

# Prilog poznavanju tehničkih svojstava munikovine (*Pinus Heldreichii* Christ, var. *leucodermis* Ant. Markgraf)

---

**Horvat, Ivo**

*Source / Izvornik:* **Glasnik za šumske pokuse: Annales pro experimentis foresticis, 1948, 9, 157 - 171**

**Journal article, Published version**

**Rad u časopisu, Objavljena verzija rada (izdavačev PDF)**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:108:073343>

*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](#)



Dr. Ing. Ivo Horvat:

# Prilog poznavanju tehničkih svojstava munikovine (*Pinus Heldreichii* Christ. var. *leucodermis* [Ant.] Markgraf)

(Contribution à la connaissance des propriétés techniques du bois de *Pinus Heldreichii* var. *leucodermis* (Ant.) Markgraf)

## SADRŽAJ (SOMMAIRE)

- I Uvod (Introduction)
- II Tehnička svojstva (Propriétés techniques)
  - 1. Područje i materijal (Station et matériaux)
  - 2. Izradivanje proba (Façonnage des éprouvettes)
  - 3. Istraživanja i rezultati (Recherches et résultats)
    - a) godovi i kasno drvo (Épaisseur de couches annuelles et pourcentage du bois d'été)
    - b) specifična težina (Poids spécifiques)
    - c) utezanje (Rétractibilité)
    - d) čvrstoća savijanja (Flexion statique)
    - e) čvrstoća udara (Résilience)
    - f) čvrstoća pritiska (Compression axiale)
  - 4. Munika i crni bor (*Pinus Heldreichii* var. *leucodermis* et *Pinus nigra* Arn.)
  - 5. Zaključak (Conclusion)
- Literatura (Littérature)
- Résumé

I. UVOD. Munika ili smrč jedna je od značajnih predstavnika terciarne flore kod nas. Prvi opis ove vrsti bora potječe iz 1863 godine. Nakon toga napisano je mnogo rasprava o munici. Kod nas je u novije doba objavio P. Fukarek prvi dio svoje monografije o munici (L. 1). U toj raspravi obradio je Fukarek pitanje geografske raširenosti munike i iznio rezultate svojih istraživanja na tom području. Prema izvodima ove rasprave mogu se staništa munike podijeliti na: 1. okolina rijeke Neretve, 2. primorske planine u okolici Boke Kotorske, 3. sjeverna Crna Gora i područje rijeke Morače, 4. područje rijeke Cijevne, 5. područje Bijelog i Crnog Drima, 6. slivovi

rijeka Mati, Arsena, Škumbe i Semena, 7. Akrokeraunske planine, 8. područje rijeke Vojuše, 9. planina Olimp u Tesaliji, 10. Pirin i Ali Botuš planina i 11. Južna Italija.

F u k a r e k u svojoj raspravi naglasio je šumsko-uzgojnu važnost munike. U prvom redu potrebno je istaći upravo nevjerojatno skromne zahtjeve munike na dobrotu tla. Isto tako munika stavlja skromne zahtjeve na toplinu zraka te vlagu zraka i tla. Osnovna je mana munike sporost u rastu i teško uzgajanje. Uprkos tih mana munika je važna sa šumsko-uzgojnog gledišta kao najpogodnija vrsta za pošumljivanje viših planinskih predjela u kojima stvaranje golog krša imade najteže posljedice.

II. TEHNIČKA SVOJSTVA. O tehničkim svojstvima drveta munike do sada je malo poznato. G. J a n k a izdao je 1915 godine svoju obsežnu raspravu o istraživanju tvrdoće drveta (L. 2). U toj raspravi zabilježeni su rezultati istraživanja, koje je izvršio G. J a n k a na samo 8 proba munikovine. On je ispitao specifičnu težinu, koeficijent plošnog utapanja, čvrstoću pritiska i tvrdoću drveta munike. Stanište ove istražene munike bilo je u okolini Konjica u Bosni. Prof. V. S t o j a n o v izdao je 1940 godine raspravu o svojstvima i upotrebi drveta munike. (L. 3). U toj raspravi je prof. S t o j a n o v objavio rezultate svojih istraživanja munikovine. Istražena je bila munika sa Pirin planine. Predmet istraživanja bilo je učestće smolnih kanala, specifična težina, čvrstoća pritiska, čvrstoća savijanja, čvrstoća natezanja, osržavanje te upotreba munikovine.

O tehničkim svojstvima munikovine s naših staništa, izuzevši istraživanje koje je izvršio G. J a n k a, nisu izvršena do sada nikakova istraživanja. Zavod za uporabu šuma na Poljoprivredno-šumarskom fakultetu u Zagrebu započeo je 1938 g. sabirati materijal za istraživanje tehničkih svojstava pojedinih vrsta drveća iz naših šuma. Među sabranim materijalom bilo je i jedno probno stablo munike. Ovo probno stablo t. j. probni trupčić ovog stabla poslužio je za istraživanje nekih tehničkih svojstava munikovine.

Istraživanja su mogla biti izvršena samo djelomično. I to iz razloga, jer je moglo biti istraženo samo jedno probno stablo munike. Za istraživanje tehničkih svojstava munikovine u punom opsegu potreban bi bio daleko veći broj probnih stabala munike. Ova probna stabla morala bi potjecati iz svih naših staništa munike. Rezultat istraživanja većeg broja probnih stabala sa svih naših staništa omogućila bi daleko sigurniji i pouzdaniji sud o tehničkim svojstvima munikovine. Nažalost Zavodu nije bilo moguće za sada sakupiti veći broj probnih stabala munike. Iz tih razloga ovdje izneseni rezultati ne mogu se

smatrati konačnim i samo istraživanje završenim. Kada će Zavodu biti stavljeno na raspolaganje više materijala za istraživanje moći će se istraživanja izvršiti u većem i potpunijem opsegu.

U ovoj su radnji prikazani rezultati prethodnih istraživanja kojima je bila predmetom širina goda, učešće kasnog drveta, specifična težina, linearno (radijalno, tangencijalno i longitudinalno) i volumno utezanje, čvrstoća pritiska, čvrstoća savijanja i čvrstoća udarca odnosno radnja loma.

**1. Područje i materijal.** Istraženi probni trupčić potječe od probnog stabla oborenog u šumskom području Bistrica na Sinjavini planini. Ovo stanište pripada po F u k a r e k u u staništa munike Sjeverne Crne Gore i područja rijeke Morače. Šumsko područje Bistrica sastoji se iz dva dijela »Mišovića Borje« i »Počivala«. Po gospodarskoj osnovi označeni su ti dijelovi kao odjel br. 11 i odjel br. 6. Ove šume vlasništvo su crnogorskog plemena Poljskog, općina Polja, kotar Kolāšin. To su ernoborove sastojine prosječne starosti 110 godina. Tek je nešto pri vrhu Mišovića Borja (odjel 11) na visini od 1325 m sastojina munike. To su prirodne sastojine prebornog karaktera. Podloga je vapnenac. Inklinacija oko 30°, ekspozicija jugozapadna. Bonitet staništa I/II. Drvna masa po 1 ha oko 800 m<sup>3</sup>. Sklop sastojine crnog bora 0,9, a sastojine munike 0,6. Stabla su zastupana većinom u debljinskim razredima od 50 do 70 cm. Probno stablo munike je dominantnog karaktera. Prsni promjer probnog stabla iznosio je 46 cm, totalna visina 21 m, visina do prve žive grane 8 m, horizontalna projekcija krošnje 9 m, starost cca 200 godina. Probno je stablo oboreno 10. ožujka 1939 godine. Probni trupčić otpiljen u visini od 6,30 m iznad zemlje. Srednji promjer probnog trupčića iznosio je 40 cm.

**2. Izradivanje proba.** Iz trupčića su ispiljene u smjeru najvećeg i najmanjeg promjera piljenice debljine do 8 cm. S jednog kraja tih piljenica otpiljene su okomito na smjer vlakana dašćice debljine 4 cm. Iz tih dašćica izradene su probe za istraživanje linearnog i volumnog utezanja te specifične težine. Preostali dio piljenica i segmenata oprezno je u prostorijskim Zavoda sušen do stanja prosušenosti. Nakon dovršenog sušenja ispiljene su i izradene iz piljenica i segmenata probe za istraživanje čvrstoće savijanja, čvrstoće udarca odnosno radnje loma, čvrstoće pritiska, specifične težine i stepena vlage. Sve probe ispiljene su u uzdužnom smjeru i točno po žici i imale su oblik prizme kvadratičnog presjeka, tako da su linije godova i sržni trakovi tekli paralelno sa po dvije nasuprotnne stranice čeonog presjeka probe. Čela i bokovi probe posebnim su strojem fino polirani, tako da je oblik probe bio geometrij-

ski pravilna prizma. Sve probe, koje su sadržavale bilo kakovu grešku ili nepravilnost izlučene su iz istraživanja.

**3. Istraživanja i rezultati.** Rezultati istraživanja širine, goda, nčešća zone kasnog drveta, stepena vlage, specifične težine, čvrstoće savijanja, specifične radnje loma i čvrstoće pritiska i to granice i srednja vrijednost iznijeti su u tabeli 1.

Tabela 1

Redni broj	Svojstvo	Granice	Srednja vrijednost	Broj proba
1	Širina goda u mm	0,34...1,73	0,93	42
2	Zona kasnog drveta u %	13,0...53,0	24,3	42
3	Postotak vlage (%)	8,0...14,3	10,6	42
4	Spec. težina u g/cm <sup>3</sup>			
	a) u prosušenom stanju	0,467...0,679	0,531	42
	b) u aps. suhom stanju	0,443...0,649	0,504	42
	c) nominalna	0,588...0,565	0,488	42
5	Utezanje u %			
	a) radijalno	3,75...7,80	4,83	12
	b) tangencijalno	7,88...9,95	8,20	12
	c) longitudinalno	0,08...0,46	0,32	12
	d) volumno	11,80...15,55	12,92	12
6	Čvrstoća savijanja u kg/cm <sup>2</sup>	836...1012	911	15
7	Spec. radnja loma u mkg/cm <sup>2</sup>	0,302...0,497	0,379	15
8	Čvrstoća pritiska u kg/cm <sup>2</sup>	403...508	465	30

a) *Godovi i kasno drvo.* Munika je drvo vrlo sporog rasta. Znači, munika je drvo uzanih godova. Da se utvrdi srednja širina goda svake probe izbrojeni su svi cijeli godovi na čelu probe i izmjerena njihova ukupna širina. Diobom širine i broja godova dobivena je srednja širina goda za svaku probu. Iz tih srednjih širina godova proba izračunata je srednja širina godova za sve probe izrađene iz probnog trupčića. Na tim probama izmjeren je i postotak zone kasnog drveta. Na čelu probe izmjerena je širina zone kasnog drveta na najširem, srednjem i najužem godu. Prosječna širina dobivena ovim mjerenjem izražena je postotkom srednje širine goda probe. Ovaj način mjerenja zone kasnog drveta uveden je zbog bržeg određivanja postotka zone kasnog drveta. Točnost ovoga načina mjerenja zone kasnog drveta zadovoljava.

Širina godova istraženog trupčića munike kreće se u granicama 0,34...1,73 mm, a srednja vrijednost širine godova munike iznosi 0,93 mm. Postotak zone kasnog drveta istražene

munike kreće se u granicama 13,0 . . . 53,0%, dok srednji postotak zone kasnog drveta iznosi 24,3%. Iz ovog se istraživanja vidi, da prosječna širina godova istražene munike iznosi nešto ispod 1 mm, a širina zone kasnog drveta unutar jednog goda iznosi u prosjeku  $\frac{1}{4}$  širine goda.

b) *Specifična težina.* Specifična težina utvrđena je na probama za utezanje, to jest na malim, prizmatama veličine  $3 \times 3 \times 2$  cm, i na probama dobivenim otpiljivanjem malih prizma veličine  $2 \times 2 \times 3$  cm od proba za ispitivanje čvrstoće savijanja i čvrstoće udarača.

Prema zaključku odbora Međunarodnog saveza zavoda za šumske pokuse i odbora za istraživanje drveta (L. 4) potrebno je kod istraživanja tehničkih svojstava drveta uporedo utvrditi specifičnu težinu u apsolutno suhom stanju, u prosušenom stanju kod 12 ili 15% vlage i nominalnu specifičnu težinu

Ova istraživanja munikovine izvršena su u smislu gore navedenih zaključaka.

Specifična težina apsolutno suhog drveta je omjer težine i volumena probe kod 0% vlage. To je težina 1 cm<sup>3</sup> posve suhog drveta. Kako je poznato specifična se težina drveta mijenja sa stepenom vlage drveta. Zato nam je prostorna težina kod 0% vlage t. j. prostorna težina u apsolutno suhom stanju i kod teoretskih razmatranja i kod praktičnih obračunavanja jedini sigurni stalan broj.

Specifična težina munikovine kod 0% vlage t. j. u apsolutno suhom stanju utvrđena je na 42 probe. Ona se kreće u granicama od 0,443 . . . 0,649 g/cm<sup>3</sup>, a srednja vrijednost iznosi 0,504 g/cm<sup>3</sup>. U tabeli 2. upoređena je specifična težina apsolutno suhe munikovine s istim specifičnim težinama nekih drugih četinjača prema podacima po Kollmann-u (L. 5).

Tabela 2

Vrst drveta	Specifična težina kod 0 % vlage	
	granice	prosjeak
	g / cm <sup>3</sup>	
Pinus heldreichii	0,44...0,65	0,50
Pinus silvestris	0,80...0,86	0,49
Pinus nigra*)	—	0,57
Pinus cembra	0,37...0,56	0,45
Picea excelsa	0,30...0,64	0,48
Abies pectinata	0,32...0,71	0,41

\*) Po G. Janka.

Specifična težina prosušenog drveta je omjer težine i volumena probe u prosušenom stanju. To je specifična težina munikovine kod onog stupnja vlage kod kojeg je izvršeno ispitivanje mehaničkih svojstava.

Stepen vlage proba u prosušenom stanju izračunat je po formuli

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

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

Taj je stepen vlage prosušenosti za istraženu munikovinu iznosio 8,2 . . . 10,6 . . . 14,3%.

Specifična težina prosušene munikovine istražena je na 42 probe i kreće se, u granicama od 0,467 . . . 0,679 g/cm<sup>3</sup>, dok srednja vrijednost iznosi 0,531 g/cm<sup>3</sup>.

Ova je specifična težina upoređena s podacima istraživanja munikovine, koju su izvršili G. Janka i V. Stojanov u tabeli 3.

Tabela 3

Šumsko područje	Istražio	Specifična težina prosušene munikovine		Prosječni stepen vlage %
		granice g/cm <sup>3</sup>	prosjeak	
Konjic	G. Janka	0,670...0,736	0,699	13,0
Pirin planina	V. Stojanov	0,461...0,621	0,516	8,4
Sinjavina "	—	0,467...0,679	0,531	10,6

Iz ove se tablice vidi da se podaci naših istraživanja podudaraju gotovo sasvim s rezultatima istraživanja V. Stojanova, naprotiv tome specifična težina prosušene munikovine iz istraživanja G. Janke daleko je veća. Vjerojatno razlog tome jesu razlike u staništima i malen broj proba, koje je G. Janka upotrebio za svoja istraživanja.

Nominalna specifična težina je omjer težine apsolutno suhog drveta i volumena u sirovom odnosno napojenom stanju. Taj nam omjer kaže koliko imade grama suhe drvene tvari u 1 cm<sup>3</sup> svježeg (sirovog) ili napojenog drveta.

Prednosti nominalne specifične težine već smo ranije istakli (L. 6). One su u kratko slijedeće. Nominalna specifična težina može biti utvrđena s većom točnošću nego specifična težina apsolutnog suhog drveta. Jednostavnim množenjem kubnog sadržaja drveta u sirovom stanju s nominalnom specifič-

nom težinom dobije se faktično proizvedena drvena masa u/kg. Nominalna specifična težina omogućava komparaciju s rezultatima novijih istraživanja. Iz poznate nominalne specifične težine i volumnog utezanja može se izračunati specifična težina apsolutno suhog drveta. Isto tako se iz specifične težine apsolutno suhog drveta i volumnoga utezanja može izračunati nominalna specifična težina. Na kraju može se iz poznate nominalne specifične težine i specifične težine apsolutnog suhog drveta izračunati volumno utezanje.

Nominalna specifična težina istražene munjkovine kreće se u granicama od 0,388 ... 0,565 g/cm<sup>3</sup> a srednja vrijednost iznosi 0,438 g/cm<sup>3</sup>.

Za upoređenje specifične težine prosušenoga i apsolutno suhoga drveta i nominalne specifične težine istražene munjkovine poredane su te težine u pregledu:

Specifična težina

a) prosušenoga drveta	0,531 g/cm <sup>3</sup>
b) apsolutno suhog drveta	0,504 »
c) nominalna	0,438 »

c) *Utezanje.* Utezanje odnosno bujanje drveta posljedica je promjene stepena vlage drveta. Za utezanje odnosno bujanje drveta od upliva je količina higroskopske ili vezane vlage koja je apsorbirana u stijenkama drvnih stanica. Onaj stepen kod kojeg su stijenke drvnih stanica zasićene vlagom zove se točka zasićenosti vlakancu vlagom. To je postotak higroskopske ili vezane vlage u drvetu.

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

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

Utezanje je istraženo na probama veličine 3×3×2 cm. Ove su probe izrađene iz dasčica otpiljenih sa vrha piljenica. Ove su probe postepeno navlažene toliko, da je stepen vlage tih proba bio znatno iznad točke zasićenosti vlakancu vlagom. Mjerenje dimenzija u radijalnom, tangencijalnom i longitudi-



nalnom smjeru izvršeno je mikrometrom sa točnošću od 0,01 mm uvijek točno u simetralama dotičnih presjeka. Volumen proba utvrđen je zbog posvemašnje geometrijske pravilnosti proba stereometrijski sa točnošću od 0,01 cm<sup>3</sup>. Stepem vlage proba u navlaženom stanju kretao se od 52 . . . 108%. Sušenje proba vršeno je u sušioniku kod temperature 95 . . . 105° C. Linearno utezanje utvrđeno je po ovim formulama:

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

gdje je  $\alpha_l$ ,  $\alpha_r$  i  $\alpha_t$  postotak linearnog utezanja,  $L$ ,  $R$ ,  $T$  dimenzije u napojenom stanju, a  $l$ ,  $r$ ,  $t$  dimenzije proba u apsolutno suhom stanju u longitudinalnom, radijalnom i tangencijalnom smjeru.

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

Iz poznatih linearnih utezanja izračuna se volumno utezanje po formuli

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

Neposredno volumetriranjem proba dobije se volumno utezanje po formuli

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

gdje je  $V$  i  $v$  volumen proba u napojenom i apsolutno suhom stanju.

Linearno i volumno utezanje munikovine istraženo je samo na 12 proba.

Radijalno utezanje ( $\alpha_r$ ) kreće se u granicama od 3,75 . . . 7,80%, a srednja vrijednost iznosi 4,83%.

Tangencijalno utezanje ( $\alpha_t$ ) istražene munikovine iznosi u prosjeku 8,20%, a kreće se u granicama od 7,88 . . . 9,95%.

Longitudinalno utezanje ( $\alpha_l$ ) kreće se u granicama od 0,08 . . . 0,46%, a srednja vrijednost iznosi 0,32%.

Volumno utezanje ( $\alpha_v$ ) istražene munikovine kreće se u granicama od 11,80 . . . 15,55% a srednja vrijednost iznosi 12,92%.

Između vlage zasićenosti ( $k$ ), nominalne specifične težine ( $t_n$ ) i volumnog utezanja ( $\alpha_v$ ), postoji jednostavan odnos

$$\alpha_v = k \cdot t_n$$

Po Trendelenburg-u (L. 7) taj je odnos između utezanja i nominalne specifične težine za bijel obične borovine

$$\alpha_v = (29 \dots 33) t_n$$

a za srž borovine

$$\alpha_v = (25 \dots 23) t_n$$

Iako je broj istraženih proba za utezanje premalen, izračunat je taj odnos kod munikovine. On iznosi

$$\alpha_v = 29 t_n$$

Na osnovu toga odnosa, izračunati su koeficijenti linearnog i volumnog utezanja t. j. računom je utvrđeno za koliko se postotaka uteže munikovina ako sušenjem izgubi 1% higroskopske vlage

Ti su koeficijenti slijedeći:

za longitudinalno utezanje . . . . .	0,01%
za radijalno utezanje . . . . .	0,17%
za tangencijalno utezanje . . . . .	0,28%
za volumno utezanje . . . . .	0,44%

Potrebno je još kod utezanja utvrditi kolika je razlika između radijalnog i tangencijalnog utezanja. Poznato je, da je u prosjeku za sve vrste drveća tangencijalno utezanje dva puta veće od radijalnog utezanja. Ako su razlike između obiju utezanja manje onda je raspucavanje drveta, koje je posljedica nejednakoć utezanja u radijalnom i tangencijalnom smjeru, manje. Za istraženu munikovinu utvrđen je taj odnos

$$\alpha_r = 1,7 \alpha_t$$

a to znači, da je kod istražene munikovine tangencijalno utezanje za 70% veće od radijalnog utezanja.

Za praksu je od veće važnosti poznavati veličinu utezanja od stanja sirovosti do stanja prosušenosti, nego od stanja napojenosti do stanja apsolutne suhoće. Poznavanje veličine tog utezanja važno je za onu robu, koja se već u stanju sirovosti izrađuje u definitivnim dimenzijama, i to s razloga, da bi se robi moglo dati nešto veće dimenzije nego što će ih ona imati u prosušenom stanju. Taj višak otpada na utezanje drveta. Ovo utezanje za istraženu munikovinu do vlage u prosjeku od 10,6% iznosi

radijalno utezanje . . . . .	2,29 . . . . . 2,86 . . . . .	4,88%
tangencijalno utezanje . . . . .	4,98 . . . . . 5,55 . . . . .	6,27%
volumno utezanje . . . . .	7,61 . . . . . 8,52 . . . . .	10,31%

d) Čvrstoća savijanja. Iz piljenica i segmenata izrađene su prizmatske probe veličine  $2 \times 2 \times 30$  cm. Istraživanje čvrstoće savijanja izvršeno je na posebnom stroju za ispitivanje čvrstoće savijanja. Razmak potporišta bio je 28 cm. Smjer djelovanja sile je tangencijalan na godove. Svaka proba bila je

opterećena do gornje granice opterećenja. Utrošena sila  $P$  očitana je na manometru stroja. Čvrstoća savijanja izračunata je po poznatoj formuli:

$$\sigma_s = \frac{3Pl}{2bh^3} \text{ [kg/cm}^2\text{]}$$

gdje je  $\sigma_s$  čvrstoća savijanja,  $P$  sila,  $l$  razmak potporišta,  $b$  širina i  $h$  visina poprečnog presjeka probe.

Čvrstoća savijanja munikovine istražena je na 15 proba. Ona se kreće u granicama od 836 . . . 1012 kg/cm<sup>2</sup>, a srednja vrijednost iznosi 911 kg/cm<sup>2</sup>. Čvrstoća savijanja munikovine istražene po V. Stojanovu i nama upoređena je u tablici 4.

**Tabela 4** Čvrstoća savijanja munikovine

Šumsko područje	Istražio	Čvrstoća savijanja	Broj proba
		kg/cm <sup>2</sup>	
Pirin planina Sinjavina	V. Stojanov **	500 . . . 993 . . . 1393	52
		836 . . . 911 . . . 1012	15

Iz ove se tablice vidi da se naši rezultati kreću u užim granicama nego rezultati V. Stojanova. Razlog je tome taj, što je istraženo jedno probno stablo munike s 15 proba, a V. Stojanov istražio je 2 probna stabla s 52 probe. Ako se uzmu u razmatranje rezultati s oba staništa onda se čvrstoća savijanja munikovine Pirin planine i Sinjavine planine kreće u granicama od 500 . . . 1393 a srednja vrijednost iznosi 974 kg/cm<sup>2</sup>.

e) Čvrstoća udarca. Probe su izrađene isto kao probe za ispitivanje čvrstoće savijanja. Veličina probe iznosila je 2×2×30 cm. Istraživanje čvrstoće udarca odnosno radnje loma izvršeno je na posebnoj stroju — klatnjači od 10 kgm. Razmak potporišta iznosio je 24 cm. Smjer udarca klatnja bio je tangencijalan na godove. Neposredno na skali klatnjače očitana je radnja loma (R) u kgm. Specifična radnja loma ( $r$ ) ili radnja po jedinici površine poprečnog presjeka ( $a \times b$ ) dobivena je po formuli:

$$r = \frac{R}{a \times b} \text{ [kgm/cm}^2\text{]}$$

Čvrstoća udarca ispitana je na 15 proba. Specifična radnja loma za istraženu munikovinu kreće se u granicama od 0,302 . . . 0,497 kgm/cm<sup>2</sup>, a srednja vrijednost iznosi 0,379 kgm/cm<sup>2</sup>.

Na osnovu specifične radnje loma i kvadrata specifične težine u prosušenom stanju izračunata je dinamička kota. To je omjer između specifične radnje loma i kvadrata specifične težine u prosušenom stanju.

Ta dinamička kota iznosi u prosjeku za istraženu munikovinu 1,41. Ova dinamička kota služi kao kriterij žilavosti drveta. Prema klasifikaciji Monina (L. 8) a po veličini dinamičke kote može se zaključiti, da je istražena munikovina žilavo drvo sposobno za onu građu gdje se svojstvo žilavosti osobito traži.

f) *Čvrstoća pritiska.* Nakon izvršenoga istraživanja čvrstoće savijanja i čvrstoće udarca ispijene su iz razlomljenih proba posve blizu mjestu loma prizmatske probe veličine  $2 \times 2 \times 3$  cm, na kojima je utvrđena specifična težina i stepen vlage, a odmah do ovih proba prizmatske probe veličine  $2 \times 2 \times 6$  cm, na kojima je istražena čvrstoća pritiska.

Čvrstoća pritiska ispitana je u stroju za ispitivanje čvrstoće pritiska do 4000 kg. Svaka proba bila je opterećena do gornje granice opterećenja odnosno do momenta kada su vlakna pod pritiskom počela popuštati i deformirati se. Utrošena sila  $P$  očitana je na manometru stroja. Čvrstoća pritiska izračunata je iz kvocijenta sile  $P$  i površine poprečnog presjeka probe  $a \times b$  okomito na smjer sile po poznatoj formuli

$$\sigma_p = \frac{P}{a \times b} \text{ [kg/cm}^2\text{]}$$

Čvrstoća pritiska ispitana je na 30 proba. Čvrstoća pritiska kreće se za istraženu munikovinu u granicama od 403 ... 508 kg/cm<sup>2</sup> i srednja vrijednost iznosi 465 kg/cm<sup>2</sup>.

Ovi su rezultati istraživanja u tablici 5. upoređeni sa istraživanjima munikovine koje su izvršili G. Janka i V. Stojanov.

Tabela 5 Čvrstoća pritiska munikovine

Šumsko područje	Istražio	Čvrstoća pritiska	Broj proba
		kg/cm <sup>2</sup>	
Konjic	G. Janka	446...534...583	7
Pirin planina	V. Stojanov	303...580...651	103
Sinjavina planina	"	403...465...508	30

Iz ove se tablice vidi, da je čvrstoća pritiska po nama istražene munikovine nešto manja od čvrstoće pritiska munikovine, koju je istražio G. Janka i V. Stojanov. Razlog tome može ležati u razlikama u stanistu i broju proba. Zbog

Tabela 6

Red. broj	Svojstvo	Munika			Crni bor		
		Granice	Srednja vrijednost	Broj proba	Granice	Srednja vrijednost	Broj proba
1	Širina goda u mm	0,34...1,73	0,93	42	0,25...4,33	1,30	46
2	Zona kašnog drveta u %	13,0...53,0	24,3	42	15,0...53,8	31,8	46
3	Postotak vlage (%)	8,0...14,3	10,6	42	8,6...13,8	10,8	155
4	Spec. težina u g/cm <sup>3</sup>						
	a) u prosušenom stanju	0,467...0,679	0,531	42	0,422...0,860	0,579	155
	b) u aps. suhom stanju	0,443...0,649	0,504	42	0,403...0,798	0,526	155
	c) nominalna	0,388...0,565	0,438	42	0,374...0,734	0,467	46
5	Utezanje u %						
	a) radialno	3,75...7,80	4,83	12	1,52...6,77	4,26	46
	b) tangencijalno	7,88...9,95	8,20	12	3,97...10,80	7,74	46
	c) longitudinalno	0,08...0,46	0,32	12	0,08...0,92	0,31	46
	d) volumno	11,80...15,55	12,92	12	6,81...16,40	11,84	46
6	Čvrstoća savijanja u kg/cm <sup>2</sup>	836...1012	911	15	873...1538	1192	55
7	Spec. radnja lomā u mkg/cm <sup>2</sup>	0,302...0,497	0,379	30	0,293...0,810	0,479	53
8	Čvrstoća pritiska u kg/cm <sup>2</sup>	403...503	465	30	276...758	479	100

malog broja istraženih proba granice kretanja čvrstoće pritiska kod nas i kod G. Janke relativno su dosta uske, dok su naprotiv te granice kod istraživanja V. Stojanova dosta velike, a sam srednjak nešto pouzdaniji. Ako se uzmu u razmatranje svi rezultati onda se čvrstoća pritiska munikovine iz Konjica, Piriñ planine i Bištrice (Sinjavine planine) kreće u granicama od 303 . . . 651 kg/cm<sup>2</sup> a srednja vrijednost iznosi 523 kg/cm<sup>2</sup>.

Na osnovu čvrstoće pritiska i specifične težine u prosušenom stanju izračunata je statička kota po formuli od Janke. To je omjer čvrstoće pritiska i stostruke specifične težine prosušenog drveta. Ova statička kota ili broj kakvoće iznosi u prosjeku 8,7. Statička kota služi kao kriterij za kvalitetu drveta. Prema klasifikaciji Monnina (L. 8) može se po veličini statičke kote zaključiti, da je munikovina dobre kakvoće.

**4. Munika i crni bor.** Istraženo probno stablo munike potječe, kako je to naprijed navedeno, iz šumskog područja »Mišovića Borjek«. Ovo područje sastoji iz crnoborovih sastojina, a tek pri vrhu »Mišovića Borja« na visini od 1325 m, imade nešto munike. Rezultate istraživanja tehničkih svojstava munikovine uporedili smo sa rezultatima istraživanja tehničkih svojstava crnoborovine sa istog staništa (L. 9).

Na osnovu rezultata tih istraživanja mogu se povući slijedeći zaključci:

- a) širina goda munikovine manja je (0,93 mm) od širine goda erne borovine (1,30 mm);
- b) zona kasnog drveta munikovine manja je (24,3%) od zone kasnog drveta crnoborovine (31,8%);
- c) specifična težina munikovine ( $t_0 = 0,504$  g/cm<sup>3</sup>) manja je od specifične težine crnoborovine ( $t_0 = 0,526$  g/cm<sup>3</sup>);
- d) linearni i volumno utezanje munikovine ( $\alpha_v = 12,92\%$ ) veće je linearnog i volumnog utezanja crnoborovine ( $\alpha_v = 11,84\%$ );
- e) čvrstoća savijanja munikovine je manja (911 kg/cm<sup>2</sup>) od čvrstoće savijanja crnoborovine (1192 kg/cm<sup>2</sup>);
- f) specifična radnja loma munikovine manja je (0,379 mkg/cm<sup>2</sup>) od specifične radnje loma crnoborovine (0,479 mkg/cm<sup>2</sup>);
- g) čvrstoća pritiska munikovine manja je (465 kg/cm<sup>2</sup>) od čvrstoće pritiska crnoborovine (479 kg/cm<sup>2</sup>).

**5. Zaključak.** U ovoj su radnji izneseni prethodni rezultati istraživanja nekih fizičkih i mehaničkih svojstava munikovine. Istraženo je jedno probno stablo munike sa ukupno 144 proba.

Na osnovu ovih istraživanja mogu se povući slijedeći zaključci:

a) širina goda i postotak zone kasnog drveta iznosio je

0,34 . . .	0,93 . . .	1,73 mm
13,0 . . .	24,3 . . .	53,0 %

b) specifična težina iznosila je:

u prosušenom stanju	0,467 . . .	0,531 . . .	0,679 g/cm <sup>3</sup>
u aps. suhom stanju	0,467 . . .	0,531 . . .	0,679 g/cm <sup>3</sup>
nominalna	0,388 . . .	0,438 . . .	0,565 g/cm <sup>3</sup>

c) utezanje od stanja napojenosti do stanja apsolutne suhoće iznosilo je:

longitudinalno	0,08 . . .	0,32 . . .	0,46%
radijalno	3,75 . . .	4,83 . . .	7,80%
tangencijalno	7,88 . . .	8,20 . . .	9,95%
volumno	11,80 . . .	12,92 . . .	15,55%

d) mehanička svojstva iznosila su:

čvrstoća pritiska	403 . . .	465 . . .	508 kg/cm <sup>2</sup>
čvrstoća savijanja	836 . . .	911 . . .	1012 kg/cm <sup>2</sup>
spec. radnja loma	0,302 . . .	0,379 . . .	0,497 kgm/cm <sup>2</sup>

e) komparacijom rezultata istraživanja tehničkih svojstava munikovine i crnoborovine sa istoga staništa došlo se je do zaključka da je širina goda, zona kasnog drveta, specifična težina, čvrstoća savijanja, specifična radnja loma i čvrstoća pritiska munikovine manja od tih svojstava crnoborovine; linearno i volumno utezanje munikovine veće je od linearnog i volumnog utezanja crnoborovine.

#### L I T E R A T U R A

1. Fukarek P.: Prvi prilog poznavanju munike ili smrče, Hrvatski šumarski list, br. 8-9, 1941. g., Zagreb.
2. Jänka G.: Die Härte des Holzes, Wien 1915.
3. Stojanov V.: Kačestva i ispolzovane na černošurovata drevesina, Godišnik na Sofijskija univerziteta V. 1939./40., Sofija, 1940., s. 62-87.
4. Trendelenburg R.: Tagung des Arbeitsausschusses des Internationalen Verbands Forstlicher Forschungsanstalten und des erweiterten Ausschusses für Holzprüfung in London und Princes Risborough 24. bis 28. IV. 1939., Holz als Roh- und Werkstoff, Jg. 2., H. 6. Berlin 1939.
5. Kollmann F.: Technologie des Holzes, Berlin 1936.
6. Horvat I.: Istraživanja o specifičnoj težini i utezanju slavonske hrastovine, Glasnik za šumske pokuse 8, s. 61-135, Zagreb 1942.
7. Trendelenburg R.: Das Holz als Rohstoff, Berlin 1939.
8. D'Armba D.: Etude physique et mecanique du bois roumain, Nancy 1932.
9. Horvat I.: Istraživanja tehničkih svojstava crnoborovine, Glasnik za šumske pokuse 9, Zagreb 1943.

## RÉSUMÉ

L'auteur expose les résultats de ses recherches sur des certains propriétés physiques et mécaniques du bois de *Pinus Heldreichii* Christ. var. *leucodermis* (Ant.) Markgraf. Les expériences sont effectués à l'Institut de la technologie forestière de la Faculté d'agriculture et de silviculture à Zagreb (Directeur: Prof. dr. ing. Aleksandar Ugrenović).

Ces recherches au sujet de l'épaisseur des couches annuelles, pourcentage de bois d'été, poids spécifique, rétractibilité radiale, tangentielle, axiale et volumétrique, compression axiale, flexion statique et résilience (choc) ont été faites avec 144 éprouvettes d'un arbre de *Pinus Heldreichii* Christ. var. *leucodermis* (Ant.) Markgraf.

Les résultats de ces recherches sont les suivants:

1) L'épaisseur de couches annuelles et pourcentage du bois d'été

0,34 . . . . . 0,93 . . . . . 1,73 mm
13,0 . . . . . 24,3 . . . . . 53,0 %

2) le poids spécifique

a) à l'état sec à l'air	0,467 . . . . . 0,531 . . . . . 0,679 g/cm <sup>3</sup>
b) à l'état complètement sec	0,443 . . . . . 0,504 . . . . . 0,649 g/cm <sup>3</sup>
c) nominale	0,388 . . . . . 0,438 . . . . . 0,565 g/cm <sup>3</sup>

3) rétractibilité

a) axiale	0,08 . . . . . 0,32 . . . . . 0,46%
b) radiale	3,75 . . . . . 4,83 . . . . . 7,80%
c) tangentielle	7,88 . . . . . 8,20 . . . . . 9,95%
d) volumétrique	11,80 . . . . . 12,92 . . . . . 15,55%

4) les propriétés mécaniques

a) compression axiale	403 . . . . . 465 . . . . . 508 kg/cm <sup>2</sup>
b) flexion statique	836 . . . . . 911 . . . . . 1012 kg/cm <sup>2</sup>
c) résilience (choc)	0,302 . . . . . 0,379 . . . . . 0,497 kgm/cm <sup>2</sup>

5) En comparant les propriétés techniques du bois de *Pinus Heldreichii* Christ. var. *leucodermis* (Ant.) Markgraf et de *Pinus nigra* var. *austriaca* Asch. et Gr. provenant de la même station l'auteur conclut que l'épaisseur de couches annuelles, pourcentage du bois d'été, poids spécifique, flexion statique, résilience (choc) et compression axiale du bois de *Pinus Heldreichii* Christ. var. *leucodermis* (Ant.) Markgraf sont plus petits que les mêmes propriétés du bois de *Pinus nigra* var. *austriaca* Asch. et Gr.; rétractibilité linéale et volumétrique du bois de *Pinus Heldreichii* Christ. var. *leucodermis* (Ant.) Markgraf est plus grande que rétractibilité linéale et volumétrique du bois de *Pinus nigra* var. *austriaca* Asch. et Gr.