

U našoj zemlji gradnja drvom primjenjuje se mnogo manje nego što bi to bilo opravданo rasploživošću materijala i ekonomičnošću gradnje. Ipak je u nas izgrađeno nekoliko objekata koji predstavljaju vrhunska dostignuća na tom području. God. 1938 sagrađen je po projektu inž. Dimnika u Kranju na rijeći Kokri drveni lučni most raspona 85 m; danas je nažalost zamijenjen armirano-betonim mostom. U Zagrebu sagrađene su prema projektima prof. K. Tonković dvije zanimljive drvene konstrukcije većeg raspona: kupola od hrastovine nad bazenom Instituta za brodsku hidrodinamiku (raspon 39 m, v. str. 417) i viseće krovište jedne hale Velešajma rekordnog raspona 90 m.

V. također članke: *Gradevinske konstrukcije, Statika gradevinskih konstrukcija*.

LIT.: A. Gattner, *Bemessungstabellen für Holzbauten*, Berlin 1949. — W. Stoy, *Der Holzbau*, Berlin-Göttingen-Heidelberg 1950. — N. Troche, *Grundlagen für den Ingenieur-Holzbau*, Hannover 1951. — B. M. Kochenov *Несущая способность элементов и соединений деревянных конструкций*, Москва 1953. — National Lumber Manufacturers Association, *Wood structural design data*, Washington, D. C. 1956. — Timber Engineering Company, *Timber design and construction handbook*, New York 1956. — A. H. Omprisko, *Справочник проектировщика. Деревянные конструкции*, Москва 1957. — F. Fonrobert, W. Stoy, G. Dröge, *Grundzüge des Holzbau im Hochbau*, Berlin 1960. (Srpskočrveni prijevod Beograd 1951). — A. Gattner, F. Trysna, *Hölzerne Dach- und Hallenbauten*, Berlin 1961. — Г. Г. Карасен (ред.), *Деревянные конструкции*, Москва 1961. — Г. Б. Свирицкий, *Деревянные конструкции — постоянные и перспективы*, Москва 1962. — В. А. Иванов, *Деревянные конструкции*, Киев 1962. — K. Halasz (Herausg.), *Holzbau-Taschenbuch*, Berlin 1963. — В. Ф. Иванов, *Конструкции из дерева и пластмасс*, Ленинград-Москва 1966. — K. Hoffmann, H. Grise, *Bauen mit Holz*, Stuttgart 1966. — K. H. Stoy, *Holznagelbau*, Berlin 1967. — L. G. Booth, P. O. Reece, *The structural use of timber*, London 1967.

K. Tonković Z. Lončarić

DRVO, u tehničkom smislu, okorana debla, korijenje i grane različitih biljaka, prvenstveno četinjača i listača, ali također palmi, bambusa, penjačica i nekih drugih drenastih biljaka. Kao materijal, u prirodoznanstvenom smislu, drvom se naziva svaka vlaknasta tvar biljnog porijekla koja se sastoji prvenstveno od celuloze i hemiceluloze, a odrvenjela je uloženim ligninom. (U biološkom smislu upotrebljava se u našem jeziku riječ »drvno« i kao sinonim za »stablo«.)

Kemijski sastav drva. Veći dio drvene tvari sastavljen je od kemijskih spojeva visoke molekularne težine, pa su pojedinci — s obzirom na kemijski sastav — drvo definirali kao interpenetrirani sistem visokih polimera. Separacija i izolacija tih polimera bez njihove znatnije modifikacije vrlo je teška, pa će biti potrebna još mnoga istraživanja da se potpuno objasne priroda i svojstva tih polimera.

Sastojci drvene tvari mogu se kemijski klasificirati ovako: a) Ugljikohidrati, uglavnom polisaharidi; ukupna njihova količina dosije 3/4 težine suhe drvene tvari. To su celuloza, hemiceluloza, škrob, pektinske tvari i u vodi topljivi polisaharidi. Celuloza je najvažnija komponenta drvene tvari i iznosi u prosjeku 1/2 težine suhe drvene tvari. Šećeri se nalaze u bijeli i u tkivu u razvoju, a u zrelomu drvu ima ih samo u neznatnim količinama. b) Fenolne tvari, aromatske supstance s karakterističnim fenolnim hidroksilnim skupinama (djelomično metilirani); njihova se ukupna količina kreće od 20 do 30% težine suhe drvene tvari. Veći dio tih fenolnih tvari čini sistem poznat pod nazivom lignin, visoke molekularne težine i netopljiv u običnim otapalima. Neke fenolne tvari su topljive u vodi i organskim otapalima (tanini, flobafeni, bojila, lignani). Druge se daju odstraniti iz drvene tvari hidrolizom pomoću kiselina ili alkalija. c) Terpeni i njima srođni sastojci, sastoje se od isparljivih tvari i smolnih kiselina; po količini dosije do 5% težine suhe drvene tvari četinjača, a listače ih po pravilu ne sadrže ili ih sadrže u neznatnim količinama. d) Alifatske kiseline, nalaze se u drvu svih vrsta, većinom kao esteri masnih kiselina velike molekulske težine. e) Alkoholi, i to alifatski alkoholi i steroli. f) Proteini; tvore znatni dio tkiva u razvoju, a u zrelomu drvu njihovo učeće, procijenjeno po sadržaju dušika, dosije do 1% težine suhe drvene tvari. g) Anorganske tvari; njih ima manje od 0,5% u većini vrsta drva umjerene zone, dok neke tropske vrste drveta sadrže anorganskih tvari (pepela) od 1 do 5% težine suhe drvene tvari.

U drvu nalaze se osim navedenih mnoge druge organske tvari (ciklički alkoholi, aldehidi, ugljikovodici, alkaloidi i dr.), ali u vrlo malim količinama. Dvobazne kiseline česta su pojava u drvu, obično kao soli kalcijuma (kalcijum-karbonat, kalcijum-oksalat).

Elementarni sastav suhe drvene tvari gotovo je jednak za sve vrste drveta: suha drvena tvar sadrži u prosjeku 49,6% ugljika, 5,9% vodika, 44,0% kisika, 0,2% dušika i 0,3% pepela. Drvo listača i četinjača po sadržaju celuloze je jednako (50%), drvo četinjača ima manje hemiceluloze (23%) i više lignina (27%) nego drvo listača (26% odnosno 24%). (V. TE 2, str. 566, 567.)

Voda se u drvu nalazi dijelom u »slobodnom«, dijelom u »vezanom« stanju. Slobodna ili kapilarna voda nalazi se u šupljinama (lumenima) drvenih stanica, a vezana ili higroskopna voda u stijenkama stanica. Sadržaj vode u drvu izražava se na dva načina: kao težinski i kao volumni postotak. Težinski postotak može biti ili tzv. *standardni* (naučni) postotak, tj. težina vode u odnosu na težinu drveta sušenog na 103 °C, ili *tehnički* (komercijalni), tj. u odnosu na težinu vlažnog drva. Volumni postotak izražava volumen vode u 100 jedinica volumena drva. U ovom članku, gdje se god govori o sadržaju vode u drvu, podrazumijeva se standardni postotak.

Sadržaj vode u drvu u sirovom stanju, tj. u času obaranja, kreće se u širokim granicama: od 40 do 200% za drvo četinjača, od 35 do 130% za drvo listača. S obzirom na sadržaj vode treba razlikovati: sirovo drvo ($v \approx 40\%$), provelo drvo ($v = 22\cdots40\%$), prošušeno drvo ($v = 8\cdots22\%$) i posve suho drvo ($v = 0\%$). Prošušeno drvo dijeli se na brodosuhu ($v = 18\cdots22\%$), zrakosuhu ($v = 12\cdots18\%$) i sobnosuhu ($v = 8\cdots10\%$).

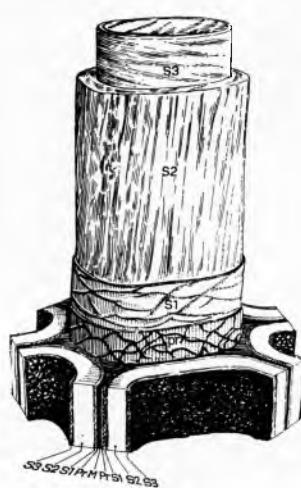
Struktura drva. Osnovni elemenat strukture drva je stanica. Živa stanica sastoji se od membrane i sadržine ili protoplazme.



Sl. 1. Poprečni presjek stijenke traheide kasnog drva bora

Kad stanica obamre, postepeno nestaje njene sadržine, ostaju samo stijenke (membrane) i šupljina stanice (lumen) ispunjena vodom ili zrakom.

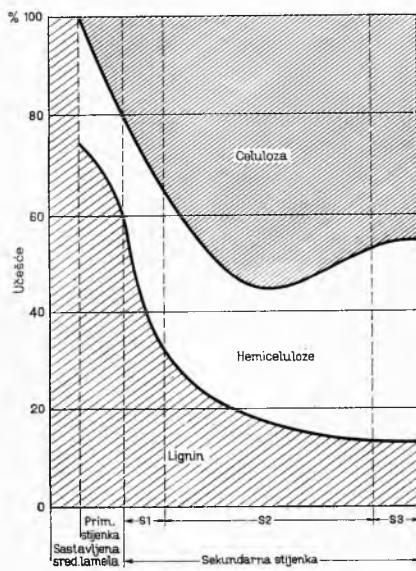
Membrana stanice (sl. 1) sastavljena je od 5 slojeva: srednje lamele (*M*), primarne stijenke (*Pr*), vanjskog sloja sekundarne stijenke (prelaznog sloja *S1*), centralnog sloja sekundarne stijenke (sekundarne stijenke u užem smislu, *S2*) i unutarnjeg sloja sekundarne stijenke (tercijarne stijenke, *S3*). Neki autori središnju lamelu (pravu) i primarne stijenke zovu zajedno sastavljena središnja lamela. Središnja lamela amorfna je i izotropna, ostali slojevi membrane sastoje se od mikrofibrila i razlikuju se fizički među sobom po relativnoj orientaciji tih mikrofibrila (slika 2). Kemijski se slojevi membrane razlikuju po sadržaju lignina, hemiceluloze i celuloze (sl. 3). Središnja lamela sastoji se od samog lignina. Primarna stijenka sastavljena je od manje količine celuloze (~20%) u masi



Sl. 2. Shematski prikaz stijenke četinjača. Vidi se vijčana (helikoidna) orijentacija mikrofibrila u sekundarnoj stijenici; na dnu slike stijenke susjednih traheida

lignina, hemiceluloza i pektinskih tvari. Na vanjskoj strani primarne stijenke celulozni mikrofibrili isprepleteni su bez određene orientacije, a na unutarnjoj strani orientacija celuloznih mikrofibrila približno je okomita na uzdužnu os stanice. Sekundarna stijenka sastoji se pretežno od celuloze (~ 50%), nešto hemiceluloza i manje količine lignina. Vanjski sloj sekundarne stijenke sadrži lamele sa vijčanom (helikoidnom) orientacijom mikrofibrila, lijevom i desnom (kut uspona 50°–70°). Centralni sloj sekundarne stijenke sastoji se od mnogo koncentričnih lamela u kojima su mikrofibrili orijentirani pod malim kutom prema osi stanice (10°–30°). Centralni sloj sekundarne stijenke je glavni dio stijenke stanice, pa njezina svojstva u prosjeku često prevladavaju. Kut fibrila drva zbog toga obično znači pretežnu orijentaciju mikrofibrila unutar tog sloja. Unutarnji sloj sekundarne stijenke sastoji

lignifikacije nešto zaostaje za procesom odeblijanja sekundarne stijenke stanice. U fazi odeblijanja sekundarne stijenke nastaju jažice. To su neodebljala mesta membrana stanica koja služe

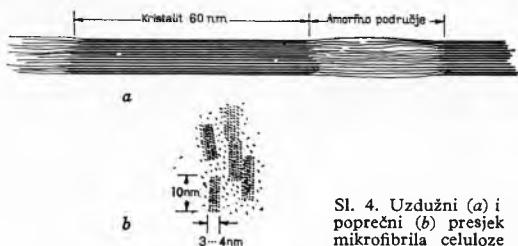


Sl. 3. Kemijski sastav stijenke stanice drva

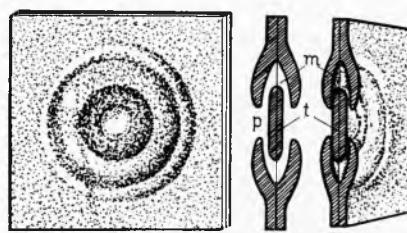
se od više lamela čiji su mikrofibrili orijentirani pod kutom od 60 do 90°.

Celuloza u stijenki stanica organizirana je kao sistem poznat pod imenom resasta micelarna formacija (sl. 4). Osnovna biološka jedinica celulozogn skeleta stijenke je mikrofibril. To je svežanj lančanih molekula celuloze i pridruženih polisaharida, koje su mjestimično pravilno paralelno poredane (kristalastu područje), a mjestimično manje pravilno poredane (poluamorfno područje). Molekula celuloze neodređene dužine može se širiti kroz više kristalastih i poluamornih područja. Ispitivanja difraccijom rendgenskih zraka pokazuju da za vrijeme procesa bubreženja i utezanja kristalasta područja ostaju u biti nepromijenjena. Prema Frey-Wysslingu (1954) svaki mikrofibril poprečnog presjeka 10×20 nm sastoji se od četiri »elementarna fibrila« poprečnog presjeka 5×10 nm. Elementarni fibrili sastoje se od kristalaste jezgre poprečnog presjeka 3×7 nm, okružene poluamornim ili parakristalastim područjem. Agregati mikrofibrila tvore lamele, a više lamela sloj.

Membrana stanica u početku je tanka, a kasnije u toku rastenja centralni sloj sekundarne stijenke stanice odebija i membrana poprima specifičnu strukturu i oblik. S procesom odeblijanja sekundarne stijenke usko je povezan proces lignifikacije (odrvenjanja). Ta dva procesa teku donekle uporedno, s tim da proces



Sl. 4. Uzdužni (a) i poprečni (b) presjek mikrofibrila celuloze



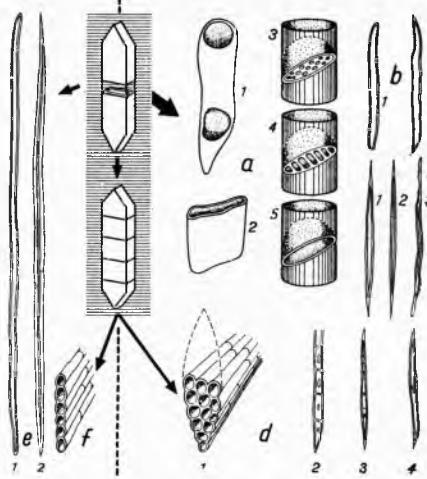
Sl. 5. Shematski prikaz ogradijene jažice. t Torus, m margo, p porus

za komunikaciju između lumenâ susjednih stanica. Jažice se dijele na jednostavne, poluogradene i ogradijene. Jednostavne jažice karakteristične su za žive stanice, poluogradene za vezu između živih i mrtvih stanica, a ogradijene za vezu između dvije mrtve stanice. Kod ogradijene jažice treba razlikovati torus, margo i porus (sl. 5). Jažice se međusobno razlikuju po gradi, obliku, veličini, broju i rasporedu. Struktura jažica veoma je složena i od posebnog je značenja na propusnost (permeabilnost) živog ili mrtvog drva.

Elementi strukture drva (sl. 6) dijele se u dvije skupine: elemente strukture koji služe fiziološkom zadatku (hranjenju, spremanju rezervnih tvari, izlučivanju sekreta) i elemente strukture koji vrše mehaničke zadatke (povećavaju čvrstoću i krutost). Prva skupina dijeli se u dvije podskupine: jednu koja služi provođenju mineralnih tvari otopljenih u vodi (provodno tkivo) i drugu, koja služi spremanju rezervnih tvari i izlučivanju sekreta (spremišno ili sekrecijsko tkivo).

Najtipičniji predstavnici provodnog tkiva su traheide ranog drva, traheide trakova, traheje i vaskularne traheide. U mehaničko tkivo ubrajaju se traheide kasnog drva, libiformska vlaknica i vlaknaste traheide. Parenhim trakova, aksijalni parenhim i smolenice spadaju u tipično spremišno tkivo.

Traheide su cjevaste, s obje strane zatvorene stanice, obično sa šiljatim krajevima. Sve četinjače imaju traheide, dok listača s traheidama ima razmjerno malo. Traheide četinjača dijele



Sl. 6. Elementi grada drva četinjača i listača. Iz inicijala kambija diobom nastaju stanice drva, koje se kasnije diferenciraju u sudove, traheide, vlaknica, parenhim itd. a: 1...5 sudovi (traheje) listača; b: 1 i 2 vaskularne traheide listača; c: 1...3 libiformska vlaknasta traheida listača; d: 1 parenhimske trake, 2...4 uzdužni parenhimske trake; e: 1 i 2 aksijalni parenhimske trake; f: traheide četinjača

se na traheide ranog drva i traheide kasnog drva. Prve su tipično provodno tkivo — obavljaju transport tekućine kroz jažice u svojoj membrani — druge su mehaničko tkivo, tj. služe ukrućivanju. Pored tih aksijalnih traheida u drvetu četinjača treba još razlikovati traheide trakova i kratke traheide u nizu. Traheide listača mnogo su kraće od traheida četinjača. Dijele se na vazcentrične i vaskularne traheide listača. Po postanku, rasporedu i prirodnjoj funkciji

vazicentrične traheide odgovaraju aksijalnim traheidama četinjača, a vaskularne traheide nizu sitnih traheja.

Traheje (sudovi) izraziti su provodni elementi grade drva listača. Traheje ili trahealni niz sastoji se od longitudinalnog niza članaka traheja, koji izgraduju cjevastu tvorevinu (sud) neodredene duljine. Na poprečnom presjeku često su vidljive i prostim okom kao pore. Unutar jednog goda, pore (lumeni traheja) mogu biti po veličini ili približno jednake (platana, grab, orah, topola, vrba, kruška i dr.) ili nejednake (hrast, jasen, briest, kesten pitomi, bagrem, dud i dr.). Pore mogu unutar goda biti ili jednolично rasute, ili grupirane u grupe, ili nanizane u redove. Po veličini i rasporedu sudova unutar jednog goda dijeli se drvo listača na prstenastoporozno (bagrem, briest, dud, hrast, jasen, kesten pitomi i dr.) ili rastresitoporozno (breza, bukva, grab, jabuka, javor, joha, kruška, lipa, orah, topola, vrba).

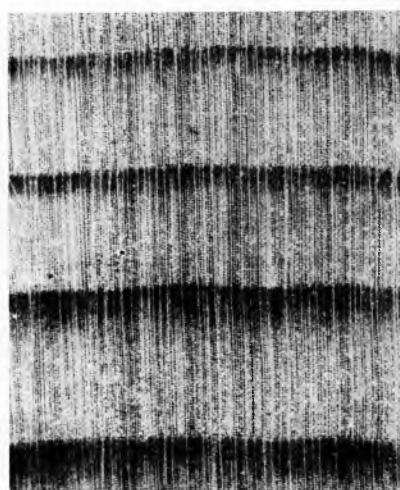
Vlakanca su izraziti predstavnici mehaničkih elemenata strukture drva listača. Dijele se na libriformska vlakanca i vlaknaste traheide. Libriformska vlakanca su prođene i na krajevima zašiljene stanice debelih stijenki i uskog lumena, a nalaze se samo u drvu listača. Vlakanca koja imaju lumen podijeljen tankim poprečnim membranama (tzv. pregradama ili septama) zovu se septirana vlakanca. Česta su u tropskim vrstama drva. Želatinozne vlakanca imaju neljiginiciranu sekundarnu stijenkiju, a karakteristična su za tenzijsko drvo (v. str. 434). Vlaknaste traheide listača produljene su stanice debelih stijenki i gotovo su isključivo mehanički element strukture drva. Pored vlaknastih traheida obične strukture, u drvu listača nalaze se također septirane i želatinozne vlaknaste traheide.

Parenhimske stanice u životu drvetu imaju funkciju akumulacije i distribucije hranjivih tvari. One su znatno manje od ostalih elemenata strukture drva, tankostijene su, izodijametričke i više ili manje prođene (nalik na opeke). U drvu listača i četinjača razlikuju se tri tipa parenhimskih stanica: uzdužni ili aksijalni parenhim, poprečni ili radijalni parenhim i epitelni parenhim.

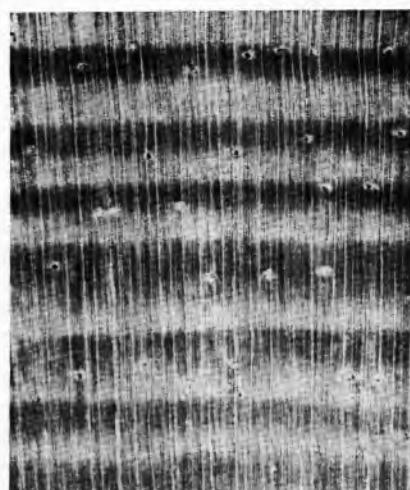
Uzdužni parenhim četinjača može biti terminalan ili graničan parenhim (na granici goda), razasut ili difuzan parenhim (između traheida unutar goda) ili difuznozoniran parenhim (u tangentnim vrpcama ili skupinama). Uzdužni parenhim listača dijeli se na metatrahealan (unutar godova, a nije u vezi sa sudovima), paratrahealan (unutar godova u posrednoj ili neposrednoj vezi sa sudovima) i terminalan (na granici godova).

Radijalni parenhim izgrađuje *trakove* drva. Trakovi drva su izgrađeni ili samo od parenhima (homocellularni trakovi) ili od

Obična jelja



Obični bor



Sl. 7. Poprečni presjek drva četinjača (povećano 5...10 puta)

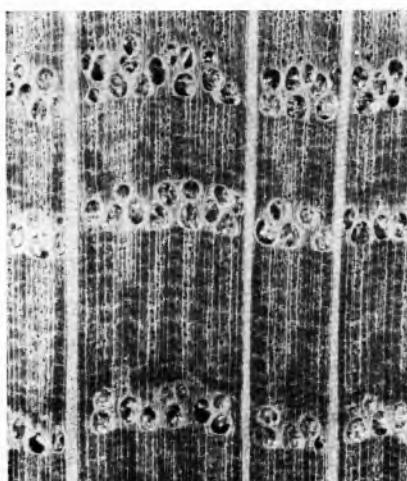
parenhima i drugih vrsta stanica (heterocellularni trakovi). Složeni ili sastavljeni trakovi drva izgrađeni su od skupina gusto poredanih uskih trakova između kojih se provlače aksijalni elementi strukture drva (izuzev traheja). Po duljini trakovi se dijele na primarne (od srčike do kore) i na sekundarne (od određenog goda do kore). Neke vrste drva imaju trakove nejednakih dimenzija, a neke jednakih dimenzija.

Epitelni parenhim ima sekretornu funkciju. On je u najužoj vezi sa sekrecijskim stanicama aksijalnog ili radijalnog sistema strukture drva (smolenice, uljani kanali, mlijeko cijevi). U drvu umjerene zone od većeg je značenja epitel smolenica. *Smolenice* (smolni kanali) dijeli se na normalne i traumatske. Normalne su uzdužne (longitudinalne), pretežno u zoni kasnog drva, i poprečne (transverzalne), u trakovima drva. Traumatski smolni kanali nastaju uslijed ozljede drva, a mogu biti uzdužni, u zoni ranog drva (tangentični nizovi), ili poprečni, u trakovima drva.

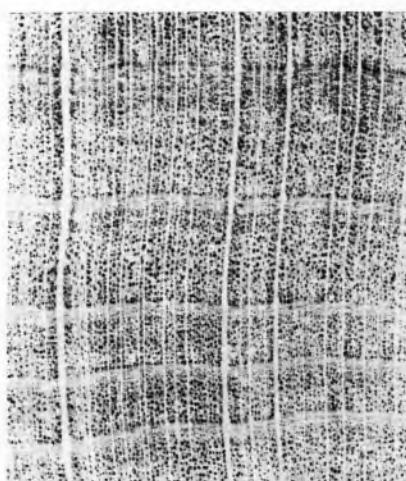
Postoje znatne razlike u strukturi drva četinjača i listača (sl. 7 i 8). Drvo četinjača je jednostavnije (homogenije) strukture nego drvo listača, broj elemenata je manji, a njihov raspored pravilniji (Tablica 1). Broj elemenata strukture drva listača je veći, a njihov raspored nepravilniji (Tablica 2).

Makroskopske i mikroskopske karakteristike drva mogu se iskoristiti za određivanje rodova i vrste drva (identifikaciju drva).

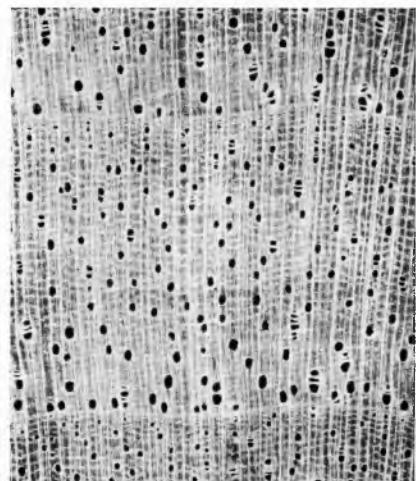
Makroskopska struktura drva je ona struktura koja se može uočiti ako se promatra određeni presjek drva prostim okom ili najviše uz pomoć lupe povećanja 5 do 10×. Za makroskopsku strukturu drva važna su tri među sobom okomita presjeka: po-



Hrast lužnjak



Obična bukva



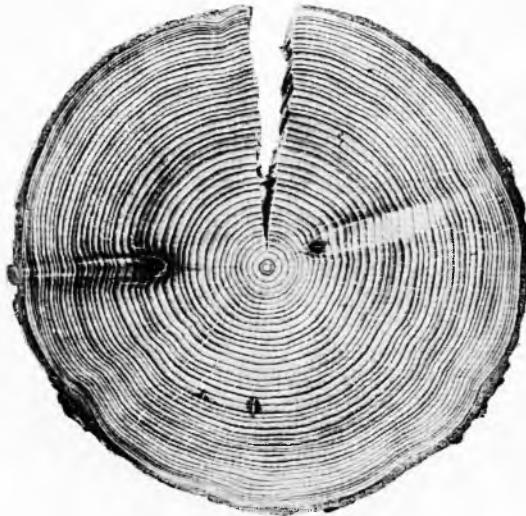
Obični orah

Sl. 8. Poprečni presjek drva listača (povećano 5...10 puta)

prečni, tangentni i radijalni presjek. Razlike u strukturi najbolje su uočljive na poprečnom presjeku, pa je stoga postupak makroskopske identifikacije drva razrađen na osnovu strukturalnih i teksturnih karakteristika poprečnog presjeka drva.

Na poprečnom presjeku drva vide se prostim okom godovi, bjeljika i srž. Unutar goda drva četinjača i prstenastoporoznih listača razlikuju se zone ranog i kasnog drva. Kod nekih vrsta listača vide se trakovi drva, a kod četinjača kruplji smolni kanali. U anatomskom središtu poprečnog presjeka drva nalazi se srčika.

Djelovanjem kambija stvara se u koncentričnim slojevima drvo (sekundarni ksilem). Svaki sloj predstavlja godišnji prirast ili god. Godovi se razlikuju po načinu rasporeda sudova (pora), stupnju markantnosti, toku granične linije, širini, načinu nizanja i boji.



Sl. 9. Bakuljava vrsta drveta, poprečni presjek omorike
Picea omorica

Markantnost goda je to veća (godovi se to više ističu) što su veće razlike u strukturi i boji ranog i kasnog drva. Tok granične linije može biti pravilan ili nepravilan. Širina goda, tj. udaljenost od početka zone ranog drva do završetka zone kasnog drva istog goda mjerena u radijalnom smjeru, kreće se unutar širokih granica. Nizanje godova može biti pravilno i nepravilno.

U nekim vrstama drveta periferni (mladi) godovi svjetlijie su boje, a unutrašnji (stariji) godovi su tamniji. Svjetlijii vanjski dio zove se bijel (bjeljika), a unutrašnji tamniji dio srž (jezgra). Promjena boje unutrašnjeg dijela drva posljedica je procesa osrž-



Sl. 10. Jedričava vrsta drveta, poprečni presjek hrasta lužnjaka (*Quercus robur*)

vanja, tj. prelaženja bijeli u srž. Proces osržavanja ne ograničava se samo na vrste čiji unutarnji dio postaje tamniji, nego je taj proces općenita pojave starenja svih vrsta drva. U toku toga procesa obamiru žive stanice, a u drvu nastaju određene anatomске i ke-mijske promjene koje nisu do danas sve dokraja naučno objašnjene. S obzirom na ton boje osrženog dijela drva vrste drva moguće bi se podijeliti u tri skupine. U prvoj skupini su vrste drva bez obojene srži, odnosno sa svijetlobojenom srži (sl. 9). Tipični predstavnici tih tzv. *bakuljavih* vrsta jesu jela, smreka, grab, lipa. U drugoj skupini su vrste drva s obligatno obojenom srži, tzv. *jedričave* vrste (sl. 10); tipični predstavnici: ariš, bor, duglazija, tisa, bagrem, briješt, hrast, kesten, pitomi, orah, topola, vrba. U trećoj skupini su vrste drveta sa fakultativno obojenom srži; tipični predstavnici su jasen, bukva. Širina bjeljike varira u vrlo širokim granicama, a može se izraziti u centimetrima ili brojem godova. Početak osržavanja nekih vrsta drva počinje relativno rano (eukalipt 2-6 godina), a nekih vrlo kasno (obični jasen 60-70 godina, obična bukva 80-100 godina). Osrženi dio unutarnjeg drva debla ima čunjast oblik. U toku života drveta promjer i visina srži stalno raste. Granica srži ne poklapa se s granicom goda. Drvo srži smanjene je propusnosti za tekućine i plinove, često povećane težine, čvrstoće, elastičnosti i tvrdoće i povisene trajnosti.

Makroskopska identifikacija nekih vrsta nije dovoljno pouzdana, pa je zbog toga potrebno odrediti rodove i vrste na osnovu mikroskopskih karakteristika strukture poprečnog i uzdužnog presjeka drva.

SVOJSTVA DRVA

Izgled, miris i okus drva. Izgled (vanjske osobine drva ili njegova estetska svojstva) obuhvaća boju, teksturu, sjaj i finoću drva.

Boja drva. Prirodnji ton boje mehanički obradene površine prošuštenog drva naziva se bojom drva. Kod jedričavih vrsta pod bojom razumijeva se prirodnji ton boje srži. Boja naših domaćih vrsta drva kreće se od bjelkastog do tamnosmeđeg tona s neznanim razlikama u intenzitetu. Živih tonova boje domaće vrste gotovo i nemaju (izuzev žutikovine). Češće imaju takve tonove tropске vrste.

Boja drva ovisi o cijelom nizu faktora: vrsti drveta, vrsti i gustoći anatomskih elemenata, sastavu i količini infiltrata, staništu, dijelu stabla, načinu obradivanja, djelovanju atmosferilija (žućenje, siviljenje, crnjenje, smedenje), sadržaju vode u drvu, djelovanju ležanja u vodi (abonus ili subfossilno drvo), djelovanju topline i dima (rogovi i grede krovista), kompresiji (lignoston) i dr. Boja drva je od praktične važnosti za determinaciju vrsta unutar istog roda (jasika-topola, obični bor-crni bor), za prosudjivanje kvaliteta i stupnja zdravosti drva, u estetske svrhe za stolarske, tokarske, rezbarske, intarzijske radove i dr.

Tekstura drva je slika anatomске strukture, promatrana prostim okom, na mehanički obrađenim površinama. Tekstura je pravilna ili nepravilna. Pravilna tekstura je karakteristična za deblo pravilna oblika i normalne unutarnje strukture, a nepravilna za drvo anomalne unutarnje strukture, bez obzira na to da li je oblik debla pravilan ili nepravilan.

Pravilna tekstura dijeli se po ravnni presjeka na frontalnu, radijalnu, tangentnu i spiralnu teksturu (sl. 11). Frontalna tekstura je tekstura poprečnog presjeka, radijalna tekstura je tekstura blistača (radijalnih piljenica) a tangentna tekstura je tekstura

Tablica 1
RASPODJELO ELEMENATA STRUKTURE DRVA ČETINJAČA

Vrsta drva	Traheide %	Parenhim		
		trakovu %	uzdužni %	epitelni %
Smreka	93-95	5-7	—	0,2-0,3
Jela	91-95	6-10	—	0,5-1,0
Bor	91-95	5-8	—	0,7
Borovac	94	4-5	—	0,2
Duglazija	93	7	tragovi 0,9	0,1
Ariš	89	9		

Tablica 2
RASPODJELO ELEMENATA STRUKTURE DRVA LISTAČA

Vrsta drva	Sudovi %	Vlaknaste traheide	Vlaknica %	Parenhim	
				trakovu %	uzdužni %
Hrast	12,0	38,0	45,2	4,8	— ¹⁾
Bukva	31,0	—	37,0	27,0	5,0
Jasen	14,8	30,2	55,0	— ¹⁾	— ¹⁾
Joha	28,0	—	60,0	12,0	—
Bagrem	14,8	—	57,9	20,9	6,4
Javor	7,0	—	76,0	17,0	—
Breza	15,5	—	71,0	11,5	2,0

¹⁾ nije mjereno

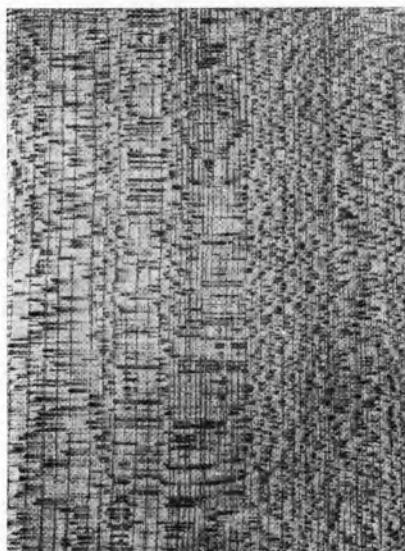
bočnica (tangentnih piljenica). Tehnikom ljuštenja dobiva se ljušteni furnir spiralne teksture. Pored toga treba još razlikovati perifernu teksturu, teksturu cilindra, čunja, kugle i dr. Nepravilna tekstura javlja se u obliku poprečnih rebara, valovitih linija, ikrice, cvjetova, krvžica itd. (sl. 12). Nepravilna tekstura javlja se prvenstveno u drvu listača (najčešće kod javorovine, jasenovine, briještovine, topolovine, hrastovine, johovine, brezovine i orahovine), u drvu četinjača javlja se samo izuzetno (smreka i jela lještarka).

Tekstura ovisi o anatomskoj strukturi, obliku debla, dijelu debla, načinu obradivanja i dr. Tekstura ima praktičnu važnost za prepoznavanje vrste drva, za prepoznavanje vrste piljene, rezane ili ljuštene robe, za procjenjivanje tehničkih svojstava drva, za stolarske, tokarske, rezbarske i intarzijske radove. U stolarstvu se za vanjsko lice namještaja upotrebljava npr. drvo nepravilne teksture, osobito tangentnog i spiralnog presjeka javora rebraša, javora ikraka, jasena cvjetastog, topole cvjetaste.

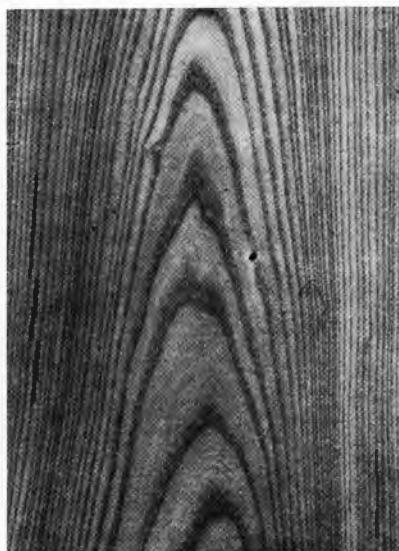
pajasen, joha, dud, lijeska, bor). Najživljiji sjaj, pored često intenzivnih boja, pokazuju neke egzote (svila-drvo, saten-drvo, okume, avodire, mahagoni i dr.).

Sjaj drva ovisi o anatomskoj građi drva, infiltratima, presekama i kutu upada svjetla. Što su brojniji, veći i gladi drvni traci to je veći stupanj sjaja. Masti i ulja smanjuju prirodnji sjaj drva. Radikalne piljenice (blistake), zbog razmjerno velike površine trakova imaju veći sjaj nego tangentne piljenice (bočnice). Sjaj drva može da posluži za makroskopsku determinaciju (smreka-jela, bijela joha-crna joha). Sjaj je od osobite estetske vrijednosti. Važnost prirodnog sjaja umanjuje činjenica da se može umjetnim načinom ne samo pojačati sjaj nego i izazvati ga kod vrsta drva bez prirodnog sjaja.

Finoća drva vrlo je složen pojam. On se s jedne strane odnosi na veličinu, raspored i tok uzdužnih elemenata strukture drva, a s druge strane na strukturu, širinu i pravilnost nizanja godova.



Radijalna tekstura briješta



Tangentna tekstura briješta

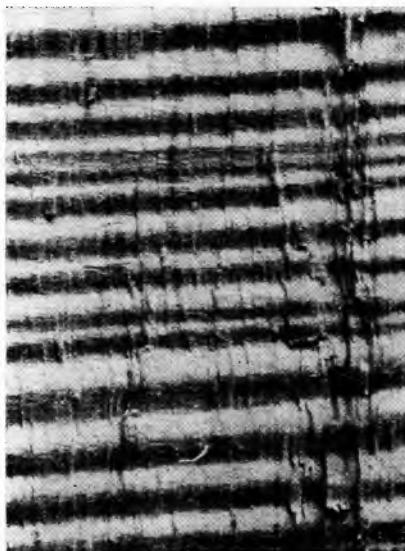


Spiralna tekstura jasena

Sl. 11. Pravilna tekstura drva (povećano 5...10 puta)

Sjaj drva je svojstvo drva da zrcalno odrazuje svjetlo. Neke vrste drva ne pokazuju uopće nikakav prirodnji sjaj (kruška, topola, brekinja, grab crni, šimšir), neke pokazuju slab sjaj (jela, grab obični, jarebika, šljiva, trešnja, sremza, kesten divlji), a neke jači sjaj (platana, bukva, hrast, javor, jasen, lipa, briješ, bagrem,

Što su uzdužni elementi manji i razlike između njih manje, što je raspored elemenata unutar goda pravilniji, što je tok elemenata pravilniji, to je drvo finije. Također, što je struktura kasnog i ranog drva unutar goda ujednačenija, što su godovi uži, njihova širina ujednačenija i što se oni pravilnije nižu, to je drvo finije. Neki



Javor rebraš



Javor ikrakš



Topola dževerava

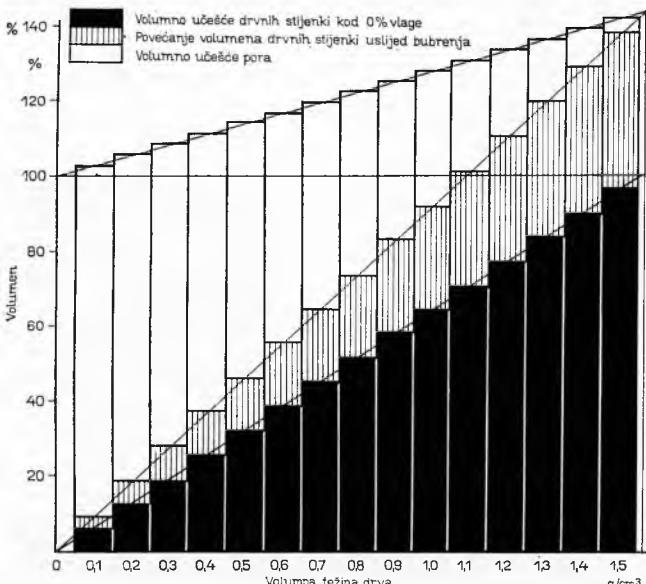
Sl. 12. Nepravilna tekstura drva (povećano 5...10 puta)

smatraju da je drvo fino ako je ono homogene strukture i ako se dalo obradivati. U našoj praksi govori se o finoj, polufinoj i gruboj hrastovini. Fina hrastovina iz naših šuma poznata je na svjetskom tržištu pod imenom »slavonska hrastovina«.

Svako drvo ima neki određeni miris. Drvna tvar pri običnoj temperaturi je bez mirisa; miris drva potječe od infiltrata ili od produkata procesa razaranja. Od naših vrsta drva ugodna je mirisa drvo rašeljke, bora, ariša i smreke, a neugodna vonja drvo lovorike, sremz i smrdljike. Od stranih vrsta ugodno miriše drvo cedra, borovice mirisne, cedrele i dr., a neugodna vonja je smrdan-drvo (*Ocotea bullata*), amarant-drvo (*Peltogyne sp.*) i dr. Miris drva može da posluži u svrhu determinacije drva rašeljke i višnje, smreke i jele, cedra i imitacija cedra i dr. S obzirom na upotrebu drva, miris može biti prednost ili manja. Neke vrste insekata ne podnose drvo intenzivnu mirisu (krznena i vunena roba čuva se u ormarima ili sanducima izrađenim od drva mirisne borovice, crne borovine, kamforovca). Zbog mirisa, za kutije cigara upotrebljava se drvo cedrele. Nekim proizvodima (npr. živežnim namirnicama) miris je štetan. Stoga se maslac otprema u kutijama od jelovine, smrekovine i jasenovine jer imaju malo infiltrata, a u suhom stanju su bez mirisa.

Mnoge vrste drva imaju određeni okus, ali se taj može teško definirati. Gorak okus ima drvo mirisne borovice i cedrele, okus papra ima drvo libocedra, slatkast okus drvo kampes i crveni santal, trpk okus imaju neke vrste roda *Podocarpus*.

Fizička svojstva drva. Drvo je porozno tijelo izgrađeno od čvrstih stijenki stanica i fine mreže pora (sl. 13 i 14). Kada se govori



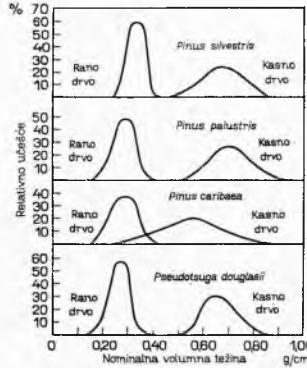
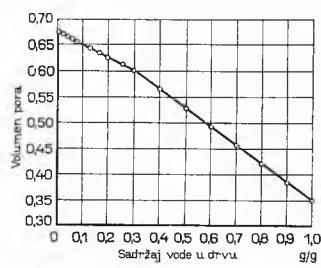
Sl. 13. Volumen pora i drvnih stijenki

o masi jedinice volumena drva, treba razlikovati masu jedinice volumena drva kao poroznog tijela od mase jedinice volumena drvne tvari od koje su izgradene stijenke stanica drva. Prva se zove *volumna težina* drva, a druga *specifična masa (gustoća)* drvne tvari.

U mnogim strukama tehnike, kao i u jezičnoj praksi običnog života, izraz »težina« upotrebljava se za svojstvo materije koje se u fizici naziva »masa« i mjeri jedinicom »gram« odn. »kilogram«. Tako i »volumna težina drva« znači količinu drvne mase u jedinici volumena i mjeri se, poput specifične mase, jedinicama g/cm^3 odn. kg/m^3 .

Specifična masa drvne tvari kreće se u vrlo uskim granicama. Drvo se sastoji uglavnom od celuloze i lignina. Specifična masa čiste celuloze iznosi $1,57 \text{ g}/\text{cm}^3$, a specifična masa lignina $1,38 \cdots 1,41 \text{ g}/\text{cm}^3$.

Sl. 14. Odnos između volumena pora izraženog u dijelovima ukupnog volumena drva (1,0) i sadržaja vode u drvu vrste *Pinus monticola*



Sl. 15. Nominalna volumna težina ranog i kasnog drva nekih vrsta bora i duglazije

Specifična masa drvne tvari za sve vrste drva iznosi $1,46 \cdots 1,56 \text{ g}/\text{cm}^3$, u prosjeku $1,50 \text{ g}/\text{cm}^3$.

Volumna težina drva je mala jedinice volumena drva kao poroznog tijela uz određeni sadržaj vode. S obzirom na sadržaj vode treba razlikovati volumnu težinu drva standardno suhog (0% vlage), prosušenog (8...20%), provedlog (22...40%), sirovog (iznad 40%). Volumna težina standardno suhog drva je masa u jedinici volumena drva nakon sušenja na temperaturi od $103 \pm 2^\circ\text{C}$ do konstantne težine. Nominalna volumna težina drva je masa suhe

drvne tvari u jedinici volumena drva uz vlažnost iznad 40%. Između volumne težine standardno suhog drva i nominalne volumne težine postoji odnos prema jednadžbi:

$$t_n = t_0 / (1 + \alpha_v),$$

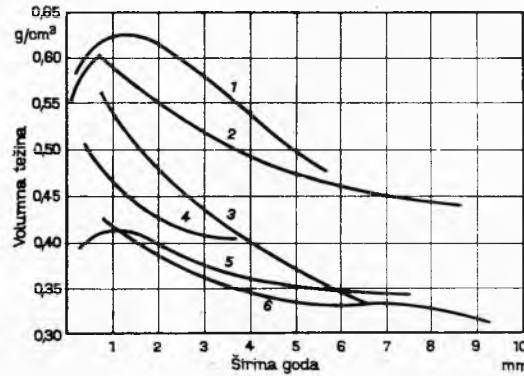
odnosno:

$$t_n = t_0 (1 - \beta_v),$$

gdje je t_n nominalna volumna težina, t_0 volumna težina standardno suhog drva, α_v volumno bubreњe, β_v volumno utezanje drva.

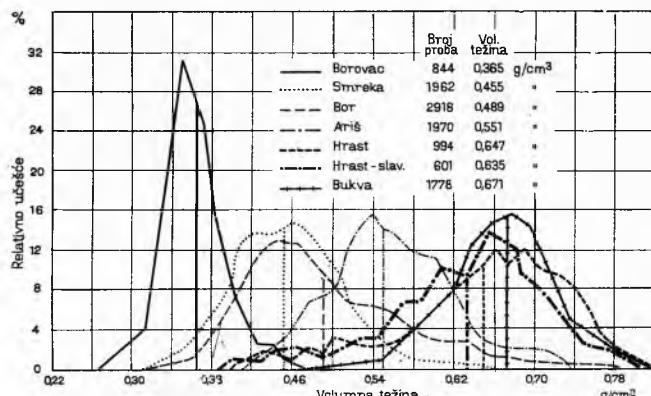
Volumna težina standardno suhog drva varira u veoma širokim granicama. Donja granica leži između $0,05$ i $0,20 \text{ g}/\text{cm}^3$, a gornja granica između $1,20$ i $1,40 \text{ g}/\text{cm}^3$. Volumna težina drva *Alstonia spathulata* kreće se između $0,039$ i $0,058 \text{ g}/\text{cm}^3$, a volumna težina drva vrste *Piratinera guianensis* u prosjeku iznosi $1,38 \text{ g}/\text{cm}^3$. Volumna težina standardno suhog drva domaćih vrsta kreće se od $0,3 \cdots 0,4 \text{ g}/\text{cm}^3$ (paulovnija, topola) do $0,9 \cdots 1,0 \text{ g}/\text{cm}^3$ (badem, dren).

Volumna težina drva ovisi o njegovoj vrsti, strukturi i sadržaju vode, o dijelu stabla iz kojeg drvo potječe, o tipu šume, položaju stabla u sastojini i dr. Unutar goda postoje dvije zone koje se razlikuju po gustoći (zona ranog i zona kasnog drva). Kasno drvo je za $\sim 1,5$ (javor) do $4,0$ puta (bor) teže od ranog drva (sl. 15). Poznata je korelacija između širine goda i težine drva (sl. 16). Sve nepravilnosti strukture koje zbijaju anatomske elemente i smanjuju povezanost povećavaju i težinu drva (kompresijsko drvo). Volumna težina drva varira unutar jedne botaničke vrste u širokim granicama (sl. 17). Što je veći sadržaj vode drva to je veća njegova volumna težina. Volumna težina vlažnog drva može se iz volumne težine standardno suhog izračunati (uvažavajući da je vlažnom drvu, u odnosu na standardno suho drvo, masa u jedinici volumena veća za masu vode, a volumen veći za volumno bubreњe drva α_v) ili se može odrediti s pomoću dijagrama sl. 18.

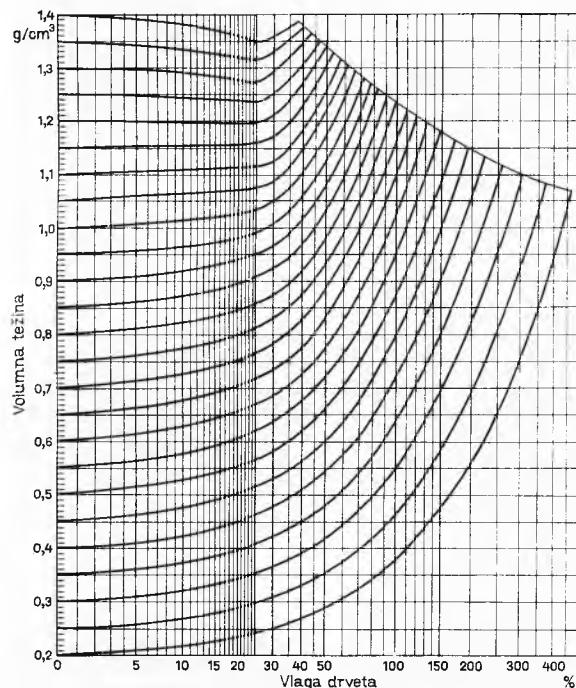


Sl. 16. Odnos između volumne težine drva i širine goda.
1 Ariš, 2 duglazija, 3 jela, 4 smreka (Hochharz), 5 borovac,
6 smreka (Koruška)

Higroskopnost drva tumači se, s jedne strane, velikim afinitetom vode prema celulozi i pratiocima celuloze, a s druge strane vrlo velikom unutarnjom površinom drva. Tako npr. 1 cm^3 drva ima unutarnju površinu $\sim 1000 \text{ cm}^2$, a mikrofibrila, odnosno micela, do $2 \times 10^6 \text{ cm}^2/\text{g}$.



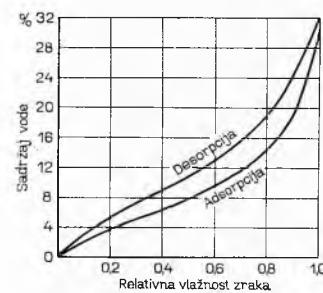
Sl. 17. Raspodjela volumne težine drva



Sl. 18. Odnos između volumne težine drva i sadržaja vode u drvu

Ovisnost između sadržaja vode u drvu i relativne vlažnosti zraka na sobnoj temperaturi (izotermne adsorpcije i desorpcije, v. *Adsorpcija*) prikazuje sl. 19. Krivulje desorpcije i adsorpcije ne poklapaju se (*higroskopska histereza*). Vlaga drva koja odgovara stanju higroskopske ravnoteže veća je u procesu desorpcije od iste vlage u procesu adsorpcije. U granicama relativne vlažnosti zraka od 0,1 do 0,9, odnos između higroskopske ravnoteže u toku adsorpcije i desorpcije je približno konstantan, tj. u tom području vlaga higroskopske ravnoteže u toku adsorpcije iznosi 0,80 vlage higroskopske ravnoteže u toku desorpcije. Postoje mnoge teorije koje tumače pojavu higroskopske histereze, ali se u njih ovdje neće ulaziti. Bitno je da je higroskopnost drva nakon desorpcije smanjena za približno 20%.

U higroskopskom području drvo stalno upija ili isparava vodu. Uslijed neprestane varijacije relativne vlage zraka neprekidno se izmjenjuju procesi desorpcije i adsorpcije. S tehničkog stanovišta važno je što ove neprekidne izmjene procesa desorpcije i adsorpcije imaju za posljedicu neprekidne promjene dimenzija i volumena



Sl. 19. Odnos između sadržaja vode u drvu i relativne vlažnosti zraka

drva. Drvo se neprekidno uteže ili bubri, govorit će da drvo »radi«. Te promjene dimenzija drva uslijed fluktuacija vlage i temperature zraka po pravilu su nepovoljne za upotrebu drva.

Tačka zasićenosti vlakanaca (žice) drva je ono teorijsko stanje u kojem drvo sadrži maksimalnu količinu vezane vode i samo-vezanu vodu, a lumeni stanica su prazni, odnosno ispunjeni zrakom. Tačka zasićenosti važna je za cijelo niz fizičkih i mehaničkih svojstava drva. Kada vlaga drva postaje manja od tačke zasićenosti, mijenjaju se dimenzije i oblik, a također fizička i mehanička svojstva drva. Iznad tačke zasićenosti, s porastom vlage uglavnom se ne mijenjaju dimenzije i oblik ni fizička i mehanička svojstva drva. Tačka zasićenosti vlakanaca varira prema nekim autorima od 22 do 40%, a prema drugim od 20 do 35%. U prosjeku za sve vrste domaćih drva tačka zasićenosti vlakanaca, odnosno sadržaj vezane vode u drvu, iznosi 28%, a američkih vrsta drva 26,5%. Tačka zasićenosti vlakanaca iste vrste drva koleba se u relativno širokim granicama.

Utezanje i bubrenje drva je posljedica sušenja drva od tačke zasićenosti vlakanaca do stanja standardne suhoće, odn. upijanja vode od stanja standardne suhoće do tačke zasićenosti vlakanaca.

Linearno utezanje odnosno bubrenje (promjena linearnih dimenzija) nije u svim smjerovima jedнако. Ono je najveće u smjeru godova (tangentno), nešto manje u smjeru drvnih trakova (radijalno), a najmanje u smjeru vlakanaca (longitudinalno, Tablica 3).

Tablica 3
UTEZANJE DRVA
Granične vrijednosti i prosječna vrijednost

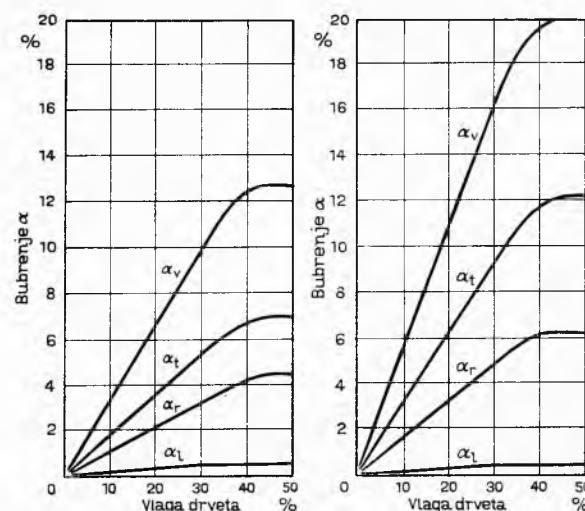
Utezanje	Evropske vrste drva (%)	Američke vrste drva (%)
Longitudinalno	0,1...0,4...0,6	0,1...0,2...0,3
Radijalno	2,3...4,3...6,8	2,2...4,9...7,9
Tangentno	6,0...8,2...11,8	4,2...8,3...12,6
Volumno	8,5...12,9...18,8	6,8...13,1...19,4

Linearna se utezanja i bubrenja određuju mjeranjem dimenzija uzorka drva u dotičnim smjerovima nakon sušenja i nakon zasićenja vodom. Linearno utezanje odn. bubrenje izražava se kao odnos razlike dimenzije u dotičnom smjeru mokrog i suhog drva prema dimenziji u mokrom stanju (linearna utezanja β_v , β_r , β_t), odn. prema dimenziji u suhom stanju (linearna bubrenja α_v , α_r , α_t). *Volumno utezanje i bubrenje*, β_v i α_v , tj. promjena volumena uslijed promjene sadržaja vode, može se odrediti pokusom na analogan način kao linearno, a može se i izračunati iz linearnih utezana, odn. bubrenja prema jednadžbama:

$$\beta_v = 1 - [(1 - \beta_v) (1 - \beta_r) (1 - \beta_t)],$$

$$\alpha_v = [(1 - \alpha_v) (1 - \alpha_r) (1 - \alpha_t)] - 1.$$

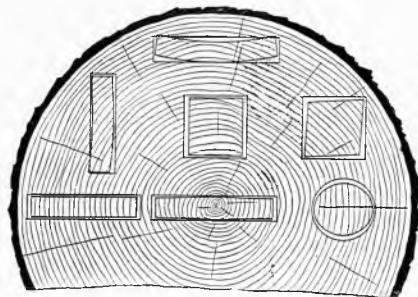
Odnos između veličine utezana, odnosno bubrenja, i sadržaja vode u drvu približno je linearan (sl. 20). Može se pretpostaviti da se drvo u rasponu od 30 do 0% sadržaja vode utegne za 1/30 totalnog (linearног ili volumnог) utezana po 1% vlage.



Sl. 20. Bubrenje borovine (lijevo) i bukovine (desno)

Zbog razlike u utezanju u pojedinim smjerovima drvo se deforma. Ove deformacije najjače su na frontalnom presjeku drva a posljedica su razlika u radijalnom i tangentnom utezaju (sl. 21).

Utezanje odnosno bubreњe ovisi o nizu faktora: o vrsti drva, strukturi drva, volumnoj težini drva, sadržaju smole i dr. Odnos



Sl. 21. Karakteristično utezanje i deformacije drva

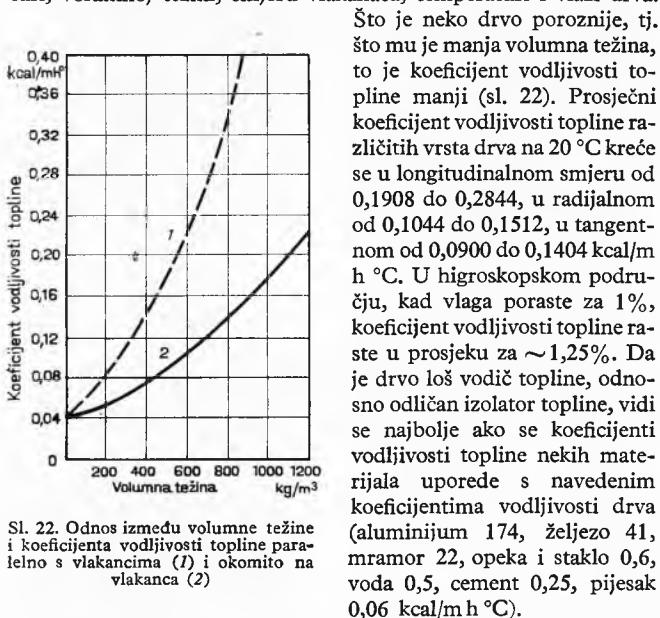
između volumnog bubreњa (a_v) odnosno utezana (β_v) i sadržaja vezane vode (v_h) te volumne težine standardno suhog drva (t_0), odnosno nominalne volumne težine (t_n), jest: $a_v \approx v_h \cdot t_0$, odnosno $\beta_v \approx v_h \cdot t_n$.

Termička svojstva drva. Za tehničku je upotrebu važno da drvo ima malu toplinsku dilataciju i malu vodljivost topline.

Koefficijent dilatacije ovisi o vrsti drva, o njegovoj volumnoj težini, o smjeru vlakanaca, o sadržaju vode u drvu i o području temperature. U području temperature od -50°C do $+50^{\circ}\text{C}$ koefficijent dilatacije iznosi u smjeru vlakanaca $\alpha_{w1} = (2,5 \dots 11) \cdot 10^{-6}$, a okomito na vlakancu u radijalnom smjeru $\alpha_{wr} = (1,6 \dots 3,5) \cdot 10^{-5}$, u tangentnom smjeru $\alpha_{wt} = (2,4 \dots 7,5) \cdot 10^{-5}$. Linearna dilatacija najmanja je, dakle, u smjeru vlakanaca, u transverzalnom smjeru ona je znatno veća nego u aksijalnom smjeru, i to u tangentnom smjeru nešto je veća nego u radijalnom.

Dilatacija drva važna je u dva slučaja: za objašnjenje nastanja raspuklina od studeni na živim stablima i za ocjenu ponašanja drva kao građevnog materijala u slučaju požara.

Koefficijent vodljivosti topline drva ovisi o anatomskoj strukturi, volumnoj težini, smjeru vlakanaca, temperaturi i vlazi drva.



Sl. 22. Odnos između volumne težine i koefficijenta vodljivosti topline paralelno s vlakancima (1) i okomito na vlakancu (2)

Električka svojstva drva. Poznavanje električkih svojstava drva važno je u tehniči prerađe drva, naročito kod određivanja sadržaja vode u drvu električnim higrometrima i kod lijepljenja, savijanja i sušenja drva visokofrekventnom strujom. Za djelovanje istosmjerne električne struje na drvo važan je specifični električki otpor, a za djelovanje izmjenične električne struje visoke frekvencije na drvo važna su dielektrička svojstva drva.

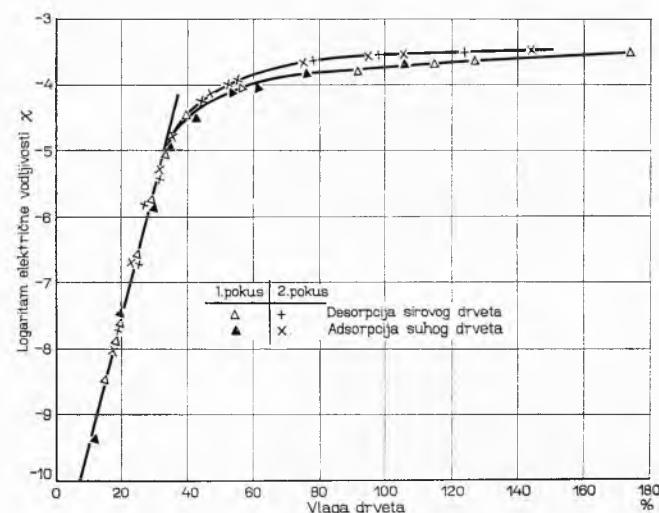
Električka vodljivost posve suhog drva vrlo je mala. Raste s porastom volumne težine, odnosno sa smanjenjem učesća pora u volumenu, a u smjeru vlakanaca je dvostruko veća nego u radijalnom i tangentnom smjeru. Ona ovisi o vlazi, temperaturi, smjeru vlakanaca i vrsti drva. Specifični električki otpor suhog drva je reda veličine $10^{11} \Omega\text{cm}$, u higroskopskom području naglo se smanjuje (sl. 23), pa je u području tačke zasićenosti vlakanaca reda veličine $10^6 \Omega\text{cm}$. Odnos između specifičnog električkog otpora i sadržaja vode do 30% može se izraziti jednadžbom

$$\log r = 11,5 - 0,2 v$$

(gdje je r numerička vrijednost specifičnog električkog otpora, v sadržaj vode u postocima), a odnos između specifičnog električkog otpora i temperature može se izraziti jednadžbom

$$\log r = 0,8 + \frac{5000}{T},$$

gdje je T numerička vrijednost apsolutne temperature u stupnjima Kelvina. Specifični električki otpor ovisi i o vrsti drva i volumnoj težini drva, ali te varijacije su neznatne, ako se uporede sa varijacijama uslijed smanjenja sadržaja vode od tačke zasićenosti do standardne suhoće (to se koristi kod konstrukcije električkih



Sl. 23. Odnos između specifične električne vodljivosti i sadržaja vode u drvu higrometara na bazi otpora). U tablici 4 prikazan je specifični električki otpor četinjača i listača (Stamm).

Tablica 4
SPECIFIČNI ELEKTRIČKI OTPOR DRVA

Vrsta drva	Granične i prosječne vrijednosti MΩcm	Broj vrst drva
	vлага drva 7%	
Četinjače	12600...29530...57600	13
Listače	2890...34140...87000	15
Prosječ	2890...32100...87000	28
	vлага drva 25%	
Četinjače	0,37...0,57...0,71	13
Listače	0,07...0,48...1,44	16
Prosječ	0,07...0,52...1,44	19

Relativna dielektričnost suhe drvene tvari je 4,2, suhe bukovine okomito na vlakancu 2,5, u smjeru vlakanaca 3,6 (zraka 1,0, porcelana 5,7, tinca 7,5, mramora 8,3, vode 81). Relativna dielektričnost ovisi o težini i vlazi drva, smjeru vlakanaca i frekvenciji izmjenične struje (sl. 24). Pored relativne dielektričnosti, od dielektričkih svojstava drva važni su faktor energije, faktor gubitka i otpor visokofrekventnoj strujni.

Akustička svojstva drva. Drvo je nezamjenljiv materijal za gradnju muzičkih instrumenata i za postizanje akustičkih efekata. Npr. u starim talijanskim violinama drvo je doseglo najveći stupanj

vrijednosti prerade i oplemenjivanja; drvena oplata kazališta, koncertnih dvorana, hala za konferencije itd. osigurava dobra akustička svojstva takvih prostorija.

Brzina širenja zvuka u drvu (kod $v = 5\cdots7\text{ km/s}$) u smjeru vlakanaca kreće se od 3200 do 5200 m/s, dakle gotovo je jednaka kao u metalu, a okomito na vlakanac od 900 do 1500 m/s. Brzina širenja zvuka ovisi o vrsti drva, volumnoj težini drva, smjeru vlakanaca, vlažnosti i temperaturi drva i o frekvenciji valova zvuka. Brzina širenja zvuka u drvu najveća je u smjeru vlakanaca, znatno manja u radikalnom, a najmanja u tangentnom smjeru. Odnos između brzine širenja zvuka u smjeru vlakanaca i okomito na vlakanac kreće se od 1,5 do 5,0. Nepravilnost strukture drva smanjuje brzinu zvuka. Poznato je da je drvo četinjača pravilnije strukture od drva listača; zbog toga se muzički instrumenti, naročito dijelovi tih instrumenata od kojih se traži dobra vodljivost, grade od drva četinjača (smreke), a ostali dijelovi od drva listača (javora, breze, bukve). Za pokrov violinina upotrebljava se planinska smrekovina pravilne strukture, čista od kvržica, zdrava, pravilno nanizanih i uzanih godova, malog učešća zone kasnog drva, prave žice, velikog elasticiteta i velike cjepljivosti.

Za muzičke instrumente, osobito pokrove violina, važno je svojstvo prigušivanja zvuka. To svojstvo može se izraziti odnosom između brzine zvuka i gustoće materijala.

Koefficijent apsorpcije zvuka, važan za akustiku prostorija obloženih drvom, definiran je kao omjer između apsorbirane i upadne zvučne energije. Ona nije karakteristika materijala kojim je zid obložen, nego ovisi — osim o materijalu — i o nizu drugih faktora (v. *Akustika*, TE I, str. 68).

Vodljivost zvuka važna je za procjenu stupnja zdravosti i kvaliteta drva. Zdravo drvo daje jasan i kratak zvuk, trulo drvo odzvanja muklo i kratko, a šuplje drvo muklo i dugo. Prema visini,

boje koja nastaje djelovanjem sunčanog svjetla, ne prodire u unutrašnjost drva gotovo ni jedan milimetar. Bijel ima veći, a srž manji stupanj propusnosti svjetla. Vlagi i smola povećavaju tu propusnost. Tanki slojevi drva polupropusni su za svjetlo (otkrivanje unutarnjih grešaka). Drvo lako propušta rendgenske zrake, a propusnost ovisi o gustoći drva.

Mehanička svojstva drva. Najvažnija mehanička svojstva drva jesu elastičnost, čvrstoća, tvrdoća i otpornost prema habanju.

Modul elastičnosti drva ovisi o vrsti drva, strukturi drva, volumenoj težini drva, sadržaju vode, smjeru vlakanaca, temperaturi i obliku presjeka.

Modul elastičnosti drva je u smjeru vlakanaca (E_L) najveći; njegova prosječna vrijednost kreće se od $3 \cdot 10^4$ do $25 \cdot 10^4 \text{ kp/cm}^2$. Modul elastičnosti okomito na vlakanac u radikalnoj ravnini kreće se u granicama $E_R = \frac{1}{6} \cdots \frac{1}{8} E_L$, a modul elastičnosti okomito na vlakanac u tangentnoj ravnini kreće se u granicama $E_T = \frac{1}{2} \cdots \frac{1}{4} E_L$. Najbolje je istražen modul elastičnosti drva u smjeru vlakanaca. Ostale elastične konstante za tri osi simetrije istražene su samo za

Sl. 25 Odnos između dinamičkog i statičkog modula elastičnosti

neke vrste drva. Modul elastičnosti u smjeru vlakanaca važan je za konstrukcije od masivnog drva, a ostale elastične konstante za konstrukcije od furnirske ploče i slično.

Tablica 5
ELASTIČNA SVOJSTVA DRVA

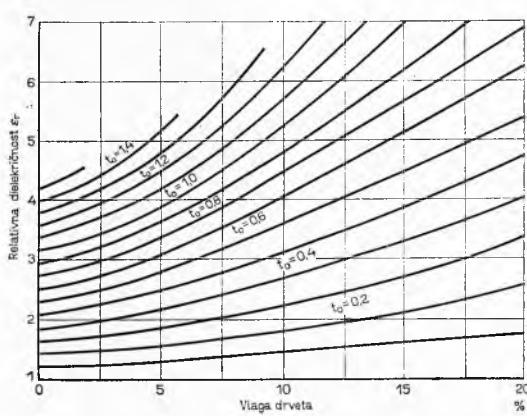
Vrsta drva	Volumna težina g/cm ³	Sadržaj vode %	Modul elastičnosti u smjeru vlakanaca Mp/cm ³	Odnos modula elastičnosti		Odnos modula smicanja			Poissonov broj					
				$\frac{E_T}{E_L}$	$\frac{E_R}{E_L}$	$\frac{G_{LR}}{E_L}$	$\frac{G_{LT}}{E_L}$	$\frac{G_{RT}}{E_L}$	μ_{LR}	μ_{LT}	μ_{RT}	μ_{TR}	μ_{RL}	μ_{TL}
<i>Fraxinus sp.</i>	0,80	13,6	154	0,064	0,109	0,057	0,041	0,0165	0,533	0,653	0,656	0,386	0,058	0,042
<i>Ochroma sp.</i>	0,14	9,5	39	0,015	0,046	0,054	0,037	0,005	0,229	0,488	0,665	0,231	0,018	0,009
<i>Betula lutea</i>	0,64	13,0	147	0,050	0,078	0,074	0,067	0,0105	0,426	0,451	0,697	0,426	0,043	0,024
<i>Pseudotsuga taxifolia</i>	0,51	13,0	161	0,050	0,068	0,064	0,078	0,007	0,292	0,449	0,390	0,374	0,036	0,029
<i>Liquidambar styraciflua</i>	0,54	11,0	120	0,050	0,115	0,089	0,061	0,020	0,325	0,403	0,682	0,309	0,044	0,023
<i>Khaya ivorensis</i>	0,45	11,3	104	0,050	0,111	0,088	0,059	0,021	0,297	0,641	0,604	0,264	0,033	0,032
<i>Swietenia mahagoni</i>	0,50	11,7	117	0,064	0,107	0,086	0,066	0,028	0,314	0,533	0,600	0,326	0,033	0,034
<i>Liriodendron tulipifera</i>	0,38	11,0	99	0,043	0,092	0,075	0,069	0,011	0,318	0,392	0,703	0,329	0,030	0,019
<i>Cavanillesia platanifolia</i>	0,13	11,8	16	0,055	0,182	0,082	0,055	0,032	0,216	0,666	0,455	0,128	0,047	0,032
<i>Picea sitchensis</i>	0,38	12,8	119	0,043	0,078	0,064	0,061	0,003	0,372	0,467	0,435	0,245	0,040	0,025
<i>Juglans nigra</i>	0,59	11,0	115	0,056	0,106	0,085	0,062	0,0036	0,495	0,632	0,718	0,367	0,052	0,036

jasnoći i trajanju tona što ga proizvode smrekovi trupci kad na kraju točila udaraju u drveni pod, nekad su graditelji muzičkih instrumenata i trgovci drvom prepoznавали drvo najveće vodljivosti zvuka (takvi trupci nazvani su »pjevači« ili »cantatori«).

Optička svojstva drva. O boji drva bilo je govora ranije. Sunčano svjetlo ne prodire duboko u drvo. Siviljenje drva, promjena

statičkog modula elastičnosti, i to na vjak E_v , tlak E_t i savijanje E_s , može se na osnovu empirijske zavisnosti odrediti ispitivanjem statičke čvrstoće. Općenito je $E_v > E_t > E_s$. Dinamički modul elastičnosti može se odrediti, među ostalim, iz longitudinalnih i transverzalnih titraja (vibracija) u drvu. Dinamički modul elastičnosti u prosjeku je nešto veći od statičkog modula elastičnosti (sl. 25). Od modula elastičnosti E treba razlikovati modul smicanja G , i to u tangentnoj ravnini G_{LT} , radikalnoj ravnini G_{LR} , i u ravnini poprečnog presjeka G_{RT} . Elastična svojstva nekih vrsta drva prikazana su u tablici 5 (Wangaard, 1950).

Čvrstoća na vjak drva u smjeru vlakanaca iznosi $100\cdots2250 \text{ kp/cm}^2$ ($v = 0,15 \text{ g/g}$) i znatno je veća od čvrstoće okomito na vlakanca. Odnos između čvrstoće na vjak okomito na vlakanca i čvrstoće na vjak u smjeru vlakanaca kreće se u ovim granicama:



Sl. 24. Odnos između relativne dielektričnosti, volumne težine i sadržaja vode u drvu

Čvrstoća na tlak drva u smjeru vlakanaca za važnije vrste drva iznosi $100\cdots1100 \text{ kp/cm}^2$ i nekoliko je puta (3 do 10) veća od čvrstoće na tlak okomito na vlakanca.

	Tangentno	Radikalno
četinjača listača	$0,025\cdots0,030$ $0,040\cdots0,065$	$0,040\cdots0,050$ $0,070\cdots0,100$

Kritično naprezanje izvijanja je naprezanje pod kojim se izvija dugački vitki stup opterećen na tlak u smjeru uzdužne osi. To naprezanje ne predstavlja karakteristiku materijala jer u elastičnom području ovisi, osim o modulu elastičnosti, o ekvatorijalnom momentu tromosti stupa, njegovoj duljini i načinu kako je upet.

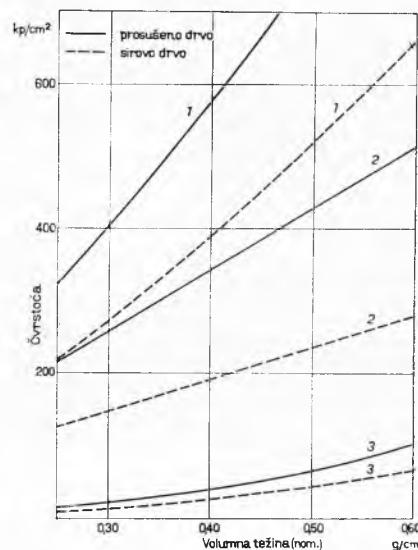
Neke vrste drva odlikuju se time da prije granice loma uslijed pritiska ili izvijanja puknetaju i tako upozoravaju radnike na opasnost (smreka, jela, bor, bukva, bagrem, breza, grab, hrast). Ovo svojstvo od naročite je praktične važnosti u rudarstvu i građevinarstvu.

Čvrstoća na smicanje u smjeru vlakanaca nekih važnijih vrsta drva iznosi $10\cdots150 \text{ kp/cm}^2$. Čvrstoća na smicanje u smjeru vlakanaca veća je u tangentnoj (za $15\cdots35\%$) nego u radijalnoj ravnini. Čvrstoća na smicanje okomito na vlakanca znatno je niža od čvrstoće u smjeru vlakanaca.

Čvrstoća na savijanje nekih važnijih vrsta drva kreće se u granicama $95\cdots2460 \text{ kp/cm}^2$. Čvrstoća na savijanje ispituje se okomito na vlakanca i tangentno na godove.

Čvrstoća na sukanje (torsiju) drva ovisi o kutu što ga zatvara žica s uzdužnom osi komada. Čvrstoća na sukanje četinjača paralelno sa žicom za $2,9\cdots3,0$ puta je veća, a listača $\sim 1,5\cdots1,8$ puta veća nego čvrstoća na sukanje okomito na žicu. Čvrstoća na sukanje za ispitane vrste drva kreće se u granicama $90\cdots300 \text{ kp/cm}^2$.

Čvrstoća na cijepanje je najveće unutarnje naprezanje drva nastalo uslijed toga što na drvo djeluje vanjska sila koja nastoji rastaviti drvnu masu u longitudinalnom smjeru u dva dijela. To se postiže prodiranjem klinu postavljenog u procijep. Klin prodire uslijed udaraca (dinamički) ili uslijed postepenog povećavanja pritiska (statički). Čvrstoća na cijepanje ispituje se tako da se drvo rastavlja djelovanjem dviju jednakih ekscentričnih sila protivnog smjera okomitih na ravnicu cijepanja. Analizom metode



Sl. 26. Odnos između mehaničkih svojstava i volumene težine drva. 1 Čvrstoća na savijanje, 2 čvrstoća na vlak u smjeru vlakanaca, 3 čvrstoća na tlak okomito na vlakanca

stva nisu identična. Habanjem se troše drveni pragovi, podovi, stepenice, pomost, tarac, saonice, skije, točila itd. Za otpornost protiv habanja, kao ni za tvrdoću, danas još nema unificirane metode ispitivanja. Otpornost protiv habanja ovisi o vrsti drva, strukturi, težini, smjeru vlakanaca, sadržaju vode i načinu obrade površine drva. Po Kollmannu otpornost protiv habanja u odnosu

Tablica 6
KOEFICIJENTI KVALITETA

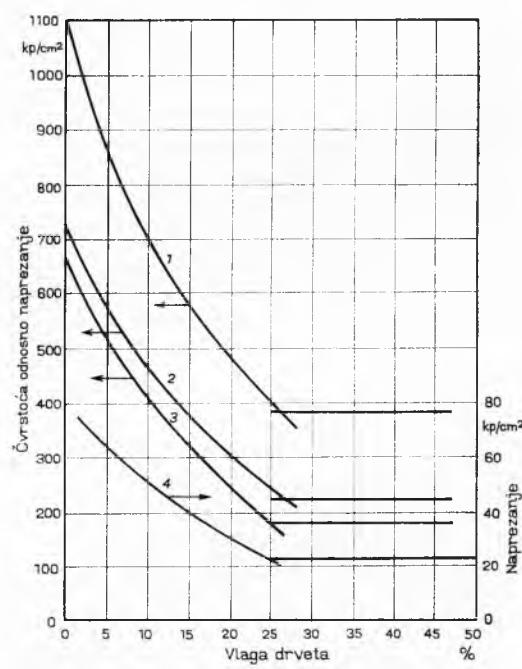
Vrsta materijala	Volumna težina g/cm³	Koeficijenti kvaliteta							
		E/t	%	s_s/t	%	s_v/t	%	s_t/t	%
Visokovrijedni čelik	7,8	261 370	100	793	100	796	100	2028	100
Južni dugogličavi bor	0,58	460 500	176	2588	327	2340	294	1574	78
Crvenkasta smreka	0,39	325 000	124	2618	330	2460	310	1580	78
Glatkolišna karija	0,75	222 000	85	2250	284	1840	231	1060	52

ispitivanja čvrstoće na cijepanje došlo se do zaključka da se radi o čvrstoći na vlak okomito na vlakanca s ekscentrično smještenim hvatištem sila.

Drveni dijelovi aviona, vozila, sportskih potrepština itd. podvrgnuti su opasnosti loma uslijed trenutnog dinamičkog naprezanja. Otpor što ga drvo pruža djelovanju toga naprezanja (udaru) izražava se kao rad potreban, po jedinici površine, da se pokušni uzorak slomi udarom (*specifični rad loma, čvrstoća na udar*). On je najmanji kad udar pada tangentno na godove, a najveći kad pada u radijalnom smjeru. Za važnije vrste drva iznosi $0,12\cdots1,30 \text{ mjk/cm}^2$.

Tvrdoća nekih važnijih vrsta drva, uključujući i egzote, kreće se od 80 do 1970 kp/cm^2 (frontalna tvrdoća određena metodom G. Janka). Tvrdoća važnijih domaćih vrsta drva kreće se od 220 (topola crna) do 1480 kp/cm^2 (badem). G. Janka dijeli vrste drva po tvrdoći na: a) vrlo meko drvo (do 350 kp/cm^2): paulovnija, limba, smreka, topola crna, topola bijela, lipa, bor, vrba, jela; b) meko drvo ($351\cdots500 \text{ kp/cm}^2$): aris, joha, borovica, duglazija, sremza; c) srednje tvrdo drvo ($501\cdots650 \text{ kp/cm}^2$): kesten pitomi, platana, orah, brijest, dud; d) tvrdo drvo ($651\cdots1000 \text{ kp/cm}^2$): hrast, javor, trešnja, jasen, lijeska, koprivić, tisa, bukva, cer, grab; e) vrlo tvrdo drvo ($1001\cdots1500 \text{ kp/cm}^2$): svib, uljika, crnika, žutika, badem; f) tvrdo kao kost ($>1500 \text{ kp/cm}^2$): ebanovina, drvo grenadil, gvajak.

Otpornost protiv habanja (abrazije) jest svojstvo drva da se ono opire postepenom narušavanju (mehaničkom trošenju) svoje površine uslijed djelovanja vanjskih mehaničkih sila. Otpornost protiv habanja u tijesnom je odnosu s tvrdoćom, no ta dva svoj-



Sl. 27. Odnos između mehaničkih svojstava i sadržaja vode u drvu. 1 Čvrstoća na savijanje, 2 naprezanje na granici elastičnosti kod savijanja, 3 čvrstoća na vlak u smjeru vlakanaca, 4 naprezanje na granici elastičnosti kod tlaka okomito na vlakanca

na smreku (1,0) iznosi: za ariš 0,80, obični bor 0,74, javor 0,51, grab 0,41, hrast 0,40, briješt 0,35, bukvu 0,26.

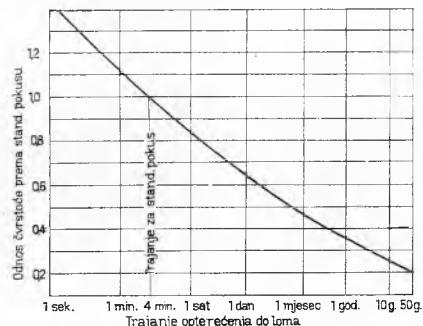
Postoji korelacija između mehaničkih svojstava drva i njegove volumne težine. Općenito se može reći: što je neko drvo unutar iste vrste teže, to je ono elastičnije, čvrše i tvrde (sl. 28).

Pri izboru materijala za gradnju aviona, čamaca, brodova, karoserija, vozila i dr. velika se pažnja posvećuje omjeru čvrstoće i volumne težine drva, koji se naziva *koefficijent kvaliteta* $k = s/t_p$, gdje je k koefficijent kvaliteta, s čvrstoća, t_p volumna težina drva u prosušenom stanju. Što je veći koefficijent kvaliteta to je drvo bolje za konstruktivne svrhe. Drvo ima veći koefficijent kvaliteta nego čelik (naročito u pogledu čvrstoće savijanja i vlaka, v. tablicu 6).

Mehanička svojstva drva ovise o sadržaju vode u drvu. Što je veći sadržaj vode (u higroskopskom području od 0 do 30%) to je čvrstoća manja; logaritam čvrstoće opada linearno sa sadržajem vlage. U nadhigroskopskom području ne postoji neki izraziti odnos između čvrstoće i sadržaja vode. Ista ovisnost o sadržaju vode postoji i za gotovo sva druga mehanička svojstva drva (sl. 27). Unutar granica područja higroskopske vlage mehanička svojstva mogu se preračunati s jednog na drugi sadržaj vlage uvažujući da numerička vrijednost kojom je izraženo to svojstvo opada procentno za iznos koji je proporcionalan razlici vlagâ:

$$s_2 = s_1 [1 - k(v_2 - v_1)]$$

(s_1 , s_2 su vrijednosti mehaničkog svojstva uz sadržaj vode v_1 , v_2 , k je koefficijent proporcionalnosti (korekcijski faktor) koji iznosi: za modul elastičnosti 2, za čvrstoću savijanja 4, za čvrstoću na tlak 6, za tvrdoću frontalnu 4, za tvrdoću lateralnu 2,5 itd.).



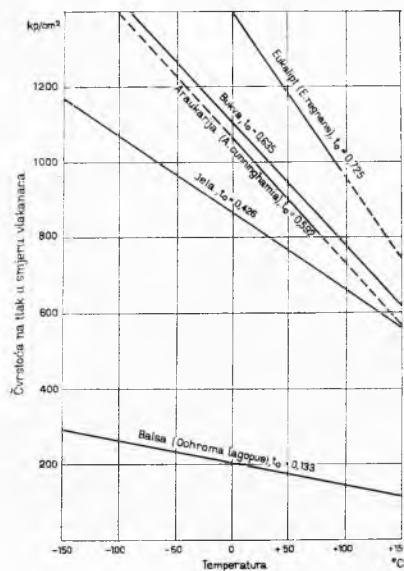
Sl. 28. Odnos između čvrstoće na savijanje i vremena opterećenja

Trajanje naprezanja, tj. vrijeme kroz koje mehanička sila djeli na drvo, vrlo je važno za sve vrste naprezanja, a naročito za naprezanje savijanja. Što duže traje opterećenje to manja je čvrstoća drva. Opadanje čvrstoće savijanja proporcionalno je logaritmu vremena opterećenja (sl. 28). Ova pojava može se objasniti reološkim karakteristikama drva, koje su u uskoj vezi sa submikroskopskom strukturom stijenke stanica, tj. sa polimeriziranim makromolekulama celuloze.

Drvo podnosi dobro ponovljena, suprotna i kratkotrajna ciklička opterećenja. Dok se kod metala vrlo brzo pojavljuje umornost materijala, drvo je zbog svojih lančanih molekula celuloze i strukture mikrofibrila vrlo otporno na tu vrstu naprezanja.

Mehanička svojstva drva ovise o njegovoj temperaturi. Efekt temperature može biti privremen ili trajan, tj. privremen samo za vrijeme dok je drvo izloženo djelovanju promjene temperature, a trajan i nakon prestanka tog djelovanja. Trajan efekt funkcija je vremena trajanja i visine temperature. Privremen efekt temperature sastoji se u tom da su mehanička svojstva obrnuto proporcionalna s temperaturom (sl. 29). Važnost utjecaja temperature naročito je velika na ekstremnim temperaturama. Smrznuto drvo cijepa se lakše nego drvo na normalnoj temperaturi, ali teže se pili ne samo zbog leda već i zbog povećane čvrstoće i elastičnosti. Pri parenju drvo je vlažnije i na višim temperaturama ima manju čvrstoću i elastičnost. Drvene konstrukcije u prvoj fazi požara znatno su rezistentnije nego metalne krovne konstrukcije, i to zbog male topilinske vodljivosti drva i zbog toga što pougljenjeni dio površine drva djeluje kao izolator.

Istraživanja starog drva koje nije natrulo niti je bilo izvrgnuto drugim anomalnim uvjetima pokazuju da je proces hidrolize ce-

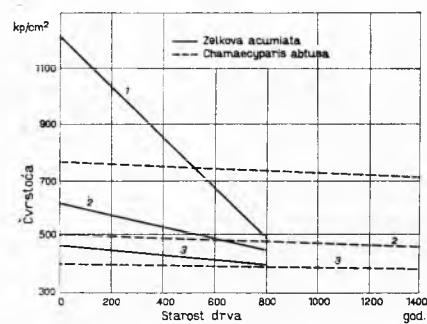


Sl. 29. Odnos između čvrstoće na tlak i temperature

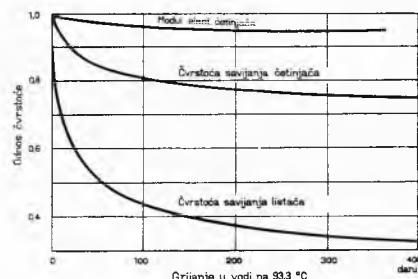
luloze stalan i polagan, te da se uporedo s tim procesom pogoršavaju mehanička svojstva drva (sl. 30).

Zagrijavanjem drva u vodi (na tački ključanja) ubrzava se hidroliza drva. Uporedno smanjuje se čvrstoća, naročito savijanja drva, i to u ovisnosti o kiselosti vode i vremenu zagrijavanja (sl. 31).

Ako se drvo potpuno uroni u vodu obične temperature, ono hidrolizira polako. U toku toga procesa smanjuje se težina, a uporedno s njom pogoršavaju se i mehanička svojstva drva. Drvo potopljeno dugo (više stotina godina) gubi postepeno poluamorfna područja celuloze, a kristalasta celuloza i lignin ostaju nepromjenjeni. Vrijeme potrebno da se sadržaj celuloze drva potpuno potopljenog u vodi smanji na 50% procjenjuje se za četinjače na 1500 do 2000 godina, a za drvo listača na 200 do 420 godina. Način anaerobnog razaranja drva donekle je isti kao aerobnog razaranja (promjena kemijskog sastava i smanjenje čvrstoće), ali



Sl. 30. Utjecaj vremena na mehanička svojstva drveta. 1 Savijanje, 2 tlak u smjeru vlakanaca, 3 tvrdoća

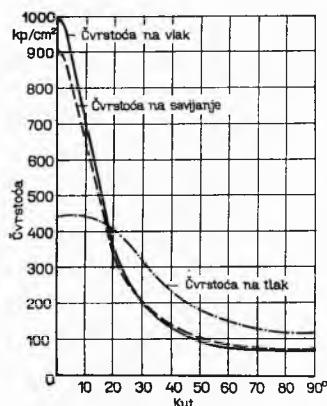


Sl. 31. Utjecaj vremena zagrijavanja drva u vreloj vodi na mehanička svojstva drva

razaranje drva izgleda da je nešto brže pod vodom nego u zraku. Mehanička svojstva drva najbolja su u smjeru vlakanaca (s_{\parallel}), a najlošija okomito na vlakanca (s_{\perp}). Mehanička svojstva drva ovise o veličini kuta (γ) što ga zatvara smjer djelovanja vanjskih mehaničkih sila sa smjerom vlakanaca. Taj odnos dade se izraziti jednadžbom

$$s_{\gamma} = s_{\parallel} \cdot s_{\perp} / (s_{\parallel} \sin^2 \gamma + s_{\perp} \cos^2 \gamma).$$

Po F. Kollmannu eksponent n iznosi za modul elastičnosti 3,0, za čvrstoću na vlak 1,5–2,0, za čvrstoću na tlak 2,5, a za čvrstoću na savijanje 2,0. Što je kut γ veći to je veće smanjenje čvrstoće. Veličina toga smanjenja najveća je kad je kut od 0 do 30° (sl. 32).



Sl. 32. Odnos između mehaničkih svojstava drva i smjera djelovanja sile

Iliči drvenog tkiva u različitim dijelovima jednog stabla ili u istim dijelovima različitih stabala. Razlike u fizičkim i mehaničkim svojstvima uslovljene su manjim promjenama u debljinama stijenke stanica, dužine vlakanaca, promjera stanica, odnosa između celuloze i lignina i strukture drvene mase po vrsti elemenata strukture drva. Poznavanje utjecaja razlika u anatomske strukturi na svojstva drva vrlo je važno za ocjenu kvaliteta drva i njegove podesnosti za određenu upotrebu.

Mehanička svojstva ranog i kasnog drva unutar jednog goda znatno se razlikuju. Te razlike prikazane su na primjeru finske borovine u tablici 7.

Tablica 7
MEHANIČKA SVOJSTVA RANOGR I KASNOGR DRVA

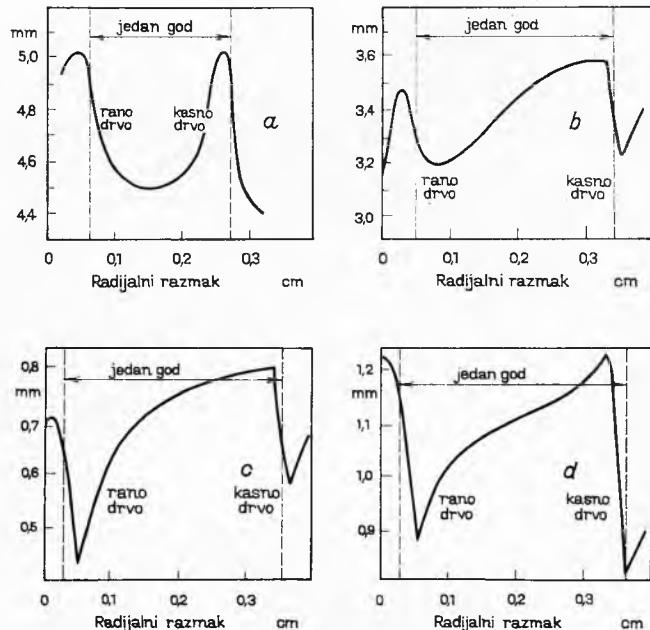
Svojstvo	Rano drvo	Kasno drvo	Sadržaj vode u drvu
Volumna težina (g/cm³)	0,30	0,90	0%
Čvrstoća na vlak (kp/cm²)	650	3040	8–10%
Čvrstoća na tlak (kp/cm²)	355	1360	8–10%
Čvrstoća na savijanje (kp/cm²)	550	2510	8–10%
Modul elastičnosti (kp/cm²)	75000	300000	8–10%

Ove razlike u fizičkim i mehaničkim svojstvima ranog i kasnog drva unutar jednog goda iste vrste drva mogu se objasniti razlikama u anatomske strukturi drva (sl. 33).

Mnoga su istraživanja pokazala da nema bitnih razlika u mehaničkim svojstvima drva bijeli i srži. Izuzeci su drva sekvoje, mirisne borovice i bagrema, i to zbog velikog postotka ekstraktivnih tvari u srži tih vrsta.

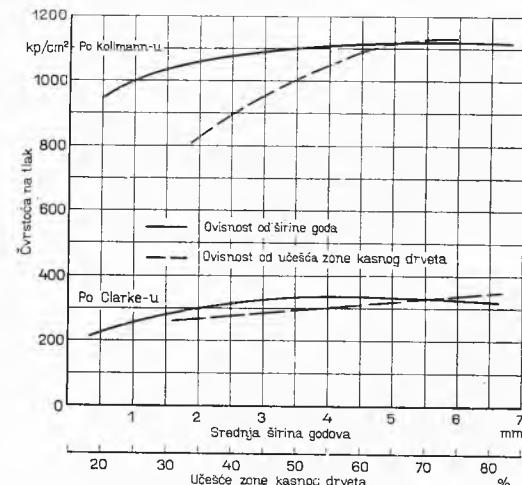
Utjecaj širine goda na mehanička svojstva drva znatno se razlikuje kod poroznih i neporoznih vrsta drva. U pravilu je prstenastoporozno drvo unutar jedne vrste elastičnije, čvršće i tvrde što je širina goda veća (sl. 34). Širina goda difuznoperoznih vrsta vrlo malo utječe ili uopće ne utječe na mehanička svojstva drva. Kod četinjača (neporozno drvo) može se reći da je drvo s uzanim godovima, unutar određenih granica, elastičnije, čvršće i tvrde nego drvo sa širokim godovima.

Drvo neposredno uz srčiku razlikuje se svojim kemijskim sadstvom i anatomskom strukturu od drva u vanjskom dijelu debla (sl. 35). Drvo neposredno uz srčiku zove se juvenilno drvo (srce), a ono u vanjskom dijelu debla, zrelo drvo.

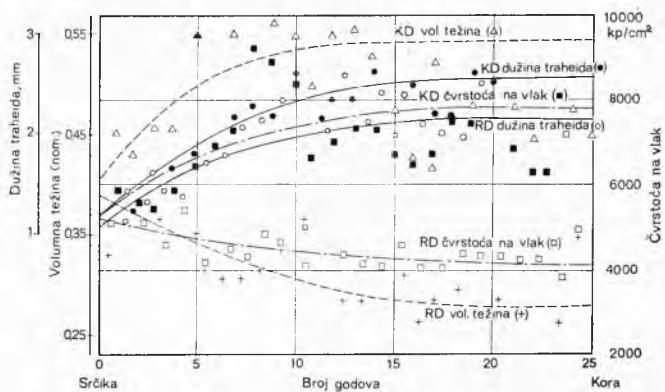


Sl. 33. Dužina traheida odnosno vlakanaca ranog i kasnog drva jednog goda a drugulazije (*Pseudotsuga menziesii*), *b* (*Pinus radiata*), *c* katalpe (*Catalpa bignonioides*) i *d* topole (*Populus tremuloides*)

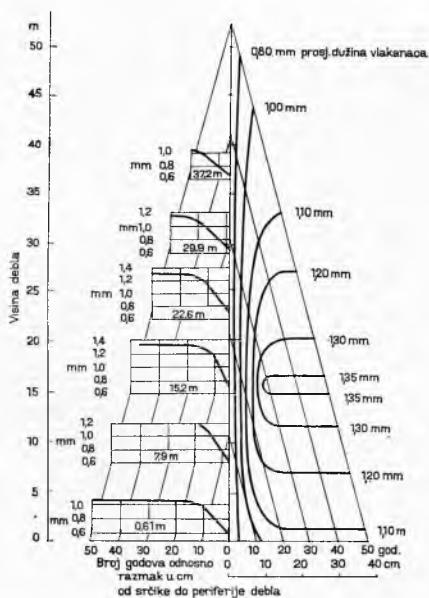
Mehanička svojstva drva u longitudinalnom smjeru znatno se medju sobom razlikuju. Ispitivanja su pokazala da je drvo korijena manje čvrsto od drva debla i grana, i da je uz mali broj izuzetaka drvo grana čvrše od drva debla. Ove razlike u radikalnom i longitudinalnom smjeru mogu se objasniti varijacijama u anatomskoj



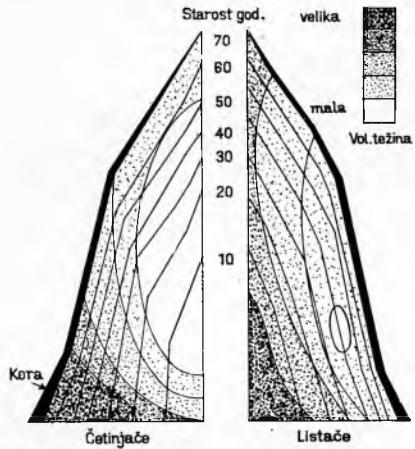
Sl. 34. Odnos između čvrstoće na tlak i širine goda odnosno zone kasnog drveta



Sl. 35. Varijacije dužine traheida, volumne težine i čvrstoće na vlak u radikalnom smjeru drva vrste *Tsuga heterophylla* (RD = rano drvo, KD = kasno drvo)



Sl. 36. Varijacija dužine vlakanaca u radijalnom i longitudinalnom smjeru u deblu eukalipta (*Eucalyptus regnans*)



Sl. 37. Raspodjela volumne težine drva u radijalnom i longitudinalnom smjeru debla četinjača i listača

strukturi (dužini vlakanaca, sl. 36) i distribuciji volumne težine drva (sl. 37).

Varijacije u svojstvima drva između stabala iste vrste mogu biti posljedica ekoloških faktora (faktora rastenja) i genetskih faktora. Mehanička svojstva drva ovise o greškama drva koje po pravilu smanjuju mehanička svojstva.

Karakteristike i primjene tehnički važnih vrsta drva prikazane su u tabl. 8.

GREŠKE I OŠTEĆENJA DRVA

Pojam greške drva je relativan. U tehničko-trgovačkom smislu greške su sve nepravilnosti strukture, teksture, boje i konzistencije drva koje mu pogoršavaju fizička i mehanička svojstva ili otežavaju obradu, smanjuju stepen upotrebljivosti kao sirovine ili nepovoljno utječu na kvalitet gotovog proizvoda. S tog su gledišta npr. zakriviljenost debla, nepravilnost poprečnog presjeka, kvrge i dr. greške, dok su sa botaničkog (fiziološkog) gledišta normalne pojave. Jedna te ista osobina drva ovisno o načinu upotrebe može biti greška ili korisna osobina (npr. zakriviljenost debla).

Prema dimenzijama greške se dijele na velike (kvrge, raspukline, usukanost i dr.) i male (sržne mrlje, smolne vrećice, bušotine od insekata i dr.); prema postanku na prirodne greške, na greške nastale nepravilnim postupkom pri preradi drva i greške koje su posljedica napadaja štetnika biljnog i životinskog porijekla (gljiva, insekata). Sa praktičnog gledišta mogu se greške drva podijeliti

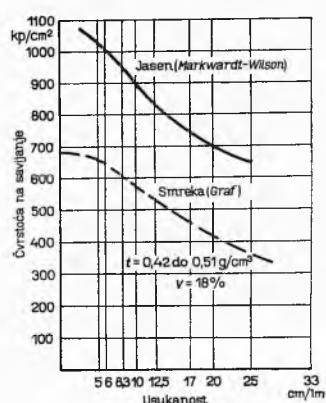
na greške strukture drva, greške fizičke prirode, greške boje drva, greške boje i konzistencije drva, greške od insekata i greške od štetnika pod vodom.

Prirodne greške drva. Čistoća, zakriviljenost i jedrina drva. Deblo može biti više ili manje čisto, pravo i jedro. Čisto deblo je onaj dio debla (donji) koji je bez grana. Sa biološkog gledišta listače imaju veći stupanj čistoće nego četinjače, jer je proces prirodног čišćenja (obamiranja) grana četinjača sporiji nego grana listača. S tehnološkog gledišta četinjače imaju veći stupanj čistoće nego listače jer četinjače imaju tanje grane, grane su im pravilnije razmještene i priključuju se na deblo pod većim kutom (kod jele i smreke približno 90°) nego grane listača. Čistoća debla izražava se apsolutno dužinom čistog debla do prve zelene grane, a relativno koeficijentom čistoće, tj. odnosom između dužine čistog debla i ukupne visine stabla. Debla mogu biti bilo prava bilo zakriviljena na jednu ili dvije strane. Zakriviljenost debla ili dijela debla (trupca) mjeri se visinom luka i izražava u postocima dužine debla odnosno dijela debla. U praksi se zakriviljenost mjeri visinom luka koji čini unutarnja krivina sa spojnicom krajeva čela (presjek). Jedro (punodrvno) deblo je ono čiji se oblik više ili manje približava obliku idealnog valjka, a ne jedro (malodrvno, mišorepo) deblo ima oblik koji se više ili manje približava obliku prikraćenog čunja. Jedrina ili nejedrina (konicitet) može se izraziti padom promjera po jedinici duljine. Po jugoslavenskom standardu JUS D. B.0.021 smatra se da je deblo jedro ako je taj pad za listače $\leq 0,025 d_s$ ili $\leq 0,025 d_{1,30}$, a za četinjače $\leq 0,02 d_s$ ili $\leq 0,02 d_{1,30}$, gdje je d_s srednji promjer trupca, a $d_{1,30}$ promjer debla u visini 1,3 m od poda (pršni promjer).

Poprečni presjek debla je pravilan (više ili manje sličan krugu) ili nepravilan. Po JUS D. B.0.021 poprečni presjek debla je pravilan ako je razlika između maksimalnog promjera D i minimalnog promjera d manja ili najviše jednaka jednoj desetini maksimalnog promjera, tj. $D - d \leq 0,1 D$. Užlijebljen presjek (grab, bagrem, jablan i dr.) predstavlja krajnju nepravilnost poprečnog presjeka. Između pravilnog presjeka i potpuno nepravilnog presjeka ima čitav niz prelaza (ovalan, eliptičan, kvadratičan i dr.). S obzirom na položaj srca ima presjeka s centrično smještenim i s ekscentrično smještenim srcem. Poprečni presjek s ekscentrično smještenim srcem još uvijek je pravilan ako razmak između geometrijskog i anatomskega središta (ekscentritet e) nije veći od jedne desetine srednjeg promjera trupca, tj. ako je $e \leq 0,1 d_s$.

Ako aksijalni elementi strukture drva teku paralelno s uzdužnom (anatomskom) osi, drvo je *prave žice*, a ako se ti elementi spiralno ovijaju oko uzdužne anatomske osi, drvo je *usukane žice*. Smjer usukanosti žice može da bude nalijevo ili nadesno. Kod nekih vrsta taj smjer je konstantan (npr. divlji kesten ima nadesno, a jablan nalijevo usukane žice), a kod nekih vrsta smjer se mijenja (npr. jela i smreka imaju u mladosti nalijevo, u starosti nadesno usukane žice). Veličina usukanosti može se izraziti na više načina: kvocijentom usukanosti, kutom sukanja, dužinom spirale punog obrtaja, omjerom usukanosti, procentom usukanosti (otklonom žice u centimetrima na metar dužine). Po JUS D. B.0.021 smatra se da je drvo u trupcima prave žice ako otklon žice u centimetrima na metar dužine nije veći do 1/20 promjera, da je malo usukanako je otklon žice između $\frac{1}{20}$ i $\frac{1}{10}$ promjera, srednje usukanako je između $\frac{1}{10}$ i $\frac{1}{6}$ a jako usukanako je navedeni otkloni veći od $\frac{1}{6}$ promjera. Za piljenu građu iznosi otklon žice prema dužini mjerena kod male usukanosti do 5%, srednje usukanosti 5–10%, velike usukanosti $> 10\%$. Usukanost pogoršava mehanička svojstva drva (sl. 38).

Kvrge su sastavni dio svake vrste drva. To su ostaci grana u drvu, tj. osnovice živih i dijelovi mrtvih grana obuhvaćenih gođovima debla (sl. 39). Kvrge se mogu klasificirati prema postanku, sraslosti, uraslosti, veličini,



Sl. 38. Odnos između čvrstoće i stupnja usukanosti drva

Tablica 8

KARAKTERISTIKE I PRIMJENA NEKIH VRSTA DRVA

Ime	Botaničko ime vrste i porodice	Područje	Boja drva	Tehničke karakteristike	Primjena
Ariš evropski	<i>Larix europaea</i> Pinaceae	Alpe, Karpati, Sredeti, južna i srednja Poljska	Bjeljika žućkasta do crvenkastobijela, uska; srž crvena do crvenosmeda	Srednje teško, meko, srednje čvrsto, vrlo elastično, lako se obraduje, vrlo trajno	Odlično građevno i tehničko drvo, u vodogradnjama vrlo traženo; rudničko drvo, pragovi, jarboli, stupovi za vodove, silosi, kace, bačve, drvene cijevi, šindra
Bor obični	<i>Pinus sylvestris</i> Pinaceae	Evropa i sjeverna Azija	Bjeljika žućkastobijela ili crvenkastobijela, široka; srž crvenosmeda	Lako, meko, srednje čvrsto, elastično, lako se obraduje, vrlo trajno	Građevno i stolarsko drvo, vodogradnje, pokućstvo, prozori, vrata, pod, rudničko drvo, stupovi za vodove, pragovi, celulozno drvo
Bor crni	<i>Pinus nigra</i> Pinaceae	Južna Evropa, sjeverna Afrika i Mala Azija	Bjeljika žućkastobijela uska ili široka, srž crvenkasto-smeda	Srednje teško, meko, srednje čvrsto, elastično, lako se obraduje, vrlo trajno	Ista primjena kao bora običnog
Bor smolasti (pitchpine)	<i>Pinus palustris</i> Pinaceae	Sjeverna Amerika	Bjeljika svijetložućkasto-smeda, uska, srž žućkastocrvenasta	Srednje teško, srednje tvrdi, čvrsto, vrlo elastično, teško se obraduje, vrlo trajno	Građevno drvo, u brodogradnji, za rezervoare za vodu, za vrata, prozore, stepenice, pod, pokućstvo, rudničko drvo, pragove, za vagone
Borovac američki, bor Vajmutov	<i>Pinus strobus</i> Pinaceae	Sjeverna Amerika	Bjeljika žućkastobijela, široka, srž žućkastocrvene do smedasto-sive boje	Lako, vrlo meko, slabo do srednje čvrsto, elastično, lako se obraduje, trajno	U Americi cijenjeno građevno i brodograđevne drvo (white pine); u Evropi se upotrebljava kao zamjena za topolu i lipu, za sredice (slijepo drvo), u stolarstvu, vrata, prozori, opłata stijena, žaluzije (rebrenice), pod, stolarske ploče, sanduci, žigice, rezbarsko drvo, rudničko drvo, drvena vuna, celulozno drvo
Cedar atlaski	<i>Cedrus atlantica</i> Pinaceae	Sjeverna Afrika	Bjeljika svijetlocrvenasta, široka, srž žućkasta do crvenosmeda	Lako, meko, srednje čvrsto, lako se obraduje	U stolarstvu za izradu finog namještaja, kazeta, opločivanje i unutarnje uređenje brodova i vagona, za izradu čamaca, u rezbarstvu
Duglazija	<i>Pseudotsuga taxifolia</i> Pinaceae	Sjeverna Amerika	Bjeljika žućkastobijela, široka, srž crvenkastosmeda do tamnosmeda	Lako, meko, srednje čvrsto, vrlo elastično, drvo uskih godova lako se obraduje, a drvo širokih godova teško	Odlično građevno drvo, za gradnju brodova, dokova, aviona, kuća, vagona, mostova; stolarsko drvo (namještaj, opłata, parket, tarac), rudničko drvo, pragovi, celulozno drvo, u proizvodnji furnirske i stolarske ploče, za izradu bačava, silosa, drvenih cijevi
Jela obična	<i>Abies alba</i> Pinaceae	Srednja, južna i zapadna Evropa	Žućkastobijela do crvenkastobijela	Lako, meko, srednje čvrsto, elastično, lako se obraduje, srednje trajno	Građevno, rudničko i celulozno drvo, stupovi, pragovi, drveni sudovi, u proizvodnji furnira, vezanog drva, ploča ivlaknica, za izradu muzičkih instrumenata, sanduka, šindre
Smreka obična	<i>Picea excelsa</i> Pinaceae	Sjeverna, srednja i južna Evropa	Žućkastobijela do smedasta	Lako, meko, srednje čvrsto, srednje elastično, srednje trajno, lako se obraduje	Građevno, rudničko i celulozno drvo, stupovi za vodove, piloti, jarboli, u proizvodnji furnira i ploča; za izradu sanduka, šindre, taraca, žigica, drvenih cijevi, muzičkih instrumenata
Tisa evropska	<i>Taxus baccata</i> Taxaceae	Evropa, zap. Azija, sjeverozapadna Afrika	Bjeljika žutobijela, uska, srž crvenosmeda	Teško, tvrdi, čvrsto, elastično, trajno, teško se ciđepa, dobro se površinski obraduje	U umjetnom stolarstvu, za tokarske i rezbarske radove, za stupove, za izradu sudova, žlica, viljušaka, čunkova
Bagrem obični	<i>Robinia pseudoacacia</i> Papilionaceae	Sjeverna Amerika, Evropa, sjeverna Afrika, Azija i Nova Zelandija	Bjeljika žućkastobijela do svijetložuta, vrlo uska, srž žutozelena do smeđezelena	Teško, tvrdi, čvrsto, vrlo elastično, dobro se obraduje, vrlo trajno	Kolarsko, rudničko, građevno i tokarsko drvo, stupovi za vodove, za izradu alata, vodica za jarmache (impregnirane uljem), sportskih potrepština, pokućstva, bačava, vratnica
Balsa	<i>Ochroma sp.</i> Bombacaceae	Centralna i južna Amerika	Bijela do crvenkastosmeda	Vrlo lako i meko, malo čvrsto i elastično, teško se obraduje, nije trajno	Za gradnju splavi, čamaca, aviona, za izradu plutača, pojasa za spasavanje, sanduka i kutija, u građevinarstvu za termičku i akustičku izolaciju; kao celulozno drvo
Bongosi ili azobé	<i>Lophostoma procera</i> Achnaceae	Zapadna Afrika	Bjeljika žutosmeda sa slabim crvenkastim odnosno ružičastim tonom, srž tamnocrvenosmeda, tamnocrvena, čokoladna, često nešto ljubičasta	Vrlo teško i tvrdi, vrlo čvrsto i elastično, teško se obraduje, vrlo trajno	Odlično tehničko drvo (u trgovini drvom zovu ga željezno drvo, ironwood), građevno drvo za konstrukcije, za vodogradnje, gradnju luka i mostova, za gradnju brodova, u ruderstvu kao građevno i rudničko drvo, za gradnju vagona, karoserija, strojeva, za pragove, stupove, za parket, stepenice i tarac
Breza obična	<i>Betula pendula</i> , sin. <i>B. verrucosa</i> Betulaceae	Od južne Europe do sjeverne Skandinavije, a na istok do Japanskog mora i Mongolije	Drvo žućkasto do crvenkastobijelo	Srednje teško i tvrdi, čvrsto, vrlo elastično, dobro se obraduje, slabo trajno	Stolarsko, tokarsko, kolarsko i rezbarsko drvo, u proizvodnji furnira i vezanog drva, za izradu usada, držala; ručke za alat, skije, klopke, kalemovi, čavlići, kute, bačve, celulozno drvo
Brijest poljski	<i>Ulmus carpinifolia</i>	Srednja, južna i zap. Evropa, sjeverna Afrika, zap. Azija (<i>U. carpinifolia</i>), brdsko i planinsko područje Evrope i zap. Azije (<i>U. glabra</i>), nizinska područja srednje i istočne Evrope (<i>U. laevis</i>)	Bjeljika žućkastobijela do prljavo bijela, uska, srž smede crvena do tamnosmeda (brijest poljski), odnosno bjeljika žućkastobijela, uska, srž svijetlosmeda (brijest gorski), odnosno bjeljika žućkasta, široka, srž svijetlosmeda (vez)	Srednje teško i tvrdi, srednje čvrsto i elastično, dobro se obraduje, vrlo trajno	Pokućstvo, furnir, parket, opločenje, kolarsko drvo, dijelovi strojeva, kundaci, drvene cijevi, vodogradnje, čamci, pragovi, sportske potrepštine, igračke, tokarsko drvo
Brijest gorski	<i>Ulmus glabra</i>				
Vez, brijest bijeli	<i>Ulmus laevis</i> Ulmaceae				

Tablica 8 (nastavak)

KARAKTERISTIKE I PRIMJENA NEKIH VRSTA DRVA

Ime	Botaničko ime vrste i porodice	Područje	Boja drva	Tehničke karakteristike	Primjena
Bukva obična	<i>Fagus sylvatica</i> Fagaceae	Centralna i južna Evropa	Drvo bez neprave srži crvenkastobijelo, drvo neprave srži crvenkasto-smeđe	Teško i tvrdo drvo, čvrsto i vrlo elastično, dobro se obraduje, slabo trajno	Gradivo, rudničko, bačvarsko, kolarsko, tokarsko i celulozno drvo; pragovi, pokućstvo (šavljeno), furnir, vezano drvo, dijelovi strojeva, kundaci, klonpe, četke, igračke, sportske potrepštine i dr.
Cer	<i>Quercus cerris</i> Fagaceae	Južna Evropa i zapadna Azija	Beljika rđastožuta, široka, srž crvenkastosmeđa	Teško i tvrdo, čvrsto i srednje elastično, dobro se obraduje, slabo trajno	Za gradenje u vodi, u brodogradnji, za pragove, parkete, dužice, sanduke, pomost
Ebanovina prava	<i>Diospyros ebenum</i> Ebenaceae	Indomalajsko-tropsko područje (Indija, Ceylon, Sumatra, Celebes, Moluci)	Beljika siva, često crno isprugana, srž smolasto-crna	Vrlo teško i tvrdo, čvrsto i slabu elastično, dobro se obraduje, vrlo trajno	Za najfinije stolarske, tokarske i rezbarske radeve te za intarzijske radeve; kao surrogat za pravu ebanovinu služi crno obojeno drvo kruške i šimšira
Grab obični	<i>Carpinus betulus</i> Betulaceae	Srednja, zapadna i južna Evropa	Drvo sivobijelo do žučkastobijelo	Teško, tvrdo, čvrsto, vrlo elastično, teško se obraduje, slabo trajno	Kolarsko, tokarsko i rezbarsko drvo, za dijelove strojeva, drvene zupčanike, naplatke (gobelini), klape za bljanje; vjici, klinovi, moždanici, klinci, mjerila, alat, ručke, usade, maljevi, dijelovi bljanja, lopate, grablje, dugmad, čunjevi i kugle za kužlanje, štapovi
Gvajak	<i>Guaiacum officinale</i> Zygophyllaceae	Od južnog dijela Floride u Sjevernoj Americi do Venezuele	Beljika prljavožučasta, uska, srž u svježem stanju tamnosmeđa smolasta, sjajna, na zraku postaje tamnomaslinasto zelena	Vrlo teško i tvrdo, vrlo čvrsto i elastično, teško se obraduje, vrlo trajno	Za dijelove strojeva, zupčanike, ležišta, remenice, drške čekića, za kugle, valjke, tokarsku robu, vodice na jarmačama i dr.
Hrast lužnjak Hrast kitnjak	<i>Quercus robur</i> <i>Quercus petraea</i> Fagaceae	Evropa, Sjeverna Afrika i zapadna Azija (<i>Q. robur</i>), zapadna i srednja Evropa kao i u sjev., ist. i južnoj Evropi (<i>Q. petraea</i>)	Beljika žučkastobijela, uska, srž žučkastosmeđa	Srednjeteško i tvrdo drvo, čvrsto i elastično, lako se obraduje, trajno	Prvorazredno tehničko drvo za potrebe građevinarstva; pragovi, gradnja brodova, najbolje bačvarsko drvo, gradevno stolarstvo, pokućstvo, furnir, parket, rudničko drvo, klinci, moždanici, žbice, ruke, povodni, taninskio drvo i dr.
Jasen obični Jasen poljski	<i>Fraxinus excelsior</i> <i>Fraxinus angustifolia</i> Oleaceae	Evropa i sjeverno Male Azije, pretežno u planinskim predjelima (<i>F. excelsior</i>), južna Evropa, sjeverna Afrika i zapadna Azija u nizinskim područjima (<i>F. angustifolia</i>)	Beljika žučkasta do crvenkastobijela, široka, srž svijetlosmeđa	Srednje teško, tvrdo, čvrsto do vrlo čvrsto, vrlo elastično, lako se obraduje, trajno	Stolarsko drvo, stepenice, pokućstvo, parketi, kolarsko drvo: točkovi, naplaci (gobelini), žbice, rudo, nasloni, podnožice, karoserije, letvica za klupu, savijeni dijelovi za vagone; za tekstilne strojeve, držala, ručke, poljoprivredno oruđe i strojeve, sportske sprave, skije, vesla, samice; za gradnju čamaca, aviona
Javor gorski Javor mlječ	<i>Acer pseudoplatanus</i> <i>Acer platanoides</i> Aceraceae	U planinskim predjelima srednje, zapadne Evrope, Kavkaza, i sjeverne dijelove Male Azije (<i>A. pseudoplatanus</i>), u brdskim šumama Evrope i zapadne Azije (<i>A. platanoides</i>)	Drvo žučkastobijelo kasnije potamni (<i>A. pseudoplatanus</i>) odnosno drvo vanjskog dijela žučkasto a unutarnjeg dijela crvenkastobijelo (<i>A. platanoides</i>)	Srednje teško i tvrdo, srednje čvrsto i elastično, lako se obraduje, slabo trajno	U stolarstvu (pokućstvo, parketi), u kolarsku (vagoni, karoserije), za unutarnje uređenje brodova, u gradnji aviona, u tokarsku i rezbarstvu, za dijelove strojeva, kundake, mjerila, igračke, za gradnju muzičkih instrumenata
Joha crna	<i>Alnus glutinosa</i> Betulaceae	Evropa, a preko Urala prodire duboko u Aziju	Drvo crvenkastobijelo po obaranju, na zraku postaje žutocrveno do krvavocrveno	Lako, srednjeteško, slabo do srednje čvrsto, srednje elastično, lako se obraduje, slabo trajno	U vodogradnji (kolje, fašine), zemljoradnji (drenaže cijevi), u proizvodnji namještaja (kao puno drvo i kao furnir), za gradnju dovodnih cijevi za vodu i kiseotine, za izradu kutija za cigare, olovaka, tokarene i rezbarene robe, igračke i kao celulozno drvo u proizvodnji papira
Kesten pitomi	<i>Castanea sativa</i> Fagaceae	Južna Evropa, sjeverozapadna Afrika, zapadna Azija	Beljika prljavobijela do žučkastobijela, uska, srž svijetlosmeđa do tamnosmeđa	Srednjeteško i tvrdo drvo, srednje čvrsto, lako se i dobro obraduje, vrlo trajno	Kao gradevno drvo, stolarsko drvo, brodogradivo drvo, za vodogradnje, pragove, stupove, savijen namještaj, obruče, dužice, kao tokarsko i rezbarsko drvo, taninski i celulozno drvo
Lipa rana Lipa kašna	<i>Tilia platyphyllos</i> <i>Tilia cordata</i> Tiliaceae	Srednja i južna Evropa, sjeverni dio Male Azije, Evropa i zapadna Azija	Drvo bijelo, žučkasto ili crvenkastobijelo	Lako i meko, srednje čvrsto, slabo elastično, lako se obraduje, slabo trajno	U rezbarstvu, tokarsku, stolarstvu, kolarsku, u proizvodnji furnira, za unutarnje uređenje, intarzije, modelje, igračke, kalupe, sanduke, kutije za cigare, za izradu muzičkih instrumenata, u proizvodnji drvenjače
Mahagoni pravi Mahagoni afrički (crveni Khaya-mahagoni) Mahagoni afrički (sapeli-mahagoni)	<i>Swietenia mahagoni</i> <i>Khaya ivorensis</i> <i>Entandrophragma cylindricum</i> Meliaceae	Tropsko područje sjeverne i južne Amerike Zapadna Afrika U Africi od Gane do Gabuna i od Konga do Ugande	Beljika bijela do svijetložuta, uska, srž svjetlocrvena, žučkasta do crvenosmeđa ili zlatnosmeđa Beljika svjetlocrvena, uska, srž svijetlosmeđa do tamno crvenosmeđa Beljika žučkaste do crvenkastobijela, uska, srž crvenkasta do crvenosmeđa	Srednje teško i tvrdo, srednje čvrsto, vrlo elastično, dobro se obraduje, vrlo trajno Srednjeteško, meko, srednje čvrsto i elastično, dobro se obraduje, vrlo trajno Teško i tvrdo drvo, srednje čvrsto i elastično drvo, dobro se obraduje, trajno	Mahagonijevina prava i afrička, zbog svoje boje, teksture i sijaja, upotrebljava se za izradu pokućstva (furnir i masivno drvo), za unutarnje uređenje stambenih i poslovnih prostorija, aviona, željezničkih spačavačih kola i brodskih salona, u umjetnom stolarstvu, za izradu preciznih sprava (mjernih instrumenata, fotoaparata i dr.) i za izradu autokaroserija. Pored toga mahagonijevina služi za izradu etuija, kutija za radio i televiziju, ugovornicu, ravnalu, ručki, nadalje za tokarske i rezbarske radove
Okume	<i>Aucoumea klaineana Pierre</i> Burseraceae	Južni Kamerun, Španjolska, Gvineja i zapadni dio srednjeg Konga	Beljika uska, bijela do svijetlosiva, srž sivoružasta do crvenkastosmeđa	Lako, meko, srednje čvrsto, slabo elastično, dobro se ljušti, bljanja, brusi i polira, vrlo dobro se lijepi, trajno	Odlično drvo za industriju furnira i šperovanog drva; za proizvodnju namještaja, u visokogradnji, u gradnji brodova i čamaca, za kutije za cigare, baćve, kovčeve, dječja kolica, za celulozu

Tablica 8 (nastavak)

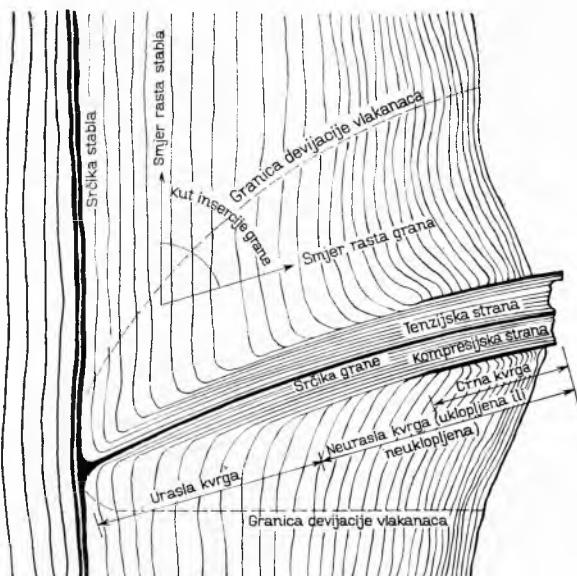
Karakteristike i primjena nekih vrsta drva

Ime	Botaničko ime vrste i porodice	Područje	Boja drva	Tehničke karakteristike	Primjena
Orah obični	<i>Juglans regia</i>	Od jugoistočne Evrope, Male Azije sve do Kine	Bjeljika sivobijela, uska, srž tamnosmeda do crnosmeda, većinom tamno isprugana	Srednje teško, tvrdo, čvrsto, vrlo elastično, dobro se obraduje, vrlo trajno	U proizvodnji namještaja (masivno drvo i furnir), kutija za radio i televiziju, za izradu parketa i za opločivanje zidova i stropova, u gradnji muzičkih instrumenata, aviona, karoserija, za izradu kundaka, drvo crnog oraha loši je kvaliteta u Sjevernoj Americi za pragove, nadalje kao kolarsko, tokarsko i rezbarsko drvo.
Orah crni (američki orah)	<i>Juglans nigra</i>	Sjeverna Amerika	Bjeljika bjelkasta do svjetlosivkastosmeda ili smedasta, srž svijetlo- do čokoladno- ili purpurnosmeda	Srednje teško, meko, srednje čvrsto, elastično dobro se obraduje, trajno	
Orah afrički	<i>Lovoa trichilioides</i> <i>Lovoa brownii</i>	Zapadna Afrika	Bjeljika bjelkasto- do svjetlosmeda, srž svjetlokestenjastosmeda sa crvenkastim do zlatnosmedim odjajem	Srednje teško i tvrdo, čvrsto i elastično, lako se obraduje, trajno	U proizvodnji furnira i namještaja, za uređenje prodavaonica i poslovnih prostorija, za intarzija-radove, drvene podove, vrata i prozore, za izradu kola, karoserija, čamaca, propeleri i kundaka
Palisandar brazilijski p. ili brazilijsko ruzino drvo	<i>Dalbergia spp.</i> <i>Dalbergia nigra</i>	U šumama brazilijskih država: Rio de Janeiro, Espírito Santo i Minas Gerais	Bjeljika svijetložuta, a srž violetna ili smeda poput čokolade	Teško i tvrdo, čvrsto i slabo elastično, lako se obraduje, trajno	Za izradu finog, lukusuznog namještaja, u industriji furnira, za intarzija-radove, u gradnji klavira, kao tokarsko drvo. Pored toga u trgovinu dolazi afrički palisandar (<i>D. melanoxylon</i>) i istočnoindijski palisandar (<i>D. latifolia</i>)
Platana P. azijska P. američka P. javorolisna	<i>Platanus spp.</i> <i>P. orientalis</i> <i>P. occidentalis</i> <i>P. acerifolia</i>	Sjeverna i sjeveroistočni dio Mediterana, srednja Azija i Indija (<i>P. orientalis</i>), Sjeverna Amerika (<i>P. occidentalis</i>), Evropa i Mala Azija (<i>P. acerifolia</i>)	Bjeljika bjelkasta do slabo crvenkasta, široka, srž tamnija od bijeli, crvenkastosmeda poput bukve	Srednje teško i tvrdo, srednje čvrsto i elastično, srednje se teško obraduje, slabo do srednje trajno	Za tokarenju robu, u proizvodnji pokućstva, za unutarnje uređenje, za izradu sanduka, kutija za cigare, bačava, karoserija, intarzija-radove, vrata, prozora, muzičkih instrumenata, čamaca, vesala, jarbola. Nekad se upotrebljavala i za želj. pragove, danas je za tu svrhu preskupa
Tikovina	<i>Tectona grandis</i>	Od prirode raste u Burmi a široko je rasprostranjena u tropima	Bjeljika bijela do žutosmeda, srž zlatnožuta, zlatnosmeda ili sivkastosmeda kasnije tamnosmeda, katkada i posve crna	Srednje teško i tvrdo, čvrsto i vrlo elastično, lako se obraduje, vrlo trajno	Građevno drvo, za gradnju kuća, želj. kola, mostova, mola za iskrcavanje, za izradu vrata, prozora, podova, stepenica, oplatu zidova, za gradnju brodova (trupina, paluba; unutarnje uređenje), čamaca, vesala, jarbola. Nekad se upotrebljava i za želj. pragove, danas je za tu svrhu preskupa
Topola T. bijela T. crna	<i>Populus spp.</i> <i>Populus alba</i> <i>P. nigra</i>	Evropa, sjeverna Afrika i Azija (<i>P. alba</i>), Evropa i zapadna Azija (<i>P. nigra</i>)	Bjeljika bijeložučkasta, široka, srž žutosmeda do crvenkasta (<i>P. alba</i>); bjeljika bijela do žučkastobijela, srž svjetlosmeda do svjetlozelensmeda (<i>P. nigra</i>)	Lako i meko, srednje čvrsto i slabo elastično, dobro se obraduje (naročito suho drvo), slabo trajno	U stolarstvu za izradu namještaja, u gradnji aviona, vagona, za izradu sanduka, kutija, bačava, u industriji furnira i vezanog drva, žigica, ploča i verica i vlaknatica, za gradnju čamaca, mostova, zgrada, cesta, za izradu crtačeg pribora, drvenih cipela, vranjeva, čavlića i dr.
Trešnja	<i>Prunus avium</i>	Evropa (izuzev sjevernih i sjeveroistočnih dijelova) i zapadna Azija	Bjeljika crvenkastobijela, uska, srž crvenkastožuta do crvenkastosmeda	Srednje teško i tvrdo, srednje čvrsto, lako se obraduje, slabo trajno	U proizvodnji furnira, namještaja, za intarzija-radove, rezbarske i tokarske radove
Vrba bijela	<i>Salix alba</i>	Od sjeverne Afrike kroz južnu i srednju Evropu sve do Norveške, a na istok i u Aziji	Bjeljika bijela, uska, srž svjetlocrvena do tamnosmeda ili crnkastosmeda	Srednje teško, meko, slabo do srednje čvrsto, slabo elastično, teško se obraduje, slabo trajno	U proizvodnji namještaja, sanduka, drvenih cipela, čamaca, sportskih potrepština, papira, drvene vune, u industriji furnira i vezanog drva, žigica, za izradu čamaca, fašina, dna sita, pletenog namještaja, čačkalica

obliku, stupnju zdravlja i konzistenciji. Prema sraslosti kvrge se dijele na srasle s okolnim tkivom (žive) i nesrasle (mrtve). Srasle ili žive kvrge ne ispadaju, a nesrasle ili mrtve ispadaju (kvrge čoravice). Grane mogu, kako promjer debla raste, urasti u drvo, a mrtve grane mogu i zarasti, tj. može ih sasvim pokriti kora. Prema uraslosti kvrge se, prema tome, dijele na urasle, zarasle (kvrge sljepice) i neutrasle. Prema položaju kvrge se dijele na pojedinačne, skupne ili pršljenaste. Prema veličini kvrge se dijele na kvržice promjera do 6 mm kod četinjača a do 10 mm kod listača, male kvrge promjera 7 do 20 mm kod četinjača a 11 do 20 mm kod listača, srednje kvrge promjera 21 do 40 mm kod četinjača i listača i velike kvrge promjera 41 mm i više kod listača i četinjača. Za klasifikaciju kvrge po veličini uzima se najmanji promjer kvrge. Prema obliku kvrge su okrugle ako je omjer minimalnog i maksimalnog promjera do 1:2,5, ili poleguše ako je taj omjer veći od 1:2,5. Prema stupnju zdravlja kvrge se dijele na zdrave (crvene) i trule. Prema konzistenciji kvrge mogu biti rožnate, omešale, meke i sipke. Tehnička svojstva i stupanj upotrebljivosti drva u velikoj mjeri ovisi o broju, veličini, rasporedu, tipu i konzistenciji kvrge (sl. 40).

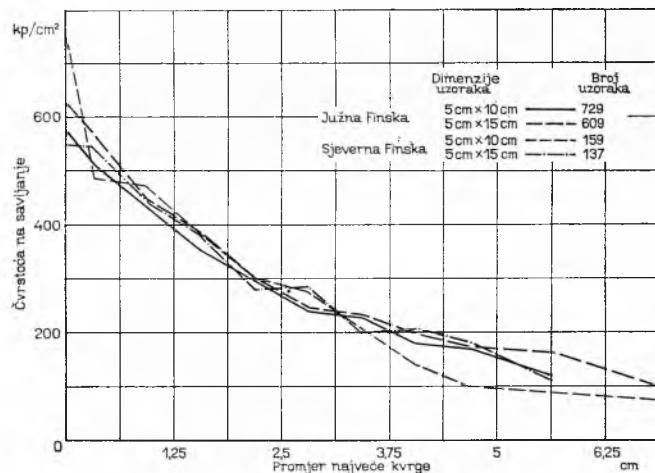
Smolne vrećice su dugoljaste šupljinice ispunjene smolom koje se javljaju unutar jednog goda i teku paralelno s njegovom graničnom linijom. Na poprečnom i uzdužnom (radijalnom) presjeku smolne vrećice slične su presjeku plankonveksne leće. Najčešće su kod četinjača s normalnim smolnim kanalima (smrek, bor, ariš, duglazija), ali se mogu naći i kod četinjača bez normalnih smolnih kanala (jela, borovica, cedar, čempres). Prema veličini smolne vrećice se dijele na sitne (širina do 2 mm, visina do 20 mm), male (širina do 5 mm, visina do 50 mm), srednje (širina do 10 mm, visina do 100 mm), velike (preko 100 mm visine bez obzira na širinu).

Reakcijsko drvo je tkivo koje nastaje na široj strani ekscentričnog poprečnog presjeka debla. Reakcijsko drvo četinjača ili *kompresijsko drvo* (crljen-drvo) nastaje na donjoj strani nagnutog debla, koja je izložena pritišnom (kompresijskom) naprezanju. Reakcijsko drvo listača ili *tenzijsko drvo* (bijelo, srebrnasto drvo) nastaje na gornjoj strani nagnutog debla, koja je izložena vlačnom (tenzijskom) naprezanju. Kompresijsko drvo sadrži više lignina a manje celuloze nego normalno drvo, a tenzijsko drvo sadrži više celuloze i mineralnih tvari (pepela), a manje lignina i hemiseluloze



Sl. 39. Uzdužni presjek krvge

nego normalno drvo. Mehanička svojstva kompresijskog i tenzijskog drva (izuzev čvrstoće na tlak) gora su od svojstava normalnog drva.



Sl. 40. Utjecaj najveće krvge na čvrstoću savijanja drva

Paljivost je radikalno raspucavanje u centru donjeg dijela debla starih stabala (hrasta, jele, ariša, bukve, bora i dr.). Pukotine počinju od srca, gdje su najšire, i sužavaju se prema periferiji debla, do koje ne dosežu. Paljivost može biti jednostrana, unakrsna i zvezdasta (sl. 41). Paljivost smanjuje upotrebljivost i procenat iskorišćenja tehničkog drva.

Okržljivost je odlupljivanje drva po granici goda. Razlikuje se totalna, parcijalna jednostruka, dvostruka ili višestruka okružljivost (sl. 42). Ova greška je česta kod starih stabala jele, smreke, ariša, hrasta, cera, pitomog kestena itd. Okružljivost smanjuje čvrstoću drva i procenat iskorišćenja drva.

Raspukline od studeni (zimotrenoš) su radikalne pukotine koje nastaju za vrijeme jakog i naglog zahladivanja. Ta je greška najčešća kod hrasta, bukve, briješta, javora, pitomog kestena,

oraha, jasena i lipe. Zimotrenoš upotrebljivost drva znatno je smanjena.

Greške drva nastale u toku sušenja i prerade. U toku procesa sušenja nastaje cio niz grešaka, i to: površinske pukotine (pukotine lica, napukline), pukotine, raspukline čela, unutarnje pukotine, pukotine srca, vitlanje, skorjelost i kolaps. *Površinske pukotine* (sunčane pukotine) nastaju u početnom stadiju sušenja.

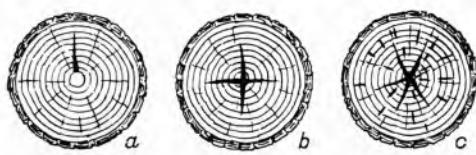


Sl. 42. Okružljivost jele

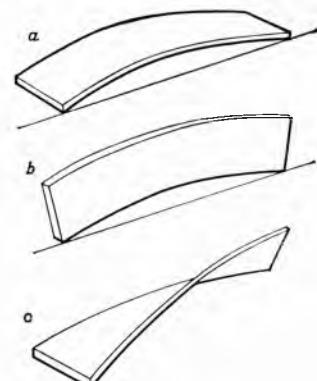
To su sitni i plitki otvori u smjeru žice na površini trupaca ili grade. U toku daljnog procesa sušenja površinske pukotine mogu se zatvoriti i ponovo otvoriti. Te greške nisu štetne jer se u toku procesa prerade i obrade drva lako odstrane. *Čeone pukotine* prodiru samo do izvjesne dubine u radijalnom smjeru od periferije prema srcu trupaca ili oble grade, ili od površine prema unutrašnjosti obradene grade. Čeone raspukline zahvataju cijelo čelo, odnosno presjek trupaca ili obradene grade. Pukotine i raspukline pogoršavaju mehanička svojstva drva i omogućuju prodiranje vlage i mikroorganizama u unutrašnjosti drva, što nepovoljno utječe na njegovu boju i trajnost. Unutarnje pukotine nastaju u unutrašnjosti drva, obično u smjeru trakova i nisu vidljive izvana. Deformacije grade (navoranost, blaga koritavost) često su vanjski znakovi za unutarnje pukotine. Ta se greška može svesti na najmanju mjeru blažim režimom sušenja.

Vitlanje (vitoperenje) je iskrivljavanje drva za vrijeme sušenja, a nastaje naročito ako je drvo nehomogene strukture i usukane žice. Glavni tipovi vitlanja jesu izbočenost, koritavost, sabljastost i vitoperost (sl. 43).

Skorjelost je greška nastala sušenjem piljenog drva s jednolikim sadržajem vode, ako unutar tog drva zaostanu naprezanja: u unutrašnjem dijelu (srcu) vlačna, a u vanjskom dijelu (lijuski) tlačna. Takvo drvo puca ako se u nj buše rupe, deformira se (vitoperi) uslijed promjene vlage i u njemu su česte unutarnje pukotine. *Kolaps* je greška koja nastaje kad se suši vrlo vlažno drvo srži nekih vrsta drva (sekoja, tuja, taksodij, likvidambar, hrast, topola, orah crni i eukalipt). Kolaps općenito izgleda kao nepravilno utezanje drva (i često se postanak te greške na taj način tumači). Sastoje se u tome da se stijenke stanica izvijaju i prodire u lumene stanice kad iz njih naglo izlazi slobodna voda, a na njeno mjesto ne prodire zrak. Kolaps nastaje prije nego se ispari sva slobodna voda, tj. u nadhigroskopskom području. Kolaps može da zahvati veći ili manji prostor u unutrašnjosti drva.



Sl. 41. Paljivost. a Jednostrana, b unakrsna, c zvezdasta



Sl. 43. Deformacije drva. a Izbočenost, b sabljastost, c vitoperost

U toku procesa prerade i obrade drva nastaje cij niz grešaka, npr. izdignuta, odriješena, maljava (kovrčasta) i iščijana žica drva. Uzroci tih grešaka mogu biti različiti, kao npr.: tehničke karakteristike alata za preradu i obradu drva, struktura i svojstva drva, tehnološki proces prerade i obrade, i dr.

Izdignuta žica je hrapava površina piljenog drva na kojoj je tvrdo kasno drvo nešto izdignuto iznad mekšeg ranog drva, ali žica drva još nije odvojena od površine drva. Izdignuta žica vrlo često nastaje blanjanjem piljenog drva vlage iznad 12%. Na bočnicama hrapava površina nastaje uslijed toga što se djelovanjem noža blanjalice tvrde kasno drvo utisne u mekše rano drvo. Utisnuto (komprimirano) drvo bubri više nego normalno drvo. Iako je izdignuta žica karakteristična za sve vrste drva, ona je ipak češće kod drva četinjača, naročito četinjača sa znatnim razlikama između kasnog i ranog drva unutar goda. Ta greška je značajna na strani bočnice okrenute prema srcu. Pojava neravnosti (hrapavosti) površine uslijed izdignute žice to je veća što je tuplja oštrica noža blanjalice i što su veće promjene u sadržaju vlage drva nakon blanjanja.

Ako se na površini bočnice vrhovi godova odlupe i kovrčaju, govori se o *odriješenoj žici* drva. Ova greška nastaje pri blanjanju i brušenju drva uslijed toga što se rano drvo ispod sloja kasnog drva gnjeći, a samo odvajanje vrhova godova (na tangentnim presjecima) drva je posljedica naprezanja izazvanog utezanjem kasnog i ranog drva. Odriješena žica može nastati i uslijed jakog mehaničkog trošenja (habanja) površine drva, naročito na podovima izrađenim od bočnica drva četinjača. Drvo s odriješenom žicom teško se površinski obraduje (maže voskom, liči bojom) i teško se čisti (briše, otire) krpom.

Maljava (kovrčava) žica nastaje ako se prilikom brušenja, a rjeđe prilikom blanjanja, na površini izdignu (odvoje) vlakanca pojedinačno ili u manjim skupinama. Maljavu površinu ima češće drvo listača nego drvo četinjača. Ta greška na listačama često je u vezi s tenzijskim drvom. Nju rjeđe imaju one vrste drva koje u sudovima imaju dovoljno mjeđurastih izraslina parenhima (tila) nego vrste s malo ili bez tih mjeđurastih izraslina u sudovima.

Drvo *iščijane žice* je drvo kojem se pri obradi pojedina vlakanca ili skupine vlakanaca istrgnu ili iščijaju. Ova greška može biti posljedica tuposti oštice noža i nepravilnog položaja noža, brzine pomicanja drva, devijacije vlakanaca i varijacije između vlakanaca (žice) drva. Ta greška naročito je česta ako se drvo obraduje u vrlo suhom stanju (vlaga 5% ili manja).

Greške boje drva su smede mrlje, dvostruka bijel, neprava srž, mrazna srž, piravost, modrenje, zelenjenje i smedenje.

Smede (sržne) mrlje su bušotine larva insektica iz porodice *Agromyzidae*, roda *Dizygomyza*, podroda *Dendromyza* (npr. *Dendromyza betulae*) ispunjene traumatskim parenhimom koji je kod mnogih vrsta drveća po boji i konzistenciji sličan srži. Kod nekih vrsta drva smede mrlje tako su česte da se njima koriste u dijagnostičke svrhe (najčešće se pojavljuju u drvu vrbe, johe, crne topole, euroameričkih hibrida crnih topola i breze). Nastaju u kambijskoj zoni debla i to obično na visini od 0,5 do 1,5 m iznad tla. Redovno povećavaju estetsku vrijednost drva (finska i kanadska brezovina).

Dvostruka bijel sastoji se u tome da se u srži nalazi kolut godova koji po boji i svojstvima odgovara bijeli. Dvostruka bijel može biti više ili manje izrazita; pojavljuje se u srži hrasta, a kod drugih vrsta drva vrlo je rijetka. Ona smanjuje estetsku vrijednost drva. Nastaje uslijed anomalnog procesa osržavanja, najvjerojatnije uslijed niskih temperatura za vrijeme jakih zima.

Neprava srž (crveno srce, smede srce, jezgra) je pojava tamnije boje centralnog dijela bakuljavih vrsta, najčešće bukve, a rjeđe breze, javora, topole, jasike. Crveno srce je više ili manje kružnog, zvjezdastog ili posve nepravilnog oblika (sl. 44). Boja crvenog srca je crvenkasto-smeda, nije jednolična i širi se u zonama nepravilnog oblika. Drvo bukve neprave srži je manje permeabilnosti i lošijih tehničkih svojstava nego drvo bukve bez tamnije obojene srži. Do danas nisu naučno posve objašnjeni uzroci postanka neprave srži. Neki smatraju da je neprava srž posljedica djelovanja gljiva koje izaziva stvaranje zaštitnog tkiva drva, drugi smatraju da je crveno srce posljedica odnosa između vode i zraka u drvu, a treći opet misle da je bukva vrsta drva s fakultativnim osržavanjem.

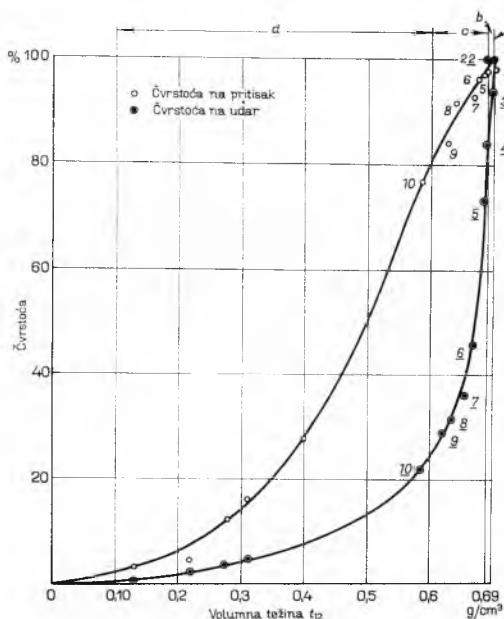


Sl. 44. Neprava zvjezdasta srž bukve

Mrazna srž je pojava neprave srži koja nastaje na niskim temperaturama (ispod -30°C), najčešće kod bukve, a rijedje kod javora, graba, breze, bijele topole. Pravilnijeg je oblika i jednoličnije svjetlije boje nego crveno srce. Kod svježe oborenih stabala bukve može se utvrditi samo po izraženom tamnjem rubu. Mehanička svojstva drva sa mraznom srži neznatno su lošija od normalnih.

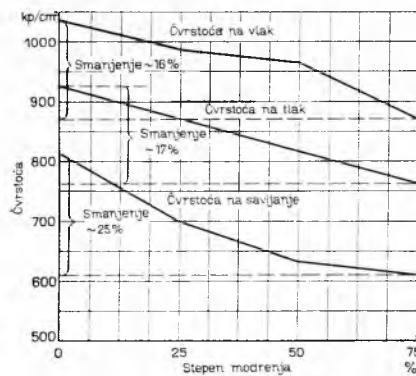
Piravost (prelost, prozuklost) se javlja na drvu bukve a sastoji se u promjeni boje na periferiji debla. Ta promjena se razvija prema srži u obliku trakova ili pruga, a kasnije se pojavljuju trakovi bijele truleži. Prema novijim shvaćanjima uzrok je promjene boje prodor kisika u drvo, a bijeli trakovi truleži nastaju uslijed razornog djelovanja nekih vrsta gljiva. U drveću koje je oboren zimi javlja se piravost na trupcima u početku idućeg ljeta. Piravost smanjuje težinu, tvrdoću, čvrstoću i ogrjevnu moć drva, a mijenjaju mu se također boja i tekstura (sl. 45).

Modrenje (plavetnilo) javlja se u bijeli drva četinjača, najčešće borovine, katkada i u bijeli nekih listača (javora, lipe i dr.). Uzročnik modrenja su razne vrste gljiva, od kojih su najvažnije gljive roda



Sl. 45. Odnos između čvrstoće na pritisak odnosno čvrstoće na udar. a Zdravo neobojeno drvo, b crvenkasto obojeno drvo, c bijele mrlje, d drvo s trakovima bijele truleži; potcrtane brojke: stupnjevi obojenja za čvrstoću na pritisak, nepotcrtane brojke: stupnjevi obojenja za čvrstoću na udar; t_{12} volumna težina drva s 12% vode u drvu

Ceratocystis (= *Ophiostoma* = *Ceratostomella*). Razvoj tih gljiva ovisi o sadržaju vode u drvu, pa posve sirovo i suho drvo te gljive ne napadaju. Drvo dobiva prljavomodri ton koji se širi najprije drvnim trakovima i smolnim kanalima, a zatim zahvaća cijelu površinu bijeli. Boja prosošenog drva je svjetlotomodra, a vlažnijeg drva tamnosiva. Utjecaj modrenja na fizička i mehanička svojstva drva nije velik, impregnacija takvog drva je nešto otežana, a ponekad se modrenje smatra i estetskom greškom (sl. 46). Od ove pojave, koja zahvaća drvnu masu bijeli u cijelini, treba razlikovati površinsko modrenje, koje se pojavljuje samo na površini piljene grade a uzročnik su mu različite vrste pljesni. Ta se promjena boje može odstraniti četkanjem (metalnim četkama) ili blanjanjem piljene grade. Prljavomodri ton boje drva može nastati i uslijed kemijske reakcije između treslovina i željeznih soli. Takve promjene su lokalnog karaktera i zahvaćaju drvo na dijelovima gdje drvo dolazi u kontakt sa željeznim predmetima (spone, capin, čaklje i dr.).

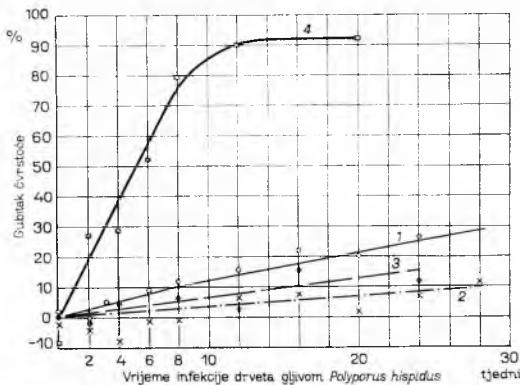


Sl. 46. Odnos između čvrstoće i modrenja drva

Zelenjenje je promjena boje vlažnog drva listača i četinjača izazvana gljivama čiji su miceliji zelene boje (*Nectria cinnabarina*) ili gljivama (*Chlorosplenium aeruginosum*) koje izlučuju stanovite boje (ksilendein). Zelenjenje lipovine može biti posljedica oksidacije ili reakcije između željeza i tanina.

Smedenje (rujavost) je promjena koja nastaje ili tako da smeda ton prodire s periferije prema centru (kod jele i smreke, uzročnik gljiva *Stereum sanguinolentum*) ili da centralni dio debla starih jela potamni (srž poprima maslinastozelen do smedast ton koji redovito prati i »mokra srž«).

Greške boje i konzistencije drva su promjene boje i konzistencije drva izazvane gljivama. Te greške (truleži) predstavljaju krajnju fazu razaranja drva uslijed djelovanja gljiva, pa takvo drvo ima znatno gora fizička i mehanička svojstva od normalnog (sl. 47).



Sl. 47. Odnos između mehaničkih svojstava drva i stupnja truleži. 1 Čvrstoća na savijanje, 2 modul elastičnosti, 3 čvrstoća na tlak, 4 specifični rad loma

Razlikuje se bijela i smeda trulež. Smeda trulež napada celulozu i pentozan, a lignin ostavlja nepromijenjen, bijela trulež istovremeno razara celulozu, hemiceluloze i lignin. Istraživanjem je dokazano da je kod bijele truleži bukve (uzročnik *Polystictus versicolor*) posrijedi tipična hidroliza drva s postepenom razgradnjom osnov-

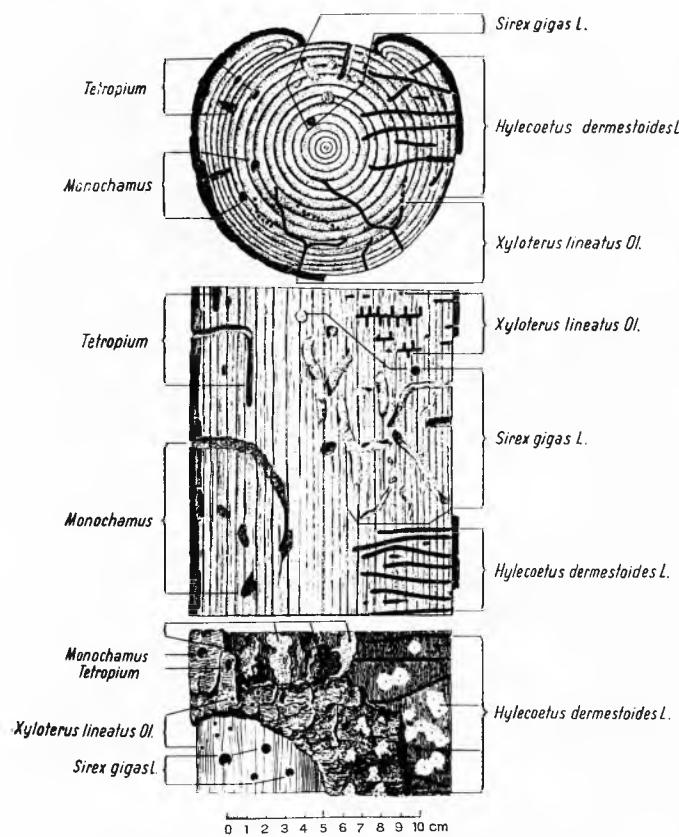
nih kemijskih sastojaka drva, a kod smede truleži (uzročnik *Trametes serialis*) da je proces razgradnje drva vrlo sličan hidrolizi drvene tvari pomoću slabih kiselina. Vanjsku strukturu zadržava drvo duže kad je napadnuto od bijele truleži jer ostaje više celuloze; kad ga napadne smeda trulež, dezintegracija drva počinje ranije zbog brzog razaranja celuloze. Stoga se bijela trulež naziva »trulež korozije«, a smeda, »trulež destrukcije«. U grupi smede truleži poseban je tip boginjava trulež, koju uzrokuju vrste gljiva roda *Stereum*. Prošarana trulež je početan tip bijele truleži, a uzročnici i te truleži su vrste gljiva roda *Stereum*. Prema dijelu drva koji je napadnut razlikuje se centralna, periferna i nepravilna trulež. Bijela trulež pojavljuje se i u drvu četinjača i u drvu listača. Uzročnici bijele truleži su vrste gljiva roda *Trametes*, *Fomes*, *Stereum*, *Armillaria*, *Pholiota*, *Schizophyllum*, *Polystictus* i dr. Smeda trulež napada veći broj vrsta drva (hrast, vrba, johu, bagrem, orah, ariš itd.), a uzročnici su gljive roda *Polyporus*, *Lenzites*, *Lentinus*, *Poria* i dr. Pljesniva trulež nalik je na trulež destrukcije, a uzročnici te truleži na vrlo vlažnim drvenim konstrukcijama su gljive koje pripadaju skupini *Fungi imperfecti* i razredu gljiva mješinarki (*Ascomycetes*).

Oštećenje drva od insekata. Od štetnika životinjskog porijekla ekonomski su najvažniji insekti razarači drva. Pojedine vrste insekata koje pripadaju rodovima kornjaša (*Coleoptera*), leptira (*Lepidoptera*) i opnokrilaca (*Hymenoptera*) napadaju živa stabla (većinom ozlijedena i oboljela), neobraden materijal, gotove proizvode, ugradeno drvo. Njima drvo služi kao sklonište ili kao hrana, a najčešće kao jedno i drugo. Šteta se sastoji u tome da insekti buše hodnike prekidajući kontinuitet vlakanaca, što smanjuje čvrstoću i trajnost drva ili se izlaznim hodnicima oštećuje površina gotovog proizvoda (sl. 48, 49). Insekti najveće štete u većini slučajeva čine u stadiju larve ili ličinke. Štete koje nanose gotovi insekti (imago) redovno su neznatne.

Od porodice kukuljičara (*Bostrychidae*) najvažniji insekt je kukuljičar crveni (*Bostrychus capucinus*), raširen u srednjoj i južnoj Evropi. Napada najčešće hrastove panjeve, a može izazvati i veće štete na hrastovini na stovarištima. Bjeljikari (*Lyctidae*) napadaju naročito bijel, ali i srž nekih listača (hrasta, jasena, briješta, oraha i drugih vrsta). Imago polaže jaja u traheje otvora 0,1 mm ili u stare izlazne hodnike. Larve se najprije kreću u ranom drvu uporedno sa smjerom vlakanaca; kasnije buše nepravilne hodnike i u ostalom dijelu goda, tako da mogu izbušiti cijelo drvo i pretvoriti ga u brašnast prah, osim tankog površinskog dijela, razmjerno malo izbušenog uzanim rupicama iz kojih ispada crvotocina. Najčešći su: prugasti bjeljikar (*Lyctus linearis*), koji pretežno napada bijel hrastovine, jasenovine i drugih listača, popruge, parket i dr., i smeđi bjeljikar (*L. brunneus*), koji napada drvo listača, bambus i dr.

Kuckari (*Anobiidae*) pretežno napadaju obrađeno drvo i gotove proizvode (piljenice na stovarištima i u radionicama, grede, podove i vrata u kućama, pokuštvo, zbirke u muzejima i dr.), rjede dubeća stabla raznih vrsta drveća. Larve buše gusto isprepleteni hodnike (kod četinjača pretežno u ranom drvu). Zaraza se može utvrditi obično tek kada se razvijaju imagi, koja progrizu uzane izlazne otvore (crve) iz kojih ispada sitan prah (crvotocina). Najčešći je obični ili tačkasti kuckar (*Anobium punctatum*), koji se, kao i manje štetni crni kuckar (*Dendrobium pertinax*), naziva mrtački sat zbog karakterističnog tona koji nastaje kad mužjaci vabeći ženke ravnomjerno udaraju glavom u drvo. Meki kuckar (*Ernobius mollis*) napada okorano drvo četinjača. Češljasti kuckar (*Ptilinus pectinicornis*) razvija se u drvu listača, naročito u bukovom furniru i namještaju, ali napada i druge vrste, npr. johu, jelu itd. Šareni kuckar (*Xestobium rufovillosum*) napada najčešće drvo hrasta i drugih listača, rjede drvo četinjača. Kuckari često predstavljaju veliku opasnost naročito za meko drvo i drvo zatvoreno u prostorijama. Za nekoliko godina mogu toliko smanjiti čvrstoću drva da ono postane potpuno neupotrebljivo. Kad je napad slab, oštećuju samo površinu drva (u trgovini namještajem često se imitiraju ovakva oštećenja, »crve«, da bi se stvorio utisak starog namještaja).

Iz porodice drvotocaca ili drvaša (*Lymexylidae*) najvažniji su smedasti drvaš (*Hylecoetus dermestoides*) i brodski drvaš (*Lymexylon navale*). Smedasti drvaš napada starija povrijedena i svježe oborenja stabla svih vrsta, naročito drvo bukve i hrasta, i



Sl. 48. Karakteristične bušotine od insekata na drvu četinjača

materijal na stovarištima. Brodski drvaš, u šumi, gdje uglavnom napada stare hrastove panjeve, nije opasan, ali kako polaže jaja i na okorana mjesta, a naročito u pukotine hrastovih trupaca, na stovarištima može da počini znatne štete.

U porodici strizibubâ (*Cerambycidae*) ima više insekata koji razaraju drvo. Velika hrastova strizibuba (*Cerambyx cerdo*) napada većinom ostavljenja, stara hrastova, rijedko orahova, briještova i jasenova stabla, naročito na ozlijedenim mjestima. Bukova stri-

zibuba (*C. scopolii*) živi u bukvi, hrastu, jasenu i drugom korisnom drveću. *Plagionatus (Clytus) arcuatus* napada bolesno drveće i svježe oborena hrastova stabla, rijede bukova, grabova i stabla drugih vrsta listača. Kućna strizibuba (*Hylotrupes bajulus*) napada četinjače (stupove, kolje, gredje, krovnu konstrukciju, namještaj, okvire prozora itd.), naročito bjeljiku. Modra pločasta strizibuba (*Callidium violaceum*) napada najčešće drvo četinjača, ali i drvo nekih listača, npr. hrasta. Topolova strizibuba (*Saperda carcharias*), fiziološki i tehnički štetnik na živim topolama, rijetko napada oborenog drvo. Smrekova strizibuba (*Tetropium luridum*) napada svježe drvo smreke, bora, jele itd., fiziološki je i tehnički štetna.

Od porodice potkornjaka (*Ipidae, Scolytidae*) ovdje će se spomenuti samo neke vrste koje pripadaju rodovima ljestvičara (*Xyloterus*), drvaša (*Xyleborus*) i potkornjaka drvaša (*Anisandrus*). Ljestvičar crnogorični (*X. lineatus*) napada dubeća bolesna stabla, oborenja stabla u šumi, telegrafske stupove; prvenstveno napada jelu, smreku i bor, rijede ariš. Bukov ljestvičar (*X. domesticus*) napada najčešće drvo bukve, zatim hrasta i drugih tvrdih listača. Hrastov ljestvičar (*X. signatus*) napada često drvo hrasta, zatim bukve, lipe, johe, javora i dr. Hrastov crvenosmeđi drvaš (*X. monographus*) i hrastov drvaš (*X. dryographus*) važni su tehnički štetnici poznati pod imenom »mušićavo« (za njima oštećeno drvo kaže se da je *mušičavo*). Hrastov drvaš napada starija, povrijedena i svježe oborenja stabla hrasta, rijetko bukve i briješta, a hrastov crvenosmeđi drvaš (hrastov mali crni crv) vrlo je opasan tehnički štetnik na drvu hrasta, a rijede na drvu bukve, briješta i kestenja. Mali drvaš (*X. saxeseni*), polifagan, napada drvo listača i četinjača. Zbog toga što se pojavljuje rijetko, ne predstavlja veću opasnost. Nejednaki potkornjak drvaš (*Anisandrus dispar*) napada listača, rijede četinjače, i to panjeve i oborenja debla.

Iz porodice sržara ili srčikara (*Platypodidae*) spominje se valjkasti sržar (*Platypus cylindrus*), koji napada dubeća hrastova stabla (češće u poplavnim područjima), zatim bukvu, kesten, jasen.

Iz porodice mrvâ (*Formicidae*) spomenut će se samo veliki šumski mrv (*Camponotus herculeanus*) sa tri rase: *C. herculeanus ligniperdus*, *C. herculeanus herculeanus* i *Camponotus herculeanus vagus*. Te vrste žive i grade svoja legla u panjevima i dubećim stablima smreke, jele i drugih vrsta četinjača. Najčešće napadaju oboljela stabla, razaraju najprije samo rano drvo, izbjegavajući tvrdne kvrge, dok ne pretvore deblo u suplje cilindre, koji su medusobno vezani ovim kvgama.

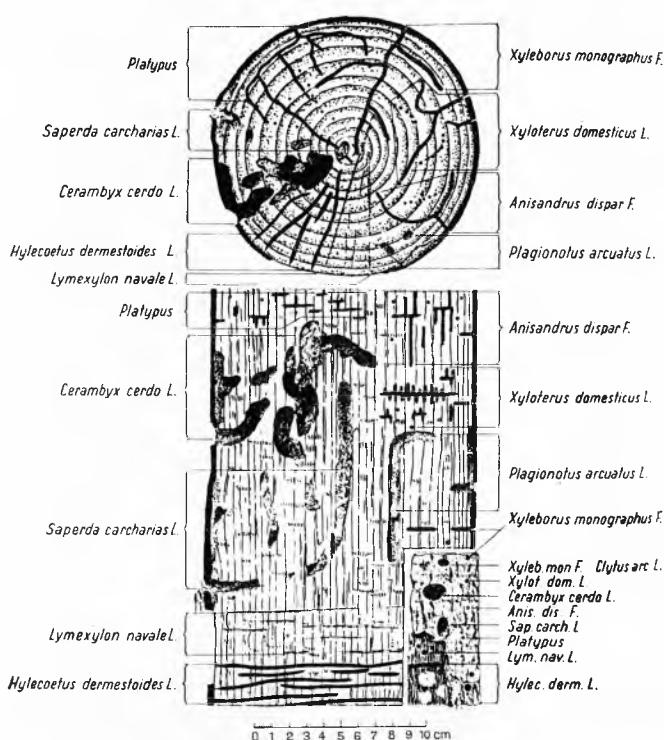
Iz porodice leptira drvotočaca (*Cossidae*) najvažniji su vrbotoč (*Cossus cossus*), koji napada drvo listača, naročito vrbe, topole i jasena, i granotoč ili sitance modro (*Zeuzera pyrina*), koji napada drvo listača i mnoge vrste grmova.

Iz porodice osa drvarica (*Siricidae*) spominju se velika osa drvarica (*Sirex gigas*) i mala osa drvarica (*Paururus juvencus*). To su ose koje napadaju svježe ranjena ili tek oborenja, a i okorana stabla jele, smreke, bora i ariša.

Kada se govori o štetnicima koji pripadaju insektima, potrebno je spomenuti i štete koje na drvu uzrokuju *termiti*. Za mediteransko područje najvažnije vrste termita jesu *Calotermes flavicollis* i *Reticulitermes lucifugus*; ostale vrste raširene su u tropskim područjima.

Oštećenje drva od morskih životinja. Drvo koje stalno leži u slanoj morskoj vodi ili je izloženo plimi i oseci (piloti, utvrde obala i drugi objekti u vodi) mogu za relativno kratko vrijeme razoriti različiti morski štetnici. Prema načinu kako razaraju drvo razlikuju se dvije grupe: tzv. brodski račići i tzv. drvnih uši ili drvnih račići. Od brodskih crva, koji su dobili ime po svom crvastom obliku, najdestruktivniji su *Teredo*, *Nausitoria* i *Bankia* (porodica *Teredinidae*), *Xylophaga* i *Martesia* (porodica *Pholadidae*), a od drvnih uši, odnosno račića, rod *Limnoria*, *Sphaeroma* (*Isopoda*) i *Chelura* (rakovi, *Amphipoda*).

Od porodice školjki svrdlašica (*Teredinidae*) za naše područje važne su vrste roda *Teredo* i *Bankia*, a vrste roda *Nausitoria* rasprostranjene su u tropskom području. U Sredozemnom moru najrasprostranjeniji su *Teredo utriculus* i *T. pedicellata*, od roda *Bankia* vrsta *B. minima*, a od drvnih račića najčešća je *Limnoria lignorum*. Vrste roda *Teredo* priljubljuju se na drvo u stadiju larve, a hodnike počinju bušiti kao mlade školjke. Za nekoliko mjeseci narastu do dužine 20 cm, neke vrste i do 1 m i više. Za razvoj tih



Sl. 49. Karakteristične bušotine od insekata na drvu listača

vrsta važni su salinitet mora (0,7–3,5%), temperatura (11–23°C), bistrina i cirkulacija (strujanje) vode. Ako je napad vrlo intenzivan, za nekoliko mjeseci drvo, koje izvana izgleda potpuno netaknuto, potpuno je izbušeno i gubi svoju čvrstoću. *Limnoria lignorum* znatno je manja (do 5 mm dužine), na površini drva buši sitne hodnike, godišnje može rastući do 7 mm debljine drva. *Chelura terebrans* istih je dimenzija kao *Limnoria* i nije tako štetna kao što se ranije smatralo.

TRAJNOST DRVA

Trajnost drva je sposobnost da se ono odupire promjenama i razaranjima uslijed djelovanja atmosferilija, raznih kemijskih tvari i štetnika biljnog ili životinjskog porijekla. Drvo zadržava duže ili kraće vrijeme svoja prirodna svojstva, osobito strukturu, boju, fizička i mehanička svojstva. Vremenski interval u kojem drvo zadržava prirodna svojstva zove se *prirodna trajnost drva*. Prirodna trajnost drva kreće se u vrlo širokim granicama od nekoliko mjeseci do nekoliko tisuća godina. (Tablica 9.)

Tablica 9
TRAJNOST DRVA

Vrsti drva	Željeznički pragovi	Trajnost drva u godinama		
		na slobodnom prostoru nezaštićeno	na slobodnom prostoru pod krovom	stalno u suhom
Ariš	9–10	40–65–90	90–120–150	1800
Bor	7–8	40–60–85	90–100–120	120–1000
Jela	4–5	50	50	900
Smreka	4–5	40–55–70	50–60–75	120–900
Breza	—	3–20–40	3–20–40	500
Brijest	—	60–80–100	80–130–180	1500
Bukva	2–3	10–35–60	5–50–100	300–800
Hrast	14–18	50–85–120	100–150–200	300–800
Jasen	—	15–40–60	30–60–100	300–800
Joha	—	3–20–40	3–20–40	400
Topola	—	3–20–40	3–20–40	500
Vrba	—	5–15–30	5–20–40	600

Prirodna trajnost drva ovisi o mnogo unutarnjih i vanjskih faktora. Unutarnji faktori odnose se na vrstu drva, strukturu, kemijski sastav, volumnu težinu i sadržaj vode u drvu. Od vanjskih faktora važni su zrak, svjetlo, voda, kemijske tvari, štetnici biljnog i životinjskog porijekla, stanište, vrijeme sječe, način i mjesto upotrebe drva.

Jedričave vrste drva trajnije su od bakuljavih vrsta, kasno drvo trajnije je od ranog drva, srž je trajnija od bjeljike. Drvo bogato ekstraktivnim tvarima (naročito ako su neke od njih otrovne) trajnije je od drva s malim sadržajem tih tvari. Sadržaj smole povećava trajnost drva ali on nije jedino i apsolutno mjerilo trajnosti, daleko je važniji sadržaj ekstraktivnih tvari koje djeluju toksično. Unutar iste vrste drva težina može da posluži kao kriterij trajnosti, ali ne između različitih vrsta drva, gdje je opet daleko važniji sadržaj infiltrata koji djeluju toksično.

Drvo u čistom i suhom zraku i u vodi gotovo je neograničeno trajno ako je zaštićeno od napadaja glijiva i insektova. Po svojoj trajnosti prema atmosferilijama drvo se može razvrstati na: vrlo trajne vrste (npr. hrast, kesten, brijest, tisa, ariš, bagrem), trajne vrste (npr. bor, smreka, jela, jasen) i slabo trajne vrste (npr. javor, jasika, breza, bukva, joha, lipa, topola, vrba, grab). Drvo je prema djelovanju samog svjetla vrlo postojano, jedino što mijenja svoj prirodnji ton boje (žućenje, siviljenje, smeđenje, crnjenje). Kemijsko i fizičko rastvaranje drva uslijed djelovanja atmosferilija raste s intenzitetom i vremenom trajanja svjetla, veličinom razlike u temperaturi, brzinom vjetra i snagom kiše. Na trajnost drva utječe sadržaj vode u drvu: što je taj sadržaj veći to je manja mogućnost da drvo razore glijive i insekti. Zbog toga se prije konzerviranja drvo drži povremeno pod umjetnom kišom ili se uskladišti u prirodnim ili umjetnim bazenima s vodom. Prema trajnosti u vodi pojedine vrste drva dijele se na: vrlo trajne (npr. brijest, hrast, bukva, grab, kesten, bagrem, joha, ariš, bor), trajne (npr. smreka, jela) i slabo trajne (npr. javor, breza, jasen, lipa, topola, vrba). Vrlo veliku trajnost ima drvo koje je stalno posve prekriveno vodom (abonos ili subfosilno drvo) ili trajno pokriveno ledom. Drvo bubri jače u alkalijama nego u vodi, pa alkalije smanjuju težinu i čvrstoću drva. Drvo u slabo alkalijskom području ne podliježe nekoj

jačoj koroziji kao ni u kiselom području. Neutralne soli praktično ne djeluju na drvo. Koncentrirane otopine higroskopnih soli oduzimaju drvu vlagu te se ono uteže.

Dosadašnja su istraživanja dokazala (protivno iznijetim tvrdnjama) da vrijeme sječe nema direktnog utjecaja na trajnost drva, nego jače utječe kakvo je vrijeme bilo poslije sječe i kako se s drvom postupalo.

Stupanj trajnosti drva ovisi o načinu i mjestu njegove upotrebe. Najveći stupanj trajnosti ima drvo upotrijebljeno u posve suhoj prostoriji jednolične niske temperature i bez pristupa zraka (u egipatskim grobnicama drvo se održalo preko 3000 godina), a najmanji stupanj trajnosti drvo upotrijebljeno u površinskom sloju zemlje (stupovi, pragovi). U površinskom sloju zemlje trajnost arša i tise veća je od 12 godina; hrasta, bagrema, pitomog kestena, briješta, bora 8–12 godina; breze, smrekove i jele 4–8 godina, a bijekve, topole, johe i bjeljike četinjača i listača manje od 4 godine.

VAŽNIJE VRSTE U ŠUMI IZRAĐENOG DRVA

Drvna masa oborenog stabla izrađuje se u šumi na *tehničko drvo*, *drvo za kemijsku preradu*, *ogrjevno drvo* i *ugljarsko drvo*. Tehničko drvo dijeli se na *oblo drvo*, *tesano drvo* i *cijepano drvo*. U šumi izrađeno oblo drvo koje je namijenjeno daljoj mehaničkoj preradi i drvo namijenjeno kemijskoj preradi (taninsko, celulozno i destilaciono drvo) nazivaju se često skupnim imenom *industrijsko drvo* (u nas i drvo za reprodukciju). *Prostornim drvom* naziva se u šumi izrađeno drvo u obliku cjevanica, oblica i sjecenica koje se prodaje u prostornoj mjeri i služi ili za daljnju (po pravilu kemijsku) preradu (taninsko, celulozno, destilaciono i ugljarsko drvo) ili za neposrednu potrošnju kao ogrjevno drvo. Drvo koje se upotrebljava u gradevinskim konstrukcijama naziva se skupnim imenom *gradevno drvo*; u šumi izrađeno gradevno drvo dijeli se na oblo i tesano gradevno drvo.

Oblo drvo su dijelovi debla dobiveni poprečnim piljenjem. Dijeli se na oblo drvo za preradu i oblo drvo za neposrednu upotrebu.

U oblo drvo za preradu idu sve vrste trupaca. *Trupci* su dijelovi debla namijenjeni daljem preradivanju piljenjem, rezanjem i ljuštenjem. Po načinu prerade dijele se na pilanske trupce, furnirske trupce i trupce za ljuštenje. Ovamo spadaju još oblovina za pragove i trupci za muzičke instrumente. Oblovina za pragove namijenjena je proizvodnji željezničkih pragova tehnikom tesanja i piljenja. Trupci za muzičke instrumente su dijelovi debla planinskih smrekovina fine strukture, a preraduju se cijepanjem i piljenjem u dašćice za gradnju muzičkih instrumenata (rezonantno drvo). Dimenzije i kvalitet trupaca propisani su trgovačkim propisima, uzana sama i standardima.

U oblo drvo za neposrednu upotrebu (*oblu gradu*) ubrajaju se jarboli, stupovi za skele, piloti, stupovi za električke i telefonske vodove, rudničko drvo, brodska grada, obla kolarska grada i sitna tehnička oblovina.

Jarboli (katarke) služe nošenju i razapinjanju jedara na brodovima. Od jarbola se zahtjeva velika čvrstoća, elastičnost i trajnost, pravilan oblik i pravilan raspored težine. Drvo jarbola mora biti potpuno zdravo, pravo, čisto i jedro, jednolično nanizanih godova, kružnog presjeka i centrično smještenog srca. Promjer na tanjem kraju mora iznositi najmanje 2/3 promjera u sredini dužine, a pad promjera najviše 1 cm po tekućem metru. Nekad su se izradivali od hrastovine, a danas od jelovine i smrekovine, rjeđe borovine. To je oblovina promjera od 20 cm naviše, dužine od 10 m naviše.

Stupovi za skele (antene, lantene) su dijelovi debla koji služe za podizanje gradevinskih skela. Od njih se traži primjerena dužina (od 8 m naviše) i debljina (20 cm, na tanjem kraju najmanje 12 cm). Drvo treba da je pravo, zdravo, jedro i pravilna presjeka. Izrađuju se od okorane smrekovine i jelovine.

Piloti su dijelovi debla čvrstih i trajnih vrsta drva koji služe za fundiranje gradevina. Izrađuju se od hrastovine i od drva četinjača. Dužine su od 5 m naviše, a debljine od 20 cm naviše. Drvo treba da je zdravo, bez truleži, raspuklina i crvotočine. Dopushta se zakrivljenost pri kojoj spojnica centara čela ne izlazi van drvene mase pilota.

Stupovi za vodove su dijelovi debla koji se upotrebljavaju za nošenje telegrafsko-telefonskih i električkih vodova. Izrađuju se

od hrastovine, kestenovine, bagremovine, smrekovine i jelovine, rjeđe borovine. Dužina stupova za vodove kreće se od 5,5 do 15 m, a debljina od 12 cm naviše, mjereno 30 cm ispod vrha. Stupovi za vodove moraju biti zdravi, pravi, jedri, čisti od grana, prave žice, čvrsti i trajni. Stupovi za vodove od drva listača izrađuju se bez kore, a stupovi za vodove od drva četinjača, koji se impregniraju metodom Boucherie, dobavljuju se pod korom i moraju biti ljetne sjeće i svježi.

Rudničko drvo upotrebljava se za podgradivanje rudničkih hodnika. Rudničko drvo treba da je razmjerne lagano, dovoljno čvrsto i trajno, da puketa prije loma. Za izradu rudničkog drva služi drvo ariša, bora, smreke, jele, hrasta, bagrema, briješta, bukve, graba, jasena i kestena. Izrađuje se u dužinama od 1,5 do 7 m, debljinama od 12 do 25 cm. Debljina na tanjem kraju ne smije biti manja od 10 cm.

Za podgradivanje tunela služi **tunelsko drvo** koje je deblje od rudničkog drva. Izrađuje se od drva četinjača, dužine od 6 do 8 m, a debljine od 25 do 34 cm.

Obla brodska grada izrađuje se od drva listača i četinjača, a dijeli se na dugu oblu brodsku gradu, krvu oblu brodsku gradu, brodske motke i potporne grede za brodove.

Tesano drvo. Tehnika tesanja je vrlo stara i danas je u velikoj mjeri zamijenjena tehnikom piljenja. Tesanjem drvo gubi svoju oblu formu i dobiva oblik prizme. Prema obliku poprečnog presjeka razlikuju se: flič, planson, vančes, četverobridno ili poligonski otesano drvo. Sortimenti tesanog drva su željeznički pragovi, tesana grada za brodove i tesano gradevno drvo.

Tesana grada za brodove dijeli se na običnu gradu, rebara i likovite komade. Obična grada — prava ili zakriviljena u jednoj ravnini — kvadratna je presjeka 18/18 do 40/40 cm, dužine ≥ 4 m. Rebara su merkantilno tesani hrastovi komadi kvadratna presjeka 14/14 cm i dužine 1,5 m. Likoviti komadi izrađuju se površinskim tesanjem hrastovine tako da se iskoristi njena prirodna zakriviljenost.

Tesano gradevno drvo su hrastove grede i gredice, tesano drvo drugih vrsta, brvna (bordonali) i brvanca, merkantilne grede, čamovi tramići. Hrastove grede i gredice tešu se oštrobriđno, grede imaju presjek $\geq 25/25$ cm i dužinu $\geq 2,3$ m, a gredice su presjeka $\geq 16/15$ cm, dužine ≥ 2 m.

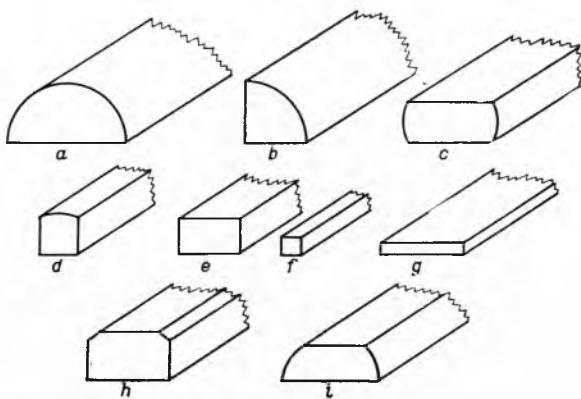
Za potrebe seoskih domaćinstava tešu se grede, rogovi, podsjeci, podrožnice i vijenci od raspoloživih vrsta drva. Grada za mostove tešu se od hrastovine. Brvna (bordonali) tešu se od jelovine, smrekovine, borovine i ariševine, presjeka 27/27 do 49/49 cm, dužine od 8 do 13 m. Brvaca su presjeka 20/20 do 24/24 cm, dužine ≥ 6 m. Merkantilne grede proizvodile su se od smrekovine, jelovine, borovine i ariševine, presjeka 8/10 do 20/32 cm, dužine ≥ 4 m. Tramići su površno otesane merkantilne grede presjeka 8/8 do 11/11 cm, dužine 4,5 i 6,0 m. Danas se po propisima naših standarda izrađuje tesana grada četinjača, prizmatskog ili stožastog oblika, presjeka 10/12 do 18/20 cm, dužine od 4 do 8 m. Tesanje može biti oštrobriđno i tupobriđno (merkantilno). Jelove i smrekove (čamove) tesane gredice izrađuju se u presjecima od 8/8 do 11/11 cm, dužine 4 do 6 m.

VAŽNIJE VRSTE PRERAĐENOG DRVA

Piljeno drvo (piljena grada, piljena roba) dobiva se raspiljivanjem pilanskih trupaca pomoću mehanički pokretanih pila. Može se klasificirati prema vrsti drva, prema obliku poprečnog presjeka, prema položaju piljene grade u trupcu, prema toku godova (teksturi), prema vrsti i stupnju prerade, prema dimenzijama, prema kvalitetu i prema namjeni.

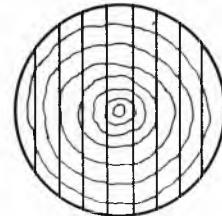
Prema vrsti drva razlikuje se piljena grada listača i piljena grada četinjača. Piljena grada listača dijeli se na piljenu gradu tvrdih listača i piljenu gradu mekih listača.

Prema obliku poprečnog presjeka piljena grada se dijeli na: polovine, četvrtine, flič, prizme, vančes ili polovnjake, grede, gredice, letve, piljenice, bačvarska gradu, popruge i željezničku gradu (sl. 50). Polovine i četvrtine nastaju uzdužnim piljenjem trupca u dva odnosno četiri dijela. To su prelazni oblici piljene grade dobivene kartje-tehnikom i slavonskim načinom piljenja. Flič nastaje kod prerade pilanskih trupaca na tračnim i kružnim pilama time što se, radi veće stabilnosti pri preradi u piljenu gradu, trupcu s jedne strane uzdužnim piljenjem otpili okorak.

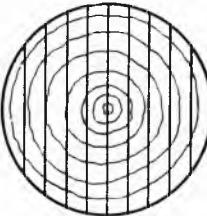


Sl. 50. Piljena grada po obliku poprečnog presjeka. a Polovina, b četvrtina, c prizma, d polovnjak, e greda, f gredica, g piljenica, h željeznički prag, i željeznički prag oblika prizme

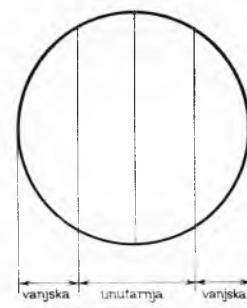
Prizma nastaje uzdužnim piljenjem trupca dvjema pilama u tijelo slično brvnu. Oblik prizme se upotrebljava pri preradi trupaca u grede ili pragove i kao prelazni oblik pri preradi trupaca tehnikom prizmiranja. Vančes ili polovnjak nastaje okrajčivanjem polovine s dve strane, tj. to je piljena grada obrađena pilom sa tri strane (kod prerade trupaca slavonskim načinom piljenja). Neke trgovачke uzanse i standardi svrstavaju letve, gredice i grede pod skupnim imenom **četvrtice**. Četvrtice su piljena grada kvadratnog ili pravokutnog presjeka s odnosom debljine i širine 1 : 1 do 1 : 2 odnosno 1 : 1 do 1 : 3. Presjek četvrtice po pravilu je oštrobriđan. Prema našem standardu **letve** su piljena grada kvadratnog ili pravokutnog presjeka veličine do 33/48 mm; **gredice** su piljena grada kvadratnog ili pravokutnog presjeka s većom stranicom presjeka ≤ 100 mm; **grede** su piljena grada kvadratnog ili pravokutnog presjeka, sa manjom stranicom presjeka ≥ 10 cm. **Piljenice** ili obična piljena grada imaju pravokutni presjek, sa širinom većom od dvostruku odnosno trostruku debljine. **Bačvarska piljena grada** je specijalna grada koja služi za izradu bačava. Hra-



Sl. 51. Piljena grada po položaju u trupcu



Srednjača s propiljenim srcem



stova bačvarska grada (blistice) služi za izradu bačava za alkoholna pića (vino, pivo i dr.), a bukova bačvarska grada (blistice i bočnice) za izradu bačava za čvrste ili polučvrste tvari. **Popruga** je piljena grada za izradu parketnih daščica (parketa). Za razliku od obične piljene grude, popruge su manjih širina (3...12 cm) i manjih dužina (20...55 cm, 60...95 cm, od 1,00 m naviše). **Željeznička grada** dijeli se na pragove (obične, skretničke i mosne) i na gradu za željeznička kola (specijalna piljena grada četinjača).

Piljena grada **prema položaju u trupcu** može se podijeliti na srednjače sa uklopljenim srcem, srednjače sa propiljenim srcem i postrani odnosno bočni piljeni materijal (sl. 51). Prema našem standardu piljena grada po položaju u trupcu dijeli se na **vanjsku ili bočnu** (piljena grada iz vanjske polovice radijusa), na **unutarnju** (piljena grada iz unutarnje polovice radijusa) i na **neprobranu** (sva piljena grada, bez loma i truleži, dobivena piljenjem trupca).

Na piljenicama se šire stranice presjeka nazivaju stranice (lica), a uže stranice presjeka rubovi (bokovi) piljenica. Stranice okrenute prema periferiji trupca jesu lijeve stranice, a stranice okreнуте prema srcu trupca jesu desne stranice piljenice.

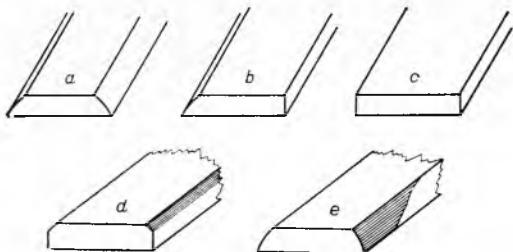
S obzirom na tok godova razlikuju se: blistača, polublističa ili polubočnice, bočnice (sl. 52). *Blistača ili radijalne piljenice* su piljenice iz radijalne zone trupca, s godovima okomitim na stranice (lica) piljenica. *Bočnice ili tangentne piljenice* dobivaju se iz bočne zone trupca, pa su godovi, odnosno tangente na godove, po pravilu približno paralelni sa stranicama piljenica. Između radijalnih i tangentnih piljenica (blističa i bočnica) postoje *polublističe*, odnosno *polubočnice*. Ove piljenice se razlikuju prema kutu što ga zatvaraju godovi, odnosno tangente na godove, s većom stranicom presjeka, odnosno sa površinom na kojoj se nalaze drveni traci.



Sl. 52. Piljena grada s obzirom na tok godova

Na blistačama taj kut je 90° do 60° , a površina najmanje 70% od ukupne površine stranice, na polublističama odnosno polubočnicama kut je 60° do 30° , a površina najmanje 40%, na bočnicama kut je 30° do 0° .

Prema vrsti i stupnju prerade piljenice se dijele na: neokrajčane (neobruljene), polukrajčane (poluobruljene) i okrajčane (obruljene). Piljenice mogu biti paralelno ili konusno okrajčane, a poprečni presjek može biti oštrobriđan ili tupobriđan (lisičav, sl. 53).



Sl. 53. Piljena grada po vrsti i stupnju prerade. a) Neokrajčana, b) polukrajčana, c) okrajčana; d) tupobriđni poprečni presjek (prirodna zaobljenost zahvata samo dno boka po cijeloj dužini), e) tupobriđni poprečni presjek (prirodna zaobljenost zahvata cio bok, ali samo na dijelu dužine)

Prema debljini piljenice se dijele na listove (5...11 mm, od hrastovine iznimno 5...18 mm), daske (12...47 mm, odnosno od hrastovine iznimno 19...47 mm) i planke, platice ili mosnice (48 mm i više). Prema širini piljenice se ne razvrstavaju u posebne klase; današnji standard određuje jedino minimalne širine piljenica (npr. hrastovi listovi 10 cm, hrastove daske i planke 12 cm). Prema dužini piljena grada se dijeli na: superkratku ili kratice (0,50...0,95 m), kratku (npr. hrast, bukva 1,00...1,80 m; jela, smreka 1,00...2,75 m; bor za čistu, polučistu i I klasu 1,00...1,90 m) i normalno dugu robu (hrast, bukva 1,80 m i više; jela, smreka 3,00...6,00 m; bor čista-polučista i I klasa 2,00...6,00 m).

Postoje različite klase kvaliteta piljene robe prema uzansama odnosno propisima standarda. Propisi o razvrstavanju piljene grada po kvalitetu dijele pojedine vrste piljene grada na razrede kvalitete na osnovu poprečnog presjeka (oštrobriđnosti, lisičavosti), žice (pravosti, usukanosti) i grade godova (fino drvo, grubo drvo), na osnovu promjene boje, na osnovu broja, veličine, rasporeda i drugih karakteristika kvrga, raspuklina, pukotina, bušotina od insekata, smolnih vrećica i drugih grešaka drva. Tako npr. prema kvalitetu postoji za bukovu okrajčenu piljenu gradu I, II, Merkantil i III klasa; za jelovu i smrekovu piljenu gradu komercijalne dužine čista-polučista, I, II, III, IV i V klasa.

Uporedo s proizvodnjom piljene grada nastaju i pilanski otpaci: okorci, okrajci, porupci, piljevina i drveni prah.

Jugoslavenski standard predviđa sortimente piljene grada navедene u nastavku. *Bulovi* ili *kladarke* su neokrajčane piljenice, po pravilu iste debljine, dobivene piljenjem u cijelo i složene istim redom kao što su bile u trupcu. Kladarke od tvrdih listača izrađuju se od hrastovine, jasenovine, brijestovine, javorovine, orahovine i drva voćkarica. Debljina listova kladarke je od 20 do 120 mm, minimalna širina krajnje piljenice od 10 do 20 cm, dužina listova u kladarci od 1,0 m naviše. *Neokrajčane (neobruljene) piljenice* ili *samice* izrađuju se od gotovo svih tvrdih i mekih listača. Debljine i širine su kao i kod bulova (kladarke), a dužine ovise o vrsti drva pa su za hrast, bukvu, topolu i vrbu od 2,0 m naviše, za johu i brezu od 1,0 m naviše, a za javor, jasen, brijest, grab, orah, voćkarice i lipu od 0,50 m naviše. *Engleska piljena roba* danas se izrađuje, po narudžbi, od hrastovih i bukovih trupaca promjera 65 cm naviše, a primjenjuje se slavonska tehnika piljenja. Izrađuju se hrastovi polovnjaci, ispljeni polovnjaci, srednjače i engleske popruge, bukovi ispljeni polovnjaci i srednjače. *Okrajčana (obruljena) piljena grada* je po pravilu od drva tvrdih listača (hrastovine i bukovine, iznimno od brijestovine, jasenovine, javorovine, grabovine, orahovine i drva voćkarica) i manjeg broja drva mekih listača (topolovine i vrbovine). Okrajčana piljena grada pili se iz trupaca svih klasa kvaliteta u slijedeće proizvode: listove, daske, planke, gradu za kace i dužice, četvrtice, gredice, grede, letve i letvice za namještaj, držala za metle, popruge, gradu za sanduke i kutije, bježljiku i deklasiranu robu (hrastova piljena grada), težinsku robu (bukova piljena grada).

Piljena grada četinjača dijeli se na normalnu, specijalnu i na sporedne proizvode. U normalnu jelovu i smrekovu piljenu gradu ubraja se obrubljena (komercijalne dužine, kratice i kratke) i neobruljena (samice) piljena grada, brodski pod, težinska roba, gredice i letve. U borovu normalnu piljenu gradu ubraja se obrubljena i neobruljena (kladarke i samice) piljena grada, težinska roba, gredice i letve. U jelovu i smrekovu specijalnu piljenu gradu ubraja se rezonantno drvo (smreka), grada za željeznička kola, podnice za građevinske skele, grede. U borovu specijalnu piljenu gradu ubraja se grada za željeznička kola, letve za rolete, grede, kocke za tarac. U jelove, smrekove i borove sporedne proizvode ubraja se kolje za vinograd i okorci.

Željeznički pragovi. S obzirom na način upotrebe željeznički pragovi se dijele na obične pragove, pragove za skretnice i pragove za mostove. Obični željeznički pragovi su poprečne grede ugradene u željezničku prugu koje nose željeznički kolosijek (tračnice). Skretnički pragovi su duži od običnih pragova, a služe za pričvršćenje skretnicu. Mosni pragovi su gušće poredani i postavljeni na grede mostova i propusta, a služe za pričvršćenje željezničkih tračnica. Mosni pragovi redovno su pilom oštrobriđno obrađeni sa sve četiri strane, a skretnički i obični pragovi obrađeni su ili ručnim tesanjem ili piljenjem. Ranije su se gotovo svi pragovi izradivali tesanjem. Danas se veći dio pragova proizvodi u pilanama i tehnika piljenja pragova postepeno će posve istisnuti tehniku tesanja pragova.

Prednosti drva uslijed kojih ono kao materijal za izradu željezničkih pragova gotovo nema takmaca jesu ove: otpornost, čvrstoća, sposobnost apsorpcije dinamičkih opterećenja, sposobnost držanja čavala i vijaka, sposobnost apsorpcije zvuka, ekonomičnost. Nedostaci drva jesu: malena trajnost zbog napadaja gljiva, uslijed sušenja nastaju pukotine i raspukline u drvu, drvo je lako zapaljivo i mehanički se troši (haba). Da se poveća trajnost, drvo se danas impregnira različitim kemijskim konzervansima, a da se pukotine i raspukline drva svedu na minimum, željeznički pragovi se izrađuju bez srca. Impregnacijom se može znatno povisiti trajnost drva. Prosječna trajnost željezničkih pragova od svih vrsta drva iznosi: od neimpregniranog drva 6 godina, od drva impregniranog cink-kloridom 16 godina, od drva impregniranog cink-kloridom i kreozotom 19 godina, a od drva impregniranog kreozotom 30 godina.

Željeznički pragovi mogu se izradavati od više različitih vrsta listača i četinjača, a najčešće se izrađuju od drva ariša, bagrema, bora, brijesta, bukve, cera, hrasta i pitomog kestena.

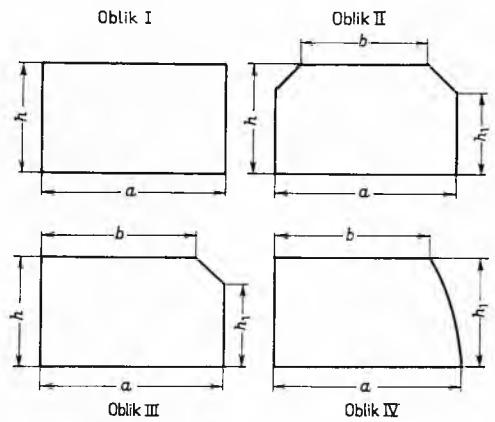
Prema propisima JUS D. D1.020...D. D1.022 obični željeznički pragovi izrađuju se od drva listača: hrasta lužnjaka, hrasta kitnjaka, hrasta gladnoga, cera, bukve i pitomog kestena, i od drva četinjača: običnog bora, crnog bora i ariša. Željeznički pragovi za skretnice izrađuju se od drva listača, hrasta lužnjaka, hrasta

kitnjaka, hrasta sladuna i bukve, i od drva četinjača: običnog bora, crnog bora i ariša. Željeznički pragovi za mostove izrađuju se samo od drva listača: hrasta lužnjaka, hrasta kitnjaka, hrasta sladuna i bukve.

Obični, skretnički i mosni željeznički pragovi moraju biti od zdravog drva dobrog kvaliteta, zbijene i prave žice. Drvo ne smije biti okružljivo, usukan, paljivo, kako muščavo i rujavo ako je od hrasta, potpuno modro ako je od bora i ariša, zagušeno u bjeljici (piravo, prešlo, prozuklo) ili bolesnog crvenog srca ako je od bukve; ne smije imati trulih kvrga, urasle kore, dvostruku bjeljiku, raspuklina odnosno pukotina od zimotrenosti (mrzlopucu). Pragovi ne smiju biti izrađeni od dijelova debala oštećenih gromom i požarom.

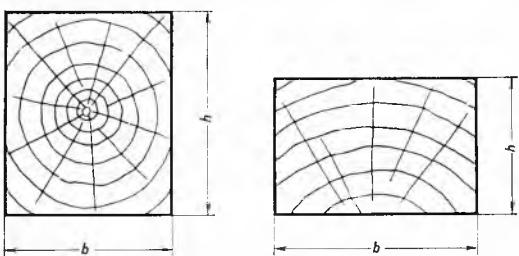
Obični željeznički pragovi prema broju i vrsti grešaka koje se toleriraju razvrstavaju se u dvije klase kvaliteta, a skretnički i mosni pragovi se ne razvrstavaju prema kvalitetu.

Željeznički pragovi izrađuju se od zdravih stabala, oborenih u zimskoj sjeći (za vrijeme mirovanja sokova).



Sl. 54. Oblik običnih i skretničkih pragova

Oblik običnih i skretničkih pragova prikazan je na sl. 54. Obični pragovi izrađuju se u sva četiri oblika, skretnički pragovi samo u tri prva. Pragovi za mostove izrađuju se isključivo tehnikom piljenja, sa pravokutnim ili kvadratnim presjekom (sl. 55). Obični pragovi imaju ove dimenzije: dužina 1,20–2,60 m, donje ležište 18–26 cm, visina 13–16 cm, gornje ležište 16–26 cm, visina manje bočne strane 6–8 cm. Dimenzije skretničkih pragova jesu: dužina 1,7–4,5 m, donje ležište 18–30 cm, gornje ležište 15–30 cm, visina 13–16 cm, visina manje bočne strane 5–7 cm.



Sl. 55. Oblik mosnih željezničkih pragova

Mosni pragovi izrađuju se u dužinama 1,2–4,0 m, sa presjekom 15/19–24/30 cm.

Trupci za pragove preraduju se na pili jarmači, tračnoj pili i kružnoj pili. Često se tehnikom tesanja u šumi izradi poligon koji se kasnije raspili na pragove. Kod bukovih željezničkih pragova treba voditi računa o veličini i smještaju crvenog srca.

Parket. Parketni pod u zgradama javlja se relativno rano. Prvi preteča parketnog poda jest pod Salomonovog hrama izrađen od sastavljenih daščica raznih vrsta drva. Prvi put se parketni pod, izrađen od jednakoveličnih parketnih daščica, upotrijebio u bečkim kapucinskim samostanima, pa otud i potječu nazivi »kapucinski podovi« ili »bečki podovi od daščica«. Nakon trideset-

godišnjeg rata (1618–1648) proizvodnja parketnih daščica bila je poznata u Njemačkoj. Krajem XIX st. konstruirani su parketni strojevi za masovnu proizvodnju parketnih daščica. Proizvodnja mozaik-parketa izrađena od sitnih lamela novijeg je datuma. Ovu proizvodnju uveo je prije nešto više od 40 godina Francuz Noël.

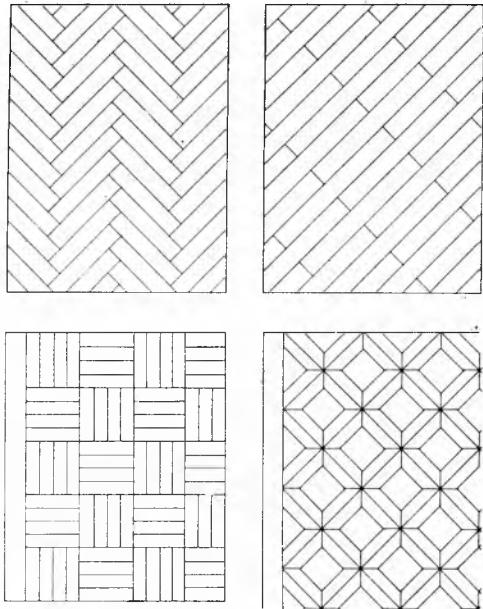
Parketni podovi mogu biti od daščica, ploča i lamela. Parketne daščice su industrijski proizvod, a izrađuju se po pravilu od popruga. Parketne ploče su ručni proizvod, a izradene su od parketnih daščica ili od furniranih podloga od dasaka ili stolarskih ploča. Parketne ploče izrađuju se prema nacrtu u kojem se iskorištavaju estetska svojstva drva (boja, tekstura, sjaj). U novije doba parket se proizvodi industrijski od sitnih lamela, tzv. mozaik-parket.

U proizvodnji parketa upotrebljava se drvo listača i četinjača. Od evropskih vrsta listača upotrebljava se: bukva, hrast, brijest, jasen, javor, orah, a od egzota: pravi mahagoni, afrički mahagoni, eukalipt (jarrah-drvo), tik-drvo, grenadil-drvo, iroko, afzelija i dr. Od evropskih četinjača upotrebljava se bor i ariš, a od egzota: duglazija, smolasti bor (pitchpine), araukarija (brazilski bor, parana pine) i dr.

Prema našem nacionalnom standardu za izradu parketnih daščica upotrebljavaju se bukva, hrast, brijest i jasen, a mozaik-parket je redovito od hrasta i bukve.

Parketne daščice izrađuju se po pravilu od popruga. Pune parketne ploče izrađuju se od parketnih daščica, a furnirane od 8 mm debelog furnira plemenitih vrsta nalijepljeno na podlogu od dasaka ili stolarskih ploča. Mozaik-parket izrađuje se od lamela, a ove se dobivaju po pravilu od hrastovih i bukovih dasaka bočnica lošije kvalitete, debljine 27,5 mm.

Drvo za izradu parketnih daščica mora biti stabilnih dimenzija i oblika, elastično i čvrsto, tvrdo i otporno prema habanju. Od jedričavih vrsta koje dolaze u obzir za izradu parketa vrednija je srževina od bjeljikovine, jer je trajnija.



Sl. 56. Način slaganja parketa

Parketne daščice izrađuju se u dužinama 190–450 mm (8 dužina), širinama 26, 28 i 30 mm; dužinama 190–550 mm (10 dužina), širinama 32–105 mm (25 širina), debljinama 18 i 22,5 mm. Hrastove parketne daščice proizvode se u pet klase kvaliteta, bukove u tri klase kvaliteta, brijestove i jasenove u jednoj klasi kvaliteta.

Osim parketnih daščica izrađuju se za izradu parketnih podova još rubni pojasi, pragovi i rubne letvice.

Lamele za parket su duge 100–150 mm, široke 20–25 mm, debele 6, 8 i 9 mm; ploče mozaik-parketa imaju dužinu i širinu 400–600 mm, debljinu 6–9 mm, a lamel-parketa dužinu 400–600 mm, širinu 100–150 mm, debljinu lamele 6–9 mm, debljinu pod-

loge 16,5–10,5 mm. Ploče mozaik-parketa slažu se u 4×4 polja = 16 polja, a lamel-parket u 4×1 polje = 4 polja. Svako polje je po pravilu sastavljen od 5 lamela, to znači da dužina lamele treba da bude jednaka pet širina lamela (sl. 56).

LIT.: H. D. Tiemann, *Wood technology*, New York 1944. — C. I. Vanyi, *Древесиноведение*, Москва-Ленинград 1949. — F. F. Wanggaard, *The mechanical properties of wood*, New York 1950. — K. St. G. Cartwright, W. P. K. Findlay, *Decay of timber and its prevention*, Brooklyn 1950. — A. Ugrenović, *Tehnologija drveta*, Zagreb 1952. — H. P. Brown, A. J. Panshin, C. C. Forsyth, *Textbook of wood technology*, 2 vol., New York 1950/52. — L. E. Wise, E. C. John, *Wood chemistry*, 2 vol., New York 1952. — H. E. Desch, *Timber, its structure and properties*, London 1953. — Kolektiv autorâ, *Drvo, u Šumarskoj enciklopediji*, sv. 1, Zagreb 1959. — F. Kollmann, *Technologie des Holzes und der Holzwerkstoffe*, 2 Bde, Berlin 1955. — W. Sandermann, *Grundlagen der Chemie und chemischen Technologie des Holzes*, Leipzig 1956. — B. L. Browning, *Chemistry of wood*, New York 1963. — Л. М. Перељскин, *Древесиноведение*, Москва 1963. — P. Rochette, *Le bois*, Paris 1964. — A. Stamm, *Wood and cellulose science*, New York 1964. — W. Knigge, H. Schulz, *Grundriss der Forstbenutzung*, Berlin 1966. — Taschenbuch der Holztechnologie, Leipzig 1966. — F. Kollmann, W. A. Cote, Jr., *Solid wood*, Berlin-Heidelberg-New York 1968. — V. također literaturu u člancima *Celuloza*, *Drvo, kemijska prerada i Drvo, mehanička prerada*.

I. Horvat

DRVO, KEMIJSKA PRERADA. U kemijsku preradu drva ubraja se danas svaki način dobivanja pojedinih njegovih sastojaka, kao i postupci za dobivanje produkata njegovog termičkog i kemijskog rastvaranja. Nadalje se u kemijsku preradu ubraja i proizvodnja drvenjača. Nasuprot tome proizvodnja briketâ i ploča vlaknatica ne spada ovamo, već se obično ubraja u mehaničku, odnosno finalnu preradu drva. Nastojanje da se poveća otpornost drva protiv razaranja svake vrste u cilju produženja njegove trajnosti i upotrebe vrijednosti pokrenulo je granu prerade koja se bavi unošenjem kemikalija u drvo u svrhu zaštite od štetočina — konzervaciju ili impregnaciju drva. Ova se djelatnost također ubraja u kemijsku preradu drva.

Razvoj i stanje kemijske prerade drva u svijetu i Jugoslaviji. Najvažnija kemijska prerada drva bez sumnje je izrada celuloze i drvenjača, čija je potrošnja stalno u znatnom porastu. Ta proizvodnja u opskrbi prikladnim sirovinama nailazi na sve veće teškoće. To se naročito odnosi na drvo četinjača. Godine 1958 potrošnja celuloznog drva dostigla je samo u zapadnoj Evropi (uključivši i Finsku) 46 000 000 m³ ili gotovo 38% šumske proizvodnje ovog područja. Problem sirovinskih baze je dakle ozbiljan, pa se zato radi na ispitivanju koja imaju cilj: pronalaženje mogućnosti šire upotrebe listača (osobito bukovine i brzo rastuće topolovine) ne samo u svrhu kemijskog preradivanja nego i za industriju papira. Svjetska proizvodnja drvene celuloze iznosila je 1937 oko 14 Mt, a danas preko 50 Mt, dok je proizvodnja drvenjača u istom razdoblju porasla od 9,6 Mt na preko 20 Mt. U proizvodnji drvene celuloze prvo mjesto zauzimaju USA, slijede Kanada (koja je osim toga i najveći produceni drvenjača), skandinavske zemlje, SSSR, Japan, Francuska itd.

Pougljivanje drva jedan je od najstarijih obrta koji se je očuvao i do dana danasnjega. Industrija suhe destilacije razvila se tek polovinom XVIII vijeka, no prosperitet ove industrije trajao je samo do kraja prvog svjetskog rata. Nagli razvijati acilenske i naftne kemijske ozbiljno je ugrozio opstanak suhe destilacije, te se to ispoljilo u znatnom nazadovanju ove industrije. Dok se još 1924 na čitavom svijetu industrijski pougljilo oko 3 Mt drveta, danas opseg te industrije procjenjuje se na svega 1,8 Mt. Jedino u zemljama s velikim šumskim bogatstvima suha destilacija ima još danas opravdavanje.

Proizvodnja sirove borove smole putem smolareњa, i pored uvođenja "stimuliranog smolareњa", u opadanju je, a raste proizvodnja ekstrakcionog kolofonija i terpentinskog ulja iz panjevine, a naročito od kada je pojačano iskorisćavanje borovine, a time i dobivanje borovog ulja, u modernim tvornicama sulfatne celuloze. Svjetska proizvodnja iznosila je 1960 skoro 1 Mt kolofonija i ~ 0,3 Mt terpentinskog ulja. Najveći proizvođači su USA, SSSR i Kina.

Svjetska industrija biljnih ekstrakata, naročito iz drveta kvebrača, urundaja, hrastovine i pitome kestenovine, nalazi se već niz godina u teškoj situaciji. Uzrok je tome što se moderno proizvodnji kože u sve većoj mjeri upotrebljavaju sintetska štavila. Ovo je stanje dovelo do smanjivanja pa i likvidacije mnogih tvornica štavnih ekstrakata. Stanovito poboljšanje ekonomičnosti donosi iskoristavanje izluženog triješja za dobivanje furfurala ili, još bolje, za proizvodnju poluceluloze.

Hidroliza drveta relativno je nov postupak iskorisćavanja najsitnijih otpadaka drvene industrije za proizvodnju šećera i etilalkohola. Ali dok se u nekim zemljama (USA, SSSR, Japan) uspešno provodi, u drugima se hidroliza morala obustaviti zbog nerentabilnosti. Za sada naišao mogu samo veliki pogoni (s kapacitetom od najmanje 100 t/dan) izdržati konkurenčiju etanola proizvedenog na druge načine, a ne smije se izgubiti iz vida ni to da je dobivanje stočne hrane iz drva rentabilno samo kad su cijene krme visoke. Unatoč tome saharifikacija ostaje privlačna jer iskoristiće skoro bezvrijedan otpadak kao što je piljevina, a napretkom tehnike, npr. rješenjem problema iskoristićen lignina, i račun rentabilnosti hidrolize drva mogao bi se izmijeniti u njezinu korist.

Razvitkom željeznice, telegrafa i telefona, kao i opće industrijalizacije, nasta je u XIX vijeku potreba efikasnijih mjeru za očuvanje tako dragocjenog materijala kakav je drvo. Suzbijanje njegove biološke razgradnje vrši se skoro isključivo impregnacijom, tj. natapanjem zaštitnim sredstvima (antisepticima). Danas se impregnacija željezničkih prugova i stupova redovito provodi po postupcima koji su propisani od strane uprave željezničkih i PTT-poduzeća. Velikim se dijelom provodi i impregnacija drvene grade za vagone, automobile i avione, nadalje mostovske grade i kockice za popločivanje cesta, pa rudnickog drva i druge drvene grade.

Zaštitu drva od opasnosti lakog zapaljenja vrši se premazivanjem kemijskim spojevima koji ometaju ili bar usporavaju izgaranje jer sprečavaju atmosferski kisik da dode u doticaj s drvom.

Jugoslavija spada u zemlje koje su bogate šumama, pa ima zbog toga razvijenu drvenu industriju. Razumljivo je da se tokom vremena razvijalo i kemijsko iskoristavanje drva u sklopu drvo-industrijskih kombinata ili u posebnim pogonima. Početak ovih djelatnosti pada u pretposljednju deceniju prošlog stoljeća. Godine 1884 podignuta je u nas prva tvornica tanina za proizvodnju štavnog ekstrakta iz hrastovine i njezinih otpadaka. Proizvodnja ekstrakta iz pitome kestenovine, smrekove kore, lišća ruja i uvezenog kvebračo-drva kas-

nijeg je datuma. Godine 1885 proradila je prva tvornica celuloze koja se služila isključivo četinjačom sirovinom, a prva destilacija pojavila se godine 1896. I ostale grane kemijske prerade drva zastupane su u Jugoslaviji, kao impregnacija drva, dobivanje terpentinskog ulja i kolofonija itd. Iznimka je samo hidroliza, za koju ima doduće dovoljno sirovina, kao što su izluženi taninski otpaci, piljevina i drugi najslabiji drveni otpaci koji se ne mogu upotrijebiti ni za celulozu ni za umjetne ploče. Razvojni put kemijske prerade drva u nas jasno se može očitati iz tablice 1.

Tablica 1
PROIZVODNJA PRODUKATA KEMIJSKE PRERADE DRVA U SFRJ

Proizvod	1939	1955	1960	1965
<i>Industrija celuloze</i>				
Drvenjača kt	10	27	57	84
Celuloza kt	28	55	155	293
<i>Suha destilacija</i>				
Retortni ugljen kt	41 kt	21	26	26
Octena kis. 100% t		527	1107	1633
Aceton 100% t		209	334	27
Formaldehid 40% t		480	670	461
<i>Industrija tanina</i>				
Štavni ekstrakti				
čistog tanina kt	11	9	11	7
<i>Impregnacija drva</i>				
Impregnirano drvo tisuće m ³	111	139	170	155
<i>Prerada borove smole</i>				
Terpentinski ulje i Kolofonij kt	0,4	2	3	5

Sirovine za kemijsku preradu drva. Drvo za kemijsku preradu izrađuje se kao cijepanice i oblice, a za izvjesne svrhe također kao panjevinu. Troše se također šumski i pilanski otpaci. Ovo drvo treba da ima određena svojstva i prikladan kemijski sastav. Važna je i anatomска struktura. Tipičan primjer za to je fabrikacija celuloze: dugo je vlakno od najvećeg značaja za postizanje čvrstog papira. Smrekovina ima od svih vrsta drva najduža vlakna, stoga je smrekovina i najcjenjenija sirovina u proizvodnji celuloze, odnosno papira. Sadržaj smole u borovini omogućuje njenu upotrebu kao sirovina za dobivanje terpentinskog ulja i kolofonija. Prisutnost trijeslovine u nekim vrstama drveća i kora iskorističava tzv. taninska industrija za proizvodnju štavnih ekstrakata. Međutim, pored dostatnog sadržaja nekoga sastojka u biljci, bitna je također raspodjela toga sastojka. Otuda pojava da se npr. za proizvodnju štavila upotrebljava samo srževina, a za vadenje smole ekstrakcijom ili destilacijom ponavlja se preležala panjevina.

Poznavanje kemijskog sastava drvene materije neophodno je za pravilno iskorističavanje drva kao sirovine pri kemijskotehnološkoj preradi. Za sastav drva v. *Celuloza* (TE 2, str. 566) i *Drvo*.

Za kemijsku preradu upotrebljavaju se danas najrazličitije vrste drva. O tome vidi poglavljia odn. članke o pojedinim granama proizvodnje kemijskom preradom drva.

Privredno značenje kemijske prerade drva veliko je zbog toga što se za ovu svrhu mogu iskoristiti i drveni otpaci koji bi inače propali. Količina tih otpadaka vrlo je velika. U većini slučajeva oni se mogu korisno upotrijebiti jedino kemijskim putem, jer pri tom ne smetaju ni sitne dimenzije ni nezgodni oblici. Neprilik je samo u tome što je transport takvog materijala skup i tegoran. Od šumskih otpadaka može se upotrijebiti: granjevina listača i četinjača od 3 cm prečnika naviše (npr. za suhu destilaciju), borova panjevina (za ekstrakciju u svrhu dobivanja borovog ulja, kolofonija, katrana itd. i za suhu destilaciju), hrastova panjevina (za proizvodnju štavnih ekstrakata). Od otpadaka drvene industrije mogu se kemijski preraditi: krupan pilanski otpadak (porupci, zarupci i okrajci) za suhu destilaciju, štavila, celulozu i saharifikaciju, piljevina za hidrolizu, štavne materije, oksalnu kiselinu, terpentinski ulje i kolofonij, šuška (talaška) može služiti kao dodatna sirovina za dobivanje celuloze. Pri izvjesnim postupcima, međutim, ne mogu se upotrijebiti otpaci onečišćeni ljepilima, a isto to važi za otpadak koji ima suviše kore ili lika.

Postupci kemijske prerade drva. Kemijska prerada drva daje visokovrijedne proizvode kao celulozu, papir, smole, terpentinski ulje, kolofonij, drveni ugljen, drveni šećer, štavila i niz kemijskih sastojaka. Danas se za preradu drva primjenjuju ovi kemijsko-tehnološki postupci: termičko rastvaranje, rastvaranje pomoću kemijskih sastojaka i ekstrakcija bez razaranja anatomskih struktura.