

KARAHASANOVIĆ A.:

**TEHNIČKA SVOJSTVA BOSANSKE PRAŠUMSKE JELOVINE**

## PREDGOVOR

Na području Bosne nalaze se ostaci prašumskih tipova šuma, od kojih su neki danas izdvojeni kao prašumski rezervati. Ovi rezervati su izdvojeni zato da se još izvjesno vrijeme očuva iskonsko stanje tih područja, što bi omogućilo detaljnija istraživanja svih faktora koji djeluju na šumu u toku njenog života, a i zato da se ispita kako pojedini faktori i njihov skup djeluju na razvoj i opstanak šume te na osobine njenih jedinki — dozrelih stabala. Stvaranjem ovakve osnove otpočela su istraživanja izdvojenih rezervata u raznim smjerovima.

Prijedlog autora da se ispitaju tehnička svojstva jelovine iz ovih prašumskih područja dat je na osnovu konsultacija sa inž. B. Begovićem i dr inž. P. Fukarekom, profesorima Šumarskog fakulteta u Sarajevu, nakon čega su dr A. Ugrenović i dr inž. I. Horvat, profesori Poljoprivredno-šumarskog fakulteta u Zagrebu, prihvatili predloženu koncepciju, usvojili predmet istraživanja kao aktuelan i značajan prilog poznavanju tehničkih osobina domaćih vrsta drveta.

Ovaj rad, koji se objavljuje u skraćenom obimu, rađen je kao doktorska disertacija, koja je prihvaćena od Fakultetskog vijeća Poljoprivredno-šumarskog fakulteta u Zagrebu na sjednici od 28. juna 1956. godine a odbranjena 28. XI. 1958. godine na istom Fakultetu pred Komisijom koju su sačinjavali dr inž. I. Horvat, dr inž. R. Benić i dr inž. J. Krpan, profesori Poljoprivredno-šumarskog fakulteta u Zagrebu i dr inž. P. Fukarek, profesor Šumarskog fakulteta u Sarajevu.

Rad je obuhvatio istraživanja glavnih tehničkih svojstava jelovine u dobi dozrelosti za sječu, za koju je uzeta osnovica promjer stabla u prsnoj visini sa intervalom između 44—52 cm.

Rad nije obuhvatio najdeblja stabla koja se po strukturi sastoje obično smatraju tipičnim za prašumu, iako su rezultati istraživanja dali karakteristike prašumskih stabala kojima se mogu obuhvatiti i stabla manjih i većih prsnih promjera ispitanih tipova šuma. Ispitivanje najdebljih stabala moglo bi da bude predmet posebnog rada.

Istraživanje stabala većih prsnih promjera u postavljenom obimu i metodu rada bilo bi znatno otežano zato što su ispitivana prašumska područja besputna i udaljena od saobraćajnica, te bi iznošenje glomaznih trupčića bilo nemoguće obaviti konjima, kao jedinim transportnim sredstvom tih područja.

Dr inž. I. Horvatu koji mi je pružao punu pomoć pri obradi ovoga rada, dajući osnovne smjernice za izbor materijala, vršenje opita i razradu rezultata istraživanja, dugujem posebnu zahvalnost.

## 1. U V O D

Tokom novijeg doba iz šumskih područja Evrope uglavnom je nestalo čistih prirodnih šuma. One su ustupile mjesto kulturnim i više-manje gospodarskim šumama. Posljednje ostatke prirodnih šuma koje nisu pretrpjele bitne uticaje čovjeka, kojih u ograničenom obimu još ima u južnim i jugoistočnim dijelovima evropskog kontinenta, obično nazivamo prašumama.

Prašumom smatra Rubner (29) onu šumu za koju se zna da od pamtivijeka nije bila uznemiravana ljudskom rukom, da je prirodno nastala, pošumljena od starih, visoko stršećih stabala raznih vrsta drveta, u kojoj na zemlji trunu izumiruća stabla. Slične karakteristike jugoistočnoevropskoj prašumi daje Fröhlich (9), dodajući da se ona sastoji iz svih debljinskih i dobnih razreda stabala, dok joj Tschermak (37) pripisuje uglavnom približno jednodobnu strukturu pretežno jačih debljinskih razreda.

S obzirom na protekle ratove, raširenu potrebu i smisao za lov, kao i s obzirom na prilično gustu naseljenost Evrope, teško bi bilo u današnje vrijeme isključiti manji ili veći uticaj čovjeka na bilo koju šumu na području Evrope, tim više što evropske prašume nisu guste neprohodnosti, koja je karakteristična za prašume tropskih područja. Postoje, međutim, izvjesni šumski kompleksi jugoistočne Evrope za čije se šume mogu uticati čovjeka zanemariti zbog njihovog vrlo ograničenog obima i intenziteta.

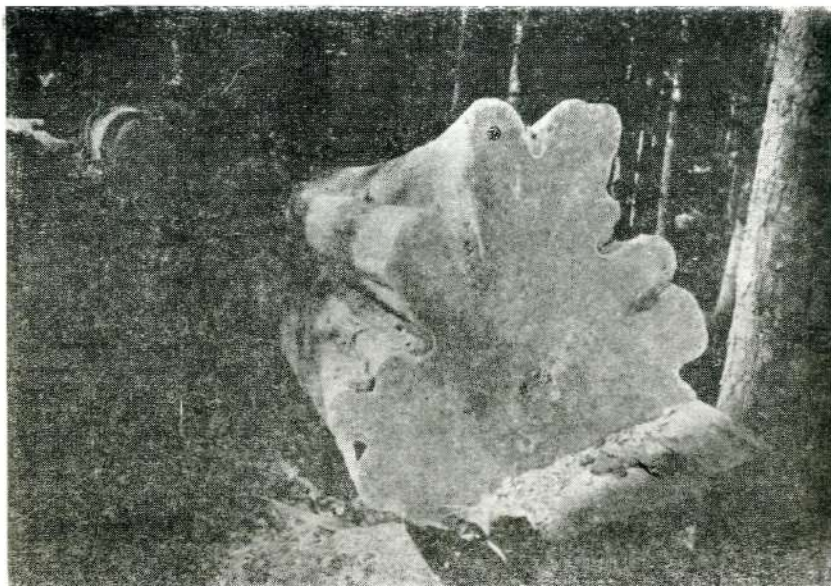
Imajući ovo u vidu, možemo reći da na jugoistoku Evrope postoje još izvjesni prašumski predjeli šuma, iako samo kao ostaci. Nekoliko takvih područja ima i na području Bosne i Hercegovine.

Ovakva područja, pored velikog broja »divovskih stabala«, obiluju nizom modifikovanih stabala i debala (Sl. 1, 2, 3).

Obim istraživanja evropskih prašuma nije bio velik niti dovoljan da bismo danas imali sigurne podatke o životnim uslovima pod kojima se šuma razvijala, a još manje ima tehnoloških podataka o stablima i drvetu iz takvih šuma. Da bi se ispitivanja mogla dopuniti, bilo je u opštem interesu našeg i evropskog šumarstva da se izdvoje postojeći prašumski rezervati. Svrha izdvajanja je u tome da se još za izvjesni period vremena osiguraju mogućnosti za temeljna ispitivanja svih uticajnih faktora u prirodnoj šumi, kako bi se uporedbom sa kulturnim šumama mogle poduzeti najpovoljnije mjere i načini gospodarenja u današnjim postojećim šumama. Prema Rubner-u (28), za proučava-



nje su osobito važne prašume jugoistočne Evrope sa smrčom, jelom i bukvom, koje sa biljnogeografskog stanovišta imaju slične uslove sa ostalim evropskim šumama.



Sl. 1 Razgranato žilište prašumskog stabla (orig.)



Sl. 2 Debeli trupac prašumskog stabla (orig.)



Sl. 2 Reljefna rebra na prašumskom stablu (orig.)

Najtipičniji dijelovi naših prašumskih područja za koje se konstatovalo da od davnina postoje kao takvi, te da se u njima ne nalaze u vidljivoj mjeri uticaji čovjeka, izdvojeni su u Bosni u 3 prašumska rezervata: Perućica, Lom i Janj.

U navedenim prašumskim rezervatima prevladavaju šume jele i bukve sa smrčom (*Abieto—Fagetum*) u širokom rasponu subasocijacija i



razvojnih stadija. Na mnogim površinama nalaze se i čiste smrčeve sastojine (*Picea subalpina*), ali one svojim učešćem u izdvojenim prašumskim rezervatima nemaju veliko značenje.

Najtipičnija prašumska vrsta drveta je jela (*Abies pectinata* Mill.). Dr. G. Escherich (prema Fröhlich-u (9) pridaje jeli među četinarima nekadašnjih prašuma glavnu ulogu. Dimitz (6), isto tako, daje po značenju jeli u prašumama Bosne prvo, a smrči drugo mjesto. U zajednicama jele i bukve sa smrčom jela se pojavljuje obilnije i brojnije od smrče (tabela 1).

Tabela 1

Taksacioni elementi oglednih površina (prema Driniću)

Ogledna površina	Broj stabala po 1 ha			Zapremina m <sup>3</sup> /ha			Rezervat
	jela	smrča	bukva	jela	smrča	bukva	
1	266	81	61	654	640	59	Peručica
2	331	40	99	814	96	201	
3	287	88	59	466	361	106	
4	285	55	195	839	100	71	
8	165	80	122	609	229	63	Janj
9	171	178	212	398	396	79	
13	128	98	221	375	322	76	Lom
14	186	55	282	232	55	112	

Ovakvo njeno učešće je uslovljeno njenim osobinama da dobro podnosi zasjenu, kao i time što se, oslobođena zasjene, i u kasnoj dobi naglo oporavlja i otpočinje normalan debljinski i visinski prirast.

Jači udio jelovine u našim prašumskim rezervatima, njena tipičnost za ove vrste prašuma, kao i činjenica da je jelovina vrlo malo ispitivana i stavljena u prvi plan istraživanja (Ugrenović lit. 38), bili su odlučujući za izbor jelovine kao predmeta istraživanja u ovome okviru.

Areal jele (*Abies pectinata* Mill.), prema Pavariju (27), (sl. 4) relativno je uzak; uglavnom zahvata centralnu Evropu, i to planinske predjele Apeninskog i Balkanskog poluostrva, prostirući se vijencem Alpa i Karpata i njima susjednih planinskih područja. U Bosni i Hercegovini šume sa jelom (sl. 5) zauzimaju centralne planinske predjele između golog krša, sa južne strane, i nizinskih područja sa sjeverne strane Bosne i Hercegovine.

Područja u kojima je jelovina istražena s obzirom na položaj mogu se smatrati njenim optimumom. Nadmorske visine ploha sa kojih je birana jela nalaze se između 1200 i 1700 metara. To su istovremeno i nadmorske visine na kojima se nalaze izdvojeni prašumski rezervati.

Na području Bosne i Hercegovine jela se javlja uglavnom u zajednicama sa bukvom i sa smrčom te su takve zajednice obuhvaćene istraživanjima u prašumskim rezervatima. Šume jele i bukve, prema Matiću (25), zauzimaju 23,1%, a šume smrče i jele zauzimaju 7,2% ukupne obrasle šumske površine Bosne i Hercegovine.

Mnogi autori su proučavali, opisivali i analizirali prašumska područja jugoistočne Evrope, tretirajući uglavnom stanje tih šuma prema okularnim ocjenama i pojedinačnim mjerenjima. U novije vrijeme postoje i detaljnija istraživanja, no sva se ona odnose uglavnom na strukturu i ekologiju tih šuma. Dimitz je prilikom dvomjesečnog poluslužbenog boravka u Bosni i Hercegovini, 1903. godine, upoznao glavna šumska područja i prikupio niz podataka koje je obradio u svojoj knjizi (6). Pored niza podataka o drvnim zalihama, procjeni prirasta i sl., on konstatuje da je jela često u dobi od 50 do 170 godina potištena. Istovremeno on navodi da jela ne dostiže značajniju visinu, ali dostiže veliku starost i promjer, te daje primjer jednog posječenog stabla dužine 50 m, prsnog promjera 137 cm, srednjeg promjera 93 cm i sadržaja 30 m<sup>3</sup>.



Sl. 4 Areal jela (A. Pavari po T. Schmucker-u)

Jedno prašumsko stablo jele koje je bez kore imalo zapreminu 44,17 m<sup>3</sup> opisuje F u k a r e k (10).

Međutim, nisu rijetka stabla i sa većim prečnikom i zapreminom (9).

T s c h e r m a k (37) analizira tipove sastojina u prašumi i količinu glavnih vrsta drveta, osvrćući se na mnoge primjere bosanskih prašuma. K u š a n (23) još 1923. godine opisuje prašume na području Bosne i Hercegovine, koje su velikim dijelom prezrele. U njima preovladavaju starodobni razredi, a sam razmjer razreda je vrlo nejednak. B e r n h a r d (3) analizira mogućnosti prevođenja prašuma u gospodarske šume kao vrlo delikatno pitanje s obzirom na veliko učešće debljih razreda, koje bi trebalo oprezno i postepeno uklanjati. F r ö h l i c h (9) u svojoj knjizi iznosi



mnoge sastojinske analize sa taksacionim elementima probnih ploha. Prema njemu, divovska stabla prašumske jele dostižu 150—200 cm prsnog promjera, 48—58 m visine i 25—35 m<sup>3</sup> zapremine. U jednom slučaju je zapremina stabla bila 58 m<sup>3</sup>. Drinić (7) daje taksacione elemente bosanskih prašumskih područja u današnjem stanju.

O upotrebnim osobinama drveta iz prašuma ima malo podataka; o tome postoje i oprečna mišljenja, koja su, doduše, pretežno zasnovana na iskustvu.



Sl. 5

Jelovina je uopšte malo ispitivana; većina podataka o njoj općeniti su podaci za smrču i jelu. Ona najčešće i dolazi u upotrebu miješana sa smrčom. Znatno više su ispitivani smrča, bor i ariš. Razlog leži u tome što je areal jelovine mnogo uži i još više zato što je znatno manji procenat jele u šumama zemalja u kojima se istraživački radovi o drvetu odavno vrše. I u tom slučaju je jelovina došla u drugi red. Ne samo za jelovinu nego i za druge naše četinare bili smo do najnovijeg vremena prisiljeni usvajati strane podatke o našim vrstama ili se za naše vrste koristiti rezultatima istih vrsta iz stranih šuma.



Prema Trendelenburgu (36), jelovina istih staništa za 3—10% lakša je od smrčevine, pa i kad se radi o drugim vrstama smrča i jela, kao što se vidi iz tabele 2.

**Tabela 2**

**Jelovina i smrčevina istih staništa (prerađeno po Trendelenburgu)**

Stanište	Autor	Volumna težina (to) g/cm <sup>3</sup>	
		Jela	Smrča
Švajcarska: Toppwald	Burger, 1951, 1952.	0,426	0,443
Bavarska: Freising	Bertog, 1895.	0,447	0,469
Thüringen: Schleusingen	Schwappach, 1898.	0,435	0,476
Japan: Hokkaido	Ohsawa, 1930.	0,360	0,386
Japan: Horo	Yazawa, 1936.	0,365	0,438

Prema istom autoru, jelovina se uteže nešto jače od smrčevine. Najčešće, udio zone kasnog drveta jelovine je između 15% i 30%. Udio kore je oko 10%, ali taj udio raste u starosti zbog većeg stvaranja luba.

Prema Vintila-u (41), manja težina jelovine prema smrčevini temelji se na manjoj težini njenog kasnog drveta.

Tabela volumnih težina (To) kasnog drveta

duglasija	0,837
bor	0,830
ariš	1,040
jela	0,625

Manja težina kasnog drveta jelovine objašnjava se time što jelovina ima u ranom i kasnom drvetu manje drvene tvari, odnosno više pora po jedinici volumena.

U sirovom stanju jelovina ima veću volumnu težinu nego smrča, što je posljedica većeg sadržaja vlage (Trendelenburg). Osobito je to ispoljeno na jeli sa mokrom srži [Michels (26)]. Volumni udio kore je 7,9 — 10,5%. Ovi rezultati su dobijeni na jelama do 80 godina starosti.

Opšti podaci o jelovini, prema Kollmannu (21), izneseni su u posebnoj komparativnoj tabeli sa istraženim svojstvima. Ovi podaci se odnose na jelovinu raznih gospodarskih šuma stranog porijekla. Istraživanje bosanske prašumske jelovine su pospješili aktuelni problemi, od kojih ćemo najvažnije napomenuti u produžetku.

1. Koncem prošlog i početkom ovog stoljeća najveći dio šuma Bosne bio je prašumskog tipa, sa manje ili više pretrpljenog uticaja od strane čovjeka. Na toj osnovi je i većina danas dozrelih stabala za sječu pra-

šumskog porijekla. Zbog ovoga za iskorišćavanje šuma je od značaja da se upoznaju tehnička svojstva i upotrebljivost takvog drveta.

2. U bosanskim šumama jelovina ima u sklopu četinara veći dio drvene mase, pa iako u gotovim proizvodima dolazi zajedno sa smrčom, važno je tačnije poznavati njena svojstva. Rezultati ispitivanja svojstava prašumske jelovine moći će se primijeniti i na najveći dio naše ostale jelovine.

3. Zbog znatne količine drvene mase u njima, stalno se javljaju zahtjevi za iskorišćavanjem drveta u izdvojenim prašumskim rezervatima te su oni zbog toga ugroženi. Utvrđivanje tehničkih svojstava drveta iz tih rezervata u preduzetom obimu daće dragocjene podatke stalnog karaktera kako za slučaj kada izgube prašumsko obilježje, tako i za procjenu kvaliteta drveta koji se može očekivati iskorišćavanjem šuma prašumskog porijekla.

Pored toga, rad treba da predstavlja prilog poznavanju svojstava i kvaliteta našeg domaćeg drveta, u ovom slučaju bosanske jelovine, da bi se izbjegla skoro isključiva primjena rezultata istraživanja drveta stranih područja na naše domaće vrste drveta.

Pribavljanje materijala iz tih rezervata skopčano je sa znatnim teškoćama. Iznošenje materijala sa takvih terena moglo se vršiti samo pomoću tovarnih konja, sa maksimalnom težinom tovara do 140 kg, koji je morao biti obostrano natovaren, tj. jedan komad nije mogao prelaziti težinu od oko 70 kg.

Prema objektivnim mogućnostima istraživanja u obimu ovog rada, a na osnovu ranije pomenutih problema u radu, postavljeni su zadaci da se ustanovi slijedeće:

- 1) koja su osnovna fizička i mehanička svojstva jelovine iz prašume,
- 2) koja su svojstva tipična za stabla iz prašumskih životnih uslova,
- 3) odnos svojstava prašumske jelovine prema svojstvima jelovine iz ostalih šuma,
- 4) kvalitet i upotrebna svojstva stabala prašumskog porijekla koji se mogu očekivati pri iskorišćavanju ovakvih područja.

Težište rada bilo je na ispitivanju građe drveta i osnovnih fizičkih svojstava koja predstavljaju bitne karakteristike drveta u uobičajenoj upotrebi toga drveta. Na bazi ovih svojstava mogu se približno ocijeniti, pa i ustanoviti i ostala svojstva drveta. Osnovna mehanička svojstva su obrađena u obimu koji smatramo dovoljnim za opite, poglede i orijentaciju o ovim svojstvima.

## 2. PORIJEKLO MATERIJALA

Na osnovu postavljenih ciljeva istraživanja prikupljen je materijal iz 4 područja. Prema položaju ploha (sl. 5), zahvaćen je glavni kompleks šuma sa jelom u Bosni i Hercegovini u njihovom rasporedu od približno krajnje istočne do približno krajnje zapadne granice. Tri područja predstavljaju izdvojene prašumske rezervate Perućicu, Lom i Janj, dok četvrto područje nije prašumsko, nego je gospodarska šuma na sadašnjoj

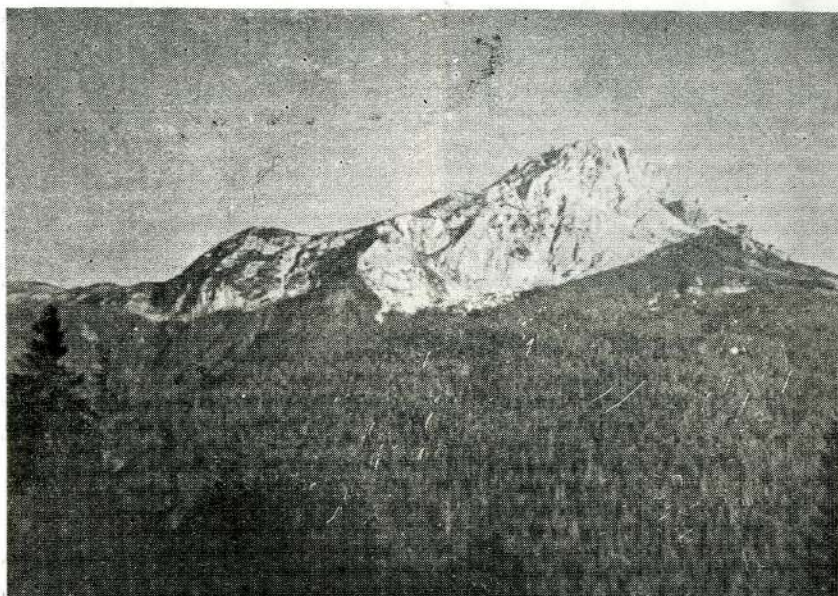


domeni Fakultetskog oglednog šumskog dobra »Igman« — Ilidža, koja je redovno iskorišćavana. Ploha iz posljednjeg područja predstavlja u neku ruku komparativnu plohu u odnosu na prašumsku jelovinu.

Prema veličini površine prašumskih rezervata i homogenosti područja, izabrane su u rezervatu Peručica 2 probne plohe, dok je za ostala područja odabrana po jedna ploha.

## 2 1. PRAŠUMSKI REZERVAT PERUČICA

Izdvojeni prašumski rezervat Peručica obuhvata sliv potoka Peručice, koji se nalazi na području Šumske uprave u Foči, pripada Šumsko-privrednom području Zelengora—Maglić, gospodarskoj jedinici Peručica. Sliv ovoga potoka se nalazi na sjevernoj padini Maglića, najveće bosanske planine (2387 m) (sl. 6), sa sjeveroistočne strane granicu mu čini masiv Sniježnice (1804 m). Sliv Peručice sa površinom od 1440 ha (izdvojeni dio 1240 ha), predstavlja potpuno prirodnu cjelinu. Kompleks rezervata se nalazi uglavnom na nadmorskoj visini između 900 i 1600 m, a pretežno se sastoji iz stabala jele i smrče i djelimično bukve (sl. 7).



Sl. 6 Prašumski rezervat Peručica sa vrhom Maglića (orig.)

Preovladavaju stari debljinski razredi, a veliki je broj stabala koji predstavljaju »prašumske divove« (sl. 1 i 2).

Prema probnim ploham (7), drvena masa po 1 ha iznosi 866 do 1353 m<sup>2</sup>.

U ovom području su birane dvije probne plohe, i to:

a) Peručica I, u odjelu 56,



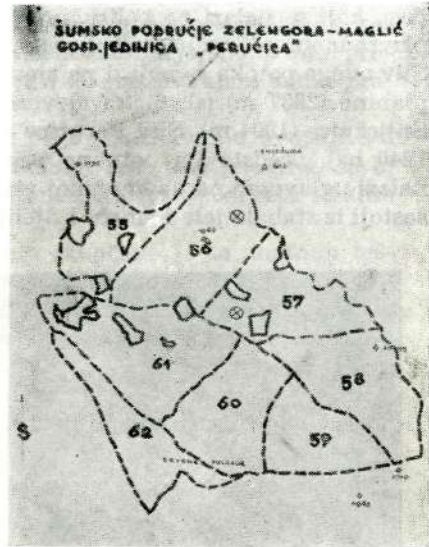
b) Peručica II, u odjelu 57.

a) Peručica I

Izabrana ploha se nalazi u odjelu 56, iznad puta za Mrkalj Klade (sl. 8). Nadmorska visina plohe je 1420 m. Ekspozicija je jugozapadna. Inklinacija je  $15-20^\circ$ . Ploha se nalazi na kontaktu melafira i verfenskih škriljaca sa trijadičkim blokovima krečnjaka u većim komadima, koji su pali sa strmih obronaka Sniježnice. Zemljište je plitko do srednje duboko, svježe i humozno. Sklop je 0.9, bonitet za plohu je I/II.



Sl. 7 Peručica — odjel 56  
(orig.)



Sl. 8 Lokacija ploha u Peručici

Materijal ove plohe pripada asocijaciji jele i bukve sa smrčom (asocijacija Abieto — Fagetum). Posječeno je i obrađeno 5 stabala sa rednim brojevima 1—5. Detaljni podaci o stablima nalaze se u tabeli 3.

b) Peručica II

Izabrana ploha se nalazi u dnu padine odjela 57, ispod puta za Prijevor, u blizini Stajišta (sl. 8). Nadmorska visina plohe je 1240 m. Ekspozicija je jugozapadna. Inklinacija je  $5-10^\circ$ . Ploha se nalazi na mozaičnoj geološkoj podlozi verfenskih škriljaca i trijadičkih blokova krečnjaka, koji je pao sa strmih padina Sniježnice. Tlo je duboko i humozno; ima neutralnu reakciju premda je podloga verfenska. Sklop je 0.9, bonitet za jelu je I/II.

Materijal pripada asocijaciji jele i bukve sa smrčom (Abieto-Fagetum). Ukupno je na plohi posječeno i obrađeno 5 stabala, koja imaju brojeve 6—10. Detaljniji podaci o stablima nalaze se u tabeli 3.

## 2 2. PRAŠUMSKI REZERVAT LOM

Izdvojeni prašumski rezervat »Lom« nalazi se na području Šumske uprave u Bos. Petrovcu, pripada Drvarskom šumsko-privrednom području, gospodarskoj jedinici Osječenica — Klekovača (sl. 9). Sam rezervat obuhvata šumski predjel Lom u površini od 278 ha. Nadmorska visina rezervata je, uglavnom, između 1250 i 1530 m.



Sl. 9 Lokacija ploha u Lomu

Sl. 10 Odjel 410 u Lomu  
(orig.)

Odjel 410 je mješovita šuma jele i bukve sa smrčom prašumskog tipa. Prema Driniću (7), taksacioni elementi su slijedeći:

Zapremina	
	m <sup>3</sup> /ha
jela . . . . .	375
smrča . . . . .	322
bukva . . . . .	76
<hr/>	
Svega	773

Nadmorska visina plohe je 1310 m. Ekspozicija je sjeveroistočna, nagib terena je 10—15°. Geološka podloga je sastavljena od krečnjačkih laporaca gornje krede. Zemljište je duboko, svježe i humozno. Bonitet je II. Sklop 0.9.

Materijal prikupljen iz ove plohe pripada asocijaciji Abieto-Fagetum sa smrčom (sl. 10). U plohi je posječeno 5 stabala, koja imaju brojeve 11 — 15. Detaljniji podaci o pojedinim stablima nalaze se u tabeli 3.

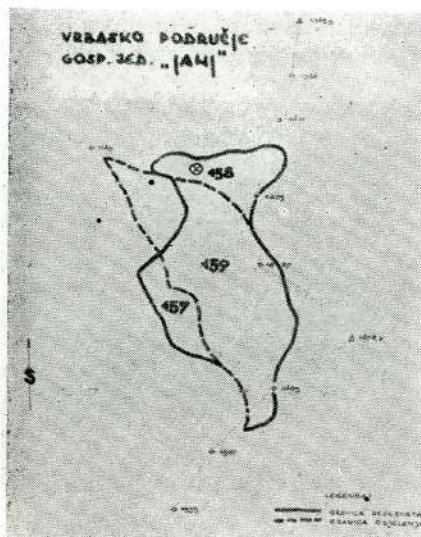
## 2 3. PRAŠUMSKI REZERVAT JANJ

Izdvojeni prašumski rezervat Janj nalazi se na području Šumske uprave u Bugojnu, pripada Vrbaskom području, gospodarskoj jedinici

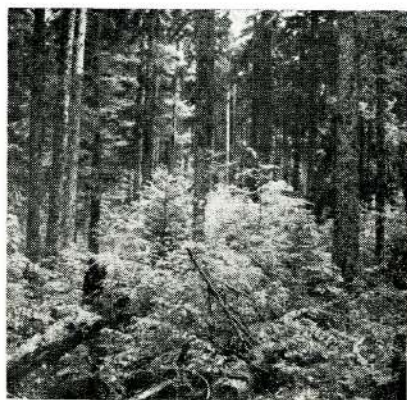


Janj (sl. 11). Veličina rezervata je 195 ha. Nadmorska visina rezervata je uglavnom, između 1150 i 1680 m.

Odjel 158, u kom je birana probna ploha, čini mješovita šuma jele i smrče sa bukvom prašumskog tipa, nadmorska visina je 1250—1450 m (sl. 12).



Sl. 11 Lokacija plohe u Janju



Sl. 12 Odjel 157 u Janju (orig)

Prema Drinićevim podacima (7), odjel ima slijedeće taksacione elemente:

	Zapremina	m <sup>3</sup> /ha
jela . . . . .		398
smrča . . . . .		396
bukva . . . . .		79

Svega 873

Probna ploha se nalazi na nadmorskoj visini 1280 m. Ekspozicija je sjeverozapadna, nagib 10—15°. Geološka podloga je trijadički dolomit i krečnjak. Zemljište je duboko, svježe i humozno. Sklop je 0,8, bonitet II.

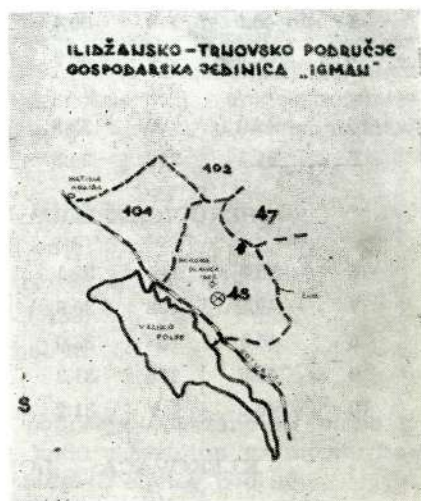
Ploha se nalazi u asocijaciji Abieto-Fagetum sa smrčom. Pretežna su starija i deblja stabla jele i smrče, sa vrlo gustim bukovim podmlatkom, tako da je ploha u stadiju u kome će nestajanjem najstarijih stabala preovladati bukva (sl. 12).

U plohi je posječeno i obrađeno 5 stabala, koja imaju brojeve 16—20. Detaljniji podaci o stablima nalaze se u tabeli 3.



## 2 4. PREBORNA ŠUMA IGMAN

Igman predstavlja jedinstven kompleks šuma Fakultetskog oglednog šumskog dobra »Igman« — Ilidža, koji spada u Ilidžansko — trnovsko područje, gospodarska jedinica Igman (sl. 13). Područje je redovno iskorišćavano dugi niz godina, te njegove sastojine mogu približno predstavljati preborne gospodarske šume, kakvih najviše ima u Bosni i Hercegovini.



Sl. 13 Lokacija plohe u Igmanu

Odjel 48, u kojem je birana probna ploha, nalazi se na nadmorskoj visini 1290 m. Geološka podloga je krečnjak gornjeg i srednjeg trijasa. Tlo je srednje duboko, svježe, pjeskovito i humozno. Teren je vrtačast, sa blagim nagibom prema zapadu i jugozapadu. Kamen izbija iz tla u sitnim komadima, a u vrtačama ima i stijena.

Sastojina je mješovita, stablimične i grupimične smjese, II/III boniteta. Sklop je 0.8. Odjel ima 98 ha ukupne površine. Drvna masa po jednom hektaru je 270 m<sup>3</sup>.

Probna ploha se nalazi u asocijaciji jele sa smrčom i bijelim borom (*Abieto-pinetum picetosum*, prema Fukareku i Stefanoviću).

Posječeno je i obrađeno 5 stabala, koja nose brojeve 21—25. Detaljniji podaci o stablima se nalaze u tabeli 3.

### 3. METODA RADA

Kao osnova za razradu metodike u ovome radu poslužila su Uputstva Zavoda za tehnologiju drveta Poljoprivredno-šumarskog fakulteta u Zagrebu, kao i međunarodna metodika prema podacima iz knjige prof. dr A. Ugrenovića (Lit. 38). Pored toga su za obradu nekih svojstava korišteni podaci iz druge literature (Kollman, Trendelenburg) (21, 36).

Tabela 3

Podaci o probnim stablima

Broj prob. stabla	S t a b l o				K r o š n j a			Broj trup-čieća
	Promjer na 1.30 m	Starost	Totalna dužina	Dužina čistog debla	Dužina	Promjer (maks)	Karakter	
	cm	god.	m	m	m	m	—	
PERUČICA, PLOHA I								
1	45.0	270	30.4	10.7	19.7	6.6	dom.	1
2	50.0	260	30.9	15.6	15.3	7.1	dom.	1
3	46.0	270	31.0	24.0	7.0	6.1	dom.	1
4	44.0	270	32.0	18.3	13.7	6.3	dom.	1
5	51.5	210	34.3	17.6	16.7	6.2	dom.	1
PERUČICA, PLOHA II								
6	50.0	148	32.1	23.2	8.9	6.3	dom.	1
7	49.5	138	30.6	18.2	12.4	6.7	dom.	1
8	46.0	138	33.0	23.5	9.5	6.5	dom.	1
9	46.5	180	31.3	23.1	8.2	5.2	dom.	1
10	48.0	140	31.2	17.3	13.9	7.2	dom.	1
KLEKOVAČA — LOM, PLOHA III								
11	51.5	260	32.1	19.1	13.0	6.2	dom.	1
12	50.0	270	29.9	15.4	14.5	6.4	dom.	1
13	53.0	260	32.9	25.3	7.6	6.5	dom.	1
14	50.5	230	31.6	17.3	14.3	6.0	dom.	1
15	48.5	240	26.8	14.3	12.5	6.2	dom.	1
JANJ, PLOHA IV								
16	53.0	230	35.8	21.3	14.5	5.4	dom.	1
17	53.0	200	33.8	17.8	16.0	4.9	dom.	1
18	51.0	290	28.9	17.6	11.3	5.8	dom.	1
19	51.0	300	34.7	24.3	10.4	5.7	dom.	1
20	51.0	350	35.0	25.8	9.2	5.8	dom.	1
IGMAN, PLOHA V								
21	45.5	123	25.6	10.9	14.7	6.25	dom.	2
22	40.0	133	25.8	12.1	13.7	6.20	dom.	2
23	40.5	134	24.4	14.3	10.1	5.70	dom.	2
24	44.0	130	25.3	13.5	11.8	7.00	dom.	2
25	48.0	140	26.1	16.1	10.0	5.60	dom.	2

Metodika rada je prilagođena postavljenim zadacima, a izvjesne modifikacije su izvršene radi prilagodavanja postojećoj aparaturi, kao i posebnim ciljevima i mogućnostima sirovine za ispitivanje. Sve modifikacije metodike su naznačene u pojedinim poglavljima o samom ispitivanju.

### 3 1. IZBOR PROBNIH PLOHA

Broj probnih ploha je određen nakon obilaska područja prema veličini i homogenosti područja te obimu istraživanja. Tako je, s obzirom na veličinu prašumskih rezervata i stepen njihove homogenosti, određeno da se u rezervatu Peručica odaberu dvije probne plohe, dok je u ostalim područjima odabrana po jedna probna ploha. Probne plohe su numerisane rimskim rednim brojevima, i to:

- I Peručica — prašumski rezervat, odjel 56,
- II Peručica — prašumski rezervat, odjel 57,
- III Lom (Klekovača) — prašumski rezervat, odjel 410,
- IV Janj — prašumski rezervat, odjel 158,
- V Igman — gospodarska šuma, odjel 48.

Detaljnim obilaskom cjelokupnog područja odabrane su plohe na samom terenu, vodeći računa da ploha bude u sastojini na mjestu koje bi po ocjeni odgovaralo tipičnom predstavniku cijelog područja.

Plohe I, II i V su birane u fitocenološki određenim asocijacijama (F u k a r e k), dok područja sa plohama III i IV još nisu detaljnije fitocenološki istražena, ali su grube fitocenološke analize pokazale da se i ovdje radi o šire shvaćenim šumskim asocijacijama kao što su i plohe I i II.

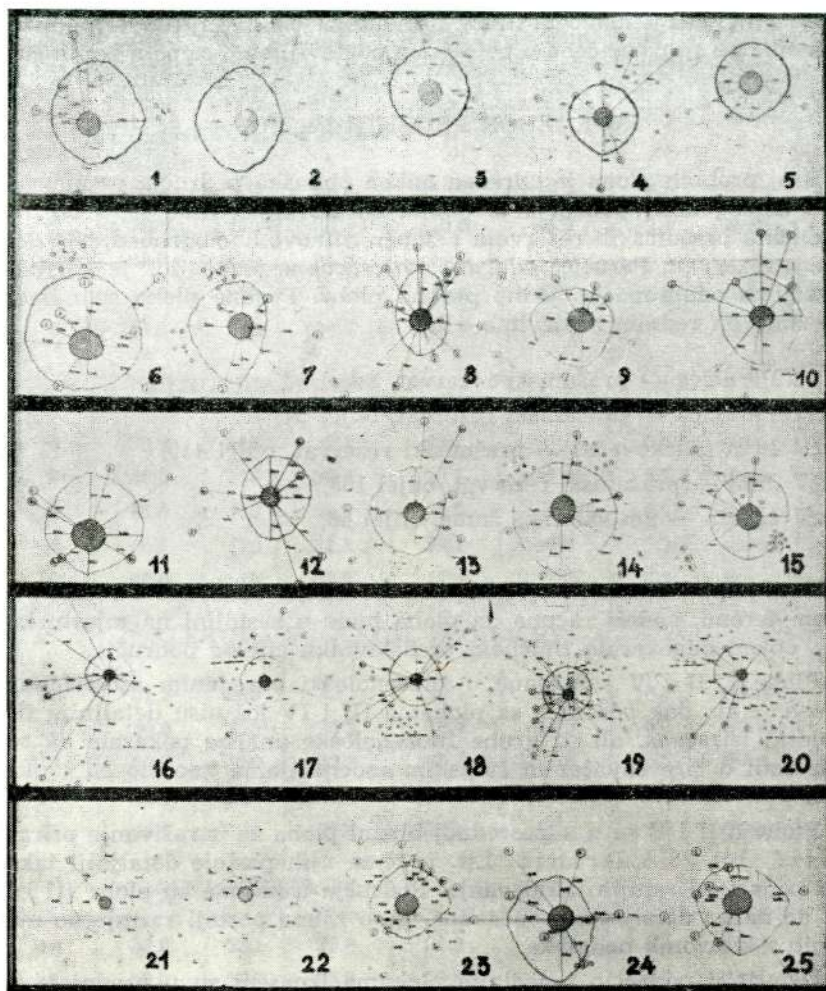
Plohe I, II i V su u neposrednoj blizini ploha za istraživanje prirasta (M a t i ć, Lit. 25, i D r i n i ć, Lit. 7) te za njih postoje detaljniji taksacioni podaci od ranijih istraživanja. Područja u kojima su plohe III i IV nisu do danas detaljnije proučavana, pa o njima postoji razmjerno malo novijih taksacionih podataka.

Detaljniji podaci o pojedinim plohama izneseni su u prednjem poglavlju (Poglavlje 2).

### 3 2. IZBOR PROBNIH STABALA

Iz svake probne plohe je birano 5 zdravih stabala, vodeći računa da stabla budu iz kategorije dominantnih stabala (po K r a f t-u). Prethodno je postavljen uslov da prsni promjer stabala bude u granicama 44—52 cm. Ovaj je uslov postavljen s obzirom na mogućnost iznošenja, a uz konstataciju da su stabla navedenih dimenzija u kategoriji stabala dozrelih za sječu. Sva su stabla označena arapskim rednim brojevima 1—25, redom kako su rimskim brojevima označene plohe. Prije obaranja svakog stabla izrađena je njegova skica položaja prema okolnim stablima (sl. 14, stablo 1—25).



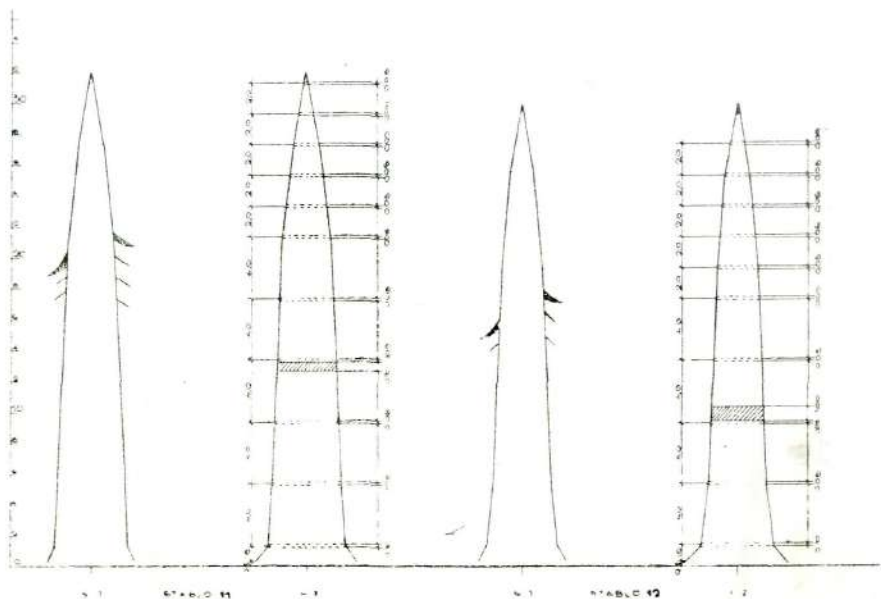


Sl. 14 Projekcije krošnje i skice položaja stabla 1-25 prema susjednim stablima

Radi ustanovljivanja starosti stabala, na panju je uz pomoć lupe izvršeno brojanje godova u najmanje dva radijusa.

### 3 3. IZBOR PROBNIH TRUPČIČA I KOLUTOVA

Na osnovu skice za krojenje stabla izvršeno je obilježavanje rezova uz pomoć parača i plave krede. Shema vađenja dijelova stabla pokazuje dimenziju i mjesto pojedinih dijelova na stablu (primjer na sl. 15).



Sl. 15 Sema vađenja dijelova stabla za ispitivanje

#### 3 4. IZRADA PROBA

Iz trupčića su, odmah nakon označavanja, izrezane srednjače debljine 8 cm, sa naznačenim stranama svijeta, i složene radi sušenja.

Način izrezivanja proba je prikazan na sl. 16 i sl. 17.

Iz trupčića su izrezane probe veličine  $34 \times 2 \times 2$  cm i  $30 \times 2 \times 2$  cm za ispitivanje čvrstoće na savijanje i čvrstoće na udarac.

Iz prsnih kolutova su izrezane 4 vrste proba (sl. 17).

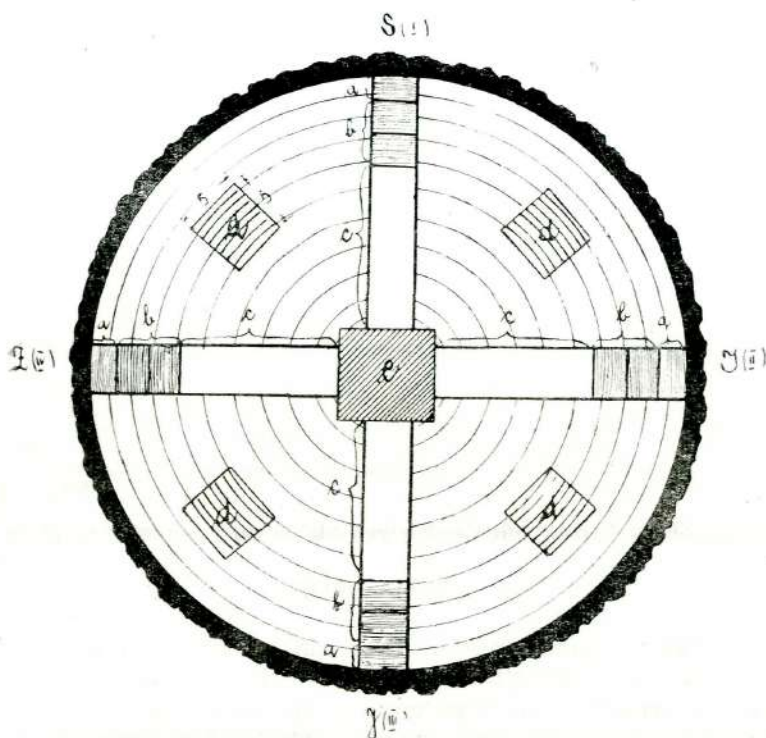
1. probe  $3 \times 3 \times 2$  cm — za vlagu, volumnu težinu, širinu goda, kasno drvo i utezanje,
2. probe  $6 \times 2 \times 2$  cm — za čvrstoću pritiska,
3. probe  $8 \times 3 \times 1$  cm — za longitudinalno utezanje,
4. probe  $5 \times 5 \times 3$  cm — za tvrdoću drveta.

Iz ostalih kolutova su izrezivane probe veličine  $3 \times 3 \times 2$  cm za osobine kao pod tač. 1.

Nakon izvršenih ispitivanja čvrstoće na savijanje i udarac iz ostataka su izrezane probe veličine  $2 \times 2 \times 3$  cm za vlagu i volumnu težinu i probe  $2 \times 2 \times 4$  cm za čvrstoću pritiska. Pored navedenih, iz svih dugih proba su izrezane male kontrolne probe veličine  $2 \times 2 \times 0,5$  cm, koje su služile za ustanovljivanje volumne težine volumetrisanjem, vlage i širine goda.



# Šema zona za izradu proba



- a, e = odbacuje se (po ~ 10 godina)  
 b = probe za vertikalno kretanje svinštava  
 c = ostale probe  
 d = tvrdoca

Sl. 16 Šema zona za izradu proba

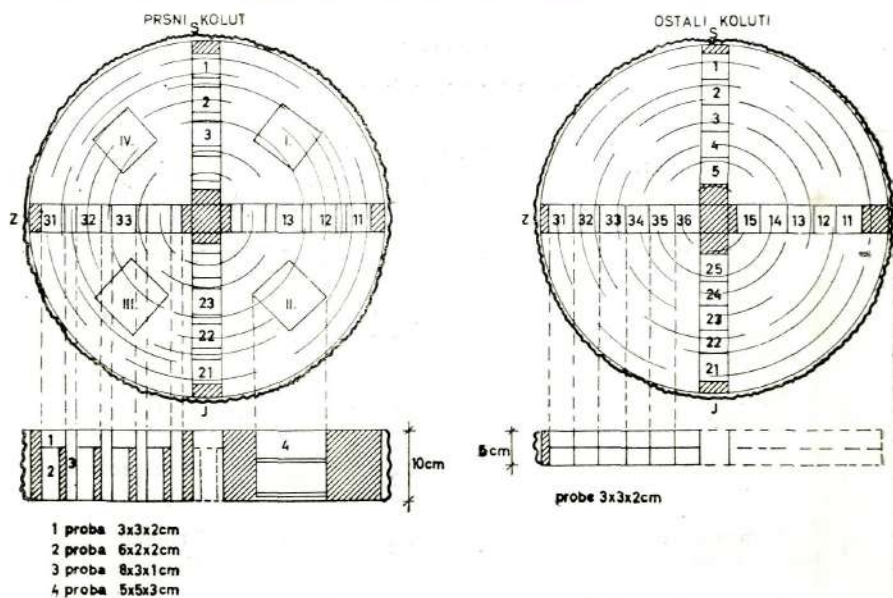
## 3 5. IZVODENJE OPITA\*)

Još dok je materijal bio u sirovom stanju, odmah nakon njegove dopreme u laboratorij, izvršena je analiza rasta na svim kolotovima, tako da je svakoj deceniji (grupi po 10 godina) određen položaj i udaljenost od srca na 1 mm tačnosti. Ova analiza je izvršena na sve četiri strane svijeta. Na osnovu izvršene analize izrađene su slike rasta stabala sa intervalima od po 20 godina (sl. 36a i 36b) u dvije ravni S—J i I—Z. Ove

\*) Detaljni opis načina rada za svaki opit izostavljen je iz štampe radi štednje prostora. Ovo neće smetati jasnoći izlaganja jer su primijenjene norme međunarodne metodike.

slike su poslužile za ucertavanje rasporeda volumne težine u pojedinim stablima.

Utvrđivanje udjela kore izvršeno je iz podataka analize stabala, gdje su mjereni radijusi svake strane svijeta, sa korom i bez kore, sa tačnošću od 1 mm. Na osnovu tih podataka, Smalijanovom metodom je izvršeno kubiranje sekcija i cijelog stabla sa korom i bez kore radi utvrđivanja zapreminskog postotka kore. Osim toga je na svakom presjeku mjerena debljina kore u apsolutnom iznosu sa tačnošću od 0,5 mm radi prikazivanja promjene debljine kore prema visini stabla.



Sl. 17 Sema izrezivanja proba

U obimu ovog rada izvršena su ispitivanja slijedećih svojstava drveta:

širina goda,  
zona kasnog drveta,  
volumna težina,  
utezanje drveta,  
čvrstoća na savijanje,  
modul elastičnosti,  
čvrstoća na udarac,  
čvrstoća na pritisak i  
tvrdoća drveta.

Svi rezultati ispitivanja su svrstani prema grupama u tabele, a za svako svojstvo izrađena je tabela grupisanja svojstava u razrede sa apsolutnom i relativnom frekvencijom (ove tabele nisu priložene). Isto tako je svako svojstvo grafički predstavljeno poligonom učestalosti.

Svi rezultati su obrađeni statističkom metodom; date su i tabele glavnih karakteristika obrađenih ovim načinom.



#### 4. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

Ispitivanja u okviru ovoga rada su obuhvatila 25 stabala iz 5 probnih ploha izabranih u 4 područja, od kojih su 3 područja u prašumskim rezervatima. Podaci o probnim stablima su dati u tabeli 3, dok su podaci o pojedinim plohamo dati u Poglavlju 2. Ukupno je izrađeno 4.794 proba, a njihove karakteristike su date u tabeli 4.

**Tabela 4**  
**Pregled izrađenih proba**

Red. broj	Svojstvo	Dimenzija proba	Ukupan broj proba	Porijeklo proba
1	Širina goda, kasno drvo, volumna težina, utezanje	3 × 3 × 2	2.436	Prsni i ostali kolotovi (zona b i c)
2	Longitudinalno utezanje	8 × 3 × 1	245	Prsni kolotovi
3	Čvrstoća savijanja i modul elastičnosti	34 × 2 × 2	289	Trupčići (zona b i c)
4	Čvrstoća pritiska (prsni)	6 × 2 × 2	330	Prsni kolotovi (zona b i c)
5	Čvrstoća pritiska (trupčići)	4 × 2 × 2	531	Trupčići (zona b i c)
6	Tvrdoća po Janki	5 × 5 × 3	250	Prsni kolotovi (zona d)
7	Tvrdoća po Brinellu	5 × 5 × 3	96	Prsni kolotovi (zona d)
8	Udarac	30 × 2 × 2	219	Trupčići (zona b i c)
9	Kontrolne probe za vlagu i volumnu težinu kod mehaničkih svojstava	3 × 2 × 2	398	Od ispitanih proba
	Svega		4.794	

Pojedini tipovi proba su služili za nekoliko vrsta opita, a pregled upotrebljenih proba po pojedinim opitima naveden je u tabeli 5. Detaljnije razrađen broj proba po pojedinim plohamo naveden je u tabelama konačnih rezultata uz svako istraženo svojstvo.

**Tabela 5**  
**Pregled izvršenih opita**

Red. broj	Svojstvo	Dimenzije proba	Broj proba	Primjedba
1	Sirina goda	3 × 3 × 2	2.436	Osnovne probe
2	Kasno drvo	3 × 3 × 2	2.298	Iz osnovnih proba
3	Volumna težina pros. drveta	3 × 3 × 2	2.326	Iz osnovnih proba
4	Volumna težina apsolutno suhog drveta	3 × 3 × 2	2.306	Iz osnovnih proba
5	Radijalno utezanje	3 × 3 × 2	221	Iz srednjaka korutova
6	Tangencijalno utezanje	3 × 3 × 2	221	„
7	Volumno utezanje	3 × 3 × 2	221	„
8	Longitudinalno utezanje	8 × 3 × 1	245	Iz posebnih proba
9	Čvrstoća savijanja	34 × 2 × 2	283	Iz posebnih proba
10	Modul elastičnosti	34 × 2 × 2	285	Iz proba za savijanje
11	Čvrstoća pritiska (prsni)	6 × 2 × 2	330	Iz posebnih proba
12	Čvrstoća pritiska (trupčići)	4 × 2 × 2	531	Iz posebnih proba
13	Tvrdoća po Janki	5 × 5 × 3	250	Iz posebnih proba
14	Tvrdoća po Brinellu	5 × 5 × 3	96	Iz posebnih proba
15	Udarac	30 × 2 × 2	219	Iz posebnih proba
16	Kontrolne probe	3 × 2 × 2	398	Poslije ispitanih proba
	Svega		12.666	

#### 4 01. ANALIZA RASTA STABALA

Analiza rasta stabla daje sliku životnog toka toga stabla. Ona pokazuje životni tok stabla i intenzitet priraštaja u određenim vremenskim intervalima. Izrađena slika rasta daje izvjesne opšte karakteristike stabla i grupa stabala koje mogu poslužiti kao putokaz za daljnja istraživanja. Ona istovremeno služi kao podloga za predstavljanje rasporeda pojedinih osobina u stablu.

Slike rasta su izrađene za svih 25 stabala u dva uzdužna presjeka (S—J i I—Z). One su obrađene sa periodima od 20 godina i poslužile su za predstavljanje rasporeda volumne težine apsolutno suhog drveta (sl. 36a i 36b). Grupisanjem slika rasta svih stabala pojedinačno i po probnim plohama (sl. 18) dobijen je pregled o toku visinskog prirasta stabala. Brojčani podaci za ovaj pregled nalaze se u tabeli 6.



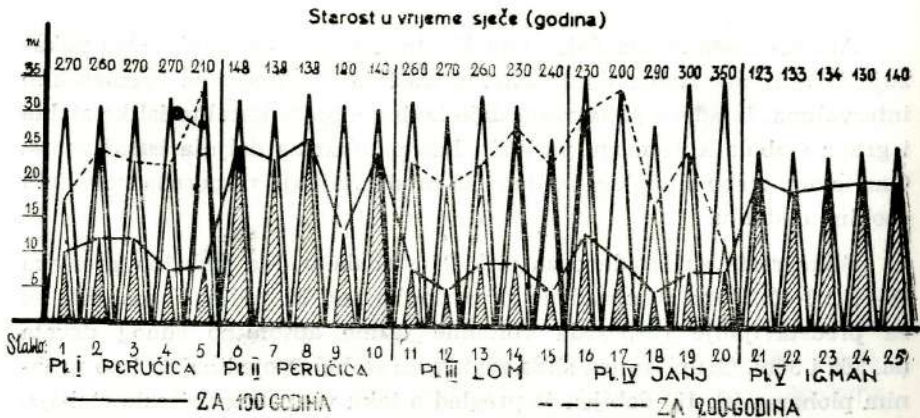
Tabela 6

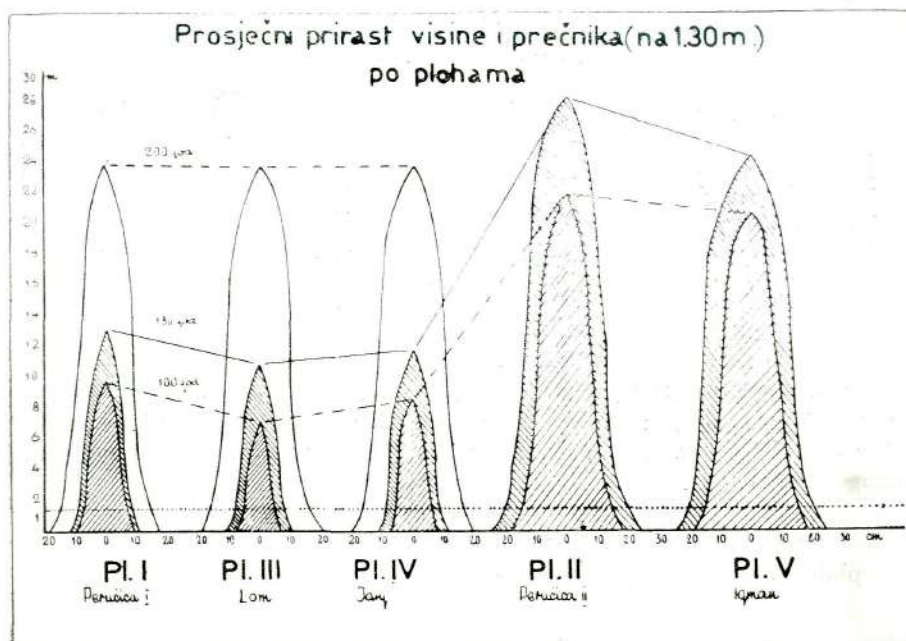
Prosječne visine i promjeri stabala u plohama

Ploha	Prosječna visina stabala u dobi			bez kore na 1,30 u dobi Prosječni promjer stabala		
	100 godina m	130 godina m	200 godina m	100 godina cm	130 godina cm	200 godina cm
I	9,7	13,3	23,9	13	18	30
II	22,4	28,5	—	29	41	—
III	7,2	10,9	23,7	10	16	32
IV	8,6	11,9	23,7	12	17	32
V	20,7	24,5	—	31	39	—

Iz navedenih rezultata analize moguće je uočiti da su stabla sa ploha I, III i IV imala period potištenosti i slabijeg prirasta u prvih 100—150 godina, u kom su periodu postigla visine 5—13,3 m. Za stabla sa ostalih ploha može se smatrati da su imala normalan tok života. Srednje vrijednosti visinskog i debljinskog prirasta stabala u plohama pokazuju još vidljiviju razliku toka rasta stabala između ploha I, III i IV, sa jedne strane, i ploha II i V, sa druge strane (sl. 19) u istim vremenskim periodima. Dok prva tri srednjaka u 100 godina života dostižu visine oko 8 m i prsne prečnike oko 16 cm, dotle druga dva srednjaka dostižu visine oko 20 m i prečnike oko 30 cm. U 130-toj godini prva tri srednjaka dostižu visine oko 12 m i prečnik oko 17 cm, dok druga dva dostižu puni uzrast u vremenu sječe (oko 24—29 m) i prečnik (oko 40 cm).

## Visinski prirast probnih stabala





Sl. 19 Prosječni prirast stabala po plohama

#### 4 02. MIJENJANJE DEBLJINE KORE I NJEN ZAPREMINSKI UDIO

Debljina kore i njeno mijenjanje prema visini stabla navedeni su u tabeli 7 za svako pojedino stablo. Izneseni rezultati predstavljaju prosječnu debljinu kore na određenoj visini, dobijenu iz mjerenja debljina kore na 4 strane svijeta.

**Tabela 7**

Mijenjanje prosječne debljine kore prema visini stabala u plohama (u mm)

Ploha	Na visini metara										
	0,30	1,30	5,30	9,30	13,30	17,30	21,30	25,30	27,30	29,30	31,30
I	14,4	10,9	11,3	11,1	10,4	10,0	9,1	7,5	6,5	5,4	4,5
II	13,8	11,1	10,1	10,6	10,1	9,6	9,0	7,2	6,2	4,7	4,0
III	14,6	13,1	13,3	12,8	11,4	10,9	9,0	7,1	6,1	4,3	3,2
IV	—	13,6	13,7	12,3	10,7	10,9	9,5	5,8	6,3	5,9	4,1
V	14,2	12,6	11,2	11,1	10,0	8,0	5,1	—	—	—	—

Iz tabele 7 vidi se da debljina kore opada sa visinom stabla. Izuzevši pojedine slučajeve gdje je debljina luba bila znatnija, rezultati pokazuju priličnu ravnomjernost.



**Tabela 8**  
**Zapreminski postotak kore**

Stablo broj	Ploha I %	Ploha II %	Ploha III %	Ploha IV %	Ploha V %
1, 6, 11, 16, 21	10.5	10.8	10.1	11.2	12.0
2, 7, 12, 17, 22	13.4	11.2	11.8	11.1	14.3
3, 8, 13, 18, 23	12.8	11.4	11.0	12.6	12.4
4, 9, 14, 19, 24	11.6	9.6	11.0	14.6	11.4
5, 10, 15, 20, 25	9.3	9.0	13.2	17.7	12.3
Prosjek	11.5	10.4	11.2	13.6	12.4

Zapreminski udio kore je prikazan na tabeli 8; on se kreće od 10,4% do 13,6% prosječno, za cijele plohe, ili, pojedinačno za stabla, između 9,0% — 17,7%. Interval rasipanja kod stabala normalnog životnog toka mnogo je uži:

ploha II . . . . . 9,0 — 11,4 %,  
ploha V . . . . . 11,4 — 14,3 %.

#### 4 03. ŠIRINA GODA

Prosječna širina goda ispitanih proba kreće se u intervalu između 0.3 — 5.1 mm. Uzevši u obzir da su navedeni podaci prosjeci za pojedine probe, logično je da su apsolutne širine pojedinih godova u još većem intervalu. Pojedinačne vrijednosti nisu detaljnije istraživane, ali su prilikom izrade analize stabla za sliku rasta ustanovljene zone vrlo zbijenih godova, tako da je zona od 10 godova u pojedinim slučajevima iznosila 2 mm, po čemu izlazi da je apsolutna širina pojedinih godova bila i ispod 0,2 mm. To vrijedi i za maksimalne pojedinačne širine godova.

Pregled kretanja prosječne širine goda prema visini stabla dat je u tabeli 9. Širine navedene u tabeli 9 predstavljaju srednjake iz svih proba jednoga koluta stabla sa određene visine. Ovaj pregled kretanja prosječnih širina goda pokazuje da širina goda svih stabala raste sa visinom stabla te ima tendenciju blagog opadanja u najgornjim dijelovima. Tok kretanja maksimalnih i minimalnih širina goda na pojedinim visinama, kao i srednjih vrijednosti, prikazan je na slici 20. Kretanje prosječne širine goda po stranama svijeta istraženo je, ali ne pokazuje bitne razlike u širini goda na raznim stranama svijeta. Rezultati pokazuju jedino stalnu pravilnost porasta širine goda sa visinom stabla.

Disperzija prosječne širine goda manja je u plohi V nego u ostalim plohama, što istovremeno potvrđuje veću homogenost drveta neprašumskih stabala.

Na slici 21 prikazani su poligoni učestalosti za širinu goda.

Prema sređenim podacima za širinu goda u tabeli 10 vidi se da su srednje širine goda za plohe I, III i IV 1,57 — 1,66 — 1,80, dok su one za plohe II i V veće, tj. 2,04 i 2,00 mm.

**Tabela 9**  
**Pregled prosječne širine goda (mm)**

Ploha	Visina iznad zemlje (metara)								
	1,30	5,30	9,30	13,30	17,30	21,30	25,30	27,30	29,30
I	1,1	1,2	1,3	1,5	1,6	1,9	2,1	1,8	1,8
II	1,8	2,0	2,1	2,4	2,5	2,2	2,2	2,5	2,0
III	1,3	1,2	1,4	1,6	1,8	1,9	1,9	1,9	1,8
IV	1,4	1,2	1,4	1,6	1,7	1,7	1,9	1,9	2,2
V	2,0	1,8	1,9	1,9	1,9	2,1	—	—	—

**Tabela 10**  
**Širina goda (mm)**

Ploha	Broj proba n	Vrijednost			Greška srednje vrijednosti f m	Standardna devijacija $\sigma$	Greška standardne devijacije f $\sigma$	Koef. varijacije %
		min.	M	maks				
I	508	0.3	1.57	3.4	0.030	0.684	0.022	43.5
II	529	0.7	2.04	5.1	0.031	0.714	0.022	25.0
III	515	0.4	1.66	3.5	0.022	0.500	0.016	30.1
IV	522	0.3	1.80	4.3	0.027	0.612	0.019	34.0
V	362	0.6	2.00	3.8	0.033	0.632	0.024	31.6
I—V	2436	0.3	1.82	5.1	0.014	0.694	0.010	38.1

**Tabela 11**  
**Pregled prosječnog učešća zone kasnog drveta (%)**

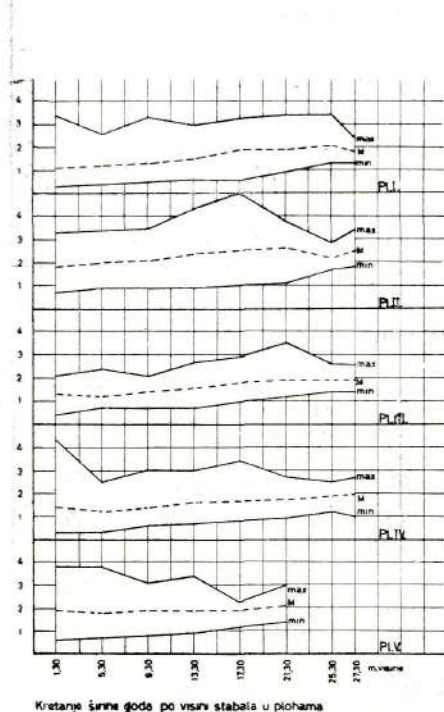
Ploha	Visina iznad zemlje (metara)								
	1,30	5,30	9,30	13,30	17,30	21,30	25,30	27,30	29,30
I	30,0	27,6	25,8	23,9	21,1	19,9	20,1	18,1	20,2
II	22,1	20,9	19,6	17,7	15,8	16,4	15,1	12,4	13,6
III	27,0	27,6	24,6	29,3	18,3	18,3	19,3	19,1	17,9
IV	34,4	25,3	23,3	20,9	20,5	21,8	18,2	19,6	16,1
V	22,9	18,5	18,4	18,0	15,2	16,5	—	—	—

Pitanje transverzalnog kretanja širine goda nije se moglo u okviru ovoga rada precizno definisati. Na prašumskim stablima zbog potištenog perioda života, najčešće su u donjim dijelovima uski godovi centralnog dijela stabla. Prema tome, širina goda raste od centra prema periferiji, a u kasnijoj dobi opada. U gornjim dijelovima stabla u najviše slučajeva raste širina goda od periferije prema centru. Ovakav način porasta širine goda od periferije prema centru konstatovan je na većini kolutova u plohi V.

Potrebno je, međutim, napomenuti da kod prašumskih stabala ne preovladava u tom pogledu pravilnost, nego se širine goda stalno izmje-

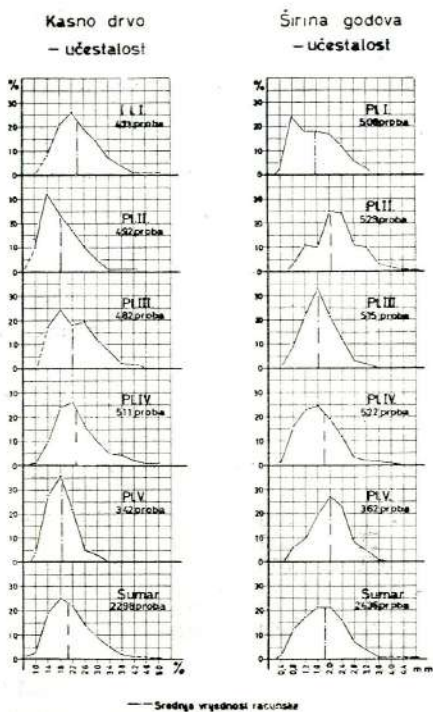


njuju zavisno od životnih uslova u raznim životnim periodima. Ipak se može kao pravilo uzeti da širina goda pokazuje porast od periferije prema centru, izuzev pomenutih slučajeva.



Kretanje širine goda po visini stabala u plohama

Sl. 20 Kretanje širine goda prema visini stabla



Sl. 21 Grafički prikaz učestalosti širine goda i kasnog drveta

#### 4 04. KASNO DRVO

Zona kasnog drveta jelovine je prilično uočljiva, iako je u mnogo slučajeva prelaz prema ranom drvetu postepen, što bi moglo dovoditi do nepreciznosti rezultata. Mjerenjem širine zone kasnog drveta pomoću mjernog mikroskopa i končanice ovaj se nedostatak u znatnoj mjeri ublažava. Procent učešća zone kasnog drveta prašumske jelovine uočljiv je već okularno kao znatan.

Kretanje prosječnog učešća kasnog drveta na svakom kolutu prema visinama stabala prikazan je na tabeli 11. Učešće kasnog drveta se smanjuje prema visini stabla kako srednjih vrijednosti tako i ekstrema (min. i maks.) pojedinačnih proba, kao što se može vidjeti na sl. 22. Disperzija svojstva prašumskih stabala znatno je veća nego stabala iz gospodarskih šuma.

Moguće je konstatovati da je, pored većeg prosječnog učešća kasnog drveta u donjim dijelovima stabla, ovo učešće na starijim stablima veće nego na mladim. U oba slučaja uzrok se može tražiti u mehaničkim funk-

cijama drveta, koje je prisiljeno da pojačano izgrađuje kasno drvo suprotstavljajući se povećanim uticajima naprezanja.

Pri pregledu učešća kasnog drveta po plohama (tabela 12) vidljiva je razlika skupine prašumskih i neprašumskih stabala. Prosječni procenat kasnog drveta prašumskih stabala u plohama kreće se od 22% do 24%. Na neprašumskim stablima procenat kasnog drveta iznosi oko 18%.

Tabela 12  
Kasno drvo (%)

Ploha	Broj proba n	Vrijednost			Greška srednje vrijednosti $f_m$	Standardna devijacija $\sigma$	Greška standardne devijacije $f\sigma$	Koeff. varijacije %
		min.	M	maks				
I	471	10.4	24.1	51.2	0.291	6.32	0.206	26.2
II	492	5.9	18.2	43.1	0.253	5.60	0.179	30.8
III	482	11.7	22.5	45.6	0.300	6.58	0.212	29.3
IV	511	7.9	23.6	48.7	0.314	7.08	0.222	30.1
V	342	9.7	18.7	32.9	0.270	4.98	0.191	26.7
I—V	2298	5.9	21.5	51.2	0.141	6.76	0.108	31.5

Poligoni učestalosti za kasno drvo su prikazani na slici 21.

Iz ovih priloga se vidi da je disperzija prosječnog učešća kasnog drveta u plohi V najmanja.

#### 4 05. VOLUMNA TEŽINA

Volumna težina kao najmarkantnije svojstvo drveta istražena je u prosušenom ( $T_p$ ) i apsolutno suhom stanju ( $T_o$ ).

Jedan uzorak obrasca za osnovna mjerenja dat je tabelom 13. Ovo je osnovni dokumentacioni materijal koji se nalazi u arhivi Zavoda za tehnologiju drveta Šumarskog fakulteta u Sarajevu, a koji zbog velikog obima nije dat u okviru rada, nego su dati samo sređeni prosječni brožčani pokazatelji.

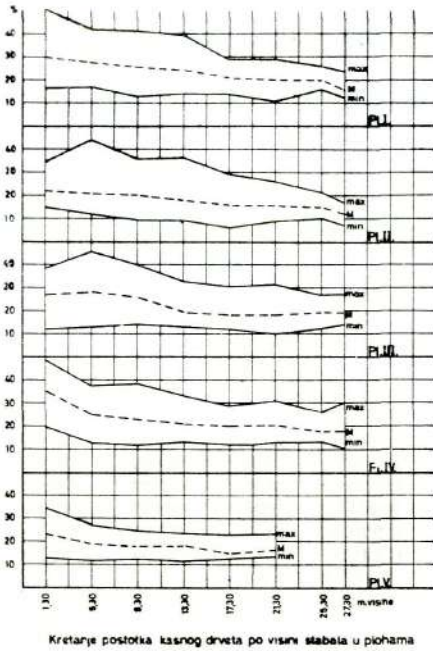
##### a) VOLUMNA TEŽINA PROSUŠENOG DRVETA

Mijenjanje volumne težine prosušenog drveta prema visini stabala prikazano je za sva stabla u tabeli 14.

Iz tabele se vidi da volumna težina prosušenog drveta opada prema visini stabla. Ova pojava je u skladu sa već pokazanim porastom širine goda i opadanjem učešća zone kasnog drveta.

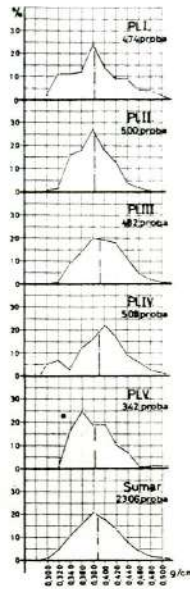
Poligoni učestalosti su prikazani na slici 23.



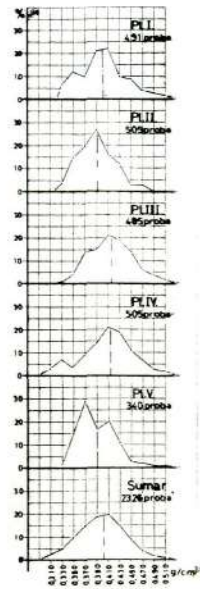


Sl. 22 Kretanje postotka kasnog drveta prema visini stabla

Volumna težina aps. suhog drveta — učestalost



Volumna težina prosušenog drveta Tp — učestalost



Sl. 23 Grafički prikaz učestalosti volumne težine aps. suhog i prosušenog drveta

Sredeni prosječni podaci o volumnoj težini prosušene jelovine dati su u tabeli 15. Srednja vrijednost volumne težine prosušenog drveta iznosi:

$$T_p = 0,302 - 0,403 - 0,558 \text{ g/cm}^3.$$

Prema volumnim težinama prosušenog drveta težine ploha II i V sa jednakom težinom od  $0,390 \text{ g/cm}^3$  vidljivo se izdvajaju od težina jelovine iz ploha I, III i IV, koja iznosi  $0,403 - 0,416 \text{ g/cm}^3$ .

Rasponi minimalne i maksimalne volumne težine prosušenog drveta su:

- aa) za plohe II i V:  
 $0,172$  i  $0,186 \text{ g/cm}^3$
- ab) za plohe I, III i IV:  
 $0,233 - 0,231 - 0,232 \text{ g/cm}^3$ .

#### b) VOLUMNA TEŽINA APSOLUTNO SUHOG DRVETA

Mijenjanje volumne težine apsolutno suhog drveta ( $T_0$ ) prema visinama stabala prikazano je u tabeli 16. Iz navedene tabele, kao i iz slike 24, vidi se da prosječna težina apsolutno suhog drveta opada sa visinom

Tabela 13  
Vrsta drveta: jela  
Područje: Perućica I

OBRAZAC ZA OSNOVNA MJERENJA

Laboratorijski list br. 5  
Veličina proba: 3 × 3 × 2

Oznaka probe	Broj godova	Prosjeck širine goda	U prosušenom stanju						U apsolutno suhom stanju						
			Težina	Radijalno	Tangen- cijalno	Visina	Volumen	Volumna težina	Težina	Radijalno	Tangen- cijalno	Visina	Volumen	Volumna težina	Vlaga
		mm	g	mm	mm	mm	cm <sup>3</sup>	g/cm <sup>3</sup>	g	mm	mm	mm	cm <sup>3</sup>	g/cm <sup>3</sup>	%
12/1	33	0,9	7,82	30,40	30,38	21,81	20,14	0,388	7,02	29,81	28,38	21,70	18,34	0,382	11,1
2	56	0,5	7,85	30,18	30,15	21,42	19,49	0,402	7,05	29,53	28,31	21,38	17,87	0,394	11,3
3	34	0,9	7,76	30,27	29,18	21,59	18,87	0,411	7,00	29,22	28,00	21,51	17,60	0,397	10,8
4	35	0,8	7,23	30,10	30,19	21,27	19,33	0,374	6,49	29,43	27,95	21,20	18,37	0,353	11,4
12/12	27	1,1	7,75	30,00	29,93	21,49	19,30	0,401	6,97	29,30	28,50	21,38	17,92	0,388	11,2
13	65	0,4	8,42	30,31	30,28	21,45	19,69	0,427	7,57	29,62	28,81	21,42	18,16	0,414	11,1
14	26	1,1	7,16	30,32	30,48	21,74	20,09	0,356	6,42	29,83	28,90	21,60	18,62	0,344	11,5
15	29	1,0	6,92	29,98	30,35	20,61	18,75	0,369	6,18	29,42	28,68	20,45	17,15	0,360	12,0
12/21	34	0,8	7,92	30,51	30,49	21,12	19,65	0,403	7,10	29,88	28,89	21,07	18,19	0,390	11,5
22	19	1,6	7,38	30,38	30,32	21,00	19,34	0,381	6,63	29,88	28,72	20,78	17,83	0,371	11,3
23	51	0,6	8,33	30,41	30,15	21,54	19,75	0,421	7,50	29,79	28,30	21,39	18,03	0,415	11,0
25	27	1,1	6,82	30,42	30,28	21,03	19,39	0,403	6,10	29,89	27,72	20,92	17,33	0,351	11,8
12/31	31	0,9	7,48	30,60	30,53	20,40	19,06	0,392	6,68	29,87	29,81	20,27	18,05	0,370	12,0
32	32	0,9	7,84	30,18	30,32	20,72	19,17	0,408	7,01	29,65	29,79	20,62	18,21	0,384	11,8
33	57	0,5	8,09	30,18	31,00	20,73	19,39	0,417	7,24	29,49	29,95	20,61	18,10	0,400	11,7
34	27	1,1	7,93	30,20	31,05	21,51	20,17	0,393	7,11	29,69	29,82	21,42	18,96	0,375	11,5
35	34	0,9	6,77	30,13	30,85	20,25	18,82	0,359	60,9	29,88	29,77	20,18	17,95	0,339	11,2

Tabela 14

Pregled prosječnih volumnih težina prosušenog drveta ( $T_p = \text{g/cm}^3$ )

Ploha	Stablo	Visina iznad zemlje (metara)								
		1.30	5.30	9.30	13.30	17.30	21.30	25.30	27.30	29.30
I	1	0.435	0.392	0.381	0.370	0.362	0.337	0.339	—	—
	2	0.497	0.457	0.442	0.440	—	0.408	0.404	0.406	—
	3	0.496	0.440	0.438	0.422	0.401	0.412	0.407	0.395	—
	4	0.413	0.387	0.401	0.352	0.348	0.340	0.346	0.373	0.370
	5	0.438	0.414	0.382	0.380	0.398	0.390	0.398	0.409	0.417
	m	0.448	0.418	0.409	0.396	0.376	0.377	0.379	0.396	0.393
II	6	0.426	0.408	0.368	0.369	0.352	0.358	0.375	0.358	0.359
	7	0.433	0.436	0.408	0.395	0.390	0.400	0.392	0.442	—
	8	0.426	0.394	0.399	0.403	0.390	0.401	0.407	0.394	0.402
	9	0.449	0.401	0.380	0.374	0.375	0.401	0.363	0.386	—
	10	0.402	0.371	0.364	0.355	0.353	0.364	0.384	0.389	—
	m	0.427	0.402	0.384	0.379	0.372	0.385	0.384	0.394	0.381
III	11	0.448	0.406	0.395	0.371	0.382	0.366	0.370	0.384	—
	12	0.505	0.455	0.442	0.435	0.441	0.436	0.438	0.444	—
	13	0.451	0.443	0.416	0.411	0.407	0.417	0.445	0.438	0.440
	14	0.449	0.425	0.386	0.372	0.331	0.397	0.405	0.463	—
	15	0.457	0.410	0.392	0.389	0.413	0.399	—	—	—
	m	0.462	0.428	0.406	0.396	0.405	0.403	0.414	0.432	0.440
IV	16	0.463	0.422	0.411	0.442	0.404	0.399	0.416	—	—
	17	0.390	0.377	0.343	0.340	0.322	—	0.337	0.327	0.358
	18	0.488	0.437	0.429	0.407	0.420	0.413	0.399	—	—
	19	0.495	0.462	0.437	0.420	0.420	0.403	—	0.426	0.432
	20	0.465	0.432	0.423	0.393	0.392	0.382	0.396	0.397	0.407
	m	0.460	0.432	0.409	0.401	0.393	0.400	0.397	0.383	0.399
V	21	0.428	—	—	—	0.360	0.366	—	—	—
	22	0.409	0.375	0.385	0.376	0.341	—	—	—	—
	23	0.445	0.426	0.403	0.414	0.410	—	—	—	—
	24	0.410	0.398	0.401	0.364	0.389	0.411	—	—	—
	25	0.427	0.395	0.383	0.402	0.365	0.372	—	—	—
	m	0.429	0.398	0.391	0.389	0.373	0.383	—	—	—

stabla uz tendenciju blagog porasta u gornjim dijelovima. Istu tendenciju pokazuju i ekstremne vrijednosti (maks. i min.).

Poligoni učestalosti po plohama prikazani su na slici 23. Srednja vrijednost za volumnu težinu apsolutno suhog drveta iznosi (tabela 17):

$$T_0 = 0,292 - 0,388 - 0,530 \text{ g/cm}^3$$

Rasponi minimalnih i maksimalnih težina po plohama su slijedeći:

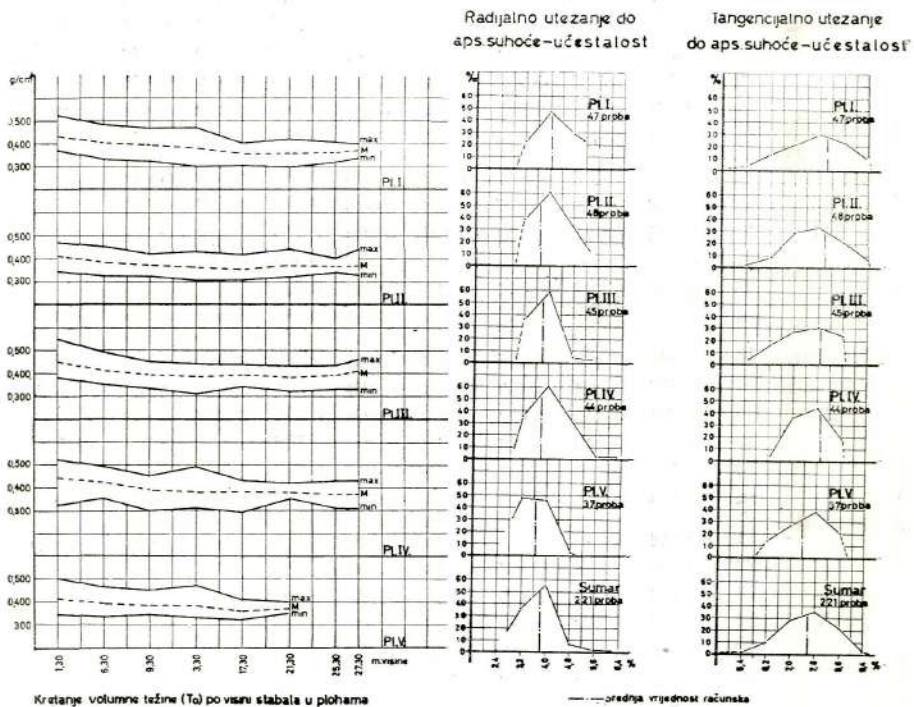
ba) za plohe II i V: 0,171 — 0,182  $\text{g/cm}^3$ ,

bb) za plohe I, III i IV: 0,221 — 0,220 — 0,224  $\text{g/cm}^3$ .



**Tabela 15**  
**Volumna težina prosušenog drveta ( $T_p = g/cm^3$ )**

Ploha	Broj proba n	Vrijednost			Greška srednje vrijed- nosti fm	Stan- dardna devija- cija $\sigma$	Greška stan- dardne devija- cije $1\sigma$	Koeff. varijac. %
		min.	M	maks				
I	491	0.320	0.403	0.553	0.0019	0.043	0.0014	10.7
II	505	0.318	0.390	0.490	0.0014	0.032	0.0010	8.2
III	485	0.327	0.410	0.550	0.0017	0.038	0.0012	9.1
IV	505	0.302	0.412	0.534	0.0020	0.045	0.0014	10.9
V	340	0.338	0.390	0.524	0.0017	0.032	0.0012	8.2
I-V	2326	0.302	0.403	0.558	0.0008	0.040	0.0006	10.0



Disperzija svojstva ploha pod ba) je manja od onih pod bb). Volumna težina ploha II i V je skoro jednaka; ona se razlikuje od težine prašumskih ploha. Raspored volumnih težina ( $T_0$ ) prikazan je na sl. 36a i 36b, gdje su dati pojedini predstavnici svih ploha. Kao što se vidi iz rasporeda volumnih težina, postoji znatno šarenilo u transversalnom rasporedu volumnih težina stabala, stoga ga nije moguće postaviti pod jedno pravilo, kako je to moguće za uzdužno kretanje volumne težine prema visini stabla.

Tabela 16

Pregled prosječnih volumnih težina suhog drveta ( $T_0 = \text{g/cm}^3$ )

Ploha	Stablo	Visina iznad zemlje (metara)								
		1.30	5.30	9.30	13.30	17.30	21.30	25.30	27.30	29.30
I	1	0.421	0.378	0.361	0.348	0.342	0.318	0.319		
	2	0.480	0.442	0.425	0.422	—	0.390	0.386	0.383	
	3	0.483	0.427	0.423	0.406	0.387	0.389	0.392	0.376	
	4	0.395	0.371	0.385	0.334	0.332	0.323	0.330	0.355	0.353
	5	0.422	0.394	0.365	0.364	0.378	0.373	0.376	0.390	0.396
	m	0.433	0.402	0.392	0.378	0.358	0.359	0.361	0.376	0.375
II	6	0.410	0.390	0.352	0.354	0.336	0.344	0.357	0.340	0.343
	7	0.418	0.416	0.389	0.376	0.371	0.386	0.375	0.418	—
	8	0.411	0.378	0.384	0.388	0.371	0.379	0.388	0.376	0.386
	9	0.431	0.385	0.366	0.358	0.358	0.385	0.352	0.368	—
	10	0.386	0.353	0.343	0.338	0.335	0.343	0.366	0.369	—
	m	0.411	0.384	0.367	0.363	0.354	0.367	0.367	0.374	0.365
III	11	0.431	0.392	0.378	0.353	0.366	0.348	0.345	0.358	—
	12	0.498	0.439	0.427	0.418	0.422	0.413	0.417	0.427	—
	13	0.435	0.426	0.401	0.394	0.390	0.394	0.422	0.419	0.420
	14	0.441	0.408	0.367	0.355	0.366	0.378	0.385	0.438	—
	15	0.444	0.394	0.375	0.372	0.386	0.383	—	—	—
	m	0.450	0.412	0.390	0.378	0.386	0.383	0.392	0.410	0.420
IV	16	0.445	0.407	0.395	0.422	0.386	0.379	0.401	—	—
	17	0.372	0.365	0.330	0.323	0.310	—	0.320	0.312	0.342
	18	0.469	0.445	0.408	0.390	0.408	0.393	0.379	—	—
	19	0.477	0.448	0.424	0.406	0.406	0.400	—	0.416	0.424
	20	0.451	0.417	0.404	0.378	0.376	0.363	0.377	0.381	0.392
	m	0.443	0.416	0.392	0.384	0.377	0.384	0.369	0.369	0.386
V	21	0.414	—	—	—	0.346	0.349	—	—	—
	22	0.396	0.367	0.369	0.364	0.329	—	—	—	—
	23	0.432	0.420	0.399	0.401	0.398	—	—	—	—
	24	0.393	0.378	0.387	0.350	0.373	0.396	—	—	—
	25	0.416	0.386	0.372	0.389	0.357	0.366	—	—	—
	m	0.410	0.388	0.382	0.376	0.361	0.370	—	—	—

Ipak, općenito je moguće konstatovati da prema centralnim dijelovima opada volumna težina, iako ne pravilno, odnosno da ona u centralnom dijelu nije najveća, mada je često, osobito u donjim dijelovima prашumskih stabala, širina godova u toj regiji najmanja.

Maksimalne volumne težine su u najnižim dijelovima, i to između centralnih i perifernih zona. Ovakav raspored je prilagođen najpovoljnijem otporu koji stablo treba da pruži prema djelovanju vlastite težine i spoljnih mehaničkih uticaja.

**Tabela 17**  
**Volumna težina apsolutno suhog drveta (To-g/cm<sup>3</sup>)**

Ploha	Broj proba n	Vrijednost			Greška srednje vrijed- nosti fm	Stan- dardna devija- cija $\sigma$	Greška stan- dardne devija- cije f $\sigma$	Koeff. varijac. %
		min.	M	maks				
I	474	0.305	0.385	0.526	0.0022	0.044	0.0014	11.4
II	500	0.300	0.382	0.471	0.0014	0.031	0.0010	8.1
III	482	0.310	0.399	0.530	0.0016	0.036	0.0012	9.0
IV	508	0.292	0.394	0.516	0.0020	0.044	0.0014	11.2
V	342	0.321	0.381	0.503	0.0017	0.032	0.0012	8.4
I—V	2.306	0.292	0.388	0.530	0.0008	0.039	0.0006	10.0

#### 4 06. UTEZANJE DRVETA

Sve vrste utezanja koja su ispitana izražene su do apsolutne suhoće i do stanja prosušenosti proba.. To stanje prosušenosti imalo je procenat vlage proba približno 11%, sa odstupanjima pojedinih proba u intervalu od 8 — 14%. Kod proba 3 × 3 × 2 izračunat je za svaku probu procenat vlage; on se nalazio u navedenom intervalu (tab. 13).

Podaci za radijalno, tangencijalno i volumno utezanje baziraju na svim probama na kojima je istražena volumna težina, međutim za izračunavanje samog utezanja uzimani su samo srednjaci cijelih kolutova (aritmetička sredina svih mjerenja proba jednog koluta). Na ovaj način je uprošćeno samo sređivanje podataka. Time je navedeni broj proba prividno smanjen i kao takav unesen u tabelarne i grafičke podatke.

#### a) RADIJALNO UTEZANJE

Radijalno utezanje opada prema visini stabla sa tendencijom blagog porasta u gornjim dijelovima (tabela 18).

**Tabela 18**  
**Radijalno utezanje do apsolutne suhoće (%)**

Ploha	Visina iznad zemlje (metara)							
	1.30	5.30	9.30	13.30	17.30	21.30	25.30	27.30
I	4.28	4.48	4.10	3.90	3.93	3.57	3.85	3.67
II	3.73	3.85	3.61	3.52	3.46	3.48	3.74	3.74
III	4.21	2.73	2.56	3.68	3.64	3.60	4.06	3.80
IV	4.14	4.32	3.53	3.95	3.52	3.63	3.67	3.77
V	3.74	3.83	3.97	4.04	3.52	3.47	—	—



Srednja vrijednost radijalnog utezanja do apsolutne suhoće iznosi (tabela 19):

**Tabela 19**  
Radijalno utezanje do apsolutne suhoće (%)

Plo- ha	Broj proba n	Vrijednost			Greška srednje vrijed- nosti fm	Stan- dardna devija- cija $\sigma$	Greška stan- dardne devija- cije f $\sigma$	Koef. varijac. %
		min.	M	maks				
I	474 (47)	2.99	4.05	5.05	0.0939	0.544	0.0665	15.9
II	500 (48)	2.89	3.72	5.26	0.0554	0.384	0.0392	10.3
III	482 (45)	3.00	3.82	5.48	0.0721	0.484	0.0510	12.7
IV	508 (44)	3.00	3.82	6.16	0.0862	0.572	0.0610	15.0
V	342 (37)	3.00	3.64	4.93	0.0731	0.444	0.0516	12.2
I—V	2306 (221)	2.89	3.30	6.16	0.0353	0.532	0.0253	14.0

$$\alpha r = 2,89 - 3,80 - 6,16\%$$

Poligoni učestalosti su prikazani na slici 25. Najmanju disperziju svojstva ima ploha V.

Radijalno utezanje do prosušenosti prikazano je na tabeli 20

**Tabela 20**  
Radijalno utezanje do prosušenosti (%)

Plo- ha	Broj proba n	Vrijednost			Greška srednje vrijed- nosti fm	Stan- dardna devija- cija $\sigma$	Greška stan- dardne devija- cije f $\sigma$	Koef. varijac. %
		min.	M	maks				
I	474 (47)	1.45	2.41	3.39	0.0734	0.504	0.0520	20.9
II	500 (48)	1.02	2.29	3.84	0.0623	0.432	0.0441	18.9
III	482 (45)	1.49	2.33	3.97	0.0644	0.432	0.0455	18.6
IV	508 (44)	1.47	2.33	4.85	0.0634	0.420	0.0448	18.0
V	342 (37)	1.71	2.31	3.00	0.0158	0.096	0.0112	4.2
I—V	2306 (221)	1.02	2.33	4.85	0.0290	0.432	0.0205	18.6

b) TANGENCIJALNO UTEZANJE

Tangencijalno utezanje (srednjaci kolutova) do apsolutne suhoće opada sa visinom stabla (tabela 21).

**Tabela 21**  
**Tangencijalno utezanje do apsolutne suhoće (%)**

	Visina iznad zemlje (metara)							
	1.30	5.30	9.30	13.30	17.30	21.30	25.30	27.30
I	8.71	8.78	7.60	7.94	6.42	7.65	6.93	6.69
II	8.25	8.83	8.28	7.90	7.38	7.49	7.16	6.40
III	7.68	7.99	7.99	7.79	7.78	7.15	6.74	6.59
IV	8.09	8.09	8.12	7.88	7.73	7.45	7.03	6.86
V	8.34	8.13	7.91	7.38	7.22	6.74	—	—

Srednja vrijednost tangencijalnog utezanja (tabela 22) je:

$$\alpha t = 4,74 - 7,58 - 9,48\%.$$

Ono je najednako po svojim srednjacima u svim plohama.

Poligoni učestalosti po plohama dati su na slici 25. Tangencijalno utezanje do prosušenosti dato je u tabeli 23.

**Tabela 22**  
**Tangencijalno utezanje do apsolutne suhoće (%)**

Ploha	Broj proba n	Vrijednost			Greška srednje vrijed- nosti fm	Stan- dardna devija- cija $\sigma$	Greška stan- dardne devija- cije f $\sigma$	Kof. varijac. %
		min.	M	maks				
I	474 (47)	4.74	7.65	9.45	0.1520	1.044	0.1080	13.7
II	500 (48)	5.30	7.64	9.48	0.1320	0.912	0.0932	11.9
III	482 (45)	5.63	7.48	8.74	0.1210	0.808	0.0852	10.8
IV	508 (44)	6.31	7.62	8.82	0.0900	0.596	0.0636	7.8
V	342 (37)	5.82	7.47	8.92	0.1185	0.720	0.0838	9.7
I—V	2306 (221)	4.74	7.58	9.48	0.0544	0.808	0.0385	10.6

**Tabela 23**  
**Tangencijalno utezanje do prosušenosti (%)**

Plo- ha	Broj proba n	Vrijednost			Greška srednje vrijed- nosti fm	Stan- dardna devija- cija $\sigma$	Greška stan- dardne devija- cije f $\sigma$	Kof. varijac. %
		min.	M	maks				
I	470 (46)	2.29	4.72	6.42	0.112	0.760	0.0792	16.1
II	500 (48)	2.58	4.65	6.10	0.107	0.740	0.0755	15.9
III	482 (45)	3.09	4.53	5.79	0.088	0.596	0.0629	13.2
IV	508 (44)	3.61	4.68	5.68	0.081	0.536	0.0572	11.5
V	342 (37)	3.26	4.53	5.77	0.114	0.692	0.0804	15.3
I—V	2302 (220)	2.29	4.63	6.42	0.046	0.683	0.0329	14.9

c) VOLUMNO UTEZANJE

Volumno utezanje (srednjaci kolutova) opada prema visini stabla u plohama (tabela 24).

Srednja vrijednost volumnog utezanja je (tabela 25):

$$\alpha v = 9,49 - 12.05 - 15,29\%.$$

Volumno utezanje je najednako na svim plohama.

**Tabela 24**  
**Volumno utezanje do apsolutne suhoće (%)**

Ploha	Visina iznad zemlje (metara)							
	1.30	5.30	9.30	13.30	17.30	21.30	25.30	27.30
I	13.51	13.61	13.13	12.84	12.18	11.89	11.11	11.71
II	12.84	13.34	12.80	12.24	11.88	11.77	12.02	10.91
III	12.94	12.39	12.13	12.17	12.20	11.09	10.92	10.96
IV	13.04	12.65	12.19	12.19	12.23	11.68	11.66	11.69
V	12.59	12.48	12.32	11.81	11.40	10.87	—	—

Poligoni učestalosti su predstavljeni na slici 26. Volumno utezanje do prosušenosti po plohama izneseno je u tabeli 26.



**Tabela 25**  
**Volumno utezanje do apsolutne suhoće (%)**

Ploha	Broj proba n	Vrijednost			Greška srednje vrijed- nosti fm	Stan- dardna devija- cija $\sigma$	Greška stan- dardne devija- cije f $\sigma$	Koef. varijac. %
		min.	M	maks				
I	474 (47)	9.64	12.40	15.29	0.1652	1.135	0.1169	9.1
II	500 (48)	9.88	12.03	14.35	0.1466	1.015	0.1037	8.4
III	482 (45)	9.49	11.92	13.63	0.1485	0.995	0.1050	8.3
IV	508 (44)	10.77	12.09	13.47	0.1307	0.865	0.0922	7.2
V	342 (37)	10.00	11.76	13.21	0.1332	0.810	0.0942	6.9
I—V	2306 (221)	9.49	12.05	15.29	0.0670	0.995	0.0473	8.3

d) LONGITUDINALNO UTEZANJE

Ovo utezanje je istraženo na posebnim dužim probama samo iz prsnih kolutova, jer je tačnost mjerenja malih proba nedovoljna za izražavanje ovih veličina. Njegovo mijenjanje prema visini stabla nije izraženo, pošto je ovo svojstvo ispitano samo iz drveta prsnih kolutova.

Longitudinalno utezanje do apsolutne suhoće je (tabela 27):

$$\alpha l = 0,21 - 0,47 - 1,20\%$$

Ono je približno jednako u svim plohama.

Poligone učestalosti pokazuje slika 26.

Podaci o longitudinalnom utezanju do prosušnosti dati su u tabeli 28.

Volumno utezanje se približno tačno može izračunati iz linearnih utezanja:

**Tabela 26**  
**Volumno utezanje do prosušnosti (%)**

Ploha	Broj proba n	Vrijednost			Greška srednje vrijed- nosti fm	Stan- dardna devija- cija $\sigma$	Greška stan- dardne devija- cije f $\sigma$	Koef. varijac. %
		min.	M	maks				
I	474 (47)	4.90	4.47	10.59	0.1531	1.050	0.1085	14.1
II	496 (47)	5.86	7.45	9.35	0.1151	0.790	0.0816	10.6
III	482 (45)	5.57	7.29	9.23	0.1149	0.770	0.0812	10.6
IV	504 (43)	6.45	7.55	8.81	0.1068	0.700	0.0755	9.3
V	342 (37)	5.97	7.36	8.72	0.1186	0.720	0.0838	9.8
I—V	2298 (219)	4.90	7.43	10.59	0.0557	0.825	0.0395	11.1

**Tabela 27**  
**Longitudinalno utezanje do apsolutne suhoće (%)**

Ploha	Broj proba n	Vrijednost			Greška srednje vrijed- nosti fm	Stan- dardna devija- cija $\sigma$	Greška stan- dardne devija- cije $f\sigma$	Koeff. varijac. %
		min.	M	maks				
I	53	0.23	0.45	0.83	0.0206	0.15	0.0146	33.3
II	42	0.21	0.45	0.61	0.0247	0.16	0.0175	35.6
III	57	0.31	0.48	1.00	0.0225	0.17	0.0159	35.4
IV	51	0.28	0.47	1.20	0.0238	0.17	0.0169	36.2
V	42	0.26	0.48	0.86	0.0247	0.16	0.0175	33.4
I—V	245	0.21	0.47	1.20	0.0102	0.16	0.0072	34.0

**Tabela 28**  
**Longitudinalno utezanje do prosušenosti (%)**

Ploha	Broj proba n	Vrijednost			Greška srednje vrijed- nosti fm	Stan- dardna devija- cija $\sigma$	Greška stan- dardne devija- cije $f\sigma$	Koeff. varijac. %
		min.	M	maks				
I	50	0.13	0.31	0.63	0.0170	0.12	0.0120	38.7
II	39	0.13	0.28	0.77	0.0192	0.12	0.0136	42.8
III	57	0.11	0.33	0.79	0.0185	0.14	0.0131	42.4
IV	51	0.15	0.32	0.83	0.0196	0.14	0.0139	43.7
V	41	0.14	0.33	0.58	0.0172	0.11	0.0121	33.4
I—V	238	0.11	0.31	0.83	0.0084	0.13	0.0060	42.0

$$7,58 + 3,80 + 0,47 = 11,85$$

Tačnije izračunavanje se vrši po formuli:

$$\alpha v = \alpha t + \alpha r + \alpha l - \frac{\alpha r \cdot \alpha t}{100}$$

Prema ovoj formuli bi volumno utezanje iznosilo:

$$11,85 - \frac{7,58 \times 3,80}{100} = 11,56.$$

Prema direktnom izračunavanju volumnog utezanja, koje je dobi-  
jeno sa vrijednošću 12,05, greška iznosi 4,1%.

Općenito za sve vrste drveta vrijedi odnos:

$$\alpha t : \alpha r : \alpha l \approx 2 : 1 : 0.1.$$

Taj odnos je za istraženu jelovinu:

$$1,99 : 1,00 : 0,12.$$

#### 4 07. ČVRSTOĆA SAVIJANJA

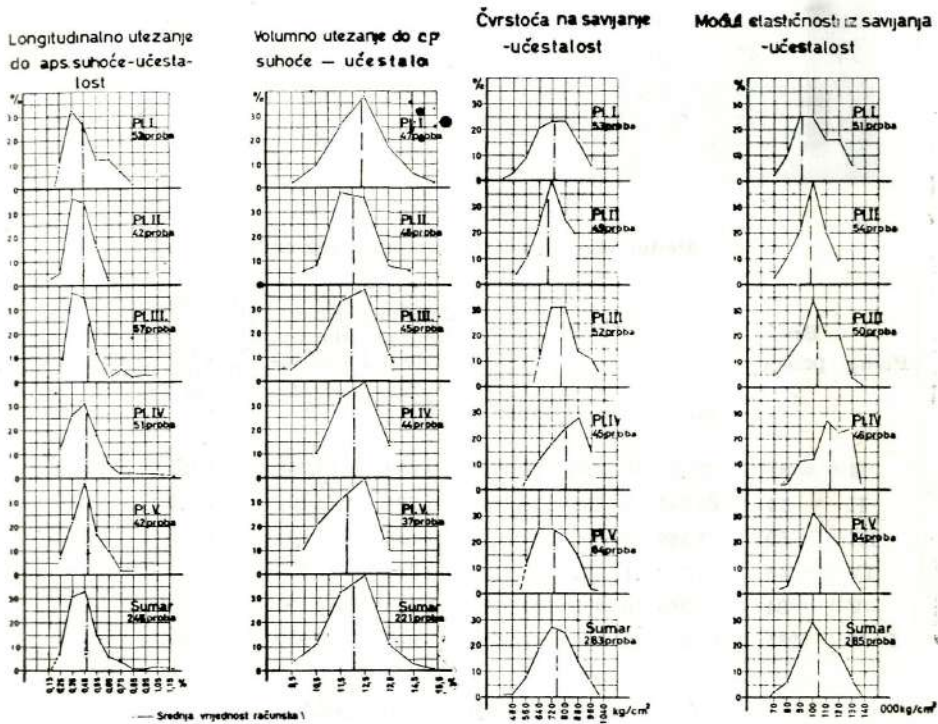
Čvrstoća savijanja istražene jelovine svedena na stepen vlage od 12% pokazuje vrijednost (tabela 29):

$$\sigma_{s 12} = 459 - 750 - 1008 \text{ kg/cm}^2.$$

Visoke vrijednosti čvrstoće na savijanje daje drvo plohe III i IV. Ostale tri zaostaju, tako da je ploha I dala približnu čvrstoću savijanja sa plohom V, dok je ploha II sa najmanjom čvrstoćom savijanja.

Razmjerno niske vrijednosti imaju obje plohe iz Peručice, gdje bi mogla biti od uticaja geološka podloga.

Poligoni učestalosti dati su na slici 27.



Sl. 26 Grafički prikaz učestalosti longitudinalnog i volumnog utezanja

Sl. 27 Grafički prikaz učestalosti čvrstoće na savijanje i modula elastičnosti

#### 4 08. MODUL ELASTIČNOSTI

Modul elastičnosti iz savijanja istražene jelovine (tabela 30) pokazuje vrijednost:

$$E_s = 65.962 - 104.040 - 137.200 \text{ kg/cm}^2.$$



Najmanju vrijednost ima ploha II, a najveću ploha IV. Disperzija svojstva nije markantna među plohami, izuzev što ploha II pokazuje najmanji interval.

Poligoni učestalosti su prikazani na slici 27.

**Tabela 29**  
**Čvrstoća savijanja (12% vlage) (kg/cm<sup>2</sup>)**

Ploha	Broj proba n	Vrijednost			Greška srednje vrijed- nosti fm	Stan- dardna devija- cija $\sigma$	Greška stan- dardne devija- cije $f\sigma$	Koef. varijac. %
		min.	M	maks				
I	53	459	735	941	16.4	119.60	11.60	16.27
II	49	510	699	840	11.3	77.20	7.80	11.40
III	52	602	783	1008	13.9	100.00	9.80	12.78
IV	45	544	801	958	15.8	105.60	11.10	13.18
V	84	532	739	1004	11.9	109.20	8.45	14.80
I—V	283	459	750	1008	6.5	109.60	4.61	14.61

**Tabela 30**  
**Modul elastičnosti iz savijanja (kg/cm<sup>2</sup>)**

Ploha	Broj proba n	Vrijednost			Greška srednje vrijed- nosti fm	Stan- dardna devija- cija $\sigma$	Greška stan- dardne devija- cije $f\sigma$	Koef. varijac. %
		min.	M	maks				
I	51	65.962	101.320	129.433	2.059	14.700	1.455	14.50
II	54	69.645	98.705	118.276	1.524	11.200	1.079	11.34
III	50	73.369	103.800	137.200	1.855	13.100	1.310	12.63
IV	46	74.768	111.085	134.510	2.204	14.950	1.559	13.47
V	84	73.369	105.415	134.510	1.430	13.100	1.010	12.41
I—V	285	65.962	104.040	137.200	827	13.950	585	13.41

#### 4 09. ČVRSTOĆA PRITISKA

a) Čvrstoća pritiska proba iz prsnih kolotova (tabela 31) za ispitivanu jelovinu obračunata na stepen vlage od 12% je:

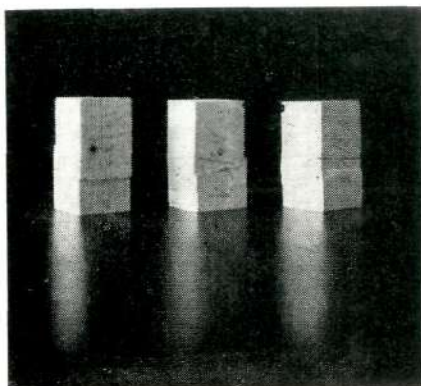
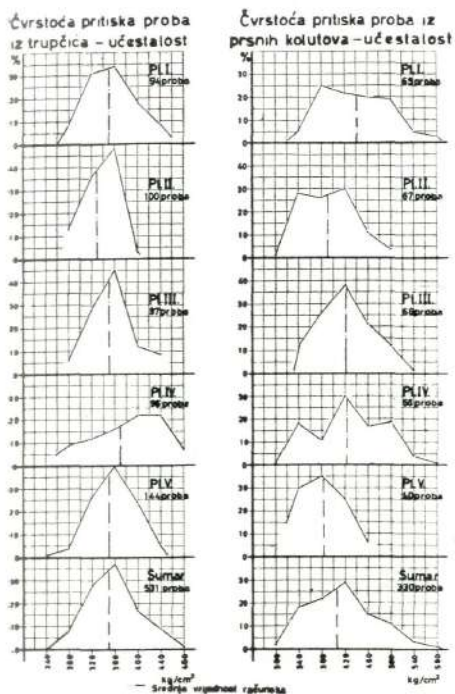
$$\sigma_{p 12} = 305 - 414 - 595 \text{ kg/cm}^2.$$

Kod ove čvrstoće uočljiva je razlika između ploha I, III, IV i ploha II i V. Prve 3 plohe imaju srednju čvrstoću pritiska: 442, 423 i 425 kg/cm<sup>2</sup>, a druge dvije: 394 i 384 kg/cm<sup>2</sup>.

Interval disperzije je najmanji na plohi V (Igman):

za plohu I	274 kg/cm <sup>2</sup>
za plohu II	197 kg/cm <sup>2</sup>
za plohu III	210 kg/cm <sup>2</sup>
za plohu IV	270 kg/cm <sup>2</sup>
za plohu V	136 kg/cm <sup>2</sup>

Poligoni učestalosti dati su na slici 28.



Sl. 29 Deformacije proba ispitanih na pritisak (orig.)

Sl. 28 Grafički prikaz učestalosti čvrstoće pritiska

b) Čvrstoća pritiska proba iz trupčica.

Čvrstoća pritiska proba iz trupčica (tabela 32) za ispitanu jelovinu obračunata na stepen vlage od 12% iznosi:

$$\sigma_{p12} = 236 - 356 - 478 \text{ kg/cm}^2.$$

Ona je znatno niža od iste čvrstoće proba iz prsnih kolotova. Kod ove čvrstoće nema većih razlika među plohami. Uzrok leži u tome što je na većim visinama, sa kojih su trupčici uzeti, drvo normalnih osobina, dok je drvo iz prsnih kolotova prašumskih stabala zbijenije, sa zonama uskih godova i sa većim učešćem kasnog drveta.

Poligoni učestalosti dati su na slici 28.

Deformacije proba date su na slici 29.

c) Prosječna čvrstoća pritiska.

**Tabela 31**  
**Čvrstoća pritiska (prsni kolut) (kg/cm<sup>2</sup>)**

Ploha	Broj proba n	Vrijednost			Greška srednje vrijed- nosti fm	Stan- dardna devija- cija σ	Greška stan- dardne devija- cije fσ	Koeff. varijac. %
		min.	M	maks				
I	69	321	442	595	7.10	59.00	5.02	13.36
II	67	306	394	502	5.43	44.40	3.84	11.27
III	68	328	423	538	5.61	46.20	3.96	10.92
IV	66	310	425	580	7.53	61.20	5.33	14.40
V	60	318	384	454	4.90	38.00	3.47	9.90
I—V	330	305	414	595	3.40	55.20	2.15	13.33

**Tabela 32**  
**Čvrstoća pritiska (trupčići) (kg/cm<sup>2</sup>)**

Ploha	Broj proba n	Vrijednost			Greška srednje vrijed- nosti fm	Stan- dardna devija- cija σ	Greška stan- dardne devija- cije fσ	Koeff. varijac. %
		min.	M	maks				
I	94	261	356	456	4.31	41.80	3.50	11.76
II	100	274	336	413	2.84	28.40	2.01	8.45
III	97	277	357	441	3.84	37.80	2.72	10.60
IV	96	255	375	478	5.96	58.40	4.22	15.59
V	144	236	358	455	3.18	38.20	2.26	10.68
I—V	531	236	356	478	1.88	43.20	1.33	12.14
Ukupni prosjeck	861	236	379	595	1.95	57.20	1.38	15.10

U tabeli 32 data je i prosječna čvrstoća pritiska iz svih istraženih proba:

$$\sigma_{p12} = 236 - 379 - 595 \text{ kg/cm}^2.$$

d) Koeficijent kvaliteta.

Statička kota po Jankinom obrascu.

$$Kst = \frac{\sigma^n}{100 tp} \quad \text{Ona je:}$$

- |  |                    |        |
|--|--------------------|--------|
| a) za probe iz prsnih kolutova . . . . . | $\frac{414}{40,3}$ | = 10,4 |
| b) za probe iz trupčića . . . . .        | $\frac{356}{40,3}$ | = 8,9  |
| c) za sve probe . . . . .                | $\frac{379}{40,3}$ | = 9,4  |



#### 4 10. TVRDOĆA DRVETA

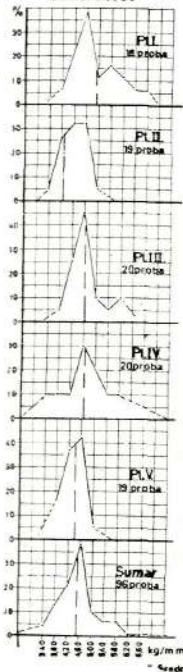
a) Tvrdća ispitane jelovine po metodi Janka (tabela 33) iznosi:

$$tJ = 320 - 435 - 705 \text{ kg/cm}^2.$$

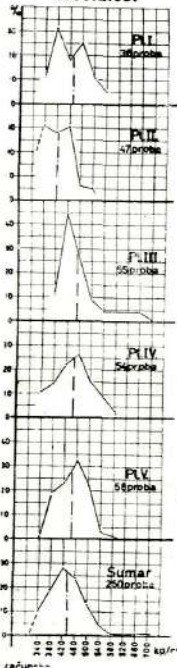
Najmanju tvrdoću ima ploha II: 387 kg/cm<sup>2</sup>.

Poligoni učestalosti su prikazani na slici 30.

Tvrdoća po Brinellu-  
učestalost



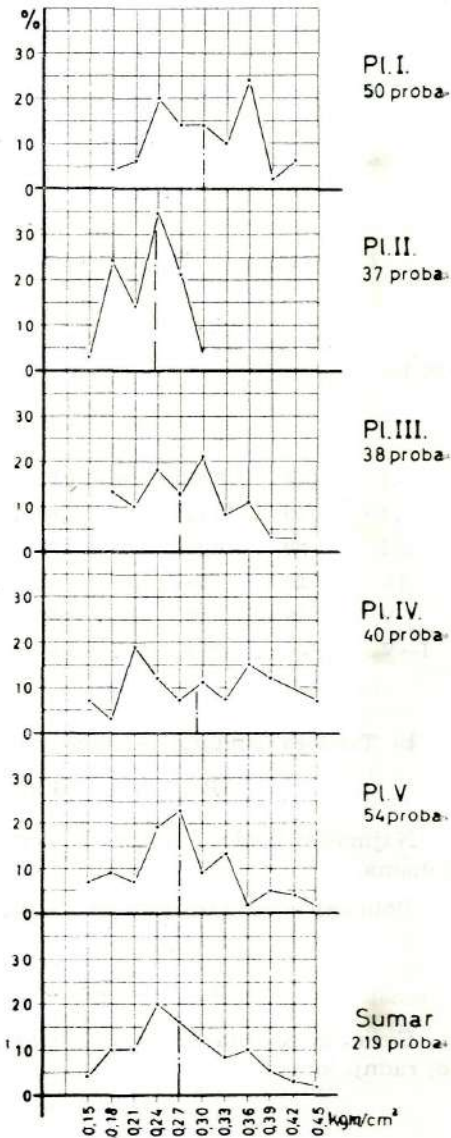
Tvrdoća po Janki-  
učestalost



Sl. 30 Grafički prikaz učestalosti  
tvrdoće po Brinellu i Janki

Sl. 31 Grafički prikaz učes-  
talosti na udarac

#### Udarac - učestalost



— Srednja vrijednost računsa

**Tabela 33**  
**Tvrdoća po Janki (kg/cm<sup>2</sup>)**

Ploha	Broj proba n	Vrijednost			Greška srednje vrijed- nosti fm	Stan- dardna devija- cija $\sigma$	Greška stan- dardne devija- cije f $\sigma$	Kof. varijac. %
		min.	M	maks				
I	36	340	427	561	9.17	55.00	6.48	12.89
II	47	320	387	510	6.42	44.00	4.54	11.31
III	55	390	454	705	9.03	67.00	6.39	14.77
IV	54	340	444	591	8.49	62.40	6.01	14.07
V	58	350	448	612	6.56	50.00	4.64	11.17
I—V	250	320	435	705	3.86	61.00	2.73	14.03

**Tabela 34**  
**Tvrdoća po Brinellu (kg/cm<sup>2</sup>)**

Ploha	Broj proba n	Vrijednost			Greška srednje vrijed- nosti fm	Stan- dardna devija- cija $\sigma$	Greška stan- dardne devija- cije f $\sigma$	Kof. varijac. %
		min.	M	maks				
I	18	3.12	4.98	6.91	0.18	0.778	0.13	15.62
II	19	3.12	4.25	5.68	0.08	0.360	0.06	8.47
III	20	3.28	4.66	6.45	0.12	0.520	0.08	11.17
IV	20	2.59	4.64	7.41	0.15	0.664	0.10	14.30
V	19	3.12	4.34	5.68	0.07	0.322	0.05	7.42
I—V	96	2.59	4.57	7.41	0.06	0.612	0.04	13.40

b) Tvrdoća ispitane jelovine po metodi Brinella (tabela 34) iznosi:

$$tB = 2.59 - 4.57 - 7.41 \text{ kg/mm}^2$$

Najmanju tvrdoću pokazuje ploha II, iako većih razlika nema među ploham.

Poligoni učestalosti dati su na slici 30.

#### 4 11. ČVRSTOĆA NA UDARAC

Čvrstoća na udarac ispitane jelovine (tabela 35) izražena u specifičnoj radnji loma je:

$$a = 0,14 - 0,27 - 0,46 \text{ kgm/cm}^2.$$

Rezultati su prilično ujednačeni za sve plohe, jedino ploha II pokazuje najmanju čvrstoću.

Poligoni učestalosti prikazani su na slici 31.

**Tabela 35**  
**Udarac kgm/cm<sup>2</sup>**

Ploha	Broj proba n	Vrijednost			Greška srednje vrijed- nosti fm	Stan- dardna devija- cija σ	Greška stan- dardne devija- cije fσ	Koef. varijac. %
		min.	M	maks				
I	50	0.19	0.30	0.42	0.0088	0.062	0.0060	20.67
II	37	0.16	0.23	0.30	0.0081	0.037	0.0043	16.10
III	38	0.18	0.21	0.42	0.0105	0.062	0.0071	23.00
IV	40	0.16	0.29	0.46	0.0135	0.085	0.0095	29.35
V	54	0.14	0.27	0.46	0.0098	0.072	0.0069	26.70
I—V	219	0.14	0.27	0.46	0.0047	0.070	0.0034	25.96

Dinamička kota po Monninu je:

$$K = \frac{a}{tp^2}$$

Za istraženu jelovinu iznosi

$$K = \frac{0.27}{0.403^2} = 1,666.$$

## 5) ANALIZA REZULTATA

a) Na osnovu rezultata istraživanja i grupisanja ploha prema osobinama prirastanja (Poglavlje 401) moguće je izdvojiti dvije vrste ploha. Prvu grupu u koju spadaju plohe I, III i IV, možemo označiti kao tipične prašumske plohe. U drugu grupu spadaju plohe II i V sa normalnim životnim tokom (slike 18 i 19) iskorišćavanih šuma. Ovakve plohe možemo označiti kao neprašumske. Iako ploha II potiče iz prašume, ona je netipična za prašumu jer nije pretrpjela period potištenosti. Takvim životnim tokom njena stabla nisu ni izgradila svojstva tipična za prašumska stabla s obzirom na životne uslove.

Kao što su izdvojene tipične prašumske plohe, moguće je izdvojiti i pojedina stabla kao tipična prašumska odnosno neprašumska. Među prašumska stabla iz plohe II moglo bi se ubrojiti stablo br. 9, jer je starije od ostalih stabala svoje plohe, a ostale taksacione elemente ima slične (tabela 3 i sl. 18). Njegova je starost 180 godina, dok su ostala stabla dostigla u vrijeme sječe 138 — 148 godina.

Ploha II se nalazi stotinjak metara udaljena od šumske čistine zvane »Stajište«. Postoji vjerovatnoća da su stabla navedene plohe nastala pri-



**Tabela 36**  
**Pregled srednjih vrijednosti svojstava jelovine po plohama**

Svojstva	Jedinica mjere	Ploha I	Ploha III	Ploha IV	Ukupan prosjek	Ploha II	Ploha V
Šinina goda	mm	1.57	1.66	1.80	1.82	2.04	2.00
Kasno drvo	%	24.1	22.50	23.60	21.50	18.20	18.70
Volumna težina prosušenog drveta	g/cm <sup>3</sup>	0.403	0.416	0.416	0.403	0.390	0.390
Volumna težina apsolutno suhog drveta	g/cm <sup>3</sup>	0.385	0.399	0.394	0.388	0.382	0.381
Čvrstoća savijanja	kg/cm <sup>2</sup>	735	783	801	750	699	739
Modul elastičnosti	kg/cm <sup>2</sup>	101.000	104.000	111.000	104.000	99.000	105.000
Čvrstoća pritiska (prsni)	kg/cm <sup>2</sup>	442	423	425	414	394	384
Čvrstoća pritiska (trupč.)	kg/cm <sup>2</sup>	356	357	375	356	336	358
Tvrdoća po Janki	kg/cm <sup>2</sup>	427	454	444	435	387	448
Tvrdoća po Brinellu	kg/mm <sup>2</sup>	4.93	4.66	4.64	4.57	4.25	4.34
Čvrstoća na udarac	kgm/cm <sup>2</sup>	0.30	0.27	0.29	0.27	0.23	0.27
Utezanje radijalno apsolutne suhoće	%	4.05	3.82	3.82	3.80	3.72	3.64
Utezanje radijalno do prosušenosti	%	2.41	2.33	2.33	2.33	2.29	2.31
Utezanje tangencijalno do apsolutne suhoće	%	7.65	7.48	7.62	7.58	7.64	7.47

Utezanje tangencijalno do prosušenosti	%	4.72	4.53	4.68	4.63	4.65	4.53
Utezanje longitudinalno do apsolutne suhoće	%	0.45	0.48	0.47	0.47	0.45	0.48
Utezanje longitudinalno do prosušenosti	%	0.31	0.33	0.32	0.31	0.28	0.33
Utezanje volumno do apsolutne suhoće	%	12.40	11.92	12.09	12.05	12.03	11.76
Utezanje volumno do prosušenosti	%	7.47	7.29	7.55	7.43	7.45	7.36
Zapreminski udio kore	%	11.5	11.2	13.6	11.8	10.4	12.4

rodnim pošumljavanjem ove čistine. U tom slučaju ona su se razvila u normalnim uslovima života, zbog čega njena stabla ne pokazuju prašumske karakteristike.

b) Ploha II iz Peručice je po većini istraženih svojstava vrlo bliska plohi V (Igman), koja potiče iz normalno iskorišćavane gospodarske šume.

Na tabeli 36 vidi se da se većina srednjaka ispitanih svojstava mogu razdvojiti prosječnom vrijednošću na dvije grupe. Svojstva sa jedne strane prosjeka zauzimaju plohe I, III i IV, a svojstva sa druge strane prosjeka zauzimaju plohe II i V.

Drvo prašumskih ploha ima manju prosječnu širinu godova (1,57 — 1,80 mm) nego drvo neprašumskih ploha (2,00 — 2,04 mm).

Učešće zone kasnog drveta je jače u drvetu prašumskih ploha (22,5 — 24,1%) nego u neprašumskih ploha (18,2 — 18,7%).

Volumna težina prosušenog drveta prašumskih ploha (0,403 — 0,416 kg/cm<sup>2</sup>) veća je nego neprašumskih ploha (0,390 kg/cm<sup>2</sup>).

Čvrstoća pritiska proba iz prsnih kolutova drveta prašumskih ploha (423 — 442 kg/cm<sup>2</sup>) veća je nego neprašumskih ploha (384 — 394 kg/cm<sup>2</sup>).

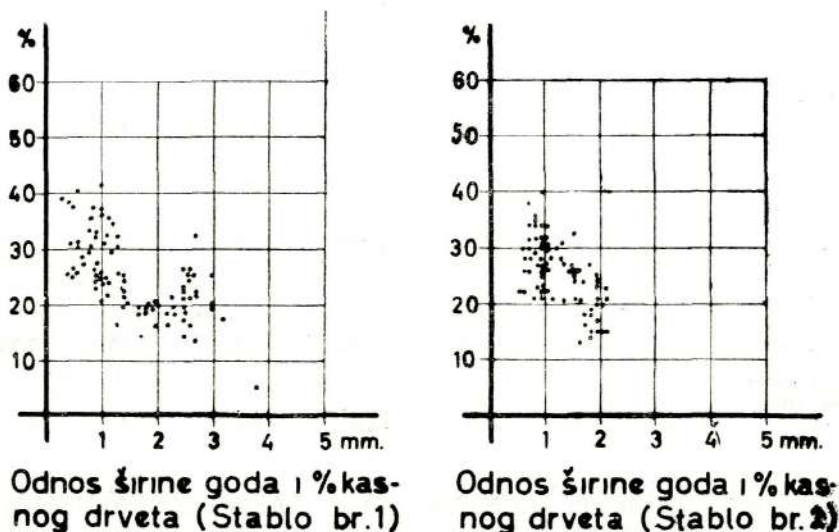
Tvrdoća po Brinell-u je veća kod drveta prašumskih ploha (4,64 — 4,98 kg/mm<sup>2</sup>) nego neprašumskih ploha (4,25 — 4,34 kg/mm<sup>2</sup>).

Čvrstoća na udarac je veća kod drveta prašumskih ploha (0,27 — 0,30 kgm/cm<sup>2</sup>) nego kod neprašumskih (0,23 — 0,27 kgm/cm<sup>2</sup>).

Radijalno utezanje drveta prašumskih ploha (3,82 — 4,05%) veća je nego drveta neprašumskih ploha (3,63 — 3,72%).

I ostale osobine čiji su srednjaci navedeni u preglednoj tabeli 40 imaju sličan odnos, ali sa pojedinačnim odstupanjima. Pored toga, osobine drveta prašumskih ploha imaju pretežno veći interval disperzije svojstva nego neprašumskih ploha; prašumske plohe imaju također više ekstremnih vrijednosti svojstava.

c) Prosječno učešće zone kasnog drveta na prašumskim stablima opada sa povećanjem širine goda (slika 32).\*)



Sl. 32 Odnos širine goda i učešća kasnog drveta

1) Čvrstoća savijanja prašumske jelovine opada sa porastom širine goda (slika 33). Čvrstoća savijanja jelovine raste sa porastom volumne težine (slika 34). Navedenim konstatacijama samo se potvrđuju već istražene zakonitosti kod četinarara. One istovremeno daju objašnjenje za razlike među svojstvima prašumskih i neprašumskih ploha.

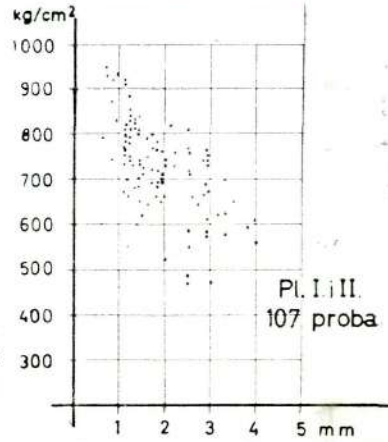
U plohi V — Igman istražena je čvrstoća savijanja iz 2 trupčića sa svakog stabla, te je konstatovano (tabela 37) da je čvrstoća savijanja trupčića iz gornjeg dijela stabla (II) manja nego iz trupčića sa polovine tehničke dužine (I):

e) S obzirom da je čvrstoća pritiska istražena na prsnim kolotovima i na trupčićima, rezultati su pokazali manju čvrstoću pritiska proba iz trupčića. Iz tabele 38 vidi se da čvrstoća pritiska opada sa visinom stabla. Podaci izneseni u tabeli potječu iz plohe V (Igman), u kojoj su ispitivana po dva trupčića sa raznih visina na stablu.

\*)Detaljnija istraživanja kasnog drveta nisu vršena u okviru ovoga rada, nego su date samo za orijentaciju prosječne vrijednosti. Prema sl. 32 moguće je približno zaključiti da je maksimalno učešće kasnog drveta u godovima širine oko 1 mm, što bi odgovaralo rezultatima istraživanja drugih autora (Lit. 2 i 44). Detaljnija istraživanja u tom pogledu biće predmet drugog rada.



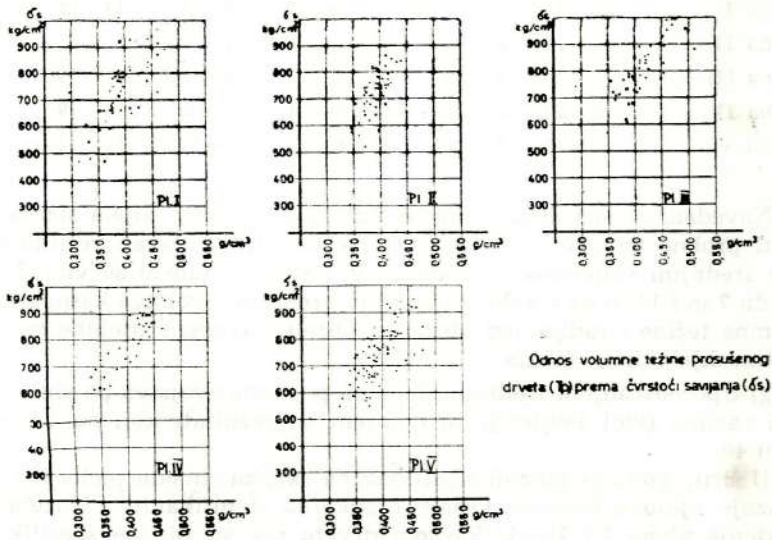
Odnos čvrstoće savijanja  $\delta_s$  prema širini goda



Sl. 33 Odnos čvrstoće savijanja prema širini goda

Tabela 37  
Čvrstoća savijanja ( $\text{kg/cm}^2$ )

Položaj probe	Stablo broj				
	21	22	23	24	25
I trupčić	729	665	890	759	768
II trupčić	683	602	796	670	729



Sl. 34 Odnos volumne težine prema čvrstoći savijanja

Tabela 38

Cvrstoća pritiska (prosjeci 12% vlage) Ploha V »Igman«

Položaj probe	Stablo broj				
	21	22	23	24	25
Prsni kolut (1.30)	374	371	407	376	395
I trupčić (6.7)	374	344	398	357	369
II trupčić (14.1)	335	314	396	337	347

f) Izračunavanjem srednjih vrijednosti pojedinih osobina za svaku plohu, kao i pregledom promjena prosječnih osobina prema visini stabala u plohama, moguće je dati položaj prosječnih vrijednosti pojedinih osobina na stablu. Na ovoj bazi je izrađena tabela 39.

Tabela 39

Položaj prosječnih vrijednosti osobina na stablu

	Širina goda	Kasno drvo	To	$\alpha r$	$\alpha t$	$\alpha v$
	Na visini metara					
Ploha I	13—15	9—11	9—11	9—11	13—15	13—15
Ploha II	7—9	9—11	7—9	7—9	13—15	13—15
Ploha III	13—15	9—11	7—9	3—5	17—19	17—19
Ploha IV	21—23	7—9	7—9	7—9	17—19	17—19
Ploha V	17—19	9—11	9—11	15—17	11—13	13—15

Navedeni podaci daju jedan od putokaza sa kojeg dijela stabla treba vaditi probne trupčice da bi oni pri ispitivanjima davali rezultate najbliže srednjim vrijednostima odnosnog stabla. Iz tabele se vidi da zone između 7 m i 11 m na stablu obuhvataju prosječna svojstva kasnog drveta, volumne težine i radijalnog utezanja. Ostale navedene osobine se nalaze u višim dijelovima stabala.

g) Upoređivanjem srednjih ploha za pojedina svojstva po značajnosti razlika (vidi Poglavlje 3) dobijeni su rezultati koji su izneseni u tabeli 40.

U širini goda ne postoji značajna razlika između ploha II i V, što pokazuje njihovu sličnost. Ostale razlike su značajne. Izuzetak čini poređenje ploha I i III. U kasnom drvetu sve su razlike značajne, izuzev među plohama II i V i plohama I i IV.

**Tabela 40**  
**Signifikantnost svojstava (»t«) među plohami**

Svojstvo	I i II	I i III	I i IV	I i V	II i III	II i IV	II i V	III i IV	III i V	IV i V
Širina goda	10.93	2.43	5.75	9.55	10.00	5.89	0.89	4.03	8.49	4.65
Kasno drvo	15.53	3.81	1.17	13.50	11.00	13.50	1.35	2.57	9.50	12.00
Volumna težina (Tp)	5.42	5.20	3.22	5.20	11.80	8.80	0.00	1.54	10.82	8.45
Volumna težina (To)	1.15	5.19	3.00	1.43	8.10	4.80	0.45	1.92	7.82	5.00
Čvrstoća savijanja	1.80	2.23	2.90	0.20	4.70	5.26	2.44	0.86	2.41	3.14
Čvrstoća pritiska (prs)	5.39	2.11	1.65	6.75	3.72	3.34	1.37	0.21	5.20	4.55
Čvrstoća pritiska (trup)	3.85	0.19	2.57	0.37	4.88	5.92	5.12	2.65	0.22	2.50
Tvrdoća po Janki	3.57	2.09	1.36	1.87	6.04	5.38	6.63	0.81	5.35	3.74
Tvrdoća po Brinellu	3.70	1.48	1.45	3.32	2.85	2.29	0.85	0.10	2.30	1.82
Udarac	6.60	2.21	0.63	2.27	3.31	4.06	3.48	1.17	0.00	1.20



Razlike volumne težine prosušenog drveta nisu significantne samo među plohama II i V i plohama III i IV. Razlike volumne težine apsolutno suhog drveta nisu significantne među plohama I i II, I i V, II i V te III i IV.

U čvrstoći savijanja postoje significantne razlike među plohama I i IV, II i III, II i IV te IV i V. U čvrstoći pritiska proba iz prsnih kolutova nisu significantne razlike ploha I i III, I i IV, II i V te III i IV. U čvrstoći pritiska proba iz trupčića nisu significantne razlike samo među plohama I i III te I i V; razlike među plohama III i IV te IV i V ostale su significantne. Kod Jankine tvrdoće nisu significantne razlike među plohama I i III, I i IV, I i V te III i IV.

Kod Brinell-ove tvrdoće significantne su razlike samo među plohama I i II, I i V te II i III.

U čvrstoći na udarac significantne su razlike među plohama I i II, II i III te II i IV te II i V.

Prema navedenoj tabeli moguće je konstatovati da među plohama II i V uglavnom nema significantnih razlika. Razlike su significantne samo u čvrstoći pritiska (probe iz trupčića), tvrdoći po Janki i čvrstoći na udarac. Mnoge međusobne podudarnosti u svojstvima pokazuju plohe III i IV. Plohe I i II, iako su iz istog prašumskog područja (Peručica), znatno su različite po osobinama.

h) Rasporedimo li tipično prašumske plohe (tab. 41) prema geografskoj širini od zapada prema istoku, dobijamo slijedeće promjene osobina:

**Tabela 41**  
**Promjene osobina prema geografskoj širini**

Svojstvo		Ploha			Karakteristika
		III	IV	I	
Širina goda	m/m	1.66	1.80	1.57	—
Kasno drvo	%	22.5	23.6	24.1	raste
Tp	kg/cm <sup>3</sup>	0.416	0.412	0.403	opada
To	kg/cm <sup>3</sup>	0.399	0.394	0.385	opada
$\sigma_p$	kg/cm <sup>2</sup>	423	425	442	raste
Tvrdoća (J)	kg/cm <sup>2</sup>	454	444	427	opada
Udarac	kg/cm <sup>2</sup>	0.27	0.29	0.30	raste

Iako se obim istraživanja ne bi mogao smatrati dovoljnim za sigurne konstatacije u ovom smislu, ona ipak slikovito pokazuju izvjesne pravilnosti promjena navedenih osobina.

Opadanje volumne težine od zapada prema istoku prikazano je za hrast lužnjak (Horvat, Lit. 15). Pad volumnih težina prašumske jelo-

vine od zapada prema istoku logično prati i opađanje tvrdoće po Jankinoj metodi.

Porast čvrstoće pritiska je uslovljen porastom učešća zone kasnog drveta, što bi se takođe moglo odnositi i za čvrstoću na udarac.

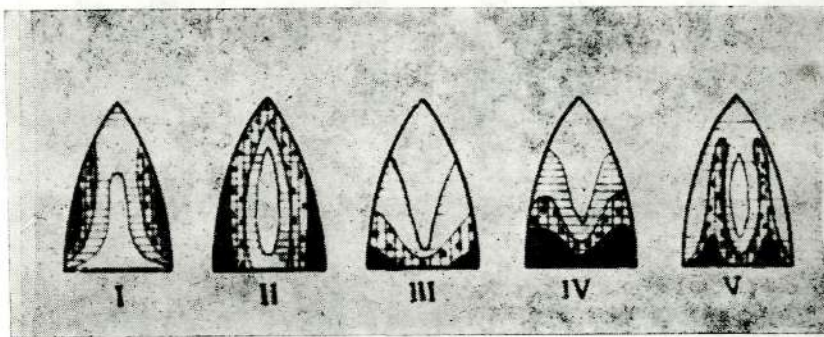
Navedene konstatacije su svakako zanimljive, ali bi ih trebalo potkrijepiti i dopuniti širim istraživanjima.

Prema geološkoj podlozi ploha moguće je konstatovati da je prašumska ploha I iz Peručice, koja se nalazi na verfenu, izgradila drvo drukčijih svojstava nego ploha III i IV, koje su na krečnjaku i koje su međusobno ujednačenih osobina (vidi Poglavlje 5. 7). Prašumske plohe sa krečnjaka, iako pokazuju veću prosječnu širinu goda i manje učešće kasnog drveta, imaju veće volumne težine. U pogledu mehaničkih svojstava ne pokazuje se usklađena razlika, jer su neka od mehaničkih svojstava veća na jednim ploham, dok su druga veća na drugim. Razlike su među ovim grupama ploha uočljivije, dok unutar ploha III i IV uglavnom nisu signifikantne.

i) Prašumska jelovina ne dostiže velike visine kao smrča (6), ali dostiže znatne promjere i starosti. Prašumska jelovina u staroj dobi stvara jak lub i time bitno povećava zapreminski procenat kore.

Čistoća debla od grana ispitanih stabala kreće se između 30 i 70% (tabela 3). Ovo se odnosi uglavnom na starija stabla, dok je koeficijent čistoće mlađih stabala još niži.

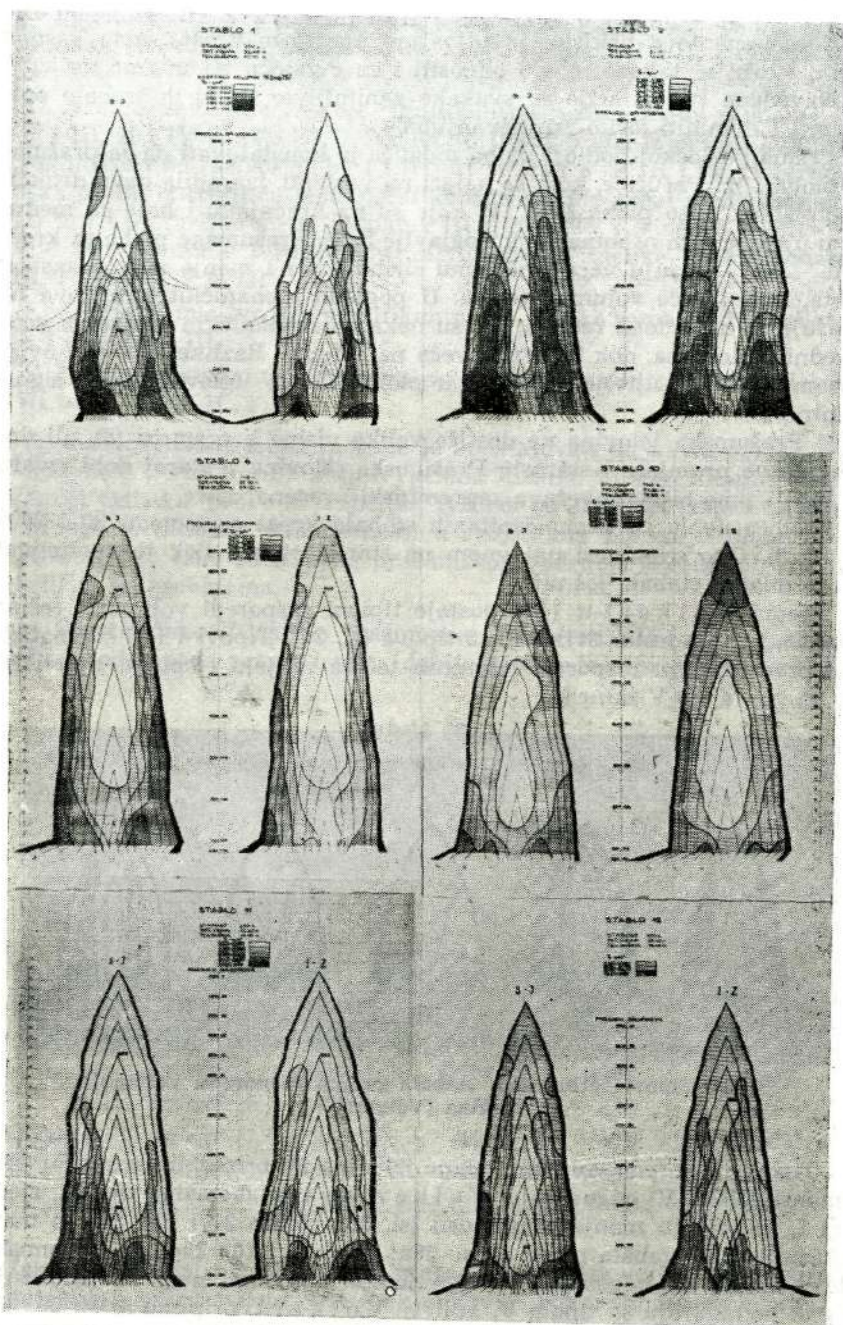
Prema Volkert-u (42), postoje tipični rasporedi volumnih težina četinarara, koje je autor svrstao u 5 tipova (sl. 35). Tipovi I i II shematizirano predstavljaju raspored volumnih težina za jelu i smrču, tipovi III i IV za bor, a tip V za ariš.



Sl. 35 Tipovi četinarskih stabala prema rasporedu volumnih težina (Volkert)

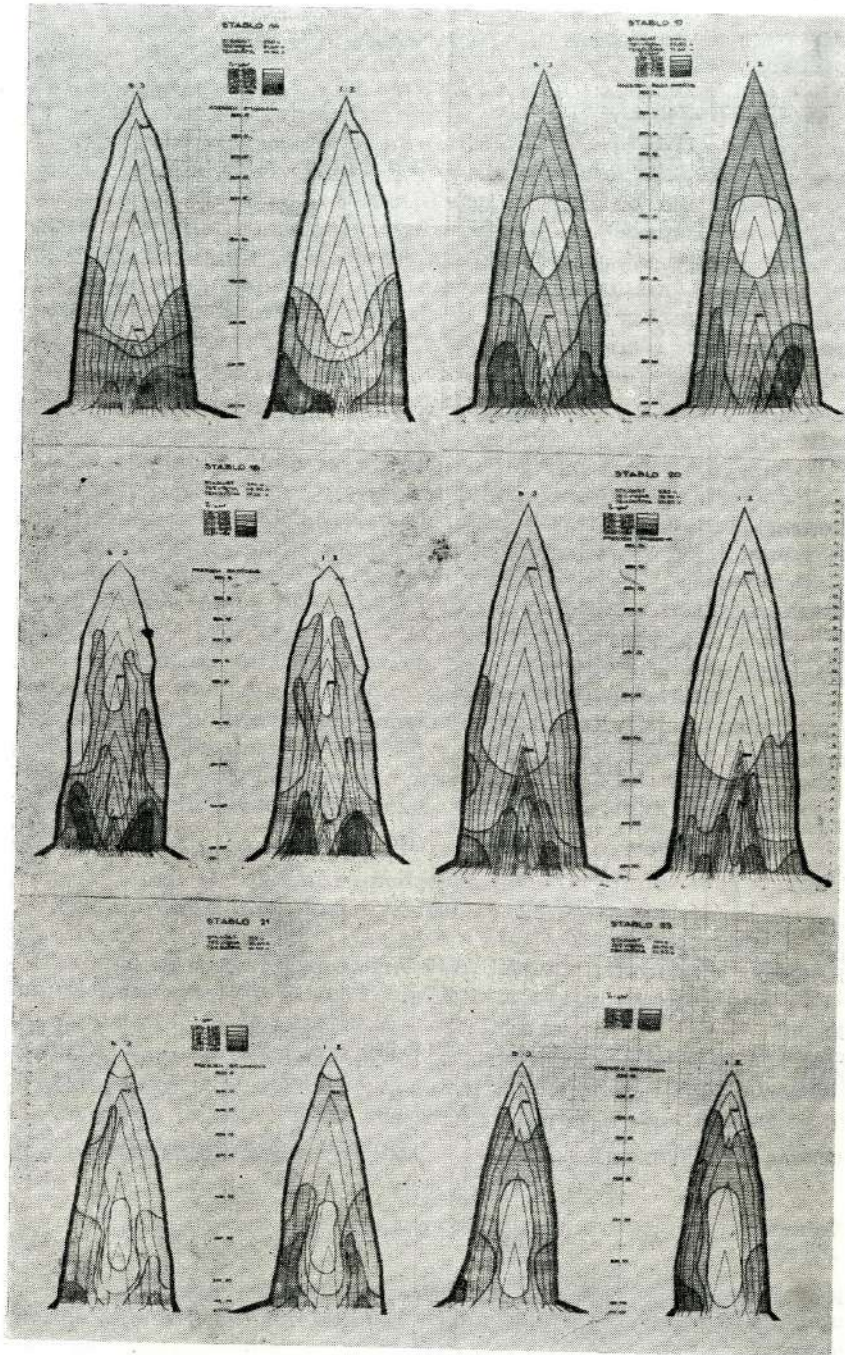
Tipovi rasporeda volumne težine jelovine u normalnim gospodarskim šumama (ploha V) odgovaraju Volkertovim shemama tipu II, rjeđe tipu I, uz više ili manje pravilnosti (sl. 36b stablo 21 i 23). Slično tome pokazuju slike stabala plohe II (sl. 36a: stablo 6 i 10). Tipična prašumska jelova stabla ne odgovaraju postavljenim tipovima, nego se približuju ili čak podudaraju sa tipom V, koji je Volkert pripisao arišu (sl. 36a i 36b: stabla 1, 2, 11 i 18). Stabla 12 i 17 predstavljaju mješavinu tipova, dok se stablo br. 14 približava tipu III, koji odgovara rasporedu volumnih težina bora.





Sl. 36a Raspored volumnih težina u stablima





Sl. 36b Raspored volumnih težina u stablima

**Tabela 42**  
**Usporedba podataka o jelovini i smrčevini**

Svojstvo	Jedin. mjere	Jelovina			Smrčevina	
		Kollmann (21)	Ugre- nović (38)	Autor	Ugre- nović (39)	Kollmann (21)
Širina goda	mm	—	—	0.30— 1.82— 5.10	1.55	—
Kasno drvo	%	—	—	5.9— 21.5— 52.7	26.8	—
Volumna težina (To)	g/cm <sup>3</sup>	0.32— 0.41— 0.71	0.32— 0.41— 0.41	0.292— 0.388— 0.530	0.422	0.30— 0.43— 0.64
Čvrstoća savijanja	kg/cm <sup>2</sup>	470— 730— 1180	620	459— 750— 1008	—	490— 780— 1360
Čvrstoća pritiska prsnih kolutova	kg/cm <sup>2</sup>			305— 414— 595		
Čvrstoća pritiska	kg/cm <sup>2</sup>	310— 470— 590	400	236— 379— 595	391	350— 500— 790
Tvrdoća po Janki	kg/cm <sup>2</sup>	180— 340— 530	340	320— 435— 705	—	140— 270— 460
Tvrdoća po Brinellu	kg/mm <sup>2</sup>	—	—	2.59— 4.57— 7.41	—	3.2
Modul elastičnosti	kg/cm <sup>2</sup>	66.000— 110.000— 172.000	110.000	66.000— 104.000— 137.000	—	73.000— 110.000— 214.000
Udarac	kgm/cm <sup>2</sup>	0.30— 0.42— 1.20	0.60	0.14— 0.27— 0.46	0.374	0.10— 0.46— 1.10
Volumno utezanje	%	11.5	11.7	11.05	13.80	11.9
Radijalno utezanje	%	3.8	3.8	3.80	4.55	3.6
Tangencijalno utezanje	%	7.6	7.6	7.58	8.82	7.8



Prašumska jelovina prolazi u životnom toku kroz period potištenosti, koji je najčešći u dobi do 130 godina. Nakon ovog perioda jelovina se oporavlja i nastavlja normalan životni tok stvarajući drvo normalnih svojstava. S obzirom da jelovina u toku perioda potištenosti ima neznatan debljinski i visinski prirast, izgrađena je u sklopu odraslih stabala unutrašnja kupa drveta izmijenjenih svojstava sa vrlo uskim godovima. Na granici ove zone i normalnog drveta skoro se redovno pojavljuje okružljivost kao greška drveta. Visina te kupe u dobi od 130 godina je 6—16 metara, a prečnik na prsnoj visini je 10—22 cm. Ovo stanje mijenja osobine građe iz prvih trupaca prašumskih stabala pa se ovakvi trupci zbog nehomogenosti građe mogu smatrati slabijeg kvaliteta. Zbog toga je potrebno da se pri iskorišćavanju takvih šuma vodi računa o krojenju stabala, te da se u posebne trupce izrežu donji dijelovi stabla koji sadrže kupu uskih godova. Isto tako je potrebno prilikom prerade na pilanama raspored pila prilagoditi samoj strukturi trupca.

Pored zone potištenosti, u donjim centralnim dijelovima stabala prašumske jelovine javljaju se nepravilno i druge zone uskih godova. Ova pojava nije rijetka u prašumskim stablima. Ona nastaje izmjenom životnih uslova i položaja stabala u sastojini u raznim životnim periodima. Uzrok ovim pojavama se može tražiti u veoma izraženoj konkurentskoj borbi stabala prirodne šume, koja je izraženija nego u gospodarskim šumama, kojima čovjek privrednik i stručnjak pomaže uzgojnim mjerama u šumi.

S obzirom da se slične pojave, iako u manjem obimu, javljaju i u gospodarskim šumama, a osobito u prebornim, generalno bi se moglo uzeti da su gornji dijelovi prašumskih stabala, koji nastanu nakon perioda potištenosti, normalnih upotrebnih svojstava kao i ostala jelovina. Ovo je posebno zbog toga što je svako drvo koje raste i živi u prirodi podložno nizu unutrašnjih i vanjskih uticaja, uslijed čega tvori drvo širokog raspona svojstava.

j) U tabeli 42 izneseni su podaci za jelovinu po Kollmannu (21) i Ugrenoviću (38), kao i podaci za smrčevinu po Kollmannu (28), Ugrenoviću (38) i Ugrenović — Horvatu (39).

Kao što se iz navedene tabele vidi, jelovina ima manju volumnu težinu od smrčevine, što je već ranije konstatovano u poglavlju 1 (Trendelenburg Lit. 36 i tabela 2).

Pored toga je bosanska jelovina lakša od ispitane jelovine stranog porijekla, kako u prosječnoj vrijednosti tako isto po svojim ekstremnim vrijednostima (maks. i min.). Vjerovatan uzrok ovome odnosu je veća starost ispitane bosanske jelovine.

## 6. ZAKLJUČAK

Rad obuhvata rezultate istraživanja tehničkih svojstava bosanske jelovine (*Abies pectinata* Mill.) iz prašumskih rezervata, kao i rezultate jedne komparativne plohe u prebornoj šumi.

U uvodnom dijelu su navedeni ciljevi istraživanja i nabrojani dosadašnji radovi na ispitivanju prašuma evropskog tipa. Rad je, nadalje,



dao karakteristike područja sa kojih je ispitana jelovina, a navedena je i metodika rada po kojoj su vršena istraživanja i razrađeni rezultati.

Istraživanjima je obuhvaćen prašumski rezervat Peručica sa dvije probne plohe, prašumski rezervat Lom sa jednom plohom, prašumski rezervat Janj sa jednom plohom i preborne šume na Igmanu sa jednom plohom. Svaka je ploha predstavljena sa 5 stabala, a ispitano je ukupno 25 stabala. Sa svakog stabla su vađeni probni trupčići, prsni kolotovi i drugi kolotovi sa raznih visina na stablu. Ukupno je obrađeno 30 trupčića, 25 prsni kolotova i 211 ostalih kolotova.

Sve prašumske plohe pripadaju asocijaciji jele i bukve (*Abieto-Fagetum*), jedino ploha sa Igmana pripada asocijaciji smrče i jele (*Abieto-Pinetum-Picetosum*).

Pored analize stabla koja je izvršena na svim kolotovima izrađeno je i istraženo 4.794 proba. Na 2.463 proba mjerena je i istražena širina goda, zona kasnog drveta, volumna težina drveta u prosušenom stanju, volumna težina drveta u apsolutno suhom stanju, vlaga drveta te radialno, tangencijalno i volumno utezanje. Longitudinalno utezanje je ispitano na 245 posebnih dužih proba. Čvrstoća savijanja je istražena na 289 proba uz istovremeno određivanje modula elastičnosti iz mjerenja deformacije. Čvrstoća pritiska je istražena na 330 proba iz prsni kolotova i 531 proba iz trupčića. Tvrdća drveta po Janki istražena je na 250 proba, a po Brinellu na 96 proba. Čvrstoća na udarac je istražena na 219 proba iz trupčića. Pored navedenih je istraženo 398 kontrolnih proba za vlagu i volumnu težinu iz proba na kojima su istraživana mehanička svojstva drveta.

Na osnovu istraživanja i varijaciono statistički obrađenih rezultata istraživanja mogu se dati slijedeći zaključci:

1. Širina goda istražene jelovine je 1,82 mm (granice 0,30—5,10 mm). Prosječne širine goda prašumskih ploha su 1,57 — 1,66 — 1,80 mm. One su niže od neprašumskih, čija je prosječna širina goda 2,04 mm i 2,00 mm. Razlike među ovim grupama su signifikantne. Nisu signifikantne razlike među plohami II i V (tabela 40). Prosječna širina goda raste sa visinom stabla (sl. 20).

Zona kasnog drveta istražene jelovine iznosi 21,5% (granice 5,9 — 52,7%). Prosječno učešće zone kasnog drveta je veće na prašumskim plohami: 24,1 — 22,5 — 23,6%, nego na neprašumskim: 18,2 i 18,7%. Razlike među ovim grupama su signifikantne. Nisu signifikantne razlike među plohami II i V i I i IV (tabela 40).

Učešće kasnog drveta opada sa visinom stabla (sl. 22).

2. Za istraženu jelovinu volumna težina prosušenog drveta je 0,403 g/cm<sup>3</sup> (granice 0,302 — 0,558 g/cm<sup>3</sup>). Volumna težina jelovog drveta prašumskih stabala u prosušenom stanju je veća nego neprašumskih stabala. Prosječna volumna težina prosušenog drveta za prašumske plohe je 0,403 — 0,416 — 0,412 g/cm<sup>3</sup>, a za neprašumske 0,390 g/cm<sup>3</sup> za obje plohe. Razlike među ovim grupama su signifikantne. Nisu signifikantne razlike među plohami II i V te III i IV (tabela 40).

Volumna težina apsolutno suhog drveta za istraženu jelovinu je 0,388 g/cm<sup>3</sup> (granice 0,292 — 0,530 g/cm<sup>3</sup>). Volumna težina apsolutno suhog

drveta prašumskih stabala je veća nego neprašumskih. Ona je za prašumske plohe 0.385 — 0.399 — 0.394 g/cm<sup>3</sup>, a za neprašumske 0.382 i 0.381 g/cm<sup>3</sup>. Razlike među ovim grupama su signifikantne (izuzetak plohe I i II). Nisu signifikantne razlike među plohama II i V, I i II, I i V te III i IV. Jedino nepostojanje signifikantnosti među plohama I i II krši postavljenu zakonitost (tabela 40).

Volumna težina apsolutno suhog drveta jelovine opada sa visinom stabla (sl. 24), sa blagom tendencijom porasta u gornjim dijelovima stabala.

3. Utezanje istražene jelovine ne pokazuje među plohama velike razlike, te se sa izvršenim opitima ne mogu precizno definisati zakonitosti.

a) Radijalno utezanje do apsolutne suhoće iznosi 3.80‰ (granice 2.89 — 6.16‰), a do prosušenosti: 2.33‰ (granice 1.02 — 4.85‰).

b) Tangencijalno utezanje do apsolutne suhoće iznosi 7.58‰ (granice 4.74 — 9.48‰), a do prosušenosti: 4.63 (granice 2.29 — 6.42‰).

c) Longitudinalno utezanje do apsolutne suhoće iznosi 0.47‰ (granice 0.21 — 1.20‰), a do prosušenosti: 0.31‰ (granice 0.11 — 0.83‰).

d) Volumno utezanje do apsolutne suhoće iznosi 12.05‰ (granice 9.49 — 15.29‰), a do prosušenosti: 7.43‰ (granice 4.90 — 10.59‰).

Radijalno, tangencijalno i volumno utezanje opadaju prema visini stabla (tabele 18, 21 i 24).

4. Čvrstoća savijanja istražene jelovine svedena na 12‰ vlage je 750 kg/cm<sup>2</sup> (granice 459 — 1008 kg/cm<sup>2</sup>). Prašumska jelovina ima veće čvrstoće — 783, 801 kg/cm<sup>2</sup> nego neprašumska — 699, 739 kg/cm<sup>2</sup>. Odstupanje pokazuje samo ploha I sa nešto nižom čvrstoćom savijanja: 735 kg/cm<sup>2</sup>. Signifikantne razlike pokazuje samo ploha IV. Čvrstoća savijanja je manja u višim dijelovima stabla nego u srednjim.

5. Modul elastičnosti iz savijanja jelovine koja je ispitana iznosi 104.000 kg/cm<sup>2</sup> (granice 66.000 — 137.000 kg/cm<sup>2</sup>). U svojim veličinama modul elastičnosti ne pokazuje određene odnose među plohama.

6. Čvrstoća pritiska dobijena iz svih istraženih proba je 379 kg/cm<sup>2</sup> (granice 236 — 595 kg/cm<sup>2</sup>).

Čvrstoća pritiska (12‰ vlage) na prsnoj visini jelovine je 414 kg/cm<sup>2</sup> (granice 405 — 595 kg/cm<sup>2</sup>). Prosječna čvrstoća pritiska na prsnoj visini je veća kod prašumskih ploha — 442, 423, 425 kg/cm<sup>2</sup> nego neprašumskih — 394, 384 kg/cm<sup>2</sup>. Razlike među ovim grupama su signifikantne.

Nisu signifikantne razlike unutar prašumskih ploha, kao i unutar neprašumskih, što pokazuje njihovu sličnost međusobno, a različnost među pomenutim grupama.

Čvrstoća pritiska proba iz trupčića svedena na 12‰ vlage je 356 kg/cm<sup>2</sup> (granice 236 — 478 kg/cm<sup>2</sup>). Pri upoređenju čvrstoće pritiska iz regije trupčića gube se razlike među plohama.

Čvrstoća pritiska opada sa visinom stabla (tabela 38).

7. Tvrdoća po metodi Janke za istraženu jelovinu iznosi 435 kg/cm<sup>2</sup> (granice 320 — 705 kg/cm<sup>2</sup>). Ova tvrdoća ne pokazuje jasno razlike među grupama ploha, kao što pokazuju druga svojstva. Neke razlike su signifikantne, dok druge nisu signifikantne (tabela 40).

Tvrdoća po metodi Brinella daje jasniju sliku upoređenja među plohama i grupama ploha. Prosječna tvrdoća po Brinelli je 4.57 kg/mm<sup>2</sup> (granice 2.59 — 7.41 kg/mm<sup>2</sup>). Prašumske plohe imaju veću tvrdoću —



4.98, 4.66 i 4.64 kg/mm<sup>2</sup> — nego neprašumske — 4.25 i 4.34 kg/mm<sup>2</sup>. Signifikantne su međutim samo razlike među ploham I i II, I i V te II i III.

8. Čvrstoća na udarac jelovine koja je ispitana iznosi 0.27 kgm/cm<sup>2</sup> (granice 0.14 — 0.46 kgm/cm<sup>2</sup>). Prašumske plohe pokazuju veću čvrstoću na udarac — 0.20, 0.27, 0.29 kgm/cm<sup>2</sup> — nego neprašumske — 0.23, 0.27 kgm/cm<sup>2</sup>. Plohe III i V imaju istu čvrstoću na udarac: 0.27 kgm/cm<sup>2</sup>.

Signifikantne su razlike samo sa plohom II.

9. Pored nabrojanih svojstava istražene jelovine, rezultati rada su pokazali slijedeće opšte karakteristike prašumske jelovine:

a) Prema životnom toku stabala moguće je dijeliti stabla u dvije grupe: tipično prašumska i neprašumska stabla. Na ovoj osnovni su i plohe koje su istražene svrstane u prašumske plohe, I, III i IV, i neprašumske, II i V (sl. 18 i 19 i tabela 6).

b) Tipična prašumska jelova stabla imaju redovito središnju kupu u stablu, koja je vrlo sitnih godova, a nastala je u vrijeme kada je stablo bilo potišteno. Visina ove kupe najčešće je 5—13 m, a promjer 6—17 cm. Period potištenosti prašumskih stabala traje najčešće do 100, odnosno 130 godina.

c) Za prašumska stabla je, prema istraživanjima, tipična manja širina goda, veće učešće zone kasnog drveta i veća volumna težina. Jače razlike se pokazuju u donjim dijelovima stabala nego u gornjim. Uzrok ovome leži u već pomenutoj kupi potištenog drveta.

d) Raspored volumnih težina prašumskih stabala jelovine drukčiji je nego neprašumskih. Dok neprašumska stabla odgovaraju tipovima postavljenim po Volkertu (sl. 35) za jelu i smrču, dotle se prašumska stabla identifikuju ili približuju tipovima rasporeda za ariš i bor (Poglavlje 5 i).

e) Kvalitet drveta prašumskih stabala jelovine za upotrebu može se ocijeniti kao pozitivan i normalan, izuzev donjih dijelova debala, koji pokazuju veću nehomogenost nego ostalo drvo (potištena kupa drveta i raspored volumnih težina). Ove dijelove stabla je potrebno posebno manipulirati i prerađivati (Poglavlje 5 i).

## ZUSAMMENFASSUNG

### DIE TECHNISCHEN EIGENSCHAFTEN DES BOSNISCHEN URWALDTANNENHOLZES

Diese Abhandlung umfasst die Ergebnisse der Untersuchungen der technischen Eigenschaften des bosnischen Tannenholzes (*Abies pectinata* Mill) aus den Urwälderreservaten sowie auch die Resultate derselben Untersuchungen die auf einer Vergleichsfläche in einem Plenterwald gewonnen wurden.

Einleitend sind die Absichten der Untersuchungen angeführt, wobei die bisher schon ausgeführten Arbeiten bei den Untersuchungen in den Urwälder des europäischen Types auch angegeben sind. Weiters gibt diese Abhandlung auch die Charakteristiken der Waldgebiete in denen die Tannenhölzer untersucht wurden mit Angaben über die Arbeitsmethoden mit welchen die Untersuchungen durchgeführt und die Ergebnisse gewonnen wurden.

Die Untersuchungen wurden im Urwaldreservat Peručica und zwar auf zwei Versuchsflächen, weiters im Urwaldreservat Lom auf einer Versuchs-



4.98, 4.66 i 4.64 kg/mm<sup>2</sup> — nego neprašumske — 4.25 i 4.34 kg/mm<sup>2</sup>. Signifikantne su međutim samo razlike među ploham I i II, I i V te II i III.

8. Čvrstoća na udarac jelovine koja je ispitana iznosi 0.27 kgm/cm<sup>2</sup> (granice 0.14 — 0.46 kgm/cm<sup>2</sup>). Prašumske plohe pokazuju veću čvrstoću na udarac — 0.20, 0.27, 0.29 kgm/cm<sup>2</sup> — nego neprašumske — 0.23, 0.27 kgm/cm<sup>2</sup>. Plohe III i V imaju istu čvrstoću na udarac: 0.27 kgm/cm<sup>2</sup>.

Signifikantne su razlike samo sa plohom II.

9. Pored nabrojanih svojstava istražene jelovine, rezultati rada su pokazali slijedeće opšte karakteristike prašumske jelovine:

a) Prema životnom toku stabala moguće je dijeliti stabla u dvije grupe: tipično prašumska i neprašumska stabla. Na ovoj osnovi su i plohe koje su istražene svrstane u prašumske plohe, I, III i IV, i neprašumske, II i V (sl. 18 i 19 i tabela 6).

b) Tipična prašumska jelova stabla imaju redovito središnju kupu u stablu, koja je vrlo sitnih godova, a nastala je u vrijeme kada je stablo bilo potišteno. Visina ove kupe najčešće je 5—13 m, a promjer 6—17 cm. Period potištenosti prašumskih stabala traje najčešće do 100, odnosno 130 godina.

c) Za prašumska stabla je, prema istraživanjima, tipična manja širina goda, veće učešće zone kasnog drveta i veća volumna težina. Jače razlike se pokazuju u donjim dijelovima stabala nego u gornjim. Uzrok ovome leži u već pomenutoj kupi potištenog drveta.

d) Raspored volumnih težina prašumskih stabala jelovine drukčiji je nego neprašumskih. Dok neprašumska stabla odgovaraju tipovima postavljenim po Volkertu (sl. 35) za jelu i smrču, dotle se prašumska stabla identifikuju ili približuju tipovima rasporeda za ariš i bor (Poglavlje 5 i).

e) Kvalitet drveta prašumskih stabala jelovine za upotrebu može se ocijeniti kao pozitivan i normalan, izuzev donjih dijelova debala, koji pokazuju veću nehomogenost nego ostalo drvo (potištena kupa drveta i raspored volumnih težina). Ove dijelove stabla je potrebno posebno manipulirati i prerađivati (Poglavlje 5 i).

## ZUSAMMENFASSUNG

### DIE TECHNISCHEN EIGENSCHAFTEN DES BOSNISCHEN URWALDTANNENHOLZES

Diese Abhandlung umfasst die Ergebnisse der Untersuchungen der technischen Eigenschaften des bosnischen Tannenholzes (*Abies pectinata* Mill) aus den Urwälderreservaten sowie auch die Resultate derselben Untersuchungen die auf einer Vergleichsfläche in einem Plenterwald gewonnen wurden.

Einleitend sind die Absichten der Untersuchungen angeführt, wobei die bisher schon ausgeführten Arbeiten bei den Untersuchungen in den Urwälder des europäischen Types auch angegeben sind. Weiters gibt diese Abhandlung auch die Charakteristiken der Waldgebiete in denen die Tannenhölzer untersucht wurden mit Angaben über die Arbeitsmethoden mit welchen die Untersuchungen durchgeführt und die Ergebnisse gewonnen wurden.

Die Untersuchungen wurden im Urwaldreservat Peručica und zwar auf zwei Versuchsflächen, weiters im Urwaldreservat Lom auf einer Versuchs-

fläche, im Urwaldreservat Janj auch auf einer Fläche und in einem Plenterwald am Igman ebenfalls auf einer Fläche, durchgeführt. Von jeder Versuchsfläche wurden je fünf Versuchsstämme ausgewählt so dass insgesamt 25 Stämme untersucht wurden. Aus jedem Stamm wurden Trämel (Versuchsklötzchen), Scheiben aus Brusthöhe und Scheiben aus verschiedenen Höhenlagen herausgeschnitten. Insgesamt wurden 30 Trämel, 25 Scheiben aus Brusthöhe und 211 andere Scheiben herausgenommen.

Alle Urwaldflächen den Assoziationen der Tannen und Buchen (*Abieto-Fagetum*) gehören mit Ausnahme der Versuchsfläche am Igman die der Assoziation Tannen und Kiefer (*Abieto-Pinetum-Picetosum*) zugehört.

Ausser der Stammanalyse die an allen Scheiben durchgeführt wurde, wurden 4.794 Proben herausgeschnitten und geprüft. An 2.463 Probekörpern wurde die Jahrringbreite, Spätholzanteil, Raumgewicht, Raumschwindung, Radialschwindung und Tangentialschwindung gemessen und geprüft. Die Längsschwindung wurde an 245 besonderen Längsprobekörpern untersucht. Die Biegefestigkeit wurde an 289 Probekörpern untersucht bei gleichzeitiger Feststellung des Elastizitätsmoduls, der sich aus der gemessenen Durchbiegung ergab. Die Druckfestigkeit wurde an 330 Probekörpern aus Scheiben von Brusthöhe und 531 Probekörpern aus Trämeln festgestellt. Die Härte des Holzes wurde nach der Janka-Methode an 250 Probekörpern und nach der Brinell-Methode an 96 Probekörpern geprüft. Ausserdem wurden noch 398 Kontrollversuche wie Vergleichswerte mit besondern Proben durchgeführt.

Auf Grund der durchgeführten Versuche und der variationstatistisch verarbeiteten Ergebnissen, kann man folgende Schlußfolgerungen ziehen:

1. Die Jahrringbreite der untersuchten Tannen beträgt 1,82 mm (in Grenzen von 0,3—5,10 mm). Durchschnittliche Jahrringbreite der Urwaldstämmen, ist 1,66 mm (in Grenzen von 1,57—1,80 mm). Sie ist kleiner als jene bei der normal gewachsenen Stämmen, deren Durchschnitt 2,04 und 2,00 mm beträgt. Die Unterschiede in der Jahrringbreite zwischen Versuchsflächen der Urwaldtannen und denen die keine Urwaldmerkmale haben sind signifikant. Keine signifikante Unterschiede bestehen zwischen den Versuchsflächen II und V (Zahlentafel 40), obwohl die Fläche II aus dem Urwaldgebiet und die Fläche V aus einem normalen Plenterwald stammt.

Die durchschnittliche Jahrringbreite nimmt, mit der Höhe des Stammes, zu (Bild 20).

Der Spätholzanteil beträgt bei den Tannen 21,5% (in Grenzen 5,9% und 52,7%). Der durchschnittliche Anteil ist größer bei den Urwaldstämmen: 24,1%—22,5%—23,6% als bei den normalen Stämmen, wo er 18,2% und 18,7% beträgt. Die Unterschiede zwischen diesen Gruppen sind signifikant während die Unterschiede zwischen den Flächen II und V, sowie zwischen den Flächen I und IV (Zahlentafel 40) nicht signifikant sind.

Der Spätholzanteil nimmt mit der Höhe, des Stammes ab.

2. Bei dem untersuchten Tannenholz beträgt das Raumgewicht im trockenen Zustande  $0,403 \text{ g/cm}^3$  (in Grenzen  $0,302$  und  $0,558 \text{ g/cm}^3$ ). Dieses ist bei den Urwaldstämmen größer (beträgt  $0,403$ — $0,416$  und  $0,412 \text{ g/cm}^3$ ) als bei den normalen Stämmen wo es für beide Flächen ohne Urwaldmerkmalen (II und V)  $0,390 \text{ g/cm}^3$  beträgt. Die Unterschiede zwischen diesen zwei Flächengruppen sind signifikant.

Das Raumgewicht im Darrzustand (atro) ist  $0,388 \text{ g/cm}^3$  (in Grenzen  $0,292$  und  $0,530 \text{ g/cm}^3$ ). Dieses beträgt bei Urwaldstämmen  $0,385$ — $0,399$  und  $0,394 \text{ g/cm}^3$  und ist grösser als bei normalen Stämmen wo es  $0,382$  und  $0,381 \text{ g/cm}^3$  ausmacht. Die Unterschiede zwischen diesen Flächengruppen sind signifikant mit Ausnahme bei Flächen I und II. Diese unsignifikante Unterschiede zwischen Flächen I und II stört die vorausgesetzte Gesetzmäßigkeit.

Das Raumgewicht nimmt mit der Höhe des Stammes ab, aber mit einer milden Tendenz einer Zunahme in den höchsten Regien des Stammes.

3. Das Schwinden des untersuchten Tannenholzes zeigt zwischen den Flächen keine große Unterschiede und deswegen kann man keine ausgesprochene Gesetzmäßigkeit aufstellen.



- a) das radiale Schwinden beträgt 3,80% (in Grenzen 2,89% und 6,16%),
- b) das tangentiale Schwinden beträgt 7,58% (in Grenzen 4,74% und 9,48%),
- c) das Längsschwinden beträgt 0,47% (in Grenzen 0,21% und 1,21%),
- d) das Raumschwinden beträgt 12,05% (in Grenzen 9,49% und 15,29%).

4. Die Biegefestigkeit des untersuchten Tannenholzes bei 12% Feuchtigkeit beträgt  $750 \text{ kg/cm}^2$  (in Grenzen 459 und  $1008 \text{ kg/cm}^2$ ). Das Tannenholz aus Urwaldstämmen hat eine höhere Biegefestigkeit nämlich  $783 \text{ kg/cm}^2$  und  $801 \text{ kg/cm}^2$  in bezug auf das aus den normalen Stämmen mit  $699 \text{ kg/cm}^2$  und  $739 \text{ kg/cm}^2$ . Eine Ausnahme zeigt die Fläche I mit einer etwas geringerer Biegefestigkeit die  $735 \text{ kg/cm}^2$  beträgt. Die Biegefestigkeit ist in den größeren Stammhöhen geringer als in den mittleren.

5. Der Elastizitätsmodul an den geprüften Probekörpern beträgt  $104.000 \text{ kg/cm}^2$  (in Grenzen  $66.000$  und  $137.000 \text{ kg/cm}^2$ ). Die Ergebnisse des Elastizitätsmoduls zeigen keine signifikante Unterschiede zwischen den Flächen.

6. Die Druckfestigkeit, die bei allen Versuchen erzielt wurde, betrug  $379 \text{ kg/cm}^2$  (in Grenzen 236 und  $595 \text{ kg/cm}^2$ ). Die Druckfestigkeit aus den Brusthöhescheiben betrug  $413 \text{ kg/cm}^2$  (in Grenzen 405 und  $595 \text{ kg/cm}^2$ ). Sie ist größer bei den Urwaldstämmen (beträgt 442, 423 und  $425 \text{ kg/cm}^2$ ) als bei den normalen Stämmen (394 und  $384 \text{ kg/cm}^2$ ). Die Unterschiede zwischen diesen Gruppen sind signifikant. Nicht signifikant sind die Unterschiede innerhalb der Flächen mit Urwaldstämmen sowie innerhalb der nicht Urwaldflächen, was wieder auf ihre Ähnlichkeit und andererseits an die Unterschiede zwischen den angeführten Gruppen hinweist.

Die Druckfestigkeit der Versuche aus den Trämel ausgeschnittenen Probekörpern beträgt  $356 \text{ kg/cm}^2$  (in Grenzen 236 und  $478 \text{ kg/cm}^2$ ). Beim Vergleichen der Druckfestigkeit aus diesem Holz, verlieren sich die Unterschiede zwischen den Flächen.

Die Druckfestigkeit nimmt mit der Höhe der Stämme ab (Zahlentafel 38).

7. Die, nach der Janka Methode festgestellte Härte betrug  $435 \text{ kg/cm}^2$  (in Grenzen 320 und  $705 \text{ kg/cm}^2$ ). Die Ergebnisse geben kein klares Bild über die Unterschiede zwischen den Flächengruppen.

Nach der Brinell Methode, die Härte zeigt etwas klareres Bild der Unterschiede zwischen der Flächen und Flächengruppen. Die durchschnittliche Härte beträgt  $4,57 \text{ kg/mm}^2$  (in Grenzen 2,59 und  $7,41 \text{ kg/mm}^2$ ). Die Urwaldhölzer haben hier eine höhere Härte (4,98 — 4,60 und  $4,64 \text{ kg/mm}^2$ ) als das Holz der normalen Stämmen (4,25 und  $4,34 \text{ kg/mm}^2$ ).

8. Die Schlagbiegefestigkeit der untersuchten Tannen beträgt  $0,27 \text{ kg/cm}^2$  (in Grenzen 0,14 und  $0,46 \text{ kgm/cm}^2$ ).

9. Ausser den angeführten Eigenschaften, haben sich noch folgende allgemeine Charakteristiken des Urwaldtannenholzes gezeigt:

a) Nach dem Lebensgangsbilde der Stämme und festgestellten Eigenschaften kann man diese in zwei Gruppen teilen und zwar: in typische Urwaldstämmen und solche die aus den Urwäldern stammen aber keine Urwaldmerkmale haben. Auf dieser Grundlage wurden dementsprechend auch die Flächen, die untersucht wurden, eingeteilt und zwar in typische Urwaldflächen I, II und normale Plenterwaldflächen II und V (Abbildung 18 und 19 und Zahlentafel 6).

b) Die typischen Urwaldtannenstämmen haben regelmässig einen »Kegel« (Innenzone), der sich durch sehr kleine Jahrringe auszeichnet und aus der Zeit der Unterdrückung stammt. Die Höhe dieses »Kegels« beträgt gewöhnlich 5—13 m und mit einem Durchmesser von 6—17 cm. Die Unterdrückungsperiode der Urwaldsbäume dauert gewöhnlich 100 beziehungsweise 130 Jahre.

c) Für die Urwaldstämmen ist, entsprechend den Untersuchungen, typisch eine kleinere Jahrringbreite, ein größerer Spätholzanteil und ein höheres Raumgewicht. Größere Unterschiede zeigen sich in unteren Teilen der Stämme als in den oberen. Der Grund dafür liegt im Vorhanden des erwähnten »Kegels«.

d) Die Verteilung der Raumgewichte bei dem Holz der Urwaldtannen ist anders gebildet als es bei den normalen Stämmen der Fall ist. Während



die normalen Stämme, den von Volkert (Bild 35) aufgestellten Typen für Fichte und Tanne entsprechen, was nicht der Fall bei Urwaldstämmen ist. Die Raumbewertungsverteilung der Urwaldstämme identifiziert und passt sich dem Volkertshema für Lärche und Kiefer (Kapitel 5 i) an.

e) Die Qualität des Holzes der Stämme aus Urwäldern kann man für Nutzzwecke als positiv und normal bezeichnen mit Ausnahme der unteren Teile der Stämme, die eine größere Unhomogenität zeigen. Diese Teile des Stammes muss man anpassend behandeln und verarbeiten (Kapitel 5 i).

## LITERATURA

1. Armstrong.: (1954) Methods of Tests of Small Specimens.
2. Benić R.: (1956) Učešće kasnog drveta u godu jelovine. Š. L. 11—12.
3. Bernhard D.: (1937) Überführung des Urwaldes in Wirtschaftswald — die schwierigste Aufgabe des Forstmannes. *Silva* 26.
4. Brown, Panshin and Forsaith: (1949) Textbook of Wood Technology. Vol I, II — London.
5. Burger H.: (1951) Holz, Blattmenge und Zuwachs — die Tanne. Mitt. Schweiz. Anst. Forst. Versuchsw.
6. Dimitz L.: (1905) Die forstlichen Verhältnisse und Einrichtungen Bosniens und der Hercegovina.
7. Drinić P.: (1956) Taksacioni elementi sastojina jele, smrče i bukve prašumskog tipa u Bosni. Radovi Poljoprivredno-šumarskog fakulteta u Sarajevu.
8. Exner.: (1871) Eigenschaften des Holzes, Wien.
9. Fröhlich J.: (1951) Urwald praxis. Berlin.
10. Fukarek P.: (1954) Jedno jelovo stablo (*Abies pectinata* Mill.) iz nekađšnjih prašuma. N. Š., Sarajevo.
11. Fukarek P.: Kartiranje u Bosni i Hercegovini, Sarajevo (rukopis).
12. Garrat.: (1931) Mechanical Properties of Wood, London.
13. Gaber.: (1938) Forschung über Holz und Holzbau Int., Holzmarkt.
14. Giordano.: (1951) Il legno, Milano
15. Horvat I. (teh.): (1942) Istraživanje o specifičnoj težini i utezanju slavonske hrastovine. GŠP.
16. Horvat I. (teh.): O tehničkim svojstvima američkog jasena. (Separat).
17. Horvat I. (bot.): (1949) Nauka o biljnim zajednicama. Zagreb.
18. Klezl — Norberg.: (1946) Allgemeine Methodenlehre der Statistik, Wien.
19. Knuchel.: (1940) Holzfehler, Bern.
20. Koehler.: (1924) The Properties and uses of Wood. London.
21. Kollmann F.: (1951) Technologie des Holzes. Bd. I, Berlin.
22. Köstler J.: (1950) Waldbau, Berlin.
23. Kušan S.: (1923) O bosansko-hercegovačkim prašumama. Š. L.
24. Lexa, Nečasany.: (1952) Mehaniche a Fyzikalne vlasnosti dreva, Prag.
25. Matić V.: (1955) Prirast jele, smrče i bukve u šumama NR BiH, Sarajevo.

die normalen Stämme, den von Volkert (Bild 35) aufgestellten Typen für Fichte und Tanne entsprechen, was nicht der Fall bei Urwaldstämmen ist. Die Raumbewertungsverteilung der Urwaldstämme identifiziert und passt sich dem Volkertshema für Lärche und Kiefer (Kapitel 5 i) an.

e) Die Qualität des Holzes der Stämme aus Urwäldern kann man für Nutzzwecke als positiv und normal bezeichnen mit Ausnahme der unteren Teile der Stämme, die eine größere Unhomogenität zeigen. Diese Teile des Stammes muss man anpassend behandeln und verarbeiten (Kapitel 5 i).

## LITERATURA

1. Armstrong.: (1954) Methods of Tests of Small Specimens.
2. Benić R.: (1956) Učešće kasnog drveta u godu jelovine. Š. L. 11—12.
3. Bernhard D.: (1937) Überführung des Urwaldes in Wirtschaftswald — die schwierigste Aufgabe des Forstmannes. *Silva* 26.
4. Brown, Panshin and Forsaith: (1949) Textbook of Wood Technology. Vol I, II — London.
5. Burger H.: (1951) Holz, Blattmenge und Zuwachs — die Tanne. Mitt. Schweiz. Anst. Forst. Versuchsw.
6. Dimitz L.: (1905) Die forstlichen Verhältnisse und Einrichtungen Bosniens und der Hercegovina.
7. Drinić P.: (1956) Taksacioni elementi sastojina jele, smrče i bukve prašumskog tipa u Bosni. Radovi Poljoprivredno-šumarskog fakulteta u Sarajevu.
8. Exner.: (1871) Eigenschaften des Holzes, Wien.
9. Fröhlich J.: (1951) Urwald praxis. Berlin.
10. Fukarek P.: (1954) Jedno jelovo stablo (*Abies pectinata* Mill.) iz nekađšnjih prašuma. N. Š., Sarajevo.
11. Fukarek P.: Kartiranje u Bosni i Hercegovini, Sarajevo (rukopis).
12. Garrat.: (1931) Mechanical Properties of Wood, London.
13. Gaber.: (1938) Forschung über Holz und Holzbau Int., Holzmarkt.
14. Giordano.: (1951) Il legno, Milano
15. Horvat I. (teh.): (1942) Istraživanje o specifičnoj težini i utezanju slavonske hrastovine. GŠP.
16. Horvat I. (teh.): O tehničkim svojstvima američkog jasena. (Separat).
17. Horvat I. (bot.): (1949) Nauka o biljnim zajednicama. Zagreb.
18. Klezl — Norberg.: (1946) Allgemeine Methodenlehre der Statistik, Wien.
19. Knuchel.: (1940) Holzfehler, Bern.
20. Koehler.: (1924) The Properties and uses of Wood. London.
21. Kollmann F.: (1951) Technologie des Holzes. Bd. I, Berlin.
22. Köstler J.: (1950) Waldbau, Berlin.
23. Kušan S.: (1923) O bosansko-hercegovačkim prašumama. Š. L.
24. Lexa, Nečasany.: (1952) Mehaniche a Fyzikalne vlasnosti dreva, Prag.
25. Matić V.: (1955) Prirast jele, smrče i bukve u šumama NR BiH, Sarajevo.

26. Michels P.: (1943) Der Nasskern der Weisstanne. HRW.
27. Pavari A.: (1951) Esperienze e indagini su le provenienze e razze delle Abete bianco, Firenze.
28. Rubner K.: (1925) Das Urwaldproblem. Forstarchiv 10.
29. Rubner K.: (1934) Die pflanzengeographisch-ökologische Grundlagen des Waldbaus, Neudamm. III Aufl.
30. Schaeffer R.: (1953) Comparaison entre le forêts Jurassiennes et les forêts vierges Yougoslaves. Bull. Soc. Hist. Doubs 57.
31. Schwappach A. : (1948) Untersuchungen über Raumgewicht und Druckfestigkeit des Holzes wichtiger Waldbäume, Berlin.
32. Susmel L.: (1956) Carateri comparati delle abetine primarie delle Alpi Dinariche e delle abetine secondarie delle Alpi orientali italiene, Firenze.
33. Staudacher.: (1942) Schweizerische Bau-und Werkhölzer, Zürich.
34. Tavčar A.: (1946) Biometrika u poljoprivredi, Zagreb.
35. Tiemann.: (1942) Wood Technology, New York.
36. Trendelenburg R.: (1955) Das Holz als Rohstoff, München.
37. Tschermak L.: (1910) Einiges über Urwald von waldbaulichen Gesichtspunkten. Cbl. ges. Forstw.
38. Ugrenović A.: (1950) Tehnologija drveta, Zagreb.
39. Ugrenović — Horvat.: (1957) Istraživanja o tehničkim svojstvima smrekovine. Anali — Zagreb.
40. Vihrov.: (1954) Stroenie i fiziko-mehaničeskie svoistva drevesini duba, Moskva.
41. Vintila E.: (1939) Untersuchungen über Raumgewicht und Schwindmass von Früh- und Spätholz bei Nadelhölzern. HRW 10.
42. Volkert E.: (1941) Untersuchungen über Grösse und Verteilung des Raumgewichts in Nadelholzstämmen, Frankfurt a M.
43. Vorreiter L.: (1949) Holztechnologisches Handbuch I, Wien.
44. Ylinen A.: (1954) Über die Beziehungen zwischen Spätholzanteil, Rohwichte, Jahrringbreite, Feuchtigkeitsgehalt und Elastizitätsmodul beim finischen Kieferholz HRW.

Objašnjenje skraćenica:

HRW = Holz als Roh- und Werkstoff

NS = Narodni Šumar

GSP = Glasnik za šumske pokuse

ŠL = Šumarski list.



## SADRŽAJ

	Strana
PREDGOVOR . . . . .	207
UVOD . . . . .	208
PORIJEKLO MATERIJALA . . . . .	214
Prašumski rezervat Perućica . . . . .	215
Prašumski rezervat Lom . . . . .	217
Prašumski rezervat Janj . . . . .	217
Preborna šuma Igman . . . . .	219
METODA RADA . . . . .	219
Izbor probnih ploha . . . . .	221
Izbor probnih stabala . . . . .	221
Izbor probnih trupčića . . . . .	222
Izrada proba . . . . .	223
Izvođenje opita . . . . .	224
REZULTATI ISTRAŽIVANJA . . . . .	226
Analiza rasta stabla . . . . .	227
Mijenjanje debljine kore i njen zapreminski udio . . . . .	229
Sirina goda . . . . .	230
Kasno drvo . . . . .	232
Volumna težina . . . . .	233
Volumna težina prosušenog drveta . . . . .	233
Volumna težina apsolutno suhog drveta . . . . .	234
Utezanje drveta . . . . .	239
Radijalno utezanje . . . . .	239
Tangencijalno utezanje . . . . .	241
Volumno utezanje . . . . .	242
Longitudinalno utezanje . . . . .	243
Čvrstoća savijanja . . . . .	245
Modul elastičnosti . . . . .	245
Čvrstoća pritiska . . . . .	246
Tvrdoća drveta . . . . .	249
Čvrstoća na udarac . . . . .	250
ANALIZA REZULTATA . . . . .	251
ZAKLJUČAK . . . . .	263
ZUSAMMENFASSUNG . . . . .	266
LITERATURA . . . . .	269