

Istraživanja o čvrstoći cijepanja i njenoj zavisnosti o ravnini cijepanja i stepenu vlage

Ugrenović, Aleksandar

Source / Izvornik: **Glasnik za šumske pokuse: Annales pro experimentis foresticis, 1942, 8, 20 - 59**

Journal article, Published version

Rad u časopisu, Objavljena verzija rada (izdavačev PDF)

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:108:415724>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-10-21**



Repository / Repozitorij:

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



Prof. dr. Aleksandar Ugrenović:

Istraživanja o čvrstoći cijepanja i njenoj zavisnosti o ravnini cijepanja i stepenu vlage

(Recherches sur la résistance au fendage du bois et sur les rapports qui tiennent au plan du fendage et au degré de humidité).

Pregled sadržaja: Uvod — Provenijencija materijala — Metoda rada — Rezultati: A) pojedinačni, B) razredi vrijednosti, C) srednjaci po vrstama drveta — Specifična težina i čvrstoća cijepanja — Radijalna čvrstoća cijepanja naprama tangencijalnoj — Kvalitetni broj (kota kvaliteta) — Čvrstoća cijepanja i cjepljivost — Čvrstoća pritiska i čvrstoća cijepanja — Čvrstoća cijepanja i sadržaj vlage — Poredak po vrstima drveta — Zaključak — Résumé.

Uvod. Ovom publikacijom zaključujemo seriju naših istraživanja o statičkoj čvrstoći cijepanja i cjepljivosti drveta, čije smo rezultate iznijeli u našim dosadašnjim radovima.^{1), 2), 3), 4)}

Predmet i cilj ove naše radnje jest osvijetliti zavisnost statičke čvrstoće cijepanja o ravnini cijepanja i o sadržaju vlage u drvetu. U našim dosadašnjim istraživanjima radilo se samo o statičkoj čvrstoći cijepanja i cjepljivosti u radijalnoj ravnini. Ovaj put proširili smo naša istraživanja na tri ravnine cijepanja: radijalnu, tangencijalnu i dijagonalnu. Na kraju pokušali smo da osvijetlimo vezu između čvrstoće cijepanja i

¹⁾ A. Ugrenović, Planmäßige Untersuchungen über Spaltfestigkeit und Spaltbarkeit, Holz als Roh- und Werkstoff, Berlin 1940, Bd. 3 str. 143—150.

²⁾ A. Ugrenović, Metodološka istraživanja o čvrstoći cijepanja i cjepljivosti drveta, Glasnik za šumske pokuse, knjiga 7, str. 31—56, Zagreb, 1940.

³⁾ A. Ugrenović, Untersuchungen über die Spaltfestigkeit und ihren Zusammenhang mit dem Bau der Markstrahlen, Holz als Roh- und Werkstoff, Berlin 1941, Bd. 4, str. 26—31.

⁴⁾ A. Ugrenović, Istraživanja o čvrstoći cijepanja i njenom odnosu prema sržnim trakovima. Glasnik za šumske pokuse, knjiga 8, str. 1—19, Zagreb 1942.

cjepljivosti drveta, na jednoj, te čvrstoće pritiska, na drugoj strani.

Pod radijalnom odnosno tangencijalnom čvrstoćom cijepanja razumijevamo onu, koja se očituje, kad je proba napregnuta u ravnini sržnih trakova odnosno okomito na tu ravninu. Pod dijagonalnom čvrstoćom cijepanja razumijevamo onu, kod koje ravnina cijepanja leži u simetrali kuta, što ga zatvaraju radijalna i tangencijalna ravnina cijepanja. Pošto u posljednjem slučaju godovi i sržni trakovi teku u smjeru dijagonale kvadrata, što ga čine čela proba, nazvali smo ovakove probe dijagonalnima a odnosnu čvrstoću cijepanja dijagonalnom. Mi smo to učinili radi kratkoće izražavanja, iako smo svjesni da takova oznaka nije posve točna u tehničkom smislu.

I istraživanja o uplivu sadržaja vlage na čvrstoću cijepanja povukli smo u okvir ovoga našega istraživačkoga rada. Mi smo, istina, već u publikaciji spomenutoj pod 1 i 2 izvijestili o tome uplivu. No ovaj put smo se na ovome pitanju mogli zadržati opširnije, jer smo istražili veći broj vrsti drveta i veći broj proba.

Provenijencija materijala. Gotovo sav materijal, koji je bio premetom naših istraživanja, potječe iz šumskih područja Nezavisne Države Hrvatske. Jedan manji dio potječe iz šuma bivšeg državnog dobra Belje. Materijal je sabran u toku godine 1938. do 1940. Da nam je bilo moguće prikupiti toliki materijal, zasluga je vlasnika šuma, koji su nam ga najpripravnije besplatno stavili na raspoloženje, i njihovih organa, koji su se pobrinuli za njegovu otpremu. I ovom prilikom izričem našu zahvalnost svima, koji su pomogli i unapredili naš rad. To su ovi vlasnici šuma odnosno njihovi organi:

1. Ravnateljstvo državnih šuma, Zagreb (Šumarije: Kostajnica, Rujevac i Pitomača);
2. Ravnateljstvo državnih šuma, Vinkovci (Šumarije: Lipovljani i Vrbanja);
3. Ravnateljstvo šuma Gradiške imovne općine, Nova Gradiška (Šumarije: Banova Jaruga, Nova Gradiška i Babja Gora);
4. Ravnateljstvo šuma Brodske imovne općine, Vinkovci (Šumarije: Rajevo Selo, Otok);
5. Ravnateljstvo šuma Petrovaradinske imovne općine, Hrvatska Mitrovica (Šumarije: Klenak, Srijem. Kamenica, Kupinovo, Ogar i Bosutska u Moroviću);
6. Ravnateljstvo šumskog poduzeća Šipad, Sarajevo (Pilane: Ustiprača, Čajniče, Zavidovići);
7. Ravnateljstvo dion. društva Krndija, Našice (Šumarija: Motičina Donja);
8. Ravnateljstvo bivšeg drž. dobra Belje, Knežvo (Šumarije: Tikveš i Topolovac);
9. Ravnateljstvo fakul. dobra, Maksimir (Šumarija: Maksimir).

Šumski predjeli, iz kojih potječe materijal za istraživanje pojedinih vrsti, sadržani su u slijedećem pregledu:

Pregled 1

Redni broj	Ravnateljstvo vlasnik	Šumarija	Šumsko područje, predjel, broj probnih stabala, cjepanica ili četvrtača	Broj proba
<i>Hrast lužnjak (Quercus pedunculata Ehrh.)</i>				
1	Zagreb, D. E.	Pitomača	Štergina greda — Svibovica (33)	4
2	N. Gradiška, G. I. O.	Banova Jaruga	Blatuško brdo (43), Brezinski Lug (44)	
		Novska	Suše (46)	7
3	Vinkovci, D. E.	Lipovljani	Opeke (12)	
		Vrbanja	Bok (38)	7
4	Vinkovci, B. I. O.	Rajevo Selo	Paovo (40), Radiševo (41)	7
5	Hrv. Mitrovica	Klenak	Karakuša, gosp. jed. XVII, (4, 5)	
		Ogar	Vitojevačko Ostrvo (28), Visoka šuma (29), Baradinci (30)	
		Bosutska u Moroviću	Vratična odj. 9a i 3b (31, 32)	
		Kupinovo	Čenjin vrh 13a (36)	63
6	Kneževo-Belje	Tikveš	Nadhat-Samufok (3)	
		Topolovac	Lukmačica (39)	10
Ukupno probnih stabala 18				98
<i>Hrast kitnjak (Quercus sessiliflora Sm.)</i>				
1	Zagreb, D. E.	Kostajnica (Majur)	Barakovac odj. 24a i 25b (1, 2, 3, 4, 5)	
		Rujevac (B. Novi)	Čorkovača, Matino brdo odj. 38c (10, 11, 12, 13)	50
2	N. Gradiška G. I. O.	»Babja Gora« Nova Gradiška	Požeška Gora — Budimirovac i Debelo Brdo (6—9)	22
3	Našice (Krnđija d. d.)	Motičina dol.	Vranović (16), Crni Potok (19, 20) i V. Krnđija (18)	20
4	Hrv. Mitrovica P. I. O.	Srijem. Kamenica	Fruška Gora, Iriški Venac, Kamenička šuma (14) i Ledinačka šuma (15)	12
Ukupno probnih stabala 19				104
<i>Hrast sladun (Quercus conferta Kit.)</i>				
1	Hrv. Mitrovica, P. I. O.	Kupinovo	Matijeveca, Kadionica (1)	6
Ukupno probnih stabala 1				6

Pregled 1 (nastavak)

Redni broj	Ravnateljstvo vlasnik	Šumarija	Šumsko područje, predjel, broj probnih stabala, cjepanica ili četvrtača	Broj proba
Brijest obični (<i>Ulmus campestris</i> Smith.)				
1	Zagreb, D. E.	Pitomača	Štergina Greda — Svibovica (23, 24)	13
2	N. Gradiška, G. I. O.	Ban. Jaruga	Brezinski Lug (29), Lugovi — Iva (30)	18
3	Vinkovci D. E.	Lipovljani Vrbanja	Opeke (3, 5, 6, 7, 13, 14) Bok (27)	36
4	Hrv. Mitrovica, P. I. O.	Ogar Bosutska u Moroviću. Kupinovo	Vitojevačko Ostrvo (21) Vratična (22) Čeujin (25), Čenjinske Grede (26)	22
5		Topolovac	Lukmačica (28)	1
Ukupno probnih stabala 16				90
Jasen obični (<i>Fraxinus excelsior</i> L.)				
1	Zagreb, D. E.	Pitomača	Štergina Greda — Svibovica (23, 24)	10
2	N. Gradiška, G. I. O.	Ban. Jaruga	Lugovi — Iva (31)	7
3	Vinkovci, D. E.	Lipovljani Vrbanja	Opeke (3, 4, 6, 8, 9, 10, 18, 19) Bok (26)	37
4	Vinkovci, B. I. O.	Otok Rajevo Selo	Jošava — Jelje (28, 29) Desićevo (30)	19
5	Hrv. Mitrovica, P. I. O.	Ogar Bosutska u Moroviću Kupinovo	Vitojevačko Ostrvo (21) Vratična (22) Čenjinske Grede (25)	30
6	Kneževo-Belje		Lukmačica (27)	3
Ukupno probnih stabala 19				106
Bukva (<i>Fagus sylvatica</i> L.)				
1	Hrv. Mitrovica, P. I. O.	Srijem.Kamenica	Fruška Gora, Iriški Venac, Ledinačka š. (I/I)	4
2	Zagreb, D. E.	Kostajnica (Majur)	— (1—30, cjepanice)	109
Ukupno probnih stabala 1 cjepanica 30				113

Pregled 1 (nastavak)

Redni broj	Ravnateljstvo vlasnik	Šumarija	Šumsko područje, predjel, broj probnih stabala; cjepanica ili četvrtača	Broj proba
Kesten pitomi (<i>Castanea vesca Gaert.</i>)				
1	Zagreb, D. E.	Rujevac	(1—10, cjepanice)	74
			Ukupno cjepanica 10	74
Grab obični (<i>Carpinus betulus L.</i>)				
1	Zagreb, D. E.	Kostajnica (Majur)	(1—9, cjepanice)	76
			Ukupno cjepanica 9	76
Jela (<i>Abies pectinata D. C.</i>)				
1	Oštrej-Šipad Ustiprača.	Šavnik (kotar)	Šaranci: Jelina i Rudanačka Gora (1—29, četvrtače)	46
	Čajniče	Čajniče	Ljesa, odjel 71, (30—54, četvrtače)	37
	Zavidovići	Kladanj	Vel. Bukovica (55—78, četvrtače)	42
			Ukupno četvrtača 78	125
Smreka (<i>Picea excelsa Lk.</i>)				
1	Oštrej-Šipad Ustiprača	Šavnik (kotar)	Šaranci: Jelina i Rudanačka Gora (1—30, četvrtače)	40
	Čajniče	Čajniče	Ljesa, odjel 71, (31—55, četvrtače)	42
	Zavidovići	Kladanj	Vel. Bukovica (56—79, četvrtače)	46
2	Fakultetsko dobro, Maksimir	Zagreb	Gornja Cerina (1 i 2 pr. stabla)	97
			Ukupno četvrtača 79	128
			Ukupno probnih stabala 2	97
Bor obični (<i>Pinus silvestris L.</i>)				
	Zavidovići	Kladanj	Vel. Bukovica (51—150, četvrtače)	104
			Ukupno četvrtača 100	104
Bor crni (<i>Pinus nigra Arn.</i>)				
1	Oštrej-Šipad Zavidovići	Kladanj	Vel. Bukovica (1—48, četvrtače)	48
	Ustiprača	Kolašin (kotar)	Bistrica (49—98, četvrt.)	66
			Ukupno četvrtača 98	114
			Ukupno: probnih stabala 76	505
			cjepanica 49	259
			četvrtača 355	471
			Ukupno proba	1235

Metoda rada. Oblik i dimenzije proba te način njihovog pripremanja prikazani su slikom i opisom u našoj radnji, spomenutoj pod 1 i 2 pa upućujemo čitaoca na taj prikaz.

Broj proba, koje smo istražili za ovu radnju, razmjerno je velik. Istražene su sveukupno 1753 probe. To je učinjeno iz razloga, da bi istraživanjem dobijene srednje vrijednosti bile što pouzdanije. Za ispitivanje tako velikoga broja proba i za razradivanje istraživanjem dobijenoga materijala morao je biti angažiran razmjerno veći broj radnih snaga. Sve radove oko pripremanja i istraživanja proba, kao i onaj oko razradivanja brojčanoga materijala, izvršila su gospoda Ing. Ivo Horvat, sveučilišni asistent, i Ing. Jovan Drakulić, činovnik Šipada, a pomagao ih je u radu gospodin M. Kožul, student šumarstva. Svima svojim suradnicima izričem i ovim putem svoju naročitu zahvalnost.

Bila nam je želja, da materijal, namijenjen istraživanju, bude pravilno porazdijeljen među pojedine vrsti drveta. Ta pravilnost raspodjele nije se mogla posvema doseći. Ipak prosječno

Pregled 2

Vrst drveta	Čvrstoća cijepanja				Čvrstoća pritička	Vlaga	Ukupno
	Rad.	Tang.	Dijag.	Ukupno			
Smreka	41	41	46	128	55	97	280
Jela	42	38	45	125	48	—	173
Kesten pitomi	30	—	—	30	—	54	84
Bor obični	34	36	34	104	52	—	156
Bor crni	39	36	39	114	52	—	166
Grab	32	—	—	32	—	54	86
Hrast lužnjak	54	44	—	98	44	24	166
Hrast sladun	3	3	—	6	—	—	6
Brijest obični	49	41	—	90	49	—	139
Hrast kitnjak	55	47	—	102	49	—	151
Bukva	58	55	—	113	50	24	187
Jasen obični	57	47	—	104	55	—	159
Sveukupno *)	494	388	164	1046	454	253	1753

*) Razlika između broja izrađenih (1235) proba (vidi str. 25) i broja upotrijebljenih (1046 + 253 = 1299) proba (vidi str. 54) nastala je zbog toga, što su probe hrastovine lužnjaka (24 probe) i bukovine (24 probe) uzete iz starijih istraživanja, navedenih pod 1) 2). Osim toga kod istraživanja upliva vlage probe u prosušenom stanju za kestenovinu (8 proba) i grabovinu (8 proba) iskorišćene su još jednoč i kod istraživanja čvrstoće cijepanja.

na svaku pojedinu vrst drveta, istraženu na čvrstoću cijepanja, otpada oko 100 proba.

Iz pregleda 2 vidi se broj istraženih proba.

Probe, na kojima je ispitivana radijalna (r), tangencijalna (t) i dijagonalna (d) čvrstoća cijepanja, ispiljene su i formirane svagda iz istoga komada (segmenta trupčica, cjepanice ili četvrtiće) a u smjeru njegove dužine. Na taj su način svedene na mogući minimum razlike u građi, u specifičnoj težini i u sadržini vlage drveta, te podaci dobijeni za različne ravnine cijepanja učinjeni komparabilnima.

Svaka je proba procijepljena mašinom, koju smo prikazali u našoj radnji pod 1) i 2). Iz jedne od dvije dobijene cjepeke izrađena je prizma za utvrđivanje stepena vlage. Iz druge izrađena je prizma dimenzija $2 \times 2 \times 6$ cm, koja je upotrijebljena za ispitivanje čvrstoće pritiska. Činjenica, da je naša proba za cijepanje po svojoj formi i dimenzijama takova, da se svaka od njenih cjepeki može upotrijebiti za daljnja istraživanja, potvrđuje prednost naše forme probe pred ostalima, o čemu je već bilo riječi na drugome mjestu.

Predmetom pojedinačnih istraživanja bilo je: utvrđivanje dimenzija probe, specifične težine, stepena vlage, širine goda, visine luka središnjega goda, procenta otpadaka, čvrstoće cijepanja i čvrstoće pritiska. Rezultate tih istraživanja donosimo u tri skupine:

- A) Pojedinačna istraživanja, koja sadržavaju najvažnije podatke za svaku pojedinu probu i za svaku vrst drveta napose. (Vidi tabele 1—16).*)
- B) Grupiranje pojedinačnih rezultata u razrede i izračunavanje srednjaka tih razreda za svaku vrst drveta napose. (Vidi tabele 17 do 28). Ti su srednjaci upotrijebljeni za grafičko prikazivanje rezultata. (Vidi grafikone 1 do 11).
- C) Izračunavanje srednjaka za pojedine vrsti drveta. (Vidi tabelu 29 i grafikone 12 do 18).

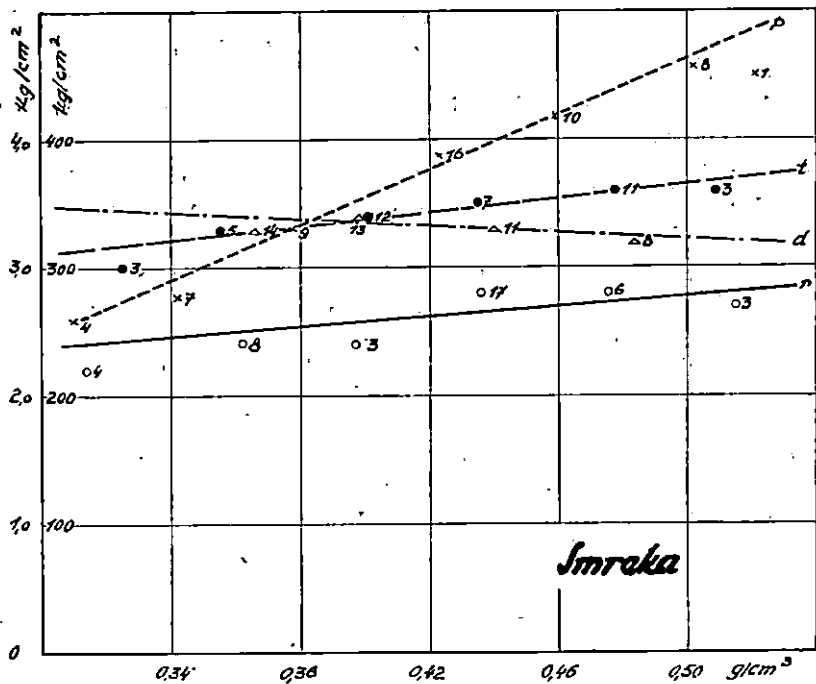
Na osnovu izvršenih istraživanja, dobijenoga bročnanoga materijala i izrađenih grafikona izvučeni su zaključci, koje donosimo u narednim poglavljima.

* Iz razloga štednje ove tabele nijesu ušle u tisak. Eventualnim interesentima stoje one na uvid u zavodu za uporabu šuma pod br. 1/1942.

Tabela 17

Smreka — Čvrstoća cijepanja

Razredi spec. težine	Broj proba	Spec. težina	Čvrstoća cijepanja (rad.)	Broj proba	Spec. težina	Čvrstoća cijepanja (tang.)	Broj proba	Spec. težina	Čvrstoća cijepanja (dijag.)
		g/cm ³	kg/cm ²		g/cm ³	kg/cm ²		g/cm ³	kg/cm ²
0,301 . . . 0,340	4	0,314	2,2	3	0,325	3,0	—	—	—
0,341 . . . 0,380	8	0,362	2,4	5	0,355	3,3	14	0,366	3,3
0,381 . . . 0,420	3	0,397	2,4	12	0,401	3,4	18	0,400	3,4
0,421 . . . 0,460	17	0,436	2,8	7	0,435	3,5	11	0,440	3,3
0,461 . . . 0,500	6	0,475	2,8	11	0,478	3,6	8	0,484	3,2
0,501 . . . 0,540	3	0,515	2,7	3	0,509	3,6	—	—	—

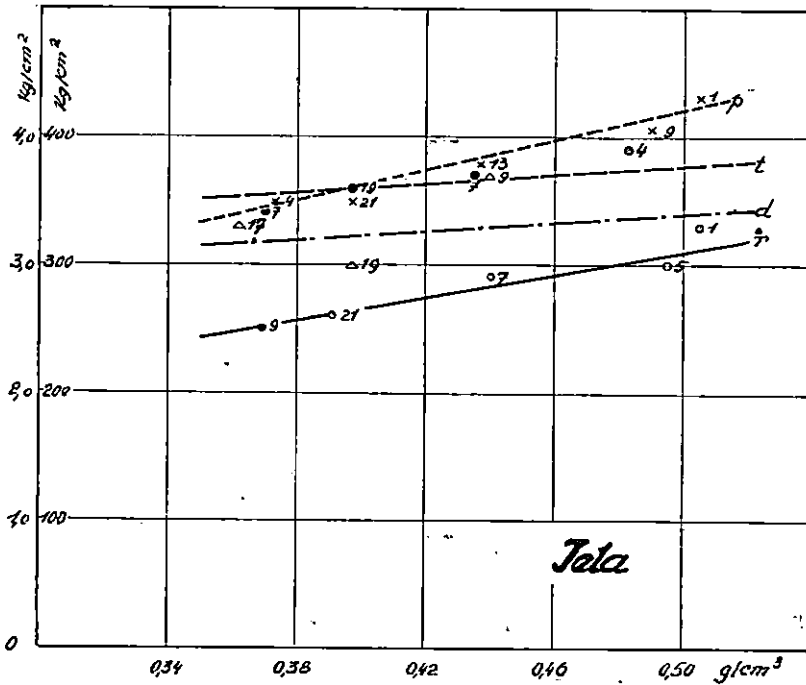


Sl. 1. Smreka (*Picea excelsa* LK). Zavisnost radialne (r), tagencijalne (t), dijagonalne (d) čvrstoće cijepanja i čvrstoće pritiska (p) o specifičnoj težini.

Tabela 18

Jela — Čvrstoća cijepanja

Razredi- spec. težine	Broj proba	Spec. težina		Čvrstoća cijepanja (rad.)		Broj proba	Spec. težina		Čvrstoća cijepanja (tang.)	
		g/cm ³	kg/cm ³	g/cm ³	kg/cm ²		g/cm ³	kg/cm ²	g/cm ³	kg/cm ²
0,341 . . . 0,380	9	0,369	2,5	7	0,370	3,4	17	0,362	3,8	
0,381 . . . 0,420	21	0,391	2,6	19	0,397	3,6	19	0,397	3,0	
0,421 . . . 0,460	7	0,440	2,9	7	0,485	3,7	9	0,440	3,7	
0,461 . . . 0,500	5	0,495	3,0	4	0,483	3,9	—	—	—	
0,501 . . . 0,540	—	—	—	1	0,505	3,8	—	—	—	



Sl. 2. Jela (*Abies pectinata* D. C.) Zavisnost radialne (r), tangencijalne (t), dijagonalne (d) čvrstoće cijepanja i čvrstoće pritiska (p) o specifičnoj težini.

Tabela 19²

Kesten — Čvrstoća cijepanja

Razredi spec. težine	Broj proba	Spec. težina	Čvrstoća cijepanja (rad.)
		g/cm ³	kg/cm ²
0,421 . . . 0,440	4	0,426	2,9
0,441 . . . 0,460	4	0,448	3,1
0,461 . . . 0,480	4	0,473	3,0
0,481 . . . 0,500	7	0,491	3,6
0,501 . . . 0,520	3	0,507	3,2
0,521 . . . 0,540	5	0,530	3,7
0,541 . . . 0,560	1	0,555	3,7
0,561 . . . 0,580	2	0,570	3,8

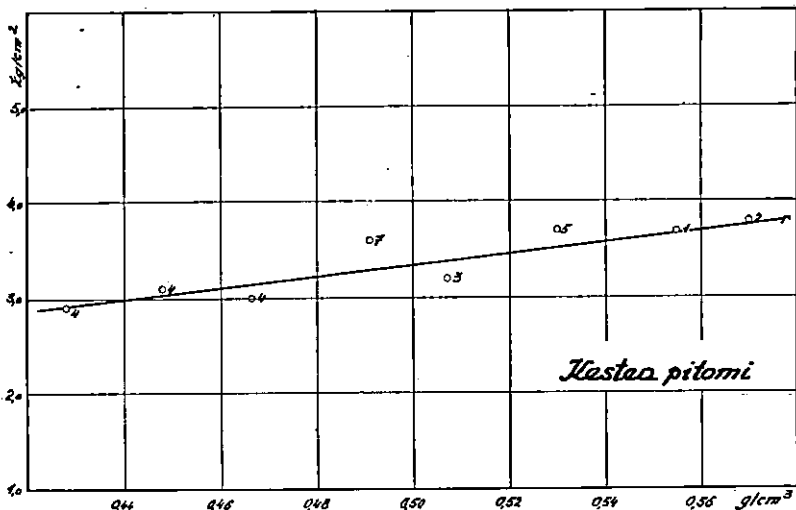
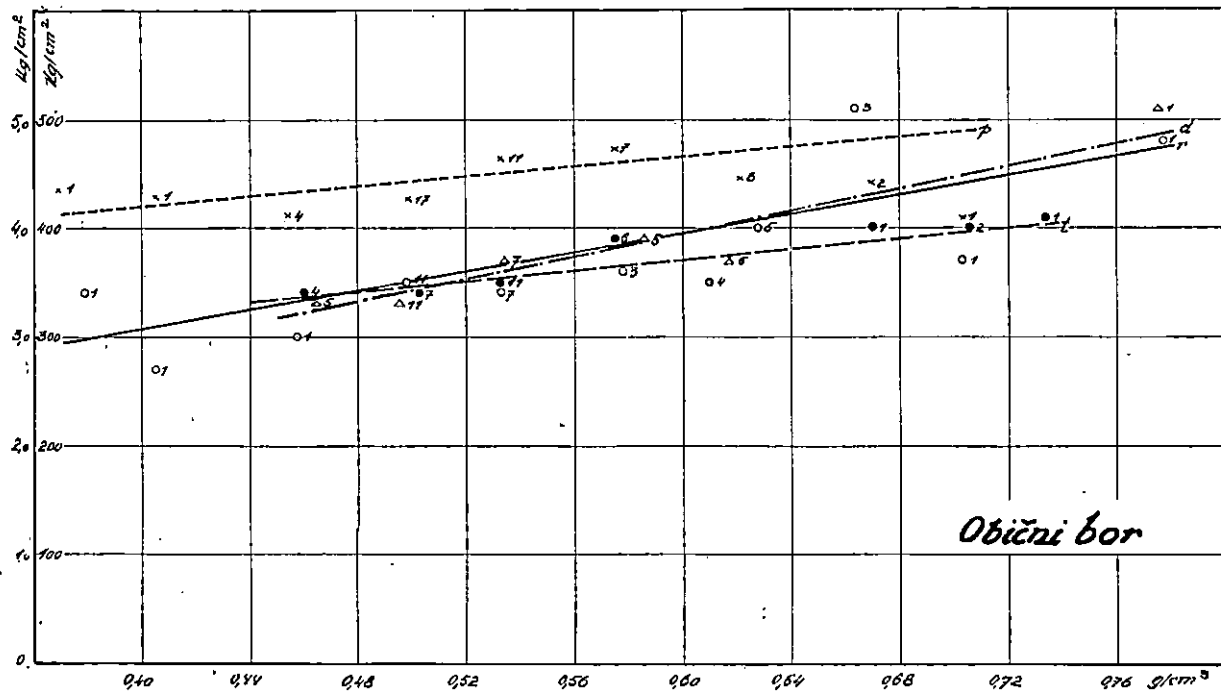
Sl. 3. Kesten pitomi (*Castanea vesca* Gaert.). Zavisnost radijalne (r) čvrstoće cijepanja o specifičnoj težini.

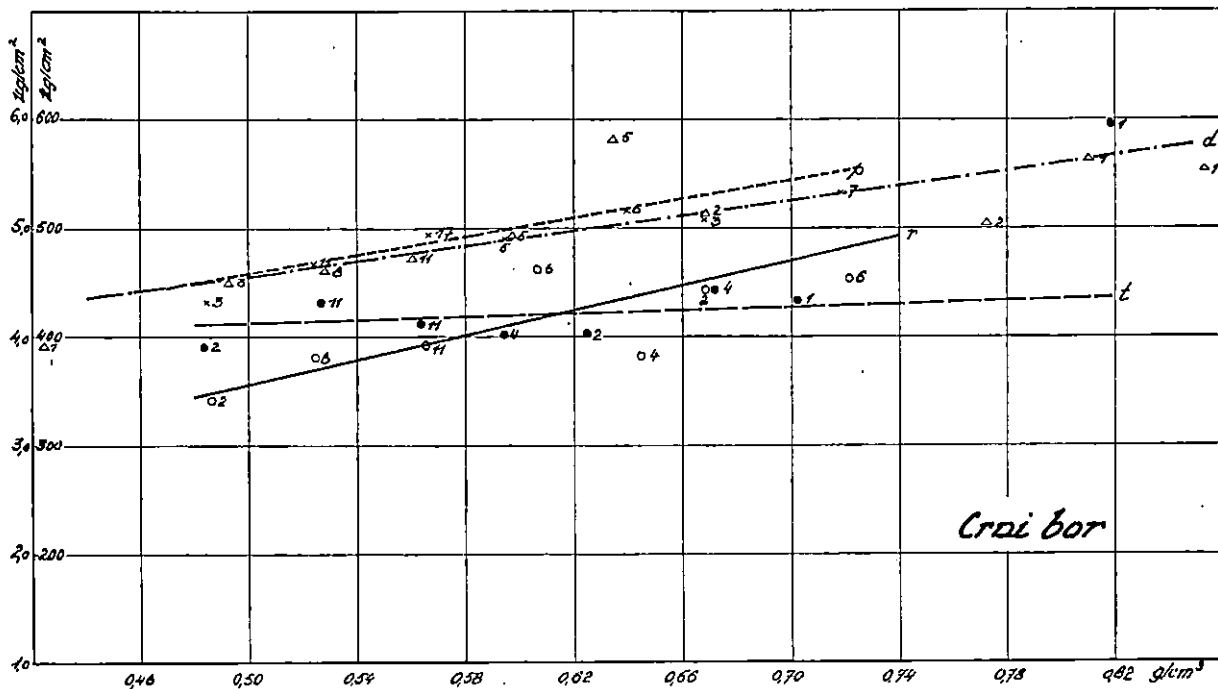
Tabela 20

Čvrstoća cijepanja

Razredi spec. težine	Broj proba	Spec. težina	Čvrstoća cijepanja (rad.)	Broj proba	Spec. težina	Čvrstoća cijepanja (tang.)	Broj proba	Spec. težina	Čvrstoća cijepanja (dijag.)
		g/cm ³	kg/cm ²		g/cm ³	kg/cm ²		g/cm ³	kg/cm ²
<i>a) Bor obični</i>									
0,361 . . . 0,400	1	0,369	3,4	—	—	—	—	—	—
0,401 . . . 0,440	1	0,405	2,7	—	—	—	—	—	—
0,441 . . . 0,480	1	0,467	3,0	4	0,460	3,4	5	0,465	3,3
0,481 . . . 0,520	11	0,498	3,5	7	0,503	3,4	11	0,495	3,3
0,521 . . . 0,560	7	0,533	3,4	11	0,533	3,5	7	0,534	3,7
0,561 . . . 0,600	3	0,578	3,6	6	0,575	3,9	5	0,586	3,9
0,601 . . . 0,640	5	0,628	4,0	4	0,610	3,5	5	0,617	3,7
0,641 . . . 0,680	3	0,664	5,1	1	0,670	4,0	—	—	—
0,681 . . . 0,720	1	0,703	3,7	2	0,706	4,0	—	—	—
0,721 . . . 0,760	—	—	—	1	0,734	4,1	—	—	—
0,761 . . . 0,800	1	0,777	4,8	—	—	—	1	0,775	5,1
<i>b) Bor crni</i>									
0,421 . . . 0,460	—	—	—	—	—	—	1	0,424	3,9
0,461 . . . 0,500	2	0,486	3,4	2	0,483	3,9	3	0,493	4,5
0,501 . . . 0,540	8	0,524	3,8	11	0,526	4,3	8	0,528	4,6
0,541 . . . 0,580	11	0,565	3,9	11	0,563	4,1	11	0,560	4,7
0,581 . . . 0,620	6	0,606	4,6	4	0,594	4,0	5	0,597	4,9
0,621 . . . 0,660	4	0,644	3,8	2	0,624	4,0	5	0,634	5,8
0,661 . . . 0,700	2	0,668	4,4	4	0,672	4,4	2	0,668	5,1
0,701 . . . 0,740	6	0,721	4,5	1	0,702	4,3	2	0,772	5,0
0,741 . . . 0,780	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0,781 . . . 0,820	—	—	—	1	0,818	5,9	1	0,810	5,6
0,821 . . . 0,860	—	—	—	—	—	—	1	0,853	5,5



Sl. 4. Bor obični (*Pinus silvestris* L.). Zavisnost radialne (r), tangencijalne (t), dijagonalne (d) čvrstoće cijepanja i čvrstoće pritiska (p) o specifičnoj težini.

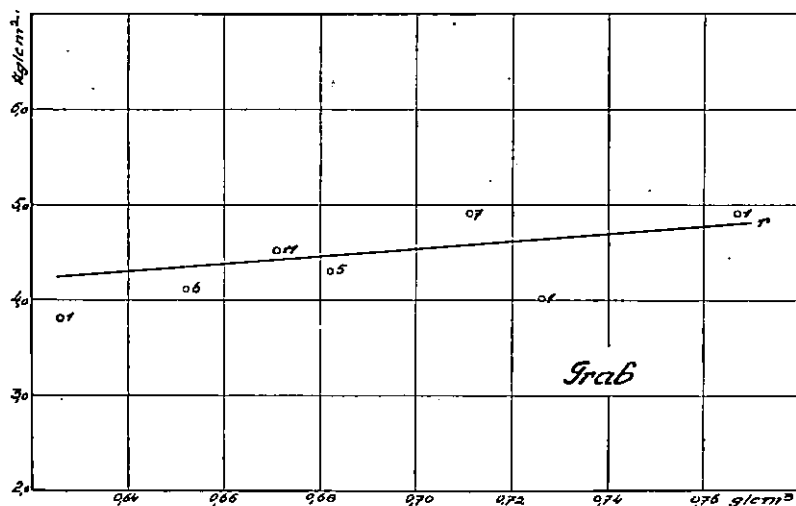


Sl. 5. Bor crni (*Pinus nigra* Arn.). Zavisnost radijalne (r), tangencijalne (t), dijagonalne (d) čvrstoće cijepanja i čvrstoće pritiska (p), o specifičnoj težini.

Tabela 21

Grab — Čvrstoća cijepanja

Razredi spec. težine	Broj proba	Spec. težina	Čvrstoća cijepanja (rad.)
g/cm ³		g/cm ³	kg/cm ²
0,621 . . . 0,640	1	0,626	3,8
0,641 . . . 0,660	6	0,652	4,1
0,661 . . . 0,680	11	0,671	4,5
0,681 . . . 0,700	5	0,684	4,8
0,701 . . . 0,720	7	0,711	4,9
0,721 . . . 0,740	1	0,726	4,0
0,741 . . . 0,760	—	—	—
0,761 . . . 0,780	1	0,767	4,9

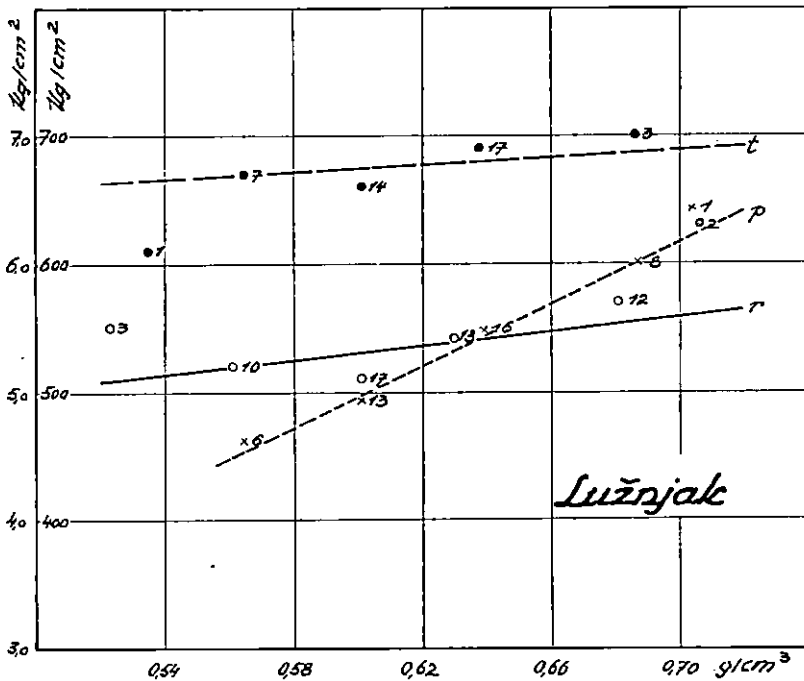


Sl. 6. Grab obični (*Carpinus betulus* L.). Zavisnost radialne (r) čvrstoće cijepanja o specifičnoj težini.

Tabela 22

Lužnjak — Čvrstoća cijepanja

Razredi spec. težine	Broj proba	Spec. težina	Čvrstoća cijepanja (rad.)	Broj proba	Spec. težina	Čvrstoća cijepanja (tang.)
g/cm^3		g/cm^3	kg/cm^2		g/cm^3	kg/cm^2
0,501 ... 0,540	2	0,523	5,5	1	0,535	6,1
0,541 ... 0,580	10	0,561	5,2	7	0,565	6,7
0,581 ... 0,620	17	0,601	5,1	14	0,601	6,6
0,621 ... 0,660	13	0,630	5,4	17	0,638	6,9
0,661 ... 0,700	12	0,681	5,7	3	0,686	7,0
0,701 ... 0,740	—	—	—	2	0,706	6,3

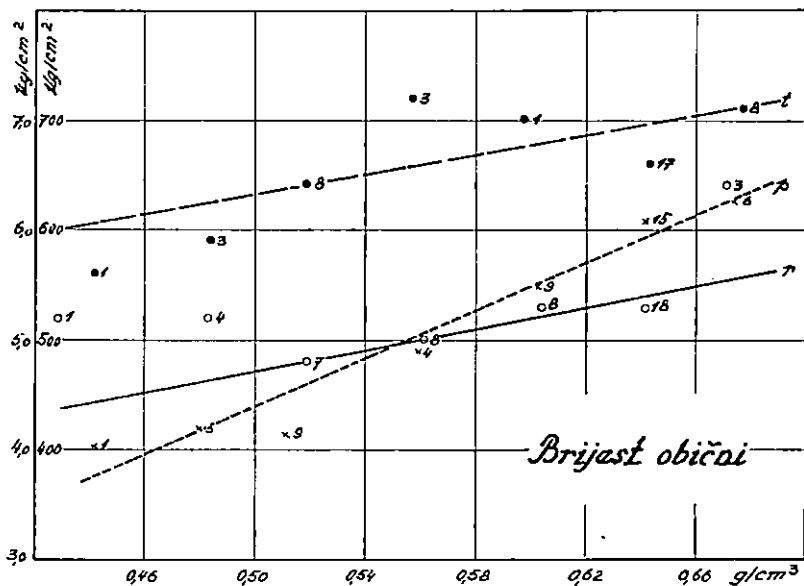


Sl. 7. Hrast lužnjak (*Quercus pedunculata* Ehrh.). Zavisnost radijalne (r), tangencijalne (t) čvrstoće cijepanja i čvrstoće pritiska (p) o specifičnoj težini.

Tabela 23

Brijest — Čvrstoća cijepanja

Razredi spec. težine	Broj proba	Spec. težina	Čvrstoća cijepanja (rad.)	Broj proba	Spec. težina	Čvrstoća cijepanja (tang.)
		g/cm ³	kg/cm ²		g/cm ³	kg/cm ²
0,421 . . . 0,460	1	0,429	5,2	1	0,442	5,6
0,461 . . . 0,500	4	0,483	5,2	3	0,484	5,9
0,501 . . . 0,540	7	0,519	4,8	8	0,518	6,4
0,541 . . . 0,580	8	0,562	5,0	3	0,557	7,2
0,581 . . . 0,620	8	0,604	5,3	1	0,597	7,0
0,621 . . . 0,660	18	0,642	5,3	17	0,641	6,6
0,661 . . . 0,700	3	0,671	6,4	8	0,677	7,1

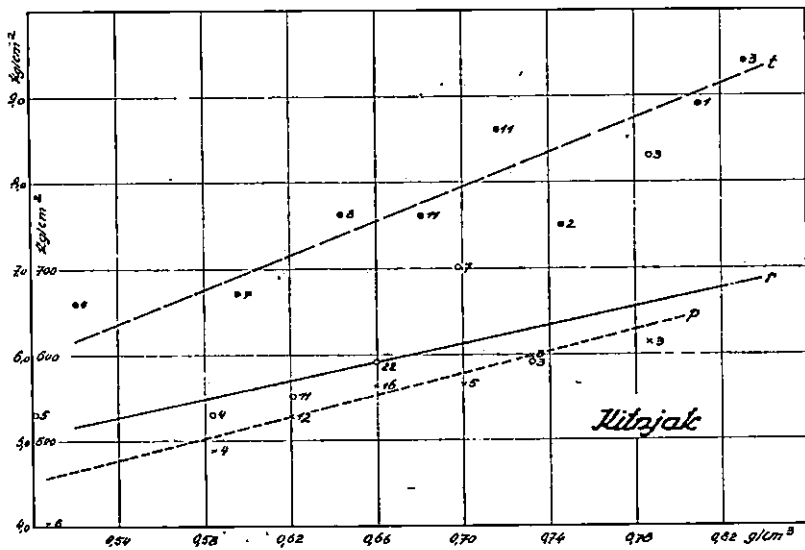


Sl. 8. Brijest obični (*Ulmus campestris* Smith). Zavisnost radialne (r), tangencijalne (t) čvrstoće cijepanja i čvrstoće pritiska (p) o specifičnoj težini.

Tabela 24

Kitnjak — Čvrstoća cijepanja

Razredi spec. težina	Broj proba	Čvrstoća cijepanja (rad.)		Razredi spec. težina	Broj proba	Čvrstoća cijepanja (tang.)	
		Spec. težina g/cm ³	kg/cm ²			Spec. težina g/cm ³	kg/cm ²
0,481 ... 0,520	5	0,502	5,3	0,501 ... 0,540	4	0,521	6,6
0,521 ... 0,560	—	—	—	0,541 ... 0,580	—	—	—
0,561 ... 0,600	4	0,584	5,3	0,581 ... 0,620	7	0,596	6,7
0,601 ... 0,640	11	0,621	5,5	0,621 ... 0,660	8	0,644	7,6
0,641 ... 0,680	22	0,660	5,9	0,661 ... 0,700	11	0,681	7,6
0,681 ... 0,720	7	0,698	7,0	0,701 ... 0,740	11	0,716	8,6
0,721 ... 0,760	3	0,732	5,9	0,741 ... 0,780	2	0,746	7,5
0,761 ... 0,800	3	0,787	8,3	0,781 ... 0,820	1	0,810	8,9
				0,821 ... 0,860	3	0,831	9,4

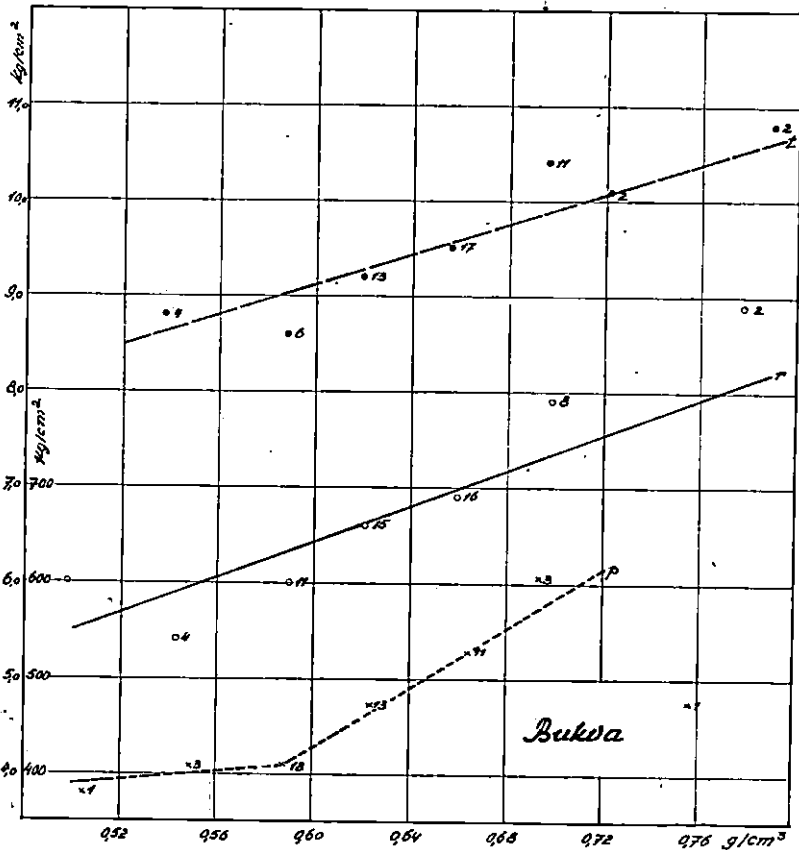


Sl. 9. Hrat kitnjak (*Quercus sessiliflora* Sm.). Zavisnost radialne (r), tangencijalne (t) čvrstoće cijepanja i čvrstoće pritiska (p) o specifičnoj težini.

Tabela 25

Bukva — Čvrstoća cijepanja

Razredi spec. težine	Broj proba	Spec. težina	Čvrstoća cijepanja (rad.)	Broj proba	Spec. težina	Čvrstoća cijepanja (tang.)
		g/cm ³	kg/cm ²		g/cm ³	kg/cm ²
0,481 ... 0,520	2	0,498	6,0	—	—	—
0,521 ... 0,560	4	0,543	5,4	4	0,587	8,8
0,561 ... 0,600	11	0,590	6,0	6	0,588	8,6
0,601 ... 0,640	15	0,621	6,6	18	0,619	9,2
0,641 ... 0,680	16	0,659	6,9	17	0,656	9,5
0,681 ... 0,720	8	0,698	7,4	11	0,696	10,4
0,721 ... 0,760	—	—	—	2	0,722	10,1
0,761 ... 0,800	2	0,778	8,9	2	0,790	10,8

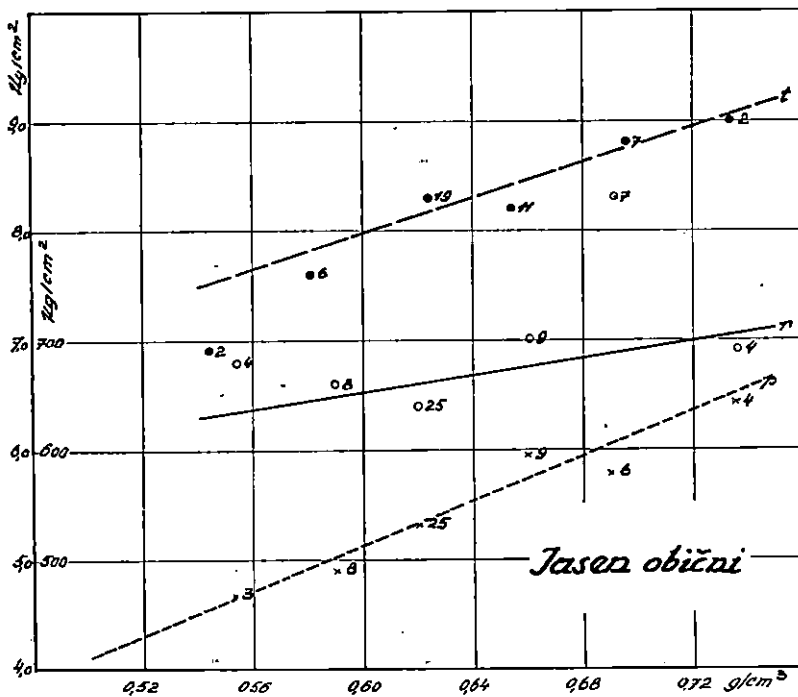


Sl. 10. Bukva (*Fagus silvatica* L.). Zavisnost radialne (r), tangencijalne (t) čvrstoće cijepanja i čvrstoće pritiska (p) o specifičnoj težini.

Tabela 26 :

Jasen — Čvrstoća cijepanja

Razredi spec. težine	Broj proba	Spec. težina	Čvrstoća cijepanja (rad.)	Broj proba	Spec. težina	Čvrstoća cijepanja (tang.)
g/cm^3		g/cm^3	kg/cm^2		g/cm^3	kg/cm^3
0,481 ... 0,520	—	—	—	—	—	—
0,521 ... 0,560	4	0,554	6,8	2	0,544	6,9
0,561 ... 0,600	8	0,590	6,6	6	0,581	7,6
0,601 ... 0,640	25	0,620	6,4	19	0,624	8,3
0,641 ... 0,680	9	0,661	7,0	11	0,654	8,2
0,681 ... 0,720	7	0,691	8,8	7	0,696	8,8
0,721 ... 0,760	4	0,736	6,9	2	0,734	9,0



Sl. 11. Jasen obični (*Fraxinus excelsior* L.). Zavisnost radijalne (r), tangencijalne (t) čvrstoće cijepanja i čvrstoće pritiska (p) o specifičnoj težini.

Tabela 27

Čvrstoća pritiska

Razredi spec. težine	Broj proba	Spec. težina	Čvrstoća pritiska
g/cm ³		g/cm ³	kg/cm ²
<i>a) Smreka</i>			
0,281 . . . 0,320	4	0,310	258
0,321 . . . 0,360	7	0,342	276
0,361 . . . 0,400	9	0,378	331
0,401 . . . 0,440	16	0,423	387
0,441 . . . 0,480	10	0,459	419
0,481 . . . 0,520	8	0,502	456
0,521 . . . 0,560	1	0,521	450
<i>b) Jela</i>			
0,341 . . . 0,380	4	0,373	349
0,381 . . . 0,420	21	0,397	349
0,421 . . . 0,460	13	0,437	379
0,461 . . . 0,500	9	0,490	405
0,501 . . . 0,540	1	0,505	432
<i>c) Obični bor</i>			
0,361 . . . 0,400	1	0,369	435
0,401 . . . 0,440	1	0,405	428
0,441 . . . 0,480	4	0,454	412
0,481 . . . 0,520	17	0,499	427
0,521 . . . 0,560	11	0,533	464
0,561 . . . 0,600	7	0,575	473
0,601 . . . 0,640	8	0,621	446
0,641 . . . 0,680	2	0,670	442
0,681 . . . 0,720	1	0,703	410
<i>d) Crni bor</i>			
0,461 . . . 0,500	3	0,484	431
0,501 . . . 0,540	11	0,526	466
0,541 . . . 0,580	17	0,566	492
0,581 . . . 0,620	5	0,596	489
0,621 . . . 0,660	6	0,639	514
0,661 . . . 0,700	3	0,668	507
0,701 . . . 0,740	7	0,718	580
0,741 . . . 0,780	—	—	—

Tabela 27 (nastavak)

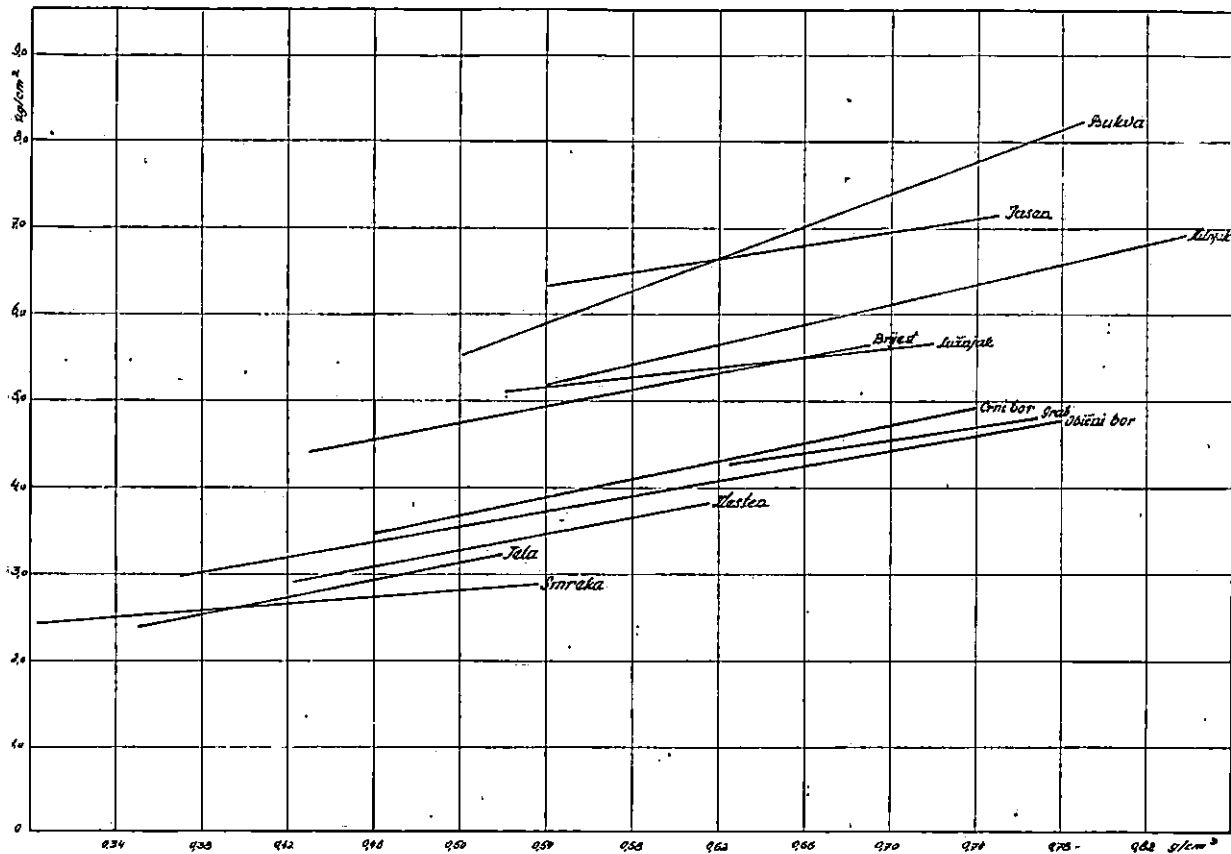
Čvrstoća pritiska

Razredi spec. težine	Broj proba	Spec. težina	Čvrstoća pritiska
g/cm ³		g/cm ³	kg/cm ²
<i>e) Lužnjak</i>			
0,501 . . . 0,540	—	—	—
0,541 . . . 0,580	6	0,565	463
0,581 . . . 0,620	13	0,601	494
0,621 . . . 0,660	16	0,639	548
0,661 . . . 0,700	8	0,687	600
0,701 . . . 0,740	1	0,704	642
<i>f) Brijest</i>			
0,421 . . . 0,460	1	0,442	403
0,461 . . . 0,500	5	0,480	417
0,501 . . . 0,540	9	0,511	413
0,541 . . . 0,580	4	0,560	489
0,581 . . . 0,620	9	0,603	549
0,621 . . . 0,660	15	0,642	608
0,661 . . . 0,700	6	0,674	626
<i>g) Kitnjak</i>			
0,481 . . . 0,520	6	0,505	400
0,521 . . . 0,560	—	—	—
0,561 . . . 0,600	4	0,584	488
0,601 . . . 0,640	12	0,620	527
0,641 . . . 0,680	16	0,660	562
0,681 . . . 0,720	5	0,700	564
0,721 . . . 0,760	3	0,732	596
0,761 . . . 0,800	3	0,787	613
0,801 . . . 0,840	—	—	—
<i>h) Bukva</i>			
0,481 . . . 0,520	1	0,505	380
0,521 . . . 0,560	3	0,549	406
0,561 . . . 0,600	13	0,587	408
0,601 . . . 0,640	13	0,622	472
0,641 . . . 0,680	11	0,664	526
0,681 . . . 0,720	3	0,693	604
0,721 . . . 0,760	1	0,756	475
<i>i) Jasen</i>			
0,521 . . . 0,560	3	0,553	468
0,561 . . . 0,600	8	0,590	488
0,601 . . . 0,640	25	0,620	532
0,641 . . . 0,680	9	0,660	597
0,681 . . . 0,720	6	0,690	576
0,721 . . . 0,760	4	0,735	642

Tabela 28

Čvrstoća cijepanja i vlaga drveta

V l a g a	Broj proba	Čvrstoća cijepanja rad.
%		kg/cm ²
<i>a) Bukva</i>		
72 . . . 117 . . . 156	12	4,7
11,8 . . . 12,5 . . . 13,1	6	5,5
0	6	4,5
<i>b) Hrast</i>		
49 . . . 56 . . . 70	12	4,7
10,9 . . . 12,5 . . . 15,2	6	5,2
0	6	4,4
<i>c) Grab</i>		
50,5 . . . 56,1 . . . 64,5	16	4,1
38,8 . . . 41,7 . . . 44,7	12	4,2
9,6 . . . 10,3 . . . 11,1	14	4,6
0	12	5,6
<i>d) Kesten</i>		
89,3 . . . 106,1 . . . 120,5	15	8,6
15,2 . . . 16,5 . . . 18,1	15	4,8
11,6 . . . 12,9 . . . 14,1	12	8,0
0	12	2,4
<i>e) Smreka</i>		
28,2 . . . 76,2 . . . 136,7	12	2,5
26,4 . . . 40,0 . . . 83,1	18	2,1
15,2 . . . 16,4 . . . 17,4	24	3,2
9,6 . . . 11,3 . . . 12,2	24	2,2
0	24	2,6



Sl. 12. Zavisnost radialne (r) čvrstoće cijepanja o specifičnoj težini za sve istražene vrste drveta, prikazan kutovima uspona.

Tabela 29

Pregled

Redni broj	Vrsta drveta	Ravnina cijepanja	Broj proba	Vlaga %	Specifična težina	
					apsolutno suho	prosušeno
					g/cm ³	
1	Smreka (<i>Picea excelsa</i> Lk)	r	41	15,8	0,301...0,421...0,521	0,333...0,483...0,539
		t	41	16,1	0,307...0,425...0,514	0,334...0,452...0,541
		d	46	16,5	0,349...0,414...0,500	0,375...0,440...0,532
2	Jela (<i>Abies pectinata</i> D. C.)	r	42	17,8	0,362...0,407...0,499	0,388...0,487...0,538
		t	38	17,6	0,356...0,411...0,505	0,391...0,441...0,535
		d	45	18,5	0,347...0,395...0,460	0,375...0,429...0,496
3	Kesten pitomi (<i>Castanea vesca</i> Gaert.)	r	30	12,3	0,426...0,486...0,576	0,456...0,521...0,621
4	Bor obični (<i>Pinus silvestris</i> L.)	r	34	15,9	0,369...0,552...0,777	0,406...0,596...0,827
		t	36	14,8	0,446...0,554...0,734	0,479...0,591...0,795
		d	34	14,7	0,456...0,538...0,775	0,488...0,567...0,805
5	Bor crni (<i>Pinus nigra Arn.</i>)	r	39	15,8	0,475...0,596...0,738	0,523...0,645...0,809
		t	36	16,0	0,480...0,577...0,818	0,525...0,624...0,843
		d	39	14,8	0,424...0,587...0,853	0,463...0,634...0,939
6	Grab (<i>Carpinus betulus</i> L.)	r	32	10,6	0,626...0,682...0,767	0,665...0,707...0,784
7	Lužnjak (<i>Quercus pedunculata Ehrh.</i>)	r	54	12,9	0,521...0,616...0,699	0,567...0,632...0,755
		t	44	12,9	0,535...0,618...0,708	0,573...0,650...0,733
8	Brijest obični (<i>Ulmus campestris Smith.</i>)	r	49	12,4	0,465...0,589...0,685	0,461...0, 17...0,716
		t	41	12,4	0,442...0,600...0,692	0,469...0,626...0,718
9	Kitnjak (<i>Quercus sessiliflora Sm.</i>)	r	55	15,8	0,492...0,649...0,798	0,517...0,691...0,846
		t	47	15,3	0,518...0,670...0,841	0,547...0,710...0,885
10	Bukva (<i>Fagus silvatica</i> L.)	r	58	11,6	0,490...0,618...0,781	0,513...0,659...0,808
		t	55	11,6	0,522...0,647...0,793	0,522...0,673...0,812
11	Jasen obični (<i>Fraxinus excelsior</i> L.)	r	57	13,9	0,416...0,628...0,741	0,450...0,653...0,774
		t	47	14,2	0,537...0,630...0,740	0,570...0,676...0,791

srednjaka

Čvrstoća cijepanja	Otpadak	Broj proba	Čvrstoća pritiska	Kvalitetni broj (Kola pritiska)	Ravnina cijepanja	Kvalitetni broj (Kola cijepanja)	Čvrst. cijepanja čvrst. pritiska $\times 100$	Redni broj
kg/cm ²	%		kg/cm ²					
1,9...2,51...3,6	8,67	55	248...388...500	8,8	r	5,8	0,65	1
2,7...3,44...4,4	6,64				t	7,7	0,89	
2,2...3,30...4,3	9,61				d	—	—	
2,0...2,70...4,2	11,27	48	275...415...475	9,6	r	6,3	0,65	2
2,9...3,60...4,6	5,29				t	8,3	0,87	
2,2...3,17...4,2	7,98				d	—	—	
2,5...3,3...4,8	5,60	—	— — —	—	r	6,4	—	3
2,7...3,72...5,4	12,93	52	370...445...520	7,5	r	6,3	0,84	4
2,9...3,57...4,4	5,96				t	6,0	0,78	
2,6...3,58...5,1	9,78				d	—	—	
3,2...4,05...5,5	13,14	53	375...511...595	8,1	r	6,3	0,79	5
3,3...4,21...5,9	7,31				t	6,8	0,82	
3,9...4,80...5,6	9,90				d	—	—	
3,1...4,45...5,6	6,16	—	— — —	—	r	6,4	—	6
3,4...5,30...7,5	9,47	44	425...496...663	7,5	r	8,0	1,07	7
5,4...4,15...8,5	8,23				t	6,3	0,69	
4,3...5,35...7,4	9,19	49	300...487...668	7,7	r	8,5	1,10	8
5,2...6,81...9,0	4,99				t	10,7	1,40	
3,5...5,99...9,7	7,18	49	380...540...643	7,7	r	8,7	1,11	9
5,0...7,75...10,8	6,92				t	10,9	1,43	
4,7...6,65...10,5	6,27	50	380...483...740	7,1	r	9,9	1,98	10
6,7...9,57...12,2	7,90				t	13,9	1,98	
5,0...6,77...9,2	5,15	55	415...523...685	7,8	r	10,3	1,29	11
5,7...8,23...10,0	4,90				t	12,1	1,57	

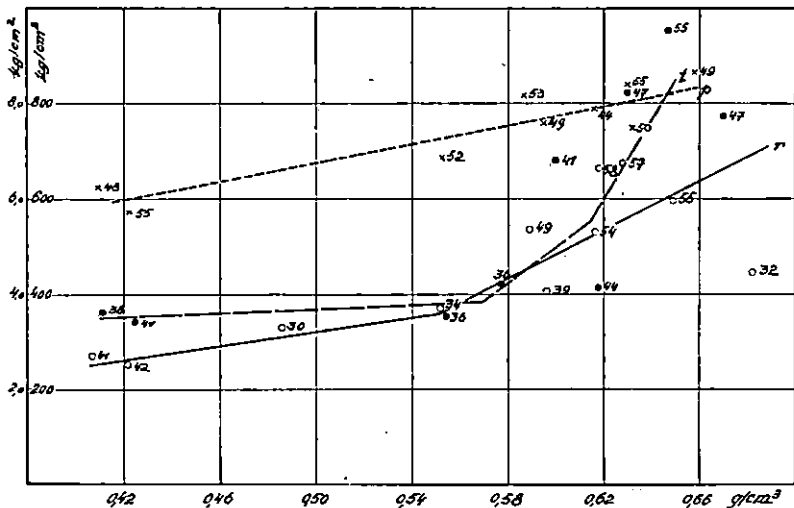
Specifična težina i čvrstoća cijepanja. Kako se iz grafičkih prikaza 1 do 11 razbire, za svaku vrst drveta uvećava se čvrstoća cijepanja sa specifičnom težinom. Ali veličina toga uvećavanja, dakle grafički rečeno strmost linije uspona, nije jednaka za sve vrste. Da učinimo komparabilnima ove razlike, donosimo ovdje pregled kuteva uspona, koji predstavljaju karakteristiku za pojedinu vrst drveta. Ovi se kutevi odnose samo na radijalnu čvrstoću cijepanja. Njihova je veličina utvrđena trigonometrijskim načinom (Sl. 12.).

Grab	4°30'	Jasen	8°40'	Hrast kit.	12°—
Smreka	4°50'	Bor obični	10°10'	Bor crni	12°30'
Kesten pit.	7°10'	Brijest	10°30'	Bukva	19°50'
Hrast lužnjak	7°50'	Jela	11°20'		

Padaju u oči razlike u veličini kuta uspona između vrsti, koje su među se srodne bilo tehnološki bilo botanički. To su: jela i smreka, hrast lužnjak i hrast kitnjak, grab i bukva.

Samo smreka i crni bor pokazuju odstupanje od ove osnovne karakteristike. Čvrstoća cijepanja u smreke sa dijagonalnom teksturom (Sl. 1) pokazuje pad umjesto uspona, a tangencijalna čvrstoća cijepanja crnoga bora (Sl. 5) teče skoro horizontalno.

Ako se u naučnoj literaturi iznosi tvrdnja, da se za pojedinu vrst drveta čvrstoća cijepanja uopće ne uvećava sa specifičnom težinom ili da se ona uvećava tek neznatno, onda to potječe



Sl. 13. Zavisnost radijalne (r) i tangencijalne (t) čvrstoće cijepanja te čvrstoće pritiska (p) o specifičnoj težini za sve istražene vrste drveta.

odatle, što se istraživač ili ograničio samo na vrsti drveta sa malenim kutom uspona (smreka) ili nije poveo računa o razlikama u ravninama cijepanja.

Naročito probe sa dijagonalnom teksturom mogu da naведу istraživača na nepotpune zaključke.

Čvrstoća cijepanja uvećava se sa specifičnom težinom i onda, ako pojedine vrsti drveta uporedimo među se (Sl. 13). To je uvećavanje izrazito za radijalnu i tangencijalnu čvrstoću cijepanja. Step en toga uvećavanja razmjerno je manji za vrsti drveta sa malenom specifičnom težinom (smreka, jela) a veći za vrsti drveta sa većom specifičnom težinom (bukva i jasen).

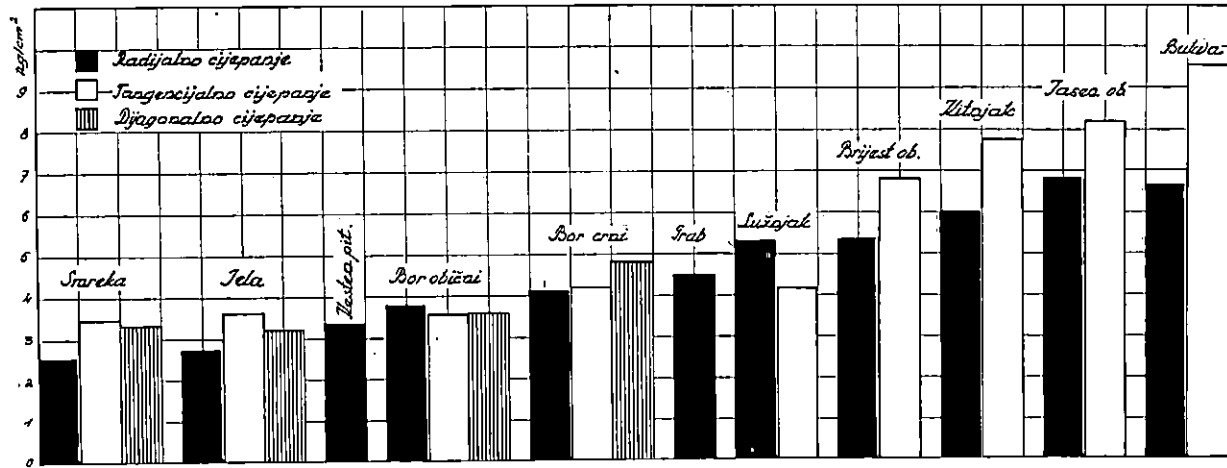
Da se ovo uvećavanje čvrstoće cijepanja sa specifičnom težinom predoči još uočljivije, mi smo iz srednjaka za pojedine vrsti (tabela broj 42) obračunali veličinu toga kuta uspona. Pri tome je uzeto, da je specifična težina predstavljena abscisom a radijalna čvrstoća cijepanja ordinatom. Kako ćemo kasnije pokazati, kvalitetni broj i nije ništa drugo već tangens ovoga kuta uspona.

Dakle, sa uvećavanjem specifične težine drveta ne samo da biva veća čvrstoća cijepanja već i njen kut uspona raste. To će reći biva veći i odnosni kvalitetni broj. Samo grab pokazuje malenu čvrstoću cijepanja i malen kut uspona, iako mu je specifična težina velika.

Evo pregleda specifičnih težina i kuteva uspona za pojedine vrsti drveta.

Smreka	Jela	Kesten pitomi	Bor obični
0,433	0,437	0,521	0,596
30°30'	33°30'	34°10'	33°50'
Brijest obični	Bor crni	Hrast lužnjak	Jasen
0,617	0,645	0,652	0,653
42°20'	34°10'	40°40'	47°10'
Bukva	Hrast kitnjak	Grab	
0,659	0,691	0,707	
47°10'	42°40'	33°10'	

Radijalna čvrstoća cijepanja naprama tangencijalnoj. Za sve vrsti drveta — izuzevši hrast lužnjak i obični bor — tangencijalna čvrstoća cijepanja veća je od radijalne (Sl. 14). Veličina dijagonalne čvrstoće cijepanja za jelu i smreku leži između onih za radijalnu i tangencijalnu. Ako se radijalna čvrstoća cijepanja uzme kao 100, tangencijalna je za slijedeće iznose veća od radijalne: kod crnoga bora 4%, jasena 21,5%, brijesta 27,3%, hrasta kitnjaka, 29,5%, jele 33,2%, smreke 37%, bukve 38%.



Sl. 14. Ljestvica radijalne, tangencijalne i dijagonalne čvrstoće cijepanja za pojedine vrste drveta.

Kod hrasta lužnjaka odnos je obrnut, to jest, tangencijalna čvrstoća cijepanja za 21,8% manja od radijalne. Nije isključeno, da je ovo neobično vladanje tangencijalne čvrstoće cijepanja posljedica vrlo ravnih, dakle na čeonj površini proba gotovo nezakrivljenih godova, i razmjerno velikoga učešća ranoga i mekoga drveta istražene fine slavonske hrastovine, koja potječe od starih stabala. Borovina pokazuje najmanju (4%) razliku između radijalne i tangencijalne čvrstoće cijepanja. Vjerojatno je, da ovu pojavu treba pripisati znatnome sadržaju smole, koji je povećao koheziju i time smanjio razlike u čvrstoći cijepanja.

Kvalitetni broj (Kota čvrstoće cijepanja). Karakterističan po čvrstoću cijepanja jest kvalitetni broj (kota čvrstoće cijepanja) t. j. odnos između veličine te čvrstoće i specifične težine. Pregled kvalitetnih brojeva donešen je u tabeli broj 42, u kojoj su oni obračunati kao srednjaci. Kako se vidi iz rečene tabele, istražene vrsti drveta mogu se na osnovu kvalitetnoga broja podijeliti u tri odnosno četiri grupe. Donijeli smo kvalitetne brojeve za radijalnu i tangencijalnu čvrstoću cijepanja sviju vrsti drveta izuzevši pitomi kesten i grab, za koje imamo podatke samo o radijalnoj čvrstoći cijepanja.

Skupina	Čvrstoća cijepanja		
	Kvalitetni broj	Radijalna	Tangencijalna
I	5—7	smreka, jela, kesten pitomi, bor obični, bor crni, grab	bor obični, hrast lužnjak, bor crni
II	7—9	hrast lužnjak, brijest obični, hrast kitnjak	smreka, jela
III	9—11	bukva, jasen	brijest obični, hrast kitnjak
IV	11 i više	— —	bukva, jasen

Ako među se uporedimo dvije različite vrsti drveta nejednake specifične težine, može se smatrati, da je veća čvrstoća cijepanja ona, za čije cijepanje treba veća snaga. Taj je odnos određen jasnije, ako se upotrijebi kvalitetni broj. U posljednjem slučaju može se reći: od dvije vrsti drveta najednake specifične težine ona je veća čvrstoća cijepanja, čiji je kvalitetni broj veći. Tako na pr. jasenovina, čija je specifična težina 0,655 a kvalitetni broj 10,3, veća je čvrstoća cijepanja u radijalnoj ravnini, od hrastovine (lužnjaka) specifične težine 0,652 a kvalitetnoga broja 8,0.

No ako se među se uporede različne ravnine cijepanja iste vrsti drveta, kvalitetni broj za tangencijalnu ravninu veći je od onoga za radijalnu. To znači, da se iz većega kvalitetnoga broja kod pojedine vrsti drveta može zaključiti i na veću tangencijalnu čvrstoću cijepanja. Obični bor i hrast lužnjak predstavljaju i u ovome pogledu izuzetak, jer je u njih kvalitetni broj za tangencijalnu čvrstoću cijepanja manji od onoga za radijalnu.

Ako se među se uporede kvalitetni brojevi neke vrsti, izlazi, da se kvalitetni broj za tangencijalnu čvrstoću cijepanja toliko povećava, da se odnosna vrst drveta pomiče u slijedeću višu grupu, t. j. grupu sa većim kvalitetnim brojem. Izuzetak od ovoga čini borovina (obična i crna) i hrastovina (lužnjaka).

Za specifičnu lakšu čamovinu kvalitetni broj znatno je manji nego za specifički teško drvo lišćara. Od lišćara spadaju u prvu grupu samo pitoma kestenovina i grabovina. Bukovina i jasenovina predstavljaju vrst drveta najveće čvrstoće cijepanja.

O odnosu kvalitetnoga broja za čvrstoću cijepanja naprama kvalitetnom broju za čvrstoću pritiska bit će još govora.

Čvrstoća cijepanja i cjepljivost. O potrebi razlikovanja pojma čvrstoće cijepanja od pojma cjepljivosti bilo je već govora na drugome mjestu. Ovaj put vraćamo se na te pojmove na osnovu naših novih istraživanja u tome smjeru.

Ako se uporedi čvrstoća cijepanja sa cjepljivošću drveta, ukazuje nam se neobična slika. Iako je potrošak snage, potrebne za cijepanje u radijalnoj ravnini manji od onoga za cijepanje u tangencijalnoj ravnini, prosječna veličina otpadka, koji nastaje kod cijepanja u radijalnoj ravnini, veća je (5,15% ... 8,47% ... 13,14%) od onoga u tangencijalnoj (4,90% ... 6,51% ... 8,23%). Ako se među se uporede pojedine vrsti drveta, može se utvrditi, da je za svaku od njih (izuzevši bukovinu) veličina otpadka kod cijepanja u radijalnoj ravnini veća od onoga u tangencijalnoj.

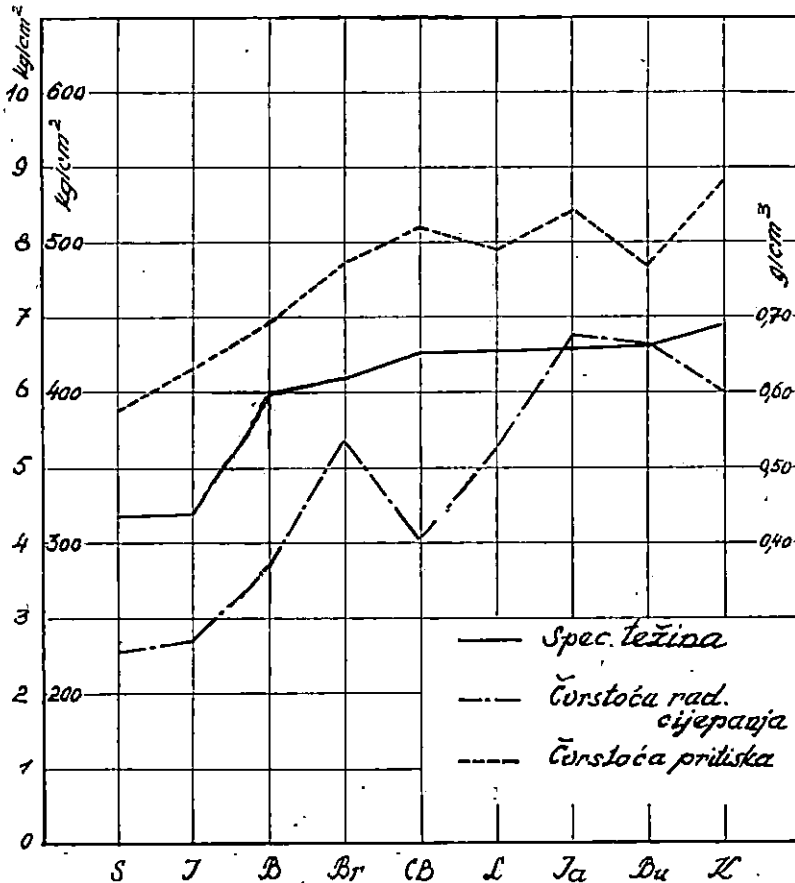
Ovo vladanje najrječitiji je dokaz tome, da treba odvajati pojmove čvrstoće cijepanja i cjepljivosti. Makar to zvučalo sasvim neobično, ipak je ispravno reći: jela je doduše veće čvrstoće cijepanja u tangencijalnom (3,60 kg/cm²) smjeru nego u radijalnom (2,70 kg cm²), jer se u prvome slučaju traži za cijepanje veći potrošak snage, nego u posljednjem. Ali ona je u isti čas u tangencijalnome smjeru cjepljivija nego u radijalnome, jer otpadak u prvome slučaju iznosi samo 5,29% a u posljednjemu 11,27%.

Veličina ovoga otpadka očito je u vezi sa usukanošću žice, koja u radijalnoj ravnini dolazi jače do izražaja nego u tangencijalnoj, uprkos tome što se postojanje usukanosti prostim okom ne može uvijek zapaziti.

Odavle se može nadalje utvrditi još i to, da se iz veličine otpadka ili još tačnije iz veličine otklona ravnine cijepanja od simetrale, može zaključivati na veličinu usukanosti, što je uostalom u literaturi već i poznato.

Ako se pode od odvajanja pojmova čvrstoće cijepanja i cjepljivosti, na jednoj, a kvalitetnoga broja, na drugoj strani, mogu se povući ovi zaključci.

Jasno je već na prvi pogled, da je od dvije vrste drveta, čije su specifične težine jednake, ona veće čvrstoće cijepanja, čiji je kvalitetni broj veći. Ali od dvije vrste drveta jednakoga kvalitetnoga broja, dakle i jednake čvrstoće cijepanja, ona je cjepljivija, čiji je procenat otpadka manji. Tako, na primjer, od tri istražene vrste četinjačova drveta, jele, običnoga bora i crnoga bora, čiji je kvalitetni broj (6,3) jednak, koje su dakle



Sl. 15. Grafički prikaz linije specifične težine, radijalne čvrstoće cijepanja i čvrstoće pritiska za sve istražene vrste drveta.

jednake čvrstoće cijepanja, jela je najcjepljivija, jer je u nje procenat otpadka najmanji (jela 11,25%, obični bor 12,93%, crni bor 13,14%).

Čvrstoća pritiska i čvrstoća cijepanja. U krug ovih naših istraživanja povukli smo i odnos čvrstoće cijepanja u radijalnom i tangencijalnom smjeru naprama čvrstoći pritiska. Nažalost nije bilo moguće proširiti ova istraživanja na sve vrste drveta. Ali u istraženom materijalu ima i predstavnika lišćara (lužnjak, kitnjak, brijest obični, bukva i jasen obični) i predstavnika četinjara (smreka, jela, bor obični i bor crni). Ukupno su istražene 454 probe.

Paralelizam između specifične težine i čvrstoće pritiska (Sl. 15) izrazitiji je nego onaj između specifične težine i čvrstoće radijalnog cijepanja.

Ako liniju čvrstoće pritiska uporedimo sa linijom čvrstoće cijepanja za smreku (Sl. 1), hrast lužnjak (Sl. 7), brijest (Sl. 8) i jasen (Sl. 11) izlazi, da se linija čvrstoće pritiska uspinje strmije od one za radijalnu čvrstoću cijepanja. Kod jele (Sl. 2), običnoga bora (Sl. 4), crnoga bora (Sl. 5), hrasta kitnjaka (Sl. 9) i bukve (Sl. 10) strmost uspona za obe čvrstoće najednaka je.

Kad se uporede obe čvrstoće za sve vrste drveta (Sl. 13), zapaža se, da se čvrstoća pritiska uspinje u pravcu, dok se linija čvrstoće cijepanja za vrste sa malenom specifičnom težinom uspinje blago a za one sa većom specifičnom težinom strmije. Ovaj je odnos prikazan na slici br. 13, za izradu koje su upotrebljene 1494 probe a zastupljeno je jedanaest raznih vrsti drveta.

Ako se za karakteristiku odnosa čvrstoće pritiska i čvrstoće cijepanja pokuša upotrijebiti kvalitetni broj (Sl. 16), može se utvrditi ovo. Dok — uporedo sa uvećavanjem specifične težine — kvalitetni broj za čvrstoću pritiska biva sve veći, dotle kvalitetni broj za čvrstoću cijepanja — uporedo sa uvećavanjem specifične težine — biva sve manji. Odatle se može zaključiti, da je čamovina prema svojoj malenoj specifičnoj težini, razmjerno veće čvrstoće pritiska nego drvo lišćara. Naprotiv, čamovina je, uzevši u obzir njenu malenu specifičnu težinu, razmjerno manje čvrstoće cijepanja nego specifički teže drvo lišćara.

Odnos čvrstoće cijepanja naprama čvrstoći pritiska izrazili smo koeficijentom $\frac{\text{čvrstoće cijepanja}}{\text{čvrstoća pritiska}} \times 100$

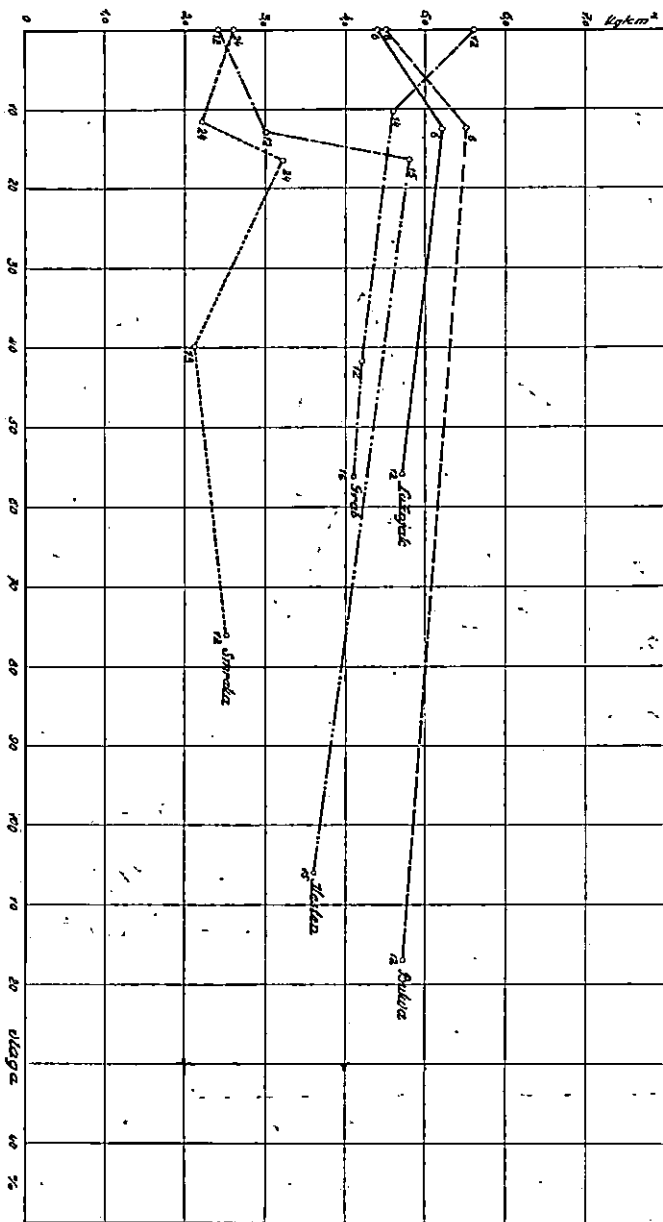
Ovaj koeficijent kreće se u uskim granicama od 0,65 do 1,98. On je manji za radijalnu (0,65 do 1,38) a veći za tangencijalnu (0,78 do 1,98) čvrstoću cijepanja. Prosječno iznosi on 0,73 (r), 0,84 (t) za čamovinu, a 1,19 (r) 1,47 (t) za drvo lišćara. Dakle, može se reći, čvrstoća cijepanja iznosi prosječno 1,00 (r) %,

1,18 (t) % od čvrstoće pritiska. Uprkos razmjerno malene vrijednosti koeficijenta, on se ipak uvećava za specifičnu težinu (Sl. 15).



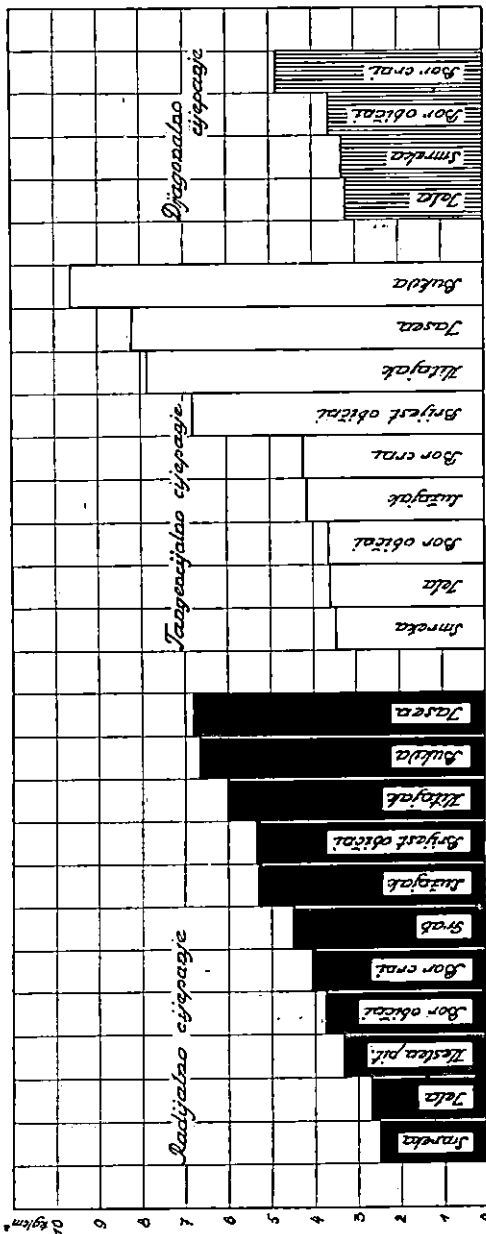
Sl. 16. Grafički prikaz kvalitetnog broja radijalne čvrstoće cijepanja, čvrstoće pritiska i procentualnog omjera za sve istražene vrste drveta.

Čvrstoća cijepanja i sadržaj vlage. Da bi se ispitaio upliv vlage na čvrstoću cijepanja istražene su 253 probe i to: smrekovina (97), pitoma kestenovina (54), grabovina (54), hrastovina lužnjaka (24) i bukovina (24). Kod svih istraženih vrsti



Sl. 17. Zavisnost radijalne čvrstoće cijepanja bukovine, hrastovine lužnjaka, kestenovine, grabovine i smrekovine o stepenu vlage drveta.

drveta (izuzevši grabovinu) maksimum radijalne čvrstoće cijepanja leži (Sl. 17) u području vlage od 12 do 17%. Sa te najviše tačke, što je zauzima prosušeno drvo, smanjuje se čvrstoća cijepanja u oba smjera t. j. naprama sirovom i apsolutno suhome



Sl. 18. Ljestvica radijalne, tangencijalne i dijagonalne čvrstoće cijepanja za pojedine vrsti drveta.

drvetu. Kod smrekovine leži najmanja čvrstoća cijepanja kod 40% vlage. Ta bi se činjenica dala dovesti u saglasnost sa tvrdjenjem prakse, prema kome je čamovina u sirovome stanju »cjepljivija« nego u provelome.

Samo se grabovina vlada neobično. Njena čvrstoća cijepanja uspinje se bez prekida sa smanjivanjem vlage. Taj je uspon najveći između 0% do 13% vlage, dakle za područje posve suhoga drveta. Svoj maksimum dosiže čvrstoća cijepanja u apsolutno suhome stanju. Kod pitome kestenovine smanjuje se u području prosušenoga drveta čvrstoća cijepanja brzo sa isušavanjem.

Nizanje vrsti drveta po stepenovima čvrstoće cijepanja. Pri pokušaju da se poredaju vrsti drveta prema stepenu njihove čvrstoće cijepanja i cjepljivosti, ukazuje se najpodesnijim ograničiti prikaz toga nizanja na čvrstoću cijepanja za radijalnu ravninu cijepanja. To iz razloga, jer je zakonitost u tome smjeru veća nego u tangencijalnoj ravnini, a i tehničko iskorišćavanje radijalne čvrstoće cijepanja veće i češće nego tangencijalne. Na to nas je potakla i činjenica, da je veći broj proba istraženih u radijalnom (491) od onih u tangencijalnom (385) smjeru. Pošto su naša istraživanja o čvrstoći cijepanja vršena u stanju prosušenosti, a zakonitost upliva vlage na čvrstoću cijepanja najveća je u tom stanju (12 do 17% vlage), naš prikaz ljestvice vrsti drveta za čvrstoću cijepanja odnosi se na to stanje.

Da bi se moglo utvrditi nizanje pojedinih vrsti drveta, mogu se upotrijebiti dva puta: ili apsolutna veličina srednjaka snage (u kg/cm²), potrebne za cijepanje, ili srednjaci kvalitetnih brojeva.

Na osnovu potroška snage (kg/cm²) dobili smo ovaj niz: smreka (2,51), jela (2,70), kesten pitomi (3,30), bor obični (3,72), bor crni (4,05), grab (4,45), hrast lužnjak (5,30), brijest (5,35), hrast kitnjak (5,99); bukva (6,65), jasen (6,77).

Poredak vrsti, utvrđen na osnovu kvalitetnoga broja, izgleda ovako: smreka (5,8), jela (6,3), bor obični (6,3), bor crni (6,3), kesten pitomi (6,4), grab (6,4), hrast lužnjak (8,0), brijest (8,5), hrast kitnjak (8,7), bukva (9,9), jasen (10,3).

Ako se uvaži, da su u gornjim nizovima razlike u kvalitetnim brojevima jele (6,3) i pitomoga kestena (6,4) posve neznatne, te ako se kestenovina stavi iza jelovine, može se reći da su oba niza posvema identična.

Kad se uzme kao temelj naša tabela, (Sl. 18), kojom je prikazano nizanje vrsti drveta za čvrstoću cijepanja, i kad se ona uporedi sa ostalima iz starije i novije literature (Völker - Nördlinger, Exner, Gayer - Fabricius, Kollman), dobije se ova slika.

Sve su tabele saglasne u tome, što one — posve ispravno — jelovinu i smrekovinu, kao vrsti drveta najmanje čvrstoće cijepanja, stavljaju na prvo mjesto. Kollman je — kao i mi —

postavio pitomu kestenovinu na treće mjesto. Osnovna razlika između starijih nizova i našega u tome je, da je po starijim autorima čvrstoća cijepanja grabovine i brestovine ocijenjena previsoko a ona za hrastovinu, bukovinu i jasenovinu prenisko. Kad se posljednja grupa vrsti drveta postavi na svoje pravo mjesto, postaju empirijske skale za čvrstoću cijepanja Völker-Nördlingerova i ona Exnerova našoj najbliže.

Da su hrastovina, bukovina i jasenovina u starijim empirijskim skalama došle tako blizu smrekovini i jelovini, leži očito u tome, da su se te vrsti drveta tako mnogo upotrebljavale kao cijepano drvo. Ali ne treba zaboraviti, da su pri tome bila iskorišćavana samo odabrana debla ili njihovi dijelovi, koji su davali vrlo cjepljivo drvo malene čvrstoće cijepanja. I faktično, prema našim istraživanjima, jasenovina, pitoma kestenovina i bukovina spadaju u vrsti drveta, koje daju najmanji procenat otpadaka (5,15% do 6,16%), dakle se imaju smatrati vrlo cjepljivima.

Iz izloženoga postaje jasno, da sastavljači starijih empirijskih skala o cjepljivosti nisu bili svjesni pojmovnih razlika o čvrstoći cijepanja i cjepljivosti pa su primjenjivali u isto vrijeme oba mjerila. Smrekovina i jelovina došle su u starijim skalama na prvo mjesto radi njihove manje čvrstoće cijepanja. Naprotiv, jasenovina, bukovina i hrastovina bile su pretpostavljene brestovini i grabovini radi njihove veće cjepljivosti. Najposlije, iz velike specifične težine grabovine empirija je zaključila da je grabovina velike čvrstoće cijepanja. Ovaj zaključak ne odgovara stanju stvari, jer grabovina uprkos razmjerno visoke specifične težine pokazuje malenu čvrstoću cijepanja.

ZAKLJUČAK

Pošto je prikazao cilj svojih istraživanja, opisao oblik proba, broj i vrsti istraženih proba, metodu istraživanja i istražene vrsti drveta, autor dolazi do ovih zaključaka.

- 1) Za svaku vrst drveta čvrstoća cijepanja uvećava se uporedo sa specifičnom težinom (Sl. 1 do 11).
- 2) Čvrstoća cijepanja uvećava se sa specifičnom težinom i onda, ako različne vrsti drveta uporedimo među se. (Sl. 13).
- 3) Kut uspona za čvrstoću cijepanja veći je za vrsti drveta sa većom specifičnom težinom. Prema tome, čvrstoća cijepanja razmjerno je veća kod lišćara nego kod čamovine. (Sl. 12, 13).
- 4) Čvrstoća cijepanja u tangencijalnom smjeru veća je od one u radijalnome. (Sl. 1 do 11, 13 i 14). Relativni brojevi (srednjaci), koji pokazuju za koliko je tangencijalna čvrstoća cijepanja veća od radijalne, jesu za: crni bor 4⁰/₀, jasen 21,5⁰/₀, brijest 27,3⁰/₀, hrast kitnjak 29,5⁰/₀, jela 32,2⁰/₀, smreka

- 37% i bukva 38%. U ovome se smislu ne vlada obični bor i hrast lužnjak.
- 5) Za smrekove i jelove probe (Sl. 1, 2 i 14) dijagonalne teksture čvrstoća cijepanja — po svojoj veličini — leži između radijalne i tangencijalne.
 - 6) Prema kvalitetnom broju za čvrstoću cijepanja istražene vrsti drveta mogu se grupirati u tri skupine: I) (kvalitetni broj 5—7), smreka, jela, obični bor, crni bor, pitomi kesten i grab; II) (kvalitetni broj 7—9), hrast lužnjak, brijest i kitnjak; III) (kvalitetni broj 9—11), bukva i jasen.
 - 7) Otpadak, koji pri cijepanju nastaje uslijed nepravilnosti ravnine cijepanja, veći je u radijalnoj nego tangencijalnoj ravnini. Prema tome tangencijalne ravnine ne samo da pokazuju veću čvrstoću cijepanja u mehaničkom smislu već i veću cjepljivost u tehnološkome smislu nego radijalne.
 - 8) Upoređena sa čvrstoćom pritiska čvrstoća cijepanja pokazuje ove osobine. Dok čvrstoća pritiska za sve vrsti drveta teče u pravcu (Sl. 13) odnosno paralelno sa uvećavanjem specifične težine (Sl. 15), dotle čvrstoća cijepanja pokazuje za lišćare izrazitiju tendenciju uspona nego za čamovinu.
 - 9) Dok kvalitetni broj za čvrstoću pritiska pada sa porastom specifične težine, raste kvalitetni broj za čvrstoću cijepanja (Sl. 16). Prema tome specifički lakša čamovina — u odnosu naprama svojoj specifičnoj težini — veće je čvrstoće pritiska ali manje čvrstoće cijepanja nego drvo lišćara.
 - 10) Čvrstoća cijepanja iznosi prosječno 1,00 (r), 1,18 (t) % od čvrstoće pritiska. Odnosni relacijoni broj se uvećava sa uvećavanjem specifične težine (Sl. 16).
 - 11) Maksimum čvrstoće cijepanja za sve vrsti drveta (izuzevši grab) leži u području prosušenoga drveta (12—17%) (Sl. 17).
 - 12) Nizanje vrsti drveta po njihovoj radijalnoj čvrstoći cijepanja u stanju prosušenosti teče ovako: smrekovina, jelovina, pitoma kestenovina, obična borovina, crna borovina, grabovina, hrastovina lužnjaka, brijestovina, hrastovina kitnjaka, bukovina i obična jasenovina (Sl. 18).

RÉSUMÉ

Après avoir exposé le but de ses recherches et décrit la forme et le nombre des éprouvettes, la méthode du travail et les essences utilisées l'auteur vient à des conclusions suivantes.

- 1) Pour chaque essence la résistance au fendage augment avec le poids spécifique (Fig. 1—11).
- 2) L'augmentation de la résistance au fendage avec le poids spécifique est manifeste même dans le cas si l'on compare les essences diverses parmi eux (Fig. 13).

- 3) L'angle d'ascension est plus grand pour les essences de poids spécifique plus grand. Cela veut dire, la résistance au fendage est relativement plus grande chez les essences feuillues que chez les résineuses. (Fig. 12, 13).
- 4) La résistance au fendage est plus grande dans le sens tangentiel que dans le sens radial. (Fig. 1 à 11, 13 et 14). Voici les chiffres relatifs: pin noir 4%, frêne commun 21,5%, orme champêtre 27,3%, chêne rouvre 29,5%, sapin 33,2%, épicéa 37,0%, hêtre 38,0%. D'un comportement différent sont le pin sylvestre et le chêne pedonculé.
- 5) Chez les éprouvettes du sapin et de l'épicéa, (Fig. 1, 2 et 14) dont la texture est diagonale, la résistance au fendage se trouve entre celles de texture radiale et tangentielle.
- 6) D'après les cotes de qualité les essences peuvent être groupés en trois groupes: I) (cote de qualité 5 à 7), épicéa, sapin, pin sylvestre, pin noire, châtaignier et charme; II) (cote de qualité 7 à 9), chêne pedonculé, orme champêtre et chêne rouvre; III) (cote de qualité 9 à 11), hêtre et frêne commun.
- 7) Les déchets causés par l'irrégularité de la face du clivage sont plus grands dans le sens radial que dans le sens tangentiel. Comparé avec le plan radial le plan tangentiel n'est pas seulement d'une résistance au fendage plus grande (dans le sens mécanique) mais aussi d'une fendibilité plus grande (dans le sens technologique).
- 8) Comparée avec la résistance à la compression la résistance au fendage démontre les particularités suivantes. Chez toutes les essences la résistance à la compression augmente en ligne droite (Fig. 13), c'est-à-dire presque parallèle avec le poids spécifique (Fig. 15). La ligne de la résistance au fendage démontre pour les essences feuillues une ascension plus manifeste que pour les résineuse.
- 9) La cote de qualité pour la résistance à la compression diminue avec le poids spécifique. La cote pour la résistance au fendage augmente avec le poids spécifique (Fig. 16). Par conséquent le bois léger des résineuses est, relativement à son poids spécifique, plus résistant à la compression et moins résistant au fendage que le bois des feuillues.
- 10) La résistance au fendage en moyenne ne constitue que 1,00 (r), 1,18 (t) % de la résistance à la compression. Cette relation augmente avec le poids spécifique (Fig. 16).
- 11) Chez toutes les essences le maximum de la résistance au fendage (excepté le charme) se trouve dans le domaine du bois sec à l'air (12 à 17%) Fig. 17).
- 12) Voilà l'échelle des essences rangées, à l'état sec à l'air, d'après leur résistance au fendage radiale: épicéa, sapin, châtaignier, pin sylvestre, pin noire, charme, chêne pedonculé, orme champêtre, chêne rouvre, hêtre, frêne commun. (Fig. 18).