

Komparativna ocjena kvalitete smrekovine iz SSSR-a i dvije domaće vrste bora

Sažetak

Kriteriji za ocjenu kvalitete kompaktnih komada pojedinih vrsta drva mogu se bazirati na raznim elementima. Kriteriji za ocjenu kvalitete temelje se obično na poznavanju ili fizičkih i mehaničkih svojstava tog drva ili njegovim makroskopskim karakteristikama. Kod komparativne ocjene dvije ili više vrsta drva sigurnije je koristiti se elementima oba ova kriterija.

Najtočnija komparacija dvije ili više vrsta drva prema spomenutim kriterijima je ona na bazi podataka neposrednog ispitivanja tih vrsta. Druga mogućnost komparacije dvije ili više vrsta drva s raznih geografskih područja je ona na bazi podataka istraživanja raznih autora.

Zadatak ovog rada je da prikaže način kompariranja upotrebničkih karakteristika drva smreke iz SSSR-a i drva dvije vrste domaćeg bora.

Ključne riječi: smrekovina — borovina — komparacija upotrebničkih svojstava.

COMPARATIVE WOOD QUALITY APPRECIATION

Summary

Criteria for the appreciation of compact pieces of single wood species may be based upon various factors. Criteria for quality appreciation are usually determined by the knowledge of either physical and mechanical wood properties or of its macroscopic characteristics. For comparative appreciation of two or more wood species it is better to apply both criteria elements.

The most accurate comparison of two or more wood species according to the criteria mentioned is that based upon the data of these species immediate examination. Another comparison possibility of two or more wood species from different geographical areas is that based upon the data of various authors investigations.

The task of this work is to show how to compare the application characteristics of sprucewood from USSR and of two home pinewood species.

Key words: sprucewood, pinewood, application properties comparison.

1.0. UVOD

Kriteriji za ocjenu kvalitete kompaktnih komada pojedinih vrsta drva mogu se temeljiti na raznim elementima. Izbor kriterija ovisi o namjeni uporabe drva. Kod primjene komada drva dobivenih mehaničkom preradom, kriterij za ocjenu kvalitete bazira se obično na poznavanju ili fizičkih i mehaničkih svojstava tog drva ili na

njegovim makroskopskim karakteristikama. Kod komparativne ocjene dvije ili više vrste drva, sigurnije je koristiti se elementima obaju ovih kriterija.

Najtočnija komparacija dvije ili više vrsta drva prema spomenutim kriterijima bazira se na podacima neposrednog ispitivanja tih vrsta. Druga mogućnost komparacije dvije ili više vrsta drva raznih geografskih područja temelji se na

podacima istraživanja raznih autora. Značenje, odnosno vrijednost takve komparacije je — procjembena.

Zadatak ovog rada jest da prikaže način kompariranja upotrebnih karakteristika smrekovine iz SSSR-a i drva dvije vrste domaćeg bora. U tu svrhu uzeti su po jedan uzorak smrekovine iz SSSR-a i dva uzorka domaće borovine. Drvo ovih vrsta bilo je namijenjeno za izradu proizvoda građevne stolarije.

Budući da raspoloživa količina materijala nije bila dovoljna, njegova provenijencija nepoznata, dendrometrijske i dendrološke karakteristike nepopisane, to se nije mogla izraditi komparacija samo na bazi ispitivanja uzoraka ovih vrsta drva.

Zbog spomenutih nedostataka, komparacija je izvršena na bazi podataka istraživanja ovih vrsta drva po važnim autorima i podataka ispitivanja raspoloživih uzoraka. Opisi i prikazi podataka o vrstama koje će se uspoređivati razvrstani su na: 2.0 — smrekovina; 3.0 — drvo domaćeg bora (bijelog i crnog); 4.0 — karakteristike dostavljenog materijala; 5.0 — komparacija svojstava smrekovine iz SSSR-a i domaće borovine; 6.0 — komparativna ocjena ispitanih svojstava uzoraka smrekovine, crne i obične borovine; 7.0 — komparacija prirodne trajnosti smrekovine i borovine; 8.0 — zaključna razmatranja; 9.0 — literatura.

2.0 SMREKOVINA IZ SSSR-a

Na području SSSR-a rasprostranjene su iz roda smreke slijedeće vrste:

Picea excelsa Link. (Obična smreka), *Picea obovata* Ledb. (Sibirska smreka), *Picea Schrenkiana* Fisch. et Mey. (tjanšanska smreka), *Picea orientalis* Carr. (orientalna smreka), *Picea ajanensis* Fisch. (ajanska smreka). One su bakuljave vrste, manje vlažnosti centralnog od perifernog dijela u stablu, sa smolnim kanalima. Drvo obične smrekovine iz sjevernih predjela SSSR-a boljeg je kvaliteta od one iz južnijih krajeva (5). U tabeli 1 naznačene su vrijednosti fizičkih i mehaničkih svojstava smrekovine s područja SSSR-a, prema podacima nekih autora. Podaci o čvrstoći odnose se na veličine dobivene kod standardnih ispitivanja na malim čistim probama (basic stress).

Svojstva sibirske smreke niža su od svojstava obične i ajanske smreke. U odnosu na običnu smreku, ona ima manju volumnu težinu za 10%, čvrstoću na tlak za 3%, čvrstoću na savijanje za 5—6% (V).

Drvo smreke karakterizira homogenost građe, svijetla boja koja dugo ostaje nepromijenjena i mala smolovitost. Smrekovina kao i borovina ima široko i raznovrsno područje upotrebe. Smrekovina se upotrebljava za sve potrebe kao i borovina, iako se u prošlosti smatralo da je smrekovina »zamjena« borovini i upotrebljavala se sa

Tabela 1. — Fizička i mehanička svojstva smrekovine iz SSSR-a

	Perelygin	Perelygin — Ugolev	Ugolev	Savkov
Volumna težina (p/cm ³):				
— kod 15% vlažnosti	0,46	0,45	0,45	—
— nominalna	0,39	0,36	0,36	—
Utezanje, koeficijenti				
— radialni	0,16	0,16	0,16	—
— tangencijalni	0,28	0,28	0,28	—
— volumni	0,52	0,43	0,43	—
Čvrstoća (kp/cm ²)				
— na tlak	425	390	390	353—431
— na savijanje	775	705	705	603—751
— na cijepanje radijalno	8,8	8,8	—	9,4
— tangencijalno	9,5	9,0	—	9,4
— na udarac (mkp/cm ³)	0,18	0,19	0,19	0,13—0,22
Modul elast.,				
1000 kp/cm ²	142	142	142	142
Tvrdoća (kp/cm ²)				
— frontalna	225	235	235	181—285
— radialna	180	165	165	133—222
— tangencijalna	185	165	165	144—186

stanovitim ograničenjem. Danas je ona u uporabi jednako vrijedna kao i borovina, bez ikakvih ograničenja (Perelygin, 5).

3.0 DRVO DOMAĆIH VRSTA BORA

Od vrsta iz roda bora koje kod nas dolaze, dat ćemo samo pregled za *Pinus nigra* Arnold (crni bor) i *Pinus sylvestris* L. (obični bor). Crni bor dijeli se na niz podvrsta, varijeteta i stanišnih rasa. Tako *P. nigra* var. *caramanica* Rehd., dolazi kod nas u Makedoniji, a *P. nigra* ssp. *austriaca* Aschers et Craebn u Sloveniji, Hrvatskoj, Crnoj Gori i zapadnoj Srbiji s varijetetom *P. nigra* spp. *austriaca* var. *dalmatica* Visiani, koji je raširen u Dalmaciji i Hercegovini.

Podataka o fizičkim i mehaničkim svojstvima crnog bora za područje SFRJ ima relativno malo. U tabeli 2 bit će iznesene vrijednosti tih svojstava za neka područja, prema podacima poje dinih autora.

Tabela 2. — Fizička i mehanička svojstva crne borovine

	Horvat	Pejonski	Badjun	Ugrezović
Volumna težina (p/cm ³)				
— kod 0% vlažnosti	0,584	0,45	0,575	0,587
— kod 12% vlažnosti	0,620	0,48	0,597	0,635
— nominalna	0,511	—	0,495	—
Utezanje, koeficijenti				
— radijalni	0,18	—	—	—
— tangencijalni	0,32	—	—	—
— volumni	0,51	0,44	0,49	—
Čvrstoća (kp/cm ²)				
— na tlak	564	418	590	511
— na savijanje	1305	1122	1140	—
— na cijepanje radijalno	—	—	—	4,1
— na cijepanje tangencijalno	—	—	—	4,2
— na udarac (mkp/cm ²)	0,472	0,41	0,611	—
Modul elast. (1000 kp/cm ²)				
	—	—	112	—
Tvrdoća , (kp/cm ²)				
— frontalna	—	262	439	—
— radijalna	—	—	399	—
— tangencijalna	—	—	359	—

U pomanjkanju podataka istraživanja o fizičkim i mehaničkim svojstvima obične borovine s područja SFRJ, dajemo u tabeli 3 opće podatke o svojstvima te vrste kako ih navode neki autori.

4.0 KARAKTERISTIKE UZORAKA DRVA ZA KOMPARACIJU

Podaci o uzorcima koji su razmatrani u svrhu komparativne ocjene kvalitete dani su u tabeli 4.

Tabela 4. — Karakteristike uzoraka

	Dimenzije			Godovi				Udio kasnog drva %
	lon.	rad. mm	tang.	broj	dužina mjerenja	prosjeck	god./cm	
						mm		
smrekovina	602	173	403	101	75,0	0,74	13,5	22,2
c) borovina	645	1071	408	86	56,7	0,66	15,2	29,6
a) borovina	606	1121	404	27	55,2	2,04	4,9	38,7

Tabela 3. — Fizička i mehanička svojstva obične borovine

	Horvat	Savkov	Perejgin	Ugrezović
Volumna težina (p/cm ³)				
— kod 0% vlažnosti	0,49	—	—	0,49
— kod 15% vlažnosti	—	—	0,51	0,53
— nominalna	—	—	0,40	—
Utezanje, koeficijenti				
— radijalni	—	—	0,17	—
— tangencijalni	—	—	0,28	—
— volumni	—	—	0,44	0,43
Čvrstoća (kp/cm ²)				
— na tlak	350	309—401	465	470
— na savijanje	1000	676—820	705	870
— na cijepanje radijalno	3,7	11,1	9,7	3,7
		(kp/cm)		
— na cijepanje tangencijalno	3,6	10,9	8,4	3,6
— na udarac (mkp/cm ²)	0,40	0,14—0,25	0,23	0,70
		(mkp/cm ³)		
Modul elast. (100 kp/cm ²)				
	120	117	117	120
Tvrdoća , (kp/cm ²)				
— frontalna	300	230—301	270	299
— radijalna	—	199—243	245	—
— tangencijalna	—	197—299	260	250

Prema pravilnosti nizanja, prosječnoj širini, odnosno broju godova na 1 cm, uzorci drva spadaju u kategoriju drva s finim ili uskim godovima prema JUS D.BO.O.21. Materijal je bio bez ikakvih pogrešaka. Uzorak smrekovine jest iz centralnog dijela trupca po dužini radiusa, ali nepoznate lokacije po dužini stabla. Za uzorke borovine lokacija je nepoznata, kako za aksijalni tako i za transverzalni smjer u stablu. Prema tome materijal je nedovoljno definiran za bilo kakva egzaktnija istraživanja.

5.0 KOMPARACIJA SVOJSTVA SMREKOVINE IZ SSSR-a I DOMAĆE BOROVINE

Ova će se komparacija izvršiti na bazi podataka iznesenih u prijašnjim poglavljima. Kod uspoređivanja će se izračunati razlika između prosjeka nekog svojstva smrekovine i prosjeka istog svojstva crne odnosno obične borovine. Ta će se razlika izraziti procentualno prema veličini istog svojstva jedne odnosno druge borovine. Takvo kompariranje na bazi relativnih pokazatelja često se upotrebljava za ocjenu kvalitete drva kod komparativnih istraživanja. Podaci o elementima tog kriterija naznačeni su u tabeli 5.

Kao što se vidi u tabeli 5, smrekovina je u odnosu na crnu borovinu lakša u prosušenom stanju za preko 20%; jednakog je volumnog utezanja, slabija je na pritisak za skoro 24%; manje je čvrstoće na savijanje za 40%, elastičnija je od crne borovine i manja joj je frontalna, radijalna i tangencijalna tvrdoća za 34 — 81%.

manje, da je gotovo jednake čvrstoće na tlak, da joj je čvrstoća na savijanje manja za oko 16%, da joj je cjepljivost veća, da je slabija na udarac 13%, da je elastičnija od bijele borovine i da joj je manja tvrdoća frontalne, radijalne i tangencijalne plohe za 16 — 33%.

Komparativna ocjena smrekovine i crne odnosno obične borovine, putem relativnih pokazatelja u tabeli 5, orijentacionog je karaktera. Relativno manja mehanička svojstva smrekovine, osim elasticiteta, posljedica su njene manje volumne težine.

Često se kod izbora materijala za građu velika pažnja posvećuje odnosu čvrstoće i volumne težine prosušenog drva. Ovaj se odnos naziva koeficijentom kvalitete. Perelygin (5) smatra da je za neke upotrebe neophodno ocijeniti prikladnost nekog drva istovremeno po težini i čvrstoći i to putem koeficijenta kvalitete. Podaci za takvu ocjenu smrekovine i crne odnosno obične borovine dani su u tabeli 6. Vrijednosti su dobivene iz

Tabela 5. — Elementi za komparativnu ocjenu smrekovine i borovine.

Svojstva	Smreka	Crni bor	Obični bor	Razlike			
				apsolutne	relativne %		
	prosjeck			c. bor	o. bor	c. bor	o. bor
Volumna težina							
(p/cm ³)							
— kod 15% vlažnosti	0,453	0,583	0,535	0,130	0,082	22,3	15,3
— nominalna	0,370	0,503	0,430	0,133	0,060	26,4	13,9
Utezanje, koef.							
— radijalni	0,16	—	0,19	—	0,03	—	15,8
— tangencijalni	0,30	—	0,32	—	0,02	—	6,0
— volumni	0,48	0,48	0,52	0,00	0,04	—	7,7
Čvrstoća							
(kp/cm ²)							
— na tlak	398	521	399	123	1	23,6	0,25
— na savijanje	708	1189	848	481	140	40,4	16,5
— na cijepanje							
radijalno	8,9	—	11,1	—	2,2	—	19,8
tangencijalno	9,3	—	10,9	—	0,6	—	5,5
— na udarac							
(mkp/cm ²)	0,180	—	0,207	—	0,027	—	13,0
Modul elastičnosti,							
(1000 ⁻ kp/cm ²)	142	112	118	30	24	26,8	20,3
Tvrdoća,							
(kp/cm ²)							
— frontalno	232	350					
— radijalno	173	399	234	216	61	54,1	16,1
— tangencijalno	169	359	251	290	82	80,8	32,7

Isto je tako u tabeli 5 vidljivo da je smrekovina u odnosu na običnu borovinu lakša u prosušenom stanju za 15%, da joj je utezanje

odnosa čvrstoće na tlak, savijanje, udarac i tvrdoće prema volumnoj težini prosušenog drva (podaci tabele 5).

Tabela 6. — Koeficijenti kvalitete

	Vol. tež.	Čvrstoća na				tvrdća
		tlak	savijanje	udarac		
Smrekovina	0,453	878	1563	0,397	512	
Borovina crna	0,583	894	2039	—	600	
Borovina obična	0,535	746	1585	0,387	561	

Kao dopuna gornjoj tabeli neka posluže isti podaci izračunani od A. Ugrenovića (11), koji su dani u donjem pregledu:

Smrekovina	0,47	915	1405	1,064	574
Borovina crna	0,62	910	2102	0,762	—
Borovina obična	0,52	904	1672	1,346	644

Kao što se vidi iz gornjih podataka, elementi ovog kriterija za komparaciju smrekovine sa crnom odnosno običnom borovinom po svojim se vrijednostima razlikuju vrlo malo.

Vrijednosti čvrstoće donesene u ranijim tabelama jesu veličine dobivene kod standardnih ispitivanja na malim čistim probama. Međutim, za proračun drvenih konstrukcija, iz ovih se vrijednosti izračunavaju vrijednosti dopuštenog naprezanja. U ovisnosti od niza faktora kao: varijacije veličina naprezanja malih čistih proba, grešaka drva, uvjeta eksploatacije, vremena i karaktera opterećenja itd., vrijednosti čvrstoće malih čistih proba smanjuju se na red veličine dopuštenog naprezanja. Perelygin (5) za borovinu i smrekovinu donosi vrijednosti dopuštenih naprezanja koja se kreću od 5 kp/cm² do 120 kp/cm² u ovisnosti od vrste naprezanja. Naši građevinski propisi navode vrijednosti dopuštenih naprezanja skupno za sve četinjače, bez obzira na vrstu. Razlike postoje samo za tri klase kvalitete drva, i kreću se od 8 — 115 kp/cm² (12).

Ovaj kratki pregled o dopuštenom naprezanju ima zadatak da kompletira ovu komparativnu ocjenu kvalitete smrekovine u odnosu na drvo crne borovine odnosno bijele borovine.

6.0. KOMPARATIVNA OCJENA SVOJSTAVA UZORKA SMREKOVINE

Iako raspoloživi materijal nije bio definiran niti je količinski zadovoljavao, ipak je ispitan. Ispitivanje je izvršeno samo radi toga da se na osnovu dobivenih vrijednosti može ocijeniti da li se ispitana svojstva uzoraka materijala uklapaju u opće podatke za dotične vrste. Podaci o svojstvima dostavljenih uzoraka drva dani su u tabeli 7.

Tabela 7. — Svojstva uzoraka materijala

Proba	Smrekovina					
	š	n	kd	v _s	t _p	s _p
S1	1,03	9,7	21,4	7,5	0,452	477
S2	0,95	10,6	30,0	7,2	0,461	559
S3	0,80	12,6	12,2	7,5	0,473	578
S4	0,46	21,7	14,3	7,5	0,516	544
Prosijek:	0,74	13,5	22,2	7,4	0,476	539

Proba	Borovina crna					
	š	n	kd	v _s	t _p	s _p
B11,	0,57	17,6	30,9	8,4	0,679	638
B12	0,63	15,9	13,7	8,5	0,644	744
B13	0,84	11,9	32,2	8,7	0,659	757
Prosijek:	0,66	15,2	29,6	8,5	0,661	713

Proba	Borovina obična					
	š	n	kd	v _s	t _p	s _p
B21	1,77	5,6	34,4	7,3	0,613	675
B22	1,94	5,1	40,0	7,5	0,639	632
B23	2,60	3,8	33,8	7,5	0,564	569
Prosijek:	2,04	4,9	38,7	7,4	0,605	625

š — prosječna širina goda, mm

n — broj godova na 1 cm

kd — udio kasnog drva, %

v_s — vlažnost uzoraka, %

t_p — volumna težina (vlažnosti v_s) p/cm³

s_p — čvrstoća na tlak, kp/cm²

Iz tabele 7 vidljivo je da se vrijednosti svojstava uzoraka ispitanih vrsta drva kreću nešto iznad poznatih prosječnih podataka istih svojstava dotičnih vrsta.

E. I. Savkov (7) iznosi da se, već kod vizuelne inspekcije ili odabiranja materijala, drvo visoke kvalitete uočava po vanjskom vidu unutrašnje građe. Za visokokvalitetnu smrekovinu, on ističe da treba imati udio kasnog drva 10% i 3—20 godova na 1 cm. Visokokvalitetna borovina mora imati udio kasnog drva više od 10% i 3—25 godova na 1 cm. Prema tom kriteriju dostavljeni uzorci drva spadaju u kategoriju visokokvalitetnog drva.

7.0. KOMPARACIJA PRIRODNE TRAJNOSTI SMREKOVINE I BOROVINE

Vremenski interval u kojem drvo zadržava prirodna svojstva naziva se prirodna trajnost drva. Prirodna trajnost smrekovine i borovine bit će prikazana ovdje prema podacima I. Horvata (3), i to samo za uvjete u kojima se one nalaze kao proizvodi građevne stolarije. Po trajnosti na zraku, smrekovina i borovina uvrštene

su u istu grupu, pod nazivom trajne vrste. Za uvjete prikazane u donjem pregledu, smrekovina je nešto manjeg stupnja trajnosti od borovine, i to u godinama iznosi:

Drvo	Na slobodnom prostoru		U suhom zraku
	nezaštićeno	pod krovom	
Smrekovina	40..55..70	50.. 60.. 75	120— 900
Borovina	40..60..85	90..100..120	120—1000

L. M. Perelygin (5) za smrekovinu i borovinu daje podatke u kojima je trajnost tih vrsta izražena prema trajnosti hrastovine. Ako se trajnost hrastovine označi sa 100, onda je trajnost borovine: na zraku nezaštićene 85, u vodi 80, na suhom zraku 90. Trajnost smrekovine za iste uvjete u sva tri slučaja je 75.

Značenje razlika prirodne trajnosti smrekovine i borovine upotrebljene za proizvode građevne stolarije gubi na svojoj veličini ako se uzme u obzir zaštita tih proizvoda premazima.

8.0 ZAKLJUČNA RAZMATRANJA

Na osnovu danih opisa, tabelarnih pregleda i konzultacije literature, u svrhu komparativne ocjene svojstava smrekovine iz SSSR-a u odnosu na domaću borovinu, mogu se donijeti slijedeći zaključci:

1. Smrekovina iz SSSR-a se po svojim svojstvima razlikuje od domaće crne i obične borovine.

2. Smrekovina ima manju volumnu težinu, manju čvrstoću na tlak, savijanje, udarac i manje je tvrdoće od drva domaćeg crnog i običnog bora.

3. Smrekovina se manje uteže, većeg je elastičnosti i veće je cjepljivosti od drva domaćeg crnog i običnog bora.

4. Koeficijenti kvalitete smrekovine, crne i obične borovine pokazuju da između tih vrsta, s obzirom na te pokazatelje, postoje vrlo male razlike.

5. Prema vrijednostima dopuštenog naprezanja, drvo smreke, crnog i običnog bora izjednačeno je kod upotrebe u konstrukcijama od drva.

6. Smrekovina je općenito nešto manjeg stupnja prirodne trajnosti od borovine. No kod upotrebe smrekovine za proizvode građevne stolarije, ta se razlika može zanemariti.

Zaključci izvedeni iz ranijih opisa, tabelarnih pregleda i komparativnih ocjena smrekovine iz SSSR-a i drva crnog odnosno običnog bora poka-

zuju da je smrekovina, ako izdvojimo čvrstoću, elastičnija i jednakog ili manjeg utezanja od crne odnosno bijele borovine.

Budući da su vrste obaju rodova izjednačene po dopuštenom naprezanju, također i po upotrebnoj vrijednosti, bez ikakvih ograničenja po nekim autorima (Perelygin, 5), mišljenja smo da se i u razmatranom slučaju može izjednačiti upotrebna vrijednost smrekovine s upotrebnom vrijednošću drva crnog odnosno običnog bora.

Neke karakteristike smrekovine, kao elastičnost i utezanje, upućuju na postavku da bi njeno ponašanje u istim uvjetima upotrebe moglo biti čak i bolje od borovine. Veća elastičnost osigurava manju mogućnost pojave trajnih deformacija. Manje utezanje uvjetuje manje promjene dimenzije zbog fluktuacije vlažnosti, a time i manji »rad« upotrebljenog drva.

9.0 LITERATURA

1. Badjun, S.: Utjecaj modrenja na fizička i mehanička svojstva crne borovine (*P. nigra* Arn.), Rukopis, Zagreb, 1965;
2. Horvat, I.: Istraživanja tehničkih svojstava crne borovine. Glasnik za šumske pokuse, 9 (1948), 173—229, Zagreb;
3. Horvat, I. i Krpan, J.: Drvno industrijski priručnik. Prvi dio. Tehnička knjiga, Zagreb, 1967.
4. Pejoski, B.: Utjecaj plavetnila na kvalitetna svojstva crne borovine. Rukopis, Skopje 1957;
5. Perelygin, L. M.: Drevesinovedeni. Sovetskaja nauka, Moskva, 1957;
6. Perelygin, L. M. i Ugolev, B. N.: Drevesinovedenie. Lesnaja promyšlennost, Moskva, 1969;
7. Savkov, E. I.: Mehaničeskie svoystva drevesiny. Lesnaja promyšlennost, Moskva, 1965;
8. Ugolev, B. N.: Ispitytaniya drevesiny i drevesnyh materialov. Lesnaja promyšlennost, Moskva, 1965;
9. Ugrešević, A.: Istraživanja o čvrstoći cijepanja i njenoj zavisnosti o ravnini cijepanja i stepenu vlage. Glasnik za šumske pokuse, 8 (1942), Zagreb;
10. Ugrešević, A. i Šolaja, B.: Istraživanja o specifičnoj težini drva i količini sirove smole vrsti *Pinus nigra* Arn. i *Pinus sylvestris*, L. Glasnik za šumske pokuse, 3 (1931), 1—62, Zagreb;
11. Ugrešević, A.: Tehnologija drva. Nakladni zavod Hrvatske, 1950., Zagreb.
12. ***: Tehničar, građevinski priručnik, III. Građevinska knjiga. Beograd, 1966.