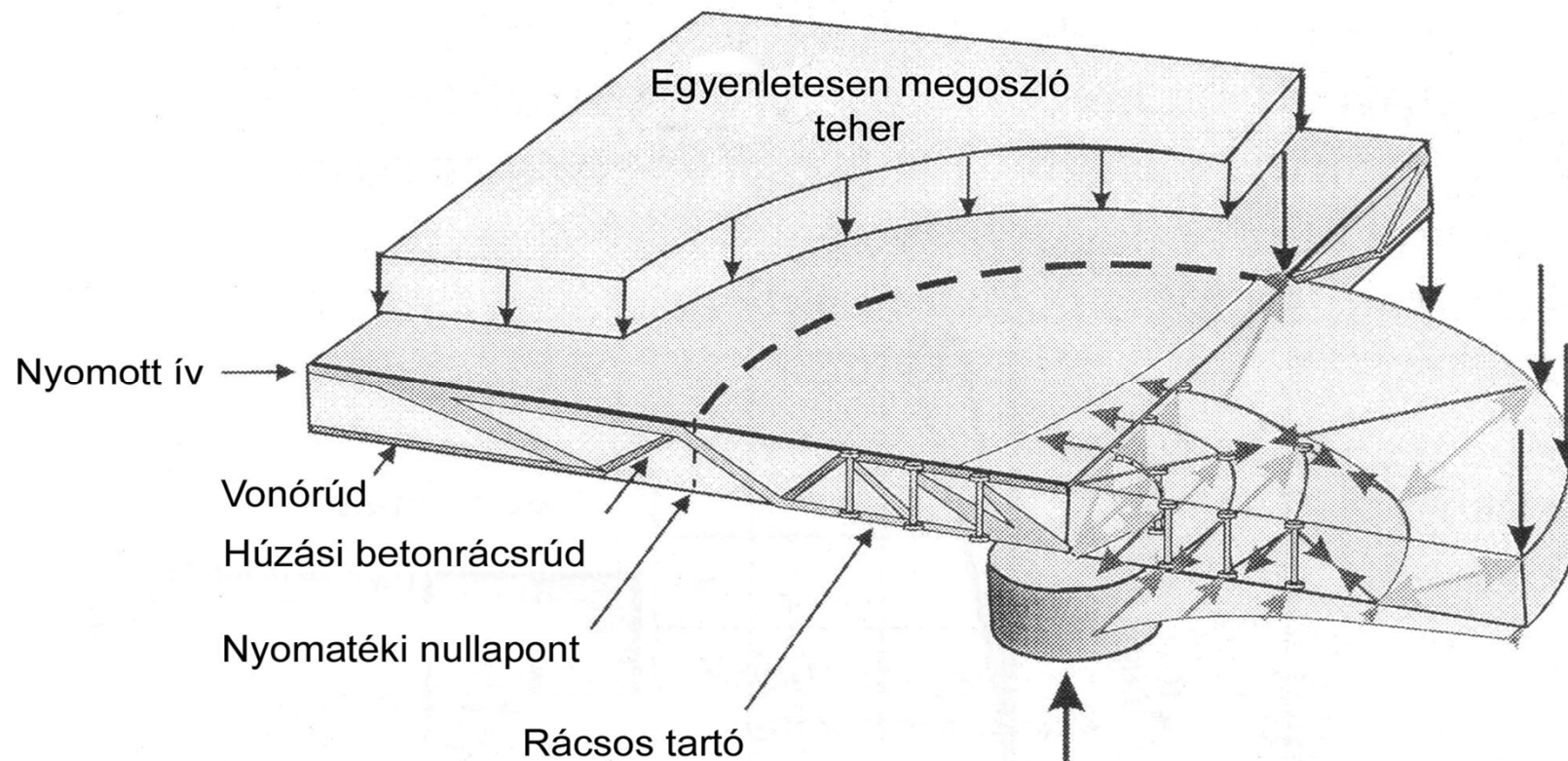


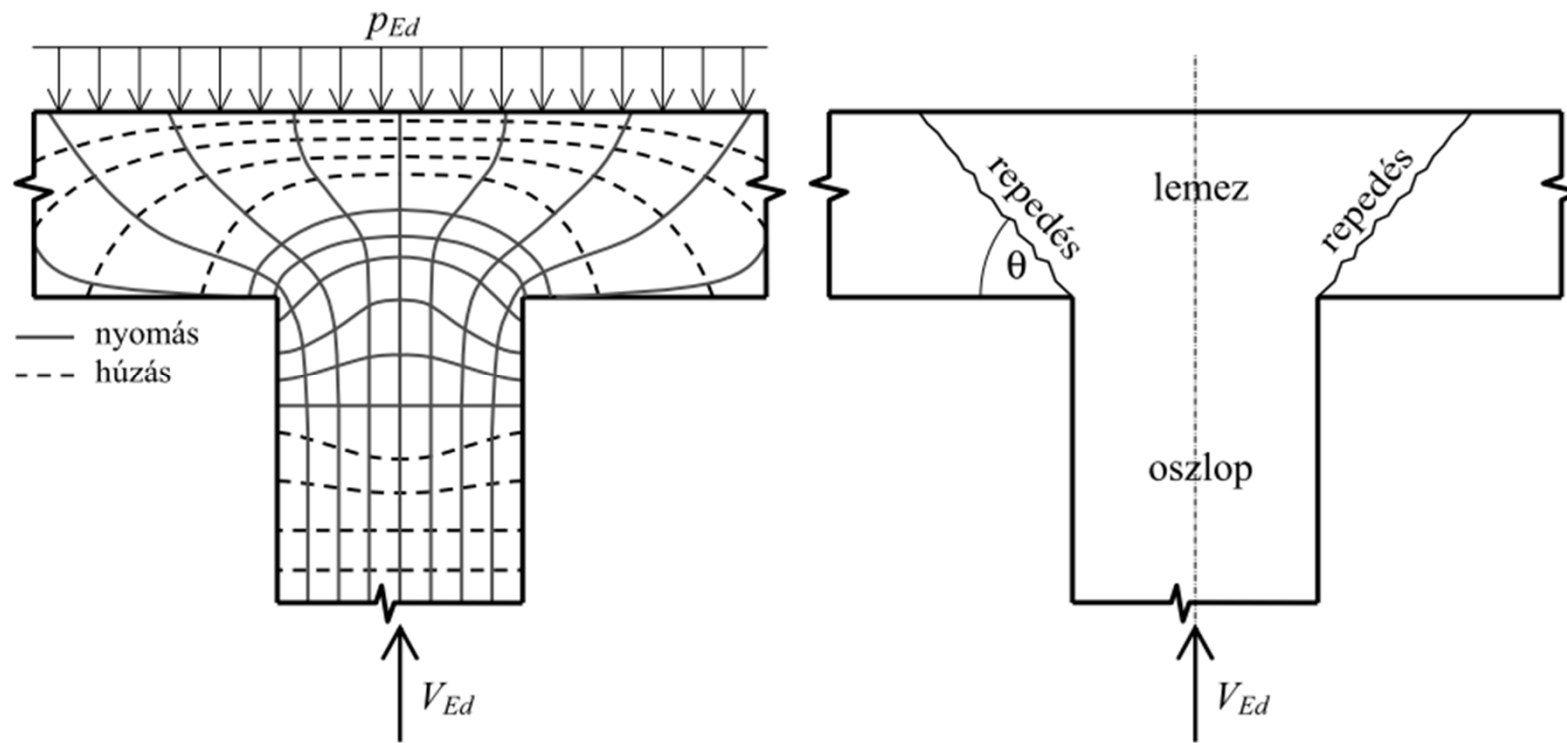
# TARTÓSZERKEZETEK II.

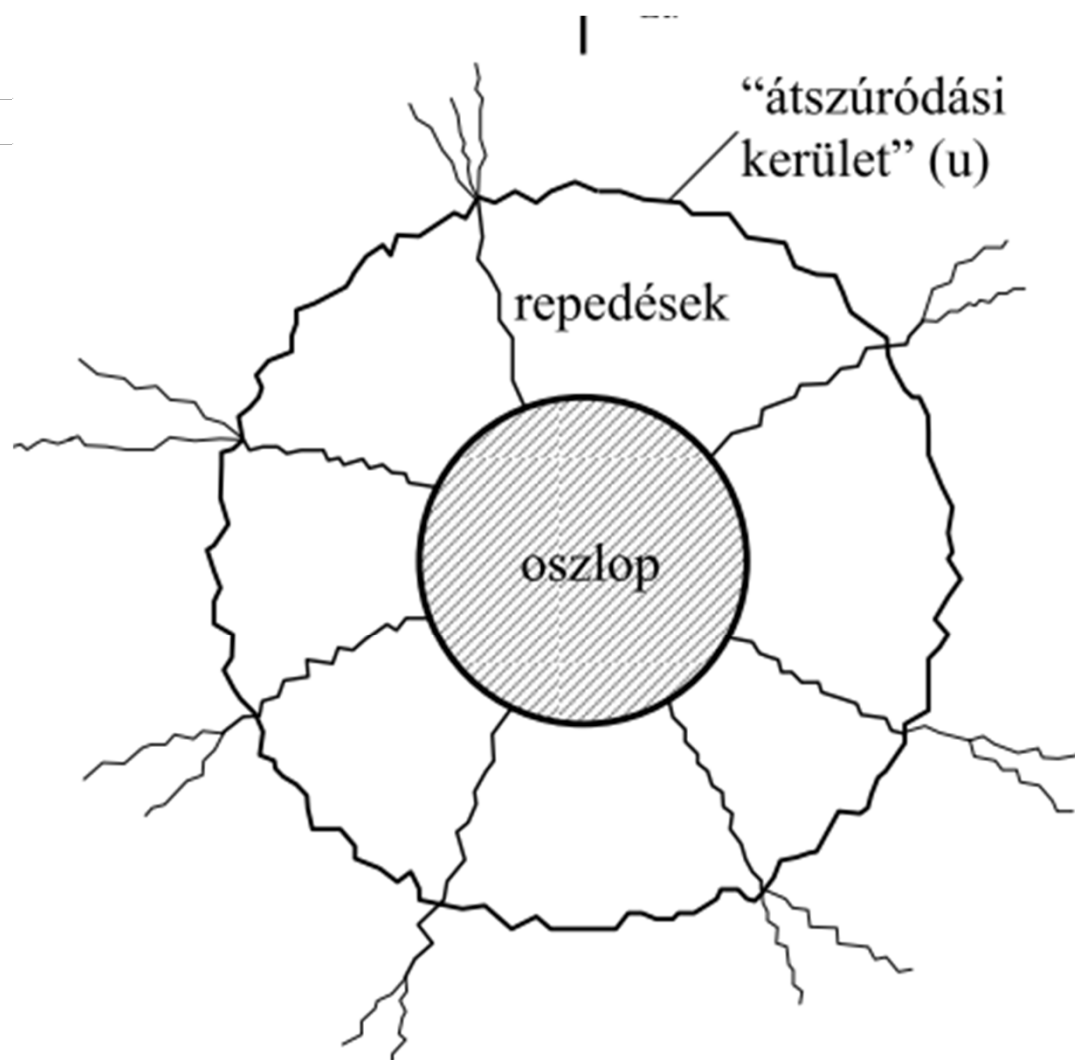
## VASBETONSZERKEZETEK

2017.03.22.

# Átszűrődás







*Tipikus átszűrődési repedéskép egy kör keresztmetszetű oszlop fölött.*

# PONTOKON MEGTÁMASZTOTT SÍKLEMEZ FÖDÉMEK ÁTSZÚRÓDÁSA

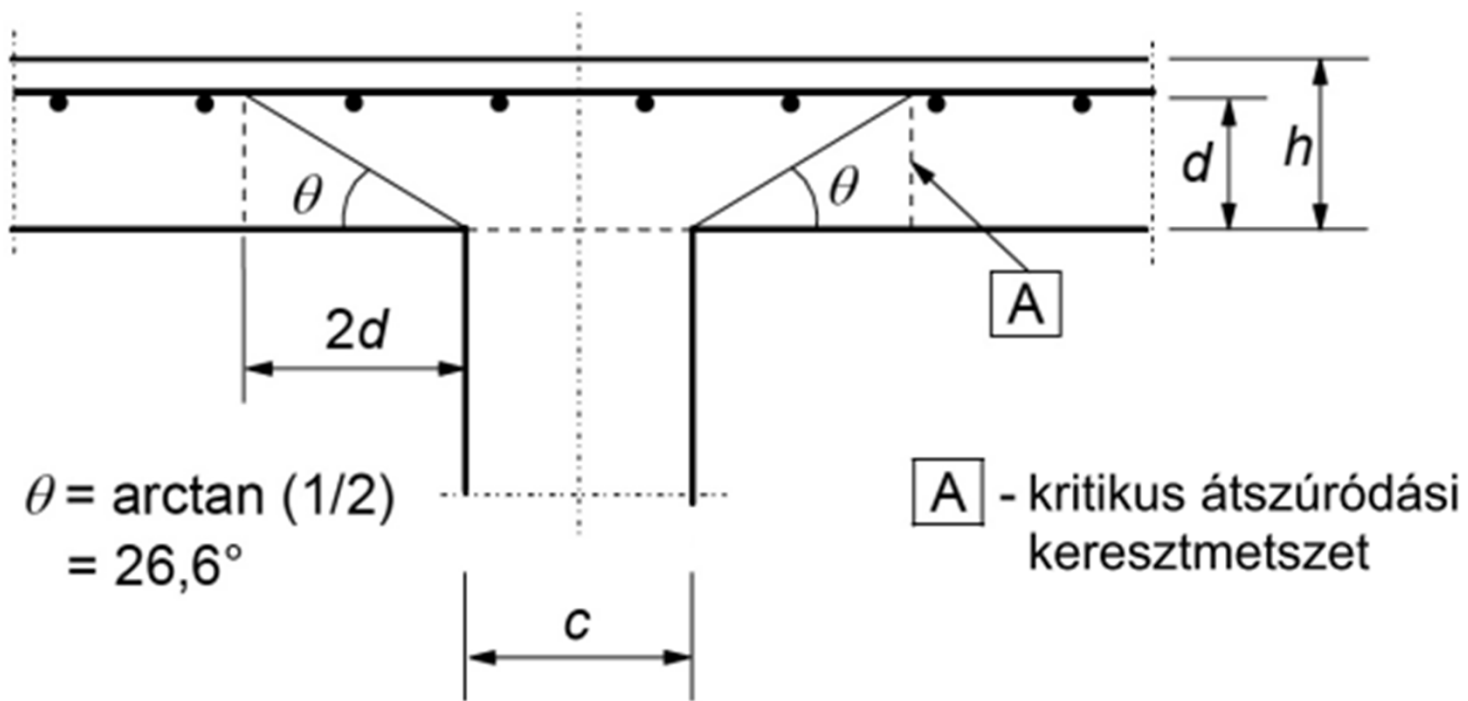
- A pontokon megtámasztott síklemez födémekek a megtámasztások környezetében helyi igénybevételre – nyírásra – is tönkremehetnek.
- Ezt a jelenséget:
  - Nyíróerő és nyomaték együttes működése esetén : átlyukadásnak
  - Számottevő nyomaték nélküli, közel központos nyíróerő esetén átszúródásnak nevezzük

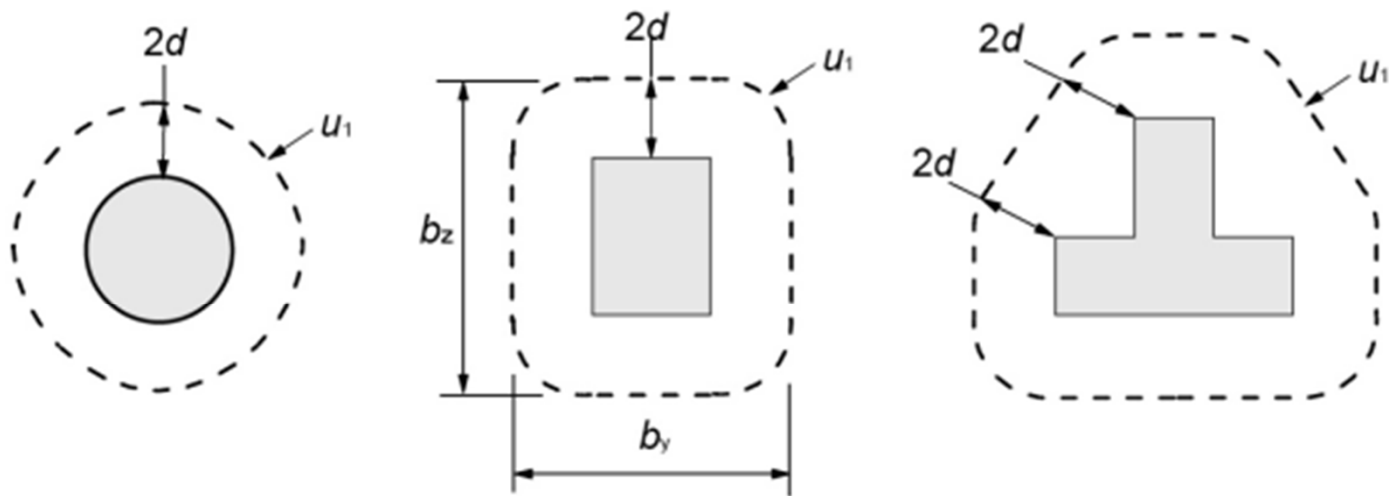
# SÍKLEMEZ FÖDÉMEK ÁTSZÚRÓDÁSA

Az átszúródás bekövetkezhet:

- A nyomott beton rácsrudak tönkremenetelével,
- A beton nyírási tönkremenetelével,
- Nyírási vasalás tönkremenetelével  
(nyíráásra vasalt oszlopfej esetén)

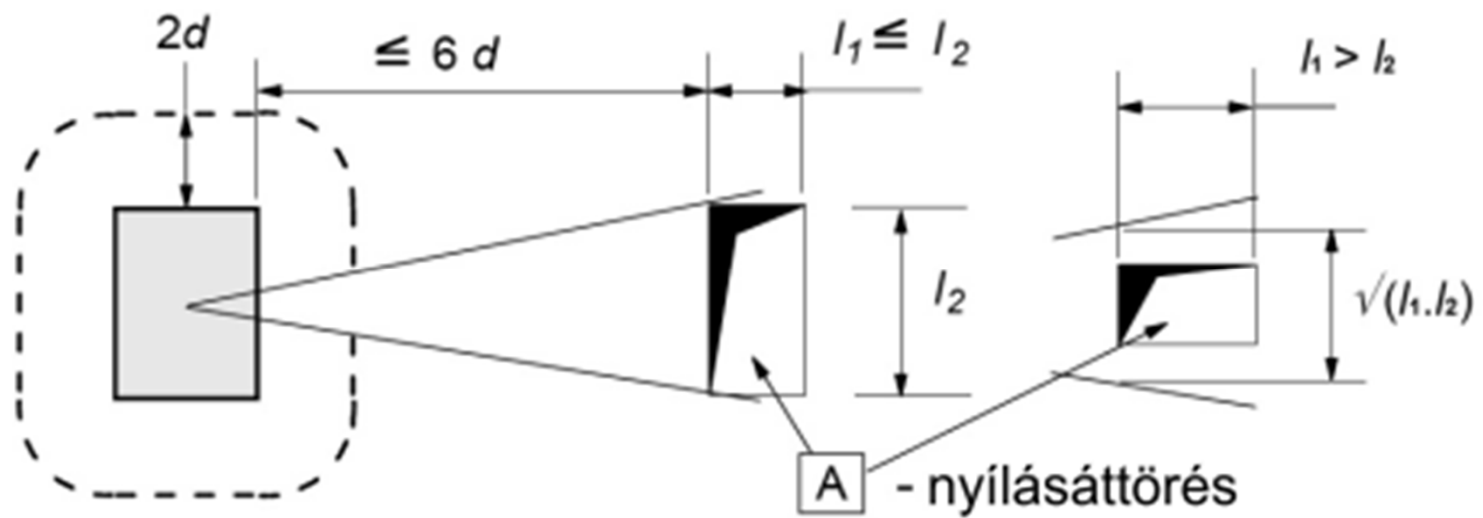
A számításainkban átlagos nyírófeszültséget vizsgálunk.

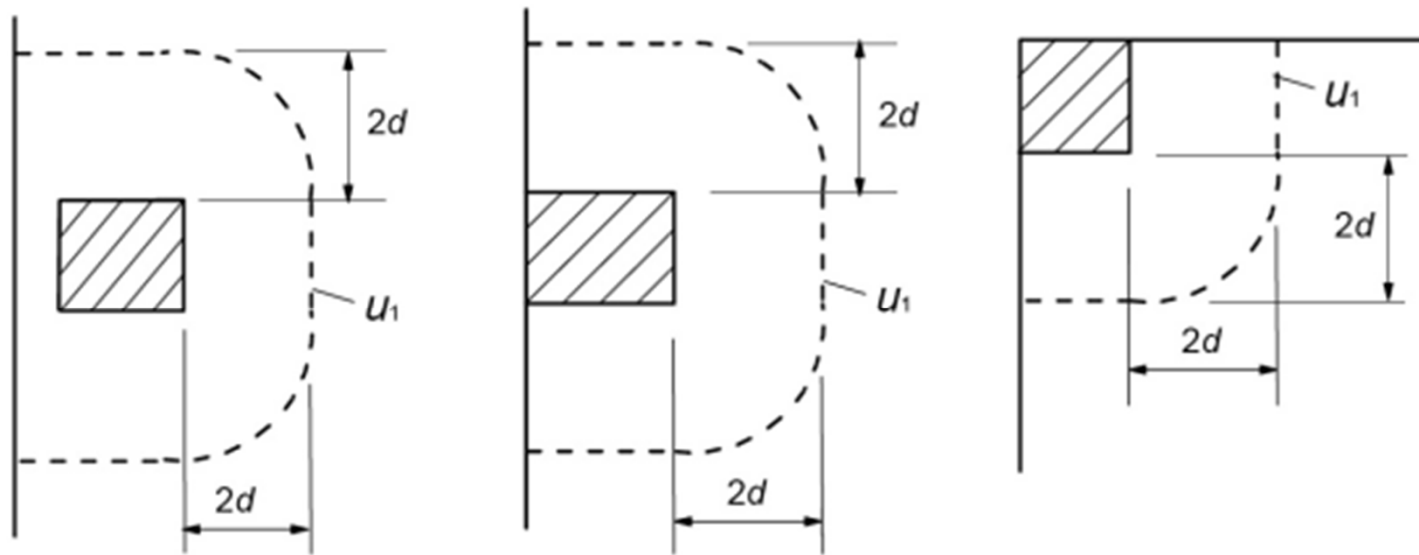




*Tipikus átszűrődási kerületek különböző alakú terhelt felületek körül*







# A fajlagos nyíróerő tervezési értéke központos reakcióerő esetén

- Amennyiben a lemezre ható reakcióerő az átszűrődési kerületre vonatkoztatva központosan helyezkedik el, akkor a nyírófeszültséget az alábbiak szerint számíthatjuk:

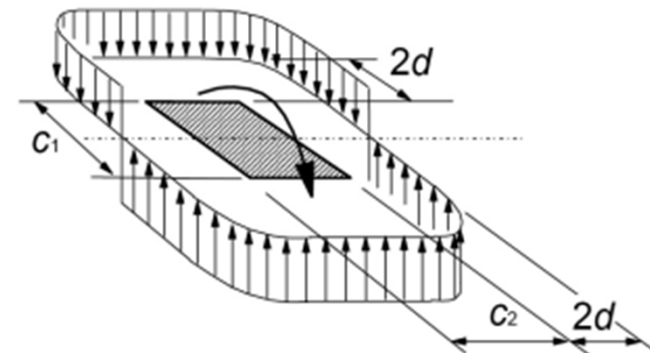
$$v_{Ed} = \frac{V_{Ed}}{u_i d}$$

- ahol  $d$  a lemez átlagos hasznos magassága,  $u_i$  a vizsgált átszűrődési kerület hossza, és  $V_{Ed}$  a lemezre ható nyíróerő tervezési értéke.

# A fajlagos nyíróerő tervezési értéke külpontos reakcióerő esetén

- A reakcióerő az átszúródási kerületre vonatkoztatva külpontosan helyezkedik el, akkor a nyírófeszültségek eloszlása nem lesz egyenletes.

$c_1/c_2$	$\leq 0,5$	1,0	2,0	$\geq 3,0$
$k$	0,45	0,60	0,70	0,80



$$v_{Ed} = \beta \frac{V_{Ed}}{u_i \cdot d}$$

$$\beta = 1 + k \cdot \frac{M_{Ed}}{V_{Ed}} \cdot \frac{u_1}{W_1}$$

$u_1$  a kritikus átszűrődési kerület ( $u_1$ ) hossza,

$k$  a terhelt felület méreteinek ( $c_1, c_2$ ) arányától függő tényező, értéke az egyenlőtlen nyírófeszültség eloszlásból, illetve a hajlításból és csavarásból származó, kiegyensúlyozatlan nyomatékok arányától függ (lásd a fenti táblázatot),

$W_1$  a kritikus átszűrődési vonal inercianyomatéka az  $M_{Ed} = V_{Ed} \cdot e$  nyomaték síkjában történő hajlításra, értéke általános esetben:

$$W_1 = \int_0^{u_1} |t| dl \text{ ahol } dl \text{ az átszűrődési vonal hossz-növekménye és } t \text{ pedig a } dl \text{ szakasz}$$

távolsága az  $M_{Ed}$  nyomaték tengelyétől.

A  $W_1$  inercianyomaték értéke téglalap alakú oszlopok esetén:

$$W_1 = \frac{c_1^2}{2} + c_1 c_2 + 4c_2 d + 16d^2 + 2\pi d c_1$$

ahol  $c_1$  a teher külpontosságával párhuzamos,  $c_2$  pedig a teher külpontosságára merőleges oszlopméret (lásd az ábrát az előző oldalon).

A  $\beta$  külpontosság miatti növelő tényező értéke kör keresztmetszetű, belső oszlop esetén a következőképpen határozható meg:

$$\beta = 1 + 0,6 \cdot \pi \cdot \frac{e}{D + 4 \cdot d}$$

ahol  $D$  az oszlop átmérője,  $e$  pedig a  $V_{Ed}$  reakcióerő külpontossága.

Kétirányban külpontos reakcióerő esetén összegezhetjük az  $x$  és  $y$  irányban számított feszültség-növekményeket, azaz a  $\beta$  növelő tényező az alábbiak szerint számítható:

$$\beta = 1 + k_x \cdot \frac{M_{Ed,x}}{V_{Ed}} \cdot \frac{u_1}{W_{1y}} + k_y \cdot \frac{M_{Ed,y}}{V_{Ed}} \cdot \frac{u_1}{W_{1x}}$$

Nem lemezszélen lévő, négyszög keresztmetszetű oszlop esetén a kétirányú külpontosság figyelembevételét *közelítőleg* az alábbi összefüggés felhasználásával is végezhetjük:

$$\beta = 1 + 1,8 \sqrt{\left(\frac{e_y}{b_z}\right)^2 + \left(\frac{e_z}{b_y}\right)^2}$$

ahol  $e_y, e_z$  a  $V_{Ed}$  reakcióerő külpontossága  $y$ , illetve  $z$  irányban,  
 $b_y, b_z$  az átszűrődési vonal méretei a 2. oldalon látható ábra szerint.



# SÍKLEMEZ FÖDÉMEK ÁTSZÚRÓDÁSA

A mértékadó nyírófeszültség (~központos nyíróerő):

$$v_{Ed} = \frac{\beta V_{Ed}}{ud}$$

- A  $V_{Ed}$  a központosnak feltételezett reakcióerő
- $u$  : a vizsgált kerület hossza
- $d$  : a lemez hatékony magassága
- $\beta$  : a teher és a megtámasztás bizonytalanságai miatt fellépő, számításba nem vett hajlítónyomaték hatását közelítőleg figyelembe vevő szorzó



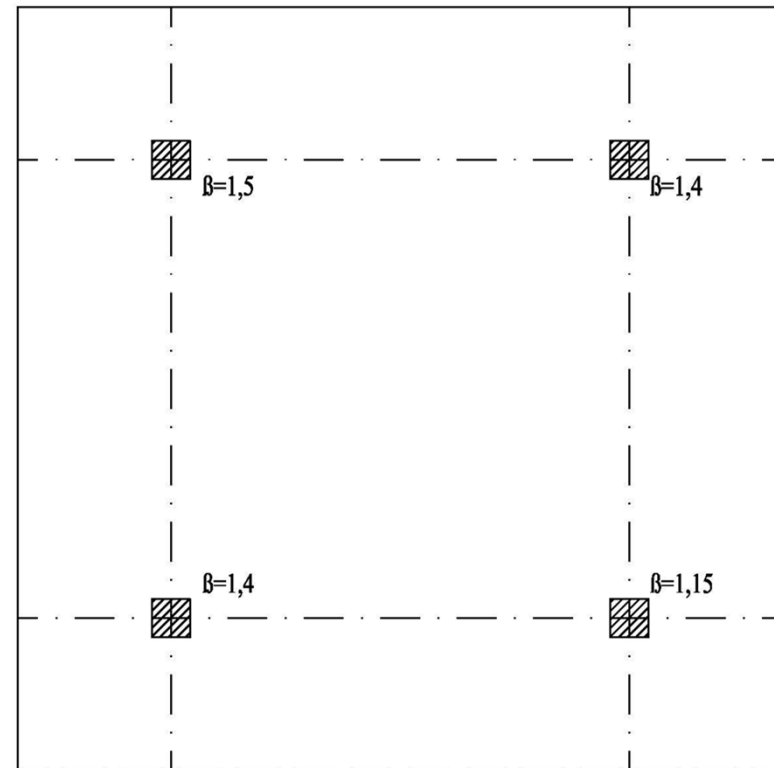
# SÍKLEMEZ FÖDÉMEK ÁTSZÚRÓDÁSA

$\beta$  : értéke az oszlop helyzetétől függően az ábra szerint vehető fel:

Alkalmazási feltétel:

- Az épület mindkét irányban merevített legyen
- A szomszédos oszlopközökre mindenütt teljesüljön az alábbi feltétel:

$$0,8 \leq \ell_i < \ell_{i+1} \leq 1,25$$



# SÍKLEMEZ FÖDÉMEK ÁTSZÚRÓDÁSA

Az EC további korlátot nem ad, azonban magyar szerzők szerint is  $\beta$  értékének használata csak akkor biztonságos, ha a sarok-, és a szélső oszlopokon túlnyúló konzol  $l_c$  hossza mindkét irányban a kapcsolódó oszlopköz 20%-ánál nagyobb és 40%-ánál kisebb.

# A pillérfej átszűrődési vizsgálata:

A beton teherbírásának ellenőrzése ferde nyomásra a pillérnyak  $u_0$  kerülete mentén:

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

Elégtelen teherbírás esetén a szerkezetet át kell tervezni:

- Betonszilárdságot
- Lemezvastagságot
- Oszlopkeresztmetszetet kell növelni
- Merev acélbetét kell alkalmazni

## A pillérfej átszűrődési vizsgálata:

A beton nyírási teherbírásának ellenőrzése a pillérnyaktól  $2d$  távolságra felvett  $u_1$  kerület mentén:

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

Ha a beton nyírási teherbírása megfelelő, az oszlopfejben sehol sem szükséges nyírási vasalás.

# SÍKLEMEZ FÖDÉMEK ÁTSZÚRÓDÁSA

$$V_{Ed} \geq V_{Rd,c}$$

esetén

Nyírási vasalás alkalmazása szükséges.

meg kell határozni azt az oszlophoz legközelebbi  $u_{out}$  kerületet, ahol már nem szükséges nyírási vasalás, ezen a kerületen belül kell nyírási vasalást elhelyezni.

# SÍKLEMEZ FÖDÉMEK ÁTSZÚRÓDÁSA

Nyírásra vasalt oszlopfej vizsgálata:

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

Az  $u_{out}$  kerületeten belüli födémszakaszon a nyíróerőt a beton és a nyírási vasalás **együttesen** viseli.

# NYÍRÁSRA NEM VASALT OSZLOPFEJ VIZSGÁLATA

- Nyírásra nem vasalt oszlopfej esetében két kerület vizsgálendő: az egyik az oszlop lemezhez csatlakozó  $u_0$  kerülete, a másik az attól  $2d$  távolságra elhelyezkedő  $u_1$  kerület.
- a, a beton tönkremenetele ferde nyomásra:
  - Az  $u_0$  oszlopkerület mentén kell vizsgálni a ferde nyomott rácsrúd teherbírását.
  - A megfelelő teherbírás feltétele:  $v_{Ed} \leq v_{Rd,max}$

$$v_{Ed} = \frac{\beta V_{Ed,o}}{u_0 d}$$

$$d = \frac{d_x + d_y}{2}$$

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

$$v_{Rd,max} = 0,5 v f_{cd}$$

# NYÍRÁSRA NEM VASALT OSZLOPFEJ VIZSGÁLATA

- $V_{Ed}$  : a vizsgált oszlopfejnél az adott födémről átadódó reakcióerő fajlagos tervezési értéke
- $V_{Ed}$  : a függőleges reakcióerő a vizsgált oszlopnál.
- $u_o$  értékei:
  - Belső oszlopnál  $u_o$ =az oszlop kerületének hossza
  - Szélső oszlopnál  $u_o = \min(c_2 + 3d; c_2 + 2c_1)$
  - Sarokoszlopnál  $u_o = \min(3d; c_1 + c_2)$
  - $c_1$  a homlokzati síkra merőleges
  - $c_2$  a homlokzati síkkal párhuzamos oszlopméret



# NYÍRÁSRA NEM VASALT OSZLOPFEJ VIZSGÁLATA

- $b$ , beton tönkremenetele nyírásra
- A beton nyírási teherbírását csak az  $u_1$  ellenőrzési kerület mentén kell vizsgálni, amely az oszlop szélétől  $2d$  távolságra helyezkedik el.
- A megfelelő teherbírás feltétele:  $v_{Ed} \leq v_{Rd,c}$

$$v_{Ed} = \frac{\beta V_{Ed}}{u_1 d}$$

$$v_{Rd,c} = c f_{ct,d}$$

# NYÍRÁSRA NEM VASALT OSZLOPFEJ VIZSGÁLATA

- $c$  értékei a betonminőség a  $\rho_l$ , vashányad és a  $d$  hatékony magasság függvényében táblázatból vehetők

$$\rho_l = \min \left\{ \frac{\sqrt{\rho_{ly} \rho_{lx}}}{0,02} \right\}$$

- $V_{Ed}$  az  $u_1$  ellenőrzési kerület mentén fellépő nyírőerők eredője, amely a vizsgált oszlop függőleges reakcióerejének és az  $u_1$  kerületen belül ható födémteher eredőjének különbségeként számítható

# NYÍRÁSRA VASALT OSZLOPFEJ VIZSGÁLATA

- min. három kerület vizsgálandó
- a, beton tönkremenetele ferde nyomásra
  - Az  $u_o$  oszlopkerület mentén kell vizsgálni a ferde nyomott rácsrúd teherbírását.
  - A megfelelő teherbírás feltétele:  $V_{Ed} \leq V_{Rd,max}$

$$V_{Ed} = \frac{\beta V_{Ed,o}}{u_o d}$$

$$V_{Rd,max} = 0,5 v f_{cd}$$

$$d = \frac{d_x + d_y}{2}$$

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

# NYÍRÁSRA VASALT OSZLOPFEJ VIZSGÁLATA

- b, beton tönkremenetele nyírásra
- A beton nyírási teherbírását a szélső nyírási acélon kívül 1,5d-re található  $u_{out}$  ill.  $u_{out,eff}$  kerület mentén kell vizsgálni.
- A megfelelő teherbírás feltétele:  $v_{Ed} \leq v_{Rd,c}$

$$v_{Ed} = \frac{\beta V_{Ed}}{u_{out} d}$$

$$v_{Rd,c} = c f_{ct,d}$$

$$v_{Rd,c} = \left[ 0,12k(100\rho_l f_{ck})^{1/3} \right] \geq (v_{min})$$

c értékei a betonminőség a  $\rho_p$ , vashányad és a d hatékony magasság függvényében táblázatból vehetők

$$\rho_l = \min \left\{ \frac{\sqrt{\rho_{ly} \rho_{lx}}}{0,02} \right\}$$

- $V_{Ed}$  az  $u_{out}$  ellenőrzési kerület mentén fellépő nyíróerők eredője, amely a vizsgált oszlop függőleges reakcióerejének és az  $u_1$  kerületen belül ható födémteher eredőjének különbségeként számítható

# NYÍRÁSRA VASALT OSZLOPFEJ VIZSGÁLATA

- c, Nyírási acélok tönkremenetele
- A nyírási acélokat az  $u_1$  kerület, valamint minden olyan további kerület mentén kell vizsgálni, ahol a nyírási vasalás keresztmetszete csökken.
- A megfelelő teherbírás feltétele:  $v_{Ed} \leq v_{Rd,cs}$

$$v_{Rd,cs} = 0,75v_{Rd,c} + nA_{sw}f_{ywd,ef} \frac{1}{u_1d} \sin \alpha$$

$A_{sw}$  : a nyírási vasalás keresztmetszete a vizsgált kerületen

$s_r$  : a nyírási vasalás sugárirányú távolsága

$\alpha$  : a nyírási vasalás tengelye és a lemez középsíkja közötti szög

$$f_{ywd,ef} = 250 + 0,25d \leq f_{ywd}$$

## Az átszúródási vasalás kialakításának elvei (folyt.):

- További feltételek:

1. Ellenőrizni kell a meglévő átszúródási vasalást:  $V_{Ed} \leq V_{rd,cs}$

$$V_{Rd,cs} = 0,75V_{Rd,c} + 1,5 \frac{d}{s_R} \frac{A_{sw} f_{ywd,eff}}{u_i d} \sin \alpha, \text{ ahol}$$

$d$  a lemez hasznos magassága,

$s_R$  koncentrikus körök távolsága (egyetlen sor felhajlított acélbetéttel kialakított átszúródási vasalás esetén  $d/s_R = 0,67$ ),

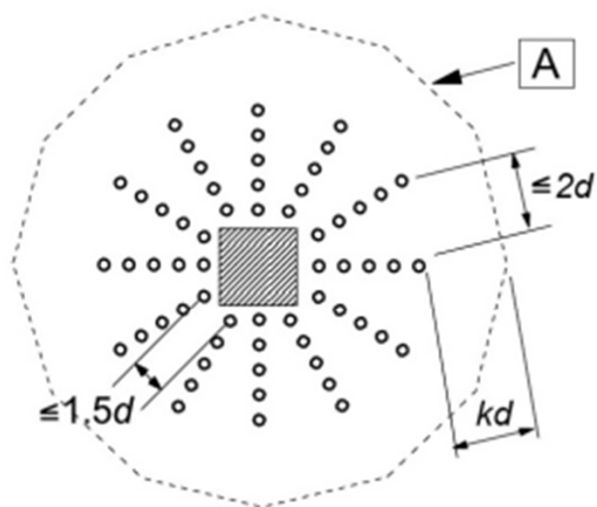
$A_{sw}$  egy körön elhelyezett átszúródási vasalás keresztmetszeti területe,

$$f_{ywd,eff} \left[ \frac{N}{mm^2} \right] = 250 + 0,25d [mm] \leq f_{ywd} \quad \text{átszúródási vasalás csökkentett értéke,}$$

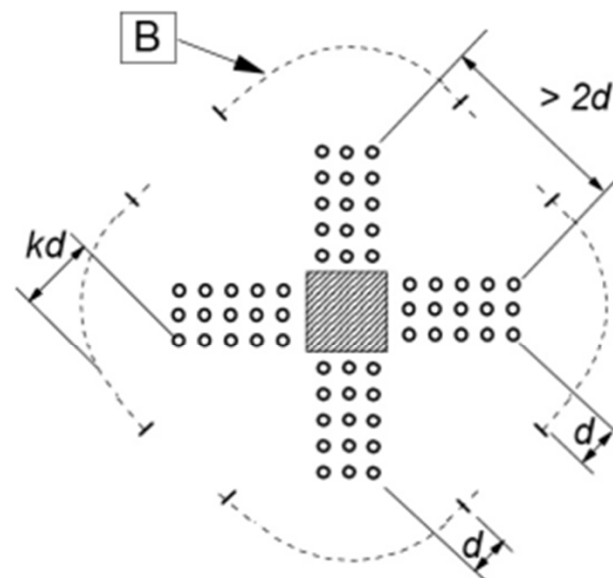
$f_{ywd}$  átszúródási vasalás határszilárdságának tervezési értéke,

$\alpha$  átszúródási acélbetétek tengelyének a lemez síkjával bezárt szöge.

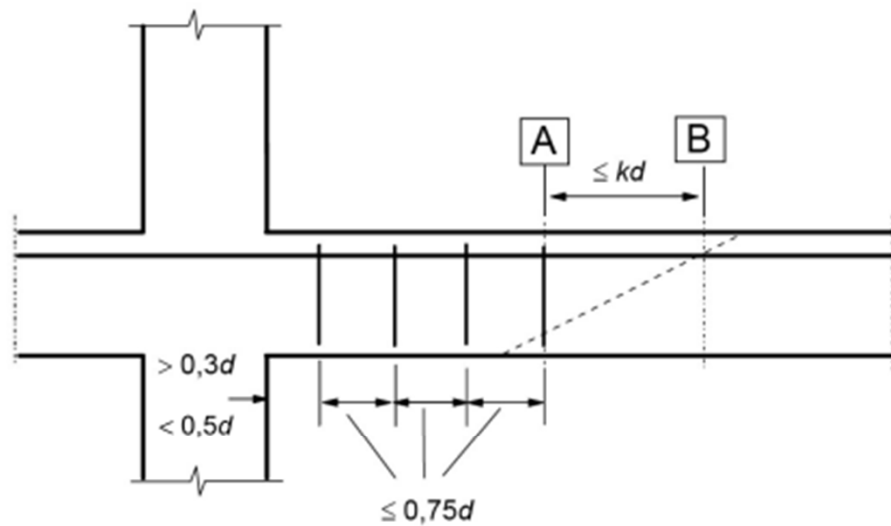
# Az átszűrődési vasalás kialakítására vonatkozó fontosabb szerkesztési szabályok



**A** -  $u_{out}$  külső kerület egyenletesen kiosztott átszűrődési acélbetétek esetén



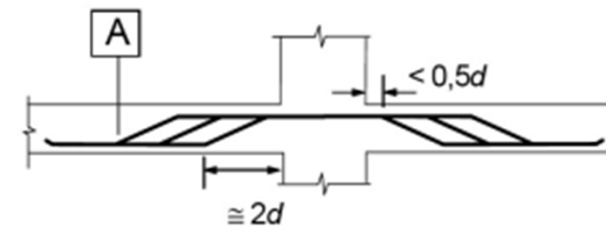
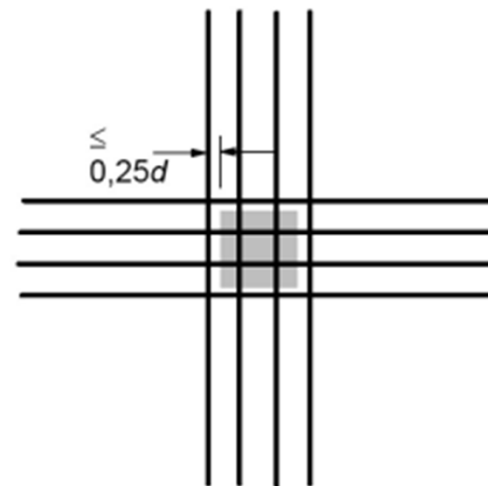
**B** -  $u_{out,ef}$  hatékony külső kerület szakaszosan kiosztott átszűrődési acélbetétek esetén



**A** - a legkülső kerület, ahol még szükség van nyírási acélbetétekre

**B** - a külső kerület, ahol már nincsen szükség nyírási acélbetétekre

### a) Kengyelek kiosztása

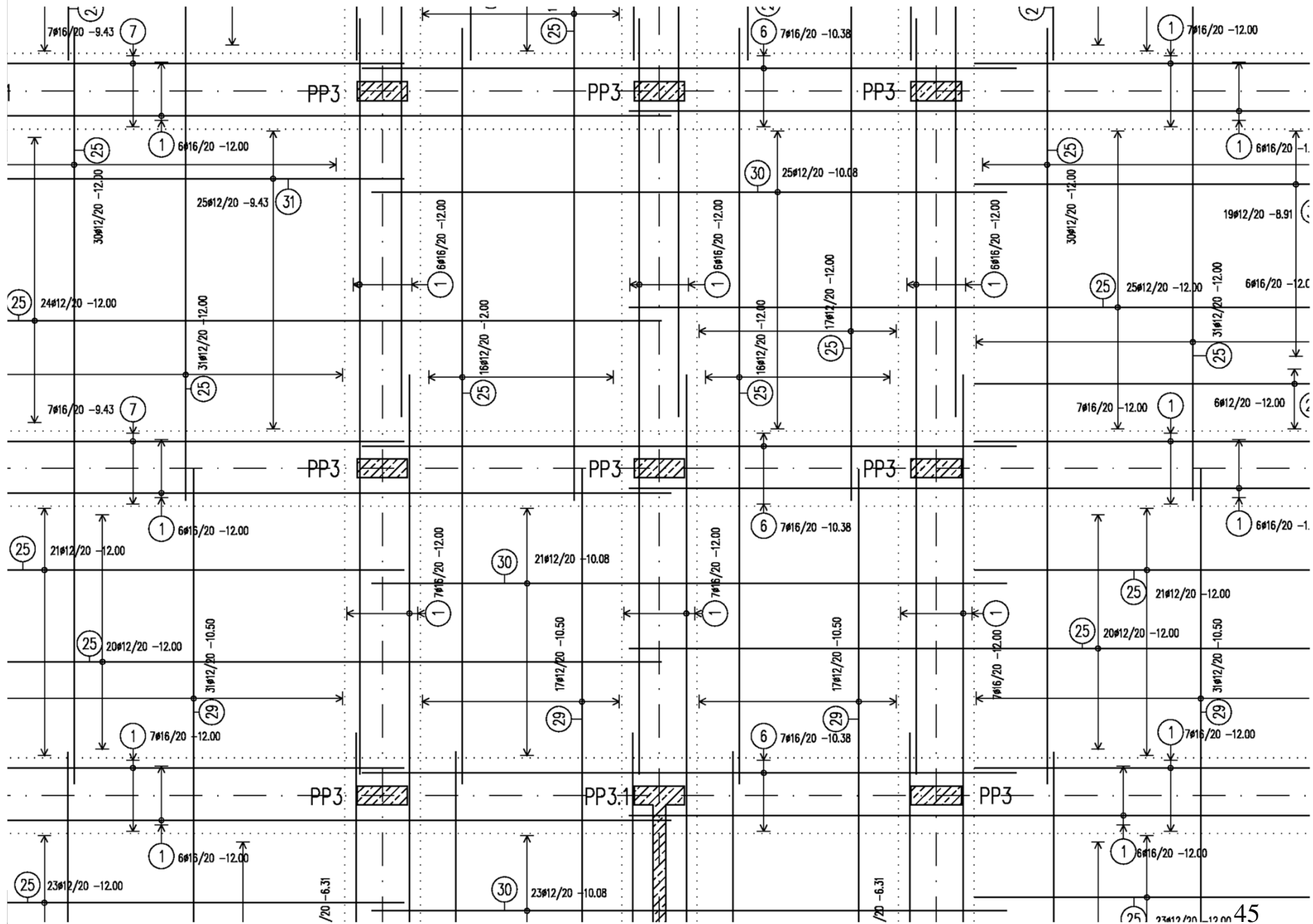


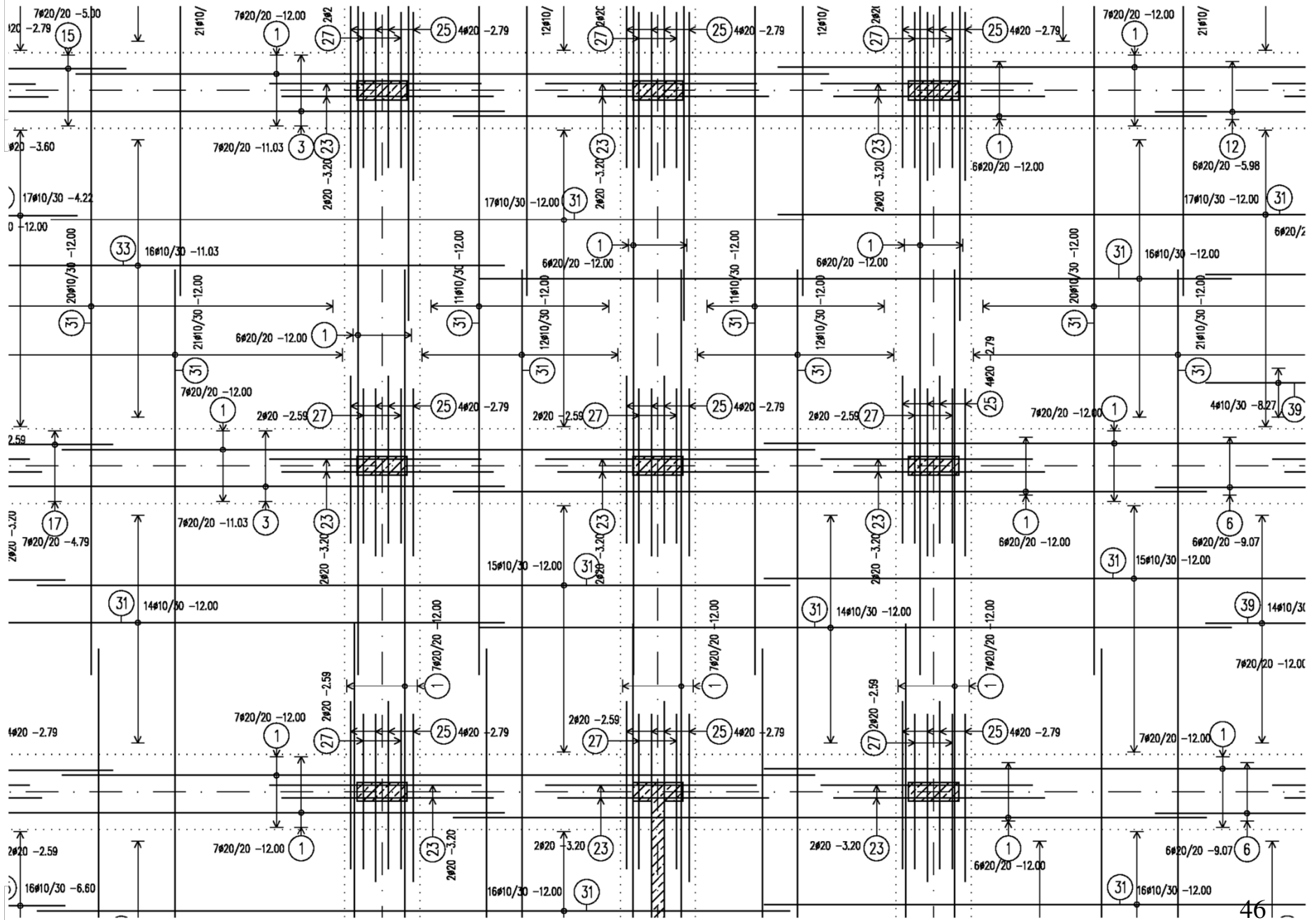
### b) Felhajlított betétek kiosztása



- Átszűrődási vasalás alkalmazása esetén az alkalmazott acélbetét vagy nyírócsap keresztmetszeti területe nem lehet kisebb, mint az alábbiakban megadott minimális érték:

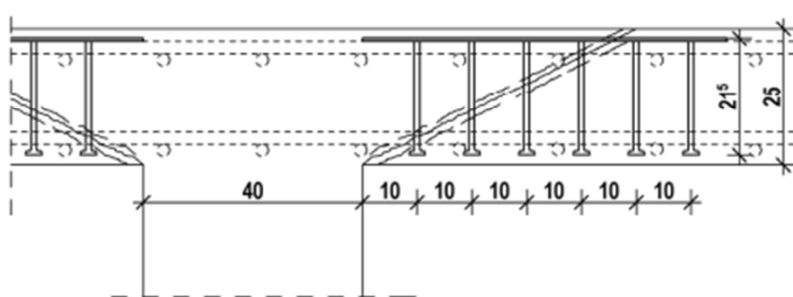
$$A_{sw,min} = 0,08 \cdot s_r \cdot s_t \cdot \frac{\sqrt{f_{ck}}}{(1,5 \cdot \sin\alpha + \cos\alpha) \cdot f_{yk}}$$



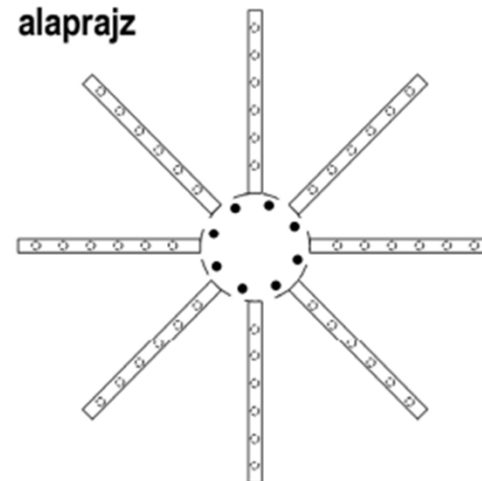


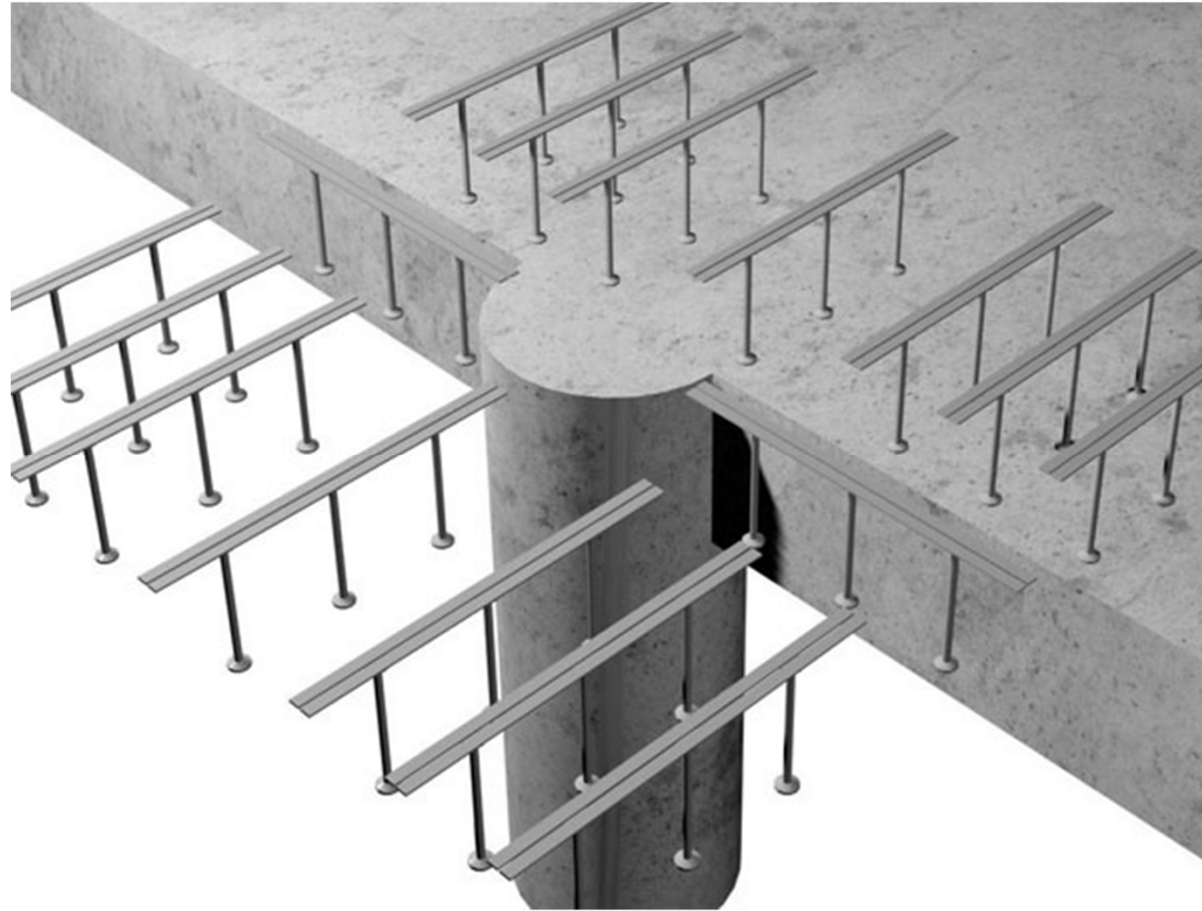
*Sugárirányú zömített fejű tüskesoros vasalások (nyírócsapok)*

**metszet**



**alaprész**



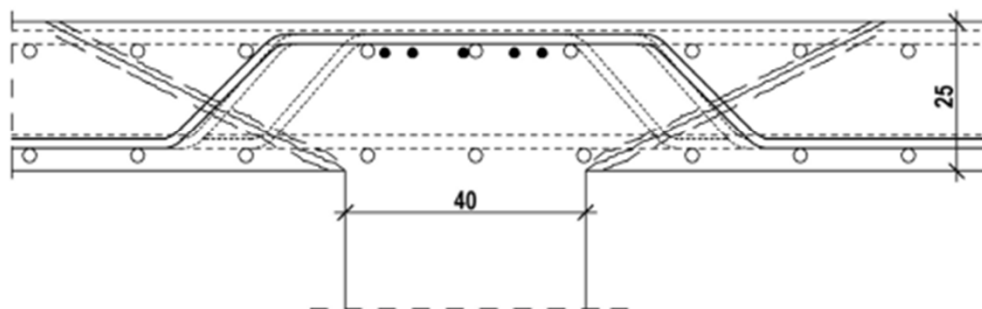




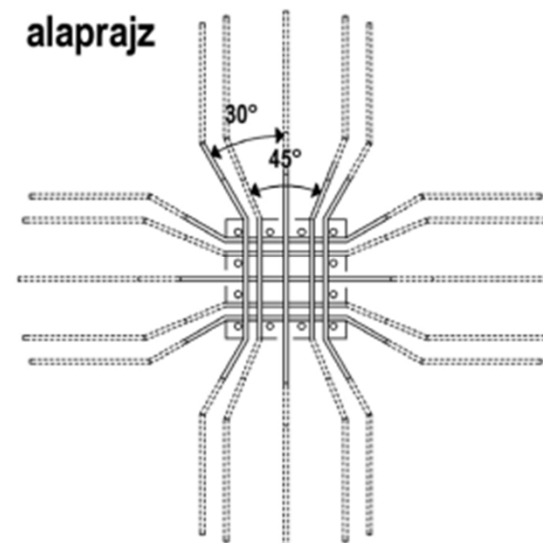


*Felhajlított vasalás bajuszvasakkal (nyírókosár)*

**metszet**



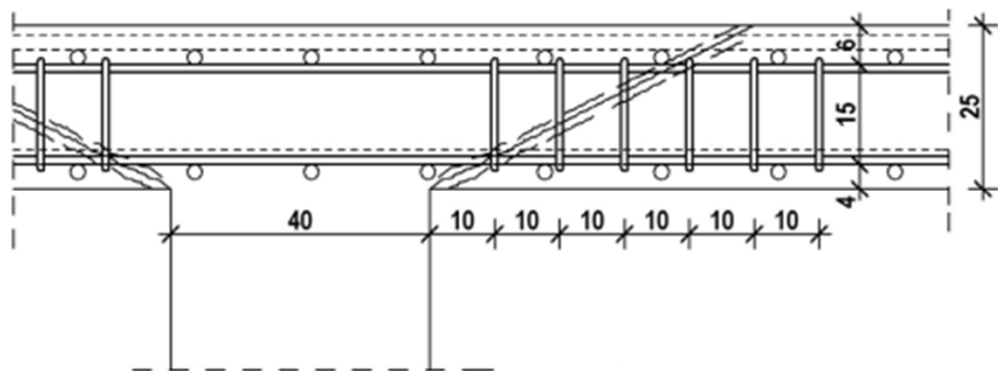
**alaprajz**



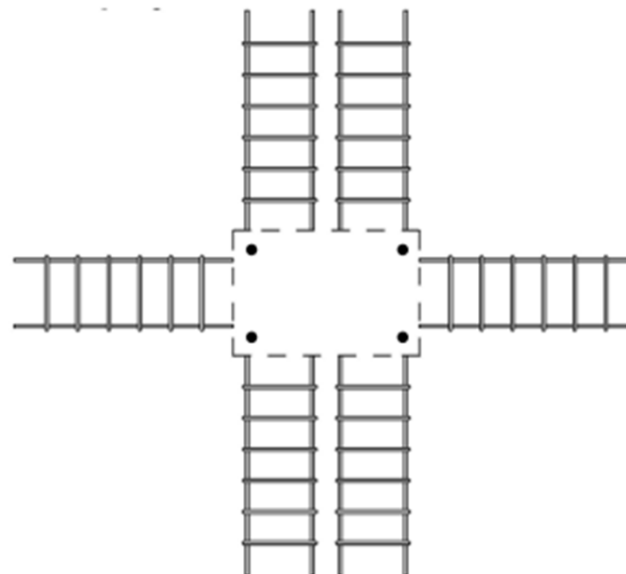


*Normálkengyeles vasalás*

**metszet**

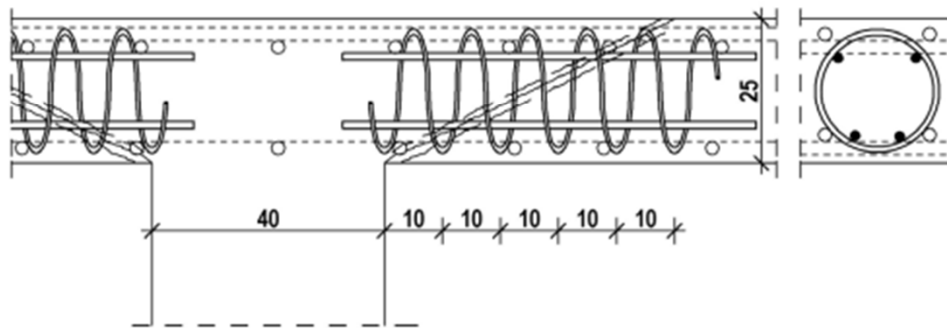


**alaprjz**

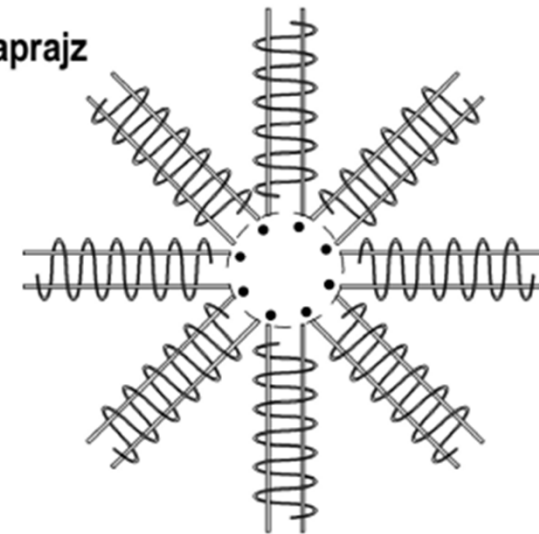


*Sugárirányú spirálkengyelezett vasalás*

**metszet**

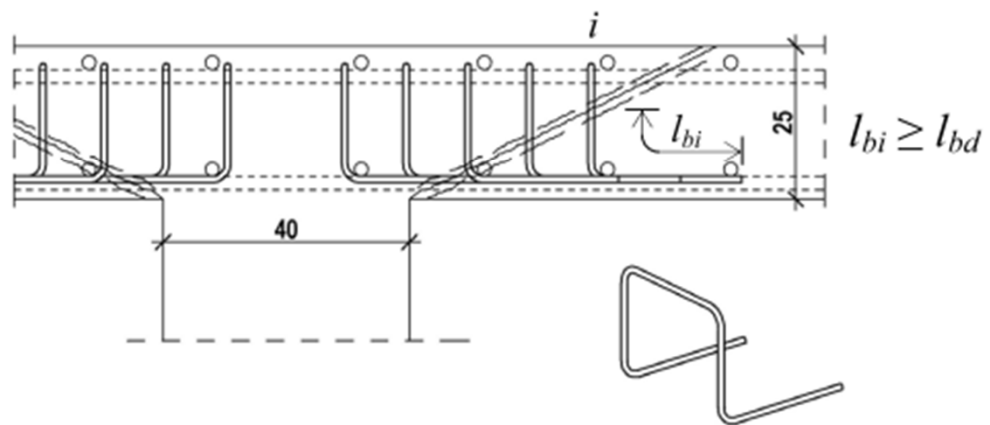


**alaprjz**

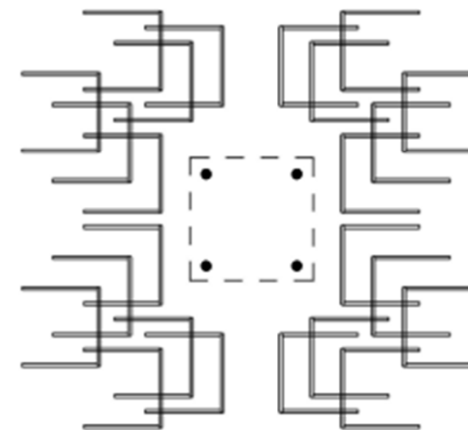


*Sámlivas, mint az átszúródás elleni vasalás*

**metszet**

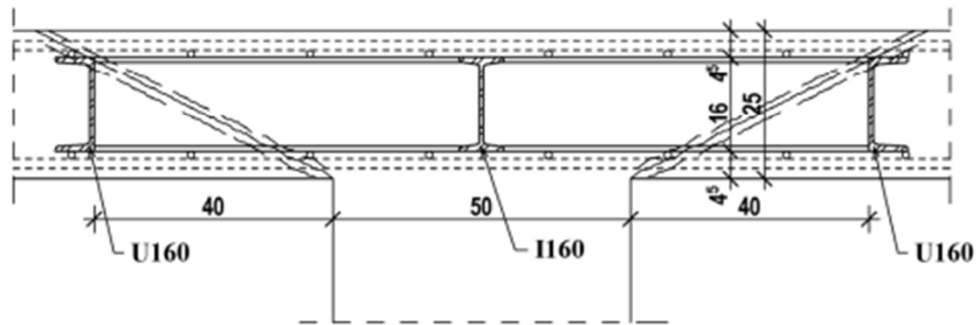


**alaprjz**



*Merev acélbetét*

**metszet**



**alaprész**

