

Istraživanja o specifičnoj težini i utezanju slavonske hrastovine

Horvat, Ivo

Source / Izvornik: **Glasnik za šumske pokuse: Annales pro experimentis foresticis, 1942, 8, 61 - 135**

Journal article, Published version

Rad u časopisu, Objavljena verzija rada (izdavačev PDF)

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:108:530797>

Rights / Prava: [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-05-19**



Repository / Repozitorij:

[University of Zagreb Faculty of Forestry and Wood Technology](#)



Ing. Ivo Horvat:

Istraživanja o specifičnoj težini i utezanju slavonske hrastovine

(Untersuchungen über die Rohwichte und Schwindmasse
des slawonischen Eichenholzes)

Pregled sadržaja: I. Uvod. — II. Materijal za istraživanje: 1. područje, 2. izbor probnih stabala, 3. sastojinske prilike, 4. izrada proba, 5. metodika rada. — III. Rezultati istraživanja: A) Godovi; B) Specifična težina: 1. specifična težina apsolutno suhe hrastovine, 2. specifična težina prosušene hrastovine, 3. nominalna specifična težina, 4. anizotropnost specifične težine, 5. širina goda i zone kasnog drveta naprama specifičnoj težini; C) Utezanje: 1. linearno utezanje, 2. volumno utezanje; D) Utezanje i specifična težina: 1. linearno utezanje i specifična težina, 2. volumno utezanje i specifična težina; E) Utezanje do stanja prosušenosti: 1. linearno utezanje, 2. volumno utezanje, 3. utezanje do stanja prosušenosti i izrada dužice, 4. odnos utezanja do stanja prosušenosti i. totalnog utezanja; F) Mlada i stara slavonska hrastovina; G) Rezultati istraživanja po području; H) Naša i strana hrastovina. — IV. Zaključak. — V. Zusammenfassung.

I. UVOD

»Dandanas pako, otkako nam naša hrastovina postala predmetom živahne rek bi svjetske trgovine, mislim, da je baš unapredivanje proučavanja i točnog spoznavanja ne samo tehničkih vrstnoća, nego i obće vrijednosti naše hrastovine dužnost svih hrvatskih šumara...«

Prof. F. X. Kesterčane u sjednici
Hrvatskog šumarskog društva u Vinkovcima
11. kolovoza 1880.

Ove riječi uputio je hrvatskim šumarima pred više od 60 godina prof. F. X. Kesterčane (Lit. 24). Trebalo je da prođe preko pola vijeka, da se stvore mogućnosti sistematskog istraživanja tehničkih svojstava slavonske hrastovine. Za to vrijeme nestalo je naših starih slavonskih hrastika. Nestalo je onog golemog hrašća, koje je svojim dimenzijama i tehničkim svojstvima svog drveta pronijelo naše ime širom svijeta. Danas imademo tu i tamo samo još nekoliko tisuća stabala tih starih hrastova, koji stoje kao živi spomenici nekadašnjih slavonskih

hrastika. Prije još nego sjekira udari po posljednjem starom hrastu predstavniku onih nekadašnjih divova, potrebno je da se istraže tehnička svojstva slavonske hrastovine.

Rekli smo, da je trebalo šest desetljeća od Kesterčanečkogog apela hrvatskim šumarima o potrebi poznavanja tehničkih svojstava slavonske hrastovine, da se stvore mogućnosti sistematskog istraživanja tehničkih svojstava drveta. Ovo, imademo zahvaliti neumornom dvadesetgodišnjem radu gospodina Prof. dr. ing. Aleksandra Ugrenovića, redovnog sveučilišnog profesora i predstojnika Zavoda za uporabu šuma Hrvatskog sveučilišta u Zagrebu, koji je uvijek i na svakom mjestu isticao potrebu i korist sistematskog istraživanja tehničkih svojstava drveta po naše šumarstvo. Rezultat je tog dvadesetgodišnjeg rada, povrh svih poteškoća i skučenih sredstava, uređenje laboratorija za istraživanje tehničkih svojstava drveta sa potrebnim strojevima i aparaturom, kao i po Zavodu za uporabu šuma sabrani materijal za istraživanje tehničkih svojstava našeg drveta.

U svojoj knjizi Tehnologija drveta (Lit. 56) opisuje Prof. Ugrenović zadaću i cilj istraživanja tehničkih svojstava drveta ovim riječima: »šumarsku tehnologiju interesuje uzročna veza između prirodnih faktora koji stvaraju šumu, i tehničkih svojstava uzgojenog drveta. Naročito je od interesa da se zna, ukoliko čovjek svojim radom oko šumskog gospodarenja upotrebe, a uzgajanjem šuma napose, može da upliviše na tehnička svojstva drveta. Cilj šumskog gospodarenja budućnosti ne može da bude produciranje što većih drvnih masa nego produciranje što vrijednijih drvnih masa. A tehnička svojstva drveta su jedan od najvažnijih činilaca vrijednosti drveta. Dakle, bez poznavanja tehničkih svojstava drveta nema ni pravilnog iskorišćavanja ni racionalnog uzgajanja šume ni šumarske tehnologije ko nauke«.

Poznavanje tehničkih svojstava drveta ostalo je do danas, od svih pitanja našeg šumarstva, najmanje istraženo. U interesu je našeg šumarstva da se tome pitanju posveti naročita pažnja. Intenzivan rad na istraživanju tehničkih svojstava drveta Nezavisne Države Hrvatske biti će omogućen suradnjom Ministarstva šumarstva i rudarstva kao vrhovnog predstavnika našeg šumarstva i Zavoda za uporabu šuma. Za taj rad u budućnosti potrebno je slijedeće:

- a) staviti besplatno na raspolaganje materijal za istraživanje;
- b) dodijeliti na rad oko istraživanja dovoljan broj mladih šumarskih inženjera;
- c) materijalnom potporom omogućiti nabavku još potrebnih strojeva i aparature;

Sistematskim istraživanjem tehničkih svojstava drveta doći će praktično šumarstvo do korisnih podataka o kvaliteti našeg drveta. Istraživanjem tehničkih svojstava drveta upoznat će se njegova prava vrijednost, a po tome i njegova najracionalnija

upotreba. Ispitivanjem upliva uzgojnih mjera oko njege sastojine utvrdit ćemo u kojoj mjeri one uplivišu na produciranje što vrijednijih drvnih masa. Konačno, za rješavanje pojedinih pitanja praktičnog šumarstva imat ćemo podatke o tehničkim svojstvima drveta sa naših staništa, te ne ćemo biti primorani da te podatke, kao dosada, tražimo u stranoj literaturi, gdje su naše vrste poznate često puta pod tuđim imenom (Chêne de Hongrie, Austrian oak). (Lit. 2, 19). Ovim radom upoznat ćemo sami vrijednost našeg drveta, a neće nas tu vrijednost učiti tuđinci, kako to kaže za našu hrastovinu Kesterčanek (Lit. 24) »i tek tuđinci nas podučiše pravu vrijednost i vrstnoću iste cijeniti«.

Konačno je potrebno na ovome mjestu istaći i zaključke Međunarodnog saveza zavoda za šumske pokuse, koji u svojim propisima za istraživanje priroda šuma traži i istraživanje svih tehničkih svojstava drveta i njihove ovisnosti od staništa i uzgoja sastojina, jer će se tek istraživanjem kvalitete drveta spoznati potpuna vrijednost na pokusnoj plohi proizvedenog drveta. (Lit. 14).

U ovoj su radnji prikazani rezultati istraživanja o vanjskom vidu unutrašnje građe drveta i o osnovnim fizičkim svojstvima slavonske hrastovine.

U trgovini drvetom, kako je općenito poznato, u smislu definicije o finoći drveta (Lit. 56) pod slavonskom hrastovinom označuje se hrastovina naročito kvalitetu obzirom na njenu homogenost (jednolično nanizani i uzani godovi) i lakoću mehaničkog obrađivanja, a ne geografsko podrijetlo.

Predmetom istraživanja bila je slavonska hrastovina lužnjaka i kitnjaka. Uporedo sa 43 probna stabla hrasta lužnjaka (*Quercus pedunculata* Ehrh.), 15 probnih stabala hrasta kitnjaka (*Quercus sessiliflora* Salisb.) istraženo je i 1 probno stablo hrasta sladuna (*Quercus conferta* Kitaibel).

Istraženi materijal potječe sa skoro svih naših važnijih staništa hrasta lužnjaka i kitnjaka (vidi tabelu 1 i kartu 1).

Istraživanja obuhvatila su širinu goda i zone kasnog drveta, specifičnu težinu, te linearno i volumno utezanje slavonske hrastovine.

Specifična težina drveta može uz stanovita ograničenja poslužiti kao približni indikator ostalih tehničkih svojstava drveta. Naročito su mehanička svojstva u stanovitaj funkcionalnoj ovisnosti sa specifičnom težinom drveta. Polazeći sa te pretpostavke istraženi su odnosi širine goda i specifične težine te zone kasnog drveta i specifične težine slavonske hrastovine u želji da praksi pružimo jednostavan način procjenjivanja tehničkih svojstava slavonske hrastovine, jer je za praksu bliže i lakše ocjenjivanje teksture popriječnog presjeka, nego odre-

divanje specifične težine, koje je skopčano sa mjerenjem, vaganjem i sušenjem te traži naročitu makar i jednostavnu aparaturu.

Ovaj način procjenjivanja tehničkih svojstava drveta po širini goda i zone kasnog drveta primijenio je Bogner (Lit. 3) za izbor hrastove građe za brodove. Američki istraživači su na osnovu istraživanja upliva širine goda (odnosno broja godova na jedan palac (25,4 mm) i širine zone kasnog drveta na tehnička svojstva razradili klasifikaciju drveta po kvaliteti obzirom na širinu goda i zonu kasnog drveta. Po toj klasifikaciji označuje se čamovina kao fino drvo (close-grained) ako imade najmanje 7 godova na jedan palac (širina goda oko 3,5 mm), i ako zona kasnog drveta prelazi $\frac{1}{3}$ širine goda onda se to drvo označuje kao gusto drvo (dense). (Lit. 65).

Nas je ovdje interesirao i odnos specifične težine i linearnog te volumnog utezanja. Istraživanjem tog odnosa htjeli smo utvrditi da li se i u koliko se specifički teža hrastovina više uteže od specifički lakše hrastovine.

Pitanje istraživanja razlike u specifičnoj težini i utezanju bijeli i srži slavonske hrastovine nismo obradili iz ovih razloga: prvo, jer je pojas bijeli u hrastovine vrlo uzak i iznosi za istraženu hrastovinu lužnjaka 0,70 . . . 1,75 . . . 3,62 cm, a kitnjaka 1,22 . . . 2,16 . . . 2,77 cm, (utvrđeno mjerenjem širine bijeli na četiri unakrsna radija svakog probnog stabla), i drugo, jer za tehničku upotrebu dolazi u obzir samo srž.

O iskorišćavanju slavonske hrastovine u staro doba imade mnogo dokaza. Brojni nalazi drvarskog oruđa iz rimskog doba naročito uz rijeku Savu svjedoče nam o živom iskorišćavanju hrastovih šuma. Među brojnim drvarskim oruđem iz rimskog doba ističe se vagača. Taj nalaz vagače je znak, da je tehnika cijepanja bila na visokom stupnju. Da se je tehnika cijepanja mogla tako visoko razviti, znači da su ondašnje hrastove šume proizvodile drvo velike cjepljivosti. Danas znademo da je velika cjepljivost drveta uvjetovana uzanim i pravilno nanizanim godovima, malom specifičnom težinom i malom tvrdoćom, a to su sve odlike fine, slavonske hrastovine. (Lit. 55).

Ne samo da je iskorišćavanje šuma u rimsko doba bilo živo, nego je i poznavanje tehničkih svojstava drveta bilo znatno. (Lit. 59). Naročito je važno ovdje podvući razlikovanje hrastovine (quercus), koja se jako uteže i puca, i hrastovine (aesculus), koja se manje uteže i ne puca. Prije se je držalo, da se tu radi o dvije posebne vrste hrasta. Prof. dr. A. Ugrenović je mišljenja, da je razlika u kvaliteti quercus-a i aesculus-a tehnološke prirode. Tu se radi o gruboj (quercus) i finoj (aesculus) hrastovini. (Lit. 59). Prof. dr. A. Pavari (Lit. 39) došao je do istog zaključka, on je utvrdio, da latinski naziv aesculus dolazi od stare etrušćanske riječi »hiseok«, koja znači cijepati. Dakle u starih rimskih klasika aesculus je oznaka za hrastovinu velike cjepljivosti, a to je fina (slavonska) hrastovina. Ovo je dokaz da je kvaliteta slavonske hrastovine bila poznata već u najstarije doba.

U našoj stručnoj literaturi ne nalazimo mnogo radova o tehničkim svojstvima slavonske hrastovine. Brojni radovi Kozarca (Lit. 1, 32), Kesterčanka (Lit. 24), Račkoga (Lit. 46) i Ettingera (Lit. 12) dotakli su to pitanje samo općenito. Oni su iznijeli ondašnje rezultate stranih autora o kvaliteti i tehničkim svojstvima hrastovine.

U svojim novijim studijama iznio je Prof. dr. A. Ugrenović rezultate svojih istraživanja o čvrstoći cijepanja slavonske hrastovine. (Lit. 60, 61, 62).

U stranoj literaturi nalazimo više radova o istraživanju tehničkih svojstava drveta. Ovdje ćemo navesti samo one istraživače, koji su istražili neka svojstva slavonske hrastovine.

Bogner je u potrazi za dobrom hrastovom građom za brodove prošao sve naše šume. Izbor hrastovine, koja je služila za gradnju brodova vršio je po specifičnoj težini odnosno širini goda (po Bogneru širina goda morala je iznositi 6—8 ili više mm). Po specifičnoj težini procjenjivala se je čvrstoća tvrdoća i trajnost hrastovine. Za izbor hrastove građe za brodove dolazila je u obzir hrastovina lužnjaka, kitnjaka i medunca. Hrastovina medunca (*Quercus pubescens* Willd.) je zbog svoje razmjerno najveće težine i zakrivljenosti svog debla bila naročito cijenjena kao odlični materijal za rebra brodova. (Lit. 3, 4).

Janka je u svojim radovima istražio širinu goda, specifičnu težinu, površinsko utezanje, čvrstoću pritiska i tvrdoću slavonske hrastovine (Lit. 22). Od posebne je važnosti njegovo komparativno istraživanje tehničkih svojstava hrastovine lužnjaka i kitnjaka (Lit. 23), te istraživanje o tehničkim svojstvima stare i mlade slavonske hrastovine (Lit. 22). Nažalost su se ta istraživanja ograničila na malen broj proba.

Na početku ove radnje izričem svoju zahvalnost gospodinu Prof. dr. ing. Aleksandru Ugrenoviću, redovitom sveučilišnom profesoru i predstojniku Zavoda za uporabu šuma Hrvatskog sveučilišta u Zagrebu, na čiji sam poticaj izradio ovu radnju i koji mi je susretljivo stavio na raspolaganje po Zavodu sabrani materijal za istraživanje slavonske hrastovine, a u toku moga rada obilno me svojim savjetom pomogao.

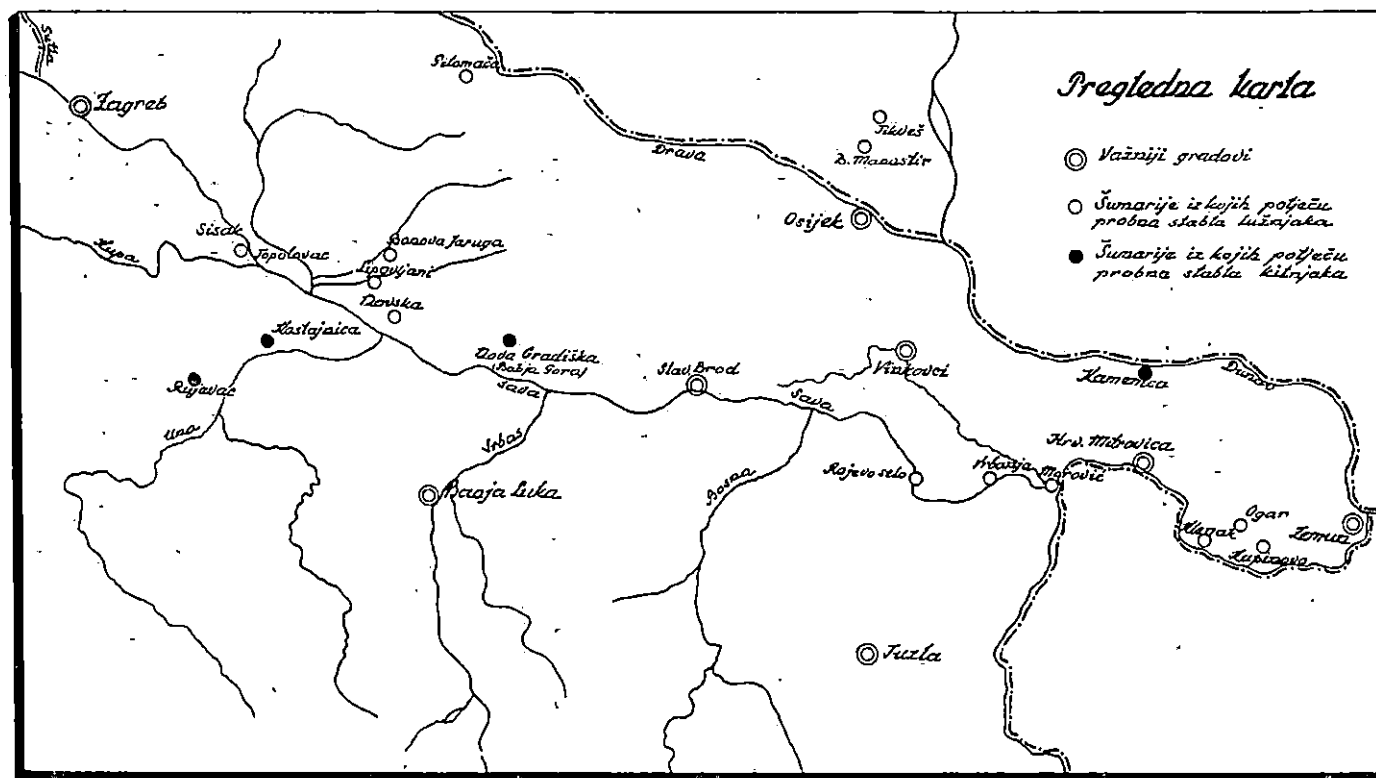
Zahvaljujem se i kolegi Ing. J. Drakuliću, činovniku »Šipada«, koji mi je, za vrijeme svog rada u Zavodu za uporabu šuma, djelomično pomogao kod izmjere i obračunavanja podataka o specifičnoj težini i utezanju.

II. MATERIJAL ZA ISTRAŽIVANJE

1. Područje

Istraženi materijal potječe iz skoro svih važnijih staništa naše hrastovine.

Hrast lužnjak potječe sa područja Ravnateljstva državnih šuma Vinkovci, šumarije Lipovljani i Vrbanja, sa područja Gradiške imovne općine, šumarije Banova Jaruga i Novska;



Sl. 1.

sa područja Brodske imovne općine, šumarija Račjevo Selo; sa područja Petrovaradinske imovne općine; šumarije Bosutska u Moroviću, Ogar, Klenak i Kupinovo; sa područja Ravnateljstva državnih šuma Zagreb, šumarija Pitomača, sa područja bivšeg drž. dobra »Belje«, šumarije Topolovac kraj Siska, Tikveš i B. Manastir.

Hrast kitnjak potječe sa područja Ravnateljstva državnih šuma Zagreb, šumarije Kostajnica (šum. manipulacija Majur) i Rujevac (šum. manipulacija Bos. Novi); sa područja Gradiške imovne općine, šumarija Babja Gora u N. Gradiški i sa područja Petrovaradinske imovne općine, šumarija Srijemska Kamenica.

Hrast sladun potječe sa područja Petrovaradinske imovne općine, šumarija Kupinovo.

Na karti (sl. 1) ucertana su ona mjesta gdje se nalaze sjedišta šumarija iz kojih potječu probna stabla hrasta lužnjaka i kitnjaka.

2. Izbor probnih stabala

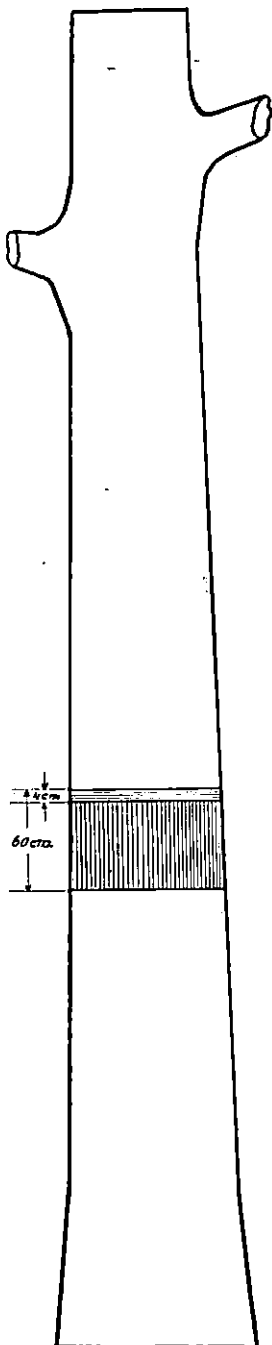
Izbor probnih stabala vršio se po posebnoj »Instrukciji Zavoda za uporabu šuma u Zagrebu« (Lit. 63). Kod izbora probnih stabala pridržavali su se šumarski stručnjaci ovih glavnih smjernica.

Probna stabla potječu sa svih najtipičnijih šumskih područja.

Probna stabla uzeta su u prvom redu iz sastojina zrelih za sječu.

Probna stabla, koja će se istraživati, treba da predstavljaju svojim habitusom, starošću, dendrometrijskim elementima, vanjskim osebinama, unutrašnjim tehničkim svojstvima (prosječna širina godova, način njihova nizanja, širina bijeli) sastojinu iz koje su izabrana. Probna stabla treba da su zdrave, normalne i pravilne krošnje, zdrava drveta, centričkog srca, prosječne čistoće od grana, punodrvna i posve pravne žice.

Probni trupčići, iz kojih će se izraditi probe, treba da su otpiljeni približno u polovini dužine čistog debla. Dužina prob-



S. 2. Položaj probnog trupčića

Tabela 1

Broj probnog stabla	Šumarija	Šum. područje	Šum. predjel	Da li je poplavno ili nije?	Nadmorska visina
					m

I. Hrast lužnjak (Quer-
1. Ravnateljstvo držav-

L 8	Lipovljani	Opeke	odjel 66c	poplavno	97
L 9	»	»	» 66c	»	97
L 10	»	»	» 107c	»	97
L 11	»	»	» 107c	»	97
L 12	»	»	» 107c	»	97
L 13	»	»	» 101c	»	97
L 14	»	»	» 101c	»	97
L 15	»	»	» 107c	»	97
L 16	»	»	» 107c	»	97
L 17	»	»	» 107c	»	97
L 18	»	»	» 67a	»	97
L 19	»	»	» 67a	»	97
L 20	»	»	» 67a	»	97
L 21	»	»	» 107c	»	97
L 22	»	»	» 107c	»	97
L 23	»	»	» 107c	»	97
L 24	»	»	» 107c	»	97
L 25	»	»	» 107c	»	97
L 26	»	»	» 107c	»	97
L 27	»	»	» 107c	»	97
L 28	Vrbanja	Bok	—	»	80

2. Ravnateljstvo Gradiške imovne

L 42	Banova Jaruga	Čertak Veliki	Rašljevo	poplavno	107
L 43	»	Blatuško brdo	Kugino brdo	nepoplavno	258
L 44	»	Brezinski lug	Šašne	poplavno	115
L 45	Novska	Greda	—	na granici poplavnog područja	100
L 46	»	Suše	—	poplavno	90

Karakter sastojine	Sklop	Prsni promjer	Visina stabla	Visina do prve žive grane	Starost	Karakter krošnje
		cm	m	m	god.	

cus pedunculata Ehrh.)

nih šuma — Vinkovci

Prirodna iz sjemena, jednodobna, mješovita: hrast, brijest i jasen	0,5-1,0	31	27	8	52	dominantan
»	»	32	26	8	85	subdominantan
»	»	34	27	8	90	dominantan
»	»	31	25	6	80	subdominantan
»	»	39	28	11	88	dominantan
»	»	28	23	6	80	subdominantan
»	»	40	29	10	94	»
»	»	30	25	8	80	»
»	»	30	27	8	82	»
»	»	30	27	8	82	»
»	»	32	26	8	59	dominantan
»	»	34	27	10	58	»
»	»	31	25	8	59	subdominantan
»	»	32	25	8	80	»
»	»	30	24	6	80	»
»	»	30	24	7	81	»
»	»	29	24	7	80	»
»	»	33	26	9	84	dominantan
»	»	29	23	8	80	subdominantan
»	»	33	27	9	81	dominantan
Prirodna iz sjemena, jednodobna, mješovita: hrast 0,4, jasen 0,1, brest 0,3, grab 0,2						

općine — Nova Gradiška

Prirodna iz sjemena, jednodobna, čista	—	57	32	8	101	dominantan
»	—	70	27	7	180	»
Prirodna iz sjemena, jednodobna, mješovita:	—	56	34	9	95	»
Prirodna iz sjemena, jednodobna, mješovita: hrast 0,3, brijest 0,3 jasen 0,3, ostalo 0,1	—	33	28	17	65	»
Stari slavonski hrastik	—	90	35	10	255	»

Tabela 1 (nastavak)

Broj probnog stabla	Šumarija	Šum. područje	Šum. predjel	Da li je poplavno ili nije?	Nadmorska visina
					m
3. Ravnateljstvo Brodske					
L 40	Rajevo Selo	Paovo	—	poplavno	82
L 41	» »	Radiševo	—	»	85
4. Ravnateljstvo Petrovaradinske					
L 4	Klenak	Karakuša	gosp. jedinica XVII	nepoplavno	81
L 5	»	»	»	»	81
L 28	Ogar	Vitojevačko ostrvo	okr. 19	poplavno	76
L 29	»	Visoka šuma	okr. 8	nepoplavno	80
L 30	»	Baradinci	okr. 7	»	81
L 31	Bosutska u Moroviću	Vratična	odjel 9a	poplavno	81
L 32	»	»	odjel 3b	»	81
L 35	Kupinovo	Kadionica	okr. 16a	nepoplavno	—
L 36	»	Čenjin	okr. 13a	poplavno	—
L 37	»	Čenjinske grede	okr. 4	»	—
5. Ravnateljstvo držav.					
L 33	Pitomača	Štergina greda	Svibovica	poplavno	112
L 34	»	» »	»	»	112
6. Ravnateljstvo biv. drž.					
L 3	Tikveš	Nadžhat	Šamufok	poplavno	70

Karakter sastojine	Sklop	Prsni promjer	Visina stabla	Visina do prve žive grane	Starost	Karakter krošnje
		cm	m	m	god.	

imovne općine — Vinkovci

Prirodna iz sjemena, jednodobna i čista	0,3	109	28	7	260	dominantan
»	0,7	100	35	6	260	»

imovne općine — Hrvatska Mitrovica

Prirodna iz sjemena, mješovita: hrast 0,30, grab 0,24, cer 0,16, granica 0,30	0,9	46	22	11	88	kodominantan
	0,9	46	24	15	82	dominantan
Prirodna iz sjemena, mješovita: hrast, brijest, i jasen	0,6	65	28	16	143	kodominantan
Prirodna iz sjemena, i panja, mješovita:	0,7	52	21	13	89	»
hrast, brijest, grab	0,8	59	22	15	106	»
Prirodna iz sjemena, mješovita, hrast i brijest	0,6	74	25	16	180	dominantan
	0,6	60	27	14	175	»
Prirodna iz sjemena, jednodobna, čista	0,4	80	24	11	90	»
Prirodna iz sjemena, jednodobna, mješovita:	0,8	78	26	7	121	»
hrast 0,69, brijest 0,30 ostalo 0,01	0,7	80	20	5	123	»

nih šuma — Zagreb

Prirodna iz sjemena, jednodobna, mješovita:	0,5	50	35	16	101	»
hrast, jasen, brijest	0,5	51	36	15	81	»

dobra Belje — Kneževo

Čista vrbova sa po kojim stablom bijele topole, erne topole, brijesta i hrasta	—	48	—	5	—	—
---	---	----	---	---	---	---

Tabela 1 (nastavak)

Broj probnog stabla	Šumarija	Šum. područje	Šum. predjel	Da li je poplavno ili nije?	Nadmorska visina
					m
L 39	Topolovac	Luknačica	—	poplavno	97
L 47	B. Manastir	Haljevo	parcela 15	nepoplavno	92

II. Hrast kitnjak (Quer-**1. Ravnateljstvo držav-**

K 1	Kostajnica	Barakovac	odjel 24a	—	450-500
K 2	»	»	» 24a	—	450-500
K 3	»	»	» 24a	—	450-500
K 4	»	»	» 25b	—	400-500
K 5	»	»	» 25b	—	400-500
K 10	Rujevac	Čorkovača	Matino brdo	—	370
K 11	»	»	» »	—	360
K 12	»	»	» »	—	400
K 13	»	»	» »	—	400

2. Ravnateljstvo Gradiške

K 6	Babja Gora N. Gradiška	Požeška Gora	Budimirovac	—	550
K 7	»	» »	»	—	550
K 8	»	» »	»	—	550
K 9	»	» »	»	—	550

3. Ravnateljstvo Petrovaradinske

K 14	Srem. Kamenica	Fruška Gora	Iriški Vijenac Kamenička šuma	—	350
------	----------------	-------------	-------------------------------------	---	-----

Karakter sastojina	Sklop	Prsni promjer	Visina stabla	Visina do prve žive grane	Starost	Karakter krošnje
		cm	m	m	god.	
Prirodna iz sjemena, i iz panja, jednodobna, mješovita: hrast 0,3, jasen 0,4, brijest 0,3	0,8	88	27	12	60	dominantan
Prirodna iz sjemena, jednodobna, mješovita: grab 0,6, hrast 0,2, cer i brijest 0,2	0,8	59	29	12	125	»

cus sessiliflora Salisb.)

nih šuma — Zagreb

Prirodna iz sjemena, raznodobna sa podstoj- nom bukvom mjestimično uklopljena u čisti ke- stenjar	0,7	66	29	8	157	»
	0,7	55	26	9	139	»
	0,7	58	28	13	128	»
Prirodna iz sjemena, raznodobna, mješovita, bukva sa stablimično uprskanim hrastom i kestenom	0,8	61	30	13	188	subdominantan
	0,8	63	33	14	157	kodominantan
Prirodna iz sjemena, jednodobna, mješovita: hrast 0,5 i bukva 0,5	0,7	48	25	10	113	»
	0,7	40	29	14	106	»
»	0,7	40	29	12	131	dominantan
»	0,7	48	28	11	136	»

imovne općine — Nova Gradiška

Prirodna iz sjemena, jednodobna i čista	0,8	48	26	15	156	kodominantan
»	0,8	51	30	16	147	»
»	0,8	47	31	18	146	»
»	0,8	49	29	15	141	»

imovne općine — Hrvatska Mitrovica

Prirodna iz panja (mali postotak iz sjemena), jednodobna, mješovita: hrast, bukva, grab i lipa	1,0	36	20	12	85	dominantan
---	-----	----	----	----	----	------------

Tabela 1 (Nastavak)

Broj probnog stabla	Šumarija	Šum. područje	Šum. predjel	Da li je poplavno ili nije?	Nadmorska visina
					m
K 15	Srem. Kamenica	Fruška Gora	Iriški Vijenac Ledinačka šuma	—	200-320
III. Hrast sladun (<i>Quercus</i>) 1. Ravnateljstvo šuma Petrovaradinske					
Sl 1	Kupinovo	Matijevica	Kadionica	nepoplavno	—

nih trupčica iznosila je najmanje 50 cm. Na sl. 2 shematski je prikazan položaj probnih trupčica na deblu. Probe za spec. težinu i utezanje izrađene su iz tanjeg isertanog dijela.

3. Sastojinske prilike

Za sva probna stabla sabrani su podaci o sastojinskim prilikama, iz kojih potječu probna stabla, kao i podaci o samom probnom stablu. Potrebno je to bilo utvrditi, jer znamo, da na tehnička svojstva drveta upliviše klima, tlo, sastojinske prilike i položaj stabla u sastojini. Važno je bilo utvrditi sklop sastojine, jer se drvo razlikuje po svojim svojstvima, ako je raslo na osami, u rijetkoj sastojini, u normalno gustoj sastojini ili u pregustoj sastojini. Nadalje je bilo potrebno utvrditi položaj probnog stabla u samoj sastojini, jer se drvo po svojim svojstvima razlikuje potječe li od nadraslih, vladajućih, suvladajućih, nadvladanih ili sasvim potisnutih stabala.

U tabeli 1 iznijeti su važniji podaci o području, sastojinskim prilikama, probnom stablu i probnom trupčicu istraženih probnih stabala.

4. Izrada proba

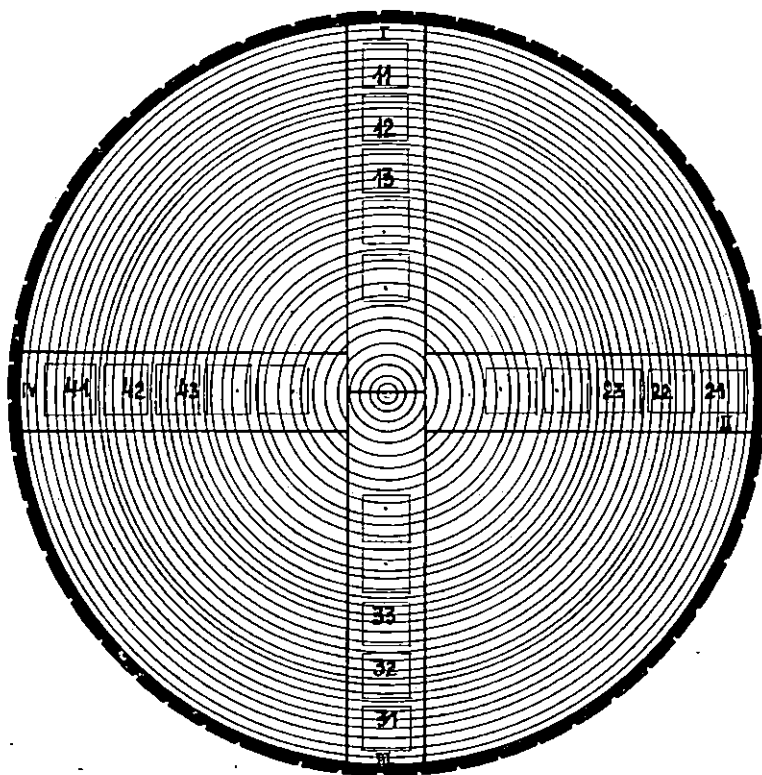
Probni trupčici obrojčani su u laboratoriju Zavoda za uporabu šuma tekućim brojevima po vrsti i to onim redom kojim su stizavali. Takav probni trupčić raspiljen je prema sl. 3 na četiri piljenice i četiri segmenta. Piljenice i segmenti, svaki

Karakter sastojine	Sklop	Prni promjer	Visina stabla	Visina do prve žive grane	Starost	Karakter krošnje
		cm	m	m	god.	
Prirodna iz sjemena, (20%) i iz panja (80%), jednodobna, mješovita: hrast i bukva	0,9	80	20	10	80	dominantan

cus conferta Kitaibel)

imovne općine — Hrvatska Mitrovica

Prirodna iz sjemena, jednodobna, mješovita: hrast 0,54, cer i sladun 0,46	0,9	70	18	10	113	—
--	-----	----	----	----	-----	---



Sl. 3. Raspored proba za istraživanje.

posebno, složeni su u spremišta laboratorija u vitlove, da se osuše do stanja prosušenosti. Nakon sušenja otpiljena je sa jednog kraja piljenice dašćica debljine 30 mm. Jedna strana dašćice fino je polirana i na toj strani utvrđena je veličina radija, širina bijeli i srži i broj godova. Iz tih podataka izračunata je prosječna širina goda za pojedini radij odnosno probno stablo. Nakon toga je na poliranoj strani dašćice ucrtana dispozicija proba za stolara, koji je prema toj dispoziciji ispilio i polirao probe za istraživanje specifične težine i utezanja drveta.

Veličina tih proba određena je njemačkim DIN DVM 2190 propisima za istraživanje utezanja i bujanja drveta (Lit. 9). Po tim propisima iznosi presjek probe 30×30 mm, a debljina (visina) probe 15 mm.

Iz tehničkih razloga određena je veličina probe za istraživanje utezanja i spec. težine sa dimenzijama: veličina presjeka 30×30 mm, debljina (visina) probe 20 mm.

Oblik probe bio je geometrijski pravilna prizma.

Izrađene probe označene su početnim slovom vrste drveta (L = lužnjak, K = kitnjak, S = sladun), brojem probnog stabla i brojem probe. Broj probe bio je 11,12 . . . , 21,22 . . . , 31,32 . . . , 41,42 . . . , gdje prva znamenka probe znači radij iz kojeg su probe izrađene, a druga redni broj probe u tom radiju u smjeru od periferije k sreu.

5. Metodika rada

Izrađene i obrojčane probe ostavljene su mjesec dana u prostorijama laboratorija u svrhu izjednačenja stepena vlage svih proba.

Mjerenje proba izvršeno je uvijek u simetralama radijalnog, tangencijalnog i longitudinalnog presjeka. Mjerenje je izvršeno preciznim mikrometrom. Točnost mjerenja iznosila je 0,01 mm.

Na osnovu tih podataka izračunat je volumen probe. Težina probe utvrđena je vaganjem na Sartorius-vagi sa točnošću od 0,1 gr.

Svi ovi podaci mjerenja i vaganja upisani su u posebne tiskanice, zapisnike o istraživanju. U te zapisnike unesena je i prosječna širina godova te procentualno učešće zone kasnog drveta, koje su veličine izmjerene na svakoj pojedinoj probi u prosušenom stanju.

Kad smo probe u prosušenom stanju izmjerili i izvagali, porredali smo ih na rešetkaste podloge, koje smo stavili u plitke tave. Tave smo napunili vodom, ali tako, da voda nije pokrila probe. Gornje površine ili čela probe bila su slobodna. Tek kad je na slobodna čela proba izbila vlaga t. j. kad je voda prodršla porama drveta i istjerala iz drveta sav zrak, prelili smo probe posve vodom. Tako smo ih ostavili 4 dana da se na-

poje vodom. U tom stanju napojenosti izmjerili smo opet dimenzije proba i utvrdili računom njihov volumen. Ove smo podatke unijeli u zapisnik.

Navlažene probe nakon mjerenja ostavili smo oko 20 dana da se ocijede i prosuše približno do stanja prosušenosti. Kada smo to postigli stavili smo probe u sušionik grijan plinom. Zagrijavanje proba provodili smo postepeno: Temperatura u sušioniku iznosila je najprije 40—50°, zatim 60—70°, a konačno 95—105°C. Kod svakog stepena temperature trajanje sušenja iznosilo je oko 8 sati. Ovim grijanjem osušili smo probe do apsolutne suhoće. Kontrolnim vaganjem ustanovili smo, da se u razmaku od 4^h težina probe nije više mijenjala, to je značilo da je drvo izgubilo posve svoju vlagu.

Nakon sušenja kod 105°C stavljali smo probe u eksikator sa klorkalcijem. U tim eksikatorima probe su se ohladile, te smo ohlađene probe vagali i mjerili u sva tri smjera.

Ovim smo radom došli do podataka potrebnih za izračunavanje spec. težine u prosušenom stanju i apsolutno suhom stanju, nominalne specifične težine, radijalnog, tangencijalnog, longitudinalnog i volumnog utezanja od stanja napojenosti do stanja prosušenosti i od stanja napojenosti do stanja apsolutne suhoće. Za taj osnovni sirovi materijal potrebno je bilo izvršiti oko 20.000 što mjerenja, što računskih operacija.

Rezultati istraživanja o unutrašnjoj građi drveta i o fizičkim svojstvima slavonske hrastovine obrađeni su statistički (Lit. 5, 31, 34, 49). Za širinu goda, postotak zone kasnog drveta, specifičnu težinu, radijalno, tangencijalno, longitudinalno i volumno utezanje od stanja napojenosti do stanja prosušenosti, kao i od stanja napojenosti do stanja apsolutne suhoće izračunata je srednja vrijednost po formuli

$$M = \frac{[p]}{[p]}$$

Srednja griješka svakog pojedinog mjerenja (srednji kvadratni otklon, standardna devijacija) izračunata je po formuli

$$\sigma = \sqrt{\frac{[p\lambda]}{n-1}}$$

Srednja griješka aritmetičke sredine (M) izračunata je po formuli

$$\mu = \frac{\sigma}{\sqrt{[p]}}$$

Grafički je prikazano svako istraženo svojstvo poligonom čestine (Häufigkeitspolygon). Polygon čestine daje na lak i pregledan način neke karakteristike istraženoga svojstva i to: raspršenost (disperziju) svojstva između donje i gornje granice,

najčešću vrijednost (apscisa vrha poligona), nehomogenost svojstva iz stepena otklona najčešće i srednje vrijednosti (asimetrija poligona čestine). Na sl. 7 upoređena je konkretna krivulja odnosno poligon čestine specifične težine slavonske hrastovine sa normalnom (idealnom) krivuljom. Za ispitivanje slaganja konkretne krivulje odnosno poligona čestine sa teoretskom krivuljom zgodno služi kriterij

$$2 \frac{\sigma^2}{\delta^2} = \pi = 3,142,$$

gdje je σ srednja griješka, a δ prosječna griješka $\left(\frac{[|v|]}{n} \right)$

Za specifičnu težinu slavonske hrastovine taj odnos iznosi

$$2 \frac{\sigma^2}{\delta^2} = 3,496.$$

Odstupanje je dosta znatno i iznosi 0,354, ali još uvijek nije preveliko, da bi se odustalo od izjednačenja po metodi najmanjih kvadrata.

Za pojedine odnose kao za širinu goda i specifičnu težinu, postotak zone kasnog drveta i specifičnu težinu, specifičnu težinu i radijalno, tangencijalno, longitudinalno i volumno utezanje slavonske hrastovine izračunat je koeficijent korelacije po formuli

$$r = \frac{p}{\sigma_x \cdot \sigma_y}$$

gdje je $p = \frac{1}{n} \sum (zxy)$, a σ_x srednji kvadratni otklon supraniranog svojstva, dok je σ_y srednji kvadratni otklon relativnog svojstva.

Srednja griješka koeficijenta korelacije izračunata je po Pearson-ovoj formuli

$$m_r = \frac{1 - r^2}{\sqrt{n}}$$

III. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

Rezultati istraživanja o širini goda, zoni kasnog drveta, specifičnoj težini, linearnom i volumnom utezanju od stanja napojenosti do stanja prosušenosti, kao i od stanja napojenosti do stanja apsolutne suhoće slavonske hrastovine lužnjaka, kitnjaka i sladuna iznijeti su pojedinačno za svaku probu u tabeli 2.*

* Iz razloga štednje tabela nije ušla u tisak. Eventualnim interesentima stoji ona na uvid u zavodu za uporabu šuma pod br. 1/1942.

A) Godovi

Slavonska hrastovina poznata je zbog svoje finoće po cijelom svijetu. Jednoličnost nizanja i uzanost godova glavne su karakteristike slavonske hrastovine. Navest ćemo ovdje jednu od najnovijih ocjena kvaliteta slavonske hrastovine izrečenu po prof. Dr. Hesmer-u (Lit. 20) »Von diesen sind besonders die slawonischen Furniereichen weltberühmt, und zwar vor allem die Stieleichenwälder in der Sawe-Aue...«, dalje kaže »Ihre ausgezeichnete Qualität wird aber auch durch den gleichmässigen Jahrringbau bedingt...«, »Die ausserdem bei der slawonischen Eiche noch besonders geschätzte Milde rührt daher, dass durch besondere klimatische Verhältnisse bedingt, die Früh- und Spätzone der Jahrringe sich nicht scharf abgrenzen, sondern ineinander übergehen...«.

Da se utvrdi srednja širina goda, svake probe izbrojeni su svi cijeli godovi na čelu probe i izmjerena njihova ukupna širina. Diobom širine i broja godova dobili smo srednju širinu goda probe.

Na tim probama izmjerili smo i postotak zone kasnog drveta. Na čelu probe izmjerili smo mjernom lupom (Messlupe) širinu zone kasnog drveta na najširem, srednjem i najužem godu. Prosječnu širinu dobivenu ovim mjerenjem izrazili smo postotkom prosječne širine goda probe. Ovaj način mjerenja zone kasnog drveta uveli smo zbog bržeg određivanja postotka zone kasnog drveta.

Tabela 3.

Oznaka probe	Širina goda	Postotak zone kasnog drveta (svi godovi)	Postotak zone kasnog drveta (tri goda)
	m/m	%	%
32/11	1,12	58,42	61,86
12	1,62	59,04	61,96
13	1,71	54,91	57,71
14	2,45	67,58	61,38
Prosjek	1,72	59,98	60,72
33/11	2,05	69,46	68,78
12	1,88	56,99	61,59
13	3,51	76,88	74,35
14	5,34	78,74	79,96
Prosjek	3,07	70,51	71,17

Postotak zone kasnog drveta najtočnije se ustanovi, kad se širine zone kasnog drveta svih cijelih godina na čelu probe zbroje i taj zbroj izrazi postotkom zbroja širina svih cijelih godina probe.

Da se utvrdi točnost mjerenja postotka zone kasnog drveta po skraćenom postupku izmjeren je postotak zone kasnog drveta iz svih godina i po skraćenom postupku iz tri goda na četiri probe iz jednog radija probnog stabla L 32 i četiri probe iz jednog radija probnog stabla L 33. Rezultati su iznijeti u tabeli 3.

Griješke skraćenog postupka prema postupku određivanja postotka zone kasnog drveta na svim godovima probe nisu velike. Za pojedine probe te griješke iznose približno od 1—6% u apsolutnom iznosu, dok se za cijeli radij prosječni postotak zone kasnog drveta dobiven po skraćenom postupku skoro izjednačuje sa onim prosječnim postotkom zone kasnog drveta utvrđenim iz svih godina probe.

Sve te srednje širine goda pojedinih proba i postotke zone kasnog drveta sredili smo i statistički obračunali za svaku vrst posebno. Rezultati su iznijeti u tabelama 4, 5 i 6 i sl. 4 i 5.

Srednja širina goda lužnjaka nešto je veća (2,02 mm) od one kitnjaka (1,85 mm). Razlog tome leži u razlikama klime, staništa, sklopa i starosti kitnjakovih i lužnjakovih sastojina. Kitnjak je drvo našeg sredogorja, a lužnjak plodne ravnice.

Za hrastovinu lužnjaka i kitnjaka izračunali smo volumen drvnih stijenki i volumen pora. Specifična težina drvene tvari, kako je poznato, iznosi 1,50 gr/cm³. Na osnovu te specifične težine (γ) i težine drveta u apsolutno suhom stanju (t_0) izračunat je postotni udio volumena drvnih stijenki $[(t_0 : \gamma) \times 100]$ i volumena pora $[100 - (t_0 : \gamma) \times 100]$. Rezultati tog računa su slijedeći:

	% drvnih stijenki	% pora
lužnjak	41,7	58,3
kitnjak	44,1	55,9

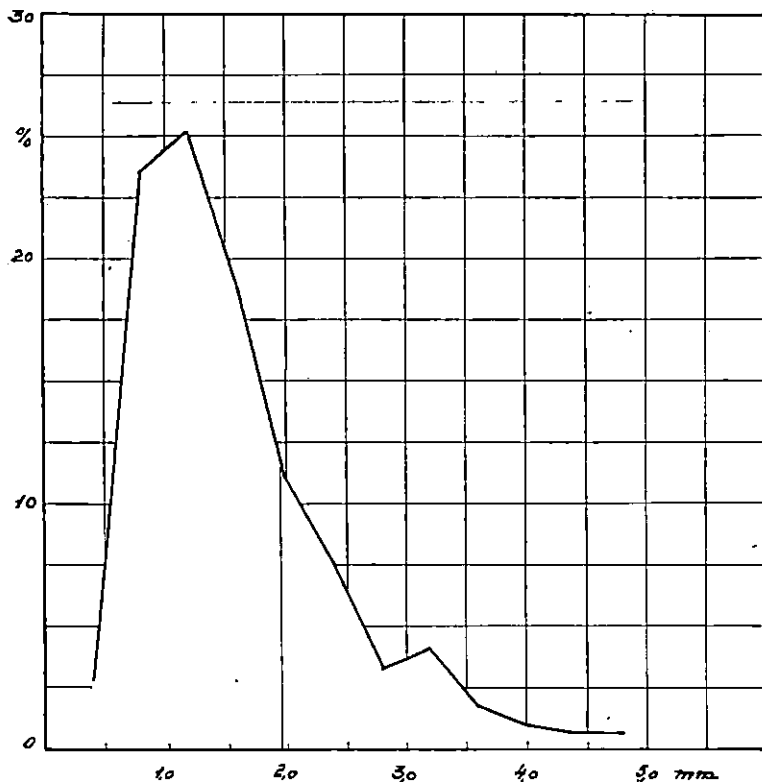
Tabela 4

Vrst	Broj proba	Širina goda				Postotak zone k. drveta			
		granice	M	σ	μ	granice	M	σ	μ
		m/m	m/m	m/m	m/m	%	%	%	%
Lužnjak	442	0,83...5,37	2,02	$\pm 0,90$	$\pm 0,04$	39...96	67,1	$\pm 10,2$	$\pm 0,48$
Kitnjak	144	0,84...4,08	1,85	$\pm 0,61$	$\pm 0,05$	44...93	68,6	$\pm 9,7$	$\pm 0,81$
Sladun	15	1,38...4,50	2,08	$\pm 0,81$	$\pm 0,03$	39...76	55,8	$\pm 8,8$	$\pm 2,27$
Prosjeck	601	0,83...5,37	1,98	$\pm 0,81$	$\pm 0,03$	39...96	67,3	$\pm 10,2$	$\pm 0,42$

Tabela 5

Širina goda

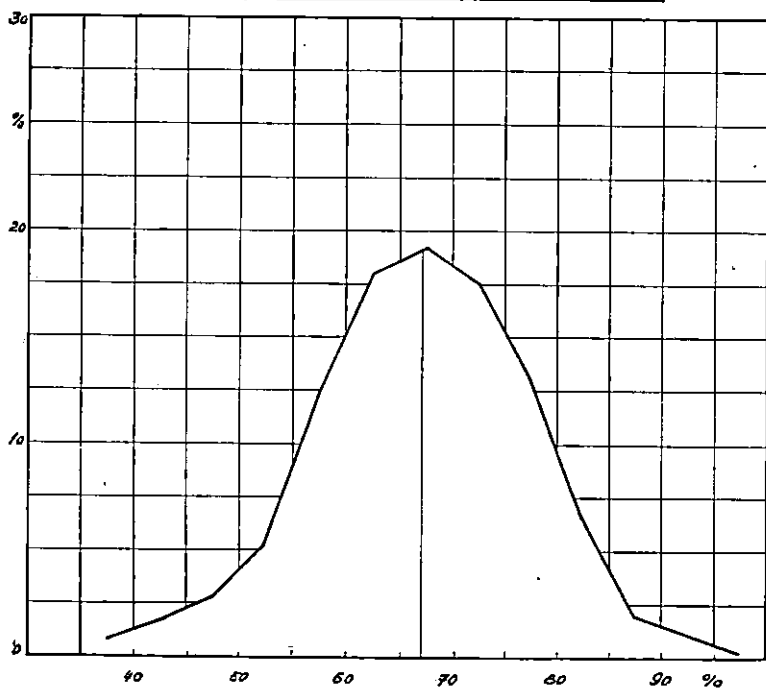
Širina razređa	Apsol. čestina	Rel. čestina
m/m		%
0,61...1,00	17	2,8
1,01...1,40	140	23,3
1,41...1,80	150	25,0
1,81...2,20	111	18,6
2,21...2,60	66	11,0
2,61...3,00	45	7,5
3,01...3,40	19	3,2
3,41...3,80	24	4,0
3,81...4,20	11	1,8
4,21...4,60	8	1,2
4,61...5,00	5	0,8
5,01...5,40	5	0,8



Sl. 4. Poligon čestine širine goda hrastovine.

Tabela 6 Postotak zone kasnog drveta

Širina razreda	Apsol. čestina	Rel. čestina
%		%
35 — 40	5	0,8
40 — 45	11	1,8
45 — 50	16	2,7
50 — 55	31	5,2
55 — 60	74	12,3
60 — 65	108	18,0
65 — 70	115	19,1
70 — 75	106	17,6
75 — 80	78	13,0
80 — 85	39	6,5
85 — 90	11	1,8
90 — 95	6	1,0
95 — 100	1	0,2



Sl. 5. Poligon čestine postotka zone kasnog drveta hrastovine.

Drvo kitnjaka imade nešto više drvne tvari a manje pora od drveta lužnjaka; dok je drvo lužnjaka poroznije od drveta kitnjaka.

B) Specifična težina

Specifična težina je od svih tehničkih svojstava najranije istražena. Raniji istraživači smatrali su specifičnu težinu kao indikator kvalitete drveta. Tako je Buffon (po Exner-u, Lit. 13) na osnovu svojih istraživanja zaključio, da je »čvrstoća drveta proporcionalna svojoj težini...«, a to znači što je neko drvo teže, to je ono čvršće.

U starijoj literaturi nalazimo podatke o specifičnoj težini u sirovom, prosušenom i apsolutno suhom stanju. Specifična se težina mijenja sa stepenom vlage. Zato je potrebno odrediti specifičnu težinu kod 0% vlage tj. specifičnu težinu u apsolutno suhom stanju. Specifična težina prosušenog drveta mora biti ustanovljena kod 12% ili 15% vlage. U teoretskim razmatranjima može doći u obzir samo specifična težina kod 0% vlage, jer je ona jedini sigurni stalan broj. Također je i za praktična obračunavanja težine, ishodište težina kod 0% vlage na pr. kod sušenja drveta, kod proračunavanja prevoznih, carinskih i skladištnih troškova i t. d.

Prema zaključku radnog odbora Internacionalnog saveza zavoda za šumske pokuse i odbora za istraživanje drveta (Lit. 54) potrebno je kod istraživanja uporedo utvrditi specifičnu težinu u apsolutno suhom stanju, u prosušenom stanju kod 12 ili 15% vlage i nominalnu specifičnu težinu.

Kod naših istraživanja držali smo se gore navedenih zaključaka.

1. Specifična težina apsolutno suhe hrastovine

Specifična težina apsolutno suhog drveta je omjer težine i volumena probe kod 0% vlage. To je težina 1 cm³ posve suhog drveta. U tabelama 7 i 8 i slici 6 prikazani su rezultati istraživanja.

Tabela 7 Specifična težina apsolutne suhe hrastovine

Vrst	Broj proba	Granice	M	σ	μ
		g/cm ³	g/cm ³	g/cm ³	g/cm ³
Lužnjak	442	0,388 . . . 0,795	0,625	$\pm 0,072$	$\pm 0,003$
Kitnjak	144	0,465 . . . 0,837	0,662	$\pm 0,082$	$\pm 0,007$
Sladun	15	0,541 . . . 0,785	0,669	$\pm 0,064$	$\pm 0,016$
Prosjeak	601	0,388 . . . 0,837	0,635	$\pm 0,075$	$\pm 0,003$

Tabela 8

Specifična težina apsolutno suhe hrastovine

Širina razreda	Apsol. čestina	Rel. čestina
g/cm^3		%
0,381 . . . 0,400	2	0,3
0,401 . . . 0,420	4	0,7
0,421 . . . 0,440	3	0,5
0,441 . . . 0,460	8	1,3
0,461 . . . 0,480	9	1,5
0,481 . . . 0,500	8	1,3
0,501 . . . 0,520	11	1,8
0,521 . . . 0,540	18	3,0
0,541 . . . 0,560	23	3,8
0,561 . . . 0,580	42	7,0
0,581 . . . 0,600	42	7,0
0,601 . . . 0,620	61	10,1
0,621 . . . 0,640	51	8,5
0,641 . . . 0,660	33	13,8
0,661 . . . 0,680	73	12,1
0,681 . . . 0,700	54	9,0
0,701 . . . 0,720	46	7,6
0,721 . . . 0,740	31	5,1
0,741 . . . 0,760	12	2,0
0,761 . . . 0,780	10	1,7
0,781 . . . 0,800	9	1,5
0,801 . . . 0,820	1	0,2
0,821 . . . 0,840	1	0,2

Iz ovih rezultata vidi se da je drvo kitnjaka nešto teže od drveta lužnjaka. Sladun je isključen iz komparacije, jer je previše malen broj proba sladuna prema broju proba lužnjaka ili kitnjaka.

Specifična težina slavonske hrastovine u apsolutno suhom stanju iznosi za lužnjak $0,625 \text{ g/cm}^3$, kitnjak $0,662 \text{ g/cm}^3$ i sladun $0,669 \text{ g/cm}^3$. Srednja specifična težina u apsolutno suhom stanju za svu istraženu hrastovinu iznosi $0,635 \text{ g/cm}^3$.

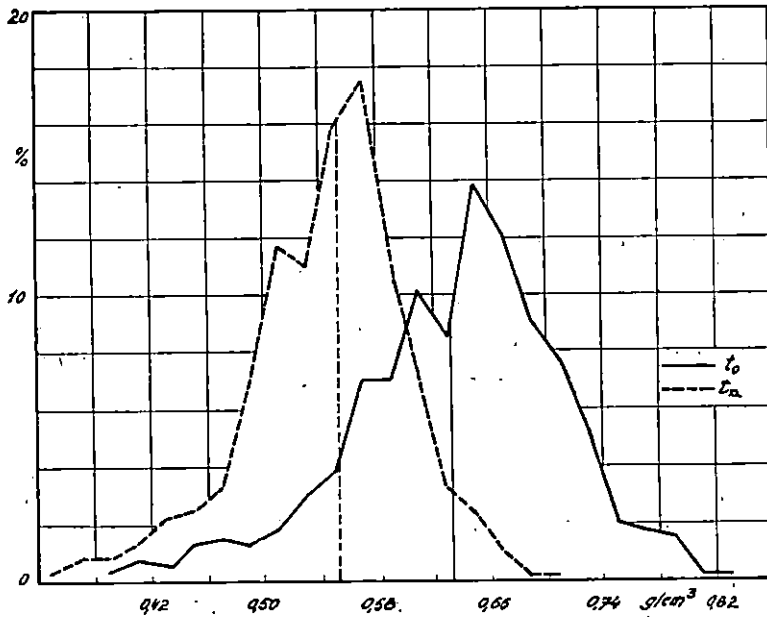
2. Specifična težina prosušene hrastovine

Specifična težina prosušenog drveta je omjer težine i volumena probe u prosušenom stanju, t. j. kod 12% vlage.

Stepen vlage proba u prosušenom stanju izračunat je po formuli

$$u = \frac{T_p - T_o}{T_o} \cdot 100$$

gdje je T_p težina probe u prosušenom stanju, a T_o težina probe u apsolutno suhom stanju.



Sl. 6. Poligon čestine specifične težine apsolutno suhe (t_0) i nominalne specifične težine (t_n) hrastovine.

Taj je stepen vlage za hrastovinu iznosio za

lužnjak 8,6 ... 12,3 ... 16,6%

kitnjak 8,0 ... 12,0 ... 13,1%

sladun 10,8 ... 13,2 ... 17,6%

Dakle prosječna vlaga prosušenog drveta hrasta lužnjaka iznosila je 12,3%, hrasta kitnjaka 12,0%, a hrasta sladuna 13,2%.

Rezultati specifičnih težina iznijeti su u tabeli 9. Srednja specifična težina slavonske hrastovine u prosušenom stanju

Tabela 9 Specifična težina prosušene hrastovine

Vrst	Broj. proba	Granice	M	σ	μ
		g/cm³	g/cm³	g/cm³	g/cm³
Lužnjak	442	0,438 ... 0,830	0,670	$\pm 0,070$	$\pm 0,003$
Kitnjak	144	0,512 ... 0,861	0,700	$\pm 0,070$	$\pm 0,006$
Sladun	15	0,614 ... 0,849	0,703	$\pm 0,070$	$\pm 0,018$
Prosjek	601	0,438 ... 0,861	0,678	$\pm 0,073$	$\pm 0,003$

iznosi za lužnjak $0,670 \text{ g/cm}^3$, kitnjak $0,700 \text{ g/cm}^3$ i sladun $0,703 \text{ g/cm}^3$, a srednja specifična težina za svu istraženu hrastovinu iznosi $0,678 \text{ g/cm}^3$.

3. Nominalna specifična težina

Nominalna specifična težina je omjer specifične težine apsolutno suhog drveta i volumena u sirovom odnosno napojenom stanju. Taj nam omjer kaže koliko imade grama suhe supstance u 1 cm^3 svježeg (sirovog) ili napojenog drveta. Taj je pojam prvi put uveden od američkih i engleskih istraživača. Hartig ga je uveo u tehnologiju drveta pod imenom »Trockensubstanz im Frischvolumen«, Trendelenburg ga je nazvao »Raumdichtezahl«. Američki ga istraživači zovu »specific gravity oven dry weight, green volume«, engleski »nominal specific gravity«, dok ga ruski istraživači zovu »uslovni objemni ves«. (Lit. 51, 40).

Taj smo omjer nazvali nominalna specifična težina i izrazili ga u g/cm^3 kao i specifičnu težinu apsolutno suhog i prosušenog drveta. Trendelenburg (Lit. 51) izrazio je nominalnu specifičnu težinu u kg/m^3 za razliku od obične spec. težine.

Prednosti nominalne specifične težine pred specifičnom težinom u apsolutno suhom stanju jesu slijedeće (Lit. 52, 53).

Utezanje drveta je unutar jedne te iste probe različito jako i različito prema smjeru utezanja. Ono je dva puta veće u tangencijalnom smjeru nego u radijalnom smjeru. Veličina utezanja zavisi i o vrsti i brzini sušenja. Volumen probe, koja je izrađena u prosušenom stanju imade geometrijski pravilan oblik prizme. Nakon sušenja proba je izgubila tu prvotnu geometrijsku pravilnost.

Volumen izračunat stereometrijskim putem pogrešan je u tom slučaju. On može biti veći ili manji od stvarnog volumena. Specifična težina i veličina utezanja izračunati na osnovu tog volumena, također su pogrešni. Kod nominalne specifične težine mi radimo sa volumenom, koji je geometrijski pravilna prizma koja se ne uteže i težinom apsolutno suhog drveta. Izvor griješaka je manji. Na sl. 6 prikazali smo poligon čestine specifične težine apsolutno suhog drveta i nominalne specifične težine. Dok se specifična težina kreće u vrlo širokim granicama, taj je razmak kod nominalne specifične težine manji. Dakle je disperzija nominalne specifične težine manja od disperzije specifične težine apsolutno suhog drveta.

Jednostavnim množenjem kubnog sadržaja drveta u sirovom stanju sa nominalnom specifičnom težinom dobije se faktično proizvedena drvna masa u kg.

Nominalna specifična težina omogućava komparaciju sa rezultatima novijih istraživanja američkih i engleskih istraživača, jer se oni služe gotovo isključivo sa nominalnom specifičnom težinom.

Ako se uz nominalnu specifičnu težinu navede i specifična težina apsolutno suhog drveta, omogućuje se komparacija današnjih istraživanja sa istraživanjima starijega datuma.

Ako je poznata nominalna specifična težina (t_n) i volumno utezanje (α_v) dobije se specifična težina apsolutno suhog drveta (t_o) formulom

$$t_o = t_n \frac{100}{100 - \alpha_v}$$

Iz specifične težine apsolutno suhog drveta i volumnog utezanja dobije se nominalna specifična težina po formuli

$$t_n = t_o \frac{100 - \alpha_v}{100}$$

Iz nominalne specifične težine i specifične težine apsolutno suhog drveta dobije se volumno utezanje drveta po formuli

$$\alpha_v = \frac{t_o - t_n}{t_o} \cdot 100$$

Iz napred navedenog vidimo da nominalna specifična težina može biti utvrđena sa većom točnošću nego spec. težina apsolutno suhog drveta. Iz tih smo razloga odnose utezanja i težine drveta obračunali na osnovu nominalne specifične težine.

Rezultati su izneseni u tabelama 10 i 11 i slici 6. Srednja nominalna specifična težina za slavonsku hrastovinu lužnjaka iznosi 0,535 g/cm³, kitnjaka 0,570 g/cm³, a prosječna nominalna specifična težina za svu istraženu hrastovinu iznosi 0,555 g/cm³.

Da uporedimo specifičnu težinu prosušenog i apsolutno suhog drveta i nominalnu specifičnu težinu hrastovine iznijeli smo te težine za lužnjak i kitnjak.

Specifična težina	Lužnjak	Kitnjak
prosušenog drveta	0,670 g/cm ³	0,700 g/cm ³
aps. suhog drveta	0,625 »	0,662 »
nominalna	0,535 »	0,570 »

Tabela 10

Nominalna specifična težina hrastovine

Vrst	Broj proba	Granice	M	σ	μ
		g/cm ³	g/cm ³	g/cm ³	g/cm ³
Lužnjak	442	0,353 . . . 0,665	0,535	$\pm 0,055$	$\pm 0,003$
Kitnjak	144	0,418 . . . 0,706	0,570	$\pm 0,056$	$\pm 0,005$
Sladun	15	0,483 . . . 0,680	0,577	$\pm 0,057$	$\pm 0,015$
Prosjeak	601	0,353 . . . 0,706	0,555	$\pm 0,057$	$\pm 0,002$

Tabela 11

Nominalna specifična težina hrastovine

Širina razreda	Aps. čestina	Rel. čestina
g/cm^3		%
0,341 . . . 0,360	2	0,3
0,361 . . . 0,380	5	0,8
0,381 . . . 0,400	5	0,8
0,401 . . . 0,420	8	1,3
0,421 . . . 0,440	13	2,2
0,441 . . . 0,460	15	2,5
0,461 . . . 0,480	20	3,3
0,481 . . . 0,500	42	7,0
0,501 . . . 0,520	72	11,7
0,521 . . . 0,540	66	11,0
0,541 . . . 0,560	95	15,8
0,561 . . . 0,580	105	17,5
0,581 . . . 0,600	69	11,5
0,601 . . . 0,620	42	7,0
0,621 . . . 0,640	20	3,3
0,641 . . . 0,660	14	2,3
0,661 . . . 0,680	6	1,0
0,681 . . . 0,700	1	0,2
0,701 . . . 0,720	1	0,2

Nominalna specifična težina je manja od specifične težine prošušenog i apsolutno suhog drveta. To je zato, što su u omjeru za nominalnu specifičnu težinu i specifičnu težinu apsolutno suhog drveta brojnici jednaki (težina drveta u apsolutno suhom stanju), a nazivnik u omjeru nominalne specifične težine (volumen probe u napojenom stanju) je veći od nazivnika u omjeru specifične težine apsolutno suhog drveta (volumen probe u apsolutno suhom stanju).

Na slici 7 prikazali smo poligon čestine i normalnu krivulju nominalne specifične težine slavonske hrastovine.

4. Anizotropnost specifične težine

Kod slavonske hrastovine mogli smo na svim izmjerenim presjecima pratiti promjenu specifične težine u smjeru od periferije prema srecu debla. Na skoro svim presjecima mogli smo utvrditi tendenciju porasta specifične težine u tom smjeru. Što je drvo bliže srecu to je ono teže. Razlog je tome proces osržavanja drveta. Navesti ćemo samo nekoliko primjera iz istraženih probnih stabala.

Probno stablo L 36 imalo je u smjeru od periferije prema srecu debla ovu širinu goda, postotak zone kasnoga drveta i specifičnu težinu:

Broj probe	širina goda m/m	% zone kasnog drveta	spec. težina g/cm ³
21	2,00	70	0,471
22	2,09	79	0,618
23	3,00	66	0,668
24	3,25	74	0,670
25	3,71	72	0,706

Vidimo da je drvo prema srcu širih godova i veće specifične težine. Na jednom te istom presjeku bjeljika ima težinu 0,471 g/cm³, a srž u blizini srca 0,706 g/cm³. Razlika je 0,235 g/cm³ ili cca 50% na istom presjeku, probnog stabla.

Na primjeru probnog stabla L 46 vidjet ćemo da i kod približno iste širine goda od periferije prema srcu specifična težina pokazuje tendenciju porasta.

Broj probe	širina goda m/m	% zone kasnog drveta	spec. težina g/cm ³
41	1,10	40	0,549
42	1,58	62	0,579
43	1,06	64	0,612
44	1,14	72	0,701

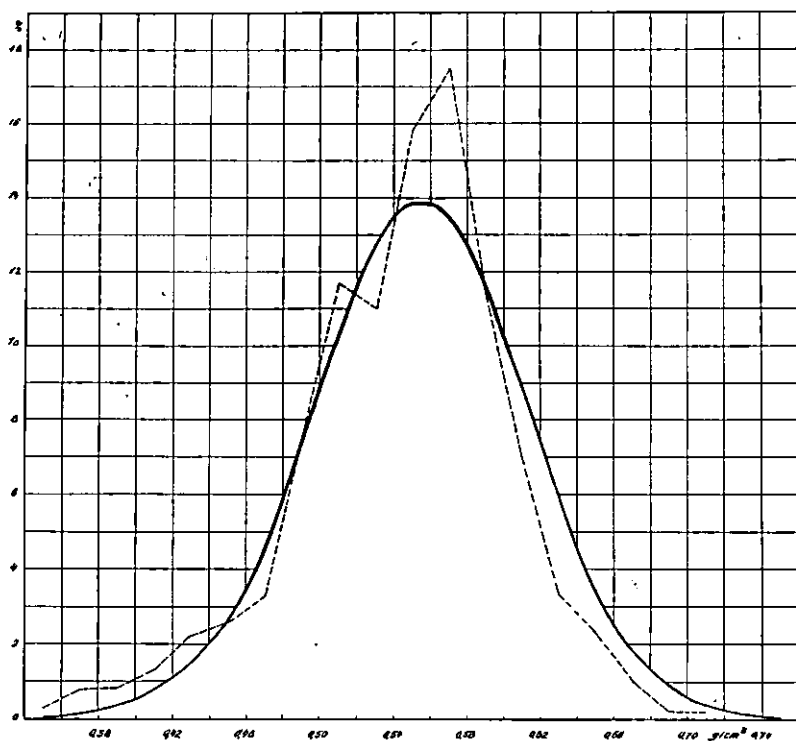
Na ovim probama ne mijenja se znatno širina goda, ali je zato postotak zone kasnog drveta veći u proba iz srži nego u proba na periferiji presjeka. Proba br. 41 na periferiji i ona br. 44 u blizini srca imaju istu širinu goda, ali različiti postotak zone kasnog drveta. Veća je specifična težina kod proba iste širine goda u onih proba, koje imaju veći postotak zone kasnog drveta.

Na presjeku probnog stabla kitnjaka broj K 1 probe imaju ovu širinu goda, postotak zone kasnog drveta i specifičnu težinu

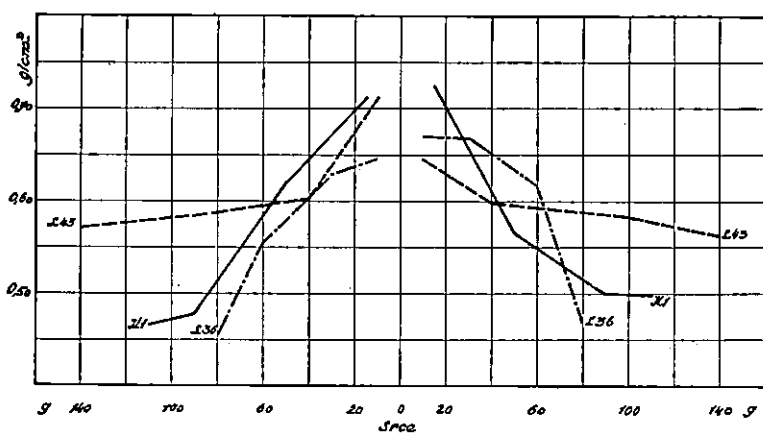
Broj probe	širina goda m/m	% zone kasnog drveta	spec. težina g/cm ³
41	1,17	52	0,465
42	1,82	64	0,543
43	2,50	76	0,601
44	3,79	82	0,733

Istu pojavu nalazimo i na presjeku sladuna S 1

Broj probe	širina goda m/m	% zone kasnog drveta	spec. težina g/cm ³
11	1,38	56	0,555
12	1,44	51	0,662
13	2,12	58	0,694
14	3,06	65	0,761



Sl. 7. Poligon čestine i normalna krivulja nominalne specifične težine hrastovine.



Sl. 8. Prikaz porasta specifične težine hrastovine lužnjaka (L) i kitnjaka (K) u smjeru od periferije prema srcu debla.

Na sl. 8 grafički je prikazana linija specifične težine proba na istim presjecima, a u smjeru od periferije prema srecu i to na probnim stablima lužnjaka L 36 i L 43 i probnom stablu kitnjaka K 1.

Kod probnih stabala lužnjaka L 31 i kitnjaka K 14 imali smo 3 trupčića iz razne visine debla, iz kojih smo izradili probe. Jedan trupčić otpiljen je na donjem kraju, drugi iz sredine, a treći na gornjem kraju čistog debla. Rezultati specifičnih težina iznijeti su u tabeli 12.

Tabela 12

Vrst	Broj prob. stabla	Položaj trupčića na stablu	Broj proba	Spec. težina	Spec. težina
		m		g/cm ³	g/cm ³
Lužnjak	31	2,0	10	0,579	0,568
		8,0	16	0,573	
		15 0	10	0,550	
Kitnjak	14	0,5	8	0,747	0,786
		2,5	7	0,793	
		8,0	6	0,725	

Iz ovih podataka možemo zaključiti da specifična težina opada i sa visinom debla. To će reći najteže je drvo žilišta, a prema krošnji stabla težina drveta opada.

»Instrukcija Zavoda za uporabu šuma u Zagrebu« o izboru probnih stabala propisivala je prije da se od svakog probnog stabla ima istražiti tri probna trupčića i to: jedan s donjeg kraja, drugi u sredini, a treći s gornjeg kraja dužine čistog debla. Kasnije je taj propis promijenjen tako, da se za istraživanje iskoristi samo probni trupčić iz sredine dužine čistog debla. To je učinjeno iz razloga štednje skupocjene hrastovine. Kod promjene tog propisa predpostavljalo se je, da će drvo srednjeg probnog trupčića po svojoj kvaliteti i svojstvima predstavljati srednje vrijednosti cijelog stabla. Da je ta pretpostavka u pogledu specifične težine bila točna vidi se iz prosječne specifične težine srednjeg probnog trupčića, koja je skoro jednaka prosječnoj specifičnoj težini cijelog probnog stabla L 31 i L 32 (vidi tabelu 12).

U uvodu smo spomenuli, da se drvo razlikuje po svojim svojstvima, ako potječe od probnih stabala iz raznih visinskih razreda u sastojini.

Kraft (po Petračiću, Lit. 44) razvrstao je stabla u sastojini u ove visinske razrede:

1. nadržasla stabla, 2. vladajuća stabla, 3. suvladajuća stabla, 4. nadvladana stabla, 5. posve potisnuta stabla.

Po Trendelenburgu (Lit. 51) najlakša je smrekovina nadraslih i vladajućih stabala, a najteža ona posve potisnutih stabala. Borovina naprotiv, po istom autoru, daje nam posve drugu sliku — lakše je drvo 1, 2, 4 i 5 visinskog razreda, a teže 3) visinskog razreda. Hartig (po Trendelenburgu Lit. 51) istražio je 246 godina stare hrastove i došao do ovih rezultata:

visinski razred stabala po Kraftu	nominalna spec. težina g/cm ³
1.	0,460
2.	0,461
3.	0,538
4.	0,520
5.	0,482

Drvo, koje potječe od stabala iz srednjih visinskih razreda hrasta, teže je.

Iz naših istraživanja uzeli smo ona probna stabla hrasta lužnjaka koja potječu sa područja šumarije Lipovljani i to s razloga što je sa tog područja bilo najviše vladajućih i nadvladanih stabala sa istog staništa. Drvo nadvladanih stabala teže je od drveta vladajućih stabala:

	širina goda m/m	specifična težina t_o g/cm ³	t_n g/cm ³	broj proba
vladajuća stabla	2,18	0,648	0,561	54
nadvladana stabla	1,59	0,674	0,571	68

Hrastovina kitnjaka iz područja šumarije Kostajnica (zastupana tri visinska razreda) razvrstana po visinskim razredima pokazuje ove specifične težine:

visinski razred stabla po Kraftu	širina goda m/m	specif. težina g/cm ³ t_o	nom. spec. težina g/cm ³ t_n	broj proba
1.	—	—	—	—
2.	2,07	0,608	0,530	35
3.	1,54	0,651	0,551	6
4.	1,49	0,626	0,550	8
5.	—	—	—	—

Kod hrasta kitnjaka drvo suvladajućih stabala je najteže, a vladajućih i nadvladanih nešto lakše.

Dakle i naši rezultati poklapaju se djelomično sa onim Hartiga. Smatramo da je ovo istraživanje nepotpuno, jer nisu zastupani svi visinski razredi stabala u sastojini niti je broj predstavnika za pojedini razred dovoljno velik. Potrebno je da to pitanje bude predmetom naročitih istraživanja.

5. Širina goda i zone kasnog drveta naprama specifičnoj težini

U uvodu smo spomenuli da se specifična težina uz stano-
vita ograničenja može smatrati kao indikator kvalitete drveta.
Utvrđivanje specifične težine za praksu je dosta složeno, skop-
čano je to sa mjerenjem, vaganjem i sušenjem i traži naročitu
makar i jednostavnu aparaturu. Potrebno je dakle, da praksi
pružimo jednostavan način procjenjivanja kvalitete drveta.
Za to smo istražili odnose širine goda i specifične težine te ši-
rine zone kasnog drveta i specifične težine, da bi praktičari
iz širine goda i širine zone kasnog drveta uz pretpostavku
jednoličnog i pravilnog nizanja godova, mogli približno pro-
cjenjivati kvalitet drveta.

U tabeli 13 iznijeli smo za lužnjak i kitnjak za pojedine
stepene širine goda odgovarajuću nominalnu specifičnu težinu.

Tabela 13 Odnos širine goda i nom. spec. težine

Širina goda	Lužnjak		Kitnjak	
	Nom. spec. težina	Broj proba	Nom. spec. težina	Broj proba
m/m	g/cm ³		g/cm ³	
0,61 ... 1,00	0,511	14	0,538	3
1,01 ... 1,40	0,507	108	0,532	30
1,41 ... 1,80	0,530	100	0,563	45
1,81 ... 2,20	0,534	72	0,584	35
2,21 ... 2,60	0,545	48	0,596	17
2,61 ... 3,00	0,576	37	0,590	7
3,01 ... 3,40	0,561	17	0,656	1
3,41 ... 3,80	0,572	20	0,605	4
3,81 ... 4,20	0,587	9	0,630	2
4,21 ... 4,60	0,530	8	—	—
4,61 ... 5,00	0,575	5	—	—
5,01 ... 5,40	0,590	4	—	—

Iz ove tabele vidimo da za hrastovinu sa širinom goda raste
težina drveta. Taj se odnos gubi kod širih godova, točnije onih
koji su širi od 4,0 mm.

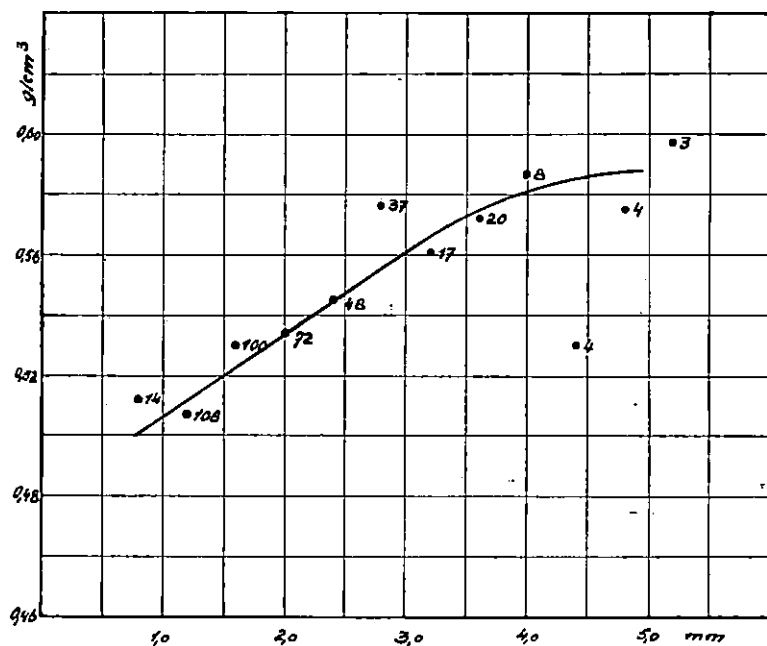
Grafički prikaz međusobne zavisnosti širine goda i nomi-
nalne specifične težine dan je za lužnjak na sl. 9 za kitnjak
na sl. 10.

Za ovaj odnos izračunat je koeficijent korelacije i njegova
srednja griješka, koji iznose za

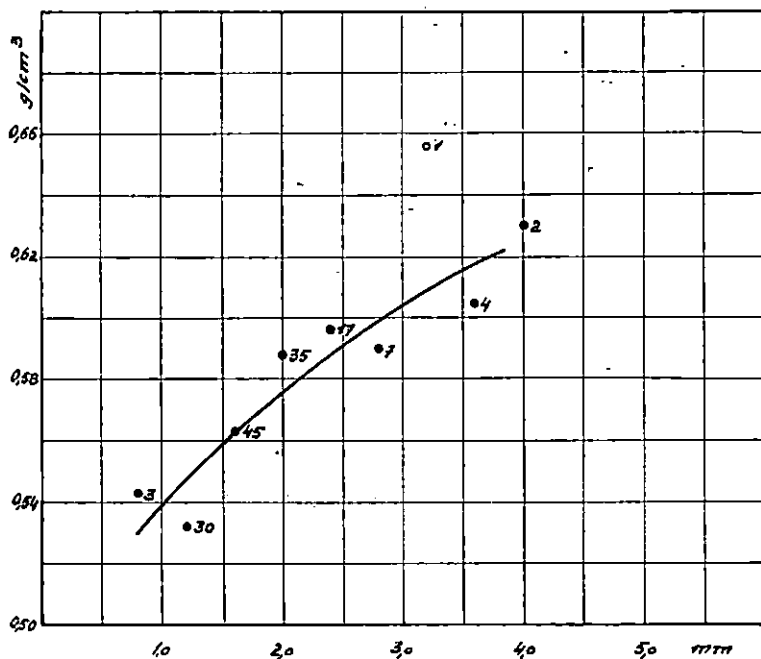
$$\text{lužnjak } r = + 0,338 \pm 0,042$$

$$\text{kitnjak } r = + 0,418 \pm 0,069$$

Iz koeficijenta korelacije i njegove srednje griješke mo-
žemo zaključiti da je odnos između širine goda i nom. spec.



Sl. 9. Odnos širine goda i nominalne specifične težine hrastovine lužnjaka.



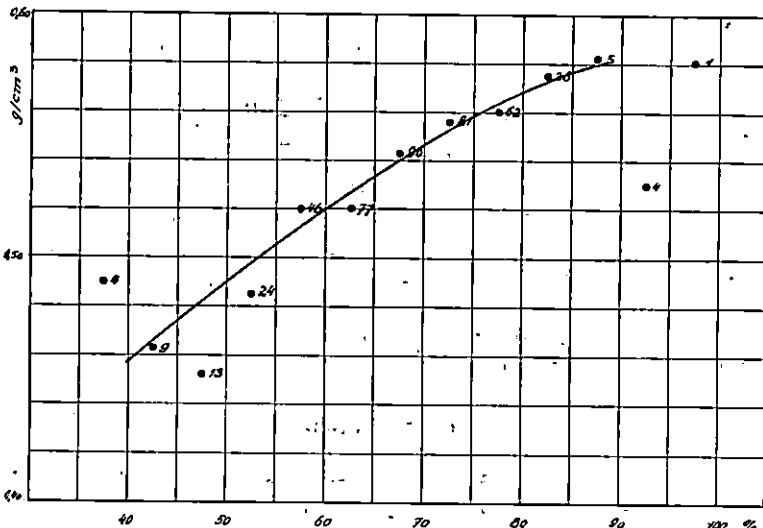
S. 10. Odnos širine goda i nominalne specifične težine hrastovine kitnjaka.

težine pozitivan, to jest što je širi god — do širine od 4 mm — to je veća specifična težina. Za lužnjak postoji slaba, a za kitnjak srednja pozitivna korelacija.

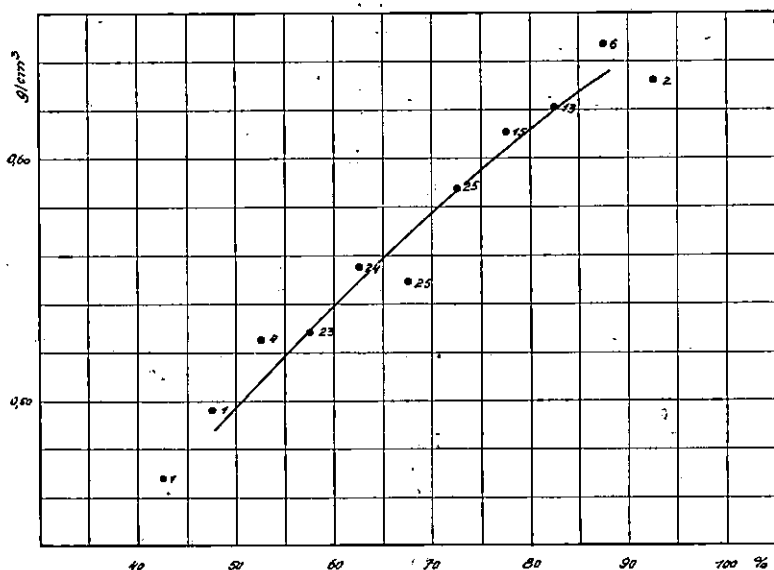
U tabeli 14 iznesena je za pojedine stepene zone kasnog drveta lužnjaka i kitnjaka odgovarajuća nominalna specifična težina. Iz ove tabele se vidi da nominalna specifična težina lužnjaka i kitnjaka raste sa porastom postotka zone kasnog drveta.

Tabela 14 Odnos postotka zone kasnog drveta i nom. specifične težine

Širina razreda	Lužnjak		Kitnjak	
	Nom. spec. težina	Broj proba	Nom. spec. težina	Broj proba
%	g/cm ³		g/cm ³	
35 — 40	0,490	4	—	—
40 — 45	0,463	9	0,463	1
45 — 50	0,452	13	0,496	1
50 — 55	0,485	24	0,525	4
55 — 60	0,520	46	0,528	23
60 — 65	0,520	77	0,555	29
65 — 70	0,543	90	0,549	25
70 — 75	0,556	81	0,587	25
75 — 80	0,560	62	0,611	15
80 — 85	0,575	26	0,621	13
85 — 90	0,582	5	0,647	6
90 — 95	0,530	4	0,632	2
95 — 100	0,581	1	—	—



Sl. 11. Odnos postotka zone kasnog drveta i nominalne specifične težine hrastovine lužnjaka.



Sl. 12. Odnos postotka zone kasnog drveta i nominalne specifične težine hrastovine kitnjaka.

Na sl. 11 i 12 grafički je prikazana za lužnjak i kitnjak međusobna ovisnost širine zone kasnog drveta i nominalne specifične težine.

Koeficijent korelacije i njegova srednja griješka za odnos širine zone kasnog drveta i nominalne specifične težine iznose za

$$\text{lužnjak } r = + 0,448 \pm 0,038$$

$$\text{kitnjak } r = + 0,497 \pm 0,063$$

Iz ovih podataka možemo zaključiti da je odnos zone kasnog drveta i nominalne specifične težine pozitivan, to jest što je veći udio zone kasnog drveta to je veća nominalna specifična težina slavonske hrastovine. Za lužnjak i kitnjak postoji u odnosu zone kasnog drveta i nominalne specifične težine srednja pozitivna korelacija. Taj je odnos izrazitiji od onog širine goda i nominalne specifične težine slavonske hrastovine.

C) Utezanje

Utezanje odnosno bujanje drveta posljedica je promjene stepena vlage drveta. Za utezanje odnosno bujanje drveta od upliva je količina higroskopske ili vezane vlage, koja je apsorbirana u stijenkama drvnih stanica. Onaj stepen vlage, kod kojeg su stijenke drvnih stanica zasićene vlagom, zove se točka

zasićenosti vlakanaca vlagom. To je postotak higroskopske ili vezane vlage u drvetu.

Utezanje drveta počinje kad vlaga drveta padne ispod točke zasićenosti vlakanaca vlagom, tj. drvo se uteže radi gubitka svoje higroskopske vlage. Osušeno drvo u doticaju sa vlagom upija vlagu i povećava svoj volumen dok vlaga drveta ne dosegne točku zasićenosti drvnih vlakanaca. Dakle utezanje odnosno bujanje drveta posljedica je promjene stepena vlage drveta u intervalu od 0% vlage do točke zasićenosti vlakanaca vlagom. Vlaga zasićenosti drvnih vlakanaca za pojedine vrste drveća kreće se u granicama od 25% do 35%.

Utezanje drveta nije u svim smjerovima jednako. Ono je najveće u smjeru godova (tangencijalno utezanje), te je prosječno dva puta veće od utezanja u smjeru sržnih trakova (radijalno utezanje). Utezanje u smjeru uzdužne osovine debla (longitudinalno utezanje) iznosi 0,1 . . . 0,6%. To je utezanje neznatno i bez praktičnog značenja.

Uzroci anizotropnosti transverznog utezanja (radijalno i tangencijalno utezanje) i transverznog i longitudinalnog utezanja još nisu posve razjašnjeni. Razlike utezanja u longitudinalnom i transverznom smjeru smatraju se posljedicom spiralne teksture stijenke drvnih stanica (Kollmann Lit. 27).

Razlike u utezanju u radijalnom i tangencijalnom smjeru jedni smatraju posljedicom različitog velikog utezanja stanica sržnih trakova i stanica susjednog tkiva (Nördlinger, Lit. 38; Pereligin Lit. 42), a drugi posljedicom veće homogenosti u tangencijalnom nego u radijalnom smjeru, t. j. prenašanje utezanja od stanice do stanice jednoličnije je u tangencijalnom nego u radijalnom smjeru gdje dolazi naizmjenice zona laganog i poroznog ranog drveta i zona gustog i debelostijenog kasnog drveta (Mörath, po Trendelenburgu, Lit. 53).

Frey-Wissling je na osnovu svojih istraživanja (Lit. 15, 16) i rezultata istraživanja Vintile (Lit. 64), o utezanju kasnog i ranog drveta ariševine, došao do zaključka da je anizotropnost utezanja funkcija broja poprečnih stijenka stanica, koje nadolaze u raznim smjerovima utezanja. Što je veći broj poprečnih stijenki stanica po jedinici dužine, to je veće utezanje. Pri tom na veličinu utezanja ne utječe debljina stijenke. Iz toga se može zaključiti, da deblja sekundarna lamela (sa spiralnom teksturom) stijenke stanice ne upliviše na veličinu utezanja, već je za utezanje od važnosti primarna lamela sa intercelularnom supstancom (bogatom pektinima, koji jako bujaju). Ova hipoteza o uzrocima anizotropnosti utezanja drveta razjašnjava razlike utezanja u radijalnom i tangencijalnom smjeru, u longitudinalnom i transverznom smjeru, nadalje razlike utezanja ranog i kasnog drveta i razlike utezanja četinjača i listača.

U našim razlaganjima bit će govora samo o utezanju drveta.

Veličinu bujanja drveta može se izračunati iz poznate veličine utezanja po formuli

$$\beta_v = \frac{100 \alpha_v}{100 - \alpha_v}$$

Supstitucijom α_v sa α_r , α_t i α_l dobit ćemo formule za linearna bujanja u radijalnom, tangencijalnom i longitudinalnom smjeru.

Linearno utezanje utvrđeno je po ovim formulama:

$$\alpha_l = \frac{L-l}{L} \cdot 100; \quad \alpha_r = \frac{R-r}{R} \cdot 100; \quad \alpha_t = \frac{T-t}{T} \cdot 100$$

gdje je α_l , α_r i α_t postotak linearnog utezanja L , R , T dimenzije u napojenom stanju a, l , r , t dimenzije u apsolutno suhom stanju u longitudinalnom, radijalnom i tangencijalnom smjeru.

Često je puta potrebno odrediti utezanje neke točke na presjeku drveta, koja ne leži ni u radijalnom ni u tangencijalnom smjeru. Veličinu tog utezanja izračunao je Ing. N. P. Kulikov (Lit. 35) po formuli

$$k_\alpha = \alpha_t \cos^2 \alpha + \alpha_r \sin^2 \alpha$$

gdje je α_r , α_t radijalno i tangencijalno utezanje a α kut što ga smjer utezanja te točke zatvara sa tangencijalnim smjerom. Ova jednadžba daje nam utezanje neke točke na frontalnom presjeku drveta, čiji smjer utezanja zatvara kut α sa tangencijalnim smjerom.

Ispravnost ove jednadžbe potvrdio je eksperimentalnim istraživanjem Ing. N. P. Kulikov (Lit. 35).

Volumno utezanje može se izračunati iz linearnog utezanja ili utvrditi neposrednim volumetriranjem proba u napojenom i u apsolutno suhom stanju.

Iz poznatih linearnih utezanja izračuna se volumno utezanje po formuli

$$\alpha_v = \alpha_l + \alpha_r + \alpha_t - \frac{\alpha_r \cdot \alpha_t}{100}$$

Neposredno volumetriranjem proba dobije se volumno utezanje po formuli

$$\alpha_v = \frac{V-v}{V} \cdot 100$$

gdje nam je V i v volumen probe u napojenom i apsolutno suhom stanju.

1. Linearno utezanje

Na svakoj probi istraženo je utezanje u radijalnom, tangencijalnom i longitudinalnom smjeru. I ako je za istraživanje longitudinalnog utezanja mjerena dimenzija od 20 mm prema DIN DVM (lit. 9) premalena, ipak smo iznijeli i rezultate longitudinalnog utezanja. To smo učinili prvo potpunosti radi, a drugo, jer su i neki drugi autori istraživali i na manjim dimenzijama longitudinalno utezanje (Vintila).

Istražene su u svemu 442 probe hrasta lužnjaka, 144 probe hrasta kitnjaka i 15 proba hrasta sladuna. Ukupno je istraženo 601 proba.

Rezultati za radijalno utezanje iznijeti su u tabeli 15 i 16 a na slici 13 prikazan je poligon čestine radijalnog utezanja. Radijalno utezanje hrastovine lužnjaka kreće se u granicama 2,53 ... 7,55‰, a srednja vrijednost iznosi 4,87‰. Dok se radijalno utezanje hrastovine kitnjaka kreće u granicama 2,86 ... 6,19‰, a srednja vrijednost iznosi 4,78‰. Radijalno utezanje svih istraženih proba hrastovine kreće se u granicama 2,53 ... 7,55‰, a srednja vrijednost iznosi 4,84‰.

Tabela 15

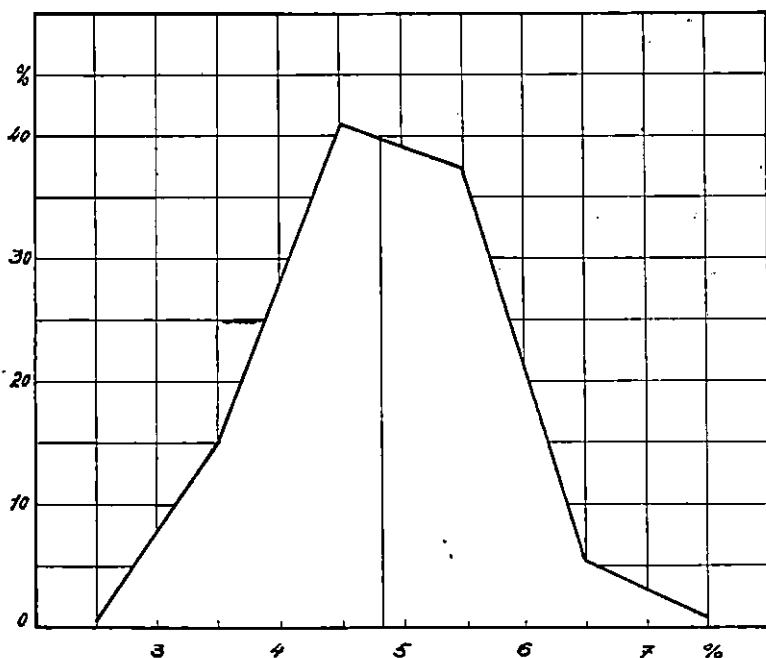
Radijalno utezanje hrastovine

Vrst	Broj proba	Granice	M	σ	μ
		‰	‰	‰	‰
Lužnjak	442	2,53 ... 7,55	4,87	$\pm 0,85$	$\pm 0,04$
Kitnjak	144	2,86 ... 6,19	4,78	$\pm 0,77$	$\pm 0,06$
Sladun	15	3,72 ... 5,20	4,42	$\pm 0,41$	$\pm 0,10$
Prosjeck	601	2,53 ... 7,55	4,84	$\pm 0,84$	$\pm 0,04$

Tabela 16

Radijalno utezanje hrastovine

Širina razreda	Aps. čestina	Rel. čestina
		‰
2,01 ... 3,00	3	0,5
3,01 ... 4,00	91	15,1
4,01 ... 5,00	246	41,0
5,01 ... 6,00	224	37,3
6,01 ... 7,00	31	5,3
7,01 ... 8,00	5	0,8



Sl. 13. Poligon čestine radijalnog utezanja hrastovine.

U tabelama 17 i 18 izneseni su rezultati tangencijalnog utezanja, a na sl. 14. grafički je prikazan poligon čestine tangencijalnog utezanja. Tangencijalno utezanje hrastovine lužnjaka kreće se u granicama od 4,50 . . . 13,99%, a srednja vrijednost iznosi 9,38%. Tangencijalno utezanje hrastovine kitnjaka kreće se u granicama 6,54 . . . 12,50%, a srednja vrijednost iznosi 9,28%. Tangencijalno utezanje svih istraženih proba hrastovine kreće se u granicama 4,50 . . . 13,99%, a srednja vrijednost iznosi 9,31%.

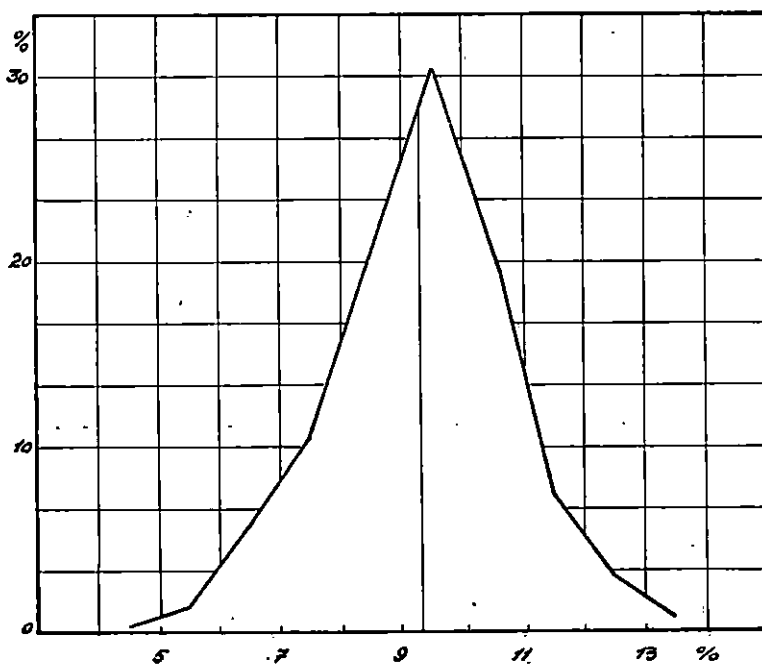
Tabela 17

Tangencijalno utezanje hrastovine

Vrst	Broj proba	Granice	M	σ	μ
		%	%	%	%
Lužnjak	442	4,50 . . . 13,99	9,38	$\pm 1,52$	$\pm 0,07$
Kitnjak	144	6,54 . . . 12,50	9,28	$\pm 1,22$	$\pm 0,10$
Sladun	15	6,53 . . . 9,39	8,17	$\pm 0,94$	$\pm 0,22$
Prosjeak	601	4,50 . . . 13,99	9,31	$\pm 1,46$	$\pm 0,06$

Tabela 18 Tangencijalno utezanje hrastovine

Širina razreda	Aps. čestina	Rel. čestina
%		%
4,01 . . . 5,00	1	0,2
5,01 . . . 6,00	7	1,3
6,01 . . . 7,00	35	5,8
7,01 . . . 8,00	63	10,5
8,01 . . . 9,00	124	20,6
9,01 . . . 10,00	183	30,3
10,01 . . . 11,00	122	20,3
11,01 . . . 12,00	44	7,3
12,01 . . . 13,00	17	2,9
13,01 . . . 14,00	5	0,8



Sl. 14. Poligon čestine tangencijalnog utezanja hrastovine.

Rezultati o longitudinalnom utezanju prikazani su u tabelama 19 i 20, a grafički prikaz poligona čestine longitudinalnog utezanja na slici 15. Longitudinalno utezanje hrastovine

Tabela 19

Longitudinalno utezanje hrastovine

Vrst	Broj proba	Granice	M	σ	μ
		%	%	%	%
Lužnjak	442	0,01 . . . 1,29	0,46	$\pm 0,22$	$\pm 0,01$
Kitnjak	144	0,09 . . . 0,99	0,35	$\pm 0,16$	$\pm 0,01$
Sladun	15	0,20 . . . 0,72	0,45	$\pm 0,15$	$\pm 0,04$
Prosjeak	601	0,01 . . . 1,29	0,43	$\pm 0,21$	$\pm 0,01$

Tabela 20

Longitudinalno utezanje hrastovine

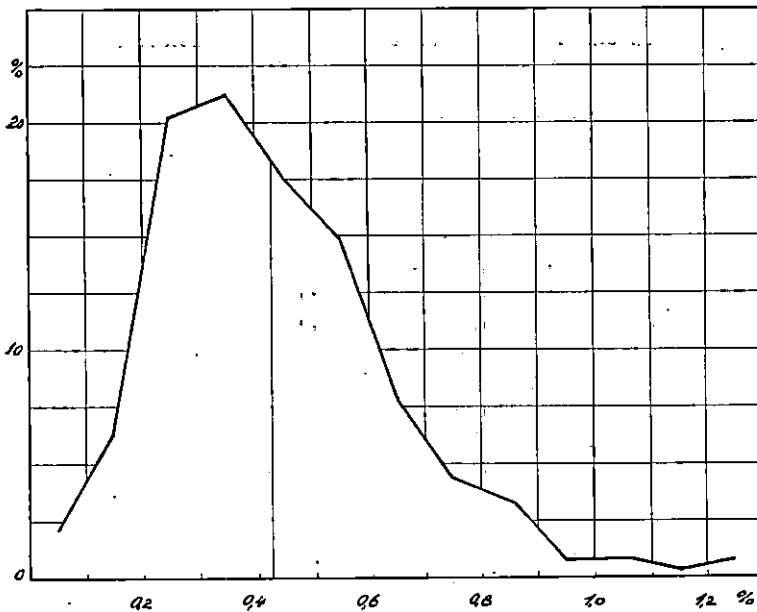
Širina razreda	Aps. čestina	Rel. čestina
%		%
0,01 . . . 0,10	12	2,0
0,11 . . . 0,20	39	6,5
0,21 . . . 0,30	121	20,2
0,31 . . . 0,40	127	21,1
0,41 . . . 0,50	105	17,5
0,51 . . . 0,60	89	14,8
0,61 . . . 0,70	47	7,8
0,71 . . . 0,80	26	4,3
0,81 . . . 0,90	20	3,3
0,91 . . . 1,00	4	0,7
1,01 . . . 1,10	5	0,8
1,11 . . . 1,20	2	0,3
1,21 . . . 1,30	4	0,7

lužnjaka kreće se u granicama 0,01 . . . 1,29%, a srednja vrijednost iznosi 0,46%. Za hrastovinu kitnjaka kreće se longitudinalno utezanje u granicama 0,09 . . . 0,99%, a srednja je vrijednost 0,35%. Longitudinalno utezanje svih istraženih proba hrastovine kreće se u granicama 0,01 . . . 1,29%, a srednja vrijednost iznosi 0,43%.

Iz odnosa $\alpha_t : \alpha_r$ doznajemo za koliko je puta tangencijalno utezanje veće od radijalnog, taj odnos iznosi za istražene vrste

lužnjak	1,94
kitnjak	1,92
sladun	1,86
prosjeak	1,93

to znači da je tangencijalno utezanje hrastovine približno dva puta veće od radijalnog utezanja.



Sl. 15. Poligon čestine longitudinalnog utezanja hrastovine.

Općenito za sve vrste drveća vrijedi poznati odnos

$$\alpha_l : \alpha_r : \alpha_t \approx 2 : 1 : 0,1$$

Taj odnos kod istražene hrastovine iznosi

za lužnjak 1,94 : 1,0 : 0,09

za kitnjak 1,92 : 1,0 : 0,07

a za sve istražene probe hrastovine taj odnos iznosi prosječno 1,93 : 1,0 : 0,083.

2. Volumno utezanje

Volumno utezanje utvrđeno je neposrednim mjerenjem volumena u napojenom i apsolutno suhom stanju. Rezultate smo iznijeli u tabelama 21 i 22.

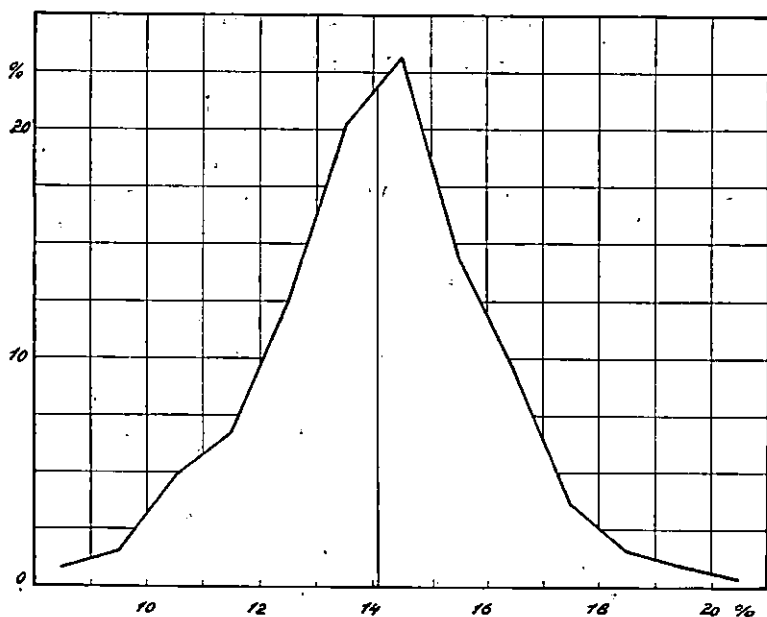
Tabela 21

Volumno utezanje hrastovine

Vrst	Broj proba	Granice	M	σ	μ
		%	%	%	%
Lužnjak	442	8,75 . . . 20,67	14,22	$\pm 2,09$	$\pm 0,09$
Kitnjak	144	9,78 . . . 17,32	13,86	$\pm 1,61$	$\pm 0,14$
Sladun	15	10,60 . . . 14,16	12,70	$\pm 1,16$	$\pm 0,29$
Prosjeck	601	8,75 . . . 20,67	14,10	$\pm 2,00$	$\pm 0,08$

Tabela 22 Volumno utezanje hrastovine

Širina razreda	Aps. čestina	Rel. čestina
%		%
8,01 . . . 9,00	5	0,8
9,01 . . . 10,00	9	1,5
10,01 . . . 11,00	29	4,8
11,01 . . . 12,00	40	6,7
12,01 . . . 13,00	75	12,5
13,01 . . . 14,00	122	20,2
14,01 . . . 15,00	139	23,2
15,01 . . . 16,00	87	14,5
16,01 . . . 17,00	57	9,5
17,01 . . . 18,00	22	3,7
18,01 . . . 19,00	9	1,5
19,01 . . . 20,00	5	0,8
20,01 . . . 21,00	2	0,3



Sl. 16. Poligon čestine volumnog utezanja hrastovine.

Grafički prikaz disperzije volumnog utezanja iznijet je na slici 16. Za hrastovinu lužnjaka kreće se volumno utezanje u granicama 8,75 . . . 20,67%, dok je srednja vrijednost 14,22%. Za hrastovinu kitnjaka kreće se volumno utezanje u granicama 9,78 . . . 17,32%, dok je srednja vrijednost 13,86%. Volumno utezanje svih istraženih proba hrastovine kreće se u granicama 8,75 . . . 20,67%, a srednja vrijednost iznosi 14,10%.

Volumno utezanje izračunato je i iz poznatih linearnih utezanja po formuli

$$\alpha_v = \alpha_t + \alpha_r + \alpha_l = \frac{\alpha_t \cdot \alpha_r}{100}$$

Ono iznosi za hrastovinu lužnjaka 14,25%, a kitnjaka 13,97%. Za sve istražene probe hrastovine ono iznosi 14,13%.

Razlika između volumnog utezanja izračunatog iz poznatih linearnih utezanja i volumnog utezanja dobivenog neposrednim volumetriranjem je vrlo mala. Ona gotovo iščezava, te iznosi u apsolutnom iznosu za lužnjak 0,03% a za kitnjak 0,11%. Za sve istražene probe razlika između volumnog utezanja hrastovine dobivenog neposrednim volumetriranjem (14,10%) i izračunatog iz linearnih utezanja (14,13%) iznosi u apsolutnom iznosu 0,03%, a u relativnom iznosu 0,21%.

Volumno utezanje u svome odnosu naprama radijalnome općenito za sve vrste drveća približno je jednako

$$\alpha_v \approx 3,0 \alpha_r$$

Za istraženu hrastovinu taj odnos iznosi

$$\text{za lužnjak } \alpha_v = 2,92 \alpha_r$$

$$\text{za kitnjak } \alpha_v = 2,90 \alpha_r$$

prosječno za sve istražene probe hrastovine iznosi

$$\alpha_v = 2,91 \alpha_r$$

D) Utezanje i specifična težina

Američki su istraživači na osnovu velikog broja istraženog materijala utvrdili odnos nominalne specifične težine i utezanja. Tako su Newlin i Wilson (po Trendelenburgu, Lit. 51) izračunali da u prosjeku vrijedi za sve vrste drveća ovaj odnos

$$\alpha_v = 28 t_n, \quad \alpha_t = 17,0 t_n, \quad \alpha_r = 9,5 t_n$$

Markwardt (po Trendelenburgu, Lit. 51) je na osnovu novijih istraživanja ispravio Newlin - Wilsonove rezultate i izračunao ovaj prosjek za sve vrste drveta:

$$\alpha_v = 26,5 t_n, \quad \alpha_t = 16,3 t_n, \quad \alpha_r = 9,1 t_n$$

Trendelenburg (Lit. 51) je u svojim radovima konstatirao da i za evropske vrste drveta vrijedi odnos

$$\alpha_v = 28 t_n$$

Nadalje je izradio tabelu evropskih vrsta drveća prema vlazi zasićenosti drvnih vlakana. Vлага zasićenosti drvnih vlakana kreće se u granicama od 25—35%, ta je vлага zasićenosti za pojedine vrste drveta različita. Za one vrste sa prstenasto-poroznim drvetom, u koje spada i hrastovina, iznosila bi vлага zasićenosti 23 ... 25%, a odnos između nominalne specifične težine i volumnog utezanja iznosio bi

$$\alpha_v = (22 \dots 24) t_n$$

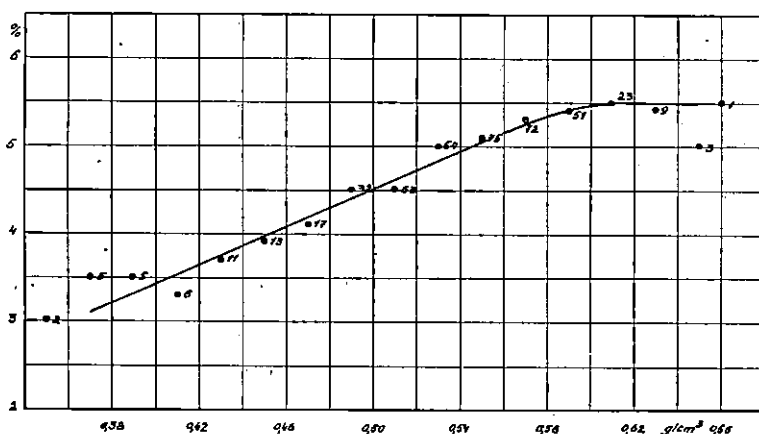
U ovu grupu dolaze bagrem, kesten, hrast, jasen, orah i trešnja. Hrastovina leži na gornjoj granici.

Da se utvrdi odnos specifične težine i utezanja mi smo istraženi materijal razradili i svrstali ga u tabele po klasama nominalne specifične težine. Taj smo odnos prikazali i grafički.

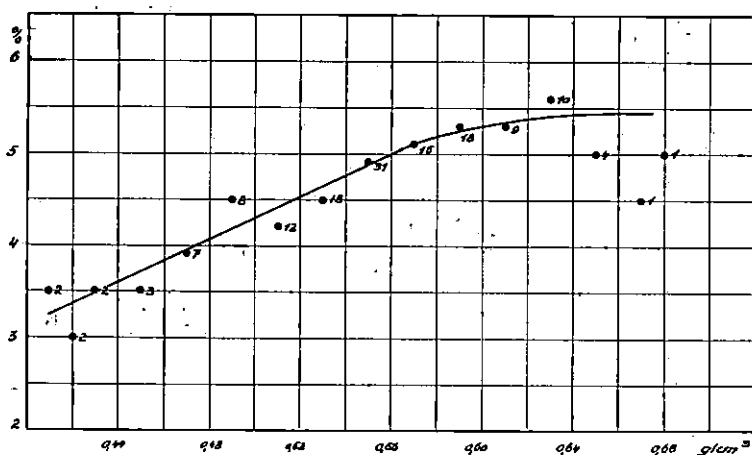
Na osnovu istraženog materijala izračunali smo koeficijent korelacije i njegovu srednju griješku za odnos nominalne specifične težine i utezanja.

Tabela 23 Odnos nominalne specifične težine i radijalnog utezanja hrastovine

Nom. specifična težina	Lužnjak		Kitnjak	
	Rad. utezanje	Broj proba	Rad. utezanje	Broj proba
g/cm ³	%		%	
0,341 ... 0,360	2,9	2	—	—
0,361 ... 0,380	3,4	5	—	—
0,381 ... 0,400	3,5	5	—	—
0,401 ... 0,420	3,3	6	3,1	2
0,421 ... 0,440	3,7	11	3,1	2
0,441 ... 0,460	3,9	13	3,5	2
0,461 ... 0,480	4,1	17	3,4	3
0,481 ... 0,500	4,5	32	3,9	7
0,501 ... 0,520	4,5	63	4,5	8
0,521 ... 0,540	5,0	54	4,2	12
0,541 ... 0,560	5,1	75	4,5	18
0,561 ... 0,580	5,3	72	4,9	31
0,581 ... 0,600	5,4	51	5,1	16
0,601 ... 0,620	5,5	23	5,3	18
0,621 ... 0,640	5,4	9	5,3	9
0,641 ... 0,660	5,1	3	5,6	10
0,661 ... 0,680	5,5	1	5,9	4
0,681 ... 0,700	—	—	4,9	1
0,701 ... 0,720	—	—	5,4	1



Sl. 17. Odnos nominalne specifične težine i radijalnog utezanja hrastovine lužnjaka.



Sl. 18. Odnos nominalne specifične težine i radijalnog utezanja hrastovine kitnjaka.

1. Linearno utezanje

Donosimo ovdje rezultate istraživanja o odnosu nominalne specifične težine i linearnog utezanja u radijalnom i tangencijskom smjeru istražene hrastovine. Širina razreda nominalne specifične težine određena je sa $0,02 \text{ g/cm}^3$. To je, prema predlogu Trendelenburga (Lit. 51), kod statističkog razrađivanja materijala za specifičnu težinu najpovoljnija širina razreda. Kod korelacionih tabela širina razreda linearnog utezanja iznosila je 1%.

U tabeli 23 i 24 izneseni su razredi nominalne specifične težine i odgovarajuće utezanje zapravo srednja vrijednost utezanja za dotični razred.

Iz ove tabele vidi se, da radijalno i tangencijalno utezanje raste do stanovite granice sa specifičnom težinom. To znači, da je linearno utezanje — do stanovite granice — to veće što je drvo teže.

Taj isti odnos prikazan je grafički za radijalno utezanje na sl. 17 i 18, a za tangencijalno utezanje na sl. 19 i 20 za lužnjak i kitnjak. Linija je dobivena grafičkim izjednačenjem podataka.

Koeficijent korelacije između nominalne specifične težine i linearnog utezanja u radijalnom i tangencijalnom smjeru i njegova srednja greška iznosi za

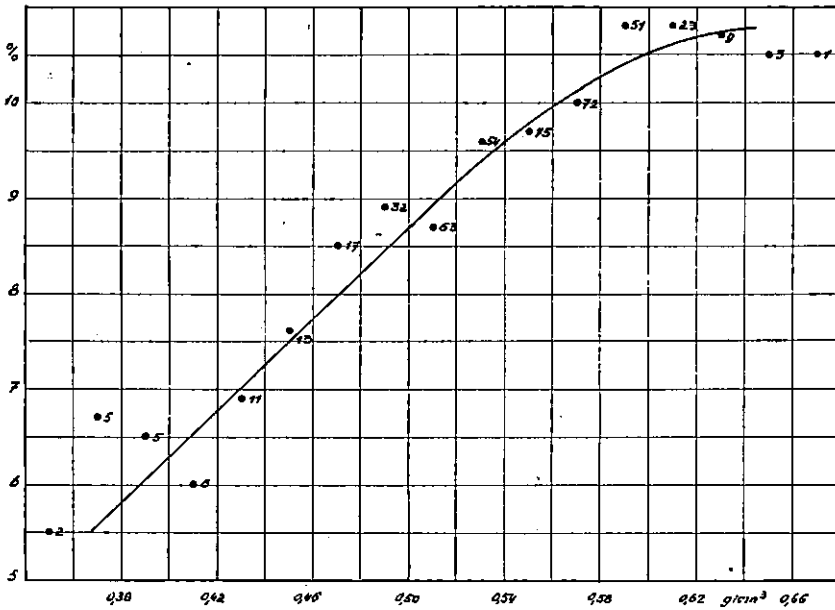
	radijalno utezanje	tangencijalno utezanje
lužnjak	$r = + 0,625 \pm 0,029$	$r = + 0,647 \pm 0,028$
kitnjak	$r = + 0,670 \pm 0,046$	$r = + 0,762 \pm 0,035$

Iz tih rezultata možemo zaključiti, da je koeficijent korelacije između nominalne specifične težine i linearnog utezanja pozitivan, što znači da je za veću specifičnu težinu i utezanje veće. Stepenn korelacije je vrlo velik.

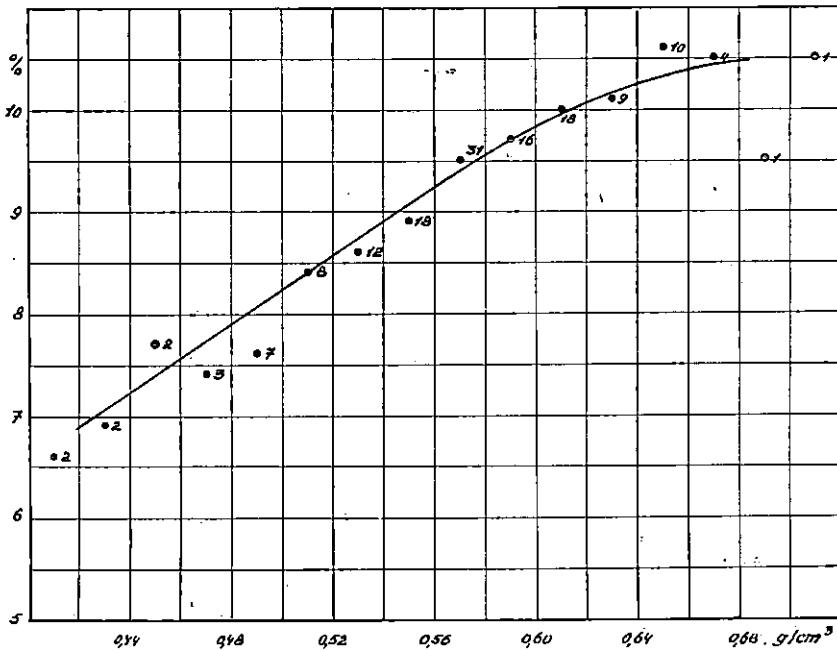
Longitudinalno utezanje nije razrađeno u tabelama i grafički, jer je veličina longitudinalnog utezanja malena i za

Tabela 24 Odnos nominalne specifične težine i tangencijalnog utezanja hrastovine

Nom. specifična težina	Lužnjak		Kitnjak	
	Tang. utezanje	Broj proba	Tang. utezanje	Broj proba
g/cm ³	‰		‰	
0,341 . . . 0,360	5,5	2	—	—
0,361 . . . 0,380	6,7	5	—	—
0,381 . . . 0,400	6,3	5	—	—
0,401 . . . 0,420	7,2	6	6,6	2
0,421 . . . 0,440	6,9	11	6,9	2
0,441 . . . 0,460	7,6	13	7,7	2
0,461 . . . 0,480	8,5	17	7,4	3
0,481 . . . 0,500	8,9	32	7,6	7
0,501 . . . 0,520	8,7	63	8,4	8
0,521 . . . 0,540	9,6	54	8,6	12
0,541 . . . 0,560	9,7	75	8,9	18
0,561 . . . 0,580	10,0	72	9,5	31
0,581 . . . 0,600	10,8	51	9,7	16
0,601 . . . 0,620	10,8	23	10,0	18
0,621 . . . 0,640	10,7	9	10,1	9
0,641 . . . 0,660	10,6	3	10,6	10
0,661 . . . 0,680	11,0	1	10,5	4
0,681 . . . 0,700	—	—	9,5	1
0,701 . . . 0,720	—	—	10,5	1



Sl. 19. Odnos nominalne specifične težine i tangencijalnog utezanja hrastovine lužnjaka.



Sl. 20. Odnos nominalne specifične težine i tangencijalnog utezanja hrastovine kitnjaka.

praksu nevažna i jer je mjerena duljina probe za longitudinalno utezanje premalena. Ona iznosi 20 mm, a prema propisu DIN DVM 2190 (Lit. 9) potrebna je najmanja duljina od 100 mm. Ipak je izračunati koeficijent korelacije za isti odnos. Taj koeficijent korelacije i njegova srednja griješka iznosi za:

$$\begin{aligned} \text{lužnjak} \quad r &= -0,363 \pm 0,041 \\ \text{kitnjak} \quad r &= -0,405 \pm 0,025 \end{aligned}$$

Iz ovog koeficijenta korelacije izlazi, da je odnos nominalne specifične težine i longitudinalnog utezanja negativan, a to znači što je veća specifična težina to je manje longitudinalno utezanje. Do istih je rezultata za borovinu došao Siimes (Lit. 47) a za ariševinu Vintila (Lit. 64).

2. Volumno utezanje

Volumno je utezanje, kako smo napred rekli, jednako zbroju linearnih utezanja. Dakle i za volumno utezanje mora postojati isti odnos nominalne specifične težine i volumnog utezanja. Taj je odnos prikazan tabelarno u tabeli 25 i grafički na sl. 21 i 22 za lužnjak i kitnjak. Linija je dobivena grafičkim izjednačenjem podataka. Iz tih prikaza možemo zaključiti da i volumno utezanje raste — do stanovite granice — sa specifičnom težinom.

Tabela 25 Odnos nominalne specifične težine i volumnog utezanja hrastovine

Nom. specifične težina	Lužnjak		Kitnjak	
	Volumno utezanje	Broj proba	Volumno utezanje	Broj proba
g/cm ³	%		%	
0,341 . . . 0,360	9,1	2	—	—
0,361 . . . 0,380	10,6	5	—	—
0,381 . . . 0,400	10,3	5	—	—
0,401 . . . 0,420	11,4	6	9,9	2
0,421 . . . 0,440	11,0	11	10,4	2
0,441 . . . 0,460	12,1	13	10,5	2
0,461 . . . 0,480	12,9	17	10,8	3
0,481 . . . 0,500	13,6	32	11,5	7
0,501 . . . 0,520	13,3	63	13,2	8
0,521 . . . 0,540	14,6	54	12,5	12
0,541 . . . 0,560	14,8	75	13,4	18
0,561 . . . 0,580	14,9	72	14,1	31
0,581 . . . 0,600	15,4	51	14,4	16
0,601 . . . 0,620	15,4	23	14,9	18
0,621 . . . 0,640	15,9	9	15,2	9
0,641 . . . 0,660	15,5	3	15,4	10
0,661 . . . 0,680	16,3	1	16,0	4
0,681 . . . 0,700	—	—	14,4	1
0,701 . . . 0,720	—	—	16,3	1

Koeficijent korelacije i njegova srednja griješka iznosi za taj odnos

$$\begin{array}{ll} \text{lužnjak} & r = + 0,616 \pm 0,029 \\ \text{kitnjak} & r = + 0,840 \pm 0,025 \end{array}$$

Korelacija je kao i kod linearnog utezanja pozitivna i vrlo velika.

U uvodu smo spomenuli da su američki istraživači na osnovu velikog niza istraživanja izračunali odnos volumnog, radijalnog i tangencijalnog utezanja i nominalne specifične težine.

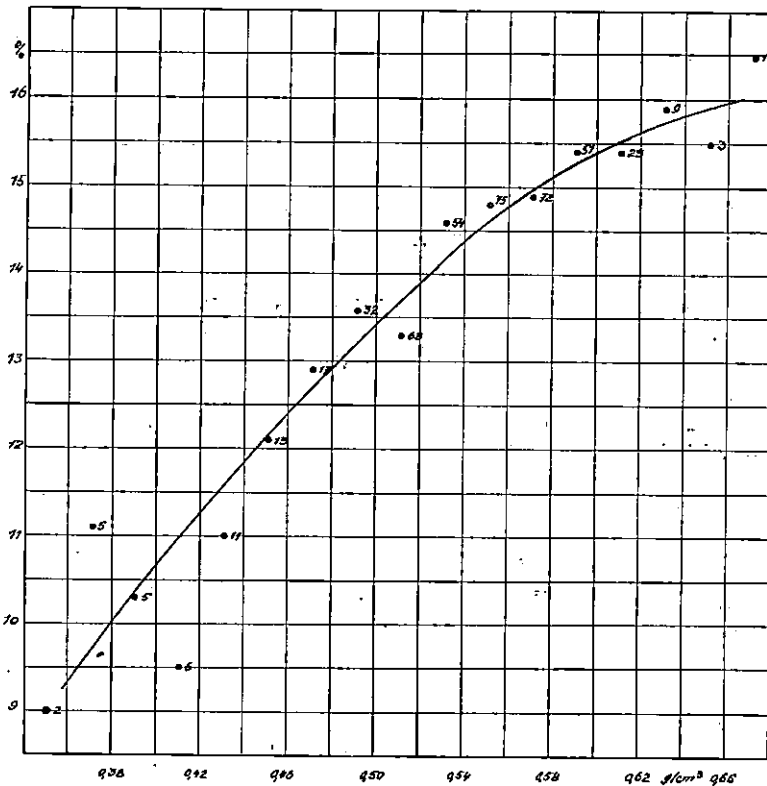
Kod naših istraživanja utvrđen je taj odnos i on iznosi za:

$$\text{lužnjak } \alpha_v = 26,6 t_n, \alpha_t = 17,5 t_n, \alpha_r = 9,1 t_n$$

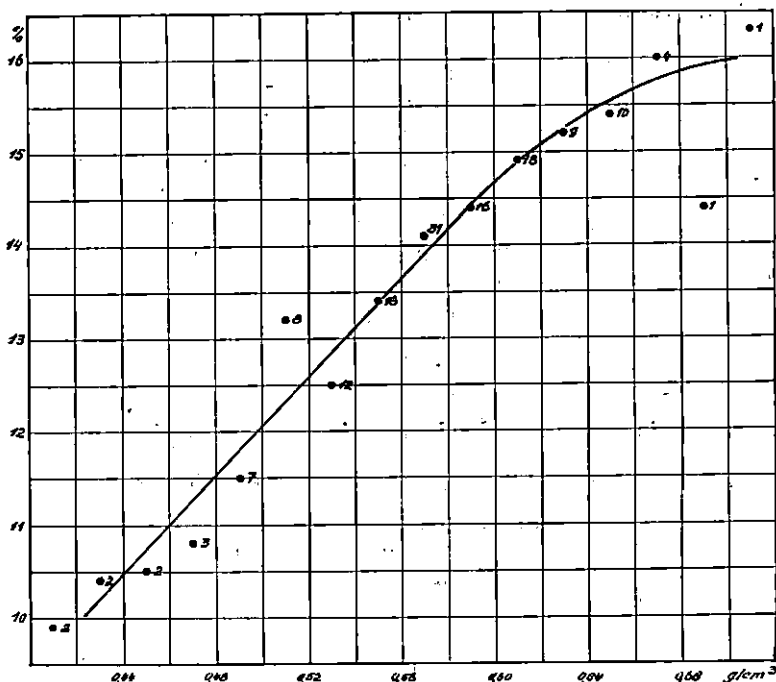
$$\text{kitnjak } \alpha_v = 24,3 t_n, \alpha_t = 16,3 t_n, \alpha_r = 8,4 t_n$$

Za sve istražene probe hrastovine taj odnos iznosi:

$$\alpha_v = 25,4 t_n, \alpha_t = 16,8 t_n, \alpha_r = 8,7 t_n$$



Sl. 21. Odnos nominalne specifične težine i volumnog utezanja hrastovine lužnjaka.



Sl. 22. Odnos nominalne specifične težine i volumnog utezanja hrastovine kitnjaka.

Vlaga zasićenosti drvnih vlakancā stoji u jednostavnom odnosu prema volumnom utezanju drveta. Ona je jednaka broju (k), kojim treba pomnožiti nominalnu specifičnu težinu, da se dobije volumno utezanje. Taj broj k je tangens smjera pravca $\alpha_v = k t_n$. Taj su odnos utvrdili, kako je naprijed navedeno, američki istraživači (Newlin, Wilson, Markwardt). Istraživanjem Stamm-a (po Trendelenburgu Lit. 51) utvrđeno je, da je voda u stijenkama drvnih stanica komprimirana, tako, da joj je volumen manji za cca 3%. To znači da u drvnim stijenkama kod odnosa $\alpha_v = 28 t_n$ u 28 cm³ ima stvarno 29 gr vode.

Na osnovu naših istraživanja iznosila bi točka zasićenosti vlakancā vlagom za svu istraženu hrastovinu za odnos $\alpha_v = 25,4 t_n$ uz 3% smanjenja volumena, vode otprilike 26,2%. Točka zasićenosti drvnih vlakancā vlagom iznosi za lužnjak 27,4%, a za kitnjak 25,0%.

Točka zasićenosti drvnih vlakancā vlagom za slavonsku hrastovinu je nešto veća nego što je točka zasićenosti hrastovine kako ju je odredio Trendelenburg, koji je taj odnos utvrdio maksimalno sa

$$\alpha_v = 24 t_n.$$

Ako se pretpostavi, da je Trendenlenburgu stajao na raspoloženje materijal hrasta kitnjaka, za kojeg je i našim istraživanjem utvrđen odnos

$$\alpha_v = 24,3 t_n,$$

znači, da lužnjak ima višu točku zasićenosti, to jest više vezane vode od kitnjaka. To se vidi i iz odnosa nominalne specifične težine i volumnog utezanja lužnjaka koji iznosi

$$\alpha_v = 26,6 t_n.$$

E) Utezanje do stanja prosušenosti

Za praksu je od veće važnosti poznavati veličinu utezanja od stanja napojenosti do stanja prosušenosti nego od stanja napojenosti do stanja apsolutne suhoće. Prosušeno drvo sadrži 12—18% vlage. Taj procenat vlage nikada nije stalan. On ovisi — kako je poznato — od relativne vlage uzduha.

Poznavanje veličine utezanja do stanja prosušenosti važno je za robu koja se već u stanju sirovosti izrađuje u definitivnim dimenzijama (na pr. dužica, pragovi). Potrebno je poznavanje postotka utezanja do stanja prosušenosti, da bi se robu moglo dati nešto veće dimenzije nego što će ih ona imati u prosušenom stanju. Taj višak otpada na utezanje drveta.

U tu je svrhu istraženo radijalno, tangencijalno i volumno utezanje hrastovine do stanja prosušenosti. Rezultati toga istraživanja su slijedeći:

1. Linearno utezanje

Rezultati linearnog utezanja od stanja napojenosti do stanja prosušenosti prikazani su za hrastovinu lužnjaka, kitnjaka i sladuna u tabelama 26 i 27.

Radijalno utezanje od stanja napojenosti do stanja prosušenosti iznosi za hrastovinu lužnjaka 3,02%, a kitnjaka 2,95%.

Tangencijalno utezanje od stanja napojenosti do stanja prosušenosti iznosi za hrastovinu lužnjaka 6,51%, a kitnjaka 6,72%.

Tabela 26

Radijalno utezanje od stanja napojenosti do stanja prosušenosti

Vrst	Broj proba	Granice	M	σ	μ
		%	%	%	%
Lužnjak	442	1,53 . . . 6,13	3,02	$\pm 0,70$	$\pm 0,03$
Kitnjak	144	1,41 . . . 4,54	2,55	$\pm 0,60$	$\pm 0,05$
Sladun	15	2,11 . . . 3,43	2,88	$\pm 0,34$	$\pm 0,09$
Prosjeck	601	1,41 . . . 6,13	3,00	$\pm 0,67$	$\pm 0,03$

Tabela 27 **Tangencijalno utezanje od stanja napojenosti do stanja prosušenosti**

Vrst	Broj proba	Granice	M	σ	μ
		%	%	%	%
Lužnjak	442	2,73 . . . 11,54	6,51	$\pm 1,49$	$\pm 0,07$
Kitnjak	144	3,72 . . . 9,53	6,72	$\pm 1,01$	$\pm 0,08$
Sladun	15	5,39 . . . 7,96	6,97	$\pm 1,44$	$\pm 0,37$
Prosjeak	601	2,73 . . . 11,54	6,56	$\pm 1,38$	$\pm 0,06$

Za svu istraženu hrastovinu iznosi srednja vrijednost linearnog utezanja do stanja prosušenosti u radijalnom smjeru 3,00%, a u tangencijalnom smjeru 6,51%.

2. Volumno utezanje

U tabeli 28 iznijeti su rezultati volumnog utezanja hrastovine lužnjaka, kitnjaka i sladuna od stanja napojenosti do stanja prosušenosti.

Tabela 28 **Volumno utezanje od stanja napojenosti do stanja prosušenosti**

Vrst	Broj proba	Granice	M	σ	μ
		%	%	%	%
Lužnjak	442	4,73 . . . 16,82	9,65	$\pm 1,75$	$\pm 0,08$
Kitnjak	144	6,85 . . . 12,46	9,70	$\pm 1,23$	$\pm 0,10$
Sladun	15	8,79 . . . 13,91	10,37	$\pm 1,44$	$\pm 0,37$
Prosjeak	601	4,73 . . . 16,82	9,72	$\pm 1,75$	$\pm 0,07$

Ovo utezanje iznosi za hrastovinu lužnjaka 9,65%, kitnjaka 9,70%. Srednja vrijednost volumnog utezanja od stanja napojenosti do stanja prosušenosti za svu istraženu hrastovinu iznosi 9,72%.

3. Utezanje od stanja napojenosti do stanja prosušenosti i izrada dužice

Kao što je poznato hrastova dužica izrađuje se tehnikom cijepanja i dobiva definitivan oblik još u sirovom stanju.

Za točno ustanovljivanje prida potrebno je poznavati veličinu utezanja drveta od stanja napojenosti do stanja prosušenosti. Empirija je već daleko prije utvrdila taj postotak utezanja do stanja prosušenosti.

Danhelovsky (Lit. 6) o tom postotku utvrđenom iskustvom kaže slijedeće: »Zum Behufe der nun vorbereiteten Berechnung des hl.-Inhaltes des gewonnen Binderholzes ist es nöthig, des bekannten Eintrocknungsprozentos (erfahrungsmässig 6% der Dicke 7—8% der Breite) eingedenk zu sein«, dalje kaže »aus gemachten Versuchen ist bekannt, dass das Eichenholz — nach Breite und Dicke — sein Volumen im Durchschnitt um 8% vermindert«.

Iz ovog citata vidimo, da je praksa već ranije utvrdila postotak utezanja drveta do stanja prosušenosti.

Ti su podaci (Danhelovsky) uspoređeni sa našim rezultatima, koje smo dobili istraživanjem brojnih proba hrasta lužnjaka, kitnjaka i sladuna u slijedećem pregledu:

	rad. utezanje (širina dužice)	tang. utezanje (debljina dužice)
Danhelovsky	6%	7—8%
(naša istraživanja)	3,00%	6,56%

Iz ovog upoređenja vidimo, da je radijalno utezanje bilo previsoko procijenjeno, dok je tangencijalno utezanje procijenjeno sa nešto malo većom točnošću.

4. Odnos utezanja od stanja napojenosti do stanja prosušenosti i totalnog utezanja

Najprije ćemo uporediti naše rezultate utezanja hrastovine do stanja prosušenosti sa rezultatima drugih istraživača. U stranoj literaturi našli smo rezultate istraživanja utezanja do stanja prosušenosti za hrastovinu kod Gayer-Fabricsius-a (Lit. 17), a za američku hrastovinu kod Tiemann-a (Lit. 50). Ove smo rezultate uporedili sa našim u tabeli 29.

Tabela 29

Hrastovina	utezanje od stanja napojenosti do stanja prosušenosti	
	α_r	α_t
Gayer-Fabricsius	4,3 %	6,5 %
Tiemann	2,35%	6,07%
naša istraživanja	3,00%	6,56%

Naši rezultati poklapaju se potpuno kod tangencijalnog utezanja sa podacima po Gayer-Fabricsius-u, dok je radijalno utezanje po našim rezultatima nešto niže. Podaci po Tiemannu za američku hrastovinu približno se poklapaju sa rezultatima naših istraživanja.

U cilju da prikazemo utezanje do stanja prosušenosti i totalno utezanje za slavonsku hrastovinu izradili smo za radijalno, tangencijalno i volumno utezanje tabelu 30.

Tabela 30 Veličina utezanja od stanja napojenosti do stanja prosušenosti (do 12% vlage) i od stanja napojenosti do stanja apsolutne suhoće (0% vlage)

V r s t	Rad. utezanje	Tang. utezanje	Vol. utezanje	Rad. utezanje	Tang. utezanje	Vol. utezanje
	do 12% vlage			0% vlage		
	%	%	%	%	%	%
Lužnjak	3,02	6,51	9,65	4,87	9,38	14,22
Kitnjak	2,95	6,72	9,70	4,78	9,28	13,86
Sladun	2,88	6,97	10,37	4,37	8,17	12,70
Prosjeak	3,00	6,56	9,72	4,84	9,30	14,10

Veličinu utezanja od stanja napojenosti do stanja prosušenosti izrazili smo u postotcima totalnog utezanja. Ti su postotci za radijalno utezanje hrastovine lužnjaka 62,0%, kitnjaka 61,8%, za tangencijalno utezanje hrastovine lužnjaka 69,5%, kitnjaka 69,3%; za volumno utezanje hrastovine lužnjaka 67,9%, a kitnjaka 70,0%. Taj postotak za sve istražene probe slavonske hrastovine iznosi za radijalno utezanje 62%, tangencijalno utezanje 68,9% te za volumno utezanje 68%. Iz tog se postotka vidi, da se slavonska hrastovina do stanja prosušenosti nešto jače uteže u tangencijalnom smjeru nego u radijalnom smjeru.

F) Mlada i stara slavonska hrastovina

U stručnoj je literaturi (Lit. 22, 33) često puta pokrenuto pitanje tehničkih svojstava stare i mlade slavonske hrastovine. Janka (Lit. 22) je svojim istraživanjima utvrdio, da je stara slavonska hrastovina specifički lakša i da je manje tvrdoće od mlade slavonske hrastovine, koja imade šire godove, teža je i tvrda.

Da ispitamo taj odnos kod naših istraživanja svrstali smo istraženi materijal u tri skupine. Prva skupina obuhvatila je sva probna stabla stara iznad 150 godina, druga sva probna stabla stara od 100—150 godina, a treća skupina sva probna stabla stara od 50—100 godina.

U tabeli 31 iznijeli smo sve podatke o širini goda, specifičnoj težini i utezanja za pojedina probna stabla ili skupine probnih stabala.

Tabela 31 Pregled specifičnih težina i utezanja po starosti

Oznaka prob. stabla	Šumarija	Sta- rost	Širina goda	Spec. težina kod % vlage	Nom. spec. težina	Rad. uteza- nje	Tang. uteža- nje	Broj proba
		god.	m/m	g/cm ³	g/cm ³	%	%	
a) iznad 150 god. starosti								
46	Novska	255	1,51	0,621	0,528	5,27	9,60	17
43	Banova Jaruga	180	1,74	0,599	0,519	4,22	9,05	14
40	Rajevo selo	260	1,41	0,589	0,517	5,16	10,28	25
41	Rajevo selo	260						
31	Bosutska u Moroviću	180	1,52	0,581	0,496	4,61	9,41	72
32	Bosutska u Moroviću	175						
b) od 100 — 150 god. starosti								
28	Ogar	143	1,96	0,596	0,509	4,87	9,15	10
30	Ogar	106	2,63	0,581	0,505	4,39	8,56	12
39	Pitomača	101	2,66	0,604	0,531	4,65	8,47	13
36	Kupinovo	121	3,16	0,605	0,508	4,44	7,66	26
37	Kupinovo	123						
42	Banova Jaruga	101	2,77	0,638	0,547	4,92	9,34	10
47	Beli Manastir	125	2,03	0,615	0,505	5,26	9,78	31
c) od 50 — 100 god. starosti								
4	Klenak	88	1,93	0,642	0,555	4,72	8,42	17
5	Klenak	82						
8-27	Lipovljani prosj.	75	1,85	0,660	0,567	5,00	9,82	122
29	Ogar	89	2,42	0,640	0,551	4,94	9,19	9
34	Pitomača	81	2,52	0,705	0,598	5,39	9,99	11
35	Kupinovo	90	2,97	0,547	0,480	3,78	8,07	14
38	Vrbanja	70	2,48	0,623	0,540	4,82	8,42	9
39	Topolovac	60	3,73	0,679	0,574	5,55	8,77	9
44	Banova Jaruga	95	3,57	0,720	0,606	5,07	10,63	9
45	Novska	65	2,42	0,639	0,547	4,77	9,71	4

U tabeli 32 iznijeli smo srednje vrijednosti svih podataka po glavnim skupinama. Za komparaciju naših podataka sa Jankinim dodali smo u tabeli 32 Jankine podatke. Utezanje je kod Janke izraženo koeficijentom površinskog utezanja.

Tabela 32 Pregled specifičnih težina i utezanja po starosti

Vrst	Starost	Broj probnih stabla	Broj proba	Širina goda	Spec. težina kod 0% vlage	Nom. spec. težina	Rad. utezanje	Tang. utezanje
				m/m	g/cm ³	g/cm ³	%	%
Lužnjak	150—260	6	128	1,52	0,590	0,507	4,88	9,57
	100—150	7	102	2,58	0,608	0,514	4,80	8,83
	50—100	29	204	2,18	0,654	0,561	5,14	9,49
Lužnjak Janka	250	2	10	1,46	0,632	—	0,42	
	74	2	8	3,10	0,710	—	0,56	

Iz ovog upoređenja možemo zaključiti, da je širina goda, specifična težina i radijalno utezanje manje kod stare nego kod mlade slavonske hrastovine. Tangencijalno utezanje je skoro najednako kod mlade i stare slavonske hrastovine.

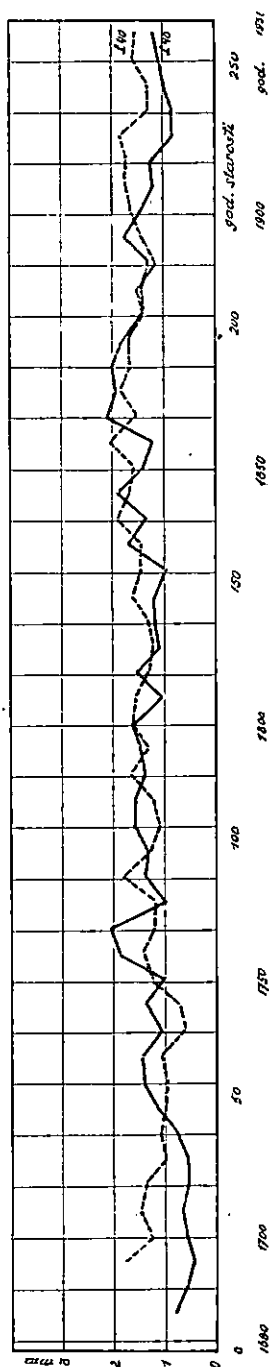
Razlike u širini i pravilnosti nizanja godova stare i mlade slavonske hrastovine vide se na sl. 23 i 24. Na njima je grafički prikazana širina i tok linije godova od srca do periferije stabla. Taj prikaz smo dobili tako, da smo na poprečnom presjeku u smjeru najvećeg i najmanjeg radija izmjerili prosječnu širinu goda u zonama po pet godova za svaki radij napose. Srednja širina goda za zonu od 5 godova dobivena je aritmetiskom sredinom izmjerenih prosječnih širina goda za oba radija. Na slici 23 prikazana je širina goda probnog stabla L 40, starog 260 godina, iz područja šumarije Rajevo Selo i probnog stabla L 46, starog 255 godina iz područja šumarije Novska. Širina goda je jednaka, godovi su pravilno nanizani, i ne prelaze skoro nigdje širinu od 2 mm. Na sl. 24 grafički smo prikazali tok širine goda za mladu slavonsku hrastovinu i to probno stablo L 45, staro 65 godina sa područja šumarije Novska; probno stablo L 42, staro 101 godinu sa područja šumarije Banova Jaruga i probno stablo L 27 staro 81 godinu sa područja šumarije Lipovljani. Širina goda nije jednaka. Ona je veća kod srca i opada prema periferiji stabla. Iz te slike vidi se veća

nehomogenost između drveta unutar-njeg dijela srži i onog vanjskog dijela srži i drveta bijeli.

Nakon svih upoređenja možemo reći, da stara slavonska hrastovina ima pravilno nanizane i uzane godove, razmjerno malu specifičnu težinu i malo utezanje. Naprotiv mlada hrastovina imade u prvih 30—40 god. starosti nejednolične i široke godove (vidi sl. 24). Nakon toga perioda pravilnost i širina goda približuje se pravilnosti i širini goda stare slavonske hrastovine. Ipak je mlada hrastovina nešto teža i jače se radijalno uteže od stare slavonske hrastovine.

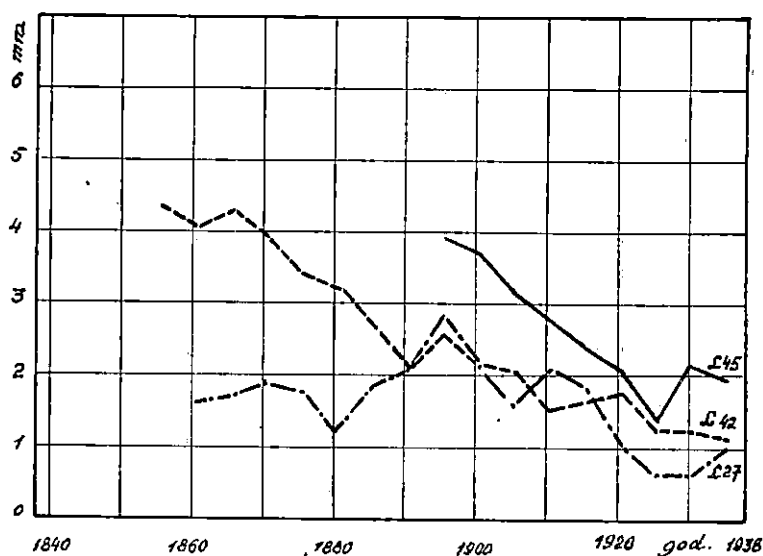
Janka (Lit. 22) je uporedio širinu goda, specifičnu težinu, čvrstoću i tvrdoću mlade (74 god.) stare (246 god.) slavonske hrastovine i zaključio je, da je kvaliteta slavonske hrastovine funkcija starosti. Ovaj zaključak prema rezultatima naših istraživanja ne bi posve odgovarao stvarnosti. Mišljenja smo da su po kvalitetu slavonske hrastovine pored starosti od upli-va i sastojinske prilike. To se vidi iz slijedećeg primjera. Kod nekih mladih probnih stabala širina goda, specifična težina i utezanje približno je jednako širini goda, specifičnoj težini i utezanju slavonske hrastovine. To su probna stabla sa područja šumarija Lipovljani i Klenak.

Probna stabla sa područja šumarije Lipovljani uzeta su iz mješovite sastojine hrasta, brijesta i jasena. Sastojina je uzgojena prirodno iz sjemena. Stabla su visokog uzrasta, čista od grana i pravnog debla. Prosječna starost svih tih probnih stabala iznosila je 75 godina. Sastojina nije bila do godine 1938 normalno proređivana kao posljedica toga sastojina pokazuje prosječnu visinu od 25 m, relativno slabo razvijenu krošnju i stagnirajući debljinski prirast.



Sl. 23. Širina goda stare hrastovine lužnjaka.

Probna stabla sa područja šumarije Klenak uzeta su iz mješovite sastojine hrasta, graba, cera i sladuna. Sastojina je nastala prirodnim putem. Sastojina je bila stara oko 100 godina, gusto sklopljena, sklop sastojine iznosio je 0,9. Prosječna starost probnih stabala iznosila je 85 godina.



Sl. 24. Širina goda mlade hrastovine lužnjaka.

Prosječne podatke mlade slavonske hrastovine sa područja šumarija Lipovljani i Klenak uporedili smo u tabeli 33 sa prosječnim podacima skupine slavonske hrastovine stare iznad 150 godina.

Tabela 33 Spec. težina i utezanje mlade i stare hrastovine

	Starost	Širina goda	Spec. težina kod 0% vlage	Norm. spec. težinu	Rad. utezanje	Tang. utezanje	Broj proba
	god.	m/m	g/cm ³	g/cm ³	%	%	
Lipovljani	75	1,85	0,660	0,567	5,00	9,82	122
Klenak	85	1,93	0,642	0,555	4,72	8,42	17
Stara slav. hrastovina iznad 150 god.	150—260	1,52	0,590	0,507	4,88	9,57	128

Iz ovog upoređenja može se zaključiti da su po kvalitet slavonske hrastovine od upliva pored starosti još i sastojinske

Tabela 34 Širina goda, spec. težina i utezanje hrastovine po šumarijama

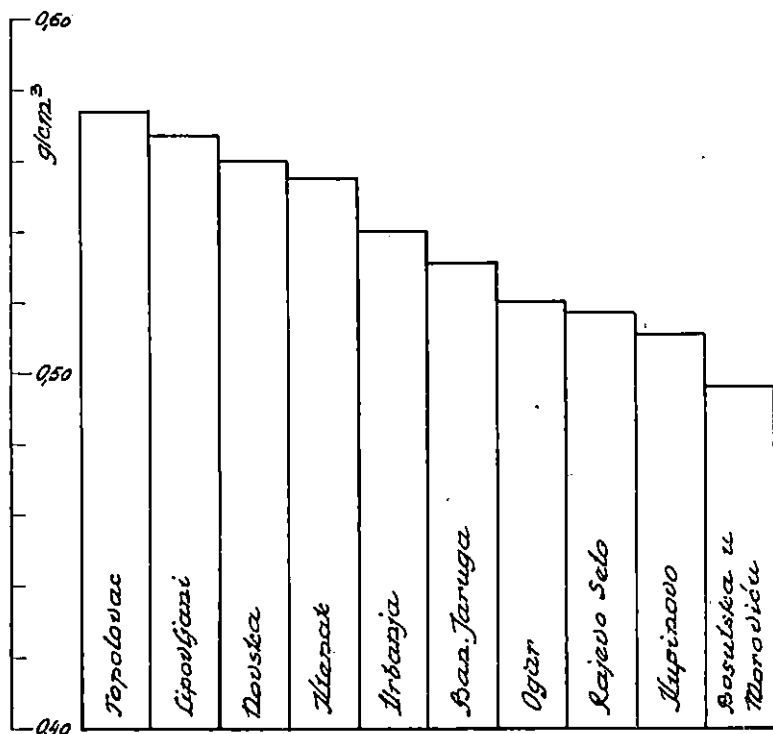
Redni broj	Š u m a r i j a	Širina goda	Spec. težina kod 0% vlage	Nom. spec. težina	Rad. utezanje	Tažg. utezanje	Broj proba
		m/m	g/cm ³	g/cm ³	%	%	
Hrast lužnjak							
1	Bosutska u Moroviću	1,52	0,581	0,496	4,61	9,41	72
2	B. Manastir	2,03	0,615	0,505	5,26	9,78	31
3	Kupinovo	3,85	0,599	0,511	4,84	8,01	39
4	Rajevo Selo	1,41	0,589	0,517	5,16	10,28	25
5	Ogar	2,35	0,603	0,520	4,70	8,94	31
6	Banova Jaruga	2,55	0,644	0,531	4,67	9,57	33
7	Vrbanja	2,48	0,623	0,540	4,82	8,42	9
8	Klenak	1,93	0,642	0,555	4,72	8,42	17
9	Novska	1,68	0,625	0,560	5,17	9,62	21
10	Pitomača	2,60	0,650	0,562	4,99	9,17	24
11	Tikveš	1,72	0,675	0,563	6,11	10,50	8
12	Lipovljani	1,85	0,660	0,567	5,00	9,82	122
13	Topolovac	3,73	0,679	0,574	5,55	8,77	9
Hrast kitnjak							
1	Kostajnica	1,91	0,616	0,535	4,48	8,90	49
2	Rujevac	2,14	0,662	0,568	4,85	9,47	36
3	Babja Gora	1,26	0,660	0,571	4,82	8,72	28
4	Srijem. Kamenica	1,91	0,741	0,629	5,28	9,96	31
Hrast sladun							
1	Kupinovo	2,13	0,663	0,575	4,45	8,20	15

prilike t. j. uzgojni faktori, koji su djelovali kod stvaranja i izgradnje (njege) sastojine. I mlada slavonska hrastovina može po kvaliteti svog drveta biti jednaka staroj slavonskoj hrastovini, ako je rasla u gusto sklopljenoj sastojini. Do istog je zaključka došao i Krahel-Urban (Lit. 33) istraživanjem upliva stepena prореde po kvalitet hrastovine kitnjaka. On zaključuje, da gusti sklop sastojine upliviše na proizvodnju uzanih i pravilno nanizanih godova, koji su bitna odlika furnirskog drveta.

G) Rezultati istraživanja po područjima

Da prikazemo istražena svojstva slavonske hrastovine po područjima odnosno šumarijama, iz kojih potječu probna stabla, izradili smo tabelu broj 34. U tu smo tabelu uvrstili širinu goda, specifičnu težinu, nominalnu specifičnu težinu, radijalno i tangencijalno utezanje i broj istraženih proba za svako područje. Područja su poredana po rastućoj nominalnoj specifičnoj težini.

Iz ovih rezultata možemo zaključiti, da je hrastovina lužnjaka specifički najlakša iz šumarije Bosutska u Moroviću,



Sl. 25. Prikaz opadanja specifične težine hrastovine lužnjaka sa područja posavskih šumarija.

zatim dolazi hrastovina iz ovih šumarija: B. Manastir, Kupinovo, Rajevo Selo, Ogar, Banova Jaruga, Vrbanja, Klenak, Novska, Pitomača, Tikveš, Lipovljani i Topolovac.

I ako ne smatramo ova naša istraživanja završenim, ipak već sada možemo konstatirati interesantnu činjenicu. Ako poredamo posavske šumarije, iz kojih potječu probna stabla, u smjeru od zapada prema istoku, onda specifična težina tih istraženih probnih stabala pokazuje u tom smjeru tendenciju opadanja (vidi sl. 25.).

Metlaš (Lit. 36) navodi, da je hrastovina iz donje skupine posavskih šuma po svojoj kvaliteti nešto bolja nego hrastovina iz gornje skupine posavskih šuma. Ako specifičnu težinu — uz stanovite pretpostavke — shvatimo kao indikator kvalitete, onda bi Metlaševi navodi našli svoju potvrdu u rezultatima naših istraživanja.

Hrastovina kitnjaka najlakša je sa područja šumarije Kostajnica, zatim dolazi hrastovina iz šumarija Rujevac, Babja Gora te Srijemska Kamenica.

Daljnja istraživanja hrastovine kitnjaka sa drugih staništa dat će nam potpuniju sliku o svojstvima hrastovine kitnjaka.

Ako u naša istraživanja uključimo i rezultate istraživanja specifične težine kitnjaka prof. Ugrenovića (Lit. 62) sa područja Krndije (Našice), dobit ćemo sljedeću tabelu:

	Spec. težina	Broj proba
	t_o	
Kostajnica	0,616	49
Rujevac	0,662	36
Babja Gora (Nova Gradiška)	0,660	28
Našice (Krndija)	0,694	20
Srijemska Kamenica	0,741	31

Ako i ovdje poredamo staništa hrasta kitnjaka u smjeru od zapada prema istoku, onda specifična težina hrastovine kitnjaka sa tih staništa pokazuje u tom smjeru tendenciju porasta.

H) Naša i strana hrastovina

Pitanje razlike u kvaliteti drveta hrasta lužnjaka i kitnjaka raspravljeno je u stručnoj literaturi više puta.

Hartig (po Trendelenburgu, Lit. 51) je ispitao dva stabla lužnjaka i kitnjaka sa istog staništa i došao do zaključka, da nema razlike u kvaliteti drveta lužnjaka i kitnjaka.

Janka (Lit. 23) je istražio 44 probna stabla lužnjaka i 19 probnih stabala kitnjaka, i došao je do rezultata, da kitnjak ima nešto uže godove i nešto veće vrijednosti za specifičnu težinu od lužnjaka.

Trendelenburg (Lit. 51) je na osnovu Hartigovih i Jankinih istraživanja sastavio tabelu širine goda i specifične težine kitnjaka i lužnjaka.

Širina goda m/m	nom. spec. težina		spec. težina	
	kitnjak	lužnjak	kitnjak	lužnjak
0,8		0,510		0,590
1,2	0,570	0,550	0,670	0,644
1,6	0,612	0,575	0,712	0,670
2,0	0,638	0,593	0,742	0,680

Dakle, za širinu goda od 0,8 mm nema razlike između spec. težine lužnjaka i kitnjaka dok za veće širine goda kitnjak imađe uvijek za istu širinu goda nešto veću specifičnu težinu od lužnjaka.

Mi smo istražili 43 probna stabla sa 442 probe hrasta lužnjaka, 15 probnih stabala sa 144 proba hrasta kitnjaka i 1 probno stablo sa 15 proba hrasta sladuna. Uporedit ćemo samo rezultate istraživanja hrastovine kitnjaka i lužnjaka. Sladun je zbog razmjerno malog broja proba eliminiran iz ovih komparacija.

U tabeli 35 pregledno su izneseni rezultati istraživanja.

Tabela 35

Pregled rezultata istraživanja

V r s t	Širina goda	o/o zone kas. drveta	Spec. težina kod 12% vlage	Spec. težina kod 0% vlage	Nom. spec. težina	Rad. utezanje	Tang. utezanje	Long. utezanje	Vol. utezanje
	m/m	%	g/cm ³	g/cm ³	g/cm ³	%	%	%	%
Lužnjak	2,02	67	0,670	0,625	0,535	4,87	9,38	0,46	14,22
Kitnjak	1,85	68	0,700	0,662	0,570	4,78	9,28	0,35	13,86
Sladun	2,08	56	0,703	0,669	0,577	4,37	8,17	0,45	12,90
Prosjeak	1,98	67	0,678	0,635	0,555	4,84	9,30	0,43	14,10

Po ovim rezultatima izlazi, da je drvo hrasta kitnjaka nešto užih godova, veće specifične težine i manjeg utezanja od drveta lužnjaka.

U tabeli 13 prikazana je specifična težina hrasta kitnjaka i lužnjaka za pojedine razrede širine goda. Na osnovu ovog poređenja izlazi, da je hrastovina uz istu širinu goda — što znači uz istu brzinu rastenja — nešto teža od hrastovine lužnjaka.

Ove razlike mogu se protumačiti time što se hrast kitnjak ekološki razlikuje od hrasta lužnjaka.

Po prof. Dr. A. Petračiću (Lit. 43) za uspijevanje hrasta lužnjaka potrebno je duboko aluvijalno i diluvijalno blago humozno, ilovasto tlo kakvo se nalazi u inundacijonim područjima ovećih rijeka. Hrast kitnjak dolazi na brežuljcima i sredogorju, gdje bira južne ekspozicije i sljemena pojedinih kosa, odakle se tek malo spušta na sjeverne strane. Zahtjevi na tlo su nešto čedniji od onih lužnjaka. Uspijeva na manje dubokom tlu, a naročito se ugiba aluvijalnim tlima, koja su mu prevlažna.

Po ovim podacima lužnjak imade na raspoloženju više vlage i manje topline nego kitnjak i gradi iz tih razloga kod istih širina godova — dakle kod iste brzine rastenja — nešto lakše, manje gusto drvo (Lit. 51).

U tabeli 36 iznijeli smo specifične težine važnijih vrsta naših hrastova. Naši rezultati označeni su sa tri zvijezdice (* * *). Kod drugih podataka naveli smo ime autora.

Tabela 36

Spec. težina raznih vrsta hrastovine

B o t a n i č k o i m e	Autor	Specifična težina (t_0)
		g/cm^3
1) <i>Quercus pedunculata</i> Ehrh.	* * *	0,625
2) " <i>sessiliflora</i> Salisb.	* * *	0,662
3) " <i>conferta</i> Kit.	* * *	0,669
4) " <i>pseudosuber</i> Santi	Janka	0,767
5) " <i>cerris</i> L.	"	0,781
6) " <i>suber</i>	"	0,908
7) " <i>pubescens</i> Willd.	"	0,935
8) " <i>ilex</i> L.	"	0,969

Lužnjak imade od naših vrsta hrastova najlakše drvo, slijedi kitnjak, sladun, nepravi plutnjak, cer, plutnjak, medunac i crnika.

Da uporedimo rezultate istraživanja o specifičnoj težini i utezanju slavonske hrastovine lužnjaka i kitnjaka sa istim svojstvima hrastovine iz drugih evropskih zemalja izradili smo tabelu 37. U toj smo tabeli sabrali rezultate istraživanja hrastovine iz Hrvatske, Njemačke, Rumunjske, Francuske, Letonske, Rusije i Engleske.

Na osnovu ovih sabranih podataka možemo reći da je naša slavonska hrastovina lužnjaka specifički lakša od hrastovine lužnjaka ostalih evropskih zemalja. Hrastovina kitnjaka sa naših staništa je nešto teža od hrastovine kitnjaka iz Bavarske.

O širini goda i utezanju manjkaju potrebni podaci, te ih ovdje ne ćemo ni upoređivati.

Tabela 37

Vrst i područje	Autor	Broj proba	Granice širine goda	M	Granice spec. težine kod 12—15% vlage
			m/m	m/m	g/cm ³
Lužnjak					
Hrvatska	* * *	442	0,83...5,37	2,02	0,438...0,830
Njemačka:					
Austrija	Janka	—	1,4 ... 3,2	2,1	—
Bavarska	Hartig	356	0,2 ... 4,9	1,6	—
Francuska	Monnin	—	—	2,7	0,633...0,900
Letonska	Kalninš	—	—	—	—
Rumunjska	Dramba	—	—	—	—
Rusija	Pereligin	607	—	1,6	—
Engleska	Chaplin-Mooney	—	—	—	—
Kitnjak					
Hrvatska	* * *	144	0,84...4,08	1,85	0,512...0,861
Njemačka:					
Austrija	Janka	—	0,9 ... 2,0	1,6	—
Bavarska	Hartig	346	0,2 ... 2,7	1,1	—
Francuska	Monnin	—	—	2,7	0,572...1,020
Rumunjska	Dramba	—	—	—	—
Engleska	Chaplin-Mooney	—	—	—	—

* Koeficijenti utezanja.

22. 01. 00. 3

M	Granice spec. težine kod 0% vlage	M	Granice nom. spec. težine	M	Rad. utezanje	Tang. utezanje	Vol. utezanje
g/cm ³	g/cm ³	g/cm ³	g/cm ³	g/cm ³	%	%	%
0,670	0,388...0,795	0,625	0,353...0,665	0,535	4,87	9,38	14,22
—	0,573...0,757	0,650	—	—	—	—	—
—	0,422...0,771	0,642	—	0,554	—	—	—
0,766	—	—	—	—	*0,101	*0,239	*0,340
—	—	0,700	—	—	—	—	—
0,783	—	—	—	—	—	—	*0,360
—	—	0,702	—	—	*0,18	*0,28	*0,49
—	—	—	—	0,555	—	—	—
0,700	0,465...0,837	0,662	0,418...0,706	0,570	4,78	9,28	13,86
—	0,548...0,765	0,704	—	—	—	—	—
—	0,395...0,823	0,627	—	0,546	—	—	—
0,796	—	—	—	—	*0,101	*0,239	*0,340
0,774	—	—	—	—	—	—	*0,47
—	—	—	—	0,570	—	—	—

ZAKLJUČAK

U ovoj su radnji izneseni rezultati istraživanja osnovnih fizičkih svojstava slavonske hrastovine. U uvodu je naglašena potreba i koristi istraživanja tehničkih svojstava slavonske hrastovine, zatim je opisana zadaća i cilj istraživanja te pregled dosadašnjih radova o istraživanju tehničkih svojstava slavonske hrastovine u našoj i stranoj literaturi. U slijedećem poglavlju obrađeno je područje, izbor probnih stabala, sastojinske prilike, izrada proba i metodika rada oko istraživanja širine goda i zone kasnog drveta, specifične težine, linearnog i volumnog utezanja slavonske hrastovine.

Istražena su u svemu 43 probna stabla hrasta lužnjaka sa 442 probe, 15 probnih stabala hrasta kitnjaka sa 144 probe i 1 probno stablo hrasta sladuna sa 15 proba, ukupno 601 proba.

Na osnovu rezultata ovih istraživanja mogu se povući slijedeći zaključci.

1. Mjerenja na popriječnom presjeku dala su ove rezultate: širina goda 0,83...1,98...5,37 mm, (vidi tabele 4, 5, sliku 4) i postotak zone kasnog drveta 39...67,3...96% (vidi tabele 4, 6, sliku 5).

2. Specifična težina iznosi: u prosušenom stanju (prosječni stupanj vlage drveta u prosušenom stanju iznosio je za lužnjak 12,3%, kitnjak 12,0% te sladun 13,2%) 0,438...0,678...0,861 g/cm³, (vidi tabelu 9); u apsolutno suhom stanju (0% vlage) 0,388...0,635...0,837 g/cm³, (vidi tabele 7, 8, sliku 6); nominalna specifična težina 0,353...0,555...0,706 g/cm³, (vidi tabele 10, 11, slike 6, 7).

3. Specifična težina na istom popriječnom presjeku debla raste od periferije k srcu debla (vidi sliku 8), a opada od žilišta prema krošnji stabla (vidi tabelu 12).

4. Specifična težina raste sa širinom goda i postotkom zone kasnog drveta. Koeficijent korelacije između širine goda i nominalne specifične težine je pozitivan te iznosi za lužnjak $r = + 0,338 \pm 0,042$, kitnjak $r = + 0,418 \pm 0,069$ (vidi tabelu 13 i slike 9, 10). Taj je odnos između postotka zone kasnog drveta i nominalne specifične težine izrazitiji i iznosi za lužnjak $r = + 0,448 \pm 0,038$, a za kitnjak $r = + 0,497 \pm 0,063$ (vidi tabelu 14 i slike 11, 12).

5. Linearno utezanje iznosi: radijalno 2,53...4,84...7,55% (vidi tabele 15, 16 i sliku 13); tangencijalno 4,50...9,31...13,99% (vidi tabele 17, 18, sliku 14); longitudinalno 0,01...0,43...1,29% (vidi tabele 19, 20, sliku 15).

6. Volumno utezanje iznosi 8,75...14,10...20,67% (vidi tabele 21, 22, sliku 16).

7. Radijalno utezanje raste — do stanovite granice — sa porastom specifične težine. Koeficijent korelacije i njegova

srednja griješka između nominalne specifične težine radijalnog utezanja iznosi za lužnjak $r = + 0,625 \pm 0,029$, a za kitnjak $r = + 0,670 \pm 0,046$. Korelacija je pozitivna i velika, (vidi tabelu 23 i slike 17, 18).

8. Tangencijalno utezanje raste — do stanovite granice — sa porastom specifične težine. Koeficijent korelacije i njegova srednja griješka između nominalne specifične težine i tangencijalnog utezanja iznosi za hrast lužnjak $r = + 0,647 \pm 0,028$, a za hrast kitnjak $r = + 0,762 \pm 0,035$. Korelacija je pozitivna i velika, (vidi tabelu 24 i slike 19, 20).

9. Koeficijent korelacije i njegova srednja griješka između nominalne specifične težine i longitudinalnog utezanja iznosi za hrast lužnjak $r = - 0,363 \pm 0,041$, za hrast kitnjak $r = - 0,405 \pm 0,025$. Korelacija je negativna, što znači, da longitudinalno utezanje opada porastom nominalne specifične težine.

10. Volumno utezanje raste sa porastom nominalne specifične težine. Koeficijent korelacije i njegova srednja griješka između nominalne specifične težine i volumnog utezanja iznosi za hrast lužnjak $r = + 0,616 \pm 0,029$, a za hrast kitnjak $r = + 0,840 \pm 0,025$. Korelacija je pozitivna i velika (vidi tabelu 25 i slike 21, 22).

11. Prosječni odnos utezanja i nominalne specifične težine iznosi $z_v = 25,4 t_n$, $z_r = 16,8 t_n$, $z_f = 8,7 t_n$. Točka zasićenosti vlakanaca vlagom iznosi u prosjeku 26,2%. Lužnjak imade nešto veću točku zasićenosti vlakanaca vlagom ($z_v = 26,6 t_n$) od kitnjaka ($z_v = 24,3 t_n$).

12. Utezanje od stanja napojenosti do stanja prosušenosti iznosi: radijalno 1,41...3,00...6,13%, tangencijalno 2,73...6,56...11,54%, te volumno 4,73...9,72...16,82% (vidi tabele 26, 27 i 28).

13. Na osnovu istraživanja utezanja od stanja napojenosti do stanja prosušenosti i empiričkih podataka (Danchelovsky) može se zaključiti, da je empirija previsoko procijenila radijalno utezanje, dok je procjena tangencijalnog utezanja približno točna.

14. Utezanje od stanja napojenosti do stanja prosušenosti (oko 12% vlage) iznosi u radijalnom smjeru 62%, u tangencijalnom smjeru 68,9% utezanja od stanja napojenosti do stanja apsolutne suhoće (0% vlage) u tim smjerovima. Volumno utezanje od stanja napojenosti do stanja prosušenosti iznosi 68% volumnog utezanja od stanja napojenosti do stanja apsolutne suhoće (vidi tabelu 30).

15. Stara slavonska hrastovina imade nešto uže godove, manju specifičnu težinu te se manje uteže od mlade hrastovine. Gustoća sklopa mladih hrastovih satojina upliviše na debljinski prirast, to je drvo uskih godova, male specifične težine i malog utezanja, dakle po kvaliteti vrlo blizu staroj slavonskoj hrastovini. (Vidi tabele 31, 32, 33 i slike 23, 24).

16. Hrastovina, lužnjaka iz doljnje (istočne) skupine, nešto je lakša od hrastovine lužnjaka gornje (zapadne) skupine, slavonskih šuma. Hrastovina kitnjaka je lakša iz Petrove Gore od one iz Fruške Gore (vidi tabelu 34 i sliku 25). Hrastovina lužnjaka po svojoj težini laganija je od hrastovine lužnjaka ostalih evropskih zemalja. Hrastovina kitnjaka je nešto teža od one iz Bavorske (vidi tabelu 37).

ZUSAMMENFASSUNG

Diese Abhandlung ist im Institut für mechanische Technologie des Holzes der Universität Zagreb (Vorsteher: Prof. Dr. Ing. Aleksandar Ugrenović, ord. Universitätsprofessor) gearbeitet.

Sie beinhaltet die Ergebnisse der Forschungen über physikalische Eigenschaften des slawonischen Eichenholzes. Einleitend ist die Notwendigkeit und Nützlichkeit der Forschungen der technischen Eigenschaften des slawonischen Eichenholzes betont. Ferner ist die Aufgabe und das Ziel der Forschungen dargestellt und über die bisherigen Abhandlungen in der kroatischen und fremdländischen Literatur berichtet. Im nachfolgenden Kapitel sind Waldgebiete, Wahl der Probestämme, Bestandesverhältnisse, Verfertigung der Probestücke und Methodik der Forschungsarbeiten beschrieben. Namentlich wurde untersucht: die Jahrringbreite, Spätholzanteil, Rohwichte, Raumdichtezahl, lineare und Raumschwindmasse des slawonischen Eichenholzes.

Es wurden untersucht: 43 Probestämme der Stieleiche mit 442 Probestücke; 15 Probestämme der Traubeneiche mit 144 Probestücke und 1 Probestamm der flaumhaarigen Eiche mit 15 Probestücke. Insgesamt 601 Probestücke.

Auf Grund der Ergebnisse dieser Forschungen können folgende Schlüsse gezogen werden.

1. Die Ergebnisse der Messungen auf dem Querschnitt der Probestämme sind folgende: Jahrringbreite 0,83...1,98...5,37 mm (siehe Zahlentafel 4, 5, Abb. 4); Spätholzanteil 39...67,3...96% (siehe Zahlentafel 4, 6, Abb. 5).

2. Die Rohwichte des luftgetrockneten Holzes (durchschnittlicher Feuchtigkeitsgehalt für Stieleiche 12,3%, Traubeneiche 12,0% und flaumhaarige Eiche 13,2%) beträgt 0,438...0,678...0,861 g/cm³ (siehe Zahlentafel 9); Rohwichte des absolutgetrockneten Holzes (0% Feuchtigkeitsgehalt) beträgt 0,388...0,635...0,837 g/cm³ (siehe Zahlentafel 7, 8, Abb. 6); Raumdichtezahl beträgt 0,353...0,555...0,706 g/cm³ (siehe Zahlentafel 10, 11, Abb. 6, 7).

3. Die Rohwichte auf dem gleichen Querschnitt des Stammes nimmt von Peripherie des Querschnittes bis zum Mark zu (siehe Abb. 8). Die Rohwichte nimmt von dem Wurzelanlauf bis zur Baumkrone ab (siehe Zahlentafel 12).

4. Die Rohwichte steigt mit der Jahrringbreite und mit dem Spätholzanteil. Korrelationskoeffizient zwischen Jahrringbreite und Rohwichte ist positiv und beträgt für Stieleiche $r = +0,388 \pm 0,042$, für Traubeneiche $r = +0,418 \pm 0,069$ (siehe Zahlentafel 13, Abb. 9, 10). Dies Verhältniss ist ausgeprägter zwischen Spätholzanteil und Rohwichte und beträgt für Stieleiche $r = +0,448 \pm 0,038$, für Traubeneiche $r = +0,497 \pm 0,063$ (siehe Zahlentafel 14, Abb. 11, 12).

5. Lineare Schwindung beträgt: radiale Schwindung 2,53 . . . 4,84 . . . 7,55% (siehe Zahlentafel 15, 16, Abb. 13); tangentielle Schwindung 4,50 . . . 9,31 . . . 13,99% (siehe Zahlentafel 17, 18, Abb. 14); Längenschwindung 0,01 . . . 0,43 . . . 1,29% (siehe Zahlentafel 19, 20, Abb. 15).

6. Raumschwindung beträgt 8,75 . . . 14,10 . . . 20,67% (siehe Zahlentafel 21, 22, Abb. 16).

7. Radiale Schwindung steigt — bis zu einer bestimmten Grenze — mit der Rohwichte. Korrelationskoeffizient und ihr mittlerer Fehler zwischen der Raumdichtezahl und der radialen Schwindung beträgt für Stieleiche $r = +0,625 \pm 0,029$, für Traubeneiche $r = +0,670 \pm 0,046$. Diese Korrelation ist positiv und gross (siehe Zahlentafel 23, Abb. 17, 18).

8. Tangentielle Schwindung steigt — bis zu einer bestimmten Grenze — mit der Rohwichte. Korrelationskoeffizient und ihr mittlerer Fehler zwischen der Raumdichtezahl und der tangentialen Schwindung beträgt für Stieleiche $r = +0,647 \pm 0,028$, für Traubeneiche $r = +0,762 \pm 0,035$. Diese Korrelation ist positiv und gross (siehe Zahlentafel 24, Abb. 19, 20).

9. Korrelationskoeffizient und ihr mittlerer Fehler zwischen Raumdichtezahl und Längenschwindung beträgt für Stieleiche $r = -0,363 \pm 0,041$ und für Traubeneiche $r = -0,405 \pm 0,025$. Die Korrelation ist negativ. Dies bedeutet, dass Längenschwindung mit der Rohwichte abnimmt.

10. Raumschwindung steigt — bis zu einer bestimmten Grenze — mit der Rohwichte. Korrelationskoeffizient und ihr mittlerer Fehler zwischen der Raumdichtezahl und der Raumschwindung beträgt für Stieleiche $r = +0,616 \pm 0,029$, für Traubeneiche $r = +0,840 \pm 0,025$. Die Korrelation ist positiv und gross. (Siehe Zahlentafel 25, Abb. 21, 22).

11. Verhältniss zwischen der Raumdichtezahl und der Schwindmasse beträgt im Durchschnitt

$$\alpha_v = 25,4 t_n, \quad \alpha_t = 16,8 t_n \text{ und } \alpha_r = 8,7 t_n.$$

Durchschnittlicher Fasersättigungspunkt beträgt 26,2. Der Fasersättigungspunkt für Stieleiche ist etwas grösser

$$\alpha_v = 26,6 t_n.$$

als der Fasersättigungspunkt für Traubeneiche $\alpha_v = 24,3 t_n$.

12. Die Schwindung vom nassen bis zum lufttrockenen Zustand beträgt: die radiale Schwindung 1,41 . . . 3,00 . . . 6,13%, die tangentielle Schwindung 2,73 . . . 6,56 . . . 11,54% und Raumschwindung 4,73 . . . 9,72 . . . 16,82% (siehe Zahlentafel 26, 27, 28).

13. Auf Grund der Ergebnisse der Forschungen der Schwindung vom nassen bis zum lufttrockenen Zustand und der empirischen Angaben (Danchelovsky) können folgende Schlüsse gezogen werden: die empirische Angaben sind für radiale Schwindung zu gross. Diejenigen für tangentielle Schwindung stehen etwas näher den Ergebnissen unserer Forschungen.

14. Die Schwindung vom nassen bis zum lufttrockenen Zustand (12% Feuchtigkeitsgehalt) beträgt in radialer Richtung 62%, in tangentialer Richtung 68,9% von der Schwindung vom nassen bis zum absoluttrockenen Zustand (0% Feuchtigkeitsgehalt) in dieser Richtungen. Die Raumschwindung vom nassen bis zum lufttrockenen Zustand beträgt 68% der Raumschwindung vom nassen bis zum absoluttrockenen Zustand (siehe Zahlentafel 30).

15. Das alte slawonische Eichenholz hat geringere Jahrringbreite, Rohwichte und Schwindmasse als das jüngere Eichenholz. Das Holz aus den Eichenbeständen mit grossem Bestockungsgrad hat schmale Jahrringe, kleine Rohwichte und geringe Schwindmasse und steht ihrer Qualität nach sehr nahe dem alten slawonischen Eichenholze (siehe Zahlentafel 31, 32, 33, Abb. 23, 24).

16. Das Stieleichenholz der Waldungen Ostslavoniens ist etwas spezifisch leichter als das Stieleichenholz Westslavoniens. Dagegen ist das Traubeneichenholz aus westlichen Waldungen (Petrova Gora) spezifisch leichter als Traubeneichenholz aus östlichen Waldungen (Fruška Gora). (Siehe Zahlentafel 34, Abb. 25).

Slawonisches Stieleichenholz ist spezifisch leichter als das Stieleichenholz aus anderen Europaländer. Die Rohwichte des Traubeneichenholzes ist etwas grösser von derjenigen des Traubeneichenholzes aus Bayern (siehe Zahlentafel 37).

L I T E R A T U R A

1. Balen J., Josip Kozarac, Zagreb, 1936.
2. Beauverie J., Le bois, Paris 1905.
3. Bogner P., Abhandlung über Marine-Schiffbauholz, Triest 1861.
4. Bogner P., Supplement zu der Abhandlung über Marine-Schiffbauholz, Triest 1861.
5. Csuber E., Die statistischen Forschungsmethoden, Wien 1921.
6. Danchelovsky A., Handbuch über die Erzeugung und Berechnung des deutschen Fassholzes, Essek 1899.

7. Delić V., O linearnom i zapreminskom utezanju drveta, Šumarski List 1939, Zagreb.
8. Desch, Timber, its structure and properties, London 1938.
9. DIN DVM 2190, Holz als Roh- u. Werkstoff, Jg. 1. H. 3., Berlin 1938.
10. Damba D., Etude physique et mécanique du bois roumain, Nancy 1932.
11. Damba D., Etude physique et mécanique comparative de deux types de bois de chêne rouvre (*Quercus sessiliflora*) de Roumain, Budapest 1936.
12. Ettinger J., Hrasti lužnjaci, Šumarski List 1880, Zagreb.
13. Exner W. F., Die technischen Eigenschaften der Hölzer, Handbuch der Forstwissenschaft von T. Lorey, II. Band Produktionslehre, Tübingen 1925.
14. Fabricius L., Oudin A., Guillebaud W. H., Richtlinien für die Ausführung von Ertragsuntersuchungen, München 1936.
15. Frey-Wyssling, Die Anisotropie des Schwindmasses auf den Holzquerschnitt, Holz als Roh- u. Werkstoff 1940, Jg. 3., H. 2., Berlin.
16. Frey-Wyssling, Die Ursache der anisotropen Schwindung des Holzes, Holz als Roh- u. Werkstoff 1940, Jg. 3, H. 11, Berlin.
17. Gayer-Fabricius, Forstbenutzung, Berlin 1935.
18. Grössler W., Über Raumgewicht und Holzeigenschaft einiger Rottbuchen aus dem Hochgebirge, München 1939.
19. Haynes E., Timber technicalities, London 1921.
20. Hesmer, Jugoslawiens Forst- und Holzwirtschaft, Deutscher Forstverein Jahresbericht 1939, Berlin 1940.
21. Isajev I., O značenju vlage u drveta, Šumarski List 1933, Zagreb.
22. Janka G., Die Härte der Hölzer, Wien 1915.
23. Janka G., Die bautechnische Qualität des Holzes der Stiel- u. Traubeneiche, Centralblatt f. d. ges. Forstwesen 1925, Wien.
24. Kesterčanek F. X., O najglavnijih tehničkih svojstvih hrvatsko-slavonske hrastovine, osobitim obzirom na uporabu iste kod pravljanja bačvarskih dužica, Šumarski List 1880, Zagreb.
25. Kesterčanek F. X., Prilozi za povijest šuma i šumskog gospodarstva kod Hrvata, Šumarski List 1882, 1883, Zagreb.
26. Koehler A., The properties and uses of wood, New York 1924.
27. Kollmann F., Die Technologie des Holzes, Berlin 1936.
28. Kollmann F., Die Abhängigkeit des Raumgewichtes der Hölzer vom Feuchtigkeitsgehalt, Centralblatt f. d. ges. Forstwesen 1932, Wien.
29. Kollmann F., Bemerkungen über Wesen und Wert des Holzes, Forstwissen. Centralblatt 1934, Berlin.
30. Kollmann F., Holz, Cellulose, Eiweiss und das Quellungsproblem, Deutsches Böttcher- und Handwerk, Bad Gaudersheim 1935.
31. Kosack J., Grundprobleme der Ausgleichsrechnung nach der Methode der kleinsten Quadrate, Wien 1907.
32. Kozarac J., Šumogojstveni i drvotržni aforizmi, crpljeni na temelju prodaja posavskih hrastovih šuma i t. d., Šumarski List 1897, Zagreb.
33. Krahli-Urban J., Untersuchungen über den Jahringbau der Eichen im Preuss. Forstamt Freienwalde, Neudamm 1939.

34. Kronacher C., Biometrik, Berlin 1930.
35. Kulikov N. P., Usuška drevesini v zavisnosti ot napravlenija otnositelno glavnihi osi, F.L.A. im S. Kirova, No. 51, Leningrad 1938.
36. Metlaš J., Slavonske stare hrastove šume, Pola stoljeća šumarstva 1876-1926, Zagreb 1926.
37. Monnin M., Essais physiques, statiques et dynamiques des bois, Bull. de la section de l'Aéronautique militaire, 29 i 30, Paris 1919.
38. Nordlinger H., Die technischen Eigenschaften der Hölzer, Stuttgart 1860.
39. Pavari A., Le Querce, L'Alpe 1930.
40. Pereligin L. M., Standartizacija metodov fizičkih i mehaničkih ispitanih drevesini, Moskva 1936.
41. Pereligin L. M., Fiziko-mehaničke svaistva drevesini letnogo dūba, CNIMOD, Moskva 1934.
42. Pereligin L. M., Über die Ursachen der Unterschiede im Schwindungsgrad des Holzes in radialer, bzw. tangentialer Richtung, Les. Ind. Nr. 2, 1939, Recenzija: Holz als Roh- und Werkstoff Jg. 3, H. 11, Berlin 1940.
43. Petračić A., Uzgajanje šuma I. dio, Zagreb 1925.
44. Petračić A., Uzgajanje šuma II. dio, Zagreb 1931.
45. Piccioli, I legnami, Torino 1927.
46. Rački V., Razprava, Šumarski list 1880.
47. Siemes F. E., On the structural and physical properties of Finnish pine, Helsinki 1938.
48. Standacher E., Der Baustoff Holz, Zürich 1936.
49. Tavčar A., Variaciona statistika, Beograd 1929.
50. Tiemann H. D., The kiln drying of lumber, Philadelphia.
51. Trendelenburg R., Holz als Rohstoff, Berlin 1939.
52. Trendelenburg R., Über Stammwuchsuntersuchungen und ihre Auswertung in der Holzforschung, Holz als Roh- u. Werkstoff Jg. 1, H. 1/2, Berlin 1937.
53. Trendelenburg R., Über Fasersättigungsfeuchtigkeit, Schwindmass- und Raumdichtezahl wichtiger Holzarten, Holz als Roh- u. Werkstoff, Jg. 2, H. 1, Berlin 1939.
54. Trendelenburg R., Tagung des Arbeitsausschusses des Internationalen Verbands Forstlicher Forschungsanstalten und des erweiterten Ausschusses für Holzprüfung in London und Princes Risborough 24 bis 28. IV. 1939., Holz als Roh- und Werkstoff Jg. 2., H. 6, Berlin 1939.
55. Ugrešević A., Drvarsko oruđe, Zagreb 1926.
56. Ugrešević A., Tehnologija drveta, Zagreb 1932.
57. Ugrešević A., Tehnika trgovine drvetom, Zagreb, 1934.
58. Ugrešević A., L'activité forestière française dans les provinces illyriennes (1809-1813), Annales de l'Institut français de Zagreb, 1938.
59. Ugrešević A., Die Kenntniss des Holzes und seiner Eigenschaften bei den Römern, Forstwiss. Centralblatt, Berlin 1938.
60. Ugrešević A., Metodološka istraživanja o čvrstoći cijepanja i cijeljivosti drveta, Glasnik za šumske pokuse br. 7., Zagreb 1940.

61. U g r e n o v i ć A., Untersuchungen über die Spaltfestigkeit und ihrem Zusammenhang mit dem Bau der Markstrahlen, Holz als Roh- und Werkstoff, Jg. 4, H. 1. Berlin 1941.
 62. U g r e n o v i ć A., Untersuchungen über die Abhängigkeit der Spaltfestigkeit von der Spaltebene und vom Feuchtigkeitsgehalt (u rukopisu).
 63. U g r e n o v i ć A., Instrukcija za istraživanje tehničkih svojstava drveta, Zagreb (u rukopisu).
 64. V i n t i l a E., Untersuchungen über Raumgewicht und Schwindmass von Früh- und Spätholz bei Nadelhölzern, Holz als Roh- u. Werkstoff Jg. 2., H. 10, Berlin 1939.
 65. W o r s c h i t z F., Structure-fine et ses relations technologiques, Budapest 1936.
 66. Wood structural design data, National Lumber Manufacturers Association Publication, Washington 1935.
-