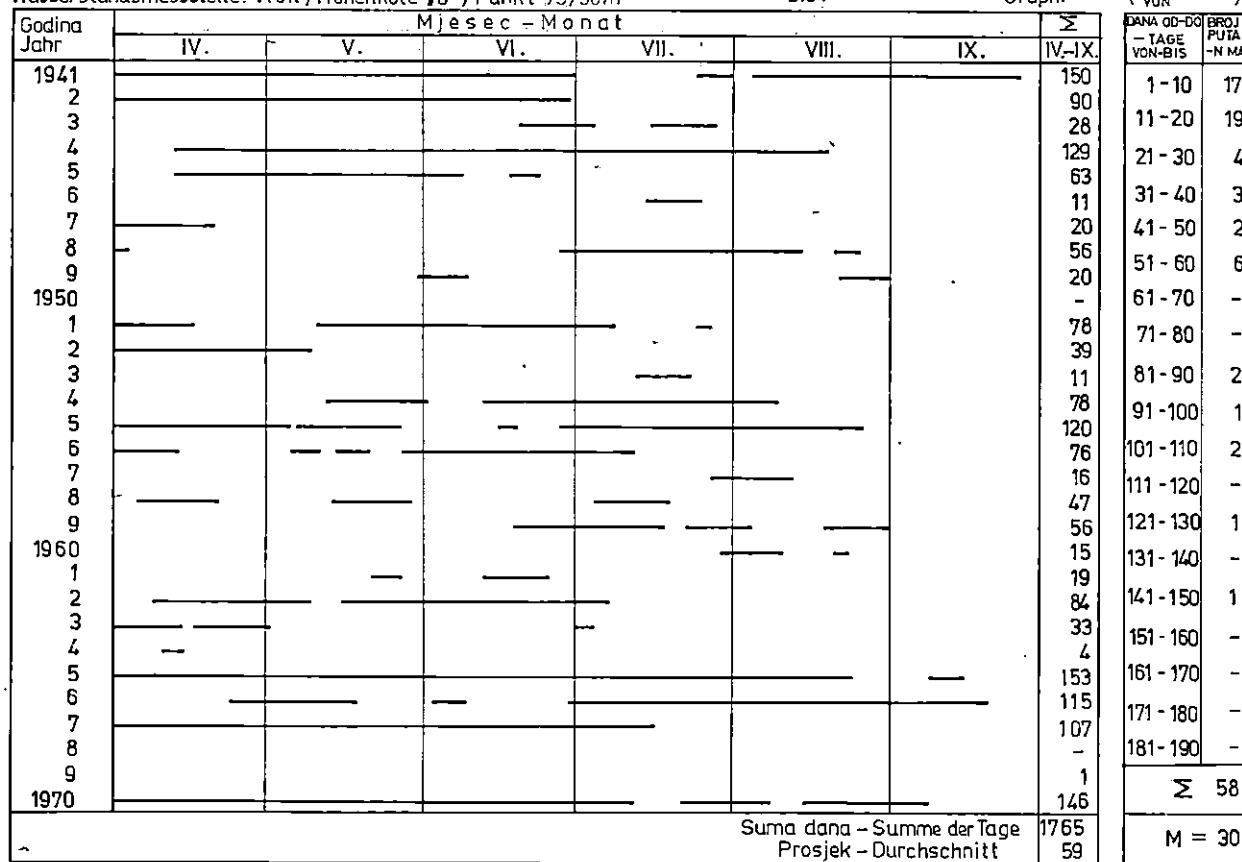
bis: 400cm

Graf

Grat.

Graph

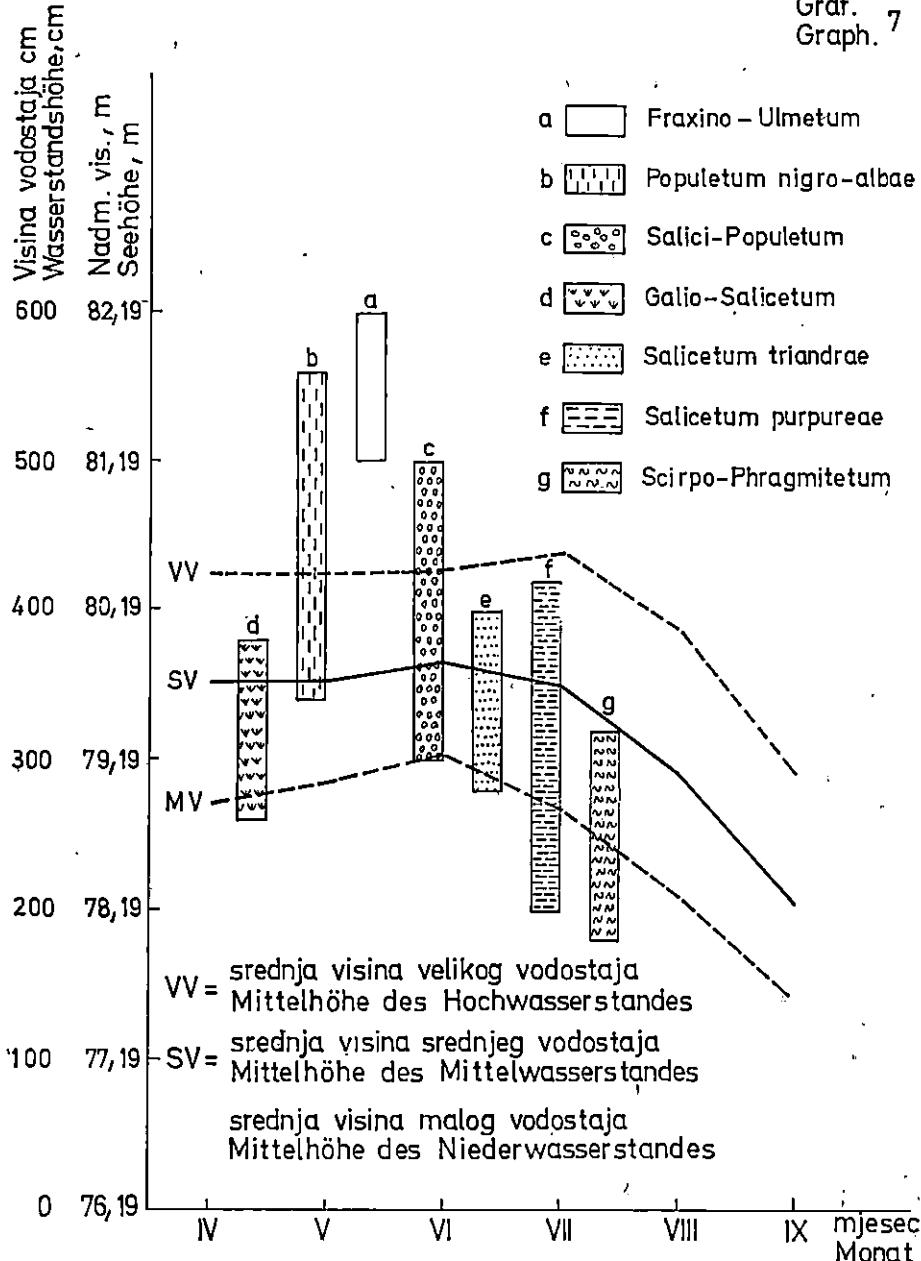
**UČESTALOST  
PLAVLJENJA**  
**FREQUENZ DER  
ÜBERFLUTUNGEN**  
**( OD VON IV.-IX. )**

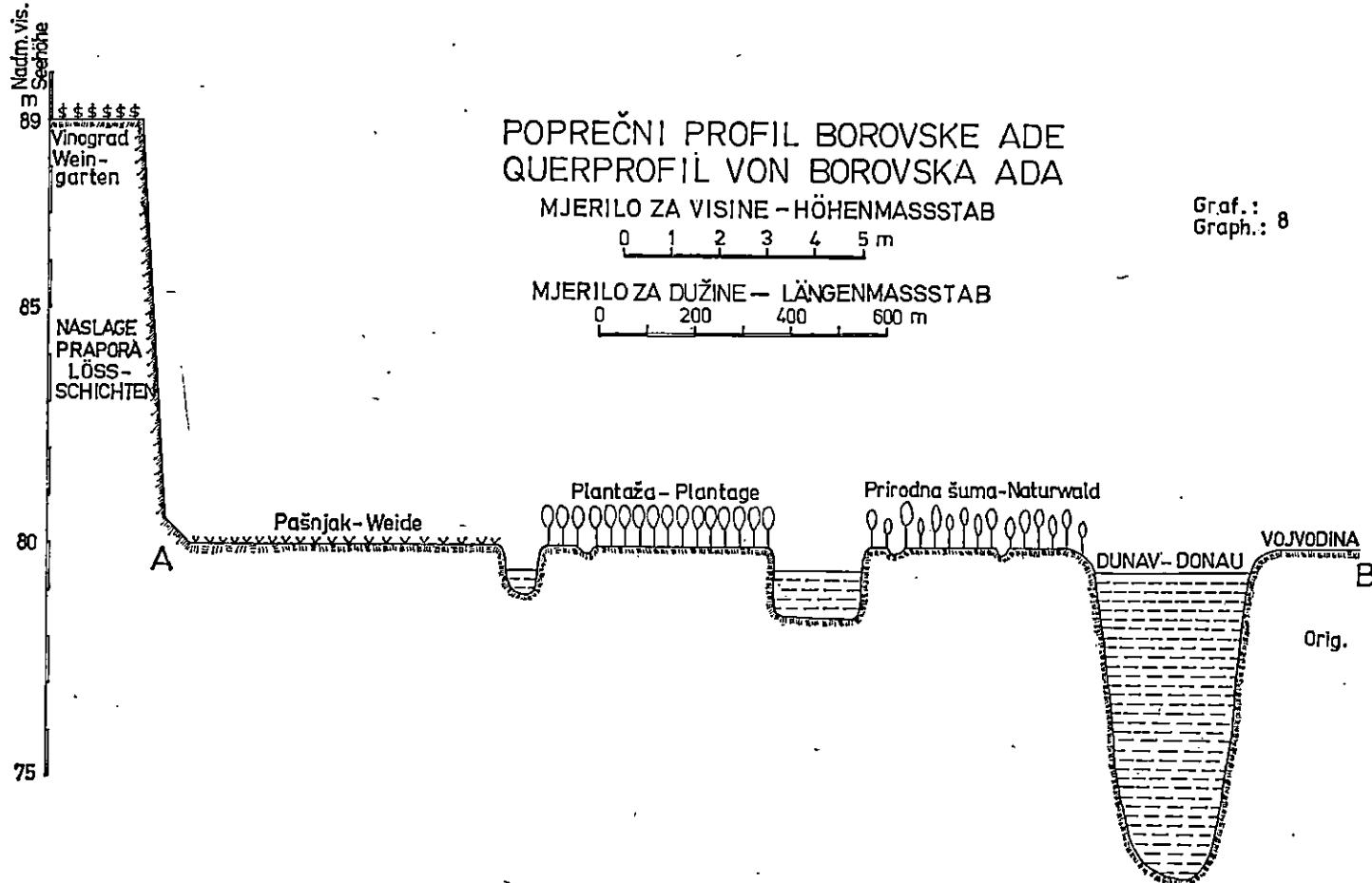


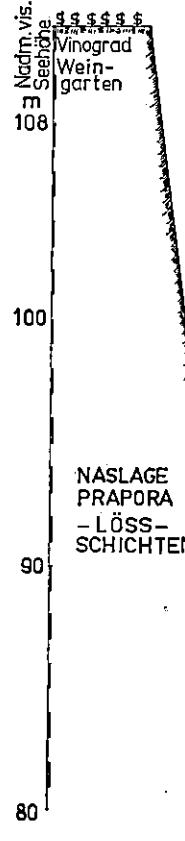
## VISINA SREDNJE VODOSTAJE DUNAVA KOD VUKOVARA ZA VRIJEME VEGETACIJSKOG RADA U RAZDOBLJU 1941-1970.

## HÖHE DES MITTELWASSERSTANDES DER DONAU WÄHREND DER VEGETATIONSZEIT IM ZEITABSCHNITT 1941 - 1970

Graf. Graph. 7







Graf: 9  
Graph.: 9

### POPREČNI PROFIL SOTINSKE ADE QUERPROFIL VON SOTINSKA ADA

MJERILO ZA VISINE – HÖHENMASSSTAB



MJERILO ZA DUŽINE – LÄNGENMASSSTAB



### 3. VEGETACIJA RITSKIH ŠUMA — DIE VEGETATION DER AUENWÄLDER

Vegetacijom Podunavlja bavili su se mnogi istraživači u našoj zemlji kao i u inozemstvu. Naročito je dobro istražena vegetacija koja prati Dunav u Čehoslovačkoj, Austriji, Mađarskoj i Rumunjskoj. Kod nas su vegetaciju ritskih šuma Podunavlja proučavali: Španović T. (1931, 1932, 1954), Rajevski L. (1950), Slavnić Ž. (1952), Herpka I. (1960, 1963), Žufa L. (1964), Jovanović B. (1965, 1969) i dr. Osim spomenutih bavio se znatan broj šumara uzgojnim i uredajnim problemima ritskih šuma, o čemu su povremeno pisali u stručnoj stampi.

Ipak u velikom dijelu naše javnosti, dapače i kod samih stručnjaka, vrlo se malo zna o ritskim šumama i ne posvećuje im se tolika pažnja koliko one zaslužuju.

Pod ritskim šumama podrazumijevaju se uvijek takve šume, koje se protežu uz rijeku te su periodično plavljenje i nalaze se na apsolutnom šumskom tlu. Glavna vrsta drveća je vrba i jagnjed, a pored njih sporadično dolaze bijela topola, poljski jasen, vez te hrast lužnjak.

Šumsku vegetaciju spomenutog dijela Podunavlja istražili smo po kombiniranoj metodi Braun-Blanqueta te na osnovi toga donosimo opis pojedinih zajednica i njihov tabelarni prikaz. Šumska vegetacija predstavljena je isključivo paraklimaksnim zajednicama.

#### Sistematski pregled istraženih zajednica — Systematische Übersicht der untersuchten Waldgesellschaften

*Querco-Fagetea* Br.-Bl. et Vlieg. 37

*Populetalia* Br.-Bl. 31

*Alno-Ulmion* Br.-Bl. et Tx. 43

a) *Fraxino-Ulmetum laevis* Slav. 52

*Salicion* (Soó) Oberd. 53

b) *Populetum nigro-albae* Slav. 52

c) *Salici-Populetum nigrae* (Tx. 31) Meijer-Drees 36 *ruber-*  
*tosum caesii* subass. nova

d) *Galio-Salicetum albae* ass. nova

e) *Salicetum triandrae* Malc. 29

f) *Salicetum purpureae* Wend.-Zel. 52

*Phragmitetea* Tx. et Preis. 42

*Phragmitetalia* W. Koch 26

*Phragmition* W. Koch 26

g) *Scirpo-Phragmitetum* W. Koch 26

a) *Šuma veza i poljskog jasena s hrastom lužnjakom — Flatterulmen/*  
*/Feldeschenwald mit Stieleiche (Fraxino-Ulmetum laevis* Slav. 52)

Gore navedenu fitocenazu je prvi opisao Slavnić Ž. 1952. na području vojvođanskih nizinskih šuma.

Šuma poljskog jasena i veza obrašćuje najviše položaje dunavskih otoka. Zastupljena je fragmentarno na istraživanom području u predjeli-

Tab. F<sub>1</sub>

Asocijacija — Assoziation:		FRAXINO-ULMETUM LAEVIS Slav. 52					
Životni objek — Lebensform	Areal tip Arealtyp	Broj snimke — Aufnahmenummer	2 Vuk. Ada 18b	3 Vuk. Ada 18a	4 Šaren. Ada 83c	1 Tanja 28e	Stupanj udjela Anteilsgrad
		Lokalitet — Lokalität	400	80—85	ravno — flach		
		Odjel-odsjek — Unterabteilung					
		Veličina plohe, m <sup>2</sup> — Aufnahmefläche, m <sup>2</sup>					
		Datum	11.9. 1973.	11.9. 1973.	14.9. 1973.	21.8. 1973.	
		Nadm. visina — Seehöhe, m					
		Ekspozicija — Exposition					
		Inklinacija — Hangneigung					
		Mikrorelief — Mikrorelief					
		Pedol. profili — Bodenprofile					
		Tlo — Bodenart					
		Starost godina — Alter, Jahre					
		Pokrovnost (%) — Deckungsgrad (%):					
		sloja drveća — Baumschicht	90	80	90	100	
		sloja grmlja — Strauchsicht	15	5	5	5	
		prizem. rašča — Krautschicht	90	90	100	50	
		Ukupna pokrovnost (%) — Gesamtdeckungsgrad (%)	100	100	100	100	
1	2	3	4	5	6	7	8
Ph	EU	FLORISTIČKI SASTAV — FLORIST. ZUSAMMENSETZUNG					
Ph	EU	I. Sloj drveća — Baumschicht					
Ph	PANN-P	Svojstv. vrste asoc. i sveze: Assoz.- u. Verb.-Char.-Arten.:					
		<i>Ulmus laevis</i> Pall.		2.2	1.1	1.1	3.3
		<i>Quercus robur</i> L.		+	2.2	1.1	2.2
		<i>Fraxinus angustifolia</i> Vahl		R	2.3	.	III R—2

• Dr Mirjana Kalinić, pedolog

1	2	3	4	5	6	7	8
		Pratilice — Begleiter:					
Ph	EUA	<i>Morus alba</i> L.	+	+	1.1	.	IV + —1
Ph	EUA (-MED)	<i>Populus alba</i> L.	1.2	.	2.3	.	III 1—2
Ph	EUA (-MED)	<i>Populus nigra</i> L.	2.2	.	1.1	.	III 1—2
Ph	EUA (-MED)	<i>Salix alba</i> L.	.	.	+	.	II +
Ph	EUA	<i>Alnus incana</i> (L.) Moench	R	.	.	.	II R
Ph	P-PANN	<i>Acer tataricum</i> L.	R	.	.	.	II R
		II. Sloj grmlja — Strauchschicht:					
		Svojstvene vrste asocijacija:					
		Assoz.-Char.-Arten:					
Ph	EU	<i>Ulmus laevis</i> Pall.	1.2	+	+	+	V + —1
Ph	EU	<i>Quercus robur</i> L.	.	.	.	++	II +
Ph	PANN-P	<i>Fraxinus angustifolia</i> Vahl	+	.	.	.	II +
		Pratilice — Begleiter:					
Ph	P-MED	<i>Crataegus pentagyna</i> W. et K.	+	+	2.3	.	IV + —2
Ph	EUA (-MED)	<i>Populus alba</i> L.	+.2	1.2	+	.	IV + —1
Ph	MED (-EUA)	<i>Cornus sanguinea</i> L.	+.2	+	.	+	IV +
Ph	EUA	<i>Morus alba</i> L.	.	+	.	+	III +
Ph	SA	<i>Acer negundo</i> L.	.	++	.	.	III +
Ph	EUA	<i>Viburnum opulus</i> L.	+	.	.	.	II 1
Ph	EUA (-MED)	<i>Populus nigra</i> L.	.	.	.	.	II 1
Ph	SA	<i>Fraxinus americana</i> L.	.	.	.	+	II +
Ph	EUA	<i>Ulmus campestris</i> L.	.	.	.	+	II +
Ph	EU	<i>Acer campestre</i> L.	.	.	.	R	II R
Ph	MED	<i>Celtis australis</i> L.	R	.	.	.	II R
Ph	P-PANN	<i>Acer tataricum</i> L.	R	.	.	.	II R
		<i>Rosa</i> sp.	.	.	R	.	
		III. Sloj prizemnog rašća — Krautschicht					
		Svojstv. vrste asocijacija:					
		Assoz.-Char.-Arten:					
H	EUA (-MED)	<i>Festuca gigantea</i> (L.) Vill.	1.2	.	.	.	II 1
Ph	EU	<i>Ulmus laevis</i> Pall.	++	.	.	.	II +
H	EUA (-MED)	<i>Scrophularia alata</i> Gilib.	++	.	.	.	II +
H	EU	<i>Rumex sanguineus</i> L.	++	+	.	.	II +

1	2	3	4	5	6	7	8
		Pratilice — Begleiter:					
Ch	EUA	<i>Rubus caesius</i> L.	2.2	2.3	2.3	1.2	V 1—2
H	EUA	<i>Carex remota</i> L.	1.2	+.2	R	+.2	V R—1
H	EUA (-MED)	<i>Poa trivialis</i> L.	1.2	1.2	.	+.2	IV +—1
Ch	EUA	<i>Glechoma hederacea</i> L.	.	1.2	1.2	+	IV +—1
H	CP	<i>Agrostis alba</i> L.	+.2	+.2	1.2	.	IV +—1
Ch	EUA (-MED)	<i>Solanum dulcamara</i> L.	+	+	.	.	III +
H	EUA	<i>Calamagrostis epigeios</i> (L.) Roth	+.2	+.2	.	.	III +
H	EUA (-MED)	<i>Prunella vulgaris</i> L.	R	.	+	.	III R +
H	EU	<i>Symphytum officinale</i> L.	R	+	.	.	III R —+
G	EU	<i>Iris pseudacorus</i> L.	R	+	.	.	III R —+
H	EU	<i>Crepis paludosa</i> L.	.	+	.	.	III R —+
Th	SA	<i>Stenactis annua</i> (L.) Nees	.	+	R	.	III R —+
H	EUA	<i>Chelidonium maius</i> L.	R	+	.	.	III R —+
Th	EUA (-MED)	<i>Galium aparine</i> L.	.	.	.	2.2	II 2
H	EUA	<i>Potentilla reptans</i> L.	1.2	.	.	.	II 1
Ch	EM (-MED)	<i>Galeobdolon luteum</i> Huds.	.	.	1.2	.	II 1
Th	EM	<i>Galeopsis speciosa</i> Mill.	+	.	.	+	II +
H	EUA-MED	<i>Calystegia sepium</i> (L.) R. Br.	+	.	.	.	II +
H	SUBM-EM	<i>Viola odorata</i> L.	+	.	.	.	II +
Ch	EUA	<i>Lysimachia nummularia</i> L.	+	.	.	.	II +
H	EUA (-MED)	<i>Lycopus europaeus</i> L.	+	.	.	.	II +
Th	SA	<i>Erigeron canadensis</i> L.	+	+	.	.	II +
H	EUA (-MED)	<i>Galium palustre</i> L.	.	+	.	.	II +
Th	CP	<i>Polygonum hydropiper</i> L.	.	+	.	.	II +
H	P	<i>Euphorbia salicifolia</i> Host	.	+	.	.	II +
H	EUA (-MED)	<i>Mentha aquatica</i> L.	.	.	+	.	II +
Ph	EUA (-MED)	<i>Populus alba</i> L.	.	.	+	.	II +
H	CP	<i>Stachys palustris</i> L.	.	.	+	.	II +
H	EUA	<i>Ranunculus repens</i> L.	.	.	+	.	II +
H	EUA	<i>Lysimachia vulgaris</i> L.	.	.	+	.	II +
G	MED (-EM)	<i>Leucoitum aestivum</i> L.	.	.	+	.	II +
H	KOZM	<i>Urtica dioica</i> L.	.	.	+	.	II +
H	SA	<i>Solidago serotina</i> Ait.	R	.	.	+	II R
Ph	P-PANN	<i>Acer tataricum</i> L.	R	.	.	.	II R
H	EUA	<i>Plantago media</i> L.	.	.	.	.	II R

1	2	3	4	5	6	7	8
H	SA	<i>Oxalis stricta</i> L.	.	.	R	.	II R
H	EUA	<i>Trifolium repens</i> L.	.	.	R	.	II R
H	CP	<i>Cardamine dentata</i> (Schult.) Neilr.	.	.	R	.	II R
H	CP	<i>Caltha palustris</i> L.	.	.	R	.	II R
G	EU (-MED)	<i>Carex hirta</i> L.	.	.	R	.	II R
H	CP	<i>Scutellaria galericulata</i> L.	.	.	R	.	II R

*Spektar flornih elemenata ass. Fraxino-Ulmetum laevis Slav. 52 —*  
*Spektrum der Florenelemente ass. Fraxino-Ulmetum laevis Slav. 52*

Tab. F<sub>1a</sub>

Naziv skupine — Gruppenname	Kratica Abkürzung	Broj biljaka — Pflanzenzahl		Učestalost Frequenz %
		Pojedinačno Einzel	Ukupno Zusammen	
Submediteranska Submediterrane	SUBM-EM	1	1	1
Euroazijska Euroasiatische	EUA EUA-MED EUA-(MED) MED-(EUA)	16 1 15 1	33	48
Europska Europäische	EU EU-(MED)	10 1	11	16
Panonska Pannonische	PANN-P	2	2	3
Pontička Pontische	P P-MED P-PAN	1 1 3	5	8
Srednjoeuropska Mitteleuropäische	EM EM(-MED) MED(-EM)	1 1 1	3	4
Cirkumpolarna i kozmopolitska	CP KOZM	6 1	7	10
Atlantsko-mediteranska Atlantisch-mediterrane	MEP	1	1	1
Neopredijeljena Übrige	SA	6	6	9
Ukupno: Insgesamt:		69	69	100

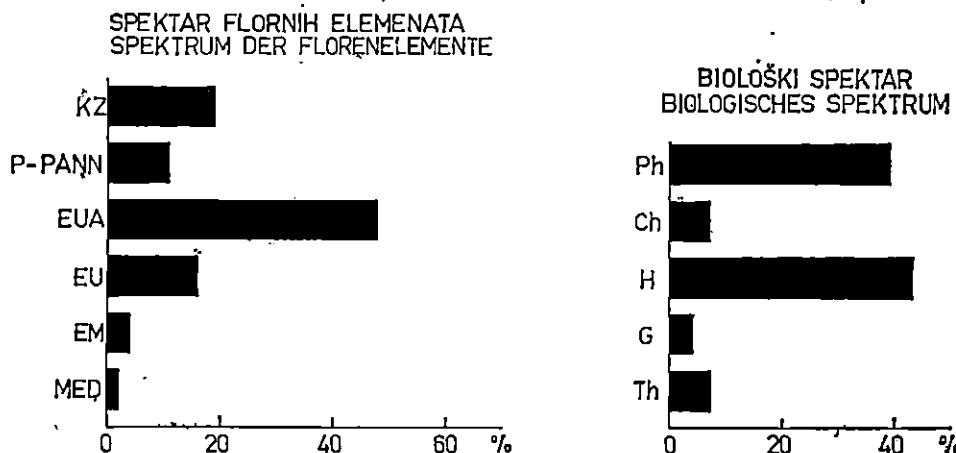
Biološki spektar — Biologisches Spektrum

	Ph	CH	H	G	Th	
Broj — Anzahl	27	5	29	3	5	69
%	39	7	43	4	7	100

ma Vukovarske i Šarengradske Ade te na otoku Tanja. Ona zauzima starija i razvijenija aluvijalna tla viših položaja, gdje se već primjećuju pojedini procesi pedogeneze. Obično su to karbonatna pjeskovito-ilovasta, tla, opskrbljena hranjivima i s dobrom aeracijom. Poplava dosta rijetko zahvaća ta područja, a kada su i poplavljena, onda to vrlo kratko traje.

FRAXINO-ULMETUM LAEVIS Slav. 52

Graf. 10  
Graph. 10



Sloj drveća tvore vjerojatno pojedine forme hrasta lužnjaka, poljski jasen, vez, negundovac, dud i dr. (Fot. 1). U fitocenološkom pogledu najvažniji su poljski jasen i vez.

Sloj grmlja je dosta slabo razvijen, a javljaju se *Crataegus pentagyna*, *Cornus sanguinea*, *Acer campestre*, *Viburnum opulus* i dr.

Sloj prizemnog rašča je dosta dobro razvijen; kao karakteristične vrste našli smo: *Festuca gigantea*, *Scrophularia alata*, *Rumex sanguineus*, *Ulmus laevis* i dr.

Pratilice su zastupljene u velikom broju (Tab. F<sub>1</sub>), a spektar spomenute zajednice prikazujemo u Tab. F<sub>1a</sub> i Graf. 10.

Opisana zajednica nema na istraživanom području neko gospodarsko značenje i tek je fragmentarno rasprostranjena. Nekada je spomenuta fitocenoza bila mnogo više rasprostranjena u Podunavlju, a danas se javlja samo kao raritet ritskih šuma. Na njezinu staništu u Vukovarskoj Adi našli smo jedno stablo bijele johe (*Alnus incana* Moench) (Fot. 2), što je ujedno i jedino nalazište takve vrste na istraživanom dijelu Podunavlja. Stablo rađa sjemenom i prirodno se širi u neposrednoj okolini stabla.

b) Šuma crne i bijele topole — Schwarzpappel/Silberpappelwald  
(Populetum nigro-albae Slav. 52)

Šumu crne i bijele topole opisao je Slavnić Ž., 1952. opisujući nizinske šume Vojvodine.

Šuma crne i bijele topole razvijena je na području istraživanog dijela Podunavlja u dosta tipičnom sastavu, a obrašćuje visoke položaje dunavskih terasa i otoka. Poplave su dosta česte, no kratkog su trajanja, jer su to mahom visoke grede koje nastava spomenuta fitocenoza (Fot. 3 i 4).

Od svojstvenih vrsta asocijacije najmasovnije su crna i bijela topola te bijela vrba (Fot. 5 i 6).

Tab. F<sub>2</sub>

## Asocijacija — Assoziation:

## POPULETUM NIGRO-ALBAE Slav. 52

Životni oblik — Lebensform  Areal tip — Arealtyp	Broj snimke — Aufnahmenummer	S	3	9	2	10	6	1	8	4	7
	Lokalitet — Lokalität	Erd. Ada	Šar. Ada	Moh. Ada	Bor. Ada	Hagl	Sot. Ada	Moh. Ada	Bor. Ada	Šar. Ada	Vuk. Ada
	Odjel-odsjek — Unterabteilung	19a	87b	68a	8a	70b	38a	66a	13b	87i	18a
	Veličina plohe, m <sup>2</sup> Aufnahmefläche, m <sup>2</sup>							400			
	Datum	20.8. 1973	17.8. 1973	13.9. 1973	14.8. 1973	15.9. 1973	11.9. 1973	17.7. 1973	12.9. 1973	17.8. 1973	11.9. 1973
	Nad. visina — Seehöhe, m							75—85			
	Ekspozicija — Exposition							ravno — flach			
	Inklinacija — Hangneigung							rayno — flach			
	Mikroreljef — Mikrorelief							valovit — wellig			
	Pedol. profili — Bodenprofile	—	—	—	—	MK <sub>23</sub>	—	—	MK <sub>9</sub>	—	—
	Tlo — Bodenart										
	Starost godina — Alter, Jahre							Aluvijalno karbonatno tlo, slabo razvijeno, umjereno oglejeno — Alluvialkarbonatboden, schwach entwickelt, mässig vergleit			
	Pokrovnost (%) — Deckungsgrad (%):							10—30			
	sloja drveća — Baumsschicht	90	90	100	80	80	100	80	80	100	100
	sloja grmlja — Strauchschicht	10	5	5	2	2	20	5	5	2	20
	przem. rašča — Krautschicht	100	90	60	100	100	70	60	100	100	60
	Ukupna pokrovnost %. Gesamtdeckungsgrad %.	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Stupanj udjela — Anteilsgrad											

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
		FLORISTIČKI SASTAV FLORIST. ZUSAM- MENSETZUNG											
		I. Sloj drveća — Baumschicht											
		Svojstv. vrste asoc. i sveze: Assoz.- u. Verb.-Char.- -Arten:											
Ph	EUA(-MED)	<i>Populus alba</i> L.	3.3	3.3	1.1	2.2	1.2	5.5	2.2	5.5	4.4	4.4	V 1-5
Ph	EUA(-MED)	<i>Populus nigra</i> L.	2.2	1.2	1.1	2.2	4.4	.	2.2	+	.	.	IV +—4
Ph	EUA(-MED)	<i>Salix alba</i> L.	1.1	.	2.2	1.2	.	.	1.2	+	+	.	III +—2
		Pratilice — Begleiter:											
Ph	EU	<i>Ulmus laevis</i> Pall.	.	1.1	1.1	.	.	+	+	+	+	.	IV R—1
Ph	EUA	<i>Morus alba</i> L.	.	+	+	.	.	+	1.2	R	.	.	III R—1
Ph	EU	<i>Quercus robur</i> L.	+	+	R	.	.	.	.	.	.	.	II R—+
Ph	PANN-P	<i>Fraxinus angustifolia</i> Vahl	.	.	1.1	.	.	.	.	.	.	.	I +—1
Ph	EUA	<i>Ulmus campestris</i> L.	.	.	:	.	.	+	.	.	.	.	I +
		II. Sloj grmlja — Strauchschicht											
		Svojstv. vrste asoc. i sveze: Assoz.- u. Verb.-Char.- -Arten:											
Ph	P-MED	<i>Crataegus pentagyna</i> W. et K.	1.2	1.2	+	.	.	1.2	.	+	2.2	.	III +—2
Ph	EUA(-MED)	<i>Populus alba</i> L.	.	.	.	.	1.2	2.3	.	1.2	.	3.3	II 1—3
Ph	EUA	<i>Viburnum opulus</i> L.	+2	.	.	.	.	1.2	.	.	.	.	I +—1
Ph	EUA(-MED)	<i>Salix alba</i> L.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	I +
Ph	EUA(-MED)	<i>Salix purpurea</i> L.	.	.	.	+.2	.	.	.	.	.	.	I +
Ph	EU	<i>Frangula alnus</i> Mill.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	I +
		Pratilice — Begleiter:											
Ph	EU	<i>Ulmus laevis</i> Pall.	1.2	+	1.2	.	.	+	.	+	.	1.2	III +—1
Ph	EUA	<i>Morus alba</i> L.	+	+	+	+	+	.	.	.	.	.	III +
Ph	SA	<i>Acer negundo</i> L.	.	.	.	+	.	+	.	.	.	.	II +
Ph	SA	<i>Fraxinus americana</i> L.	.	.	.	.	.	.	.	2.1	.	.	I 2



Fot. — Phot. 1. Suma poljskog jasena i veza s hrastom lužnjakom (*Fraxino-Ulmetum laevis* Slav. 52) u Vukovarskoj Adi — Flatterulmen/Feldeschenwald mit Stieleiche (*Fraxino-Ulmetum laevis* Slav. 52) in Vukovarska Ada. (Foto: Đ. Raus).



Fot. — Phot. 2. Stablo bijele johe (*Alnus incana* Willd.) na staništu šume poljskog jasena i veza u Vukovarskoj Adi — Ein Weisserlenbaum (*Alnus incana* Willd.) am Standort des Feldeschen/Flatterulmenwaldes in Vukovarska Greda. (Foto: Đ. Rauš).



Fot. — Phot. 3. Šuma crne i bijele topole (*Populetum nigro-albae* Slav. 52) u Sarengradskoj Adi — grupa bijelih topola — Schwarzpappel/Silberpappelwald (*Populetum nigro-albae* Slav. 52) in Sarengadska Ada — eine Gruppe der Silberpappeln. (Foto: D. Rauš).



Fot. — Phot. 4. Šuma crne i bijele topole (*Populetum nigro-albae* Slav. 52) u Sarengradskoj Adi — grupa bijelih topola — Schwarzpappel/Silberpappelwald (*Populetum nigro-albae* Slav. 52) in Sarengadska Ada — eine Gruppe der Silberpappeln. (Foto: D. Rauš).



Fot. — Phot. 5. Kraljica crnih topola (*Populus nigra* L.) u Šarenogradskoj Adi s prsnim promjerom oko 2 m i visinom od 25 m — Schwarzpappelkönigin (*Populus nigra* L.) in Šarengradska Ada mit Brusthöhendurchmesser von ca. 2 m und Stammhöhe von 25 m. (Foto: D. Rauš).



Fot. — Phot. 6. Kraljica bijelih topola (*Populus alba* L.) u Šarenogradskoj Adi s prsnim promjerom oko 2 m i visinom preko 30 m. — Silberpappelkönigin (*Populus alba* L.) in Šarengradska Ada mit Brusthöhendurchmesser von ca. 2 m und Stammhöhe von über 30 m. (Foto: D. Rauš).



Fot. — Phot. 7. Suma bijele vrbe i crne topole s plavom kulinom (*Salici-Populetum nigrae rubetosum caesii* Rauš 73) u Mohovskoj Adi — Silberweiden/Schwarzpappelwald mit Ackerbeere (*Salici-Populetum nigrae rubetosum caesii* Rauš 73) in Mohovska Greda. (Foto: D. Rauš).



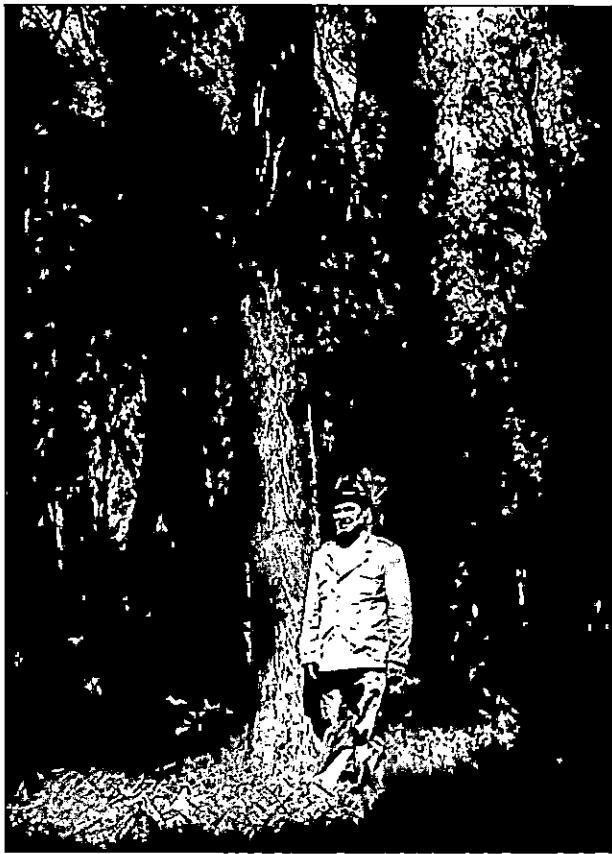
Fot. — Phot. 8. Suma bijele vrbe i crne topole s plavom kulinom (*Salici-Populetum nigrae rubetosum caesii* Rauš 73) u Erdutskoj Adi — Silberweiden/Schwarzpappelwald mit Ackerbeere (*Salici-Populetum nigrae rubetosum caesii* Rauš 73) in Erdutska Greda. (Foto: D. Rauš).



Fot. — Phot. 9. Stanište šume bijele vrbe i crne topole s plavom kupinom pošumljeno kanadskom topolom na otoku Inzula kod Erduta — Standort des Silberweiden/Schwarzpappelwaldes mit Ackerbeere auf der Insel »Inzula« bei Erdut, der mit kanadischer Pappel aufgeforstet wurde. (Foto: Đ. Rauš).



Fot. — Phot. 10. Isprano korjenje vrba na rubu šume bijele vrbe i crne topole s plavom kupinom u Opatovačkoj Adi — Ausgewaschte Wurzeln der Weiden am Rande des Silberweiden/Schwarzpappelwaldes mit Ackerbeere im Opatovačka Ada. (Foto: Đ. Rauš).



Fot. — Phot. 11. Suma bijele vrbe s broćikom (*Galio-Salicetum albae* Rauš 73), terminalna faza s ponekom crnom topolom u Borovskoj Adi — Silberweidenwald mit Labkraut (*Galio-Salicetum albae* Rauš 73), Terminalphase mit sporadisch eingesprengter Schwarzpappel in Borovska Ada. (Foto: D. Rauš).



Fot. — Phot. 12. Granica između dviju sastojina (starije i mlade) bijele vrbe s broćikom (*Galio-Salicetum albae* Rauš 73) u Opatovačkoj Adi — Grenze zwischen zwei Beständen (dem älteren und jüngeren) des Silberweidenwaldes mit Labkraut (*Galio-Salicetum albae* Rauš 73) in Opatovačka Ada. (Foto: D. Rauš).



Fot. — Phot. 13. Šuma bademaste vrbe (*Salicetum triandrae* Malc. 29), optimalna faza (nastupa u 4—8. god.) u Sotinskoj Adi — Mandelweidenwald (*Salicetum triandrae* Malc. 29), Optimalphase (im 4—8. Jahr eintretend) in Sotinska Ada.  
(Foto: D. Rauš).



Fot. — Phot. 14. Šuma bademaste vrbe (*Salicetum triandrae* Malc. 29), terminalna faza (nastupa u 8—10. god.) u Sotinskoj Adi — Mandelweidenwald (*Salicetum triandrae* Malc. 29), Terminalphase (in 8—10. Jahr eintretend) in Sotinska Ada.  
(Foto: D. Rauš).



Fot. — Phot. 15. Fitocenoza obične trske (*Scirpo-Phragmitetum* W. Koch 26) u Mohovskoj Adi — Simsen/Schilfröhricht (*Scirpo-Phragmitetum* W. Koch 26) in Mohovska Ada. (Foto: D. Raus).



Fot. — Phot. 16. Kultura močvarnog taksodija (*Taxodium distichum* Rich.) uz desnu stranu puta od Dunava prema Bačkoj Palanci, uzgojena na staništu bijele vrbe s broćikom (prirodno se pomlađuje od svoje 40. godline) — Kultur der Sumpfeibe (*Taxodium distichum* Rich.) längs der rechten Seite des Weges von der Donau nach Bačka Palanka, die auf dem Standort der Silberweide mit Labkraut erzogen wurde und sich natürlich seit ihrem 40. Lebensjahr verjüngt. (Foto: D. Raus).

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Ph	PANN-BALK	<i>Crataegus nigra</i> W. et. K.	1.2	.	.	.	.	.	.	+	.	.	I ++—1
Ph	MED(-EUA)	<i>Cornus sanguinea</i> L.	1.2	.	.	.	.	.	.	+	.	.	I +—1
Ph	EUA	<i>Ulmus campestris</i> L.	.	.	.	.	.	1.2	.	.	.	.	I 1
Ph	EUA	<i>Crataegus monogyna</i> Jacq.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	I +
Ph	EU(-MED)	<i>Sambucus nigra</i> L.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	I +
Ph	EU(-MED)	<i>Prunus spinosa</i> L.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	I +
H	P-MED	<i>Vitis sylvestris</i> Gmel.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	I +
		III. Sloj prizemnog rašča — Krautschicht											
		Svojstv. vrste asoc. i sveze:											
		Assoz.- u. Verb.-Char.- -Arten:											
Ch	EUA	<i>Rubus caesius</i> L.	4.4	3.3	3.3	1.2	4.4	2.2	3.3	5.5	3.3	3.3	V 1—5
H	EUA(-MED)	<i>Lycopus europaeus</i> L.	+	+	+	.	.	+	.	.	.	.	II +
Th	EM	<i>Galeopsis speciosa</i> Mill.	.	.	1.2	.	+	R	.	.	.	.	II R —1
H	EUA(-MED)	<i>Schrophularia alata</i> Gilib.	R	.	.	.	.	+	+	.	.	.	II R —+
Th	EUA(-MED)	<i>Torilis anthriscus</i> (L.)Gmel.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	I +
Ch	EUA(-MED)	<i>Solanum dulcamara</i> L.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	I +
H	CP	<i>Rorippa amphibia</i> (L.)Bess.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	I +
G	MED(-EM)	<i>Leucouium aestivum</i> L.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	I +
		Pratlice — Begleiter:											
H	CP	<i>Agrostis alba</i> L.	.	+.2	.	2.3	+.2	.	+	.	+.2	+.2	III +—2
H	EUA(-MED)	<i>Poa trivialis</i> L.	+.2	+.2	.	2.3	1.2	.	.	+	+.2	+	III +—2
Ch	EUA	<i>Glechoma hederacea</i> L.	.	1.2	+	.	.	1.2	+	.	.	.	II +—1
H	EUA	<i>Carex remota</i> L.	1.2	.	+.2	.	.	.	.	.	.	+.2	II +—1
H	EUA	<i>Calamagrostis epigeios</i> (L.) Roth	.	.	.	+.2	1.2	.	.	.	.	.	II +—1
Ch	EUA	<i>Lysimachia nummularia</i> L.	+	+	+	.	.	+	.	.	.	.	II +
H	KOZM	<i>Urtica dioica</i> L.	.	.	+.2	+	.	.	+	.	.	.	II +
H	SA	<i>Solidago serotina</i> Ait.	.	.	.	+.2	+	.	+	.	.	.	II +
G	EU	<i>Iris pseudacorus</i> L.	.	+	.	.	.	.	+	.	.	.	II +
Th	CP	<i>Polygonum hydropiper</i> L.	.	+	.	.	.	.	.	.	+	+	II +
H	EUA(-MED)	<i>Prunella vulgaris</i> L.	.	+	.	.	R	+	R	.	+	.	II +
H	EU	<i>Sympphytum officinale</i> L.	.	.	.	R	+	R	.	.	.	1.2	II R —1



1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
H	CP	<i>Scutellaria galericulata</i> L.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	R	I R --+
Th	SA	<i>Ambrosia artemisiæfolia</i> L.	.	.	.	R	.	.	.	.	.	.	I R
Th	KOZM	<i>Polygonum lapathifolium</i> L.	.	.	.	R	.	.	.	.	.	.	I R
H	EU	<i>Rumex hydrolapathum</i> Huds.	.	.	.	.	.	.	.	.	R	.	I R
G	EUA	<i>Lathyrus pannonicus</i> (Jacq.) Garcke	R	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I R
H	EUA-(MED)	<i>Senecio fluvialis</i> Wallr.	R	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I R
H	P-MED	<i>Vitis sylvestris</i> Gmel.	.	.	R	.	.	.	.	.	.	.	I R

*Spektar flornih elemenata ass. Populetum nigro-albae Slav. 52 —*  
*Spektrum der Florenelemente ass. Populetum nigro-albae Slav. 52*

Tab. F<sub>2a</sub>

Naziv skupine Gruppenname	Kratica Abkürzung	Broj biljaka Pflanzenzahl		Učestalost Frequenz %
		Pojedinačno Einzel	Ukupno Zusammen	
Euroazijska Euroasiatische	EUA EUA (MED) MED	20 19 1	40	47
Europska Europäische	EU EU(MED)	9 4	13	15
Panonska Pannoniche	PANN-P PANN(BALK)	2 1	3	3
Pontička Pontische	P P-MED P-PAN	1 3 1	5	6
Srednjoeuropska Mitteleuropäische	EM MED(EM)	1 2	3	3
Cirkumpolarna i kozmopolitska	CP KOZM	6 4	10	12
Atlantsko-mediteranska Atlantisch-mediterrane	ATL MED SUBM-ATL MED	1 1 1	3	3
Neopredijeljena Übrige	SA	9	9	11
Ukupno: Insgesamt:		86	86	100

Biološki spektar — Biologisches Spektrum

	Ph	Ch	H	G	Th	
Broj — Anzahl	29	4	37	5	11	86
%	34	5	43	6	12	100

U sloju grmlja javljaju se: petosjemeni glog, crvena hudika, trušljika, vez, crni glog, dud, crni trn, svib, divlja loza i dr.

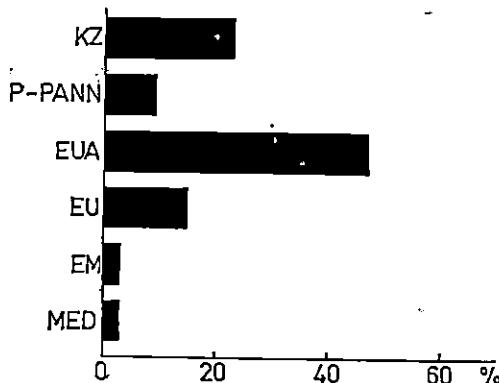
Od svojstvenih vrsta asocijacija u sloju prizemnog rašća najčešći su: *Rubus caesius*, *Lycopus europaeus*, *Galeopsis speciosa*, *Scrophularia alata*, *Solanum dulcamara*, *Leucojum aestivum* i dr. (Tab. F<sub>2</sub>). Spektar zajednice prikazujemo u Tab. F<sub>2a</sub> i Graf. 11.

U šumsko-gospodarskom pogledu ima opisana fitocenoza veliko značenje, jer obrašćuje najbolja staništa našeg Podunavlja. Ondje se razvijaju

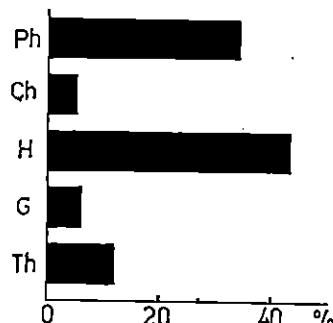
POPULETUM NIGRO - ALBAE Slav. 52

Graf. : 11  
Graph

SPEKTAR FLORNIH ELEMENATA  
SPEKTRUM DER FLORENELEMENTE



BIOLOŠKI SPEKTAR  
BIOLOGISCHES SPEKTRUM



lijepa, ravna i visoka stabla crne i bijele topole. Ponegdje nailazimo na grupimičnu strukturu bijelih odnosno crnih topola, no najčešća je stablična struktura. Na staništu navedene zajednice možemo također naići na veće čistine kojih je tlo sastavljeno od krupnoga sterilnog pjeska, gdje nikakvo šumsko drveće ne raste (Erdutska Ada, Borovska Ada, Šarengradska Ada, Hagel i dr.); tu se javlja samo travna vegetacija, koja se za vrijeme sušnog perioda osuši.

c) Šuma bijele i crne topole s plavom kupinom — *Silberweiden/Schwarzpappelwald mit Ackerbeere (Salici-Populetum nigrae Tx. 31 (Meijer-Drees 36) rubetosum caesii Rauš 73)*

Šuma bijele vrbe i crne topole s plavom kupinom predstavlja najzastupljeniju prirodnu fitocenozu dunavskih otoka i ritova. Rasprostranjena je na srednjem položaju, tj. ispod šuma topola i iznad šuma čistih vrba. Mogli bismo s pravom reći, da je to optimalna fitocenoza ritskih šuma istraživanog dijela Podunavlja. Poplave su tamo česte, trajnije i visoke, ali također i korisne ako ne traju predugo. Fitocenoza je po svom singenetsko-sindinamskom razvoju formirana prema postojećim ekološkim uvjetima.

Svojstvene vrste u sloju drveća jesu: bijela vrba (*Salix alba*) i crna topola (*Populus nigra*); one su u dostačnom broju zastupljene na cijelom području (Fot. 7 i 8).

U sloju grmlja zastupljeni su *Crataegus pentagyna*, *Viburnum opulus*, *Salix alba*, *Populus nigra*, *Cornus sanguinea*, *Crataegus nigra* i dr.

U sloju prizemnog rašča česte su: *Calamagrostis epigeios*, *Carex remota*, *Solanum dulcamara*, *Circaea lutetiana*, *Lycopus europaeus*, *Thalictrum flavum*, *Humulus lupulus* i dr.

Tab. F<sub>2</sub>

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
		FLORISTIČKI SASTAV FLORIST. ZUSAM- MENSETZUNG I. Sloj drveća — Baumschicht Svojstv. vrste asoc. i sveze: Assoz.- u. Verb.-Char.- -Arten:											
Ph	EUA(-MED)	<i>Salix alba</i> L.	5.5	4.3	3.3	3.3	4.4	3.3	2.2	2.3	2.2	3.3	V 2—5
Ph	EUA(-MED)	<i>Populus nigra</i> L.	1.1	+	2.2	2.2	1.1	2.2	3.3	2.2	3.3	22.	V +—3
		Pratilice — Begleiter:											
Ph	EU	<i>Ulmus laevis</i> Pall.	R	+	.	.	+	+	.	1.1	+	+	IV R —1
Ph	SA	<i>Fraxinus americana</i> (cv.) L.	+	R	.	.	.	+	.	+	.	.	II R —+
Ph	EUA(-MED)	<i>Populus alba</i> L.	.	1.1	.	.	.	.	.	+	.	.	II +—1
Ph	SA	<i>Populus canadensis</i> (cv.) L.	.	1.1	.	.	+	.	.	+	.	.	II 1
Ph	EUA	<i>Morus alba</i> L.	.	.	.	.	.	+	.	+	.	.	II +
Ph	SA	<i>Acer negundo</i> (spont.) L.	R	R	.	.	.	.	.	+	.	.	II R —+
Ph	EUA	<i>Ulmus campestris</i> L.	.	.	.	.	.	.	.	R	.	.	I R
Ph	PANN-P	<i>Fraxinus angustifolia</i> Vahl	.	.	.	.	.	.	.	.	R	.	I R
		II. Sloj grmlja — Strauchschicht											
		Svojstv. vrste asoc. i sveze: Assoz.- u. Verb.-Char.- -Arten:											
Ph	P-MED	<i>Crataegus pentagyna</i> W. et K.	1.2	1.2	.	.	.	.	.	.	3.3	2.2	II 1—3
Ph	EUA(-MED)	<i>Salix alba</i> L.	1.2	.	.	.	.	.	.	.	+	.	II +—1
Ph	EUA	<i>Viburnum opulus</i> L.	1.2	+	.	.	.	.	.	.	1.2	.	II +—1
Ph	EUA(-MED)	<i>Populus nigra</i> L.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I +
		Pratilice — Begleiter:											
Ph	SA	<i>Fraxinus americana</i> L.	.	+	.	.	.	+	1.1	+	.	+	III +—1
Ph	EUA	<i>Morus alba</i> L.	.	+	.	.	1.1	+	.	+	.	.	II +—1
Ph	MED(-EUA)	<i>Cornus sanguinea</i> L.	.	1.2	.	.	.	.	+	.	.	.	I +—1
Ph	EUA(-MED)	<i>Salix purpurea</i> L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1.2	I 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Ph	EU	<i>Ulmus laevis</i> Pall.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	I +	
Ph	PANN-BALK	<i>Crataegus nigra</i> W. et K.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	I +	
Ph	EUA(-MED)	<i>Salix amygdalina</i> L.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	I +	
Ph	EUA	<i>Ulmus campestris</i> L.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	I +	
Ph	SA	<i>Acer negundo</i> L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I +	
Ph	SA	<i>Amorpha fruticosa</i> L.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	I +	
Ph	EUA	<i>Ligustrum vulgare</i> L.	.	.	.	.	.	.	R	.	.	I R	
		III. Sloj prizemnog rašča Krautschicht											
		Svojstv. vrste asoc. i sveze: Assoz.- u. Verb.-Char.-Arten:											
H	EUA	<i>Calamagrostis epigeios</i> (L.) Roth	2.2	2.3	.	+.2	.	1.2	2.2	+	.	.	IV +—2
Ch	EUA(-MED)	<i>Solanum dulcamara</i> L.	+	.	R	+.2	+	+	+	+	.	.	IV R —+
H	EUA	<i>Carex remota</i> L.	+	+	.	+.2	+	+	+	+	.	.	II +
G	CP	<i>Circaea lutetiana</i> L.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	I +
H	EUA(-MED)	<i>Humulus lupulus</i> L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
H	EUA(-MED)	<i>Lycopus europaeus</i> L.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	I +
H	EUA(-MED)	<i>Scrophularia alata</i> Gilib.	+	R	.	.	.	.	.	.	.	.	I R —+
H	CP	<i>Cardamine dentata</i> (Schult.) Neir.	R	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I R
H	EUA	<i>Thalictrum flavum</i> L.	R	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I R
		Diferencijalne vrste: Differential-Arten:											
Ch	EUA	<i>Rubus caesius</i> L.	4.5	3.3	1.2	2.3	3.3	3.3	3.3	4.4	5.5	5.5	V 1—5
		Pratilice — Begleiter:											
H	KOZM	<i>Urtica dioica</i> L.	+.2	+	1.2	.	+	+	.	.	.	.	III +—1
H	EUA(-MED)	<i>Poa trivialis</i> L.	.	.	.	2.3	1.2	+	1.2	+	.	.	III +—2
H	CP	<i>Agrostis alba</i> L.	1.2	+.2	1.2	1.2	+	.	.	.	.	.	III +—1
Ch	EUA	<i>Lysimachia nummularia</i> L.	+	.	1.2	+	+	.	.	.	.	.	II +—1
H	EU(-MED)	<i>Carex elata</i> All.	+.2	+.2	+.2	.	..	+	.	.	.	.	II +
H	EUA(MED)	<i>Galium palustre</i> L.	.	+	.	+	+	+	.	.	.	.	II +
H	EUA-MED	<i>Calystegia sepium</i> (L.) R. Br.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	I +

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
G	MED(-EM)	<i>Leucoium aestivum</i> L.	2.3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I 2
H	KOZM	<i>Lythrum salicaria</i> L.	1.2	.	.	+	+	.	.	.	.	+	II +—1
H	EUA(-MED)	<i>Euphorbia palustris</i> L.	1.2	.	.	.	.	.	.	.	.	+	I +—1
Th	CP	<i>Polygonum hydropiper</i> L.	.	.	1.2	+.2	+	.	.	.	.	.	II +—1
H	EUA	<i>Potentilla reptans</i> L.	+	.	+	.	+	.	.	.	.	.	II +
G	EU	<i>Iris pseudacorus</i> L.	+	.	.	.	.	+	.	.	.	.	I +
Th	EUA(-MED)	<i>Galium aparine</i> L.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	I +
H	EU	<i>Rumex hydrolapathum</i> Huds.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I +
H	EU	<i>Sympythium officinale</i> L.	+.2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I +
Th	EM	<i>Galeopsis speciosa</i> Mill.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I +
H	EUA(-MED)	<i>Stachys palustris</i> L.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I +
H	EUA(-MED)	<i>Myosotis scorpioides</i> L.	+.2	.	.	+	+	.	.	.	.	.	II +
H	EM	<i>Carex sylvatica</i> Huds.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	I +
H	EUA	<i>Geranium palustre</i> L.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	I +
G	EUA	<i>Ranunculus ficaria</i> L.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	I +
H	MED-EM	<i>Sympythium tuberosum</i> L.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	I +
H	EU	<i>Rumex sanguineus</i> L.	+	.	.	.	+	.	.	.	.	.	I +
H	CP	<i>Scutellaria galericulata</i> L.	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	I +
Th	EUA(-MED)	<i>Verbascum phlomoides</i> L.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I +
Th	SA	<i>Erigeron canadensis</i> L.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I +
H	P	<i>Euphorbia salicifolia</i> Host	+	.	.	.	.	+	+	+	.	.	I +
H	EUA	<i>Lysimachia vulgaris</i> L.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I +
H	CP	<i>Epilobium palustre</i> L.	+	.	.	+	.	.	.	.	.	.	I +
G	EU(-MED)	<i>Carex hirta</i> L.	+	.	.	.	+	.	.	.	.	.	I +
Ch	EM(-MED)	<i>Galeobdolon luteum</i> Huds.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I +
H	EUA(-MED)	<i>Mentha aquatica</i> L.	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	I +
H	SA	<i>Oxalis stricta</i> L.	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	I +
Th	EUA	<i>Stellaria aquatica</i> (L.) Scop.	+	+.2	.	.	.	.	.	.	.	.	I +
Th	KOZM	<i>Solanum nigrum</i> L.	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	I +
Th	EUA(-MED)	<i>Bidens tripartitus</i> L.	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	I +
Ph	EUA	<i>Morus alba</i> L.	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	I +
H	EUA	<i>Plantago major</i> L.	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	I +
Th	KOZM	<i>Capsella bursa-pastoris</i> L.	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	I +
Ch	EUA	<i>Glechoma hederacea</i> L.	R	.	1.2	.	.	.	.	.	.	.	I R —1
Th	EUA(-MED)	<i>Cirsium palustre</i> (L.) Scop.	+	.	R	.	.	.	.	.	.	.	I R —1
H	EUA-KONT	<i>Lycopus exaltatus</i> L. f.	R	.	+	.	.	.	.	.	.	.	I R —+
H	EUA(-MED)	<i>Carex riparia</i> Curt.	R	.	.	+	.	.	.	.	.	.	I R —+
H	EUA(-MED)	<i>Senecio fluitans</i> Wallr.	+	.	.	+	.	.	.	.	.	.	I +



Spektar flornih elemenata ass. *Salici-Populetum nigrae* (Tx. 31) Meijer Drees 36 subass. *rubetosum caesii* Rauš 73 — Spektrum der Floren-elemente ass. *Salici-Populetum nigrae* (Tx. 31) Meijer-Drees 36 subass. *rubetosum caesii* Rauš 73

Tab. F<sub>3a</sub>

Naziv skupine Gruppenname	Kratica Abkürzung	Broj biljaka Pflanzenzahl		Učestalost Frequenz %
		Pojedinačno Einzel	Ukupno Zusammen	
Eurazijska Euroasiatische	EUA	21		
	EUA(-MED)	24		
	EUA-KOZM	1		
	EUA-KONT	1		
	EUA-MED	1		
	MED(-EUA)	1		
Europska Europäische	EU	6		
	EU(MED)	3		
Panonska Pannonische	PANN-P	1		
	PANN-BALK	1		
Pontička Pontische	P	1		
	P-MED	1		
Srednjoeuropska Mitteleuropäische	EM	2		
	EM(-MED)	1		
	MED-EM	1		
	MED(-EM)	1		
Cirkumpolarna i kozmopolitska	CP	7		
	KOZM	5		
Neopredijeljena Übrige	SA	8		
Ukupno: Insgesamt:		87	87	100

Biološki spektar — Biologisches Spektrum

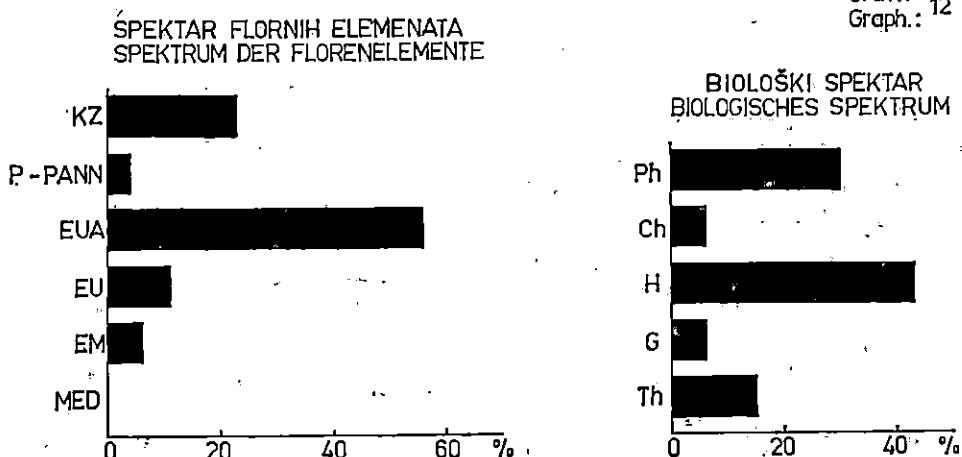
	Ph	Ch	H	G	Th	
Broj — Anzahl	26	5	38	5	13	87
%	30	6	43	6	15	100

Glavna diferencijalna vrsta je plava kupina (*Rubus caesius*), koja u ciniom pokriva 80—100% površine spomenute subasocijacije (Tab. F<sub>3</sub>). Spektar zajednice prikazujemo u Tab. F<sub>3a</sub> i Graf. 12.

Ova u pravom smislu optimalna fitocenoza slavonskog Podunavlja je ujedno i najraširenija šumska zajednica istraživanog područja. Bogato tlo, češće plavljenje s kraćim trajanjem poplava osobito pridonosi razvoju spo-

SALICI - POPULETUM NIGRÆ ( Tx. 31 )  
 Meijer - Drees 36 rubetosum *caesii* subass. *noya*

Graf.: 12  
 Graph.: 12



menute fitocenoze. Prirodna obnova je moguća i korisna, no isto tako, a možda i bolje staniště spomenute fitocenoze odgovara podizanju kultura kanadske topole.

d) *Šuma bijele vrbe s bročikom — Silberweidenwald mit Laubkraut (Galio-Salicetum albae Rauš 73)*

Ova fitocenoza do danas nije opisivana; tj. nije se posebno izdvajala. Smatramo da ima dovoljno razloga za njezino izdvajanje, pa donosimo opis te šume.

Šuma bijele vrbe s bročikom zauzima nize, gdje su rasprostranjena aluvijalna karbonatna tla, slabo razvijena, oglejena ili glejna.

Šuma je monotipska, a sloj drveća tvori bijela vrba; kod koje za vrijeme poplava dolazi do tvorbe adventivnog korijenja iz debla, pa ono lebdi na vodi, a kada se voda povuče, ostaje visjeti uz deblo kao kozje brade (Fot. 11—12).

Sloj grmlja je slabo razvijen, a najčešće ga uopće nema. Mogu se pojaviti *Salix purpurea*, *Salix cinerea* i *Salix triandra*.

Kao svojstvene vrste prizemnog rašća dolaze: *Galium palustre*, *Carex elata*, *Iris pseudacorus*, *Agrostis alba*, *Myosotis scorpioides* i dr. (Tab. F<sub>4</sub>). Spektar zajednice prikazujemo u Tab. F<sub>4a</sub> i Graf. 13.

Fitocenoza je pretežno razvijena u unutrašnjosti ritova i dunavskih otoka uz postojeće bare, pa je možemo nazvati rubnom fitocenozom. Svojim višim dijelom oslanja se na prethodno opisanu, a nižim dijelom dotiče se zajednice *Salicetum purpureae* ili direktno močvarne vegetacije bez šumskog drveća i grmlja. Poplave su ondje česte, dugotrajne i visoke 2—4 m. U povoljnijim godinama za vrijeme niskog vodostaja ostaju muljeviti rubovi postojećih bara bez vode, pa imaju izgled prudova iako to nisu. Zbog dovoljne svježine tla takvih mesta omogućeno je klijanje

Tab. F<sub>4</sub>

Asocijacija — Assoziation:		GALIO-SALICETUM ALBAE Rauš 73																				
Životni oblik — Lebensform Areal tip — Arealtyp	Broj snimke — Aufnahmenummer Lokalitet — Lokalität: Odjel — Unterabteilung Veličina plohe, m <sup>2</sup> Aufnahmefläche, m <sup>2</sup> Datum Nadm. visina — Seehöhe, m Ekspozicija — Exposition Inklinacija — Hangneigung Mikrorelief — Mikrorelief Pēdol. profili — Bodenprofile Tlo — Bodenart Starost, godina — Alter, Jahre Pokrovnost (%) — Deckungsgrad (%): sloja drveća — Baumschicht sloja grmlja — Strauchschnitt priz. rašća — Krautschicht Ukupna pokrovnost Gesamtdeckungsgrad %	6	1	2	10	9	4	3	8	7	5											
		Porić	Sot. Ada	Bor. Ada	Bor. Ada	Sot. Ada	Erd. Ada	Hagel	Sot. Ada	Moh. Ada	Savu- ljā											
		13f	30d	12b	13e	25b	19b	76e	34b	58a	34b											
		400																				
		22.8. 1973	18.7. 1973	14.8. 1973	12.9. 1973	10.9. 1973	20.8. 1973	15.8. 1973	10.9. 1973	23.8. 1973	21.8. 1973											
		75—80																				
		ravno — flach																				
		ravno — flach																				
		niza — Mikrotieflage																				
		MK <sub>10</sub>   MK <sub>4</sub>   —   —   MK <sub>4</sub>   —   —   —   —   —																				
Aluvijalno karbonatno, najmlade, nerazvijeno tlo — Alluvialkarbonatboden, neuest entstanden, unentwickelt																						
5—20																						
Stupanj udjela — Anteilgrad																						
100   90   100   90   90   100   90   90   100   100   90																						
—   —   —   —   —   —   —   —   —   —   —																						
100   100   60   60   80   70   80   95   100   100   100																						
100   100   100   100   100   100   100   100   100   100   100																						

1	2.	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
		FLORISTIČKI SASTAV FLORIST. ZUSAMMENSETZUNG											
		I. Sloj drveća — Baumschicht											
Ph	EUA(-MED)	Svojstv. vrste asocijacije: Assoz.-Char.-Arten:											
		<i>Salix alba</i> L.	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	V 5
		II. Sloj grmlja — Strauchschicht											
		Pratilice — Begleiter:											
Ph	EUA(-MED)	<i>Salix triandra</i>	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	I +
Ph	SA	<i>Acer negundo</i> L.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	I +
Ph	SA	<i>Fraxinus americana</i> L.	.	+	.	.	R	.	.	.	.	.	I R —+
Ph	SA	<i>Amorpha fruticosa</i> L.	.	.	.	.	R	.	.	.	.	.	I R
		III. Sloj prizemnog rašča — Krautschicht											
		Svojstv. vrste asocijacije: Assoz.-Char.-Arten:											
H	EUA(-MED)	<i>Galium palustre</i> L.	2.3	1.2	2.2	1.2	3.3	1.2	1.2	1.2	2.2	.	V 1—3
H	EU(-MED)	<i>Carex elata</i> All.	+2	+	+	+2	+2	+2	2.3	1.2	+2	.	V +—2
G	EU	<i>Iris pseudacorus</i> L.	+	+	+	+	+	+	+	1.1	.	.	V +—1
H	CP	<i>Agrostis alba</i> L.	3.4	2.3	1.2	+2	.	+2	.	+	2.3	.	IV +—3
Ch	EUA	<i>Rubus caesius</i> L.	+2	+	+2	.	1.2	1.2	1.2	.	2.3	.	IV +—2
H	EUA(-MED)	<i>Myosotis scorpioides</i> L.	.	.	+	.	.	.	1.2	.	.	.	II +—1
		Pratilice — Begleiter:											
Th	CP	<i>Polygonum hydropiper</i> L.	1.3	.	1.2	+2	.	+	.	+	.	4.5	III +—4
H	EUÄ	<i>Calamagrostis epigeios</i> (L.) Roth	+2	2.3	.	+2	1.2	.	.	+	.	.	III +—2
Ch	EUA	<i>Lysimachia nemmularia</i> L.	+	+2	+	.	.	+	1.1	.	.	.	III +—1
H	EUA	<i>Lysimachia vulgaris</i> L.	+	+	.	+	.	+	.	+	.	.	III +
H	KOZM	<i>Urtica dioica</i> L.	.	+2	2.3	1.2	.	.	.	.	+	.	II +—2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
H	EUA	<i>Potentilla reptans</i> L.	+	+	.	.	.	1.2	.	.	.	+	II +—1
H	CP	<i>Scutellaria galericulata</i> L.	+	.	+	1.2	.	.	.	.	.	.	II +—1
Ch	EUA(-MED)	<i>Solanum dulcamara</i> L.	.	+	.	.	1.2	.	.	.	+	.	II +—1
H	EUA	<i>Ranunculus repens</i> L.	.	.	+	1.2	.	.	.	+	.	.	II +—1
H	EU	<i>Rumex hydrolapathum</i> Huds.	.	+	+	.	+	.	.	.	.	.	II +
Th	EUA(-MED)	<i>Bidens tripartitus</i> L.	+	+	+	+	+	.	.	.	.	.	II +
H	KOZM	<i>Lythrum salicaria</i> L.	+	+	.	.	.	+	.	+	.	+	II +
H	EU	<i>Sympphytum officinale</i> L.	.	+	.	+	.	.	.	R	.	.	II R —+
H	EUA(-MED)	<i>Epilobium hirsutum</i> L.	.	.	+	R	R	.	.	.	.	.	II R —+
H	EUA(MED)	<i>Senecio fluiatilis</i> Wallr.	1.2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I 1
H	CP	<i>Cardamine dentata</i> (Schult.) Neilr.	+	.	.	.	.	.	.	3.3	.	.	I +—3
H	EUA-MED	<i>Calystegia sepium</i> (L.) R. Br.	.	.	.	.	1.2	.	1.2	.	+	.	I +—1
H	CP	<i>Carex vesicaria</i> L.	+2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I +—1
H	EUA(-MED)	<i>Euphorbia palustris</i> L.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	I +
H	EU	<i>Rumex sanguineus</i> L.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	I +
H	EUA(-MED)	<i>Humulus lupulus</i> L.	.	+	.	+	+	.	.	.	.	.	I +
H	EUA(-MED)	<i>Lycopus europaeus</i> L.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	I +
H	EUA	<i>Carex remota</i> L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I +
G	MED(-EM)	<i>Leucotrichum aestivum</i> L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I +
H	CP	<i>Stachys palustris</i> L.	+	.	.	+	.	.	.	.	.	.	I +
H	CP	<i>Caltha palustris</i> L.	+	.	.	+	.	.	.	.	.	.	I +
Th	EUA	<i>Impatiens noli-tangere</i> L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I +
H	EU	<i>Stium latifolium</i> L.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	I +
H	CP	<i>Rorippa amphibia</i> (L.) Bess.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	I +
H	SUB-ATL	<i>Senecio aquaticus</i> Huds.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	I +
Th	EUA	<i>Stellaria aquatica</i> (L.) Scop.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	I +
H	EUA(-MED)	<i>Mentha aquatica</i> L.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	I +
H	P	<i>Euphorbia salicifolia</i> Host	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	I R —+
Ch	EM(-MED)	<i>Galeobdolon luteum</i> Huds.	.	.	.	.	+	.	.	R	.	.	I R
H	SA	<i>Solidago serotina</i> Ait.	.	.	.	R	.	.	.	.	.	.	I R

*Spektar flornih elemenata ass. Galio-Salicetum albae Rauš 73*  
*Spektrum der Florenelemente ass. Galio-Salicetum albae Rauš 73*

Tab. F<sub>4a</sub>

Naziv skupine Gruppenname	Kratica Abkürzung	Broj biljaka Pflanzenzahl		Učestalost Frequenz %
		Pojedinačno Einzel	Ukupno Zusammen	
Euroazijska Euroasiatische	EUA EUA(-MED)	9 13	22	48
Europska Europäische	EU EU(-MED)	5 1	6	13
Pontička Pontische	P	1	1	2
Srednjoeuropaska Mitteleuropäische	EM(-MED) MED(-EM)	1 1	2	4
Cirkumpolarna i kozmopolitska	CP KOZM	8 2	10	22
Atlantsko-mediteranska Atlantisch-mediterrane	SUBM-ATL	1	1	2
Neopredijeljena Übrige	SA	4	4	9
Ukupno: Insgesamt:		46	46	100

Biološki spektar — Biologisches Spektrum

	Ph	Ch	H	G	Th	
Broj — Anzahl	5	4	31	2	4	46
%	11	9	67	4	9	100

sjemena bijele vrbe, koje je vjetrom naletjelo na tu površinu: i tako nastaju spomenuti vrbici. Ako je vodostaj povoljan (srednji i niski) u nekoliko uzastopnih godina, nastali vrbici se razviju i obrazuju zajednicu *Galio-Salicetum albae*; ako pak vodostaj nije povoljan (stalno je visok), nastali malat propada iduće godine i tlo ostaje golo, bez šumskog drveća sve dok se ne pojave povoljni uvjeti za razvitak spomenute zajednice.

Šuma bijele vrbe na opisanom staništu može nastati i umjetnim putem, tj. sadnjom vrbovih motki ili sadnica.

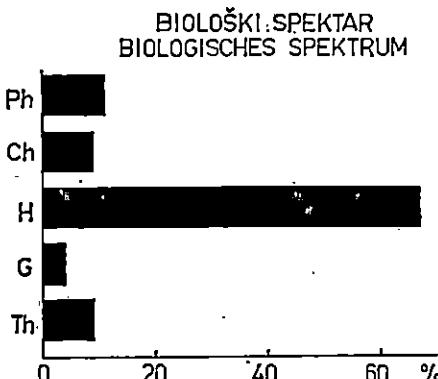
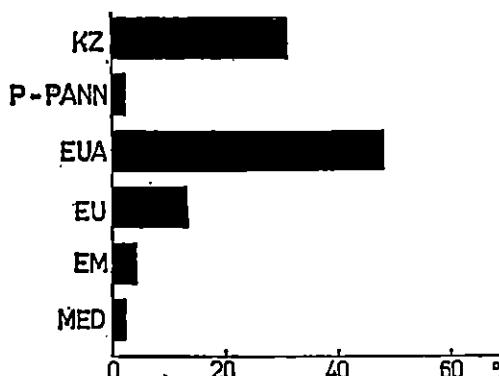
e) *Šuma bademaste vrbe — Mandelweidenwald*  
*(Salicetum triandrae Malc. 29)*

Navedena fitocenoza se razvija na dunavskim prudovima kao pionirska šuma. Nastaje iz sjemena u obliku malata, a vrlo je kratkog vijeka (cca 10 godina). U svom razvojnom stadiju stvara uvjete za razvitak bijele

GALIO - SALICETUM ALBAE ass. nova

Graf.: 13  
Graph.: 13

SPEKTAR FLORNIH ELEMENATA  
SPEKTRUM DER FLORENELEMENTE



vrbe i crne topole, jer svojim gustim obrastom zaustavlja poplavnu vodu, koja zbog toga taloži nanos, podiže tlo i omogućuje razvoj kvalitetnijih vrsta drveća ritskih šuma. Fitocenoza ima izrazito pionirski karakter. Razvija se kao rubna zajednica dunavskih otoka i prudova, nastalih uz pojedine ritove.

U njoj većinom diferenciramo samo sloj drveća i sloj prizemnog rašča (Fot. 11—14).

U sloju drveća zastupljene su: *Salix triandra* i *Salix alba*.

Sloj prizemnog rašča ima malu pokrovnost, a najčešće vrste su: *Solanum dulcamara*, *Carex elata*, *Stachys palustris*, *Galium palustre*, *Scutellaria galericulata* i dr. (Tab. F<sub>5</sub>). Spektar zajednice donosimo u Tab. F<sub>5a</sub>.

Naročito je zanimljiva dinamika razvoja spomenute zajednice, pa će nam ona poslužiti kao polazna točka kod obrade sindinamskog razvijta šumske vegetacije ritskih šuma. Zbog svoga kratkog vijeka i razvoja na isključivo recentnom aluviju nema neko veće gospodarsko značenje.

f) Šibljak rakite — Purpurweidengebüschformation  
(*Salicetum purpureae* Wend.-Zel. 52)

Šibljak rakite zauzima najniže položaje dunavskih otoka i ritova obrašćujući nize i bare, te tvori barsku granicu šume prema močvarnim fitocenozama (Erdutski Rit, Borovska Ada, Sotinska Ada, Šarengradska Ada i dr.).

Šibljak se razvija u obliku grmlja. Najviše su zastupljene *Salix purpurea* i *Salix cinerea*.

Sloj zeljanica pokriva 100% površinu, a masovno su zastupljene močvarne biljke (Tab. F<sub>6</sub> i F<sub>6a</sub>, v. str. 61—63).

Bez melioracijskih radova stanište spomenute zajednice nije sposobno za uzbujanje ostalih vrba. Fitocenoza zauzima velike površine u spomenutom dijelu Podunavlja (Erdutski Rit, Borovska Ada, Šarengradska Ada i dr.).

Tab. F<sub>5</sub>

Asocijacija — Assoziation:		<i>SALICETUM TRIANDRAE</i> Malc. 29			
Životni oblik — Lebensform Areal tip — Arealtyp	Broj snimke — Aufnahmenummer Lokalitet — Lokalität Odjel-odsjek — Unterabteilung Veličina plohe, m <sup>2</sup> Aufnahmefläche, m <sup>2</sup> Datum Nadm. visina — Seehöhe, m Ekspozicija — Exposition Inklinacija — Hangneigung Mikroreljef — Mikrorelief Pedol. profili — Bodenprofile Tlo — Bodenart Starost godina — Alter, Jahre Pokrovnost (%) — Deckungsgrad (%): sloja drveća — Baumschicht sloja grmlja — Strauchschicht prizem. rašća — Krautschicht Ukupna pokrovnost Gesamtdeckungsgrad %	1	2	3	
		Orlovnjak	Sot. Ada	Sot. Ada	
		22c	25a	25a	
			400		
		18.7. 1973.	18.7. 1973.	10.9. 1973.	
			75—80		
			ravno — flach		
			ravno — flach		
			valovit — wellig		
			—		
			aluvijalni pijesci Fluviatile Sande		
			5—10		
Stupanj udjela — Anteilgrad		90	80	90	
			5		
		25	50	50	
		100	100	100	

1	2	3	4	5	6	7
		FLORISTIČKI SASTAV — FLORIST. ZUSMMENSETZUNG				
		I. Sloj drveća — Baumschicht  Svojstv. vrste asoc. i sveze: Assoz.- u. Verb.-Char.-Arten:				
Ph	EUA(-MED)	<i>Salix triandra</i> L.	3.3	5.5	5.5	V 3—5
Ph	EUA(-MED)	<i>Salix alba</i> L.	1.2	+		IV +—1
		II. Sloj grmlja — Strauchschicht				
		Svojstv. vrste asoc. i sveze: Assoz.- u. Verb.-Char.-Arten:				
Ph	EUA(-MED)	<i>Salix triandra</i> L.		1.2		III 1
		III. Sloj priz. rašća — Krautschicht				
		Svojstv. vrste asoc. i sveze: Assoz.- u. Verb.-Char.-Arten:				
Ch	EUA(-MED)	<i>Solanum dulcamara</i> L.	+.2	2.2	+	V +—2
H	EU(-MED)	<i>Carex elata</i> All.	+	+	1.2	V +—1
Ch	EUA	<i>Rubus caesius</i> L.	+	1.2	+	V +—1
H	CP	<i>Stachys palustris</i> L.	·	+		III +
H	KOZM	<i>Urtica dioica</i> L.	·		R	III R
H	EUA(-MED)	<i>Calystegia sepium</i> (L.) R. Br.	·		1.1	III 1
		Pratilice — Begleiter:				
H	EUA(-MED)	<i>Galium palustre</i> L.	1.2	1.2	3.3	V 1—3
H	EUA	<i>Calamagrostis epigeios</i> (L.) Roth	+	+.2	1.2	V +—1
G	EUA	<i>Iris pseudacorus</i> L.	·	+	+	IV +
H	EUA(-MED)	<i>Humulus lupulus</i> L.	+	+	·	IV +
H	CP	<i>Agrostis alba</i> L.	+	·	·	III +
H	CP	<i>Scutellaria galericulata</i> L.	·	+.2	·	III +
H	EU	<i>Rumex hydrolapathum</i> L.	·	+	·	III +
H	CP	<i>Molinia coerulea</i> (L.) Moench	·	+.2	·	III +
H	CP	<i>Epilobium palustre</i> L.	·	·	+	III +
Th	KOZM	<i>Echinochloa crus-galli</i> Roem. et Schult.	·	·	+	III +
H	EU	<i>Crepis paludosa</i> Moench	·	·	R	III R

*Spektar flornih elemenata ass. Salicetum triandrae Malc. 29  
Spektrum der Florenelemente ass. Salicetum triandrae Malc. 29*

Tab. F<sub>2a</sub>

Naziv skupine Gruppenname	Kratica Abkürzung	Broj biljaka Pflanzenzahl		Učestalost Frequenz %
		Pojedinačno Einzel	Ukupno Zusammen	
Euroazijska Euroasiatische	EUA EUA(-MED)	2 7	9	45
Europska Europäische	EU EU(-MED)	3 1	4	20
Cirkumpolarna i kozmopolitska	CP KOZM	5 2	7	35
Ukupno: Insgesamt:		20	20	100

Biološki Spektar — Biologisches Spektrum

	Ph	Ch	H	G	Th.	
Broj — Anzahl	3	2	13	1	1	20
%	15	10	65	5	5	100

g) *Fitocenoza obične trske — Simsen/Schilfröhricht.  
(Scirpo-Phragmitetum W. Koch 26)*

Zauzima posve niska barska područja ili stara korita dunavskih rukavaca. Po svom razvoju neposredno se nadovezuje na šibljak rakite s jedne strane i vodenu vegetaciju s druge strane. Na istraživanom dijelu Podunavlja našli smo suvisle površine obrasle običnom trskom i to: u Mohovskoj Adi, Sotinskoj Adi i Poriću (Fot. 15).

Osim obične trske u njezinoj fitocenozi pridolaze i druge močvarne biljke koje smo spomenuli u Tab. F<sub>7</sub> i F<sub>7a</sub> (v. str. 64—66).

h) *Šumske kulture — Forstkulturen*

Na istraživanom području postoji znatan broj šumskih kultura, koje su podignute od slijedećih vrsta drveća: euroameričkih topola, američkog jasena, različitih vrsta vrba, platane, močvarnog taksodija (Fot. 16) i dr.

Najviše ima kultura i plantaža euroameričkih topola, koje su ujedno i najbolje uspjele, zatim dolaze kulture vrba, a tek mjestimice i s manjim uspjehom kultura američkog jasena.

Dio istraživanog Podunavlja je optimalno područje za uzgajanje euroameričkih topola. Da bi se izdvojila odgovarajuća staništa za uzgajanje euroameričkih topola, potrebno je prvenstveno obaviti fitocenološka i pe-

Tab. F<sub>6</sub>

Asocijacija — Assoziation:		<i>SALICETUM PURPUREAE</i> Wend. — Zel. 52 (Šibljak formacija — Gebüschformation)							
Životni oblik — Lebensform Areal tip — Arealtyp	Broj snimke — Aufnahmenummer Lokalitet — Lokalität Odjel-odsjek — Unterabteilung Veličina plohe, m <sup>2</sup> Aufnahmefläche, m <sup>2</sup> Datum Nadm. visina — Seehöhe, m Ekspozicija — Exposition Inklinacija — Hangneigung Mikroreljef — Mikrorelief Pokrovnost (%) — Deckungsgrad (%): sloja drveća — Baumschicht sloja grmlja — Strauchschicht priz. rašća — Krautschicht Ukupna pokrovnost Gesamtdeckungsgrad %	1	2	3	4	5	6	7	Stupanj udjela — Anteilsgrad
		Tišina	Sot.	Ada	Bor.	Ada			
		51	35c		3b		400		
							75—80		
			24.8. 1973.		11.9. 1973.		12.9. 1973.		
							ravno — flach		
							ravno — flach		
							bara — Vernässte Mikrotieflage		
1	2								
Ph	EUA(-MED)	FLORISTIČKI SASTAV — FLORIST. ZUSAMMENSETZUNG							
H	P	Svojstv. vrste asocijacije: Assoz.- u. Verb.-Char.-Arten:							
G	EU	<i>Salix purpurea</i> L. <i>Euphorbia salicifolia</i> Host <i>Iris pseudacorus</i> L. <i>Baldingera arundinacea</i> (L.) Dum.		3.3	3.3	3.3	V 3		
	—			3.3	2:2	1.2	V 1—3		
	—			+	1.2	+	V +—1		
	—				1.2	1.2	IV 1		

1	2	3	4	5	6	7
H	KOZM	<i>Lythrum salicaria</i> L.	+	+	.	IV +
H	EU(-MED)	<i>Carex elata</i> All.	.	3.3	.	III 3
Ph	EUA(-MED)	<i>Salix cinerea</i> L.	.	1.2	.	III 1
		Pratilice — Begleiter:				
H	EUA	<i>Potentilla reptans</i> L.	1.2	+	+	V +—1
Ch	EUA	<i>Rubus caesius</i> L.	.	1.2	+	IV +—1
H	EUA(-MED)	<i>Poa trivialis</i> L.	2.2	.	.	III 2
H	KOZM	<i>Phragmites communis</i> Trin.	.	.	1.2	III 1
G	EU(-MED)	<i>Carex hirta</i> L.	+	.	.	III +
H	EUA(-MED)	<i>Senecio flaccidus</i> Wallr.	+	.	.	III +
H	EUA	<i>Inula britannica</i> L.	+	.	.	III +
H	SUB-ATL	<i>Senecio aquatica</i> Huds.	+	.	.	III +
H	EU	<i>Rumex hydrolapathum</i> Huds.	.	+	.	III +
H	EUA	<i>Lysimachia vulgaris</i> L.	.	+	.	III +
H	EUA(-MED)	<i>Myosotis scorpioides</i> L.	.	+	.	III +
Ch	EUA	<i>Lysimachia nummularia</i> L.	.	+	+	III +
H	CP	<i>Epilobium palustre</i> L.	.	R	.	III R

*Spektar flornih elemenata ass. Salicetum purpureae Wend.-Zel. 52 (šibljak formacija) — Spektrum der Florenelemente ass. Salicetum purpureae Wend.-Zel. 52 (Gebüscherformation)*

Tab. F<sub>a</sub>

Naziv skupine Gruppenname	Kratica Abkürzung	Broj biljaka Pflanzenzahl		Učestalost Frequenz %
		Pojedinačno Einzel	Ukupno Zusammen	
Euroazijska Euroasiatische	EUA EUA(-MED)	5 5	10	53
Europska Europäische	EU EU(-MED)	2 2	4	21
Pontička Pontische	P	1	1	5
Cirkumpolarna i kozmopolitska	CP KOZM	1 2	3	16
Atlantsko-mediteranska Atlantisch-mediterrane	SUBM-ATL	1	1	5
Ukupno: Insgesamt:		19	19	100

#### Biološki Spektar — Biologisches Spektrum

	Ph	Ch	H	G	Th	
Broj — Anzahl	2	2	13	2	—	19
%	10	10	70	10	—	100

dološka istraživanja. Poslužio bih se riječima B. Jovanovića (1969) koji s tim u vezi kaže: »Fitocenologija i pedologija su se upravo na plavnim područjima pokazale kao bitne i fundamentalne discipline za privredne grane kao što su šumarstvo i lovstvo«.

#### 4. SINDINAMIKA RITSKIH ŠUMA — SYNDYNAMIK DER AUENWÄLDER

Sindinamski razvoj ritskih šuma može se vrlo lijepo pratiti na postojecim dunavskim prudovima u godini kada vodostaj nije visok. Razvitak šuma na dunavskim otocima i prudovima donosimo u priloženom šematskom prikazu (v. str. 67).

Šematski prikaz razvitka prirodnih šumskih fitocenoza upućuje i na mogućnost djelovanja čovjeka u tim šumama, tj. pokazuje fazu razvitka u koju se čovjek — bez straha da bi poremetio prirodne tokove ili da neće uspjeti — može uključiti svojim zahvatima, tj. podizanjem šumskih kultura vrednijih vrsta (euroameričkih topola i dr.). Jasno je, da su to

		Asocijacija — Assoziation:		SCIRPO-PHRAGMITETUM W. Koch 26		
Životni oblik — Lebensform	Areal tip — Arealtyp	Broj snimke — Aufnahmenummer		1	2	3
		Lokalitet — Lokalität		Porić	Moh. Ada	Sot. Ada
		Odjel-Odsjek — Unterabteilung		7d	63a	45e
		Veličina plohe m <sup>2</sup>			100	
		Aufnahmefläche, m <sup>2</sup>				
		Datum		22.8. 1973.	13.9. 1973.	11.9. 1973.
		Nadm. visina — Seehöhe			75—80	
		Ekspozicija — Exposition			ravno — flach	
		Inklinacija — Hangneigung			ravno — flach	
		Mikrorelief — Mikrorelief			valovit — wellig	
		Pedol. profili — Bodenprofile			—   MK <sub>15</sub>   —	
		Tlo — Bodenart				
		Ukupna pokrovnost Gesamtdeckungsgrad %		100	100	100
1	2	3		4	5	6
H	KOZM	FLORISTIČKI SASTAV				
H	EUA (-MED)	FLORIST. ZUSAMMENSETZUNG				
H	EU-MED	Svojstv. vrste asoc. i sveze: Assoz.- u. Verb.-Char.-Arten:				
H	EU	<i>Phragmites communis</i> Trin.		5.5	5.5	5.5
H	CP	<i>Sagittaria sagittifolia</i> L.		1.2	+	+
H	KOZM	<i>Scirpus lacustris</i> (L.) Pall.		+	+	+
		<i>Sium latifolium</i> L.		+	+	+
		<i>Rorippa amphibia</i> (L.) Bess.		+	+	+
		<i>Typha latifolia</i> L.		+	+	+

1	2	3	4	5	6
H	EU	<i>Rumex hydrolapathum</i> L.	+	+	+++
-	-	<i>Baldingera arundinacea</i> (L.) Dum.	1.2	.	++
H	EUA (-MED)	<i>Senecio paludosus</i> L. Pratilice — Begleiter:	+	.	++
Ch	EUA	<i>Rubus caesius</i> L.	+	1.2	++
H	EUA	<i>Lysimachia vulgaris</i> L.	.	.	++
H	EUA-MED	<i>Calystegia sepium</i> (L.) R. Br.	+	.	++
Th	CP	<i>Polygonum hydropiper</i> L.	+	.	++
H	EU (-MED)	<i>Carex elata</i> All.	.	++	++
Th	EUA (-MED)	<i>Bidens tripartitus</i> L.	.	++	++
H	EUA	<i>Thalictrum flavum</i> L.	.	++	++
H	EUA	<i>Potentilla reptans</i> L.	.	++	++
H	CP	<i>Agrostis alba</i> L.	.	++	++
Th	EUA-KOZM	<i>Xanthium strumarium</i> L.	.	++	++
Th	EUA	<i>Stellaria aquatica</i> (L.) Scop.	.	++	++

*Spektar flornih elemenata ass. Scirpo-Phragmitetum W. Koch 26*  
*Spektrum der Florenelemente ass. Scirpo-Phragmitetum W. Koch 26*

Tab. F<sub>7a</sub>

Naziv skupine Gruppenname	Kratica Abkürzung	Broj biljaka Pflanzenzahl		Učestalost Frequenz %
		Pojedinačno Einzel	Ukupno Zusammen	
Euroazijska Euroasiatische	EUA EUA (-MED) EUA (-MED) EUA-KOZM	5 1 3 1	10	53
Europska Europäische	EU EU-MED ET (-MED)	2 1 1	4	21
Cirkumpolarna i kozmopolitska	CP KOZM	3 2	5	26
Ukupno: Insgesamt:		19	19	100

Biološki spektar — Biologisches Sepektrum

Ph	Ch	H	G	Th	
Broj — Anzahl —	—	1	14	—	4
% —	—	5	74	—	21

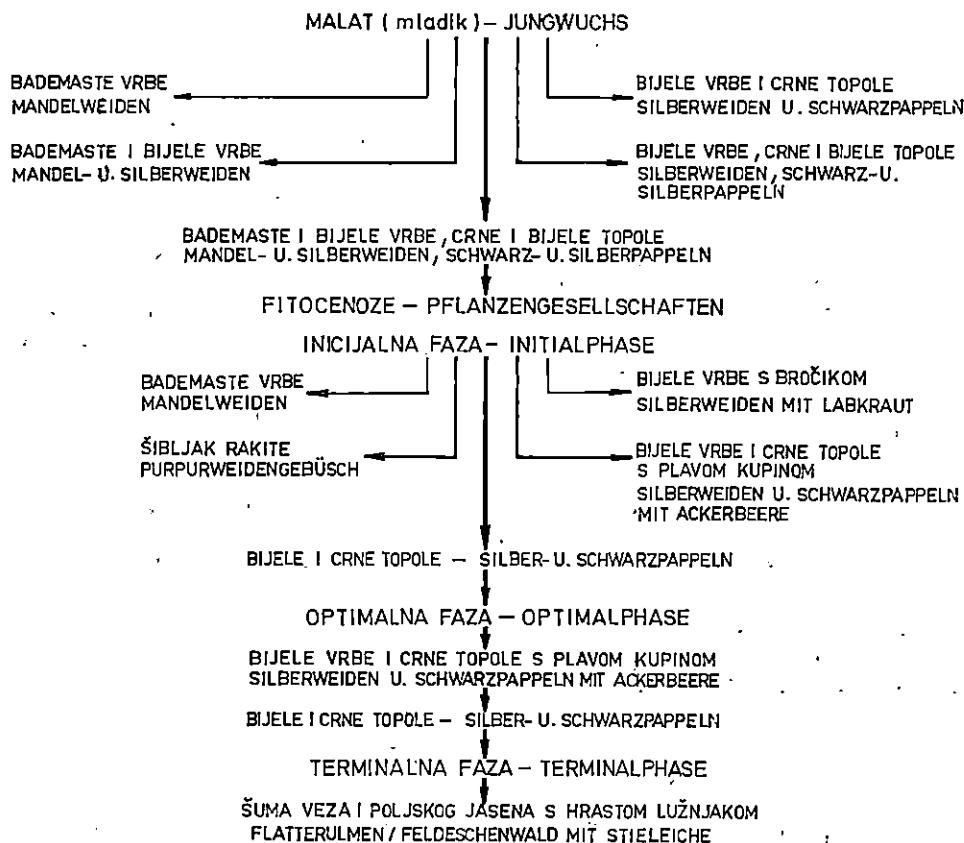
optimalna i terminalna faza ritskih šuma. Dok u malatu i inicijalnoj fazi čovjek smije samo pomagati prirodi, tj. imitirati je, dotle u optimalnoj i terminalnoj fazi smije poduzimati jače zahvate u sastojini, pa i potpuno je posjeći i konvertirati u drugu vrstu drveća bez bojazni u uspjeh.

Da bismo bolje razumjeli šematski prikaz sindinamskog razvijatka šumske vegetacije ritskih šuma, prikazat ćemo biološke komponente plođenošenja pojedinih vrsta te ekološke prilike koje pružaju recentni aluvijalni nanosi.

Na novonastalim prudovima razvija se malat. Sredinom svibnja pada i leti sjeme bijele topole, a krajem svibnja i početkom lipnja crne topole i bijele vrbe. Bademasta vrba (*Salix triandra*) cvjeta i donosi sjeme od svibnja kroz cijeli vegetacijski period. Prilikom povlačenja visoke vode vjetrom ili vodom doneseno sjeme počne odmah klijati na mokrim dijelovima golih prudova.

Ako je vodostaj najviši u svibnju, onda na višim dijelovima pruda uz stariju sastojinu odmah pada sjeme bijele topole, koje je najranije otpalo. Na niže dijelove pruda koji se pojavi tek kada se vodostaj snizi pada sjeme crne topole i vrbe, koje pada istodobno, ali kasnije od sjemena bijele topole. Ukoliko je vodostaj visok u svibnju i lipnju, tada izostaje ponik bijele topole, crne topole i bijele vrbe, a tek kasnije javlja se malat (ponik) bademaste vrbe. Palo sjeme klijira već nakon nekoliko dana i odmah

# SHEMATSKI PRIKAZ RAZVITKA ŠUMSKIH FITOCENOZA PODUNAVLJA SCHEMATISCHE DARSTELLUNG DER ENTWICKLUNG DER WALDGESELL- SCHAFTEN DES DONAUGEBIETES



počne bujno rasti. Biljke iz sjemena, ukoliko nisu ometane naknadnim poplavama, postignu već u prvoj godini visinu do jednog metra, pa i više. Tako stvoren malati gusti su kao četka.

Ako je visoki vodostaj trajao kratko vrijeme ili ako je samo nekoliko listova vrbe bilo iznad vode, biljke se neće osušiti. Za vrijeme mirovanja vegetacije mogu biljke po nekoliko mjeseci izdržati pod vodom, a da im to ništa ne naškodi.

U višim dijelovima pruda gdje je vodostaj niži obično ostaju topole s malo vrbe, jer brže rastu od vrbe pa je nadvise i uguše. U nižim dijelovima pruda gdje je vodostaj viši topole ne mogu izdržati i suše se, a ostane samo vrba.

Borbu prirode za njezino neprestano obnavljanje možemo vidjeti i na slijedećem primjeru: na ulazu u stari Dunav pored Šarengradske Ade prilikom padanja vode pojavio se 1. VIII. 1973. mali pješčani prud. Na

njemu sam obilježio drugog dana plohu  $15 \times 3$  m, koja je bila potpuno gola. Nakon 14 dana ponovno sam pregledao tu plohu. Ona se sada već izdaleka zelenjela. Prebrojao sam sve biljke na njoj i utvrdio slijedeće vrste:

<i>Dichotylistis michelianus</i> (L.) Nees	118 kom.
<i>Rorippa</i> spp.	10 "
<i>Carex</i> spp.	3 "
<i>Polygonum</i> spp.	2 "
<i>Salix triandra</i> L. (5—10 cm veličine)	15 "
<hr/>	
Ukupno:	148 kom.

Za svega 14 dana na  $45 \text{ m}^2$  pojavilo se 148 jedinki, što u prosjeku iznosi  $3/\text{m}^2$ , a značajno je i to da se među njima nalazi i jedna drvenasta vrsta, tj. bademasta vrba.

Na kraju dodajmo da jedino biološkim osebinama autohtonih drvenastih vrsta i povoljnoj kombinaciji ekoloških uvjeta možemo zahvaliti tako vitalni sindinamski razvitak biljnih zajednica na dunavskim otocima i ritovima istraživanog dijela Podunavlja.

#### 5. VEGETACIJSKA KARTA 1 : 25.000 — VEGETATIONSKARTE 1 : 25.000

Kartiranje šumske vegetacije ritskih šuma obavljeno je terestričkom metodom na licu mjesta. Kartirane su sve opisane šumske fitocenoze, šumske kulture i sastojine obične trske. Također su na karti žutom bojom obojene sve šumske čistine, bare i močvare.

Na karti je donesena legenda, iz koje se može vidjeti zastupljenost pojedine šumske fitocenoze na istraživanom području (zbog pomanjkanja finansijskih sredstava fitocenološka karta se nije mogla tiskati).

#### ZAKLJUČAK — SCHLUSSFOLGERUNGEN

Na osnovi obavljenih istraživanja ritskih šuma slavonskog dijela Podunavlja od Aljmaša do Iloka mogu se donijeti slijedeći zaključci:

1. Fitocenološka istraživanja pokazala su da su u tom području razvijene šumske fitocenoze (a — f) i ostale (g), i to:

- a) *Fraxino-Ulmietum laevis* Slav. 52
- b) *Populetum nigro-albae* Slav. 52
- c) *Salici-Populetum nigrae* (Tx. 31) Meijer-Drees 36  
*rubetosum caesii* subass. nova
- d) *Galio-Salicetum albae* ass. nova
- e) *Salicetum triandrae* Malc. 29
- f) *Salicetum purpureae* Wend.-Zel. 52
- g) *Scirpo-Phragmitetum* W. Koch 26

2. Obavljeno kartiranje šumske vegetacije u mjerilu 1 : 25.000 prostorno je definiralo zastupljenost pojedinih fitocenoza na spomenutom području.

3. Uzveši u obzir učestalost trajanja i visinu poplavnih voda u vegetacijskom razdoblju kao i druge ekološke čimbenike (klima, tlo, nadmorska visina i dr.) mogu se u istraživanom području smatrati gospodarskim zajednicama slijedeće fitocenoze:

- a) *Fraxino-Ulmetum laevis* Slav. 52
- b) *Populetum nigro-albae* Slav. 52
- c) *Salici-Populetum nigrae* (Tx. 31) Meijer-Drees 36  
*ruberetosum caesii* Rauš 73
- d) *Galio-Salicetum albae* Rauš 73

#### LITERATURA — SCHRIFTTUM

- Adamović L., Die Vegetationsverhältnisse der Balkanländer, Die Vegetation der Erde XI, Leipzig 1909.
- Anić M., Dva stoljeća stara akcija na uzgoju vrba i drugih vrsta drveća brzog rasta u našim krajevima, Šum. List, 83, 1959, str. 229.
- Antić M., Jovanović B. et al., Fitocenološko-pedološka istraživanja u poplavnom području Baranje, Jelen, 8, Beograd 1969.
- Avram C., Provisorische Ertragstafeln für die hauptsächlichsten Forstbaumarten in den Donauauenwäldern, Rev. Padurilor, 1959.
- Barbarić M., Crtice iz prošlosti Šarengrada, Osijek 1917, 80 str.
- Braun-Blanquet J. i Fukarek P., Brzorastuća vrba, Drvarski glasnik, 1955, 13, str. 7.
- Brecher G., Aus dem Auenmittel-Walde, Šum. List, 12, 1888, str. 185—187.
- Cvitanović A., Na Dunavu Život rijeke od izvora do ušća, Geografska biblioteka, Zagreb 1962.
- Dekanić I., Utjecaj podzemne vode na uspijevanje *Populus euramericana* f. *marilandica* u šumskim i intenzivnim kulturama na dunavskom i dravskom aluviju kod Osijeka, Topola, 1966, 59/60.
- Ettinger J., Vriendnost trske na 1 rali površine, Šum. List, 5, 1881, str. 170—173.
- Ettinger J., Pletenje vrbovih košara i njihova industrija kod nas, Šum. List, 1893, str. 424—425.
- Fijan N., Uzgoj vrbe u vrbacima za potrebe košara u ribarstvu i poljoprivredi, Ribarstvo Jugoslavije, IV, 1949, 1/2, str. 15—16.
- Franković A., Gibanje podzemne vode i kapilarno usisavanje vode i podzemno vlaženje tla, Zagreb 1948.
- Fukarek P., Uzgoj i razmnožavanje kanadske topole, Narodni šumar, 1, 1947, 3, str. 73—77.
- Fukarek P., Da li su vrste *Crataegus nigra* W. et K. i *Crataegus pentagyna* M. B. nađene u Hercegovini? Narodni šumar, 15, 1961, 7/8.
- Gombocz E., Viszgálatok hazai nyárfákón, Botanikai Közlemények, XXV, 1928, Budapest.
- Gombocz E., A *Populus*-nem monográfiája, Budapest 1908.
- Günzl L., Forstwirtschaftliche Planung im Auwald, Allg. Forstztg., 1951.
- Herpka I., Pojava ugibanja kore na topolama, Šum. List, 80, 1956.
- Herpka I., Staništa ritskih šuma slavonskog dijela donje Podravine i Podunavlja, Osijek 1960.
- Herpka I., Približno kartiranje areala stanišnih prilika za uzgajanje topola i vrba, Inst. šum. lov. Istraž., Zagreb 1960.
- Herpka I., Kultura vrba, Topola, 1963, 36/37.
- Herpka I., Postanak i razvoj prirodnih vrba u Podunavlju i donjoj Podravini, Topola, 1963, 36/37, str. 18—27.
- Herpka I., On the variability of the length of wood in a natural population of white willow (*Salix alba* L.) in the Danube, Int. Poplar Comm., 12th Session, Iran, FAO/CIP/153, Rome 1965.
- Herpka I., Ekološke i biološke osobine autohtonih topola i vrba u ritskim šumama Podunavlja (disertacija), Novi Sad 1965.

- Hessmer H., Das Pappelbuch, Bonn 1951.
- Horvat I., Prilog poznavanju nekih fizičkih i nekih mehaničkih svojstava bijele i crne topolovine, Šum. List, 84, 1960 3/4.
- Hufnagl H., Die Auwaldveredelung in Österreich, Wien 1959.
- Jovanović B., Biljni svijet — osnovne karakteristike autohtone flore i vegetacije Beljskog lovno-sumskog područja, Jelen, 1965, 3, Beograd.
- Jovanović Đ., O upotrebi Ade Ciganlike za potrebu fabrike žigica, Šum. Glasnik, Beograd, 1910, str. 76—79.
- Jurko A., Bodenökologische Verhältnisse und Waldgesellschaften der Donautiefebene, Slovak. Akad. Vied, 264 S, Pressburg 1958.
- Kalinčić M., Tla šuma ritova i ada slavonskog dijela Podunavlja, Zemljiste i biljka, 24, 1975, 1/2, 119—128.
- Kerner A., Pflanzenleben der Donauländer, Wien 1863.
- Krstinić A., Prilog razmnožavanju bijele vrbe (*S. alba* L.) iz sjemena, Topola, 1964, 42/43, str. 8—12.
- Krstinić A. i Vidaković M., Prilog rješavanju problema uzgoja bijele vrbe, Topola, 1964, 44, str. 11—16.
- Krstinić A., Procjena stupnja nasljednosti visina i promjera za bijelu vrbu (*Salix alba* L.) izračunata iz klonskog testa kod starosti biljaka 1/1, Šum. List, 91, 1967, 1/2, str. 48—53.
- Libbert W., Die Pflanzengesellschaften im Überschwemmungsgebiet der unteren Warthe in ihrer Abhängigkeit vom Wasserstande, Naturw. Ver., Neumark, 3, 1931, S. 25—40, Landsberg.
- Magyar P., Alföldfásítás I. es II., kötet Akadémiai kiadó, 1960, Budapest.
- Mikloš I., Vrbina muha šiškarica (*Helicomyia saliciperda* Duf.) i njena štetnost u plantažama vrba, Šum. List, 91, 1967, 1/2, str. 21—24.
- Miyawaki A. und Okuda S., Pflanzensoziologische Untersuchungen über die Auen-Vegetation des Flusses Tama bei Tokyo, mit einer vergleichenden Betrachtung über die Vegetation des Flusses Tone, Vegetatio, 24, 1972, 4—6, S. 229—311.
- Moor M., Pflanzengesellschaften schweizerischer Flussauen, Mitt. schweiz. Anst. forstl. Versuchsw., 34, 1958, S. 221—360.
- Moor M., Die Pflanzenwelt schweizerischer Flussauen, Bauhinia, I, 1968, 4, S. 31—46, Basel.
- Mutibarić J., Karakteristike vrbovog drveta, njegova eksploracija i upotreba, Topola, VII, 1963, 36/37, str. 70—85.
- Nestorović A., Prilog uređenju i podizanju šuma u Forlandu, Šumarstvo, VI, 1953, str. 182—200.
- Oberdorfer E., Der europäische Auenwald, Beiträge zur naturkundl. Forschung in Südwesdeutschland, Karlsruhe, XII, 1953, 1, S. 23—70.
- Oberdorfer E., Süddeutsche Pflanzengesellschaften, Jena 1957.
- Oberdorfer E., Pflanzensoziologische Exkursionflora für Süddeutschland, Ludwigshafen 1962.
- Parabućski S., Šumska vegetacija Koviljskog rita, Zbornik Matice Srpske, Novi Sad, sv. 42, 1972, 5—88.
- Parabućski S., Antropogene šumske zajednice Koviljskog rita, Zbornik Matice Srpske, Novi Sad, sv. 45, 1973, 48—92.
- Petrović L., Čim ćemo zasaditi doline naših velikih reka, Jugoslavensko šumarstvo, Zagreb, II, 1921, 40.
- Podhorski I., Uzgoj topola, Poljopr. nakl. zavod, Zagreb 1951.
- Podhorski I., Priobalna šumska staništa i šume zagrebačke Posavine, Zagreb 1959.
- Radić N., Ritske šume za vrijeme velikog vodostaja, Šumarske novine, II, 1953, 1/2.
- Rajevski K., Vegetacija na adi Ciganliji, Glasnik prirod. muzeja srpske zemlje, Beograd, Ser. B, 3/4, 1950, str. 167—172.
- Rauš Đ., Autohtona i alohtona dendroflora šire okoline Vukovara, Šum. List, 93, 1969, 5/6, str. 185—209.
- Rauš Đ., Prilog poznavanju flore iz okolice Iloka, Šum. List, 94, 1970, 9/10, str. 285—306.
- Rauš Đ., Fitoceñološke osobine šuma na obroncima zapadnog dijela Fruške gore, Radovi Centra JAZU, Vinkovci, knj. I, 1971, str. 37—147.
- Rauš Đ., Vegetacijski i sinekološki odnosi šuma u bazenu Spačva (disertacija), Glasnik za šum. pokuse, knj. 18, 1975, str. 227—346.

- Rauš D., Karta šumskih zajednica spačvanskog bazena i okolice Vinkovaca u mjerilu 1 : 100.000, Grafički zavod Hrvatske, Zagreb 1972.
- Rüger R., Über Auwaldwirtschaft, *Allg. Forstzeitschr.*, 1952.
- Serbanescu Gh. und Popescu A., Beiträge zur Flora und Vegetation der Donau-Aue im rumänischen Sektor, *Limnologica*, 5, 1967, 2.
- Slavnić Ž., Nizinske šume Vojvodine, *Zbornik Matice Srpske, Novi Sad*, sv. 2, Ser. prir. Nauka, 1952, str. 1—22.
- Slavnić Ž., Prilog flori našeg Podunavlja, *Glasnik biološke sekcije, Hrv. prir. Društvo, Ser. II/B*, T. 4—6, 1950—1952, str. 145—177, Zagreb 1953.
- Slavnić Ž., Vodená i barska vegetacija Vojvodine, *Zbornik Matice Srpske, Novi Sad*, br. 10, 1956.
- Soó R., Vergangenheit und Gegenwart der pannonicischen Vegetation, *Nova Acta Leopoldina*, N.F. 9, № 56, 50 pp., Halle 1940.
- Soó R., Systematische Übersicht der pannonicischen Pflanzengesellschaften V, die Gebirgswälder I, *Acta bot. Acad. Scient. Hungariae, Budapest*, VIII, 3/4, 1962.
- Soó R., Die Wälder Alföld, *Acta bot., Budapest, Fasc.* 3/4, 1958.
- Stilinović A. i Tučović A., Kultura taksonodijuma kod Bačke Palanke i njen značaj za očetinjavanje poplavnih staništa naše zemlje, *Šumarstvo*, 23, 1970, 11/12, str. 3—11.
- Šimunović N., Uloga i namena šuma mekih lišćara na poljima duž regulisanih rečnih tokova, *Šumarstvo*, 21, 1968, 1/2.
- Spanović T., Meke ili ritske šume u Podunavlju, *Šum. List*, 1931, str. 92—123, 157—177.
- Spanović T., Uzgajanje plemenite vrbe, *Šum. List*, 76, 1932, str. 15—24, 78—97.
- Spanović T., Vegetativno pomladivanje ritskih šuma, *Šum. List*, 76, 1932, str. 359—373.
- Spanović T., Vrbe naših podunavskih ritova, *Šum. List*, 78, 1954, 9/10, str. 506—521.
- Spiranec M., Močvarni taksonodij i mogućnost njegova uzgoja u našim krajevima, *Šum. List*, 83, 1959, str. 182—194.
- Spiranec M., Prirast taksonodija u motovunskoj šumi, *Obavijesti za 1962*, str. 61—69, Inst. šum. Istraž., Šum. fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb 1963.
- Spiranec M., 20-godišnji razvoj taksonodija u Motovunskoj šumi, *Šum. List*, 90, 1966, str. 433.
- Tóth I., Az alsó-Dunaártér erdőgazdálkodása, A termőhely és az erdőtípusok összefüggése, *Erdész. Kutatás.*, Budapest, 1958.
- Vezilić M., Među dunavskim ribolovcima, *Lovačka revija*, 1954, 1, str. 38—39.
- Vujić P., Prilog poznавању *Melampsora* rda na crnim topolama u Podunavlju, te njihove osetljivosti prema toj bolesti (disertacija), *Zavod za topolarstvo, Novi Sad*, 1964.
- Vujičić L., Ritske šume II, *Narodni šumar*, 1948, 11/12, str. 342—351.
- Zobundija V., Ada Šarengradска (rukopis), 73 str., Osijek 1973.
- Zahariev B. I., Istorически beleшки за развијаџдането на тополите по нашето Дунавско porečie, Topolovijat problem Bulgaria, Zemizdat, Sofija 1963.
- Zufa L., Tablice drvnih masa vrbe (*Salix alba* L.), *Šumarsko društvo APV, Novi Sad*, 1958.
- Zufa L., Drvna masa i prirast bele vrbe u prirodnim formacijama, *Topola*, VII, 1963, 36/37, str. 63—70.
- Zufa L., Varijabilnost i naslednost pravnosti stabla crne topole srednjeg Podunavlja (disertacija), *Zavod za topolarstvo, Novi Sad*, 1964.
- Weinberger-Zelenika E., und G., Die Auenwälder der Donau bei Wallsee, *Vegetatio, Acta geobotanica, Wien*, VII, 1956.
- \*\*\*, Gojidba vrbe, *Šum. List*, 4, 1880, str. 118—128.
- \*\*\*, Kakovo drveće da se uz vodu sadi, *Šum. List*, 17, 1893, 11, str. 486.
- \*\*\*, Najveća vrba, *Šum. List*, 19, 1895, 4, str. 166.
- \*\*\*, O jagnjedu ili topoli, *Šum. List*, 17, 1893, str. 63—66.

## ZUSAMMENFASSUNG

Mit der Vegetation des Donaugebietes haben sich viele Forscher in unserem Land und im Ausland befasst. Besonders gut wurde die Vegetation erforscht, welche die Donau durch die Tschechoslowakei, Österreich,

Ungarn und Rumänien begleitet. Bei uns wurde die Vegetation der Auenwälder von Španović T. (1931, 1932, 1954), Rajevski L. (1950), Slavnić Ž. (1952), Herpka I. (1960, 1963), Žufa L. (1964), Jovanović B. (1965, 1969) u. a. untersucht. Ausser den erwähnten, befasste sich eine beträchtliche Anzahl der Forstfachmänner mit Waldbau- und Einrichtungsproblemen, worüber sie von Zeit zu Zeit im Fachschriftum berichteten.

Jedoch in einem grossen Teil unserer Öffentlichkeit, und sogar bei Fachleuten, ist über die Auenwälder nicht viel bekannt, und es wird denselben nicht die Aufmerksamkeit gewidmet, die sie verdienen.

Unter den Auenwäldern versteht man stets solche Wälder, die sich längs eines Flusses erstrecken, periodisch überflutet werden und auf absolutem Waldboden liegen. Hauptholzarten sind Weide und Schwarzwappel, neben denselben kommen jedoch auch Weisspappel, Feldesche, Flatterulme und Stieleiche sporadisch vor.

Das rechte Ufer der Donau vom Beginn der Einmündung der Drau in die Donau, d. h. zwischen Aljmaš und Ilok, weist eine charakteristische steile Form auf, vor der sich auf einigen Stellen die Flussterasse, die mit Auenwäldern bestockt ist, ausgebreitet hatte, während die Donau grösstenteils direkt das steile Ufer berührt, das bei Vukovar eine Höhe von 25 m über den Fluss erreicht (Petrskela).

Die mit Wald bestockten Donauinseln werden im Donaugebiet »Ada« genannt (»ada« ist ein türkisches Wort und bedeutet Insel), während die Donauterassen, die an das steile Ufer der Donau gebunden und waldbewachsen sind, als »Rit« benannt sind (»rit« stammt vom deutschen Wort »Ried« und bedeutet Sumpflandschaft (Röhricht).

Dank den aufbewahrten Wirtschaftskarten im Städtischen Museum Vukovar gelang es uns, die Entstehung und Entwicklung der Donauinseln und -Auen vom Anfang 1759 bis 1970 kontinuierlich zu verfolgen, d. h. für mehr als 200 Jahre. Für einen Zeitabschnitt von 200 Jahren wurde der Zustand von Donauinseln und -Auen in der Richtung Vukovar-Ilok dargestellt, da dieser Teil des Donaugebiets dem Grossgrundbesitzer Graf Eltz gehörte, während die aufbewahrten Karten aus den Jahren 1759, 1800, 1808, 1818, 1826, 1847, 1879, 1905, 1948, 1960 und 1970 stammen.

Die Terrainkonfiguration des Überschwemmungsgebietes ist mehr oder weniger wellig. Das Terrain kann im Verhältnis zur Höhe des normalen Wasserzustandes der Donau in mehrere Teile oder Zonen gegliedert werden, von denen jede ihre eigenen Kennmerkmale aufweist, da Unterschiede in der Höhe die grösste Rolle spielen. Die Konfiguration ist sehr verschiedenartig, da nach einer von Anschwemmung entstandenen Erhebung eine längliche Vertiefung von engerem oder breiterem Umfang oder irgendein Flussarm entsteht. In einigen Vertiefungen stagniert stets das Wasser, so dass dieselben keine Bedeutung für die Forstkulturen sondern nur für den Fischfang während der Wassersteigung und -Abnahme haben. Vertiefungen die nur während der Wassersteigung unter Wasser gelangen, kommen für die Kultivierung bestimmter Wälder in Betracht.

Niedrigere Stellen und breitere Niederungen entstehen bei der Bildung von Erhebungen. Ein weniger verschlammter Teil zwischen zwei Erhebungen stellt eine solche Niederung dar.

Wo das Wasser ruhig ist — meistens an der entgegengesetzten Seite vom einstürzenden Ufer — und wo das Wasser langsam fliest, bilden sich allmählich Ablagerungen (Sandbänke), die mehr oder weniger eine ovale und regelmässige Form einnehmen und sich längs des Flusses erstrecken. Wenn die Sandbank durch einen tiefen Flussarm durchgeschnitten wird, bilden sich Vertiefungen bzw. Buchten von rundlicherer Form, die nur gegen den Flussarm oder flussabwärts offen sind, während sie mit dem Fluss aufwärts keine Verbindung haben, da die Ablagerung parallel mit dem Fluss entsteht.

Das Wasser ist stets aktiv, auf einer Seite abreissend, auf der anderen ablagernd, so dass die Waldflächen neben dem Wasser nie beständig sein können, sondern sich fortwährend verändern. Tote Flussarme die sich vom Flusslauf weit entfernt haben, so dass die Strömung des Wassers während der Steigung nicht mehr in ihrer Richtung geht, verschliessen sich allmählich. Das Rutschen des Ufers kann so stark sein, dass in einem Tage einige Hektar Boden abgerissen werden (Porić, Erdutska Ada, Savulja, Vukovarska Ada, Sotinska Ada, Mohovska Ada u. a.). Natürlich erweist hat auf einer anderen Stelle das Wasser ebensoviel Material abgelagert.

Auch bei den Flussarmen kommt es zum Rutschen, aber in geringerem Masse, während die Ablagerung etwas grösser ist, da genug Ablagerung aus dem Hauptfluss zukommt.

Die bereits erwähnten Karten von 1759 bis zur Gegenwart illustrieren sehr gut diese Tätigkeit des Flusses, da sich das Aussehen der einzelnen Läufe und Auen ändert. Manche davon verschwinden vollständig, während neue an anderer Stelle entstehen. Auf diese Weise entstand die Insel »Orlovnjak« erst vor 60 Jahren, war damals sehr klein, während sie heutzutage ca. 20 ha Fläche einnimmt. Die Waldvegetation auf dieser Insel entstand auf natürlichem Wege, so dass dies ein lehrreiches Beispiel für die syndynamische Entwicklung der Waldvegetation der Donau-Inseln darstellt. Die kleine Insel »Daka« (gegenüber Vučedol) wurde zum erstenmal in die geographischen Karten in 1930 als eine Sandbank eingebracht. Seit dieser Zeit bis heute hat sich die Sandbank oberhalb des Wassers so stark erhoben, dass wir heute in ihrer Mitte auf ca. 1 ha Fläche einen 2—3 m hohen Jungwuchs der Weiden und anderer Pionierpflanzen vorfinden.

Wenn die Waldvegetation sich auf einer Sandbank oder einem unbestockten Inselchen begründet und aufrecht erhalten hat, dann setzt die Erhebung desselben noch schneller fort, da die Vegetation in hohem Masse der Sand- und Schlammablagerung beiträgt.

Die syndynamische Entwicklung der Auenwälder kann man sehr gut auf den vorhandenen Donau-Sandbänken in dem Jahr verfolgen, wenn der Wasserstand nicht hoch ist. Die Entwicklung der Wälder auf den Inseln und Sandbänken der Donau wird in der beigelegten schematischen Darstellung veranschaulicht.

Die schematische Darstellung der Entwicklung der natürlichen Waldgesellschaften weist auch auf die Möglichkeit der menschlichen Tätigkeit in diesen Wäldern hin; diese Darstellung zeigt eine Entwicklungsphase, welcher der Mensch mit seinen Eingriffen sich anschliessen kann (ohne Angst, dass er die natürlichen Abläufe stören, oder dass er dabei misslin-

gen könnte), d. h. mit Begründung der Forstkulturen der wertvolleren Arten (euroamerikanische Pappeln u. a.). Es ist klar, dass dies in der Optimal- und Terminalphase erfolgen kann. Während im Jungwuchs oder in der Initialphase der Mensch nur der Natur beistehen darf, d. h. sie nur nachahmen braucht, darf er dagegen in der Optimal- und Terminalphase stärkere Eingriffe im Bestand vornehmen, und sogar den Wald kahlschlagen und in eine andere Holzart umwandeln, ohne Angst um einen Misserfolg.

Um die schematische Darstellung der syndynamischen Entwicklung der Waldvegetation der Auenwälder besser verstehen zu können, werden wir die biologischen Komponenten der Fruchtbildung der einzelnen Arten sowie die biologischen Verhältnisse, die die rezente Alluvialablagerungen anbieten, auslegen.

Auf neu entstandenen Sandbänken entwickelt sich der Jungwuchs in folgender Reihe: Mitte Mai fällt und fliegt der Samen der Silberpappel; Ende Mai und Anfang Juni geschieht dies mit dem Samen der Schwarzpappel und Silberweide. Die Mandelweide (*Salix triandra*) blüht und trägt den Samen von Mai an während der ganzen Vegetationsperiode. Beim Zurückziehen des Hochwassers beginnt der Samen, der durch Wind oder Wasser gebracht wurde, sofort auf den nassen Teilen der unbestockten Sandbänken zu keimen.

Wenn der Wasserstand am höchsten im Mai ist, dann fällt auf die höheren Teile der Sandbank gleich neben dem alten Bestand der Samen der Silberpappel, der am frühesten abgefallen ist. Auf die niedrigeren Teile der Sandbank (die erst nach der Absenkung des Wasserstandes erscheinen) fällt der Samen der Schwarzpappel und der Silberpappel, der gleichzeitig fällt, jedoch später als der Samen der Silberpappel. Wenn der Wasserstand im Mai und Juni hoch ist, dann bleibt der Anwuchs der Silberpappel, Schwarzpappel und der Silberweide aus, und erst später erscheint der Anwuchs (Anflug) der Mandelweide. Der gefallene Samen keimt bereits nach einigen Tagen und beginnt gleich mit einem üppigen Wuchs. Wenn die Pflanzen aus dem Samen nicht durch nachträgliche Überflutungen behindert sind, erreichen sie bereits im ersten Jahr eine Höhe von 1 m, und sogar mehr. Die so entstandenen Jungwühse sind wie eine Bürste dicht.

Wenn der Hochwasserstand nur eine kurze Zeit andauert, oder wenn nur einige Blätter oberhalb des Wassers sind, sterben die Pflanzen nicht ab. Während der Vegetationsruhe können die Pflanzen einige Monate unter Wasser aushalten, ohne dass ihnen Schaden zugeichtet wird.

Auf den höheren Teilen der Sandbank, wo der Wasserstand niedriger ist, verbleiben gewöhnlich die Pappeln mit wenig Weiden, da sie schneller als die Weiden wachsen, sie überhängen und verdrängen. In den niedrigeren Teilen der Sandbank, wo der Wasserstand höher ist, können die Pappeln nicht aushalten und gehen ein, so dass nur Weiden verbleiben.

Der Kampf der Natur um ihre fortwährende Erneuerung kann aus dem folgenden Beispiel ersehen werden: am Eingang in die alte Donau längs der Šarengradska Ada bei einer Senkung des Wasserspiegels erschien am 1. August 1973 eine kleine Sandbank. Auf derselben markierte der Autor am nächsten Tag eine Fläche von 15×3 m, die völlig unbe-

wachsen war. Nach 14 Tagen besichtigte der Autor wieder diese Fläche. Ihr Grün konnte bereits aus der Ferne gesehen werden. Der Autor zählte alle Pflanzen auf der Fläche, und stellte die folgenden Arten fest:

<i>Dichostylis micheliana</i> (L.) Nees	118 Stück
<i>Rorippa</i> spp.	10 "
<i>Carex</i> spp.	3 "
<i>Polygonatum</i> spp.	2 "
<i>Salix triandra</i> (Grösse 5—10 cm)	15 "

Zusammen: 148 Stück

Innerhalb 14 Tage erschienen auf einer Fläche von  $45 \text{ m}^3$  148 Pflanzenindividuen, was im Durchschnitt  $3/\text{m}^2$  beträgt, wobei auch zu verzeichnen ist, dass sich unter diesen ein Holzgewächs, nämlich die Mandelweide, befand.

Abschliessend sei beigefügt, dass nur den biologischen Eigenschaften der autochthonen Holzgewächse und einer günstigen Kombination der ökologischen Bedingungen zu verdanken ist, dass eine so lebenskräftige syndynamische Entwicklung der Pflanzengesellschaften auf den Donauinseln und -Auen des untersuchten Teils des Donaugebiets entstanden ist.

Phytozönologische Forschungen haben ergeben, dass im erwähnten Gebiet Paraklimax-Phytozönosen entwickelt sind, und zwar:

- a) *Fraxino-Ulmetum laevis* Slav. 52
- b) *Populetum nigro-albae* Slav. 52
- c) *Salici-Populetum nigrae* (Tx. 31) Meijer-Drees 36  
*rubetosum caesii* subass. nova
- d) *Galio-Salicetum albae* ass. nova
- e) *Salicetum triandrae* Malc. 29
- f) *Salicetum purpureae* Wend.-Zel. 52.

Wasser (Flut- und Grundwasser) ist der Träger des Lebens auf dem untersuchten Gebiet, da von ihm die Bodenbildung, die syndynamische Entwicklung, die Bildung der einzelnen Pflanzengesellschaften, und das Dasein der entwickelten Waldgesellschaft abhängen.

Die Donau führt grosse Mengen von Schluff und Sand mit sich, lagert dieselben ab und hebt den bestehenden Waldboden, so dass auch die untere Grenze der Waldzone sich hebt und dadurch die vorhergehende syndynamische Reihenfolge der Waldgesellschaften ändert.

Dr Božidar PETRIĆ

VARIJACIJE NOMINALNE VOLUMNE TEŽINE  
RANOГA I KASNOГ DRVA BIJELE BOROVINE

(*Pinus sylvestris* L.)

VARIATIONS OF THE NOMINAL DENSITY OF  
EARLY- AND LATE-WOOD OF SCOTS PINE

(*Pinus sylvestris* L.)

UDK 634.0.812.31 : 634.0.811.41./42 : 634.0.174.7 *Pinus sylvestris*

Sadržaj — Contents

Predgovor — Preface

1. Uvod — *Introduction*
2. Zadatak rada — *Aim of study*
3. Materijal za istraživanja i terenski radovi — *Material for investigation and field work*
4. Laboratorijski rad — *Laboratory work*
5. Rezultati rada — *Results of investigation*
  - 5.1 Nominalna volumna težina ranoga i kasnog drva — *Nominal density of early- and late-wood*
  - 5.2 Utjecaj starosti goda na promjene nominalne volumne težine ranoga i kasnog drva — *Influence of annual ring age on changes of the nominal density of early- and late-wood*
  - 5.3 Utjecaj postotnog udjela kasnoga drva u godu na promjene nominalne volumne težine ranoga i kasnog drva — *Influence of percentage share of late-wood in the annual ring on changes of the nominal density of early- and late-wood*
  - 5.4 Utjecaj volumne težine goda na promjene volumne težine zona ranoga i kasnog drva — *Influence of density of the annual ring on changes of density of early- and late-wood zones*
6. Zaključak — *Conclusion*
- Literatura — *References*
- Summary

---

Primaljeno 1. X. 1973.

## PREDGOVOR — PREFACE

Već je dugo poznato, da je volumna težina drva indikator njegovih mehaničkih svojstava. U drvu četinjača umjerenog pojasa s porastom zone kasnog drva u godu raste i njegova volumna težina, a prema tome i mehanička svojstva. Utjecaj postotnog udjela kasnog drva u godu na promjene volumne težine drvâ kod pojedinih vrsta četinjača je različit. Uzrok su tome veće ili manje razlike u volumnoj težini zona ranoga i kasnog drva.

Postoji vrlo malo podataka o volumnoj težini ranoga i kasnog drva domaćih vrsta četinjača. Upravo ta činjenica bila je povod našeg istraživanja.

Ovom prilikom još jednom se zahvaljujem Šumskom gospodarstvu Gospic, Šumariji Vrhovine, što su mi besplatno stavili na raspolaganje materijal za spomenuta istraživanja.

F. P. R. L.-u, Princes Risborough, Dr. E. W. J. Phillipsu i Mr J. D. Brazieru ponovno zahvaljujem na savjetima i pruženoj pomoći, što su mi omogućili rad na uređaju za određivanje volumne težine drva pomoću apsorpcije beta zraka.

Mr V. Šćukancu zahvaljujem se na velikoj pomoći pri statističkoj obradi podataka.

Britanskom Savjetu i Vijeću Šumarskog fakulteta u Zagrebu još jednom hvala na stipendiju i ukazanoj finansijskoj pomoći.

## 1. UVOD — INTRODUCTION

Kod većine komercijalnih vrsta drva četinjača umjerenoga geografskog pojasa u godovima se mogu lučiti dvije zone — rano i kasno drvo. Rano je drvo izgrađeno iz traheida velikih luđena i tankih membrana, a kasno drvo iz traheida uskih lumena i debelih membrana. Zbog toga zona ranoga drva ima malu volumnu težinu, a zona kasnoga drva znatno veću. Drvo s većim udjelom kasnog drva u godu mora stoga imati i veću volumnu težinu, što — s obzirom na već dobro poznatu činjenicu da postoji pozitivna korelacija između mehaničkih svojstava drva i njegove volumne težine — znači i bolja mehanička svojstva.

Takvu postavku potvrdili su već 1902. odnosno 1913. godine Cieslar i Janka (1,4) ispitujući drvo smreke odnosno ariša. Nešto kasnije su do istih rezultata došli i Jalava i Klem (3, 6) ispitujući drvo bijelog bora i smreke.

Na osnovi njihovih radova i na temelju vlastitih istraživanja Tredelenburg (18) je zaključio, da volumna težina ispitanih vrsta drva četinjača stoji u pozitivnoj linearnoj korelaciji s postotnim udjelom kasnog drva u godu. Autor je ujedno utvrdio, da moraju postojati znatne varijacije u volumnoj težini zona ranoga i kasnog drva, jer je ispitujući drvo

ariša utvrdio, da drvo širokih godova ima manju volumnu težinu od drva uskih godova, iako im je postotak kasnog drva u godovima bio isti.

Ispitujući drvo bijelog bora, ariša, duglazije i jele, *Vintila* (20) je došao do istih rezultata, tj. da je volumna težina drva u pozitivnoj linearnoj korelaciji s postotkom kasnog drva u godu. Međutim, autor je utvrdio da je utjecaj postotnog udjela kasnog drva u godu na promjene volumne težine drva najveći u drvu ariša i duglazije, slabiji u drvu bijelog bora, a najmanji u drvu jele. Istražujući uzroke tih razlika, autor je odredivao volumnu težinu zona ranoga i kasnog drva. Rezultati njegovih istraživanja su pokazali, da je u drvu duglazije volumna težina kasnog drva 3 puta veća od volumne težine ranog drva, u drvu ariša 2,9 puta, u drvu bijelog bora 2,4 puta, a u drvu jele 2,3 puta. Ujedno se pokazalo, da kod navedenih vrsta drva volumna težina ranog drva varira znatno manje od volumne težine kasnog drva.

Vrijednosti volumnih težina zona ranoga i kasnog drva ostalih vrsta komercijalnih četinjača i njihovih omjera prikazani su u Tab. 1.

Ispitujući varijabilitet volumnih težina ranoga i kasnog drva na dugogličavom, smrčolikom, teda i kubanskom boru, *Paul* (9) je utvrdio, da kod svih ispitanih vrsta drva volumna težina ranog drva neznatno pada od srčike prema kori ili ostaje konstantna, dok volumna težina kasnog drva raste od srčike prema periferiji debla. Rezultati njegovih istraživanja pokazali su također, da volumna težina ranog drva varira znatno manje od volumne težine kasnog drva.

*Ylinen* (21) je istražujući bijelu borovinu iz Finske uočio istu pravilnost, koju je utvrdio *Trendelenburg* (18) na drvu ariša, tj. da drvo užih godova ima veću volumnu težinu od drva širokih godova, iako im je postotni udio kasnog drva u godovima jednak. Ispitujući uzroke tih razlika, autor je utvrdio da volumna težina ranoga i kasnog drva pada porastom širine goda. Volumna težina kasnog drva pokazuje veći varijabilitet od volumne težine ranog drva.

Istražujući brzorastuću duglaziju Sjeverne Amerike *Smith* (16) je utvrdila, da volumna težina ranoga i kasnog drya raste porastom postotnog udjela kasnog drva u godu. Varijabilitet volumne težine kasnog drva i u toj je vrsti veći od varijabiliteta volumne težine ranog drva.

Godinu dana kasnije autorica je ispitujući istu vrstu (17) utvrdila, da volumna težina kasnog drva raste od srčike prema periferiji presjeka debla, a volumna težina ranog drva ostaje konstantna.

Rezultati istraživanja *Pearsona* i *Fieldinga* (11) na drvu evropskoga i japanskog ariša pokazali su, da volumna težina kasnog drva naglo raste od srčike do cca 15. goda, a zatim ostaje manje više konstantna, dok volumna težina ranog drva blago pada također do cca 15. goda, a zatim također ostaje manje više konstantna. Kod obje vrste drva volumna težina kasnog drva varira jače od volumne težine ranog drva. Autori su ujedno utvrdili, da porastom volumne težine goda raste volumna težina ranoga i kasnog drva s time, da volumna težina kasnog drva daje bolju korelaciju.

Podataka o varijacijama volumne težine zone ranoga i kasnog drva domaćih vrsta četinjača s područja Jugoslavije gotovo i nema. Jedino je *Možina* (7) ispitujući duglaziju iz Slovenije utvrdio, da se volumna težina kasnog drva kreće u granicama od 620 kp/m<sup>3</sup> do 1140 kp/m<sup>3</sup> sa srednjom

Tab. 1

Vrsta drva Species of wood	Volumna težina Density ( $t_0$ )		Omjer Ratio	Autor Author
	Rano drvo Early-wood	Kasno drvo Late-wood		
<i>Abies alba</i> Mill.	0.277	0.625	2,3	20
<i>Picea abies</i> Karst.	0.350	0.870	2,5	18
(lagano drvo — light wood)	0.290	0.820	2,8	18
(teško drvo — heavy wood)	0.380	0.910	2,4	18
<i>Larix decidua</i> Mill.	0.360	1.040	2,9	20
(bjeljika — sapwood)	0.350	0.880	2,8	18
(srž — heartwood)	0.440	0.910	2,1	18
(srž — heartwood)	0.425	0.960	2,3	8
0.285	0.719	2,5	11	
<i>Larix leptolepis</i> Gord.	0.350	0.770	2,2	18
	0.275	0.667	2,4	11
<i>Larix sibirica</i> Ledeb.	0.383	0.863	2,2	19
<i>Pseudotsuga menziesii</i> Franco	0.290	0.820	2,8	14
	0.320	0.980	3,1	15
	0.300	0.790	2,5	18
	0.282	0.837	3,0	20
	0.344	0.958	2,8	8
	0.266	0.735	2,8	16
	—	0.820	—	7
<i>Pinus banksiana</i> Lamb.	0.330	0.690	2,1	8
<i>Pinus caribaea</i> Morelet	0.298	0.678	2,3	9
<i>Pinus echinata</i> Mill.	0.286	0.722	2,5	9
	0.429	0.858	2,0	5
<i>Pinus palustris</i> Mill.	0.304	0.856	2,8	9
(srž — heartwood)	0.450	1.020	2,3	8
<i>Pinus patula</i> Schl. et Cham.	0.368	0.469	1,2	2
<i>Pinus pinea</i> L.	0.520	0.640	1,3	8
<i>Pinus sylvestris</i> L.	0.300	0.920	3,1	15
	0.316	0.763	2,4	5
	0.343	0.830	2,4	20
(bjeljika — sapwood)	0.360	0.900	2,5	20
(srž — heartwood)	0.340	0.810	2,4	20
(bjeljika — sapwood)	0.327	0.877	2,7	8
(srž — heartwood)	0.370	0.891	2,4	8
<i>Pinus taeda</i> L.	0.300	0.850	2,7	14
	0.340	0.758	2,2	9

vrijednosti od  $910 \text{ kp/m}^3$ . Nadalje je autor utvrdio, da volumna težina kasnog drva u horizontalnom smjeru raste od srčike prema periferiji debla.

Rezultati istraživanja varijacija debljina membrana traheida ranoga i kasnog drva bijele borovine — autora ovoga rada (12) — pokazali su, da se debljina membrana traheida ranog drva sa starošću godova skoro ne mijenja, dok debljina membrana traheida kasnog drva u godovima uz srčiku raste, a kasnije nakon postignutog maksimuma blago prema kori pada. Može se pretpostaviti, da će isto tako varirati i volumna težina ranoga i kasnog drva. Pokaže li se ta pretpostavka točnom, rezultati istraživanja ne bi se podudarali s rezultatima ostalih autora (9, 11, 7, 17).

## 2. ZADATAK RADA — AIM OF STUDY

Činjenica da su varijacije volumne težine zona ranoga i kasnog drva domaćih vrsta četinjača s područja naše zemlje vrlo malo istražene kao i prepostavke u vezi s istraživanjima autora ovoga rada (12) — što je u uvodnom dijelu istaknuto — te mogućnost da, boraveći u FPRL Princes Risborough, radi na uredaju za određivanje volumne težine drva metodom određivanja apsorpcije beta zraka bili su povod ovih istraživanja.

Zbog toga je zadatak ovoga rada da se upravo na istovrsnom materijalu istraže:

1. Varijacije volumne težine ranoga i kasnog drva — *Variations of density of early- and late-wood;*
2. Utjecaj starosti goda na promjenu volumne težine ranoga i kasnog drva — *Influence of annual-ring age on changes of density of early- and late-wood;*
3. Utjecaj postotnog udjela kasnog drva u godu na promjenu volumne težine ranoga i kasnog drva — *Influence of percentage share of late-wood in the annual ring on changes of density of early- and late-wood;*
4. Utjecaj volumne težine goda na promjene volumne težine zona ranoga i kasnog drva — *Influence of density of the annual ring on changes of density of early- and late-wood zones.*

## 3. MATERIJAL ZA ISTRAŽIVANJA I TERENSKI RADOVI — MATERIAL FOR INVESTIGATION AND FIELD WORK

Materijal za ova istraživanja potječe s područja Šumskog gospodarstva Gospić, Šumarija Vrhovine. Dendrometrijski podaci probnih stabala prikazani su u Tab. 2.

Tab. 2

Oznaka stabla No. of tree	Starost stabla Age of tree	Prsni promjer D. b. h.	Totalna visina stabla Total tree height	Visina krošnje Crown height	Promjer krošnje Crown diameter	Šumski predio Forest area	Odjel Compartment No.	Položaj u sastojini Position in stand
God.-Yrs.	cm	m	m	m				
4	152	54	24,70	12,60	7,50	Samar	9	kodomin.
5	115	52	27,40	9,10	5,30	Samar	9	domin.
10	106	50	23,90	13,20	6,30	Vrbica	37	domin.
11	59	47	18,20	12,50	9,00	Vrbica	37	kodomin.

Nakon obaranja stabala izrezani su iz debala na 4 m od tla koluti visine cca 5 cm. Zbog finansijskih poteškoća nisu uzimani uobičajeni koluti iz prsne visine.

Sastojinske prilike i opis staništa prikupljeni su iz gospodarske osnove Šumarije Vrhovine, a prikazane su u Tab. 3.

Koluti su označeni brojevima pripadajućih stabala i oznakama glavnih strana svijeta te dopremljeni u laboratorij na daljnje ispitivanje.

#### 4. LABORATORIJSKI RAD — LABORATORY WORK

Iz koluta su smjerom glavnih strana svijeta ispitljeni segmenti širine cca 3 cm. Iz segmenata su izrađene probe dimenzija  $2 \times 2 \times 4$  cm. Najdulja dimenzija odnosi se na radijalni smjer. Dimenzije proba prilagođene su mikrotomu. Probe su omekšane kuhanjem u vodi kroz 20 minuta. Tako kratko omekšavanje proba nema signifikantni utjecaj na gubitak ekstraktivnih tvari (13). Iz proba su neposredno nakon kuhanja mikrotomskim nožem izrezani radijalni, relativno debeli odresci drva za mikrotomske rezove od  $100 \mu$ .

Probe su kasnije poslužile za određivanje nominalne volumne težine drva.

Debljina svježih odrezaka kontrolirana je mjeranjem na mikroskopu. Za određivanje volumne težine zona ranoga i kasnog drva poslužili su odresci, kod kojih maksimalno odstupanje u debljinu iznosi  $\pm 5 \mu$ . Odresci su obuhvatili skoro sve godove od srčike do kore. Odresci su kroz tјedan dana sušeni između dva podložna stakalca u kondicioniranoj prostoriji relativne vlažnosti 65% i temperaturi  $18^\circ\text{C}$ .

Nakon toga su odresci ljepljivom trakom pričvršćeni na nosač i propušteni kroz uređaj za određivanje volumne težine drva metodom određivanja apsorpcije beta zraka pomoću izotopa ugljika  $\text{C}_{14}$ , koji je konstruiran u FPRL Princes Risborough (13).

Princip rada uređaja prikazan je na Sl. 1. Nosač i na njemu ljepljivom trakom pričvršćeni odresci putuju kontinuirano brzinom od 25 mm na sat iznad izvora beta zraka, koje prolaze kroz otvor zastora širine  $125 \mu$  i dužine 4 mm. Zrake nakon prolaza kroz odreske drva udaraju na antracenski kristal prouzrokujući scintilaciju. Svjetlosne zrake, nastale scintilacijom, pojačavaju se fotomultiplikatorom, koji ih pretvara u električne signale. Nakon daljnog povećavanja signala u pojačalu signal prolazi kroz logaritamski mjerač signala i odavde na papirnu traku pisača. Promjene volumne težine drva, zahvaljujući logaritamskom mjeraču signala, su na papirnoj traci pisača linearno proporcionalne.

Na papirnoj traci pisača su pomoću celofanskih listova — poznate debljine i gustoće, koji se zajedno s odrescima drva pričvršćuju na nosač — određene O-linije i linija gustoće  $1 \text{ g/cm}^3$ . Traka je naknadno izrezana duž tih linija.

Na preparatima poprečnih presjeka drva je na 50 godova mikroskopskim mjeranjem određena širina zona ranoga i kasnog drva. Komparacijom dijagrama istih godova na papirnoj traci određena je granica između zone ranoga i kasnog drva. Ona odgovara volumnoj težini od  $0,40 \text{ g/cm}^3$  te je na traci označena paralelno s O-linijom. U sjecištima te

Šumarija — Forest District: Vrhovine  
Gosp. jedinica — Management unit: Komornica

Tab. 3

- 1: Predio — Region, 2: Odjel — Compartment No., 3: Šumska površina — Forest area, 4: Nadmorska visina — Altitude, 5: Ekspozicija — Aspect, 6: Inklinacija — Slope

A) 1: Samar, 2: 9, 3: 36,72 ha, 4: 820—960 m, 5: SW, 6: 5—25°

*Opis staništa i sastojina*

**Geološka podloga:** dolomitni vapnenac gornje krede, koji mjestimično izbija na površinu.

**Tlo:** skeletoidna karbonatna crnica plitke dubine do 10 cm. Mrtvi pokrov mjestimično tanki sloj listinca. Čistine i progale se ne ističu.

**Teren:** srednje strm, s većim i manjim uvalama, prema koti Ružica nešto blaži.

**Sastojina:** visoka mješovita prijeborna sastojina bijelog bora, bukve te jele i smreke. **Smjesa:** bor 0,5, bukva 0,3; jela/smreka 0,2. **Sklop:** potpun. Podmladak se slabo razvija.

**Bonitet:** bor III; bukva IV; jela/smreka II.

**Temeljnica:** bor 12,8 m<sup>2</sup>/ha, jela/smreka 7,1 m<sup>2</sup>/ha, bukva 9,5 m<sup>2</sup>/ha. **Drvna masa:** bor 174 m<sup>3</sup>/ha, jela/smreka 81 m<sup>3</sup>/ha, bukva 94 m<sup>3</sup>/ha. **Broj stabala po ha:** bor 65, jela/smreka 116, bukva 118.

*Description of site and stand*

**Parent rock:** Dolomitic limestone of the Upper Cretaceous - outcropping in places.

**Soil:** Skeletoid carbonate black earth down to 10 cm. depth, shallow. Dead soil cover consists in places of a thin layer of litter. Blanks and overthinning are not conspicuous.

**Terrain:** Medium steep with major and smaller valleys; towards the elevation of Ružica somewhat more gentle.

**Stand:** Mixed selection stand of Scots Pine, Beech, Norway Spruce and Silver Fir. **Proportion of mixture:** Pine 0'5, Beech 0'3, Fir/Spruce 0'2. **Canopy:** complete. Young reproduction develops poorly. **Site class:** Pine III., Beech IV., Fir/Spruce II.

**Basal area:** Pine 12.8 sq. m./ha., Fir/Spruce 7.1 sq./ha., Beech 9.5 sq. m./ha. **Growing-stock volume:** Pine 174 cu. m./ha., Fir/Spruce 81 cu. m./ha., Beech 94 cu. m./ha. **Stem number per hectare:** Pine 65,

Fir/Spruce 116, Beech 118.

B) 1: Vrbica, 2: 37, 3: 84'29 ha, 4: 700—900 m, 5: S/SE, 6: 5—35°

*Opis staništa i sastojina*

**Geološka podloga:** dolomitni vapnenac gornje krede, koji mjestimično izbija na površinu kao sitni kamen.

**Tlo:** skeletoidna crnica do pjeskovito, suho, dubine 10—15 cm. Mrtvi pokrov se slabo ukazuje. Ukažuju se manje čistine.

**Teren:** strm do umjereno strm, isprekidan dubokim jarugama i grebenima.

**Sastojina:** visoka prijeborna sastojina bijelog bora. **Sklop:** potpun. Podmladak se dobro razvija. **Bonitet:** IV. **Temeljnica:** 14,1 m<sup>2</sup>/ha. **Drvna masa:** 106 m<sup>3</sup>/ha. **Smjesa:** bor 1,0.

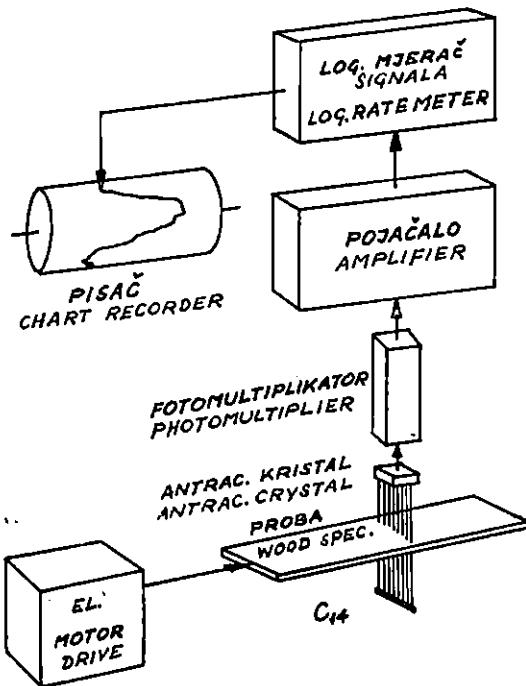
*Description of site and stand*

**Parent rock:** Dolomitic limestone of the Upper Cretaceous - outcropping in places as small stones.

**Soil:** Skeletoid to sandy black earth, dry 10—15 cm deep. Dead soil cover occurs poorly. Occurrences of small blanks.

**Terrain:** Steep to medium steep, broken with deep ravines and ridges.

**Stand:** Selection stand of Scots Pine. **Canopy:** complete. Reproduction develops well. **Site class:** IV. **Basal area:** 14.1 sq. m./ha. **Growing-stock volume:** 106 cu. m./ha. **Proportion of mixture:** Pine 1'0.



Sl. — Fig. 1. Shematski prikaz uređaja za određivanje volumne težine drva — Block diagram of apparatus for wood density determination.

linije i linija pisača su okomito na O-liniju iz trake izrezane zone ranoga i kasnog drva. Isječci zona ranoga i kasnog drva su potom izrezani duž linija pisača. Vaganjem isječaka papirne trake određene su prosječne volumne težine zona ranoga i kasnog drva svakog goda pomoću omjera težina čitatog isječka od O-te do linije gustoće  $1 \text{ g/cm}^3$  i težine isječka od O-linije do linije pisača.

Na osnovi vaganja 50 uzoraka papirne trake površine  $100 \text{ cm}^2$  utvrđeno je, da težina papirne trake varira maksimalno  $\pm 0,8\%$ .

Nominalna volumna težina proba, iz kojih su izrađeni radijalni odresci, određena je gravimetrijskom metodom. Volumen vodom zasićenih proba određen je uranjanjem u destiliranu vodu na bazi Arhimedova zakona. Nakon volumetriranja probe su sušene u termostatu standardnom metodom do  $103 \pm 2^\circ \text{C}$  te vagane.

Volumetriranje i vaganje proba kao i vaganje isječaka papirne trake obavljen je na poluautomatskoj vagi točnosti  $0,001 \text{ g}$ .

Nominalna volumna težina proba računata je po formuli:

$$t_n = \frac{T_o}{V_s}, \text{ gdje je}$$

$T_o$  težina standardno suhe probe, a  $V_s$  volumen vodom zasićenih proba.

Na bazi nominalnih volumnih težina proba, dobivenih uobičajenom gravimetrijskom metodom i volumnih težina proba, dobivenih metodom određivanja apsorpcije beta zraka proporcionalno su obračunate nominalne volumne težine pojedinih godova u probi i njihovih zona ranoga i kasnog drva.

Nakon svih izmjera dobiveni podaci su razvrstani u odgovarajuće tabele i statistički obrađeni uobičajenim metodama varijacijske statistike (10).

## 5. REZULTATI RADA — RESULTS OF INVESTIGATION

### 5.1 Nominalna volumna težina ranoga i kasnog drva — Nominal density of early- and late-wood

Rezultati mjerjenja nominalne volumne težine ranoga i kasnog drva, određenih na bazi izmjera 625 godova, prikazani su u Tab. 5 i 4. Vri-

Tab. 4. Učestalost nominalne volumne težine ranog drva — Frequency of nominal density in early-wood

Širina razreda od — do Class width from — to kp/m <sup>3</sup>	Učestalost Frequency	
	n	%
220—229	1	0,16
230—239	—	—
240—249	4	0,64
250—259	9	1,44
260—269	21	3,36
270—279	56	8,96
280—289	69	11,04
290—299	67	10,72
300—309	76	12,16
310—319	106	16,96
320—329	84	13,44
330—339	50	8,00
340—349	35	5,60
350—359	25	4,00
360—369	8	1,28
370—379	11	1,76
380—389	2	0,32
390—399	—	—
400—409	1	0,16
Ukupno — Total	625	100,00

jednosti volumnih težina ranoga i kasnog drva su u tabelama razvrstane u razrede širine 10 kp/m<sup>3</sup>. Na osnovi Tab. 5 i 4 određene su srednje vrijednosti, standardne devijacije, grijeske srednjih vrijednosti i standardnih devijacija.

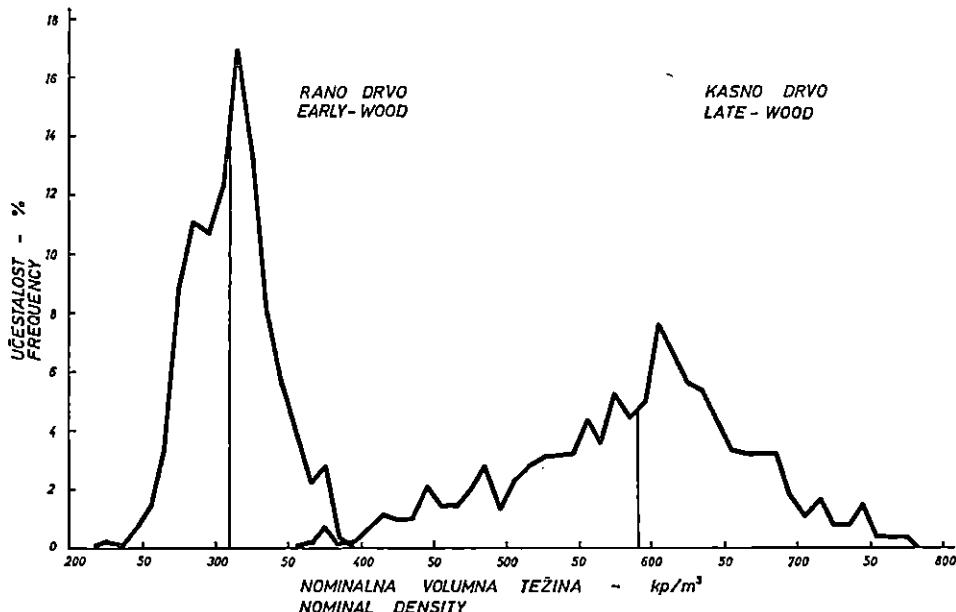
Tab. 5. Učestalost nominalne volumne težine kasnog drva — Frequency of nominal density in late-wood

Širina razreda od — do Class width from — to kp/m <sup>3</sup>	Učestalost Frequency	
	n	%
350—359	1	0,16
360—369	1	0,16
370—379	5	0,80
380—389	1	0,16
390—399	1	0,16
400—409	4	0,64
410—419	7	1,12
420—429	6	0,96
430—439	6	0,96
440—449	13	2,08
450—459	9	1,44
460—469	9	1,44
470—479	12	1,92
480—489	17	2,72
490—499	8	1,28
500—509	14	2,24
510—519	17	2,72
520—529	19	3,04
530—539	19	3,04
540—549	20	3,20
550—559	27	4,32
560—569	22	3,52
570—579	33	5,28
580—589	28	4,48
590—599	31	4,96
600—609	47	7,52
610—619	20	3,20
620—629	35	5,60
630—639	33	5,28
640—649	26	4,16
650—659	21	3,36
660—669	20	3,20
670—679	20	3,20
680—689	20	3,20
690—699	11	1,76
700—709	7	1,12
710—719	10	1,60
720—729	5	0,80
730—739	5	0,80
740—749	9	1,44
750—759	2	0,32
760—769	2	0,32
770—779	2	0,32
Ukupno — Total		625
		100,00

Nominalna volumna težina ranog drva kreće se u granicama od 225 do 405 kp/m<sup>3</sup>. Prosječna nominalna volumna težina ranog drva je  $310 \pm 1,10$  kp/m<sup>3</sup>, a standardna devijacija  $s = 27 \pm 0,80$  kp/m<sup>3</sup>.

Nominalna volumna težina kasnog drva kreće se u granicama od 355 do  $755 \text{ kp/m}^3$ . Prosječna nominalna volumna težina kasnog drva je  $590 \pm 3,30 \text{ kp/m}^3$ , a standardna devijacija  $s = 82 \pm 2,30 \text{ kp/m}^3$ .

Na osnovi Tab. 5 i 4 izrađeni su frekvencijski poligoni nominalnih volumnih težina ranoga i kasnog drva, prikazani na Sl. 2. Slika 2 ukazuje da su frekvencijski poligoni približno simetrični.



Sl. — Fig. 2. Frekvencijski poligoni nominalne volumne težine ranoga i kasnog drva  
— Frequency polygons of nominal density of early- and late-wood.

Iz frekvencijskih poligona i standardnih devijacija vidi se, da su varijacije nominalne volumne težine kasnog drva približno 3 puta veće od varijacija nominalne volumne težine ranog drva.

Nominalna volumna težina ranog drva odnosi se prema nominalnoj volumnoj težini kasnog drva u omjeru 1 : 1,91.

### 5.2 Utjecaj starosti goda na promjene nominalne volumne težine ranoga i kasnog drva — Influence of annual ring age on changes of the nominal density of early- and late-wood

Utjecaj starosti goda, tj. utjecaj položaja goda u poprečnom smjeru debla na varijacije nominalne volumne težine ranoga i kasnog drva prikazuju Tab. 6 i 7. Godovi su u tabelama razvrstani prema nominalnoj volumnoj težini zona ranoga odnosno kasnog drva te prema starosti goda. Širina razreda pri razvrstavanju godova po nominalnoj volumnoj težini zona ranoga i kasnog drva iznosi  $10 \text{ kp/m}^3$ , a prema starosti goda 5 godova. Slika 3 grafički prikazuje taj odnos. Krivulje su u grafikonu, s obzi-

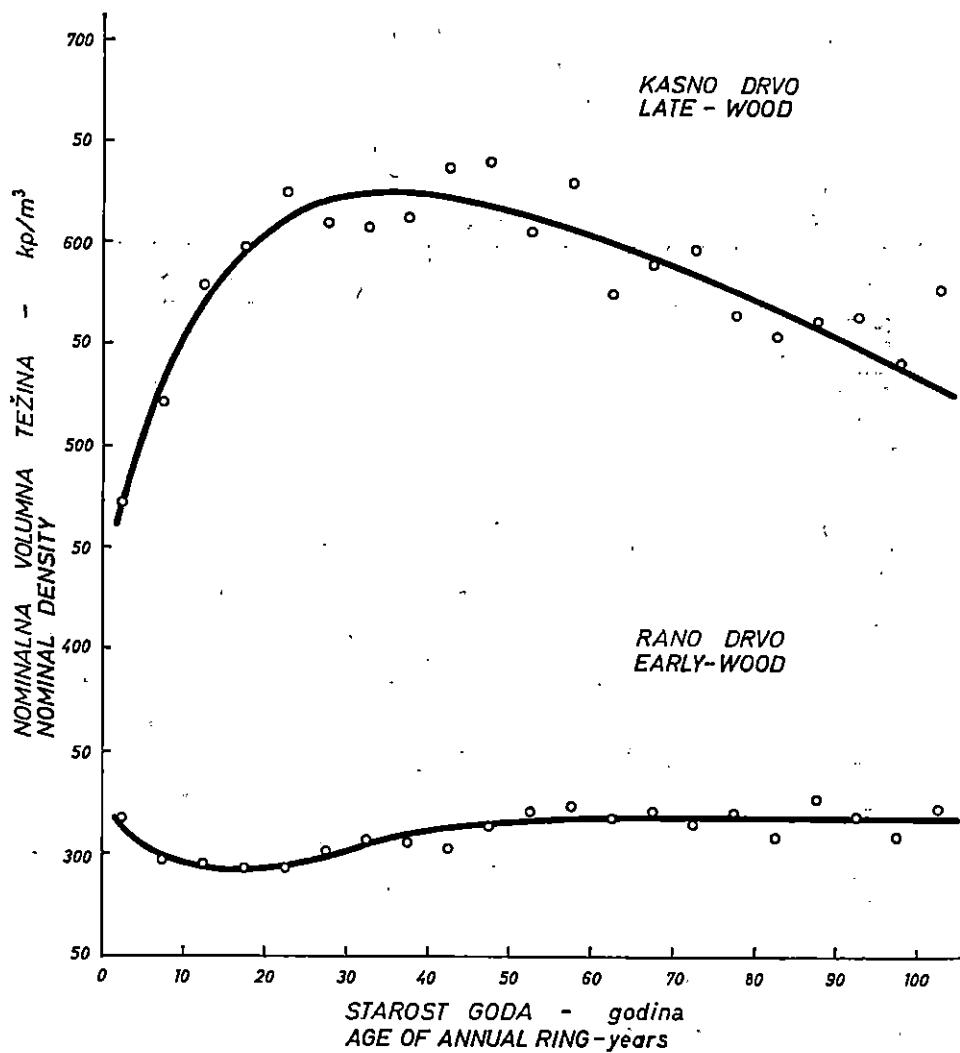
Tab. 6. Korelacijska tabela nominalne volumne težine ranog drva i starosti goda — Correlation table of the nominal density of early-wood and the age of annual ring

Razred nominalne volumne težine ranog drva Class of nominal density of early-wood kp/cm <sup>3</sup>	Razred starosti goda — godina Class of annual-ring age — years
380—389	1—4
370—379	5—9
360—369	10—14
350—359	20—24
340—349	25—29
330—339	30—34
320—329	35—39
310—319	40—44
300—309	45—49
290—299	50—54
280—289	55—59
270—279	60—64
260—269	65—69
250—259	70—74
240—249	75—79
230—239	80—84
220—229	85—89
	90—94
	95—99
	100—104
n	26 27 34 37 37 36 37 38 39 31 314 318 321 324 318 321 316 318 308 327 319 309 322
x̄	316 297 291 293 293 301 307 306 302 314 318 321 324 318 321 316 318 308 327 319 309 322

rom da se nije mogao pronaći najpovoljniji oblik jednadžbi krivulja, dobivene metodom kližućih ponderiranih sredina.

Iz podataka Tab. 6 i 7 i grafikona na Sl. 3 proizlazi, da su varijacije nominalne volumne težine ranog drva u poprečnom smjeru debla vrlo malene. U prvih 15 godova od srčike nominalna volumna težina ranog drva neznatno pada od približno 310 kp/m<sup>3</sup> do 290 kp/m<sup>3</sup>, a zatim postupno raste postižući maksimum od približno 318 kp/m<sup>3</sup> kod 50. goda. Iza toga nominalna volumna težina ranog drva ostaje manje više konstantna.

Nominalna volumna težina kasnog drva naglo raste od srčike do približno 35. goda. Nakon toga nominalna volumna težina kasnog drva postupno pada. Nominalna volumna težina kasnog drva u prvih 5 godova uz srčiku iznosi prosječno 470 kp/m<sup>3</sup> postižući maksimum od 626 kp/m<sup>3</sup> između 30. i 41. goda, a zatim postupno pada, tako da u 100. godu iznosi približno 540 kp/m<sup>3</sup>.



Sl. — Fig. 3. Zavisnost nominalne volumne težine ranog i kasnog drva o starosti goda — Dependence of nominal density of early- and late-wood on the age of annual ring.

Za gornje krivulje izračunati su indeksi korelaciije, koji za rano drvo iznosi

$$R_{x,y} = 0,902,$$

a za kasno drvo

$$R_{x,y} = 0,628.$$

Prema Roemer-Orphalovoj tabeli dobiveni indeksi korelacija ukazuju, da je prema gornjim krivuljama zavisnost nominalne težine ranoga odnosno kasnog drva u vrlo jakoj, odnosno jakoj korelacijski sa starošću goda.

Tab. 7. Korelacijska tabela nominalne volumne težine kasnog drva i starosti goda — Correlation table of the nominal density of late-wood and the age of annual ring

Razred nominalne volumne težine kasnog drva Class of nominal density of late-wood kp/m <sup>3</sup>	Razred starosti goda — godina Class of annual-ring age — years											
	4—9	10—14	15—19	20—24	25—29	30—34	35—39	40—44	45—49	50—54	55—59	60—64
	1—5	5—9	9—13	13—17	17—21	21—25	25—29	29—33	33—37	37—41	41—45	45—49
770—779							1	1				1
760—769							1					
750—759							1					
740—749			1				1	1	1	1	1	
730—739			1	1			1	1	1	1	1	
720—729	1						1	1	1	1	1	
710—719		2	1	1	1	1	2	1	1			
700—709	1	1	1	1	1	1	1	1		1		
690—689	1	2	2	1	1	2	1	1	1	1	1	
680—689	1	1	4	2	3	1	2	1	1	1	1	
670—679	2	1	1	3	4	2	1	1	1	1	1	
660—669	2	3	2	1	3	2	3	1	3	2	1	
650—659	1	3	2	2	3	1	2	1	1	1	1	
640—649	1	2	3	4	2	3	1	1	1	2	1	
630—639	3	2	1	3	2	2	6	5	2	1	1	
620—629	1	1	3	2	3	1	3	5	1	2	1	
610—619	1	1	1	1	3	1	3	5	1	2	1	
600—609	2	1	3	4	1	4	3	2	1	3	7	
590—599	1	1	3	4	1	3	4	1	1	1	2	
580—589	1	3	7	1	4	1	1	2	1	1	2	
570—579	2									2	3	
560—569		2	3	2	1	1	1	1	1	1	3	
550—559	1	3	2	1	2	2	2	1	1	3	3	
540—549	3	1	2	1				1	1	1	2	
530—539	1	1	4	1			1	1	2	1	2	
520—529	3		1	1	1	1		1	1	2	3	
510—519	1	1	1	1	1	3	3		1	2	1	
500—509	2	3	2		1			1	1	1	2	
490—499	1	1	1		1					3	1	
480—489	1	3	2	1	1			3	1	2	1	
470—479	3	2	1				1	1		1	1	
460—469	5	2							2			
450—449	3	1			1	1	1	1		2	1	
440—449	1	3	2		1	1	1	1	1	1	1	
430—439	1								1	2		
420—429	2		1				1			1	1	
410—419	3	1								1	2	
400—409	2									1		
390—399											1	
380—389	1										3	1
370—379										1		
360—369	1										1	
350—359	1											
n	26	36	36	39	39	39	39	39	39	30	29	28
x̄	417	521	579	34	598	37	608	37	612	38	606	27

5.3. Utjecaj udjela kasnog drva u godu na promjene nominalne volumne težine ranoga i kasnog drva — Influence of share of late-wood in the annual ring on changes of the nominal density of early- and late-wood

Utjecaj postotnog udjela kasnog drva u godu na promjene nominalne volumne težine ranoga odnosno kasnog drva prikazan je u Tab. 8 i 9.

Tab. 8. Korelacijska tabela nominalne volumne težine ranog drva i % kasnog drva — Correlation table of the nominal density of early-wood and percentage of late-wood

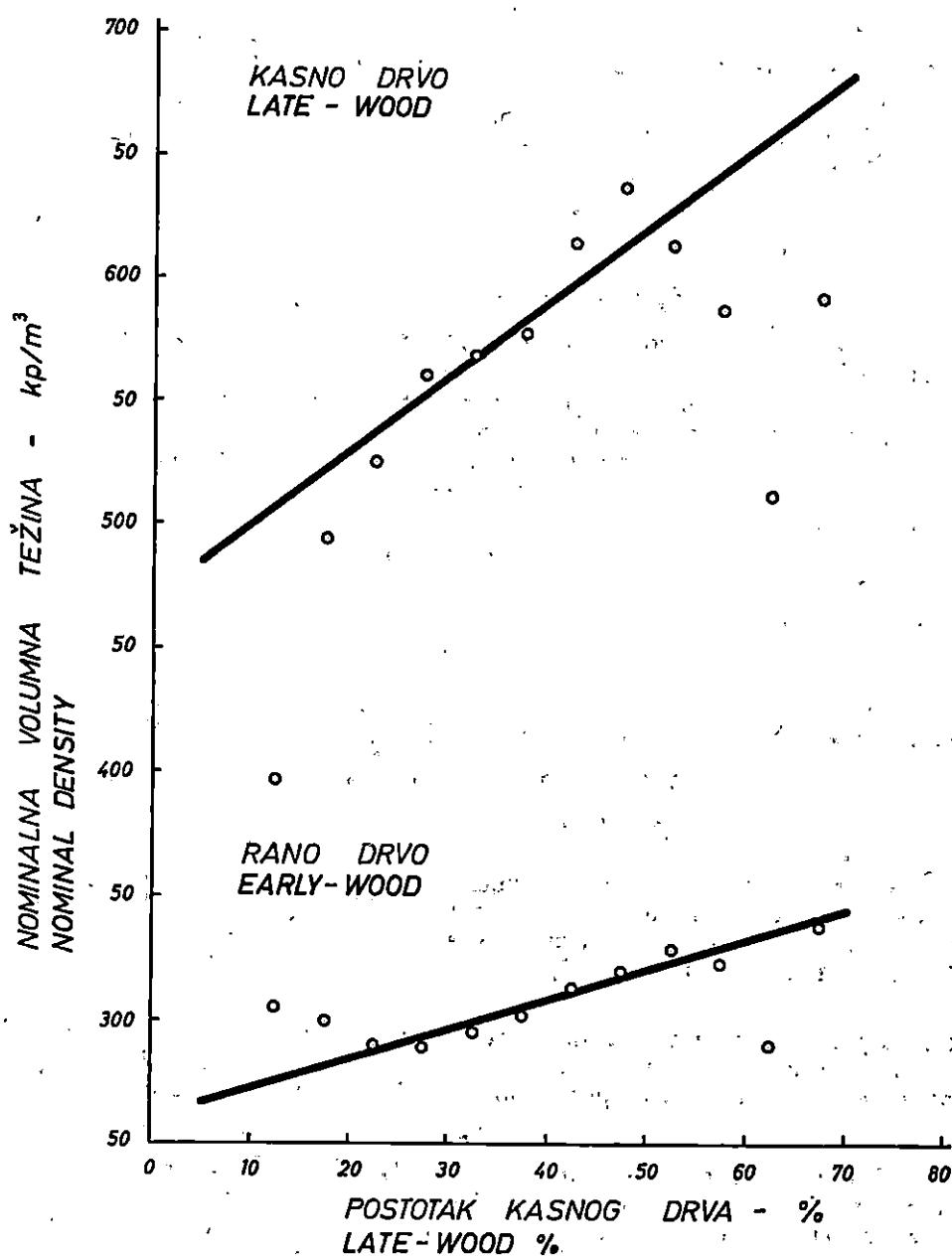
Razred nominalne volumne težine ranog drva Class of nominal density of early-wood kp/cm <sup>3</sup>	Razred postotka kasnog drva — % Percentage class of late-wood — %											
	10—14	15—19	20—24	25—29	30—34	35—39	40—44	45—49	50—54	55—59	60—64	65—69
380—389								2				
370—379							4	4	1	1		
360—369					1	1	2			1	1	
350—359		1	1	1	1	3	5	4	9			
340—349				1	1	3	11	9	7	1	1	
330—339	1			2	4	8	13	10	5	3		
320—329		2	2	5	13	24	17	16	7	2	1	
310—319	2	1	7	10	19	28	16	11	5	2	1	
300—309		2	2	9	19	20	16	7		1		
290—299		1	5	7	16	17	9	9	3			
280—289			7	20	21	14	6		1			
270—279	1	3	8	8	15	13	6	2				
260—269			2	7	6	4	3					
250—259				3	4				1	1		
240—249				1		1	1					
230—239									1			
220—229												
n	4	10	34	74	122	136	109	75	38	12	2	5
$\bar{x}$	305	300	290	289	295	302	313	320	329	323	290	338

Godovi su u tabelama, bez obzira na starost goda, razvrstani prema postotku kasnog drva i nominalnoj težini zona ranoga odnosno kasnog drva. Širina razreda pri razvrštanju godova prema postotku kasnog drva iznosi 5%, a prema nominalnoj volumnoj težini zona ranoga odnosno kasnog drva 10 kp/m<sup>3</sup>.

Na osnovi gornjih tabela izrađeni su grafikoni, prikazani na Sl. 4. U grafikonu su linije izjednačenja određene metodom najmanjih kvadrata.

Tab. 9. Korelacijska tabela nominalne volumne težine kasnog drva i %  
kasnog drva — Correlation table of the nominal density of late-wood and  
late-wood %

Razred nomin. volumne tež. kasnog drva Class of nom. density of late-wood kp/m <sup>3</sup>	Razred postotka kasnog drva — % Percentage class of late-wood — %											
	10—14	15—19	20—24	25—29	30—34	35—39	40—44	45—49	50—54	55—59	60—64	65—69
770—779					1		1					
760—769							2		1			
750—759						2	5	2				
740—749						2	3					
730—739						1	5		1			
720—729					1	1	5	2	3			1
710—719								2	1			
700—709					1	3		1	1	2		
690—699					1	2	3					
680—689					4	4	2	7				1
670—679						4	5	3	2			
660—669					1	2	3	3	3			
650—659					2	4	2	3	3			
640—649					1	1	5	11	1	1		
630—639					1	2	4	7	8	4	2	
620—629					1	1	7	6	10	6	5	
610—619						2	4	7	2	1	3	
600—609					1	3	9	11	8	6	3	
590—599						2	3	6	11	2	2	
580—589						4	8	4	5	5	2	
570—579					1	4	7	10	5	4		
560—569						2	7	8	3	2		
550—559						6	6	3	5	5		
540—549					1	1	5	4	5	3		
530—539					1	2	3	5	5	2	1	
520—529					1	2	4	5	4			
510—519						2	4	5	3	1	1	1
500—509					1	2	3	4		1	2	
490—499					1	2	2	1	3	1		
480—489						2	3	8	1			
470—479						3	1	2	1	1		1
460—469					1	1	1	4	1	1		
450—459						1	1	2	1	1	1	
440—449					1	2	3	4	1	2		1
430—439	1					3	1	1		1		
420—429		1				1	2					
410—419		1				1	1	2	3			
400—409					1	1		2				
390—399				1						1		
380—389			2				1	1				
370—379							1			1		
360—369												
350—359											1	
n	4	10	34	74	122	136	109	75	38	12	2	5
$\bar{x}$	395	494	525	560	568	577	614	637	613	587	510	592



Sl. — Fig. 4. Zavisnost nominalne volumne težine ranoga i kasnog drva o postotnom udjelu kasnog drva u godu — Dependence of nominal density of early- and latewood on the percentage share of late-wood in annual ring.

Iz Tab. 8 i 9 i grafikona u Sl. 4 vidi se, da nominalna volumna težina ranoga i kasnog drva linearno raste s porastom postotnog udjela kasnog drva u godu.

Taj se odnos može prikazati jednadžbom pravca  $y = a + bx$ , koji za rano drvo iznosi:

$$Y_r = 295,709 + 1,195 x \text{ (kp/m}^3\text{)},$$

a za kasno drvo:

$$Y_k = 468,099 + 3,069 x \text{ (kp/m}^3\text{)},$$

gdje je  $y$  nominalna volumna težina ranoga odnosno kasnog drva, a  $x$  postotak kasnog drva u godu.

Koefficijent smjera veći je u jednadžbi za kasno drvo, što znači da porastom postotka kasnog drva u godu nominalna volumna težina kasnog drva naglijie raste od nominalne volumne težine ranog drva.

Za gornje jednadžbe izračunat je korelacijski koeficijent, koji za rano drvo iznosi:

$$r = 0,412$$

a za kasno drvo:

$$r = 0,308$$

Na bazi gornjih uzoraka obavljene su intervalne procjene koeficijenata korelacija osnovnih skupova (10), koje iznose:

$$0,3364 < 0,412 < 0,4777 \text{ za rano drvo}$$

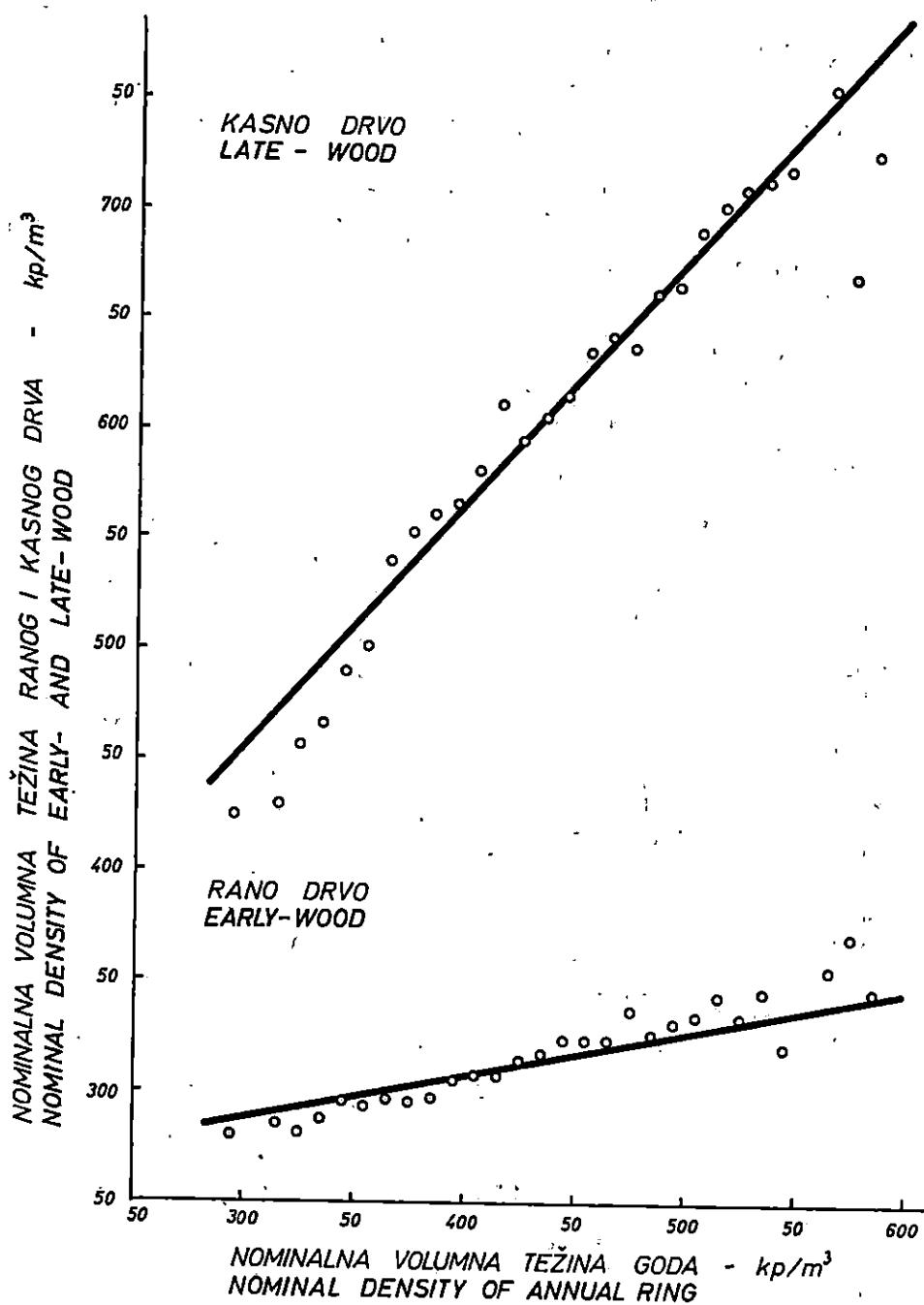
$$0,2355 < 0,308 < 0,3800 \text{ za kasno drvo}$$

Prema Roemer-Orphalovojoj tabeli dobiveni korelacijski koeficijenti ukazuju, da je u gornjim jednadžbama zavisnost nominalne volumne težine zona ranoga odnosno kasnog drva u srednjoj odnosno slaboj korelaciji s porastom postotnog udjela kasnog drva u godu.

#### 5.4 Utjecaj nominalne volumne težine goda na promjene nominalne volumne težine zona ranoga i kasnog drva — Influence of nominal density of the annual ring on changes of nominal density of early- and late-wood zones

Utjecaj nominalne volumne težine goda na promjene nominalne volumne težine zona ranoga i kasnog drva prikazan je u Tab. 10 i 11. Godovi su u tabelama razvrstani prema nominalnoj volumnoj težini godova i prema nominalnim volumnim težinama zona ranoga i kasnog drva. Širina razreda pri razvrstavanju godova prema njihovoj nominalnoj volumnoj težini i prema nominalnoj volumnoj težini zona ranoga i kasnog drva iznosi  $10 \text{ kp/m}^3$ .

Na temelju gornjih tabela izrađeni su grafikoni, prikazani na Sl. 5. U grafikonu su linije izjednačenja određene metodom najmanjih kvadrata.



Sl. — Fig. 5. Zavisnost nominalne volumne težine ranoga i kasnog drva o nominalnoj volumnoj težini goda — Dependence of nominal density of early- and late-wood on the nominal density of annual ring.

Iz Tab. 10 i 11 i grafikona u Sl. 5 vidi se, da porastom nominalne volumne težine cijelih godova linearno raste nominalna volumna težina ranoga i kasnog drva.

Tab. 10. Korelacijska tabela nominalne volumne težine ranog drva i nominalne volumne težine goda — Correlation table of the nominal density of early-wood and the nominal density of annual ring

Razred nominal. volumne težine ranog drva		Razred nominalne volumne težine goda — kp/m <sup>3</sup> Class of nominal density of annual ring — kp/m <sup>3</sup>																
Class of nominal density of early-wood kp/m <sup>3</sup>	kp/m <sup>3</sup>	290—299	300—309	310—319	320—329	330—339	340—349	350—359	360—369	370—379	380—389	390—399	400—409	410—419	420—429	430—439	440—449	1
380—389																		
370—379																		
360—369																		
350—359																		
340—349																		
330—339																		
320—329																		
310—319																		
300—309																		
290—299																		
280—279																		
270—279																		
260—269																		
250—259																		
240—249																		
230—239																		
220—229																		
n	2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	1
x	280	285	280	287	295	295	297	305	307	307	307	314	317	323	323	323	337	326

Taj se odnos može prikazati jednadžbom pravca  $y = a + bx$ , koji za zonu ranog drva iznosi:

$$v_r = 229,55 + 0,19 x \quad (\text{kp/m}^3),$$

a za zonu kasnog drva:

$$v_v = 123,22 + 1,11 x \quad (\text{kp/m}^3),$$

gdje je  $y$  nominalna volumna težina ranoga odnosno kasnog drva, a  $x$  nominalna volumna težina goda.

Tab. 11. Koreacijska tabela nominalne volumne težine kasnog drva i nominalne volumne težine goda — Correlation table of the nominal density of late-wood and the nominal density of annual ring

Razred nominalne volumne težine kasnog drva Class of nom. density of late-wood kp/m <sup>3</sup>	Razred nominalne volumne težine goda — kp/m <sup>3</sup> Class of nominal density of annual ring — kp/m <sup>3</sup>
770—779	290—299
760—769	300—309
750—759	310—319
740—749	320—329
730—739	330—339
720—729	340—349
710—719	350—359
700—709	360—369
690—699	370—379
680—689	380—389
670—679	390—399
660—669	400—409
650—659	410—419
640—649	420—429
630—639	430—439
620—629	440—449
610—619	450—459
600—609	460—469
590—599	470—479
580—589	480—489
570—579	490—499
560—569	500—509
550—559	510—519
540—549	520—529
530—539	530—539
520—529	540—549
510—519	550—559
500—509	560—569
490—499	570—579
480—489	580—589
470—479	590—599
460—469	600—609
450—459	610—619
440—449	620—629
430—349	630—639
420—429	640—649
410—419	650—659
400—409	660—669
390—399	670—679
380—389	680—689
370—379	690—699
360—369	700—709
350—359	710—719
n	720—729
x̄	730—739

Koeficijent smjera je u jednadžbi za kasno drvo veći od koeficijenta smjera u jednadžbi za rano drvo. Znači da porastom nominalne volumne težine godova nominalna volumna težina kasnog drva naglijje raste od nominalne volumne težine ranog drva.

Za gornje jednadžbe izračunat je korelacijski koeficijent, koji za rano drvo iznosi:

$$r = 0,554$$

a za kasno drvo:

$$r = 0,718$$

Na bazi gornjih uzoraka obavljene su intervalne procjene koeficijenata korelacija osnovnih skupova, koje iznose:

$$0,4930 < 0,554 < 0,6044 \text{ za rano drvo}$$

$$0,6805 < 0,718 < 0,7574 \text{ za kasno drvo}$$

Prema Roemer-Orphalovoj tabeli dobiveni korelacijski koeficijenti ukazuju, da je u gornjim jednadžbama zavisnost nominalne volumne težine zona ranoga odnosno kasnog drva u jakoj korelaciji s porastom nominalne volumne težine cijelih godova.

Komparacijom indeksa i koeficijenata korelacija može se zaključiti, da su varijacije nominalne volumne težine zona ranoga i kasnog drva u jačoj stohastičkoj vezi sa starošću i nominalnom volumnom težinom goda od stohastičke veze između nominalne volumne težine zone ranoga odnosno kasnog drva i postotnog udjela kasnog drva u godu.

## 6. ZAKLJUČAK — CONCLUSION

U ovom su radu prikazani rezultati mjerjenja nominalne volumne težine zona ranoga i kasnog drva bijele borovine (*Pinus sylvestris L.*) s područja Vrhovina. Rezultati mjerjenja temelje se na izmjeri 625 goda. Probe potječu iz koluta, uzetih iz debala na visini 4 m od tla od ukupno 4 dominantna odnosno kodominantna stabla.

Na osnovi dobivenih rezultata mogu se izvesti slijedeći zaključci:

1. Nominalna volumna težina ranog drva kreće se u granicama od 225 do 405 kp/m<sup>3</sup>, s prosjekom od  $310 \pm 1,10$  kp/m<sup>3</sup> i standardnom devijacijom  $s = 27 \pm 0,80$  kp/m<sup>3</sup>.

2. Nominalna volumna težina kasnog drva kreće se u granicama od 355 do 755 kp/m<sup>3</sup>, s prosjekom od  $590 \pm 3,30$  kp/m<sup>3</sup> i standardnom devijacijom  $s = 82 \pm 2,30$  kp/m<sup>3</sup>.

3. Varijacije nominalne volumne težine ranog drva približno su 3 puta manje od varijacija nominalne volumne težine kasnog drva.

4. Nominalna volumna težina ranog drva odnosi se prema nominalnoj volumnoj težini kasnog drva u omjeru 1 : 1,91.

5. Starost goda neznatno utječe na promjene nominalne volumne težine ranog drva. Nominalna volumna težina ranog drva u prvih 15 godova od srčike blago pada od približno 310 kp/m<sup>3</sup> do približno 290 kp/m<sup>3</sup>,

a zatim postupno do 50. goda raste postižući vrijednost od prosječno 318 kp/m<sup>3</sup>. Nominalna volumna težina ranog drva ostaje iza 50. goda manje više konstantna.

Utjecaj starosti goda daleko je veći na promjene nominalne volumne težine kasnog drva. Nominalna volumna težina kasnog drva naglo raste od srčike, gdje u prvih 5 godova iznosi prosječno 470 kp/m<sup>3</sup>, do približno 35. goda postižući maksimum od prosječno 626 kp/m<sup>3</sup>, a zatim postupno pada, tako da u 100. godu iznosi u prosjeku 540 kp/m<sup>3</sup>.

Nominalna volumna težina ranoga odnosno kasnog drva u vrlo je jakoj, odnosno jakoj korelaciji sa starošću goda, jer im indeksi korelacija iznose u ranom drvu  $R_{xy} = 0,902$ , a u kasnom drvu  $R_{xy} = 0,628$ .

6. Porastom postotnog udjela kasnog drva u godu linearno raste nominalna volumna težina ranoga i kasnog drva. Taj se odnos može prikazati jednadžbom pravca, koji za rano drvo iznosi:

$$y_r = 295,709 + 1,195 x \text{ (kp/m}^3\text{)},$$

a za kasno drvo:

$$y_k = 468,099 + 3,069 x \text{ (kp/m}^3\text{)},$$

gdje je x postotak kasnog drva u godu.

Zavisnost nominalne volumne težine ranoga odnosno kasnog drva je u srednjoj odnosno slaboj korelacijski s porastom postotnog udjela kasnog drva u godu, jer im korelacijski koeficijenti iznose u ranom drvu  $r = 0,412$ , a u kasnom drvu  $r = 0,308$ .

7. Porastom nominalne volumne težine goda linearno raste nominalna volumna težina ranoga i kasnog drva. Taj se odnos može prikazati jednadžbom pravca, koji za rano drvo iznosi:

$$y_r = 229,55 + 0,19 x \text{ (kp/m}^3\text{)},$$

a za kasno drvo:

$$y_k = 123,22 + 1,11 x \text{ (kp/m}^3\text{)},$$

gdje je x nominalna volumna težina goda.

Zavisnost nominalne volumne težine ranoga i kasnog drva u jakoj je korelacijski s porastom nominalne volumne težine goda, jer im korelacijski koeficijenti iznose u ranom drvu  $r = 0,554$ , a u kasnom drvu  $r = 0,718$ .

#### LITERATURA — REFERENCES

1. Cieslar A. und Janka G., Studien über die Qualität rasch erwachsenen Fichtenholzes, Cbl. ges. Forstw., 28, 1902, 337.
2. Fry G. and Chaik L., Variation of density in the wood of *Pinus patula* grown in Kenya, Forestry, 30, 1957, 1.
3. Jalava M., Strength properties of Finnish Pine (*P. silvestris*), Commun. Inst. for. Fenn., 18, 1933.
4. Janka G., Untersuchungen über die Elastizität und Festigkeit der österreichischen Bauhölzer. IV. Lärche aus dem Wienerwald, aus Schlesien, Nord- und Südtirol, Mitt. forstl. Versuchsw. Öst., 37, 1913.
5. Johansson D., Über Früh- und Spätholz in schwedischer Fichte und Kiefer und über ihren Einfluss auf die Eigenschaften von Sulfit- und Sulfat-Zellstoff, Holz Roh- u. Werkstoff, 1940, 3.

6. Klem G. G., Untersuchungen über die Qualität des Fichtenholzes, *Medd. norske Skogsforseksv.*, 2, 17, 1934.
7. Možina I., Varijacija težine kasnog drveta i čvrstoće duglazijevine (disertacija), Ljubljana 1959.
8. Müller — Stoll W. R., Photometrische Holzstrukturuntersuchungen. II. Über die Beziehungen der Lichtdurchlässigkeit von Holzschnitten zu Rohwichte und Wichtekontrast, *Forstwiss. Cbl.*, 68, 1949.
9. Paul B. H., Variation in the specific gravity of the springwood and summerwood of four species of southern pines, *J. For.*, 37, 1939, 6.
10. Pavlić I., Statistička teorija i primjena, Panorama, Zagreb 1965.
11. Pearson F. G. O. and Fielding H. A., Some properties of individual growth rings in European and Japanese Larch and their influence upon specific gravity, *Holzforschung, Berlin*, 15, 1961, 3.
12. Petrić B., Utjecaj starosti i širine goda na strukturu i volumnu težinu bijele borovine (*P. sylvestris* L.) (disertacija), *Glasnik za šumske pokuse, knj. 17*, 1974.
13. Phillips E. W. J., Adams E. H. and Hearmon R. F. S., The measurement of density variation within the growth rings in thin sections of wood using beta particles, *J. Inst. Wood Sci.*, 2, 1962, 10.
14. Pillow M. Y. and Luxford R. F., Structure, occurrence, properties of compression wood, *U. S. Dep. Agric. Tech. Bull.*, 546, Washington 1937.
15. Siimes F. E., On the structural and physical properties of Finnish plywood, especially the phenomenon of shrinking and swelling affected by changing the moisture content of wood, Helsinki 1938.
16. Smith D. M., Relationship between specific gravity and percentage of summer-wood in wide-ringed, second-growth Douglas-fir, *F. P. L. Madison, Rep. № 2045*, 1955.
17. Smith D. M., Effect of growth zone on specific gravity and percentage of summer-wood in wide-ringed Douglas-fir, *F. P. L. Madison, Rep. 2057*, 1956.
18. Trendelenburg R., Das Holz als Rohstoff, München 1939.
19. Vihrov E. V., Stroenie i fiziko-mehaničeskie svojstva rannej i pozdnej drevesiny sibirskoj listvennicy (*Larix sibirica*), *Trud. Inst. Les.*, 4, 1949.
20. Vintila E., Untersuchungen über Raumgewicht und Schwindmass von Früh- und Spätholz bei Nadelhölzern, *Holz Roh- u. Werkstoff*, 2, 1939, 10.
21. Ylinen A., Über den Einfluss des Spätholzanteils und der Jahrringbreite auf die Rohwichte beim finnischen Kiefernholz, *Holz Roh- u. Werkstoff*, 9, 1951, 12.

#### SUMMARY

In this study are presented the results of measurements of the nominal density of the zones of early- and late-wood of Scots Pine (*Pinus sylvestris* L.) in the region of Vrhovine (Croatia). The results are based on measurements of 625 annual rings. The specimens come from disks taken from stems at 4 m height above ground out of a total of 4 dominant or codominant trees.

On the basis of the results obtained the following conclusions may be drawn:

1. The nominal density of early-wood varies within the limits of 225—405 kp/m<sup>3</sup>, with an average of  $310 \pm 1.10$  kp/m<sup>3</sup> and a standard deviation of  $s = 27 \pm 0.80$  kp/m<sup>3</sup>.
2. The nominal density of late-wood varies within the limits of 335—755 kp/m<sup>3</sup>, with an average of  $590 \pm 3.30$  kp/m<sup>3</sup> and a standard deviation of  $s = 82 \pm 2.30$  kp/m<sup>3</sup>.
3. Variations of the nominal density of early-wood are approximately 3 times smaller than the variations of the nominal density of late-wood.

4. The nominal density of early-wood relates to the nominal density of late-wood in the ratio of 1:1.91.

5. The annual-ring age influences insignificantly the changes of the nominal density of early-wood. The nominal density of early-wood in the first 15 annual rings from the pith drops gently from ca. 310 kg/m<sup>3</sup> to ca. 290 kg/m<sup>3</sup>, after which it increases gradually to the 50th annual ring, reaching an average value of 318 kg/m<sup>3</sup>. The nominal density of early-wood remains after the 50th annual ring more or less constant.

The influence of the annual-ring age is by far greater on the changes of the nominal density of late-wood. The nominal density of late-wood increases rapidly from the pith, where in the first 5 annual rings it amounts to an average of 470 kg/m<sup>3</sup>, reaching up to the 35th annual ring an average maximum of 626 kg/m<sup>3</sup>, after which it decreases gradually, so that in the 100th year it amounts to an average of 540 kg/m<sup>3</sup>.

The nominal density of early- and late-wood is more or less strongly correlated to the annual-ring age, because the indices of correlation in early-wood amount to  $R_{xy} = 0.902$ , in late-wood to  $R_{xy} = 0.628$ .

6. Through the increase of the percentage share of late-wood in the annual ring, the nominal density of early- and late-wood increases. This relation may be represented by a straight-line equation, which for early-wood is:

$$Y_r = 295.709 + 1.195x \text{ (kg/m}^3\text{)},$$

and for late-wood:

$$Y_k = 468.099 + 3.069x \text{ (kg/m}^3\text{)},$$

where x means the percentage of late-wood in the annual ring.

The dependence of the nominal density of early-wood and late-wood is moderately or poorly correlated to the increase of the percentage share of late-wood in the annual ring, because the correlation coefficients in early-wood amount to  $r = 0.412$ , and in late-wood to  $r = 0.308$ .

7. Through increase of the nominal density of the annual ring the nominal density of early- and late-wood increases linearly. This relation may be represented by a straight-line equation, which for early-wood is:

$$Y_r = 229.55 + 0.19x \text{ (kg/m}^3\text{)},$$

and for late-wood:

$$Y_k = 123.22 + 1.11x \text{ (kg/m}^3\text{)},$$

where x means the nominal density of the annual ring.

Dependence of the nominal density of early- and late-wood is strongly correlated to the increase of the nominal density of the annual ring, because the correlation coefficients in early-wood amount to  $r = 0.554$ , and in late-wood to  $r = 0.718$ .

Dr ANTE KRSTINIĆ

VARIJABILNOST BUJNOSTI RASTA I  
PRAVNOSTI DEBLA HIBRIDA BIJELE VRBE  
(*SALIX ALBA* L.) I KRHKVE VRBE  
(*SALIX FRAGILIS* L.)

VARIABILITY OF GROWTH VIGOUR AND STEM  
STRAIGHTNESS OF THE HYBRIDS OF WHITE WILLOW  
(*SALIX ALBA* L.) AND CRACK WILLOW (*SALIX FRAGILIS* L.)

UDK 630.0.165 : 630.0.176.1 *Salix* spp.

Sadržaj — Contents

Predgovor — Preface

1. Uvod — *Introduction*
2. Taksonomska pripadnost bijele i krhkve vrbe — *Taxonomic belonging of White and Crack Willows*
3. Materijal i metode — *Materials and Methods*
  - 3.1 Opis vrsta, koje su korištene kod međuvrsne hibridizacije — *Description of species used in interspecific hybridization*
  - 3.2 Opis roditeljskih stabala — *Description of parent trees*
  - 3.3 Kontrolirana hibridizacija — *Controlled hybridization*
    - 3.31 Sazrijevanje, sabiranje i manipulacija s polenom — *Pollen ripening, collection and handling*
    - 3.32 Receptivnost ženskih cvjetova, vrijeme oprašivanja i sazrijevanje sjemena — *Receptivity of female flowers, time of pollination and ripening of seeds*
    - 3.33 Veličina rasplodnih organa — *Size of reproductive organs*
  - 3.4 Uzgoj biljaka iz sjemena — *Raising of plants from seed*
    - 3.41 Identifikacija međuvrsnih hibrida kod starosti od jedne i dvije godine — *Identification of one- and two-year-old interspecific hybrids*
  - 3.5 Opis terenskih objekata — *Description of field plots*
    - 3.51 Klonski test »Vrbine«, Šumarija Kutina — *Clonal test "Vrbine", Forest District Kutina*
    - 3.52 Klonski test »Bušići«, Šumarija Novoselec — *Clonal test "Bušići", Forest District Novoselec*
    - 3.53 Klonski test »Vratovo«, Šumarija Velika Gorica — *Clonal test "Vratovo", Forest District Velika Gorica*
    - 3.54 Test familija »Bušići«, Šumarija Novoselec — *Test of the families "Bušići", Forest District Novoselec*

Primljeno 15. IX 1975.

- 3.55 Test familija »Kutina«, Šumarija Kutina — *Test of the families "Kutina", Forest District Kutina*  
 3.551 Pokus, postavljen s jednogodišnjim sadnicama — *Experiment laid out with one-year-old plants*  
 3.552 Pokus, postavljen s dvogodišnjim sadnicama — *Experiment laid out with two-year-old plants*
- 3.56 Test familija »Opatovac«, Šumarija Vukovar — *Test of the families "Opatovac", Forest District Vukovar*
- 3.57 Malati bijele vrbe — *Young natural reproductions of White Willow*  
 3.571 Determinacija boja jednogodišnjih izbojaka u malatima bijele vrbe — *Determination of the colours of one-year-old shoots in natural reproductions of White Willow*
- 3.6 Statistički postupak — *Statistical procedure*  
 3.61 Visine sadnica — *Heights of plants*  
 3.62 Promjeri sadnica — *Diameters of plants*  
 3.63 Pravnost debla — *Stem straightness*  
 3.631 Opis metoda procjene pravnosti debla — *Description of the estimating methods for stem straightness*  
 3.632 Komparacija različitih metoda procjene oblika debla — *Comparison of various estimating methods for stem form*  
 3.633 Reakcija različitih klonova na postranu zasjenu — *Response of various different clones to side shading*
- 3.7 Utjecaj različitih staništa na fenotipsku stabilnost istraživanih svojstava — *Influence of different sites on the phenotypic stability of investigated characters*
- 3.8 Nasljednost — *Heritability*  
 3.81 Visina i promjeri — *Heights and diameters*  
 3.82 Pravnost debla — *Stem straightness*
4. Rezultati istraživanja i diskusija — *Results of investigations and discussion*
- 4.1 Visine — *Heights*  
 4.11 Varijabilnost visina sadnica između familija i unutar familija u terenskim pokusima — *Variability of plant heights between families and within families in field trials*  
 4.12 Varijabilnost visina sadnica unutar klonova u rasadniku — *Variability of plant heights within clones in the nursery*  
 4.13 Varijabilnost visina sadnica između klonova u terenskim uvjetima — *Variability of plant heights between clones under field conditions*  
 4.14 Varijabilnost visina sadnica kod istih familija na različitim lokalitetima — *Variability of plant heights in the same families in different localities*  
 4.15 Varijabilnost visina biljaka u dvogodišnjim malatima bijele vrbe — *Variability of plant heights in two-year-old natural reproductions of White Willow*
- 4.2 Varijabilnost boja jednogodišnjih izbojaka u malatima bijele vrbe — *Variability of colours in one-year-old shoots in natural reproductions of White Willow*
- 4.3 Odnos boje jednogodišnjih izbojaka i visinskog rasta — *Relation of the colour of one-year-old shoots and the height growth*
- 4.4 Dinamika visinskog rasta i prirasta bijele vrbe, krhkne vrbe i njihovih hibrida — *The dynamic of the height growth and increment of the White Willow, Crack Willow and their hybrids*
- 4.5 Nasljednost visina — *Heritability for heights*
- 4.6 Promjeri — *Diameters*  
 4.61 Varijabilnost promjera sadnica između familija i unutar familija u terenskim pokusima — *Variability of plant diameters between families and within families in field trials*

- 4.62 Varijabilnost promjera sadnica unutar klena u rasadniku — *Variability of plant diameters within a clone in the nursery*  
 4.63 Varijabilnost promjera sadnica između klonova u terenskim pokusima — *Variability of plant diameters between clones in field trials*  
 4.64 Varijabilnost promjera sadnica kod istih hibridnih familija na različitim lokalitetima — *Variability of plant diameters in the same families in different localities*  
 4.65 Dinamika debljinskog rasta i prirasta kod bijele vrbe, krhke vrbe i njihovih hibrida — *The dynamic of the diameter growth and increment in White Willow, Crack Willow and their hybrids*
- 4.7 Nasljednost promjera — *Heritability for diameters*
- 4.8 Volumni rast i prirast unutarvrsnih i međuvrsnih hibrida bijele i krhke vrbe — *Volume growth and increment of intraspecific and interspecific hybrids of White and Crack Willows*
5. Pravnost debla — *Stem straightness*
- 5.1 Varijabilnost pravnosti debla, uzrokovana postranom zasjenom — *Variability of stem straightness caused by side shading*  
 5.2 Varijabilnost pravnosti debla između klonova te unutar klonova u terenskim pokusima — *Variability of stem straightness between clones and within a clone under field conditions*  
 5.3 Varijabilnost pravnosti debla između familija i unutar familija u terenskim pokusima — *Variability of stem straightness between families and within families in field trials*  
 5.4 Varijabilnost pravnosti debla kod istih familija na različitim lokalitetima — *Variability of stem straightness in the same families in different localities*  
 5.5 Varijabilnost pravnosti debla u dvogodišnjim malatima bijele vrbe — *Variability of stem straightness in two-year-old natural reproductions of White Willow*  
 5.6 Odnos između totalnih visina i pravnosti debla — *Relation between total heights and stem straightness*  

5.6.1 Odnos visinskog rasta i krivudavosti debla — *Relation between height growth and stem crookedness*

5.7 Varijabilnost i nasljednost pravnosti i krivudavosti debla kod hibrida *Salix matsudana tortuosa* i *Salix alba* — *Variability and heritability for stem straightness and crookedness in the hybrids of Salix matsudana tortuosa and Salix alba*  
 5.8 Letalna kombinacija gena za krivudavi oblik debla — *A lethal combination of genes for the crooked form of stem*

6. Nasljednost pravnosti i zakriviljenosti debla — *Heritability for straightness and crookedness of stem*

7. Mogućnosti rane dijagnostike bujnosti rasta — *Possibilities of an early diagnostics of growth vigour*

8. Preživljavanje bijele i krhke vrbe te njihovih hibrida na pokusnim ploham — *Survival of White and Crack Willows and their hybrids on experimental plots*

9. Zaključci — *Conclusions*  
 Literatura — *References*  
*Summary*

#### PREDGOVOR — PREFACE

Nakon izrade magistarskog rada 1966. godine, koji je bio vezan uz problematiku oplemenjivanja stablastih vrba predstojnik Katedre za šumarsku genetiku i dendrologiju prof. dr M. Vidaković predložio mi je, da nastavim sa započetim istraživanjima. Naime, za vrijeme radova na problematici u vezi s magistarskim radom pokazalo se, da su stablaste vrbe vrlo pogodan objekt za genetska istraživanja, a rezultati dotadašnjih istraživanja obećavali su i praktične rezultate.

Krajem 1971. godine Vijeće nastavnika Šumarskog fakulteta u Zagrebu prihvatilo je naslov doktorske disertacije, a za mentora rada imenovan je izvanredni član JAZU prof. dr M. Vidaković. Kroz proteklo razdoblje, a naročito za vrijeme pisanja rada prof. dr M. Vidaković svesrdno mi je pomagao diskusijama i savjetima te nastojanjem, da se osiguraju finansijska sredstva za istraživanja. Za sve to izražavam prof. dr M. Vidakoviću svoju najdublju zahvalnost.

Zahvaljujem mr V. Hitrecu, višem predavaču Šumarskog fakulteta u Zagrebu, koji je napravio program za kompjutorsku obradu podataka.

Nadalje želim zahvaliti Ž. Borzanu, dipl. inž. šumarstva, Renati Žic, nastavniku, studentima šumarstva Ankici Pavičić i Željku Majeru te Milanu Samaržiji, VKV radniku, koji su mi pomagali tehničkim radovima pri izradi radnje.

Ovom prilikom izražavam također zahvalnost slijedećim institucijama i radnim organizacijama, koje su mi pomagale u realizaciji programa istraživanja finansijskim sredstvima, uslugama, radnom snagom te ustupanjem zemljišta za osnivanje terenskih pokusa i to:

- Republičkom savjetu za naučni rad SR Hrvatske,
- Računskom centru »SRCE« Sveučilišta u Zagrebu,
- Zavodu za istraživanja u šumarstvu Šumarskog fakulteta u Zagrebu,
- Institutu za topolarstvo u Novom Sadu,
- Institutu za šumarstvo u Jastrebarskom,
- Šumskom gospodarstvu Koprivnica, OOURE Đurđevac,
- Šumskom gospodarstvu »Josip Kozarac«, Nova Gradiška, Šumarijama Kutina i Novoselec,
- Šumskom gospodarstvu »Hrast«, Vinkovci, Šumariji Vukovar,
- Šumskom gospodarstvu Zagreb, Šumariji Velika Gorica,
- Šumskom gospodarstvu Varaždin, Šumariji Čakovec.

## 1. UVOD — INTRODUCTION

Bijela vrba raste prirodno u Jugoslaviji kao šumsko drvo na poplavnim područjima velikih rijeka pojedinačno ili u grupama uz potoke, jarke te na vlažnim mjestima uz pašnjake. Kompaktna površina u Jugoslaviji, gdje raste bijela vrba (računajući i njezine hibride s krhkrom vrbom) iznosi oko 20.000 ha (Žufa 1963). Od svih naših autohtonih vrsta najtolerantnija je na poplave, pa tako na donjoj granici šumske vegetacije (*Salicetum*) tvori čiste sastojine, a u nešto višim zonama (*Populetum* i *Quercetum*) raste u mješovitim sastojinama. U optimalnim uvjetima dostiže krupne dimenzije, a drvna masa po ha kod starosti od 35 godina kreće se od 350—400 m<sup>3</sup> (Žufa 1963).

Prije nego što se prijedje na masovnu proizvodnju drva u kulturama na terenima, za koje se smatra da su podesni za podizanje kultura stablostih vrba, pred istraživačku službu postavljaju se mnogi zadaci koje treba riješiti. Jedan od prvih zadataka je pronalaženje i proizvodnja takvih tipova vrba, koji će imati veliku proizvodnu sposobnost, a odlikovat će se i dobrom adaptacijskom sposobnosti. Prvi korak u rješavanju te problematike je izučavanje varijabiliteta u prirodnim populacijama bijele vrbe te selekcija početnog materijala, potrebnoga za daljnje rade na oplemenjivanju.

Prema Krstiniću i Vidakoviću (1964), Krstiniću (1967, 1968) utvrđeno je, da u genetskom pogledu postoji velika širina varijabilnosti u populacijama bijele vrbe s obzirom na niz uzgojno važnih svojstava na području SR Hrvatske, odnosno Jugoslavije.

Proučavanje i upoznavanje genetske varijabilnosti važan je preduvjet za postavljanje dobrog programa oplemenjivanja jedne vrste. Osim upoznavanja karakteristika neke vrste u općim crtama studij varijabilnosti pojedinog svojstva omogućuje nam, da sa sigurnošću pristupimo selekciji odnosno oplemenjivanju te vrste s obzirom na izučavano svojstvo. Kroz studij varijabilnosti stičemo podatke o postojanju rasa. Samo uz dobro poznавање varijabilnosti jedne vrste moguće je selekcionirati individue (klonove), kod kojih će biti postignut optimalni biološki i ekonomski učinak. Optimalni učinak može se postići onda, kada postoji optimalna ravnoteža između genetske konstitucije biljke i sveukupnih utjecaja okoline. Prema Stebbinsu (1950) studijem genetske varijabilnosti mogu se pravilno postaviti hijerarhijski odnosi za vrste i robove te odbaciti kabinetsko vrijeme rada.

Rod *Salix* već od davnine ima reputaciju »teškog« roda u taksonomiji. Tako je već otac sistematike Linné tvrdio, da se vrste spomenutog roda vrlo teško mogu tumačiti. Botanici, koji su se bavili taksonomijom vrsta toga roda, tvrdili su da bezbroj vrsta u umjerenim i hladnim područjima pokazuju poraznu nepostojanost formi, pa su zbog toga vrbe s pravom dobiti naziv »križ i konfuzija botanička« (Skvortsov 1968). Prema istom autoru, a na temelju njegovih zapažanja u prirodi proizlazi, da glavni uzrok varijabilnosti vrsta roda *Salix* ne leži u lakoći reagiranja na različite stanišne uvjete, već u genetskom polimorfizmu. Ovdje moramo naglasiti, da je postojanje jako izraženoga genetskog polimorfizma kod vrsta toga roda najinteresantnije, kada se radi o studiju genetske varijabilnosti, odnosno o perspektivama oplemenjivanja naših autohtonih stablastih vrsta. Prema Scopoliju 1760, Kerneru 1860, Wimmeru 1853, 1863, Wichuri 1854, Busneru 1887, 1909, 1940, Nilssonu 1918, 1928, 1930, 1937, 1954, Nazorovu 1926 (prema Skvortsovou 1968), Ragoneze-Albertiju (1958), Krstiniću (1967, 1968) i drugim autorima proizlazi, da je spontana hibridizacija jedan od glavnih uzroka spomenutoga genetskog polimorfizma kod vrba. Wichura (Skvortsov 1968) je — što se tiče masovnosti i značenja međuvrsne hibridizacije kod vrba — pokazao izvjesnu suzdržljivost. On smatra da su pojedine kombinacije križanja teške, te da je frekvencija međuvrsnih hibrida u pojedinim slučajima vrlo malena, čak 1 : 50.000 (npr. *S. triandra* × *S. viminalis*). Isto tako citirani autor smatra, da je kod tri- i tetraspecijes hibrida vrlo teško po vanjskim oznakama utvrditi, da se radi o hibridima. Prema istom autoru mnogi međuvrsni hibridi odlikuju se manjom sposobnosti preživljavanja od roditeljskih vrsta, što znači da je njihova adaptacijska sposobnost u mnogim slučajima manja pa, prema tome, hibridi u prirodi nemaju velikih izgleda za preživljavanje.

Velika većina autora se slaže, da u prirodi postoji masovna hibridizacija između bijele vrbe (*S. alba* L.) i krhke vrbe (*S. fragilis*) (Skvortsov 1968). Na mnogim terenima u blizini prirodnih populacija bijele vrbe, gdje je intervencija čovjeka bila prisutna, dolazi do pojave masovne hibridizacije između spomenutih vrsta, što onda rezultira u hibridne rojeve odnosno introgresiju (Krstinić 1967).

Dva su osnovna načina proučavanja genetske varijabilnosti neke vrste, i to:

1. proučavanje varijabiliteta na licu mjesta u dobro očuvanim prirodnim populacijama s ciljem, da se prouči varijabilnost vrste odnosno jednoga njezina dijela u geografski ograničenom području;

2. putem testova potomstva i klonskih testova planiranih na principu biometrike.

U ovom radu raspravljat ćemo o rezultatima istraživanja, dobivenih po drugoj metodi koja se više primjenjuje, jer je mnogo egzaktnija od prve, budući da se u našem slučaju ispituju različiti genotipovi pod istim uvjetima, pa se može na egzaktan način razgraničiti nasljedna od nenasljedne varijabilnosti te kvantificirati dijelove sveukupne varijabilnosti, koji se odnose na genotipsku i okolišnu.

Potomstva, dobivena kontroliranim hibridizacijom iz mnogih kombinacija križanja kao i klonovi, selekcionirani na širem području rasprostranjenja bijele vrbe u Jugoslaviji uzgajali su se odnosno reproducirali na jednom mjestu, ali su testirani na onim lokalitetima, za koje smo smatrali da dolaze u obzir za njihov uzgoj.

Svojstva koja su bila predmet izučavanja ovog rada su visine i promjeri, dakle varijable koje određuju volumen stabla odnosno bujnost rasta, te pravnost debla. Varijabilnost spomenutih kvantitativnih svojstava izučavala se na uzgojenim unutarvrsnim i međuvrsnim hibridnim familijama bijele i krhke vrbe i na klonskom materijalu u rasadniku te u planiranim testovima familija i klonskim testovima na terenu. Kontrolirana hibridizacija obavljena je u vrtu Katedre za šumarsku genetiku

i dendrologiju Šumarskog fakulteta u Zagrebu, gdje su proizvedene hibridne familije i uzgajane do starosti od 2 godine. Klonski materijal starosti 2/2 i 2/3 uzgojen je u rasadniku Šumarije Velika Gorica i rasadniku Instituta za šumarstvo Jastrebarsko. Računat je i stupanj nasljednosti u širem smislu za spomenuta kvantitativna svojstva iz klonskih testova. Posebnu pažnju obratili smo i problemu interakcije genotip  $\times$  okolina, odnosno problemu fenotipske stabilnosti. Smatramo da se po informaciji o varijabilnosti u malatima (mladićima) bijele vrbe može stići određena slika o genetskoj konstituciji odraslih populacija. Zbog toga smo izučavali i varijabilitet boja jednogodišnjih izbojaka te pravnost debla i visinu u dvogodišnjim malatima bijele vrbe s područja Drave, Dunava i Tise. Samo dobro poznavanje genetske varijabilnosti u prirodnim populacijama pomoći će nam, da novoselekcionirani klon posjeduje prilagodbene sposobnosti te da realiziramo genetsko poboljšanje, dobiveno selekcijom odnosno oplemenjivanjem. Bolje poznavanje adaptabilnosti drvenastih vrsta na specifične stanišne prilike doprinijet će i boljem korištenju šumske površine (Gill 1970).

Proučavan je i odnos između visina hibridnih familija i oblika debla, između vrijednosti oblika debla u različitim stadijima ontogeneze, između vrijednosti oblika debla dobivenih po različitim metodama procjene te odnos i zavisnost oblika debla i fototropizma. U radu je također obrađena cvatnja i plodonošenje, tehnika kontrolirane hibridizacije, uzgoj biljaka iz sjemena, varijabilnost i nasljeđivanje veličine rasplodnih organa kao i problem determinacije hibridnih biljaka u rasadniku.

Ovdje još moramo naglasiti, da su stablaste vrbe vrlo pogodan objekt za istraživanje genetske varijabilnosti kvantitativnih svojstava, i to iz slijedećih razloga:

1. rod *Salix* ima mnogo vrsta, koje se relativno lako križaju, a to vrijedi čak i za vrste koje pripadaju udaljenim sekocijama;
2. velika unutarvrsna i međuvrsna varijabilnost;
3. diecičnost;
4. rana, obilna, redovita cvatnja i produkcija sjemena;
5. lakoća kontroliranoga generativnog razmnožavanja;
6. lakoća vegetativnog razmnožanja.

U eksperimentima je fiksiran obilan biološki materijal, iz kojega se može selekcionirati veći broj klonova za svaki određeni tip staništa. Selekcijom većeg broja klonova za svako pojedino stanište sačuvat ćemo dovoljno bogat fond genotipova, koji će se dobro prilagoditi određenom ekosistemu. Takvom selekcijom i uzgojem smjesa klonova imat ćemo maksimalnu fleksibilnost na eventualne promjene ekoloških činilaca te manju fenotipsku varijabilnost u odnosu na monoklonske kulture (Tigerstedt 1974). Selekcija klonova na specifična staništa kod *Populus deltoides* pokazala se više uspješnom od selekcije klonova, kod kojih se traži široka adaptabilnost (Randall i Cooper 1973), pa smatramo da smo ispravno postupili što smo i kod bijele vrbe krenuli putem, koji osigurava uspješnu selekciju klonova bijele vrbe, dobro prilagođen specifičnim stanišnim prilikama.

Cilj naših eksperimenta jest da se utvrdi: kakve su perspektive oplemenjivanja naših autohtonih stablastih vrba unutarvrsnom i međuvrsnom hibridizacijom s obzirom na bujnost rasta i oblik debla, kakva je veličina variranja spomenutih svojstava unutar i između pojedinih familija, kakav je stupanj genetske kontrole tih svojstava te kako utječe promjena okoline na fenotipsku stabilnost istraživanih svojstava.

Oplemenjivanje unutarvrsnom i međuvrsnom hibridizacijom pokazalo se kao uspješna metoda za povećanje produktivnosti kod mnogih vrsta šumskog drveća (Righter 1962, Nilsson 1963, Rohmeder 1963, Vidaković 1963, Gustafsson i Mergen 1964, Wright 1964, Vidaković 1967, Sree 1969, Vaclav 1969, Van Buijtenen 1970, Barrett Rial Alberti 1972, Zsuffa 1973, Vidaković et al. 1973). Prema Allardu i Bradshawu (1964) hibridi kraftad pokazuju široki stupanj adaptabilnosti, daju malu interakciju genotip  $\times$  okolina, a u mnogim slučajima pokazuju veću otpornost na patogene mikroorganizme nego roditeljske vrste.

Varijabilnost i nasljednost pravnosti debla kod različitih vrsta šumskog drveća istraživali su: Fischer (1953) kod ariša, Perry (1960) kod *Pinus taeda*, Ehrenberg (1963) kod *Pinus sylvestris*, Shelbourne (1963) za *Pinus khasya*, Goddard i Strickland (1964) za *Pinus taeda*, Žufa (1964) za *Populus nigra* te Vidaković i Ahsan (1970) za *Dalbergia sissoo*, Schelbourne (1969) za južne borove u SAD, Dyson (1969) za neke vrste iz roda *Cupressus*, Žufa (1969) za *Populus nigra*, Magini (1969) za *Pinus pinaster*, Gračan (1972) za *Larix decidua*.

Literaturni podaci o interakciji genotip  $\times$  okolina kod šumskog drveća nisu tako mnogobrojni (Squillace 1970, Ledig 1970, Randal i Mohn 1969), pa smo se u našim istraživanjima koristili i literaturom koja tretira taj problem kod poljoprivrednog bilja (Knight 1970, 1973).

## 2. TAKSONOMSKA PRIPADNOST BIJELE I KRHKHE VRBE — TAXONOMIC BELONGING OF WHITE AND CRACK WILLOWS

Porodicu *Salicaceae* čine tri roda: *Populus*, *Chosenia* i *Salix*. Rod *Salix* sadrži nekoliko stotina vrsta, formi i hibrida. Vrste spomenutog roda velikim dijelom pridolaze u sjevernoj hemisferi, dok ih mali broj prirodno dolazi u sjevernoj Africi i južnoj Americi. Prema listovima te karakteristikama vegetativnih i rasplodnih organa podijeljen je u slijedeće podrodove (prema Skvortsovou 1968):

1. *Salix*
2. *Chamoetia*
3. *Vetrix*

U dalnjem izlaganju osvrnut ćemo se detaljnije samo na podrod *Salix* te sekiju *Salix*, kojima pripadaju naše autohtone stablaste vrste vrba: *Salix alba* L. i *Salix fragilis* L.

Podrod *Salix* obuhvaća slijedeće sekcije:

Sect. I. <i>Humboldtiana</i> Typus: <i>Salix humboldtiana</i> Willd.	Sect. IV. <i>Pentandrae</i> Typus: <i>Salix pentandra</i> L.
Sect. II. <i>Amygdalinae</i> Typus: <i>Salix triandra</i> L.	Sect. V. <i>Salix</i> Typus: <i>Salix alba</i> L.
Sect. III. <i>Urbanianae</i> Typus: <i>Salix cardiophylla</i> Trantv. et May	Sect. VI. <i>Subalbae</i> Typus: <i>Salix pierottii</i> Mig.

Sect. V. *Salix* osim naših autohtonih stablastih vrba *Salix alba* L. i *Salix fragilis* L. pripadaju i *Salix excelsa* Gmelin. Vrste te sekcije rastu kao srednje visoka ili visoka stabla. Kora starih stabala je grubo uzdužno ispučana. Cvjetni pupovi su po vanjskom izgledu slični vegetativnim. Listovi su lancetasti, oštrosašljeni, po rubovima fino nazubljeni, nisu zasmoljeni. Pricvjetni listovi su blijedi, bez žljezda, kod ženskih cvjetova otpadaju poslije cvjetanja. Muški cvjetovi imaju dva nektarija, a ženski obično po jedan nektarij. Prašnika su dva. Kod vrsta te sekcije ponekad se susreću primjeri s povećanim brojem prašnika (4—8) i to najčešće kod *S. alba* i *S. fragilis*. Povećan broj prašnika treba u tom slučaju promatrati kao atavizam, koji govori o genetskoj bliskosti sekcije *Salix* i *Pentandrae*. Tobolac stoji na kratkoj stapci, gol je, srednje veličine, njuška je otklonjena, dvodjelna.

*Salix alba* L. To je krupno drvo nizinskih šuma, dostiže visinu od 30 m, a promjer debla i više od 1 m. Od prirode najčešće pridolazi na obalama i u dolinama rijeka na pjeskovitom i pjeskovito-ilovastom nanosu. U južnom kraju svog areala tvori velike, na kilometre duge populacije, a pridolazi i uz manje vodotoke, dok se na sjeveru svog areala javlja samo na obalama velikih rijeka.

Prirodni areal bijele vrbe (*S. alba* L.) proteže se velikim dijelom preko evropsko-azijskog masiva: od Britanskih otoka (bez Škotske), Francuske i Španjolske, preko južne Skandinavije sve do zapadnog Sibira, Male Azije, Palestine te dijela sjeverne Afrike. Javlja se također i na velikim otocima Sredozemnog mora. U južnim Alpama pridolazi do visine od 1300 m, u Atlas-gorju do 2400 m te u Tatrama do oko 880 m. Zbog uzgoja u kulturama i plantažama ta je vrsta proširena u mnogim zemljama izvan svoga prirodnog areala. Prema Krüssmannu (1962), Aniću (1948) i Ivanoviću (1967) mladi izbojci bijele vrbe na vrhu malo vise, boja im je maslinasto-smeda, u mladosti su pustenasti. Listovi su 6—10 cm dugi, sašljeni, u sredini najširi (oko 1,5 cm), na početku s obje strane, a kasnije samo s donje strane bijeli, pokriveni svilenim dlačicama koje leže paralelno s glavnim nervom. Listovi su fino, žljezdasto napoljenog ruba. Palistići su lancetasti. Cvatovi su 4—6 cm dugi, prašnika su dva, tobolac sjedi, čunjastog je oblika i gol. Ženske mace su dulje od muških. Muški cvjetovi imaju dva, a ženski jedan nektarij.

Prema navodima *Skvortsova* (1968) bijela vrba je vrlo postojana vrsta. Primjeri »čiste« bijele vrbe iz Alžira potpuno su slični onim primjercima koji rastu na obalama Volge. U tom pogledu moramo ispustiti lokalne rase kao npr. *ssp. micans* sa širokim, intenzivno srebrnasto pustenastim listovima. Isto tako, u »čistu« bijelu vrbu se ne može ubrojiti ona s područja Male Azije i Srednje Evrope, budući da je morfološki nešto promijenjena uslijed masovne hibridizacije sa *S. excelsa* S. G. Gmelin, odnosno sa *S. fragilis* L. Prema navodima istog autora bijela vrba se javlja kao čista u populacijama, na koje nije utjecao čovjek, dok naprotiv u onim populacijama (sastojinama) gdje je čovjek obavljao zahvate dolazi do česte hibridizacije sa *S. fragilis* L. zbog čega se bijela vrba morfološki mijenja.

Postoji čitav niz kulturnih formi bijele vrbe, koje se uzgajaju u hortikulturne vrhe. Najpoznatija je forma s jarkožutom bojom izbojaka i grana *S. alba* var. *vitellina* (L.) Ser. (1815). Taj varijetet se također javlja i u varijanti s visetim granama »*vitellina pendula*« = *S. chrysocoma* Dode. U hortikultурne vrhe isto tako se koristi forma bijele vrbe s jarkocrvenom bojom izbojaka »var. *brizensis*, var. *coccinea*«.

Važan varijetet bijele vrbe koji se uzgaja u Evropi zbog produkcije drvene mase je *S. alba* »*calva*« (syn. = var. *coerulea* Sm. Koch), koja se odlikuje dobrim rastom, pravnim deblom te uskom krošnjom. Taj varijetet bijele vrbe kultivira se u Engleskoj od 1804. godine, gdje je poznat pod imenom »cricket willow«, jer se iz drva toga kultivara izrađuju štapovi za kriket. Prema izvještaju Internacionalne komisije za topoli u Engleskoj se godišnje izrađuje oko 250.000 štapova iz oko 20.000 m<sup>3</sup> vrbovine (Weber 1974). Taj kultivar je kasnije prenesen u Argentinu, gdje je hibridizacijom s domaćom vrstom *S. humboldtiana* dao vrijedne kultivare, poznate pod skupnim nazivom *S. × argentinensis*.

Kao kultivari u zapadnoj Evropi (Njemačka, Holandija) poznati su »*chermeresina*«, »*sericea*«, »*Limpde*« i »*Belders*« (Koster 1967). U literaturi je opisan i varijetet bijele vrbe, koji se odlikuje piramidalnom krošnjom *S. alba* var. *pyramidalis* Wrabl. (Lattke 1966).

Bijela vrba se lako križa sa srodnim vrstama, pa su tako u literaturi poznati hibridi, dobiveni spontano u prirodi ili pak kontroliranom hibridizacijom. Opisani su sljedeći hibridi: *S. × rubens* Schrank (*S. alba* × *S. fragilis*), syn. *S. excelsior* Host; *S. russeliana* Koch-Willd. non Sm.; *S. viridis* Fries-Anderss. U literaturi su također opisani i hibridi bijele vrbe kao i bademaste vrbe *S. × undulata* Ehrh., syn. *S. × lanceolata* Wimm. (*S. alba* × *S. triandra*), zatim hibridi bijele i tužne vrbe *S. × salamoni* (= *S. alba* × *S. babylonica*), syn. *S. × sepulcralis* Simon K.), hibridi između bijele i lovor vrbe *S. × ehrhartiana* Sm. (= *S. alba* × *S. pentandra*), hibridi između žute i krhke vrbe *S. × basfordiana* (*S. alba* var. *vitellina* × *S. fragilis*) te žute i tužne vrbe *S. chrysocoma* Dode (*S. alba* var. *vitellina* × *S. babylonica*).

Opisan je također i jedan trispecijes hibrid i to bijele, krhke i lovor vrbe (*S. alba* × *S. fragilis* × *S. pentandra*).

*S. excelsa* S. G. Gmelin, syn. *S. oxica* Dode. Raste kao visoko drvo na obalama rijeka i rukavaca, tj. na sličnim staništima kao i bijela vrba. Areal kultura navedene vrste ne poklapa se s prirodnim arealom. Pretpostavlja se, da prirodno pridolazi u Iranu, Afganistanu i u pojedinim rajonima srednje Azije (Turkestan, Buhara). Ta vrsta uzgaja se u kulturama Izraela, Sirije, te na području Kašmira (Skvortsov 1968).

Na Elbrusu pridolazi do visine od 2500 m, a na području srednje Azije do 2000 m. Spomenuta vrsta ima izbojke crvenosmeđe boje, gole, u mladosti dlakave. Listovi su joj lancetasti, 10—15 cm dugi, nazubljeni, na bazi klinasti, s gornje strane svijetlozeleni, a s donje strane plavosivi. Tobolac je gol, na kratkoj stupci. Pricvjetni listići su lancetasti.

*S. fragilis* L. Ta vrsta raste kao drvo srednje veličine, 15—18 m visoko. Od prirode dolazi na obalama brdskih rijeka u sjevernom dijelu Male Azije i gorja Armenije. Smatra se, da je ta endemična maloazijiska vrsta dospjela u Evropu u srednjem vijeku, gdje se dalje širila pretežno vegetativnim putem (grane se lako otkidaju i zakorjenjuju). Masovno hibridizira s bijelom vrbom (*S. alba* L.), što je po mišljenju mnogih istraživača razlog, da se »čista« krhka vrba u Evropi susreće rjeđe nego njezini hibridi s bijelom vrbom (Skvortsov 1968). Prema mišljenju Skvortsova u opisu flore Engleske, Pirineja te Balkanskog poluotoka pod opisom vrste *S. fragilis* treba često puta podrazumijevati njezine hibride s bijelom vrbom. Ovdje je važno spomenuti, da se spomenuta vrsta ne javlja u onim populacijama, gdje čovjek nije obavljao zahvate, a gdje prirodno dolazi bijela vrba.

Rasprostranjena je u cijeloj Evropi izuzevši jug Pirinejskoga i Balkanskog poluotoka. U Skandinaviji dolazi do  $65^{\circ}$  s. š., a u Finskoj se javlja samo u blizini Fin-skog zaljeva. Sjeverna granica u SSSR ide linijom Karel'skij—Gor'kij—Kujbyšev—Saratov pa se spušta do Rostova na Donu, uz rijeke Dnjepar i Dnjestar. Nalazimo je još na Uralu, Krimu i sjevernom Kazahstanu. Na Karpatima i Alpama dolazi do 800—1100 m n.v.

Od navedene vrste u literaturi je opisana hortikulturna forma var. *sphaerica* Hrvnjewicki 1933.

Prema Krüssmannu (1962) krhka vrba ima slijedeće morfološke karakteristike: krošnja joj je čunjasta, grane uspravljene, izbojci žućastosmedi, glatki, sjajni, lako se otkidaju. Listovi su dugoljasti, lancetasti, 5—15 cm dugi, zašiljeni, žljezdasto napiljeni, na bazi klinoliki, s gornje strane tamnozeleni, ispod svijetlozeleni ili nešto plavkasti, ispočetka pustenasti, ali brzo ogole. Palistići su polusrcoliki, napiljeni, brzo otpadaju. Tobolci su čunjasti, pustenasti, sjede, muški cvatovi su 3—4, a ženski 3—6 cm dugi, prašnika su 2 (—4), donji kraj prašnika stapke je dlakav.

### 3. MATERIJAL I METODE — MATERIALS AND METHODS

#### 3.1 Opis vrsta koje su korištene kod međuvrsne hibridizacije — Description of species used in interspecific hybridization

U 2. poglavlju dan je detaljan opis naših autohtonih stablastih vrba (*Salix alba* L. i *Salix fragilis* L.), pa bismo se u ovom poglavlju osvrnuli samo na strane stabla-ste vrste vrba, koje su se koristile kao jedan od partnera kod međuvrsne hibridizacije s bijelom i krhkrom vrhom.

*S. matsudana* Koidz. Raste kao manje do 12 m visoko drvo na području sjeverne Kine, zatim u Manduriji i Koreji. Grane na stablu stoje uspravno ili vise; izbojci su žućasti do maslinastozeleni. Listovi su uski, lancetasti, 5—8 cm dugi, s jako izraženim zašiljenim vrhom, žljezdasto napiljeni, na bazi zaobljeni do klinasti, ispočetka s donje strane fino dlakavi, kasnije ogole; palistići su lancetasti; rese sa muškim cvjetovima su do 12 mm duge. Ženski cvjetovi imaju 2 nektarija. Tobolac nema stapku i gol je.

Od te vrste u literaturi su opisane slijedeće forme:

»*Pendula*« koja se odlikuje visećim granama. Klon koji smo koristili u rado-vima na međuvrsnoj hibridizaciji s bijelom vrbom i krhkrom vrbom ima također vi-seće grane, iako smo ga dobili pod imenom *S. matsudana* pa pretpostavljamo, da se u tom slučaju radi o *S. matsudana* f. *pendula*.

»*Tortuosa*« koja se odlikuje usukanim (tortuoznim) izbojcima i listovima, te »*umbraculifera*« koja se odlikuje zaobljenom, kuglastom krošnjom.

*S. humboldtiana* Willd. Raste kao drvo srednje veličine u prašumama slijova velikih rijeka Južne Amerike. Ima više-manje pravno deblo te uspravne grane, lišće je lancetasto, kora na starim stablima puca u uzdužnim trakama, cvjetni pupovi se ne razlikuju od lisnih, žljeze na peteljkama listova su slabo razvijene, pricvjetni listovi su sitni, pokriveni dlačicama. Kod ženskih cvjetova brzo otpadaju. Muški cvjetovi su s dvije nektarije, a ženski imaju samo jednu koja je kratka i široka; broj prašnika se kreće od 3—10. Tobolac stoji na dršci, jajastog je oblika. Njuška tučka je malena, dvodjelna.

Navedena se vrsta kultivira u Argentini već više od 50 godina zbog proizvodnje drva u industrijske svrhe. Spontanim krijanjem *S. humboldtiana* s introduciranim stablastim vrbama evropskoga i azijskog porijekla (*S. alba* var. *calva* i *S. babylonica*) nastao je velik broj hibrida triploida, koji se odlikuje bujnijim rastom od *S. humboldtiana*. Selekcionim i vegetativnim razmnažanjem najproduktivnijih hibrida dobi-ven je izvjestan broj vrijednih kultivara, koji su u literaturi poznati pod skupnim nazivom *S. × argentinensis* i *S. × eurasiamericana*.

*S. amygdaloïdes* Anderss. Raste kao omanje stablo, koje rijede dostiže visinu do 20 m u zapadnom i sjevernom području SAD. Odlikuje se povinutim granama. Na starim stablima kora se ljušti uzdužno u obliku traka, izbojci su crvenosmedi, goli i sjajni. Listovi su lancetasti, 8—12 cm dugi, na bazi zaobljeni do klinoliki, u mladosti su s donje strane dlakavi, ali kasnije ogole, peteljke listova su 6—15 mm duge. Rese

Tab. 1. Podaci o korištenim roditeljskim stablima kod unutarvrsne i međuvrsne hibridizacije — Data on parent trees used in intraspecific and interspecific hybridizations

Tek. br. No.	Kombinacija križanja Crossing combination	Godina hibridizacije Year of hybridization	Majke Mothers	Očevi Fathers	Populacija — zemlja iz koje potječu Population — country of origin of	
					majke — Mothers	očevi — Fathers
1	2	3	4	5	6	7
1	<i>S. fragilis</i> x <i>S. fragilis</i>	1965	Mp.1	br. II	Zagreb—Maksimir	Zagreb—Maksimir
		1966	"	"	"	"
		1967	"	br. IV	"	"
		1968	"	br. I	"	"
2	<i>S. fragilis</i> x <i>S. alba</i>	1964	Mp.1	MB14	"	Vinkovci—Spačva
		1967	"	MB25	"	Đurđ.—Limbuš
		1968	"	V95, V100	"	Zagreb—Maksimir
3	<i>S. alba</i> x <i>S. fragilis</i>	1965	MB368	MB13	Prelog	Đurđevac—Crni Jarci
		1967	MB368, V40;	IV, II	Prelog—Lipovljani	Zagreb—Maksimir
		1968	MB1	III, V, I	Đurđevac	"
		1968	MB368	IV	Prelog	"
		1969	"	II	"	"
4	<i>S. alba</i> x <i>S. alba</i>	1967	MB386, MB1 V40	76/65, V95, VI	Prelog, Đurđevac Lipovljani	Rumunjska, Zagreb
		1968	V40, MB368	V100	"	Zagreb
		1969	MB368	V100	Prelog	"
5	<i>S. alba</i> x ( <i>S. x viridis</i> )	1965	MB368	MB22	Prelog	Đurđ.—Limbuš
6	<i>S. fragilis</i> x <i>S. alba</i> var. <i>vitellina</i>	1967	Mp.1	VII	Zagreb	Zagreb

1	2	3	4	5	6	7
7	( <i>S. alba</i> x <i>S. a. var. vitell.</i> ) x <i>S. alba</i>	1966 1967 1968	MB15 " " " " "	V95 " " " " "	Đurdevac—Crni Jarci " " " " "	Zagreb " " " "
8	<i>S. alba</i> x <i>S. a. var. vitellina</i>	1967 1968	V40 MB	VII VII	Lipovljani Prelog	Zagreb "
9	( <i>S. alba</i> x <i>S. a. var. vit.</i> ) x <i>S. alba</i> var. <i>vitellina</i>	1967	MB15	VII	Đurdevac—Crni Jarci	Zagreb
10	<i>S. alba</i> x <i>S. sitchensis</i>	1968	MB1	V14	Đurdevac—Crni Jarci	Danska (SAD)
11	<i>S. alba</i> var. <i>calva</i> x <i>S. alba</i>	1968	<i>S. a. c.</i>	V95	Englëska	Zagreb
12	<i>S. matsudana</i> x <i>S. fragilis</i>	1967 1968	<i>S. mats.</i> " "	I II	Danska (Kina) "	Zagreb "
13	<i>S. matsudana</i> x <i>S. alba</i>	1967 1968	<i>S. mats.</i> " "	V95 VI, V100	Danska (Kina) "	Zagreb "
14	<i>S. matsudana</i> tort. x <i>S. alba</i>	1967	<i>S. m. t.</i>	V95	Kina	Zagreb
15	<i>S. humboldtiana</i> x <i>S. alba</i>	1967	<i>S. hum.</i>	V95	Argentina	Zagreb
16	( <i>S. alba</i> x <i>S. a. var. vit.</i> ) x <i>S. sitchensis</i>	1968	MB15	V14	Đurdevac—Crni Jarci	Danska (SAD)
17	<i>S. amygdaloïdes</i> x <i>S. alba</i>	1969	<i>S. amy.</i>	V100	Kanada	Zagreb

s muškim cvjetovima su 3—5 cm duge, a sa ženskim cvjetovima 4—10 cm, broj prašnika se kreće od 5—9. Stapka tobolca je duga koliko i tobolac. Cvjeta za vrijeme listanja.

*S. sitchensis* Bong. Raste kao veći grm ili omanje stablo do 10 m visine u zapadnom i sjevernom području SAD. Izbojci su ispočetka pustenasti, ali u drugoj godini ogole te postaju smeđe do narandaste boje. Listovi su dugoljni, jajasti, 5—12 cm dugi, malo zašiljeni, cijelog ruba ili pak žljezdasto nazubljeni, ispočetka na obje strane dlakavi, kasnije ogole samo s gornje strane, a s donje postaju sjajno pustenasti, peteljka je do 1 cm duga. Muški cvjetovi imaju 1—2 prašnika, tobolac ima kratku stapku i pokriven je kratkim dlakama. Cvjeta prije listanja. U našim uvjetima cvjeta vrlo rano, a cvatnja joj se poklapa sa *S. caprea*, pa je tako ranija od svih autohtonih stablastih vrba. Rese se pojavljuju na kratkim izbojcima. Cvjetovi najprije sazrijevaju na vrhu rese, a zatim sazrijevanje napreduje prema bazi rese.

### 3.2 Opis roditeljskih stabala — Description of parent trees

Kao roditeljska stabla u radovima na kontroliranoj hibridizaciji koristili smo plus-stabla, normalna stabla, a u nekim slučajima i minus stabla. Plus-stabla bijele vrbe uzimali smo u većini slučaja kao majčinska stabla, a u manjem obimu kao muške roditelje. Naprotiv, normalna stabla te minus-stabla krhke vrbe koristili smo u većini slučaja kao muške roditelje. Razlog tome je u činjenici, što je čista krhka vrba u našim populacijama vrlo rijetka (kao što smo već rekli, najčešći su njezini hibridi s bijelom vrbom) te što je od bijele vrbe teško istrusiti polen u vodenim kulturnama, ukoliko se cvjetne grane ne uberu neposredno pred zrenje polena na dubičem stablu. Zbog toga razloga koristili smo kao muške roditelje samo ona stabla, koja su rasla u neposrednoj blizini mjesta rada, a to su samonikli primjeri krhke vrbe uz potok Bliznec (Maksimir) te vegetativno razmnožena plus-stabla u vrtu Katedre. U radovima na kontroliranoj hibridizaciji također smo nastojali obuhvatiti što veći dio prirodnog varijabiliteta bijele vrbe, pa smo u tu svrhu kao roditeljska stabla uzimali predstavnike naših prirodnih populacija i subpopulacija uz rijeke Dravu i Savu. Također smo nastojali, u zavisnosti o raspoloživom materijalu, uključiti u eksperimente i neke strane stablaste vrste vrba, kako bismo tima praktičnim eksperimentima provjerili opravdanost oplemenjivanja putem međuvrsne hibridizacije autohtonih stablastih vrsta s alohtonim. Tako proizvedeni hibridi testirani su zajedno s unutarvrsnim i međuvrsnim hibridima naših autohtonih stablastih vrba u terenskim eksperimentima.

U Tab. 1 (v. str. 112—113) dani su podaci o provedenim kombinacijama križanja u vremenskom razdoblju 1964—1969.

Osim navedenih roditeljskih stabala, selekcija kojih je provedena u prirodnim populacijama bijele i krhke vrbe zbog izučavanja problema naslijedivanja krvudavosti i pravnosti debla kod stablastih vrsta vrba, uzimali smo također i pojedinačna stabla umjetno proizvedenih hibrida  $F_1$  generacije muškoga i ženskog spola te močvarna stabla, koja su dobivena hibridizacijom *S. matsudana tortuosa* V 157 sa *S. alba* V 95.

Kod selekcije plus stabala u našim prirodnim populacijama bijele vrbe glavnu smo pažnju obraćali na rast, pravnost debla, čistoću debla od grana te kut insercije grana.

### 3.3 Kontrolirana hibridizacija — Controlled hybridization

S umjetnom hibridizacijom bijele i krhke vrbe započeli smo metodom vodenih kultura prema Wettsteinu (1929), Ragoneze-Albertiju (1958), Wagner-Ortmannu (1960), Weberu (1963). Metoda vodenih kultura pretpostavlja staklenik, u kojem se može kontrolirati zračna vлага i temperatura. Kako naša Katedra odnosno naš Fakultet ne raspolaže prikladnim staklenikom, bili smo prisiljeni koristiti spomenutu metodu u sobnim uvjetima uz centralno grijanje. Orientacijski pokusi postavljeni su 1964. god. i to s cvjetnim granama od muških i ženskih stabala. Posude s vodom, u koje smo stavljali cvjetne granе, pokrivali smo tamnim fotopapirom, kako bismo na taj način sprječili razvijanje algi. Isto tako smo svakodnevno obavljali prikraćivanje cvjetnih grana za oko 0,5 cm da sprječimo začepljivanje provodnih elemenata alga-

ma i gljivama. Vodovodnu vodu u posudama mijenjali smo svakodnevno. Smatrali smo da je to osobito važno s razloga, što su kod vrba cvjetni pupovi smješteni na tankim jednogodišnjim, često puta nepotpuno odrvenjenim izbojcima, koji imaju i manju količinu provodnih elemenata, no usto su i malih dimenzija (Žufa 1967), a vrijeme od razvoja cvjetova do sazrijevanja sjemena relativno je dugo (nekad i više od 50 dana).

Istovremeno s ispitivanjem podobnosti upotrebe *Wettsteinove* metode u našim uvjetima istraživali smo također i djelotvornost kontrolirane hibridizacije na cijepljennim granama metodom boce (*bottle-grafting method*), također u sobnim uvjetima. Cijepljene je obavljeno na jednogodišnjim podlogama bijele vrbe (*Salix alba* L.), koje smo nekoliko dana prije samog cijepljenja zalijevali mlakom vodom, budući da smo cijepili za vrijeme vegetacijskog mirovanja. Cijepljen je jedan klon krhke vrbe Mp. 1 te dva klena bijele vrbe MB 370 i MB 371.

Metodom vodenih kultura u sobnim uvjetima uz centralno grijanje (temp. 25—30 °C, relativna vlažnost zraka niska) sakupili smo dovoljne količine polena za kontroliranu hibridizaciju. Kod toga se krhka vrba pokazala manje osjetljivom na sobne uvjete od bijele vrbe. Da bi se polen mogao ubrati i s cvjetnih grana iz vodenih kultura bijele vrbe, utvrđili smo da je potrebno ubrati cvjetne grane s dubećeg stabla neposredno prije početka trušenja polena. Po našem mišljenju glavni razlog, da smo ipak pomoću metode vodenih kultura uspjeli u našim uvjetima istrusiti polen i od bijele vrbe je u činjenici, što je vremensko razdoblje od momenta stavljanja cvjetnih grana u vodene kulture do početka trušenja polena relativno kratko i iznosi 7—16 dana.

Metodom vodenih kultura u sobnim uvjetima nismo uspjeli dobiti fertilno sjeme. Naime, rese se razvijaju normalno samo do momenta oplodnje, a zatim počinju naglo žutjeti te nakon toga otpadaju. Ta metoda pokazala se nepodesnom i po mišljenju drugih istraživača (Žufa 1967) u slučajima, kada se radi o cvjetnim granama sa ženskim cvatovima.

Kontroliranom hibridizacijom na cijepljennim cvjetnim granama (ablaktacija pomoću boce) uspjeli smo dobiti fertilno sjeme, ali u maloj količini. Na cijepljenoj grani *S. fragilis* Mp. 1 opršavanjem s polenom plus-stabla *S. alba* L. MB 14 uzgojili smo 9 biljaka međuvrsnih hibrida. Hibridizacijom na cijepljennim granama bijele vrbe nismo uspjeli dobiti fertilno sjeme.

Zbog navedenih poteškoća kod kontrolirane hibridizacije bili smo prisiljeni koristiti kao ženske roditelje dubeća stabla, dok smo za dobivanje polena koristili vodene kulture. Hibridizacija na dubećim stablima pokazala se djelotvornom. Kao dubeća stabla izabrali smo odrasla stabla iz sjemena ili reznica, ili pak dobivena cijepljnjem te uzgojena na otvorenom. Izolaciju ženskih cvjetova na dubećim stablima obavljali smo pomoću pergamentnih vrećica.

Korištenjem opisanih metoda kod kontrolirane hibridizacije mogu se praktički dobiti neograničene količine fertilnog sjemena, bilo da se radi o sjemenu međuvrsnih hibrida bijele vrbe i krhke vrbe, bilo o sjemenu unutarvrsnih hibrida spomenutih vrsta, to više što dubeća stabla, cijepovi ili ožiljenice cvatu obilno i svake godine.

### 3.31 Sazrijevanje, sabiranje i manipulacija s polenom — Pollen ripening, collection and handling

Zbog same grude muških cvjetova te načina oplodnje kod vrba (pretežno entomofilija) mnogo je teže sabrati veće količine polena, potrebnoga za kontroliranu hibridizaciju nego što je to slučaj npr. kod topola. Znači, polena u prašnicama ima relativno malo, a osim toga i teško ispadu iz njih jer je ljepljiv. Kao najpovoljnija metoda sakupljanja polena pokazalo se sakupljanje uz pomoć mekog kista (da se spriječi kidanje antera) i satnog stakla (kao plitice). Polen se lijepi na četku, a zatim se lakim trijanjem o rub satnog stakla trusi i stavlja u epruvetu. Postoje izražene razlike između bijele i krhke vrbe u ljepljivosti polena kao i u mogućnosti sakupljanja dovoljnih količina polena. Krhka vrba je u tom pogledu podobnija vrsta. Isto tako smo zapazili da postoji vrlo jaka varijabilnost i unutar jedne vrste. Velike poteškoće su se pojavile kod nekih klonova bijele vrbe.

Da bi se sakupile dovoljne količine polena za hibridizaciju, potrebno je sabrati relativno velike količine cvjetnih grana. Zbog toga se pokazala praktičnom metoda korištenja dubećih stabala koja rastu u neposrednoj blizini ženskih stabala.

Ragonese-Albertijeva (1958) metoda trušenja polena iz otkinutih muških cvatova ili pojedinačnih prašnika neposredno prije početka trušenja polena na dubećim stablima bila je u našim uvjetima nepodesna jer se prašnice sasuše pa se iz njih ne može istrusiti polen.

Najpodesnije vrijeme za sabiranje cvjetnih grana bijaše za krvku i bijelu vrbu sredina odnosno druga polovina ožujka, što naravno zavisi o klimatskim uvjetima. U tom pogledu mogu biti i relativno velika odstupanja. Tako smo s krvke vrbe (stabla I i IV) u 1964., 1965. i 1967. god. ubrali cvjetne grane 29. 2., 26. 3. i 23. 3., a polen istrusili 16. 3., 27. 3. i 24. 3. Za bijelu vrbu (klon V 95) u 1967. god. ubrali smo cvjetne grane 2. travnja, a istrusili polen već 3. travnja. Za drugi klon bijele vrbe (V 100) polen je ubran u 1968. god. 2. travnja, a 1970. god. 21. travnja. Iz izloženoga se vidi, da kod krvke vrbe muški cvjetovi dozrijevaju ranije nego kod bijele vrbe, te da pomak s obzirom na vrijeme trušenja polena iznosi u prosjeku oko 7 dana, a kreće se od 2—14 dana. Vrijeme, potrebno da se istrusi polen kod krvke vrbe i bijele vrbe, računajući od momenta stavljanja cvjetnih grana u vodene kulture, kreće se od 1—16 dana već prema tome u kojem su stadiju zrelosti cvjetova ubrane grane.

Budući da se polen vrlo rijetko upotrebljava za hibridizaciju odmah nakon sakupljanja, potrebno ga je pohraniti do upotrebe kako bi sačuvao fiziološku i genetsku aktivnost. Polen se čuva u epruvetama, začepljenima vatom u eksikatoru te u frižideru na temperaturi od +3 do +4 °C. Na taj način pohranjeni polen sačuva svoju fiziološku i genetsku aktivnost do godinu dana. S tako tretiranim polenom, starim godinu dana uspjeli smo dobiti dovoljne količine fertilnog sjemena. Prema literaturi (Žufa 1967) klijavost polena, dakle njegova fiziološka aktivnost može se na taj način sačuvati i do 2 godine s time, da se starošću polena klijavost ipak smanjuje.

### 3.32 Receptivnost ženskih cvjetova, vrijeme opršivanja i sazrijevanje sjemena — Receptivity of female flowers, time of pollination and ripening of seeds

Receptivnost, tj. sposobnost ženskih cvjetova da prime i zadrže polen, može se bez većih poteškoća utvrditi pomoću obične lupe. Naiime, na njuški tučaka koji su spremni za oplodnju izlučuje se sekret u obliku sjajnih kapljica. Na tako razvijene ženske cvjetove polen se nanosi pomoću finog kista, kako bi se spriječilo eventualno oštećenje ženskih cvjetova. Sazrijevanje ženskih cvjetova (kao i muških) na jednoj te istoj resi nije istovremeno i obično traje 2—3 dana. Najprije sazrijevaju cvjetovi na bazi rese, a zatim sazrijevanje napreduje prema vrhu rese. Isto tako se ponašaju i muški cvjetovi. Tempo sazrijevanja zavisi o vremenskim prilikama, pa u krajnje nepovoljnijim uvjetima vremenska razlika u sazrijevanju ženskih cvjetova unutar jedne rese može iznositi i do 7 dana. Analogni odnosi su i s obzirom na sazrijevanje resa unutar jednog stabla. Najbrže se razvijaju cvatovi na dugim jednogodišnjim izbojcima, a najkasnije cvatovi na kratkim izbojcima. Zbog navedenih činjenica kod radova na kontroliranoj hibridizaciji bilo je potrebno obavljati višekratno opršivanje unutar jedne rese te unutar jednog stabla. Njuške tučkova su obično 1—2 dana receptivne za polen. Nanošenje polena na njuške tučkova kontrolira se pomoću lupe. Ako je ispravno radeno, njuške tučkova su pod lupom žute. Oplodene rese odnosno tobolce lako je razlikovati od neoplodenih prema boji i veličini. Oplodene rese počinju naglo povećavati dimenzije u duljinu i debljinu. Boja im je intenzivno zelena. Neoplodene rese naprotiv stagniraju u rastu, boja im je žuta te u kasnijoj fazi razvoja otpadaju. Na jednom klonu krvke vrbe 11 dana nakon opršivanja duljina oplodenih resa bila je 6 cm, debljina 6 mm, dok su analogne dimenzije kod neoplodenih resa bile 3 cm odnosno 3 mm.

Vrijeme opršivanja za krvku vrbu u razdoblju od 5 godina varira od 31. ožujka do 7. travnja (najčešće je oko 3. travnja), a za nekoliko klonova bijele vrbe za razdoblje od 1967. do 1970. god. kretalo se od 6. travnja do 26. travnja (najčešće oko 6. travnja). Amplituda variranja unutar klonova za krvku vrbu iznosi 7 dana, a za bijelu vrbu 15 dana. Vrijeme sazrijevanja sjemena kod krvke vrbe varira za razdoblje od 5 godina od 28. 4. do 18. 5. Prosjek se kreće oko 10. svibnja s time, da maksimalna amplituda iznosi 20 dana. Trajanje sazrijevanja sjemena varira od 28—49 dana i iznosi u prosjeku oko 31 dan.

Vrijeme opršivanja za bijelu vrbu kreće se od 6. travnja (1964) do 26. travnja, a najčešće je oko 10. travnja. Maksimalni pomak unutar jednog klena iznosi 18 dana (MB368). Vrijeme sazrijevanja sjemena pada u razdoblje između 8. i 26. svibnja s prosjekom oko 17. svibnja. Vrijeme od opršivanja do sazrijevanja sjemena kreće se od 22—46 dana s prosjekom od oko 31 dan, što je isto kao i kod krhke vrbe. Najveći interval utvrđen je kod klena bijele vrbe (V40) porijeklom s Osman-polja i iznosi 51 dan, a za razdoblje od 3 godine prosjek je 39 dana. U tom pogledu taj klen bijele vrbe najbliži je podunavskim klonovima, za koje se spomenuti vremenski interval kreće od 40—57 dana i iznosi u prosjeku 45 dana (Zufa 1967).

Od vremena opršivanja do prvih znakova oplodnje (povećanje dimenzija tobolaca i resa, intenzivno zelena boja tobolaca) prođe obično 5—6 dana (zavisno o klimatskim prilikama). U prirodnim uvjetima Podunavlja navodi Zufa, da sjeme leti od 23. svibnja do 28. lipnja. U uvjetima Podravine (Prelog, Ferdinandovac) te Posavine (Lipovljani — Osman-polje) početak leta sjemena u 1964. god. bio je 20, 24. i 25. svibnja, pa se prema tome poklapalo s početkom leta sjemena u Podunavlju. Opažanja o vremenu završetka leta sjemena u prirodnim populacijama bijele vrbe na području SR Hrvatske nemamo, no promatrajući razvoj ženskih cvatova u vrijeme ubiranja resa, tobolci kojih su se otvarali, zapazili smo da su u vremenu sazrijevanja bile velike razlike u razvijenosti resa, kako unutar jednog stabla tako i između stabala unutar jedne populacije. Zbog toga pretpostavljamo, da bi se i datumi prestanka leta sjemena za Podunavlje s jedne strane te Posavinu i Podravinu s druge strane mogli također poklopiti.

### 3.33 Veličina rasplodnih organa — Size of reproductive organs

Po vanjskom izgledu cvjetni se pupovi ne mogu razlikovati od lisenih. No, u veljači i ožujku moguća je relativno laka determinacija pupova na temelju presjeka, nesamo u smislu lisenih odnosno cvjetnih nego i u smislu njihova spola. Dovoljno je u tu svrhu napraviti na pupu oštar uzdužni presjek, a zatim se pod povećanjem od 20× (binokularna lupa) lakoćom može odrediti spol dotičnog individua.

Prema literaturi rese su kod bijele vrbe duge od 3—5 cm. Sadrže od 50—70 cvjetova, koji su na osi rese poredani u desnoj spirali. Jedan tobolac sadrži obično do 10 sjemenki (Zufa 1967). Prema Weberu (1974) duljina resa kod bijele vrbe kreće se od 30—40 mm, a sadrže 50—60 pojedinačnih cvjetova. Ženski cvjetovi su oko 2,5—3,5 mm dugi i 0,7 do 1 mm široki.

U našim istraživanjima utvrdili smo, da se duljina resa kod bijele vrbe kreće od 39—57 mm, kod krhke vrbe od 55—88 mm te kod njihovih hibrida od 39—65 mm. Kod *Salix matsudana tortuosa* klon V157 duljina resa je od 13—26 mm, kod hibrida između *S. matsudana tortuosa* V157 i *Salix alba* V95 iznosi 24—42 mm. Duljina resa kod međuvrsnih hibrida istraživanih stablastih vrba nasleđuje se intermediarno, budući da se rasplodni organi kod hibrida s obzirom na svoju duljinu nalaze između analognih vrijednosti roditeljskih vrsta. *S. matsudana tortuosa* V157 prema duljini rasplodnih organa signifikantno se razlikuje od  $F_1$  generacije međuvrsnih hibrida *S. matsudana tortuosa*  $\times$  *S. alba*, bijele vrbe, a  $F_1$  generacija je s obzirom na to svojstvo vrlo varijabilna. Bijela i krhka vrba signifikantno se razlikuje s obzirom na duljinu resa,  $F_1$  generacija se signifikantno ne razlikuje u odnosu na bijelu vrbu već samo u odnosu na krhku vrbu, te se u tom slučaju kao i u slučaju međuvrsnih hibrida bijele vrbe i *S. sitchensis* V14 radi o intermediarnom naslijedivanju duljine rasplodnih organa.

Broj tobolaca u resi zavisi o duljini rese. Kod krhke vrbe kreće se od 100—119, kod  $F_1$  hibrida između krhke vrbe i bijele vrbe iznosi 61—91 te kod bijele vrbe 60—72, ili oko 15 tobolaca po cm duljine rese kod krhke vrbe i  $F_1$  hibrida te 15—20 tobolaca kod bijele vrbe.

Broj sjemenki u tobolcu je najčešće 6, pa se taj podatak ne slaže s navodima literature (Zufa 1967, Weber 1974), prema kojima broj sjemenki po tobolcu iznosi 10 ili 9.

### 3.4 Uzgoj biljaka iz sjemena — Raising of plants from seed

Istraživanjima u vezi s fiziologijom klijanja sjemena i djelotvornošću upotrebe različitih substrata za uzgoj biljaka bayili su se Wagner-Ortmann (1958), Weber (1963), Krstinić (1964), Tompa (Zufa 1967) i dr.

*Tompa* (prema Žufi 1967) smatra, da je početak klijanja sjemena vrlo sličan kao kod topola. Nekoliko sati nakon sjetve u vlažnom substratu nabubri hipokotil, koji izviri kroz mikropilu iz napukle sjemene ljuške. 8–10 sati nakon sjetve razvoj hipokotila dostiže fazu, u kojoj uz pomoć vjenca dlačica prijava uz tlo. U tijeku daljnog razvoja od 1–2 dana on se sve čvršće veže uz tlo, ali se jednim dijelom, na kojem se nalaze i kotiledoni, uspravlja. U tom stadiju kotiledona, tj. 2 dana nakon sjetve biljčice se s lakoćom mogu vidjeti prostim okom (Krstinić 1964). U slijedećoj fazi počinje razvoj korjeničića (radikule). Taj stadij traje pod optimalnim uvjetima (vlaga, temperatura, svjetlo) obično 6–8 dana, kroz koje se vrijeme hipokotil i korjenić znatno izdulje, narastu. Stadij završava pojmom postranih žila. Već u toj fazi razvoja potrebno je da sijanci imaju dovoljno svjetla. U trećem stadiju razvoja klijanac prevraste u biljku.

Potrebitno vrijeme, da sijanci prerastu iz stadija kotiledona u biljku (koja će imati 1–2 para listova) zavisi o temperaturi, vlazi i svjetlu. Ovdje moramo naglasiti, da sijanci od istog roditeljskog para uz iste uvjete trebaju različito vrijeme da prerastu iz stadija kotiledona u biljku, što je i razumljivo s obzirom da se radi o različitim genotipovima. Krstinić (1964) navodi da je 54 dana nakon sjetve bilo 13% biljaka, koje su imale 2–3 para listova, 33% biljaka s 1 parom listova, dok je većina od 54% sijanaca još uvijek bila u stadiju kotiledona. Weber (1963) navodi, da klijanci nakon 6 sedmica postižu visinu od 5 cm, ali na konstantnoj temperaturi od 20–22 °C. Mi smo kroz razdoblje od 10 godina zapazili, da dinamika razvoja sijanaca u mnogome zavisi o temperaturi i svjetlu. Ako se uzme kao najčešći datum sjetve sjemena krhke vrbe 10. svibnja, a najčešći datum presadnje biljaka (kada imaju razvijen najmanje 1 par listova) 2. srpnja, tada je potrebno u prosjeku 53 dana, da sijanci iz stadija kotiledona prijeđe u stadij biljke. Kod bijele vrbe najčešći datum sjetve sjemena je 17. svibnja, a datum presadnje biljaka je 7. srpanj. Prema tome, kod bijele vrbe je potreban 51 dan, da prijeđe iz stadija kotiledona u stadij biljke.

Uz temperaturu i svjetlo potrebno je sijancima u razdoblju od 50 dana osigurati permanentno vlažan substrat. U početnim radovima na kontroliranoj hibridizaciji vlažnost substrata osigurali smo trokratnim dnevnim zalijevanjem vinogradarskom prskalicom, što su prepričivali i spomenuti autori. Kod zalijevanja je potrebno, da prskalica stvara finu maglu kako mlaz vode ne bi oštetio nježne sijance. Budući da je takav način uzgoja biljaka dosta skup jer zahtijeva cijelodnevno angažiranje radne snage, mi smo od 1966. god. razvili i koristili našu vlastitu metodu uzgoja sijanaca stablastih vrba, koja se pokazala jeftinom i vrlo djelotvornom.

Rese se sabiru onaj moment, kada se primijeti da su tobolci počeli pucati i da im se boja mijenja od tamnozelene u svijetlosmeđu. Sabrane rese je najbolje pohraniti u pergamentnu kesu, koja se tijekom dana kada su rese sakupljene te slijedeće noći drži u tamnoj prostoriji. Kroz to vrijeme dok su rese u vrećici, tobolci se još više otvore. Već slijedeći dan ujutro treba obaviti sjetvu sjemena i to omaške zajedno s kunadrom. Još i slijedećeg dana, tj. 2 dana nakon sabiranja resa s dubećeg stabla može se sijati istrušeno sjeme; budući da mu klijavost nije bitno smanjena. Nakon tri dana klijavost jako pada, tako da se sjetva više ne preporuča (Krstinić 1964).

Da bi se sačuvala klijavost sjemena dulje vremena, potrebno je sjeme prije uskladištenja prosvištiti na 10–15% vlage te pohraniti u hladnjak na temperaturu od −4 do −10 °C (Weber 1963).

Kunadra je kod sjemena vrbe vrlo fina (za razliku od topola) pa bitno ne utječe na razvoj klijanaca.

Sjeme smo sijali u salonitne sanduke na supstrat koji se sastoji od potočnog mulja i prosijane zemlje u omjeru 2 : 1 ili 1 : 1. Permanentno vlaženje supstrata osiguran je putem vunenih odnosno pamučnih stijena, kojih je jedan kraj na dnu salonitnog sanduka sa supstratom, a drugi kraj je umočen u vodu, koja se nalazi u drugom salonitnom sanduku smještenom ispod prvoga. Svakih 24 sata nadolijevali smo svježu vodu. Za salonitne sanduke dimenzija 40 × 30 × 5 cm pokazalo se, da 4 filijalne osiguravaju djelotvorno navlaživanje supstrata. U takvom sanduku mogu se uzgojiti i do 400 sijanaca, od kojih će 300 biti upotrebljivo za presadnju u prvoj polovici srpnja.

Dezinfekcija supstrata prije sjetve koju preporučuju mnogi autori nije obavljena s razloga, što nismo primijetili razlike u uzgoju sijanaca na tretiranom i netretiranom supstratu.

Veličina sjemenki kod bijele vrbe kreće se od 0,9—1,4 mm, a težina 1000 sjemenki iznosi 60—120 mg (Weber 1963).

Presadnju biljaka iz salonitnih sanduka na lijehe rasadnika obavili smo početkom srpnja (2.—10. 7.). Lijehe su kod toga bile prethodno obradene, fino isplanirane te dobro navlažene. Najmanji šok kod presadnje trpe biljke, koje imaju jedan do dva para razvijenih listova, tj. biljke prosječne visine od 3—5 cm, koje su pažljivo presadene s malim busenom na korijenu. Korijen je tada približno toliko dug, koliko je biljka visoka. I veće biljke (10—15 cm visoke) mogu se također s uspjehom presaditi, ali je u tom slučaju neophodno potrebno osigurati 50% zasjenju te češće zalijevanje kroz nekoliko dana. I u jednom i u drugom slučaju nakon obavljenе presadnje treba biljke obilno zaliti (8—10 l/m<sup>2</sup>), a tijekom vrućih i žarkih dana bezuvjetno je potrebno dvokratno zalijevanje. Na tu dobrog mehaničkog i kemijskog sastava sijanci se vrlo brzo razvijaju, tako da na kraju prve vegetacije mogu dostići visinu i preko 2 m (najčešće postižu visinu između 30—80 cm). Uspjeh presadnje po opisanoj metodi jako je dobar i izražen u postocima za razdoblje od 10 godina kretao se u granicama između 95 i 100%. Razmaci pikiranja sijanaca prema našem iskustvu slažu se s podacima iz literature (Žufa 1967) i trebaju biti 20×30 do 30×30 cm, ukoliko se planira da ostanu na gredicama dvije vegetacijske periode.

### 3.41 Identifikacija međuvrsnih hibrida kod starosti od jedne i dvije godine — Identification of one- and two-year-old interspecific hybrids

U poglavljiju o receptivnosti ženskih cvjetova, vremenu opršivanja te trajanju sazrijevanja sjemena rekli smo, da razvoj cvjetova jedne rese te između različitih resa unutar jednog stabla nije ravnomjeran. Iz navedenog razloga potrebno je opršivanje obaviti u više navrata, kako bi se osigurala djelotvornost oplodnje, odnosno kako bi se iz relativno ograničenog broja resa osiguralo dobivanje maksimalne količine fertilnog sjemena. Budući da je u istraživanjima utvrđeno da su vrbe pretežno entomofilne, ali i anemofilne (Argus 1974), zato kod gore opisane metode rada na kontroliranoj hibridizaciji može doći do kontaminacije (prilikom višekratnog skidanja pergamentnih vrećica sa ženskih cvjetova).

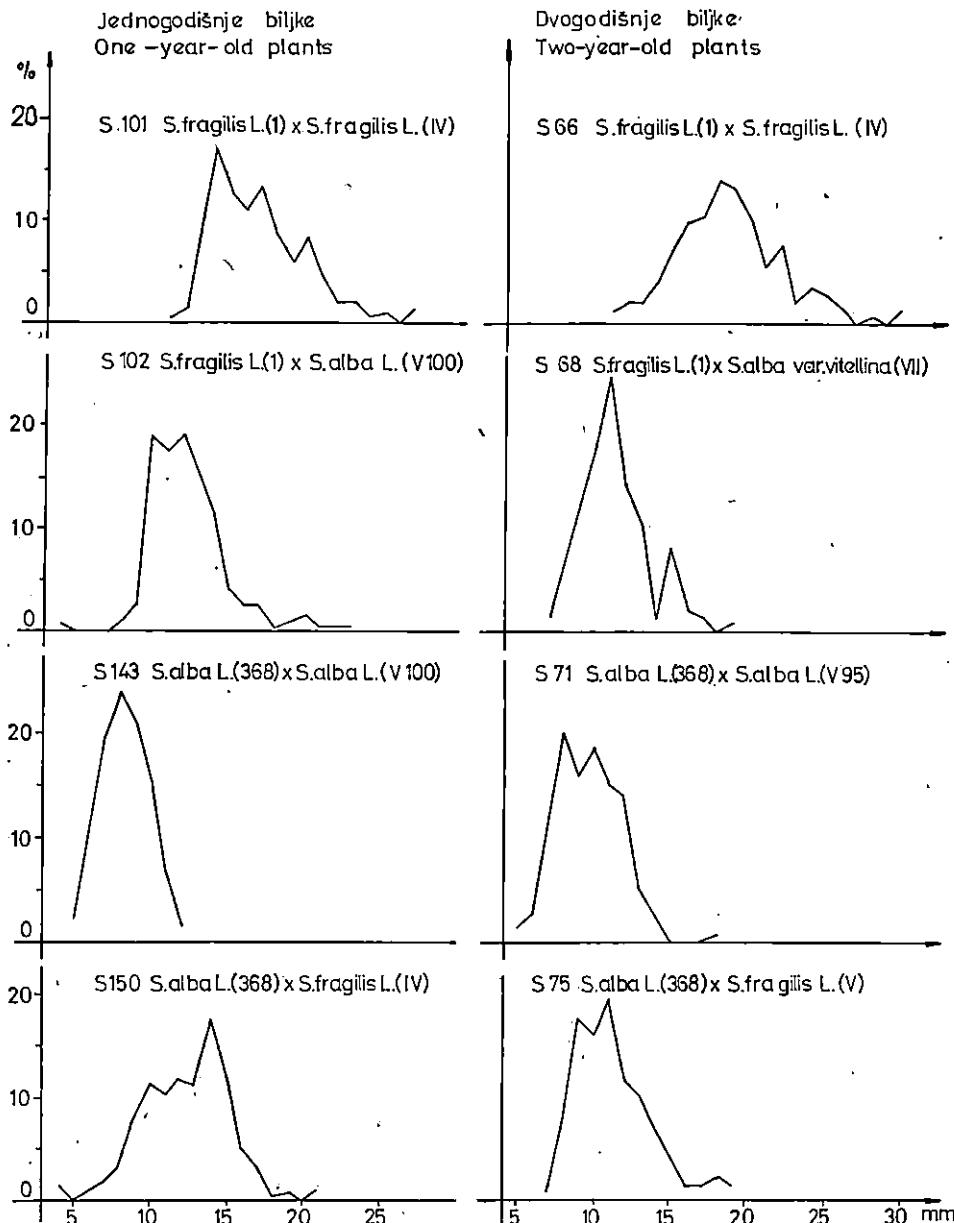
Kako u literaturi postoji zbrka što se tiče morfoloških karakteristika krhke vrbe te njezinih hibrida s bijelom vrbom, smatrali smo da je potrebno obaviti determinaciju čistih roditeljskih vrsta bijele i krhke vrbe te njihovih međuvrsnih hibrida F<sub>1</sub> generacije na osnovi nekoliko morfoloških svojstava i to kod starosti hibrida od jedne i dvije godine. Morfološka svojstva, kojih smo varijabilnost izučavali kod jednogodišnjih i dvogodišnjih biljaka bila su: duljina lista, širina lista na 1/2 duljine, širina lista na 1 cm od baze plojke, duljina peteljke te broj zubaca na 2 cm duljine plojke (računajući od njezine polovice prema vrhu). Uzorci za analizu uzimani su krajem mjeseca rujna, i to 5 listova po biljci 30 cm ispod vegetacijskog vrha. U svakoj od 4 repeticije na taj smo način tretirali 10 biljaka uzetih po principu slučajnosti, što znači da je uzorak po familiji-ponavljanju bio 50 listova. Podaci su obrađeni disperzijskom analizom, a za neka svojstva i analizom variancije. Variacijski poligoni za širinu lista na 1 cm od baze plojke prikazani su na Graf. 1.

Duljina lista je najveća kod F<sub>1</sub> hibrida, zatim kod krhke vrbe, a najmanja kod bijele vrbe. S obzirom na veličinu lista F<sub>1</sub> generacija međuvrsnih hibrida bijele i krhke vrbe pokazuje pojavu heterozisa. Hibridi se signifikantno razlikuju od bijele vrbe, a u jednom slučaju i u odnosu na krhku vrbu. Najširi list imaju također hibridi pa s obzirom na to svojstvo odnosi su analogni kao i za duljinu lista. Ako se promatra širina lista na 1 cm od baze plojke, tada se može zaključiti da najširi list ima krhku vrbu, zatim hibridi te bijelu vrbu. Naslijedivanje toga svojstva je intermedijarno, a hibridi se signifikantno razlikuju od roditeljskih vrsta. Unutarvrsni hibridi bijele vrbe različitih familija ne razlikuju se međusobno, što također vrijedi i za dvije familije međuvrsnih hibrida. S obzirom na duljinu peteljke na prvo mjesto dolazi međuvrsni hibrid, zatim krhka vrba, a najmanju peteljkju u prosjeku ima bijela vrba. S obzirom da smo dobili signifikantne razlike između 2 familije međuvrsnih hibrida te između 2 familije unutarvrsnih hibrida bijele vrbe, smatramo da to svojstvo nije tako postojano kao prethodno, pa ga zato ne bismo preporučili kod radova na determinaciji. Isto se može reći i za duljinu i širinu lista te za broj zubaca na 2 cm ruba plojke.

## FREKVENCIJSKI POLIGONI - FREQUENCY POLYGONS

ŠIRINA LISTA NA 1 cm OD BAZE PLOJKE

LEAF BREADTH AT 1 cm - DISTANCE FROM THE BASE OF THE LEAF BLADE



Determinacija međuvrsnih hibrida u rasadniku za vrijeme vegetacijskog mirovanja također je moguća prema boji jednogodišnjih izbojaka. Prema Krstiniću (1967) boja jednogodišnjih izbojaka kod bijele vrbe za vrijeme vegetacijskog mirovanja je tamnocrvena, kod hibrida F<sub>1</sub> generacije svijetlocrvena, a kod krhke vrbe je maslinastozelena.

Boja jednogodišnjih izbojaka i širina lista na 1 cm od baze plojke su svojstva, koja najmanje variraju unutar istih familija te kod istih familija kod različite starnosti. Tako npr. za svojstvo širine lista na 1 cm od baze koeficijent varijabilnosti za jednogodišnje unutarvrsne hibride krhke vrbe iznosi 18,29%, dvogodišnje 18,37%, jednogodišnje međuvrsne hibride krhke vrbe i bijele vrbe 21,75%, dvogodišnje 20,00%, jednogodišnje međuvrsne hibride bijele i krhke vrbe 24,17%, dvogodišnje 22,54%, jednogodišnje unutarvrsne hibride bijele vrbe 19,62% i za dvogodišnje 20,40%.

Na temelju izloženoga proizlazi, da je determinacija bijele i krhke vrbe moguća već u najranijoj fazi ontogeneze komparacijom boje jednogodišnjih izbojaka za vrijeme vegetacijskog mirovanja te širine lista na 1 cm od baze plojke. Dakle, hibridi F<sub>1</sub> generacije moraju imati na bazi klinastu plojku, a unutarvrsni hibridi krhke vrbe zaobljenu, jajastu plojku. To naglašujemo zato, jer u botaničkoj literaturi postoji zbirka u opisu čiste krhke vrbe (*S. fragilis*) i njezinih hibrida F<sub>1</sub> generacije s bijelom vrbom, koji su s obzirom na gradu i veličinu lista vrlo slični krhkoj vrbi (Skvorcov 1968). I bijela vrba ima klinastu bazu plojke. Širina joj je na udaljenosti 1 cm od baze značajno manja u usporedbi s međuvršnim hibridima. Osim toga bijela se vrba razlikuje od hibrida i s obzirom na veličinu, boju te dlakavost lista. Kod bijele vrbe list je značajno kraći i uži u odnosu na hibride, s gornje strane svijetlozelen, a s donje strane svijetlozelen i gol.

### 3.5 Opis terenskih objekata — Description of field plots

#### 3.51 Klonski test »Vrbine«, Šumarija Kutina — Clonal test "Vrbine", Forest District Kutina

Pokusna ploha gdje je postavljen klonski test nalazi se u gosp. jed. »Kutinske lonjske šume« južno od mjesta Kutina na području Lonjskog polja. To je manja šumska čistina, obrasla travnom vegetacijom. Nalazi se unutar šume poljskog jasena i hrasta lužnjaka vlažnog tipa.

U neposrednoj blizini pokusne plohe je kultura eurameričke topole (I-214) koja je potpuno propala, a kultura stablastih vrba (*Salix* × *viridis* Fr.), podignuta jednogodišnjim sadnicama pretrpjela je veliko oštećenje od visoke poplavne vode i leda.

Površina gdje se nalazi pokusna ploha je ravna niza s vrlo blagim padom, koji se na terenu jedva primjećuje.

Tlo pokusne plohe pripada tipu mineralno-močvarno, vlažno glej-tlo. Teška glina prisutna je u profilu do oko 100 cm dubine. Čestice gline i praha čine 80—90% čvrste faze tla. Poroznost se kreće u granicama od 52,6—59,4%, kapacitet za vodu od 54,3—59,1%, a kapacitet za zrak je ispod minimuma i kreće se od 0—3,3%. Propusnost za vodu je mala u gornjim dijelovima profila, dok su dublji horizonti praktično nepropusni. Tlo je nekarbonantno. Prisutnost CaCO<sub>3</sub> utvrđena je na 300 do 360 cm dubine. Vrijednosti pH, određene u n-KCl do dubine od 50 cm kreću se između 5,0—5,8, što znači da su ta tla kisela do slabo kisela. Tlo je dosta humozno te bogato do vrlo bogato dušikom. Odnos C : N za površinske horizonte je povoljan. Tlo je dobro opskrbljeno fiziološki aktivnim kalcijem (19,5—21,8), a slabo do srednje opskrbljeno aktivnim fosforom (8,2—11,0) (Kovačić i Krstinić 1974).

Pokus je osnovan u jesen 1967. god. sadnjom sadnica bijele i krhke vrbe i njihovih hibrida starosti 2/2, u razmacima sadnje  $3 \times 3$  m na površini 1,23 ha. Obuhvaća ukupno 34 klonova, od kojih je sa 7 klonova postavljen pokus kao blok sistem sa slučajnim rasporedom tretiranja u tri ponavljanja. Preostalih 27 klonova posađeno je na pokusnoj plosi bez ponavljanja, budući da od njih nismo raspolagali s dovoljnim brojem rama. Sadni materijal potječe iz prirodnih populacija bijele vrbe na području Podравine, Posavine i Podunavlja. Klonovi V 31 (*S. alba* var. *calva*), 29 (*S. alba sanguinea*) i 110 (*S. alba rutiliana*) su alohtonog porijekla.

Sadnja je obavljena u jame promjera 60 cm, a dubine 60—70 cm. Tlo nije obrađivano. Kod sadnje nije dodavano startno gnojivo. Oko čitave pokusne plohe posađen je kao zaštitni jedan red sadnica.

Jedanput godišnje u prvoj i drugoj godini početkom lipnja obrezivani su izdanci (živici) na donjem dijelu sadnica na svim uzgojenim klonovima do 1/3 visine sadnice.

Obavljena je i zaštita pokusnog objekta kemijskim preparatom »Arbin«.

Za 7 klonova koji su postavljeni u pokusu kao blok sistem sa slučajnim rasporedom tretiranja u 3 repeticije podaci za visine, promjere te pravnost debla obradeni su statistički. Za ostale klonove računali smo prirast te drvnu masu po ha, a vodili smo i evidenciju o sposobnosti preživljavanja.

### 3.52 Klonski test »Bušići«, Šumarija Novoselec — Clonal test »Bušići«, Forest District Novoselec

Pokusna ploha gdje je postavljen klonski test nalazi se u odjelu 54, odsjeku f gosp. jed. »Veliki jantak« nedaleko sela Rečice na području Šumarije Novoselec. Površina na kojoj je osnovan klonski test služila je donedavno kao seoski pašnjak, koji je bio redovito plavljen sve do 1962. god., kada su iskopani kanali te obavljena odvodnja. Do 1962. godine poplavna voda je dugo stagnirala, a nakon odvodnje spomenuta površina nije više plavljena.

Lokalitet gdje se nalazi pokusna ploha je stanište hrasta lužnjaka i poljskog jasena.

Tlo pokusne plohe je močvarno glejno, amfiglejno, mineralno (Škorić et al. 1973). Prisutnost CaCO<sub>3</sub> utvrđena je tek na dubini od 100 cm. Tlo je siromašno hranjivima, posebno fosforom, a opskrbljenost kalijem zadovoljuje. Dušika ima u površinskom sloju, ali se slabo oslobađa zbog kiselosti u gornjim horizontima. Vrijednost pH u H<sub>2</sub>O na dubini od 0—25 i 25—50 cm iznosi 5,6, a u n-kCl 4,0, što znači da je tlo do dubine od 50 cm kiselo do slabo kiselo. Na dubini od 100 cm i dublje tlo postaje neutralno do slabo bazično. Odnos C : N je povoljan. S obzirom na mehanički sastav možemo reći, da čestice praha i gline čine 60—70% krute faze tla, dok krupnoga i sitnog pijeska ima od 25—40%.

Na profilu tla počev od 25—50 cm dubine vide se blijede zone s rđastim mrljama i konkrecijama u vidu slabo izraženog mramoriranja, koje je na dubini od 50—140 cm vrlo izraženo s obiljem konkrecija.

Površina eksperimenta je 0,20 ha. Pokus je osnovan u proljeće 1967. g. sadnjom sadnica u neobrađenoj površini. Sadnice su bile stare 1/1. Pokus je planiran kao blok sistem sa slučajnim rasporedom tretiranja i nejednakim brojem ponavljanja (3—5). Broj klonova u pokusu je 13. Po klonu-ponavljanju sađeno je 9 sadnica. Razmaci sadnje su  $2 \times 2$  m, a dubina sadnje iznosila je 60—70 cm.

Od 13 klonova na pokusnoj plohi 7 klonova taksonomski pripadaju bijeloj vrbi podravske, savske i podunavske provenijencije, 3 kloni su međuvrsni hibridi između bijele i krhke vrbe, 1 klon pripada krhkoj vrbi, a preostala 2 kloni su alohtonog porijekla, od kojih jedan pripada vrsti *S. humboldtiana* Willd., a drugi je hibrid između *S. humboldtiana* i *S. alba* var. *cálva* (*S. × euramericana* »Ibera«), koji se kultivira na području Argentine u dolini rijeke Parane.

Na pokusnoj plohi nisu obavljeni nikakvi agrotehnički zahvati izuzev plitkog oranja konjskom zapregom u trećoj godini plantažne starosti.

### 3.53 Kloniski test »Vratovo«, Šumarija Velika Gorica — Clonal test "Vratovo", Forest District Velika Gorica

Pokusna ploha gdje je osnovan klonski test nalazi se u šumskom predjelu »Vratovo«, gosp. jed. »Turopoljski lug« nedaleko sela Turopolja na području Šumarije Velika Gorica. Na površini gdje je osnovan klonski test donedavno su se još mogli naći primjerici hrasta lužnjaka, što znači da se u tom slučaju radi o staništu hrasta lužnjaka i poljskog jasena. Površina pokusne plohe kao i ostale čistine u šumskom predjelu »Vratovo« donedavna su korištene za ispašu stoke. Za vrijeme visokih vodostaja Save i Odre poplavne vode plave spomenute šumske čistine.

Pedološke analize na toj pokusnoj plohi nisu obavljene, ali prema literaturnim podacima (Kovačević et al. 1972) možemo reći da tlo pripada grupi hidromorfnih tala mineralno-močvarnog tipa.

Površina eksperimenta je 0,40 ha. Pokus je osnovan u jesen 1969. g. sadnjom sadnica starosti 2/3 na neobrađenom zemljištu. Pokus je planiran kao blok sistem sa slučajnim rasporedom tretiranja i nejednakim brojem ponavljanja (2—4). U pokusu se testira 15 klonova. Sađeno je 10 sadnica po klonu-ponavljanju. Razmaci sadnje su  $3 \times 2$  m, a dubina sadnje kretala se od 60—70 cm. Na pokusnoj plohi nisu obavljeni nikakvi agrotehnički zahvati. U prvoj i drugoj godini nakon sadnje obavljeno je obrezivanje izbojaka na pridanku sadnica i to jednom u tijeku godine.

Od 15 klonova koje obuhvaća pokus 12 klonova taksonomski pripadaju bijeloj vrbi, 2 kloni su međuvrsni hibridi bijele i krhke vrbe, a jedan klon pripada krhkoj vrbi. S obzirom na porijeklo klonova možemo reći, da 3 kloni bijele vrbe pripadaju podunavskoj provenijenciji, 2 kloni posavskoj, a preostalih 10 klonova pripada podravskoj provenijenciji. S obzirom na fenotip većina klonova predstavljaju plus stabla.

### 3.54 Test familija »Bušići«, Šumarija Novoselec — Test of the families "Bušići", Forest District Novoselec

Test hibridnih familija nastavlja se neposredno na test klonova. Površina pokusa iznosi 0,38 ha. Pokus je osnovan u isto vrijeme kada i klonski test, tj. u proljeće 1967. god. sadnjom sadnica starosti 2/2 na neobrađenoj

površini. Pokus je planiran kao blok sistem sa slučajnim rasporedom tretiranja uz nejednak broj ponavljanja po tretiranju i minimalan broj od 15 sadnica po familiji-ponavljanju. Eksperiment obuhvaća 10 familija, a broj ponavljanja se kreće od 1 do 8. Ni na tom dijelu površine koju obuhvaća pokus nisu obavljeni agrotehnički radovi izuzev plitkog oranja konjskom zapregom u trećoj godini plantažne starosti. U prvoj, drugoj i trećoj godini nakon sadnje obavljeno je jednokratno obrezivanje izbojaka na pridanku sadnica.

Od spomenutih 10 familija dvije familije su unutarvrsni hibridi bijele vrbe, jedna familija unutarvrsni hibridi krhke vrbe, jedna međuvrsni hibridi bijele i krhke vrbe, jedna familija povratni hibridi bijele i krhke vrbe s krhkcom vrbom, četiri half-sib familije bijele vrbe te jedna half-sib familija krhke vrbe.

Na testu hibridnih familija »Bušići« obavljena su opažanja o preživljavanju.

### 3.55 Test familija »Kutina«, Šumarija Kutina — Test of the families "Kutina", Forest District Kutina

Pokusna ploha nalazi se u neposrednoj blizini rasadnika »Gaj« u Kutini na području gosp. jed. »Kutinske lonjske šume«, oko 1 km južno od autoputa Zagreb—Beograd. Površina gdje je osnovan test familija bila je prije II. svjetskog rata obrasla pojedinačnim stablima hrasta lužnjaka. Nakon rata je pretvorena u poljoprivrednu površinu. Nekoliko godina iza rata spomenuta površina se koristila za poljoprivredu, a zatim je služila kao pašnjak stanovništву Kutinskog Sela. Nakon toga prešla je u nadležnost Sumskog gospodarstva »Garjevica« iz Kutine. Gospodarstvo je spomenuto površinu koristilo kao rasadnik za proizvodnju topolinih i vrbinih sadnica.

Za vrijeme visokih vodostaja Save, kada nastaje izljevanje njezinih voda u retenciju Lonjsko polje dolazi do plavljenja pokusne plohe.

Sadnja biljaka je obavljena na neobrađeno tlo. Kasnije, tijekom uzoja nisu primjenjivane nikakve agrotehničke mjere. Jedino je obavljena redovita košnja trave te jednokratno obrezivanje izbojaka iz pridanka sadnica u prvoj godini nakon sadnje.

Pedološke analize tla pokusne plohe nismo obavljali. Možemo reći da tlo pripada grupi hidromorfnih tala pseudoglej-glej tipa (Škorić et al. 1973). Na tom lokalitetu postavljena su dva pokusa, i to prvi s jednogodišnjim te drugi s dvogodišnjim sadnicama. Podaci o njima dani su u poglavljju 3.551 i 3.552.

#### 3.551 Pokus postavljen s jednogodišnjim sadnicama — Experiment laid out with one-year-old plants

Površina pokusne plohe je 0,3 ha. Pokus je osnovan u proljeće 1969. god. sadnjom sadnica starosti 1/1 na neobrađenoj površini. Planiran je kao blok sistem sa slučajnim rasporedom tretiranja uz 4 ponavljanja. U tom eksperimentu testira se 9 hibridnih familija. Broj sadnica kod sadnje po familiji-ponavljanju bio je 12. Razmaci sadnje su  $3 \times 2$  m, a dubina sadnje bila je 40—50 cm.

Spomenutih 9 familija, koje su uključene u taj eksperiment, proizveli smo kontroliranom hibridizacijom 1968. god. Od 9 familija 4 su unutarvrsni hibridi bijele vrbe, 2 familije su međuvrsni hibridi bijele i krhke vrbe, 2 familije su međuvrsni hibridi *S. matsudanae* s bijelom odnosno krhkrom vrbom, a deveta familija predstavlja unutarvrsne hibride krhke vrbe.

Taj eksperiment je u neposrednoj vezi s pokusom hibridnih familija »Opatovac«, budući da se u njemu pojavljuju iste hibridne familije (v. pogl. 3.56).

### 3.552 *Pokus postavljen s dvogodišnjim sadnicama — Experiment laid out with two-year-old plants*

Površina pokusne plohe je 0,6 ha. Pokus je osnovan u isto vrijeme kao i prethodni, tj. u proljeće 1969. god., sadnjom sadnica starosti 2/2 na neobrađenoj površini. Planiran je kao blok sistem sa slučajnim rasporedom familija uz nejednak broj ponavljanja po familiji. Pokus obuhvaća 25 hibridnih familija. Broj sadnica po familiji-ponavljanju iznosio je 11. Razmaci sadnje su  $3 \times 2$  m, a dubina sadnje kretala se između 60 i 70 cm.

Od 25 familija koje obuhvaća ovaj eksperiment 8 familija su unutarvrsni hibridi bijele vrbe, 12 međuvrsni hibridi bijele i krhke vrbe, 1 familija su unutarvrsni hibridi krhke vrbe, 1 familija međuvrsni hibridi *S. matsudanae* i bijele vrbe, 1 familija međuvrsni hibridi *S. humboldtiana* i bijele vrbe, a preostala dva tretiranja predstavljaju half-sib familije bijele vrbe.

### 3.56 *Test familija »Opatovac«, Šumarija Vukovar — Test of the families "Opatovac", Forest District Vukovar*

Pokusna ploha na kojoj je postavljen test familija nalazi se na lokitetu »Opatovački pašnjaci«, odjel 22. Pokus je osnovan na gredi udaljenoj oko 10 m od obale Dunava. Nadmorska visina odjela 22 je 79 m, relativna visina grede kreće se oko 6 m iznad nulte točke vodomjerne stanice Ilok. Poplave su ovdje vrlo rijetke. Za najviših dunavskih voda dio pokusne plohe je plavljen, ali su poplave bile kratkotrajne.

Tlo pokusne plohe je aluvijalno karbonatno, slabo razvijeno, neoglejeno. Površinski humusni horizont je izražen. S obzirom na sastav čestica to tlo je pjeskovito-ilovasto do pjeskovito (Rauš 1974).

Prema Slavniću (Rauš 1974) na sličnim terenima uz Dunav od prirode se formiraju šume bijele i crne topole.

Površina eksperimenta je 0,25 ha. Pokus je osnovan u proljeće 1970. god. sadnicama starosti 2/2. Planiran je kao blok sistem sa slučajnim rasporedom tretiranja uz nejednak broj ponavljanja. Broj tretiranja na pokusnoj plosi iznosi 9, a to su: jedna familija unutarvrsnih hibrida krhke vrbe, četiri familije unutarvrsnih hibrida bijele vrbe, dvije međuvrsnih hibrida bijele i krhke vrbe te dvije familije hibrida naših autohtonih stablastih vrba (bijele i krhke) sa *S. matsudana*. U pojedinim slučajima u račun smo uzimali i kontrolu sa susjedne plohe, gdje se ispituje utjecaj zračenog polena na fiziologiju rasta, tj. hibride *S. alba* var. *calva*  $\times$  *S. alba*, tako da ukupan broj tretiranja na pokusnoj plosi »Opatovac« iznosi

10. Po familiji-repeticiji sadili smo 10 sadnica. Sve hibridne familije, koje se testiraju u tom eksperimentu, proizveli smo kontroliranom hibridizacijom na dubećim stablima.

Razmaci sadnje su  $3 \times 2$  m, a dubina sadnje kretala se od 60—70 cm. Tlo je obrađivano u dva navrata: neposredno pred sadnju te kod plantažne starosti od 2 godine.

### 3.57 *Malati bijele vrbe — Young natural reproductions of White Willow*

Prema Herpki (1965) malati su inicijalna faza razvoja šume bijele vrbe. Postanak malata bijele vrbe uvjetovan je poplavama između druge polovine svibnja i sredine lipnja (vrijeme kada bijela vrba plodonosi). Malate u pravilu nalazimo na recentnim aluvijalnim zemljištima-sprudovima, položenima uz obalu vodotijeka, a katkada i na rubovima zamuljenih bara (Herpka 1965).

Predmet naših proučavanja bili su dvogodišnji malati bijele vrbe s razloga što smo smatrali, da ćemo preko njih dobiti mnoge informacije o odraslim populacijama. Malati bijele vrbe su podesni za takva istraživanja budući da obuhvaćaju mnogo veći broj genotipova odnosno fenotipova nego odrasle populacije, jer se tijekom ontogeneze frekvencije fenotipova i genotipova mijenjaju (to vrijedi za populacije, nastale na recentnim aluvijalnim tlima). U malatima je moguće u kratkom vremenu uzeti relativno velik broj opažanja, što često puta u odraslim populacijama ili nije moguće ili pak zahtijeva velik utrošak finansijskih sredstava i vremena.

Svojstva koja smo obradili za malate bijele vrbe bila su: pravnost debla, boja jednogodišnjih izbojaka te totalne visine.

Lokaliteti gdje su obrađeni malati bijele vrbe bili su: malat bijele vrbe i crne topole na dunavskom sprudu u blizini Sremskih Karlovača, malat bijele vrbe na sprudu desne obale Tise u neposrednoj blizini Titela, malati bijele vrbe u jednom dunavskom rukavcu u neposrednoj blizini sela Opatovac (Vukovar) te malat na lijevoj obali Drave nedaleko Đurđevca, lokalitet »Husinja«. Radi usporedbe korišteni su i podaci o dvogodišnjim populacijama bijele vrbe dravske i savske provenijencije, umjetno uzgojenih u vrtu Katedre za šumarsku genetiku i dendrologiju, a za koje su podaci već obrađeni i tiskani (Krstinić 1967). Uzorci iz malata su uzimani po principu slučajnosti, tako da smo na dijelu površine s malatom iskolčili 5 jednakih parcela površine  $1 \times 1$  m<sup>2</sup>. Iz svake parcele izvađeno je po 20 biljaka koje su se kasnije koristile za obradu.

#### 3.571 *Determinacija boja jednogodišnjih izbojaka u malatima bijele vrbe — Determination of the colours of one-year-old shoots in natural reproductions of White Willow*

Determinacija boja u dvogodišnjim malatima bijele vrbe obavljena je odmah na terenu neposredno nakon vađenja biljaka na osnovi boje vršnog dijela jednogodišnjih izbojaka (10 cm ispod vrha). Determinacija je obavljena prema međunarodnoj klasifikaciji boja biljnih tkiva (*Munsel color charts for plant tissues*, 1969), čime se htjela postići objektivnost kod klasifikacije.

U malatima bijele vrbe, a i prema literaturi (Krstinić 1967, Simon 1971) kao i u prirodnim odraslim populacijama bijele vrbe ne postoji uniformnost boje jednogodišnjih izbojaka. Mi smo utvrdili da ima 5 osnovnih fenotipova, i to: tamnocrvena boja, crvena boja, svijetlocrvena, zelena s njansom crvene boje te zelena boja. Prema međunarodnoj klasifikaciji tamnocrvena boja ima oznaku 5 R 4/6, crvena 10 R 4/4, svijetlocrvena 2.5 YR 5/6, zelenocrvena 7.5 YR 5/8 te zelena 2.5 Y 6/8. Na osnovi spomenutih 5 osnovnih boja mogu se svi primjerici lako svrstati u 5 fenotipova, iako se u fenotipovima 7.5 YR 5/8 i 2.5 Y 6/8 u vrlo rijetkim slučajima javljaju i nezнатне nijanse žute boje. Pošto je učestalost takvih fenotipova vrlo mala, zanemarili smo ih kod obrade podataka.

Determinacija boja jednogodišnjih izbojaka obavljena je i kod odraslih populacija s područja Posavine, Podravine i Potisja.

Broj uzoraka po populaciji kretao se od 67—435.

### 3.6 Statistički postupak — Statistical procedure

Za proučavanje razlika među testiranim klonovima i familijama za totalne visine, prsne promjere te pravnost debla koristili smo kompjutersku obradu podataka. Program za kompjutersku obradu podataka na osnovi sredina redova odnosno ploha (*plot mean basis*) napravljen je na dva načina. Prvo prema modelu analize varijance za više nejednako velikih grupa (*Varianzanalyse mit mehreren ungleich grossen Gruppen*) (Mudra 1968). Taj model analize varijance korišten je zato što u većini naših eksperimenata već kod same sadnje nismo raspolagali s istim brojem sadnica po tretiranju, pa nismo bili u stanju ni planirati pokus s jednakim brojem ponavljanja za sva tretiranja. S druge strane bilo nam je stalo, da u pokuse uključimo što veći broj proizvedenih kombinacija križanja odnosno selekcioniranih klonova. Razlike između pojedinih tretiranja u eksperimentu računate su na nivou od 1% i 5%, te su samo kod toga nivoa signifikantnosti uzimane kao značajne.

Drugi način kompjuterske obrade podataka načinjen je prema modelu sume rangova (*a distribution-free rank sum test*) po Wilcoxonu i Mann-Whitneyju (Conover 1971, Hollander i Wolfe 1973). Test testira razlike u lokaciji dvaju osnovnih statističkih skupova na temelju nezavisno odabranih uzoraka. Metode kojima se služi spadaju u tzv. neparametarsku statistiku.

Pošto nekoliko razloga zbog kojih neparametarske metode zauzimaju sve značajnije mjesto u statistici.

1. Neovisne su o distribuciji osnovnoga statističkog skupa odakle je uzet uzorak (*distribution-free*). Na taj način otpada bitna pretpostavka standardnih metoda o normalnoj distribuciji podataka, koja često puta nije zadovoljena budući da uzorak nije dovoljno velik.
2. Zahtijevaju malo pretpostavki o osnovnom statističkom skupu.
3. Pogodne su za upotrebu i tamo gdje ne postoji numerička vrijednost obilježja nekog svojstva, već je dovoljno poznavati samo međusobne odnose promatranih elemenata. U našem slučaju kod izučavanja razlika među familijama odnosno klonovima s obzirom na pravnost debla ta metoda trebala bi dati objektivnije podatke od *t-testa*, budući da je i pravnost debla svojstvo koje se ne može direktno izmjeriti, pa se služimo metodom kvantificiranja, kod čega često puta ne možemo izbjegći subjektivnost.
4. Neparametarske metode odnosno *Wilcoxonov test* zahtijevaju manji broj podataka u odnosu na *t-test*.

Razlike među pojedinim tretiranjima u eksperimentima računate su prema distribuciji sume rangova do nivoa od 10%.

Naslijednost za totalne visine i promjere te pravnost debla u širem smislu računata je također kompjuterski preko varijance klonova ( $\sigma_c^2$ ) i varijance grijeske ( $\sigma_e^2$ ) po formuli:

$$H_{BS}^2 = \frac{\sigma_e^2}{\sigma_e^2 + \sigma_c^2} \quad (\text{Mohn i Randal 1971})$$

Za istraživanje veličine varijabilnosti totalnih visina i promjera te pravnosti debla unutar pojedinih familija i klonova koristili smo disperzijsku analizu, a zna-

čajnost razlika među aritmetičkim sredinama za istraživana svojstva između familija i klonova utvrđivali smo pomoću t-testa.

Za prikazivanje odnosa i jačine veze među istraživanim svojstvima koristili smo regresijsku i korelacijsku analizu.

Za računanje stupnja veze između boja jednogodišnjih izbojaka i visina u malatima bijele vrbe koristili smo neparametarske metode, tj. računali smo rangirani koeficijent korelacije (Plochinckij 1970).

Za dokazivanje razlika između očekivanih i teoretskih vrijednosti za dani model koristili smo »hi-kvadrat« test.

Za računanje interakcije genotip  $\times$  okolina odn. istraživanja fenotipske stabilnosti istraživanih svojstava, poslužili smo se modelom za testiranje istih sorti, uzgajanih na različitim lokalitetima (Mudra 1958).

Model analize varijance izgleda ovako:

Izvori varijabilnosti	Stupnjevi slobode FG	Srednji kvadrat MQ	F vrijednost
Blokovi	$(n_1 - 1) + (n_2 - 1) + (n_3 - 1)$		
Kombinacije	$(e - 1) + (v - 1) + (e - 1)(v - 1)$	$M_1$	$F_1 = \frac{M_1}{M_4}$
Lokaliteti	$e - 1$	$M_2$	$F_2 = \frac{M_2}{M_4}$
Familije	$v - 1$	$M_3$	$F_3 = \frac{M_3}{M_4}$
Lokaliteti $\times$ familije	$(e - 1)(v - 1)$	$M_4$	$F_4 = \frac{M_4}{M_5}$
Griješka	$(v\Sigma n - 1) - (\Sigma n - 1) - (ev - 1)$	$M_5$	
Suma	$v\Sigma n - 1$		

$M_1$  = srednji kvadrat za kombinacije,

$M_4$  = srednji kvadrat za interakcije,

$M_2$  = srednji kvadrat za lokalitete,

$M_5$  = srednji kvadrat za grijeske.

$M_3$  = srednji kvadrat za familije,

$n_1, n_2, \dots, n_x$  = broj blokova u pojedinim pokusima

$v$  = broj familija

$e$  = broj pokusa (lokaliteta)

Kod totalnih visina i prsnih promjera uzimane su kao značajne samo razlike na nivou od 1% i 5%.

Za izučavanje varijabilnosti fototropizma, nastaloga pod utjecajem postrane zasjene kod različitih klonova stablastih vrba obavili smo arc sin  $\sqrt{}$  postotak transformaciju. Podatke smo obradili disperzijskom analizom. Razlike u srednjim vrijednostima između klonova za to svojstvo izračunate su pomoću »t«-testa.

Fototropizam se izražavao po slijedećoj formuli:

$$i^{\circ}/\circ = \frac{d}{H} \cdot 100, \text{ gdje}$$

$d$  znači udaljenost okomice spuštene s vrha sadnice do vrata korijena, a  $H$  totalnu visinu sadnice.

U pojedinim slučajima kod računanja varijabiliteta istraživanih svojstava na bazi sredina parcela bili smo prisiljeni računati vrijednost za »izgubljenu« parcelu. Vrijednost smo računali po formuli:

$$x = \frac{tT + rR - G}{(t-1)(r-1)} \quad (\text{Le Clerg et al. 1962}), \text{ gdje je}$$

$x$  = procijenjena vrijednost istraživanog svojstva za izgubljenu parcelu,

$t$  = broj tretiranja,

$r$  = broj ponavljanja,

$T$  = suma za poznate vrijednosti za tretiranja koja sadrži izgubljenu parcelu,

$G$  = suma vrijednosti za istraživanje svojstvo poznatih parcela,

$R$  = suma za poznate vrijednosti repeticije koja sadrži izgubljenu parcelu.

### 3.61 Visine sadnica — Heights of plants

Podaci za totalne visine za klonske testove »Vrbine«, »Bušići«, »Vratovo« obrađeni su na bazi sredina redova odnosno plohe (*plot mean basis*). Po istom su principu obrađeni podaci za visine svih testova hibridnih familija. Broj podataka po klonu-ponavljaju odnosno familiji-ponavljanju varira od eksperimenta do eksperimenta, iako smo kod osnivanja eksperimenata nastojali da nam broj podataka po tretiranju-repeticiji bude isti ili bar približno isti. Razlog za takvu situaciju leži prvenstveno u relativno visokom mortalitetu kod pojedinih klonova odnosno familija (ovdje pod mortalitetom podrazumijevamo gubitak sadnica bez obzira na uzrok mortaliteta). Broj podataka po tretiranju-repeticiji određivao se prema tretiranju s minimalnim brojem sadnica.

Za pokusne plohe »Opatovac« i »Kutina« podaci za visine obrađeni su i metodom disperzijske analize.

U klonskom testu »Vrbine« te u testovima hibridnih familija na pokusnim plohamama »Kutina« i »Opatovac« visine su također obrađene i s aspekta dinamike visinskog rasta i prirasta. U analizu podataka uz čiste vrste *S. alba* L. i *S. fragilis* L. uvijek smo uključili i njihove hibride.

Metodom disperzijske analize izučavana je nenasljedna varijabilnost visina kod nekih klonova, uzgojenih u rasadniku. I u tom slučaju uz čiste vrste *S. alba* L. i *S. fragilis* L. uvijek smo uključivali i njihove hibride.

Kod četiri populacije dvogodišnjih malata bijele vrbe izučavali smo varijabilnost visina metodom disperzijske analize.

### 3.62 Promjeri sadnica — Diameters of plants

Podaci za prsne promjere klonskih testova »Vratovo«, »Bušići« i »Vrbine« obrađeni su isto tako kao i podaci za totalne visine na osnovi sredina redova odnosno plohe. Na analogan način obrađeni su podaci koji se odnose na hibridne familije. Broj podataka po tretiranju-repeticiji bio je istovjetan s brojem podataka za visine.

Za pokusne plohe »Opatovac« i »Kutina« podaci za promjere obrađeni su i metodom disperzijskih analiza.

Za klonski test »Vrbine« podaci za prsne promjere obrađeni su i s aspekta dinamike debljinskog rasta i prirasta. Dinamika debljinskog rasta i prirasta obrađena je također i za testove hibridnih familija »Opatovac« i »Kutina« tako, da su za pokusnu plohu »Kutina« podaci obrađeni na bazi promjera sadnica mjerениh u prsnoj visini, a za pokusnu plohu »Opatovac« na bazi promjera mjerениh iznad vrata korijena.

Metodom disperzijske analize proučavana je nenasljedna varijabilnost prsnih promjera.

### 3.63 Pravnost debla — Stem straightness

O pravnosti debla zavisi njegova vrijednost te mogućnost iskorištanja. Zbog toga se u programima oplemenjivanja šumskog drveća naročito pozornost pridaje pravnosti debla.

Pravnost debla je obilježe svojstva, koje nazivamo oblik debla. S obzirom na oblik debla razlikujemo pravno, zakriviljeno i krivudavo deblo.

Pod zakriviljenosću debla podrazumijevamo jednosmjerni nepravilan rast odnosno prema Ugrenoviću (1950) deblo nazivamo krivim, ako se njegova os s dvije točke gledišta koje leže u dvije međusobno okomite ravnine ukazuje kao kriva crta. Krivudavim (tortuoznim) nazivamo ono deblo, kod kojega se njegova os s dvije točke gledišta koje leže u dvije međusobno okomite ravnine ukazuje kao valovita crta (Krstinić 1969).

Jasno je, da će nam studij zakriviljenosti i krivudavosti uz pravnost debla omogućiti da lakše proniknemo u karakter varijabilnosti pravnosti debla te da lakše shvatimo mehanizam nasljeđivanja pravnosti debla.

Pravnost odnosno zakriviljenost debla teško je pravilno procijeniti ukoliko se služimo subjektivnim indeksima, budući da stanišne prilike, starost te uzrast stabala, variraju. Naročito je potrebna što preciznija procjena pravnosti debla ukoliko se radi o ispitivanju varijabilnosti i nasljeđnosti spomenutog svojstva putem testova potomstva i provenijencija.

Metode koje su se do sada koristile za procjenu pravnosti debla, moguće je uglavnom podijeliti u tri grupe:

- a) subjektivno procjenjivanje pravnosti stabla, kod čega su se pojedinim stablima davale ocjene kao: dobro, zadovoljavajuće i slabo, tj. odgovarajući bodovi kao npr. 3, 2 i 1;
- b) metode kod kojih se procjena pravnosti debla obavljala na temelju otklona debla od vertikale;
- c) procjena pravnosti debla na osnovi metoda koje omogućuju kvantificiranje svih krivina na deblu.

Jasno je, da okularnom klasifikacijom stabala ne možemo dobiti precizne indikacije o karakteru varijabilnosti i nasljeđnosti oblika debla.

Druga metoda koja se osniva na mjerenu otklona stabla od vertikale, može se koristiti samo kod relativno niskih stabala (3—6 m). Ta metoda se primjenjivala kod izučavanja fototropnosti rasta pod utjecajem postrane zasje. Metoda omogućuje da se ocjeni zakriviljenost cijelog debla koja nastaje kao rezultat nejednoličnog osvjetljenja, dok je ocjena manjih krivina na deblu nemoguća.

Tu metodu u nešto modificiranom obliku koristili su u svojim istraživanjima, vezanima za oblik debla mnogi istraživači kao Perry (1960), Shelbourne (1963), Goddard i Strickland (1964) i dr. Kod toga su ti autori načinili jednu modifikaciju na taj način, da su mjerili sve otklone na deblu od vertikale. Međutim, i tako modificirana procjena oblika debla pokazala se kao nedovoljno pouzdana i neprecizna (Shelbourne and Namkoong 1966).

*Shelbourne i Namkoong (1966)* razradili su metodu mjerjenja pravnosti debla koja se osniva na primjeni terestičke fotogrametrije. Tu metodu u našim istraživanjima nismo koristili zato što je spora, a često puta i neprimjenjiva, jer zahtijeva snimanje stabla s dva okomita smjera. To snimanje je zbog gustog sklopa u kulturama stablastih vrba, a često i zbog nepreglednosti terena nemoguće obaviti.

Iz navedenih razloga u našim istraživanjima varijabilnosti i nasljednosti pravnosti debla kod stablastih vrba odlučili smo koristiti metodu koju je Žufa (1964) razradio u svom disertacijskom radu kod istraživanja varijabilnosti i nasljednosti pravnosti stabla crne topole. Kod obračuna podataka za vrijednost oblika debla koristili smo uz Žufinu metodu i modificiranu Žufinu metodu, koju je u svojim istraživanjima varijabilnosti i nasljednosti zakrivljenosti debla kod šišama (*Dalbergia sissoo* Roxb.) primijenio Vidaković i Ahsan 1970.

Varijabilnost oblika debla za klonski test »Vrbine« obrađena je na osnovi sredina redova odnosno plohica. Po istom principu su obrađeni i podaci vrijednosti oblika debla i za testove familija »Kutina« i »Opatovac«.

Metodom disperzijske analize obrađena je varijabilnost vrijednosti oblika debla za hibridne familije na pokusnoj plosi »Opatovac« te za 11 klonova iz rasadnika Jastrebarsko.

### *3.631 Opis metoda procjene pravnosti debla — Description of the estimating methods for stem straightness*

Kao što smo u prethodnom poglavljiju naglasili, u našim istraživanjima varijabilnosti pravnosti debla kod stablastih vrba koristili smo metodu koju je razradio Žufa (1964). Sve biljke smo fotografirali uz letvu odredene duljine, kako bismo projekciju debla mogli kasnije ucrtati u mjerilu. Nastojali smo da stabala na svim pokusnim plohama fotografiramo uvijek iz istog smjera i to južnoga. Broj podataka za klonski test »Vrbine« je 3, a u svim ostalim eksperimentima iznosi 4 po tretirajući-repeticiji. Predstavnici pojedinih klonova i familija uzimani su po principu slučajnosti. Pomoću dobivenih negativa obavljeno je crtanje projekcija oblika debla.

Pošto su stabla u našim eksperimentima relativno mlada pa još nisu imala krunpe dimenzije, u većini slučaja bilo je moguće pratiti na projekciji deblo do vrha krošnje.

Karakteristične projekcije oblika debla za pojedine hibridne familije te za nekoliko rameta od nekoliko klonova prikazane su na Graf. 2, 3 i 4. Na grafikonima je uz svaku projekciju oblika debla označena i vrijednost oblika debla. Način računanja vrijednosti oblika debla prikazan je u Tab. 2.

Po primjenjenoj metodi svaka krivina na projekciji debla boduje se s po 5 bodova s time, da se dobivenoj vrijednosti dodaje vrijednost indeksa najveće zakrivljenosti na deblu. Indeks najveće zakrivljenosti izračuna se iz odnosa  $i = \frac{b}{a} \cdot 100$ , gdje »b« predstavlja visinu luka tetive, a »a« duljinu tetive. Za svaku daljnju krivinu na debalu dodaju se dodatna 2 boda, ako su ispunjeni slijedeći uvjeti:

1.  $a = h$  (visina stabla),  $a > 25\%$ ,
2.  $a = 1/2 h - 1 h$ ,  $a > 12\%$ ,
3.  $a = 1/4 h - 1/2 h$ ,  $a > 6\%$ ,
4.  $a = 1/8 h - 1/4 h$ ,  $a > 3\%$  i
5.  $a = 1/16 h - 18 h$ ,  $a > 2\%$ .

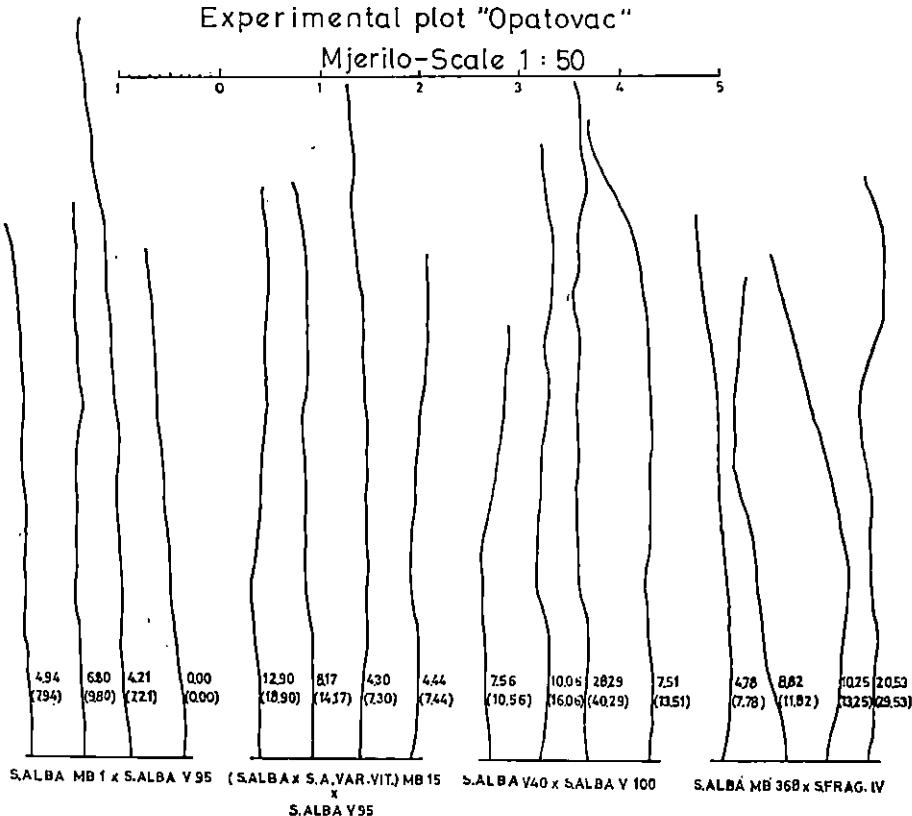
Vrijednost oblika debla čini zbroj bodova za ukupan broj krivina, uvećan za vrijednost indeksa najveće zakrivljenosti i dodatne bodove za ostale krivine, ukoliko je ispunjen gornji uvjet.

PROJEKCIJE OBLIKA DEBLA STABLASTIH VRBA  
 Projection of the stem form of treelike Willows

Pokusna ploha „Opatovac“

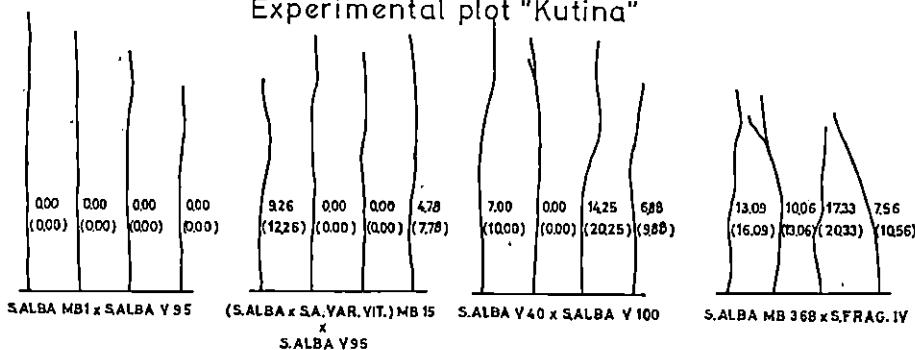
Experimental plot "Opatovac"

Mjerilo-Scale 1 : 50



Pokusna ploha „Kutina“

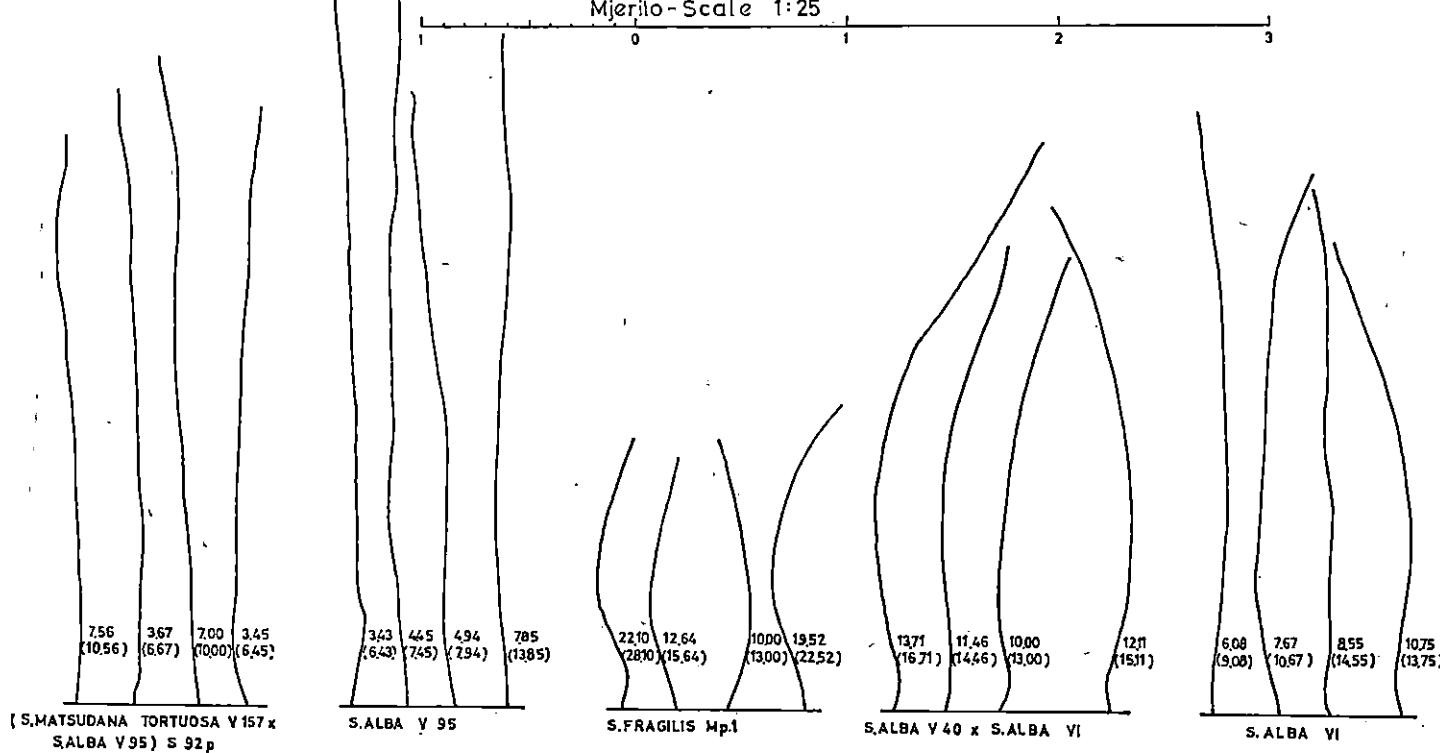
Experimental plot "Kutina"



PROJEKCIJE OBLIKA DEBLA STABLASTIH VRBA  
Pokusna ploha „Jastrebarsko“

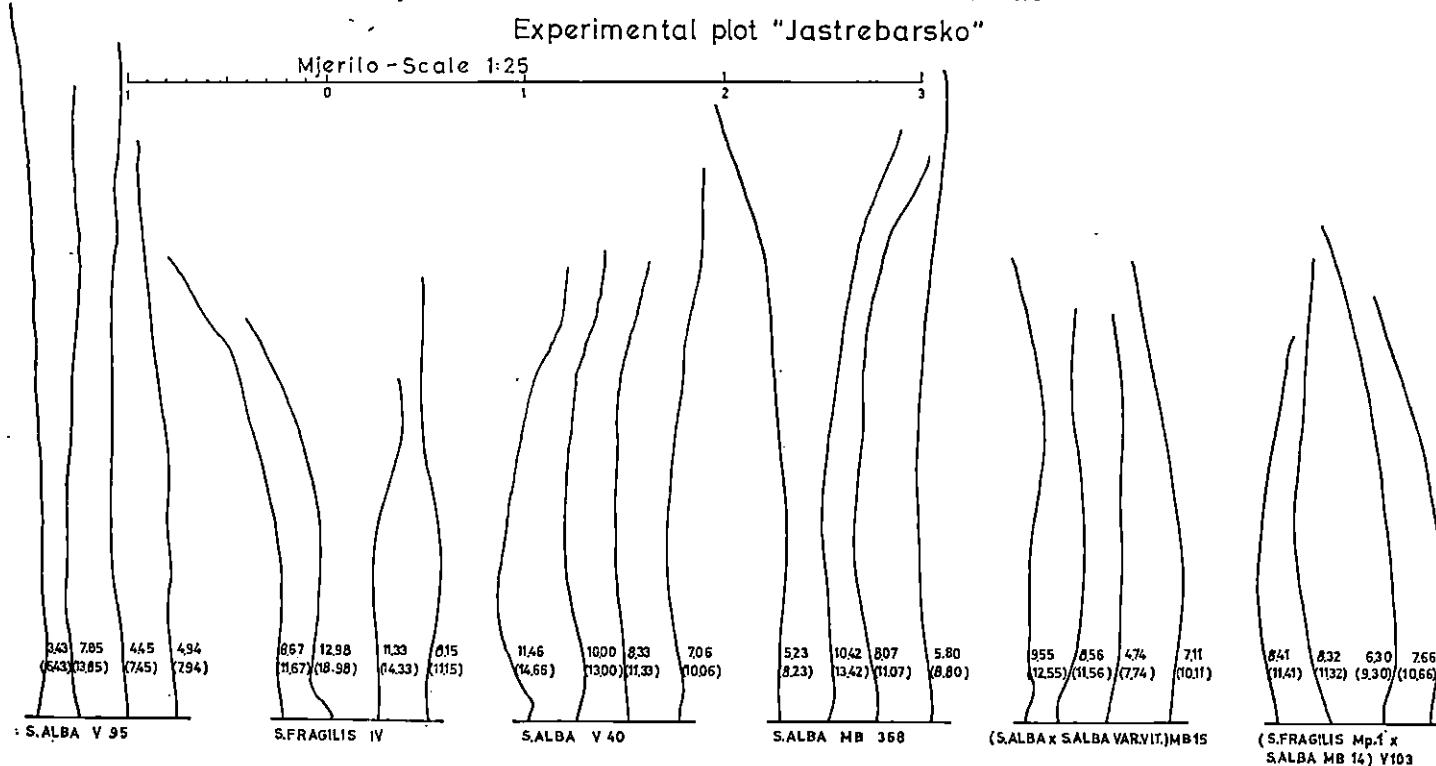
Projections of the stem form of treelike Willows  
Experimental plot "Jastrebarsko"

Mjerilo - Scale 1:25



PROJEKCIJE OBЛИKA DEBLA STABLASTIH VRBA  
Pokusna ploha „Jastrebarsko“

Projections of the stem form of treelike Willows  
Experimental plot "Jastrebarsko"



TAB.2. PRIMJER PRORACUNA VRIJEDNOSTI OBLIKA DEBLA (prikazan na priloženom grafikonu) - AN EXAMPLE OF THE ESTIMATE OF THE STEM FORM VALUES (represented in the enclosed Graph)

Tek.broj No. Line No.	Oznaka krizanja kloga Mark of clone crossing	Indeks najveće zakrivljenosti Index of maxi- mal tortuosity	Br.zakrivljenosti No.of crooks	Bodovi Points		Duzina stabla Stem length	Po 2 boda za svaku zakrivljenost, ako je: 2 points for each crook, if					Vrijednost oblika debla - Stem form value						
				2	5		a=1 h	a=1/2 h-1h	a=1/4 h-1/2 h	a=1/8 h-1/4 h	a=1/16 h-1/8 h	i > 25%	i > 12%	i > 6%	i > 3%	i > 2%	Po - According to	
				br. No.	bodova points		br. No.	bodova points	br. No.	bodova points	br. No.	bodova points	br. No.	bodova points	br. No.	bodova points	Vidaković	Žufa
1	S 110 - I-graf 2	% · 100	0			55											0'00	0'00
2	S 110 - II-graf 2	% · 100	0			52											0'00	0'00
3	S 110 - III-graf 2	% · 100	0			47											0'00	0'00
4	S 110 - IV-graf 2	% · 100	0			41											0'00	0'00
5	S 131 - V-graf 2	1/19 · 100	5'26	1	2	5	47						1	2			9'26	12'26
6	S 131 - VI-graf 2	% · 100	0			51											0'00	0'00
7	S 131 - VII-graf 2	% · 100	0			48											0'00	0'00
8	S 131 - VIII-graf 2	1/36 · 100	2'78	1	2	5	51										4'78	7'78
9	S 112 - IX-graf 2	2/40 · 100	5'00	1	2	5	54										7'00	10'00
10	S 112 - X-graf 2	% · 100	0			50											0'00	0'00
11	S 112 - XI-graf 2	1/16 · 100	6'25	2	4	10	51						2	4			14'25	20'25
12	S 112 - XII-graf 2	2/41 · 100	4'88	1	2	5	41										6'88	9'88
13	S 150 - XIII-graf 2	1/11 · 100	9'09	1	2	5	40						1	2			13'09	16'09
14	S 150 - XIV-graf 2	2/33 · 100	6'06	1	2	5	39						1	2			10'06	13'06
15	S 150 - XV-graf 2	2/15 · 100	13'33	1	2	5	33						1	2			17'33	20'33
16	S 150 - XVI-graf 2	2/36 · 100	5'56	1	2	5	36										7'56	10'56
17	S 92p - I-graf 3	25/45 · 100	5'56	1	2	5	111										7'56	10'56
18	S 92p - II-graf 3	15/90 · 100	1'67	1	2	5	108										3'67	6'67
19	S 92p - III-graf 3	2/40 · 100	5'00	1	2	5	121										7'00	10'00
20	S 92p - IV-graf 3	1/69 · 100	1'45	1	2	5	102										3'45	6'45
21	V 95 - V-graf 3	15/105 · 100	1'43	1	2	5	136										3'43	6'43
22	V 95 - VI-graf 3	25/102 · 100	2'25	1	2	5	136										4'45	7'45
23	V 95 - VII-graf 3	2/68 · 100	2'94	1	2	5	117										4'94	7'94
24	V 95 - VIII-graf 3	15/39 · 100	3'83	2	4	10	127										7'85	13'85
25	Mp1 - IX-graf 3	55/39 · 100	14'10	2	4	10	51						1	2			22'10	28'10
26	Mp1 - X-graf 3	5/47 · 100	10'64	1	2	5	47										12'64	15'64
27	Mp1 - XI-graf 3	4/50 · 100	8'00	1	2	5	50										10'00	13'00
28	Mp1 - XII-graf 3	9/58 · 100	15'52	1	2	5	58	1	2								19'52	22'52
29	S 83 - XIII-graf 3	13/111 · 100	11'71	1	2	5	111										13'71	16'71

\*b=visina luka zakrivljenosti-height of arc; a=duljina tetive odredene krivine-Length of chord of a given crook.

Po metodi Vidakovića i Ahsana (1970) svaka krivina na deblu buduje se s po 2 boda, a ukupna vrijednost oblika debla dobiva se kao što je to opisano u metodi Žufe (1964).

Pokušali smo se također koristiti i modificiranim Žufinom metodom na taj način, da smo svaku krivinu na debalcu bodovali s po jednim bodom. Dodatne bode dove dodavali smo samo onim krivinama, kojih je indeks zakriviljenosti bio veći od 3%, i to tako da smo za iznos od 3% dodavali 1 bod, a za svaki daljnji iznos zakriviljenosti od 3% dodavali smo dodatni 1 bod. Tako npr. ako je neko stabalce imalo jednu krivinu a njezin indeks zakriviljenosti iznos 6%, tada vrijednost oblika debla iznosi 3 jedinice.

Vrijednost oblika debla pokušali smo također izraziti i kvocijentom između duljine vertikale i duljine projekcije debla. Taj kvocijent smo mjerili pomoću kurvimetra.

### 3.632 Komparacija različitih metoda procjene oblika debla — Comparison of various estimating methods for stem form

Žufina (1964) metoda daje upotrebljive i više-manje realne podatke za vrijednost oblika debla. Ti su podaci upotrebljivi i za stablaste vrbe. U studiji varijabilnosti putem analize varijance, tj. kada raspolažemo sa srednjim vrijednostima redova odn. parcelica, ta metoda daje zadovoljavajuće rezultate. Međutim, kada kod izučavanja varijabilnosti primjenjujemo metodu disperzijske analize, dolaze do izražaja nedostaci spomenute metode jer ona sama po sebi uključuje diskontinuiranost, na temelju koje se često puta mogu izvesti krivi zaključci o karakteru varijabilnosti pravnosti debla.

Modificiranu metodu Žufe u svojim istraživanjima varijabilnosti i nasljednosti zakriviljenosti debla kod šišama primjenili su Vidaković i Ahsan budući da je primjena Žufine metode kod te vrste koja se odlikuje deblom s mnogo krivina često puta davala nerealne rezultate. U našem slučaju kod stablastih vrba i modificirana metoda pokazala se isto tako upotrebljivom kao i Žufina. Koeficijent korelacije između vrijednosti oblika debla, izračunatih po metodi Vidakovića i Žufe za pokušnu platu »Opatovac pozitivan je, visoko signifikantan ( $r = 0,93^{**}$ ). Međutim, i ovako modificirana metoda također uključuje sama po sebi diskontinuiranost, iako je ona manja nego u slučaju kada se koristi Žufina metoda.

Korištenjem modificirane Žufine metode, prema kojoj se svaka krivina buduje s jednim bodom, dobiva se kontinuirana varijabilnost vrijednosti oblika debla (varijabilnost obuhvaća sve klase uključujući i one koje se prijašnjim metodama bodovala nisu mogle obuhvatiti, npr. 1, 2, 3, 4). Korelacija između vrijednosti oblika debla po toj metodi i metodi Vidakovića je pozitivna, visoko signifikantna ( $r = 0,84^{**}$ ).

Korištenje kvocijenta između visine vertikale i duljine projekcije oblika debla kao vrijednost oblika stabla pokazalo se nepodesnim s tog razloga, što su diferencije između visine vertikale i duljine projekcije stabla vrlo malene, pa i kvocijent odnosno vrijednost oblika stabla malo varira od projekcije do projekcije, što kod obračuna rezultira dobivanjem nesignifikantnih razlika među tretiranjima.

U našim istraživanjima varijabilnosti pravnosti debla odlučili smo se za primjenu metoda procjene vrijednosti oblika debla, koju su razradili Vidaković i Žufa budući da se ni po jednoj drugoj opisanoj metodi nisu mogle dobiti realnije vrijednosti za oblik debla. Korištenjem obiju metoda kod statističke obrade podataka za oblik debla željeli smo provjeriti koja je od njih podesnija za stablaste vrbe.

### 3.633 Reakcija različitih klonova na postranu zasjenu — Response of various different clones to side shading

U našim istraživanjima pravnosti debla kod stablastih vrba željeli smo također istražiti, kako različiti klonovi reagiraju na postranu zasjenu odnosno nejednolično osvjetljenje. Iz literature je poznato, da oblik stabla može pretrpjeti deformacije u smislu duge zakriviljenosti ukoliko je stablo izvrgnuto nejednoličnom osvjetljenju odnosno postranoj zasjeni. To je bilo

važno provjeriti s razloga, što u raspoloživoj literaturi nismo našli podatke o tome, kako stablaste vrbe reagiraju na postrano zasjenjenje u smislu promjene oblika debla, te da li se u tom pogledu različiti klonovi isto ili različito ponašaju. To je bilo važno provjeriti i stoga jer u kulturama i plantažama nastaju često puta gubici, pa se zato ramete različitih klonova odnosno sadnice različitih familija ne razvijaju ravnomjerno zbog različite količine svjetlosti, koja je na raspolaganju sadnicama istog klena ili iste familije. Ukoliko se radi o naročito »senzibilnom« klonu ili familiji, koji pod utjecajem nejednoličnog osvjetljenja reagira deformacijom oblika debla, a mi kod snimanja predstavnika određenog klena ili familije (metoda slučajnosti) baš tog predstavnika uzmemu u obzir, može nam se dogoditi kod obračuna vrijednosti oblika debla da se javi veća varijabilnost vrijednosti oblika debla unutar klena ili familije nego između klonova odnosno familije. Ako se tome doda i činjenica, da smo kod istraživanja varijabilnosti i nasljednosti pravnosti debla koristili relativno mali broj podataka (3—4 po tretiranju-repeticiji), onda je jasno da na taj problem treba obratiti naročitu pažnju.

Pokus je postavljen u vrtu Katedre za šumarsku genetiku i dendrologiju Šumarskog fakulteta u Zagrebu. Obuhvaća ukupno 7 klonova stablastih vrba od kojih su 3 klena hibridi *S. matsuanae* s bijelom i krhkrom vrbom, 2 klena su unutarvrsni hibridi bijele vrbe, a jedan je klen međuvrsni hibrid između *S. amygdaloïdes* i *S. alba*.

U poglavlju 3.6 detaljno smo objasnili statistički postupak kod istraživanja fototropnosti klonova u našem pokusu.

### 3.7 Utjecaj različitih staništa na fenotipsku stabilnost istraživanih svojstava — Influence of different sites on the phenotypic stability of investigated characters

*Knight* (1973) je definirao fenotipsku stabilnost kao veličinu variranja fenotipskih srednjih vrijednosti za određeni genotip u nizu okolina ili unutar jedne okoline.

Izučavanju fenotipske stabilnosti odnosno interakcije genotip  $\times$  okolina mnogo više pažnje do sada se posvećivalo u poljoprivredi nego u šumarstvu. Tako su *Finlay* i *Wilkinson* (*Knight* 1970) razradili regresijsku analizu za izučavanje interakcije genotip  $\times$  okolina odnosno za ocjenu adaptabilnosti određenog genotipa na niz različitih okolina.

Okoline su definirane srednjim vrijednostima pokusnih ploha za istraživanje svojstvo, dok je drugi čimbenik koji je koristila regresijska analiza bio srednji prinos određenog genotipa na svakom pojedinom staništu. Prema toj metodologiji genotipovi s visokim vrijednostima regresijskog koeficijenta (b) imaju malu stabilnost te posjeduju specifičnu adaptabilnost na optimalne okoline, i obratno, mala vrijednost regresijskog koeficijenta (b) indicira visoku fenotipsku stabilnost dotičnog genotipa te dobru adaptabilnost i na suboptimalnu okolinu. Na osnovi te metode *Eberhardt* i *Russell* (*Knight* 1970) definirali su fenotipsku stabilnost određenog genotipa kao funkciju odstupanja fenotipskih vrijednosti od regresijske linije. Drugim riječima, interakcija genotip  $\times$  okolina je prisutna u onim sluča-

jima, kada se fenotipske vrijednosti za određeni genotip razlikuju od okoline do okoline.

Opisana metoda istraživanja fenotipske stabilnosti može se primijeniti u slučajima kada tretiramo nekoliko istih genotipova u nizu različitih okolina. Kod toga je važno da se u istraživanja uključe i tzv. »stress« okoline, tj. takve okoline koje se nalaze ispod minimuma, ali isto tako i one iznad optimuma.

U šumarstvu nema mnogo objavljenih radova koji tretiraju problem interakcije genotip  $\times$  okolina. Randal i Mohn (1973) su publicirali rad o interakciji klon-stanište kod američke crne topole (*Populus deltoides*). 79 klonova američke crne topole testirano je na dva različita lokaliteta. Utvrđena je interakcija okoline s totalnim visinama i prsnim promjerima počevši od treće godine plantažnog uzgoja. Rezultati istraživanja pokazuju, da su jači učinci interakcije za promjere nego za visine, te da je selekcija klonova kod *Populus deltoides* uspješnija u smislu specifične nego opće adaptabilnosti. Prema Squillaceu (1970) značajnost interakcije genotip  $\times$  okolina za totalne visine odnosno prsne promjere utvrđena je kod slijedećih vrsta četinjača: *Pinus elliotii*, *Pinus radiata*, *Pseudotsuga menziesii*, *Larix leptolepis*, *Pinus banksiana*, *Pinus ponderosa*, *Pinus sylvestris* i *Pinus taeda*. Podatke o interakciji genotip  $\times$  okolina s obzirom na oblik debla nismo našli u raspoloživoj literaturi.

Mi smo istraživali fenotipsku stabilnost totalnih visina, prsnih promjera i oblika debla za osam hibridnih familija koje su testirane na dva različita staništa (Kutina i Opatovac). Način računanja fenotipske stabilnosti istraživanih svojstava detaljno je opisan u poglavljju 3.6. Detaljni obračun podataka napravljen je samo za visine i promjere sadnica budući da nam razlike među hibridnim familijama na pokusnim plohamama »Opatovac« i »Kutina« s obzirom na oblik debla nisu bile signifikantne.

### 3.8 Nasljednost — Heritability

Prema Wrightu (1962) nasljednost pojedinog svojstva jedan je od najvažnijih podataka u genetskoj studiji, jer izražava realnost fenotipskih vrijednosti i predviđa učinak križanja. Određena osobina kao takva ne nasljeđuje se, već se nasljeđuje specifični način reakcije na vanjske činioce. Nasljedne osnove ne mogu prouzrokovati razvoj određenog svojstva sve dotle dok za to ne postoji određena okolina, i obratno, nikakav utjecaj okoline ne može uvjetovati fenotipsku manifestaciju nekog svojstva, ako za to svojstvo nisu prisutni određeni geni (Allard 1960). Prema tome, nasljednost nije konstantan parametar koji podjednako vrijedi za sve prilike, već se mijenja od populacije do populacije u zavisnosti o stupnju njezine heterogenosti te promjene okoline i vremena.

Pod pojmom nasljednosti podrazumijevamo:

- poznavanje načina nasljeđivanja,
- poznavanje broja nasljednih osnova koje određuje pojedino svojstvo te povezanost njihova djelovanja,
- u kojoj je mjeri neko svojstvo genetski uvjetovano, a u kojoj mjeri na njega utječe okolina.

U kojoj mjeri je neko svojstvo genetski uvjetovano, a u kojoj mjeri na njega utječe okoliš, može se procijeniti iz slijedećih odnosa:

- a) potomstvo i jedan roditelj,
- b) potomstvo i prosječni roditelj,
- c) iz half-sib familija,
- d) iz full-sib familija,
- e) iz klonskog testa.

Općenito uvezvi nasljednost se računa iz odnosa genotipske varijance prema fenotipskoj varijanci. Ako genotipska varijanca sadrži samo aditivnu varijancu, u tom slučaju govorimo o nasljednosti u užem smislu ( $h^2_{NS}$ ), dok u slučaju kada sadrži uz aditivnu varijancu još varijancu dominance i interakcije, govorimo o nasljednosti u širem smislu ( $h^2_{BS}$ ).

U našim istraživanjima nasljednosti totalnih visina, prsnih promjera i oblika debla koristili smo se procjenom nasljednosti iz klonskih testova. Željeli smo utvrditi kakvi su odnosi među parametrima nasljednosti za istraživana svojstva u nizu istih klonskih testova, budući da smo smatrali da će na taj način dobiti bolji uvid i u varijabilnost istraživanih svojstava kod stablostih vrba.

Ovdje moramo naglasiti, da tako izračunati parametri za nasljednost istraživanih svojstava predstavljaju vrijednosti za nasljednost u širem smislu, te da to nisu parametri populacije već pojedinačnih eksperimenata.

Statistički postupak je objašnjen u poglavljju 3.6.

### 3.81 Visina i promjera — Heights and diameters

Nasljednost visina i promjera u širem smislu računata je za klonski test »Vrbine« kod plantažne starosti od 2+5 godina, za klonski test »Vratovo« kod plantažne starosti od 2+3 godine, za klonski test »Bušići« kod starosti 1+7 godina te za 7 pojedinačnih klonskih testova u rasadniku Šumarskog instituta u Jastrebarskom kod starosti 2+3 godine.

Za klonski test »Vrbine« broj rameta po klonu-ponavljanju iznosio je 10, za klonski test »Vratovo« 8, a za klonski test »Bušići« 7 rameta. U svim klonskim testovima u rasadniku »Jastrebarsko« broj rameta po klonu-ponavljanju iznosio je 10.

U klonskim testovima »Jastrebarsko« klonovi su grupirani prema rodbinskoj vezi, pa smatramo da su izračunati parametri za nasljednost visina bliže realnim vrijednostima od izračunatih analognih parametara nasljednosti u ostalim klonskim testovima.

### 3.82 Pravnost debla — Stem straightness

Pravnost debla je također računata iz istih klonskih testova kao kod nasljednosti za visine i promjere izuzev klonske testove »Bušići« i »Vratovo«. Broj podataka po klonu-ponavljanju kod računanja nasljednosti pravnosti debla nije bio istovjetan kao kod računanja nasljednosti totalnih visina i prsnih promjera.

Za klonski test »Vrbine« broj rameta po klonu-ponavljanju iznosio je 3. Za klonske testove u rasadniku »Jastrebarsko« broj rameta po klonu-ponavljanju iznosi 4.

#### 4. REZULTATI ISTRAŽIVANJA I DISKUSIJA — RESULTS OF INVESTIGATIONS AND DISCUSSION

##### 4.1 Visine — Heights

###### 4.11 Varijabilnost visina sadnica između familija i unutar familija u terenskim pokusima — Variability of plant heights between families and within families in field trials

U Tab. 3 (S18—S29) dani su podaci za visine test familija »Bušići«, a u Tab. 4 prikazani su rezultati statističke obrade.

Iz tabela je vidljivo, da je najslabije rezultate postigla familija povratnih križanaca međuvrsnih hibrida krhkke i bijele vrbe s krhkcom vrbom, dok je najbolje rezultate postigla familija *S. alba* var. *calva* × nepoznat. Međuvrsni hibridi krhkke i bijele vrbe dali su na toj pokusnoj plosi podjednake rezultate kao i unutarvrsni hibridi bijele vrbe, a mnogo bolje od povratnih križanaca međuvrsnih hibrida krhkke i bijele vrbe s krhkcom vrbom. Znači, međuvrsni hibridi su bolji od familije, koje pripadnici u svom genskom kompleksu imaju najviše gena od krhkke vrbe, dok su podjednake rezultate postigli u odnosu na half-sib familiju krhkke vrbe. To smo i očekivali budući da smo iz slobodnog opršivanja krhkke vrbe (Mp. 1) koja se nalazi na području park šume »Maksimir« dobivali uvijek veću količinu međuvrsnih hibrida s bijelom vrbom nego unutarvrsnih hibrida. Na temelju morfoloških karakteristika može se zaključiti, da su predstavnici te familije sastavljeni od većeg broja međuvrsnih hibrida s bijelom vrbom nego unutarvrsnih hibrida.

Na ovom teškom amfiglejnomb tlu, koje je za vrijeme ljetnih mjeseci slabo opskrbljeno vlagom, najbolje rezultate postigla je familija *S. alba* var. *calva* × nepoznat. Predstavnicima spomenute familije najmanje nedostaje vлага u gornjim horizontima tla jer imaju sposobnost dubokog zakorjenjivanja. Glavna masa žilja kod pripadnika navedene familije nalazi se na dubini od 50—70 cm. Na dubini od 120 cm još uvijek se može naići na zdravo i do 1 cm debelo korijenje. Na temelju morfoloških karakteristika pripadnika te familije može se zaključiti, da se u našem slučaju radi o međurasnim hibridima *S. alba* var. *calva* × *S. alba*. Iz literature je poznato, da su iz slične kombinacije križanja (*S. alba* var. *calva* × *S. alba*-talijanska provenijencija) selekcionirani klonovi postigli vrlo dobre rezultate na području delte rijeke Parana u Argentini (Barret i Rial Alberti 1972).

Biljke većine ostalih familija u tom testu pokazuju tendenciju plitkog zakorjenjivanja, što rezultira slabim rastom ili ugibanjem sadnica.

Test sume rangova dao je visoko signifikantne razlike između većine tretiranja. I metodom analize varijance dobivene su signifikantne razlike. Obradom podataka po metodi sume rangova nisu dobivene značajne razlike u odnosu na one familije, koje se u eksperimentu pojavljuju u 1—2 ponavljanja.

Parametri disperzijske analize koji se odnose na visine dani su u Tab. 5. Iz tabele je vidljivo, da najveću širinu varijabilnosti koja iznosi 470 cm imaju predstavnici half-sib familija krhkke vrbe. To je razumljivo s obzirom na činjenicu da ovu familiju, kao što smo to već naglasili, čine unutarvrsni hibridi krhkke vrbe i međuvrsni hibridi krhkka × bijela vrba.

Tab. 3. Hibridne familije stablastih vrba. Pokusna ploha »Bušići« (Novoselec) (S18—S29) — Hybrid families of treelike Willows. Experimental plot »Bušići« (Novoselec) (S18—S29)

Tek. br. — No.	Ozn. križanja S Crossing mark	Roditelji-Parents		Starost godina Age, years	Porijeklo Origin	Visina cm Height cm					Promjeri mm Diameters mm					Br. podataka po familiji — repeat. No. of data per family — replic.		
						Repeticije Replications					Repeticije Replications							
		♀	♂			I	II	III	IV	V	I	II	III	IV	V			
1	18	<i>S. fragilis</i> Mp.1	<i>S. alba</i> MB25	2+7	Zagreb, Podravina	373	445	470	430	405	425	33	42	47	41	42	13	
2	19	<i>S. fragilis</i> Mp.1	( <i>S. x viridis</i> ) MB22	2+7	Zagreb, Podravina	298	292	312	262	272	287	21	20	27	20	17	21	13
3	20	<i>S. fragilis</i> Mp.1	nepoznat Unknown	2+7	Zagreb, Zagreb	459	401	474	413	495	448	40	37	47	37	47	42	13
4	22	<i>S. alba</i> calva	nepoznat Unknown	2+7	Engleska, Zagreb	568	580	562	547	504	552	57	54	48	46	40	49	13
5	34	<i>S. alba</i> MB1	nepoznat Unknown	2+7	Podravina, Zagreb	405	410	387	375	—	394	33	32	33	26	—	31	13
6	35 **	<i>S. alba</i> MB1	nepoznat Unknown	2+7	Podravina, Zagreb	437	464	345	448	402	419	38	41	28	38	30	35	13
7	28	<i>S. alba</i> V40	<i>S. alba</i> MP1	2+7	Lipovljani, Zagreb	484	469	348	—	—	434	44	41	31	—	—	39	13
8	33	( <i>S. alba</i> x <i>S. alba</i> var. <i>vitellina</i> ) MB15	nepoznat Unknown	2+7	Podravina, Zagreb	453	—	—	—	—	453	41	—	—	—	—	41	13
9	29 **	<i>S. alba</i> V40	<i>S. alba</i> MP1	2+7	Lipovljani, Zagreb	403	410	—	—	—	406	34	33	—	—	—	33	13

Rezultati statističke obrade za visine dani su u Tab. 4 pod brojem I/1 i 2, a za promjere u Tab. 4 pod brojem I/3 i 4 — Results of statistical processing for heights are given in Tab. 4 under № I/1 and 2, while for diameters in Tab. 4 under № I/3 and 4.

\* Sijanci su tretirani kao poseban broj, jer je oprašivanje izvršeno 7 dana kasnije u odnosu na S 34 — Seedlings were treated as a separate number, because pollination was performed 7 days later in relation to S 34.

\*\* Izbojci klona V 40 tretirani su otopinom kolhicicina 0.2%, 48 sati — Shoots of clone V 40 were treated with 0.2%-colchicine solution for 48 hours.

Tab. 4. Rezultati kompjutorske obrade podataka — Results of computer-processing of data

Broj pokusa No. of experiment	Naziv pokusa Name of experiment	Tek. br. No.	Svojstvo Character	Metoda obrade podataka Data processing method	F-vrijednost F-value	„t” vrijednosti odn. vjerojatnosti u % ”t”-values or probabilities in %
I	Test hibridnih familija »Bušić« Test of hybrid families »Bušić« (S18—S29)	1	Visine Heights	Analiza varijance	15.67**	„t” vrijednosti — ”t”-values $1 : 2 = 5.68^{**}$ , $1 : 4 = 5.28^{**}$ , $2 : 3 = 6.67^{**}$ , $2 : 4 = 10.96^{**}$ , $2 : 5 = 4.18^{**}$ , $2 : 6 = 5.46^{**}$ , $2 : 7 = 5.25^{**}$ , $2 : 8 = 3.96^{**}$ , $2 : 9 = 3.73^{**}$ , $3 : 4 = 4.29^{**}$ , $3 : 5 = 2.11^*$ , $4 : 5 = 6.16^{**}$ , $4 : 6 = 5.50^{**}$ , $4 : 7 = 4.25^{**}$ , $4 : 8 = 2.37^*$ , $4 : 9 = 4.56^{**}$
		2	Visine Heights	Wilcoxonov test	—	Vjerojatnosti u % — Probabilities in % $1 : 2 = 0.8$ , $1 : 4 = 0.8$ , $2 : 3 = 0.8$ , $2 : 4 = 0.8$ , $2 : 5 = 1.6$ , $2 : 6 = 0.8$ , $2 : 7 = 3.6$ , $3 : 4 = 0.8$ , $3 : 5 = 6.4$ , $4 : 5 = 1.6$ , $4 : 6 = 0.8$ , $4 : 7 = 3.6$ , $4 : 9 = 9.6$
		3	Promjeri Diameters	Analiza varijance	11.22**	„t” vrijednosti — ”t”-values $1 : 2 = 6.12^{**}$ , $1 : 4 = 2.45^*$ , $1 : 5 = 2.88^{**}$ , $2 : 3 = 6.30^{**}$ , $2 : 4 = 8.57^{**}$ , $2 : 5 = 2.88^{**}$ , $2 : 6 = 4.28^{**}$ , $2 : 7 = 4.68^{**}$ , $2 : 8 = 3.53^{**}$ , $2 : 9 = 2.89^{**}$ , $3 : 4 = 2.26^*$ , $3 : 5 = 3.06^{**}$ , $4 : 5 = 5.19^{**}$ , $4 : 6 = 4.28^{**}$ , $4 : 7 = 2.74^{**}$ , $4 : 9 = 3.58^{**}$
		4	Promjeri Diameters	Wilcoxonov test	—	Vjerojatnost u % — Probabilities in % $1 : 2 = 0.8$ , $1 : 5 = 3.2$ , $2 : 3 = 0.8$ , $2 : 4 = 0.8$ , $2 : 5 = 3.2$ , $2 : 6 = 0.8$ , $2 : 7 = 3.6$ , $2 : 9 = 9.6$ , $3 : 5 = 1.6$ , $3 : 9 = 9.6$ , $4 : 5 = 1.6$ , $4 : 6 = 1.6$ , $4 : 9 = 9.6$

\* t vrijednosti značajne na nivou od 5% — t-values significant at the 5% level

\*\* t vrijednosti značajne na nivou od 1% — t-values significant at the 1% level

Tab. 5. Test hibridnih familija. Individualni varijabilitet za visine. Pokusna ploha »Bušići« — Test of the hybrid families. Individual variability for heights. Experimental plot »Bušići«

Tek. br. — No.	Oznaka križanja S Crossing mark	Roditelji — Parents		Starost godina Age, years	Broj podataka No. of data	Aritmetička sredina x̄ cm	Standardna devijacija s	Grijeska aritm. sredine $s_x'$	Širina varijabilnosti Range of variability	Koeficijent varijabilnosti Coefficient of variability C. V. %	Porijeklo roditelja Origin of parents
		♀	♂								
1	18	<i>S. fragilis</i> Mp.1	<i>S. alba</i> V99	2+6	76	375	75.00	8.62	185—565	20.00	Zagreb, Kl. Podravski
2	19	<i>S. fragilis</i> Mp.1	<i>S. x viridis</i> MB22	2+6	110	245	65.60	6.25	145—415	26.78	Zagreb, Kl. Podravski
3	20	<i>S. fragilis</i> Mp.1	Nepoznat Unknown	2+6	71	397	104.00	12.34	175—645	26.20	Zagreb, Zagreb
4	22	<i>S. alba</i> var. <i>calva</i> V155	Nepoznat Unknown	2+6	185	475	86.00	6.32	245—705	18.11	Engleska, Zagreb
5	34	<i>S. alba</i> MB1	Nepoznat Unknown	2+6	56	362	93.13	12.45	185—645	25.73	Podravina, Crni Jarci—Zagreb
6	35	<i>S. alba</i> MB1	Nepoznat* Unknown	2+6	150	362	74.00	6.05	195—615	20.44	Podravina— Rumunjska
7	28	<i>S. alba</i> V40	<i>S. alba</i> Mp.	2+6	47	385	93.50	13.65	215—595	24.29	Lipovljani— Zagreb
8	29	<i>S. alba</i> V40	<i>S. alba</i> Mp.**	2+6	28	355	68.40	12.90	215—515	19.27	Lipovljani— Zagreb

\* Cvjetovi na cijepljenim cvjetnim granama su kasno bili spremni za oplodnju. U to vrijeme evao je samo jedan muški klon bijele vrbe iz Rumunjske — Flowers on grafted flower branches were late in becoming receptive. At that time only one male clone of White Willow from Rumania was blooming.

\*\* Vegetativni vrškovi tretirani su otopinom kolhicina 0.2% — Growing points (vegetative cones) were treated with 0.2%—colchicine solution.

Najmanju širinu varijabilnosti imaju povratni križanci međuvrsnih hibrida krhka  $\times$  bijela vrba s krhkcom vrbom. Za ostale familije širina varijabilnosti kreće se u rasponu od 300 do 460 cm.

Najmanji koeficijent varijabilnosti ima familija *S. alba* var. *calva*  $\times$  nepoznat (20%), a najveći povratni križanci međuvrsnih hibrida krhke i bijele vrbe s krhkcom vrbom (26,78%). Kod ostalih familija koeficijenti varijabilnosti kreću se u granicama od 19,27 do 26,20%.

Vrlo izražen varijabilitet unutar nekih familija na pokusnoj plosi »Bušići«, karakteriziran širinom varijabilnosti i koeficijentom varijabilnosti, upućuje na pretpostavku da se u tom slučaju radi o varijabilnosti koja je dobrim dijelom i genetskog karaktera.

Za test hibridnih familija na pokusnoj plosi »Kutina«, koji je osnovan sadnjom sadnica starosti 2/2, familije su grupirane u 4 pojedinačna eksperimenta prema rodbinskoj vezi.

U Tab. 6 (S85—S94) izneseni su podaci izmjera, a u Tab. 7 dani su rezultati statističke obrade podataka za prvi eksperiment na pokusnoj plosi »Kutina«. Iz tabele je vidljivo da su najbolje rezultate postigli unutarvrsni hibridi bijele vrbe, a najslabije unutarvrsni hibridi krhke vrbe. Kod plantažne starosti od 5 godina međuvrsni hibridi bijela  $\times$  krhka vrba imaju veće visine od recipročnih hibrida, tj. krhka vrba  $\times$  bijela vrba za koje smo utvrdili, da u najranijoj fazi ontogeneze pokazuju bujniji rast. Testiranjem visina familija putem sume rangova dobivene su značajne razlike do 5% samo između međurasnih hibrida *S. alba*  $\times$  *S. alba* var. *vitellina*, križanih povratno s bijelom vrbom, unutarvrsnih hibrida krhke vrbe te međuvrsnih hibrida bijele i krhke vrbe. Ovim testom nisu dobivene značajne razlike među onim tretiranjima koja se u eksperimentu pojavljuju s 1 do 2 ponavljanja.

U drugom eksperimentu (Tab. 8, S78—83 i Tab. 11) također su najbolje rezultate postigle 2 familije unutarvrsnih hibrida bijele vrbe, između kojih nema značajnih razlika. Međurasni hibridi *S. alba*  $\times$  *S. alba* var. *vitellina* postigli su bolje rezultate od međuvrsnih hibrida bijela  $\times$  krhka vrba. Od tri familije međuvrsnih hibrida bijela  $\times$  krhka vrba, koji su imali zajedničkoga ženskog roditelja, dvije familije su postigle podjednake rezultate, a treća je familija imala najniže visine u pokusu. Očito je, da visinski rast međuvrsnih hibrida bijela  $\times$  krhka vrba zavisi o kombinacijskoj sposobnosti roditeljskih parova. Testom sume rangova dobivene su značajne razlike samo između jedne familije unutarvrsnih hibrida bijele vrbe i jedne familije međuvrsnih hibrida bijela  $\times$  krhka vrba.

U trećem eksperimentu (Tab. 9, S70—S76 i Tab. 11) metodom analize varijance dobivene su značajne razlike između jedne familije unutarvrsnih hibrida bijele vrbe i tri familije međuvrsnih hibrida bijele i krhke vrbe u korist unutarvrsnih hibrida. Među dvjema familijama unutarvrsnih hibrida bijele vrbe nema značajnijih razlika. To također vrijedi i za 5 familija međuvrsnih hibrida bijela  $\times$  krhka vrba. Analizom podataka putem sume rangova nisu dobivene značajne razlike među familijama.

U četvrtom pokusu (Tab. 10, S88—S99 i Tab. 11) nisu dobivene značajne razlike među tretiranjima ni po jednoj od primjenjenih metoda obrade podataka. Vjerojatno je tome uzrok malen broj ponavljanja kod 3 od ukupno 4 familije koje čine ovaj pokus.

Tab. 6. Hibridne familije stablastih vrba. Pokusna ploha »Kutina« (S85—S94) — Hybrid families of treelike Willows. Experimental plot »Kutina« (S85—S94)

Tek. br. — No.	Oznaka križanja S Crossing mark	Roditelji — Parents		Starost godina Age, years	Porijeklo Origin	Visina — Heights cm		Promjeri (1,30 m) Diameters b. h. mm		Broj podataka po familiji — repet. No. of data per family — replic.	Ukupan broj uzgojenih sadnica Total number of raised plants						
						Repeticije Replications		Repeticije Replications									
		♂	♀			I	II	III	IV	$\bar{X}_x$	I	II					
1	85	( <i>S. alba</i> x <i>S. alba</i> var. <i>vitellina</i> ). MB15	<i>S. fragilis</i> (II)	2+5	Podravina — Crni Jarci, Zagreb	439	—	—	—	439	36	—	—	36	7	8	
2	86	„	<i>S. alba</i> (V-95)	2+5	„	646	477	497	580	550	62	43	44	64	53	7	29
3	87	„	<i>S. alba</i> var. <i>vitellina</i> (VII)	2+5	„	469	601	—	—	535	48	67	—	—	57	7	17
4	98	„	nepoznat	2+5	„	563	527	—	—	545	58	56	—	—	57	7	18
5	66	<i>S. fragilis</i> Mp.1	<i>S. fragilis</i> IV	2+5	Zagreb, Zagreb	362	340	360	360	355	34	31	31	33	32	7	36
6	68	<i>S. fragilis</i> Mp.1	<i>S. alba</i> var. <i>vitellina</i> VII	2+5	„	400	357	350	—	369	39	29	27	—	32	7	26
7	84	<i>S. alba</i> MB1	<i>S. fragilis</i> II	2+5	Podravina — Crni Jarci, Zagreb	543	551	503	374	493	50	46	42	32	42	7	33
8	94	<i>S. alba</i> MB1	<i>S. alba</i> V95	2+5	„	701	506	557	—	588	71	51	55	—	59	7	23

Rezultati statističke obrade dani su u Tab. 7 pod tekućim brojem II/1 i 2 za visine, te II/3 i 4 za promjere — Results of statistical processing for heights are given in Tab. 7 under № II/1 and 2, while for diameters under № II/3 and 4.

Tab. 7. Rezultati kompjutorske obrade podataka — Results of computer-processing of data

Broj pokusa No. of exper- iment	Naziv pokusa Name of experiment	Tek. br. No.	Svojstvo Character	Metoda obrade podataka Data processing method	F vrije- dnost F-value	„t“ vrijednosti odnosno vjerojatnosti u % "t"-values or probabilities in %
II	Test hibridnih familija „Kutina“ (S85—S94)	1	Visina Heights	Analiza varijance	5.22**	„t“ vrijednosti — "t"-values $2:5 = 4.03^{**}$ , $2:6 = 3.47^{**}$ $3:5 = 3.03^{**}$ $3:6 = 2.66^*$ , $4:5 = 3.20^{**}$ , $4:6 = 2.82^*$ , $5:7 = 2.84^*$ , $5:8 = 4.46^{**}$ , $6:7 = 2.37^*$ , $6:8 = 3.93^*$
		2	Visine Heights	Wilcoxonov test	—	Vjerojatnosti u % — Probabilities in % $2:5 = 2.8$ , $2:6 = 5.8$ , $5:7 = 2.8$ , $5:8 = 5.8$ $6:8 = 10$
		3	Promjeri Diameters	Analiza varijance	5.55**	„t“ vrijednosti — "t"-values $1:8 = 2.37^*$ , $2:5 = 3.54^{**}$ , $2:6 = 3.37^{**}$ $3:5 = 3.47^{**}$ , $3:6 = 3.37^{**}$ , $4:5 = 3.40^{**}$ , $4:6 = 3.30^{**}$ , $5:8 = 4.17^{**}$ , $6:8 = 3.99^{**}$ , $7:8 = 2.57^*$
		4	Promjeri Diameters	Wilcoxonov test	—	Vjerojatnosti u % — Probabilities in % $2:5 = 2.8$ , $2:6 = 5.8$ , $5:8 = 5.8$ , $6:8 = 10$ , $7:8 = 5.8$
	Test hibridnih familija „Kutina“ (S66—S94)	5	Oblik debla Stem form (po Vida- koviću)	Analiza varijance	0.47	Među tretiranjima nema signifikantnih razlika — Between treatments there is no significant difference
		6		Wilcoxonov test	—	„“
	Test of hybrid families "Kutina" (S66—S94)	7	Oblik debla Stem form (po Žufi)	Analiza varijance	0.38	„“
		8		Wilcoxonov test	—	„“

Tab. 8. Hibridne familije stablastih vrba. Pokusna ploha »Kutina« (S78—S83) — Hybrid families of treelike Willows. Experimental plot »Kutina« (S78—S83)

Tek. br. — No.	Oznaka fam. S br. Family mark S-No.	Roditelji — Parents		Starost godina Age, years	Porijeklo Origin	Visina — Height cm					Promjeri (1,30 m) Diameters b. h. mm					Broj podataka po familiji-repeticiji No. of data per family-replication	Ukupan broj uzgojenih sadnica Total number of raised plants
						Repeticije Replications					Repeticije Replications						
		♀	♂			I	II	III	IV	$\bar{X}_x$	I	II	III	IV	$\bar{X}_x$		
1	78	<i>S. alba</i> (V-40)	<i>S. alba</i> (V-95)	2+5	Lipovljani, Osman polje, Zagreb	552	463	592	488	524	53	45	66	52	54	6	32
2	79	<i>S. alba</i> (V-40)	<i>S. fragilis</i> (IV)	2+5	„	462	463	428	400	438	42	46	38	30	39	6	38
3	80	<i>S. alba</i> (V-40)	<i>S. fragilis</i> (III)	2+5	„	413	—	—	—	413	42	—	—	—	42	6	6
4	81	<i>S. alba</i> (V-40)	<i>S. fragilis</i> (II)	2+5	„	322	382	343	—	349	26	37	27	—	30	6	22
5	82	<i>S. alba</i> (V-40)	<i>S. alba</i> var. vitell. (VII)	2+5	„	583	533	413	377	476	69	61	46	47	56	6	40
6	83	<i>S. alba</i> (V-40)	<i>S. alba</i> (VI)	2+5	„	488	522	612	422	511	53	52	67	44	54	6	34

Rezultati statističke obrade dani su u Tab. 11 pod tekućim brojem III/1 i 2 za visine, te III/3 i 4 za promjere — Results of statistical processing for heights are given in Tab. 11 under № III/1 and 2, for diameters under № III/3 and 4.

Tab. 9. Hibridne familije stablastih vrba. Pokusna ploha »Kutina« (S70—S76) — Hybrid families of treelike Willows. Experimental plot »Kutina« (S70—S76)

Tek. broj — No.	Oznaka fam. S br. Family mark S-No.	Roditelji — Parents		Starost godina Age, years	Porijeklo Origin	Visina — Height cm					Promjeri (1,3 m) Diameters b. h.					Broj podataka po familiji-repeticiji No. of data per family-replication	Ukupan broj uzgojenih sadnica Total number of raised plants				
						Repeticije Replications					Repeticije Replications										
		♀	♂			I	II	III	IV	$\bar{X}_x$	I	II	III	IV	$\bar{X}_x$						
1	70	<i>S. alba</i> (368)	<i>S. alba</i> (IV)	2+5	Podravina, Prelog, Zagreb	574	425	472	540	503	57	46	50	58	53	8	37				
2	71	<i>S. alba</i> (368)	<i>S. alba</i> (IV-95)	2+5	„	661	564	566	—	596	70	54	54	—	59	8	29				
3	72	<i>S. alba</i> (368)	<i>S. fragilis</i> (IV)	2+5	„	479	369	—	—	424	49	36	—	—	42	8	21				
4	73	<i>S. alba</i> (368)	<i>S. fragilis</i> (II)	2+5	„	419	—	—	—	419	40	—	—	—	40	8	9				
5	74	<i>S. alba</i> (368)	<i>S. fragilis</i> (III)	2+5	„	384	—	—	—	384	35	—	—	—	35	8	12				
6	75	<i>S. alba</i> (368)	<i>S. fragilis</i> (IV)	2+5	„	422	402	—	—	412	41	37	—	—	39	8	21				
7	76	<i>S. alba</i> (368)	<i>S. fragilis</i> (I)	2+5	„	574	394	—	—	484	63	33	—	—	48	8	17				

Rezultati statističke obrade dani su u Tab. 11 pod tekućim brojem IV/1 i 2 za visine, te IV/3 i 4 za promjere — Results of statistical processing for heights are given in Tab. 11 under № IV/1 and 2, for diameters under № IV/3 and 4.

Tab. 10. Hibridne familije stablastih vrba. Pokusna ploha »Kutina« (S88—S99) — Hybrid families of treelike Willows. Experimental plot »Kutina« (S88—S99)

Tek. br. — No.	Oznaka fam. S br. Family mark S-No.	Roditelji — Parents		Starost godina Age, years	Porijeklo Origin	Visina — Height cm					Promjeri (1,30 m) Diameters b. h. mm					Broj podataka po familiji — repet. No. of data per family — replic.	Ukupan broj uzgojenih sadnica Total number of raised plants	
						Repeticije Replications				Repeticije Replications								
		♀	♂			I	II	III	IV	$\bar{X}_{\bar{x}}$	I	II	III	IV	$\bar{X}_{\bar{x}}$			
1	88	<i>S. matsudana</i>	<i>S. fragilis</i> (I)	2+5	Kina, Zagreb	472	—	—	—	472	58	—	—	—	58	6	6	
2	89	<i>S. matsudana</i>	<i>S. alba</i> (V-95)	2+5	„	458	520	477	405	465	60	70	62	57	62	6	31	
3	93	<i>S. humboldtiana</i>	<i>S. alba</i> V95	2+5	Argentina, Zagreb	507	399	—	—	453	50	36	—	—	43	6	16	
4	99	<i>S. alba</i> 74/65	Nepoznat Unknown	2+5	Rumunjska, Zagreb	453	572	—	—	512	39	63	—	—	51	6	12	

Rezultati statističke obrade dani su u Tab. 11 pod tekućim brojem V/1 i 2 za visine, te V/3 i 4 za promjere — Results of statistical processing for heights are given in Tab. 11 under № V/1 and 2, for diameters under № V/3 and 4.

Tab. 11. Rezultati kompjutorske obrade podataka — Results of computer-processing of data

Broj pokusa No. of ex- periment	Naziv pokusa Name of experiment	Tek. br. No.	Svojstvo Character	Metoda obrade podataka Data processing method	F vrijed- nost F-value	„t“ vrijednosti odnosno vjerojatnosti u % “t”-values or probabilities in %
1	2	3	4	5	6	7
III	Test hibridnih familija „Kutina” (S78—S83)  Test of hybrid families “Kutina” (S78—S83)	1	Visine — Heights	Analiza varijance	3.09*	„t“ vrijednosti — “t”-values $1 : 4 = 3.43^{**}$ , $4 : 5 = 2.50^*$ , $4 : 6 = 3.18^{**}$
		2	Visine — Heights	Wilcoxonov test	—	Vjerojatnosti u % — Probabilities in % $1 : 2 = 4.3$
		3	Promjeri Diameters	Analiza varijance	4.73*	„t“ vrijednosti — “t”-values $1 : 2 = 2.40^*$ , $1 : 4 = 3.56^{**}$ , $2 : 5 = 2.68^*$ , $2 : 6 = 2.40^*$ , $4 : 5 = 3.82^{**}$ , $4 : 6 = 3.56^{**}$
		4	Promjeri Diameters	Wilcoxonov test	—	Vjerojatnosti u % — Probabilities in % $1 : 2 = 5.8$ , $2 : 5 = 4.3$ , $2 : 6 = 5.8$
		5	Oblik debla Stem form (po Vidakoviću)	Analiza varijance	0.33	
		6		Wilcoxonov test	—	
		7	Oblik debla Stem form (po Žufi)	Analiza varijance	0.55	Medu tretiranjima nema signifikantnih razlika — Between treatments there is no significant difference
		8		Wilcoxonov test	—	

1	2	3	4	5	6	7
IV	Test hibridnih familija „Kutina” (S70—S76) Test of hybrid families „Kutina” (S70—S76)	1	Visine — Heights	Analiza varijance	2.27	„t” vrijednosti — ”t”-values $2 : 3 = 2.61^*$ , $2 : 5 = 2.54^*$ , $2 : 6 = 2.80^*$
		2	Visine — Heights	Wilcoxonov test	—	
		3	Promjeri — Diameters	Analiza varijance	1.53	Medu tretiranjima nema signifikantnih razlika — Between treatments there is no significant difference
		4	Promjeri — Diameters	Wilcoxonov test	—	
		5	Oblik debla Steam form (po Vidakoviću)	Analiza dariojance	4.77**	„t” vrijednosti — ”t”-values $1 : 2 = 2.94^*$ , $1 : 3 = 2.71^*$ , $1 : 5 = 3.66^{**}$ , $1 : 6 = 4.75^{**}$ , $1 : 7 = 3.64^{**}$ , $2 : 6 = 2.93^{**}$ , $3 : 6 = 3.10^*$ , $4 : 6 = 3.10^*$
		6		Wilcoxonov test	—	Medu tretiranjima nema signifikantnih razlika — Between treatments there is no significant difference
		7	Oblik debla Stem form (po Žufi)	Analiza varijance	5.15**	„t” vrijednosti — ”t”-values $1 : 2 = 2.78$ , $1 : 3 = 2.92^*$ , $1 : 4 = 2.43^*$ , $1 : 5 = 4.01^{**}$ , $1 : 6 = 4.28^{**}$ , $1 : 7 = 3.88^{**}$ , $2 : 6 = 3.13^{**}$ , $3 : 6 = 3.02^*$ , $4 : 6 = 2.84$
		8		Wilcoxonov test	—	
V	Test hibridnih familija „Kutina” (S88—S99) Test of hybrid families „Kutina” (S88—S99)	1	Visine — Heights	Analiza varijance	0.35	
		2	Visine — Heights	Wilcoxonov test	—	
		3	Promjeri — Diameters	Analiza varijance	1.88	Medu tretiranjima nema signifikantnih razlika — Between treatments there is no significant difference
		4	Promjeri — Diameters	Wilcoxonov test	—	

Tab. 12. Test hibridnih familija. Pokusna ploha »Kutina (S101—S150) — Test of hybrid families. Experimental plot »Kutina« (S101—S150)

Tek. br. — No.	Oznaka križanja S Crossing mark	Roditelji — Parents		Starost godina Age, years	Porijeklo Origin	Visine cm Heights cm				Promjeri (1,30 m) Diameters b. h., mm		Visine Heights	Promjeri Diameters	Broj uzgojenih sadnica	No. of raised plants —	Broj biljaka po tretiraju-reper. No. of plants per treatment-replic.	
						Repeticije Replications				Repeticije Replications							
		♀	♂			I	II	III	IV	I	II	III	IV				
1	101	<i>S. fragilis</i> Mp.1	<i>S. fragilis</i> IV	1+5	Zagreb, Zagreb	328	312	327	267	23	21	27	17	308	22	25	6
2	102	<i>S. fragilis</i> Mp.1	<i>S. alba</i> V100	1+5	Zagreb, Zagreb	513	465	393	358	45	49	29	34	432	39	39	6
3	105	<i>S. matsudana</i>	<i>S. fragilis</i> IV	1+5	Kina, Zagreb	350	388	367	342	44	36	42	30	362	38	28	6
4	106	<i>S. matsudana</i>	<i>S. alba</i> V100	1+5	„	527	548	478	357	55	54	48	28	477	46	38	6
5	110	<i>S. alba</i> MB1	<i>S. alba</i> V95	1+5	Podravina, Zagreb	528	490	618	485	48	42	66	45	530	50	33	6
6	112	<i>S. alba</i> V40	<i>S. alba</i> V100	1+5	Posavina, Zagreb	525	440	407	383	53	39	30	31	439	38	37	6
7	131	( <i>S. a.</i> x <i>S. a. v.</i> <i>vitell.</i> ) MB15	<i>S. alba</i> V95	1+5	Podravina, Zagreb	577	650	557	403	54	68	47	29	547	49	30	6
	143	<i>S. alba</i> MB368	<i>S. alba</i> V100	1+5	Podravina, Zagreb	517	523	470	420	40	42	34	36	482	38	27	6
9	140	<i>S. alba</i> MB368	<i>S. fragilis</i> IV	1+5	Podravina, Zagreb	422	390	408	298	33	29	31	21	379	28	33	6

Starost sadnica kod sadnje bila je 1/1. Rezultati statističke obrade dani su u Tab. broj 13 pod tekućim brojem VI/1 i 2 za visine, te VI/3 i 4 za promjere — Age of plants at planting was 1/1. Results of statistical processing for heights are given in Tab. 13 under № VI/1 and 2, for diameters under № VI/3 and 4.

U Tab. 12 (S101—S150) dani su podaci za visine familija, a u Tab. 13 rezultati statističke obrade podataka za pokus na testu familija »Kutina«, koji je osnovan sadnjom sadnica starosti 1/1. Iz statističke obrade podataka vidljivo je, da se hibridi bijele i krhke vrbe nalaze između roditeljskih vrsta, tj. odlikuju se bržim visinskim rastom u odnosu na jednog roditelja — krhku vrbu, a u odnosu na drugog roditelja — bijelu vrbu ni u jednom slučaju nisu postigli značajno veće visine. Unutarvrsni hibridi bijele vrbe, posebno familije S110 i S131, postigli su najbolje rezultate. Od ostalih kombinacija križanja izdvajamo međuvrsne hibride *S. matsudana* × *S. alba* koji su postigli isto tako dobre rezultate kao i unutarvrsni hibridi autohtone bijele vrbe.

Metoda obrade podataka putem sume rangova dala je analogne rezultate kao i metoda analize varijance. I po toj metodi dobivene su značajne razlike između unutarvrsnih hibrida krhke vrbe i ostalih hibridnih familija u pokusu izuzev jedne familije međuvrsnih hibrida bijela × krhka vrba. Isto tako dobivene su značajne razlike između međuvrsnih hibrida *S. matsudana* × *S. fragilis* i sve četiri familije unutarvrsnih hibrida bijele vrbe. Ovim testom dobivene su značajne razlike samo između dvije familije unutarvrsnih hibrida bijele vrbe (S110, S143) u odnosu na jednu od dvije familije međuvrsnih hibrida bijela × krhka vrba (S150).

U Tab. 14 dani su rezultati obrade podataka za isti eksperiment, dobiveni metodom disperzijske analize. Iz predočenih podataka vidi se, da su relativni odnosi između aritmetičkih sredina za testirane familije ostali isti kao i u slučaju kada smo srednje vrijednosti visina hibridnih familija računali na temelju srednjih vrijednosti parcelica.

Najmanju širinu varijabilnosti i najmanji koeficijent varijabilnosti imaju unutarvrsni hibridi krhke vrbe, a najveće širine varijabilnosti i koeficijente varijabilnosti imaju međuvrsni hibridi *S. matsudanae* s krhkom i bijelom vrbom. Širina varijabilnosti od 470 i 450 cm te koeficijent varijabilnosti od 25,26% i 24,61% ukazuju na vrlo visok stupanj heterogenosti u spomenutim familijama. Isto tako visok stupanj heterogenosti ispoljila je i familija unutarvrsnih hibrida bijele vrbe (S110) s obzirom na širinu varijabilnosti od 430 cm i koeficijenta varijabilnosti od 21,61%. Relativno mala varijabilnost prisutna je među pripadnicima jedne familije unutarvrsnih hibrida bijele vrbe, koju karakterizira širina varijabilnosti od 310 cm te koeficijent varijabilnosti od 16,95%. Preostale tri familije, od kojih su dvije familije unutarvrsnih hibrida bijele vrbe te jedna familija međuvrsnih hibrida bijele i krhke vrbe, pokazale su podjednak stupanj varijabilnosti. Vrijednosti za širinu varijabilnosti kreću se od 340—390 cm, a za koeficijent varijabilnosti od 20,74% do 21,68%.

U Tab. 15 dani su podaci za visine hibridnih familija na pokusnoj plosi »Opatovac« te rezultati statističke obrade podataka, dobiveni analizom varijance.

Iz tabele se vidi, da postoje značajne razlike na nivou od 1% između unutarvrsnih hibrida krhke vrbe i svih ostalih hibridnih familija na pokusnoj plosi. Međuvrsni hibridi krhka vrba × bijela vrbā i bijela vrba × krhka vrba (S102, S150) imaju značajno niže visine samo u odnosu na jednu familiju unutarvrsnih hibrida bijele vrbe (S131). Međuvrsni hibridi *S. matsudanae* s krhkom i bijelom vrbom imaju značajno niže visine u odnosu na dvije familije unutarvrsnih hibrida bijele vrbe (S112 i S131),

Tab. 13. Rezultati kompjutorske obrade podataka — Results of computer-processing of data

Broj pokusa No. of experiment	Naziv pokusa Name of experiment	Tek. br. No.	Svojstvo Character	Metoda obrade podataka Data processing method	F-vrijed- nost F-value	„t“ vrijednosti odn. vjerojatnosti u %. „t“-values or probabilities in %	
						1	2
1	2	3	4	5	6	7	
VI	Test hibridnih familija „Kutina“ (S101—S150) Test of hybrid families „Kutina“ (S101—S150)	1	Visine Heights	Analiza varijance	6.02**	„t“ vrijednosti — „t“-values $1:2 = 2.72^*$ , $1:4 = 3.71^{**}$ , $1:5 = 4.87^{**}$ , $1:6 = 2.86^{**}$ , $1:7 = 5.24^{**}$ , $1:8 = 3.82^{**}$ , $2:5 = 2.15^*$ , $2:7 = 2.52^*$ , $3:4 = 2.54^*$ , $3:5 = 3.70^{**}$ , $3:7 = 4.07^{**}$ , $3:8 = 2.65^*$ , $4:9 = 2.15^*$ , $5:9 = 3.31^{**}$ , $6:7 = 2.37^*$ , $7:9 = 3.68^{**}$ , $8:9 = 2.26^*$	
		2	Visine Heights	Wilcoxonov test	—	Vjerojatnosti u % — Probabilities in % $1:2 = 2.8$ , $1:3 = 2.8$ , $1:4 = 2.8$ , $1:5 = 2.8$ , $1:6 = 2.8$ , $1:7 = 2.8$ , $1:8 = 2.8$ , $3:5 = 2.8$ , $3:6 = 5.8$ , $3:7 = 2.8$ , $3:8 = 2.8$ , $5:9 = 2.8$ , $8:9 = 5.8$	
		3	Promjeri Diameters	Analiza varijance	3.72**	„t“ vrijednosti — „t“-values $1:2 = 2.53^*$ , $1:3 = 2.35^*$ , $1:4 = 2.56^{**}$ , $1:5 = 4.15^{**}$ , $1:6 = 2.39^*$ , $1:7 = 4.04^{**}$ , $1:8 = 2.35$ , $1:9 = 2.61^*$ , $5:9 = 3.19^{**}$ , $7:9 = 3.08^{**}$	
		4.	Promjeri Diameters	Wilcoxonov test	—	Vjerojatnosti u % — Probabilities in % $1:2 = 2.8$ , $1:3 = 2.8$ , $1:4 = 2.8$ , $1:5 = 2.8$ , $1:6 = 2.8$ , $1:7 = 2.8$ , $1:8 = 2.8$ , $3:5 = 8.6$ , $5:8 = 4.3$ , $5:9 = 2.8$ , $8:9 = 2.8$	
		5	Oblik debla Stem form (po Vidakoviću)	Analiza varijance	4.18**	„t“ vrijednosti — „t“-values $1:5 = 2.29^*$ , $1:6 = 4.33^{**}$ , $1:8 = 3.55^{**}$ , $2:6 = 3.85^{**}$ , $2:8 = 3.07^{**}$ , $3:6 = 3.15^{**}$ , $3:8 = 2.51^*$ , $6:7 = 2.65^{**}$ , $6:9 = 3.31^{**}$ , $8:9 = 2.58^*$	
		6		Wilcoxonov test	—	Vjerojatnosti u % — Probabilities in % $1:6 = 2.8$ , $1:8 = 5.8$ , $2:6 = 5.8$ , $5:6 = 2.8$	

1	2	3	4	5	6	7
VI	Test hibridnih familija „Kutina“ (S101—S150)	7	Oblik debla Stem form (po Žufi)	Analiza varijance	4.26**	„t“ vrijednosti — ”t“-values 1 : 5 = 2.20*, 1 : 6 = 4.31**, 1 : 8 = 3.53**, 2 : 6 = 4.05**, 2 : 8 = 3.27**, 3 : 6 = 2.92**, 3 : 8 = 2.28, 4 : 6 = 2.11*, 6 : 7 = 2.76*, 6 : 9 = 3.58**, 8 : 9 = 2.86**, 5 : 6 = 2.11*
	Test of hybrid families "Kutina" (S101—S150)	8		Wilcoxonov test	—	Vjerojatnosti u % — Probabilities in % 1 : 6 = 2.8, 1 : 8 = 5.8, 2 : 6 = 2.8, 2 : 8 = 5.8, 5 : 6 = 2.8, 6 : 7 = 2.8
VII	Test hibridnih familija „Opatovac“ (S131—S118)	1	Oblik debla Stem form (po Vidakoviću)	Analiza varijance	1.32	„t“ vrijednosti — ”t“-values 2 : 4 = 2.24*, 2 : 9 = 2.12*, 4 : 8 = 2.20*, 8 : 9 = 2.07*
	Test of hybrid families "Opatovac" (S131—S118)	2		Wilcoxonov test	—	Vjerojatnosti u % — Probabilities in % 3 : 9 = 5.8, 4 : 8 = 5.8, 5 : 9 = 10, 8 : 9 = 5.8
	Test hibridnih familija „Opatovac“ (S131—S118)	3	Oblik debla Stem form (po Žufi)	Analiza varijance	1.09	„t“ vrijednosti — ”t“-values 2 : 9 = 2.09*, 8 : 9 = 2.14*
	Test of hybrid families "Opatovac" (S131—S118)	4		Wilcoxonov test	—	Vjerojatnosti u % — Probabilities in % 3 : 9 = 5.8, 5 : 9 = 10, 8 : 9 = 5.8

Tab. 14. Test hibridnih familija. Individualni varijabilitet za visine. Pokusna ploha »Kutina« — Test of hybrid families. Individual variability for heights. Experimental plot »Kutina«.

Tek. br. — No.	Oznaka križanja S Crossing mark	Roditelji — Parents		Starost godina Age, years	Broj podataka No. of data	<sup>x</sup> Aritmetička sredina Arithmetic mean	Standardna devijacija Standard deviation	Grijeska aritmetičke sredine Error of arithmetic mean	Širina varijabilnosti Range of variability	Koeficijent varijabilnosti C. V. %	Porijeklo roditelja Origin of parents
		♀	♂								
1	101	<i>S. fragilis</i> Mp. 1	<i>S. fragilis</i> IV	1+5	25	308 (100)	44.60	8.92	205—365	14.48	Zagreb, Zagreb
2	102	<i>S. fragilis</i> Mp. 1	<i>S. alba</i> V100	1+5	39	431 (140)	87.31	13.98	235—625	20.26	Zagreb, Zagreb
3	105	<i>S. matsudana</i>	<i>S. fragilis</i> IV	1+5	28	364 (118)	91.95	17.38	175—645	25.26	Kina, Zagreb
4	106	<i>S. matsudana</i>	<i>S. alba</i> V100	1+5	38	463 (150)	113.93	18.48	245—695	24.61	Kina, Zagreb
5	110	<i>S. alba</i> MB1	<i>S. alba</i> V95	1+5	34	526 (171)	113.68	19.50	285—715	21.61	Podravina, Zagreb
6	112	<i>S. alba</i> V40	<i>S. alba</i> V100	1+5	34	424 (138)	91.92	15.76	275—615	21.68	Lipovljani, Zagreb
7	131	( <i>S. a.</i> x <i>S. a.</i> var. <i>vitellina</i> ) MB15	<i>S. alba</i> V95	1+5	30	531 (172)	110.15	20.10	325—715	20.74	Podravina, Zagreb
8	143	<i>S. alba</i> MB368	<i>S. alba</i> V100	1+5	27	474 (154)	80.36	15.46	365—675	16.95	Podravina, Zagreb
9	150	<i>S. alba</i> MB368	<i>S. fragilis</i> IV	1+5	33	385 (125)	80.45	14.00	275—665	20.90	Podravina, Zagreb

( ) Relativni odnosi među familijama — Relative relations between families.

Tab. 15. Test hibridnih familija stablastih vrba. Pokusna ploha »Opatovac« — Test of hybrid families of treelike Willows. Experimental plot »Opatovac«

Tek. br. No.	Oznaka križanja Crossing mark S	Roditelji — Parents		Visina Height $\bar{x}$ cm	Starost godina Age, years	Diferencije Differences cm								
		♀	♂			102	105	106	110	112	118	131	143	150
1	101	<i>S. fragilis</i> Mp. 1	<i>S. fragilis</i> IV	334	2+4	198**	142**	137*	220**	230**	176**	294**	218**	168**
2	102	<i>S. fragilis</i> Mp. 1	<i>S. alba</i> V100	532	2+4	—	56	61	22	32	22	96*	20	30
3	105	<i>S. matsudana</i>	<i>S. fragilis</i> IV	476	2+4	—	5	78	88*	34	152**	76	26	
4	106	<i>S. matsudana</i>	<i>S. alba</i> V100	471	2+4	—	83	93*	49	157**	81	31		
5	110	<i>S. alba</i> MB1	<i>S. alba</i> V95	554	2+4	—	10	34	74	2	52			
6	112	<i>S. alba</i> V40	<i>S. alba</i> V100	564	2+4	—	54	64	12	62				
7	118	<i>S. alba calva</i> F. G. Mey	<i>S. alba</i> V95	510	2+4	—	118*	42	8					
8	131	( <i>S. a.</i> x <i>S. a.</i> var. vitell.) MB15	<i>S. alba</i> V95	628	2+4	—	76	126*						
9	143	<i>S. alba</i> MB368	<i>S. alba</i> V100	552	2+4	—	50							
10	150	<i>S. alba</i> MB368	<i>S. fragilis</i> IV	502	2+4	—								

F = 6,41\*\* (2,98). Broj podataka po familiji repeticije je 7; broj repeticije se kreće od 2—4 — Number of data per family-replication is 7. Number of replications ranges from 2—4.

a međurasni hibridi *S. alba* var. *calva* × *S. alba* V95 imaju značajno manje visine samo u odnosu na familiju, koja ima najveće visine na pokusnoj plosi, a to su povratni križanci međurasnih hibrida *S. alba* × *S. alba* var. *vitellina* s bijelom vrbotom (S131).

Budući da se u tom slučaju radi o pokusu koji obuhvaća ista tretiranja kao i pokus na plosi »Kutina« (vidi Tab. 12), možemo reći da su relativni odnosi između unutarvrsnih hibrida krhke vrbe i svih ostalih tretiranja na pokusnoj plosi »Opatovac« ostali isti. Međuvrsni hibridi bijela × krhka vrba te krhka vrba × bijela vrba postigli su nešto krupnije dimenzije u komparaciji s istim hibridnim familijama na pokusnoj plosi »Kutina«, ali su ipak inferiorni ako se usporede s unutarvrsnim hibridima bijele vrbe. Dok su srednje vrijednosti visina za međuvrsne hibride bijela × krhka vrba i obrnute hibride (S102 i S150) na pokusnoj plosi »Kutina« bile blizu vrijednostima koje karakteriziraju prosječnog roditelja (pod pojmom roditelja podrazumijevamo roditeljske vrste), dotele su srednje vrijednosti za visine spomenutih dviju familija na pokusnoj plosi »Opatovac« bile iznad srednjih vrijednosti roditelja. Prema Knightu (1973) odstupanja od srednje vrijednosti roditelja imat će najveći iznos onda, kada je razlika  $P_1 - P_2$  najveća.  $F_1$  generacija će nadmašiti roditelje u onim okolinama gdje su razlike između roditelja najmanje. Na taj ćemo se problem još detaljnije osvrnuti u poglavljju o fenotipskoj stabilnosti unutarvrsnih i međuvrsnih hibrida bijele i krhke vrbe.

U Tab. 16 dani su podaci, dobiveni disperzijskom analizom podataka. O relativnim odnosima među srednjim vrijednostima za visine pojedinih hibridnih familija nećemo diskutirati kao ni u prethodnim slučajima zbog toga, što su ostali nepromijenjeni. Osrvnut ćemo se detaljnije samo na širinu varijabilnosti i koeficijent varijabilnosti unutar pojedinih familija na pokusnoj plosi »Opatovac« kao i na odnose između spomenutih parametara na pokusnoj plosi »Opatovac« i »Kutina« kod istih kombinacija križanja.

Ponajprije odmah je uočljivo kod usporedbe tabela podataka disperzijske analize za pokusne plohe »Kutina« i »Opatovac«, da su širine varijabilnosti na pokusnoj plosi »Opatovac« veće kod većine hibridnih familija. Kada uspoređujemo koeficijente varijabilnosti za spomenute pokusne plohe, dolazimo do istog zaključka. Naglo povećanje spomenutih parametara uočljivo je kod dvije familije međuvrsnih hibrida bijela × krhka vrba. Njihova širina varijabilnosti u odnosu na pokusnu plohu »Kutina« povećana je u prosjeku za 1 m, dok su se vrijednosti koeficijenata varijabilnosti povećale za oko 2%. Interesantno je spomenuti, da se vrijednosti za širinu varijabilnosti kao i za koeficijente varijabilnosti za spomenute dvije familije međuvrsnih hibrida bijela × krhka vrba i krhka × bijela vrba vrlo malo razlikuju unutar iste pokusne plohe, iako se radi o recipročnim hibridima pa prema tome i o različitim roditeljskim parovima. To nas navodi na zaključak, da spomenute dvije kombinacije križanja imaju vrlo slične norme reakcije.

Veliko povećanje širine varijabilnosti te koeficijenata varijabilnosti možemo utvrditi i kod unutarvrsnih hibrida krhke vrbe i međuvrsnih hibrida *S. matsudana* × *S. fragilis* (S105). Smanjenje vrijednosti koeficijenata varijabilnosti nastupilo je kod svih unutarvrsnih hibrida bijele

Tab. 16. Test hibridnih familija — Individualni varijabilitet za visine. Pokusna ploha »Opatovac« — Test of hybrid families — Individual variability for heights. Experimental plot »Opatovac«

Tek. br. — No.	Crozna križanja Crossing mark	Roditelji — Parents		Starost godina Age, years	Broj podataka No. of data	$\bar{x}$   Aritmetička sredina cm   Arithmetic mean	Standardna devijacija s	Grijeska aritmetičke sredine $s_{\bar{x}}$   Error of arithmetic mean	Širina varijabilnosti Range of variability	Koeficijent varijabilnosti C. V. %	Porijeklo roditelja Origin of parents
		♂	♂								
1	101	<i>S. fragilis</i> Mp. 1	<i>S. fragilis</i> IV	2+4	28	316 (100)	89.15	16.85	175—495	28.21	Zagreb, Zagreb
2	102	<i>S. fragilis</i> Mp. 1	<i>S. alba</i> V100	2+4	40	514 (163)	115.93	18.31	195—715	22.25	Zagreb, Zagreb
3	105	<i>S. matsudana</i>	<i>S. fragilis</i> IV	2+4	29	467 (148)	145.07	26.93	265—745	31.06	Kina, Zagreb
4	106	<i>S. matsudana</i>	<i>S. alba</i> V100	2+4	17	439 (142)	112.25	27.18	295—695	25.57	Kina, Zagreb
5	110	<i>S. alba</i> MB1	<i>S. alba</i> V95	2+4	39	545 (172)	105.68	16.91	295—695	19.39	Podravina, Zagreb
6	112	<i>S. alba</i> V40	<i>S. alba</i> V100	2+4	46	562 (178)	79.54	11.73	325—715	14.15	Lipovljani, Zagreb
7	118	<i>S. alba</i> calva	<i>S. alba</i> V95	2+4	127	527 (167)	100.23	8.89	275—755	19.02	Engleska, Zagreb
8	131	( <i>S. alba</i> x <i>S. a.</i> var. <i>vitellina</i> ) MB15	<i>S. alba</i> V95	2+4	70	635 (200)	105.62	12.62	285—795	16.63	Podravina, Zagreb
9	143	<i>S. alba</i> MB368	<i>S. alba</i> V100	2+4	27	552 (175)	100.66	19.36	305—755	18.24	Podravina, Zagreb
10	150	<i>S. alba</i> MB368	<i>S. fragilis</i> IV	2+4	37	487 (154)	110.16	18.10	255—715	22.62	Podravina, Zagreb

( ) Relativni odnosi među familijama — Relative relations between families.

vrbe. Kod hibridne familije (S112) iznosi čak 7,53%. Relativno veliku stabilnost s obzirom na koeficijent varijabilnosti ispoljila je kombinacija unutarvrsnog križanja bijele vrbe (S143).

Vrlo izražena varijabilnost između pripadnika istih familija, koju smo mogli konstatirati u svim eksperimentima, a posebno kod nekih familija unutarvrsnih hibrida bijele vrbe, međuvrsnih hibrida bijele i krhke vrbe te međuvrsnih hibrida stranih stablastih vrba (*S. matsudana*, *S. humboldtiana*) s autohtonom bijelom vrbom, ukazuje na mogućnost dobivanja genetske dobiti i putem selekcije krajnjih plus varijanata unutar pojedinih hibridnih familija.

Vrlo izražen varijabilitet unutar pojedinih hibridnih familija rezultat je ekstremne heterogenosti svakoga pojedinog roditeljskog para, uvjetovane diecičnošću odnosno stranooplodnjom stablastih vrba, pripadnošću različitim vrstama, rasama odnosno subpopulacijama koje se genetski razlikuju (Krstinić 1968). Ako gledamo s tog stanovišta, onda je jasno zašto je čak  $F_1$  generacija unutarvrsnih hibrida bijele vrbe ekstremno heterogena.

Da bismo provjerili i dokazali našu pretpostavku te utvrdili veličinu genetske dobiti selekcijom krajnjih plus varijanata unutar pojedinih hibridnih familija, bilo bi potrebno obaviti selekciju te klonsku fiksaciju nesamo krajnjih plus varijanata nego i normalnih i minus varijanata iz pojedinih familija, razmnožiti ih u dovoljnem broju rameta te kroz klonске testove provjeriti našu hipotezu.

U svim terenskim pokusima unutarvrsni hibridi krhke vrbe postigli su najslabije rezultate. Međuvrsni hibridi krhka vrba  $\times$  bijela vrba kao i recipročni hibridi ni u jednom terenskom pokusu nisu pokazali bujniji visinski rast u odnosu na unutarvrsne hibride bijele vrbe. Na teškim tlima (pseudoglej-glejna, amfglejna) međuvrsni hibridi bijele i krhke vrbe postigli su signifikantno niže visine u odnosu na većinu familija unutarvrsnih hibrida bijele vrbe, dok su se jedino na aluviju uz Dunav približili u pogledu visina unutarvrsnim hibridima bijele vrbe. Među familijama unutarvrsnih hibrida bijele vrbe koje su se pokazale na svim pokusnim plohama superiornima u rastu, posebno se svojim bujnim rastom izdvajaju familije S110 i S131 (Sl. 1). Ovdje bismo htjeli naglasiti, da su na svim pokusnim plohama naročito dobre rezultate postigli povratni križanci međurasnih hibrida bijele vrbe i žute vrbe s bijelom vrbom te *S. alba* var. *calva* s autohtonom bijelom vrbom, što upućuje na pretpostavku, da je oplemenjivanje bijele vrbe s obzirom na bujnost rasta perspektivno i putem međurasne hibridizacije. Ta pretpostavka slaže se i s navodima Wrighta (1964).

#### 4.12 Varijabilnost visina sadnica unutar klonova u rasadniku — Variability of plant heights within clones in the nursery

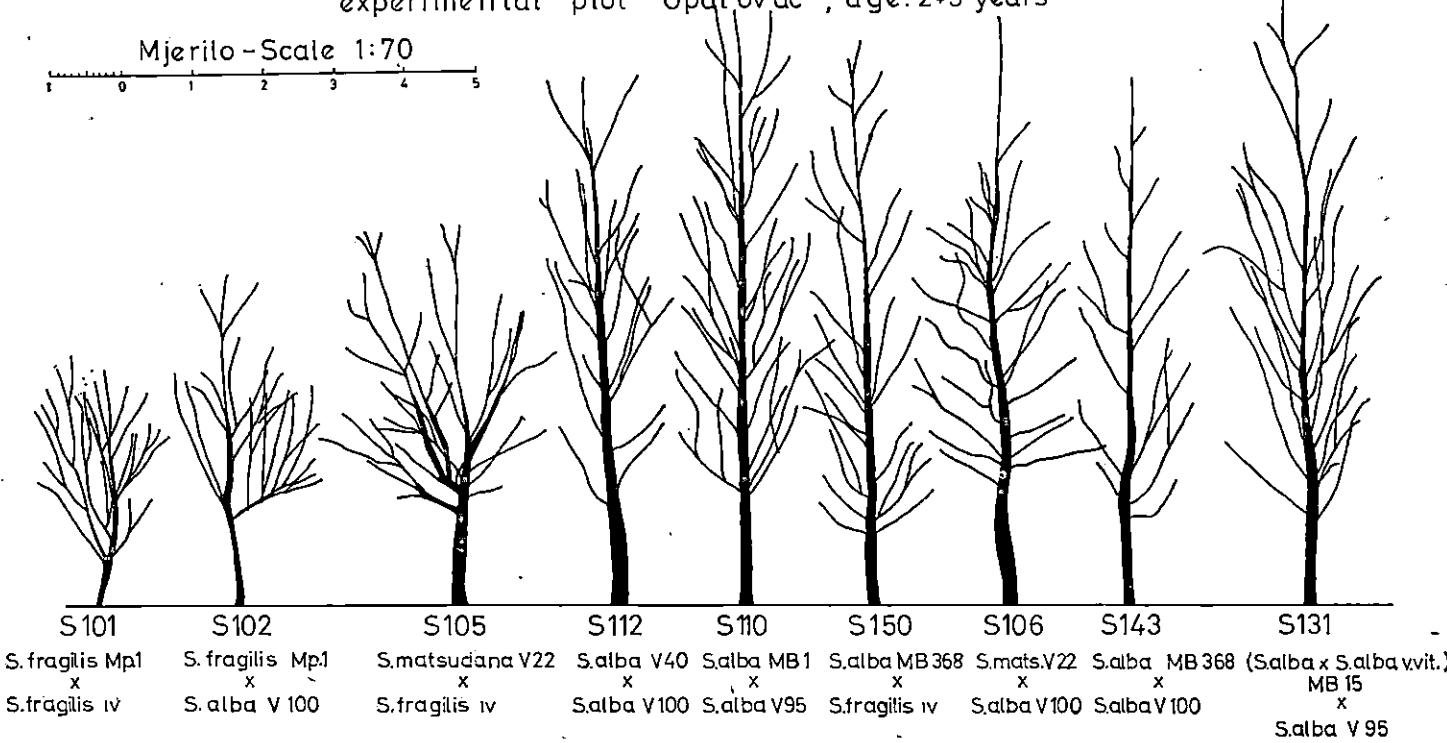
Na problem varijabilnosti visina unutar klonova u rasadniku osvrnut ćemo se samo toliko koliko je potrebno, da se dobije uvid u veličinu ne-nasljedne varijabilnosti visina kod pojedinih klonova koji predstavljaju čiste vrste *S. alba* i *S. fragilis* te njihove hibride. Iako se radi o nenasljednoj varijabilnosti, ipak ćemo ovom analizom dobiti djelomičan uvid, koliko se u tom pogledu različiti klonovi razlikuju međusobno te kakvi su

KARAKTERISTIČNI HABITUSI PREDSTAVNIKA POJEDINIH HIBRIDNIH FAMILIJA  
Pokusna ploha „Opatovac“, starost 2+5

SL.-FIG.1

Characteristic habits of representatives of individual families on the  
experimental plot "Opatovac", age: 2+5 years

Mjerilo-Scale 1:70



relativni odnosi između nenasljedne i nasljedne varijabilnosti za totalne visine, prsne promjere i oblik debla. Isto tako analizom nenasljedne varijabilnosti visina, promjera i oblika debla na klonovima, koji su sličnih dimenzija kao i već analiziranim hibridnim familijama dobit ćemo bolji uvid u veličinu onoga dijela varijabilnosti, koji se može pripisati razlikama genotipa unutar pojedinih hibridnih familija.

Podaci za visine klonova kod starosti 2/2 kao i parametri varijabilnosti, koji su dobiveni disperzijskom analizom dani su u Tab. 17.

Iz tabele je vidljivo, da se širina nenasljedne varijabilnosti za 14 klonova kreće u granicama od 120 do 300 cm te da u prosjeku iznosi 186 cm. Vrijednost koeficijenta varijabilnosti kreće se u granicama od 7,23 do 19,69% s prosječnom vrijednošću 11%. Ako usporedimo vrijednosti tih parametara s vrijednostima za iste parametre u onim familijama, koje su sličnih dimenzija (pokusne plohe »Kutina« i »Opatovac«), tada vidimo da su minimalne, maksimalne i prosječne vrijednosti za širinu varijabilnosti i koeficijent varijabilnosti manje u klonskom materijalu nego u familijama. Prosječne vrijednosti koeficijenata varijabilnosti za pokusnu plohu »Kutina« iznose 20. i 22%, za »Opatovac« 23%, a prosječne vrijednosti za širinu varijabilnosti kreću se u granicama između 350 i 400 cm. Kod klonova su te vrijednosti dvostruko manje. Na osnovi tih podataka možemo zaključiti, da je kod familija dio varijabilnosti, koji se može pripisati genetskim uzrocima isto toliko velik kao i onaj dio varijabilnosti, koji je uvjetovan okolišem. To potvrđuje prije iznesenu hipotezu o mogućnosti postizanja genetske dobiti i putem selekcije unutar familija.

#### 4.13 Varijabilnost visina sadnica između klonova u terenskim uvjetima — Variability of plant heights between clones under field conditions

Varijabilnost visina sadnica između klonova na bazi sredina redova proučavala se kod tri klonska testa: »Vrbine«, »Bušić« i »Vratovo«. U svakom od spomenutih testova uz klonove bijele vrbe bili su uključeni i klonovi koji su se taksonomski mogli determinirati kao međuvrsni hibridi bijele i krhke vrbe ( $F_1$  ili  $F_{2(n)}$  generacije), dok jedino u klonskom testu »Vrbine« nije bio uključen ni jedan klon krhke vrbe.

Podaci za visine 7 klonova iz klonskog testa »Vrbine« dani su u Tab. 18, a rezultati statističke obrade podataka prikazani su u Tab. 19.

Iz tabele je vidljivo, da su najbolje rezultate postigli klonovi bijele vrbe (11/1 i Br. 1B), koji imaju značajno veće visine u odnosu na međuvrsne hibride bijele i krhke vrbe (kultivare *S. alba sanguinea* i *S. alba rutiliana*) te spontane hibride podunavske provenijencije (112 i 102). Klonovi bijele vrbe 11/1 i Br. 1B značajno se ne razlikuju, dok u odnosu na treći klon bijele vrbe posavske provenijencije (MP1) pokazuju značajne razlike.

Analizom sume rangova dobili smo analogne odnose među testiranim klonovima kao i analizom varijance, samo što su u tom slučaju razlike značajne samo na nivou od 10%. Prepostavljamo da je tome uzrok malen broj ponavljanja (3) za sve klonove u pokusu.

Podaci za visine 11 klonova iz klonskog testa »Bušić« dani su u Tab. 20, a rezultati statističke obrade podataka prikazani su u Tab. 21.

Tab. 17. Nenastojedna varijabilnost visina nekih klonova stablastih vrba u rasadniku Čardak (V. Gorica) —  
Nonheritable variability of heights of certain clones of treelike Willows in the Čardak (V. Gorica) nursery

Tek. br. — No.	Oznaka klena Clone mark	Vrsta odnosno hibrid Species or hybrid	Starost godina Age, years	Broj podataka No. of data	Aritmetička sredina Arithmetic mean	Standardna devijacija Standard Deviation	Grijeska aritm. sredine Error of arith- metic mean	Širina varijabilnosti Range of variability	Koeficijent varijabilnosti Coefficient of C. V. %	Porijeklo klena Origin of clone
1	V49	<i>S. x viridis</i>	2/2	50	288.20	24.27	3.43	235—355	8.42	Kl. Podravski—Podravina
2	V39	<i>S. alba</i>	2/2	51	375.59	27.45	3.91	325—445	7.31	Novi Sad, Podunavlje
3	MP4	<i>S. alba</i>	2/2	52	434.42	32.38	4.49	345—545	7.45	Zagreb
4	MB1	<i>S. alba</i>	2/2	50	439.40	46.12	6.52	305—545	10.49	Crni Jinci, Podravina
5	MB19	<i>S. alba</i>	2/2	51	426.57	35.80	5.01	365—485	8.39	Bakovci—Podravina
6	O125	<i>S. x viridis</i>	2/2	50	313.60	37.25	5.27	245—385	11.88	Kl. Podravski—Podravina
7	MB13	<i>S. fragilis</i>	2/2	52	236.54	38.21	5.30	175—335	16.15	Crni Jinci—Podravina
8	V40	<i>S. alba</i>	2/2	50	446.80	49.96	7.06	335—545	11.18	Osman Polje—Posavina
9	MB368	<i>S. alba</i>	2/2	51	342.65	67.46	9.44	215—505	19.69	Prelog—Podravina
10	V122	<i>S. alba</i>	2/2	27	475.74	48.27	9.29	355—565	10.15	Lipovljani
11	V132	<i>S. alba</i>	2/2	21	495.00	45.71	9.97	365—555	9.23	Crni Jinci, Zagreb
12	V141	<i>S. alba</i>	2/2	11	460.45	33.28	10.03	375—505	7.23	Lipovljani, Zagreb
13	V95	<i>S. alba</i>	2/2	27	467.96	74.87	14.41	305—615	16.00	Zagreb

Tab. 18. Klonski test »Vrbine« (29-MP1) — Clonal test »Vrbine« (29-MP1)

Tek. br. — No.	Oznaka klona Clone mark	Vrsta odnosno hibrid Species or hybrid	Starost godina Age, years	Porijeklo Origin	Visina — Height cm				Promjeri — Diameters mm				Br. podataka po repetic. — klonu No. of data per replic. — clone	Broj uzgajenih rameta No. of raised ramets		
					Repeticije — Replications				Repeticije — Replications							
					I	II	III	$\bar{X}_{\bar{x}}$	I	II	III	$\bar{X}_{\bar{x}}$				
1	29	<i>S. alba sanguinea</i>	2+5	Novi Sad	734	750	704	729	105	110	102	106	10	81		
2	110	<i>S. alba rutiliana</i>	2+5	Novi Sad	673	721	666	687	80	88	90	86	10	73		
3	112	<i>S. x rubens</i>	2+5	Novi Sad	650	669	707	675	87	90	91	89	10	74		
4	11/1	<i>S. alba</i>	2+5	Novi Sad	904	878	827	870	122	114	113	116	10	68		
5	102	<i>S. x rubens</i>	2+5	Novi Sad	604	658	733	665	88	92	86	89	10	74		
6	Br. 1B	<i>S. alba</i>	2+5	Bakovci, Podravina	897	863	866	875	134	138	130	134	10	80		
7	MP1	<i>S. alba</i>	2+5	Zagreb	764	766	817	782	105	98	99	101	10	71		

Rezultati statističke obrade dani su u Tab. 19 pod tekućim brojem VIII/1 i 2 za visine, te VIII/3 i 4 za promjere — Results of statistical processing for heights are given in Tab. 19 under № VIII/1 and 2, for diameters under № VIII/3 and 4.

Tab. 19. Rezultati kompjutorske obrade podataka — Results of computer-processing of data

Broj pokusa No. of experimen-	Naziv pokusa Appellation of experiment	Tek. br. No.	Svojstvo Character	Metoda obrade podataka Data processing method	F vrijednost F-value	Naslijednost Heritability $H_{BS}^2$	„t“ vrijednosti odnosno vjerojatnosti u % "t"-values or probabilities in %
VIII	Klonski test „Vrbine“ (29-MP1) Clonal test „Vrbine“ (29-MP1)	1	Visine Heights	Analiza varijance	18.18**	0.95	„t“ vrijednosti — "t"-values 1 : 4 = 4.72**, 1 : 5 = 2.16*, 1 : 6 = 4.91**, 2 : 4 = 6.16**, 2 : 6 = 6.35**, 2 : 7 = 3.22**, 3 : 4 = 6.54**, 3 : 6 = 6.73**, 3 : 7 = 3.60**, 4 : 5 = 6.89**, 4 : 7 = 2.94**, 5 : 6 = 7.08**, 5 : 7 = 3.95**, 6 : 7 = 3.13**
		2	Visine Heights	Wilcoxonov test	—	—	Vjerojatnosti u % — Probabilities in % 1 : 4 = 10, 1 : 6 = 10, 1 : 7 = 10, 2 : 4 = 10, 2 : 6 = 10, 2 : 7 = 10, 3 : 4 = 10, 3 : 6 = 10, 3 : 7 = 10, 4 : 5 = 10, 4 : 7 = 10, 5 : 6 = 10, 5 : 7 = 10, 6 : 7 = 10
		3	Promjeri Diameters	Analiza varijance	56.93**	0.98	„t“ vrijednosti — "t"-values 1 : 2 = 6.00**, 1 : 3 = 4.99**, 1 : 4 = 3.26**, 1 : 5 = 5.19**, 1 : 6 = 8.65**, 2 : 4 = 9.26**, 2 : 6 = 14.65**, 2 : 7 = 4.48**, 3 : 4 = 8.24**, 3 : 6 = 13.64**, 3 : 7 = 3.46**, 4 : 5 = 8.45**, 4 : 6 = 5.39**, 4 : 7 = 4.78**, 5 : 6 = 13.84**, 5 : 7 = 3.66**, 6 : 7 = 10.18**
		4	Promjeri Diameters	Wilcoxonov test	—	—	Vjerojatnosti u % — Probabilities in % 1 : 2 = 10, 1 : 3 = 10, 1 : 4 = 10, 1 : 5 = 10, 1 : 6 = 10, 2 : 4 = 10, 2 : 6 = 10, 2 : 7 = 10, 3 : 4 = 10, 3 : 6 = 10, 3 : 7 = 10, 4 : 5 = 10, 4 : 6 = 10, 4 : 7 = 10, 5 : 6 = 10, 5 : 7 = 10,
		5	Oblik debla Stem form (po Vidakoviću)	Analiza varijance	0.82	0.45	Medu tretiranjima nema signifikantne razlike — Between treatments there is no significant difference
		6	Oblik debla Stem form (po Vidakoviću)	Wilcoxonov test	—	—	Vjerojatnost u % — Probabilities in % 2 : 6 = 2.4
		7	Oblik debla Stem form (po Žufi)	Analiza varijance	0.43	0.30	Medu tretiranjima nema signifikantnih razlika — Between treatments there is no significant difference
		8	Oblik debla Stem form (po Žufi)	Wilcoxonov test	—	—	Vjerojatnosti u % — Probabilities in % 2 : 6 = 2.4

Tab. 20. Klonski test stablastih vrba. Pokusna ploha »Bušići«, Novoselec (V96—V97) — Clonal test of treelike Willows. Experimental plot »Bušići«, Novoselec (V96—V97)

Tek. br. — No.	Oznaka klona Clone mark	Vrsta odnosno hibrid Species or hybrid	Porijeklo Origin	Starost godina Age, years	Visine cm Heights					$\bar{X}_x$	Promjeri mm Diameters					Broj podataka po repeticiji — klonu No. of data per replication — clone			
					Repeticije Replications						Repeticije Replications								
					I	II	III	IV	V		I	II	III	IV	V				
1	V96	<i>S. x viridis</i>	Zagreb	1+7	307	391	346	331	379	351	41	46	40	41	47	43	7		
2	V49	<i>S. x viridis</i>	Kl. Podravski, Podravina	1+7	353	437	384	326	336	367	38	41	30	25	30	33	7		
3	V95	<i>S. alba</i>	Zagreb	1+7	433	546	467	—	—	482	46	50	37	—	—	44	7		
4	V27	<i>S. alba</i>	V. bajar, Vojvodina	1+7	460	423	426	—	—	436	38	32	35	—	—	35	7		
5	V83	<i>S. alba</i>	Bakovci, Podravina	1+7	427	426	—	—	—	426	40	35	—	—	—	37	7		
6	V101	<i>S. fragilis</i>	Zagreb	1+7	253	276	251	224	251	251	19	22	16	13	15	17	7		
7	V45	<i>S. alba</i>	Bakovci, Zagreb	1+7	467	449	—	—	—	458	42	33	—	—	—	37	7		
8	V98	<i>S. alba</i>	Varoški lug, Posavina	1+7	667	623	561	600	560	602	57	54	45	44	40	48	7		
9	V99	<i>S. alba</i>	Limbuš, Podravina	1+7	487	—	—	—	—	487	44	—	—	—	—	44	7		
10	V100	<i>S. alba</i>	Zagreb	1+7	524	517	467	504	—	503	49	44	44	46	—	46	7		
11	V97	<i>S. x rubens</i>	Zagreb	1+7	391	437	—	—	—	412	47	45	—	—	—	46	7		

Rezultati statističke obrade za visine dani su u Tab. 21 pod brojem IX/1 i 2, a za promjere pod tekućim brojem IX/3 i 4. Klonovi V29 (*S. humboldtiana*) i V32 (*S. euramericana*-Ibera) su uginuli — Results of statistical processing for heights are given in Tab. 21 under № IX/1 and 2, for diameters under № IX/1 and 2, for diameters under № IX/3 and 4. The clones V29 (*S. humboldtiana*) and (*S. euramericana*-Ibera) have perished.

Tab. 21. Rezultati kompjutorske obrade podataka — Results of computer-processing of data

Br. pokusa No. of ex- periment	Naz. pok. Appella- tion of ex- periment	Br. Tek. No.	Svojstvo Character	Metoda obra- de podataka Data process- ing method	F vrije- dnost F-value	Nasljedn. Herita- bility $H^2_{AS}$	„t“ vrijednosti odnosno vjerovatnosti u % “t”-values or probabilities in %
IX	Klonski test „Bušić“ (V96—V97) Clonal test “Bušić“ (V96—V97)	1	Visine Heights	Analiza varijance	31.15**	0.97	„t“ vrijednosti — “t”-values $1 : 3 = 5.06^{**}, 1 : 4 = 3.30^{**}, 1 : 5 = 2.55^{**}, 1 : 6 = 4.44^{**}, 1 : 7 = 3.61^{**}, 1 : 8 = 11.19^{**}, 1 : 9 = 3.50^{**}, 1 : 10 = 6.38^{**}, 1 : 11 = 2.08^*, 2 : 3 = 4.42^{**}, 2 : 4 = 2.66^{**}, 2 : 6 = 5.17^{**}, 2 : 7 = 3.05^{**}, 2 : 8 = 10.46^{**}, 2 : 9 = 3.08^{**}, 2 : 10 = 5.70^{**}, 3 : 6 = 8.90^{**}, 3 : 8 = 4.63^{**}, 3 : 11 = 2.14^{**}, 4 : 6 = 7.14^{**}, 4 : 8 = 6.39^{**}, 4 : 10 = 2.46^*, 5 : 6 = 5.90^{**}, 5 : 8 = 5.91^{**}, 5 : 10 = 2.49^*, 6 : 7 = 6.96^{**}, 6 : 8 = 15.63^{**}, 6 : 9 = 6.96^{**}, 6 : 10 = 10.57^{**}, 6 : 11 = 5.43, 7 : 8 = 4.85^{**}, 8 : 9 = 2.96, ** 8 : 10 = 4.16^{**}, 8 : 11 = 6.38^{**}, 10 : 11 = 2.94^*$
		2	Visine Heights	Wilcoxonov test	—	—	Vjerovatnosti u % — Probabilities in % $1 : 3 = 3.6, 1 : 4 = 3.6, 1 : 5 = 9.6, 1 : 6 = 0.8, 1 : 7 = 9.6, 1 : 8 = 0.8, 1 : 10 = 1.6, 2 : 3 = 7.2, 2 : 6 = 0.8, 2 : 7 = 9.6, 2 : 8 = 0.8, 2 : 10 = 1.6, 3 : 6 = 3.6, 3 : 8 = 3.6, 4 : 6 = 3.6, 4 : 8 = 3.6, 4 : 10 = 5.8, 5 : 6 = 9.6, 5 : 8 = 9.6, 6 : 7 = 9.6, 6 : 8 = 0.8, 6 : 10 = 1.6, 6 : 11 = 9.6, 7 : 8 = 9.6, 8 : 10 = 1.6, 8 : 11 = 9.6$
		3	Promjери Diameters	Analiza varijance	14.13**	0.93	„t“ vrijednosti — “t”-values $1 : 2 = 3.23^{**}, 1 : 4 = 2.20^*, 1 : 6 = 8.24^{**}, 2 : 3 = 3.17^{**}, 2 : 6 = 5.01^{**}, 2 : 8 = 4.82^{**}, 2 : 10 = 3.87^{**}, 2 : 11 = 3.16^{**}, 3 : 4 = 2.29^*, 3 : 6 = 7.50^{**}, 4 : 6 = 4.94^{**}, 4 : 8 = 3.57^{**}, 4 : 10 = 2.82^{**}, 4 : 11 = 2.42^*, 5 : 6 = 4.91^{**}, 5 : 8 = 2.52^*, 6 : 7 = 4.91^{**}, 6 : 8 = 9.82^{**}, 6 : 9 = 4.94^{**}, 6 : 10 = 8.59^{**}, 6 : 11 = 6.95^{**}, 7 : 8 = 2.52^*$
		4	Promjери Diameters	Wilcoxonov test	—	—	Vjerovatnosti u % — Probabilities in % $1 : 2 = 3.2, 1 : 4 = 3.6, 1 : 6 = 0.8, 1 : 10 = 8.6, 2 : 6 = 0.8, 2 : 8 = 1.6, 2 : 10 = 1.6, 3 : 6 = 3.6, 4 : 6 = 3.6, 4 : 8 = 3.6, 4 : 10 = 5.8, 5 : 6 = 9.6, 6 : 7 = 9.6, 6 : 8 = 0.8, 6 : 10 = 1.6, 6 : 11 = 9.6$

Iz tabele je vidljivo, da je najslabije rezultate u pokusu postigao klon krhke vrbe (V101) uz klonove međuvrsnih hibrida krhka  $\times$  bijela vrba (V49, V96 i V97). Najbolje rezultate u našem pokusu postigao je klon bijele vrbe (V98) posavske provenijencije, koji ima značajno veće visine od svih klonova bijele vrbe unutar toga pokusa. Svi klonovi bijele vrbe imaju veću visinu od klonova međuvrsnih hibrida bijele i krhke vrbe, a razlike su u većini slučaja i značajne.

Test sume rangova dao je analogne rezultate kao i test analize varijance, ali je u tom slučaju nivo signifikantnosti veći od 5% za ona tretiranja, koja se u pokusu pojavljuju s relativno malim brojem ponavljanja.

Prilikom osnivanja spomenutog pokusa test je obuhvaćao ukupno 18 klonova. Od tih klonova dva su bila alohtonog porijekla (*S. humboldtiana* i *S. × euramericanus* Ibera Argentina) i pokazali su potpunu neadaptabilnost, tako da od njih nakon plantažne starosti od 7 godina nije više bila na životu niti jedna rameta iako je bilo posađeno 36 sadnica po klonu.

Treći klonski test »Vratovo« obuhvaća 15 klonova, od kojih 12 taksonomski pripadaju bijeloj vrbi, 2 klonu međuvrsnim hibridima bijele i krhke vrbe te jedan klon krhkoi vrbi.

Podaci o visinama 15 klonova dani su u Tab. 22, a rezultati statističke obrade podataka izneseni su u Tab. 23.

Iz tabele je vidljivo, da je najslabije rezultate postigao klon krhke vrbe (MB13). Klonovi međuvrsnih hibrida krhka  $\times$  bijela vrba postigli su slabije rezultate od najboljih klonova bijele vrbe, ali značajno bolje od spomenutog klena krhke vrbe. Među pojedinim klonovima bijele vrbe postoje značajne razlike, što smo i očekivali budući da klonovi bijele vrbe pripadaju različitim provenijencijama (dunavska, dravska i savska). Isto tako u pojedinim slučajima mogu se konstatirati značajne razlike i među klonovima iste provenijencije, što također upućuje na izraženi genetski varijabilitet unutar pojedine provenijencije bijele vrbe (klonovi su selekcionirani u prirodnim populacijama).

Test sume rangova dao je analogne rezultate kao i test analize varijance.

Nakon analize statističke obrade podataka za sva tri klonska testa možemo zaključiti slijedeće:

- a) u svim klonskim testovima najslabije rezultate s obzirom na visinski rast postigli su klonovi krhke vrbe, a najbolje klonovi bijele vrbe;
- b) klonovi, međuvrsni hibridi bijela  $\times$  krhka vrba, uključujući i recipročne hibride spomenutih vrsta, postigli su slabije rezultate od unutarvrsnih hibrida bijele vrbe;
- c) među testiranim klonovima bijele vrbe postoje često puta značajne genotipske razlike s obzirom na totalne visine;
- d) argentinski klonovi-kultivari (*S. humboldtiana* i *S. euramericanus* Ibera) pokazali su se neprikladnima za uzgoj na teškim tlima Posavine;
- e) kod klonova bijele vrbe postoji zavisnost između preživljavanja i provenijencija, na što ćemo se detaljno osvrnuti u posebnom poglavljju.

Tab. 22. Klonski test stablastih vrba. Pokusna ploha »Vratovo«, V. Gorica (V27—MP4) — Clonal test of treelike Willows. Experimental plot »Vratovo«, V. Gorica (V27—MP4)

Tek. br. — No.	Oznaka klonu Clone mark	Vrsta odnosno hibrid Species or hybrid	Porijeklo Origin	Starost godina Age, years	Visine cm Heights				Promjeri mm Diameters				$\bar{X}_{\bar{X}}$	$\bar{X}_{\bar{X}}$	Broj podataka po repeticiji — klonu No. of data per replication — clone	Napomena Remark					
					Repeticije Replications				Répétitions Réplications												
					I	II	III	IV	I	II	III	IV									
1	V27	<i>S. alba</i>	Veliki bajar, N. Sad	2+3	481	545	590	514	532	29	37	46	35	37	8						
2	V45	<i>S. alba</i>	Bakovci, Podravina	2+3	542	519	—	—	530	39	36	—	—	37	8						
3	V39	<i>S. alba</i>	Donja siga, Novi Sad	2+3	540	466	384	390	445	35	35	29	35	33	8						
4	V49	<i>S. x viridis</i>	Kloštar Podravski, Podravina	2+3	511	526	465	481	496	28	32	32	29	30	8						
5	V28	<i>S. alba</i>	Donja siga, Novi Sad	2+3	467	449	512	466	473	31	29	40	32	33	8						
6	V95	<i>S. alba</i>	Zagreb	2+3	479	470	565	537	513	28	35	39	36	34	8						
7	O125	<i>S. x viridis</i>	Kloštar Podravski, Podravina	2+3	537	500	544	540	530	31	29	31	33	31	8						
8	MB368	<i>S. alba</i>	Prelog, Podravina	2+3	555	569	—	—	562	32	35	—	—	33	8						
9	MB371	<i>S. alba</i>	Prelog, Podravina	2+3	539	540	569	532	545	36	35	40	33	36	8						
10	MB386	<i>S. alba</i>	Prelog, Podravina	2+3	532	506	539	431	502	36	32	37	33	34	8						
11	MB370	<i>S. alba</i>	Prelog, Podravina	2+3	501	527	467	535	507	29	33	27	34	31	8						
12	MB13	<i>S. fragilis</i>	Crni jarni, Podravina	2+3	429	421	445	421	429	22	23	28	23	24	8						
13	MB25	<i>S. alba</i>	Limbuš, Podravina	2+3	562	560	566	569	564	37	32	41	39	37	8						
14	MB19	<i>S. alba</i>	Bakovci, Podravina	2+3	560	546	542	467	529	40	32	33	36	35	8						
15	MP4	<i>S. alba</i>	Zagreb	2+3	574	547	531	596	562	38	35	39	48	40	8						

Podaci statističke obrade za visine dani su u Tab. 23 pod brojem X/1 i 2, a za promjere u Tab. 23 pod brojem X/3 i 4. Starost sadnica kod sadnje je bila 2/3.

Results of statistical processing for heights are given in Tab. 23 under No. X/1 and 2, for diameters under No. X/3 and 4. Age of plants at planting was 2/3.

Tab. 23. Rezultati kompjutorske obrade podataka — Results of computer-processing of data

Broj pokusa No. of experimen-	Naziv pokusa Appellation of ex-periment	Tek. br. No.	Svojstvo Character	Metoda obrade podataka Data process-ing method	F vrijednost F-value	Nasljedno-st Herita-bility $H_{BS}^2$	„t“ vrijednosti odn. vjerojatnosti u % ”t“-values or probabilities in %	
X	Klonski test „Vratovo“ (V27—MP4) Clonal test „Vratovo“ (V27—MP4)	1	Visine Heights	Analiza varijance	4.76**	0.83	„t“ vrijednosti — ”t“-values 1 : 3 = 3.40**, 1 : 5 = 2.30*, 1 : 12 = 4.03**, 2 : 3 = = 2.72**, 2 : 12 = 3.22**, 3 : 6 = 2.64*, 3 : 7 = 3.32**, 3 : 8 = 3.72**, 3 : 9 = 3.89**, 3 : 10 = 2.22*, 3 : 11 = = 2.43*, 3 : 13 = 4.64**, 3 : 14 = 3.26**, 3 : 15 = 4.55**, 4 : 8 = 2.10*, 4 : 12 = 2.60*, 4 : 13 = 2.66*, 4 : 15 = = 2.58*, 5 : 7 = 2.21*, 5 : 8 = 2.81**, 5 : 9 = 2.78**, 5 : 13 = 3.53**, 5 : 14 = 2.15*, 5 : 15 = 3.44**, 6 : 12 = = 3.26**, 7 : 12 = 3.94**, 8 : 12 = 4.22**, 9 : 12 = = 4.51**, 10 : 12 = 2.84*, 10 : 13 = 2.42*, 10 : 15 = = 2.33*, 11 : 12 = 3.05**, 11 : 13 = 2.21*, 11 : 15 = = 2.12*, 12 : 13 = 5.26**, 12 : 14 = 3.88**, 12 : 15 = 5.17*	
		2	Visine Heights	Wilcoxonov test	—	—	Vjerojatnosti u % — Probabilities in % 1 : 5 = 5.8, 1 : 12 = 2.8, 3 : 13 = 2.8, 3 : 14 = 5.8, 3 : 15 = 5.8, 4 : 9 = 2.8, 4 : 12 = 2.8, 4 : 13 = 2.8, 4 : 15 = 2.8, 5 : 7 = 5.8, 5 : 9 = 2.8, 5 : 12 = 2.8, 5 : 13 = 2.8, 5 : 15 = 2.8, 6 : 12 = 2.8, 7 : 12 = 2.8, 7 : 13 = 2.8, 9 : 11 = 5.8, 10 : 12 = 5.8, 10 : 13 = 5.8, 11 : 12 = 2.8, 11 : 13 = 2.8, 11 : 15 = 5.8, 12 : 13 = 2.8, 12 : 14 = 2.8, 12 : 15 = 2.8, 13 : 14 = 4.3	
		3	Promjeri Diameters	Analiza varijance	3.81**	0.79	„t“ vrijednosti — ”t“-values 1 : 4 = 2.3*, 1 : 7 = 2.10*, 1 : 11 = 2.19*, 1 : 12 = 4.65**, 2 : 4 = 2.16*, 2 : 12 = 4.02**, 3 : 12 = 3.47**, 3 : 15 = = 2.37*, 4 : 9 = 2.10*, 4 : 12 = 2.28*, 4 : 13 = 2.55*, 4 : 15 = 3.56**, 5 : 12 = 3.28**, 5 : 15 = 2.55*, 6 : 12 = = 3.83**, 7 : 12 = 2.55*, 7 : 13 = 2.28*, 7 : 15 = 3.28**, 8 : 12 = 83**, 9 : 12 = 4.38**, 10 : 12 = 3.83**, 11 : 12 = = 2.46*, 11 : 13 = 2.37*, 11 : 15 = 3.38*, 12 : 13 = = 4.84**, 12 : 14 = 4.11**, 12 : 15 = 5.84**	
		4	Promjeri Diameters	Wilcoxonov test	—	—	Vjerojatnosti u % — Probabilities in % 1 : 12 = 2.8, 3 : 12 = 2.8, 3 : 15 = 8.6, 4 : 9 = 2.8, 4 : 10 = 5.8, 4 : 12 = 4.3, 4 : 13 = 5.8, 4 : 14 = 5.8, 4 : 15 = 2.8, 5 : 12 = 2.8, 6 : 12 = 4.3, 7 : 9 = 4.3, 7 : 10 = 8.6, 7 : 12 = 2.8, 7 : 13 = 5.8, 7 : 14 = 8.6, 7 : 15 = 2.8, 9 : 11 = 8.6, 9 : 12 = 2.8, 11 : 12 = 5.8, 11 : 15 = 2.8, 12 : 14 = 2.8, 12 : 15 = 2.8, 12 : 13 = 2.8, 10 : 12 = 2.8	

#### 4.14 Varijabilnost visina sadnica kod istih familija na različitim lokalitetima — Variability of plant heights in the same families in different localities

U Tab. 24 dani su rezultati analize varijance visina za 8 istih hibridnih familija, testiranih na dva različita lokaliteta. Iz tabele je vidljivo da su F vrijednosti značajne za familije, lokalitete i kombinacije. F vrijednost za interakciju visina  $\times$  okolina nije signifikantna.

U Tab. 26 dani su podaci visina kod 8 familija u dva pokusa. Značajnost razlika između pojedinih tretiranja računata je na bazi kombinacija. Kao što se iz Tab. 26 vidi, postoje ukupno 64 diferencije prema kojima se može usporediti pojedino tretiranje s jedne pokusne plohe s istim ili različitim tretiranjem na drugoj puskosnoj plosi. U tom slučaju kada raspravljamo o problemu fenotipske stabilnosti pojedinih hibridnih familija, od sekundarne je važnosti značajnost razlika između različitih hibridnih familija. Za nas je od primarne važnosti problem veličine interakcije istog genotipa (radi se o bliskim genotipovima) s različitim okolinama, tj. s dvije okoline. Prema tome za dobivanje pravilnog uvida u problem fenotipske stabilnosti potrebno je analizirati ponašanje istih kombinacija križanja u različitim okolinama.

Iz Tab. 26 vidljivo je, da unutarvrsni hibridi krhke vrbe (S101) pokazuju vrlo visoku fenotipsku stabilnost. Diferencija između srednjih vrijednosti visina kod te kombinacije križanja, koja je iznosila samo 14 cm, pokazala se kao nesignifikantna. To je ujedno i najmanja diferencija između srednjih vrijednosti visina za jednu hibridnu familiju na dva lokaliteta. Međuvrsni hibridi krhke i bijele vrbe (S102) pokazali su slabu fenotipsku stabilnost. Razlike u srednjim visinama na dva lokaliteta su signifikantne. I međuvrsni hibridi između *S. matsudanae* i *S. fragilis* (S105) očitovali su također slabu fenotipsku stabilnost. Razlike srednjih vrijednosti su visoko signifikantne. Suprotno tome, jedna familija unutarvrsnih hibrida bijele vrbe (S110) ispoljila je visoku fenotipsku stabilnost. Razlika između aritmetičkih sredina visina u dva lokaliteta za ovu familiju iznosi 36 cm, što je nesignifikantno. S druge strane, kombinacija križanja *S. alba* V40  $\times$  *S. alba* V100, dakle jedna druga familija unutarvrsnih hibrida bijele vrbe očitovala je vrlo visoku fenotipsku nestabilnost. Razlike između srednjih vrijednosti visina iznose 128 cm. Tako velika razlika je visoko signifikantna. Slijedeća kombinacija križanja, također unutarvrsni hibrid bijele vrbe (S131), pokazala je visoku fenotipsku stabilnost. Razlika u tom slučaju iznosi 45 cm. Ta razlika je slučajna. I slijedeća kombinacija križanja, također unutarvrsni hibridi bijele vrbe (S143), pokazala je visoku fenotipsku stabilnost. Razlika u srednjim visinama od 82 cm i u tom slučaju pokazala se kao nesignifikantna. S druge strane, i druga kombinacija međuvrsnih hibrida bijela  $\times$  krhka vrba (S150) očitovala je također kao i prva kombinacija visoku fenotipsku nestabilnost. Razlika u srednjim visinama iznosi 131 cm, i ona je značajna.

Iz izloženoga se vidi da su najveću fenotipsku stabilnost s obzirom na visinski rast očitovali unutarvrsni hibridi krhke vrbe te unutarvrsni hibridi bijele vrbe, a najmanju fenotipsku stabilnost pokazali su međuvrsni hibridi bijele i krhke vrbe te *S. matsudanae* i *S. fragilis*. Od tog pravila odstupa jedino kombinacija križanja *S. alba* V40  $\times$  *S. alba* V100,

Tab. 24. Analiza varijance za visine za lokalitete Opatovac i Kutina — Analysis of variance for heights for the localities of Opatovac and Kutina

Izvor varijabilnosti Source of variability	Stupnjevi slobode Degrees of freedom FG	Suma kvadrata Sum of squares SQ	Srednji kvadrat Mean square MQ	F vrijednost F-value
Blokovi — Blocks	6	67.440		
Kombinacije — Combinations	15	507.583	33.839	$33.839/3.718 = 9.1013^{**}$
Lokaliteti — Localities	1	101.841	101.841	$101.841/3.718 = 27.3913^{**}$
Familije — Families	7	379.712	54.244	$54.244/3.718 = 14.5895^{**}$
Pokusи x familije Experiments x Families	7	26.029	3.718	$3.718/3.037 = 1.2242$
Griješka — Error	42	127.547	3.037	
Suma — Sum	63	702.569		

Tab. 25. Analiza varijance za promjere za lokalitete Opatovac i Kutina — Analysis of variance for diameters for the localities of Opatovac and Kutina

Izvor varijabilnosti Source of variability	Stupnjevi slobode Degrees of freedom FG	Suma kvadrata Sum of squares SQ	Srednji kvadrat Mean square MQ	F vrijednost F-value
Blokovi — Blocks	6	1214		
Kombinacije — Combinations	15	7176	478	$478/81 = 5.901^{**}$
Lokaliteti — Localities	1	1425	1425	$1425/81 = 17.593^{**}$
Familije — Families	7	5183	740	$740/81 = 9.136^{**}$
Pokusи x familije Experiments x Families	7	568	81	$81/59 = 1.373$
Griješka — Error	42	2552	59	
Suma — Sum	63	10942		

Tab. 26. Utjecaj različitih staništa na rast istih familija stablastih vrba — Influence of different sites on the growth of the same families of treelike Willows

Tek. br. — No.	Oznaka križanja Crossing mark	Roditelji — Parents		Visina Height cm Opatovac	Starost godina Age, years	Oznaka križanja — Crossing mark, Kutina								Napomena — Remark			
						S101	S102	S105	S110	S112	S131	S143	Š150				
		Visina — Height, cm															
		♀	♂			303	438	362	530	439	547	482	379				
Diferencije — Differences, cm																	
1	101	<i>S. fragilis</i> Mp. 1	<i>S. fragilis</i> IV	322	6	14	110*	40	208**	117**	225**	160**	57				
2	102	<i>S. fragilis</i> Mp. 1	<i>S. alba</i> V100	530	6	222**	98*	168**	0	101*	17	58	161**				
3	105	<i>S. matsudana</i>	<i>S. fragilis</i> IV	476	6	168**	44	114*	54	37	71	6	97*				
4	110	<i>S. alba</i> MB1	<i>S. alba</i> V95	566	6	258**	134**	204**	36	127**	19	84*	187**				
5	112	<i>S. alba</i> V40	<i>S. alba</i> V100	567	6	259**	135**	205**	36	128**	20	85*	188**				
6	131	( <i>S. a. x S. a. v. vit.</i> ) MB15	<i>S. alba</i> V95	592	6	184**	160**	230**	62	153**	45	110*	113*	F (Kombinacija) = 9.1013** (6.27)			
7	143	<i>S. alba</i> MB368	<i>S. alba</i> V100	564	6	256**	132**	202**	14	125**	17	82	185**	GD <sub>S101</sub> = 83.03 cm; GD <sub>S143</sub> = 114.99 cm.			
8	150	<i>S. alba</i> MB368	<i>S. fragilis</i> IV	500	6	192**	68	138**	30	61	47	18	131**				

koja je dala sličan stupanj interakcije s okolinom kao i međuvrsni hibridi. Kako znamo da je ženski roditelj iz te kombinacije križanja porijeklom s »Osman-polja«, a istraživanjima je dokazano da se ova populacija bijele vrbe razlikuje od ostalih populacija bijele vrbe (Krstinić 1968), možemo pretpostaviti da je ta kombinacija križanja daleko heterozigotnija od ostalih kombinacija križanja unutarvrsnih hibrida bijele vrbe. Prema tome po genetskoj konstituciji ova kombinacija križanja sličnija je međuvrsnim hibridima bijele i krhke vrbe nego unutarvrsnim hibridima bijele vrbe. U tom smislu je i shvatljiva reakcija spomenute familije na promjenu okoline.

Iz Tab. 26 je također vidljivo, da su međuvrsni hibridi stablastih vrba uzgojenih u Opatovcu na aluviju Dunava, gdje su uvjeti za uzgoj vrba veoma povoljni, postigli slične visine kao najbolji unutarvrsni hibridi bijele vrbe u suboptimalnoj okolini (u ovom slučaju pokusnu plohu u Kutini možemo smatrati suboptimalnom okolinom). U optimalnoj okolini hibridi su postigli vrijednosti za visine veće od vrijednosti za visine prosječnog roditelja, dok su u suboptimalnim prilikama postigli vrijednosti koje su blizu vrijednostima za visine prosječnog roditelja. Ti rezultati se podudaraju s podacima iz literature, prema kojima međuvrsni hibridi krhke i bijele vrbe za izgradnju iste količine drvine tvari troše mnogo više hraničiva iz tla nego unutarvrsni hibridi bijele vrbe (Komlenović i Krstinić 1969). Iz naših istraživanja proizlazi, da će međuvrsni hibridi moći realizirati svoj visoki genetski potencijal samo u optimalnim okolinama, dok će u svim suboptimalnim okolinama dati slabije rezultate. Prema tome za potrebe uzgoja na zemljištima koja nisu optimalno opskrbljena hraničivima, selekciju treba obavljati među unutarvrsnim hibridima bijele vrbe, jer je kod njih fenotipska stabilnost s obzirom na visinski rast — kao jednu od važnih varijabla, što određuju i volumni rast — najveća. Na temelju razmatranja podataka za visine u dvije okoline, na osnovi kojih smo diskutirali o fenotipskoj stabilnosti visinskog rasta kod čistih vrsta i hibrida, pretpostavljamo — usprkos činjenici što je broj okolina bio minimalan — da unutarvrsni hibridi krhke vrbe i unutarvrsni hibridi bijele vrbe posjeduju opću adaptacijsku sposobnost, dok podaci o fenotipskoj stabilnosti međuvrsnih hibrida ukazuju na postojanje specifične adaptacijske sposobnosti, i to na optimalne okoline.

#### 4.15 Varijabilnost visina biljaka u dvogodišnjim malatima bijele vrbe — *Variability of plant heights in two-year old natural reproductions of White Willow*

Istraživanja varijabilnosti visina biljaka u dvogodišnjim malatima bijele vrbe provedena su na bazi disperzijske analize u četiri populacije: Drava—Husinja, Tisa—Titel, Dunav—Opatovac i Sremski Karlovci. Podaci o parametrima disperzijske analize dani su u Tab. 27.

Iako visinski rast — kao što smo iz dosadašnjih diskusija vidjeli — zavisi i o okolišu, ipak smo smatrali da ćemo analizom relativnih odnosa između širine varijabilnosti te koeficijenata varijabilnosti kojima je definirana veličina disperzije unutar pojedine populacije doći do boljeg uvida u veličinu varijabilnosti svake pojedine populacije, odnosno da ćemo lakše doći do određenih indikacija o postojanju veće ili manje genotipske varijabilnosti.

Između sve četiri dvogodišnje populacije postoje signifikantne razlike s obzirom na srednje vrijednosti visina. Populacije Tisa—Titel te Dunav—Sremski Karlovci rastu na recentnim sprudovima od riječnog pijeska, dakle na supstratu sa slabim sadržajem hranjiva. Biljke koje predstavljaju populaciju Dunav—Opatovac uzrasle su na naplavini jednoga dunavskog rukavca, a biljke koje pripadaju populaciji Drava—Husinja uzrasle su na recentnom dravskom sprudu. Iako su biljke nekih populacija uzrasle na supstratima koji su s obzirom na sadržaj hranjiva jednakovrijedni, ipak se njihove visine signifikantno razlikuju (npr. Tisa—Dunav, Dunav—Dunav). Razlike u prvima godinama uzgoja zavise i o visini nivoa podzemne vode dotične rijeke za vrijeme vegetacijske sezone, no budući da se u tom slučaju radi o rijekama koje imaju više-manje sinhronizirano kretanje vodostaja (najveći je za vrijeme vegetacijske sezone), smatramo da se tako visoke signifikantne razlike u srednjim vrijednostima visina ne bi očitovale, kada među testiranim populacijama ne bi postojale i genotipske razlike.

Najveću širinu varijabilnosti te koeficijent varijabilnosti ima populacija Tisa—Titel. Manju širinu varijabilnosti i koeficijent varijabilnosti imaju dunavske populacije. To je relativno lako objasniti činjenicom, da je malat uz Tisu mogao nastati iz sjemena, koje je vodom stiglo iz gornjeg toka Tise, dakle s Karpata gdje obilno pridolazi i krhka vrba, koja lako hibridizira s bijelom vrbdom, pa bi u tom slučaju i naš malat bio hibridnog karaktera, dakle mnogo više heterogen nego dunavski malati. Budući da je s obzirom na stupanj hibridizacije bijele i krhke vrbe ista situacija uz rijeku Dravu kao i Tisu, ne možemo objasniti malu širinu varijabilnosti te najmanji koeficijent varijabilnosti dravske populacije. Može se jedino pretpostaviti, da je ta populacija nastala naletom sjemena s malog broja susjednih stabala, pa da zato ima malu širinu varijabilnosti.

Na ovaj problem još ćemo se osvrnuti, kada budemo govorili o frekvencijama boja jednogodišnjih izbojaka u malatima bijele vrbe te o odnosima između boja izbojaka i visinskog rasta.

#### *4.2 Varijabilnost boja jednogodišnjih izbojaka u malatima bijele vrbe — Variability of colours in one-year-old shoots in natural reproductions of White Willow*

Broj fenotipova i učestalost pojedinih fenotipova obrađeni su prema modelu za  $F_2$  generaciju kod poligenog nasljeđivanja, koje je uvjetovano s dva para nasljednih osnova za poludominantno nasljeđivanje. To je učinjeno zato što je iz literature poznato, da je većina naših populacija bijele vrbe hibridna i to s krhkcom vrbom karaktera hibridnih rojeva do introgresija, te da je boja jednogodišnjih izbojaka kod bijele vrbe svojstvo poligenog karaktera, uvjetovano s dva para gena gdje se crvena boja nasljeđuje poludominantno (Krstinić 1967).

Podaci su razvrstani prema teoretskoj podjeli na 5 fenotipova, i to: tamnocrvena boja jednogodišnjih izbojaka, crvena, svijetlocrvena, crvenozelena i zelena. Nul-hipoteza je dokazivana ili obarana pomoću *hi-kvadrat testa*.

Populacije uz rijeku Dravu u blizini Ferdinandovca, kako 25-godišnja populacija tako i 2-godišnja, ne razlikuju se od teoretskog modela za frek-

vencije fenotipova u  $F_2$  generaciji. Isto tako možemo reći, da se učestalost boja jednogodišnjih izbojaka kod 25-godišnje populacije neznatno promjenila u odnosu na malat.

Malat bijele vrbe, također s područja Drave — lokalitet »Husinja«, nesamo što se razlikuje od teoretskog modela već se razlikuje i u odnosu na druge populacije bijele vrbe iste provenijencije. S obzirom na relativno visoke frekvencije crvenih fenotipova ta je populacija sličnija podunavskima nego dravskim. Frekvencije fenotipova u dvogodišnjem malatu bijele vrbe na recentnom sprudu rijeke Tise najsličnije su ostalim dravskim populacijama odnosno teoretskom modelu. Naime, i u dravskim populacijama, i u dvogodišnjoj populaciji na obali Tise najveća je učestalost svijetocrvenih fenotipova, dok je učestalost krajnjih fenotipova tamnocrvene i zelene boje malena, kao što je to slučaj i u teoretskom modelu. U tom pogledu odstupa odrasla populacija bijele vrbe uz rijeku Tisu. Ta populacija s obzirom na učestalost pojedinih fenotipova jako odudara od teoretskog modela. U odrasloj populaciji bijele vrbe više prevladavaju fenotipovi crvene boje s naglaskom na tamnocrveni fenotip.

Savske i dunavske populacije bijele vrbe također jako odstupaju od teoretskog modela, s tom razlikom što su kod populacije bijele vrbe savske provenijencije fenotipovi tamnocrvene boje slabo zastupljeni, a kod populacije bijele vrbe dunavske provenijencije tamnocrveni fenotipovi imaju relativno visoke frekvencije. S fenotipovima zelene boje kod ove dvije populacije je obrnuta situacija.

Odrasla populacija uz rijeku Tisu s obzirom na učestalost tamnocrvenih i zelenih fenotipova bila bi bliža populacijama bijele vrbe dunavske provenijencije.

Rekli smo da su populacije bijele vrbe na obali Tise uzrasle na jednom recentnom pješčanom sprudu. S obzirom na razlike u frekvencijama fenotipova između dvogodišnjeg malata i odrasle populacije možemo zaključiti, da prirodna selekcija favorizira homozigote — dominantne genotipove (tamnocrveni), a da je usmjerena protiv homozigotnih recessivnih genotipova (zeleni) i heterozigota (svijetlocrveni). Izgleda da postoji slična situacija u populacijama bijele vrbe podunavske provenijencije. Kako tamnocrveni fenotipovi karakteriziraju bijelu vrbu, a zeleni krhku vrbu, možemo pretpostaviti da homozigoti za crvenu boju izbojaka sadrže u sebi najviše gena od bijele vrbe, i obratno da homozigoti za zelenu boju izbojaka sadrže i najviše gena od krhke vrbe (Krstinić 1967). Kao što smo već rekli, bijela vrba ima sposobnost da uz najmanji utrošak hranjiva iz tla proizvede najveću količinu drvne tvari u usporedbi s unutarvrsnim hibridima krhke vrbe te međuvrsnim hibridima bijele i krhke vrbe (Komlenović i Krstinić 1969). Jasno je da će onda bijela vrba na relativno sterilnim recentnim sprudovima Tise i Dunava imati i najviše izgleda za preživljavanje. S druge strane, u poglavljju o fenotipskoj stabilnosti unutarvrsnih i međuvrsnih hibrida bijele i krhke vrbe rekli smo, da unutarvrsni hibridi spomenutih vrsta pokazuju opću adaptacijsku sposobnost pa da mogu uspijevati i u suboptimalnim okolinama. U našem slučaju suboptimalne okoline su i recentni sprudovi na Tisi i Dunavu, a isto tako i Posavina sa svojima teškim zaglejenim tlima, slabo opskrbljenima hranjivima. S druge strane hranjivima bogata tla Podravine pružaju odlične

uvjete za opstanak heterozigota, koje karakterizira svijetlocrvena boja izbojaka, učestalost kojih je u populacijama bijele vrbe na području Podravine daleko veća nego u populacijama bijele vrbe uz Savu i Dunav.

Razlike u frekvencijama boja jednogodišnjih izbojaka među subpopulacijama bijele vrbe upućuju na proces genetske diferencijacije odnosno na proces nastajanja lokalnih rasa.

#### 4.3 *Odnos boje jednogodišnjih izbojaka i visinskog rasta — Relation of the colour of one-year-old shoots and the height growth*

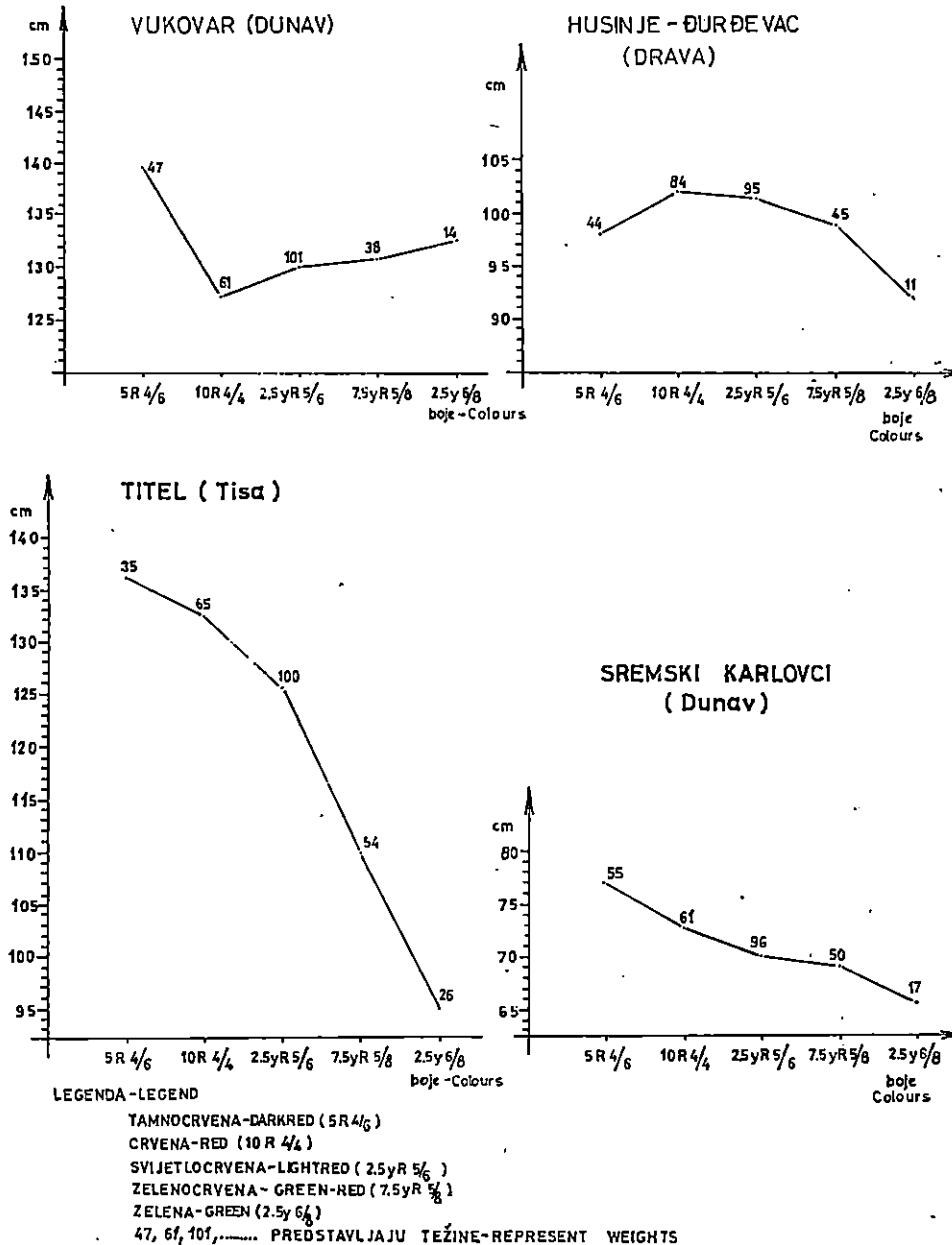
Odnosi između boje jednogodišnjih izbojaka i visinskog rasta u malatima bijele vrbe prikazani su na Graf. 5. Iz grafikona je vidljivo, da u populaciji Vukovar (Dunav) biljke tamnocrvene boje izbojaka imaju i najveće visine. Preostala 4 fenotipa (crvena, svijetlocrvena, zelenocrvena te zelena boja izbojka) imaju podjednake vrijednosti za visine. U populaciji Sremski Karlovci (Dunav) imamo sličnu situaciju, tj. najviše visine imaju biljke tamnocrvene boje izbojaka, a zatim za slijedeća 4 fenotipa vrijednosti visina padaju pravilno s padanjem intenziteta crvene boje, da bi fenotipovi s maslinastozelenom bojom izbojaka imali najmanje visine. Sličan je odnos i kod populacije Titel (Tisa) s time, što su u tom slučaju diferencije između visina koje karakteriziraju pojedine fenotipove boja izbojaka daleko veće nego što je to slučaj kod populacije Sremski Karlovci. U populaciji bijele vrbe Husinja—Đurđevac (Drava) situacija je nešto izmijenjena, u tom smislu što u toj populaciji fenotipove tamnocrvene boje izbojaka ne karakteriziraju najveće visine, već najveće visine pripadaju biljkama crvenih i svijetlocrvenih izbojaka. No, i u tom slučaju kao i kod prije opisanih populacija najmanje visine karakteriziraju biljke s maslinastozelenom bojom izbojaka.

Kako tamnocrvena boja izbojaka karakterizira bijelu vrbu, maslinastozelena boja krhku vrbu, a prijelazi između te dvije osnovne boje hibride spomenutih vrsta (Krstinić 1967), to i u ovom slučaju možemo potvrditi zaključke, koji se odnose na visinski rast bijele i krhke vrbe te njihovih hibrida, tj. da najbujniji rast pokazuju oni individui koji su genetski najbliži bijeloj vrbi, a najslabiji visinski rast imaju oni primjerici koji su genetski najbliži krhkoj vrbi. Biljke koje s obzirom na boju jednogodišnjih izbojaka predstavljaju međuvrsne hibride bijele i krhke vrbe s obzirom na visinski rast nalaze se između roditeljskih vrsta.

Izvjesna odstupanja u tom smislu kod populacije Husinja—Đurđevac (Drava) mogu se protumačiti bržim rastom međuvrsnih hibrida krhke i bijele vrbe u najranijoj mladosti (do 2 godine) na onim substratima, koji raspolažu s dovoljno hranjiva kao što je u tom slučaju kod malata, koji je izrastao na zamuljenoj obali Drave. U ostalim malatima koji su izrasli na sterilnom pijesku, kao što smo već spomenuli, najbujniji rast imaju biljke koje su po genetskoj konstituciji najbliže bijeloj vrbi.

Korelacija između boje jednogodišnjih izbojaka i visinskog rasta kod dvogodišnjih malata bijele vrbe, izražena visokom vrijednosti rangiranog koeficijenta korelacije, tj. visokom vrijednosti neparametarskog koeficijenta korelacije  $r = 0,97^{**}$ , također potvrđuje naše pretpostavke u prethodnoj diskusiji, tj. da fenotipovi za boju izbojaka (tamnocrvena) koji karakteriziraju bijelu vrbu imaju najveće visine, dok fenotipovi (zelena)

ODNOSI IZMEĐU VISINE BILJAKA I BOJA JEDNOGODIŠNJIH  
 IZBOJAKA KOD DVOGODIŠNJEV MALATA BIJELE VRBE GRAF. 5  
 RELATIONS BETWEEN THE HEIGHT OF PLANTS AND THE COLOURS OF  
 ONE-YEAR-OLD SHOOTS IN A TWO-YEAR-OLD NATURAL REPRODUCTION OF  
 WHITE WILLOW



koji karakteriziraju krhku vrbu imaju najmanje visine. Fenotipovima koji karakteriziraju međuvrsne hibride (svijetlocrveni) pripadaju visine, koje su intermedijarne. Dakle, i kroz malate bijele vrbe dobili smo iste relativne odnose među čistim vrstama i hibridima s obzirom na visinski rast, koji su dobiveni i u svim testovima familija te klonskim testovima.

#### *4.4 Dinamika visinskog rasta i prirasta bijele vrbe, krhke vrbe i njihovih hibrida — The dynamic of the height growth and increment of the White Willow, Crack Willow and their hybrids*

Podaci o dinamici visinskog rasta i prirasta za hibridne familije na pokusnoj plosi »Opatovac« i pokusnoj plosi »Kutina«, koja je podignuta sadnjom sadnica starosti 1/1, grafički je prikazana za unutarvrsne hibride krhke vrbe, međuvrsne hibride bijele i krhke vrbe i za neke od familija unutarvrsnih hibrida bijele vrbe (Graf. 6), a zatim na Graf. 7 za jedan klon krhke vrbe, dva klena međuvrsnih hibrida bijele i krhke vrbe i za četiri klena unutarvrsnih hibrida bijele vrbe.

Iz grafikona se vidi, da unutarvrsni hibridi krhke vrbe imaju najslabiji rast i prirast na svim pokusnim plohama. Razlike između recipročnih hibrida bijele i krhke vrbe, koje su se mogle konstatirati u najranijoj fazi ontogeneze, gube se nakon treće godine plantažne starosti. Superiorniji rast unutarvrsnih hibrida bijele vrbe u odnosu na međuvrsne hibride bijele i krhke vrbe dolazi do izražaja tek nakon treće godine starosti.

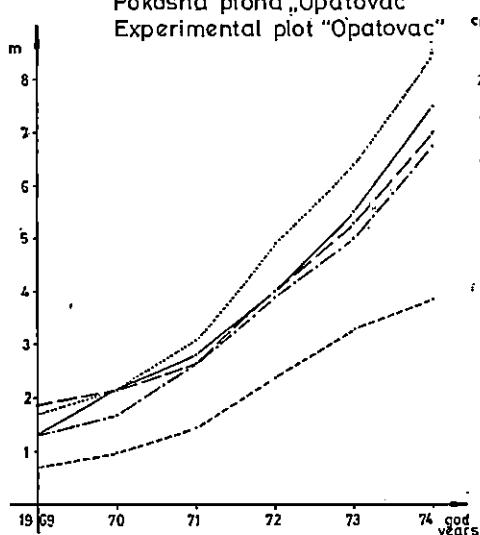
U klonskom testu »Vrbine« tečajni godišnji visinski prirast kod krhke vrbe i kod hibrida između bijele i krhke vrbe kulminira u četvrtoj godini plantažne starosti. Kulminacija je tečajnoga godišnjeg visinskog prirasta u istoj godini i za klon bijele vrbe V40 (lokalni), a kod preostala tri klena bijele vrbe visinski tečajni godišnji prirast kulminira u petoj godini plantažne starosti. Relativno malen tečajni visinski prirast u 1973. god. (ista je situacija na pokusnim plohama »Opatovac« i »Kutina«) može se protumačiti nepovoljnim hidrološkim prilikama u toj godini. Manjak oborina na pokusnoj plosi »Kutina« u 1973. g. u usporedbi s 1974. g. iznosi 217 mm, a na pokusnoj plosi »Opatovac« (Ilok) 171 mm. Deficit je bio raspoređen uglavnom na toplijem dio godine. Kod sva četiri klena bijele vrbe visinski prirast u sedmoj godini plantažne starosti daleko nadmašuje tečajni visinski prirast u 1973. g., tj. u godini nakon kulminacije, i on se kod nekih klonova (kao npr. kod klena MB25) po iznosu sasvim približuje vrijednostima u vrijeme kulminacije. Kod krhke vrbe te hibrida bijele i krhke vrbe tečajni godišnji visinski prirast je manji od onoga iz 1973. godine (Graf. 7).

Na pokusnoj plosi »Opatovac« kulminacija je tečajnoga godišnjeg visinskog prirasta za unutarvrsne hibride krhke vrbe u četvrtoj godini, a za unutarvrsne hibride bijele vrbe i međuvrsne hibride bijele i krhke vrbe u petoj godini plantažne starosti. Poklapanje kulminacije tečajnoga godišnjeg visinskog prirasta za međuvrsne i unutarvrsne hibride bijele vrbe može se protumačiti činjenicom, što su jedino na toj pokusnoj plosi međuvrsni hibridi u stanišnom optimumu.

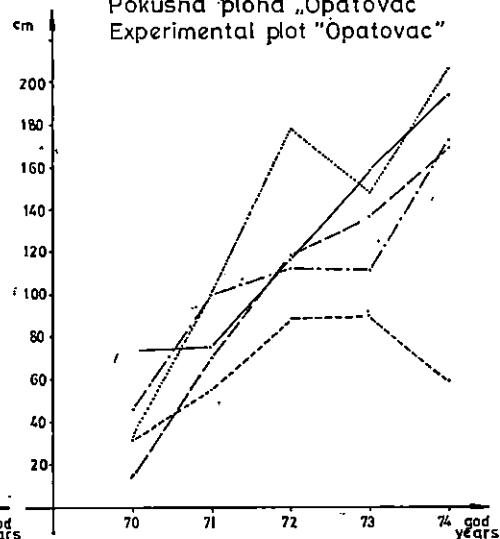
Nepodudaranje dinamike visinskog rasta za iste hibridne familije na pokusnim plohama »Opatovac« i »Kutina« u prvoj godini plantažne staro-

GRAF. 6

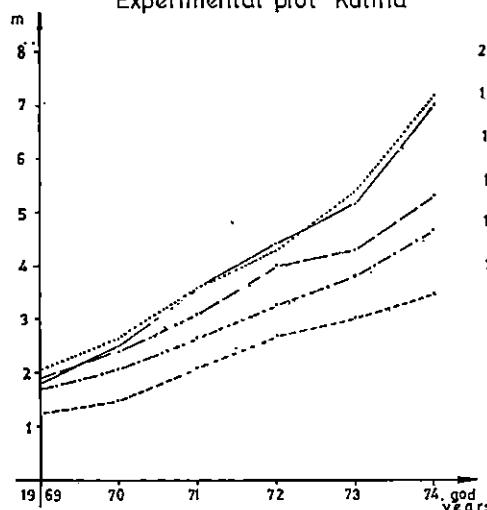
DINAMIKA VISINSKOG RASTA  
DYNAMIC OF HEIGHT GROWTH  
Pokusna ploha „Opatovac“  
Experimental plot "Opatovac"



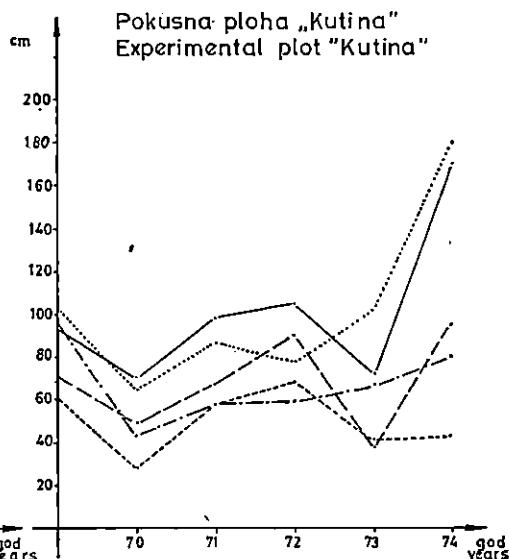
DINAMIKA VISINSKOG PRIRASTA,  
DYNAMIC OF HEIGHT INCREMENT  
Pokusna ploha „Opatovac“  
Experimental plot "Opatovac"



Pokusna ploha „Kutina“  
Experimental plot "Kutina"



Pokusna ploha „Kutina“  
Experimental plot "Kutina"

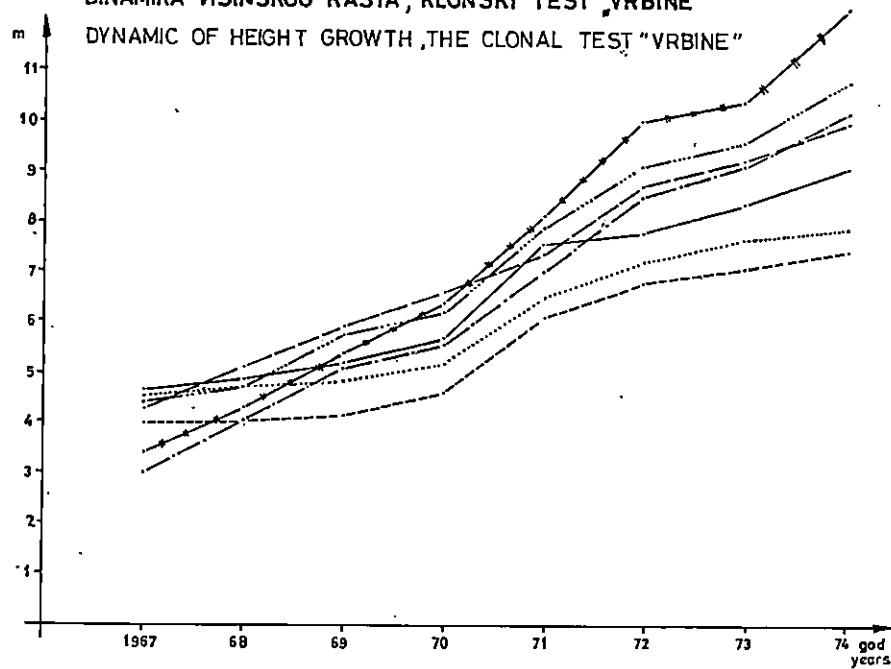


LEGENDA - LEGEND

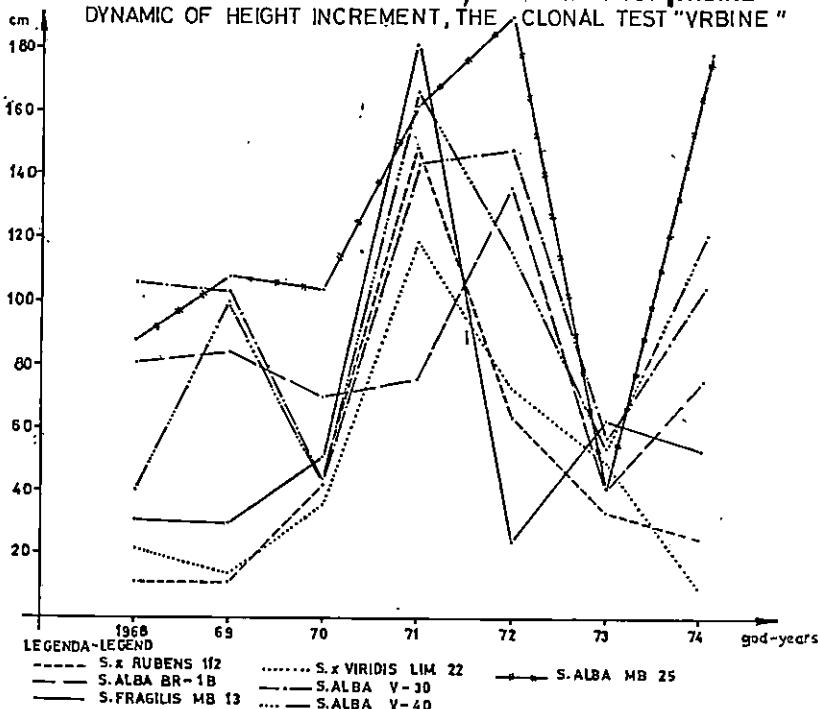
- S.Fragilis Mp1 x S.Fragilis IV
- S.Fragilis Mp1 x S.Alba V100
- ... (S.Alba x S.Alba var. Vitellina) MB15 x S.Alba V95
- S.Alba MB1 x S.Alba V95
- S.Alba MB 368 x S.Fragilis IV

DINAMIKA VISINSKOG RASTA, KLONSKI TEST "VRBINE"  
DYNAMIC OF HEIGHT GROWTH, THE CLONAL TEST "VRBINE"

GRAF 7



DINAMIKA VISINSKOG PRIRASTA, KLONSKI TEST "VRBINE"  
DYNAMIC OF HEIGHT INCREMENT, THE CLONAL TEST "VRBINE"



sti može se protumačiti time, što tehnika uzgoja na obadvije pokusne plohe nije bila identična. Naime, na pokusnoj plosi »Kutina« starost sadnica kod sadnje bila je 1/1, a na pokusnoj plosi »Opatovac« 2/2. Kako se radi o biljkama uzgojenima iz sjemena, koje se odlikuje biološkom sposobnosti da visinski najviše prirastu (nepresadene) u drugoj godini, to je spomenuti genetski potencijal stablastih vrba i u spomenutom slučaju došao do izražaja. Iz grafikona je vidljivo, da se razlike u visinama za familije, uzgojene iz sadnica starosti 1/1 i 2/2 tako reći gube već nakon treće godine plantažne starosti. Budući da se slično ponašaju i ožiljenice 1/1 i 2/2, ta spoznaja se može iskoristiti u praktičnom uzgoju na onim lokalitetima gdje ne prijeti opasnost lomljenja sadnica od leda te na lakšim tlima (npr. Podravina), budući da se podizanjem kultura sadnicama starosti 1/1 mogu ostvariti znatne uštede u odnosu na sadnju sadnicama starosti 2/2.

Kulminacija tečajnoga godišnjeg prirasta za krhku vrbu na pokusnoj plosi »Kutina« je u četvrtoj godini, a za međuvrsne hibride i bijelu vrbu u šestoj godini. Kod međuvrsnih hibrida možemo utvrditi, da je visinski prirast u vrijeme kulminacije približno isti onome u četvrtoj godini plantažne starosti, te da tečajni godišnji visinski prirast za bijelu vrbu u vrijeme kulminacije daleko nadmašuje visinski prirast hibrida. Kulminacija tečajnoga godišnjeg visinskog prirasta u šestoj a ne petoj godini plantažne starosti, kao što je to slučaj na ostalim pokusnim plohama, može se objasniti činjenicom, što je peta godina plantažne starosti bila baš u 1973. god. kada je visinski prirast na svim pokusnim plohama bio relativno malen.

#### 4.5 Nasljednost visina — Heritability for heights

Vrijednosti za nasljednost visina u širem smislu, koje su izračunate iz 10 pojedinačnih klonskih testova, kreću se u granicama od 0,73 do 0,97. Iz dobivenih rezultata može se zaključiti, da u svim eksperimentima postoje jako izražene genetske razlike među testiranim klonovima te da visine kod stablastih vrba spadaju u grupu visoko nasljednih svojstava. Vrijednosti za nasljednost visina u tri terenska pokusa iznose od 0,83 do 0,97 i ne razlikuju se bitno od analognih vrijednosti, dobivenih iz klonskih testova u rasadniku, gdje iznose od 0,73 do 0,91. Tako visoke vrijednosti za nasljednost visina, izračunate iz klonskih testova mogu se protumačiti činjenicom, što se izračunati parametri nasljednosti odnose na eksperimente u koje su bile uključene različite vrste stablastih vrba te njihovi hibridi. Ako se tome doda i činjenica, da klonovi bijele vrbe — uključeni u eksperimente — pripadaju i različitim populacijama bijele vrbe s područja Jugoslavije između kojih je dokazano postojanje genotipskih razlika, tada je jasno da se takva heterogenost unutar svakoga pojedinačnog klonskog testa morala očitovati kroz visoke vrijednosti za nasljednost visina. Rezultati se poklapaju s prijašnjim istraživanjima nasljednosti visina u klonskom materijalu (Krstinić 1967), ali jako odudaraju od vrijednosti za nasljednost visina također za bijelu vrbu, izračunatih preko regresije majka-potomstvo za populacije Bakovci i Lipovljani (Krstinić 1968). Slične rezultate dobio je Jokela (1971) kod *Populus deltoides*. Nasljednost za totalne visine, izračunata u testovima hibridnih familija, kretala se u gra-

nicama između 4 i 25% u širem smislu ili između 8 i 71% u užem smislu. Nasljednost za totalne visine, izračunata iz klonskih testova kretala se u granicama između 43 i 52% u širem smislu i 31 i 38% u užem smislu. Velike razlike u dobivenim rezultatima kod stablastih vrba mogu se protumačiti činjenicom, da usprkos relativno velikoj heterogenosti — koja je prisutna u našim prirodnim populacijama bijele vrbe — uvjetovanoj introgresijom i hibridnim rojevima, ipak ta heterogenost nije u tolikoj mjeri izražena u testovima potomstva, jer su za roditeljska stabla u prirodnim populacijama odabirana plus stabla, tj. slični fenotipovi koji su u stvari i genotipski slični. Ti fenotipovi su iz dijela populacije bliže bijeloj vrbi, pa prema tome daju i potomstva koja se odlikuju više-manje sličnim visinskim rastom. S druge strane, u našim klonskim testovima je obrnut slučaj, tj. u eksperimentima je uvijek prisutan genetski ekstremno heterogeni materijal, pa je iz tog razloga jasno zašto smo putem regresije ženski roditelj-potomstvo dobivali niske vrijednosti za nasljednost visina, a putem klonskih testova uvijek visoke vrijednosti. To smo očekivali i na temelju rezultata statističke obrade podataka, kojom su u svim eksperimentima dobivene značajne razlike između unutarvrsnih hibrida krhke vrbe, međuvrsnih hibrida bijele i krhke vrbe te unutarvrsnih hibrida bijele vrbe. Smatramo da bismo slične parametre nasljednosti za visine dobili i za naše prirodne populacije bijele vrbe, ukoliko bi našim eksperimentima bila obuhvaćena sva varijabilnost koja je prisutna u njima (kroz selekciju plus-, minus- i normalnih stabala, a ne samo plus-stabala).

#### 4.6 Promjери — Diameters

##### 4.61 Varijabilnost promjera sadnica između familija i unutar familija u terenskim pokusima — Variability of plant diameters between families and within families in field trials

U Tab. 3 (S18—S29) dani su podaci za promjere u testu familija »Bušići«, a u Tab. 4 prikazani su rezultati statističke obrade podataka. Iz tabele je vidljivo, da su analizom varijance dobivene signifikantne razlike za jedan par tretiranja više nego za visine, i to između međuvrsnih hibrida krhke i bijele vrbe ( $Mp.1 \times MB25$ ) i jedne half-sib familije bijele vrbe ( $MB1 \times$  nepoznat). Signifikantne razlike dobivene su između svih onih tretiranja između kojih su dobivene značajne razlike i za visine. Najbolje rezultate kod promjera postigla je familija *S. alba* var. *calva*  $\times$  nepoznat. Međuvrsni hibridi krhka vrba  $\times$  bijela vrba postigli su podjednake rezultate kao i unutarvrsni hibridi bijele vrbe, a najslabije su rezultate postigli povratni križanci međuvrsnih hibrida krhke i bijele vrbe s krhkog vrbom.

Test sume rangova dao je slične rezultate kao i test analize varijance u smislu razlika između najboljih i najlošijih tretiranja, s izuzetkom familija krhka  $\times$  bijela vrba i *S. alba* var. *calva*  $\times$  nepoznat, između kojih nisu dobivene signifikantne razlike.

U Tab. 6 (S85—S94) dani su podaci za promjere, a u Tab. 7 rezultati statističke obrade podataka za prvi od ukupno četiri testa familija na pokusnoj plosi »Kutina«, osnovanom sadnjom sadnica starosti 2/2. Iz tabele je vidljivo, da su najbolje rezultate postigli unutarvrsni hibridi bijele

vrbe, a najslabije unutarvrsni hibridi krhke vrbe. Međuvrsni hibridi krhka  $\times$  bijela vrba kao i recipročni hibridi nalaze se između roditeljskih vrsta. U tom testu dobivene su također signifikantne razlike između dvije familije međuvrsnih hibrida bijela  $\times$  krhka vrba (S85 i S84) i najbolje familije unutarvrsnih hibrida bijele vrbe (S94). Između tih familija nisu dobivene značajne razlike za visine.

Test sume rangova dao je analogne rezultate, u smislu najboljih i najslabijih familija u pokusu kao i test analize varijance. I tim testom dobivene su signifikantne razlike između jedne familije međuvrsnih hibrida bijele i krhke vrbe (S94), a kod testiranja njihovih visina razlike nisu bile značajne. Tim testom za promjere biljaka nisu dobivene signifikantne razlike između unutarvrsnih hibrida krhke vrbe (S66) i međuvrsnih hibrida krhka  $\times$  bijela vrba (S68), dok su kod testiranja njihovih visina razlike bile značajne (u oba slučaja radi se o nivou signifikantnosti od 5,8%).

U drugom eksperimentu (Tab. 8, S78—83, i Tab. 11) dobiveno je s obzirom na promjere dvostruko više signifikantnih razlika među familijama nego s obzirom na visine. Unutarvrsni hibridi bijele vrbe (3 familije) postigli su najbolje rezultate, međusobno se značajno ne razlikuju, a u odnosu na međuvrsne hibride bijela  $\times$  krhka vrba pokazuju značajne razlike.

Dok je test sume rangova za visine pokazao značajne razlike samo između jedne familije unutarvrsnih hibrida bijele vrbe i jedne od 3 kombinacija križanja međuvrsnih hibrida bijele i krhke vrbe (V40  $\times$  IV), dotle su s obzirom na promjere dobivene značajne razlike između spomenute familije međuvrsnih hibrida bijela  $\times$  krhka vrba i sve tri familije unutarvrsnih hibrida bijele vrbe u korist unutarvrsnih hibrida bijele vrbe.

U trećem eksperimentu (Tab. 9, S70—S76, i Tab. 11) nisu dobivene u promjerima značajne razlike među familijama ni po jednoj od primjenjenih metoda analize podataka, iako su analizom varijance s obzirom na visine dobivene značajne razlike između jedne familije unutarvrsnih hibrida bijele vrbe i tri familije međuvrsnih hibrida bijela  $\times$  krhka vrba.

U četvrtom pokusu (Tab. 10, S88—S99, i Tab. 11) nisu dobivene razlike među tretiranjima ni po jednoj od primjenjenih metoda analize podataka, kao što je to bio slučaj i kod obrade podataka s obzirom na visine.

U Tab. 12 (S101—S150) dani su podaci za promjere, a u Tab. 13 rezultati statističke obrade podataka za pokus hibridnih familija »Kutina«, koji je osnovan sadnjom sadnica starosti 1/1. Iz tabele je vidljivo, da je analizom varijance za promjere dobiveno manje signifikantnih razlika među tretiranjima nego za visine. Značajne razlike u tom slučaju dobivene su između unutarvrsnih hibrida krhke vrbe i svih ostalih familija u pokusu izuzev međuvrsne hibride bijela  $\times$  krhka vrba. Međuvrsni hibridi *S. matsudana*  $\times$  *S. alba* (S108) i dvije familije unutarvrsnih hibrida bijele vrbe (S110 i S131) značajno se razlikuju od međuvrsnih hibrida bijela  $\times$  krhka vrba. Između hibrida bijela  $\times$  krhka vrba i recipročnih hibrida nema signifikantnih razlika.

Obrada podataka sumom rangova dala je u našem slučaju veći broj signifikantnih razlika među tretiranjima nego analiza varijance. Značajne razlike dobivene su između svih onih tretiranja, između kojih su dobivene

razlike i analizom varijance te između dvije familije unutarvrsnih hibrida bijele vrbe.

Kao što se iz navedenih tabela vidi, najbolje rezultate s obzirom na debljinski rast postigli su unutarvrsni hibridi bijele vrbe, a zatim hibridi *S. matsudana* × *S. alba*. Međuvrsni hibridi bijele i krhke vrbe s obzirom na debljinski rast postigli su bolje rezultate od unutarvrsnih hibrida krhke vrbe. Dakle, i s obzirom na to svojstvo postigli su intermedijarne vrijednosti u odnosu na roditeljske vrste.

U Tab. 29 dani su rezultati obrade podataka za isti pokus metodom disperzijske analize.

Ako se usporede vrijednosti koeficijenata varijabilnosti za visine (Tab. 14) i za promjere kod istih familija, onda možemo konstatirati da su vrijednosti C.V. za promjere veće nego za visine kod svih hibridnih familija. Povećanje C.V. je osjetno i često puta iznosi i do 100%. I u tom eksperimentu veće vrijednosti C.V. karakteriziraju više međuvrsne hibride nego unutarvrsne hibride. Isto tako, najveće vrijednosti plus-varianata pripadaju unutarvrsnim hibridima bijele vrbe i međuvrsnim hibridima *S. matsudanae* i bijele vrbe, zatim slijede međuvrsni hibridi bijele i krhke vrbe, dok unutarvrsni hibridi krhke vrbe imaju najmanje vrijednosti krajnjih plus-varianata.

U Tab. 30 prikazani su podaci za promjere hibridnih familija na pokusnoj plosi »Opatovac« te rezultati statističke obrade podataka. Iz tabele je vidljivo, da su dobivene značajne razlike samo između unutarvrsnih hibrida krhke vrbe i svih ostalih kombinacija križanja u pokusu. Također su dobivene značajne razlike između najbolje familije unutarvrsnih hibrida bijele vrbe i jedne od dviju familija međuvrsnih hibrida bijele i krhke vrbe (S150). Ako se usporede podaci za promjere s analognim podacima za visine, tada se može uočiti da je analizom varijance za promjere dobiven daleko manji broj značajnih razlika među tretiranjima nego za visine. I s obzirom na promjere unutarvrsni hibridi bijele vrbe postigli su nešto bolje rezultate od međuvrsnih hibrida bijele i krhke vrbe, iako je kod ovoga svojstva primjećena veća izjednačenost između unutarvrsnih i međuvrsnih hibrida nego što je to bio slučaj za totalne visine.

U Tab. 31 dani su podaci, dobiveni disperzijskom analizom podataka za promjere. Koeficijent varijabilnosti za promjere i na toj pokusnoj plosi veći je od C.V. za visine za sve hibridne familije. Što se tiče veličine krajnjih plus-varianata, možemo konstatirati sve ono što smo konstatirali za iste familije na pokusnoj plosi »Kutina«, tj. da su najveće vrijednosti krajnjih plus-varianata prisutne kod unutarvrsnih hibrida bijele vrbe, a zatim kod hibrida *S. matsudanae* s krhkcom i bijelom vrbom. Iza njih slijede međuvrsni hibridi bijele i krhke vrbe (razlike između međuvrsnih hibrida bijele i krhke vrbe u odnosu na unutarvrsne hibride bijele vrbe često puta su neznatne), dok najmanje vrijednosti plus-varianata imaju unutarvrsni hibridi krhke vrbe.

S obzirom na promjere možemo isto tako konstatirati, da unutar hibridnih familija u svim eksperimentima postoji vrlo izražena varijabilnost, koja ukazuje na mogućnost genetskog poboljšanja debljinskog rasta selekcijom krajnjih plus-varianata.

Tab. 29. Test hibridnih familija. Individualni varijabilitet za promjere. Pokusna ploha »Kutina« — Test of hybrid families. Individual variability for diameters. Experimental plot »Kutina«

Tek. br. — No.	Oznaka kržanja S Crossing mark	Roditelji — Parents		Starost godina Age, years	Broj podataka No. of data	Aritmetička x̄ sredina cm Arithmetic mean	Standardna devijacija s Standard deviation	Grijeska aritme- tičke sredine sx Error of arith- metic mean	Širina varijabilnosti Range of variability	Koeficijent varijabilnosti C. V. %	Porijeklo roditelja Origin of parents
		♀	♂								
1	101	<i>S. fragilis</i> Mp.1	<i>S. fragilis</i> IV	1+5	25	21 (100)	6.10	1.22	7.5—32.5	29.48	Zagreb, Zagreb
2	102	<i>S. fragilis</i> Mp.1	<i>S. alba</i> V100	1+5	39	38 (181)	12.73	2.04	12.5—62.5	33.06	Zagreb, Zagreb
3	105	<i>S. matsudana</i>	<i>S. fragilis</i> IV	1+5	28	38 (181)	16.61	3.14	7.5—77.5	43.71	Kina, Zagreb
4	106	<i>S. matsudana</i>	<i>S. alba</i> V100	1+5	38	46 (219)	18.38	2.98	12.5—102.5	39.95	Kina, Zagreb
5	110	<i>S. alba</i> MB1	<i>S. alba</i> V95	1+5	34	48 (228)	16.85	2.89	12.5—77.5	34.81	Podravina, Zagreb
6	112	<i>S. alba</i> V40	<i>S. alba</i> V100	1+5	34	36 (172)	13.28	2.28	12.5—67.5	36.38	Lipovljani, Zagreb
7	131	( <i>S. a. x S. a. var.</i> <i>vitellina</i> ) MB15	<i>S. alba</i> V95	1+5	30	50 (238)	16.05	2.93	22.5—77.5	31.78	Podravina, Zagreb
8	143	<i>S. alba</i> MB368	<i>S. alba</i> V100	1+5	27	41 (196)	8.39	1.61	22.5—57.5	20.22	Podravina, Zagreb
9	150	<i>S. alba</i> MB368	<i>S. fragilis</i> IV	1+5	33	30 (146)	9.85	1.72	17.5—57.5	32.84	Podravina, Zagreb

( ) Relativni odnosi među familijama — Relative relations between families.

Tab. 30. Test hibridnih familija stablastih vrba. Pokusna ploha »Opatovac« — Test of hybrid families of treelike Willows. Experimental plot »Opatovac«

Tek. br. No.	Oznaka križanja Crossing mark S	Roditelji — Parents		Promjer Diameter $\bar{x}$ mm	Starost godina Age, years	Diferencije — Differences, mm								
		♀	♂			102	105	106	110	112	118	131	143	150
1	101	<i>S. fragilis</i> Mp. 1	<i>S. fragilis</i> IV	21	2+4	39**	31**	31**	30**	32**	35**	41**	27*	26*
2	102	<i>S. fragilis</i> Mp. 1	<i>S. alba</i> V100	50	2+4	—	2	2	1	3	6	12	2	3
3	105	<i>S. matsudana</i>	<i>S. fragilis</i> IV	52	2+4	—	0	1	1	4	10	4	5	
4	106	<i>S. matsudana</i>	<i>S. alba</i> V100	52	2+4	—	—	1	1	4	10	4	5	
5	110	<i>S. alba</i> MB1	<i>S. alba</i> V95	51	2+4	—	—	2	5	11	3	4		
6	112	<i>S. alba</i> V40	<i>S. alba</i> V100	53	2+4	—	—	3	9	5	6			
7	118	<i>S. alba calva</i> F. G. Mey	<i>S. alba</i> V95	56	2+4	—	—	6	8	9				
8	131	( <i>S. a.</i> x <i>S. a.</i> var. <i>vitell.</i> ) MB15	<i>S. alba</i> V95	62	2+4	—	—	14	15*					
9	143	<i>S. alba</i> MB368	<i>S. alba</i> V100	48	2+4	—	—	—	—	—	—	—	—	—
10	150	<i>S. alba</i> MB368	<i>S. fragilis</i> IV	47	2+4	—	—	—	—	—	—	—	—	—

F = 3,51\*\* (2,98). Broj podataka po familiji-repeticiji je 7; broj repeticija se kreće od 2—4 — Number of data per family-replication is 7. Number of replications ranges from 2—4.

Tab. 31. Test hibridnih familija. Individualni varijabilitet za promjere (1,30 m). Pokusna ploha »Opatovac« —  
Test of hybrid families. Individual variability for diameters b. h. Experimental plot »Opatovac«

Tek. br. — No.	Oznaka križanja S Crossing mark	Roditelji — Parents		Starost godina Age, years	Broj podataka No. of data	Aritmetička sredina $\bar{x}$ cm	Standardna devijacija Standard deviation	Grijeska arit- metičke sredine Error of arith- metic mean	Širina varijabilnosti Range of variability	Koeficijent varijabilnosti C. V. %	Porijeklo roditelja Origin of parents
		♂	♂								
1	101	<i>S. fragilis</i> Mp.1	<i>S. fragilis</i> IV	2+4	28	20.40 (100)	7.77	1.49	7.5—42.5	38.16	Zagreb, Zagreb
2	102	<i>S. fragilis</i> Mp.1	<i>S. alba</i> V100	2+4	40	48.70 (238)	16.21	2.56	7.5—72.5	33.29	Zagreb, Zagreb
3	105	<i>S. matsudana</i>	<i>S. fragilis</i> IV	2+4	29	50.00 (246)	22.43	4.16	12.5—82.5	44.86	Kina, Zagreb
4	106	<i>S. matsudana</i>	<i>S. alba</i> V100	2+4	17	49.50 (242)	15.09	3.66	27.5—72.5	30.48	Kina, Zagreb
5	110	<i>S. alba</i> MB1	<i>S. alba</i> V95	2+4	39	51.73 (252)	16.04	2.57	17.5—72.5	31.03	Podravina, Zagreb
6	112	<i>S. alba</i> V40	<i>A. alba</i> V100	2+4	46	52.00 (252)	13.80	2.03	17.5—77.5	26.54	Lipovljani, Zagreb
7	118	<i>S. alba</i> calva	<i>S. alba</i> V95	2+4	127	57.70 (282)	19.87	1.76	12.5—107.5	34.44	Engleska, Zagreb
8	131	( <i>S. alba</i> x <i>S. a.</i> var. vit.) 15	<i>S. alba</i> V95	2+4	70	62.80 (306)	18.41	2.20	12.5—102.5	28.31	Podravina, Zagreb
9	143	<i>S. alba</i> MB368	<i>S. alba</i> V200	2+4	27	47.30 (232)	16.24	3.12	12.5—72.5	35.56	Podravina, Zagreb
10	150	<i>S. alba</i> MB368	<i>S. fragilis</i> IV	2+4	37	45.60 (224)	16.22	2.67	12.5—77.5	35.56	Podravina, Zagreb

U svim eksperimentima unutarvrsni hibridi krhke vrbe imaju značajno manje promjere od unutarvrsnih hibrida bijele vrbe te međuvrsnih hibrida bijele i krhke vrbe. U eksperimentima na težim tlima unutarvrsni hibridi bijele vrbe postigli su značajno veće promjere od međuvrsnih hibrida bijele i krhke vrbe. Unutarvrsni hibridi bijele vrbe u testu familija »Opatovac« postigli su veće promjere od međuvrsnih hibrida bijele i krhke vrbe, ali razlike među srednjim promjerima nisu značajne. Između recipročnih hibrida bijele i krhke vrbe nisu dobivene značajne razlike s obzirom na promjere.

I s obzirom na promjere međurasni hibridi bijele vrbe i žute vrbe te bijele vrbe i *S. alba* var. *calva* postigli su najveće promjere, što još jednom potvrđuje iznesenu tvrdnju, da je međurasna hibridizacija bijele vrbe vrlo perspektivna s gledišta bujnosti rasta.

#### 4.62 Varijabilnost promjera sadnica unutar kloga u rasadniku — Variability of plant diameters within a clone in the nursery

U Tab. 32 prikazani su podaci za promjere nekih klonova kod starosti 2/2 kao i parametri varijabilnosti, koji su dobiveni putem disperzijske analize. Iz Tab. 32 je vidljivo, ukoliko se usporeduju koeficijenti varijabilnosti za promjere i visine (Tab. 17), da kod svih klonova možemo konstatirati veće vrijednosti C.V. za promjere nego za visine. Vrijednost koeficijenata varijabilnosti za visine kretala se u granicama između 7,23 i 19,06% s prosječnom vrijednosti od 11%, dok se analogne vrijednosti za promjere kreću u granicama između 11,42 i 29,15% sa srednjom vrijednosti od 18,50%, pa povećanje iznosi oko 7,5%, a to je vrijednost koja je veća od minimalne vrijednosti koeficijenata varijabilnosti za visine u istom materijalu. Širina varijabilnosti kreće se u granicama od 6 do 21 mm te iznosi u prosjeku 13 mm. Kao što se vidi, postoje jače izražene razlike među klonovima s obzirom na C.V. za promjere nego za visine. To također vrijedi i za širinu varijabilnosti, naravno ako se promatraju relativni odnosi između najmanjih i najvećih vrijednosti.

Ako usporedimo vrijednosti koeficijenata varijabilnosti i širinu varijabilnosti za promjere kod hibridnih familija na pokusnoj plosi »Kutina«, koje su po dimenzijama najbliže (Tab. 29), s vrijednostima analognih parametara za nenasljednu varijabilnost kod klonskog materijala, možemo konstatirati da prosječni C.V. za 9 hibridnih familija iznosi 34%. U odnosu na prosječni C.V. u klonskom materijalu spomenuti postotak znači povećanje od 15,50%. Širina varijabilnosti kreće se u granicama između 15 i 90 mm ili u prosjeku oko 54 mm. Iz izloženoga proizlazi, da su vrijednosti za C.V. i širinu varijabilnosti za promjere u hibridnim familijama daleko veće od vrijednosti analognih parametara kod klonova, tj. da je vrijednost onoga dijela varijabilnosti koji se može pripisati genetskim uzrocima bar tolika, kolika je vrijednost onoga dijela varijabilnosti koji je uvjetovan okolinom. Zbog toga i u odnosu na promjere možemo ponoviti tvrdnju, koju smo iznijeli kada smo diskutirali o totalnim visinama sadnica, da postoje opravdane nade u mogućnost postizanja genetske dobiti i putem selekcije individua unutar pojedinih familija.

Tab. 32. Nenasljedna varijabilnost promjera nekih klonova stablastih vrba u rasadniku Čardak (V. Gorica) — Nonheritable variability of diameters of certain clones of treelike Willows in the »Čardak« (V. Gorica) nursery

Tek. br. No.	Oznaka klona Clone mark	Vrsta odnosno hibrid Species or hybrid	Starost godina Age, years	Broj podataka No. of data	Aritmetička x   sredina Arithmetic mean	Standardna devi- jacija s	Grijeska aritme- tičke sredine $s_{\bar{x}}$	Sirina varijabilnosti Range of variability	Koeficijent varijabilnosti Coefficient of variability C. V. %	Porijeklo kiona Origin of clone
1	V49	<i>S. x viridis</i>	2/2	50	21.78	1.46	0.21	10—16	11.42	Kl. Podravski—Podravina
2	V39	<i>S. alba</i>	2/2	51	16.35	2.09	0.29	12—21	12.76	Novi Sad, Podunavlje
3	MP4	<i>S. alba</i>	2/2	52	19.00	2.60	0.36	13—25	13.71	Zagreb
4	MB1	<i>S. alba</i>	2/2	50	18.60	4.15	0.59	11—29	22.31	Crni Jarci, Podravina
5	MB19	<i>S. alba</i>	2/2	51	16.84	2.56	0.36	12—23	15.21	Bakovci, Podravina
6	O125	<i>S. x viridis</i>	2/2	50	12.58	2.13	0.30	9—17	16.93	Kl. Podravski, Podravina
7	MB13	<i>S. fragilis</i>	2/2	52	9.04	2.08	0.29	6—15	22.76	Crni Jarci, Podravina
8	V40	<i>S. alba</i>	2/2	50	18.68	3.80	0.54	10—26	20.34	Lipovljani, Posavina
9	MB368	<i>S. alba</i>	2/2	51	13.14	3.83	0.54	7—23	29.15	Prelog, Podravina
10	V122	<i>S. alba</i>	2/2	27	25.52	4.33	0.83	18—39	16.97	Lipovljani
11	V132	<i>S. alba</i>	2/2	21	21.95	4.31	0.94	13—30	19.63	Crni Jarci, Podravina, Zagreb
12	V141	<i>S. alba</i>	2/2	11	21.95	3.75	1.13	15—26	17.33	Lipovljani, Zagreb
13	V95	<i>S. alba</i>	2/2	27	19.85	4.56	0.88	12—31	22.97	Zagreb

#### 4.63 Varijabilnost promjera sadnica između klonova u terenskim pokusima — Variability of plant diameters between clones in field trials

Varijabilnost promjera sadnica između klonova izučavana je kao i za visine kod tri klonska testa »Vrbine«, »Bušići« i »Vratovo«.

U Tab. 18 prikazani su podaci za promjere 7 klonova iz klonskog testa »Vrbine«, a podaci statističke obrade dani su u Tab. 19.

Iz spomenutih tabela je vidljivo, da su i s obzirom na promjere među klonovima dobivene značajne razlike kao i s obzirom na visine. Analizom varijance i testom sume rangova dobiveno je više značajnih razlika među klonovima kod spomenutog svojstva nego kod obrade podataka za visine, ali relativni odnosi između najboljih i najlošijih tretiranja ostali su isti kao i za visine.

Najbolje rezultate postigli su klonovi bijele vrbe 11/1 i 1B koji se s obzirom na promjere razlikuju, dok se s obzirom na visine nisu razlikovali. Ta dva klena značajno se razlikuju od svih ostalih klonova u eksperimentu.

Najslabije rezultate postigli su međuvrsni hibridi bijele i krhke vrbe. Samo jedan klen, tj. međuvrsni hibrid bijele i krhke vrbe postigao je bolje rezultate od najslabijeg klena bijele vrbe, ali razlike među njima nisu značajne. Ostali klonovi, tj. međuvrsni hibridi bijele i krhke vrbe postigli su značajno slabije rezultate u odnosu na najslabiji klen bijele vrbe.

Test sume rangova kao i kod obrade podataka za visine iskazao je značajnost razlika među klonovima na nivou od 10%.

Podaci za promjere 11 klonova koje obuhvaća klonski test »Bušići« dani su u Tab. 20, a rezultati statističke obrade u Tab. 21. Iz tabele je vidljivo, da su analizom varijance i testom sume rangova dobivene značajne razlike među testiranim klonovima. Ako usporedimo te podatke s podacima za visine, tada vidimo da je među tretiranjima dobiven manji broj signifikantnih razlika nego s obzirom na visine.

Najslabije rezultate postigao je klen krhke vrbe (V101), jedan klen hibrid bijele i krhke vrbe (V49) te 3 klena bijele vrbe podravske i podunavske provenijencije. Najbolje rezultate postigli su klonovi bijele vrbe (V96 i V97), koji se s obzirom na promjere ne razlikuju od najboljih klonova bijele vrbe, iako su razlike za visine bile značajne. Ti klonovi se odlikuju vrlo bujnim debljinskim rastom, ali relativno slabim visinskim rastom.

U Tab. 22 prikazani su podaci za promjere 15 klonova koji čine klonski test »Vratovo«, a rezultati statističke obrade dani su u Tab. 23. Iz tabele je vidljivo, da su među klonovima analizom varijance i testom sume rangova dobivene značajne razlike. Broj značajnih razlika između klonova, s obzirom na promjere sadnica, manji je nego s obzirom na visine.

Iz spomenutih tabela je vidljivo, da je najslabije rezultate s obzirom na debljinski rast postigao klen krhke vrbe (MB13). Klonovi međuvrsni hibridi bijela × krhka vrba imaju manje prsne promjere od najboljih klonova bijele vrbe, ali značajno veće od spomenutog klena krhke vrbe. Među klonovima bijele vrbe, kao što je to bio slučaj i za visine, mogu se konstatirati razlike koje su u pojedinim slučajima i značajne.

#### 4.64 Varijabilnost promjera sadnica kod istih hibridnih familija na različitim lokalitetima — Variability of plant diameters in the same families in different localities

U Tab. 25 (v. str. 173) prikazani su rezultati analize varijance za promjere 8 hibridnih familija, koje su testirane na dva različita lokaliteta. Iz spomenute tabele je vidljivo, da su F vrijednosti značajne za familije, lokalitete te kombinacije kao što je bio slučaj i kod testiranja visina. I u tom slučaju F vrijednost za interakciju nije signifikantna.

U Tab. 33 dani su podaci za promjere kod 8 familija u dva pokusa. Značajnost razlika između pojedinih tretiranja računata je na osnovi kombinacija. Kao i za visine, i u ovom slučaju postoje 64 diferencije po moću kojih se može usporediti svako pojedino tretiranje s jedne pokusne plohe s istim ili različitim tretiranjem na drugoj pokusnoj plosi. Budući da nas zanima problem fenotipske stabilnosti, naročitu pažnju obratit ćemo značajnosti razlika za iste kombinacije križanja u različitim okolicima. To je važno zbog toga da se utvrdi, da li je lakše dobiti informacije o fenotipskoj stabilnosti određenog genotipa ili grupe sličnih genotipova preko visina sadnica ili preko promjera sadnica. Prema *Randallu i Mohnu* (1969) kod *Populus deltoides* pokazalo se, da se preko prsnih promjera može lakše i brže doći do informacija o fenotipskoj stabilnosti određenog genotipa nego preko visina sadnica. Iz Tab. 33 vidljivo je, da i s obzirom na promjere unutarvrsni hibridi krhke vrbe (S101) pokazuju vrlo visoku fenotipsku stabilnost. Isti je slučaj i s većinom familija unutarvrsnih hibrida bijele vrbe (S110, S131, S143), kojih se srednje vrijednosti za promjere na dva lokaliteta minimalno razlikuju, a diferencije nisu značajne. Od toga pravila, kao što je to bio slučaj i kod visina, odudaraju unutarvrsni hibridi bijele vrbe (S112) kod kojih je ženski roditelj s »Osman-pola«, a koji se s obzirom i na to svojstvo ponašaju kao međuvrsni hibridi. Diferencija od 13 mm za tu familiju je značajna na nivou od 5%, a kod visina ta je značajnost bila na nivou od 1%.

Međuvrsni hibridi između bijele i krhke vrbe te *S. matsudana* i *S. fragilis* očitovali su visoku fenotipsku nestabilnost. Jedino kod kombinacije križanja krhka  $\times$  bijela vrba (S102) diferencija nije značajna, no po svojoj je vrijednosti od 11 mm vrlo blizu značajnosti na nivou od 5% (11,5 mm). Razlike među srednjim promjerima kod druge familije međuvrsnih hibrida bijela  $\times$  krhka vrba visoko je signifikantna.

Iz Tab. 33 također se vidi, da se međuvrsni hibridi bijele i krhke vrbe te *S. matsudana* i *S. fragilis*, na pokusnoj plosi »Opatovac«, značajno ne razlikuju od najboljih familija unutarvrsnih hibrida bijele vrbe na pokusnoj plosi »Kutina«.

Na temelju dobivenih rezultata statističke obrade podataka za prsne promjere možemo postaviti iste zaključke kao i za visine. Što se tiče fenotipske stabilnosti i adaptabilnosti čistih vrsta i hibrida, možemo zaključiti da unutarvrsni hibridi bijele i krhke vrbe pokazuju visoku fenotipsku stabilnost i opću adaptabilnost, dok međuvrsni hibridi bijele i krhke vrbe kao i oni između *S. matsudana* i *S. fragilis* pokazuju fenotipsku nestabilnost i specifičnu adaptabilnost.

Tab. 33. Utjecaj različitih lokaliteta na rast istih familija stablastih vrba — Influence of different localities on the growth of the same families of treelike Willows

Tek. br. — No.	Oznaka križanja Crossing mark	Roditelji — Parents	Promjeri — Diameters mm Opatovac	Starost godina Age, years	Oznaka križanja — Crossing mark, Kutina								Napomena Remark
					S101	S102	S105	S110	S112	S131	S143	S150	
					Promjeri — Diameters, mm								
		♀	♂		22	39	38	50	38	49	38	28	
Diferencije — Differences, mm													
1	101	<i>S. fragilis</i> Mp. 1	<i>S. fragilis</i> IV	21	6	1	18**	17**	29**	17**	28**	17**	7
2	102	<i>S. fragilis</i> Mp. 1	<i>S. alba</i> V100	50	6	28**	11	12*	0	12*	1	12*	22**
3	105	<i>S. matsudana</i>	<i>S. fragilis</i> IV	51	6	29**	12*	13*	1	13*	2	13*	23**
4	110	<i>S. alba</i> MB1	<i>S. alba</i> V95	53	6	31**	14*	15*	3	15*	4	15*	25**
5	112	<i>S. alba</i> V40	<i>S. alba</i> V100	51	6	29**	12*	13*	1	13*	2	13*	23**
6	131	( <i>S. alba</i> x <i>S. alba</i> var. <i>witteli</i> ) MB15	<i>S. alba</i> V95	55	6	33**	16**	17**	5	17**	6	17**	27**
7	143	<i>S. alba</i> MB368	<i>S. alba</i> V100	47	6	25**	8	9	3	9	2	9	19**
8	150	<i>S. alba</i> MB368	<i>S. fragilis</i> IV	48	6	26**	9	10	4	10	3	10	20**

$$\begin{aligned}
 F(\text{kombinacija}) &= 5.901** \\
 GD_{S10} &= 11.50 \text{ mm} \\
 GD_{V95} &= 15.93 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

*4.65 Dinamika debljinskog rasta i prirasta kod bijele vrbe, krhke vrbe i njihovih hibrida — The dynamic of the diameter growth and increment in White Willow, Crack Willow and their hybrids*

Grafički prikaz dinamike debljinskog rasta i prirasta za pokusne plohe »Opatovac« i »Kutina«, koja je podignuta sadnjom sadnica starosti 1/1, dan je za neke od familija na Graf. 8. Grafički prikaz dinamike debljinskog rasta i prirasta za neke klonove na pokusnoj plosi »Vrbine« dan je na Graf. 9.

Iz tabele i grafikona se vidi, da unutarvrsni hibridi krhke vrbe imaju najslabiji debljinski rast i prirast na svim pokusnim plohama. Razlike u dinamici debljinskog rasta, koje su se mogle konstatirati u najranijoj fazi ontogeneze (prve dvije godine) između hibrida bijele i krhke vrbe i njihovih recipročnih hibrida, gube se u drugoj godini plantažne starosti. Brži debljinski rast i prirast unutarvrsnih hibrida bijele vrbe u odnosu na međuvrsne hibride bijele i krhke vrbe dolazi do izražaja tek nakon treće godine plantažne starosti, budući da u prve dvije godine plantažnog uzgoja sadnice formiraju krošnju, koja je bila reducirana kod sadnje, tako da je visinski i debljinski prirast malen.

U klonskom testu »Vrbine« kulminacija je tečajnoga godišnjeg debljinskog prirasta za krhku vrbu u četvrtoj godini plantažne starosti, a za unutarvrsne hibride bijele vrbe i za međuvrsne hibride bijele i krhke vrbe u petoj godini plantažne starosti. Kulminacija tečajnoga godišnjeg debljinskog prirasta vremenski se poklapa s kulminacijom tečajnoga godišnjeg visinskog prirasta za unutarvrsne hibride bijele vrbe, a za međuvrsne hibride bijele i krhke vrbe kulminacija tečajnog godišnjeg debljinskog prirasta nastupa godinu dana kasnije u odnosu na kulminaciju visinskog prirasta. Kod eurameričkih topola prema Dekaniću (1969) kulminacija je tečajnoga godišnjeg visinskog i debljinskog prirasta u istoj godini. Kod bijele vrbe tečajni godišnji debljinski prirast u prvoj godini nakon kulminacije jače pada, a u drugoj godini se oporavlja i veći je, dok kod krhke vrbe i hibrida između bijele vrbe i krhke vrbe pokazuje tendenciju stagnacije.

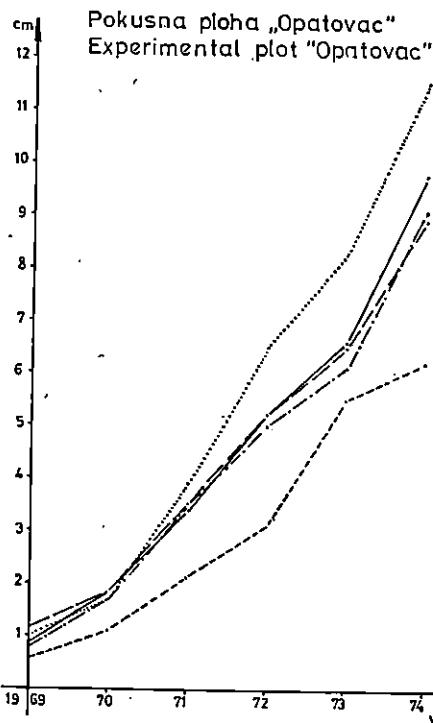
Na pokusnoj plosi »Opatovac« kulminacija tečajnoga godišnjeg prirasta za krhku vrbu je u četvrtoj, a za bijelu vrbu i hibride između bijele i krhke vrbe u petoj godini plantažne starosti, pa se poklapa s dinamikom debljinskog prirasta na pokusnoj plosi »Vrbine«. Na pokusnoj plosi »Opatovac« kulminacija tečajnoga godišnjeg debljinskog i visinskog prirasta vremenski se poklapa kod čistih vrsta i kod hibrida.

Na pokusnoj plosi »Kutina« kulminacija je tečajnoga godišnjeg debljinskog prirasta za jednu familiju unutarvrsnih hibrida bijele vrbe (S110) u četvrtoj godini, a za ostale hibridne familije na plosi u šestoj godini plantažne starosti. Moramo naglasiti da razlika između maksimalnoga tečajnog godišnjeg debljinskog prirasta i onoga u šestoj godini kod spomenute familije bijele vrbe iznosi samo 2 mm, pa se prema tome značajno ne razlikuju vrijednosti prirasta u četvrtoj i šestoj godini. Kod ostalih familija bijele vrbe kulminacija je tečajnoga godišnjeg debljinskog prirasta u šestoj godini plantažne starosti, pa se stoga izvjesna odstupanja kod familije S110 mogu zanemariti.

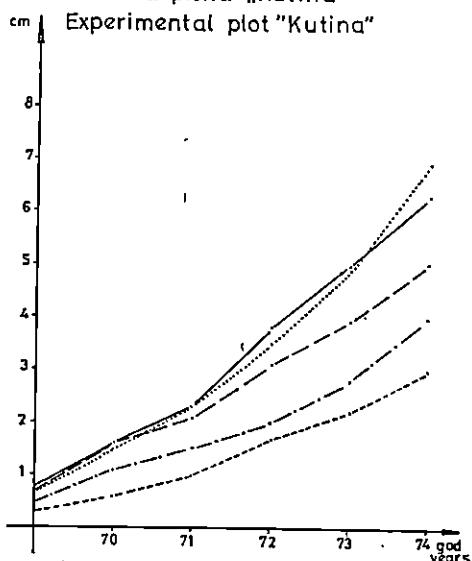
GRAF 8

DINAMIKA DEBLJINSKOG RASTA - DYNAMIC OF DIAMETER GROWTH\*

Pokusna ploha „Opatovac“  
Experimental plot "Opatovac"

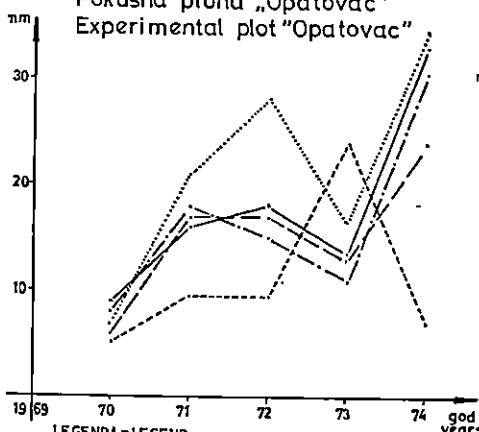


Pokusna ploha „Kutina“  
Experimental plot "Kutina"

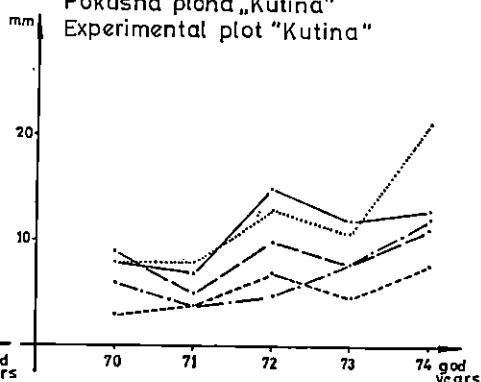


DINAMIKA DEBLJINSKOG PRIRASTA - DYNAMIC OF DIAMETER INCREMENT

Pokusna ploha „Opatovac“  
Experimental plot "Opatovac"



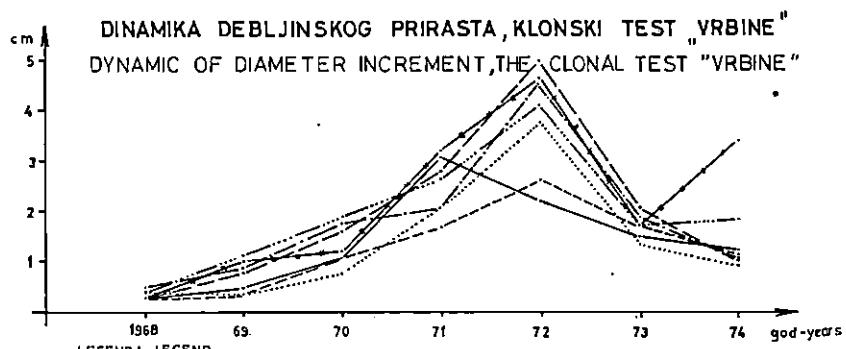
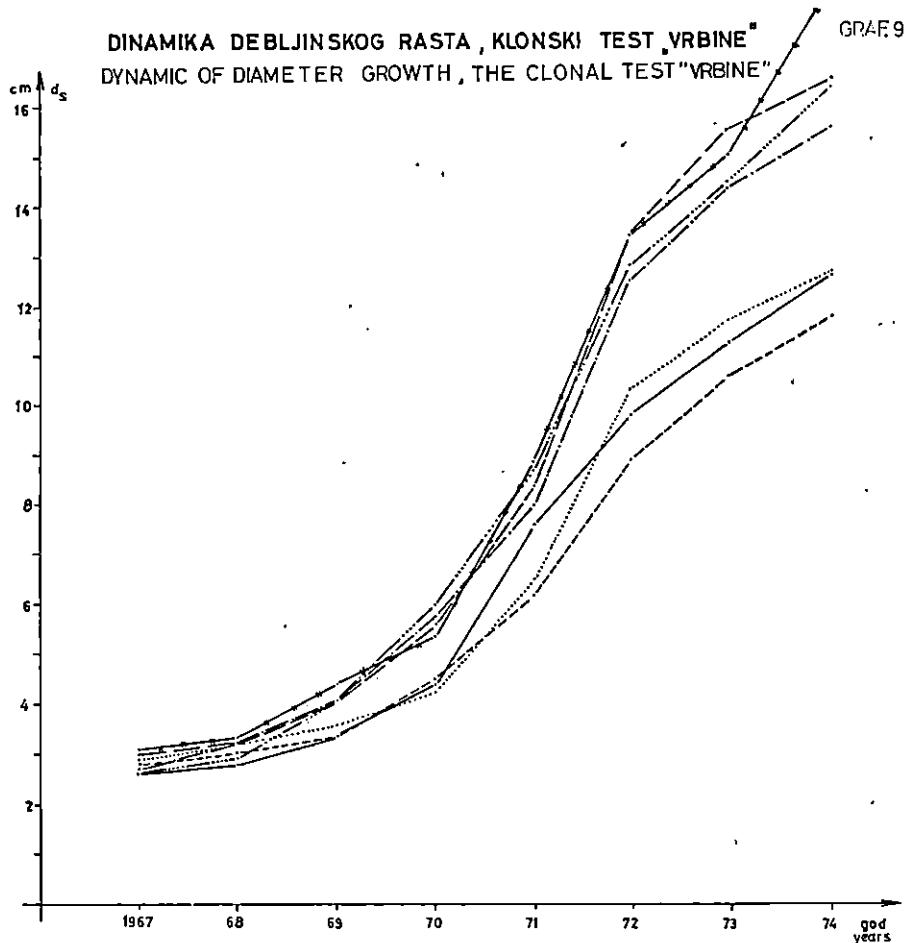
Pokusna ploha „Kutina“  
Experimental plot "Kutina"



LEGENDA - LEGEND

- S.Fragilis M<sub>1</sub> x S.Fragilis IV
- S.Fragilis M<sub>2</sub> x S.Salba V100
- ..... (S.Salba x S.Salba var. Vitellina) MB15 x S.Salba V95
- ..... S.Salba MB1 x S.Salba V95
- ..... S.Salba MB368 x S.Fragilis IV

\* PROMJERI SU MJERENI IZNAD VRATA KORUENA - DIAMETERS WERE MEASURED ABOVE THE ROOT COLLAR



LEGENDA-LEGEND

- S. x RUBENS 1f2
- S. ALBA BR- 1B
- S. FRAGILIS MB 13
- ..... S. x YRIDIS LIM 22
- S. ALBA V- 30
- .... S. ALBA V- 40
- +-- S. ALBA MB 25

I na toj pokusnoj plosi kulminacija je tečajnoga godišnjeg visinskog i debljinskog prirasta u istoj godini plantažne starosti. Odstupanja u odnosu na druge pokusne plohe u smislu nepodudaranja vremena kulminacije tečajnoga godišnjeg debljinskog prirasta mogu se u tom slučaju protumačiti izrazito nepovoljnim hidrološkim prilikama u 1973. god., tj. baš u petoj godini plantažne starosti.

#### 4.7 Nasljednost promjera — Heritability for diameters

Vrijednosti za nasljednost promjera u širem smislu koje su izračunate iz 10 pojedinačnih klonskih testova kreću se u granicama između 0,79 i 0,98. Iz toga se može zaključiti, da u svim klonskim testovima postoje vrlo izražene genotipske razlike među klonovima te da promjeri kod stablastih vrba spadaju u grupu visoko nasljednih svojstava. I u slučaju promjera, kao što smo već konstatirali za visine, vrijednosti nasljednosti u terenskim eksperimentima i u klonskim testovima u rasadniku su slično iste. U terenskim eksperimentima vrijednosti nasljednosti kreću se u granicama između 0,79 i 0,98, a u klonskim testovima u rasadniku između 0,80 i 0,94. Objašnjenje za tako visoku nasljednost promjera kod stablastih vrba dano je u poglavljiju 4.5.

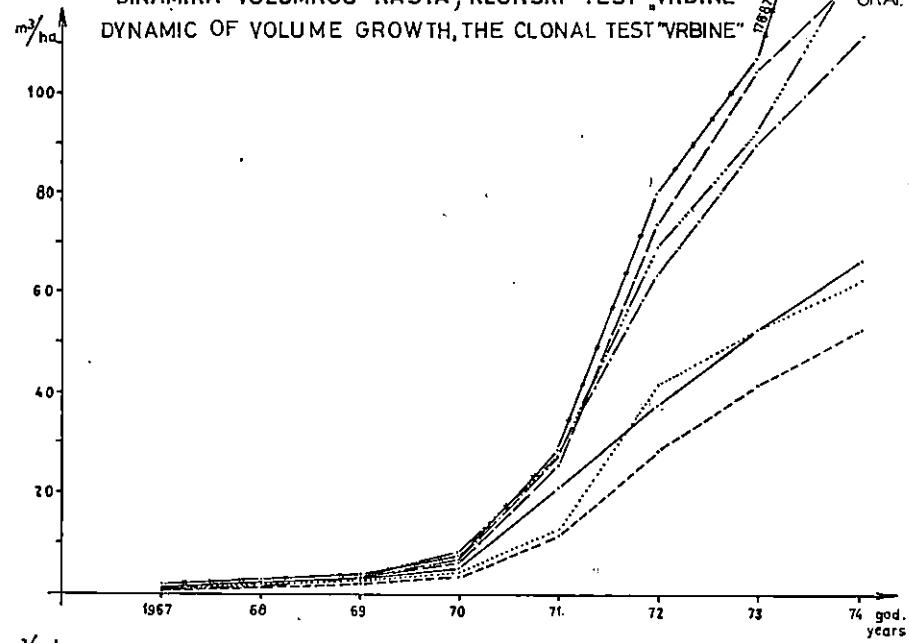
#### 4.8 Volumni rast i prirast unutarvrsnih i međuvrsnih hibrida bijele i krhke vrbe — Volume growth and increment of intraspecific and interspecific hybrids of White and Crack Willows

Dinamika volumnog rasta i prirasta klonova unutarvrsnih i međuvrsnih hibrida bijele i krhke vrbe na pokusnoj plosi »Vrbine« prikazana je na Graf. 10.

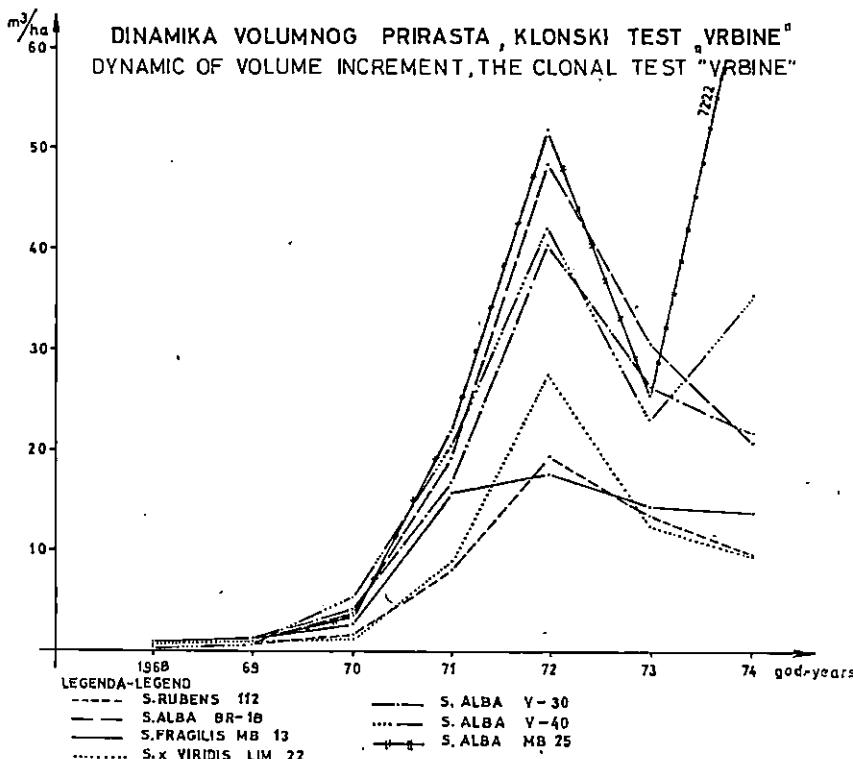
Iz grafikona je vidljivo, da do četvrte godine plantažne starosti nema razlike u volumnom rastu između klonova bijele vrbe i krhke vrbe te klonova hibrida bijele i krhke vrbe. Diferencijacija volumnog rasta između bijele vrbe, hibrida i krhke vrbe nastaje u petoj godini plantažne starosti. Razlike u dinamici volumnog rasta povećavaju se starošću plantaže, da bi kod plantažne starosti od 6 i 7 godina nastala jaka diferencijacija između najboljih i najlošijih klonova.

Što se tiče dinamike tečajnoga godišnjeg volumnog prirasta možemo reći, da kulminacija kod krhke vrbe i hibrida nastupa u petoj godini plantažne starosti (Kovačić i Krstinić 1974). To također vrijedi i za 2 klonu bijele vrbe (V30—1B). Prema navodima švedske literature (Siren et al. 1974) kulminacija tečajnoga godišnjeg volumnog prirasta bijele vrbe u njihovim uvjetima nastupa u 5—6. godini. Prema Herpki (1965) kulminacija tečajnoga godišnjeg volumnog prirasta bijele vrbe u uvjetima Podunavlja nastupa u petoj godini. Iznosi tečajnoga godišnjeg volumnog prirasta kod klonova bijele vrbe MB25 i V40 u sedmoj godini plantažne starosti ne dozvoljavaju, da kod sadašnje plantažne starosti od 7 godina donesemo zaključak o kulminaciji tečajnoga godišnjeg volumnog prirasta i za ta dva klonu. Tečajni godišnji volumni prirast kod klonova bijele vrbe MB25 i V40 u sedmoj godini plantažne starosti u iznosu od  $72,22 \text{ m}^3/\text{ha}$  odnosno  $35,99 \text{ m}^3/\text{ha}$  daje nam optimističke prognoze o perspektivama uzgoja stablastih vrba u kulturama na poplavnim terenima Posavine.

DINAMIKA VOLUMNOG RASTA, KLONSKI TEST "VRBINE"  
 DYNAMIC OF VOLUME GROWTH, THE CLONAL TEST "VRBINE"



DINAMIKA VOLUMNOG PRI RASTA, KLONSKI TEST "VRBINE"  
 DYNAMIC OF VOLUME INCREMENT, THE CLONAL TEST "VRBINE"



LEGENDA-LEGEND

- S.RUBENS 112
- S.ALBA BR-18
- S.FRAGILIS MB 13
- ..... S.x VIRIDIS LIM 22
- S.ALBA V-30
- .... S.ALBA V-40
- S.ALBA MB 25

## 5. Pravnost debla — Stem straightness

### 5.1 Varijabilnost pravnosti debla uzrokovana postranom zasjenom — Variability of stem straightness caused by side shading

U poglavlju 3.63, kada smo govorili o pravnosti debla rekli smo, da su pojedini autori obavljali procjenu pravnosti debla na osnovi otklona debla od vertikale. Ta se metoda osobito primjenjivala u proučavanju fototropnosti rasta, koji se javlja kao rezultat postrane zasjene. Istraživači, koji su se bavili oplemenjivanjem topola, zapazili su da duge zakrivljenosti na deblu nastaju često puta kao rezultat postrane zasjene (Žufa 1969). Primijećeno je da se u tom pogledu različiti klonovi jednakо ne ponašaju.

Budući da se kod stablastih vrba slična istraživanja nisu obavljala, željeli smo ispitati razlike u fototropnosti kod nekih klonova stablastih vrba starosti 1/1, nastale pod utjecajem postrane (istočne) zasjene. Budući da se u tom slučaju radilo o 7 klonova, od kojih je 5 dobiveno selekcijom u familijama na pokusnim plohama »Opatovac« i »Kutina«, smatrali smo da će nam uvid u veličinu fototropnosti i u razlike između klonova u veličini fototropnosti dati podatke o senzibilnosti različitih genotipova na promjenu intenziteta osvjetljenja. Na taj način možemo lakše protumačiti relativno veliku širinu varijabilnosti vrijednosti oblika debla unutar pojedinih hibridnih familija i unutar pojedinih klonova.

Rezultati statističke obrade podataka dani su u Tab. 34. Iz tabele je vidljivo, da najveću vrijednost otklona od vertikale ima klon S152/3 i da se, s obzirom na to svojstvo, značajno razlikuje u odnosu na sve ostale klonove u pokusu. Iz toga se može zaključiti, da je spomenuti klon i najosjetljiviji na nejednolično osvjetljenje. Najveću stabilnost u tom pogledu pokazali su klonovi S110 i S131, koji se značajno razlikuju u odnosu na sve ostale klonove u pokusu. Interesantno je spomenuti, da su u našem pokusu pokazali najveću stabilnost u vezi s promjenom oblika debla klonovi, selekcionirani u hibridnim familijama koje imaju relativno najmanje vrijednosti oblika debla (njopravnije deblo). S druge strane, klonovi koji su se pokazali senzibilijima, selekcionirani su u familijama, kojih vrijednost oblika debla prelazi vrijednost oblika debla familija odakle su selekcionirana prije spomenuta dva najstabilnija klena. Nismo dobili signifikantne razlike između dva klena, koji su selekcionirani u istoj hibridnoj familiji (S105). Ako tome još dodamo, da se vrijednost C.V. između pojedinih klonova kreće u rasponu između 7 i 53%, nameće nam se zaključak, da kod stablastih vrba postoji povezanost između vrijednosti oblika debla i promjene oblika debla, nastale pod utjecajem postrane zasjene. Možemo zaključiti i to, da među klonovima koje obuhvaća naš pokus postaje genotipske razlike s obzirom na fototropizam, odnosno da je senzibilnost na postranu zasjenu kod stablastih vrba genetski uvjetovana. Jasno je, da ćemo onda unutar familija odnosno unutar klena dobiti veću varijabilnost oblika debla, ako se radi o jače senzibilnoj familiji odnosno klonu na nejednolično osvjetljenje. Gubici u kulturama vrba uvjetuju nejednolični intenzitet osvjetljenja unutar istog tretiranja. To kod obračuna podataka rezultira povećanjem unutar familiarne ili klon-ske varijance, čime može biti dovedena u pitanje vjerodostojnost izraču-

Tab. 34. Utjecaj postrane zasjene na fototropizam sadnica stablastih vrba — Influence of side shading on the phototropism of plants of treelike Willows

Tek. br. — No.	Oznaka klona — familije Mark of clone — family	Vrsta odnosno hibrid Species or hybrid	Starost godina Age, years	Aritmetička sredina $\bar{x}$ Arithmetic mean	Standardna devijacija s	Grijeska aritme- tičke sredine $s_{\bar{x}}$	Koeficijent varijabilnosti C. V. %	Broj podataka No. of data	Aritmetička sredina $\bar{x}$ i % Arithmetic mean x and %	Sirina varijabilnosti i % Range of variability and %	Napomena Remark
1	S106	<i>S. matsudana</i> x <i>S. alba</i> V95	1/1	29.5	6.66	1.49	22.53	20	24	14—50	$i = \frac{h}{H} \cdot 100^*$ „t“ vrijednosti “t”-values
2	S105 <sub>1</sub>	<i>S. matsudana</i> x <i>S. fragilis</i> IV	1/1	34.4	6.51	1.53	18.92	18	32	21—54	1 : 2 = 2.29* 1 : 3 = 0.76 1 : 4 = 6.33** 1 : 5 = 8.63** 1 : 6 = 2.41* 1 : 7 = 4.03** 2 : 3 = 2.78* 2 : 4 = 9.20** 2 : 5 = 11.75** 2 : 6 = 0.56 2 : 7 = 2.88** 3 : 4 = 4.25** 3 : 5 = 6.30** 3 : 6 = 2.85* 3 : 7 = 4.31** 4 : 5 = 5.57** 4 : 6 = 7.26** 4 : 7 = 6.76** 5 : 6 = 9.02** 5 : 7 = 7.72** 6 : 7 = 2.36*
3	MB15	( <i>S. alba</i> x <i>S. a. v.</i> vit.) MB15	1/1	27.7	7.66	1.86	27.65	17	22	9—42	
4	S131	( <i>S. a.</i> x <i>S. a. v.</i> vit.) MB15 x <i>S. alba</i> V95	1/1	19.5	2.22	0.52	11.38	18	11	8—16	
5	S110	<i>S. alba</i> MB1 x <i>S. alba</i> V95	1/1	15.6	2.11	0.47	13.53	20	7	5—11	
6	S105 <sub>2</sub>	<i>S. matsudana</i> x <i>S. fragilis</i> IV	1/1	35.9	9.08	2.20	25.29	17	34	9—52	
7	S152/3	<i>S. amygdaloïdes</i> V170 x <i>S. alba</i> V100	1/1	46.7	12.00	4.00	25.69	9	53	33—90	

\* h = udaljenost do vrata korijena od okomice spuštenе s vrha krošnje — Distance to the root collar from the perpendicular dropped from the top of the crown.

H. = visina sadnice — Plant height.

natih parametara varijabilnosti odnosno nasljednosti. Ako se radi o genotipu koji slabo reagira na promjenu intenziteta osvjetljenja, onda će gubici u kulturi manje utjecati na promjenu parametara varijabilnosti i nasljednosti pravnosti debla.

### 5.2 Varijabilnost pravnosti debla između klonova te unutar klonova u terenskim pokusima — Variability of stem straightness between clones and within a clone under field conditions

Podaci za vrijednosti oblika debla kod sedam klonova stablastih vrba, koji čine klonski test »Vrbine«, prikazani su u Tab. 35, a rezultati statističke obrade podataka dani su u Tab. 19. Iz tabele je vidljivo, da analizom varijance nisu dobivene značajne razlike među klonovima ni po jednoj od dvije metode procjene vrijednosti oblika debla. Test sume rangova dao je značajne razlike samo između dva klena međuvrsnih hibrida bijele i krhke vrbe.

Glavni razlog za dobivanje nesignifikantnih razlika među tretiranjima treba tražiti u vrlo izraženoj unutar-klonskoj varijabilnosti. Razlika između najmanje i najveće vrijednosti za oblik debla između rameta jednoga istog klena iznosi do 20 jedinica, dok maksimalne razlike između aritmetičkih sredina za klonove u tom pokusu iznose 2,65 bodova. Tako npr. širina varijabilnosti za klen 11/1 iznosi 20,06 jedinica (5,98—26,04), a za klen MP1, koji se u našem eksperimentu pokazao kao najstabilniji, iznosi 12,06 jedinica (7,27—20,33). Kod ostalih klonova u eksperimentu širina varijabilnosti obuhvaća od 12,62 do 18,25 jedinica ili za 7 klonova u pokusu u prosjeku 16 jedinica. To je vrlo velika širina varijabilnosti. Diskusija se odnosi na vrijednosti pravnosti debla, koje su izračunate po metodi Žufe. Slične bismo odnose unutar klena i između klonova dobili i onda, kada bismo analizirali vrijednosti oblika debla, izračunate po metodi Vidakovića. Tako veliku širinu varijabilnosti za vrijednosti oblika debla u klonskom materijalu možemo protumačiti činjenicom, da su u kulturi prisutni dosta veliki gubici te uslijed toga ramete jednoga istog klena nisu rasle pod istim intenzitetom osvjetljenja. Tako su u klenu Br. 1-B gubici iznosili 89% rameta, a za klen 29, koji je imao u pokusu najbolje preživljavanje, 10% rameta. Osim toga izgleda, da se u ovom eksperimentu radi o naročito osjetljivim genotipovima na promjenu intenziteta osvjetljenja.

### 5.3 Varijabilnost pravnosti debla između familija i unutar familija u terenskim pokusima — Variability of stem straightness between families and within families in field trials

Varijabilnost pravnosti debla između familija proučavana je u 5 eksperimenta, od kojih su četiri eksperimenta na pokusnoj plosi »Kutina«. Od tih četiri eksperimenta tri su podignuta sadnjom sadnica starosti 2/2, a četvrti je podignut sadnicama 1/1. Peti eksperiment podignut je na pokusnoj plosi »Opatovac«.

Podaci za vrijednosti oblika debla 10 familija u prvom pokusu dani su u Tab. 36, a rezultati statističke obrade u Tab. 7.

Podaci za vrijednosti oblika debla 6 familija, koji čine drugi pokus, prikazani su u Tab. 37, a rezultati statističke obrade u Tab. 11.

Tab. 35. Klonski test »Vrbine« (11/1 — Br. 1-B) — Clonal test »Vrbine« (11/1 — Br. 1-B)

Tek. br. — No.	Oznaka klonia Clone mark	Vrsta odnosno hibrid Species or hybrid	Porijeklo Origin	Starost godina Age, years	Vrijednost oblika debla — Value of stem form					$\bar{X}_{\bar{x}}$	Broj podataka po repeticiji No. of data per replica- tion		
					Repeticije — Replications								
					I	II	III	IV					
1	11/1	<i>S. alba</i>	Novi Sad	2+5	6.05 9.05	5.43 8.43	9.68 14.68	13.40 21.40	8.64 13.39		3		
2	102	<i>S. x rubens</i>	Novi Sad	2+5	10.35 14.35	8.84 12.84	8.58 12.92	10.99 16.99	9.69 14.27		3		
3	MP1	<i>S. alba</i>	Zagreb	2+5	6.14 10.81	5.52 8.52	10.64 17.30	6.85 9.85	7.29 11.62		3		
4	110	<i>S. alba</i> <i>rutiliana</i>	Novi Sad	2+5	4.44 6.44	8.27 13.27	7.94 11.94	9.90 15.90	7.64 11.89		3		
5	112	<i>S. x rubens</i>	Novi Sad	2+5	6.99 9.99	11.43 18.43	6.64 10.64	9.32 13.32	8.59 13.09		3		
6	29	<i>S. alba</i> <i>sanguinea</i>	Novi Sad	2+5	6.00 10.67	6.45 11.45	4.63 7.63	7.78 11.78	6.21 10.38		3		
7	Br. 1-B	<i>S. alba</i>	Bakovci	2+5	12.13 19.00	4.76 7.76	8.82 13.82		8.57 13.53		3		

Podaci u prvom redu su vrijednosti oblika debla izračunati po metodi prof. M. Vidakovića, a u drugom redu po metodi dr L. Žufa — The data found in the first row are values of the stem form computed according to the method of Prof. M. Vidaković, those in the second row according to the method of Dr. L. Žufa.

Rezultati statističke obrade dati su u tabeli 19 pod tekućim brojem VIII/5—8 — Results of statistical processing are given in Tab. 19 under № VIII/5—8.

Tab. 36. Hibridne familije stablastih vrba. Pokusna ploha »Kutina« (S66—S94) — Hybrid families of treelike Willows. Experimental plot »Kutina« (S66—S94)

Tek. br. — No.	Oznaka križanja S Crossing mark	Roditelji — Parents		Porijeklo Origin	Starost godina Age, years	Vrijednosti oblika debla Value of stem form				Broj podataka po repeticiji No. of data per replication	Napomena Remark	
						Repeticije — Replications						
		♀	♂			I	II	III	IV			
1	66	<i>S. fragilis</i> Mp.1	<i>S. fragilis</i> IV	Zagreb, Zagreb	2+3	8.89 12.73	3.84 5.34	3.94 6.19	—	5.59 8.09	4	Podaci u prvom redu su vrijednosti oblika debla izračunate po metodi prof. M. Vidakovića, a u drugom redu po metodi dr L. Žufa. Rezultati statističke obrade dani su u Tab. 7. pod tekucim brojem II/5-8. The data found in the first row are values of the stem form computed according to the method of Prof. M. Vidaković, those in the second row according to the method of Dr. L. Žufa. Results of statistical processing are given in Tab. 7 under No. II/5-8.
2	68	<i>S. fragilis</i> Mp.1	<i>S. alba</i> var. <i>vitellina</i> VII	Zagreb, Zagreb	2+3	4.00 6.25	6.78 10.49	9.30 13.80	6.99 9.99	6.76 10.13	4	
3	84	<i>S. alba</i> MB1	<i>S. fragilis</i> II	Podravina, Zagreb	2+3	5.93 9.68	6.83 11.33	7.01 10.76	6.35 10.86	6.53 10.57	4	
4	86	( <i>S. a.</i> x <i>S. a.</i> var. <i>vitellina</i> ) MB15	<i>S. alba</i> V95	Podravina, Zagreb	2+3	2.50 4.00	9.00 18.08	2.97 5.22	—	4.82 9.10	4	
5	87	( <i>S. a.</i> x <i>S. a.</i> var. <i>vitellina</i> ) MB15	<i>S. alba</i> var. <i>vitellina</i> VII	Podravina, Zagreb	2+3	6.11 8.86	2.75 5.00	—	—	4.82 9.10	4	
6	89	<i>S. matsudana</i>	<i>S. alba</i> V95	Kina, Zagreb	2+3	5.48 7.73	6.19 9.19	10.91 16.91	4.63 6.88	6.80 10.18	4	
7	93	<i>S. humboldtiana</i>	<i>S. alba</i> V95	Argentina, Zagreb	2+3	6.75 11.25	3.09 4.59	—	—	4.92 7.92	4	
8	98	( <i>S. a.</i> x <i>S. a.</i> var. <i>vitellina</i> ) MB15	nepoznat Unknown	Podravina, Zagreb	2+3	5.13 8.13	9.49 14.62	10.96 16.94	3.25 4.76	7.21 11.11	4	
9	99	<i>S. alba</i> 74/65	nepoznat Unknown	Rumunjska, Zagreb	2+3	5.45 8.45	2.62 4.12	4.00 7.00	—	4.02 6.52	4	
10	94	<i>S. alba</i> MB1	<i>S. alba</i> V95	Podravina, Zagreb	2+3	1.84 2.59	10.52 13.27	—	—	6.18 7.93	4	

Tab. 37. Hibridne familije stablastih vrba. Pokusna ploha »Kutina« (S78—S83) — Hybrid families of treelike Willows. Experimental plot »Kutina« (S78—S83)

Tek. br. — No.	Oznaka križanja Crossing mark	S	Roditelji — Parents		Porijeklo Origin	Starost godina Age, years	Vrijednost oblika debla Value of stem form				Broj podataka po repeticiji No. of data per replication
							Repeticije Replications				
			♂	♂			I	II	III	IV	
1	78	<i>S. alba</i> V40	<i>S. alba</i> V95	Lipovljani, Osman polje, Zagreb	2+3	5.58 8.58	12.19 16.69	4.31 6.56	5.44 8.44	6.53 9.53	4
2	79	„	<i>S. fragilis</i> IV	„	2+3	5.58 7.83	7.78 12.28	6.00 9.00	6.75 10.49	7.48 11.10	4
3	80	„	<i>S. fragilis</i> III	„	2+3	4.92 7.17	—	—	—	4.92 7.17	4
4	81	„	<i>S. fragilis</i> II	„	2+3	7.40 11.15	—	—	—	7.40 11.15	4
5	82	„	<i>S. alba</i> var. <i>vitell.</i> VII	„	2+3	5.39 8.39	8.90 14.90	8.24 13.49	8.75 13.25	7.82 12.51	4
6	83	„	<i>S. alba</i> VI	„	2+3	8.32 12.82	11.79 16.29	6.85 10.60	4.53 6.78	7.87 11.62	4

Podaci u prvom redu su vrijednosti oblika debla izračunate po metodi prof. M. Vidakovića, a u drugom redu po metodi dr L. Žufe — The data found in the first row are values of the stem form computed according to the method of Prof. M. Vidaković, those in the second row according to the method of Dr. L. Žufa.

Rezultati statističke obrade dati su u Tab. 11 pod tekućim brojem III/5—8 — Results of statistical processing are given in Tab. 11 under № III/5—8.

Iz tabele koje se odnose na prvi i drugi eksperiment vidi se, da nisu dobivene značajne razlike među tretiranjima ni putem analize varijance, ni testom sume rangova, ni po jednoj od primijenjenih metoda procjene vrijednosti oblika debla.

U trećem eksperimentu, koji obuhvaća 7 familija, dobivene su značajne razlike među pojedinim familijama na nivou od 1%, i to procjenom oblika debla po metodi Vidakovića i Žufe, ali samo putem analize varijance, dok test sume rangova nije dao značajne razlike među familijama. Podaci o obliku debla i rezultati statističke obrade dati su u Tab. 38 i 11. Iz tih tabele je vidljivo, da je najslabije rezultate postigla jedna od dvije familije unutarvrsnih hibrida bijele vrbe. Ona se značajno razlikuje od druge familije unutarvrsnih hibrida bijele vrbe te od 4 familija međuvrsnih hibrida bijele vrbe i krhkve vrbe. Bolja familija unutarvrsnih hibrida bijele vrbe ima značajno slabiju pravnost debla samo od jedne familije međuvrsnih hibrida bijele i krhkve vrbe, a od ostalih se međuvrsnih hibrida ne razlikuje. Između familija međuvrsnih hibrida bijele i krhkve vrbe postoje značajne razlike na nivou od 5%.

Testom sume rangova nisu dobivene značajne razlike među tretiranjima s razloga, jer se većina familija pojavljuje u eksperimentu malim brojem ponavljanja (1—4).

Podaci o vrijednostima oblika debla za familije koje čine četvrti eksperiment na pokusnoj plosi »Kutina« prikazani su u Tab. 39, a rezultati statističke obrade podataka prikazani su u Tab. 13. Iz tabele je vidljivo, da su među familijama dobivene značajne razlike, kako putem analize varijance tako i putem testa sume rangova. Više značajnih razlika dobiveno je analizom varijance nego testom sume rangova, a naročito onda kada su se vrijednosti za oblik debla procjenjivale po metodi Žufe.

Najslabiju pravnost debla u našem pokusu imaju međuvrsni hibridi *S. matsudana* i *S. alba* V100, koji se značajno razlikuju u odnosu na familiju međuvrsnih hibrida krhka  $\times$  bijela vrba, jednu familiju unutarvrsnih hibrida bijele vrbe (S110) te familije međuvrsnih hibrida *S. matsudana*  $\times$  *S. fragilis*. To su ujedno familije, koje su u spomenutom eksperimentu postigle najbolje rezultate. Familija bijele vrbe S110 ima najmanje vrijednosti za oblik debla, a u poglavlju 5.1 konstatirali smo, da klon S110/73, selezioniran u toj familiji, pokazuje najmanju promjenu oblika debla pod utjecajem postrane zasjene. Familija S110 pokazuje značajne razlike u odnosu na dvije familije međuvrsnih hibrida bijele i krhkve vrbe, tri familije unutarvrsnih hibrida bijele vrbe, međuvrsne hibride *S. matsudana*  $\times$  *S. fragilis* te u odnosu na unutarvrsne hibride krhke vrbe. Hibridi bijela  $\times$  krhka vrba ne razlikuju se u odnosu na recipročne hibride, dok se međuvrsni hibridi *S. matsudana*  $\times$  *S. fragilis* odlikuju pravnijim debлом od hibrida s bijelom vrbotom.

Podaci o vrijednostima oblika debla za familije na pokusnoj plosi »Opatovac« prikazani su u Tab. 40, a rezultati statističke obrade u Tab. 13. Iz tabele je vidljivo, iako F vrijednost nije značajna, da su ipak među nekim familijama dobivene razlike na nivou od 5%. I u tom testu najbolje rezultate uz unutarvrsne hibride krhke vrbe (S101) postigla je opet familija S110. Te dvije familije značajno se razlikuju u odnosu na međuvrsne hibride krhka vrba  $\times$  bijela vrba te na jednu familiju unutarvrsnih hibrida bijele vrbe.



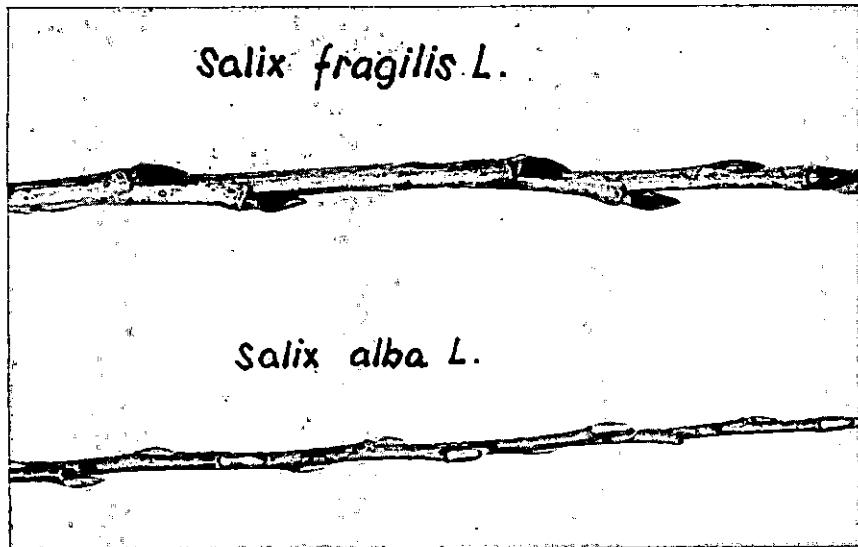
Fot. — Phot. 1. Plus stablo MB 15, medurasni hibrid između bijele i žute vrbe, korišteno je kod kontrolirane hibridizacije kao ženski roditelj — Plus tree MB 15, an interracial hybrid between White Willow and Yellow Willow, was used in controlled hybridization as a female parent.



Fot. — Phot. 2. *Salix alba* var. *calva* Willd., 15 godina stara, korištena je kod kontrolirane hibridizacije kao ženski roditelj — *Salix alba* var. *calva* Willd., 15 years old, was used in controlled hybridization as a female parent.



Fot. 3, 4 i 5 — Phot. 3, 4 and 5. Muški, ženski i hermafroditni cvatovi kod međuvršnih hibrida *S. matsudana tortuosa* × *S. alba* —  
Male, female and hermaphroditic inflorescences in interspecific hybrids of *S. matsudana tortuosa* × *S. alba*.



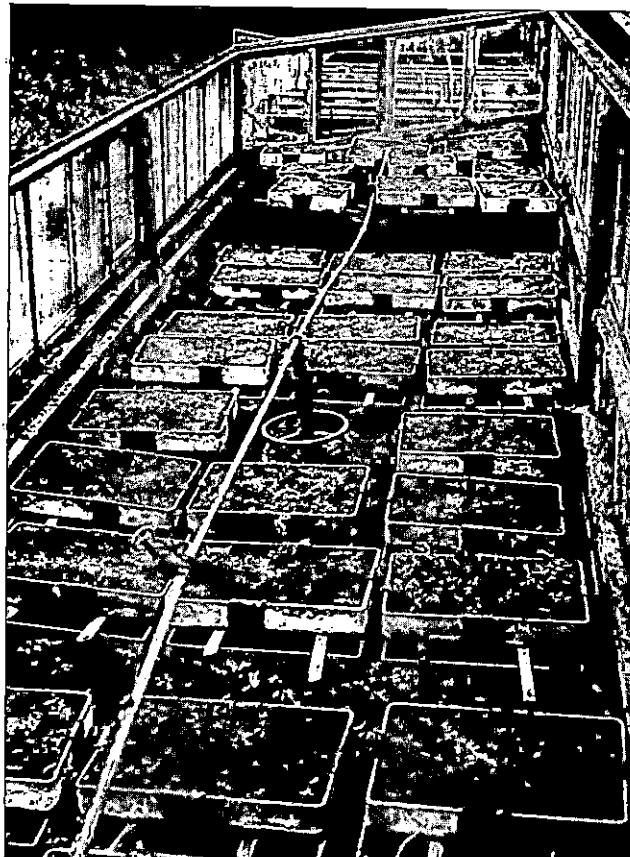
Fot. — Phot. 6. Jednogodišnji izbojci krhke i bijele vrbe — One-year-old shoots of Crack Willow and White Willow.



Fot. 7 i 8 — Phot. 7 and 8. Izgled kore kod bijele vrbe (lijevo) i krhke vrbe (desno) — Bark in White Willow (left) and Crack Willow (right).



Fot. — Phot. 9. Izgled ženskih cvjetova kod bijele vrbe za vrijeme oprašivanja — Female flowers in White Willow during pollination.



Fot. — Phot. 10. Uzgoj sijanaca stablastih vrba u kljalištu zatvorenog tipa — Raising seedlings of arborescent Willows in germination boxes in a glasshouse.



Fot. 11, 12 i 13 — Phot. 11, 12 and 13. Izbojci s listovima kod jednogodišnjih biljaka krhke (lijevo) i bijele vrbe (desno) te hibrida krhka × bijela vrba (dolje) — Shoots with leaves in one-year-old plants of Crack Willow (left) and White Willow (right), as well as in hybrids of Crack Willow X White Willow (down).



Fot. — Phot. 14. Dvogodišnji meduvrsni hibrid  
*S. alba* L. (MB 1) × *S. sitchensis* Bong. (V 14)  
— A two-year-old interspecific hybrid of *S.  
alba* L. (MB 1) × *S. sitchensis* Bong. (V 14).



Fot. — Phot. 15. Relativni odnosi izmedu nekih hibridnih familja na pokusnoj plohi  
»Bušić«. *S. alba* var. *catva* × nepoznat (najveće sadnice lijevo — 2 reda) i *S. fragilis*  
Mp. 1 × nepoznat (tri reda desno od prije spomenute familije) — Relative relations  
between certain hybrid families on the experimental plot »Bušić«. *S. alba* var. *catva*  
× unknown (the greatest plants left — two rows) and *S. fragilis* Mp. 1 × unknown  
(three rows right of the before mentioned family).



Fot. 16 i 17 — Phot. 16 and 17. Neselekcionirani sadni materijal u kulturi bijele vrbe (Međumurje) ima u visokom postotku zakrivljena stabalca (lijevo), dok stabalca klonova 110 i 112 na pokusnoj plohi »Vrbine« imaju pravno deblo (desno) — Unselected planting material in a culture of White Willow (region between the Mura and Drava rivers) exhibits in a high percentage crooked stems (left) while the stems of clones 110 and 112 on the experimental plot »Vrbine« are straight-boled (right).



Fot. 18 i 19 — Phot. 18 and 19. Dvogodišnji hibridi *S. matsudana tortuosa* Rehd. × *S. alba* L. krivudavog (lijevo) te pravnog debalca (desno) — Two-year-old hybrids of *S. matsudana tortuosa* Rehd. × *S. alba* L. of tortuous stem (left) and straight stem (right).

Tab. 38. Hibridne familije stablastih vrba. Pokusna ploha »Kutina« (S70—S76) — Hybrid families of treelike Willows. Experimental plot »Kutina« (S70—S76)

Tek. br. — No.	Oznaka križanja S Crossing mark	Roditelji — Parents		Starost godina Age, years	Porijeklo Origin	Vrijednost oblika debla Value of stem form				$\bar{x}_x$	Broj podataka po familiji — repet. No. of data per family — replication
						Repeticije — Replications					
		♂	♂			I	II	III	IV		
1	70	<i>S. alba</i> 368	<i>S. alba</i> VI	2+3	Podravina, Prelog, Zagreb	13.81 21.31	9.60 14.85	—	—	11.71 18.08	4
2	71	„	<i>S. alba</i> V95	2+3	„	6.13 10.63	8.94 14.94	5.51 8.51	5.74 8.74	6.58 10.71	4
3	72	„	<i>S. fragilis</i> IV	2+3	„	8.65 13.15	5.17 7.42	7.35 11.10	6.73 9.73	6.98 10.35	4
4	73	„	<i>S. fragilis</i> II	2+3	„	6.10 7.60	9.19 13.69	—	—	7.65 10.65	4
5	74	„	<i>S. fragilis</i> III	2+3	„	3.81 6.06	8.21 10.15	2.91 4.41	—	4.98 6.87	4
6	75	„	<i>S. fragilis</i> V	2+3	„	0.00 0.00	—	—	—	0.00 0.00	4
7	76	„	<i>S. fragilis</i> I	2+3	„	5.06 7.31	3.71 5.21	—	—	4.39 6.26	4

Podaci u prvom redu su vrijednosti oblika debla izračunate po metodi prof. M. Vidakovića, a u drugom redu po metodi dr L. Žufe. — The data found in the first row are values of the stem form computed according to the method of Prof. M. Vidaković, those in the second row according to the method of Dr. L. Žufa.

Rezultati statističke obrade dani su u Tab. 11 pod tekućim brojem IV/5—8 — Results of statistical processing are given in Tab. 11 under № IV/5—8.

Tab. 39. Hibridne familije stablastih vrba. Pokusna ploha »Kutina« (S106—S101) — Hybrid families of treelike Willows. Experimental plot »Kutina« (S106—S101)

Tek. br. — No.	Oznaka križanja S Crossing mark	Roditelji — Parents		Starost godina Age, years	Porijeklo Origin	Vrijednost oblika debla Value of stem form				$\bar{X}_x^!$	Broj podataka po familiji — repeticiji No. of data per family — replication
						Repeticije — Replications					
		♀	♂			I	II	III	IV		
1	106	<i>S. matsudana</i>	<i>S. alba</i> V95	1+3	Kina, Zagreb	10.43 13.43	5.74 7.99	7.00 9.25	3.67 5.17	6.71 8.96	4
2	112	<i>S. alba</i> V40	<i>S. alba</i> V100	1+3	Lipovljani, Zagreb	3.26 4.76	8.68 11.68	5.31 7.56	6.76 9.76	6.00 8.44	4
3	150	<i>S. alba</i> MB368	<i>S. fragilis</i> IV	1+3	Prelog, Zagreb	7.68 9.93	4.33 5.08	— —	— —	6.01 7.50	4
4	131	( <i>S. alba</i> x <i>S. a. var. vitellina</i> ) MB15	<i>S. alba</i> V95	1+3	Podravina, Zagreb	3.83 6.08	3.51 5.01	— —	— —	3.67 5.54	4
5	102	<i>S. fragilis</i> Mp.1	<i>S. alba</i> V100	1+3	Zagreb, Zagreb	2.83 4.33	6.05 8.30	2.04 2.79	2.39 3.14	3.33 4.64	4
6	110	<i>S. alba</i> MB1	<i>S. alba</i> V95	1+3	Podravina, Zagreb	0.00 0.00	0.00 0.00	1.23 1.98	0.00 0.00	0.31 0.49	4
7	143	<i>S. alba</i> MB368	<i>S. alba</i> V100	1+3	Podravina, Zagreb	2.72 3.47	5.40 7.65	6.39 8.64	2.37 3.87	4.22 5.91	4
8	105	<i>S. matsudana</i>	<i>S. fragilis</i> IV	1+3	Kina, Zagreb	3.85 5.35	2.01 2.76	0.00 0.00	0.00 0.00	1.46 2.03	4
9	101	<i>S. fragilis</i> Mp.1	<i>S. fragilis</i> IV	1+3	Zagreb, Zagreb	8.98 12.73	3.84 5.34	3.94 6.19	— —	5.95 8.09	4

Podaci u prvom redu su vrijednosti oblika debla izračunate po metodi prof. M. Vidakovića, a u drugom po metodi dr L. Žufe — The data found in the first row are values of the stem form computed according to the method of Prof. M. Vidaković, those in the second row according to the method of Dr. L. Žufa.

Podaci statističke obrade dani su u Tab. 13 pod tekućim brojem VI/5—8 — Results of statistical processing are given in Tab. under № VI/5—8.

Tab. 40. Hibridne familije stablastih vrba. Pokušna ploha »Opatovac« (S131—S118) — Hybrid families of treelike Willows. Experimental plot »Opatovac« (S131—S118)

Tek. br. — No.	Oznaka križanja S Crossing mark	Roditelji — Parents		Porijeklo Origin	Starost godina Age, years	Vrijednost oblika debla Value of stem form					Broj podataka po familiji — repeticiji No. of data per family — replication	Napomena — Remark
						Repeticije — Replications				X̄		
		♂	♂			I	II	III	IV	X̄		
1	131	( <i>S. alba</i> x <i>S. alba</i> var. <i>vitellina</i> ) MB15	<i>S. alba</i> V95	Podravina—Crni Jarci, Zagreb	2+2	8.59 10.84	7.93 10.18	6.58 8.83	3.92 6.18	6.75 9.01	4	
2	102	<i>S. fragilis</i> Mp.1	<i>S. alba</i> V100	Zagreb, Zagreb	2+2	1.66 2.41	7.96 10.21	14.14 17.89	13.41 17.41	9.29 11.98	4	
3	150	<i>S. alba</i> MB368	<i>S. fragilis</i> IV	Podravina—Prelog, Zagreb	2+2	7.55 9.80	9.61 13.36	10.47 14.72	7.27 7.52	8.72 11.35	4	
4	110	<i>S. alba</i> MB1	<i>S. alba</i> V95	Podravina—Crni Jarci, Zagreb	2+2	3.42 4.92	4.77 7.02	2.42 3.92	9.12 12.87	6.43 7.18	4	
5	143	<i>S. alba</i> MB368	<i>S. alba</i> V100	Podravina—Prelog, Zagreb	2+2	9.81 12.06	7.83 10.08	5.87 7.37	—	7.84 9.84	4	
6	106	<i>S. matsudana</i>	<i>S. alba</i> V100	Kina, Zagreb	2+2	7.27 10.27	5.30 7.55	—	—	6.28 8.91	4	
7	105	<i>S. matsudana</i>	<i>S. fragilis</i> IV	Kina, Zagreb	2+2	6.61 8.86	3.35 4.85	8.99 11.24	8.72 10.97	6.92 8.98	4	
8	112	<i>S. alba</i> V40	<i>S. alba</i> V100	Posavina—Osmanpolje, Zagreb	2+2	10.55 12.45	6.21 9.21	9.22 12.22	10.85 14.60	9.21 12.12	4	
9	101	<i>S. fragilis</i> Mp.1	<i>S. fragilis</i> IV	Zagreb, Zagreb	2+2	3.93 5.43	5.66 7.16	4.95 6.45	—	4.85 6.35	4	
10	118	<i>S. alba</i> var. <i>calva</i>	<i>S. alba</i> V95	Engleska, Zagreb	2+2	6.54 9.54	4.76 7.01	5.19 7.44	7.60 11.60	6.02 8.90	4	

Podaci u prvom redu su vrijednosti oblika debla izračunate po metodi prof. M. Vidakovića, a u drugom redu po metodi dr L. Žufa.

Rezultati statističke obrade dani su u Tab. 13 pod rednim br. VII/3 i 4.

The data found in the first row are values of the stem form computed according to the method of Prof. M. Vidaković, those in the second row according to the method of Dr. L. Žufa.

Results of statistical processing are given in Tab. 13 under No. VII/3 and 4.

Testom sume rangova dobivene su razlike između onih familija, među kojima su dobivene razlike i analizom varijance, ali je u tom slučaju značajnost razlika nešto veća od 5%.

Dobiveni rezultati su u skladu s rezultatima, koje je dobio Pederick (1970) za *Pinus taeda*. On nije utvrdio značajne razlike između familija u obliku debla.

Varijabilnost unutar familija je jako izražena. Širina varijabilnosti u hibridnim familijama na pokusnim plohamama »Kutina« i »Opatovac« iznosi u prosjeku 20 jedinica (u klonskom materijalu 16 jedinica).

Podaci za parametre disperzijske analize, koji se odnose na vrijednosti oblika debla te na visine kod iste starosti hibridnih familija na pokusnim plohamama »Kutina« i »Opatovac«, prikazani su u Tab. 41 i 42.

Iz tabele je vidljivo, da su vrijednosti C.V. za pravnost debla kod svih familija daleko veće od vrijednosti C.V. za visine. Prije smo dokazali, da su prsni promjeri varijabilniji od totalnih visina. Međutim, oblik debla je varijabilnije svojstvo nesamo u odnosu na totalne visine već i u odnosu na prsne promjere. Vrijednost C.V. za oblik debla u hibridnim familijama kreće se od 47,91 do 81,52%, za visine od 13,31 do 27,82%, te za promjere od 26,54 do 44,86%. Analogni odnosi u veličini C.V. za totalne visine i oblik debla mogu se konstatirati i u klonskom materijalu (Tab. 43 i 44).

Na temelju statističke obrade podataka i naše diskusije možemo zaključiti, da su u većini eksperimenata unutarvrsni hibridi bijele vrbe s obzirom na pravnost debla bili bolji od međuvrsnih hibrida bijela  $\times$  krhka vrba te u odnosu na krhku vrbu.

Vrlo izražen varijabilitet oblika debla unutar familija, pa čak i unutar klonova glavni je razlog zašto u pojedinim pokusima nisu dobivene značajne razlike među tretiranjima.

#### 5.4 Varijabilnost pravnosti debla kod istih familija na različitim lokalitetima — *Variability of stem straightness in the same families in different localities*

Fenotipsku stabilnost odnosno interakciju genotip  $\times$  okolina za oblik debla nismo računali zato, jer su nam razlike među familijama s obzirom na to svojstvo na pokusnoj plosi »Opatovac« bile nesignifikantne. I pored toga željeli bismo dobiti određenu predodžbu o fenotipskoj stabilnosti bijele vrbe, krhke vrbe i njihovih hibrida.

Kod razmatranja fenotipske stabilnosti za totalne visine i prsne promjere rekli smo, da najveću fenotipsku stabilnost imaju one familije, koje pokazuju najmanje fenotipske razlike s obzirom na promatrano svojstvo između dva lokaliteta. Na osnovi navedene pretpostavke pokušat ćemo prikazati fenotipsku stabilnost oblika debla za hibridne familije na pokusnim plohamama »Kutina« i »Opatovac«.

Iz Tab. 39 i 40 je vidljivo, da 7 od ukupno 9 familija ima veću vrijednost oblika debla na pokusnoj plosi »Opatovac« nego na pokusnoj plosi »Kutina«. Kod preostale dvije familije ne postoji povećanje vrijednosti oblika debla već neznatno smanjenje (0,74 i 0,43 boda). Možemo također konstatirati pravilnost u padu odnosno povećanju vrijednosti oblika debla među familijama. Naime, one familije koje su na pokusnoj plosi »Kutina«

Tab. 41. Varijabilnost visina za hibridne familije na pokusnoj plohi »Opatovac« — Variability of heights for hybrid families on the experimental plot »Opatovac«

Tek. br. — No.	Oznaka familije S Family mark	Roditelji — Parents		Starost godina Age, years	Aritmetička sredina x   Arithmetic mean	Standardna devijacija s	Grijeska arit- metičke sredine Error of arith- metic mean	Širina varijabilnosti Range of variability	Koeficijent varijabilnosti Coefficient of variability C. V. %	Napomena Remark
		♀	♂							
1	101	<i>S. fragilis</i> Mp. 1	<i>S. fragilis</i> IV	2+3	206	57.44	16.58	147—307	27.82	Broj podataka po familiji iznosi 12. No. of data per family is 12.
2	102	<i>S. fragilis</i> Mp. 1	<i>S. alba</i> V100	2+2	142	59.51	14.88	102—347	24.54	
3	105	<i>S. matsudana</i>	<i>S. fragilis</i> IV	2+2	295	54.75	13.69	202—362	21.10	
4	106	<i>S. matsudana</i>	<i>S. alba</i> V100	2+2	295	62.39	22.15	212—382	21.15	
5	110	<i>S. alba</i> MB1	<i>S. alba</i> V95	2+2	281	40.74	10.18	242—357	14.50	
6	112	<i>S. alba</i> V40	<i>S. alba</i> V100	2+2	262	49.20	12.30	157—342	18.78	
7	118	<i>S. alba</i> calva	<i>S. alba</i> V95	2+2	311	40.33	10.08	232—372	12.95	
8	131	<i>S. alba</i> x <i>S. a.</i> var. <i>vitell.</i> MB15	<i>S. alba</i> V95	2+2	298	39.65	9.91	217—362	13.31	
9	143	<i>S. alba</i> MB368	<i>S. alba</i> V100	2+2	270	44.74	12.92	207—367	16.54	
10	150	<i>S. alba</i> MB368	<i>S. fragilis</i> IV	2+2	257	39.86	9.96	197—347	15.48	

Tab. 42. Varijabilnost vrijednosti oblika debla za hibridne familije na pokusnoj plohi »Opatovac« — Variability of stem form value for hybrid families on the experimental plot »Opatovac«

Tek. br. — No.	Oznaka familije S Family mark	Roditelji — Parents		Starost godina Age, years	Aritmetička x̄ sredina Arithmetic mean	Standardna devijacija s Standard deviation	Grijeska arit- metičke sredine $s_{\bar{x}}$ Error of arith- metic mean	Širina varijabilnosti Range of variability	Koeficijent varijabilnosti Coefficijent of variability C. V. %	Napomena Remark
		♀	♂							
1	101	<i>S. fragilis</i> Mp. 1	<i>S. fragilis</i> IV	2+2	11.00	8.56	2.47	0—25	81.52	Broj podataka po familiji iznosi 12. Vrijednosti za oblik debla su neimenovani brojevi. No. of data per family is 12. Values for stem form are absolute numbers.
2	102	<i>S. fragilis</i> Mp. 1	<i>S. alba</i> V100	2+2	11.00	6.78	1.69	0—19	61.64	
3	105	<i>S. matsudana</i>	<i>S. fragilis</i> IV	2+2	10.00	7.07	1.77	0—30	70.07	
4	106	<i>S. matsudana</i>	<i>S. alba</i> V100	2+2	11.00	5.15	1.72	0—20	47.91	
5	110	<i>S. alba</i> MB1	<i>S. alba</i> V95	2+2	8.00	5.18	1.29	0—20	64.75	
6	112	<i>S. alba</i> V40	<i>S. alba</i> V100	2+2	10.00	6.08	1.52	0—22	60.80	
7	118	<i>S. alba</i> calva	<i>S. alba</i> V95	2+2	10.00	5.90	1.47	0—20	57.56	
8	131	<i>S. alba</i> x <i>S. a.</i> var. <i>vitell.</i> MB15	<i>S. alba</i> V95	2+2	11.00	5.73	1.43	0—19	53.01	
9	143	<i>S. alba</i> MB368	<i>S. alba</i> V100	2+2	15.00	8.52	2.46	0—36	56.80	
10	150	<i>S. alba</i> MB368	<i>S. fragilis</i> IV	2+2	7.00	5.52	1.38	0—20	78.86	

Tab. 43. Varijabilnost visina za neke klonove na pokusnoj plohi u rasadniku Jastrebarsko — Variability of heights for certain clones on the trial plot in the Jastrebarsko nursery

Tek. br. — No.	Oznaka klonova Clone mark	Vrsta odnosno hibrid Species or hybrid	Starost godina Age, years	Aritmetička sredina $\bar{x}$ Arithmetic mean	Standardna devijacija Standard deviation s	Griješka arit. sredine Error of arithmetic mean $s_{\bar{x}}$	Širina varijabilnosti Range of variability	Koeficijent varijabilnosti Coefficient of variability C. V. %	Napomena Remark
1	Mp. 1	<i>S. fragilis</i>	2/3	119.9	13.54	3.385	82.5—142.5	11.29	Broj podataka po klonu iznosi 16.
2	V150	<i>S. a. x S. a. vit.</i> <i>x S. a.</i>	2/3	287.5	27.57	6.89	247.5—347.5	9.59	No. of data per clone is 16.
3	S. f. IV	<i>S. fragilis</i>	2/3	167.8	39.17	9.79	112.5—242.5	23.34	„
4	S92p	<i>S. m. t. x S. alba</i>	2/3	254.7	32.08	8.02	202.5—307.5	12.59	„
5	V103	<i>S. x viridis</i>	2/3	232.5	16.33	4.08	197.5—252.5	7.02	„
6	S78	<i>S. alba</i>	2/3	245.3	28.20	7.05	212.5—312.5	11.50	„
7	S71	<i>S. alba</i>	2/3	294.7	40.58	10.14	222.5—377.5	13.55	„
8	V40	<i>S. alba</i>	2/3	221.9	23.65	5.91	177.5—267.5	10.66	„
9	MB15	<i>S. a. x S. a. vit.</i>	2/3	227.5	29.50	7.37	182.5—287.5	12.97	„
10	MB368	<i>S. alba</i>	2/3	277.5	36.42	9.10	227.5—352.5	13.12	„
11	V95	<i>S. alba</i>	2/3	289.2	36.21	9.05	257.5—362.5	12.52	„

Tab. 44. Varijabilnost vrijednosti oblika debla za neke klonove na pokusnoj plohi u rasadniku Jastrebarsko --  
 Variability of stem form value for certain clones on the trial plot in the Jastrebarsko nursery

Tek. br. — No.	Oznaka klonu Clon mark	Vrsta odnosno hibrid Species or hybrid	Starost godina Age, years	Aritmetička sredina $\bar{x}$ cm Arithmetic mean	Standardna devijacija Standard deviation s	Griješka arit. sredine Error of arithmetic mean $s_{\bar{x}}$	Širina varijabilnosti Range of variability	Koeficijent varijabilnosti Coefficijent of variability C. V. %	Napomena Remark
1	Mp. 1	<i>S. fragilis</i>	2/3	12.9	6.49	1.62	0—24	50.31	Broj podataka po klonu iznosi 16.
2	V150	<i>S. a. x S. a. vit.</i> <i>x S. a.</i>	2/3	10.9	4.68	1.17	4—20	42.94	No. of data per clone is 16.
3	S. f. IV	<i>S. fragilis</i>	2/3	7.1	4.75	1.19	0—19	66.90	„
4	S92p	<i>S. m. t. x S. alba</i>	2/3	4.0	2.87	0.72	0—10	71.75	„
5	V103	<i>S. x viridis</i>	2/3	5.8	2.71	0.68	0—10	46.72	„
6	S78	<i>S. alba</i>	2/3	5.8	2.76	0.69	0—12	47.59	„
7	S71	<i>S. alba</i>	2/3	6.5	4.56	1.14	0—18	70.15	„
8	V40	<i>S. alba</i>	2/3	8.6	2.78	0.69	4—13	32.32	„
9	MB15	( <i>S. a. x S. a. vit.</i> )	2/3	9.6	2.85	0.71	5—15	29.69	„
10	MB368	<i>S. alba</i>	2/3	7.4	3.47	0.87	4—14	46.89	„
11	V95	<i>S. alba</i>	2/3	5.9	2.95	0.74	3—16	30.00	„

imale najmanje vrijednosti oblika debla, imaju najveće povećanje vrijednosti oblika debla na plosi »Opatovac«, i obratno, one familije, koje su na pokusnoj plosi »Kutina« imale najveće vrijednosti oblika debla, imaju i najmanje povećanje vrijednosti oblika debla na pokusnoj plosi »Opatovac«, a koje čak u pojedinim slučajima može biti i negativno (S101 i S106). Međutim, veličina razlike za vrijednosti oblika debla između pokusnih ploha nema odlučujući utjecaj na relativni poređak familija na pokusnim plohamama. Tako npr. unutarvrsni hibridi bijele vrbe S110 imaju najveće povećanje vrijednosti oblika debla (6,12 bodova), a u poretku su pretrpjeli neznatne promjene, tj. s 1. mesta na pokusnoj plosi »Kutina« pali su na 3. mjesto na pokusnoj plosi »Opatovac«, dok je familija S106 (*S. matsudana* × *S. alba* V100), koja ima razliku u vrijednosti oblika debla (0,43 boda), pretrpjela najveću promjenu u poretku, tj. od 9. mesta na pokusnoj plosi »Kutina« popela se čak na 2. mjesto na pokusnoj plosi »Opatovac«.

Najmanju fenotipsku stabilnost s obzirom na oblik debla imaju međuvrsni hibridi bijele i krhkke vrbe (4,30 bodova), zatim unutarvrsni hibridi bijele vrbe (4,01 bod), a unutarvrsni hibridi krhkke vrbe imaju najveću fenotipsku stabilnost. Prema tome, i s obzirom na oblik debla među čistim vrstama i hibridima dobiveni su analogni odnosi kao i za totalne visine i prsne promjere. Nismo zapazili, da unutarfamilijarna varijabilnost na pokusnim plohamama »Kutina« i »Opatovac« utječe na veličinu interakcije.

Međuvrsni hibridi *S. matsudana* s bijelom i krhkkom vrbom različito se ponašaju, tj. hibridi s bijelom vrbom pokazuju veću fenotipsku stabilnost nego hibridi s krhkkom vrbom.

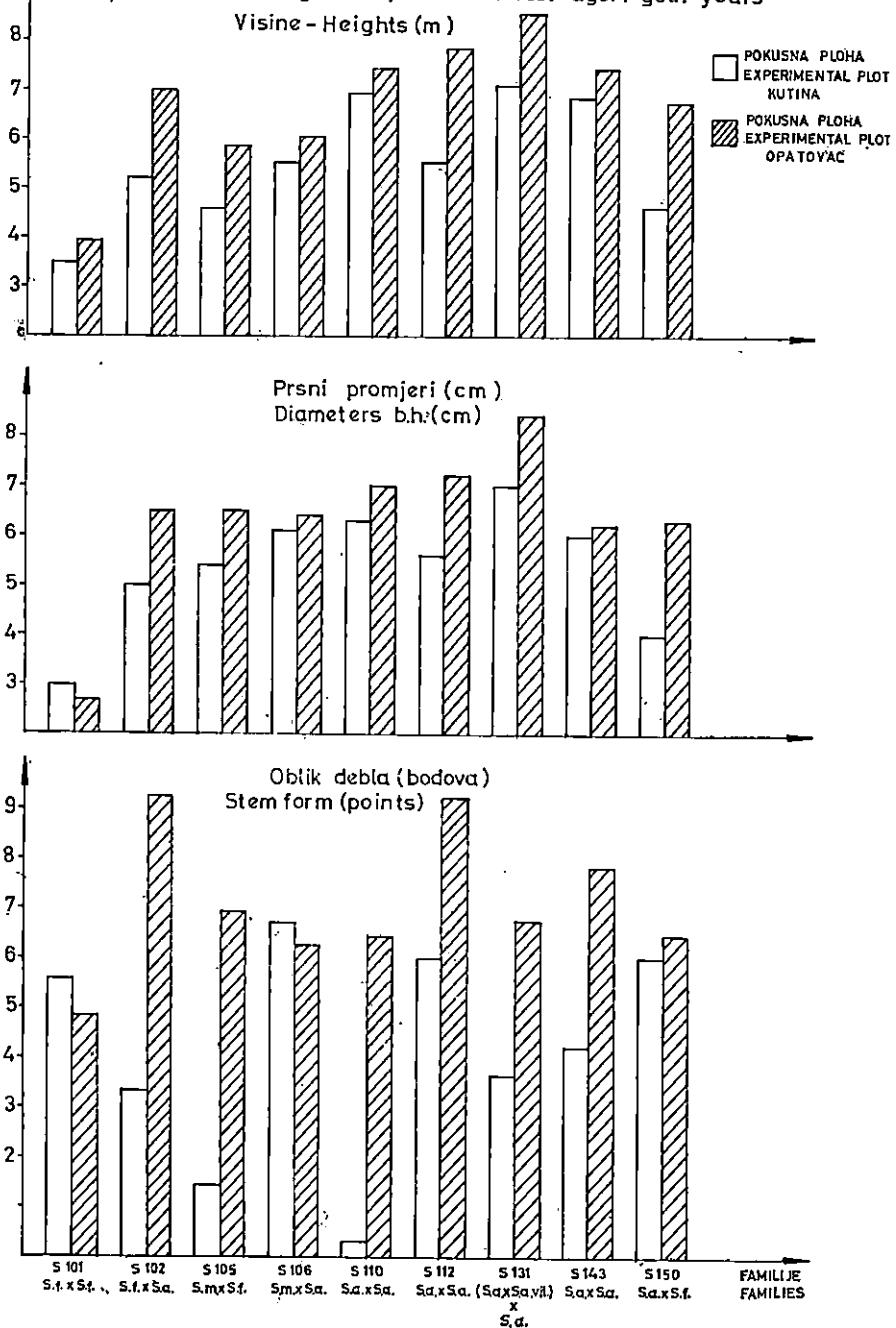
Razlika između maksimalne vrijednosti i minimalne vrijednosti za oblik debla na pokusnoj plosi »Kutina« iznosi 6,40 bodova, srednja vrijednost 4,14 bodova, dok na pokusnoj plosi »Opatovac« analogne vrijednosti iznose 4,44 boda odn. 7,0 boda. Znači da na pokusnoj plosi »Opatovac«, gdje je bolje stanište, razlike između najlošije i najbolje familije su manje, a na pokusnoj plosi »Kutina«, gdje je stanište loše, razlike su veće. Međutim, treba reći da na boljem staništu familije u prosjeku imaju slabiju pravnost nego na lošijem staništu.

Ako bismo razlike u vrijednostima za oblik debla kod istih familija, uzgojenih na različitim staništima izrazili u relativnim odnosima (npr. u odnosu na prosjek pokusne plohe) i isto tako postupili s totalnim visinama i prsnim promjerima, mogli bismo zaključiti, da oblik debla pokazuje kod pojedinih familija najmanju fenotipsku stabilnost. Tako npr. za familiju S110 relativni odnosi bili su za oblik debla 86%, za visine 7%, za promjere 2%. Za familiju S150, kod koje je ta razlika manja, odnosi su slijedeći: 38%, 42%, 25%. Ako promatramo u cjelini, čini se da hibridne familije pokazuju ipak najveću fenotipsku stabilnost s obzirom na visine, a da fenotipska stabilnost oblika debla jako varira od familije do familije (Sl. 2). To se poklapa s navodima Žufa (1969), koji tvrdi da postoji nejednak utjecaj vanjskih čimbenika na individue s različitim stupnjem urođene sklonosti za pravni rastom. *Shelbourne* (prema Vidakoviću 1970) navodi da, premda izgleda da je pravnost debla visoko nasljedno svojstvo, ipak na nju utječe i okolina. To mišljenje potvrđuju i naši eksperimenti.

SL.-FIG.2

FENOTIPSKA ŠTABILNOST NEKIH FAMILIJA STABLASTIH VRBA  
 PHENOTYPIC STABILITY OF CERTAIN FAMILIES OF TREELIKE WILLOWS

Razmaci sadnje - Spacing: 3x2 m; Fizička starost - age: 7 god.-years



## 5.5 Varijabilnost pravnosti debla u dvogodišnjim malatima bijele vrbe — Variability of stem straightness in two-year-old natural reproductions of White Willow

U Tab. 45 prikazane su vrijednosti oblika debla za 4 dvogodišnje populacije bijele vrbe, a rezultati statističke obrade dani su u Tab. 46. Iz tabele je vidljivo, da su analizom varijance i testom sume rangova dobivenе značajne razlike s obzirom na oblik debla između različitih populacija bijele vrbe. Vrijednosti su izračunate po metodama Vidakovića i Žufe. Populacija bijele vrbe na Tisi značajno se razlikuje samo u odnosu na dunavsku populaciju u blizini Opatovca. Dunavska populacija bijele vrbe u blizini Sremskih Karlovaca značajno se razlikuje od dunavske populacije bijele vrbe u blizini Opatovca te u odnosu na populaciju bijele vrbe s područja rijeke Drave, lokalitet Husinje. Postoje također značajne razlike i između dunavske populacije bijele vrbe s područja Opatovca i populacije bijele vrbe s područja Drave, lokalitet Husinje.

Testom sume rangova dobiveni su analogni odnosi među tretiranjima kao što su dobiveni i analizom varijance.

U Tab. 27 i 28 (v. str. 176—177) prikazani su podaci za parametre variabilnosti u malatima bijele vrbe. Ti podaci za visine i za oblik debla dobiveni su disperzijskom analizom. Ovdje se želimo više osvrnuti na parametre variabilnosti oblika debla, budući da smo o parametrima variabilnosti za visine u malatima bijele vrbe već diskutirali u poglavljju 4.15. I u tom slučaju t-testom su dobivenе slične razlike među tretiranjima kao i analizom varijance i testom sume rangova. Značajne razlike nisu dobivenе jedino između populacije bijele vrbe uz Tisu i one uz Dunav, Sremski Karlovci.

S obzirom na širinu varijabilnosti u malatima, koja se kreće u rasponu od 18 do 26 bodova smatramo, da su razlike među populacijama relativno male. Najveće razlike mogu se konstatirati između dunavske populacije kod Opatovca i populacije uz Tisu. Međutim, vrlo izražene razlike postoje u veličini C.V. Tako npr. najmanji C.V. ima populacija bijele vrbe uz Dravu (Husinje), i on iznosi 55,14%, a najveću vrijednost C.V. ima populacija uz Dunav kod Sremskih Karlovaca. Koeficijent varijabilnosti u tom slučaju iznosi 112,40%. Visoku vrijednost C.V. ima također i populacija uz Tisu, a populacije uz Dravu i Dunav kod Opatovca relativno se malo razlikuju.

Ako usporedimo vrijednosti C.V. za visine i za oblik debla kod istih populacija bijele vrbe te kod iste starosti, možemo utvrditi, da je C.V. za oblik debla u svim populacijama veći od C.V. za visine. Tako prosječne vrijednosti C.V. za visine u 2-godišnjim malatima bijele vrbe iznose 18,80%, a za oblik debla čak 77,24%. Budući da se u tom slučaju radi o parametrima koji su izračunati iz dovoljnog broja podataka (100 po populaciji), možemo zaključiti da je oblik debla varijabilnije svojstvo nego totalne visine, što se poklapa s dobivenim rezultatima u hibridnim familijama i klonovima. Slične veličine C.V. za oblik debla utvrdio je i Žufa (1969) u malatima crne topole.

Značajnost razlika među malatima bijele vrbe i s obzirom na oblik debla potvrđuje prije iznesenu prepostavku, da među subpopulacijama bijele vrbe postoji proces diferencijacije, koji će vjerojatno rezultirati u nastajanju novih lokalnih rasa bijele vrbe.

Tab. 45. Malati bijele vrbe: oblik debla — Young natural reproductions of White Willow: stem form

Tek. br. No.	Populacija Population	Vrijednost oblika debla — Value of stem form					Napomena — Remark	
		Repeticije — Replications						
		I	II	III	IV	V		
1	Titel, Tisa	4,61 6,86	6,26 9,86	6,52 9,81	4,26 6,06	6,25 9,40	5,58 8,40	Starost malata je dvije godine. Podaci u prvom redu su vrijednosti oblika debla izračunate po metodi prof. M. Vidakovića, a u drugom redu, po metodi dr L. Žufe. Rezultati statističke obrade dani su u Tab. 46 pod tekućim brojem XI/1—4.
2	Sremski Karlovci Dunav	2,60 3,80	5,52 7,93	5,25 7,80	4,70 6,51	7,31 10,31	5,08 7,27	Age of young natural reproductions: two years. The data found in the first row are values of the stem form computed according to the method of Prof. M. Vidaković, those in the second row according to the method of Dr. L. Žufa. Results of statistical processing are given in Tab. 46 under No. XI/1—4.
3	Opatovac — Dunav	9,14 13,48	6,81 10,41	11,49 16,89	7,87 11,47	9,52 14,29	8,97 13,13	
4	Đurdevac (Husinja) — Drava	6,43 9,42	7,51 10,95	5,88 8,58	8,16 11,62	7,34 10,34	7,06 10,18	

Tab. 46. Rezultati kompjutorske obrade podataka — Results of computer-processing of data

Broj pokusa No. of experiment	Naziv pokusa Name of experiment	Tek. br. No.	Svojstvo Character	Metoda obrade podataka Data processing method	F vrije- dnost F-value	„t“ vrijednosti odnosno vjerojatnosti u % “t”-values or probabilities in %
XI	Malati bijele vrbe  Young natural reproductions of White Willow	1	Oblik debla Stem form (po Vidakoviću)	Analiza varijance	7.68**	„t“ vrijednosti — “t”-values 1 : 3 = 3.80**, 2 : 3 = 4.36**, 2 : 4 = 2.23*, 3 : 4 = 2.13*
		2		Wilcoxonov test	—	Vjerojatnosti u % — Probabilities in % 1 : 3 = 0.8, 1 : 4 = 9.6, 2 : 3 = 1.6, 2 : 4 = 3.2, 3 : 4 = 9.6
		3	Oblik debla Stem form (po Žufi)	Analiza varijance	8.29**	„t“ vrijednosti — “t”-values 1 : 3 = 3.79**, 2 : 3 = 4.67**, 2 : 4 = 2.25*, 3 : 4 = 2.42*
		4		Wilcoxonov test	—	Vjerojatnosti u % — Probabilities in % 1 : 3 = 0.8, 2 : 3 = 0.8, 2 : 4 = 3.2, 3 : 4 = 5.6

## 5.6 Odnos između totalnih visina i pravnosti debla — Relation between total heights and stem straightness

Na Graf. 11 prikazani su odnosi između visina sadnica i vrijednosti oblika debla za hibridne familije na pokusnim plohamama »Kutina« i »Opatovac« te za klonske testove »Vrbine« i »Jastrebarsko«.

Iz grafikona se vidi, da je jedino na pokusnoj plosi »Kutina« dobiven pozitivan signifikantan odnos između visina sadnica i vrijednosti oblika debla. Znači da je na spomenutoj pokusnoj plosi viša sadnica i manje pravna. Stupanj veze ni na toj pokusnoj plosi nije tako čvrst ( $r = 0,379^*$ ). Na ostalim pokusnim plohamama dobiveni su pozitivni, ali nesignifikantni odnosi. Žufa (1969) je također u svojim istraživanjima varijabilnosti pravnosti stabla kod crne topole utvrdio pozitivan ali u većini slučaja nesignifikantan odnos između visina stabala i vrijednosti oblika stabla. U mlađim sastojinama koje se još nisu sklopile, tj. gdje ne postoji borba za svjetлом (dakle u sastojinama, sličnima našim) autor nije utvrdio značajnu zavisnost između vrijednosti oblika debla i visine stabalaca. To se slaže s našim rezultatima istraživanja.

Međutim, ako se uzme u obzir činjenica, da u svim eksperimentima postoji pozitivan iako nesignifikantan odnos visine sadnice i vrijednosti oblika debla, da je na pokusnoj plosi »Kutina« jačina veze signifikantna, da veće vrijednosti za oblik stabla imaju familije na pokusnoj plosi »Opatovac« nego »Kutina« (gdje su veće i visine) te da postoje pozitivni korelativni odnosi godine/godine na pokusnoj plosi »Opatovac«, onda možemo zaključiti da većoj visini sadnice u pravilu pripada i veća vrijednost oblika stabla, dakle manja pravnost.

## 5.6.1 Odnos visinskog rasta i krivudavosti debla — Relation between height growth and stem crookedness

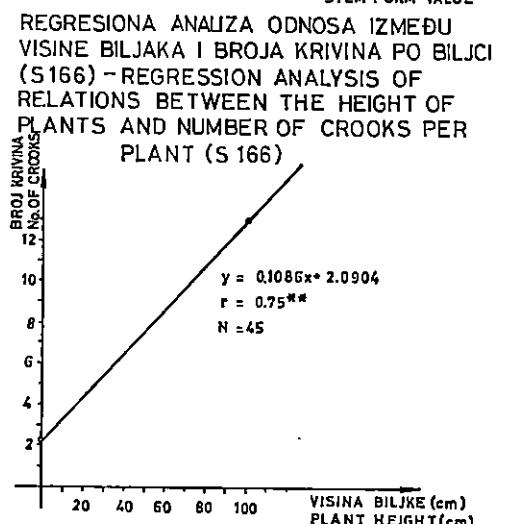
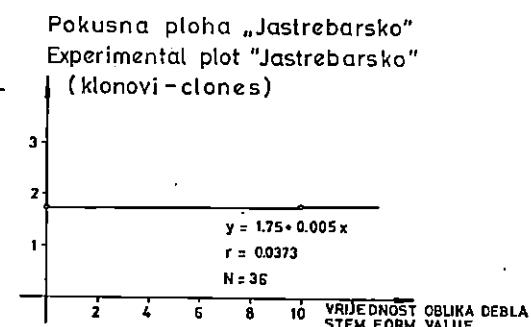
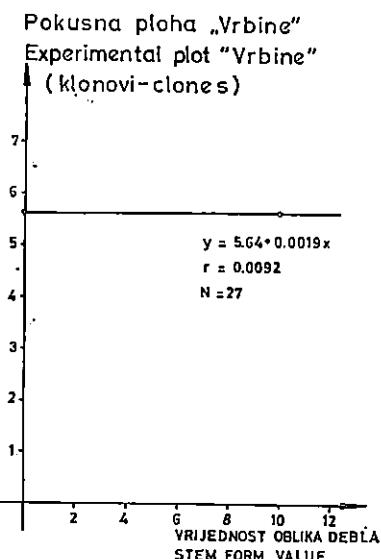
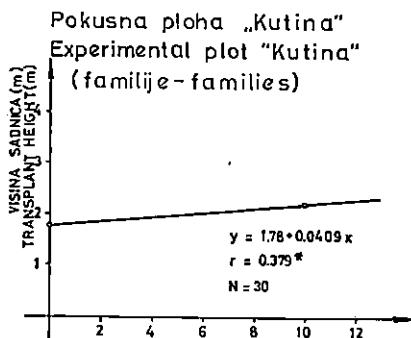
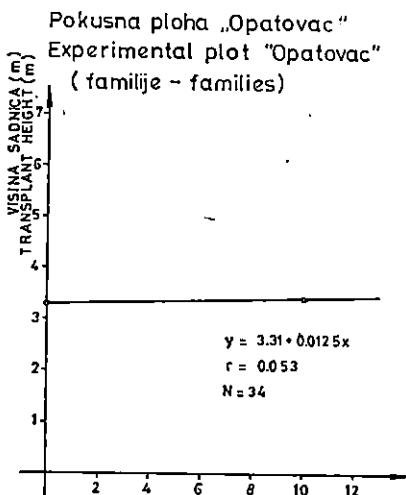
Odnos između visina sadnica i broja krivina kod krivudavosti debla istraživan je u jednoj familiji dvogodišnjih međuvrsnih hibrida *S. matsudana tortuosa*  $\times$  *S. alba*. U toj familiji bilo je prisutno cijepanje s obzirom na oblik debla na biljke pravnoga i krivudavog debla. Velik broj biljaka krivudavog debla u spomenutoj familiji (45) bio je jedan od razloga, zašto smo izabrali baš tu familiju.

Odnosi između visina sadnica te broja krivina na sadnici prikazani su na Graf. 11. Iz grafikona se vidi, da postoji pozitivna visoko signifikantna korelativna veza između visine sadnice i krivudavosti debla, tj. porastom visine sadnice raste i broj krivina na sadnici. Krivine na mlađim biljkama su više-manje jednakih duljina tetiva te približno iste visine luka zakriviljenosti, koji je relativno velik, tako da su sve krivine na sadnici jasno izražene, pa je lako razlikovati biljke pravnog debla od biljaka krivudavog debla.

## 5.7 Varijabilnost i nasljednost pravnosti i krivudavosti debla kod hibrida *Salix matsudana tortuosa* i *Salix alba* — Variability and heritability for stem straightness and crookedness in the hybrids of *Salix matsudana tortuosa* and *Salix alba*

Krstinić (1969) je utvrdio, da kod međuvrsne hibridizacije *S. matsudana tortuosa* s bijelom vrbom nastaje cijepanje s obzirom na oblik debla

REGRESIONA ANALIZA ODNOŠA IZMEĐU VRIJEDNOSTI  
OBЛИKA DEBLA I VISINE SADNICA - REGRESSION ANALYSIS  
OF RELATIONS BETWEEN THE STEM FORM VALUES AND  
HEIGHT OF TRANSPLANTS



u omjeru 50% biljaka krvudavog debla prema 50% biljaka pravnog debla. Biljke krvudavog debla jasno se razlikuju od biljaka pravnog debla, tako da se može uočiti diskontinuirana varijabilnost u potomstvu. U citiranom radu autor je zaključio, da je krvudavost debla dominantna u odnosu na pravnost i da cijepanje kod test-križanja odgovara monohibridnom nasljeđivanju.

Budući da su uzgojeni hibridi evali već nakon druge godine, željeli smo kontroliranom hibridizacijom provjeriti tu našu tvrdnju promatrajući proporcije sadnica pravnoga i krvudavog debla i u  $F_2$  generaciji. Kako je iz spomenute kombinacije križanja uzgojena relativno velika količina biljaka, među hibridima  $F_1$  generacije krvudavoga i pravnog debla mogli smo naći biljke muškoga i ženskog spola, pa smo tako bili u mogućnosti obaviti slijedeće kombinacije križanja s obzirom na oblik debla:

krivudavo  $\times$  krvudavo, krvudavo  $\times$  pravno, pravno  $\times$  krvudavo, i pravno  $\times$  pravno deblo.

Iz 19 kombinacija križanja, uključujući i povratna križanja s bijelom vrbom, uzgojili smo ukupno 977 biljaka.

Dobiveni rezultati prikazani su u Tab. 47. Iz tabele je vidljivo, da iz kombinacije križanja krvudavo  $\times$  krvudavo deblo nastaje cijepanje u potomstvu 2 : 1 (biljke krvudavoga i pravnog debla), kod kombinacije križanja krvudavo  $\times$  pravno, i pravno  $\times$  krvudavo deblo omjeri cijepanja bili su 1 : 1, dok iz kombinacije križanja pravno  $\times$  pravno deblo nisu uzgojene biljke krvudavog debla.

Hi-kvadrat testom nismo oborili nul hipotezu, tj. nije bilo razlika između teoretskog modela 1 : 1 i stvarno dobivenih omjera u potomstvu za kombinacije križanja krvudavo  $\times$  pravno i pravno  $\times$  krvudavo deblo. Između teoretskog modela 2 : 1 i empiričkih vrijednosti za kombinacije križanja krvudavo  $\times$  krvudavo deblo također nije bilo razlika. Razlike koje se pojavljuju između teoretskih i empiričkih vrijednosti su slučajne.

Iz navedenoga možemo zaključiti, da je krvudavi oblik debla dominantan u odnosu na pravno deblo te da omjeri cijepanja za oblik debla u tom slučaju odgovaraju monohibridnom nasljeđivanju. Kako je omjer cijepanja u  $F_2$  generaciji kod monohibridnoga dominantnog nasljeđivanja 3 : 1 a ne 2 : 1, možemo konstatirati da nam nedostaju homozigoti. O tome ćemo još naknadno govoriti.

Pošto zakriviljenost, pravnost i krvudavost debla pripadaju jednom te istom svojstvu, koje se naziva oblik debla, naoko izgleda da su naši zaključci, što se tiče nasljeđivanja krvudavosti i pravnosti debla u odnosu na ono što je rečeno za varijabilnost zakriviljenosti debla, u suprotnosti. No, ovdje moramo imati na umu činjenicu, da se u našem slučaju radi o djelovanju jednoga dominantnog gena, čija prisutnost uvjetuje krvudavi rast biljke. S druge strane, moramo voditi računa i o tome, da su kvantitativna svojstva rezultanta mnogih čimbenika, kako genetskih tako i vanjskih, koji djeluju u sredini gdje se određeni organizmi nalaze. Interakcija tih činilaca može biti toliko složena, da se jedno te isto svojstvo nasljeđuje različito kod različnih sorti iste vrste (Borojević S. i Borojević K., 1968). Kod poljoprivrednog bilja postoje primjeri, da se za jedno te isto svojstvo u  $F_2$  generaciji mogu dobiti omjeri fenotipova, koji odgovaraju monohibridnom i poligenom nasljeđivanju. Tako je npr. kod pšenice *Triticum aestivum* L. poznato, da je crvena boja zrna dominantna u odnosu na

Tab. 47. Variblnost i nasljednost oblika debla kod hibrida *S. matsudana tortuosa* × *S. alba* ( $F_1$  i  $F_2$  generacija)  
— Variability and heritability of stem form in hybrids of *S. matsudana tortuosa* × *S. alba* ( $F_1$  and  $F_2$  generation)

Tek. br. — No.	S — broj S — number	Roditelji Parents		Fenotip Phenotype		Genotip Genotype		Potomstvo — Progeny (kom — pieces)				$\chi^2$ test (P) Cijepanje — Segregation		Napomena Remark
				♀	♂	♀	♂	pr	k	pr	k	1 : 1	2 : 1	
		♀	♂											
1	161, 175, 173, 160	<i>(S. matsudana tortuosa</i> × <i>S. alba</i> ) ( $F_1$ )		pr	pr	pp	pp	235	0	235	0	—	—	<p>k = bilje krivudavog debla — Plants with crooked stem</p> <p>pr = bilje pravnog debla — Plants with straight stem</p>
2	157, 171, 172, 166, 163, 157	<i>(S. matsudana tortuosa</i> × <i>S. alba</i> ) ( $F_1$ ), <i>S. alba</i> V100, V95 x nepoznat — unknown		k	k	Pp	Pp	59	118	59	118	—	P=1	
3	159			pr	k	pp	Pp	1	2	1	1	—	—	
4	174, 170, 165, 168, 169, 162, 167, 164, 158	<i>(S. matsudana tortuosa</i> × <i>S. alba</i> ) ( $F_1$ )		k	pr	Pp	pp	270	292	285.50	285.50	1.79, 0.20 > P > 0.05	—	

Kod dominantnog recesivnog nasljedivanja u  $F_2$  generaciji kod monohibrida cijepanje bi teoretski trebalo biti 3 : 1, a uz pretpostavku da ugibaju homozigoti s dominantnim genima, teoretski omjer fenotipova u  $F_2$  generaciji bio bi 2 : 1 — In dominant recessive heritability in the  $F_2$ -generation in monohybrids the segregation is theoretically 3 : 1, while under the assumption that homozygotes with dominant genes perish the theoretical ratio of phenotypes in  $F_2$ -generation is 2 : 1.

bijelu boju, i da je boja zrna poligeno svojstvo koje je uvjetovano s tri para alelomorfnih gena. Međutim kod križanja različitih sorti dobiveni su omjeri fenotipova 3 : 1, 15 : 1 i 63 : 1. Cijepanje, koje u prvom slučaju odgovara monohibridnom, a u drugim slučajima poligenom nasljeđivanju, uvjetovano je brojem homozigotnih locusa za crvenu boju zrna (Kimber 1971). Prema Borojeviću (1965) nasljeđivanje otpornosti prema rđama i pepelnici kod pšenice može se nasljeđivati dominantno i intermediarno, a cijepanje u  $F_2$  generaciji može biti kao kod monohibrida ili pak kao kod poligenog nasljeđivanja. Ako je tako kod različitih sorti, možemo pretpostaviti da se slično mogu ponašati i različite vrste.

U našem slučaju krivudavost debla očituje se kod heterozigotnosti locusa, dakle uvjetovana je prisutnošću samo jednog gena za krivudavi rast. Očito je, da se u tom slučaju radi o genu s visokim stupnjem prodornosti. Kod čovjeka je poznat dominantni gen koji uvjetuje šestoprstost (Marinković 1974), a kod kunića gen za divlju boju krvna (Tavčar 1952), koji također ima jaku prodornost.

### 5.8 Letalna kombinacija gena za krivudavi oblik debla — A lethal combination of genes for the crooked form of stem

Kao jedan od uzroka odstupanja od Mendelova cijepanja 3 : 1 kod monohibridnoga dominantnog nasljeđivanja javlja se različita životna sposobnost zigota  $F_2$  generacije.

I kod biljaka, i kod životinja postoji niz svojstava kojih je očitovanje ili neispunjavanje vezano za letalne ili semiletalne učinke.

Kukuruz ljudskavac (*Zea mays tunicata*) ima zrno obavijeno ljudskom. Kod križanja ljudskavaca s običnim kukuruzom u potomstvu nastaje cijepanje 50 : 50. Kako se taj odnos dobiva iz test-križanja kod monohibrida, zaključujemo da je kukuruz ljudskavac zapravo heterozigotan, dok je homozigotna forma letalna, pa se ni ne razvija (Borojević S. i Borojević K., 1968).

Kod životinja letalni efekti gena odnose se na defekte kostura, glave, nosne šupljine, ukočenost mišića, itd.

Prema Borojeviću (1968) većina letalnih i semiletalnih efekata nasljeđuju se recessivno. Ali u literaturi je poznat i velik broj letalnih efekata, uvjetovanih homozigotnom, dominantnom kombinacijom gena. Prema Lobaševu (1969) letalni efekti uzrokovani homozigotnom kombinacijom dominantnih gena poznati su kod mnogih životinja. Tako npr. kod lisice homozigote za platinastu boju krvna ugibaju, a egzistiraju samo heterozigoti. Homozigoti za »širazi« boju krvna kod karakul-ovaca također ugibaju, budući da je uz homozigotnu kombinaciju dominantnih gena za boju krvna vezana i jedna anomalija probavnog trakta. Kod riba je poznat slučaj, da homozigotna kombinacija gena za linearnu ljudskavost šarana uvjetuje smrtnost organizma.

U poglavlju 5.8 rekli smo, da bi uz pretpostavku dominantno recessivnog nasljeđivanja kod monohibrida proporcija biljaka krivudavog i pravnog debla morala biti 3 : 1. Međutim, mi smo pomoću hi-kvadrat hipoteze dokazali, da cijepanje u  $F_2$  generaciji najbolje odgovara teoretskom omjeru 2 : 1. Time smo ujedno dokazali, da nam nedostaje baš 1/3 biljaka krivudavog debla. Na osnovi toga možemo pretpostaviti, da ma-

njak od 1/3 predstavljaju one biljke, koje posjeduju dominantan gen u homozigotnoj kombinaciji. Prema tome pretpostavljamo, da se radi o tzv. zigotnoj letalnosti (Rieger i Michaelis 1967), tj. o genetski uvjetovanoj nesposobnosti zigote da završi svoj razvoj. Ovo tumačenje potkrepljujemo i time, što smo na gredice presadili sve uzgojene biljke, od kojih su gotovo sve preživjele razdoblje od 1. do 2. godine starosti, a kod kojih su omjeri biljaka krivudavog debalca prema biljkama pravnog debla ostali isti na koncu druge vegetacijske sezone, kao što su i bili na koncu prve vegetacijske sezone. Znači, tehnika uzgoja biljaka je bila ispravna, a nedostatak 1/3 biljaka stvarno treba tražiti u genetskim uzrocima. Da bi se ta tvrdnja mogla egzaktно dokazati, potrebno bi bilo promatrati embriološki razvoj kod kombinacija križanja (*S. matsudana tortuosa* × *S. alba*) krivudavoga debla × (*S. matsudana tortuosa* × *S. alba*) krivudavog debla. Kod toga bi se utvrdilo, ako je naša pretpostavka točna, da 1/4 od ukupnog broja sjemenih zametaka pokazuje degeneraciju, dok je 3/4 zametaka normalno razvijeno.

#### *6.. Nasljednost pravnosti i zakriviljenosti debla — Heritability for straightness and crookedness of stem*

Nasljednost pravnosti odnosno zakriviljenosti debla računata je iz klonskih testova, kao što smo to činili i kod računanja nasljednosti totalnih visina i totalnih promjera. Na taj način izračunata nasljednost predstavlja nasljednost u širem smislu.

Nasljednost pravnosti odnosno zakriviljenosti debla bijele vrbe, hibrida i krhke vrbe kreće se u širokom rasponu od 0,25 do 0,86 za vrijednosti oblika debla, dobivene po metodi Žufe (1969) ili od 0,40—0,86 za vrijednosti oblika debla, dobivene po metodi Vidakovića (1970). Za 6 pojedinačnih eksperimenata razlike u nasljednosti, izračunate po spomenutim metodama, iznose maksimalno 15%, a u 3 eksperimenta razlike se kreću u granicama između 0 i 2%. To su ujedno i minimalne razlike.

Nasljednost pravnosti odnosno zakriviljenosti debla kreće se u širem rasponu, nego za totalne visine i za totalne promjere za isti klonski materijal. Osobito su minimalne vrijednosti za nasljednost toga svojstva niže nego za visine i promjere, što zavisi o klonovima koji su uključeni u eksperiment. Najviše vrijednosti nasljednosti za pravost u 5 eksperimenta (od 0,73 do 0,86 odnosno od 0,74—0,86) navode nas na zaključak, da u spomenutim klonskim testovima postoji vrlo izražen heterogenitet i s obzirom na oblik debla, odnosno da je oblik debla visoko nasljedno svojstvo kod stablastih vrba. Ta konstatacija slagala bi se s dobivenim rezultatima o nasljednosti za oblik debla kod hibrida *S. matsudana tortuosa* i bijele vrbe te s dobivenim razlikama među klonovima s obzirom na veličinu fototropnosti, ali nije u skladu s relativno velikom fenotipskom nestabilnosti, koju su pokazale hibridne familije na pokusnim plohama »Kutina« i »Opatovac«, odnosno s velikom unutarklonskom varijabilnosti.

Da je oblik debla kod stablastih vrba u jačoj mjeri varijabilno svojstvo u odnosu na totalne promjere, pokazuju i vrijednosti nasljednosti za visine, promjere i oblik debla. Izračunali smo spomenute vrijednosti preko varijanci familija i varijanci klonova za pokusnu plohu »Opatovac« po formuli:

$$h^2 = \frac{s^2 \text{ familija} - s^2 \text{ klonova}}{s^2 \text{ familija}},$$

(familija = 10, klonova = 13 za visine i promjere te 11 za oblik debla). Nasljednost totalnih promjera iznosi 96%, visina 82%, a oblika debla 65%. Nasljednosti, izračunate na taj način podložne su u izvjesnoj mjeri kritici (klonovi i familije nisu rasle na istoj pokusnoj plosi i ne radi se o klonovima iz hibridnih familija na pokusnoj plosi »Opatovac«), no dobiveni rezultati su u svakom slučaju indikativni u tom smislu, što nasljednost za oblik debla ima manju vrijednost od nasljednosti za prsne promjere i totalne visine.

Visoku vrijednost za nasljednost pravnosti debla kod crne topole izračunao je iz klonskih testova Žufa 1969. godine. Ona iznosi od 0,86—0,98, dok se izračunata putem regresije roditelj-potomstvo kretala u granicama od 0,22 do 0,60, a iz half-sib i full-sib testova od 0,40 do 0,98. Dakle i kod crne topole vrijednost za nasljednost oblika debla varira u širokom rasponu od 22% do 98%. To je veći raspon od onoga, koji je dobiven za nasljednost oblika debla kod stablastih vrba (25—86%). Vidačović i Ahsan (1970) kod vrste *Dalbergia sissoo* Roxb. izračunali su nasljednost za oblik debla, koja se kretala u granicama između 42 i 65%. Shelbourne i Stonecypher (1968) su kod vrste *Pinus taeda* izračunali nasljednost za pravost debla u iznosu od 20 i 38%. Gračan (1972) je kod evropskog ariša utvrdio nasljednost u iznosu od 37%. Moglo bi se navesti još dosta eksperimenata, odakle je vidljivo, da veličina nasljednosti za oblik debla varira od vrste do vrste, od pokusa do pokusa te zavisno o starosti biljnog materijala u eksperimentu. Iako vrijednost nasljednosti za oblik debla varira u širokim granicama, većina istraživača je mišljenja, da oblik debla spada u grupu svojstava, koja pokazuju srednje visoki stupanj nasljednosti.

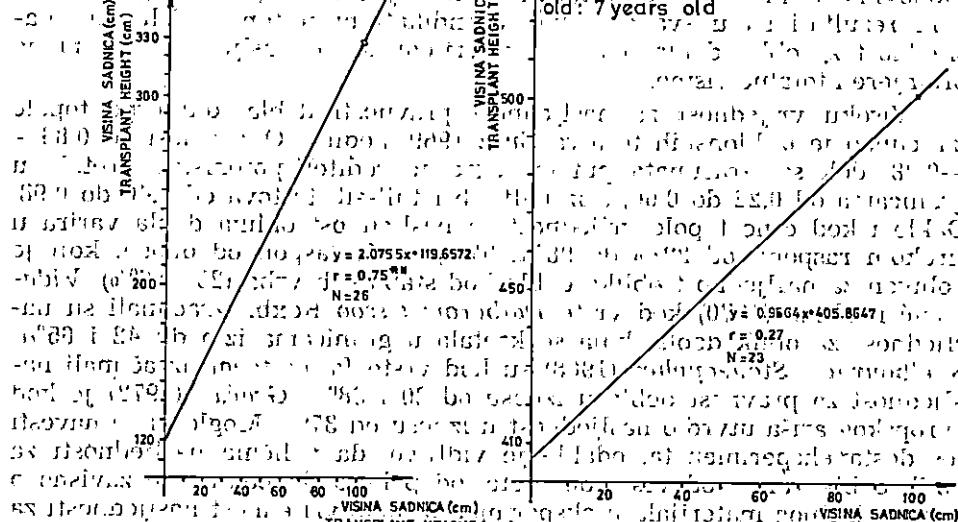
#### 7. Mogućnosti rane dijagnostike bujnosti rasta — Possibilities of an early diagnostics of vigour

U našim istraživanjima pokušali smo utvrditi, kakvi su odnosi između visina hibridnih biljaka u rasadniku, tj. kod starosti od 1 i 2 godine i visina istih familija kod starosti od 7 godina (pokusna ploha »Kutina«).

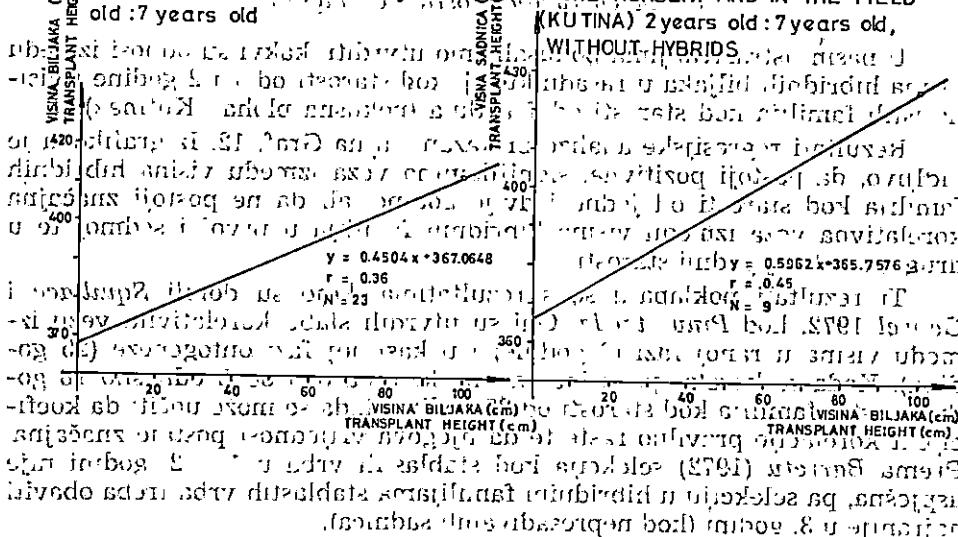
Rezultati regresijske analize prikazani su na Graf. 12. Iz grafikona je vidljivo, da postoji pozitivna, signifikantna veza između visina hibridnih familija kod starosti od jedne i dvije godine, ali da ne postoji značajna korelativna veza između visina hibridnih familija u prvoj i sedmoj te u drugoj i sedmoj godini starosti.

Ti rezultati poklapaju se s rezultatima, koje su dobili Squillace i Gansel 1972, kod *Pinus taeda*. Oni su utvrdili slabu korelativnu vezu između visina u ranoj fazi (3 godine) i u kasnijoj fazi ontogeneze (25 godina). Kada se korelacija visina računa kod starosti od 8 odnosno 18 godina i istih familija kod starosti od 25 godina, tada se može uočiti da koeficijent korelacije pravilno raste te da njegova vrijednost postaje značajna. Prema Barretu (1972) selekcija kod stablastih vrba u 1. i 2. godini nije uspješna, pa selekciju u hibridnim familijama stablastih vrba treba obaviti najranije u 3. godini (kod nepresadičivih sadnica).

REGRESIONA ANALIZA ODNOŠA IZMEĐU VISINA JEDNOGODIŠNJIH I DVOGODIŠNJIH SADNIČAKA U RASADNIKU I NA TERENU (KUTINA) 1god.:7god.-REGRESSION ANALYSIS OF RELATIONS BETWEEN THE HEIGHTS OF ONE-YEAR-OLD AND TWO-YEAR-OLD TRANSPLANTS IN THE NURSERY AND IN THE FIELD (KUTINA) 1 year old: 7 years old



REGRESIONA ANALIZA ODNOŠA IZMEĐU VISINA SADNIČAKA U RASADNIKU I NA TERENU (KUTINA) 2god.:7 god.-REGRESSION ANALYSIS OF RELATIONS BETWEEN THE TRANSPLANT HEIGHTS IN THE NURSERY AND IN THE FIELD(KUTINA) 2 years old:7 years old



S obzirom na dobivene rezultate na našem materijalu te s obzirom na strana iskustva smatramo, da je selekciju u hibridnim familijama te u klonskim testovima moguće s uspjehom obavljati kod minimalne plantažne starosti od 4 godine. U prve 3 godine nakon sadnje razlike među familijama odnosno klonovima nisu u dovoljnoj mjeri izražene.

*8. Preživljavanje bijele i krhkke vrbe te njihovih hibrida na pokusnim pločama — Survival of White and Crack Willows and their hybrids on experimental plots*

Preživljavanje sadnica u terenskim pokusima jedan je od najvažnijih pokazatelja uspijevanja odnosno adaptabilnosti na određene stanišne prilike. Zbog toga se u ovom poglavlju želimo osvrnuti na preživljavanje bijele i krhkke vrbe u odnosu na njihove međuvrsne hibride u klonskim testovima i testovima familija.

Od ukupno 34 klena, koji su pošađeni na pokusnoj ploči »Vrbine«, 10 klonova je imalo preživljavanje 0% (od toga je 7 klonova bilo dravske, 2 klon savske i 1 klon dunavske provenijencije).

Od klonova koji su preživjeli, 7 klonova bijele vrbe dunavske provenijencije imaju u prosjeku preživljavanja 78%, 5 klonova bijele vrbe podravske provenijencije imali su preživljavanje 37%, dva klena bijele vrbe iz Posavine 83%, jedan klon krhkke vrbe 46%, dok su 3 klena hibrida iz Podunavlja imali preživljavanje 84%, 3 klena hibrida iz Podravine 50%, a dva klena hibrida iz Posavine 47%.

Iz izloženoga se vidi, da provenijencija ima jak utjecaj na preživljavanje kako kod bijele vrbe tako i kod hibrida. Klonovi bijele vrbe iz Podunavlja i Posavine pokazali su najbolje rezultate u prirastu, a može se reći da spomenuti klonovi bijele vrbe imaju i najbolje uspijevanje u uvjetima Lonjskog polja.

U klonskom testu »Bušići« klonovi bijele vrbe savske provenijencije imaju preživljavanje 76%, podunavske 55%, dravske 40%, krhkka vrba 82%, hibridi iz Podravine 91% i hibridi iz Posavine 63%, dok su dva klena iz Argentine potpuno propala (*S. humboldtiana* i *S. X euramericana* Ibera).

Na istoj pokusnoj ploči u testu familija najbolje preživljavanje imali su međuvrsni hibridi (84%), zatim unutarvrsni hibridi bijele vrbe (75%), a najslabije jedan klon krhkke vrbe (33%).

U klonском testu »Vratovo« kod plantažne starosti od 3 godine imali su podjednako preživljavanje, više od 80%, svi klonovi bez obzira na vrstu i provenijenciju. Primjećeno je jedino, da pojedini klonovi podravske i podunavske provenijencije imaju dosta suhovrhih sadnica, pa smatramo da će se odnosi vjerojatnosti promijeniti u tijeku ontogeneze, te da plantažna starost od 3 godine nije dovoljno pouzdana za procjenu preživljavanja.

Na pokusnoj ploči »Kutića« u testu hibridnih familija, koji je po-dignut sadnjom sadnica starosti 2/2, jedna familija krhkke vrbe imala je preživljavanje 82%, 8 familija bijele vrbe 72%, 5 familija hibrida, kojih je majka bila bijela vrba podravske provenijencije 44%, 5 familija hibrida, kojih je majka bila posavske provenijencije 53%. Hibridi bijele i krhkke vrbe sa *S. matsudana* i *S. humboldtiana* imali su preživljavanje iz-

među 70—86%. Na dijelu pokusa hibridnih familija, koji je podignut sadnjom sadnica 1/1, unutarvrsni hibridi bijele vrbe imali su preživljavanje 65%, familija krhkog vrba 50%, hibridi bijele i krhkog vrba 75%, dok su hibridi *S. matsudana* × bijela vrba imali postotak preživljavanja 79%, a *S. matsudana* × krhkog vrba 54%.

Na pokusnoj plosi »Opatovac« familije bijele vrbe imale su preživljavanje 97%, hibridi bijele i krhkog vrba 94%, krhka vrba 75% te hibridi *S. matsudana* × bijela vrba 95%, a *S. matsudana* × krhkog vrba kod planatažne starosti od 5 godina 70%.

Iz izloženoga proizlazi, da u uvjetima Lonjskog polja najbolje preživljavanje imaju klonovi bijele vrbe posavske i podunavske provenijencije te pojedini klonovi-hibridi bijele i krhkog vrba. Klonovi bijele vrbe podravskе provenijencije slabo preživljaju u uvjetima Lonjskog polja.

Na pokusnim plohamama u Kutini familije bijele vrbe i krhkog vrba imale su nešto bolje preživljavanje od njihovih hibrida, dok su na pokusnim plohamama »Bušić« hibridi bijele i krhkog vrba pokazali bolje preživljavanje od bijele vrbe.

Na pokusnoj plosi »Opatovac« gdje postoje vrlo povoljni uvjeti za uzgoj stablastih vrba preživljavanje bijele vrbe te hibrida bijele i krhkog vrba je podjednako, a krhka vrba pokazuje nešto slabiji postotak preživljavanja.

Podaci o uspijevanju najboljih familija i klonova bijele vrbe, krhkog vrbe i njihovih hibrida na pokusnim plohamama »Vrbine«, »Kutina« i »Opatovac« prikazani su u Tab. 48.

#### 9. Zaključci — Conclusions

1. Determinacija hibrida bijele i krhkog vrbe moguća je već u prvoj odnosno drugoj godini starosti. Pošto su hibridi  $F_1$  generacije vrlo slični krhkoj vrbi, važno je znati na temelju kojih se svojstava mogu razlikovati hibridi od roditeljskih vrsta.

Bijela vrba ima značajno kraći i uži list te kraću peteljku od hibrida i krhkog vrba. List joj je s donje strane svilenasto dlakav, dok je kod hibrida i krhkog vrba gol. Boja lista kod bijele vrbe s donje strane je bijela-kasta, a s gornje strane svijetlozelena, dok je kod hibrida i krhkog vrba s donje strane svijetlozelena, a s gornje strane tamnozelena. Boja jednogodišnjih izbojaka za vrijeme vegetacijskog mirovanja kod bijele vrbe je tamnocrvena, kod hibrida svijetlocrvena, a kod krhkog vrba maslinasto-zelena. Broj zuba na 2 cm duljine lista kod bijele vrbe značajno je veći nego kod hibrida i krhkog vrba. Palistići su kod hibrida i krhkog vrba relativno veliki, polusrcasti, pilasti, dok su kod bijele vrbe maleni, jedva vidljivi, zašiljeni.

Kod hibrida se plojke lista postupno sužuju prema bazi, pa je zbog toga baza klinasta. Kod krhkog vrba plojka lista se naglo sužuje, pa je baza zaobljena. Na 1 cm od baze plojke hibridi imaju značajno manju širinu od krhkog vrba.

2. Unutarvrsni hibridi bijele vrbe odlikuju se bržim visinskim i debljinskim rastom od međuvrsnih hibrida bijele i krhkog vrba te unutarvrsnih hibrida krhkog vrba. Unutarvrsni hibridi krhkog vrba imaju najslabiji visinski i debljinski rast.

Tab. 48. Uspijevanje čistih vrsta i hibrida autohtonih stablastih vrba — Thriving of pure species and hybrids of autochthonous treelike Willows

	POKUSNA PLOHA — EXPERIMENTAL PLOT											
	„Vrbine”			„Kutina”				„Opatovac”				
	Fizička starost — Physical age: 9 god. — years		Fizička starost — Physical age: 7 god. — years		Fizička starost — Physical age: 7 god. — years		Fizička starost — Physical age: 7 god. — years		Razmaci sadnje — Espacement: 3 × 3 m		Razmaci sadnje — Espacement: 3 × 2 m	
	<i>S. alba</i> (V40)	<i>S. x rubens</i> 102, F <sub>1</sub>	<i>S. frag.</i> (MB13)	<i>S. alba</i> (S131)	<i>S. alba</i> (S110)	<i>S. x rubens</i> S102, F <sub>1</sub>	<i>S. frag.</i> (S101)	<i>S. alba</i> (S131)	<i>S. alba</i> (S110)	<i>S. x rubens</i> S102, F <sub>1</sub>	<i>S. frag.</i> (S101)	
VISINSKI PRIRAST — HEIGHT INCREMENT, m												
Poprečni dojni Mean annual	1.20	0.89	1.00	1.01	1.00	0.74	0.50	1.21	1.07	1.00	0.56	
Tečajni godišnji Current annual (max.)	1.67	1.44	1.82	1.80	1.70	0.95	0.65	2.26	1.90	1.70	0.90	
Totalna visina Total height	10.81	7.99	8.97	7.10	7.00	5.20	3.50	8.50	7.50	7.00	3.90	
DEBLJINSKI PRIRAST — DIAMETER INCREMENT, cm												
Poprečni dojni Mean annual	1.82	1.52	1.39	1.00	0.90	0.71	0.43	1.20	1.01	0.88	0,37	
Tečajni godišnji Current annual (max.)	4.14	3.18	3.14	2.10	1.50	1.10	0.80	2.20	1.90	1.50	0.60	
Prsni promjer Diameter b. h.	16.36	13.73	12.56	7.00	6.30	5.00	3.00	8.40	7.10	6.20	2.60	
VOLUMNI PRIRAST — VOLUME INCREMENT, m <sup>3</sup> /ha												
Poprečni dojni Mean annual	14.33	8.43	7.43	—	—	—	—	—	—	—	—	
Tečajni godišnji Current annual (max.)	42.02	27.59	17.50	—	—	—	—	—	—	—	—	
Totalna masa Total volume	129.00	75.88	66.88	—	—	—	—	—	—	—	—	

3. Međuvrsni hibridi bijele i krhke vrbe približavaju se s obzirom na visinski i debljinski rast unutarvrsnim hibridima bijele vrbe samo onda, kada se uzgajaju na optimalnim staništima (tlo i voda), dok na suboptimalnim staništima postižu dimenzije koje se kreću oko srednje vrijednosti za roditeljske vrste (prosječni roditelj). Ti hibridi imaju malu fenotipsku stabilnost te posjeduju specifične adaptacijske sposobnosti na optimalna staništa.

4. Najveću fenotipsku stabilnost s obzirom na totalne visine, prsne promjere i pravnost debla, pokazuju unutarvrsni hibridi naših autohtonih stablastih vrba *S. alba* L. i *S. fragilis* L., koji posjeduju opću adaptacijsku sposobnost odnosno daju najmanju interakciju genotip  $\times$  okoliš.

5. Od ostalih kombinacija križanja pokazali su se perspektivnima međurasni hibridi bijele vrbe te hibridi bijele vrbe sa *S. sitchensis* i *S. matsudana*. Argentinski klonovi-kultivari pokazali su se neperspektivnima za uzgoj na teškim tlima Posavine.

6. Unutar većine familija postoji vrlo izražen varijabilitet s obzirom na totalne visine i prsne promjere, koji su često puta i dvostruko veći nego u klonskom materijalu sličnog uzrasta, pa smatramo da se i selekcijom plus-varijanata unutar pojedine familije može postići genetska dobit.

7. Izračunate vrijednosti za nasljednost visina (73 do 97%) i promjera (79 do 98%) ukazuju na postojanje visokoga genetskog heterogeniteta u selekcioniranom sadnom materijalu kao i na visok stupanj genetske kontrole.

8. Dobivene razlike s obzirom na frekvencije boja jednogodišnjih izbojaka te značajne razlike u srednjim vrijednostima za totalne visine i pravnost debla među malatima bijele vrbe ukazuju na postojanje genotipskih razlika između subpopulacija, odnosno na proces diferencijacije u smislu nastajanja lokalnih rasa.

9. U prirodnim populacijama bijele vrbe postoji značajna korelacija između boja izbojka i visinskog rasta. Biljke tamnocrvene i crvene boje izbojaka imaju brži visinski rast od biljaka svjetlocrvenih i zelenih izbojaka. Biljke zelene boje izbojaka pokazuju najslabiji rast.

10. Tečajni godišnji visinski i debljinski prirast kod unutarvrsnih hibrida krhke vrbe kulminira u četvrtoj godini plantažne starosti. Međuvrsni hibridi bijele i krhke vrbe pokazuju tendenciju k ranijoj kulminaciji tečajnoga godišnjeg visinskog, debljinskog i volumnog prirasta u odnosu na unutarvrsne hibride bijele vrbe. Ali za većinu familija odnosno klonova međuvrsnih hibrida bijele i krhke vrbe te unutarvrsnih hibrida bijele vrbe kulminacija je tečajnoga godišnjeg visinskog i debljinskog prirasta u petoj godini plantažne starosti. Na pokusnoj plosi »Vrbine« do plantažne starosti od 7 godina tečajni volumni prirast kulminirao je kod većine klonova u kulturi u petoj godini. Unutarvrsni hibridi bijele vrbe imaju najveći volumni prirast, a krhke vrbe najmanji. Međuvrsni hibridi su intermedijarni.

11. Kod stablastih vrba postoje vrlo izražene genotipske razlike s obzirom na veličinu promjene oblika debla, koja nastaje kao rezultat postrane zasjene.

12. Unutarvrsni hibridi bijele vrbe pokazali su najbolju pravnost debla. Od međuvrsnih hibrida najveću pravnost i najveću fenotipsku sta-

bilnost oblika debla pokazali su klonovi-hibridi *S. matsudana tortuosa* × *S. alba* bijela vrba.

13. U pojedinim klonovima može se utvrditi velika širina varijabilnosti pravnosti debla, koja je često puta tolika kao i u hibridnim familijama. To nas navodi na zaključak, da postoje vrlo nestabilni genotipovi za oblik debla, koji uz male razlike u okolišu reagiraju promjenom oblika debla.

14. Uspoređivanjem parametara disperzijske analize, veličine na sljednosti za totalne visine, prsne promjere i oblik debla u hibridnim familijama i klonovima te veličine koeficijenata varijabilnosti u malatima bijele vrbe može se zaključiti, da je kod stablastih vrba oblik debla jače varijabilno svojstvo od totalnih visina i prsnih promjera.

15. Između visina sadnica i vrijednosti oblika debla postoji pozitivna, u većini slučaja nesignifikantna korelativna veza, a između visina sadnica i krivudavosti debla postoji pozitivna visoko signifikantna korelativna veza.

16. Krivudav oblik debla dominantan je u odnosu na pravnost debla. Dobivene proporcije biljaka krivudavoga i pravnog debla u  $F_2$  generaciji te kod test-križanja odgovaraju cijepanju kod monohibridnoga dominantnog nasljeđivanja.

17. Kod hibrida *S. matsudana tortuosa* × *S. alba* prisutnost jednoga dominantnog gena uvjetuje krivudavi rast debla, njegova odsutnost pravno, deblo, a homozigotna kombinacija dominantnih gena uzrokuje letalni učinak.

18. Na osnovi izračunate vrijednosti za nasljednost pravnosti debla (25 do 86%) može se zaključiti, da to svojstvo spada u grupu svojstava srednje visoke do visoke genetske kontrole.

19. Selekciju u familijama stablastih vrba treba obaviti najranije nakon treće vegetacije, odnosno kod presađivanih biljaka nakon četvrte godine plantažne starosti.

20. Unutarvrsni hibridi bijele vrbe posavske i podunavske provenijencije imaju najveću sposobnost preživljavanja u uvjetima poplavnih područja Posavine, a unutarvrsni hibridi bijele vrbe podravske provenijencije najslabiju. Na ostalim područjima Posavine, koja nisu plavljenja, međuvrsni hibridi bijele i krhke vrbe imaju veću ili isto tako visoku sposobnost preživljavanja kao i unutarvrsni hibridi bijele vrbe. Na pokusnoj plosi uz Dunav međuvrsni hibridi bijele i krhke vrbe te unutarvrsni hibridi bijele vrbe imaju podjednako visoko preživljavanje. Unutarvrsni hibridi krhke vrbe na toj pokusnoj plosi najslabije preživljuju.

21. Metode procjene pravnosti debla po Vidakoviću i Žufi pokazale su se kao podjednako upotrebljive kod stablastih vrba.

22. Testiranjem razlika među tretiranjima analizom varijance odnosno t-testom i testom sume rangova dobiveni su analogni rezultati u smislu značajnosti razlika najboljih i najslabijih tretiranja. U onim eksperimentima, gdje smo raspolagali s četiri i više ponavljanja po tretiranju, testom sume rangova dobiveno je isto toliko značajnih razlika među tretiranjima kao i analizom varijance.

## LITERATURA — REFERENCES

1. Allard W. R., Principles of plant breeding, John Wiley, New York 1964.
2. Allard W. R. and Bradshaw A. D., Implications of genotype-environmental interactions in applied plant breeding, *Crop. Sci.*, 4, 1964, 503—508.
3. Alonzo A. E. y Sancho R., Comportamiento de nuevos clones de sauce en el Delta del Paraná, *IDIA-Suplemento Forestal*, 1966, 10—20.
4. Argus G. W., An experimental study of hybridization and pollination in *Salix* (Willow), *Can. J. Bot.*, 52, 1974, 1613—1619.
5. Anić M., Dendrologija (skripta), Zagreb 1948.
6. Bailey Z. H., Manual of cultivated plants, The Macmillan Company, New York 1960.
7. Bailey Z. H., The standard cyclopedia of horticulture, The Macmillan Company, New York 1960.
8. Barnes B. V., Natural variation and delineation of clones of *Populus tremuloides* and *Populus grandidentata* in northern lower Michigan, *Silvae Genet.*, 18, 1969, 4, 130—142.
9. Barret W. H. y P. Rial Alberti, Valor de la selección temprana en progenies de sauces, *IDIA-Suplemento Forestal*, 7, 1972, 3—8.
10. Becker W. A., Manual of procedures in quantitative genetics, State Univ. Press, Pullman, Washington 1967.
11. Bolland G., Ein Frühtest zur Verbesserung der Schaftform der Kiefer, *Arch. Forstw.*, 16, 1967, 6/9, 659—662.
12. Borojević S., Genetika pšenice, otisak iz knjige »Pšenica«, Beograd 1967, 67—102.
13. Borojević S. i Borojević K., Genetika, Savez studenata Poljoprivrednog fakulteta, Novi Sad 1968.
14. Briggs F. N. and Knowles F. P., Introduction to plant breeding, Reinhold Publishing Corporation, New York 1967.
15. Brown A. G., The role of the hybrid in forest tree breeding, *IUFRO Genetics — Joint Symposia*, Tokyo 1972, 12 pp.
16. Bryce J., Cultivation of the Cricket Bat Willow (*Salix alba* var. *coerulea*), *Bull. For. Comm.*, London 1968, 17.
17. Bura D., Akcija za podizanje novih 200.000 ha plantaža topola, *Topola*, 1974, 100—101, 9—14.
18. Burdon R. D., Clonal repeatabilities and clone-site interactions in *Pinus radiata*, *Silvae Genet.*, 20, 1971, 1/2, 33—39.
19. Burley J. and Kemp R. H., International tropical provenance trials and genotype-environment interactions, *IUFRO Genetics, Joint Symposia*, Tokyo 1972, 9 pp.
20. Burton B. V., Natural variation and delineation of clones of *Populus tremuloides* and *P. grandidentata* in Northern Lower Michigan, *Silvae Genet.*, 18, 1969, 4, 130—142.
21. Clausen E. K., Within provenance variation in Yellow Birch, *20th Northeast. Forest Tree Improvement Conf.*, New Hampshire 1973, 90—98.
22. Dekanić I., Utjecaj podzemne vode na pridolazak i uspijevanje šumskog drveća u posavskim šumama kod Lipovljana, *Glasnik za šum. pokuse*, knj. 15, 5—118, Zagreb.
23. Dekanić I., Uspijevanje različitih eurameričkih topola pri jednakom režimu podzemne vode na dravskom aluviju u intenzivnoj kulturi, *Topola*, 1966, 48/49, 2—15.
24. Dekanić I., Utjecaj podzemne vode na uspijevanje *Populus euramericana* f. *mariandica* u šumskim i intenzivnim kulturama na dunavskom i dravskom aluviju kod Osijeka, *Topola*, 1966, 59/60, 5—28.
25. Dekanić I., Utjecaj podzemne vode na uspijevanje *Populus euramericana* cv. *serotina* kod plantažnog uzgoja na spačvanskem području, *Topola*, 1967, 61/64, 65—94.
26. Dekanić I., Dubina podzemne vode i tlo kao važni edafski činioci uspijevanja nekih evroameričkih topola na aluviju Save i Kupe kod Siska, *Šum. List*, 1969, 11/12, 363—386.
27. Dekanić I., Dinamika proizvodnje drva za celulozu nekih evroameričkih topola pri različitom načinu uzgajanja, *Topola*, 1973, 98/99, 43—45.
28. Derr H. J., Longleaf × Slash hybrids at age 7: survival, growth and disease susceptibility, *J. For.*, 64, 1966, 4, 236—239.

29. Dorman K. W., Hereditary variation as the basis for selecting superior forest trees, *For. Serv., U. S. Dep. Agric.*, Asheville 1952, North Carolina, 88 pp.
30. Dyson W. G., Improvement of stem form and branching characteristics in Kenya Cypresses, *2nd World Consult. For. Tree Breed., Washington, D. C.*, FO-FTB-69-3/5, 1969, 1—6.
31. Ehrenberg C. E., Genetic variation in progeny tests of Scots Pine (*Pinus sylvestris* L.), *Stud. For. Suec.*, 1963, 10, 1—135.
32. Ehrenberg C. E., Breeding for high-yielding characters — Stem quality, *2nd FAO/IUFRO World Consult. For. Tree Breed., Washington, FO-FTB-69-3/1*, 1969, 19 pp.
33. Falconer D. S., Introduction to quantitative genetics, The Reynold Press Co., New York 1960.
34. Farmer R. E. Jr. and Wilcox J. R., Preliminary testing of Eastern Cottonwood clones, *Theoretical and Applied Genetics*, 38, 1968, 197—201.
35. Farmer R. E., Variation and inheritance of Eastern Cottonwood growth and wood properties under two soil moisture regimes, *Silvae Genet.*, 19, 1970, 1, 5—8.
36. Faulkner R., Some characters of secondary importance to stem straightness in breeding of conifers, *2nd FAO/IUFRO World Consult. For. Tree Breed., Washington, FO-FTB-69-3/2*, 1969, 11 pp.
37. Fowels H. A., Silvics of forest trees of the United States, *Agriculture Handbook № 271, U. S. Dep. Agric.*, Washington, D. C. 20250, 1965, 649—652.
38. Fröhlich H. J. i Weisgerber H., Mogućnosti i granice gajenja topola u Saveznoj Republici Njemačkoj, *Topola*, 1974, 100/101, 45—48.
39. Fukuhara N., Inheritance of needles discoloration of Sugi (*Cryptomeria japonica* D. Don.), *World Consultation on Forest Genetics and Tree Improvement, FAO-FORGEN 63-1/7*, 1963, 6 pp.
40. Gill C. J., The flooding tolerance of woody species — a review, *For. Abstracts*, 31, 1970, 4, 671—688.
41. Goddard R. E. and Strickland R. K., Crooked stem form in Loblolly Pine, *Silvae Genet.*, 13, 1964, 5, 155—157.
42. Gojković N., Novija istraživanja mikroflore topole i vrbe u Jugoslaviji, *Topola*, 1974, 102, 19—22.
43. Gowen J. W., Heterosis, Hafner Publishing Co., New York 1964.
44. Gračan J., Varijabilnost i nasljednost nekih svojstava evropskog ariša populacije Varaždinbreg (magistarski rad), Zagreb 1972, 121 pp.
45. Gustaffson A. and Mergen F., Some principles of tree cytology and genetics, *Unasylva*, 18, 1964, 2/3, 7—20.
46. Guzina V., Varijabilnost bukovih mladića u odnosu na ugao insercije grana (magistarski rad), Zagreb 1969.
47. Guzina V., Izoenzimi paroksida u genetskim proučavanjima topola, *Genetika*, 6, 1969, 1, 63—68.
48. Hanover J. W. and Barnes E. V., Heritability of height growth in Western White Pine seedlings, *Silvae Genet.*, 18, 1963, 3, 80—82.
49. Hattemer H. H., Estimates of heritability published in forest breeding research, *World Consultation on Forest Genetics and Tree Improvement, FAO-FORGEN 63-2a/3*, 1963, 4 pp.
50. Hattemer H. H., Zwei Indizes aus Blättermerkmalen und ihre Verwendung bei der Identifikation von Schwarzpappelklonen, *Pflanzenzüchtung*, 53, 1965, 4, 371—379.
51. Hattemer H. H. und Seitz F. W., Einige Ergebnisse von Testanbauten mit Aspenhybriden, 2. Kreuzungen der Jahre 1953 und 1958, *Silvae Genet.*, 16, 1967, 1, 6—13.
52. Hattemer H. H., Variation von Baumhöhe, Brusthöhdurchmesser und Mortalität in einer Feldversuchsserie mit Schwarzpappel-Hybridklonen, *Silvae Genet.*, 16, 1967, 5/6, 153—156.
53. Hattemer H. H., Unterscheidung von Pappelklonen, 1. Die Variation einzelner Merkmale, *Silvae Genet.*, 18, 1969, 5/6, 167—172.
54. Herpka I., Postanak i razvoj prirodnih vrba u Podunavlju i Donjoj Podravini, *Topola*, 1963, 36/37, 19—26.
55. Herpka I., Kulture vrba, *Topola*, 1963, 36/37, 33—35.
56. Herpka I., Ekološke i biološke osobine autohtonih topola i vrba u ritskim šumama Podunavlja (doktorska disertacija), *Inst. za topolarstvo, Novi Sad*, 1965.

57. Hocker H. W., Phenotypic variation in height, diameter and volume of Eastern White Pine trees in southeastern New Hampshire selection potential, *19th Northeast. Forest Tree Improvement Conference*, Maine 1972, 51—56.
58. Hollander M. and Wolfe A. D., Nonparametric statistical methods, John Wiley, New York 1973.
59. Horvat I., Šumske zajednice Jugoslavije, *Šum. Enciklop. II*, Jug. leksikogr. zavod, Zagreb 1963, 560—590.
60. Horvat I., Vrbovina, *Šum. Enciklop. II*, Jug. leksikogr. zavod, Zagreb 1963, p. 715.
61. Hunziker J. H., Estudios citogenéticos en »*Salix humboldtiana*« y en sauces híbridos triploides cultivados en la Argentina, *Rev. Inves. agric.*, XII, 1958, 2, Buenos Aires.
62. Hunziker J. H., The origin of the hybrid triploid Willows cultivated in Argentina, *Silvae Genet.*, 11, 1962, 151—153.
63. Joachim H. F. und Lattke H., Über Zusammenhänge zwischen Vegetationsdauer und Höhenwuchsleistung bei Baumweiden und Pappelklonen, *Arch. Forstw.*, 18, 1969, 9/10, 957—961.
64. Johnsson H., Arrangement and design of field experiments in progeny testing, *World Consultation on Forest Genetics and Tree Improvement*, FAO/FORGEN 63-2a/1, 1963, 8 pp.
65. Jokela J. J., Analyses of data from seedling and clonal plantation representing the same 3 natural Illinois populations of *P. deltoides*, 1971 (manuscript).
66. Josephson H. R. and Hair D., The situation and trends for timber in the United States, *Unasylva*, 26, 1971, 105, 2—9.
67. Jovančević M., Primene genetike i selekcije u povećanju proizvodnosti šuma, Beograd 1965.
68. Jovančević M., O povezanosti dendrologije i genetike, *Šumarstvo*, 1973, 7/8, 23—30.
69. Jovančević M., Selekcija i uzgoj šumskog drveća na osnovama njihove spolnosti, *Šum. List*, 1974, 10/11, 395—410.
70. Jovanović B. i Tučović A., Novi hibridi topola dobiveni u 1959. godini, *Šumarstvo*, 1960, 3/4, 137—148.
71. Jovanović B., Dendrologija s osnovama fitocenologije, Naučna knjiga, Beograd 1967.
72. Jovanović B. i Tučović A., *Salicales*, Flora SR Srbije, Srpska akademija nauka i umjetnosti, Beograd 1972, 405—458.
73. Jović D., Selekcija bele vrbe sa proučavanjem njenih bioloških svojstava, Jelen, 5, Beograd 1966.
74. Jović D., Prvi rezultati selekcije bele vrbe (*Salix alba* L.) na području baranjskih šuma, *Topola*, 1967, 61/64, 55—64.
75. Keeling H., Assessment of stem form in clones and progenies of Larch, *Silvae Genet.*, 14, 1965, 115—140.
76. Kimber G., The inheritance of red grain colour in wheat, *Z. Pflanzenzüchtung*, 66, 1971, 151—157.
77. Klepac D., Rast i prirast, Nakladni zavod Znanje, Zagreb 1963.
78. Klepac D., Značenje i uloga šuma u budućnosti, *Šumarstvo*, 1969, 5/6, 25—32.
79. Knight R., The measurement and interpretation of genotype-environment interactions, *Euphytica*, 19, 1970, 225—235.
80. Knight R., The relation between hybrid vigour and genotype-environment interactions, *TAG*, 43, 1973, 7, 311—318.
81. Končlenović N. i Krstinić A., Visinski rast i sadržaj mineralnih tvari u lišću unutarvrsnih i međuvrsnih hibrida bijele i krhke vrbe, *Šum. List*, 1969, 7/8, 229—241.
82. Kopecky F., Breeding of growing deciduous trees in Hungary, *FAO Hungarian National-Committee Forestry and Wood Industry, Experts Committee*, Budapest, 1970.
83. Kovačević P., Kalinić M., Pavlić V. i Bogunović M., Tla gornje Posavine, Institut za pedologiju i tehnologiju tala, Zagreb, 1972.
84. Kovačić Đ. i Krstinić A., Uspijevanje nekih klonova stablastih vrba na čistinama Lonjskog polja, *Šum. List*, 1975, 1/3, 23—53.
85. Kovačić Đ. i Krstinić A., Prilog rješavanju problema pošumljivanja čistina u šumama Posavine, *Savjetovanje o pošumljivanju čistina u šumama Posavine, Kutina*, 1971.

86. Kraus F. J., Estimates of general and specific combining ability for height and rust resistance from single crosses of Slash Pine, *Silvae Genet.*, 22, 1973, 4, 121—123.
87. Kriebel B. H., Namkoong G. and Usanis R. A., Analysis of Genetic variation in 1-, 2- and 3-year-old Eastern White Pine in incomplete diallel cross experiments, *Silvae Genet.*, 21, 1972, 1/2, 1—64.
88. Krstinić A., Prilog razmnožavanju bijele vrbe (*S. alba* L.) iz sjemena, *Topola*, 1964, 42/43, 8—12.
89. Krstinić A. i Vidaković M., Prilog rješavanju problema uzgoja bijele vrbe, *Topola*, 1964, 44, 11—16.
90. Krstinić A., Vegetativno razmnožavanje nekih klonova vrba stablašicā tokom vegetacijske periode, *Šum. List.*, 1965, 5/6, 224—233.
91. Krstinić A., Interspecific hybrids between White Willow (*Salix alba* L.) and Crack Willow (*Salix fragilis* L.), *Šum. List.*, 1966, 1/2, 133—136.
92. Krstinić A., Procjena stupnja nasljednosti visina i promjera za bijelu vrbu (*Salix alba* L.) izračunata iz klonskog testa kod starosti biljaka 1/1, *Šum. List.*, 1967, 1/2, 48—53.
93. Krstinić A., Varijabilnost i nasljednost boje izbojaka kod bijele vrbe (*S. alba* L.) populacija Bakovci i Lipovljani, *Šum. List.*, 1967, 5/6, 205—223.
94. Krstinić A., Varijabilnost i nasljednost visina i broja grana kod bijele vrbe (*S. alba* L.) populacija Bakovci i Lipovljani, *Šum. List.*, 1968, 1/2, 27—49.
95. Krstinić A., Prilog izučavanju nasljedivanja oblika debla kod stablastih vrba, *Šum. List.*, 1969, 1/2, 50—59.
96. Krstinić A., Occurrence of monoecia and hermaphroditism in hybrid Willow (*S. matsudana tortuosa* × *S. alba*), *Int. Poplar Comm.*, 14th Session, Bucharest 1971.
97. Krstinić A. and Vidaković M., Effect of dense planting on the growth of White Willow, *Int. Poplar Comm.*, 14th Session, Bucharest 1971, 8 pp.
98. Krüssmann G., Handbuch der Laubgehölze, Bd. II, Berlin u. Hamburg 1962.
99. Kump M., Genetska istraživanja genusa bastarda *Triticum vulgare* × *Secale cereale*, JAZU, Rad 317, 1959, 97—157.
100. Lattke H., Stand und Perspektiven der Baumweiden-Züchtung, *Arch. Forstw.*, 15, 1966, 27—47.
101. Lattke H., Untersuchungen zur Säureverträglichkeit von Weiden in Wasser-kultur, *Arch. Forstw.*, 18, 1969, 3, 301—309.
102. La Farge T., Relationships among third-, fifth- and fifteenth-year measurements in a study of stand variation of Loblolly Pine in Georgia, *Proceedings of a meeting of the Working party on progeny testing, Georgia Forest Research Council*, 1972, 2—16.
103. Le Clerg E. L., Leonard W. H. and Clark A. G., Field plot technique, Burgess Publishing Company, Minneapolis 1962.
104. Ledin F. T., Genotype × environment interactions in controlled environments. The physiological basis for differential response. *2nd meeting of the Working group on quantitative genetics, Section 22 IUFRO*, Raleigh; North Carolina, published by the Southern For. Exp. Sta., Forest Service, New Orleans, Louisiana, 1970, pp. 90—99.
105. Libby J. W., Clonal selection and an alternative seed orchard scheme, *Silvae Genet.*, 13, 1964, 1/2, 32—40.
106. Little M. T., Correlation and regression, University of California, Agric. Ext. Serv., 1966.
107. Lobašev E. M., Genetika, Izdatel'stvo Leningradskogo universiteta, 1969.
108. Magini E., The heritability of the stem form in *Pinus pinaster* Ait., 2nd FAO/IUFRO World Consult. For. Tree Breed., Washington, FO-FTB-69-3/8, 1969, 8 pp.
109. Malmivaara E., Mikkola I. and Palmberg Ch., The possibilities of Willows in forest tree breeding, *Silva Fennica*, 5, 1971, 1, 11—19.
110. Marinković D., Genetika, Naučna knjiga, Beograd, 1974.
111. Melchior G. H. und Seitz F. W., Einige Ergebnisse bei Testanbauten mit Aspen-hybridien, 1. Kreuzungen des Jahres 1951, *Silvae Genet.*, 15, 1951, 4, 127—133.
112. Mohn C. A. and Randal W. K., Inheritance and correlation of growth characters in *Populus deltoides*, *Silvae Genet.*, 20, 1971, 5/6, 182—184.

113. Morozov J. R., Opredelitel' iv SSSR i ih kul'tura, Izdatel'stvo Lesnaja promyšlennost', Moskva 1966.
114. Mudra A., Statistische Methoden für landwirtschaftliche Versuche, Paul Parey, Berlin 1958.
115. Mutibarić J., Karakteristike vrbovog drveta, njegova eksploracija i upotreba, Topola, 1963, 36/37, 70—85.
116. Nanson A., L'héritabilité et le gain d'origine génétique dans quelques types d'expériences, *Silvae Genet.*, 19, 1970, 4, 113—121.
117. Nikles D. G., Breeding for high-yielding characters growth and yield, 2nd FAO/IUFRO World Consult. For. Tree Breed., Washington, FO-FTB-69-2/1, 1969, 24 pp.
118. Nilsson B., Intraspecific hybridisation and heterosis within *Picea abies*, FAO/FORGEN 63-2b/6, 1963.
119. Orr-Ewing A. L., Inter- and intraspecific crosses in Douglas Fir, *Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco, *Silvae Genet.*, 15, 1966, 4, 121—126.
120. Ortman C., Zur Methodik der künstlichen Samenträgerkultur und Sämlingsanzucht bei *Salix*, Züchter, 1959, 3, 132—137.
121. Panetos K. P., Quality characters in *Populus*, 2nd World Consult. For. Tree Breed., Washington, FO-FTB-63-3/3, 1969, 5 pp.
122. Panley S. S., Performance of some Aspen seed sources and hybrids in Eastern Massachusetts, World Consult. For. Genet. and Tree Improvement, FAO-FORGEN 63-2b/2, 1963, 17 pp.
123. Pedderick L. A., Variation and inheritance of stem form and bark thickness in young Loblolly Pine, *Tech. Rep. Sch. For. Resour. N.C. St. Univ.*, 1970, 41, 44 pp.
124. Pegg R. E., Stem form fertilized Loblolly Pine, *J. For.*, 64, 1966, 19—20.
125. Perry T. O., The inheritance of crooked stem form in Loblolly Pine (*Pinus taeda* L.), *J. For.*, 58, 1960, 12, 943—947.
126. Pintarić K., Prirast u visinu i debljinu ariša raznih provenijencija na oglednoj plohi Balatovo brdo kod Sarajeva, *Festschrift Hans Leibundgut, Beiheft zu Zeitschriften des Schweizerischen Forstvereins*, 46, Zürich 1969.
127. Radoman P., Život i njegova evolucija, Beograd, 1961.
128. Ragonese A. y F. Rial Alberti, Saúces híbridos originados naturalmente en la Republica Argentina, *Rev. Inves. agric.*, XII, 1958, 2, Buenos Aires.
129. Ragonese A. y F. Rial Alberti, Origen de los saúces híbridos cultivados en el Delta del Rio Parana (Argentina), *IDIA-Suplemento Forestal*, 1964, 1—9.
130. Ragonese A. y F. Rial Alberti, Nuevos saúces híbridos forestales obtenidos en la Republica Argentina, *IDIA-Suplemento Forestal*, 1965, 2, 65—74.
131. Ragonese A. y F. Rial Alberti, Cultivo, utilizacion y fitotecnia de saúces en la Republica Argentina, *IDIA-Suplemento Forestal*, 1966, 21—37.
132. Randal W. K. and Mohn C. A., Clone site interaction of Eastern Cottonwood, *Proc. of the 10th Southern Conference on Forest Tree Improvement*, 1969, 89—91.
133. Randal W. K. and Cooper T. D., Predicted genotype gain from Cottonwood clonal tests, *Silvae Genet.*, 22, 1973, 5/6, 165—167.
134. Rauš D., Autohtona i alohtona dendroflora šire okoline Vukovara, *Šum. List.*, 5/6, 1969, 185—209.
135. Rauš D., Vegetacija ritskih šuma slavonskog dijela Podunavlja od Aljmaša do Iloka (habilitacijski rad), Zagreb 1974.
136. Rehder A., Manual of cultivated trees and shrubs hardy in North America, The Macmillan Company, New York 1951.
137. Rehfeldt G. E. and Lester D. T., Specialization and flexibility in genetic systems of forest trees, *Silvae Genet.*, 18, 1969, 4, 118—123.
138. Richardson S. D., Gene pools in forestry and their utilization, FAO Technical Conference on Exploration, Utilization and Conservation of Plant Gene Resources, Roma, 1967, 9 pp.
139. Rieger R. und Michaelis A., Genetisches und cytogenetisches Wörterbuch, Springer-Verlag, Berlin 1958.
140. Righter F. J., Evidence of hybrid vigour in forest trees in: *Tree Growth*, edited by T. T. Kozlowski, Roland Press, New York, 1962, 345—356.
141. Rohmeder E., Experiments of forest tree hybrids in Bavaria from 1936 to 1962, FAO/FORGEN 63-26/1, 1963.

142. Roksandić P., Iskustva, problematika i program daljeg podizanja brzorastućih zasada topola i vrba kod šumskog gospodarstva Osijek, *Topola*, 1974, 102, 35—39.
143. Roksandić P., Duboka sadnja topola na podravsko-podunavskim tlima, *Šum. List*, 1974, 12, 521—528.
144. Schober R., Schafgüte-Arisprache in Lärchen-Provenienzversuchsflächen und Ergebnisse des Lärcheherkunftsversuches Haard in Haltern, *Allg. Forst. u. Jagdztg.*, 140, 1969, 1, 1—12.
145. Schreiner E. J., Maximum genetic improvement of forest trees through synthetic multiclinal hybrid varieties, *NE Forest Tree Improvement Conference (1965), 13th Proceedings*, 1966.
146. Schreiner E. J., Postupak selekcije klonova hibridne topole za gajenje u severo-američkom području Sjedinjenih Američkih Država, *Topola*, 1974, 100/101, 25—30.
147. Shelbourne C. J. A. and Namkoong G., Photogrammetric technique for measuring bole straightness, *Proc. 8th Southern Conference on Forest tree Improvement*, 1966, 131—136.
148. Shelbourne C. J. A., Zobel B. J. and Stonecypher R. W., The inheritance of compression wood and its genetic and phenotypic correlation with six other traits in five-year-old Loblolly Pine, *Silvae Genet.*, 18, 1969, 1/2, 43/47.
149. Shelbourne C. J. A., Breeding for stem straightness in conifers, *2nd FAO/IUFRO World Consult. For. Tree Breed., Washington, FO-FTB-63-3/4*, 1969, 8 pp.
150. Shelbourne C. J. A. and Stonecypher R. W., The inheritance of bole straightness in young Loblolly Pine, *Silvae Genet.*, 20, 1971, 5/6, 151—156.
151. Shelbourne C. J. A., Genotype-environment interaction: its study and its implications in forest tree improvement, *IUFRO Genetics Joint Symposia, Tokyo, 1972*, 28 pp.
152. Shine C. and Panley S. S., Some considerations on the statistical design for provenance and progeny tests in tree improvement programs, *For. Sci.*, 7, 1961, 116—122.
153. Simon M., Erdészeti igeretes fa alakui füzek, I. rész., *Erdészeti Kutatások, Budapest*, 67, 1971, I, 97—129.
154. Siren G., Lampa L. and Sivertsson E., Trädformade Salix-arters produktion, *Institutionen för skogsförnyelse, Rapporter och Uppsatser*, № 51, 1974, 29 pp.
155. Skvortsov A. K., Ivy СССР, Izdatel'stvo »Nauka«, Moskva 1968.
156. Slee M. U., Height and girth growth of Slash Caribbean hybrids in southern Queensland, *2nd World Consult. For. Tree Breed., Washington, FO-FTB-69-2/10*, 1969, 9 pp.
157. Slee M. U., Hybridization of Pines for subtropical and tropical areas: *Pinus elliottii* × *Pinus caribea*, *IUFRO Genetics Joint Symposia, 1972*, 7 pp.
158. Squillace A. E., Genotype-environment interaction in forest trees, *2nd meeting of the Working group on quantitative genetics, Section 22 IUFRO, Raleigh, North Carolina, published by the Southern For. Exp. Sta., Forest service, New Orleans, Louisiana*, 1970, 49—61.
159. Squillace A. E. and Gansel Ch. R., Juvenile-mature correlations in Slash Pine, *Proceedings of a meeting of the Working party on progeny Testing, Georgia Forest Research Council*, 1972, 17—18.
160. Stanley G. R. and Brune A., Physiological problems in relation to forest tree breeding, *IUFRO Genetics Joint Symposia, Tokyo, 1972*, 13 pp.
161. Stebbins G. L. Jr., Variation and evolution in plants, Columbia Univ. Press, New York 1950.
162. Stern K., Population genetics as a basis for selection, heritability, combined ability and progeny testing, *World Consultation on Forest Genetics and Tree Improvement, FAO-FORGEN 63-2a/0*, 1963, 19 pp.
163. Stern K., Neuere Ergebnisse und Entwicklung in Forstgenetik und Forstpflanzenzüchtung, *Allg. Forstzeitschr.*, 26, 1971, 3, 45—50.
164. Stonecypher R. W., The Loblolly Pine heritability study, *Tech. Bull. 5, Int. Paper Co. Bainbridge, Ga.*, 1966, 128 pp.
165. Suda Y. and Argus G. W., Chromosome numbers of some North American *Salix*, *Brittonia*, N. Y., 20, 1968, 191—197.
166. Suda Y. and Argus G. W., Chromosome number of some North American arctic and boreal *Salix*, *Canad. J. Bot.*, 47, 1969, 6, 859—862.

167. Škorić A., Filipovski G. i Čirić M., Klasifikacija tala Jugoslavije, Zavod za pedologiju Poljoprivrednog i Šumarskog fakulteta, Sveučilišta u Zagrebu, 1973.
168. Španović T., Meke i ritske šume u Podunavlju, Šum. List, 1931, 92—123, 157—177.
169. Tavčar A., Osnove genetike, Školska knjiga, Zagreb, 1952.
170. Tigerstedt P. M. A., Entwicklung der genetischen Varianzen des Höhenwachstums in einem Feldversuch mit *Betula verrucosa*, *Silvae Genet.*, 15, 1966, 4, 136—137.
171. Tigerstedt P. M. A., The application of ecological genetics principles to forest tree breeding, *Silvae Genet.*, 23, 1974, 1/3, 62—66.
172. Toda R., Variation and heritability of some quantitative characters in *Cryptomeria*, *Silvae Genet.*, 7, 1958, 3, 87—93.
173. Toda R., Heritability problems in forest genetics, *IUFRO Genetics Joint Symposia*, Tokyo, 1972, 9 pp.
174. Tompa K., Breeding and Production of Willows in Hungary, *FAO Hungarian National Committee, Forestry and Wood Industry, Experts Committee*, Budapest, 1970.
175. Tučović A., Pojava naknadnog cvetanja i dvospolnih cvetova kod oraha (*Juglans regia* L.) pod uticajem mraza, *Glasnik Šumarskog fakulteta u Beogradu*, 1964, 34, 107—114.
176. Tučović A. i Jovanović M., Ispitivanje uticaja samooprašivanja na zametanje, kvalitet plodova i vitalnost jednogodišnjih biljaka veza (*Ulmus effusa* Willd.), Šumarstvo, 1967, 11—12, 21—25.
177. Tučović A., Marković Lj. i Valčić V., Prvi rezultati raznih provenjenčnih testova oraha (*Juglans regia* L.) u Jugoslaviji, *Genetika*, 4, 1972, 2, 229—244.
178. Tučović A., Genetika sa oplemenjivanjem biljaka, Građevinska knjiga, Beograd 1973.
179. Tučović A. i Marković Lj., Genetički prilaz oplemenjivanju oraha na pravnost i prirast stabla, Šumarstvo, 1973, 7/8, 31—34.
180. Tučović A. i Marković Lj., Genetički prilaz oplemenjivanju oraha na pravnost i prirast stabla, *Savjetovanje o aktuelnim problemima oplemenjivanja šumskog drveća*, Debeli Lug, 1973, 18 pp.
181. Tučović A., Uloga oplemenjivanja biljaka u prevođenju biosfere u noosferu, Šum. List, 1974, 10/11, 382—394.
182. Ugrenović A., Tehnologija drva, Zagreb, 1950.
183. Vaclav E., Height increment of birch and alder hybrids, *2nd World Consult. For. Tree Breed.*, Washington, FO-FTB-69-2/11, 1969, 7 pp.
184. Van Buitenen J. R., Application of interspecific hybridization in forest tree breeding, *2nd meeting of the Working group on quantitative genetics, Section 22 IUFRO*, Raleigh, North Carolina, published by the Southern For. Exp. Sta., Forest Service, New Orleans, Louisiana, 1970.
185. Vidaković M., Oblici crnog bora u Jugoslaviji na temelju anatomije iglica, *Glasnik za šumske pokuse*, knj. 13, 1958, 111—248, Zagreb.
186. Vidaković M., Novi prilog oplemenjivanju ariša, Šum. List, 1962, 1/2, 47—62.
187. Vidaković M., Međuvrsno križanje Pančićeve omorike (*Picea omorika* (Pančić) Purkyne) sa sitkanskom smrćom (*Picea sitchensis* (Bong) Carr.), Šumarstvo, 1963, 10/12, 337—342.
188. Vidaković M. i Žufa L., Preservation of the gene pool in natural stands for genetical research, *IUFRO Meeting*, Zagreb, 1965.
189. Vidaković M., The occurrence and meaning of heterosis in hybrids within and between species, *IUFRO*, Sec. 22, *Special Meeting and Excursion in Yugoslavia 1965*, Šum. List, 1966, 1/2, 105—122.
190. Vidaković M., Genetika i uzgoj šuma, Šum. List, 1966, 7/8, 155—160.
191. Vidaković M., Genetika i oplemenjivanje šumskog drveća, Skripta Sveučilišta, Zagreb 1966.
192. Vidaković M., Oplemenjivanje ariša III, Šum. List, 1967, 1/2, 25—36.
193. Vidaković M. and Siddiqui K. M., Heritability of height and diameter growth in Shisham (*Dalbergia sissoo* Roxb.) using one parent progeny test, *Pakistan J. For.*, 18, 1968, 1, 75—94.
194. Vidaković M. and Ashan J., The inheritance of crooked bole in Shisham (*Dalbergia sissoo* Roxb.), *Silvae Genet.*, 19, 1970, 2/3, 94—98.
195. Vidaković M., Neke sugestije za oplemenjivanje šumskog drveća u nas, Šumarstvo, 1970, 5/6, 13—20.

196. Vidaković M. and Krstinić A., Effect of gamma-irradiated pollen on the growth of White Willow (*Salix alba* L.), *Genetika*, 3, 1971, 1, 95—118.
197. Vidaković M., Genetika u oplemenjivanju šumskog drveća, *Genetika*, 3, 1971, 1, 79—93.
198. Vidaković M., Krstinić A. i Harapin M., Neka svojstva hibrida između *Pinus nigra* i *Pinus densiflora*, *Šum. List*, 1971, 3/4, 112—131.
199. Vidaković M., Genetics of European Black Pine (*Pinus nigra* Arn.), *Anali za šumarstvo*, 6, 1974, 67—86.
200. Vidaković M. i Krstinić A., Oplemenjivanje ekonomski važnijih vrsta šumskog drveća jugoistočne Slavonije, *Centar za znanstveni rad Vinkovci, »Zbornik o stotoj obiljetnici šumarstvu jugoistočne Slavonije»*, 1974, 115—134.
201. Vidaković M. i Krstinić A., Rezultati na oplemenjivanju stablastih vrba na području jugoistočne Slavonije, *Simpozij povodom 100-godina znanstvenog i organiziranog pristupa šumarstvu jugoistočne Slavonije, Slav. Brod—Vinkovci*, 1974, 17 pp. (manuskript).
202. Weber E., Genetische, pflanzenzüchterische und baumschultechnische Untersuchungen an Baumweiden, München 1963.
203. Weber E., Genetik der *Salix alba* L., *Anali za šumarstvo*, 6, 1974, 5—25.
204. Wettstein W. V., Zur Technik der künstlichen Kreuzung bei Weiden (*Salix*), Züchter, 1929, 4.
205. Wright J. W. and Freeland F. D., Plot size and experimental efficiency in forest genetic research, *Michigan State Univ., Dept. Forestry, Agric. Exp. Sta., Tech. Bull.* 280, 1960.
206. Wright J. W., Genetics of forest tree improvement, FAO Rome 1962.
207. Wright J. W., The design of field tests, *FAO/FORGEN 63-3/1*, 1963.
208. Wright J. W., Hybridization between species and races, *World Consultation on Forest Genetics and Tree Improvement, FAO/FORGEN 63-2b/0*, 1963, 15 pp.
209. Wright J. W., Hybridization between species and races, *Unasylva*, 18, 1964, 2/3, 30—39.
210. Wright J. W. y Barrett G. H. W., Un diseño experimental para un plan de mejoramiento de sauces y álamos, *IDIA-Suplemento Forestal*, 1966, 1—9.
211. Zobel B., Stonecypher R. W. and Browner C., Inheritance of spiral grain in young Loblolly Pine, *For. Sci.*, 14, 1969, 4, 376—379.
212. Zuffa L., The genetics of *Populus nigra* L., *Anali za šumarstvo*, 6, 1974, 29—53.
213. Žufa L., The heritability of the stem form of Black Poplar (*Populus nigra* L.), *2nd FAO/IUFRO World Consult. For. Tree Breed., Washington, FO-FTB-69-3/8*, 1969, 8 pp.
214. Žufa L., Proizvodnja sadnica vrba stablašica, *Topola*, 1963, 36/37, 28—32.
215. Žufa L., Glavne vrste vrba, njihovo rasprostranjenje i stanište, *Topola*, 1963, 36/37, 3—18.
216. Žufa L., Oplemenjivanje i selekcija vrba, *Topola*, 1963, 36/37, 35—46.
217. Žufa L., Drvna masa i prirast bele vrbe u prirodnim formacijama severnog Podunavlja i Donje Podravine, *Topola*, 1963, 36/37, 63—70.
218. Žufa L., Šumarska enciklopedija II, *Jug. leksikogr. zavod*, Zagreb, 1963, 711—715.
219. Žufa L., Prilog proučavanju nasljednosti oblika debla eurameričkih hibrida topola, *Topola*, 9, 1965, 52/54, 28—31.
220. Žufa L., Zapažanja hibridizacije vrba stablašica, *Topola*, 1967, 61/64, 37—53.
221. Žufa L., The heritability of the stem form of black poplar (*Populus nigra* L.), *2nd FAO/IUFRO World Consult. For. Tree Breed., Washington, FO-FTB-69-3/7*, 1969, 12 pp.
222. Žufa L., Varijabilnost i naslednost pravnosti stabla crne topole srednjeg Podunavlja, *Radovi Instituta za topolarstvo, Novi Sad*, 1969.
223. \*\*\*, Munsell color charts for plant tissues, Munsell Color Company Inc., 1963.
224. \*\*\*, Summaries for papers presented to the quantitative genetics working group — Section 22 — IUFRO meeting to be held at North Carolina State University, *Silvae Genet.*, 18, 1969, 5/6, 194—197.
225. \*\*\*, Uticaj topola i vrba zasadjenih u blizini obrambenih nasipa za sigurnost nasipa od poplava, *Topola*, 1970, 81/82, 18—20.
226. \*\*\*, Podaci Hidrometeorološkog zavoda SR Hrvatske, Zagreb 1975.

## SUMMARY

Variability of the growth vigour and of the stem straightness in hybrids of White and Crack Willow was studied through planned tests of the vegetative and generative progenies in which different clones and families in the same localities and the same families in different environments were tested. This method of studying the variability makes possible a segregation of the heritable from the nonheritable variability and a quantification of parts of the total variability related to the genetic and environmental variabilities.

The characters dealt with in the work were the following: total heights, diameters b. h. (viz. main variables determining the tree volume and growth vigour) and stem straightness. The variability of the mentioned characters was also studied in young reproductions of White Willows in the valleys of the Danube, Tisza and Drava.

For the characters studied also the heritability in a broader sense was computed.

In the work are discussed: flowering and fructification, technique of controlled hybridization, raising of plants from seeds, variability and heritability of the size of the reproductive organs, variability of the colour of one-year shoots, relation between the colour of shoots and total heights, determination of the hybrid plants in the early phase of ontogenesis, relation between the total heights and stem form, between the stem form values obtained according to different methods of estimate, between the stem form and phototropism, the problem of genotype  $\times$  environment interaction, the problem of efficiency of the selection in different stages of the ontogenesis and the problem of survival.

Testing of differences between the treatments was performed through variance analysis and the test of the sum of ranks. For the study of the variability within the families and clones the dispersion analysis was used. Processing of data was performed by electronic computer.

The aim of these investigations is to establish which are the prospects of improvement of autochthonous arborescent Willows by way of intraspecific and interspecific hybridization in respect of the growth vigour and stem form, what the range of variation of the mentioned characters within and between individual families is, what the degree of the genetic control of these characters is, how the change of environment affects the phenotypic stability of the investigated characters and, whether there exist between White Willow populations in the Drava, Sava, Danube and Tisza Valleys genotypic differences which should point out to a process of differentiation, i. e., to a process of the generation of the local races.

The most significant conclusions of the work are the following:

1. Determination of hybrids between White Willow and Crack Willow is possible in the first and second years of age already. Because hybrids of the  $F_1$ -generation are very similar to Crack Willow, it is important to know by what characters it is possible to distinguish hybrids from parental species.

White Willow possesses a significantly shorter and narrower leaf, and a shorter petiole than hybrids and Crack Willow. The leaf on the underside is silky pilose, whereas in hybrids and in Crack Willow it is naked. The colour of the leaf in White Willow is whitish on the underside, and light green on the upper side, while in hybrids and in Crack Willow it is light green in colour on the underside, and dark green on the upper side. The colour of one-year-old shoots during the rest period in White Willow is dark red, in hybrids light red, and in Crack Willow olive green. The number of teeth per 2cm-length of the leaf in White Willow is significantly greater than in hybrids and in Crack Willow. Stipules in hybrids and Crack Willow are relatively large, half-hearth-shaped and serrate, while in White Willow they are small, hardly visible and sharply pointed.

In hybrids the leaf blade becomes gradually narrower towards the base, and therefore the base is wedge-shaped. At 1cm-distance from the base of the blade, hybrids exhibit a significantly smaller width than Crack Willow.

2. Intraspecific hybrids of White Willow are distinct by a faster height and diameter growth than interspecific hybrids of White Willow and Crack Willow or intraspecific hybrids of Crack Willow. Intraspecific hybrids of Crack Willow exhibit the poorest height and diameter increments.

3. Interspecific hybrids of White and Crack Willows approach in respect of height and diameter growth the intraspecific hybrids of White Willow only when they are grown on optimal sites (soil and water), while on suboptimal sites they achieve dimensions ranging around the mean value for the parent species (average parent). These hybrids exhibit low phenotypic stability and possess specific adaptabilities to optimal sites.

4. The highest phenotypic stability in respect of total heights, diameters b. h. and stem straightness is exhibited by the intraspecific hybrids of our autochthonous treelike Willows *S. alba* L. and *S. fragilis* L., which possess a general adaptability and produce the poorest genotype × environment interaction.

5. Of other crossing combinations the interracial hybrids of White Willow and the hybrids of White Willow with *S. sitchensis* and *S. matsudana* have proved to be promising. Argentine clone-cultivars proved unpromising for cultivation on heavy-textured soils of the Sava Basin.

6. Within the majority of families there exists a very marked variability which, in respect of the total heights and diameters b. h., is frequently even twice as great as in the clonal material of similar growth, so that the author considers it possible to achieve a genetic gain also through the selection of plus variants within a certain definite family.

7. The computed values for the heritability of heights (73—97%) and diameters (79—98%) suggest the existence of a high genetic heterogeneity in the planting stock selected, and also a high degree of genetic control.

8. The obtained differences with respect to the frequencies of colours of one-year-old shoots and significant differences in the mean values of the total heights and stem straightness between young natural reproduc-

tions of White Willow suggest the existence of genotypic differences among the subpopulations, i. e., a process of differentiation in the sense of formation of local races.

9. In natural populations of White Willow there exists significant correlation between the colour of the shoot and the height growth. Plants with shoots dark red and red in colour exhibit a faster height growth than plants with shoots light red and green in colour. Plants with shoots green in colour exhibit the poorest height growth.

10. Current annual height and diameter increments in intraspecific hybrids of Crack Willow culminate in the 4th year of plantation age. Interspecific hybrids of White and Crack Willows show a tendency towards earlier culmination of the current annual height, diameter and volume increments as compared to intraspecific hybrids of White Willow. However, for the majority of families and clones of interspecific hybrids of White Willow the culmination of the current annual height and diameter increments occurs in the 5th year of plantation age. The current annual volume increment on the experimental plot "Vrbine" up to the plantation age of 7 years culminated in the majority of clones in culture in the 5th year. Intraspecific hybrids of White Willow possess the highest volume increment, and those of Crack Willow the lowest. Interspecific hybrids are intermediate.

11. In treelike Willows there exist very marked genotypic differences with respect to the magnitude of change of the stem form occurring as a result of side shading.

12. Intraspecific hybrids of White Willow exhibited the best stem straightness. Of interspecific hybrids of White Willow the greatest straightness and the highest phenotypic stability were demonstrated by clones-hybrids of *S. matsudana tortuosa*  $\times$  autochthonous White Willow.

13. In individual clones a great range of variability may be noted, which frequently is as great as in hybrid families. This prompted the author to conclude that there exist very unstable genotypes for the stem form which, given the small differences in the environment, react with a change of the stem form.

14. By comparing the parameters of dispersion analysis, the magnitudes of heritability for total heights, the diameters b. h. and stem form in hybrid families and clones, as well as the magnitudes of variability coefficients in young natural reproductions of White Willow, it may be concluded that in treelike Willows the stem form is a much more variable character than the total heights and diameters b. h.

15. Between the heights of plants and the value of stem form there exists in the majority of cases a non-significant correlative connection, while between the heights of plants and stem crookedness there exists a positive highly significantly correlative connection.

16. The crooked form of the stem is dominant in relation to stem straightness. The obtained proportions of plants of the crooked and straight stems, both in the  $F_2$ -generation and in the test of crossings, correspond to the segregation in the monohybrid dominant heritability.

17. In hybrids *S. matsudana tortuosa*  $\times$  *S. alba* the presence of one dominant gene conditions a crooked growth of stem, its absence con-

ditions a straight stem, while a homozygous combination of dominant genes causes a lethal effect.

18. On the basis of the computed value for heritability for stem straightness (25—86%) it may be concluded that this character belongs in the group of characters of medium high to high genetic control.

19. Selection in families of treelike Willows ought to be carried out at the earliest after the 3rd growing period, or, in transplanted plants, after the 4th year of plantation age.

20. Intraspecific hybrids of White Willow of the provenances of the Sava and Danube Basins possess the highest survival ability under conditions of flooded regions of the Sava Basin, while intraspecific hybrids of White Willow of the Drava Basin provenances exhibit the lowest survival. In other localities of the Sava Basin, which are not flooded, interspecific hybrids of White and Crack Willows possess a higher or an equal survival ability as the intraspecific hybrids of White Willows. On the experimental plot along the Danube interspecific hybrids of White and Crack Willows and intraspecific hybrids of White Willow possess an equally high survival rate. Intraspecific hybrids of Crack Willow on this experimental plot exhibit the lowest survival rate.

21. The estimating methods for stem straightness after Vidaković and Žufa have proved equally usable in treelike Willows.

22. Through testing differences between the treatments by variance analysis, by the t-test and the test of the sum of ranks were obtained analogous results in the sense of the significance of results of the best and poorest treatments. In experiments in which 4 or more replications per treatment were available an equal number of significant differences were obtained between the treatments as by way of variance.

For use in forestry practice were given the clonally propagated plus variants from the best hybrid families, as well as the best clones of White Willow from our natural populations.

S A D R Ž A J  
(SUMMARIUM)

*Dr Duro Rauš:*

Vegetacija ritskih šuma dijela Podunavlja od Aljmaša do Iloka . . . . .	5
Die Vegetation der Auenwälder eines Teils des Donaugebietes zwischen Aljmaš und Ilok . . . . .	71

*Dr Božidar Petrić:*

Varijacije nominalne volumne težine ranoga i kasnog drva bijele borovine ( <i>Pinus sylvestris</i> L.) . . . . .	77
Variations of the nominal density of early- and late-wood of Scots Pine ( <i>Pinus sylvestris</i> L.) . . . . .	100

*Dr Ante Krstinić:*

Varijabilnost bujnosti rasta i pravnosti debla hibrida bijele vrbe ( <i>Salix alba</i> L.) i krhke vrbe ( <i>Salix fragilis</i> L.) . . . . .	103
Variability of growth vigour and stem straightness of the hybrids of White Willow ( <i>Salix alba</i> L.) and Crack Willow ( <i>Salix fragilis</i> L.) . . . . .	242

