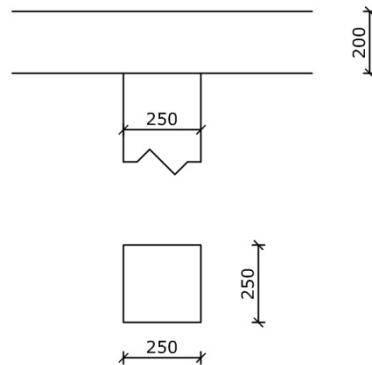


## 4. gyakorlat

### Átszűrődési vasalás tervezése

Határozzuk meg az alábbi pillér felett a lemezben szükséges átszűrődési vasalás mennyiségét.



Kiindulási adatok:

Beton:

betonminőség:

C20/25 – 16

beton nyomószilárdságának tervezési értéke:

$$f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{20}{1,5} = 13,33 \text{ N/mm}^2$$

betontakarás:

$c_{nom}^1 = 26 \text{ mm}$

Betonacél:

betonacél minőség:

B60.50

betonacél folyáshatárának tervezési értéke:

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{500}{1,15} = 434,8 \text{ N/mm}^2$$

Felső vasalás a lemezben mindkét irányban:  $\Phi 16/150 = 1340 \text{ mm}^2/\text{m}$

$$d_y = 200 - 26 - \frac{16}{2} = 166 \text{ mm}$$

$$d_x = 200 - 26 - 16 - \frac{16}{2} = 150 \text{ mm}$$

$$d = \frac{d_y + d_x}{2} = \frac{166 + 150}{2} = 158 \text{ mm}$$

$V_{Ed,0} = 700 \text{ kN}$  (függőleges reakcióerő a vizsgált oszlopnál)

$\beta = 1,15$  (közbenső oszlop)

$\beta = 1,5$  (raszter sarokpontjában található oszlop)

$\beta = 1,4$  (raszter szélső pontjaiban található oszlop)

<sup>1</sup> VSZT 50. oldal



### 1.1. A beton teherbírásának ellenőrzése ferde nyomásra a pillérek $u_0$ kerülete mentén:

A megfelelő teherbírás feltétele:

$$V_{Ed} \leq V_{Rd,max}$$

$$V_{Ed} = \frac{\beta \cdot V_{Ed,0}}{u_0 \cdot d} = \frac{1,15 \cdot 700 \cdot 10^3}{4 \cdot 250 \cdot 158} = 5,09 \text{ N/mm}^2$$

$$V_{Rd,max} = 0,5 \cdot v \cdot f_{cd} = 0,5 \cdot 0,55 \cdot 13,33 = 3,67 \text{ N/mm}^2$$

$$v = 0,6 \cdot \left(1 - \frac{f_{ck}}{250}\right) = 0,6 \cdot \left(1 - \frac{20}{250}\right) = 0,55$$

$$V_{Ed} > V_{Rd,max} \Rightarrow \text{a lemez nem felel meg}$$

|              |                               |            |
|--------------|-------------------------------|------------|
| lehetőségek: | lemezvastagság növelése →     | 300 mm     |
|              | betonminőség növelése →       | C25/30     |
|              | oszlopméret növelése →        | 300/300 mm |
|              | merev acélbetét alkalmazása → | nem!       |

Új méretekkel a beton teherbírásának ellenőrzése:

$$f_{ck} = 25 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{cd} = 16,67 \text{ N/mm}^2$$

$$V_{Ed} = \frac{\beta \cdot V_{Ed,0}}{u_0 \cdot d} = \frac{1,15 \cdot 700 \cdot 10^3}{4 \cdot 300 \cdot 258} = 2,6 \text{ N/mm}^2$$

$$V_{Rd,max} = 0,5 \cdot v \cdot f_{cd} = 0,5 \cdot 0,54 \cdot 16,67 = 4,5 \text{ N/mm}^2$$

$$v = 0,6 \cdot \left(1 - \frac{f_{ck}}{250}\right) = 0,6 \cdot \left(1 - \frac{25}{250}\right) = 0,54$$

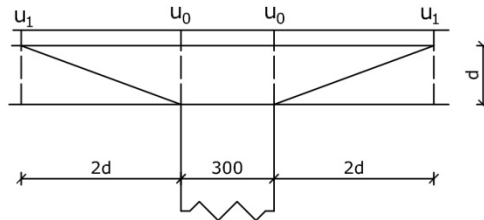
$$V_{Ed} < V_{Rd,max} \Rightarrow \text{a lemez bevasalható}$$

## 1.2. Nyírési vasalás számítása:

szükséges-e nyírési vasalás?

A beton keresztmetszet teherbírása  $u_1$  kerület mentén:

$u_1$ : oszlop szélétől  $2d$  távolságra levő kerület.



$$u_1 = K + 2 \cdot 2d \cdot \pi = 4 \cdot 300 + 4 \cdot 258 \cdot \pi = 4442 \text{ mm}$$

$$v_{Rd,c} = \max \left\{ C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{\frac{1}{3}} \right. \\ \left. v_{\min} \right\}$$

$$k = \min \left\{ 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 1 + \sqrt{\frac{200}{258}} = 1,88 \right\} = 1,88$$

$$\rho_l = \min \left\{ \sqrt{\rho_{l,y} \cdot \rho_{l,x}} = \sqrt{\frac{1340 \cdot 1340}{1000^2 \cdot 258^2}} = 5,19 \cdot 10^{-3} \right\} = 5,19 \cdot 10^{-3}$$

$$C_{Rd,c} = \frac{0,18}{\gamma_c} = \frac{0,18}{1,5} = 0,12$$

$$v_{\min} = 0,035 \cdot k^{\frac{3}{2}} \cdot f_{ck}^{\frac{1}{2}} = 0,035 \cdot 1,88^{\frac{3}{2}} \cdot 25^{\frac{1}{2}} = 0,451 \text{ N/mm}^2$$

$$C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{\frac{1}{3}} = 0,12 \cdot 1,88 \cdot (100 \cdot 5,19 \cdot 10^{-3} \cdot 25)^{\frac{1}{3}} = 0,53 \text{ N/mm}^2$$

$$v_{Rd,c} = \max \left\{ 0,53 \right\} = 0,53 \text{ N/mm}^2$$

Fajlagos nyíróerő nagyság az  $u_1$  kerület mentén:

$$v_{Ed,u_1} = \frac{\beta \cdot V_{Ed,0}}{u_1 \cdot d} = \frac{1,15 \cdot 700 \cdot 10^3}{4442 \cdot 258} = 0,702 \text{ N/mm}^2 > v_{Rd,c} = 0,53 \text{ N/mm}^2 \\ \Rightarrow \text{nyírési vasalás szükséges!}$$

### 1.3. Nyírási vasalás megtervezése:

A nyírási vasalással tervezett lemez átlukadási nyírószilárdságának tervezési értéke a vizsgált keresztmetszet mentén:  $v_{Rd,cs}$

$$v_{Rd,cs} = 0,75 \cdot v_{Rd,c} + n \cdot A_{sw} \cdot f_{ywd,ef} \cdot \frac{1}{u_1 \cdot d} \cdot \sin \alpha$$

Kengyelek esetén a sugárirányban kiosztott nyírási vasak maximális távolsága:

$$s_r = 0,75 \cdot d = 0,75 \cdot 258 = 193,5\text{mm} \Rightarrow s_{r,eff} = 193,5\text{mm}$$

$$n = 1,5 \cdot \frac{d}{s_r} = \frac{1,5 \cdot d}{0,75 \cdot d} = 2,0$$

Amennyiben sűrűbben vesszük fel a vasalást ( $s_r$  értékét csökkentjük), akkor a kerületek számításakor már nem a  $0,75d$  értéket kell figyelembe venni, hanem az általunk választott kiosztási távolságot.

Az átlukadás elleni nyíróvasalás húzószilárdságának tervezési értéke:  $f_{ywd,ef}$

$$f_{ywd,ef} = 250 + 0,25 \cdot d = 250 + 0,25 \cdot 258 = 314,5\text{N/mm}^2 \leq f_{ywd} = 435\text{N/mm}^2$$

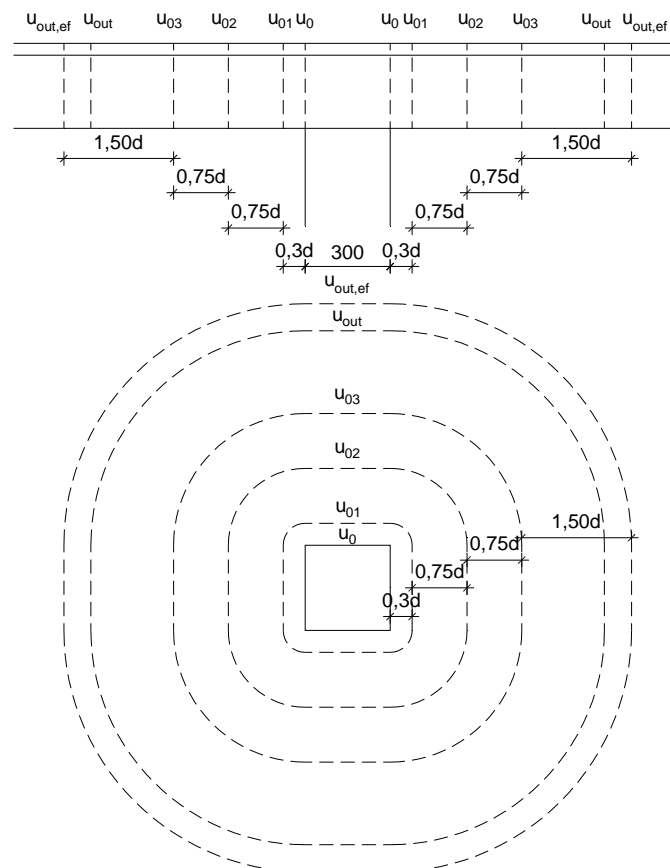
Alkalmazott vasalás: függőleges kengyelezés  $\rightarrow \alpha = 90^\circ \rightarrow \sin \alpha = 1$

Határozzuk meg azt az  $u_{out}$  kerületet ahol már nincs szükség nyírási vasalásra:

$$u_{out} = \frac{\beta \cdot V_{Ed,0}}{v_{Rd,c} \cdot d} = \frac{1,15 \cdot 700 \cdot 10^3}{0,53 \cdot 258} = 5887\text{mm}$$

A szélső acélon kívül  $1,5d$ -re kell az  $u_{out}$  kerületnek lennie.

A vizsgálandó átszűrődési vonalak távolsága  $0,75d$ , az első távolsága  $0,3d$ . Először a tervezés során mi 3 sorban kiosztott átszűrődési vasalást feltételezünk elegendőnek.





$$u_{01} = K + 2 \cdot 0,3 \cdot d \cdot \pi = 4 \cdot 300 + 2 \cdot 0,3 \cdot 258 \cdot \pi = 1686 \text{ mm}$$

$$u_{02} = K + 2 \cdot (0,3 + 0,75) \cdot d \cdot \pi = 4 \cdot 300 + 2 \cdot 1,05 \cdot 258 \cdot \pi = 2902 \text{ mm}$$

$$u_{03} = K + 2 \cdot (0,3 + 2 \cdot 0,75) \cdot d \cdot \pi = 4 \cdot 300 + 2 \cdot 1,80 \cdot 258 \cdot \pi = 4118 \text{ mm}$$

$u_{\text{out,ef}}$ :  $u_{03}$ -tól 1,5d-re:

$$u_{\text{out,ef}} = K + 2 \cdot (0,3 + 2 \cdot 0,75 + 1,5) \cdot d \cdot \pi = 3 \cdot 400 + 2 \cdot 3,3 \cdot 258 \cdot \pi = 6550 \text{ mm} > u_{\text{out}} = 5887 \text{ mm}$$

$\Rightarrow$  nyírási vasalás az  $u_{03}$  vonalig

(ha ez a feltétel nem felelt volna meg, akkor egy további kerület mentén kellene kiosztani vasakat)

Az egyes átszűrődési vonalakon szükséges nyírási vasalás mennyisége:

$$v_{\text{Ed},01} = \frac{\beta \cdot V_{\text{Ed},0}}{u_{01} \cdot d} = \frac{1,15 \cdot 700 \cdot 10^3}{1686 \cdot 258} = 1,850 \text{ N/mm}^2$$

$$v_{\text{Ed},02} = \frac{\beta \cdot V_{\text{Ed},0}}{u_{02} \cdot d} = \frac{1,15 \cdot 700 \cdot 10^3}{2902 \cdot 258} = 1,075 \text{ N/mm}^2$$

$$v_{\text{Ed},03} = \frac{\beta \cdot V_{\text{Ed},0}}{u_{03} \cdot d} = \frac{1,15 \cdot 700 \cdot 10^3}{4118 \cdot 258} = 0,758 \text{ N/mm}^2$$

$$v_{\text{Rd,cs}} = 0,75 \cdot v_{\text{Rd,c}} + n \cdot A_{\text{sw}} \cdot f_{\text{ywd,ef}} \cdot \frac{1}{u \cdot d} \cdot \sin \alpha = 0,75 \cdot 0,53 + 2,0 \cdot A_{\text{sw}} \cdot 314,5 \cdot \frac{1}{u \cdot 258} \cdot 1 \Rightarrow A_{\text{sw}}$$

$$= \frac{v_{\text{Rd,cs}} - 0,398}{2,438} \cdot u$$

$\Phi 10 = 79 \text{ mm}^2$  kengyel  
esetén  
(szárdarabszám!)

$$A_{\text{sw},01} = \frac{v_{\text{Ed},01} - 0,398}{2,438} \cdot u = \frac{1,850 - 0,398}{2,438} \cdot 1686 = 1005 \text{ mm}^2 \quad 13 \text{ db}$$

$$A_{\text{sw},02} = \frac{v_{\text{Ed},02} - 0,398}{2,438} \cdot u = \frac{1,075 - 0,398}{2,438} \cdot 2902 = 806 \text{ mm}^2 \quad 11 \text{ db}$$

$$A_{\text{sw},03} = \frac{v_{\text{Ed},03} - 0,398}{2,438} \cdot u = \frac{0,758 - 0,398}{2,438} \cdot 4118 = 608 \text{ mm}^2 \quad 8 \text{ db}$$

Megjegyzés:

A szükséges vasmennyiséget a szerkesztési szabályok figyelembevételével kell kiosztani.