

e144

RAZISKOVANJE TEHNOLOŠKIH LASTNOSTI
BUKOVINE V ZVEZI Z UPORABO METODE SELEKCIJE
IN TEHNIKE GOJENJA

ox | 811.3/4 + 812.7:561.2:176.1 *Fagus sylvatica*: 164,4:

e-179

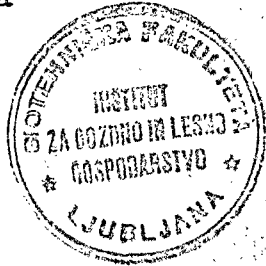
Biotehniška fakulteta
INŠTITUT ZA GOZDNO IN LESNO GOSPODARSTVO
V LJUBLJANI

Projekat : UNAPREDJENJE PROIZVODNJE I PRERADE
BUKOVINE

Tema : ISPITIVANJE TEHNOLOŠKIH OSOBINA BUKOVINE
U VEZI PRIMJENE METODE SELEKCIJE I TEHNIKE
GAJENJA

Nosioc teme :
dr. ing. Ivan Možina
profesor BTF

Direktor :
Milan Ciglar
dipl. ing. šumarstva



Biotehniška fakulteta
INŠTITUT ZA GOZDNO IN LESNO GOSPODARSTVO
V LJUBLJANI

RAZISKOVANJE TEHNOLOŠKIH LASTNOSTI
BUKOVINE V ZVEZI Z UPORABO METODE SELEKCIJE IN
TEHNIKE GOJENJA

[Ljubljana 1970]

Nosilec naloge:

dr.ing. Ivan Možina
redni profesor Biotehniške fakultete
v Ljubljani

Sodelavci:

Janez Uršič, višji tehnični sodelavec
Biotehniške fakultete v Ljubljani

Peter Cunder, tehnični sodelavec
Biotehniške fakultete v Ljubljani

Darja Kobal, tehnični sodelavec
Biotehniške fakultete v Ljubljani



e-144

VSEBINA

- I. UVOD
- II. METODE DELA
- III. REZULTATI RAZISKOVANJA TEHNOLOŠKIH LASTNOSTI
BUKOVINE
- IV. REZULTATI RAZISKOVANJA STRUKTURE LESA
- V. STATISTIČNA OBDELAVA PODATKOV IN ZAKLJUČEK
- VI. LITERATURA

I.

U V O D

Dosedanja proučevanja bukovih sestojev so opozorila, da se na jugoslovanskem ozemlju, zlasti pa v Sloveniji, bukev morfološko pomembno razlikuje in da ta divergenca v dobri meri stoni na neenakih dednih zasnovah. Razen tega so bile opažane razlike tudi glede sezonskega razvojnega ciklusa.

Z morfološkega stališča se bukvi glede na zgradbo krošnje pripisujeta 2 skupini. Za prvo, imenovano metlasti tip (M) so zlasti značilni relativno majhni vejni koti, med tem ko drugemu skrajnemu tipu pripadajo bukve z razmeroma velikimi vejnimi koti in ga zato imenujemo ravnovejno bukev (R). Meja med obema skrajnima oblikama naj bi bil vejni kot 40° in 60° .

Raziskovanja so pokazala, da se oba tipa razlikujeta tudi glede časa spomladanske ozelenitve. Med metlastimi tipi prevladujejo zgodnje bukve, med tem ko je med ravnovejnimi delež poznih še posebno izrazito poudarjen. Nadalje je bilo ugotovljeno, da se oba tipa bukve razlikujeta tudi v pogledu prirastka, oblike debla in krošnje, višine in še nekaterih drugih lastnosti. Podrobna obrazložitev zadevnega problema je prikazana v elaboratu "Biološki problemi selekcije bukve".

Postavlja se vprašanje, ali se niso morda vzporedno z morfološko in fiziološko diferenciacijo pojavile tudi razlike v zgradbi in lastnostih lesa. Namen te naloge je primerjalna preiskava strukture in osnovnih tehnoloških lastnosti lesa ustreznega števila osebkov metlastega (M) in ravnovejnega (R) tipa bukve.

II.

M E T O D E D E L A

Predmet raziskovanja so za sečnjo zrela bukova drevesa stara pretežno 100 do 150 let. Izjema so 250 do 270 let stare bukve na raziskovalni ploskvi št. 178 /Blegoš/. Razlike v starosti dreves znotraj posameznih ploskev so majhne in le v redkih primerih presegajo vrednost 10 let.

Modelna drevesa so bila izbrana na področju Slovenije na stalnih raziskovalnih ploskvah Inštituta za gozdno in lesno gospodarstvo v Ljubljani. Skupno je bilo določenih 9 raziskovalnih ploskev in sicer:

- v nadmorski višini 200 - 500 m ploskve št. 138, 152, 175
- v nadmorski višini 500 - 800 m ploskve št. 135, 145, 164
- v nadmorski višini 800 - 1100 m ploskve št. 143, 167, 178.

Nahajališča posameznih ploskev so razvidna iz priložene Tabele 1. Nadroben opis sestojev in rastišč z geološkimi, pedološkimi in fitocenološkimi karakteristikami je obdelan in prikazan v elaboratu "Biološki problemi selekcije bukve".

Potrebno število modelnih dreves je odvisno od zahtevane točnosti rezultatov in od variabilnosti materiala, ki je predmet raziskave. Za ugotavljanje poprečnih vrednosti bukovih sestojev uporabljajo posamezni avtorji zelo različna števila modelnih dreves od 2 do 10, večinoma pa po 5..

Pomembno vprašanje pri izbiri materiala za raziskavo lesa je tudi kakovost modelnih dreves, predvsem njihov položaj v sestoji. V vsakem, tudi enodobnem sestoji, se posamezna drevesa

Tabela 1 Seznam raziskovalnih ploskev

Št. ploskve	G.uprava - g.gospodarstvo odd.	Zaporedna štev.dreves
135	GG. Novo mesto - G.O. Novo mesto Gorjanci odd. 7c - del	251-256
145	G.G.Ljubljana - G.O. Litija Polšnik 40 a - del	257-262
164	G.G.Kočevje - G.O. Kočevje Trnovec, 2	263-268
152	G.G.Brežice - G.O. Pišcece Sromlje 28 d - del	269-274
138	G.G.Novo mesto - G.O. Straža Soteska 11 b - del	275-280
175	K.K.Ptuj - G.O. Ptuj Vurberg 23 - del	281-286
167	G.G.Slovenj Gradec - G.O. Radlje Radlje SLP, 55 d - del	287-292
143	G.G. Ljubljana - G.O.Kamnik Korošica 5 b - del	293-298
178	G.G.Kranj - G.O.Škofja Loka Blegoš 8a del	299-304

razlikujejo po debelini in višini ter po obliki in dimenzijah krošnje. Te razlike, ki so pri nekaterih drevesnih vrstah lahko zelo velike, so posledica tako individualnih lastnosti posameznih dreves kot tudi različnih razmer in gozdnogojitvenih ukrepov. Kraft razlikuje 5 razredov, od prevladujočega, ki sega iznad glavne etaže krošenj, do popolnoma prevladanega podstojnega razreda. Upravičeno smemo pričakovati, da drevesa v različnih življenjskih pogojih in različnih možnostih asimilacije, ne grade samo različne količine lesa, temveč tudi kakovostno različen les. Težišče izbire modelnih dreves je praviloma na vladajočem razredu /II.razred/, ki je v ustrezno negovanih sestojih najmočnejše zastopan ter pomeni največji in najvrednejši del lesne zaloge.

Ob upoštevanju nalog predmetnega raziskovanja in variabilnosti tehnoloških lastnosti bukovine, ki jo po dosedanjih naših in tujih ugotovitvah pričakujemo tudi v tem primeru, smo na vsaki ploskvi izbrali po 6 dreves in to po 3 drevesa metlastega tipa / M / in 3 drevesa ravnovejnega tipa / R /. Opredelitev tipa je dokumentirana z izrazitimi morfološkimi in fenološkimi karakteristikami. Drevesa pripadajo večinoma vladajočemu razredu / II. razred po Kraftovi lestvici / in le v manjšem številu tudi prevladujočemu /I./ razredu. Skupno je bilo izbranih 54 modelnih dreves in to po 27 dreves tipa M in R.

Posek modelnih dreves je bil izvršen v času vegetacijskega mirovanja v mesecih december-februar v letih 1966-1969. Pred posekom dreves so bile opravljene meritve premera v prsni višini in premera projekcije krošnje ter izvršene potrebne označbe debla. Po izvršenem poseku so bili izmerjeni: totalna višina drevesa, tehnična dolžina debla, dolžina krošnje, višina panja ter insercijski kot spodnjih 3 vej. Premer projekcije krošnje je definiran kot poprečje 4 premerov v smereh S-J-V-Z.

Starost dreves je bila ugotovljena na osnovi števila branik na panju. Navedeni karakteristični podatki so pregledno zbrani v tabeli 2.

Od vsakoga drevesa so bili odvzeti po 3 komadi lesa, ki so bili predhodno ustrezno označeni in orijentirani v smeri S-J in sicer:

- 1 kolobar debeline 10 cm iz podnožja drevesa
- 2 kolobarja debeline 10 cm iz višine 1,30 do 1,50 m
- 1 hlod dolžine 1 m iz višine od 1,50 m navzgor.

Izbrani material je bil zaščiteno in prepeljan v delavnice Inštituta, kjer so iz njega izdelani vzorci za anatomske in tehnološke raziskave,

V laboratoriju so bila opravljena naslednja dela:

- ugotavljanje prirastka v teku življenjske dobe drevesa
- meritve širine branik
- ugotavljanje prostorninske teže lesa
- ugotavljanje elastičnosti lesa
- preiskave statične in dinamične trdnosti lesa
- preiskave anatomske zgradbe lesa, meritve strženovih trakov, števila na enoti površine, višine in širine.

Ugotavljanje prirastka v teku življenjske dobe drevesa je bilo opravljeno z meritvami širine branik na spodnjem delu svežih kolobarjev iz podnožja debla.

Vzorci za ugotavljanje prostorninske teže, trdnosti in elastičnosti lesa so bili izžagani iz hlodov v smereh S-J in V-Z od sredine debla proti obodu. Na istih vzorcih je bila izmerjena tudi širina branik, ki nam v tem primeru predstavlja

Tabela 2

Razisko- valna ploček	Drevo št.	Tip	Starost let	Premer v prsni višini cm	Višina drevesa m	Premer projek- cije krošnje m	Tehnična dolžina debla m	Biološki razred
	251	M	108	36,0	29,1	6,8	15,8	I - II
	252	M	108	32,0	31,2	6,2	16,3	I - II
135	256	M	108	42,0	32,4	8,8	18,2	I - II
	253	R	108	39,0	27,6	8,2	12,6	I
	254	R	108	36,0	30,8	7,4	19,9	I - II
	255	R	108	37,0	30,4	7,4	14,1	I
	258	M	156	42,5	36,3	6,9	24,8	I
	260	M	150	36,0	36,9	7,1	23,9	II
145	262	M	160	39,0	36,4	6,1	16,8	II
	257	R	150	43,5	39,0	8,4	27,1	I
	259	R	160	40,2	37,5	6,6	17,9	II
	261	R	165	39,0	36,4	6,1	16,8	II
	265	M	126	36,6	24,3	5,8	10,4	II
	266	M	130	40,0	25,4	6,8	13,7	II
164	267	M	126	38,6	23,7	6,7	13,2	II
	263	R	126	40,0	25,9	7,4	13,5	II
	264	R	126	34,0	26,4	5,6	12,6	II
	268	R	130	38,6	26,9	7,4	14,2	II
	269	M	140	43,0	26,7	7,9	6,7	I
	270	M	140	44,9	31,6	8,4	17,5	I
152	271	M	180	34,1	27,5	6,2	9,0	I
	272	R	158	36,9	28,1	6,2	11,6	I
	273	R	158	43,3	30,7	8,2	16,4	I
	274	R	140	37,0	29,9	6,9	12,1	I
	275	M	144	37,9	35,2	6,0	23,5	II
138	276	M	160	35,3	35,4	5,1	18,4	II
	277	M	168	41,1	34,7	6,5	12,7	II

Tabela 2

Razisko- valna ploskev	Drevo št.	Tip	Starost	Premer v prani višini	Višina drevosa	Premer projek- cije krošnje	Tehnična dolžina debla	Biološki razred
			let	cm	m	m	m	
138	278	R	168	37,9	32,7	6,4	15,6	II
	279	R	144	37,6	35,0	7,9	15,2	I
	280	R	150	35,7	29,5	7,5	10,1	II
175	281	M	118	38,2	35,7	6,7	19,3	II
	282	M	96	38,8	29,7	7,6	8,5	II
	283	M	92	42,6	34,4	8,2	15,6	II
	284	R	92	36,3	29,0	7,2	12,3	II
	285	R	118	41,4	36,1	7,1	19,0	I
	286	R	110	34,6	36,4	4,9	19,5	II
167	287	M	140	42,0	32,2	6,3	18,2	I
	288	M	140	40,0	30,8	3,1	20,6	I
	289	M	140	38,0	32,8	4,7	20,6	II
	290	R	140	40,0	32,5	5,2	18,0	I
	291	R	140	37,2	32,7	6,0	21,5	II
	292	R	140	35,0	33,1	5,2	20,2	II
143	293	M	128	41,5	32,1	4,5	20,0	II
	294	M	128	38,5	34,9	3,4	14,2	II
	295	M	128	38,8	37,0	3,7	18,0	II
	296	R	128	42,8	35,5	5,4	24,0	II
	297	R	128	41,2	35,4	5,2	19,6	I
	298	R	128	41,5	37,0	4,5	16,5	I
178	299	M	254	42,7	25,2	7,0	9,2	I
	300	M	270	45,8	28,2	9,3	12,5	I
	301	M	272	38,0	23,3	7,4	9,4	II
	302	R	272	38,2	26,5	8,1	15,5	II
	303	R	263	36,0	23,6	5,8	14,2	II
	304	R	263	39,6	25,5	5,5	15,0	II

poprečje posameznih vzorcev. Po 5-mesečnem prirodnem sušenju in 2-mesečni klimatizaciji pri 20° C in 65 % relativni zračni vlagi so bili vzorci dokončno izdelani po ustreznih normativih:

za prostorninsko težo	2 x 2 x 3 cm
za tlačno trdnost	2 x 2 x 6 cm
za elastičnostni modul	2 x 2 x 30 cm
za upogibno trdnost	2 x 2 x 30 cm
za dinamično trdnost	2 x 2 x 30 cm
za razkolnost	2 x 2 x 4,5 cm

Preiskave trdnosti in elastičnosti so bile opravljene na Anslorjevem univerzalnem stroju 4T. Vlažnost vzorcev je znašala od 11,8 do 12,4 %, poprečno pa 12,1 %. Temperatura laboratorija v času preiskave se je gibala med 19 °C in 22 °C.

Vzorci za anatomske raziskave so bili izžagani iz svežih kolobarjev iz prsne višine. Iz vsakega kolobarja so bili odvzeti po 4 komadi 10 x 10 x 20 mm iz starostnega obdobja 70 do 80 let. Za mikroskopski preparat je izbrana branika, ki je najbližja poprečni širini branik v navedenem 10-letnem obdobju. V tako izbrani braniki je odrezan mikroskopski preparat v sredini letnega prirastka. Mikroskopski preparati so bili obarvani s safraninom dehidrirani in vloženi v euparol.

Meritve strženovih trakov so bile izvršene na mikroskopskih projekcijah povečanih v merilu 1 : 50. Pri tem je treba izrecno poudariti, da zajema ta preiskava le trakove, katerih višina /v tangencialnem prerezu/ je večja od 0,5 mm. Opravljena so bila naslednja dela: ugotavljanje števila strženovih trakov

na 1 cm^2 površine /tangencialno/ ter meritve višine in širine strženovih trakov /tangencialno/. Obe slednji vrednosti sta izmerjeni s točnostjo $0,01 \text{ mm}$. Iz razmerja med višino in širino je izračunan kvocijent Q na vsak izmerjen strženov trak.

III.

REZULTATI RAZISKOVANJA
TEHNOLOŠKIH LASTNOSTI BUKOVINE

Rezultati raziskovanja tehnoloških lastnosti bukovine so zbrani za posamezna drevesa v tabelah 3 in 3a, za raziskovalne ploskve in su-marno pa v tabelah 4 in 4a. Vdaka od obravnavanih lastnosti je utemeljena na osnovi 1080 vzorcev, to je po 20 vzorcev od vsakega modelnega drevesa.

Širina branike

je merilo življenjske aktivnosti drevesa in osnova vseh biološko-tehničnih raziskav lesa. Njena vrednost variira v širokem intervalu in je odvisna od ekoloških pogojev, strukture in geološke podlage tal, vlage, klime in v veliki meri od položaja drevesa v sestoji. Vpliv posameznih dejavnikov je različen in predvsem odvisen od prisotnosti drugih, ki niso vedno v aditivnem razmerju. Širina branike se spreminja od rastišča do rastišča in je tudi znotraj istega drevesa močno variabilna. Njena vrednost je pokazatelj splošnih pogojev v katerih je drevo živele in gradilo lesno tkivo, do določene meje pa tudi kriterij kakovosti lesa.

Širina branike preiskane bukovine variira v območju od 0,3 do 5,9 mm, njeno poprečje pa je 1,6 mm. Poprečne vrednosti dreves variirajo v območju od 0,9 do 2,2 mm, poprečne vrednosti ploskev pa od 1,3 do 2,1 mm. Poprečki skupin M in R znotraj posameznih ploskev se ne razlikujejo znatno.

Prostorninska teža lesa

variira v širokem intervalu. Njena vrednost je predvsem funkcija razmerja med prostornino celičnih sten in celičnih lumenov. Prostorninska teža lesa je razen od specifičnih značilnosti drevesne vrste odvisna predvsem od splošnih prehranbenih pogojev drevesa, to je od relativne količine razpoložljivih asimilatov. Ti pa so rezultanta tako rastiščnih prilik kot tudi razmerja med kapaciteto krošnje in koreninskega sistema ter premerom debla. Odnos med prostorninskimi težami najlažjega in najtežjega lesa, kar jih poznamo, je približno 1 : 10. Tudi pri istovrstnem lesu so razlike znatne. Pri drevesnih vrstah zmernega pasu so ekstremne vrednosti pretežno v razmerju 1 : 1,5 do 1 : 2,5. Prostorninska teža je dober pokazovalec splošne kakovosti lesa.

V okviru te razprave je bila ugotovljena prostorninska teža bukovine v zračnosuhem stanju s poprečno vlažnostjo 12 % in je tako tudi prikazana. Njeno poprečje je 728 kp/m^3 s širino variacij posameznih vzorcev od 581 do 818 kp/m^3 . Poprečne vrednosti modelnih dreves se gibljejo v širokem območju od 648 do 818 kp/m^3 , med tem ko so poprečki raziskovalnih ploskev v razmeroma vsakem intervalu 695 do 747 kp/m^3 . Razlike med drevesi so tudi na isti ploskvi znatne in v mnogih primerih presegajo razlike nad ploskovnimi poprečji.

Razlika med poprečki skupin M in R je v sumariju majhna $723 - 734 \text{ kp/m}^3$ kar daje 1,5 %, na posameznih ploskvah pa večinoma večja in doseže na ploskvi 167 celo vrednost 6,5 %. Vendar te razlike v nobenem primeru niso signifikantne, pri čemer je treba opozoriti na veliko variabilnost tudi med drevesi iste skupine tako M kot R na ploskvi. Nadalje je treba poudariti, da se razlike med M in R pojavljajo na posameznih ploskvah v obratnem smislu. Tako kaže skupina M večje vrednosti na ploskvah 135, 167 in 178, na ostalih ploskvah pa manjše kot skupina R.

Tlačna trdnost

je pomembna lastnost in v določeni meri tudi kriterij trdnosti lesa nasploh. Ugotavljanje njene vrednosti je preprosto v primerjavi z nekaterimi drugimi vrstami trdnosti. Tlačna trdnost lesa je bila često predmet študija, tako da danes razpolagamo s številnimi zadevnimi podatki. Na žalost ti podatki niso vedno zanesljivi, ker ne upoštevajo vpliva vlage na trdnost lesa, ali pa ga ne upoštevajo v ustrezni meri. Vpliv vlage na tlačno trdnost je zelo velik in večji kot na druge lastnosti lesa. To nam bo razumljivo, če pomislimo na submikroskopsko zgradbo lesa. Vpliv vlage je največji in linearen v območju vlažnosti 8 - 18 %, med tem je izven navedenega intervala manjši in nelinearen. Za navedeno območje linearnega odnosa računa Forest Products Laboratory, da se s povišanjem vlage za 1 % zmanjša tlačna trdnost lesa za 5 do 6 %.

Tlačna trdnost bukovine je bila tako kot vse druge lastnosti ugotovljena na lesu v zračnosuhem stanju z vlažnostjo 12 %, oziroma natančno 11,8 do 12,4 % s poprečjem 12,1 %. Glede na neznatne odklone vlažnosti ni bilo potrebno korigirati rezultatov, ki so interpretirani neposredno na osnovi eksperimenta.

Tlačna trdnost posameznih vzorcev variira v intervalu od 440 do 868 kp/cm^2 , njeno poprečje pa je 625 kp/cm^2 . Frekvenčni poligoni ločeni po skupinah M in R so prikazani v sliki 2. Interval variacij je za drevesna poprečja 525 - 682 kp/m^3 , za ploskovna poprečja pa manjši 592 - 656 kp/m^3 . Najmanjše vrednosti tlačne trdnosti zasledimo največkrat v perifernih delih dreves s slabim prirastkom, največji pa v osrednjih delih debla. Podobno je bilo ugotovljeno tudi za prostorninsko težo. V splošnem je tlačna trdnost premo sorazmerna s težo lesa, vendar ugotavljamo tudi manjše odklone.

Razlika med skupinama M in R je v sumariju neznatna 624 - 627 kp/m^3 , na posameznih ploskvah pa večja, podobno kot v primeru prostorninske teže. Razlike niso signifikantne. Pri tem je treba omeniti, da so razlike med skupinama M in R tudi v pogledu tlačne trdnosti pojavljajo na posameznih ploskvah v obratnem smislu.

Upogibna trdnost

je definirana kot kvocijent maksimalnega upogibnega momenta in odpornostnega momenta preseka

$$\frac{M_{\text{max}}}{W}$$

Za vzorce pravokotnega preseka, obremenjene simetrično v sredini med obema podporama preide gornji izraz v obliko

$$\frac{3 P \ell}{2 b h^2}$$

kjer pomeni P zrušilno obremenitev /kg/, ℓ razdaljo podpor /cm/, b in h pa širino in višino vzorca.

Vpliv vlage na upogibna trdnost je manjši kot je bilo preje rečeno za tlačno trdnost. Pač pa je upogibna trdnost močno odvisna od smeri lesnih vlaken v odnosu na vzdolžno os vzorca. Na osnovi raznih virov moramo računati, da je njena vrednost v vzdolžni smeri 10 do 12-krat večja kot v prečni smeri. Tako velike razlike zahtevajo skrbno izdelane vzorce v natančno določenih ravninah.

Na osnovi 1080 vzorcev ugotovljena upogibna trdnost bukovine se giblje v območju 840 do 1660 kp/cm^2 , njeno poprečje pa je 1310 kp/cm^2 . Širina variacij je za drevesna poprečja 1090 do 1500 kp/cm^2 , za ploskovna poprečja pa 1220 do 1400 kp/cm^2 . Najmanjše in največje vrednosti se v glavnem pojavljajo na mestih

v deblu kot je že bilo rečeno za prostorninsko težo in tlačno trdnost. Korelacija upogibne trdnosti s težo lesa je na splošno dobra.

Podobno kot v prejšnjih primerih je tudi razlika v upogibni trdnosti med skupinama M in R v poprečju neznatna 1310 do 1320 kp/cm^2 , na posameznih ploskvah pa večja, vendar v nobenem primeru ni signifikantna.

Udarne upogibne trdnosti

Odpornost lesa proti dinamičnim obremenitvam, ki nastopajo v obliki sunkov ali udarcev, je v mnogih primerih pomembnejša od statične trdnosti. Na splošno označujemo les velike dinamične trdnosti kot žilav, les majhne trdnosti pa kot krhek.

Med raznimi oblikami dinamične trdnosti se pri lesu največ ugotavlja takoimenovana udarna upogibna trdnost. Po normativih, ki jih uporablja večina evropskih dežel, se izvaja poskus z nihajočim kladivom, trdnost pa je definirana kot delo v kpm/cm^2 , ki je potrebno za prelom vzorca profila 2 x 2 cm na razdalji podpor 24 cm.

Značilna za navedeno lastnost je izredno velika variabilnost ne samo med lesovi različne provenience, temveč celo med lesom istega debla. Prizadevanja za obrazložitev velike variabilnosti dinamične trdnosti lesa, ki se pojavlja povsem nepričakovano, niso dala zadovoljivih rezultatov. Na splošno sicer lahko trdimo, da ima v okviru iste drevesne vrste težji les z večjim deležem mehanskih tkiv, z daljšimi vlakni in debelejšimi celičnimi stenami tudi večjo udarno trdnost; vendar so navedeni pokazovalci nezanesljivi za presojo posameznih primerov.

Udarne upogibne trdnosti preiskane bukovine variira v širokem intervalu od 0,31 do 2,33 kpm/cm^2 , to je skoraj v razmerju 1 : 8.

Njeno poprečje je $1,07 \text{ kpm/cm}^2$. Drevesna poprečja se gibljejo od $0,78$ do $1,46 \text{ kpm/cm}^2$, poprečja ploskev pa od $0,93$ do $1,23 \text{ kpm/cm}^2$.

Razlike poprečnih vrednosti dinamične trdnosti obravnavanih skupin M in R so precej večje kot v prejšnjih primerih. Skupna poprečja so $1,05$ in $1,10$, kar pomeni razliko 5% . Na posameznih ploskvah so razlike še večje, vendar spričo velike variabilnosti dinamične trdnosti niso signifikantne.

Elastičnostni modul

V okviru te razprave so prikazane vrednosti elastičnostnega modula v longitudinalni smeri na osnovi deformacij pri statičnih upogibnih obremenitvah vzorcev profila $2 \times 2 \text{ cm}$ z razdaljo podpor 28 cm .

Račun je narejen po obrazcu:

$$E = \frac{P \ell^3}{48 i \Delta f}$$

kjer pomenijo: $P = P_2 - P_1 =$ obremenitev /kg/, $\ell =$ razdalja podpor /cm/, $i =$ vztrajnostni moment preseka, $\Delta f =$ fleksija za obremenitev $P_2 - P_1$.

Poprečna vrednost E-modula preiskane bukovine je $143\,000 \text{ kp/cm}^2$. Širine variacij pa so naslednje:

za posamezne vzorce	99 000	184 000	kp/cm^2
za poprečja dreves	121 000	169 000	"
za poprečja ploskev	127 000	151 000	"

Na splošno ugotavljamo razmeroma dobro korelacijo E-modula s teže lesa in s statično trdnostjo, seveda z odkloni s katerimi moramo pri lesu vedno računati. Slabša pa je povezanost elastičnostnega modula in dinamične trdnosti.

Poprečne vrednosti E-modula skupin M in R kažejo na splošno analogne odnose kot doslej obravnavane statične trdnosti.

Tabela 3 Lastnosti bukovine po drevesih

Ploskev	Štev. drevesa	Tip	Širina branike mm	Prostornin- ska teža kg/m ³	Tlačna trdnost kp/cm ²	Upogibna trdnost kp/cm ²	Udarna trdnost kpm/cm ²
135	251	M	1,6 1,0...2,5	743 688...825	562 510...677	1290 1160...1470	0,95 0,78...1,23
	252	M	1,6 1,0...2,1	708 682...742	604 502...690	1330 1200...1420	0,96 0,78...1,18
	256	M	1,9 1,3...2,8	801 717...859	647 520...720	1480 1340...1660	1,37 1,03...1,85
	253	R	1,9 1,1...3,5	756 712...832	580 492...667	1340 1230...1460	1,36 0,90...1,88
	254	R	1,6 1,1...2,8	749 713...793	658 537...710	1430 1340...1620	1,20 1,00...1,63
	255	R	1,5 1,1...2,5	728 701...756	548 485...642	1220 1090...1380	1,11 0,78...1,38
145	258	M	1,9 0,7...4,5	677 606...734	525 477...582	1130 980...1240	0,95 0,45...1,40
	260	M	1,3 0,6...2,0	736 675...810	634 527...712	1300 1200...1440	1,09 0,78...1,40
	262	M	1,8 0,4...4,5	714 673...766	599 512...637	1260 900...1360	0,96 0,43...1,43
	257	R	1,8 1,0...3,6	718 670...790	598 527...637	1360 1230...1440	1,22 0,60...1,48
	259	R	1,5 0,5...2,0	764 703...808	619 507...712	1420 1160...1600	1,37 0,98...1,93
	261	R	1,5 0,6...2,9	736 674...808	575 445...687	1240 890...1500	1,05 0,31...1,60
164	265	M	1,5 1,0...2,8	708 634...776	569 452...655	1190 920...1360	0,83 0,60...1,18
	266	M	1,6 1,1...2,4	751 672...812	609 545...695	1270 1040...1480	1,00 0,73...1,63
	267	M	2,1 0,8...3,0	725 664...816	629 595...677	1330 1200...1490	1,15 0,80...1,75
	263	R	1,8 1,0...2,5	774 706...840	635 527...727	1350 1180...1660	1,46 0,83...2,05
	264	R	1,2 0,8...1,8	786 723...861	616 530...732	1360 1190...1560	1,05 0,75...1,48
	268	R	1,8 0,9...2,7	721 663...827	598 525...682	1240 1020...1450	1,05 0,78...1,55

Tabela 3

Lastnosti bukovine po drevesih

Ploskev	Štev. drevesa	Tip	Širina branike mm	Prostornin- ska teža kg/m ³	Tlačna trdnost kp/cm ²	Upogibna trdnost kp/cm ²	Udarna trdnost kpm/cm ²
152	269	M	1,7 1,0...3,1	675 616...742	564 485...660	1140 1030...1280	0,78 0,55...1,15
	270	M	1,8 1,1...2,5	712 659...759	652 575...733	1290 1160...1370	1,01 0,75...1,45
	271	M	1,3 0,6...2,3	678 615...740	578 478...685	1200 1000...1380	0,95 0,70...1,53
	272	R	1,5 0,6...3,0	648 581...718	553 440...615	1090 840...1210	0,80 0,60...1,00
	273	R	2,1 1,5...2,7	734 702...778	673 623...733	1380 1220...1510	1,07 0,88...1,58
	274	R	2,0 0,9...3,5	723 682...797	597 510...678	1210 1100...1320	0,98 0,48...2,20
138	275	M	1,4 0,9...1,9	724 670...764	667 575...755	1370 1230...1500	1,04 0,88...1,58
	276	M	1,1 0,7...1,9	771 686...868	682 538...818	1430 1170...1570	1,20 0,83...1,85
	277	M	1,6 0,5...3,7	669 590...746	563 480...645	1150 900...1310	0,89 0,63...1,23
	278	R	1,4 0,6...2,9	730 670...832	617 493...708	1270 1000...1510	1,07 0,73...1,63
	279	R	1,4 1,0...1,9	751 698...810	676 543...763	1440 1220...1600	1,08 0,85...1,68
	280	R	1,4 0,6...2,6	774 701...857	682 605...768	1410 1220...1580	1,15 0,63...1,95
175	281	M	1,9 1,0...5,9	721 685...773	641 545...720	1330 1190...1520	1,28 1,03...2,18
	282	M	2,3 1,3...3,4	774 692...828	648 540...765	1380 1220...1560	1,22 0,75...2,13
	283	M	2,2 1,2...3,0	726 673...751	672 555...738	1380 1190...1500	1,13 0,93...1,60
	284	R	2,2 1,6...2,9	719 642...826	635 525...698	1320 1130...1470	1,24 0,93...2,33
	285	R	1,9 1,3...3,0	729 654...790	651 533...755	1350 1180...1540	1,16 0,88...1,58
	286	R	1,8 0,8...4,2	711 677...749	659 553...745	1290 1030...1490	1,37 1,08...1,75

Tabela 3

Lastnosti bukovine po drevesih

Ploskev	Štev. drevesa	Tip	Širina branike mm	Prostornin- ska teža kg/m ³	Tlačna trdnost kp/cm ²	Upogibna trdnost kp/cm ²	Udarna trdnost kpm/cm ²
167	287	M	1,5 1,0...2,2	801 746...859	678 610...763	1500 1370...1620	1,25 0,95...1,85
	288	M	1,4 0,9...2,0	748 699...786	671 600...755	1420 1250...1610	1,16 0,80...1,63
	289	M	1,3 0,9...2,5	742 721...764	660 553...718	1400 1190...1490	1,12 0,80...1,40
	290	R	1,4 0,8...3,0	675 614...753	612 538...673	1250 1070...1500	0,89 0,75...1,08
	291	R	1,4 0,7...4,2	732 709...769	634 550...705	1360 1160...1470	0,99 0,85...1,40
	292	R	1,3 0,8...2,4	740 696...791	680 548...723	1450 1310...1610	1,27 1,05...1,53
143	293	M	1,7 1,1...2,5	724 666...791	637 555...720	1360 1190...1510	0,92 0,65...1,10
	294	M	1,8 0,6...2,8	711 661...781	617 518...703	1240 1100...1370	0,82 0,45...1,45
	295	M	1,6 0,8...2,5	719 666...801	641 543...735	1310 1030...1520	1,06 0,60...1,60
	296	R	1,6 1,0...2,5	730 671...780	636 575...723	1370 1260...1470	0,97 0,70...1,18
	297	R	1,7 1,2...2,5	725 698...758	654 588...693	1370 1260...1470	0,92 0,63...1,08
	298	R	1,5 0,9...2,1	761 718...810	646 563...718	1410 1170...1540	1,17 0,65...1,75
178	299	M	1,5 0,7...2,6	677 637...724	643 555...720	1210 1050...1350	0,92 0,70...1,18
	300	M	1,8 0,8...2,8	731 677...802	666 600...748	1352 1210...1450	1,20 0,73...1,80
	301	M	1,1 0,5...1,8	652 598...700	595 510...668	1200 1020...1330	1,05 0,65...1,68
	302	R	1,3 0,6...2,2	719 663...776	598 543...698	1210 1020...1420	0,97 0,33...1,73
	303	R	1,1 0,3...2,4	726 679...787	620 560...678	1270 1100...1430	0,88 0,55...1,38
	304	R	0,9 0,6...1,4	749 704...827	620 560...678	1330 1180...1430	0,93 0,33...1,58

Tabela 3a Lastnosti bukovine po drevesih

Ploškev	Štev. drevesa	M/P	E-modul $\times 10^{-3}$ kp/cm ²	Razkolnost kp/cm ²		Kvalitetno število	
				rad.	tang.	tlak	upogib
135	251	M	147 116...161	11,0 8,3...17,0	15,3 12,8...17,3	7,6 6,6...8,6	17,4 16,2...19,5
	252	M	149 130...158	8,7 6,5...11,5	12,2 10,5...15,8	8,5 7,1...9,6	18,2 12,8...19,8
	256	M	169 151...184	10,4 8,5...13,0	15,8 11,5...18,3	8,1 6,6...9,0	18,5 14,8...19,8
	253	R	149 132...163	11,7 7,5...15,0	15,5 12,8...18,3	7,7 6,6...9,2	17,6 15,8...19,8
	254	R	161 143...181	9,1 7,5...12,3	13,9 11,5...17,0	8,8 7,3...9,6	18,9 17,4...20,4
	255	R	139 123...149	9,9 6,8...14,0	15,2 11,8...18,8	7,5 6,5...8,2	16,8 15,0...18,6
145	258	M	130 118...156	8,5 6,0...11,0	12,8 10,0...17,3	7,8 6,8...8,9	16,8 15,5...18,7
	260	M	145 106...161	9,7 7,8...13,8	13,0 11,0...17,5	8,6 7,0...9,2	17,8 15,6...19,6
	262	M	143 130...158	8,7 6,8...13,5	13,8 9,8...20,8	8,4 7,2...9,3	17,5 12,4...19,2
	257	R	151 137...172	8,8 7,0...14,0	12,5 10,3...16,3	8,3 7,2...9,9	18,4 17,2...19,6
	259	R	154 116...169	9,4 7,8...11,5	12,5 9,8...16,8	8,1 6,7...9,4	19,1 15,2...20,4
	261	R	147 125...172	10,0 8,0...13,3	12,0 9,5...14,3	7,8 6,4...9,4	16,9 12,5...20,4
164	265	M	125 107...151	9,5 7,8...12,3	14,5 12,3...18,5	8,0 6,7...10,2	16,5 14,5...17,7
	266	M	135 118...172	10,1 8,5...11,8	16,1 13,3...19,3	8,1 7,1...9,0	17,1 15,1...19,2
	267	M	141 129...156	9,3 7,5...12,5	14,8 12,5...20,0	8,7 8,1...9,3	18,5 16,3...19,5
	263	R	149 129...177	9,7 7,8...13,0	15,7 13,3...20,8	8,2 7,5...8,9	17,5 15,0...20,6
	264	R	166 135...181	10,3 9,3...11,8	16,0 13,3...19,0	7,8 6,9...9,4	17,5 16,4...19,1
	268	R	137 123...151	9,3 7,5...11,3	14,0 11,8...20,0	8,3 6,4...9,1	16,9 14,8...19,7

Tabela 3a

Lastnosti bukovine po drevasih

Ploskev	Štev. drevasih	FIP	E-modul $\times 10^{-3}$ kp/cm ²	Razkolnost kp/cm ²		Kvalitetno število	
				rad.	tang.	tlak	upogib
152	269	M	125 113...154	8,6 7,0...10,3	13,6 11,3...15,8	8,4 7,4...9,1	16,8 15,7...18,3
	270	M	149 134...166	8,3 6,5...10,8	12,7 10,0...15,5	9,2 7,7...10,2	18,0 16,9...18,9
	271	M	132 121...147	8,3 6,3...10,3	12,9 10,0...15,5	8,5 7,0...9,6	17,8 16,2...19,1
	272	R	121 105...139	7,4 5,0...10,5	11,8 9,5...16,0	8,6 7,1...9,5	16,8 13,9...18,1
	273	R	154 137...166	8,1 6,8...9,8	13,5 11,5...15,8	9,2 8,0...9,9	18,9 17,4...20,1
	274	R	127 102...145	9,1 5,8...13,3	13,5 10,8...19,8	8,3 6,4...9,6	17,1 15,2...19,0
	138	275	M	151 135...169	7,9 6,5...9,8	12,1 9,8...14,5	9,2 8,0...10,1
276		M	158 130...177	8,5 6,3...10,5	12,3 9,5...15,3	8,9 7,4...10,1	18,4 16,9...19,8
277		M	132 113...149	7,5 6,0...10,8	12,6 10,5...15,5	8,4 7,6...9,5	17,1 13,2...18,2
278		R	141 113...166	8,8 6,5...14,5	13,2 10,5...16,5	8,5 7,2...9,1	17,5 14,5...18,9
279		R	161 145...184	9,4 6,5...12,0	13,2 9,8...16,5	9,0 7,8...10,1	19,1 17,1...20,1
280		R	156 127...172	10,9 9,0...13,5	15,6 12,8...21,3	8,8 7,5...9,9	18,5 16,6...20,1
175		281	M	139 99...163	8,4 5,5...12,5	13,3 10,8...19,3	8,9 7,3...9,8
	282	M	151 134...169	10,0 7,3...13,0	15,3 12,5...20,8	8,4 6,9...10,1	17,8 16,1...20,1
	283	M	154 129...166	8,3 6,8...11,0	13,8 12,0...17,0	9,3 7,4...10,1	18,9 15,1...20,5
	284	R	149 130...163	8,6 6,8...11,8	11,9 9,5...14,5	8,9 7,0...9,9	18,5 16,1...20,8
	285	R	145 134...156	7,9 5,0...10,5	11,9 9,0...14,0	8,9 8,1...9,9	18,8 16,5...20,3
	286	R	151 125...169	8,0 6,3...13,3	10,9 9,0...12,8	9,3 7,8...10,4	18,1 15,0...20,5

Ploščev	Štev. drevesa	Tip	E-modul $\times 10^{-3}$ kp/cm ²	Razkolnost kp/cm ²		Kvalitetno število	
				rad.	tang.	tlak	upogib
167	287	M	166 184...145	11,5 8,5...14,0	13,5 9,5...18,5	8,5 7,4...9,9	18,8 17,2...20,7
	288	M	156 141...174	10,5 8,0...12,8	13,3 9,0...16,8	9,0 8,0...10,0	18,7 16,1...20,9
	289	M	158 134...172	9,5 7,5...11,3	12,8 9,3...15,8	8,9 7,6...9,5	19,1 15,7...20,5
	290	R	137 123...151	8,5 7,0...10,0	11,8 10,5...14,5	9,1 8,4...9,5	18,3 15,6...19,6
	291	R	139 109...151	10,5 8,8...12,5	12,8 10,3...17,0	8,7 7,4...9,5	18,3 16,4...19,8
	292	R	151 124...166	8,7 6,5...11,0	12,0 9,5...16,0	9,2 7,0...9,9	19,7 18,5...20,6
143	293	M	158 141...169	9,5 7,0...13,3	13,3 10,5...15,3	8,8 7,5...10,0	18,8 16,9...20,5
	294	M	139 124...163	8,3 6,3...11,0	12,5 10,0...15,3	8,7 7,2...9,7	17,6 15,8...19,1
	295	M	145 125...166	9,2 7,5...11,5	11,4 8,3...15,0	8,9 7,8...9,9	18,9 14,3...21,3
	296	R	147 130...158	9,7 7,3...13,5	12,9 9,3...17,5	8,7 7,5...10,0	18,7 17,6...20,1
	297	R	151 134...169	11,9 7,8...17,0	13,4 11,3...15,0	9,0 8,0...9,8	17,6 17,6...20,5
	298	R	151 134...158	10,0 8,8...12,5	15,4 12,0...19,3	8,5 7,1...9,5	18,5 14,9...20,2
178	299	M	124 105...141	7,7 6,0...10,5	11,8 9,5...13,8	9,5 8,1...10,6	18,1 16,7...19,3
	300	M	130 123...143	8,8 6,8...12,5	13,3 10,3...16,5	9,1 8,1...9,8	18,7 17,3...19,7
	301	M	121 103...139	7,8 6,3...8,8	11,4 9,3...13,8	9,1 7,7...10,1	18,6 17,2...19,8
	302	R	124 107...143	8,5 6,0...10,8	14,1 11,3...15,8	8,3 7,4...9,6	17,0 14,9...19,4
	303	R	130 118...141	9,2 6,8...11,8	13,2 10,3...17,0	8,6 7,1...9,5	17,7 14,9...20,4
	304	R	132 105...154	8,2 6,8...10,3	11,9 9,5...14,8	9,0 7,9...9,9	18,4 17,2...19,9

Tabela 4 Lastnosti bukovine po ploskvah in sumarno

Ploskev	Tip	Širina branike mm	Prostornin- ska teža kg/m ³	Tlačna trdnost kp/cm ²	Upogibna trdnost kp/cm ²	Udarna trdnost kpm/cm ²
135	M	1,7 1,0...2,8	751 682...859	604 502...720	1360 900...1660	1,11 0,78...1,85
	R	1,7 1,1...3,5	744 701...832	595 485...710	1330 1090...1620	1,19 0,78...1,88
	M+R	1,7 1,0...3,5	747 682...859	600 485...720	1350 900...1660	1,15 0,78...1,88
145	M	1,7 0,4...4,5	709 606...810	586 477...712	1230 900...1440	1,00 0,43...1,43
	R	1,6 0,5...3,6	739 670...808	597 445...712	1330 890...1600	1,21 0,31...1,93
	M+R	1,6 0,4...4,5	724 606...810	592 445...712	1280 890...1600	1,11 0,31...1,93
164	M	1,7 0,8...3,0	728 634...816	603 452...695	1270 920...1490	0,99 0,60...1,75
	R	1,6 0,8...2,7	760 663...861	616 525...732	1320 1020...1660	1,19 0,75...2,05
	M+R	1,7 0,8...3,0	744 634...861	609 452...732	1290 920...1660	1,09 0,60...2,05
152	M	1,6 0,6...3,1	688 615...759	598 478...733	1210 1000...1380	0,92 0,55...1,53
	R	1,9 0,6...3,5	701 581...797	608 440...733	1230 840...1510	0,95 0,48...2,20
	M+R	1,8 0,6...0,5	695 581...797	603 440...733	1220 840...1510	0,93 0,48...2,20
138	M	1,3 0,5...3,7	721 590...868	637 480...818	1320 900...1570	1,04 0,63...1,85
	R	1,4 0,6...2,9	751 670...857	658 493...768	1370 1000...1600	1,10 0,63...1,95
	M+R	1,3 0,5...3,7	736 590...868	648 480...818	1340 900...1600	1,07 0,63...1,95

Tabela 4 Lastnosti bukovine po ploskvah in sumarno

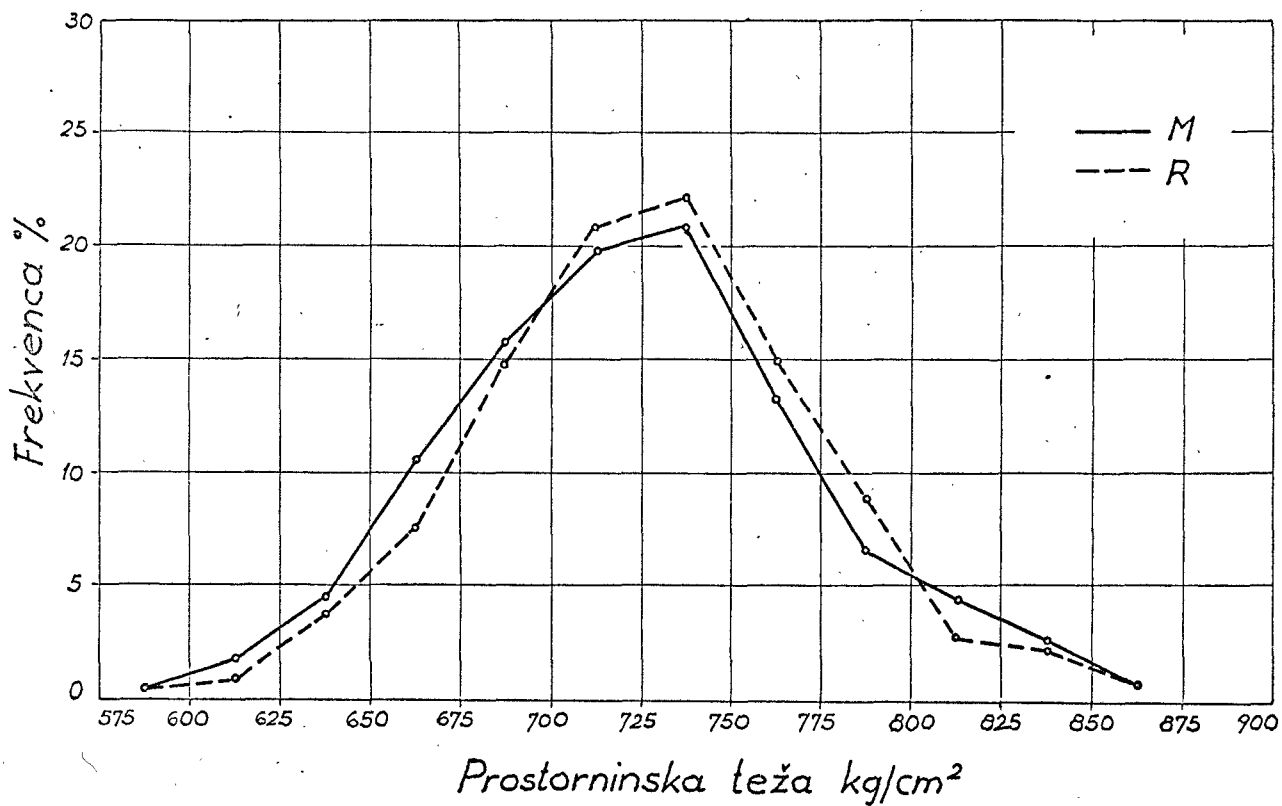
Ploskev	Tip	Širina branike mm	Prostornin- ska teža kg/m ³	Tlačna trdnost kp/cm ²	Upogibna trdnost kp/cm ²	Udarna trdnost kpm/cm ²
175	M	2,1 1,0...5,9	741 673...828	654 540...765	1360 1190...1560	1,21 0,75...2,18
	R	2,0 0,8...4,2	719 642...826	648 525...755	1320 1030...1540	1,25 0,88...2,33
	M+R	2,1 0,8...5,9	730 642...828	651 525...765	1340 1030...1560	1,23 0,75...2,33
167	M	1,4 0,9...2,5	763 699...859	670 553...763	1440 1190...1620	1,18 0,80...1,85
	R	1,4 0,7...4,2	716 614...791	642 538...723	1350 1070...1610	1,05 0,75...1,53
	M+R	1,4 0,7...4,2	740 614...859	656 538...763	1400 1070...1620	1,11 0,75...1,85
143	M	1,7 0,6...2,8	718 661...801	632 518...735	1320 1080...1520	0,93 0,45...1,60
	R	1,6 0,9...2,5	739 671...810	645 563...723	1380 1170...1540	1,02 0,63...1,75
	M+R	1,6 0,6...2,8	729 661...810	639 518...735	1350 1080...1540	0,98 0,45...1,75
178	M	1,4 0,5...2,8	687 598...802	635 510...748	1250 1020...1450	1,06 0,65...1,80
	R	1,2 0,3...2,4	731 663...827	630 543...743	1270 1020...1430	0,93 0,33...1,73
	M+R	1,3 0,3...2,8	709 598...827	632 510...748	1260 1020...1450	0,99 0,33...1,80
Skupno	M	1,6 0,4...5,9	723 590...868	624 452...818	1310 900...1660	1,05 0,43...2,18
	R	1,6 0,3...4,2	734 581...861	627 440...768	1320 840...1660	1,10 0,31...2,33
	M+R	1,6 0,3...5,9	728 581...868	625 440...818	1310 840...1660	1,07 0,31...2,33

Tabola 4 a Lastnosti bukovine po ploskvah in sumarno

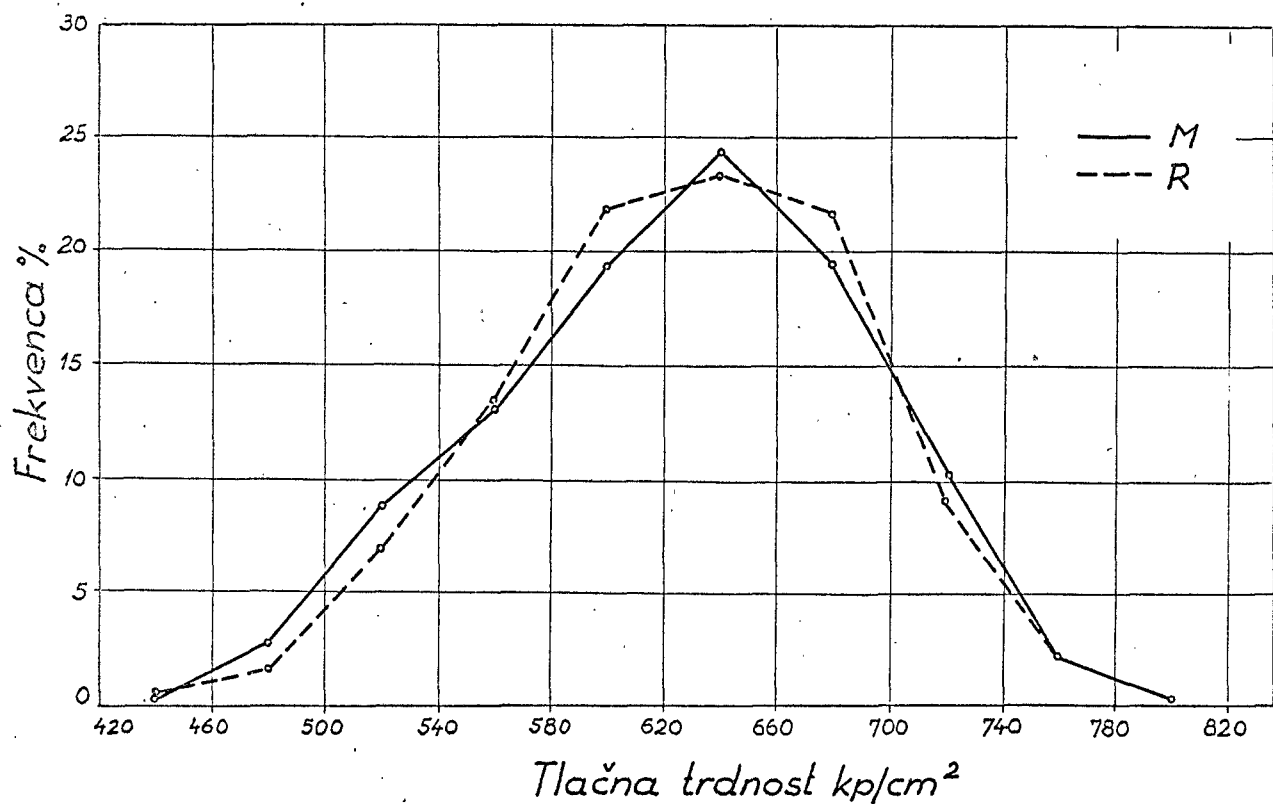
Ploskev	Tip	E-modul $\times 10^{-3}$ kp/cm ²	Razkolnost kp/cm ²		Kvalitetno število	
			rad.	tang.	tlak	upogib
135	M	154 116...184	10,0 6,5...17,0	14,5 10,5...18,3	8,1 6,6...9,6	18,0 12,8...19,8
	R	149 123...181	10,2 6,8...15,0	14,9 11,5...18,8	8,0 6,5...9,6	17,7 15,0...20,4
	M+R	151 116...184	10,1 6,5...17,0	14,7 10,5...18,8	8,0 6,5...9,6	17,9 12,8...20,4
145	M	139 106...161	9,0 6,0...13,8	13,2 9,8...20,8	8,2 6,8...9,3	17,3 12,4...19,6
	R	151 116...172	9,4 7,0...14,0	12,3 9,5...16,8	8,1 6,4...9,9	18,2 12,5...20,4
	M+R	145 106...172	9,2 6,0...14,0	12,8 9,5...20,8	8,2 6,4...9,9	17,7 12,4...20,4
164	M	134 107...172	9,6 7,5...12,5	15,1 12,3...20,8	8,3 6,7...10,2	17,4 14,5...19,5
	R	151 123...181	9,8 7,5...13,0	15,2 11,8...20,8	8,1 6,4...9,4	17,3 14,8...20,6
	M+R	141 107...181	9,7 7,5...13,0	15,2 11,8...20,8	8,2 6,4...10,2	17,3 14,5...20,6
152	M	135 113...166	8,4 6,3...10,8	13,0 10,0...15,8	8,7 7,0...10,2	17,5 15,7...19,1
	R	132 102...166	8,2 5,0...13,3	12,9 9,5...19,8	8,7 6,4...9,9	17,6 13,9...20,1
	M+R	134 102...166	8,3 5,0...13,3	13,0 9,5...19,8	8,7 6,4...10,2	17,6 13,9...20,1
138	M	147 113...177	7,9 6,0...10,8	12,3 9,5...15,5	8,8 7,4...10,1	18,1 13,2...20,6
	R	151 127...184	9,7 6,5...14,5	14,0 9,8...21,3	8,8 7,2...10,1	18,3 14,5...20,1
	M+R	149 113...184	8,8 6,0...14,5	13,2 9,5...21,3	8,8 7,2...10,1	18,2 13,2...20,6

Tabela 4 a Lastnosti bukovine po ploskvah in sumarno

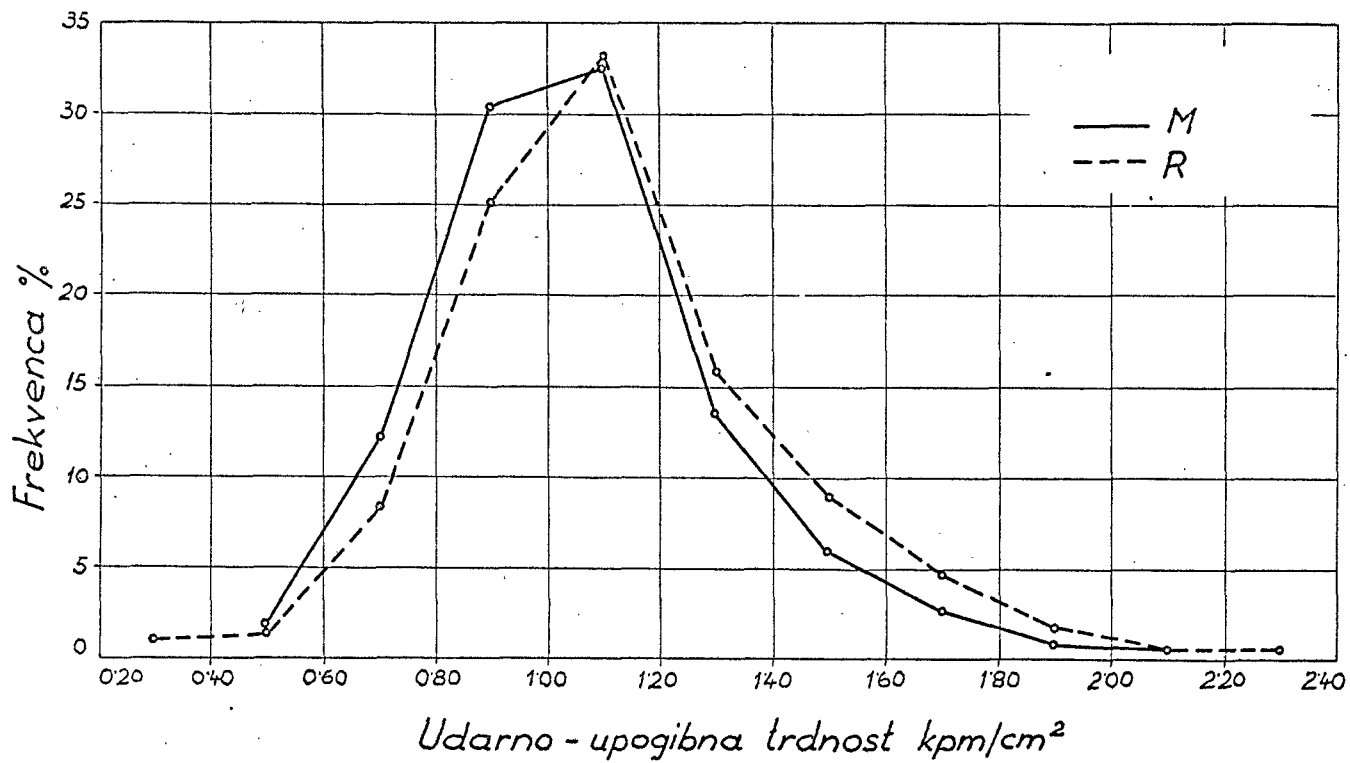
Ploskev	Tip	E-modul $\times 10^{-3}$ kp/cm ²	Razkolnost kp/cm ²		Kvalitetno število	
			rad.	tang.	tlak	upogib
175	M	147 99...169	8,9 5,5...13,0	14,1 10,8...20,8	8,8 6,9...10,1	18,5 15,1...20,5
	R	149 125...169	8,2 5,0...13,3	11,6 9,0...14,5	9,0 7,0...10,4	18,5 15,0...20,8
	M+R	147 99...169	8,5 5,0...13,3	12,8 9,0...20,8	8,9 6,9...10,4	18,5 15,0...20,8
167	M	158 134...184	10,5 7,5...14,0	13,2 9,0...16,8	8,8 7,4...10,0	18,9 15,7...20,9
	R	143 109...166	9,2 6,5...12,5	12,2 9,5...17,0	9,0 7,0...9,9	18,8 15,6...20,6
	M+R	151 109...184	9,8 6,5...14,0	12,7 9,0...17,0	8,9 7,0...10,0	18,8 15,6...20,9
143	M	147 124...169	9,0 6,3...13,3	12,4 8,3...15,3	8,8 7,2...10,0	18,4 14,3...21,3
	R	149 130...169	10,5 7,3...17,0	13,9 9,3...19,3	8,8 7,1...10,0	18,8 14,9...20,5
	M+R	149 124...169	9,8 6,3...17,0	13,2 8,3...19,3	8,8 7,1...10,0	18,6 14,3...21,3
178	M	125 103...143	8,1 6,0...12,5	12,2 9,3...16,5	9,3 7,7...10,6	18,5 16,7...19,8
	R	129 105...154	8,6 6,0...11,8	13,1 9,5...17,0	8,6 7,1...9,9	17,7 14,9...20,4
	M+R	127 103...154	8,3 6,0...12,5	12,6 9,3...17,0	8,9 7,1...10,6	18,1 14,9...20,4
Skupno	M	143 99...184	9,0 5,5...17,0	13,3 8,3...20,8	8,7 6,6...10,6	18,1 12,4...21,3
	R	145 102...184	9,3 5,0...17,0	13,4 9,0...21,3	8,6 6,4...10,4	18,1 12,5...20,8
	M+R	143 99...184	9,2 5,0...17,0	13,3 8,3...21,3	8,6 6,4...10,4	18,1 12,4...21,3



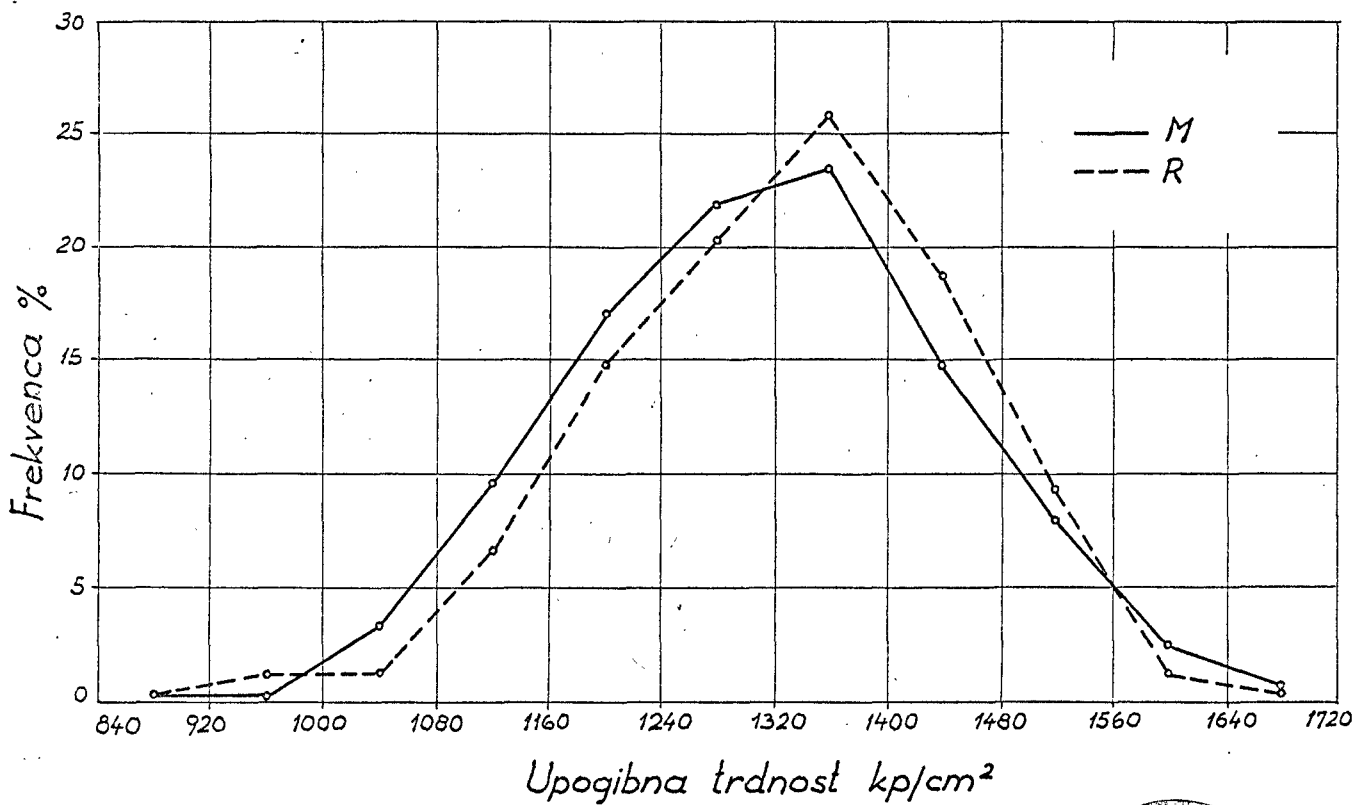
Slika 1



Slika 2



Slika 3



Slika 4



IV

REZULTATI RAZISKOVANJA
STRUKTURE LESA

Raziskovanje strukture lesa je omejeno na strženove trakove, ki so najboljčutljivejši fiziološki element v lesu. Strženovi trakovi so po številu na enoti površine, po obliki in dimenzijah močno variabilni ter odvisni od notranjih in zunanjih okoliščin. V kolikor obstojajo razlike v zgradbi lesa med metlastim / M / in ravnovejnim / R / tipom bukve, smemo upravičeno pričakovati, da bodo te najprej vidne ravno na strženovih trakovih.

Osnova te preiskave so mikroskopski preparati izdelani iz vzorcev iz prsne višine 54 modelnih dreves na način, kot je to opisano v poglavju "Metode dela". Preiskava zajema strženove trakove, katerih višina /tangencialno/ je večja od 0,5 mm. Vse meritve so bile opravljene na tangencialnih prerezih pri povečavi 1 : 50. Izmerjene so bile naslednje vrednosti:

število strženovih trakov na 1 cm² površine

višina strženovih trakov

širina strženovih trakov

koeficijent Q izračunan iz razmerja med višino in širino.

Rezultati preiskave so prikazani pregledno po drevesih, po ploskvah in sumarno v tabeli 5.

Število strženovih trakov

na 1 cm² tangencialne površine variira v širokem intervalu od 55 do 207 s poprečjem 92. Tudi ploskovna poprečja so močno različna

od 68 do 108. Globalni poprečji metlastega / M / in ravnovejnega / R / tipa sta 91 in 92, kar daje razliko 2 %. Mnogo večje razlike kažeta oba tipa na ploskvah, pri čemer je treba poudariti, da te razlike na posameznih ploskvah niso isto- smerne temveč se pojavljajo v obratnem smislu. Nadalje je treba omeniti veliko variabilnost tudi znotraj istega tipa na isti ploskvi.

Višina strženovih trakov.

Višina strženovih trakov prikazana kot srednja vrednost drevesa variira v območju od 770 do 1430 , njeno poprečje pa je 1055 . Ploskovna poprečja so v območju 975 do 1215 in so manj variabilna kot v prejšnjem primeru. Globalni poprečji tipov M in R sta 1080 in 1030 , kar daje razliko cca 5 %. Razlike med obema tipi so na posameznih ploskvah znatno večje.

Širina strženovih trakov

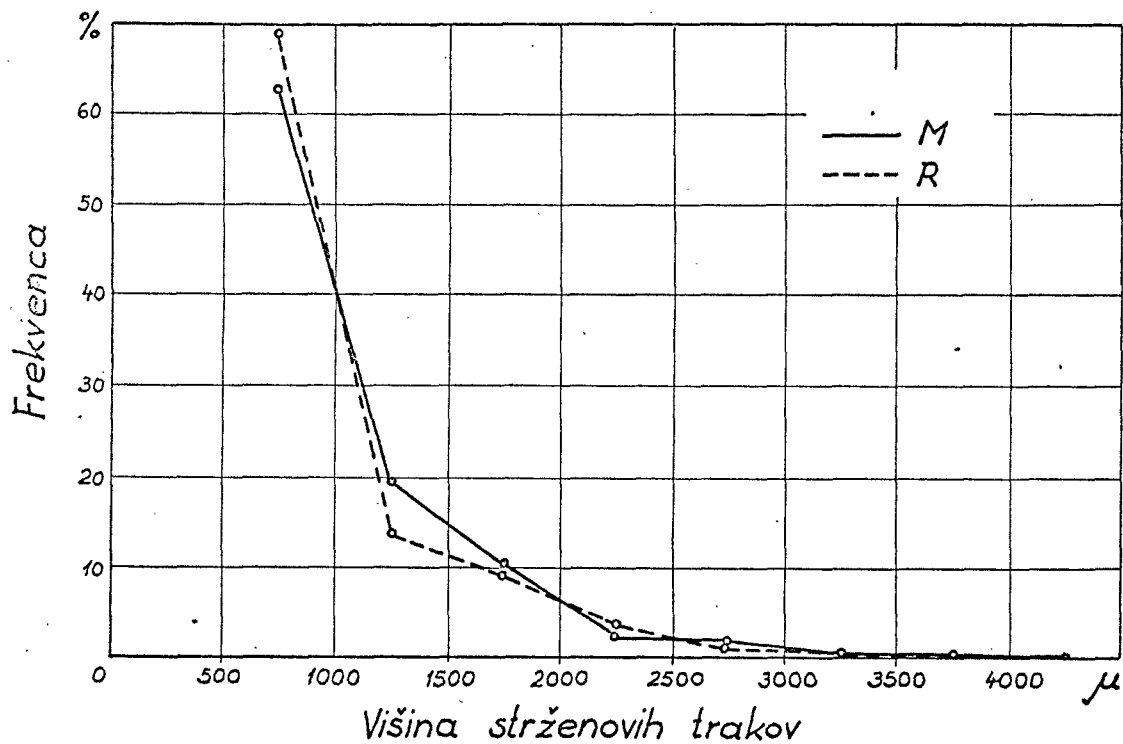
kaže na splošno podobno variabilnost kot višina. Območje variacij je za drevesne srednje vrednosti 59 do 156 , za ploskovna poprečja pa 80 do 113 . Razlika med globalnimi poprečji metlastega tipa 100 in ravnovejnega tipa 97 je 3 %.

Kvocijent Q

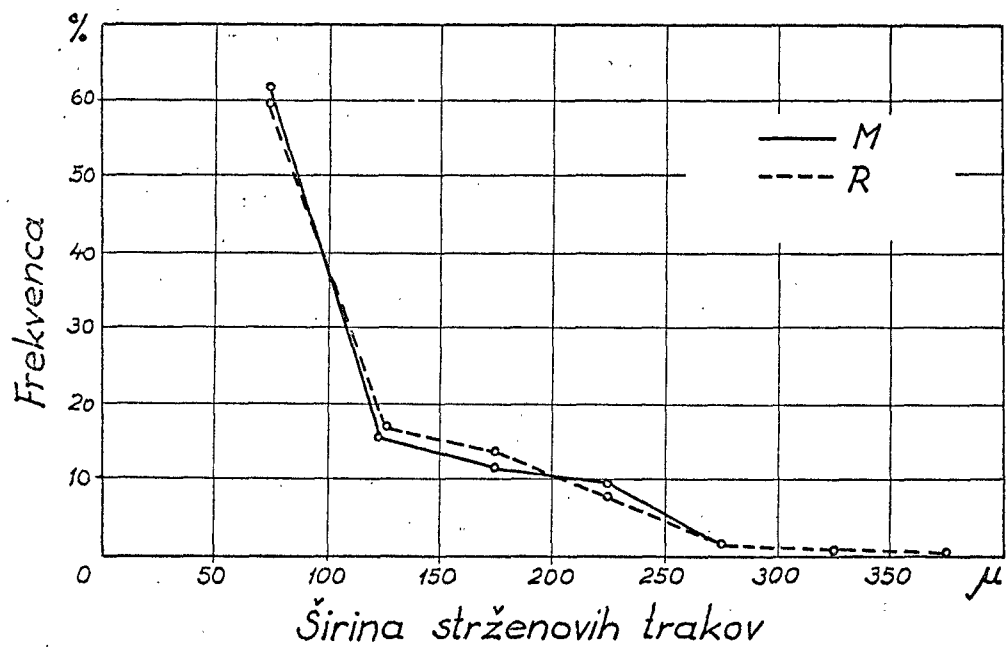
je definiran kot razmerje med višino in širino strženovih trakov. Frekvenčni poligoni posameznih meritev so prikazani ločeno za obattipa M in R v sliki 7. Poligoni kažejo normalno distribucijo, ki je za oba tipa skoraj povsem identična. Poprečna vrednost kvocijenta je 11,7, širine variacij pa so

za srednje vrednosti dreves	8,0 do 15,3
in za ploskovna poprečja	9,8 do 13,2.

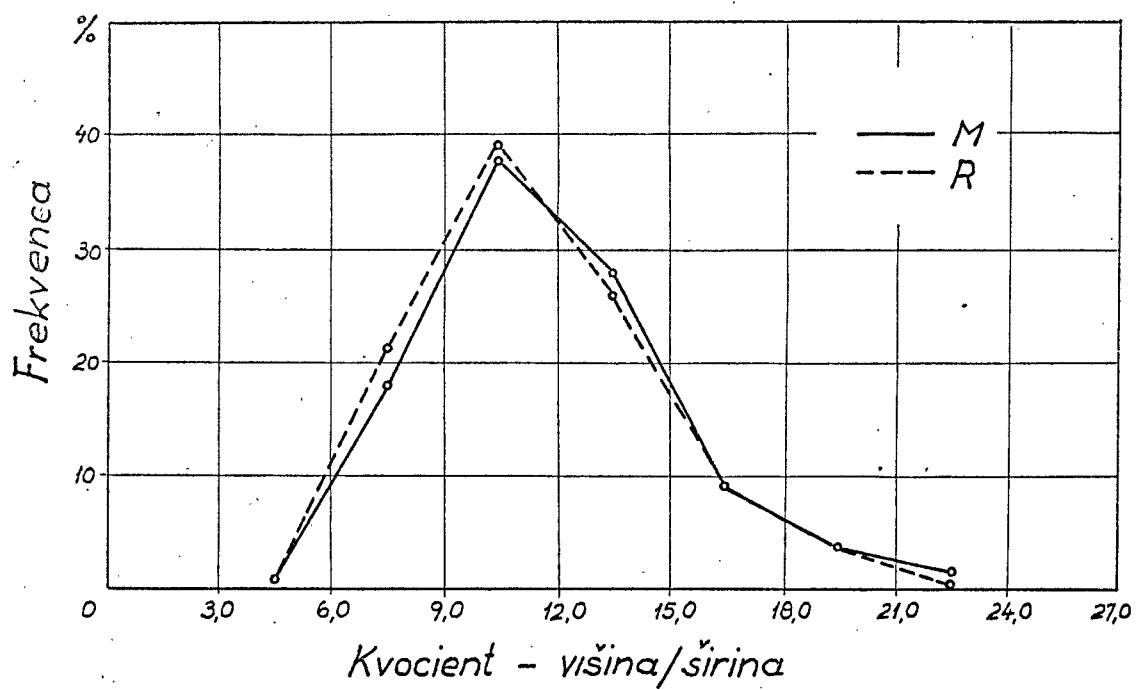
Globalni poprečji tipa M 11,7 in tipa R 11,4 se razlikujeta le za 3 %, med tem ko so razlike obeh tipov na posameznih ploskvah znatno večje.



Slika 5



Slika 6



Slika 7

Tabela 5

Ploskev	Št. drevesa	Tip	Število trakov na 1 cm ²	Višina	Širina	Kvocijent
						$\frac{\text{višina}}{\text{širina}}$
135	251	M	140	910	75	12,2
	252	M	113	880	66	13,4
	256	M	55	1320	93	14,3
	253	R	207	770	78	10,4
	254	R	58	1080	90	12,8
	255	R	74	1130	116	10,9
		M	103	1040	78	13,3
	Poprečno	R	113	990	95	11,4
		M+R	108	1015	87	12,4
145	258	M	74	990	82	12,9
	260	M	66	1080	113	10,7
	262	M	74	1130	107	11,2
	257	R	74	1100	116	9,6
	259	R	82	830	69	13,3
	261	R	47	1070	114	9,9
		M	71	1070	101	11,6
	Poprečno	R	68	1000	100	10,9
		M+R	70	1035	101	11,3
164	265	M	109	1040	116	9,3
	266	M	113	1110	89	12,1
	267	M	121	1060	94	12,1
	263	R	82	1090	129	9,3
	264	R	94	960	95	11,0
	268	R	101	1040	111	9,6
		M	114	1070	100	11,2
	Poprečno	R	92	1030	112	10,0
		M+R	103	1050	106	10,6

Tabela 5

Ploskev	Št. drevesa	Tip	Število trakov na 1 cm ²	Višina	Širina	Kvocijent	
						$\frac{\text{višina}}{\text{širina}}$	
152	269	M	62	1370	111	12,1	
	270	M	66	1130	124	9,5	
	271	M	62	1040	105	10,8	
	272	R	98	1120	77	14,6	
	273	R	59	1430	149	10,6	
	274	R	62	1200	112	11,9	
	Poprečno		M	63	1180	113	10,8
			R	73	1250	113	12,4
			M+R	68	1215	113	11,6
	138	275	M	59	1270	114	12,3
276		M	74	1390	120	11,5	
277		M	113	970	76	12,4	
278		R	121	880	103	9,1	
279		R	55	1270	95	12,3	
280		R	82	930	92	10,3	
Poprečno			M	82	1210	103	12,1
			R	86	1030	97	10,6
			M+R	84	1120	100	11,4
175		281	M	94	840	77	12,1
	282	M	51	1230	156	8,6	
	283	M	86	1240	98	14,6	
	284	R	129	890	73	12,5	
	285	R	78	830	93	9,9	
	286	R	78	1140	81	13,8	
	Poprečno		M	77	1100	110	11,8
			R	95	950	82	12,1
		M+R	86	1025	96	12,0	

Tabela 5

Ploskev	Št. drevesa	Tip	Število trakov na 1 cm ²	Višina	Širina	Kvocijent
						$\frac{\text{višina}}{\text{širina}}$
167	287	M	98	990	103	10,2
	288	M	101	1030	69	15,3
	289	M	78	1380	110	12,2
	290	R	140	1010	82	13,2
	291	R	62	1150	117	10,0
	292	R	125	900	83	11,0
			M	92	1130	94
	Poprečno	R	109	1020	94	11,4
		M+R	101	1075	94	12,0
143	293	M	86	1060	107	10,4
	294	M	125	1020	81	14,9
	295	M	121	910	75	12,1
	296	R	70	1040	77	13,9
	297	R	140	810	59	14,3
	298	R	94	990	77	13,5
			M	111	1000	88
	Poprečno	R	101	950	71	13,9
		M+R	106	975	80	13,2
178	299	M	94	870	126	7,3
	300	M	137	930	81	11,5
	301	M	82	990	122	8,8
	302	R	70	1330	116	11,8
	303	R	144	880	87	11,0
	304	R	96	980	137	8,0
			M	104	930	110
	Poprečno	R	103	1060	113	10,3
		M+R	104	995	112	9,8
Skupno		M	91	1080	100	11,7
	Poprečno	R	93	1030	97	11,4
		M+R	92	1055	99	11,6

V

S T A T I S T I Č N A O B D E L A V A
P O D A T K O V I N Z A K L J U Č E K

Namen tega poglavja je ovrednotenje razlik med metlastim / M / in ravnotejnim / R / tipom bukve, ki jih je pokazala ta preiskava. V nadaljevanju so navedena globalna poprečja vseh preiskanih lastnosti za oba navedena tipa bukve.

	Globalno poprečje	
	M	R
prostorninska teža kp/m^3	723	734
tlačna trdnost kp/cm^2	624	627
upogibna trdnost kp/cm^2	1310	1320
udarna upogibna trdnost kpm/cm^2	1,05	1,10
E-modul	143	145
razkolnost - radialno kp/cm^2	9,0	9,3
razkolnost - tangencialno kp/cm^2	13,3	13,4
število strženovih trakov na 1 cm^2	91	93
višina strženovih trakov	1080	1030
širina strženovih trakov	100	97
kvocijont $Q = \text{višina}/\text{širina}$	11,7	11,4

Globalna poprečja obeh tipov bukve ne kažejo pomembnejših odklonov. Največja razlika do 5 % je ugotovljena za udarno upogibno trdnost in za število strženovih trakov na 1 cm^2 tangencialne površine. Tudi frekvenčni poligoni ne kažejo večjih odklonov. Znatno večje razlike med obema tipoma bukve se pojavljajo na nekaterih ploskvah kot je razvidno iz tabele 4 in 4 a.

Verodostojnost razlik med obema tipoma bukve je testirana s pomočjo dvojne analize variance. Osnova računa za vsako obravnavano lastnost so drevesna poprečja za vseh 54 preiskanih dreves. V nadaljevanju je prikazan primer testiranja za prostorninsko težo.

Najprej opravimo osnovne računske operacije, ki so pregledno prikazane v tabeli 6. Nato izračunamo vsote kvadratnih odklonov.

$$S Q \text{ totalno } 743^2 + 708^2 \dots + 749^2 - \frac{39326^2}{54} = 59818$$

$$S Q \text{ med P T razredi } \frac{1}{3} / 2252^2 + \dots + 2194^2 / - \frac{39326^2}{54} =$$

$$= 26294$$

$$S Q \text{ med Tipi } \frac{1}{27} / 19518^2 + 19808^2 / - \frac{39326^2}{54} = 1557$$

$$S Q \text{ med Ploskvami } \frac{1}{6} / 4485^2 + \dots + 4254^2 / - \frac{39326^2}{54} =$$

$$= 13909$$

Tabela 6

Ploš- kev	Prostorninska toča		S	Kvadrati		S	SS
	M	R		M	R		
1	743	756		552049	571536		
	708	749		501264	561001		
	801	728		641601	529984	5071504	
	2252	2253	4485			4986289	20115225
2	677	718		458329	515524		
	736	764		541696	583696		
	714	736		509796	541696	4524129	
	2127	2218	4345			4919524	18879025
3	708	774		501264	599076		
	751	786		564001	617796		
	725	721		525625	519841	4769856	
	2184	2281	4465			5202961	19936225
4	675	648		455625	419904		
	712	734		506944	538756		
	678	723		459684	522729	4264225	
	2065	2105	4170			4431025	17388900
5	724	730		524176	532900		
	771	751		594441	564001		
	669	774		447561	599076	4682896	
	2164	2255	4419			5085025	19527561
6	721	719		519841	516961		
	774	729		599076	531441		
	726	711		527076	505521	4932841	
	2221	2159	4380			4661281	19184400
7	801	675		641601	455625		
	748	732		559504	535824		
	742	740		550564	547600	5248681	
	2291	2147	4438			4609609	19695844
8	724	730		524176	532900		
	711	725		505521	525625		
	719	761		516961	579121	4639716	
	2154	2216	4370			4910656	19096900
9	677	719		458329	516961		
	731	726		534361	527076		
	652	749		425104	561001	4243600	
	2060	2194	4254			4813636	18096516
S	19518	19808	39326	14146170	14553172	42377488 43620006	171920596
				28699342		85997454	

Rezultate uvrstimo v pregledno tabelo:

	n	S Q
med Tipi	1	1 557
med Ploškvi	8	13 909
Skupaj	9	15 466
med P T razredi	17	26294
Razlika	8	10 828

Ugotovljena razlika z 8 stopinjami prostosti predstavlja izme-
nično dejstvo med Tipi in Ploškvi. Označimo jo simbolično
"interakcija T P". Analiza variance se izvaja po sledeči
shemi:

	n	S Q	s ²
med Tipi	1	1 557	1 557
med Ploškvi	8	13 909	1 739
interakcija T P	8	10 828	1 354
ostanek	36	33 524	931
Totalno	53	59 818	

Prvo opravimo test interakcije

$$F = \frac{1354}{931} = 1,454$$

Iz tabele F - porazdelitve dobimo:

$$\text{za } n_1 = 8 \text{ in } n_2 = 30 \quad F_{0,05} = 2,266$$

$$n_1 = 8 \text{ in } n_2 = 40 \quad F_{0,05} = 2,180$$

Po primerjavi izračunane in tabelarne vrednosti F ugotavljamo, da je razmerje med Tipoma M in R neodvisno od rastišča. Pogoji aditivnosti je izpolnjen. Zato lahko izračunamo novi ostanek:

	n	$S Q$	s^2
Interakcija T P	8	10 828	
Ostanek	36	33 524	
Skupaj	44	44 352	1 008

Za ugotavljanje signifikantnosti razlik v prostorninski teži izračunamo F kot kvocijent variance med Tipi in varianco novega ostanka:

$$F = \frac{1557}{1008} = 1,545 .$$

Iz tabele F - porazdelitve dobimo:

$$\text{za } n_1 = 1 \quad \text{in } n_2 = 40 \quad F_{0,05} = 4,085$$

$$n_1 = 1 \quad \text{in } n_2 = 60 \quad F_{0,05} = 4,001$$

Izračunana vrednost F je manjša od tabelarne. To pomeni, da razlike med netlastim / M / in ravnovejnim / R / tipom bukve niso signifikantne, temveč le slučajne.

Izračun je opravljen za vse preiskane lastnosti. Izračunane vrednosti F so navedene v nadaljevanju.

	F
Prostorninska teža	1,545
tlačna trdnost	0,135
upogibna trdnost	0,278
udarna trdnost	2,093
E-modul	0,947
razkolnost - radialno	1,305
razkolnost - tangencialno	0,512
Število strženovih trakov	0,096
višina strženovih trakov	1,289
širina strženovih trakov	0,201
kvocijent Q višina/širina	0,238

Izračunane vrednosti so v vseh primerih manjše od tabelarnih. To pomeni, da se metlasti tip bukve v pogledu vseh obravnavanih lastnosti lesa ne razlikuje bistveno od ravnovejnega tipa.

Z A K L J U Č E K

Izvršena je bila preiskava strukture in tehnoloških lastnosti lesa z namenom ugotavljanja eventualnih razlik med metlastim in ravnovejnim tipom bukve. Predmet preiskave je 27 osebkov metlastega in 27 osebkov ravnovejnega tipa, skupno 54 dreves z 9 raziskovalnih ploskev v nadmorskih višinah 300 - 1100 m na področju Slovenije. Preiskane so bile naslednje lastnosti: prostorninska teža, tlačna, upogibna in udarna upogibna trdnost, elastični modul, razkolnost v radialni in tangencialni smeri, za strženove trakove pa število na 1 cm² površine, višina, širina ter kvocijent višina/širina.

Globalna poprečja obeh tipov bukve kažejo le manjše odklone, največ do 5 %. Mnogo večje razlike se pojavljajo na posameznih ploskvah, pri čemer je treba upoštevati veliko variabilnost znotraj istega tipa na isti ploskvi.

Test signifikantnosti je opravljen s pomočjo dvojne analize variance, ki je pokazala, da razlike v nobenem primeru niso verodostojne. Smemo torej trditi, da metlasti tip bukve v pogledu vseh preiskanih tehnoloških lastnosti in strukture lesa ni pokazal bistvenih razlik v primerjavi z ravnovejnim tipom. To pa še ni dokončna negacija razlik med obema tipoma bukve. Gotovo pa je, da so razlike, v kolikor le obstajajo, zelo majhne in jih na osnovi velikega števila 54 modelnih dreves ni mogoče dokumentirati.

L I T E R A T U R A

1. Baur, F.: "Die Rotbuche in Bezug auf Ertrag, Zuwachs und Form", Berlin, 1881
2. Brinar, M.: Naša bukov in naši bukovi gozdovi, Gozdarski vestnik 1957
3. Brinar, M.: Bukove rase in diferenciacija različkov glede nekaterih fizioloških in tehnoloških lastnosti. Gozdarski vestnik 1965
4. Burger, H.: Holz, Blattmenge und Zuwachs. Die Buche. Mitteilungen der Schweizerischen Anstalt für das forstliche Versuchswesen, XXI-2, Zürich 1940
5. Clarke, S.H.: Investigation of the anatomical structure of timbers and the relation of structure to physical properties. Forest Products R.L. London. Project 18, Pr.R.2, 1932.
6. Clarke, S.H.: The influence of cell-wall composition on the physical properties of beech wood. Forestry Vol. IX, p.132, 1935
7. Clarke, S.H.: The distribution, structure and properties of tension wood in beech /*Fagus silvatica*/. Forestry Vol. XI, p.85, 1937
8. Exner: Studien über das Rotbuchenholz. Wien 1875
9. Fröhlich, J.: Die wichtigsten Krankheiten der Bäume und Fehler des Holzes im südösteuropäischen Urwalde. Forstwiss.Zentralblatt, 1921
10. Fukarek, P.: Biološke i ekološke karakteristike bukve u Jugoslaviji. Koreferati i zaključci na savetovanju o bukvi u Beogradu. 1965
11. Gaber, E.-Hoeffgen, H.: Versuche über die Festigkeit von rot- und weisskernigen Rotbuchenholz. WDI Zeitschrift 1931

12. Gäumann, E.: Der Stoffhaushalt der Rotbuche. Ber.d. schweiz.botan.Gesellschaft, 1935
13. Gelinsky, H.: Die Astreinigung der Rotbuche. Diss. Hannover-Münden 1931
14. Ghelmeziu, E.: Untersuchungen über die Schlagfestigkeit von Bauhölzern. Holz als Roh und Werkstoff, 1 p. 585, 1938
15. Grössler, W.: Holztechnologische Untersuchungen an Hochgebirgsbuchen. Holz als Roh- und Werkstoff 6 p.81, 1943
16. Hartig, R.: Das Holz der Rotbuche in anatomisch-physiologischer, chemischer und forstlichen Richtung, Berlin 1888
17. Jaroschenko, G.: Der Einfluss der natürlichen Reinigung des Stammes von Aesten auf die Bildung des falschen Kerns bei der Buche. Forstwiss.Zentralblatt 1935, p.375
18. Kirst, G.: Ueber die sogenannte Steinbuche und ihre Holzeigenschaften. Forstwiss.Zentralblatt. 69 p.669, 1950
19. Klauditz, W.: Zellulosegehalt und chemische Zusammensetzung des Lichtungszuwachs-Holzes einer Rotbuche. Holzforschung 3 p. 1, 1949
20. Kollmann, F.: Technologie des Holzes und der Holzwerkstoffe. München, 1951
21. Kondratiev, A.: Zur Frage über die Methodik der Auswahl der Modellstämme und der Proben aus ihnen zur Bewertung der physikalisch-mechanischen Eigenschaften des Holzes von Beständen. Centralblatt f. d. gesamte Forstwesen 62/1, 1936
22. Krpan, J.: Untersuchungen über den Fasersättigungspunkt des Buchen-, Eichen-, Tannen- und Fichtenholzes. Holz als Roh und Werkstoff XII p, 84, 1954
23. Langenkamp, R.: Das Raumbgewicht des Rotbuchenholzes im Rohholzstamm. Diss.Hannover-Münden, 1931
24. Mayer-Wegelin, H.: Aestigkeit und Aushaltung des Buchenholzes. Forstarchiv 5 p. 413, 1929

25. Mayer-Wegelin, H.: Verwendung des Buchennutzholzes.
Forstarchiv 5 p.253, 1929
26. Mayer-Wegelin, H.: Die Verkernung des Buchenholzes.
Silvae Orbis 15 p.227, 1944
27. Mayer-Wegelin, H.: Der Einfluss von Schaftform und Holzfehlern
auf den Wert des Buchenstammes.
Holz als Roh- und Werkstoff 11 p.342, 1953
28. Mayer-Wegelin, H. -Mammen, E.:
Spannungen und Spannungsrisse im Buchen-
stammholz. Allgemeine Forst- und Jagd-
zeitung 125 p.287, 1954
29. Mammen, E.: Der Einfluss einiger Witterungsfaktoren
auf die Jahrringsbreite und Spätholzbildung
verschiedener Holzarten des gleichen nord-
westdeutschen Standortes.
Diss. Hannover-Münden, 1954
30. Metzger, K.: Studien über den Aufbau der Waldbäume und
Bestände nach statischen Gesetzen.
Mündner Forstliche Hefte 5 p.61, 1894,
7 p.44, 1895
31. Metzger, K.: Ueber das Konstruktionsprinzip des sekun-
dären Holzkörpers. Naturwissenschaftliche
Zeitschrift für Forst- und Landwirtschaft
6 p.249, 1908
32. Mörath, E.: Beiträge zur Kenntnis der Quellungserschei-
nungen des Rotbuchenholzes.
Diss. Darmstadt, 1931
33. Mörath, E.: Rotkern des Buchenholz. Silvae Orbis, 1944
34. Paul, B.H., Drow. J.T.: Some physical and mechanical proper-
ties of American Beech. Beech Utiliz.Ser.
Ntheast. For.Exp.Sta.No 1, 1951, p.17
35. Pechmann, H.: Untersuchungen über die Bruchschlagarbeit
von Rotbuchenholz. Holz als Roh- und
Werkstoff, 11 p. 361, 1953
36. Prenner, L.: Untersuchungen über die technologischen
Eigenschaften des Holzes der Rotbuche
/Fagus silvatica/ im Wienerwald.
Diss. Wien, 1950

37. Preston, R.D. - Ranganathan, V.: The fine structure of fibres of normal and tension Wood in Beech. Forestry XXII, 1948
38. Ramann, E.: Blättergewicht und Blattflächen einiger Buchen. Zeitschr. f. Forst- und Jagdwesen, 1911
39. Rochester, G.H.: The mechanical properties of Wood. Canada Dept. Int. Forest. Serv. Bull 82, 1931
40. Schulz-Brüggemann, M.: Der Einfluss des Verstockens auf die technologischen Eigenschaften des Rotbuchenholzes. Holzforschung 3 p.65, 1949
41. Schleicher, H.: Untersuchungen über die Abhängigkeit des Raumgewichtes des Buchenholzes von der Stammform. Diss. Hannover-Münden, 1935
42. Schober, R.: Zum jahreszeitlichen Ablauf des sekundären Dickenwachstums. Allgemeine Forst- und Jagdzeitung, 1951/3
43. Trendelenburg, R. - Mayer-Wegelin, H.: Das Holz als Rohstoff. München 1955
44. Tuszon, J.: Anatomische und mykologische Untersuchungen über die Zersetzung und Konservierung des Rotbuchenholzes. Berlin, 1905
45. Venet, J.: Relations existant entre la qualité du bois et la largeur des accroissements annuels. Revue forestière française 1953, 5.836
46. Volkert, E.: Untersuchungen über den Einfluss des Baumalters auf die Holzeigenschaften. Mitteilungen aus Forstwirtschaft und Forstwissenschaft 11 p. 173, 1940
47. Wandt, R.: Die Eigenschaften Stamm- und Kronenbürtigen Holzes. Diss. Hannover-Münden, 1937
48. Wiedemann, E.: Die Rotbuche, Hannover, 1932
49. Winter, H. - Daskaloff, J.: Festigkeitseigenschaften und elastisches Verhalten von Buche. Holz als Roh- und Werkstoff X p.6, 1952
50. Ylinen, A.: Ueber den Einfluss der Rohwichte und des Spätholzanteils auf die Brinellhärte des Holzes. Holz als Roh- und Werkstoff 6 p. 125, 1943.
51. Zycha, J.: Ueber die Kernbildung und verwandte Vorgänge im Holz der Rotbuche. Fortswiss. Zentralbl. 1948

