

9. VASA: RAČUN ZIDANIH KONSTRUKCIJ

(EC 6) SISTEN 1996-1-1:200

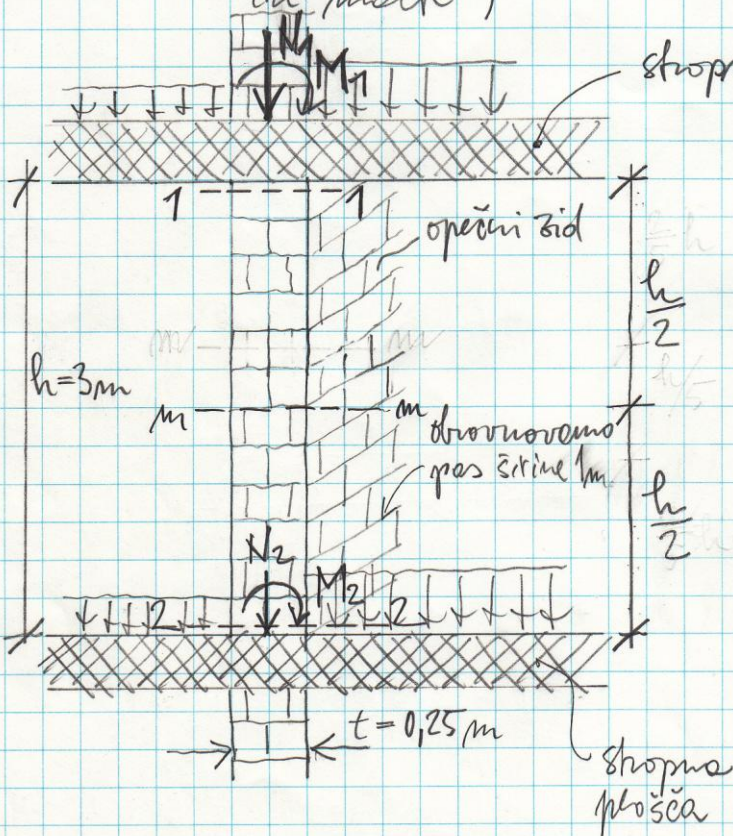
1. DOKAZ OSNE TLAČNE NOSILNOSTI ZIDANIH ZIDOV

V mejnem stanju nosilnosti:  $N_{Ed} \leq N_{Rd}$

račun. mejna osna sila

računska mejna osna nosilnost zidu

$N_{Rd} = N_{pd}$  (geometrija, prečni presek:  $h, t, l$ ; način tlačnega podpiranja, ekscentričnost obremenitve, lastnosti zidane in malte)



- tlačna nosilnost zidu z upoštevanjem vpliva vlone računsko določujemo v zgornjem in spodnjem uveličanju zidu ter v sredini zidu

Karakteristike zidu:  $t = 25\text{ cm}$

Stene: pas  $b = 100\text{ cm}$   $h = 3\text{ m}$

M0 10 ( $f_{zidaka} = 10\text{ MPa}$ )

ZIDAK - opeka NF. skupina 1 (120/250/65 mm)

$b = \min(120, 250) = 120\text{ mm}$   
 $h = 65\text{ mm}$

Pri računu zidov uporabljamo

normalizirane tlačne trdnost zidane

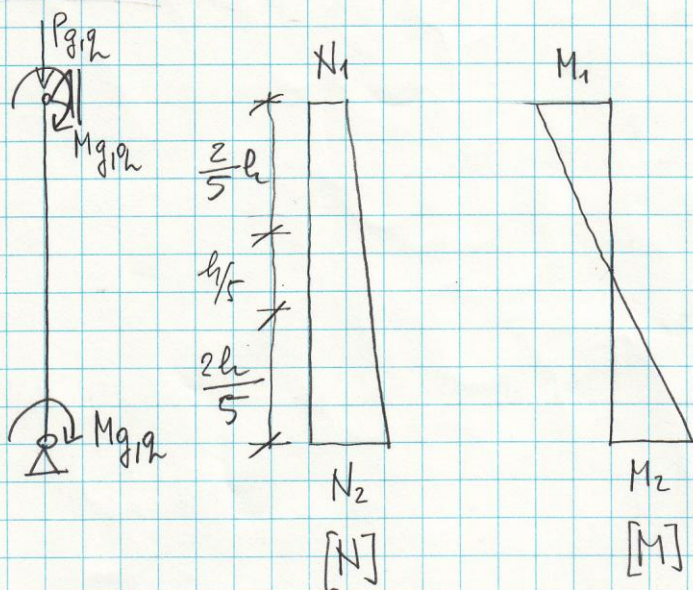
$f_b = \gamma \cdot f_{zidaka} = 0,80 \cdot 10 = 8\text{ MPa}$

$= 8\text{ N/mm}^2$

MALTA: M5

$\rightarrow$  tlačna trdnost malte:  $f_m = 5\text{ MPa}$



Obraba zidu:

$$P_q = 70 \text{ kN/m}$$

$$P_q = 40 \text{ kN/m}$$

$$M_g = 3 \text{ kNm/m}$$

$$M_g = 2 \text{ kNm/m}$$

up. moment zaradi ekscentričnosti delovanja teže skupne rombr.

1.2 Računsko mejno obremenitev zidu:Prerez 1-1:

$$N_{1,d} = 1,35 P_g + 1,5 \cdot P_q = 1,35 \cdot 70 + 1,5 \cdot 40 = 154,5 \text{ kN/m}$$

$$M_{1,d} = 1,35 M_g + 1,5 M_q = 1,35 \cdot 3 + 1,5 \cdot 2 = 7,05 \text{ kNm/m}$$

Prerez 2-2:

$$N_{2,d} = 1,35 (P_g + G_z) + 1,5 P_q = 1,35 (70 + 12,4) + 1,5 \cdot 40 = 171,2 \text{ kN/m}$$

$$G_z = b \cdot h \cdot t \cdot \gamma_{\text{zidu}} = 1,0 \cdot 3,0 \cdot 0,25 \cdot 16,5 = 12,4 \text{ kN/m}$$

$$M_{2,d} = M_{1,d} = 7,05 \text{ kNm/m}$$

Prerez m-m:

$$N_{m,d} = 1,35 (P_g + G_m) + 1,5 \cdot P_q = 162,9 \text{ kN/m}$$

$$G_m = \frac{1}{2} G_z = 6,2 \text{ kN/m}$$

$$M_{m,d} = 0 \text{ kNm}$$



### 1.3 Računska mejna nosilnost zidu:

$$N_{Rd} = f_d \cdot t \cdot \phi_{i,m} = \frac{f_k}{\gamma_M} \cdot t \cdot \phi_{i,m}$$

$f_k$  ... karakteristične flečne trdnost zidu

$\gamma_M$  ... parcialni varnostni faktor za material  
(odvisen od kategorije izvedbe zidu  
in od stopnje kontrole proizvodnje)

$$\gamma_M = 1,5 \div 3,0 \quad \gamma_M \text{ (pogoji izvedbe, kategorije kontrole zidov)}$$

$t$  ... debelina zidu pri nos  $\gamma_M = 2,5$

$\phi_{i,m}$  ... faktor redukcije nosilnosti zaradi vpliva višosti in ekscentričnosti obtebe na vrhu zidu ( $i=1$ ) oziroma ob vrnosti zidu ( $i=2$ ) ter v središčnem zidu ( $m$ )

$$f_k = K \cdot f_b^{0,7} \cdot f_m^{0,3} \quad \text{v } [N/mm^2]$$

če je  $A < 0,1 m^2 \rightarrow$  redukcija  $f_k$  s faktorjem  $(0,7 + 3A)^{10}$

$K = K$  (razred oblikovanja, prisotnost reg)  $\rightarrow$  preglednica 3,3

$$\phi_i = 1 - 2 \left( \frac{e_i}{t} \right)$$

$e_i$  ... računsko ekscentričnost obtebe zidu ( $e_1, e_2$ )

$$e_i = \frac{M_i}{N_i} + e_{he} + e_{int} \geq 0,05t$$

$e_{he}$  ... ekscentričnost osne sile na vrhu zidu oziroma ob vrnosti zidu zaradi delovanja vodoravne obtebe (npr. veter...)

$e_{int} = \frac{h_{ef}}{450}$  ... ekscentričnost zidu zaradi nečistošči izvedbe, pri čemer je  $h_{ef} = \gamma_M \cdot h$

učinkovita višina zidu ( $\gamma_M = 0,75$  ... zidovi zgoraj in spodaj podprti z AB ploščo)

način bočnega podpiranja



če  $e > 0,25 t$   $\rightarrow \beta_m = 1,0$   
ekscentričnost na vrhu zidu  
debelina zidu

$$\phi_m = A_1 \cdot e^{-\frac{\mu^2}{2}}$$

... redukcijski faktor za upoštevanje vpliva na redini višine zidu

$$A_1 = 1 - 2 \left( \frac{e_{mk}}{t} \right)$$

$e_{mk}$  ... ekscentričnost na redini višine zidu

$$e_{mk} = e_m + e_k \geq 0,05 t$$

$e_m$  ... ekscentričnost obtežbe

$e_k$  ... dodatna ekscentričnost zaradi učinkov lčenja zidu ( $\phi_{\infty} \approx 1$ )

$\mu = \frac{\lambda - 0,063}{0,73 - 1,17 \frac{e_{mk}}{t}}$   
 $\lambda = \frac{h_{ef}}{t_{ef}} \sqrt{\frac{f_k}{E}}$   
 za  $E = 1000 f_k$

$$\mu = \frac{\frac{h_{ef}}{t_{ef}} - 2}{23 - 37 \cdot \frac{e_{mk}}{t}}$$

$e_k = 0,002 \cdot \phi_{\infty} \cdot \frac{h_{ef}}{t_{ef}} \sqrt{t \cdot e_m}$   
 $\phi_{\infty}$  ... končni koeficient lčenja (tabela 3.74(2))  
 $\frac{h_{ef}}{t_{ef}}$  ... točnost zidu

• Preerez 1-1 :

$$e_1 = \frac{M_{1,d}}{N_{1,d}} + e_{he} + e_{init} = \frac{7,05}{154,5} + 0 + 0,005 = 0,0506 m > 0,05 t = 0,0125 m \quad \checkmark$$

$$e_{init} = \frac{h_{ef}}{450} = \frac{0,75 h}{450} = 0,005 m$$

$e_{he} = 0$  (ni horizontalne obtežbe)

$$\phi_1 = 1 - 2 \left( \frac{e_1}{t} \right) = 1 - 2 \left( \frac{5,06}{25} \right) = 0,595$$

$$N_{1,Rd} = \frac{f_k}{\gamma_m} \cdot t \cdot \phi_1 = \frac{3820}{2,5} \cdot 0,25 \cdot 0,595 = 227,3 \text{ kN/m}$$

$\gamma_m = 2,5$

$$f_k = K \cdot f_b^{0,7} \cdot f_m^{0,3} = 0,55 \cdot 8^{0,7} \cdot 5^{0,3} = 3,82 \text{ MPa} = 3820 \text{ kN/m}^2$$

FAGG vertikalne rope (spojnice), to pomeni, da zidovi potujejo preko cele debeline zidu  $\Rightarrow K = 0,55$   
 za zidove, ki so iz oblikovane skupine 1 in zid je brez vzdrževanja

preglednica 3.73



$$N_{1,Rd} = 227,3 > N_{1,d} = 154,5 \text{ kN/m} \quad \checkmark$$

• Prerez 2-2:

$$e_2 = \frac{M_{2,d}}{N_{2,d}} + e_{hez} + e_{mit} = \frac{7,05}{171,2} + \emptyset + 0,005 = \underline{0,0462 \text{ m}}$$

$$\phi_2 = 1 - 2 \left( \frac{e_2}{t} \right) = 1 - 2 \left( \frac{4,62}{25} \right) = \underline{0,630}$$

$$N_{2,Rd} = \frac{3820}{2,5} \cdot 0,25 \cdot 0,63 = 240,7 \text{ kN/m} > N_{2,d} = 171,2 \text{ kN} \quad \checkmark$$

• Prerez m-m: (glej str. 4)  
 vpliv besenja zorenarim, sicer po enačbi:  $e_k = 0,002 \dots$   
 $e_{mk} = e_m + e_k = e_m \geq 0,05t$

$$e_m = \frac{M_{m,d}}{N_{m,d}} + e_{hm} + e_{mit} = \frac{\emptyset}{162,9} + \emptyset + 0,005 = 0,005 \text{ m} > 0,05t = 0,0125 \text{ m}$$

$$A_1 = 1 - 2 \left( \frac{e_{mk}}{t} \right) = 1 - 2 \left( \frac{1,25}{25} \right) = 0,90 \quad e_{m2} = 0,005 + 0 = 0,005 \geq 0,05t = 0,0125 \text{ m}$$

$$\frac{h_{ef}}{t_{ef}} = \frac{0,75h}{t} = \frac{0,75 \cdot 300}{25} = 9 \rightarrow \mu = \frac{9-2}{23-37 \frac{1,25}{25}} = 0,337$$

$$\phi_m = A_1 \cdot e^{-\frac{\mu^2}{2}} = 0,90 \cdot e^{-\frac{0,337^2}{2}} = 0,852$$

$$N_{m,Rd} = \frac{3820}{2,5} \cdot 0,25 \cdot 0,852 = 325,5 \text{ kN} > N_{m,d} = 162,9 \text{ kN} \quad \checkmark$$



## 2. NEARMIRANO ŽIDOVJE PRI STRIŽNI OBRAMENITVI

- gre za strižne obremenitve v ravnini stene

MSN:  $V_{ed} \leq V_{rd}$

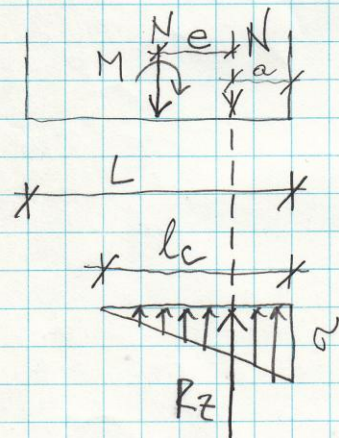
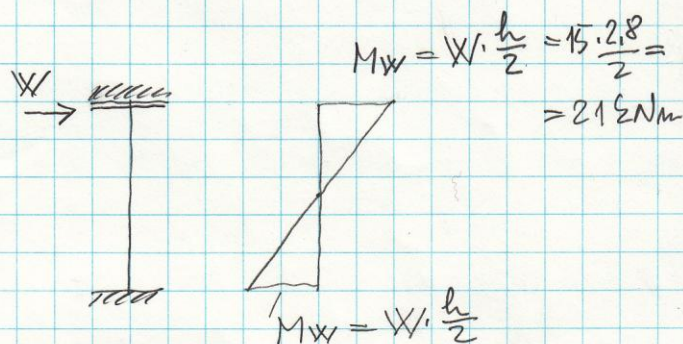
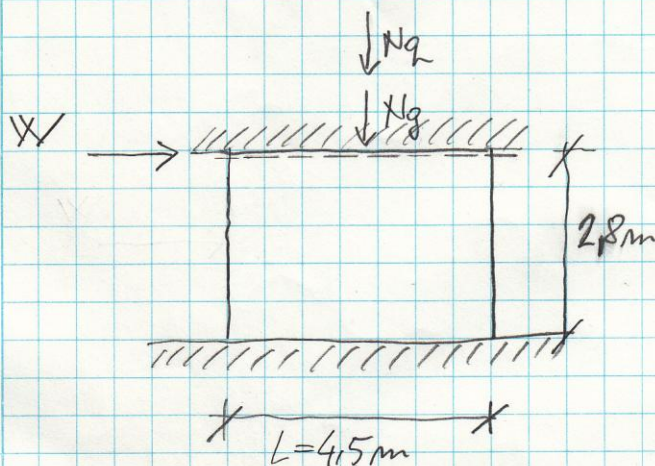
konkretne  
strižna  
trdnost  
židovje

$$V_{rd} = \frac{f_{vk} \cdot t \cdot l_c}{\gamma_m} = f_{rd} \cdot t \cdot l_c$$

↑  
računska strižna trdnost

dolžina tlačnega dela stene (predp. je trikotna razporeditev mop.)

Primer: Stena obtežena z vertikalno in horizontalno obt. (meter)



$$e < \frac{L}{6} \rightarrow l_c = L$$

$$e > \frac{L}{6} \rightarrow l_c < L$$

$$l_c = 3a \rightarrow \left( l_c = 3 \left( \frac{L}{2} - e \right) \right)$$

izhja čitar notranje cone

OBTEŽBA:

$$N_q = 90 \text{ kN}$$

$$N_g = 260 \text{ kN}$$

$$W = 15 \text{ kN} \text{ --- meter}$$

$$t = 19 \text{ cm}$$

modularna opora (skupine 2)

$$M_0 \ 15 \text{ --- opora}$$

$$M \ 5 \text{ --- malik}$$

razdeljena glede na  
gradbeno inženjersko  
židovje

(preglednica 3.1)



Obteženi primeri: veter lahko nastopi tudi samo pri stolni obteži

$$f_{Q, \text{vert.}} = 0$$

$$f_{G} = 1,0$$

$$f_{QW} = 1,50$$

$f_{rd} = f_{rd}(S_d) \rightarrow$  merodajen je zgornji premer.

$$V_{Ed} = 0 + 0 + f_{QW} \cdot W = 0 + 0 + 1,5 \cdot 15 = 22,5 \text{ kN}$$

$$N_{Ed} = f_{G} \cdot N_g + \psi_0 \cdot f_{Q, \text{vert.}} \cdot N_q = 1,0 \cdot 260 + \psi_0 \cdot 0 \cdot 90 = 260 \text{ kN}$$

= uzaden vpliv

$$M_{Ed} = 0 + 0 + f_{QW} \cdot W \cdot \frac{h}{2} = 0 + 0 + 1,5 \cdot 15 \cdot \frac{2,80}{2} = 31,5 \text{ kNm}$$

Kolikišen del preseka je tlačeni: ( $l_c$ )

$$e = \frac{M_{Ed}}{N_{Ed}} = \frac{31,5}{260} = 0,121 \text{ m} < j = \frac{L}{6} = \frac{4,50}{6} = 0,75 \text{ m}$$

$$\rightarrow l_c = l = 4,5 \text{ m}$$

tlačeni del preseka

računska shizina trdnost

$$f_{rk} = \min \left\{ \begin{array}{l} f_{rko} + 0,4 S_D = 200 + 0,4 \cdot 304,1 = 321,64 \text{ kN/m}^2 \\ 0,065 \cdot f_b = 0,065 \cdot 17250 = 1121 \text{ kN/m}^2 \\ f_{rk} \text{ mejno} = 1200 \text{ kN/m}^2 \end{array} \right.$$

glej preglednica 3.4

$$S_D = \frac{N_{Ed}}{l_c \cdot t} = \frac{260}{4,5 \cdot 0,19} = 304,1 \text{ kN/m}^2$$

... računsko tlačno megetost  
trdn, ki deluje pravokotno na  
stope malte

$$f_{rk}: \quad b/d/h = 190/290/190 \text{ mm} \rightarrow \delta = 1,15$$

EN 772-1

$$\left. \begin{array}{l} \text{opečni zidok M0 15} \\ \text{malta M 5} \end{array} \right\} f_b = \delta \cdot f_{zidaka} = 1,15 \cdot 15 = 17,25 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} = 17250 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$f_m = 5 \text{ N/mm}^2$$

S skupina 2 — opečni zidok (preglednica 3.4)

$$f_{rko} = 0,2 \text{ N/mm}^2 = 200 \text{ kN/m}^2$$

$$f_{rk} \text{ — mejni} = 1,2 \text{ N/mm}^2 = 1200 \text{ kN/m}^2$$



$$f_{\text{red}} = \frac{f_{\text{rk}}}{\gamma_{\text{M}}} = \frac{321,64}{2,5} = 128,7 \text{ kN/m}^2$$

$$V_{\text{rd}} = f_{\text{red}} \cdot l_c \cdot t = 128,7 \cdot 4,50 \cdot 0,19 = 110,0 \text{ kN} > V_{\text{Ed}} = 22,5 \text{ kN}$$

✓

KONEC