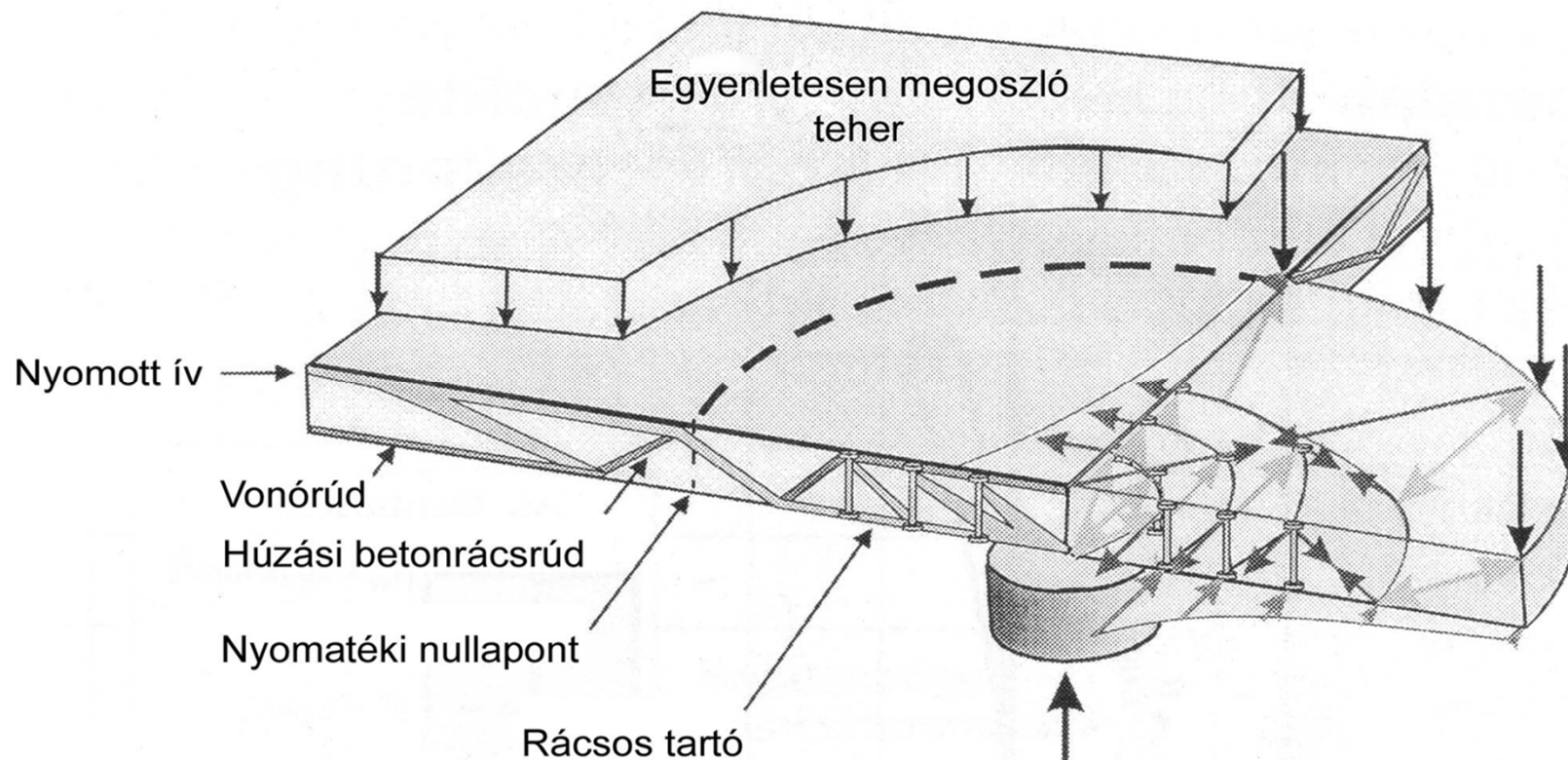


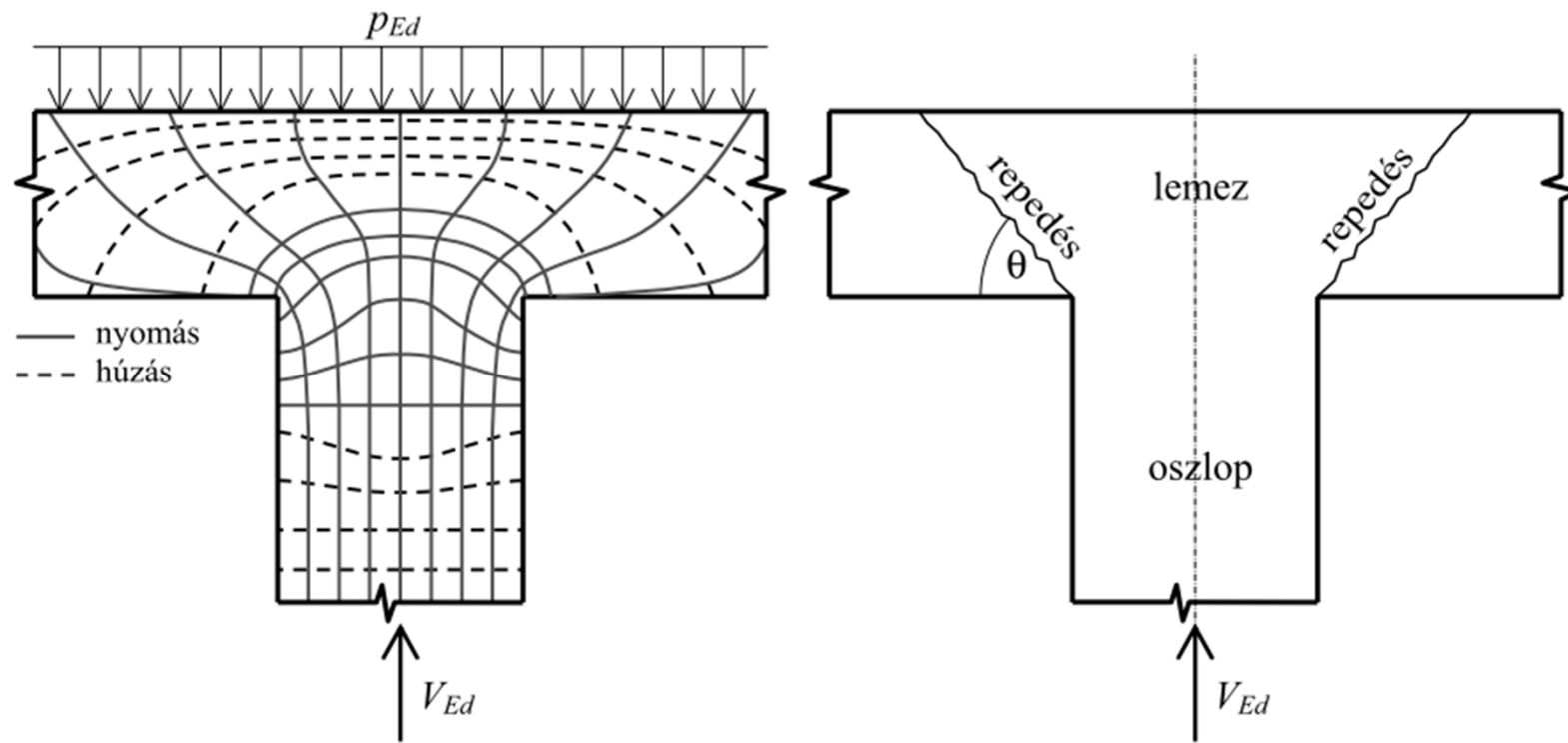
TARTÓSZERKEZETEK II.

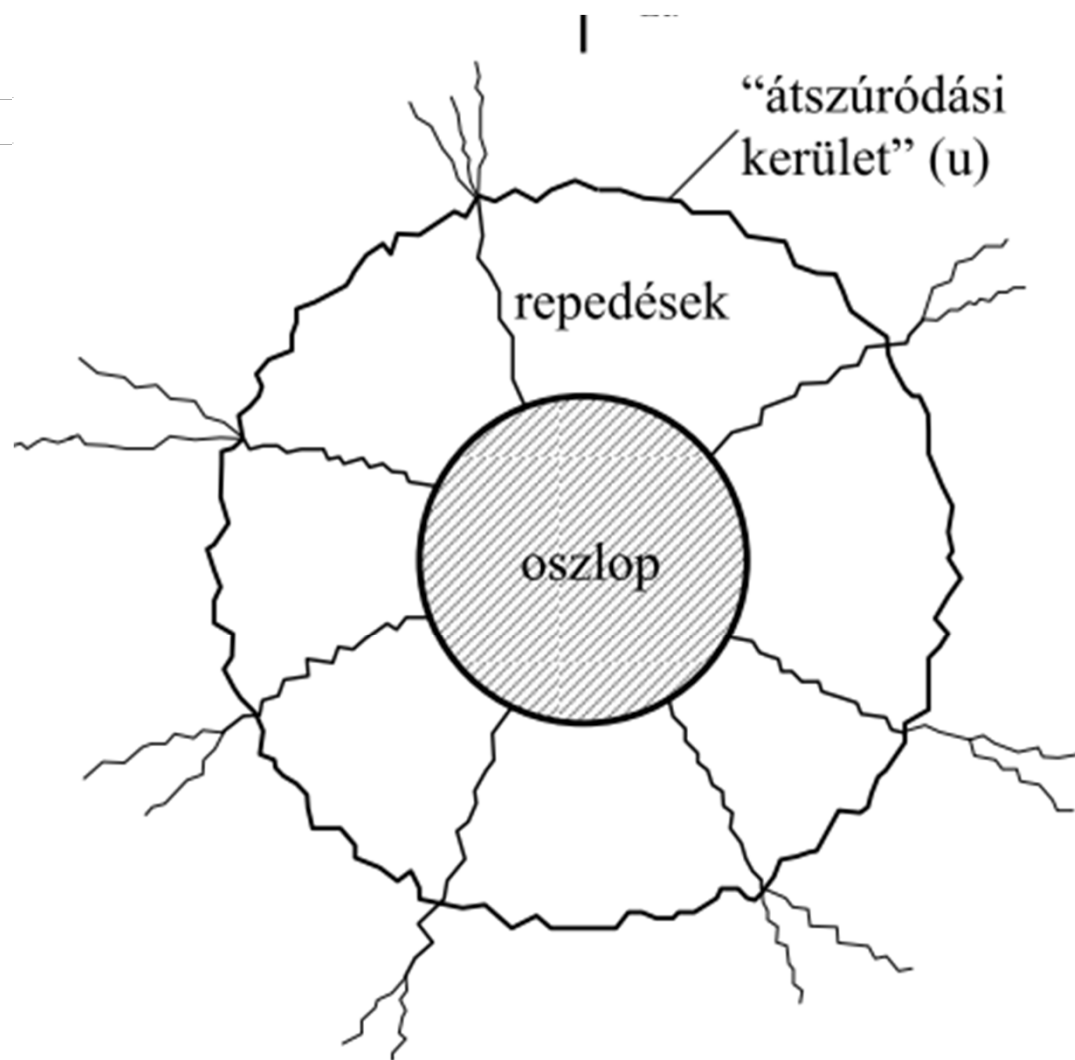
VASBETONSZERKEZETEK

2013.03.03.

Átszűrődás







Tipikus átszűrődési repedéskép egy kör keresztmetszetű oszlop fölött.

PONTOKON MEGTÁMASZTOTT SÍKLEMEZ FÖDÉMEK ÁTSZÚRÓDÁSA

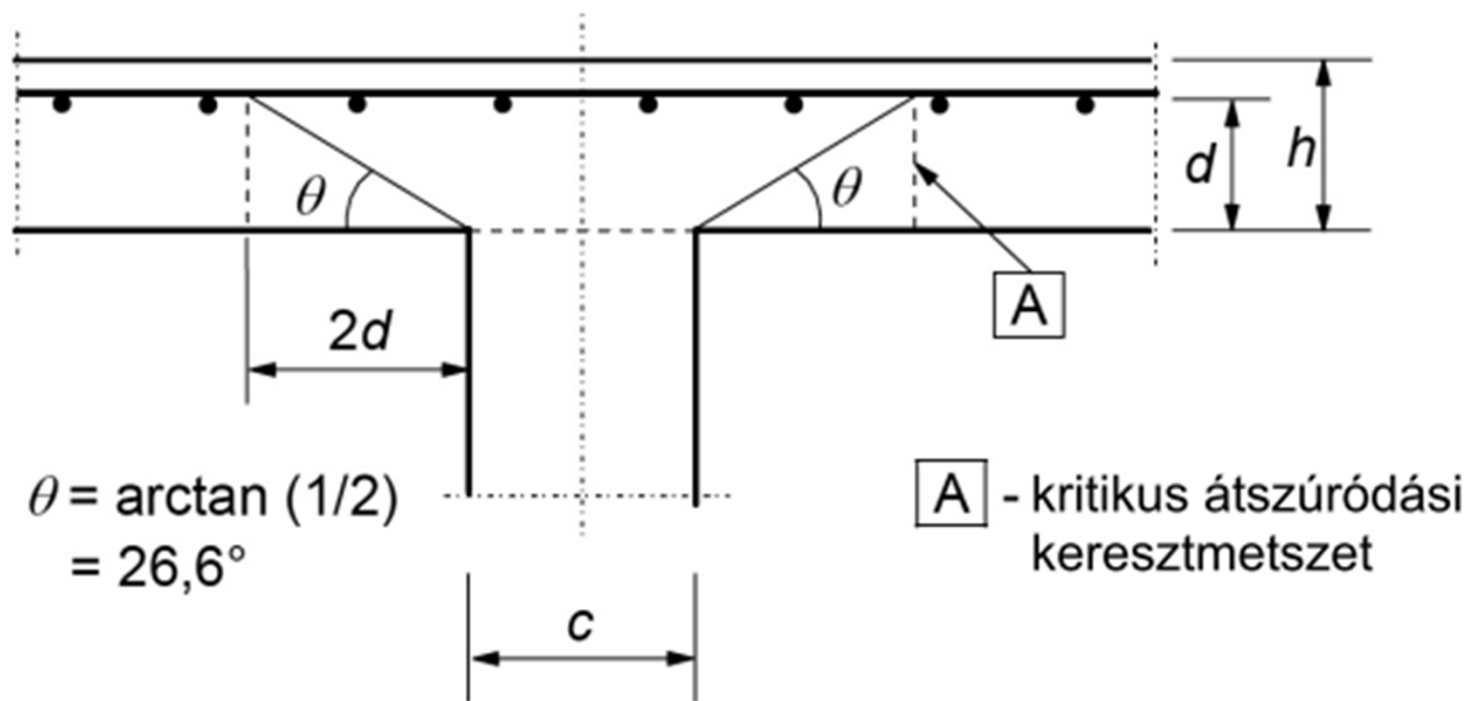
- A pontokon megtámasztott síklemez födémekek a megtámasztások környezetében helyi igénybevételre – nyírásra – is tönkremehetnek.
- Ezt a jelenséget:
 - Nyíróerő és nyomaték együttes működése esetén : átlyukadásnak
 - Számottevő nyomaték nélküli, közel központos nyíróerő esetén átszúródásnak nevezzük

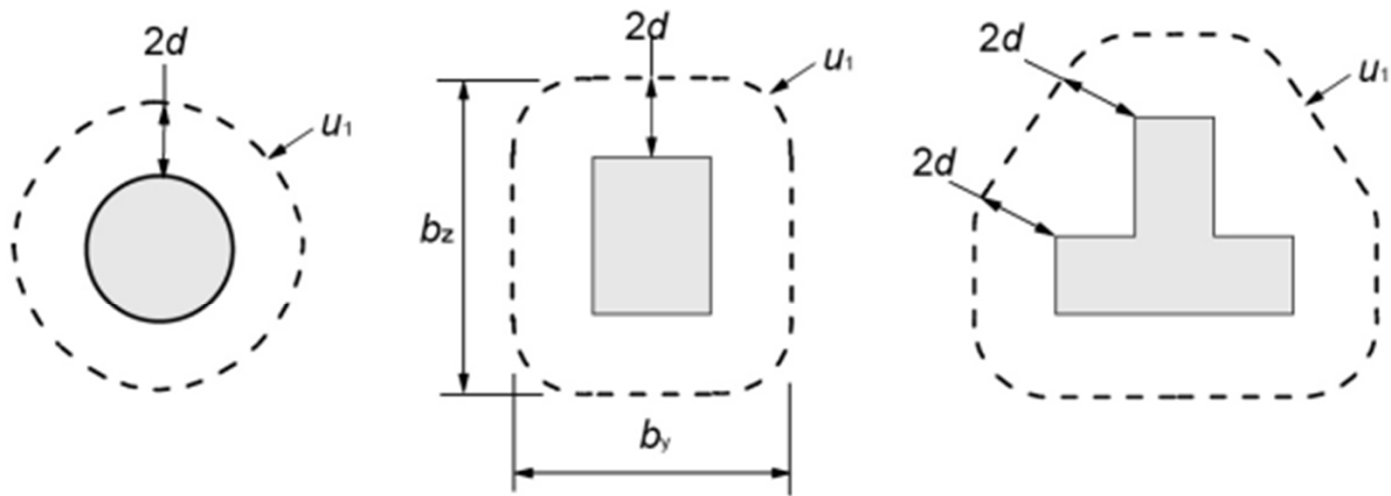
SÍKLEMEZ FÖDÉMEK ÁTSZÚRÓDÁSA

Az átszúródás bekövetkezhet:

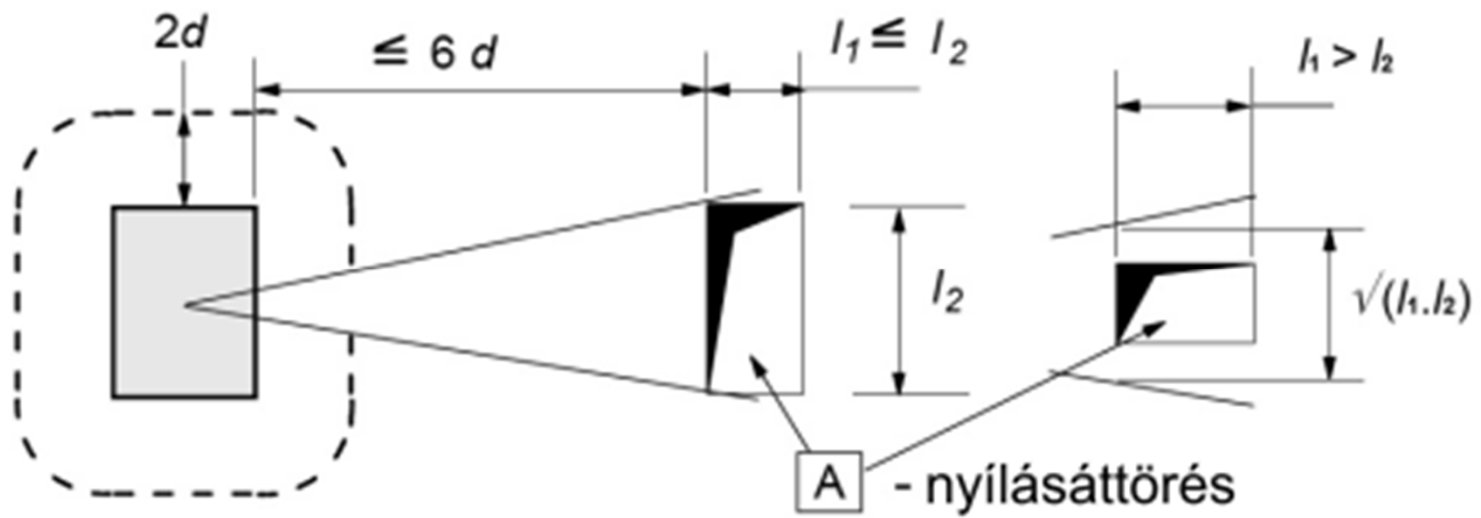
- A nyomott beton rácsrudak tönkremenetelével,
- A beton nyírési tönkremenetelével,
- Nyírési vasalás tönkremenetelével
(nyírásra vasalt oszlopfej esetén)

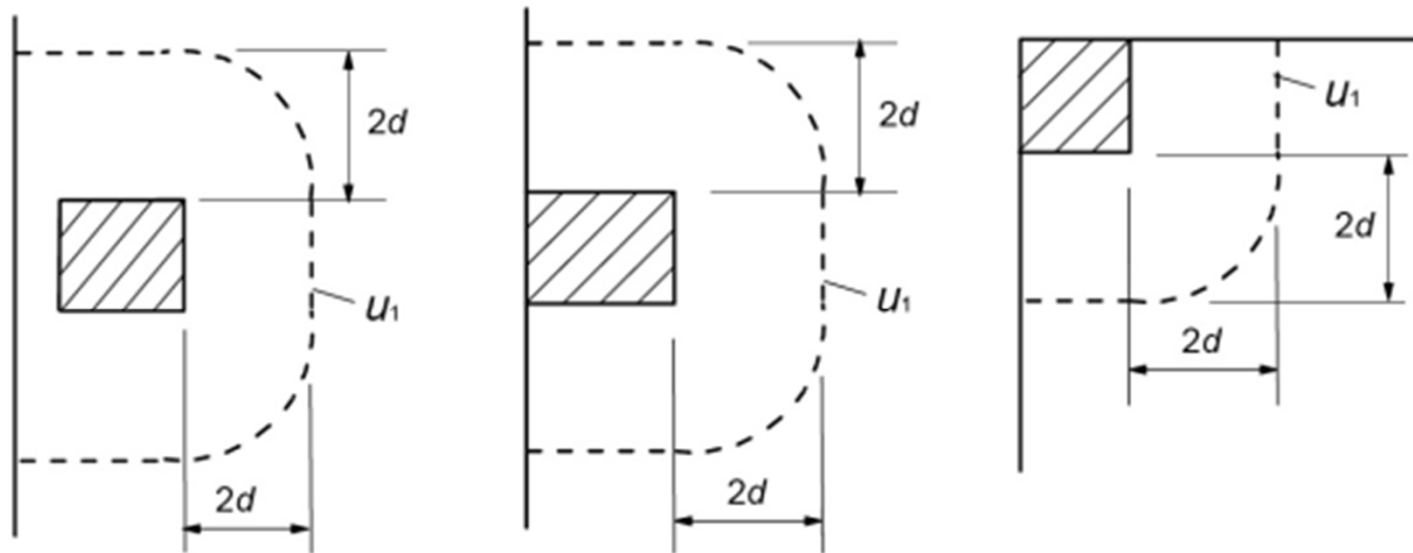
A számításainkban átlagos nyírófeszültséget vizsgálunk.





Tipikus átszűrődési 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:

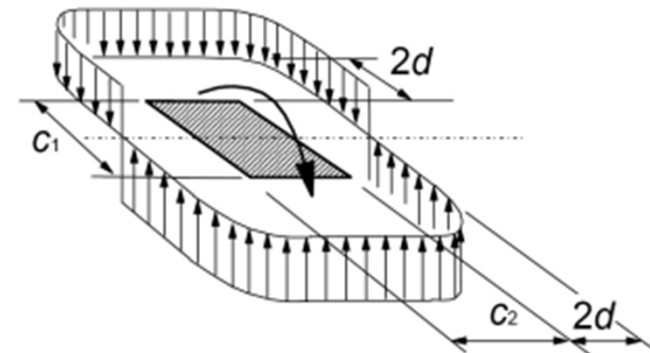
$$v_{Ed} = \frac{V_{Ed}}{u_i d}$$

- 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 átszűrődési 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 β 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 β 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
- β : a teher és a megtámasztás bizonytalanságai miatt fellépő, számításba nem vett hajlítónyomaték hatását közelítőleg figyelembe vevő szorzó

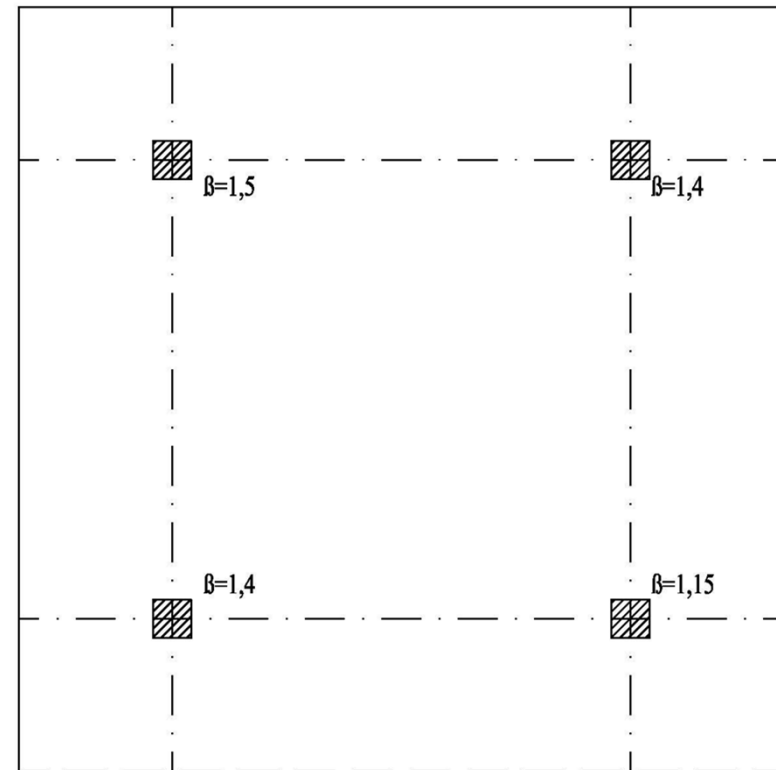
SÍKLEMEZ FÖDÉMEK ÁTSZÚRÓDÁSA

β : 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 β 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 ρ_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 nyírési 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 ρ_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

α : a nyírási vasalás tengelye és a lemez középsíkja közötti szög

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

Az átszűrődési vasalás kialakításának elvei (folyt.):

- További feltételek:

1. Ellenőrizni kell a meglévő átszűrődési 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 átszűrődési vasalás esetén $d/s_R = 0,67$),

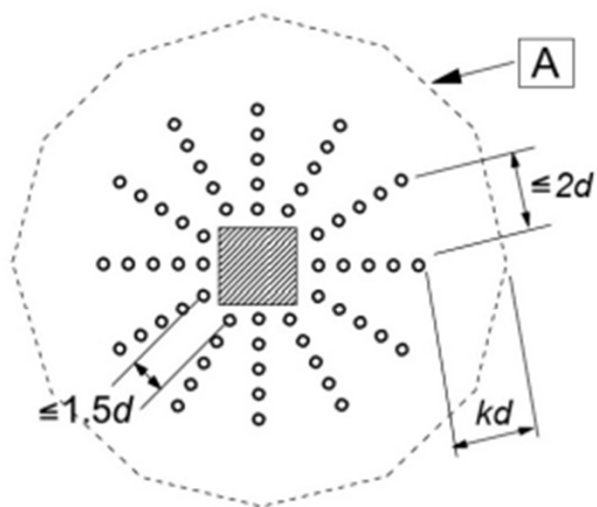
A_{sw} egy körön elhelyezett átszűrődési vasalás keresztmetszeti területe,

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

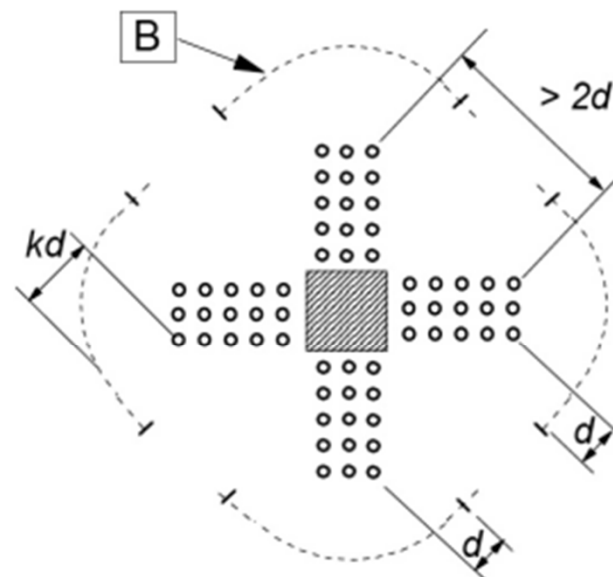
f_{ywd} átszűrődési vasalás határszilárdságának tervezési értéke,

α átszűrődési acélbetétek tengelyének a lemez síkjával bezárt szöge.

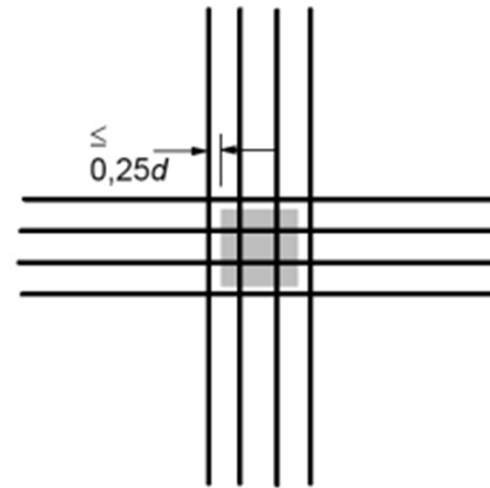
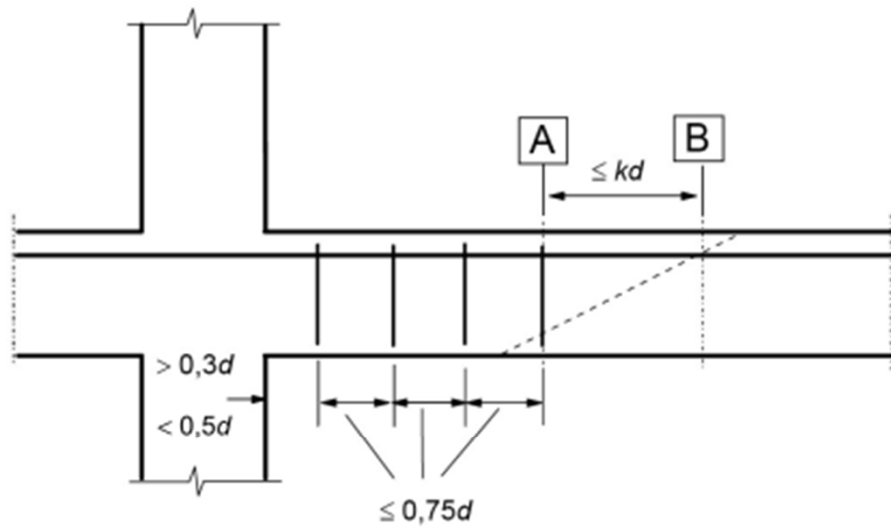
Az átszűrődési vasalás kialakítására vonatkozó fontosabb szerkesztési szabályok



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



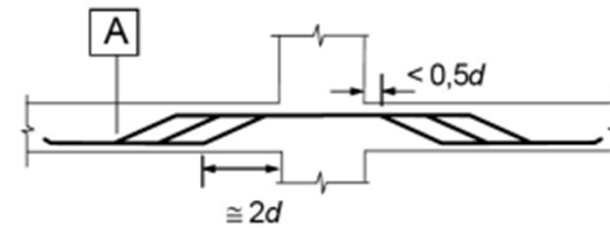
B - $u_{out,ef}$ hatékony külső kerület szakaszosan kiosztott átszűrődési acélbetétek esetén



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

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

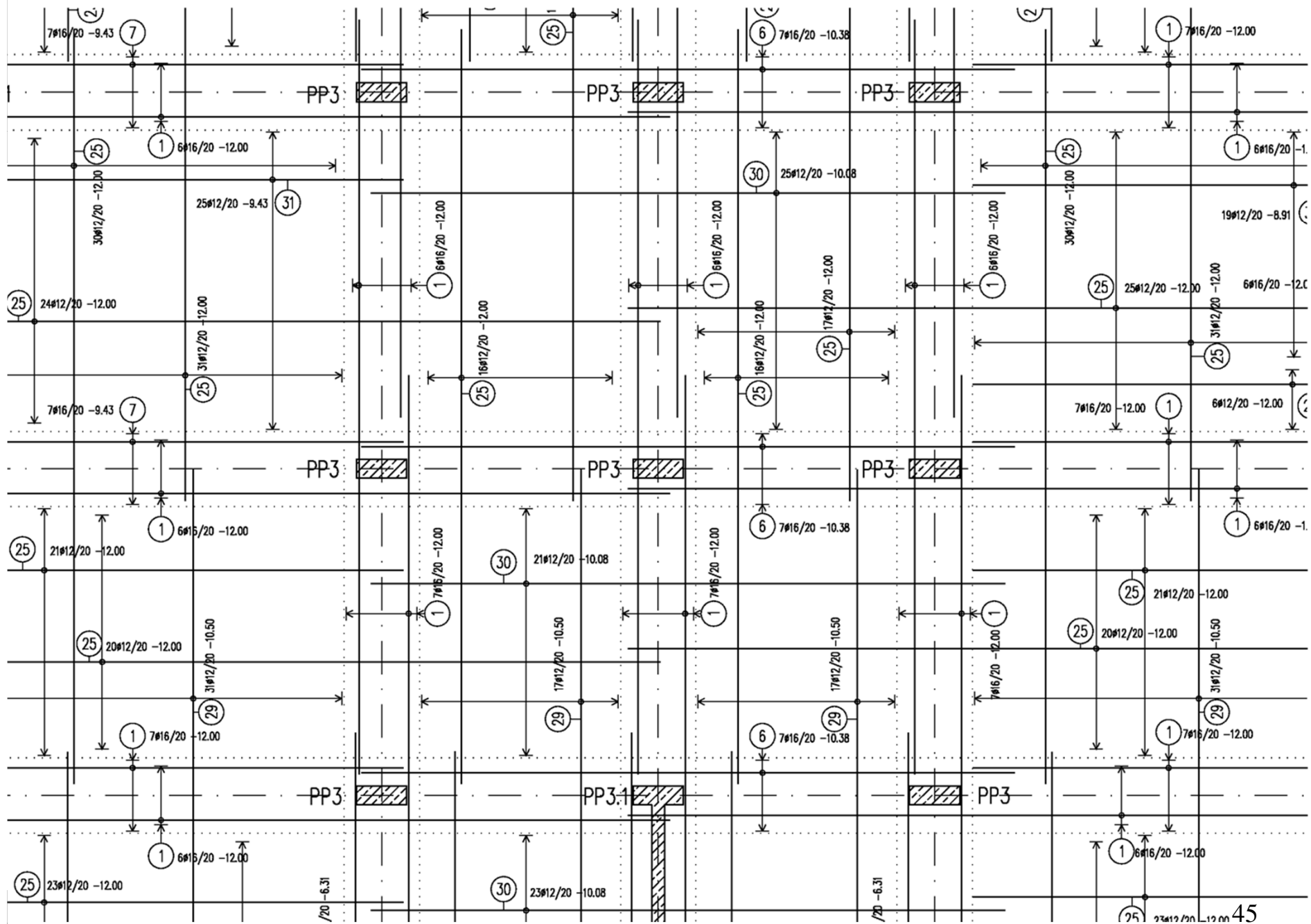
a) Kengyelek kiosztása

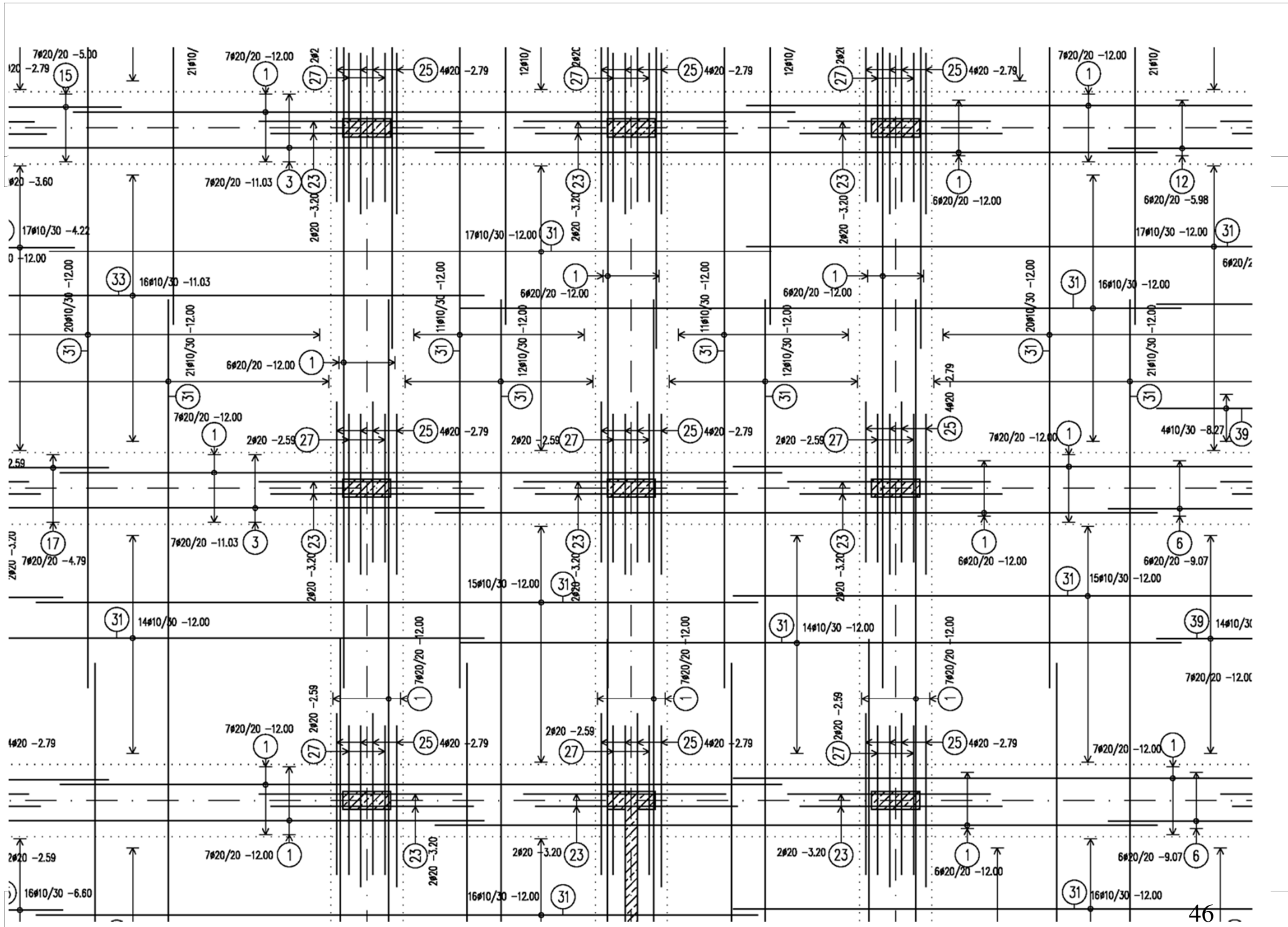


b) Felhajlított betétek kiosztása

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

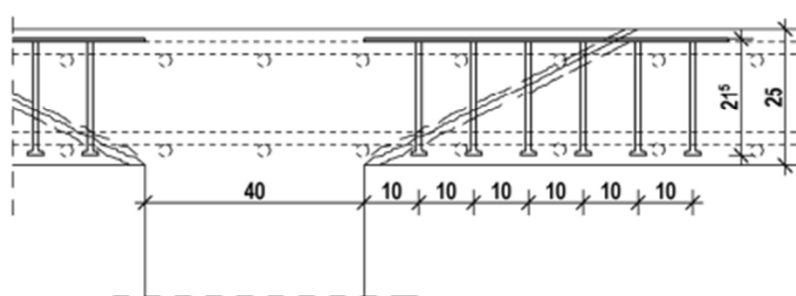
$$A_{sw,min} = 0,08 \cdot s_r \cdot s_t \cdot \frac{\sqrt{f_{ck}}}{(1,5 \cdot \sin\alpha + \cos\alpha) \cdot f_{yk}}$$



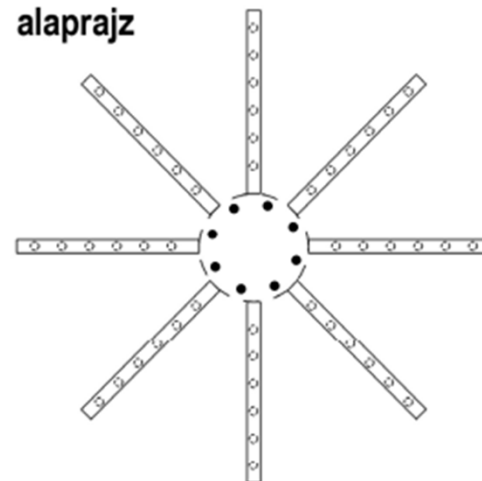


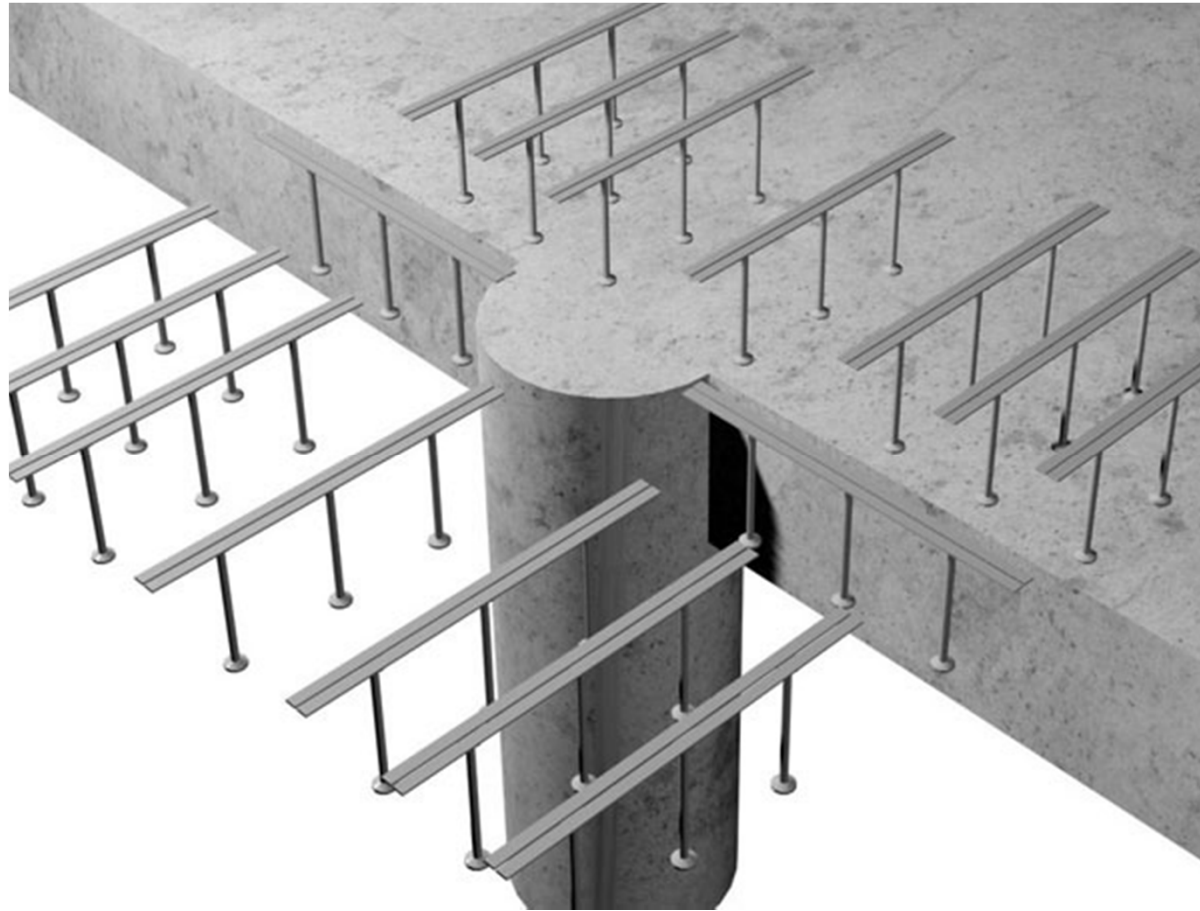
Sugárirányú zömített fejű tüskesoros vasalások (nyírócsapok)

metszet



alaprész



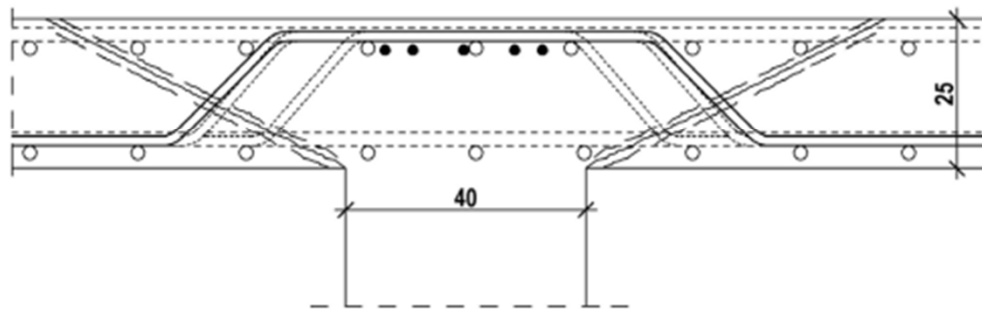




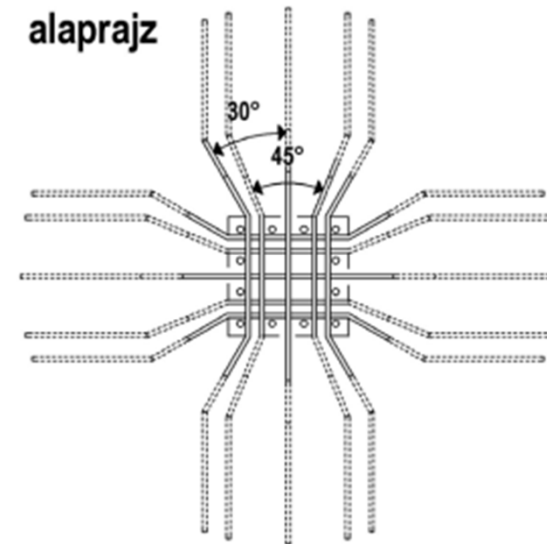


Felhajlított vasalás bajuszvasakkal (nyírókosár)

metszet

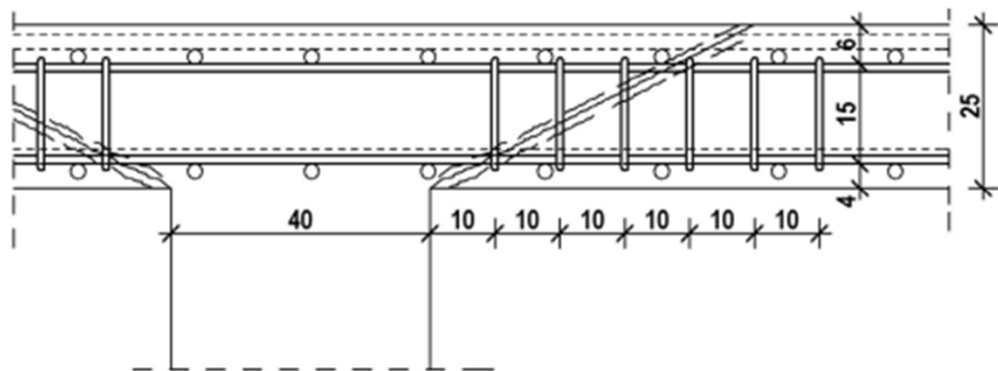


alaprajz

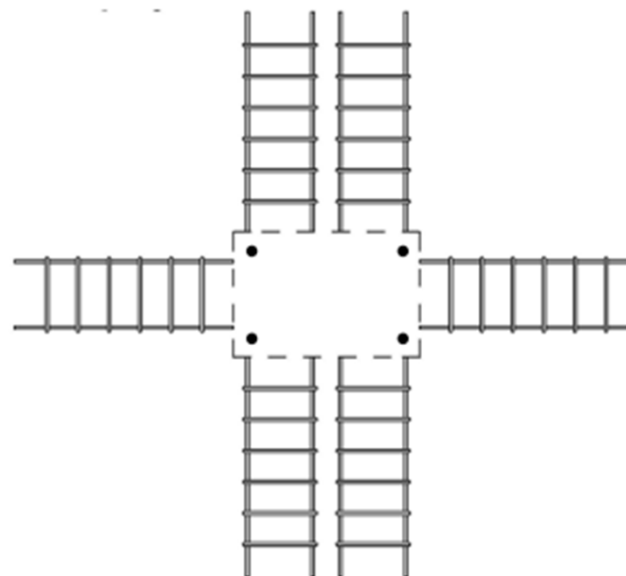


Normálkengyeles vasalás

metszet

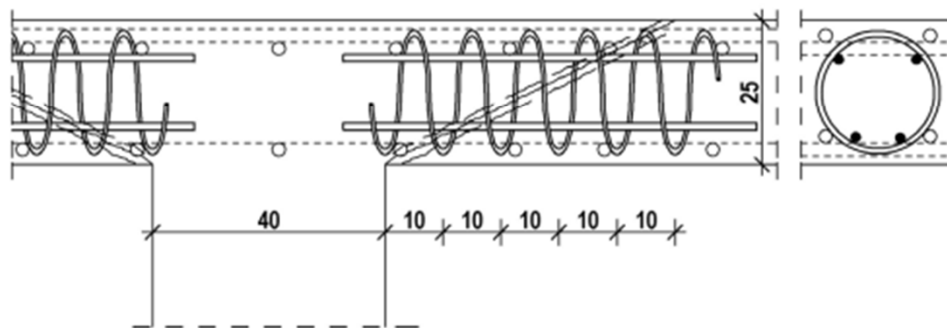


alaprjz

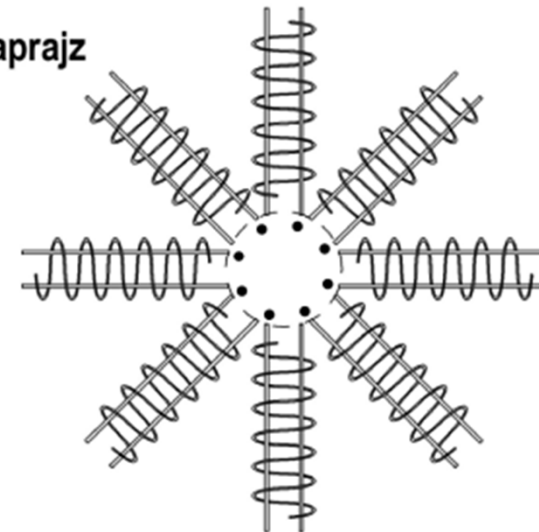


Sugarirányú spirálkengyelezett vasalás

metszet

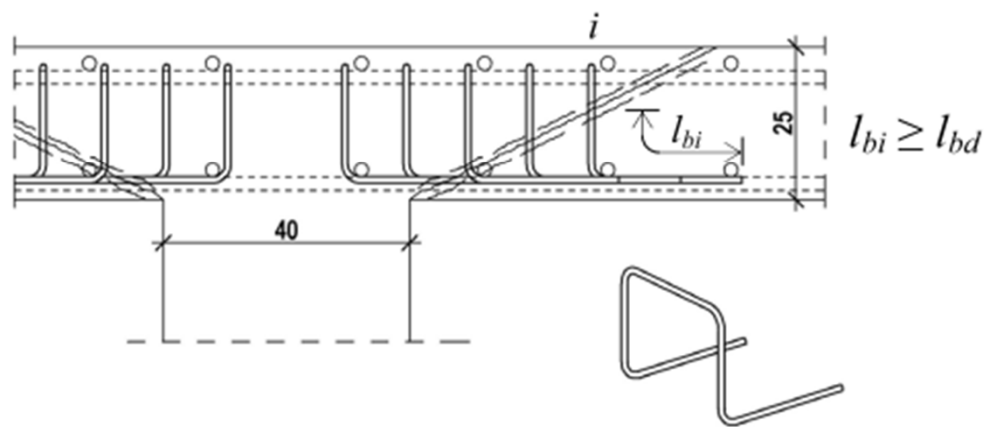


alaprjz

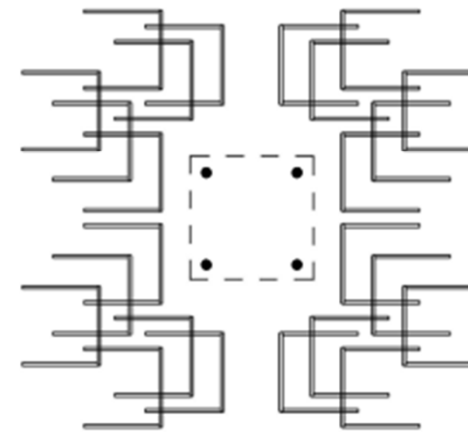


Sámlivas, mint az átszúródás elleni vasalás

metszet

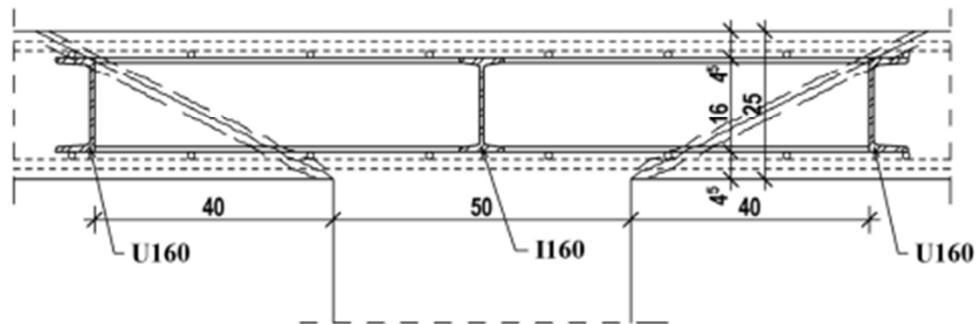


alaprész



Merev acélbetét

metszet



alaprész

