

VJEŽBE 1

OSNOVE DIMENZIONIRANJA

PARCIJALNI FAKTORI SIGURNOSTI UTJECAJA

slučaj dimenzioniranja	stalni utjecaji γ_G	promjenjivi utjecaji γ_O
granično stanje nosivosti		
- povoljno djelovanje	1,00	0,00
- nepovoljno djelovanje	1,35	1,50
granično stanje uporabljivosti	1,00	1,00

PARCIJALNI FAKTORI SIGURNOSTI MATERIJALA

situacija dimenzioniranja	parcijalni koeficijent γ_M
osnovne kombinacije	
-Puno drvo, iverica (particleboards), vlaknatice (fiberboards), drvo u spojevima	1,30
-LLD, "konektor" ploče	1,25
-LVL, šperploče (plywood), OSB (oriented strand board)	1,20
-čelik u spojevima	1,10
slučajne kombinacije	1,00

FAKTORI KOMBINACIJA

utjecaj	GSN Ψ_0	GSU Ψ_1
pokretno opterećenje stropova		
- prostorije za stanovanje, biroi, trgovine do 50m ² , prolazi, balkoni, prostori u bolnicama	0,7	0,5
- prostorije za skupove, garaže i javne garaže, sportske dvorane, tribine, hodnici u školskim objektima, knjižnice, ahive	0,8	0,8
- izložbeni i prodajni prostori, trgovačke i robne kuće	0,8	0,8
opterećenje vjetrom	0,6	0,5
opterećenje snijegom	0,7	0,2
svi ostali utjecaji	0,8	0,7

Osnovna kombinacija

$$\sum_i \gamma_{G,i} \cdot G_{k,i} + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{j>2} \gamma_{Q,j} \cdot \Psi_{0,j} \cdot Q_{k,j}$$

Pojednostavljene kombinacije

$$\gamma_G \cdot \sum_i G_{k,i} + \gamma_Q \cdot Q_{\max} \quad - 1. pojednostavljeno pravilo$$

$$\gamma_G \cdot \sum_i G_{k,i} + \Psi \cdot \gamma_Q \cdot \sum_j Q_{k,j} \quad - 2. pojednostavljeno pravilo$$

- u ovom slučaju usvajamo da je: $\Psi = 0,9$

UPORABNE KLASE

uporabna klasa	ravnoteža vlage u drvu	mikroklima prostora	primjer
1	$u \leq 12\%$	20° i 65% relativne vlažnosti zraka, koja može biti prekoračena samo nekoliko tjedana u godini	grijani prostori
2	$u \leq 20\%$	20° i 85% relativne vlažnosti zraka, koja može biti prekoračena samo nekoliko tjedana u godini	natkrivene konstrukcije
3	$u > 20\%$	mikroklimatski uvjeti koji dovode do povećanja vlage drva	konstrukcije izložene atmosferilijima

RAZREDI TRAJANJA UTJECAJA

razred	trajanje karakterističnog utjecaja	primjeri za opterećenja
stalno	duže od 10 godina	vlastita težina
dugo	od 6 mjeseci do 10 godina	korisno opterećenje u skladištima
srednje	od 1 tjedna do 6 mjeseci	pokretno opterećenje, snijeg
kratko	kraće od 1 tjedna	vjetar, snijeg
vrlo kratko	udarno	naročita opterećenja, vjetar

FAKTORI UTJECAJA TRAJANJA OPTEREĆENJA I UPORABNE KLASE

materijal i klasa trajanja utjecaja	uporabna klasa					
	1	2	3	1	2	3
	GSN k_{mod}			GSU k_{def}		
puno drvo i LLD						
- stalno	0,60	0,60	0,50	0,60	0,80	2,00
- dugo	0,70	0,70	0,55	0,50	0,50	1,50
- srednje	0,80	0,80	0,65	0,25	0,25	0,75
- kratko	0,90	0,90	0,70	0,00	0,00	0,30
- vrlo kratko	1,10	1,10	0,90	0,00	0,00	0,00

-kada u spoju postoje dva materijala s različitim faktorom k

$$k_{mod} = \sqrt{k_{mod,1} k_{mod,2}}$$

$$k_{def} = 2\sqrt{k_{def,1} k_{def,2}}$$

Table 3.1 – Values of k_{mod}

Material	Standard	Service class	Load-duration class				
			Permanent action	Long term action	Medium term action	Short term action	Instantaneous action
Solid timber	EN 14081-1	1	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10
		2	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10
		3	0,50	0,55	0,65	0,70	0,90
Glued laminated timber	EN 14080	1	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10
		2	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10
		3	0,50	0,55	0,65	0,70	0,90
LVL	EN 14374, EN 14279	1	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10
		2	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10
		3	0,50	0,55	0,65	0,70	0,90
Plywood	EN 636 Part 1, Part 2, Part 3 Part 2, Part 3 Part 3	1	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10
		2	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10
		3	0,50	0,55	0,65	0,70	0,90
OSB	EN 300 OSB/2 OSB/3, OSB/4 OSB/3, OSB/4	1	0,30	0,45	0,65	0,85	1,10
		1	0,40	0,50	0,70	0,90	1,10
		2	0,30	0,40	0,55	0,70	0,90
Particle-board	EN 312 Part 4, Part 5 Part 5 Part 6, Part 7 Part 7	1	0,30	0,45	0,65	0,85	1,10
		2	0,20	0,30	0,45	0,60	0,80
		1	0,40	0,50	0,70	0,90	1,10
		2	0,30	0,40	0,55	0,70	0,90
Fibreboard, hard	EN 622-2 HB.LA, HB.HLA 1 or 2 HB.HLA1 or 2	1	0,30	0,45	0,65	0,85	1,10
		2	0,20	0,30	0,45	0,60	0,80
Fibreboard, medium	EN 622-3 MBH.LA1 or 2 MBH.HLS1 or 2 MBH.HLS1 or 2	1	0,20	0,40	0,60	0,80	1,10
		1	0,20	0,40	0,60	0,80	1,10
		2	–	–	–	0,45	0,80
Fibreboard, MDF	EN 622-5 MDF.LA, MDF.HLS MDF.HLS	1	0,20	0,40	0,60	0,80	1,10
		2	–	–	–	0,45	0,80

Tablica 1: Vrijednosti k_{mod} (Table 3.1, prEN 1995-1-1:2003, str.27.)

Table 3.2 – Values of k_{def} for timber and wood-based materials for quasi-permanent actions.

Material	Standard	Service class		
		1	2	3
Solid timber	EN 14081-1	0,60	0,80	2,00
Glued Laminated timber	EN 14080	0,60	0,80	2,00
LVL	EN 14374, EN 14279	0,60	0,80	2,00
Plywood	EN 636			
	Part 1	0,80	–	–
	Part 2	0,80	1,00	–
	Part 3	0,80	1,00	2,50
OSB	EN 300			
	OSB/2	2,25	–	–
	OSB/3, OSB/4	1,50	2,25	–
Particleboard	EN 312			
	Part 4	2,25	–	–
	Part 5	2,25	3,00	–
	Part 6	1,50	–	–
	Part 7	1,50	2,25	–
Fibreboard, hard	EN 622-2			
	HB.LA	2,25	–	–
	HB.HLA1, HB.HLA2	2,25	3,00	–
Fibreboard, medium	EN 622-3			
	MBH.LA1, MBH.LA2	3,00	–	–
	MBH.HLS1, MBH.HLS2	3,00	4,00	–
Fibreboard, MDF	EN 622-5			
	MDF.LA	2,25	–	–
	MDF.HLS	2,25	3,00	–

Tablica 2: Vrijednosti k_{def} (Table 3.2, prEN 1995-1-1:2003, str.28.)

napomene:

- kod kombinacija utjecaja koji pripadaju različitim klasama trajanja k_{mod} uzimamo za utjecaj najkraćeg trajanja
- kod punog drva koje u trenutku ugradnje ima vlažnost blizu područja zasićenja vlakana, a u ugrađenom stanju se može isušiti faktor k_{def} treba povećati za 1,00

VRIJEDNOSTI KARAKTERISTIKA MATERIJALA ZA DIMENZIONIRANJE

granično stanje nosivosti

$$X_d = \frac{k_{mod} \cdot X_k}{\gamma_M}$$

granično stanje uporabljivosti

$$X_d = \frac{k_{def} \cdot X_k}{\gamma_M}$$

Tablica 16 Karakteristične vrijednosti čvrstoće i krutosti u N/mm^2 i karakteristične gustoće u kg/m^3 za puno drvo prema EC5

Klase prema EN 338 za meko drvo (1995.)	C 14	C 16	C 18	C 22	C 24	C 27	C 30	C 35	C 40
Čvrstoće									
Savijanje $f_{m,k}$	14,0	16,0	18,0	22,0	24,0	27,0	30,0	35,0	40,0
Vlak $f_{t,0,k}$	8,0	10,0	11,0	13,0	14,0	16,0	18,0	21,0	24,0
Vlak \perp $f_{t,90,k}$	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
Tlak $f_{c,0,k}$	16,0	17,0	18,0	20,0	21,0	22,0	23,0	25,0	26,0
Tlak \perp $f_{c,90,k}$	4,3	4,6	4,8	5,1	5,3	5,6	5,7	6,0	6,3
Posmik i torzija $f_{v,k}$	1,7	1,8	2,0	2,4	2,5	2,8	3,0	3,4	3,8
Moduli									
Srednji E modul $E_{0,mean}$	7000	8000	9000	10000	11000	12000	13000	13000	14000
Karakteristični E modul $E_{0,05}$	4700	5400	6000	6700	7400	8000	8000	8700	9400
Srednji E modul \perp $E_{90,mean}$	230	270	300	330	370	400	400	430	470
Srednji modul Posmika G_{mean}	440	550	560	630	690	750	750	810	880
Gustoća ρ_k	290	310	320	340	350	370	380	400	420

Tablica 3: Puno drvo (Tablica 16, DK prema EN, Bjelanović, Rajčić, 441.str.)

Tablica 17 Karakteristične vrijednosti čvrstoće i krutosti u N/mm^2 i karakteristične gustoće u kg/m^3 za puno drvo prema EC5

Klase prema EN 338 za tvrdo drvo (1995.)	D 30	D 35	D 40	D 50	D 60	D 70
Čvrstoće						
Savijanje $f_{m,k}$	30,0	35,0	40,0	50,0	60,0	70,0
Vlak $f_{t,0,k}$	18,0	21,0	24,0	30,0	36,0	42,0
Vlak \perp $f_{t,90,k}$	0,6	0,6	0,6	0,6	0,7	0,9
Tlak $f_{c,0,k}$	23,0	25,0	26,0	29,0	32,0	34,0
Tlak \perp $f_{c,90,k}$	8,0	8,4	8,8	9,7	10,5	13,5
Posmik i torzija $f_{v,k}$	3,0	3,4	3,8	4,6	5,3	6,0
Moduli						
Srednji E modul $E_{0,mean}$	10000	10000	11000	14000	17000	20000
Karakteristični E modul $E_{0,05}$	8000	8700	9400	11800	14300	16800
Srednji E modul \perp $E_{90,mean}$	640	690	750	930	1130	1330
Srednji modul posmika G_{mean}	600	650	700	880	1060	1250
Gustoća ρ_k	530	560	590	650	700	900

Tablica 4: Puno drvo (Tablica 17, DK prema EN, Bjelanović, Rajčić, 442.str.)

Tablica 18 Karakteristične vrijednosti čvrstoće i krutosti u N/mm² i karakteristične gustoće u kg/m³ za lamelirano drvo prema EC5

Klase prema EN 1194 za homogeno drvo (1996.)		GL24h	GL28h	GL32h	GL 36h
Čvrstoće					
Savijanje	$f_{m,k}$	24,0	28,0	32,0	36,0
Vlak	$f_{t,0,k}$	16,5	19,5	22,5	26,0
Vlak ⊥	$f_{t,90,k}$	0,4	0,45	0,5	0,6
Tlak	$f_{c,0,k}$	24,0	26,5	29,0	31,0
Tlak ⊥	$f_{c,90,k}$	2,7	3,0	3,3	3,6
Posmik i torzija	$f_{v,k}$	2,7	3,2	3,8	4,3
Moduli					
Srednji E modul	$E_{0,mean}$	11600	12600	13700	14700
Karakteristični E modul	$E_{0,05}$	9400	10200	11100	11900
Srednji E modul ⊥	$E_{90,mean}$	390	420	460	490
Srednji modul posmika G_{mean}		720	780	850	910
Gustoća	ρ_k	380	410	430	450

Tablica 5: LLD (Tablica 18, DK prema EN, Bjelanović, Rajčić, 442.str.)

Tablica 19 Karakteristične vrijednosti čvrstoće i krutosti u N/mm² i karakteristične gustoće u kg/m³ za lamelirano drvo prema EC5

Klase prema EN 1194 za kombinirano drvo (1996.)		GL24k	GL28k	GL32k	GL 36k
Čvrstoće					
Savijanje	$f_{m,k}$	24,0	28,0	32,0	36,0
Vlak	$f_{t,0,k}$	14,0	16,5	19,5	22,5
Vlak ⊥	$f_{t,90,k}$	0,35	0,4	0,45	0,5
Tlak	$f_{c,0,k}$	21,0	24,0	26,5	29,0
Tlak ⊥	$f_{c,90,k}$	2,4	2,7	3,0	3,3
Posmik i torzija	$f_{v,k}$	2,2	2,7	3,2	3,8
Moduli					
Srednji E modul	$E_{0,mean}$	11600	12600	13700	14700
Karakteristični E modul	$E_{0,05}$	9400	10200	11100	11900
Srednji E modul ⊥	$E_{90,mean}$	320	390	420	460
Srednji modul posmika G_{mean}		590	720	780	850
Gustoća	ρ_k	350	380	410	430

Tablica 6: LLD (Tablica 19, DK prema EN, Bjelanović, Rajčić, 443.str.)

Utjecaj dimenzija elementa na karakteristične vrijednosti za **čvrstoće na vlak i savijanje**:

Kod pravokutnog presjeka **punog drva** ($\rho_k \leq 700 \text{ kg/m}^3$) vrijednosti iz tablica odnose se na: elemente opterećene savijanjem visine od 150mm odnosno za elemente opterećene vlakom dimenzija od 150mm. Za sve manje dimenzije presjeka vrijednosti čvrstoće $f_{m,k}$ i $f_{t,0,k}$ uvećavamo množeći ih s faktorom k_h :

$$k_h = \min \left\{ \left(\frac{150}{h} \right)^{0,2} \right. \\ \left. 1,3 \right\}$$

oznake:

h - visina presjeka za elemente kod savijanja, a za vlak širina ili visina u [mm]

Kod pravokutnog presjeka **LLD** vrijednosti iz tablica odnose se na: elemente opterećene savijanjem visine od 600mm odnosno za elemente opterećene vlakom dimenzija od 600mm. Za sve manje dimenzije presjeka vrijednosti čvrstoće $f_{m,k}$ i $f_{t,0,k}$ uvećavamo množeći ih s faktorom k_h :

$$k_h = \min \left\{ \left(\frac{600}{h} \right)^{0,1} \right. \\ \left. 1,1 \right\}$$

oznake:

h - visina presjeka za elemente kod savijanja, a za vlak širina ili visina u [mm]