

BETON

Statičká veličina					
M_{11}	$0,070 \cdot q \cdot l^2$	$0,156 \cdot F \cdot l$	$0,222 \cdot F \cdot l$	$0,180 \cdot F \cdot l$	$0,258 \cdot F \cdot l$
M_{12}	—	—	$0,111 \cdot F \cdot l$	$0,039 \cdot F \cdot l$	$0,266 \cdot F \cdot l$
M_{13}	—	—	—	—	$-0,023 \cdot F \cdot l$
M_{Bmin}	$-0,125 \cdot q \cdot l^2$	$-0,188 \cdot F \cdot l$	$-0,333 \cdot F \cdot l$	$-0,281 \cdot F \cdot l$	$-0,469 \cdot F \cdot l$
$R_A = V_{1A}$	$0,375 \cdot q \cdot l$	$0,313 \cdot F$	$0,667 \cdot F$	$0,719 \cdot F$	$1,031 \cdot F$
R_{Bmax}	$1,250 \cdot q \cdot l$	$1,375 \cdot F$	$2,667 \cdot F$	$2,563 \cdot F$	$3,938 \cdot F$
V_{1Bmin}	$-0,625 \cdot q \cdot l$	$-0,688 \cdot F$	$-1,333 \cdot F$	$-1,281 \cdot F$	$-1,969 \cdot F$

Statičká veličina					
M_{11max}	$0,096 \cdot q \cdot l^2$	$0,203 \cdot F \cdot l$	$0,278 \cdot F \cdot l$	$0,215 \cdot F \cdot l$	$0,316 \cdot F \cdot l$
M_{12max}	—	—	$0,222 \cdot F \cdot l$	$0,145 \cdot F \cdot l$	$0,383 \cdot F \cdot l$
M_{13max}	—	—	—	—	$0,200 \cdot F \cdot l$
M_B	$-0,063 \cdot q \cdot l^2$	$-0,094 \cdot F \cdot l$	$-0,167 \cdot F \cdot l$	$-0,141 \cdot F \cdot l$	$-0,234 \cdot F \cdot l$
$R_A = V_{1Amax}$	$0,438 \cdot q \cdot l$	$0,406 \cdot F$	$0,833 \cdot F$	$0,859 \cdot F$	$1,266 \cdot F$

Statičká veličina					
M_{11min}	—	$-0,047 \cdot F \cdot l$	$-0,056 \cdot F \cdot l$	$-0,035 \cdot F \cdot l$	$-0,059 \cdot F \cdot l$
M_{12min}	—	—	$-0,111 \cdot F \cdot l$	$-0,106 \cdot F \cdot l$	$-0,117 \cdot F \cdot l$
M_{13min}	—	—	—	—	$-0,176 \cdot F \cdot l$
$R_A = V_{1Amin}$	$-0,063 \cdot q \cdot l$	$-0,094 \cdot F$	$-0,167 \cdot F$	$-0,141 \cdot F$	$-0,234 \cdot F$

Statičká veličina					
M_{11}	$0,080 \cdot q \cdot l^2$	$0,175 \cdot F \cdot l$	$0,244 \cdot F \cdot l$	$0,194 \cdot F \cdot l$	$0,281 \cdot F \cdot l$
M_{12}	—	—	$0,156 \cdot F \cdot l$	$0,081 \cdot F \cdot l$	$0,313 \cdot F \cdot l$
M_{13}	—	—	—	—	$0,094 \cdot F \cdot l$
M_{21}	$0,025 \cdot q \cdot l^2$	$0,100 \cdot F \cdot l$	$0,067 \cdot F \cdot l$	$0,025 \cdot F \cdot l$	0
M_{22}	—	—	$0,067 \cdot F \cdot l$	$0,025 \cdot F \cdot l$	$0,125 \cdot F \cdot l$

M_B	$-0,100 \cdot q \cdot l^2$	$-0,150 \cdot F \cdot l$	$-0,267 \cdot F \cdot l$	$-0,225 \cdot F \cdot l$	$-0,375 \cdot F \cdot l$
$R_A = V_{1A}$	$0,400 \cdot q \cdot l$	$0,350 \cdot F$	$0,733 \cdot F$	$0,775 \cdot F$	$1,125 \cdot F$
R_B	$1,100 \cdot q \cdot l$	$1,150 \cdot F$	$2,267 \cdot F$	$2,225 \cdot F$	$3,375 \cdot F$
V_{1B}	$-0,600 \cdot q \cdot l$	$-0,650 \cdot F$	$-1,267 \cdot F$	$-1,225 \cdot F$	$-1,875 \cdot F$
$V_{2B} = -$ V_{2C}	$0,500 \cdot q \cdot l$	$0,500 \cdot F$	$1,000 \cdot F$	$1,000 \cdot F$	$1,500 \cdot F$

Statičká a veličina					
M_{11max}	$0,101 \cdot q \cdot l^2$	$0,213 \cdot F \cdot l$	$0,289 \cdot F \cdot l$	$0,222 \cdot F \cdot l$	$0,328 \cdot F \cdot l$
M_{12max}	—	—	$0,244 \cdot F \cdot l$	$0,166 \cdot F \cdot l$	$0,406 \cdot F \cdot l$
M_{13max}	—	—	—	—	$0,234 \cdot F \cdot l$
M_{21min}	$-0,050 \cdot q \cdot l^2$	$-0,075 \cdot F \cdot l$	$-0,133 \cdot F \cdot l$	$-0,133 \cdot F \cdot l$	$-0,188 \cdot F \cdot l$
M_{22min}	—	—	$-0,133 \cdot F \cdot l$	$-0,133 \cdot F \cdot l$	$-0,188 \cdot F \cdot l$
M_B	$-0,050 \cdot q \cdot l^2$	$-0,075 \cdot F \cdot l$	$-0,133 \cdot F \cdot l$	$-0,133 \cdot F \cdot l$	$-0,188 \cdot F \cdot l$
$R_A =$ V_{1Amax}	$0,450 \cdot q \cdot l$	$0,425 \cdot F$	$0,867 \cdot F$	$0,888 \cdot F$	$1,313 \cdot F$

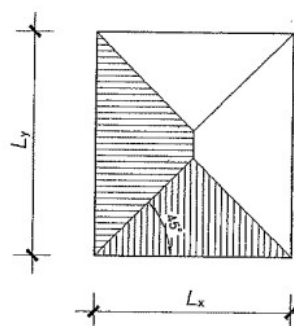
Statičká a veličina					
M_{11min}	$-0,025 \cdot q \cdot l^2$	$-0,038 \cdot F \cdot l$	$-0,044 \cdot F \cdot l$	$-0,028 \cdot F \cdot l$	$-0,047 \cdot F \cdot l$
M_{12min}	—	—	$-0,089 \cdot F \cdot l$	$-0,084 \cdot F \cdot l$	$-0,094 \cdot F \cdot l$
M_{13min}	—	—	—	—	$-0,141 \cdot F \cdot l$
M_{21max}	$0,075 \cdot q \cdot l^2$	$0,175 \cdot F \cdot l$	$0,200 \cdot F \cdot l$	$0,138 \cdot F \cdot l$	$0,188 \cdot F \cdot l$
M_{22max}	—	—	$0,200 \cdot F \cdot l$	$0,138 \cdot F \cdot l$	$0,313 \cdot F \cdot l$
M_B	$-0,050 \cdot q \cdot l^2$	$-0,075 \cdot F \cdot l$	$-0,133 \cdot F \cdot l$	$-0,113 \cdot F \cdot l$	$-0,188 \cdot F \cdot l$
$R_A =$ V_{1Amin}	$-0,050 \cdot q \cdot l$	$-0,075 \cdot F$	$-0,133 \cdot F$	$-0,113 \cdot F$	$-0,188 \cdot F$

Statičká a veličina					
M_{Bmin}	$-0,117 \cdot q \cdot l^2$	$-0,175 \cdot F \cdot l$	$-0,311 \cdot F \cdot l$	$-0,263 \cdot F \cdot l$	$-0,438 \cdot F \cdot l$
M_C	$-0,033 \cdot q \cdot l^2$	$-0,050 \cdot F \cdot l$	$-0,089 \cdot F \cdot l$	$-0,075 \cdot F \cdot l$	$-0,125 \cdot F \cdot l$
R_{Bmax}	$1,200 \cdot q \cdot l$	$1,300 \cdot F$	$2,533 \cdot F$	$2,450 \cdot F$	$3,750 \cdot F$
V_{1Bmin}	$-0,617 \cdot q \cdot l$	$-0,675 \cdot F$	$-1,311 \cdot F$	$-1,263 \cdot F$	$-1,937 \cdot F$
V_{2Bmax}	$0,583 \cdot q \cdot l$	$0,625 \cdot F$	$1,222 \cdot F$	$1,188 \cdot F$	$1,813 \cdot F$

Statič a veličina					
M_{Bmax}	$0,017 \cdot q \cdot l^2$	$0,025 \cdot F \cdot l$	$0,044 \cdot F \cdot l$	$0,038 \cdot F \cdot l$	$0,063 \cdot F \cdot l$
M_C	$-0,067 \cdot q \cdot l^2$	$-0,100 \cdot F \cdot l$	$-0,178 \cdot F \cdot l$	$-0,150 \cdot F \cdot l$	$-0,250 \cdot F \cdot l$
V_{1Bmax}	$0,017 \cdot q \cdot l$	$0,025 \cdot F$	$0,044 \cdot F$	$0,038 \cdot F$	$0,063 \cdot F$
V_{2Bmin}	$-0,083 \cdot q \cdot l$	$-0,125 \cdot F$	$-0,222 \cdot F$	$-0,188 \cdot F$	$-0,313 \cdot F$

$R_A = V_A$	$0,625 \cdot q \cdot L$	M_{max}	$0,07 \cdot q \cdot L^2$
$R_B = V_B$	$0,375 \cdot q \cdot L$	M_{min}	$-0,125 \cdot q \cdot L^2$
$R_A = V_A$	$0,5 \cdot q \cdot L$	M_{max}	$0,042 \cdot q \cdot L^2$
$R_B = V_B$	$0,5 \cdot q \cdot L$	M_{min}	$-0,084 \cdot q \cdot L^2$

Opterećenje s ploče na oslonačke (ležajne) zidove ili grede



Slika 5.31 Pretvaranje trokutastog i trapezastog opterećenja, s ploče na ležajne zidove ili grede, u zamjenjujuće kontinuirano opterećenje.

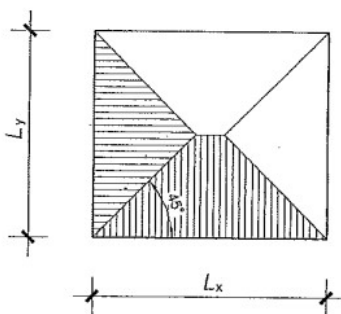
Za kraći raspon, l_x : $q_x = l_x \cdot q \cdot (5/16)$ (5.59)

Za dulji raspon, l_y : $q_y = (1 - 2 \cdot \alpha^2 + \alpha^3) \cdot l_x \cdot q / 2$ (5.60)

U oba gornja izraza uzima se: l_x = kraći raspon !!!

$$\alpha = l_x / (2 \cdot l_y) < 0,5 \quad (5.61)$$

Ako se ploče istih raspona i opterećenja nalaze s jedne i s druge strane zida ili grede, opterećenja dana izrazima (5.59) i (5.60) treba pomnožiti sa 2.



Slika 5.32 Pretvaranje trokutastog i trapezastog opterećenja, s ploče na ležajne zidove ili grede, u zamjenjujuće kontinuirano opterećenje.

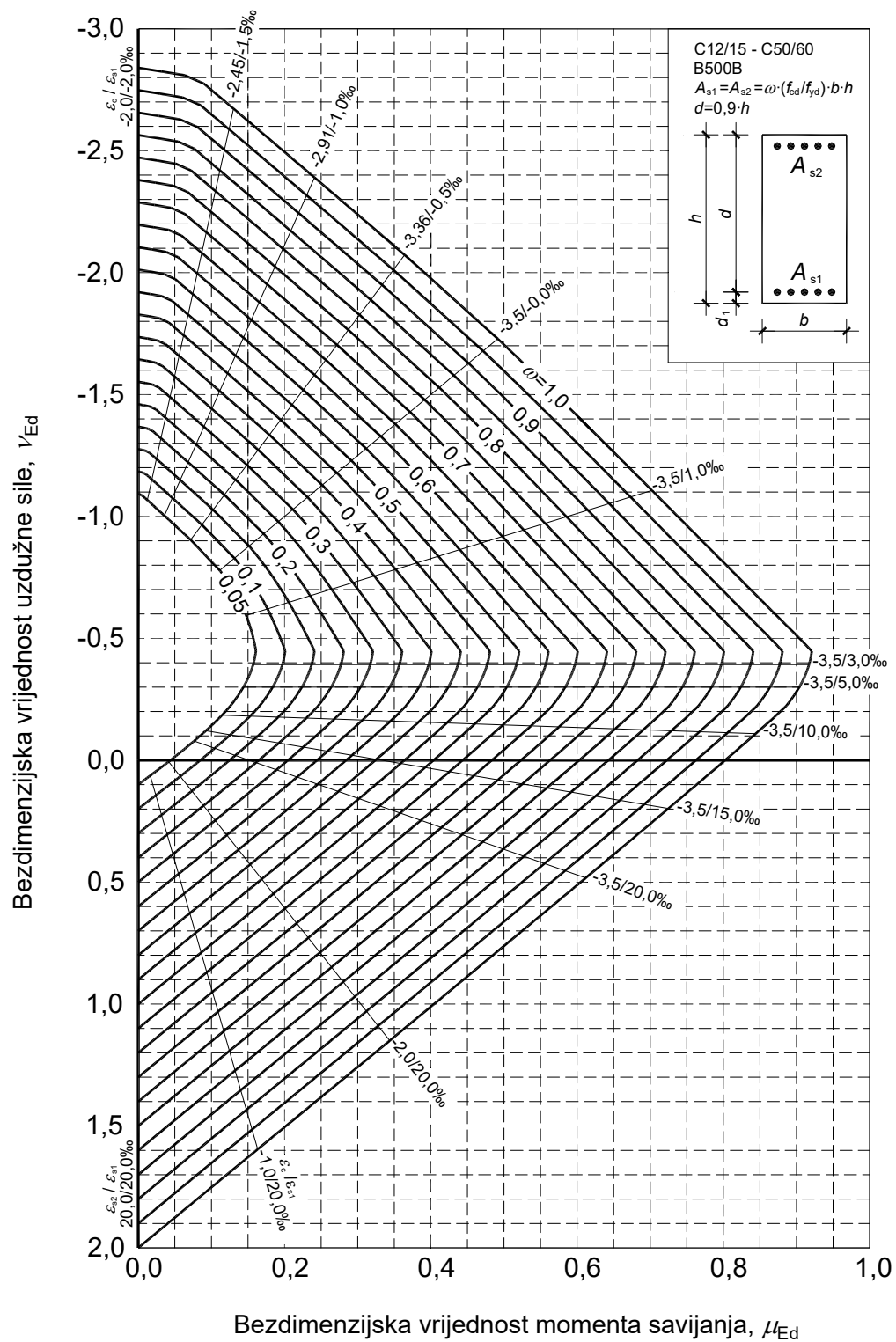
Za kraći raspon, l_y : $q_y = l_y \cdot q \cdot (5/16)$ (5.62)

Za dulji raspon, l_x : $q_x = (1 - 2 \cdot \alpha^2 + \alpha^3) \cdot l_y \cdot q / 2$ (5.63)

U oba gornja izraza uzima se: l_y = kraći raspon !!!

$$\alpha = l_y / (2 \cdot l_x) < 0,5 \quad (5.64)$$

Ako se ploče istih raspona i opterećenja nalaze s jedne i s druge strane zida ili grede, opterećenja dana izrazima (5.62) i (5.63) treba pomnožiti sa 2.



Tablica 6.1 Osnovna pravila za dimenzije stupova, minimalna i maksimalna armatura (uzdužna i poprečna)

Manja dimenzija presjeka stupa: $b_{\min} = 20 \text{ cm}$ (14 cm za predgotovljen stup) Prema EN 1998-1, t. 5.4.3.2.1 [14], stupovi u seizmički aktivnim područjima: $b_{\min} = 25 \text{ cm}$. prema EN 1998-1, t. 5.4.3.2.1 [14], treba biti: $A_c = b \cdot h \geq (1,35 \cdot N_g + 1,5 \cdot N_q) / (0,65 \cdot f_{cd})$
Presjek stupa $h/b \leq 4$ Visina stupa l Proračunska uzdužna sila $N_{Ed} = 1,35 \cdot N_g + 1,5 \cdot N_q$
Najmanja (min) uzdužna armatura (mjerodavna je <u>najveća</u> vrijednost takve armature): Po EN 1992-1-1 [1], preporučena vrijednost najtanje šipke armature: $\phi_{\min} = 8 \text{ mm}$. Najmanja ukupna količina uzdužne armature $A_{s,\min}$: 1) $A_{s,\min} = 4\phi 8 = 2,0 \text{ cm}^2$. 2) $A_{s,\min} = 0,100 \cdot N_{Ed} / f_{yd}$; N_{Ed} je proračunska osna tlačna sila. 3) $A_{s,\min} = 0,002 \cdot A_c$, tj. 0,2 % od ploština betonskog presjeka. 4) Ako stup preuzima sile potresa: $A_{s,\min} = 0,010 \cdot A_c$ ili $8\phi 12$ prema EN 1998-1, t. 5.4.3.2.2 [14], a između kutnih šipki mora postojati najmanje jedna šipka na svakoj stranici presjeka stupa. Za stupove poligonalnog poprečnog presjeka, najmanje jednu šipku treba postaviti u svaki kut. Broj uzdužnih šipki u okruglom stupu ne treba biti manji od četiri. Prema Hrvatskom nacionalnom dodatku [6] preporuča se vrijednost najtanje šipke uzdužne armature: $\phi_{\min} = 12 \text{ mm}$. Najmanja ukupna količina uzdužne armature $A_{s,\min}$: 1) $A_{s,\min} = 4\phi 12$, a za okrugli stup $A_{s,\min} = 6\phi 12$ 2) $A_{s,\min} = 0,15 \cdot N_{Ed} / f_{yd}$ 3) $A_{s,\min} = 0,003 \cdot A_c$, tj. 0,3 % od ploština betonskog presjeka. Za stupove poligonalnog poprečnog presjeka, najmanje jednu šipku treba postaviti u svaki kut. Broj uzdužnih šipki u okruglom stupu mora biti najmanje šest. Najveći horizontalni razmak vertikalne armature iznosi 40 cm. Ako stup preuzima sile potresa, taj razmak smije iznositi najviše 20 cm.

NASTAVAK TABLICE 6.1:

Najveća (max) uzdužna armatura (mjerodavna je najmanja vrijednost):

$A_{s,max} = 0,040 \cdot A_c$ tj. 4,0 % od ploština betonskog presjeka.

$A_{s,max} = 0,080 \cdot A_c$ u presjeku gdje se armatura preklapa

Promjer poprečne armature (spona ili spiralne armature) treba biti: $\phi_w \geq 6$ mm, ili 1/4 najvećega promjera ϕ_s uzdužne armature: $\phi_w \geq \phi_s/4$, a mjerodavna je veća vrijednost. Promjer žica zavarenih mreža koje se rabe kao poprečna armatura stupa treba biti najmanje 5 mm [1].

za $\phi_s < 25$ mm, promjer spone $\phi_w = 6$ mm,

za $\phi_s \geq 25$ mm, promjer spone $\phi_w = 8$ mm

za $\phi_s \geq 34$ mm, promjer spone $\phi_w = 10$ mm

Međusobni razmak spona s_{cl} na sredini visine stupa:

Razmaci poprečne armature uzduž stupa ne smiju premašiti vrijednost $s_{cl,tmax}$. Preporučena vrijednost za $s_{cl,tmax}$ je najmanja od sljedećih [1]:

1) $s_{cl,tmax} = 20 \cdot \phi_{s,min}$; gdje je $\phi_{s,min}$ promjer najtanje uzdužne armature stupa ($\phi_{s,min} \geq 8$ mm)

2) $s_{cl,tmax} \leq 40$ cm

3) $s_{cl,tmax} \leq b$

Prema EN 1998-1, t. 5.4.3.2.2 [14],

1) $s_{cl,tmax} = 8 \cdot \phi_{s,min}$,

2) $s_{cl,tmax} \leq 17,5$ cm

2) $s_{cl,tmax} \leq b/2$

Prema Hrvatskom nacionalnom dodatku [6] preporuča se da razmak spona u stupovima nije veći od $s_{cl,tmax}$ a mjerodavna je najmanja od sljedećih vrijednosti:

1) $s_{cl,tmax} = 12 \cdot \phi_{s,min}$,

2) manja stranica presjeka stupa,

3) $s_{cl,tmax} \leq 30$ cm.

Progušćivanje spona pri vrhu i podnožju stupa:

Na duljini jednakoj većoj dimenziji presjeka stupa i na mjestu preklopa vertikalne armature promjera većeg od $\phi 14$, razmak spona treba biti $s_{cl,tmax} \leq 0,6 \cdot \phi_{s,t}$. Tada se zahtijeva najmanje 3 spona jednoliko raspoređene na duljini preklopa.

Spone se postavljaju i kroz čvor.

ZIDE

Zidni elementi		Mort opće namjene	Tankoslojni mort (horiz. sljubnica $\geq 0,5 \text{ mm}$ i $\leq 3,0 \text{ mm}$)	Lagani mort volumenske mase	
				$600 \leq \rho_d \leq 800 \text{ kg/m}^3$	$800 < \rho_d \leq 1300 \text{ kg/m}^3$
Opečni	Skupina 1	0,55	0,75	0,30	0,40
	Skupina 2	0,45	0,70	0,25	0,30
	Skupina 3	0,35	0,50	0,20	0,25
	Skupina 4	0,35	0,35	0,20	0,25
Vapneno-silikatni	Skupina 1	0,55	0,80	‡	‡ ¹⁾
	Skupina 2	0,45	0,65	‡	‡
Betonski	Skupina 1	0,55	0,80	0,45	0,45
	Skupina 2	0,45	0,65	0,45	0,45
	Skupina 3	0,40	0,50	‡	‡
	Skupina 4	0,35	‡	‡	‡
Porasti beton	Skupina 1	0,55	0,80	0,45	0,45
Umjetni kamen	Skupina 1	0,45	0,75	‡	‡
Obrađeni prirodni kamen	Skupina 1	0,45	‡	‡	‡
¹⁾ ‡ Kombinacija morta i zidnih elemenata koja se obično ne rabi pa vrijednosti nisu dane.					

γ_M	1	2	3	4	5
A Kontrola I Projektirani mort	1,5	1,7	2,0	2,2	2,5
B Kontrola I Propisani mort	1,7	2,0	2,2	2,5	2,7
C Kontrola II Svaki mort	2,0	2,2	2,5	2,7	3,0

Zidni elementi	f_{vk0} (N/mm ²)			
	Mort opće namjene zadanog razreda čvrstoće		Tankoslojni mort (horiz. sljubnica ≥ 0,5 mm i ≤ 3,0 mm)	Lagani mort
Opečni	M10 – M20	0,30	0,30	0,15
	M2,5 – M9	0,20		
	M1 – M2	0,10		
Vapnenosilikatni	M10 – M20	0,20	0,40	0,15
	M2,5 – M9	0,15		
	M1 – M2	0,10		
Betonski	M10 – M20	0,20	0,30	0,15
Porasti beton	M2,5 – M9	0,15		
Umjetni kamen i obrađeni prirodni kamen	M1 – M2	0,10		

Izrazi za proračun koeficijenta smanjenja visine ρ_2 , ρ_3 i ρ_4

Koeficijent $\rho_2 \rightarrow$ za zide ukrućeno na dva svoja ruba (na gornjem i donjem rubu):

Za zide koje je ukrućeno na vrhu i dnu armiranobetonskom stropnom ili krovnom konstrukcijom s obje strane zida na istoj razini ili armiranobetonskom stropnom konstrukcijom samo s jedne strane zida, a koja ima širinu oslonca od najmanje 2/3 debljine zida ali ne manje od 8,5 cm: $\rho_2 = 0,75$, osim ako je ekscentričnost opterećenja na vrhu zida veća od četvrtine debljina zida ($t/4$), kada se uzima da je $\rho_2 = 1,0$.

Za zide ukrućeno na gornjem rubu i na donjem rubu drvenom stropnom ili krovnom konstrukcijom s obje strane zida na istoj razini ili drvenom stropnom konstrukcijom samo s jedne strane zida, a koja ima širinu oslonca od najmanje 2/3 debljine zida ali ne manje od 8,5 cm: $\rho_2 = 1,00$

Ako se radi o zidu koji se ne može smjestiti niti u skupinu (a) ni u (b) $\rightarrow \rho_2 = 1,00$.

Koeficijent $\rho_3 \rightarrow$ za zide ukrućeno na tri svoja ruba (na gornjem, donjem i jednom vertikalnom rubu):

Ako je $L > 15 \cdot t \rightarrow$ vrijedi koeficijent smanjenja ρ_2 .

$$\text{Kada je visina etaže, } h \leq 3,5 \cdot L: \quad \rho_3 = \frac{\rho_2}{1 + \left[\frac{\rho_2 \cdot h}{3 \cdot L} \right]^2} > 0,3$$

gdje je L udaljenost slobodnog ruba od središta ukrućujućeg zida.

$$\text{Kada je } h > 3,5 \cdot L: \quad \rho_3 = \frac{1,5 \cdot L}{h}$$

Koeficijent $\rho_4 \rightarrow$ za zide ukrućeno na četiri svoja ruba (na gornjem, donjem i na oba vertikalna ruba):

$$\text{Ako je } h/L \leq 1,15, \text{ tj. } h \leq 1,15 \cdot L: \quad \rho_4 = \frac{\rho_2}{1 + \left[\frac{\rho_2 \cdot h}{L} \right]^2}$$

$$\text{Kada je } h > 1,15 \cdot L: \quad \rho_4 = \frac{0,5 \cdot L}{h}$$

Ako je $L \geq 30 \cdot t$, za zide ukrućeno na 2 vertikalna ruba, gdje je t , debljina ukrućenog zida, takvo se zide smatra ukrućenim samo na gornjem i donjem rubu, dakle vrijedi koeficijent ρ_2 .