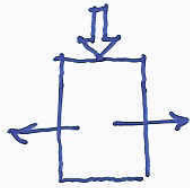


# NAVRHOVÁNÍ A VÝPOČET PŘÍČNĚ VYZTUŽENÝCH ZDĚNÝCH PRVKŮ

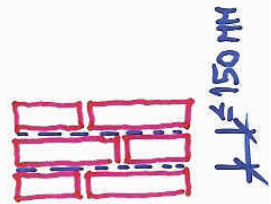


Omezením příčných deformací se zlepšuje využití mechanických vlastností cihel:

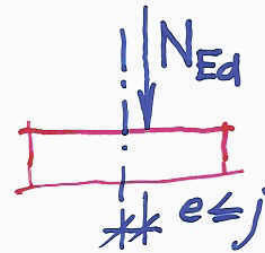
poměr  $\frac{\text{pevnost zdiva v tlaku}}{\text{pevnost cihly v tlaku}}$

se vyztužením ložných spár zvyšuje z  $0,2 \div 0,3 \Rightarrow \underline{0,8 \div 0,9}$  za předpokladů, že:

- sítěmi vyztužené ložné spáry jsou od sebe vzdáleny nejvýše 150 mm



- excentricita svislého zatížení nevystoupí z jádra průřezu, t.j. pro   $e \leq \frac{t}{6} \left( \frac{b}{6} \right)$



- štíhlostní poměr

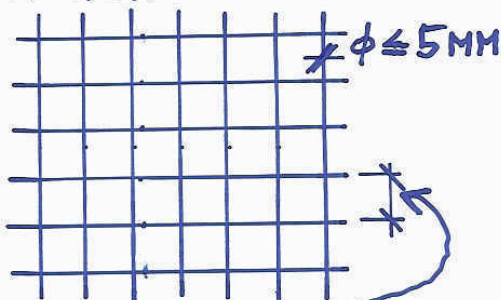
$$\lambda = \frac{h_{ef}}{t_{ef}} \sqrt{\frac{1000}{\alpha_{sec}}} \leq 15$$

- pevnost malty je nejméně M5
- při použití výztuže bez antikorozní úpravy jen do suchého prostředí !

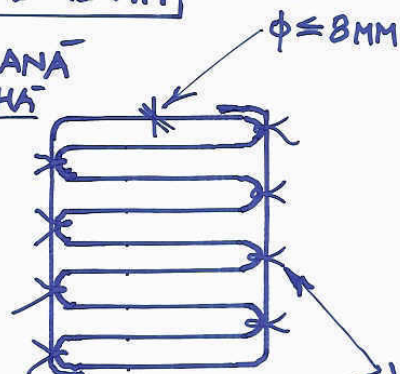
## VÝZTUŽ:

KRYTÍ  $\geq 15 \text{ MM}$

SVAROVANÁ

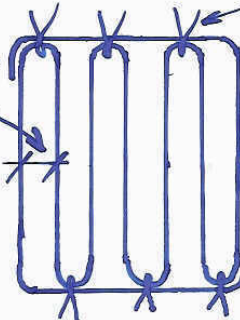


VÁZANÁ  
LICHÁ

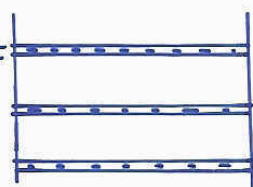


VÁZACÍ  
DRÁT

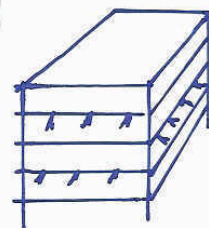
SUDÁ



12 MM



$s \leq 400 \text{ MM}$   
 $\leq 5 \text{ ŘAD}$



STUPĚŇ VÝZTUŽENÍ (OBJEMOVĚ ?):

$$0,001 \leq \rho = \frac{V_s}{V_m} \leq 0,01$$

HEZNÍ NAPĚTÍ VÝZTUŽE  $\sigma_{sd}$  (NÁVRHOVÁ HODNOTA)

SVAROVANÉ SÍTĚ

200 MPa

(OCEL 10505)

VÁZANÁ VÝZTUŽ

150 MPa

(OCEL 10216, 11373)

## STATICKÝ VÝPOČET

### SOUČINITEL PŘETVÁRNOSTI PŘÍČNĚ VYZTUŽ. ZDIVA

$$\alpha_s = \alpha_{sec} \frac{\bar{f}}{f_{sk}} \quad (1)$$

$\alpha_{sec}$  .... součinitel přetvárnosti nevyztuženého zdiva

|                                                                      | M 15, M 10 | M 5  |
|----------------------------------------------------------------------|------------|------|
| pálené cihly,<br>vápenopísk. cihly                                   | 1000       | 1000 |
| pórobeton. tvárnice,<br>beton. tvárnice<br>z <u>lehkého</u> kameniva | —          | 700  |
| beton. tvárnice<br>z <u>hutného</u> kameniva                         | 1500       | 1500 |
| kamenné kvádry                                                       | 2000       | 2000 |

$\bar{f}$  .... průměrná pevnost zdiva v tlaku

$$\bar{f} = 2f_k \quad (2)$$

$f_{sk}$  ... průměrná pevnost příčně vyztuženého zdiva v tlaku

$$f_{sk} = 2f_k + 2f_{yk}\rho \quad (3)$$

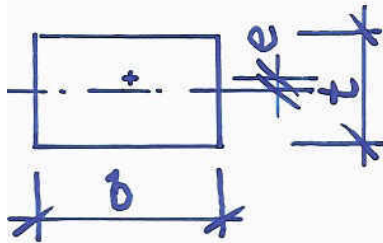
$f_{yk}$  .... charakterist. mez kluzu použité oceli

$\rho$  .... objemový stupeň vyztužení

$f_k$  ... charakteristická pevnost nevyztuž. zdiva v tlaku



## MEZNÍ ÚNOSNOST PRŮŘEZU



$$N_{Rd} = \Phi_{i,m} b t \underline{f_{sd}} \quad (4)$$

$$\Phi_i = 1 - \frac{2e_i}{t}$$

$\Phi_m \Leftarrow$  TABULKY

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{e_{mk}}{t} \\ \frac{h_{ef}}{t_{ef}} \end{array} \right\}$$

STEJNĚ  
JAKO  
NEVYZTUŽENÝ  
PRŮŘEZ !

TABULKA SE VYBERE PODLE  $\alpha_s$

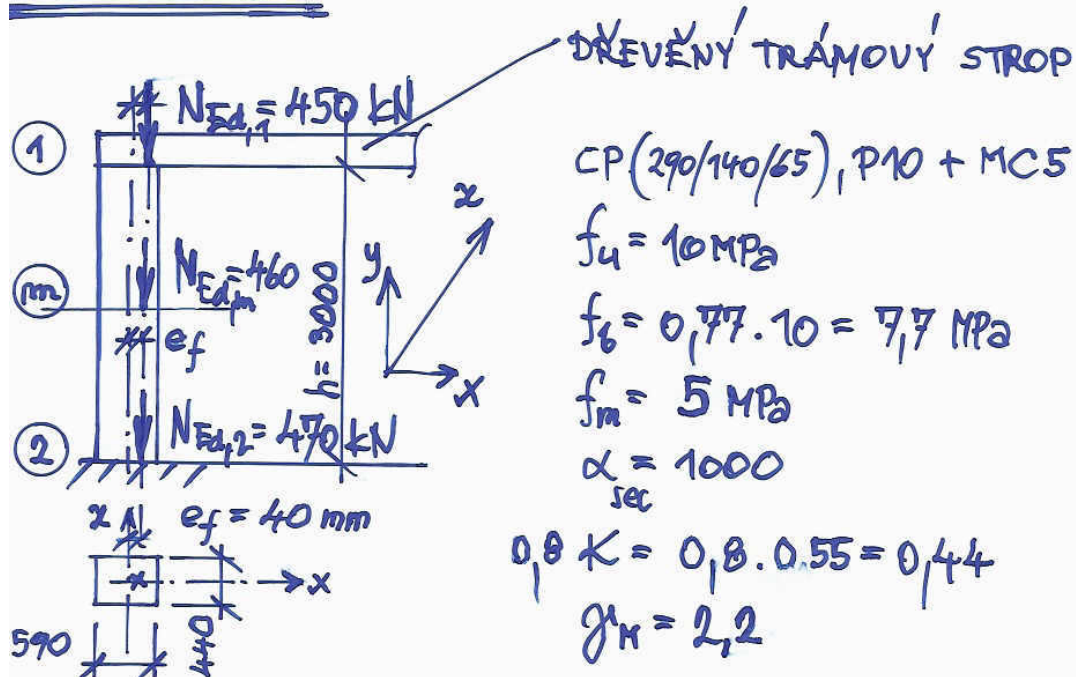
jako by se jednalo o  $\alpha_{sec}$  (nejbližší nižší  $\alpha_{sec}$ )

$f_{sd}$  ... návrhová pevnost příčně vyztuženého zdiva

$$f_{sd} = \frac{f_k}{\gamma_M} + 2\rho\sigma_{sd} \leq 1,8f_d \quad (5)$$

## PŘÍKLAD:

PR/1

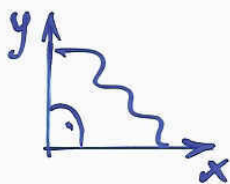


$$f_k = 0,8 K f_b^{0,7} f_m^{0,3} = 0,44 \cdot 7,7^{0,7} \cdot 5^{0,3} = 2,98 \text{ MPa}$$

$$h_{ef} = \rho_2 h = 1 \cdot 3 = 3 \text{ m}$$

Posudek nevyztuženého pilíře:

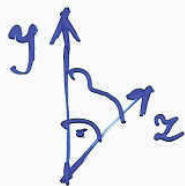
(soutvary EXCEL - viz POMŮCKY → „stěna-pilíř“)



$$N_{R1} = 296, - \text{ kN} < 450 \text{ kN}$$

$$N_{Rm} = 292, - \text{ kN} < 460 \text{ kN}$$

$$N_{R2} = 296, - \text{ kN} < 470 \text{ kN}$$



$$N_{R1} = 316, - \text{ kN} < 450 \text{ kN}$$

$$N_{Rm} = 308, - \text{ kN} < 460 \text{ kN}$$

$$N_{R2} = 316, - \text{ kN} < 470 \text{ kN}$$

⇒ NEVYZTUŽENÝ PILÍŘ NEUPLYNĚ!

~~10~~/2

únosnost nevyztuženého pilíře je  $\frac{N_{Ed,m}}{N_{Rd,m}} = \frac{460}{292} = 1,575 \times$   
menší, než návrhové zatížení. Vzhledem k dosaženým  
parametrům:

$$1) e_{mk} = e_f + e_2 = 0,04 + \frac{3}{450} = 0,047 \text{ m} < \frac{t}{6} = \frac{0,59}{6} = 0,098 \text{ m}$$

$$2) \frac{h_{ef}}{t_{ef,min}} = \frac{3}{0,44} = 6,8 < 15$$

$$3) \frac{N_{Ed}}{N_{Rd}} = \frac{460}{292} = 1,575 < 1,8$$

je možno pilíř zesílit vložením příčné výztuže do ložných  
spár zdiva.

Určíme nutnou hodnotu návrhové pevnosti příčné  
vyztuženého zdiva:

$$f_{sd,nut} = 1,575 \frac{f_k}{\gamma_m} = 1,575 \frac{2,90}{2,2} = 2,13 \text{ MPa}$$

Nutný stupeň vyztužení určíme ze vztahu (5),  
přičemž pro z uvedenou výztuž 10216 ( $f_{yk} = 206 \text{ MPa}$ )  
dosadíme redukovanou návrhovou hodnotu napětí

$$\sigma_{sd} = 150 \text{ MPa} :$$

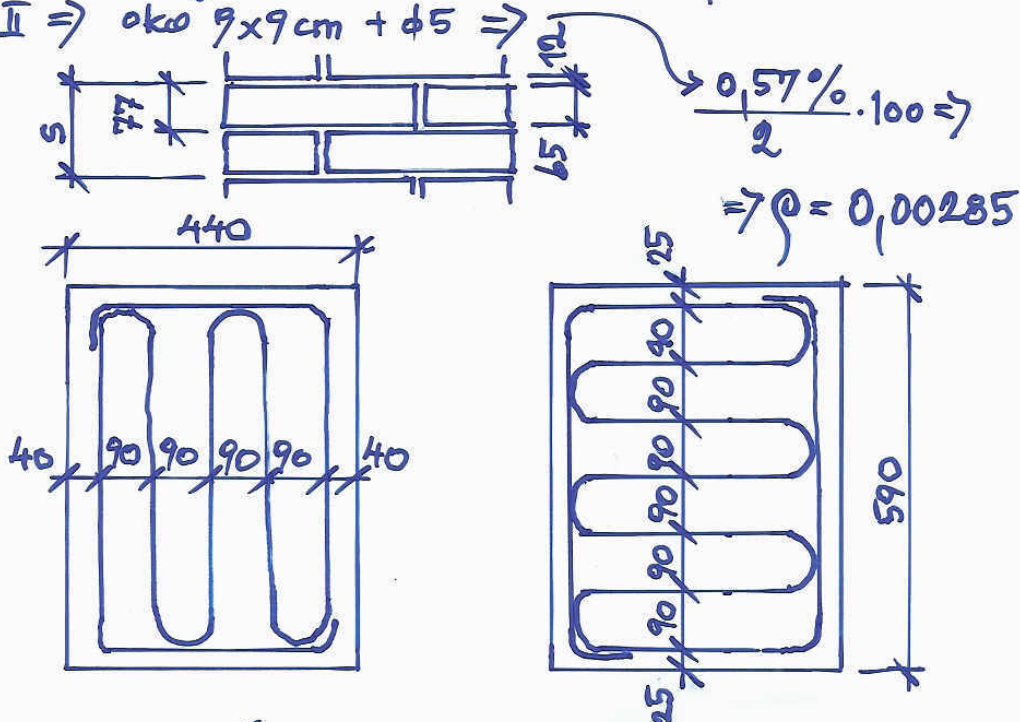
$$\rho_{nut} = \frac{f_{sd,nut} - \frac{f_k}{\gamma_m}}{2 \sigma_{sd}} = \frac{2,13 - \frac{2,90}{2,2}}{2 \cdot 150} = 0,0026$$



Návrh výztuže:

S pomocí tabulky II navrhujeme vázanou výztuž  $\phi E5$  à  $90\text{mm}$

TAB. II  $\Rightarrow$  okno  $9 \times 9\text{cm} + \phi 5 \Rightarrow$



Posouzení pilíře:

podle (3)  $\text{prům } f_{sk} = 2(f_k + f_{yk}\rho) = 2(2,98 + 206 \cdot 0,00285) = 7,13 \text{ MPa}$

podle (1)  $\alpha_s = \alpha_{sec} \frac{\text{prům } f}{\text{prům } f_{sk}} = 1000 \frac{2 \cdot 2,98}{7,13} = 836$

$\Rightarrow$  nejblízkší nižší tabulka: 750

$\frac{h_{ef}}{t_{ef}} = \frac{3}{0,59} = 5,08$   
 $\frac{e_{mk}}{t} = \frac{0,047}{0,59} = 0,08$

$\Phi_m = 0,823$

|      | 0,05 | 0,08  | 0,10 |
|------|------|-------|------|
| 5    | 0,89 | 0,824 | 0,78 |
| 5,08 |      | 0,823 |      |
| 6    | 0,88 | 0,814 | 0,77 |

**Tab. II. Procenta vyztužení příčnými vložkami při jejich umístění v každé ložné spáře zdiva při výšce ložné vrstvy  $s = 7,7$  cm**

| Rozměr oka<br>příčné vložky<br>v cm | Průměr výztuže v mm |      |      |      |      |      |
|-------------------------------------|---------------------|------|------|------|------|------|
|                                     | 3                   | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    |
| 3×3                                 | 0,61                | 1,09 | 1,7  | 2,45 | 3,33 | 4,36 |
| 3,5×3,5                             | 0,53                | 0,93 | 1,45 | 2,15 | 2,85 | 3,73 |
| 4×4                                 | 0,46                | 0,82 | 1,27 | 1,84 | 2,5  | 3,27 |
| 4,5×4,5                             | 0,41                | 0,73 | 1,13 | 1,64 | 2,22 | 2,91 |
| 5×5                                 | 0,37                | 0,66 | 1,02 | 1,47 | 2    | 2,61 |
| 5,5×5,5                             | 0,34                | 0,6  | 0,92 | 1,34 | 1,82 | 2,37 |
| 6×6                                 | 0,31                | 0,55 | 0,85 | 1,23 | 1,67 | 2,18 |
| 6,5×6,5                             | 0,28                | 0,5  | 0,78 | 1,13 | 1,54 | 2,01 |
| 7×7                                 | 0,26                | 0,47 | 0,73 | 1,05 | 1,43 | 1,86 |
| 7,5×7,5                             | 0,25                | 0,44 | 0,68 | 0,98 | 1,33 | 1,74 |
| 8×8                                 | 0,23                | 0,41 | 0,64 | 0,92 | 1,25 | 1,63 |
| 8,5×8,5                             | 0,22                | 0,39 | 0,6  | 0,87 | 1,18 | 1,54 |
| 9×9                                 | 0,21                | 0,36 | 0,57 | 0,82 | 1,11 | 1,45 |
| 9,5×9,5                             | 0,19                | 0,34 | 0,54 | 0,77 | 1,05 | 1,37 |
| 10×10                               | 0,18                | 0,33 | 0,51 | 0,74 | 1    | 1,31 |

Poznámka: Neuložíme-li výztužné příčné vložky do každé ložné spáry zdiva, ale do každé druhé až páté ložné vrstvy, zmenší se procento vyztužení úměrně počtu ložných vrstev, připadajících na jednu příčnou vložku.



PŘ/4

Návrhová pevnost příčně vyztuženého zdiva :

$$f_{sd} = \frac{f_k}{\gamma_M} + 2\rho G_{sd} = \frac{2,98}{2,2} + 2 \cdot 0,00285 \cdot 150 = 2,21 \text{ MPa} <$$

$$< 1,8 \frac{f_k}{\gamma_M} = 1,8 \frac{2,98}{2,2} = 2,44 \text{ MPa}$$

Návrhová únosnost pilíře v nejvíce namáhaném průřezu :

$$N_{Rd,m} = \Phi_M b t f_{sd} = 0,823 \cdot 0,44 \cdot 0,59 \cdot 2210 = \underline{\underline{472 \text{ kN}}} >$$

$$> \underline{N_{Ed,m} = 460 \text{ kN}}$$