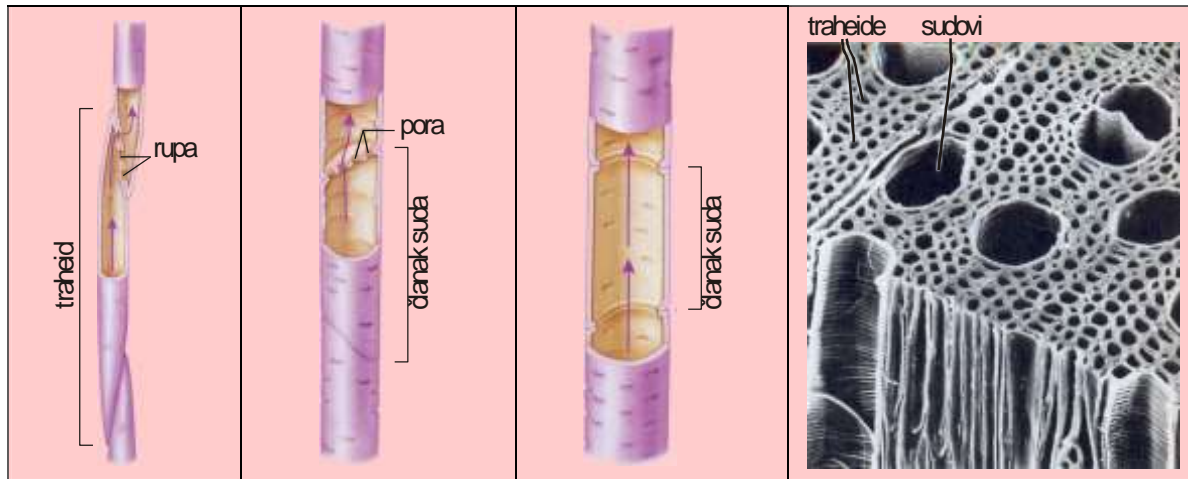


DRVO KAO GRAĐEVINSKI KONSTRUKCIJSKI MATERIJAL

Mr.sc. Miomir Stojnović

Visoko gospodarsko učilište u Križevcima

UNUTRAŠNJA GRAĐA DRVETA



- Definicija:

- Drvo je prirodni organski materijal nehomogenog sastava čija se građa sastoji od **šupljih, duguljastih, cilindričnih i vlaknastih stanica**.
- Vlakanca su postavljena **uzduž debla i u smjeru vlaknaca drvo ima najbolja mehanička svojstva**.

SVOJSTVA DRVA

- Relativno visoka čvrstoća pri niskoj gustoći (600-800 kg/m³)
- Lako oblikovanje postupcima rezanja
- Izvanredna vlačna svojstva u uzdužnom pravcu vlakana

NEDOSTACI:

- Nehomogenost
- Anizotropija (različita mehanička svojstva, ovisno o smjeru opterećenja)
- Zapaljivost
- Promjena mehaničkih svojstava i volumena kod promjene vlažnosti

KLASIFIKACIJA DRVENE GRAĐE (HRN UD0.001)

- I KLASA – građa visoke nosivosti
- II KLASA – građa normalne nosivosti
- III KLASA – građa male nosivosti

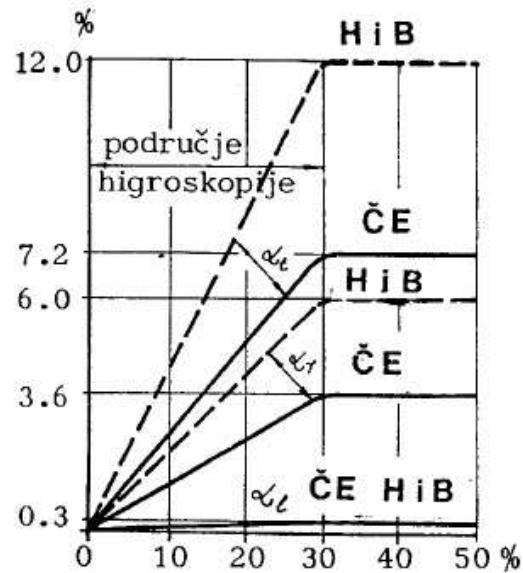
Najčešće korišteno drvo za konstrukcije je II klasa četinara

Skupljanje i bubrenje drva veliki je nedostatak ovog materijala, tim više što je promjena dimenzija različita za uzdužni, radijalni i tangencijalni smjer :

Osim ovoga, kolebanje vlažnosti direktno utječe i na mehanička svojstva drva.

Srednje vrijednosti koeficijenata skupljanja odnosno bubrenja za promjenu vlažnosti od 1%

	radijalno (α_r)	tangencijalno (α_t)	longitudinalno (α_l)
četinjače	0.12%	0.24%	0.01%
listače	0.20%	0.40%	0.01%



H i B — hrast i bukva

Č E — četinjače

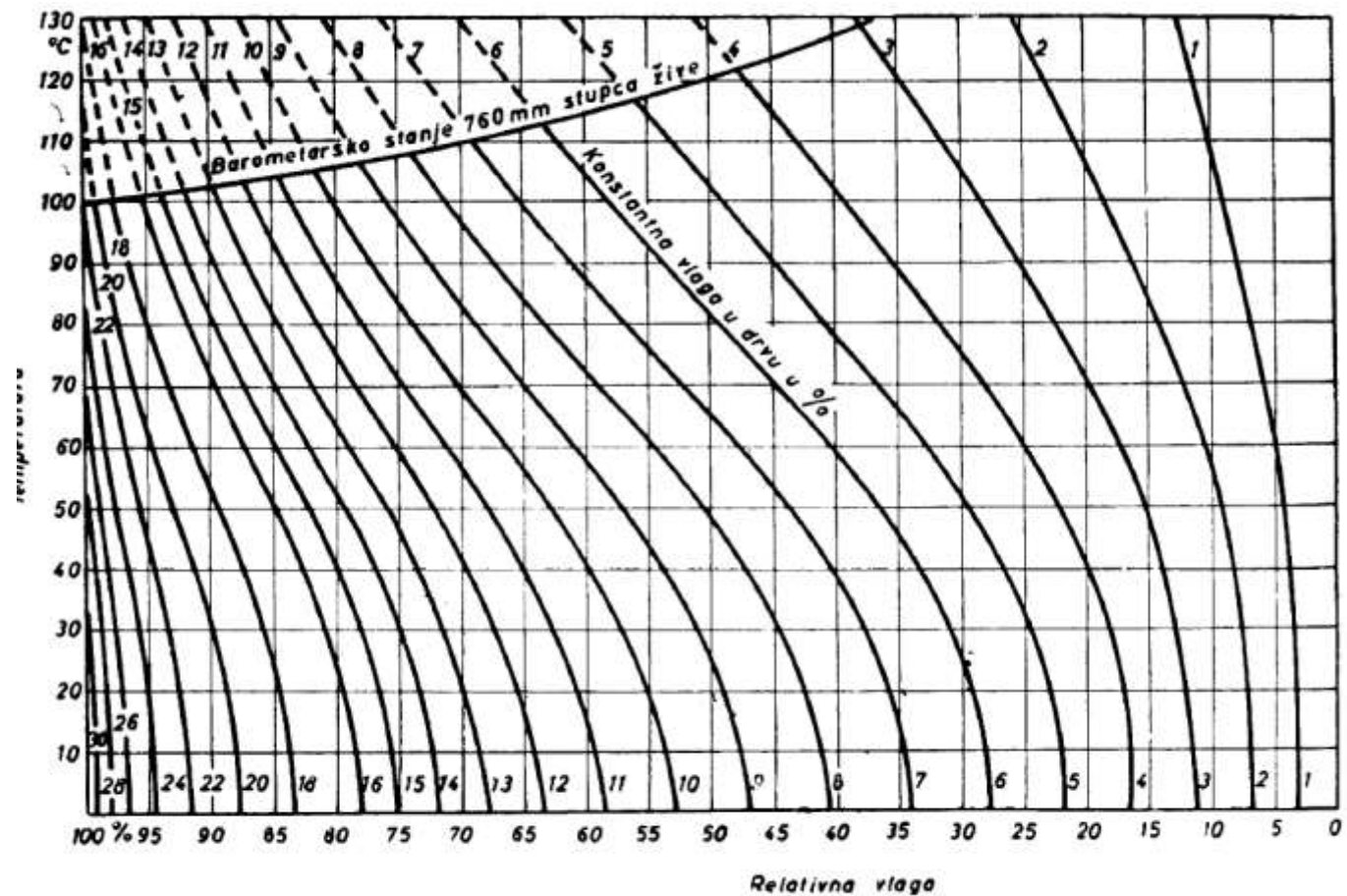
Sadržaj vlage u drvu tijekom odležavanja

Postotak vlage

Vrsta drva	Broj mjeseci odležavanja			
	6	12	18	24
bukovina	33	24	20	20
borovina	35	18	16	17
hrastovina	31	27	25	21
grabovina	31	26	22	19
jelovina	28	17	15	19

Dijagram vrijednosti koeficijenata skupljanja odnosno bubrenja kod promjene vlažnosti

Higroskopska ravnoteža za drvo



Vlaga higroskopske ravnoteže za drvo – prema R. Keylwerthu

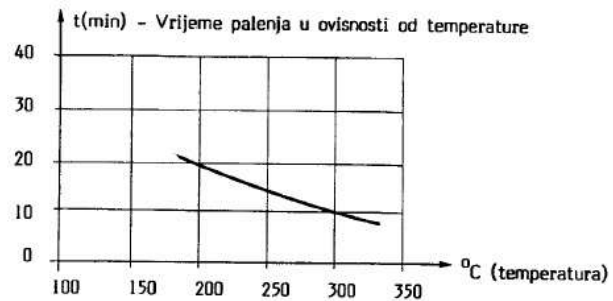
Protupožarna svojstva drva

Protupožarnu sigurnost karakteriziraju dva kriterija :

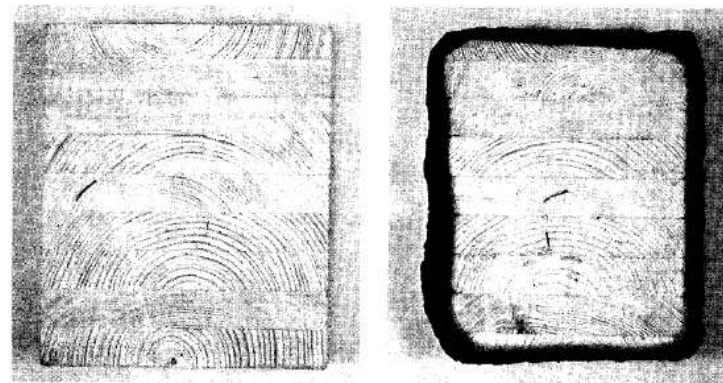
1. Zapaljivost materijala
2. Ponašanje konstrukcije pod djelovanjem požarnih temperatura

Djelovanje ekstremnih požarnih temperatura, s konstruktorskog aspekta, uništava sve građevne materijale u relativno kratkom roku, pa tako i konstrukcije iz negorivih materijala.

Drvo se zapaljuje kod temperature 250° do 300° C što je posljedica njegovog kemijskog rastvaranja porastom temperature okoline (predgrijavanje). U realnom požaru brzo se postižu temperature iznad 500° C. U tim uvjetima dolazi do pougljenja vanjske zone nosača sa brzinom stvaranja sloja od 0,8 mm/min za četinare odnosno 0,6 mm/min za tvrda drva.

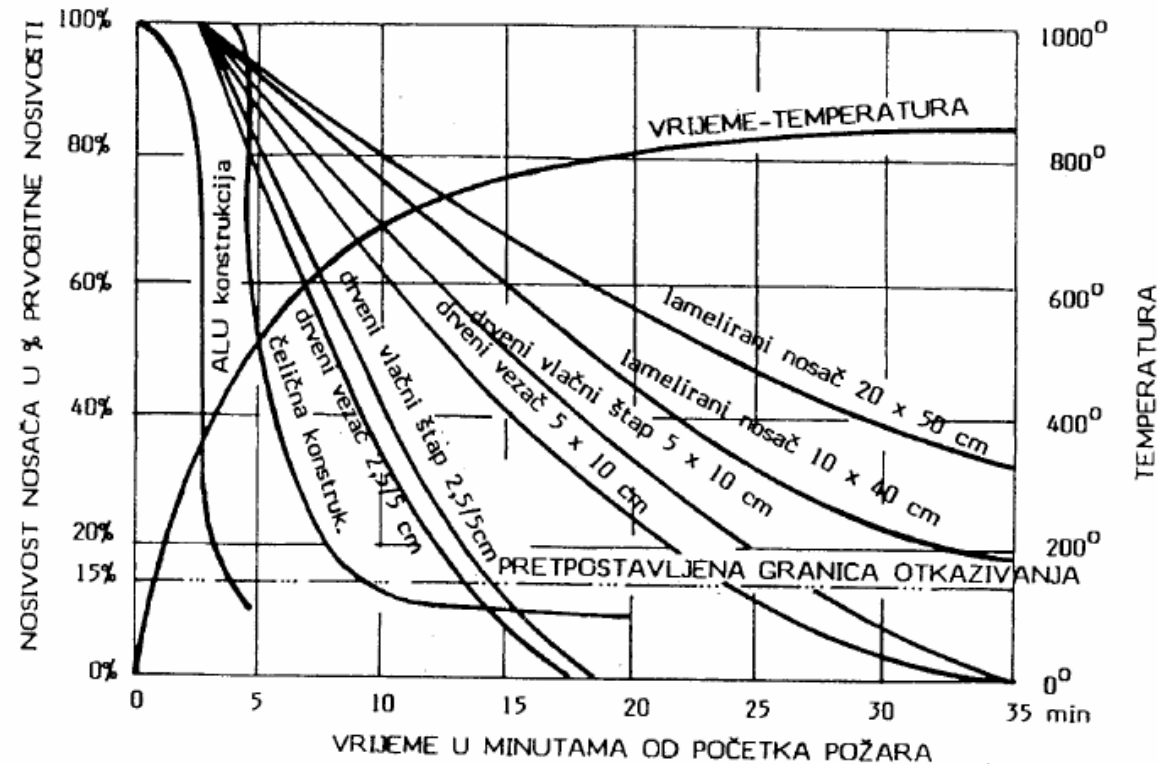


PRIJE ISPITIVANJA POPREČNI PRESJEK
VATROOTPORNOSTI NAKON ISPITIVANJA



Neizgoreni materijal neznatno gubi svoja elastomehanička svojstva i u stanju je preuzeti neka opterećenja.

Kod čeličnih i armiranobetonskih konstrukcija požarne temperature između 400° i 600° stupnjeva pogubne su za konstrukcije, iako materijali nisu zapaljivi. Kod čelika vrijeme otkazivanja ne ovisi o veličini poprečnih presjeka, dočim kod armiranog betona vrijeme otkazivanja ovisi o debljini zaštitnog sloja (porast temperature armaturnog čelika).



Vatrootpornost konstrukcija iz različitih materijala

Za osiguranje sigurnosti drvenih konstrukcija u požaru propisane su dimenzije poprečnih presjeka za 30 minutnu odnosno 60 minutnu otpornost (klase F30 i F60) prema DIN 4102.

U klasu F30 spadaju elementi koji nakon 30 min požara :

- zadrže nosivost maksimalnog računskog opterećenja
- ne prekorače brzinu prirasta progiba $\Delta f / \Delta t = L^2 / 9000 h$

$\Delta f / \Delta t$ – brzina prirasta progiba u cm/min

L – raspon u cm

h – visina poprečnog presjeka u cm

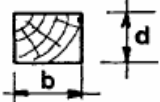
U klasu F60 spadaju elementi koji zadovolje gornje uvjete u 60 minutnom požaru.

Minimalne dimenzije nosača koje zadovoljavaju gornje klase (greda i stupova) dane su tabelarno – prema DIN i prema našim normama.

Vatrootpornost lameliranih nosača (prema DIN 4102)

gorenje	klasa	min A (cm ²)	min b (cm)	min h (cm)
po cijelom opsegu	F — 30	400	10	18
	F — 60	1000	20	30
samo tri strane	F — 30	350	10	18
	F — 60	450	16	20

Vatrootpornost stupova (prema DIN 4102)

	klasa vatrootpornosti	
	F — 30	F — 60
vitkost $\lambda = L_i / i_{min}$	≤ 100	≤ 50
	$b \geq 12 \text{ cm}$ $h \geq 1.5 b$	$b \geq 26 \text{ cm}$

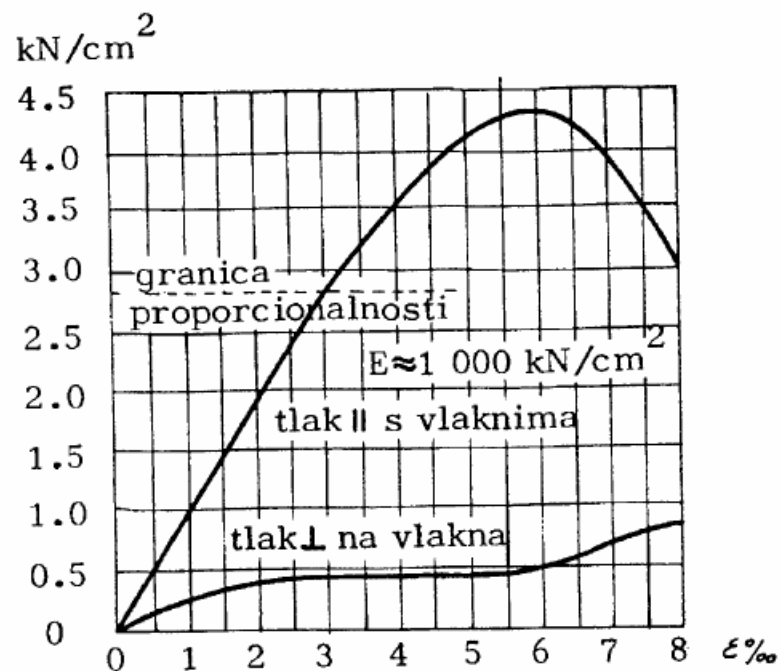
Najmanje dimenzije nosača od monolitnog drva (HRN U.C9.500)

redni broj	maksimalno naprezanje u poprečnom presjeku	izloženost nosača djelovanju požara			
		sa tri strane		sa četiri strane	
		vatrootpornost u min			
		30	60	30	60
najmanja širina b (mm)					
1	$\sigma \geq 1300 \text{ N/cm}^2$	150	300	160	320
2	$\sigma = 1000 \text{ N/cm}^2$	120	240	130	260
3	$\sigma = 700 \text{ N/cm}^2$	90	200	100	220
4	$\sigma \leq 300 \text{ N/cm}^2$	80	180	90	200
najmanja visina h (cm)					
1	$\sigma \geq 1300 \text{ N/cm}^2$	260	520	300	600
2	$\sigma = 1000 \text{ N/cm}^2$	200	400	240	480
3	$\sigma = 700 \text{ N/cm}^2$	160	320	200	400
4	$\sigma \leq 300 \text{ N/cm}^2$	140	240	180	320
Napomena: međuvrijednosti se dobivaju linearnom interpolacijom					

Najmanje dimenzije nosača od lameliranog drva (HRN U.C9.500)

redni broj	maksimalno naprezanje u poprečnom presjeku	izloženost nosača djelovanju požara			
		sa tri strane		sa četiri strane	
		vatrootpornost u min			
		30	60	30	60
najmanja širina b (mm)					
1	$\sigma \geq 1400 \text{ N/cm}^2$	140	280	150	300
2	$\sigma = 1100 \text{ N/cm}^2$	110	220	120	240
3	$\sigma = 700 \text{ N/cm}^2$	80	160	90	180
4	$\sigma \leq 300 \text{ N/cm}^2$	80	140	80	160
najmanja visina h (cm)					
1	$\sigma \geq 1400 \text{ N/cm}^2$	280	520	310	620
2	$\sigma = 1000 \text{ N/cm}^2$	200	400	250	500
3	$\sigma = 700 \text{ N/cm}^2$	150	300	190	380
4	$\sigma \leq 300 \text{ N/cm}^2$	120	220	160	300
Napomena: međuvrijednosti se dobivaju linearnom interpolacijom					

Mehanička svojstva drva



σ - ϵ dijagram ispitivanja uzorka borovine na tlak paralelno i okomito na vlakanca

Tlačna čvrstoća

Čvrstoća paralelno s vlakancima

Granica proporcionalnosti σ_p je za četinare na 50 – 75 % a za lišćare na cca 85 % sile loma.

Lom nastaje kao posljedica izvijanja vlakanca kasnog drva koji se utiskuju u zone vlakanca ranog drva. Lomna čvrstoća uzorka borovine je 3,5 do 5,0 kN/cm^2 .

Čvrstoća okomito na vlakanca

Opće karakteristike ovog dijagrama jesu male čvrstoće i velike deformacije.

Uočljiva su tri karakteristična područja:

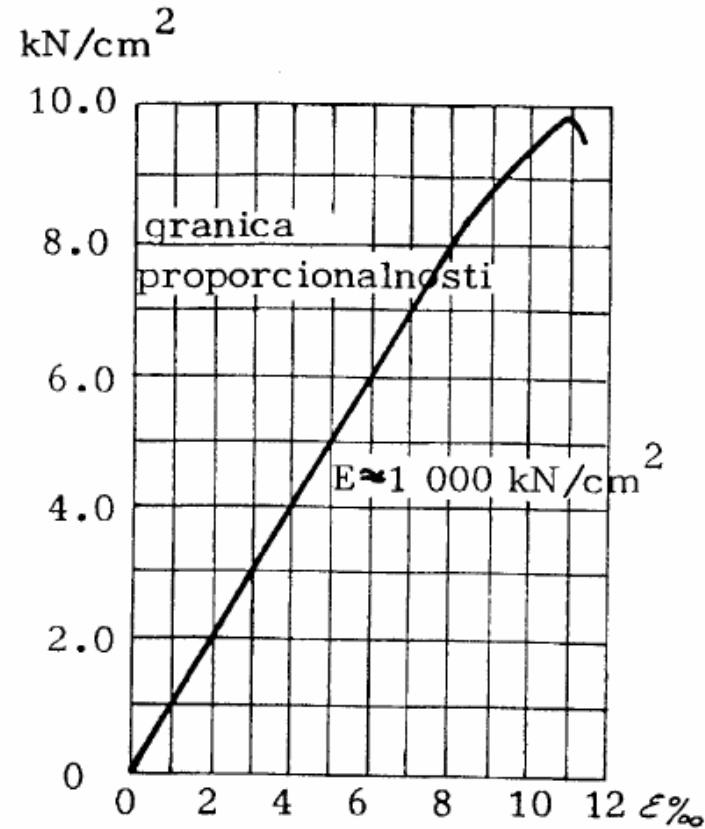
- Početni
Drvo se ponaša elastično, deformacije su proporcionalne naprezanju
- Srednji
Vidi se veliko povećanje deformacija uz neznatan prirast naprezanja
- Završni
Deformacije se smanjuju uz prirast naprezanja

U završnom području dolazi do loma stijenki cjevastih vlakanca čime se povećava zbijenost a time i otpor opterećenju. Do početka loma i zbijanja dolazi već u srednjem karakterističnom području.

Granica proporcionalnosti σ_p kod četinara je cca 35% a kod lišćara cca 70% lomne čvrstoće.

Vlačna čvrstoća paralelno sa vlakancima

Vlačna čvrstoća je vrlo visoka i kreće se u granicama 8,00 – 10,0 kN/cm². Dijagram je gotovo pravolinijski, granica proporcionalnosti je vrlo visoko, sasvim blizu lomne granice, područje loma je vrlo usko. Navedene karakteristike su karakteristike krtoḡ materijala.



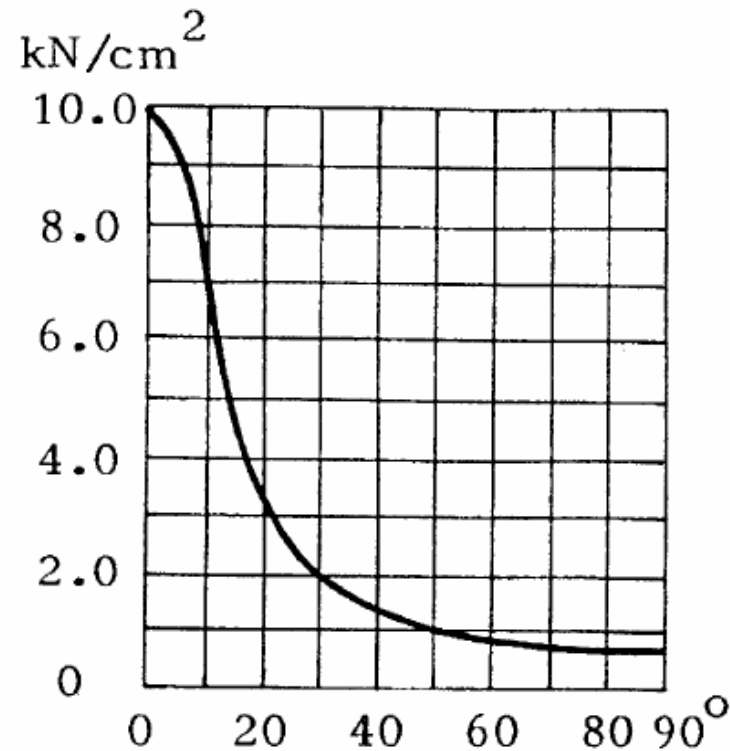
σ—ε dijagram ispitivanja uzorka borovine na vlak paralelno sa vlakancima

Vlačna čvrstoća okomito na vlakanca

Vlačna čvrstoća okomito na vlakanca je zanemariva.

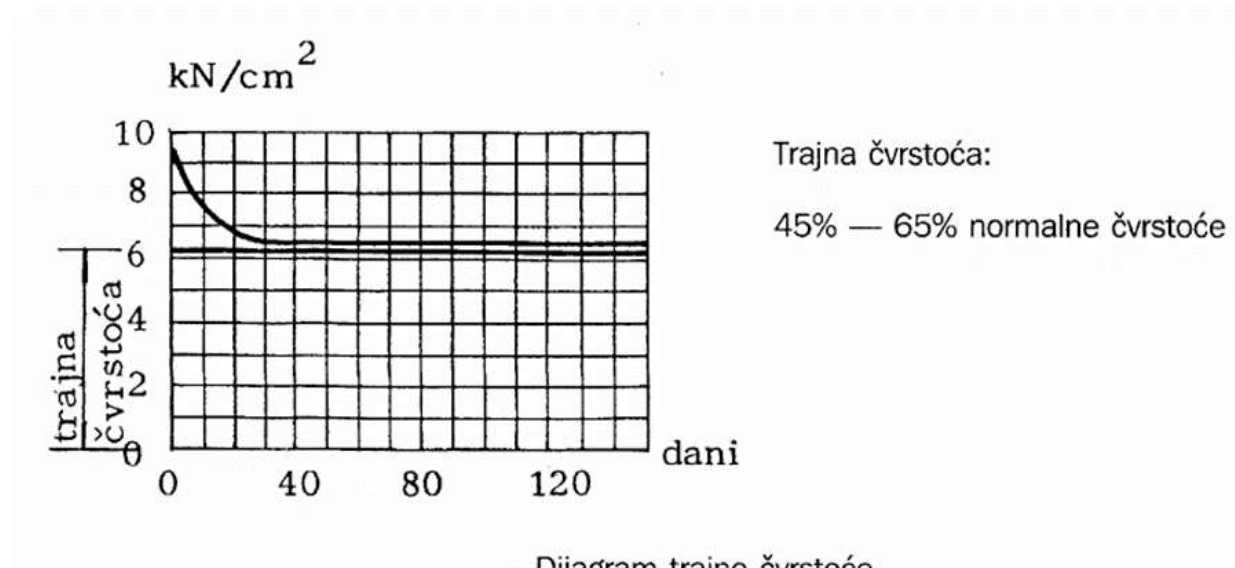
Ovu vrstu naprezanja nazivamo još i naponom cijepanja.

U drvenim konstrukcijama ovakva naprezanja nisu dopuštena i treba ih izbjegavati odnosno preuzimati posebnim konstruktivnim mjerama.



Ovisnost vlačne čvrstoće od smjera djelovanja sile u odnosu na smjer vlakanca

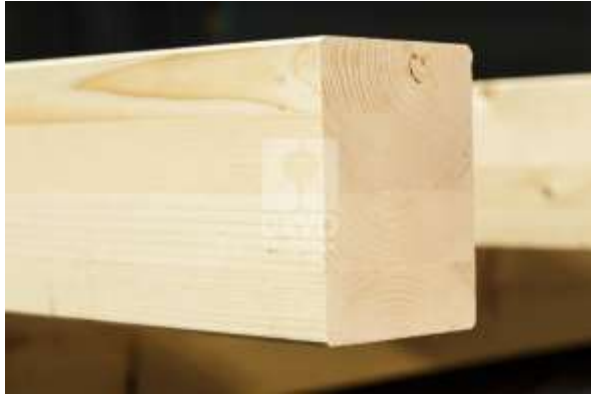
Trajna čvrstoća drvene konstrukcije, ovisno o vremenskom razdoblju i intenzitetu opterećenja, kreće se u granicama od 45 – 60 % nominalne čvrstoće.



DRVNA GRAĐA, PROIZVODI OD DRVA

- PILJENA (REZANA) GRAĐA:
 - Daske
 - Planke
 - Letve
 - Štafle
 - Fosne
 - Grede-puno drvo
 - Grede-lamelirane (lijepljene)

- GREDE



- DASKE



- ŠTAFLE



- LETVE

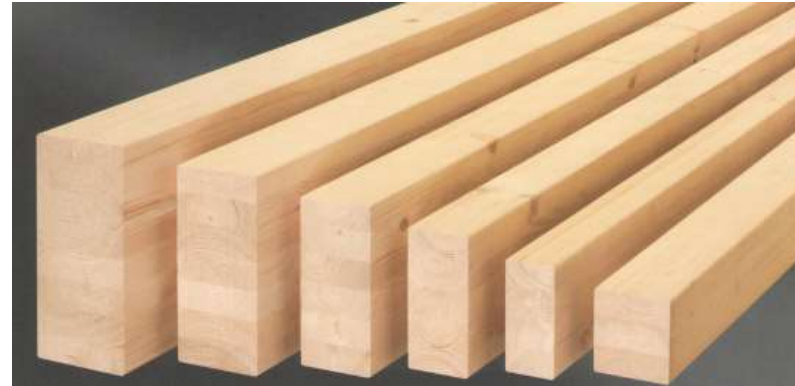


LIJEPLJENO LAMELIRANO DRVO (LLD)

- Lijepljeno lamelirano drvo je građevinski materijal dobiven od tankih drvenih elemenata podjednake širine (dasaka) postavljenih jedan preko drugog, slijepljenih u međusobnim spojnima ravninama određenim vrstama ljepila pod određenim uvjetima i predstavlja element konstrukcije praktično neograničenih dimenzija poprečnog presjeka i dužine.
- Ovako dobiveni materijal ima mehaničke karakteristike koje su ujednačenije od mehaničkih karakteristika masivnog drveta-materijala od kojeg je lijepljeno lamelirano drvo nastalo. Izrada elemenata konstruktivnog sistema ili cijele konstrukcije objekta je strogo kontrolirani tehnološki postupak. Odvija se u tvornicama lijepljenih lameliranih konstrukcija tako da su elementi konstrukcije od lijepljenog lameliranog drva industrijski proizvod standardne kvalitete.

Krovnna konstrukcija od lameliranog drva (lijevo) Ravno i lučno lamelirano drvo (desno)

(Izvor: drvene-konstrukcije.hr)



UKOČENO DRVO (ŠPERPLOČE)

- *Anizotropna svojstva* drva se mogu *smanjiti* s proizvodnjom *šperploča*.
- Tanki slojevi drva, nazvani *furniri*, se režu iz trupaca. Furniri se međusobno spajaju s *vlaknima orijentiranim pod kutom od 90°*, uobičajeno se upotrebljava parni broj furnira. Ovi kutovi moraju biti precizni kako se šperploča ne bi izvijala i savijala s promjenom sadržaja vode.
- Pojedinačne šperploče se uglavnom spajaju jedna uz drugu s *fenolnim smolama na povišenim temperaturama*. Smola se dovodi između furnira, koji se međusobno *prešaju*, a toplina uzrokuje polimerizaciju smole.



OSB PLOČE (ORIENTED STRAND BOARD)

- OSB ploče proizvode se od specifično usmjerenog usitnjenog drvenog iverja prešanog i slijepljenog smolom (fenol formaldehid, izocijanati) pri visokim temperaturama.
- **KARAKTERISTIKE**
 - Visoka izdržljivost i otpornost
 - Visok kapacitet nosivosti
 - Visoka stabilnost
- **PRIMJENA**
 - Unutarnja nosiva obloga zidova i stropova, pregrade, podovi
 - Obloga za nosivi zid
 - Proizvodnja velikih reklamnih plakata

