

Eurocode 5

Design of timber structures

Proračun drvenih konstrukcija

SRPS EN 1995-1-1

DEO 3.

25. mart 2020.

OSNOVE PRORAČUNA I DIMENZIONISANJA DRVENIH KONSTRUKCIJA PREMA GRANIČNIM STANJIMA NOSIVOSTI I UPOTREBLJIVOSTI

1.2 Principi proračuna drvenih konstrukcija prema graničnim stanjima



Proračun drvenih konstrukcija prema Evro kodu 5 zasniva se na konceptu graničnih stanja. Reč je o polu-probabilističkoj metodi proračuna koja se oslanja na stohastičku prirodu promenljivih veličina i teoriju verovatnoće. U okviru proračuna sve promenljive veličine (opterećenja, svojstva materijala i geometrijski podaci) su predstavljene takozvanim proračunskim vrednostima koje se dobijaju pomoću parcijalnih koeficijenata sigurnosti, pa se ova metoda proračuna naziva metoda proračunskih vrednosti ili metoda parcijalnih koeficijenata.



Sušтина proračuna je da se dokaže da ni u jednoj proračunskoj situaciji koja se može javiti tokom eksploatacionog veka konstrukcije neće doći do prekoračenja ni jednog relevantnog graničnog stanja. Granična stanja su stanja čijim dostizanjem ili prekoračenjem konstrukcija gubi svoja osnovna svojstva i nije više u stanju da odgovori proračunskim zahtevima. U zavisnosti od toga koja svojstva su u pitanju, razlikuju se granična stanja nosivosti i granična stanja upotrebljivosti.

Granična stanja nosivosti se manifestuju gubitkom nosivosti konstrukcije ili nekog njenog dela, a tiču se sigurnost ljudi, sigurnosti konstrukcije i u izvesnim slučajevima zaštite sadržaja objekata.



Granična stanja nosivosti mogu nastupiti:

- usled gubitka statičke ravnoteže konstrukcije ili nekog njenog dela;
- lomom u preseku elemenata konstrukcije ili veza;
- lomom usled prevelike deformacije ili prelaskom u mehanizam konstrukcije ili nekog njenog dela;
- gubitkom stabilnosti konstrukcije ili nekog njenog dela;
- zamorom materijala.

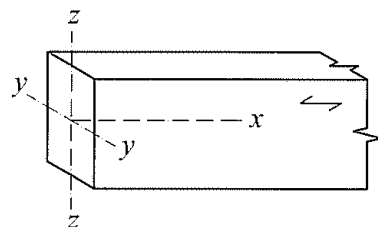


Granična stanja upotrebljivosti se manifestuju gubitkom upotrebljivosti konstrukcije pri normalnoj eksploataciji, a tiču se funkcionisanja konstrukcije, komfora korisnika i izgleda objekta. Granična stanja upotrebljivosti se razmatraju kroz kriterijume koji se odnose na deformacije pojedinačnih elemenata konstrukcije (npr. ugibi) ili konstrukcije kao celine (npr. horizontalna pomeranja), vibracije i oštećenja koja nepovoljno utiču, pre svega, na izgled i trajnost konstrukcije.

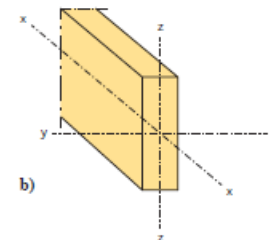
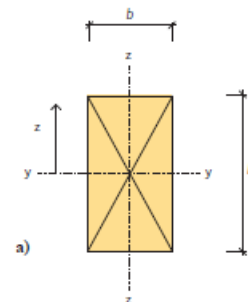
OSNOVE PRORAČUNA I DIMENZIONISANJA DRVENIH KONSTRUKCIJA PREMA GRANIČNIM STANJIMA NOSIVOSTI I UPOTREBLJIVOSTI

1.3 Dokaz nosivosti preseka

Izrazi za proveru nosivosti preseka dati u Evrokodu 5 primenjuju se na elemente od monolitnog drveta, lepljenog lameliranog drveta ili proizvoda na bazi drveta čija se vlakna u suštini pružaju u pravcu dužine elementa. U sistemu označavanja, kako je prikazano na slici 1.1, x osa predstavlja podužnu (longitudinalnu) osu elementa, dok y i z ose predstavljaju ose poprečnog preseka.



Slika 1.1: Ose elementa



1.3.1 Zatezanje paralelno vlaknima

Kod elemenata koji su izloženi zatezanju paralelno vlaknima treba da bude zadovoljen sledeći uslov:

$$\sigma_{t,0,d} \leq f_{t,0,d} \quad (1.26)$$

gde je:

$\sigma_{t,0,d}$ proračunska vrednost napona zatezanja paralelno vlaknima;

$f_{t,0,d}$ proračunska vrednost čvrstoće na zatezanje paralelno vlaknima.

Proračunsku vrednost napona zatezanja paralelno vlaknima treba izračunati prema izrazu:

$$\sigma_{t,0,d} = \frac{F_{t,0,d}}{A_n} \quad (1.27)$$

gde je:

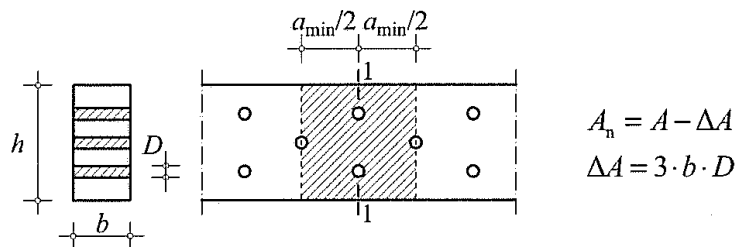
$F_{t,0,d}$ proračunska vrednost sile zatezanja paralelno vlaknima;

A_n neto površina poprečnog preseka.

OSNOVE PRORAČUNA I DIMENZIONISANJA DRVENIH KONSTRUKCIJA PREMA GRANIČNIM STANJIMA NOSIVOSTI I UPOTREBLJIVOSTI

1.3.1 Zatezanje paralelno vlaknima

Proračun napona zatezanja treba sprovesti sa neto površinom poprečnog preseka (bruto površina preseka umanjena za sva eventualna slabljenja - od zasecanja i spojnih sredstava). Slabljenje poprečnog preseka može se zanemariti u slučajevima kada je ono izazvano ekserima i zavrtnjima za drvo prečnika 6 mm ili manje, ugrađenim bez prethodno izbušenih rupa. Kod procene neto poprečnog preseka u vezi sa smaknuto raspoređenim spojnim sredstvima, sve rupe unutar rastojanja jednakog polovini minimalnog razmaka spojnih sredstava u pravcu vlakana od razmatranog poprečnog preseka (presek 1-1 na slici 1.2) treba smatrati kao da se javljaju u tom poprečnom preseku.



Slika 1.2: Slabljenje poprečnog preseka

Proračunsku vrednost čvrstoće na zatezanje paralelno vlaknima treba izračunati prema izrazu:

$$f_{t,0,d} = \frac{k_{\text{mod}} \cdot k_h \cdot f_{t,0,k}}{\gamma_M} \quad (1.28)$$

gde je:

$f_{t,0,k}$ karakteristična vrednost čvrstoće na zatezanje paralelno vlaknima;

k_{mod} korekcionni koeficijent kojim se uzima u obzir uticaj trajanja opterećenja i vlažnost drveta;

k_h koeficijent kojim se uzima u obzir uticaj veličine elementa na čvrstoću na zatezanje, a računa se prema sledećem:

- za monolitno drvo

$$k_h = \min \left\{ \left(\frac{150}{h} \right)^{0,2} \right. \quad \text{za } h \leq 150 \text{ mm} \\ \left. 1,3 \right. \\ k_h = 1 \quad \text{za } h > 150 \text{ mm}$$

- za lepljeno lamelirano drvo

$$k_h = \min \left\{ \left(\frac{600}{h} \right)^{0,1} \right. \quad \text{za } h \leq 600 \text{ mm} \\ \left. 1,1 \right.$$

$$k_h = 1 \quad \text{za } h > 600 \text{ mm}$$

gde je h veća dimenzija poprečnog preseka ($\max(b; h)$);
 γ_M parcijalni koeficijent sigurnosti za svojstva materijala.

OSNOVE PRORAČUNA I DIMENZIONISANJA DRVENIH KONSTRUKCIJA PREMA GRANIČNIM STANJIMA NOSIVOSTI I UPOTREBLJIVOSTI

1.3.2 Pritisak paralelno vlaknima bez dokaza stabilnosti

Kod elemenata koji su izloženi pritisku paralelno vlaknima treba da bude zadovoljen sledeći uslov:

$$\sigma_{c,0,d} \leq f_{c,0,d} \quad (1.31)$$

gde je:

$\sigma_{c,0,d}$ proračunska vrednost napona pritiska paralelno vlaknima;
 $f_{c,0,d}$ proračunska vrednost čvrstoće na pritisak paralelno vlaknima.

Proračunsku vrednost napona pritiska paralelno vlaknima treba izračunati prema izrazu:

$$\sigma_{c,0,d} = \frac{F_{c,0,d}}{A} \quad (1.32)$$

gde je:

$F_{c,0,d}$ proračunska vrednost sile pritiska paralelno vlaknima;
 A površina poprečnog preseka.

Proračun napona pritiska generalno treba sprovesti sa bruto površinom poprečnog preseka. Slabljenje poprečnog preseka rupama za spojna sredstva se zanemaruje ukoliko je materijal spojnih sredstava veće krutosti od drveta i ukoliko između spojnih sredstva i drveta postoji kvalitetan kontakt. Kada spojna sredstva nisu kvalitetno ugrađena i između spojnih sredstava i priključnog drveta nije osiguran neposredan kontakt, proračun treba sprovesti sa neto površinom preseka.

Proračunsku vrednost čvrstoće na pritisak paralelno vlaknima treba izračunati prema izrazu:

$$f_{c,0,d} = \frac{k_{\text{mod}} \cdot f_{c,0,k}}{\gamma_M} \quad (1.33)$$

gde je:

$f_{c,0,k}$ karakteristična vrednost čvrstoće na pritisak paralelno vlaknima;
 k_{mod} korekcionni koeficijent kojim se uzima u obzir uticaj trajanja opterećenja i vlažnost drveta;
 γ_M parcijalni koeficijent sigurnosti za svojstva materijala.

OSNOVE PRORAČUNA I DIMENZIONISANJA DRVENIH KONSTRUKCIJA PREMA GRANIČNIM STANJIMA NOSIVOSTI I UPOTREBLJIVOSTI

1.3.3 Pritisak paralelno vlaknima sa dokazom stabilnosti

Kod elemenata koji su izloženi pritisku paralelno vlaknima, pri čemu postoji mogućnost izvijanja, treba da budu zadovoljeni sledeći uslovi:

$$\sigma_{c,0,d} \leq k_{c,y} \cdot f_{c,0,d} \quad (1.41)$$

$$\sigma_{c,0,d} \leq k_{c,z} \cdot f_{c,0,d} \quad (1.42)$$

gde je:

$\sigma_{c,0,d}$ proračunska vrednost napona pritiska paralelno vlaknima;

$f_{c,0,d}$ proračunska vrednost čvrstoće na pritisak paralelno vlaknima;

$k_{c,y}$ koeficijent nestabilnosti za izvijanje oko y-ose;

$k_{c,z}$ koeficijent nestabilnosti za izvijanje oko z-ose.

Proračunsku vrednost napona pritiska paralelno vlaknima treba izračunati prema izrazu:

$$\sigma_{c,0,d} = \frac{F_{c,0,d}}{A} \quad (1.43)$$

gde je:

$F_{c,0,d}$ proračunska vrednost sile pritiska paralelno vlaknima;

A površina poprečnog preseka.

Proračunsku vrednost čvrstoće na pritisak paralelno vlaknima treba izračunati prema izrazu:

$$f_{c,0,d} = \frac{k_{mod} \cdot f_{c,0,k}}{\gamma_M} \quad (1.44)$$

gde je:

$f_{c,0,k}$ karakteristična vrednost čvrstoće na pritisak paralelno vlaknima;

k_{mod} korekcionni koeficijent kojim se uzima u obzir uticaj trajanja opterećenja i vlažnost drveta;

γ_M parcijalni koeficijent sigurnosti za svojstva materijala.

OSNOVE PRORAČUNA I DIMENZIONISANJA DRVENIH KONSTRUKCIJA PREMA GRANIČNIM STANJIMA NOSIVOSTI I UPOTREBLJIVOSTI

1.3.3 Pritisak paralelno vlaknima sa dokazom stabilnosti

Koeficijenti nestabilnosti se mogu izračunati prema sledećim izrazima:

$$k_{c,y} = \frac{1}{k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}} \quad (1.45)$$

$$k_{c,z} = \frac{1}{k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2}} \quad (1.46)$$

sa

$$k_y = 0,5 \cdot (1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel,y} - 0,3) + \lambda_{rel,y}^2) \quad (1.47)$$

$$k_z = 0,5 \cdot (1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel,z} - 0,3) + \lambda_{rel,z}^2) \quad (1.48)$$

gde je:

$\lambda_{rel,y}$ relativna vitkost za izvijanje oko y-ose;

$\lambda_{rel,z}$ relativna vitkost za izvijanje oko z-ose;

β_c koeficijent kojim se uzima u obzir geometrijska imperfekcija, a iznosi:

$$\beta_c = \begin{cases} 0,2 & \text{za monolitno drvo} \\ 0,1 & \text{za lepljeno lamelirano drvo} \end{cases}$$

Relativne vitkosti treba izračunati kao:

$$\lambda_{rel,y} = \frac{\lambda_y}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,05}}} \quad (1.49)$$

$$\lambda_{rel,z} = \frac{\lambda_z}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,05}}} \quad (1.50)$$

sa

$$\lambda_y = \frac{l_{ef,y}}{i_y} \quad (1.51)$$

$$\lambda_z = \frac{l_{ef,z}}{i_z} \quad (1.52)$$

gde je:

λ_y vitkost za izvijanje oko y-ose;

λ_z vitkost za izvijanje oko z-ose;

$l_{ef,y}$ dužina izvijanja za izvijanje oko y-ose;

$l_{ef,z}$ dužina izvijanja za izvijanje oko z-ose;

i_y poluprečnik inercije preseka za y-osu:

$$i_y = \sqrt{I_y / A};$$

i_z poluprečnik inercije preseka za z-osu:

$$i_z = \sqrt{I_z / A};$$

$f_{c,0,k}$ karakteristična vrednost čvrstoće na pritisak paralelno vlaknima;

$E_{0,05}$ karakteristična vrednost modula paralelno vlaknima (5% fraktil).

OSNOVE PRORAČUNA I DIMENZIONISANJA DRVENIH KONSTRUKCIJA PREMA GRANIČNIM STANJIMA NOSIVOSTI I UPOTREBLJIVOSTI

1.3.3 Pritisak paralelno vlaknima sa dokazom stabilnosti

U cilju uprošćenja proračuna, koeficijent nestabilnosti se obično prezentuje tabelarno. U tabeli 1.15 su date vrednosti koeficijenta k_c u zavisnosti od vitkosti elementa λ i za određene klase čvrstoće monolitnog i lepljeno lameliranog drveta.

Tabela 1.15: Vrednosti koeficijenta nestabilnosti k_c za monolitno i lepljeno lamelirano drvo

λ	C 24	C 30	GL 24		GL 28		GL 30	
			h	c	h	c	h	c
0 - 15	1,0	1,0	1,0		1,0		1,0	
20	0,991	0,991	0,998	0,999	0,997	0,999	0,997	1,000
25	0,971	0,970	0,989	0,990	0,987	0,990	0,987	0,991
30	0,948	0,947	0,978	0,980	0,975	0,980	0,975	0,981
35	0,920	0,919	0,965	0,967	0,961	0,968	0,961	0,969
40	0,887	0,885	0,948	0,952	0,943	0,954	0,943	0,955
45	0,846	0,843	0,927	0,933	0,919	0,935	0,919	0,937
50	0,796	0,793	0,897	0,906	0,885	0,910	0,886	0,912
55	0,739	0,734	0,857	0,870	0,839	0,876	0,840	0,879
60	0,676	0,671	0,803	0,823	0,779	0,830	0,781	0,835
65	0,614	0,608	0,740	0,763	0,711	0,773	0,713	0,780
70	0,554	0,548	0,672	0,698	0,641	0,709	0,643	0,717
75	0,499	0,494	0,606	0,633	0,575	0,644	0,577	0,652
80	0,450	0,445	0,545	0,571	0,516	0,582	0,518	0,590
85	0,406	0,402	0,491	0,516	0,464	0,526	0,466	0,534
90	0,368	0,364	0,443	0,466	0,418	0,476	0,420	0,484
95	0,335	0,331	0,402	0,423	0,379	0,432	0,380	0,439
100	0,305	0,302	0,365	0,385	0,344	0,394	0,345	0,400
105	0,279	0,276	0,334	0,352	0,314	0,359	0,315	0,365
110	0,256	0,253	0,305	0,322	0,287	0,329	0,288	0,335
115	0,236	0,233	0,281	0,296	0,264	0,303	0,265	0,308
120	0,218	0,216	0,259	0,273	0,243	0,279	0,244	0,284
125	0,202	0,200	0,239	0,253	0,225	0,258	0,226	0,263
130	0,188	0,185	0,222	0,234	0,208	0,240	0,209	0,244
135	0,175	0,173	0,206	0,218	0,194	0,223	0,195	0,227
140	0,163	0,161	0,192	0,203	0,181	0,208	0,181	0,211
145	0,153	0,151	0,180	0,190	0,169	0,194	0,169	0,197
150	0,143	0,141	0,168	0,178	0,158	0,182	0,159	0,185

Napomena: za međuvrednosti vitkosti λ dozvoljena je linearna interpolacija.

Za slučaj kratkih elemenata, kada su relativne vitkosti $\lambda_{rel,z} \leq 0,3$ i $\lambda_{rel,y} \leq 0,3$, umesto izraza (1.41) i (1.42) naponi treba da zadovolje uslov (1.31) dat u delu 1.3.2.

OSNOVE PRORAČUNA I DIMENZIONISANJA DRVENIH KONSTRUKCIJA PREMA GRANIČNIM STANJIMA NOSIVOSTI I UPOTREBLJIVOSTI

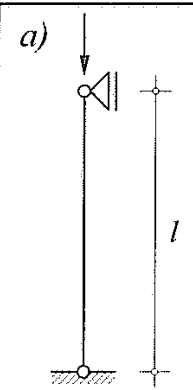
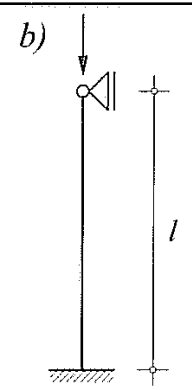
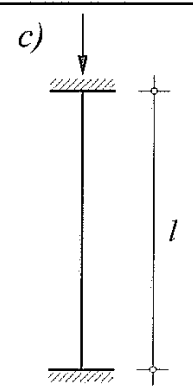
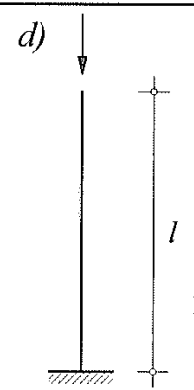
1.3.3 Pritisak paralelno vlaknima sa dokazom stabilnosti

Proračun vitkosti, odnosno poluprečnika inercije preseka, treba sprovesti sa momentom inercije i bruto površinom preseka, bez uzimanja u obzir manjih lokalnih slabljenja (npr. od eksera, trnova, zavrtanja). Vitkost elemenata u drvenim konstrukcijama je prema standardu SRPS U.C9.200 ograničena sledećim vrednostima (Evrokod 5 po ovom pitanju ne daje nikakve preporuke):

- $\lambda \leq 120$ za glavne noseće elemente za koje se sa dovoljno sigurnosti može odrediti dužina izvijanja;
- $\lambda \leq 150$ za glavne noseće elemente za koje se ne može sa dovoljno sigurnosti odrediti dužina izvijanja;
- $\lambda \leq 175$ za sekundarne elemente, tj. za konstrukcijske elemente čija stabilnost nije od značaja za stabilnost konstrukcije kao celine.

Dužine izvijanja pritisknutih štapova usvajaju se u zavisnosti od uslova oslanjanja. Za osnovne Ojlerove slučajeve, dužine izvijanja su date u tabeli 1.16. U drvenim konstrukcijama, zbog mehaničkih karakteristika drveta kao materijala, ne može se ostvariti potpuno uklještenje na osloncima. Stoga, u slučajevima pod b) i c) uzimaju se nešto veće dužine izvijanja nego što je to teorijski definisno.

Tabela 1.16: Dužine izvijanja l_{ef} pritisknutih štapova za četiri osnovna Ojlerova slučaja

a) 	b) 	c) 	d) 
$l_{ef} = 1,0 \cdot l$	$l_{ef} = 0,8 \cdot l$	$l_{ef} = 0,65 \cdot l$	$l_{ef} = 2,0 \cdot l$

OSNOVE PRORAČUNA I DIMENZIONISANJA DRVENIH KONSTRUKCIJA PREMA GRANIČNIM STANJIMA NOSIVOSTI I UPOTREBLJIVOSTI

1.3.4 Pritisak upravno na vlakna

Kod elementa koji su izloženi pritisku upravno na vlakna treba da bude zadovoljen sledeći uslov:

$$\sigma_{c,90,d} \leq k_{c,90} \cdot f_{c,90,d} \quad (1.34)$$

gde je:

$\sigma_{c,90,d}$ proračunska vrednost napona pritiska upravno na vlakna;
 $f_{c,90,d}$ proračunska vrednost čvrstoće na pritisak upravno na vlakna;

$k_{c,90}$ koeficijent kojim se uzima u obzir konfiguracija opterećenja, mogućnost cepanja i stepen deformacije usled pritiska.

Proračunsku vrednost napona pritiska upravno na vlakna treba izračunati prema izrazu:

$$\sigma_{c,90,d} = \frac{F_{c,90,d}}{A_{ef}} \quad (1.35)$$

gde je:

$F_{c,90,d}$ proračunska vrednost sile pritiska upravno na vlakna;
 A_{ef} efektivna kontaktna površina ($A_{ef} = b \cdot \ell_{ef}$).

Efektivnu kontaktanu površinu A_{ef} treba izračunati uzimajući u obzir efektivnu kontaktanu dužinu u pravcu vlakana ℓ_{ef} , pri čemu se stvarna kontaktana dužina može uvećati, prema tabeli 1.12, za:

$$i_1, i_2 = \min \begin{cases} 3 \text{ cm} \\ \ell_A \\ \ell_1 / 2 \end{cases} \quad (1.36)$$

gde je:

ℓ_A stvarna kontaktana dužina;
 ℓ_1 rastojanje između susednih pritisnutih površina.

OSNOVE PRORAČUNA I DIMENZIONISANJA DRVENIH KONSTRUKCIJA PREMA GRANIČNIM STANJIMA NOSIVOSTI I UPOTREBLJIVOSTI

Tabela 1.12: Primeri računanja efektivne kontaktne površine A_{ef}

$A_{ef} = b \cdot \ell_{ef} = b \cdot (\ell_A + i_1 + i_2)$	$A_{ef} = b \cdot \ell_{ef} = b \cdot (\ell_A + i_2)$

1.3.4 Pritisak upravno na vlakna

Proračunsku vrednost čvrstoće na pritisak upravno na vlakna treba izračunati prema izrazu:

$$f_{c,90,d} = \frac{k_{mod} \cdot f_{c,90,k}}{\gamma_M} \quad (1.37)$$

gde je:

$f_{c,90,k}$ karakteristična vrednost čvrstoće na pritisak upravno na vlakna;

k_{mod} korekcionni koeficijent kojim se uzima u obzir uticaj trajanja opterećenja i vlažnost drveta;

γ_M parcijalni koeficijent sigurnosti za svojstva materijala.

Vrednosti kefcijenta $k_{c,90}$ za monolitno i lepljeno lamelirano drvo, u zavisnosti od uslova oslanjanja elementa, date su u tabeli 1.13.

Tabela 1.13: Vrednosti koeficijenta $k_{c,90}$

	linijski oslonjen element		tačkasto oslonjen element	
	$\ell_1 < 2 \cdot h$	$\ell_1 \geq 2 \cdot h$	$\ell_1 < 2 \cdot h$	$\ell_1 \geq 2 \cdot h$
Monolitno drvo	1,0	1,25	1,0	1,5
Lepljeno lamelirano drvo	1,0	1,5	1,0	1,75

OSNOVE PRORAČUNA I DIMENZIONISANJA DRVENIH KONSTRUKCIJA PREMA GRANIČNIM STANJIMA NOSIVOSTI I UPOTREBLJIVOSTI

1.3.5 Pritisak pod uglom u odnosu na vlakna

Kod elemenata koji su izloženi pritisku pod uglom α u odnosu na vlakna treba da bude zadovoljen sledeći uslov:

$$\sigma_{c,\alpha,d} \leq f_{c,\alpha,d} \quad (1.38)$$

gde je:

$\sigma_{c,\alpha,d}$ proračunska vrednost napona pritiska pod uglom α u odnosu na vlakna;

$f_{c,\alpha,d}$ proračunska vrednost čvrstoće na pritisak pod uglom α u odnosu na vlakna.

Proračunsku vrednost napona pritiska pod uglom α u odnosu na vlakna treba izračunati prema izrazu:

$$\sigma_{c,\alpha,d} = \frac{F_{c,\alpha,d}}{A_{ef}} \quad (1.39)$$

gde je:

$F_{c,\alpha,d}$ proračunska vrednost sile pritiska pod uglom α u odnosu na vlakna;

A_{ef} efektivna kontaktna površina ($A_{ef} = b \cdot \ell_{ef}$).

Efektivnu kontaktnu površinu A_{ef} treba izračunati uzimajući u obzir efektivnu kontaktnu dužinu ℓ_{ef} . Primeri računanja efektivne kontaktne dužine za različite geometrije veza dati su u tabeli 1.14.

Proračunsku vrednost čvrstoće na pritisak pod uglom α u odnosu na vlakna treba izračunati prema izrazu:

$$f_{c,\alpha,d} = \frac{f_{c,0,d}}{\frac{f_{c,0,d}}{k_{c,90} \cdot f_{c,90,d}} \cdot \sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha} \quad (1.40)$$

gde je:

$f_{c,0,d}$ proračunska vrednost čvrstoće na pritisak paralelno vlaknima;

$f_{c,90,d}$ proračunska vrednost čvrstoće na pritisak upravno na vlakna;

$k_{c,90}$ koeficijent definisan u delu 1.3.3;

α ugao između sile i pravca vlakana.

Tabela 1.14: Primeri računanja efektivne kontaktne dužine ℓ_{ef}

$\ell_{ef} = \ell_A + 3,0 \cdot \sin \alpha$	$\ell_{ef} = \ell_A + 2 \cdot 3,0 \cdot \sin \alpha$
$t_{ef} = t + 3,0 \cdot \sin \alpha_1$ $\ell_{A,ef} = \ell_A + 3,0 \cdot \sin \alpha_2$	$t_{ef} = \frac{t}{\cos \alpha} + 2 \cdot 3,0 \cdot \sin \alpha$
$\ell_{A,ef} = \ell_A + \min \left(i_1, 3,0 \cdot \sin \alpha \right) + 3,0 \cdot \sin \alpha$	$\ell_{ef} = \frac{t}{\sin \alpha} + 2 \cdot 3,0 \cdot \sin \alpha$