

TERVEZÉSI FELADAT

(mintapélda)

Kéttámaszú, konzolos tartó nyomatóéki és nyírési vasalásának meghatározása és vasalási tervének elkészítése

Kiindulási adatok:

Geometriai adatok:

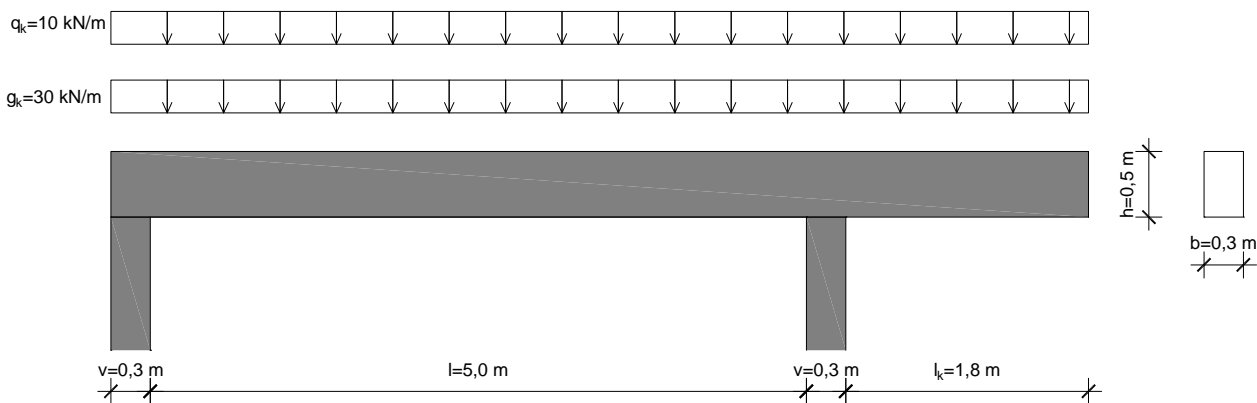
- $l = 5,0 \text{ m}$
- $l_k = 1,80 \text{ m}$
- $v = 0,3 \text{ m}$
- $b = 0,3 \text{ m} = 300 \text{ mm}$
- $h = 0,5 \text{ m} = 500 \text{ mm}$

Anyagjellemzők:

- Beton: C20/25- XC1-24-F2
 - $f_{ck} = 20,0 \text{ N/mm}^2$
 - $f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{20}{1,5} = 13,3 \text{ N/mm}^2$
 - $f_{bd} = 2,3 \text{ N/mm}^2$
 - $d_g = 24 \text{ mm}$
- Betonacél: B500
 - $f_{yk} = 500 \text{ N/mm}^2$
 - $f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_c} = \frac{500}{1,15} = 434,8 \text{ N/mm}^2$
 - $\xi_{co} = 0,493$

Terhek:

- állandó teher karakterisztikus értéke: $g_k = 30 \text{ kN/m}$
- használati teher karakterisztikus értéke: $q_k = 10 \text{ kN/m}$

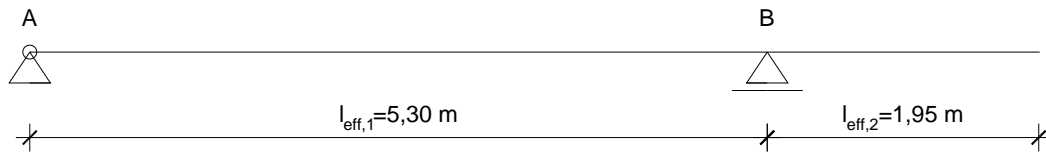


Statikai váz felvétele:

A szerkezet valódi méreteit felhasználva az alábbi módon határozzuk meg az elméleti támaszközt:

$$l_{\text{eff},1} = l + 2 \cdot \min\left(\frac{h}{2}; \frac{v}{2}\right) = 5,0 \text{ m} + 2 \cdot \min\left(\frac{0,5}{2}; \frac{0,3}{2}\right) = 5,30 \text{ m}$$

$$l_{\text{eff},2} = l_k + \min\left(\frac{h}{2}; \frac{v}{2}\right) = 1,80 \text{ m} + \min\left(\frac{0,5}{2}; \frac{0,3}{2}\right) = 1,95 \text{ m}$$



Mértékadó leterhelés, mértékadó igénybevételek:

Mezőközépen akkor kapunk maximális (pozitív) nyomatékot, ha a mezőben működtetjük a teljes terhet ($g_{Ed}+q_{Ed}$), a konzolon pedig csak az állandó terhet (g_{Ed}). Ennél a teherállásnál kapjuk az „A” támasznál a maximális reakcióerőt (és a tartón az „A” támasznál a maximális nyírőerőt).

A konzolnál („B” támasz felett) akkor kapjuk a maximális negatív nyomatékot, ha a konzolon működtetjük a teljes terhet ($g_{Ed}+q_{Ed}$). A tartó teljes hosszán működtetve a teljes terhet ($g_{Ed}+q_{Ed}$) megkapjuk a „B” támasznál jelentkező maximális támaszreakciót (és a „B” támasz felett maximális nyírőerőt is).

Terhek tervezési értékei:

Állandó terhek biztonsági tényezője:

$$\gamma_G = 1,35$$

Állandó teher tervezési értéke:

$$g_{Ed} = \gamma_G \cdot g_k = 1,35 \cdot 30 = 40,5 \text{ kN/m}$$

Hasznos terhek biztonsági tényezője:

$$\gamma_Q = 1,5$$

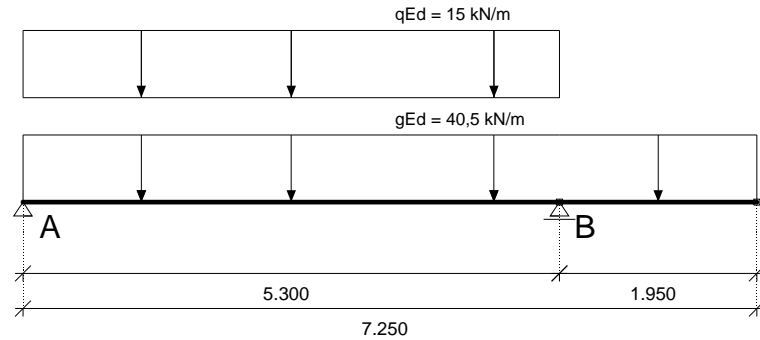
Hasznos teher tervezési értéke:

$$q_{Ed} = \gamma_Q \cdot q_k = 1,5 \cdot 10 = 15 \text{ kN/m}$$

Teljes teher tervezési értéke:

$$p_{Ed} = \gamma_G \cdot g_k + \gamma_Q \cdot q_k = 40,5 + 15 = 55,5 \text{ kN/m}$$

1. teherkombináció (mező teljes teher, konzolon csak önsúly)



$$\begin{aligned} \Sigma M_i^A = 0 &= +g_{Ed} \cdot 1,95 \cdot \left(5,3 + \frac{1,95}{2}\right) + (g_{Ed} + q_{Ed}) \cdot 5,3 \cdot \left(\frac{5,3}{2}\right) - B \cdot 5,3 = \\ &= +40,5 \cdot 1,95 \cdot \left(5,3 + \frac{1,95}{2}\right) + (40,5 + 15) \cdot 5,3 \cdot \left(\frac{5,3}{2}\right) - B \cdot 5,3 \end{aligned}$$

$$B = 240,6 \text{ kN}$$

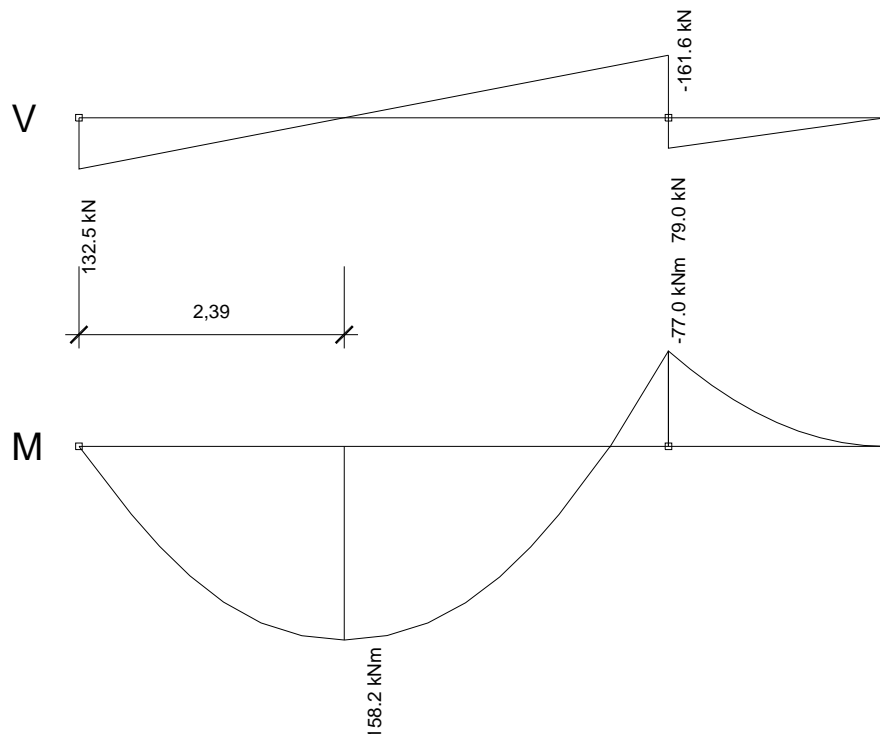
$$A = (g_{Ed} + q_{Ed}) \cdot 5,3 + g_{Ed} \cdot 1,95 - B = (15 + 40,5) \cdot 5,3 + 40,5 \cdot 1,95 - 240,6 = 132,5 \text{ kN}$$

Maximális pozitív nyomaték helye a mező közepén (nyíróerő-ábra nullponti helye):

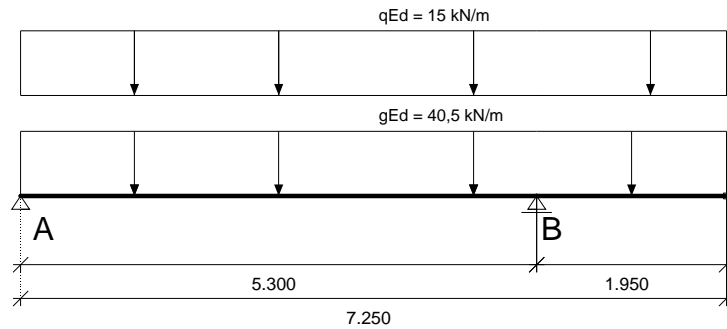
$$x_{\max} = \frac{A}{g_{Ed} + q_{Ed}} = \frac{132,5}{(40,5 + 15)} = 2,39 \text{ m}$$

Maximális pozitív nyomaték értéke:

$$M_{\max}^+ = A \cdot x_{\max} - (g_{Ed} + q_{Ed}) \cdot \frac{x_{\max}^2}{2} = 132,5 \cdot 2,39 - (15 + 40,5) \cdot \frac{2,39^2}{2} = 158,2 \text{ kNm}$$



2. teherkombináció (mezőn és konzolon is teljes teher)



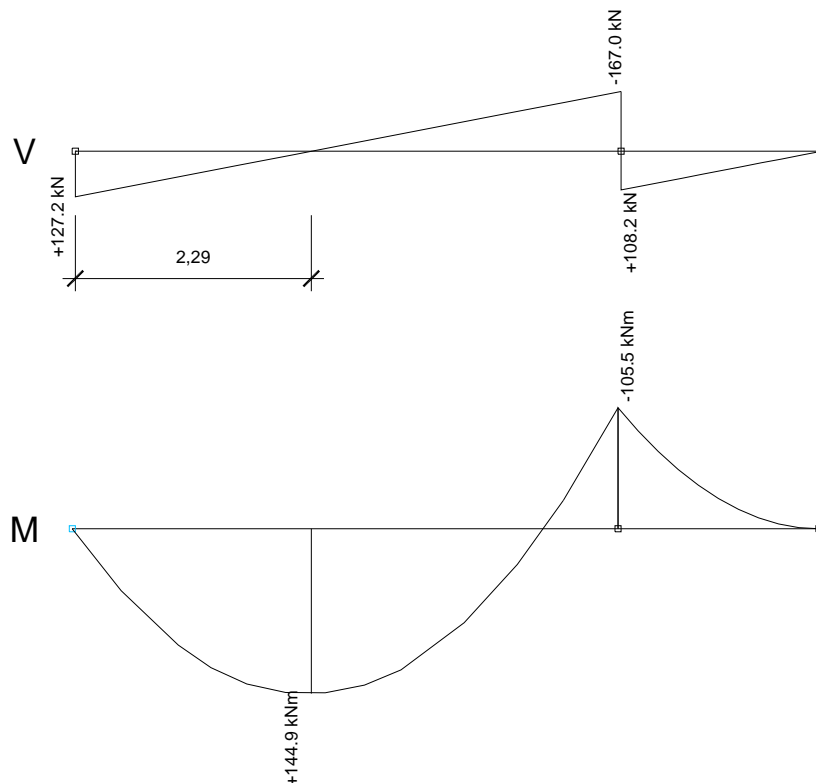
$$\begin{aligned}\Sigma M_i^A = 0 &= (g_{Ed} + q_{Ed}) \cdot 7,25 \cdot \left(\frac{7,25}{2}\right) - B \cdot 5,3 = \\ &= +(40,5 + 15) \cdot 7,25 \cdot \left(\frac{7,25}{2}\right) - B \cdot 5,3\end{aligned}$$

$$B = 275,2 \text{ kN}$$

$$A = (g_{Ed} + q_{Ed}) \cdot 7,25 - B = (15 + 40,5) \cdot 7,25 - 275,2 = 127,2 \text{ kN}$$

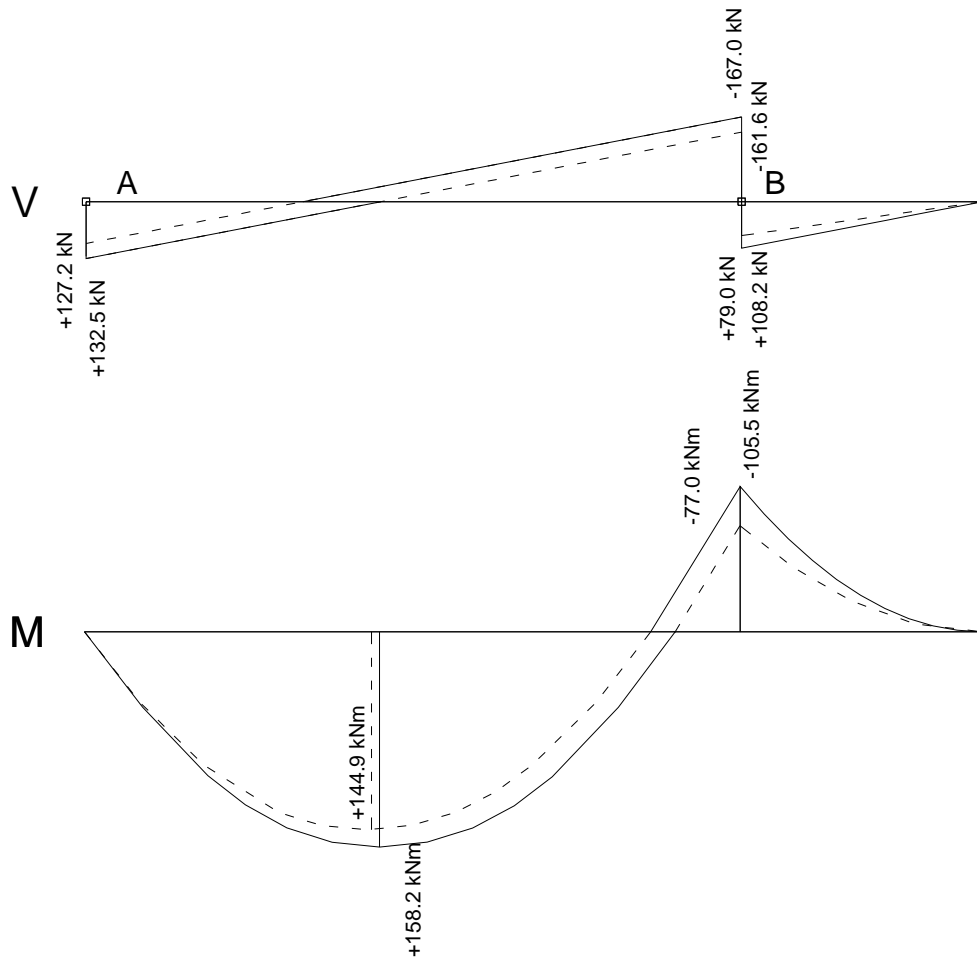
Maximális negatív nyomaték értéke a „B” támasz felett:

$$M_{\max}^- = -(g_{Ed} + q_{Ed}) \cdot \frac{1,95^2}{2} = -(15 + 40,5) \cdot \frac{1,95^2}{2} = -105,5 \text{ kNm}$$



Mértékadó igénybevételi burkolóábrák:

Az alábbi ábrákat a két teherkombináció igénybevételi ábráinak összevonásából kapjuk.



Hajlítási méretezések a mértékadó nyomatékok keresztmetszetében:

1. Négyzög keresztmetszet kötött tervezése III. feszültségi állapotban

($M_{\max} = 158,2$ kNm nyomatékra, mezőközépen)

$$b = 300 \text{ mm}$$

$$h = 500 \text{ mm}$$

BETON: C20/25

$$f_{cd} = 13,3 \text{ N/mm}^2$$

$$d_g = 24 \text{ mm}$$

BETONACÉL: B500

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

$$\xi_{co} = 0,493$$

Feltételezés: $\phi 16$ hosszvas, $\phi 8$ kengyel

$$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev}$$

$$\Delta c_{dev} = 10 \text{ mm}$$

$$c_{min} = \max \begin{pmatrix} c_{min,b} \\ c_{min,dur} \\ 10 \text{ mm} \end{pmatrix} = \max \begin{pmatrix} 8 \text{ mm (kengyel)} \\ 15 \text{ mm (XC1)} \\ 10 \text{ mm} \end{pmatrix} = 15 \text{ mm}$$

$$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev} = 15 + 10 = 25 \text{ mm}$$

$$a = c_{nom} + \Phi_k + \frac{\Phi_f}{2} = 25 + 8 + \frac{16}{2} = 41 \text{ mm}$$

$$d = h - a = 500 - 41 = 459 \text{ mm}$$

$$x_{co} = \xi_0 \cdot d = 0,493 \cdot 459 = 227 \text{ mm}$$

x_{III} meghatározása:

$$x_{III} = d - \sqrt{d^2 - 2 \cdot \frac{M_{Ed}}{b \cdot f_{cd}}} = 459 - \sqrt{459^2 - 2 \cdot \frac{158,2 \cdot 10^6}{300 \cdot 13,3}} = 96 \text{ mm}$$

$x_{III} = 96 \text{ mm} < x_0 = 227$, vagyis a betonacélok megfolynak, nyomott vasalás nem szükséges.

A_s meghatározása:

$$A_{s,szüks} = \frac{b \cdot x_{III} \cdot f_{cd}}{f_{yd}} = \frac{300 \cdot 96 \cdot 13,33}{434,78} = 886 \text{ mm}^2$$

$$A_{s,alk,1} = 5\phi 16 = 1005 \text{ mm}^2$$

Elférnek-e a vasak?

$$a_{min} = \max \begin{pmatrix} \Phi_f \\ 20 \text{ mm} \\ d_g + 5 \text{ mm} \end{pmatrix} = \max \begin{pmatrix} 16 \text{ mm} \\ 20 \text{ mm} \\ 24 + 5 \text{ mm} \end{pmatrix} = 29 \text{ mm}$$



$$b_{\min} = 2 \cdot (c_{\text{nom}} + \Phi_k) + 5 \cdot \Phi_f + 4 \cdot a_{\min} = 2 \cdot (25 + 8) + 5 \cdot 16 + 4 \cdot 29 = 262 \text{ mm} < b = 300 \text{ mm} \rightarrow \text{elférnek a vasak}$$

Ellenőrzés

Minimális és maximális vasmenyiség ellenőrzése:

$$A_{s,\min} = \rho_{\min} \cdot b_t \cdot d = 1,5\% \cdot 300 \cdot 459 = \frac{1,5}{1000} \cdot 300 \cdot 459 = 207 \text{ mm}^2$$

$$A_{s,\max} = 0,04 \cdot A_c = 0,04 \cdot 300 \cdot 500 = 6000 \text{ mm}^2$$

$$A_{s,\min} = 207 < A_s = 1005 < A_{s,\max} = 6000$$

Nyomott betonzóna magasságának számítása az alkalmazott vasalással:

$$x_{\text{III}} = \frac{A_{s,\text{alk}} \cdot f_{yd}}{b \cdot f_{cd}} = \frac{1005 \cdot 434,78}{300 \cdot 13,33} = 109 \text{ mm} < x_{c0} = 227 \text{ mm} ,$$

tehát a betonacélok tényleg megfolynak.

Nyomatéki teherbírás, törőnyomaték számítása:

$$M_{\text{Rd},1} = b \cdot x_{\text{III}} \cdot f_{cd} \cdot \left(d - \frac{x_{\text{III}}}{2} \right) = 300 \cdot 109 \cdot 13,33 \cdot \left(459 - \frac{109}{2} \right) = \mathbf{177 \text{ kNm}} > M_{\text{Ed}} = 158,2 \text{ kNm}$$

2. Négyzög keresztmetszet kötött tervezése III. feszültségi állapotban

($M_{\max} = 105,5$ kNm nyomatékra, „B” támasz felett)

$$b = 300 \text{ mm}$$

$$h = 500 \text{ mm}$$

BETON: C20/25

$$f_{cd} = 13,3 \text{ N/mm}^2$$

$$d_g = 24 \text{ mm}$$

BETONACÉL: B500

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

$$\xi_{co} = 0,493$$

Feltételezés: $\phi 16$ hosszvas, $\phi 8$ kengyel

$$c_{nom} = 25 \text{ mm}$$

$$a = c_{nom} + \Phi_k + \frac{\Phi_f}{2} = 25 + 8 + \frac{16}{2} = 41 \text{ mm}$$

$$d = h - a = 500 - 43 = 459 \text{ mm}$$

$$x_{co} = \xi_0 \cdot d = 0,493 \cdot 459 = 227 \text{ mm}$$

x_{III} meghatározása:

$$x_{III} = d - \sqrt{d^2 - 2 \cdot \frac{M_{Ed}}{b \cdot f_{cd}}} = 459 - \sqrt{459^2 - 2 \cdot \frac{105,5 \cdot 10^6}{300 \cdot 13,3}} = 62 \text{ mm}$$

$x_{III} = 62 \text{ mm} < x_{co} = 227$, vagyis a betonacélok megfolynak, nyomott vasalás nem szükséges.

A_s meghatározása:

$$A_{s,szüks} = \frac{b \cdot x_{III} \cdot f_{cd}}{f_{yd}} = \frac{300 \cdot 62 \cdot 13,33}{434,78} = 567 \text{ mm}^2$$

$$A_{s,alk,2} = 2\phi 12 + 2\phi 16 = 226 + 402 = 628 \text{ mm}^2$$

Azért választottunk felülre $2\phi 12$ vasat is, mert ezeket végig szeretnénk vezetni felül szerelővasakként.

Elférnek-e a vasak?

$$a_{min} = \max \begin{pmatrix} \Phi_f \\ 20 \text{ mm} \\ d_g + 5 \text{ mm} \end{pmatrix} = \max \begin{pmatrix} 16 \text{ mm} \\ 20 \text{ mm} \\ 24 + 5 \text{ mm} \end{pmatrix} = 29 \text{ mm}$$

$b_{min} = 2 \cdot (c_{nom} + \Phi_k) + 4 \cdot \Phi_f + 3 \cdot a_{min} = 2 \cdot (25 + 8) + 4 \cdot 16 + 3 \cdot 29 = 217 \text{ mm} < b = 300 \text{ mm} \rightarrow$
elférnek a vasak (biztonság javára azt vizsgáltuk meg, hogy $4\phi 16$ elférne-e)



Ellenőrzés

Minimális és maximális vasmenyiség ellenőrzése:

$$A_{s,\min} = \rho_{\min} \cdot b_t \cdot d = 1,5\% \cdot 300 \cdot 459 = \frac{1,5}{1000} \cdot 300 \cdot 459 = 207 \text{ mm}^2$$

$$A_{s,\max} = 0,04 \cdot A_c = 0,04 \cdot 300 \cdot 500 = 6000 \text{ mm}^2$$

$$A_{s,\min} = 207 < A_s = 603 < A_{s,\max} = 6000$$

Nyomott betonzóna magasságának számítása az alkalmazott vasalással:

$$x_{III} = \frac{A_{s,alk} \cdot f_{yd}}{b \cdot f_{cd}} = \frac{628 \cdot 434,78}{300 \cdot 13,33} = 68 \text{ mm} < x_{c0} = 227 \text{ mm} ,$$

tehát a betonacélok tényleg megfolynak.

Nyomatéki teherbírás, törőnyomaték számítása:

$$M_{Rd,2} = b \cdot x_{III} \cdot f_{cd} \cdot \left(d - \frac{x_{III}}{2} \right) = 300 \cdot 68 \cdot 13,33 \cdot \left(459 - \frac{68}{2} \right) = \mathbf{116 \text{ kNm}} > M_{Ed} = 105,5 \text{ kNm}$$

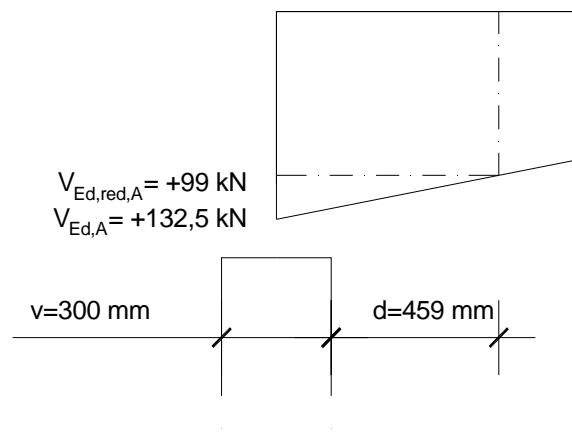
Itt elvileg kiszámolhattuk volna az egy sorban elhelyezett 2Ø12+2Ø16 vasak súlyponti helyét ($a_{tényl}$ és $d_{tényl}$), de a biztonság javára meghagytuk az eredetileg feltételezett súlyponti távolságot (amit Ø16-ra határoztunk meg).

Nyírási méretezések a mértékadó nyíróerők keresztmetszetében:

A támaszok környezetében lehetőség van a mértékadó **nyírási igénybevételek redukálására**. Azzal a feltételezéssel élünk, hogy a elméleti támaszponttól **d távolságra** (dolgozó magasság a szélső keresztmetszetben) a megoszló terhek közvetlenül a támaszra adódnak át.

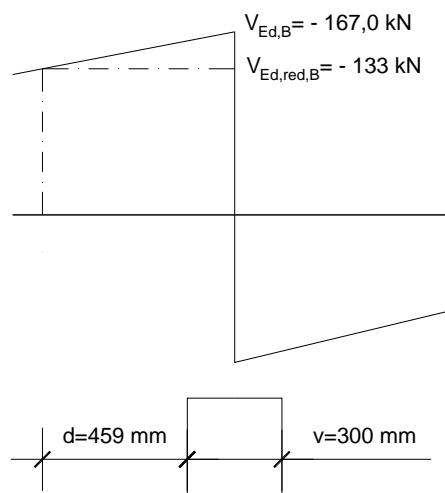
Nyírási igénybevétel redukálása az „A” támasz környezetében:

$$V_{Ed,red,A} = V_{Ed,A} - (g_{Ed} + q_{Ed}) \cdot (d + v/2) = 132,5 - (40,5 + 15) \cdot (0,459 + 0,3/2) = 99 \text{ kN}$$



Nyírási igénybevétel redukálása a „B” támasz környezetében:

$$V_{Ed,red,B} = V_{Ed,B} - (g_{Ed} + q_{Ed}) \cdot (d + v/2) = 167 - (40,5 + 15) \cdot (0,459 + 0,3/2) = 133 \text{ kN}$$





1. A beton által, vasalás nélkül felvehető nyíróerő számítása:

$$V_{Rd,c} = \max \left\{ \begin{array}{l} [C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho \cdot f_{ck})^{1/3} + 0,15 \cdot \sigma_{cp}] \cdot b_w \cdot d \\ V_{Rd,c,min} = v_{min} \cdot b_w \cdot d \end{array} \right\}$$

Mivel a tartóra nem hat tengelyirányú terhelés (normálerő), így:

$\sigma_{cp} = 0$ (ez a tényezőt azért használjuk, mert a keresztmetszetben ható nyomóerő kedvezően hat, növeli a beton nyírési teherbírását)

$$C_{Rd,c} = \frac{0,18}{\gamma_c} = \frac{0,18}{1,5} = 0,12 \text{ (állandónak tekinthető tényező)}$$

Léptékhatást figyelembe vevő tényező:

$$k = 1 + \sqrt{\frac{200 \text{ mm}}{d \text{ [mm]}}} = 1 + \sqrt{\frac{200}{459}} = 1,66$$

A húzott vashányad számításakor azt feltételezzük, hogy 2Ø16 hosszvasat a tartó teljes hosszán végigvezetünk.

$$\rho_l = \min \left\{ \begin{array}{l} \frac{A_{sl}}{b_w \cdot d} \\ 0,02 \end{array} \right\} = \min \left\{ \begin{array}{l} \frac{402}{300 \cdot 459} \\ 0,02 \end{array} \right\} = \min \left\{ \begin{array}{l} 0,0029 \\ 0,02 \end{array} \right\} = 0,0029$$

$$f_{ck} = 20,0 \text{ N/mm}^2$$

$$[C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho \cdot f_{ck})^{1/3}] \cdot b_w \cdot d = [0,12 \cdot 1,66 \cdot (100 \cdot 0,0029 \cdot 20)^{1/3}] \cdot 300 \cdot 459 = 49283 \text{ N} = \mathbf{49,3 \text{ kN}}$$

A tiszta betonkeresztmetszet nyírési ellenállásának alsó határa:

$$V_{Rd,c,min} = v_{min} \cdot b_w \cdot d$$

$$v_{min} = 0,035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2} = 0,035 \cdot 1,66^{3/2} \cdot 20^{1/2} = 0,335$$

$$V_{Rd,c,min} = v_{min} \cdot b_w \cdot d = 0,335 \cdot 300 \cdot 459 = 46101 \text{ N} = \mathbf{46,1 \text{ kN}}$$

$$V_{Rd,c} = \max \left\{ \begin{array}{l} [C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho \cdot f_{ck})^{1/3}] \cdot b_w \cdot d \\ V_{Rd,c,min} = v_{min} \cdot b_w \cdot d \end{array} \right\} = \max \left\{ \begin{array}{l} 49,3 \\ 46,1 \end{array} \right\} = \mathbf{49,3 \text{ kN}} < V_{Ed,red,B} = \mathbf{133 \text{ kN}}$$

Mivel a betonkeresztmetszet nyírési teherbírása kisebb, mint a mértékadó nyíróerők, **nyírési vasalást kell tervezni.**



2. A keresztmetszet által felvehető, maximális nyírőerő meghatározása:

Ebben a részben azt számítjuk ki, hogy gerendában feltételezett ún. rácsostartó modellben **a ferde, nyomott beton rácsrudaknak** mekkora a teherbírása (bevasalható-e a keresztmetszet nyírásra?).

A rácsostartó modellben a repedések (és ezzel a ferde, nyomott beton rácsrudak) dőlésszögét $1 < \cot\theta < 2,5$ határok között lehet felvenni, ez $21,8^\circ < \theta < 45^\circ$ határoknak felel meg. A nyomott beton rácsrudak teherbírása $\theta = 45^\circ$ esetén a legnagyobb, ezért legyen

$$\theta = 45^\circ$$

$$V_{Rd,max} = \alpha_{cw} \cdot b_w \cdot z \cdot v_1 \cdot f_{cd} \cdot \frac{\cot \alpha + \cot \theta}{1 + \cot^2 \theta}$$

Feszítés nélküli szerkezetek esetén (így itt is):

$$\alpha_{cw} = 1,0$$

Belső erőkar nagysága (közelítés alkalmazható):

$$z = 0,9 \cdot d = 0,9 \cdot 459 = 413 \text{ mm}$$

Hatékonyági tényező:

$$v_1 = 0,6 \cdot \left(1 - \frac{f_{ck} [\text{N/mm}^2]}{250}\right) = 0,6 \cdot \left(1 - \frac{20}{250}\right) = 0,552$$

A nyírási vasalás síkjának a tartó hosszstengelyével bezárt szöge (kengyel esetén 90° , felhajlított vas esetén 45°)

$$\alpha = 90^\circ \text{ (kengyeleket alkalmazunk)}$$

$$f_{cd} = 13,3 \text{ N/mm}^2$$

$\alpha = 90^\circ$ és $\theta = 45^\circ$ feltételezése esetén a $V_{Rd,max}$ képlete az alábbi módon egyszerűsödik:

$$\begin{aligned} V_{Rd,max} &= \alpha_{cw} \cdot b_w \cdot z \cdot v_1 \cdot f_{cd} \cdot \frac{\cot 90^\circ + \cot 45^\circ}{1 + \cot^2 45^\circ} = \frac{1}{2} \cdot \alpha_{cw} \cdot b_w \cdot z \cdot v_1 \cdot f_{cd} = \frac{1}{2} \cdot 1,0 \cdot 300 \cdot 413 \cdot 0,552 \cdot 13,3 \\ &= 456062 \text{ N} = \mathbf{456 \text{ kN}} > \mathbf{V_{Ed,red,B} = 133 \text{ kN}} \end{aligned}$$

A gerenda bevasalható nyírásra.



3. Négyzög keresztmetszet nyírási vasalásának tervezése

($V_{Ed,red,B} = 133 \text{ kN}$ nyíróerőre, „B” támasz felett)

A nyírási acélok teherbírása:

$$V_{Rd,s} = \frac{z}{s} \cdot A_{sw} \cdot f_{ywd} \cdot (\cot \alpha + \cot \theta) \cdot \sin \alpha$$

s – a nyírási vasak egymástól való távolsága (kengyeleknél kengyeltávolság, felhajlított vasaknál a felhajlítások közötti távolság)

$A_{sw,alk,1} = 2\emptyset 8 = 101 \text{ mm}^2$ – nyírási vasak keresztmetszeti területe ($\emptyset 8$ – as kengyel két szára)

$\alpha = 90^\circ$ és $\theta = 45^\circ$ feltételezése esetén a $V_{Rd,s}$ képlete az alábbi módon egyszerűsödik:

$$V_{Rd,s,1} = \frac{z}{s} \cdot A_{sw} \cdot f_{ywd} \cdot (\cot 90^\circ + \cot 45^\circ) \cdot \sin 90^\circ = \frac{z}{s} \cdot A_{sw} \cdot f_{ywd}$$

Átrendezve az egyenletet megkapjuk a kengyelek között megengedhető maximális távolságot:

$$s_{max,1} = \frac{z \cdot A_{sw} \cdot f_{ywd}}{V_{Ed,red,B}} = \frac{413 \cdot 101 \cdot 434,78}{133 \cdot 10^3} = 136 \text{ mm}$$

$s_{alk,1} = 100 \text{ mm}$

Nyírási teherbírás számítása az alkalmazott távolsággal:

$$V_{Rd,s,1} = \frac{z \cdot A_{sw,alk,1} \cdot f_{ywd}}{s_{alk,1}} = \frac{413 \cdot 101 \cdot 434,78}{100} = 181 \text{ kN}$$

Minimális nyírási vashányad ellenőrzése:

$$\rho_{alk,1} = \frac{A_{sw,alk,1}}{s_{alk,1} \cdot b_w \cdot \sin \alpha} = \frac{101}{100 \cdot 300 \cdot \sin 90} = 0,0034$$

$$\rho_{w,min} = \max\left(\frac{0,08 \cdot \sqrt{f_{ck}}}{f_{yk}}; 0,001\right) = \max\left(\frac{0,08 \cdot \sqrt{20}}{500}; 0,001\right) = \max(0,0007; 0,001) = 0,001$$

$\rho_{alk,1} = 0,0034 > \rho_{w,min} = 0,001$

megfelel

Nyírási acélbetétek maximális távolsága:

$$s_{s,max} = 0,75 \cdot d \cdot (1 + \cot \alpha) < \min(1,5 \cdot b_w; 300)$$

$$s_{s,max} = 0,75 \cdot 459 \cdot (1 + 0) = 344 \text{ mm} < \min(1,5 \cdot b_w; 300) = \min(1,5 \cdot 300; 300)$$

$s_{alk,1} = 100 \text{ mm} < s_{s,max} = 300 \text{ mm}$

megfelel

A „B” támasz környezetében méretezett nyírási vasalást alkalmazzuk az „A” támasz környezetében is.

($V_{Ed,red,A} = 99 \text{ kN}$)

Megjegyzés: Lehetőség van arra is, hogy a repedések dőlésszögének (θ) 45° -tól eltérő értékűre vegyük fel. Amennyiben kisebb dőlésszöget feltételezünk ($21,8^\circ < \theta < 45^\circ$ között), akkor a nyírási vasalás teherbírása is kedvezőbb lesz.

A nyírási vasak méretezésekor ($V_{Rd,s}$) és a ferde nyomott beton rácsrúd számításakor ($V_{Rd,max}$) következetesen ugyanazzal a θ dőlésszöggel kell számolni!



Nyíróerő burkolóábra szerkesztése:

Annak érdekében, hogy a szerkezet tervezése gazdaságos legyen, minden keresztmetszetben csak a szükséges sűrűségű kengyelezést tervezünk, vagyis nem fogjuk a mértékadó igénybevételek helyén meghatározott kengyelosztást a teljes gerendán alkalmazni.

A nyírási méretezéskor már kiszámítottuk, hogy a támaszok környezetében $s_{alk,1} = 100$ mm, illetve a megengedhető maximális kengyeltávolság $s_{s,max} = 300$ mm.

A támaszok környezetében $s_{alk,1} = 100$ mm kengyelosztáshoz kiszámítottuk már a nyírási teherbírást:

$$V_{Rd,s,1} = 181 \text{ kN}$$

Számítsunk ki egy köztes kengyelosztáshoz tartozó teherbírást is, legyen ez $s_{alk,2} = 200$ mm.

Nyírási teherbírás számítása az alkalmazott $s_{alk,2} = 200$ mm távolsággal:

$$V_{Rd,s,2} = \frac{z \cdot A_{sw,alk,2} \cdot f_{ywd}}{s_{alk,2}} = \frac{413 \cdot 101 \cdot 434,78}{200} = 90 \text{ kN}$$

Számítsunk ki a megengedhető maximális kengyelosztáshoz tartozó teherbírást is.

Nyírási teherbírás számítása az alkalmazott $s_{s,max} = s_{alk,3} = 300$ mm távolsággal:

$$V_{Rd,s,3} = \frac{z \cdot A_{sw,alk,3} \cdot f_{ywd}}{s_{alk,3}} = \frac{413 \cdot 101 \cdot 434,78}{300} = 60 \text{ kN}$$

Minimális nyírási vashányad ellenőrzése:

$$\rho_{alk,3} = \frac{A_{sw,alk,3}}{s_{alk,3} \cdot b_w \cdot \sin \alpha} = \frac{101}{300 \cdot 300 \cdot \sin 90} = 0,0011$$

$$\rho_{w,min} = \max\left(\frac{0,08 \cdot \sqrt{f_{ck}}}{f_{yk}}; 0,001\right) = \max\left(\frac{0,08 \cdot \sqrt{20}}{500}; 0,001\right) = \max(0,0007; 0,001) = 0,001$$

$$\rho_{alk,3} = 0,0011 > \rho_{w,min} = 0,001$$

A mértékadó nyírási igénybevételek, a kengyelkiosztások, és a hozzájuk tartozó nyírási teherbírás ismeretében megszerkeszthető a NYÍRÓERŐ BURKOLÓÁBRA. Azt adott kengyelkiosztásokat úgy kell meghatározni, hogy teherbírások diagramja mindenhol az igénybevételek diagramja felett helyezkedjen el (burkolja azt).

A nyírási vasalást a feltámaszkodásokon túl kell vezetni, és célszerű a teljes tartón végigvezetni.

Az EC2 (Eurocode 2-Betonszerkezetek tervezése) szerint a nyírási igénybevételek legalább 50%-át kengyelekkel kell felvenni, természetesen ennek a kitételnek is eleget tettünk.

Nyomatéki burkolóábra szerkesztése:

Annak érdekében, hogy a szerkezet tervezése gazdaságos legyen, minden keresztmetszetben csak a szükséges mennyiségű vasalást tervezünk, vagyis nem fogjuk a mértékadó igénybevételek helyén meghatározott hosszvasakat a teljes gerendán alkalmazni.

A hajlítási méretezéskor már kiszámítottuk, hogy a mezőközépen $A_{s,alk,1} = 5\emptyset 16$, illetve a „B” támasz felett $A_{s,alk,2} = 2\emptyset 12 + 2\emptyset 16$ hosszvasalást kell alkalmazni.

A két mértékadó helyen az alábbi nyomatéki teherbírásokat határoztunk meg az alkalmazott vasalásokhoz:

$$M_{Rd,1} = 177 \text{ kNm (mezőközépen)}$$

$$M_{Rd,2} = 116 \text{ kNm („B” támasz felett)}$$

Számítsunk ki, hogy mekkora lesz a nyomatéki teherbírás, ha $A_{s,alk,3} = 2\emptyset 12$, $A_{s,alk,4} = 2\emptyset 16$, $A_{s,alk,5} = 3\emptyset 16$, $A_{s,alk,6} = 4\emptyset 16$ és $A_{s,alk,7} = 2\emptyset 12 + \emptyset 16$ hosszvasalást alkalmazunk!

$A_{s,alk,3} = 2\emptyset 12 = 226 \text{ mm}^2$ hosszvasaláshoz tartozó teherbírás kiszámítása:

Nyomott betonzóna magasságának számítása az alkalmazott vasalással:

$$x_{III} = \frac{A_{s,alk,3} \cdot f_{yd}}{b \cdot f_{cd}} = \frac{226 \cdot 434,78}{300 \cdot 13,33} = 25 \text{ mm} < x_{c0} = 227 \text{ mm} ,$$

tehát a betonacélok megfolynak.

Nyomatéki teherbírás, törőnyomaték számítása:

$$M_{Rd,3} = b \cdot x_{III} \cdot f_{cd} \cdot \left(d - \frac{x_{III}}{2} \right) = 300 \cdot 25 \cdot 13,33 \cdot \left(459 - \frac{25}{2} \right) = 45 \text{ kNm}$$

$A_{s,alk,4} = 2\emptyset 16 = 402 \text{ mm}^2$ hosszvasaláshoz tartozó teherbírás kiszámítása:

Nyomott betonzóna magasságának számítása az alkalmazott vasalással:

$$x_{III} = \frac{A_{s,alk,4} \cdot f_{yd}}{b \cdot f_{cd}} = \frac{402 \cdot 434,78}{300 \cdot 13,33} = 44 \text{ mm} < x_{c0} = 227 \text{ mm} ,$$

tehát a betonacélok megfolynak.

Nyomatéki teherbírás, törőnyomaték számítása:

$$M_{Rd,4} = b \cdot x_{III} \cdot f_{cd} \cdot \left(d - \frac{x_{III}}{2} \right) = 300 \cdot 44 \cdot 13,33 \cdot \left(459 - \frac{44}{2} \right) = 77 \text{ kNm}$$

$A_{s,alk,5} = 3\emptyset 16 = 603 \text{ mm}^2$ hosszvasaláshoz tartozó teherbírás kiszámítása:

Nyomott betonzóna magasságának számítása az alkalmazott vasalással:

$$x_{III} = \frac{A_{s,alk,5} \cdot f_{yd}}{b \cdot f_{cd}} = \frac{603 \cdot 434,78}{300 \cdot 13,33} = 66 \text{ mm} < x_{c0} = 227 \text{ mm} ,$$

tehát a betonacélok megfolynak.

Nyomatéki teherbírás, törőnyomaték számítása:

$$M_{Rd,5} = b \cdot x_{III} \cdot f_{cd} \cdot \left(d - \frac{x_{III}}{2} \right) = 300 \cdot 66 \cdot 13,33 \cdot \left(459 - \frac{66}{2} \right) = 112 \text{ kNm}$$

$A_{s,alk,6} = 4\emptyset 16 = 804 \text{ mm}^2$ hosszvasaláshoz tartozó teherbírás kiszámítása:

Nyomott betonzóna magasságának számítása az alkalmazott vasalással:

$$x_{III} = \frac{A_{s,alk,6} \cdot f_{yd}}{b \cdot f_{cd}} = \frac{804 \cdot 434,78}{300 \cdot 13,33} = 87 \text{ mm} < x_{c0} = 227 \text{ mm} ,$$

tehát a betonacélok megfolynak.

Nyomatéki teherbírás, törőnyomaték számítása:

$$M_{Rd,6} = b \cdot x_{III} \cdot f_{cd} \cdot \left(d - \frac{x_{III}}{2} \right) = 300 \cdot 87 \cdot 13,33 \cdot \left(459 - \frac{87}{2} \right) = 145 \text{ kNm}$$

$A_{s,alk,7} = 2\emptyset 12 + \emptyset 16 = 427 \text{ mm}^2$ hosszvasaláshoz tartozó teherbírás kiszámítása:

Nyomott betonzóna magasságának számítása az alkalmazott vasalással:

$$x_{III} = \frac{A_{s,alk,7} \cdot f_{yd}}{b \cdot f_{cd}} = \frac{427 \cdot 434,78}{300 \cdot 13,33} = 46 \text{ mm} < x_{c0} = 227 \text{ mm} ,$$

tehát a betonacélok megfolynak.

Nyomatéki teherbírás, törőnyomaték számítása:

$$M_{Rd,7} = b \cdot x_{III} \cdot f_{cd} \cdot \left(d - \frac{x_{III}}{2} \right) = 300 \cdot 46 \cdot 13,33 \cdot \left(459 - \frac{46}{2} \right) = 80 \text{ kNm}$$

A mértékadó nyomatéki igénybevételek, az alkalmazott hosszvasalások, és a hozzájuk tartozó nyomatéki teherbírás ismeretében megszerkeszthető a NYOMATÉKI BURKOLÓÁBRA. Azt adott hosszvasalások hosszát úgy kell meghatározni, hogy teherbírások diagramja mindenhol az igénybevételek diagramja felett helyezkedjen el (burkolja azt).

A nyírási burkolóábrához képest a nyomatéki burkolóábra szerkesztésekor még az alábbi szempontokat is figyelembe kell venni:

- Hajlított-nyírt keresztmetszetek esetében a repedések nem merőlegesek a tartó tengelyére, ferdén futnak a tartón. Emiatt a nyomatéki méretezés során a nyomatéki ábrát el **kell tolni a_1 távolsággal** a tartó tengelyével párhuzamosan, mindig a kedvezőtlen irányba. Így egy **eltolt nyomatéki** ábrát kapunk, ahol minden keresztmetszetben nagyobb lesz a számított igénybevétel. Ha a támasznál a nyíróerőt kengyelekkel vesszük fel, akkor az **a_1 távolság értéke $0,5z=0,45d$** .
- A vasbetétek hosszának meghatározásakor ügyelni kell arra, hogy
 1. az adott vasat **l_{bd} lehorgonyzási hosszal túlnyújtsuk azon a keresztmetszeten, ahol még teljes értékűen figyelembe akarjuk venni.**

ÉS

2. az adott vasat **$l_{bd,min}$ lehorgonyzási hosszal túlnyújtsuk azon a keresztmetszeten, ahol már nincs rá szükség.**

Megjegyzés: A gyakorlatban az $l_{bd,min}$ helyett szokás $l_{bd}/2$ minimális túlnyújtást is használni (ld. 2012-es Segédlet 37. old.). Ebben a feladatban ezt nem vettük figyelembe.

Tartóvég ellenőrzése:

Az „A” támasznál tervezett alsó vasalás lehorgonyzását ellenőrizni kell. Amennyiben az egyenes vasvég nem biztosít elegendő lehorgonyzást, kampós vasvéget lehet választani, majd ez a szerkezeti megoldást is ellenőrizni kell.

Ebben példában kampós megoldást választunk egyből, a kampó hossza minimum 5ϕ hosszúságúnak kell lennie, $5\phi = 5 \cdot 16 = 80$ mm-re választjuk.

A beton és acél közti kapcsolati szilárdság bordás betonacéloknál (C20/25):

$$f_{bd} = 2,3 \text{ N/mm}^2$$

A lehorgonyzási hossz alapértéke ($\phi 16$ -os vasak esetén):

$$l_b = \frac{\Phi}{4} \cdot \frac{f_{yd}}{f_{bd}} = \frac{16}{4} \cdot \frac{434,78}{2,3} = 756 \text{ mm}$$

A minimális lehorgonyzási hossz:

$$l_{b,min} = \max[10\Phi; 100 \text{ mm}] = \max[10 \cdot 16; 100 \text{ mm}] \\ = \max[160 \text{ mm}; 100 \text{ mm}] = \mathbf{160 \text{ mm}}$$

A lehorgonyzási hossz tervezési értéke:

$$l_{bd} = \max \left(\begin{array}{l} l_{b,eq} \cdot \frac{A_{s,requ}}{A_{s,prov}} \\ l_{b,min} \end{array} \right)$$

$\frac{A_{s,requ}}{A_{s,prov}}$ a betonacélok kihasználtságát figyelembe vevő hányados. A biztonság javára történő közelítésként felvehetjük 1,0-re is, de kiszámoljuk a pontos értéket.

$$\frac{A_{s,requ}}{A_{s,prov}} = \frac{M_{Ed}}{M_{Rd}} \quad (\text{esetünkben az elméleti támasz felett})$$

$$a_1 = 0,45d = 0,45 \cdot 0,459 = 0,21 \text{ m} \quad (\text{a nyomatéki ábra eltolásának mértéke})$$

1. Teherkombinációban:

$$M_{Ed} = A \cdot \left(a_1 + \frac{v}{2} \right) - (g_{Ed} + q_{Ed}) \cdot \frac{(a_1 + \frac{v}{2})^2}{2} = 132,5 \cdot \left(0,21 + \frac{0,3}{2} \right) - (40,5 + 15) \cdot \frac{(0,21 + \frac{0,3}{2})^2}{2} = 44,1 \text{ kNm}$$

$$M_{Rd} = M_{Rd,6} = 145 \text{ kNm}$$

$$\frac{A_{s,requ}}{A_{s,prov}} = \frac{M_{Ed}}{M_{Rd}} = \frac{44,1}{145} = 0,30$$

$$l_{b,eq} = \alpha_a \cdot l_b = 0,7 \cdot 756 = 529 \text{ mm} \quad \text{a húzásra kihasznált betonacél lehorgonyzási hossza}$$

$\alpha_a = 0,7$ a betonacél lehorgonyzásától függő alak tényező (kampó)

$$l_{bd} = \max \left(\begin{array}{l} l_{b,eq} \cdot \frac{A_{s,requ}}{A_{s,prov}} \\ l_{b,min} \end{array} \right) = \max \left(\begin{array}{l} 529 \cdot 0,3 \\ 160 \end{array} \right) = \max \left(\begin{array}{l} 158,7 \\ 160 \end{array} \right) = \mathbf{160 \text{ mm}}$$

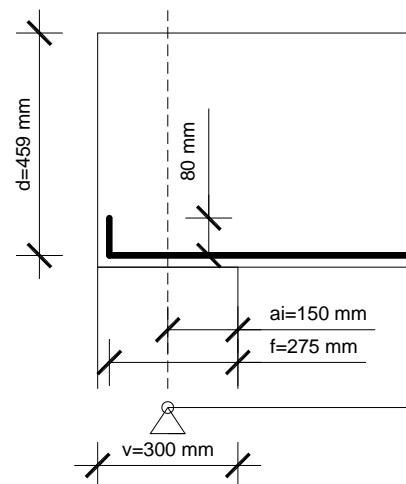
A lehorgonyzandó F_{Ed} húzóerő értéke:

(45°-os repedések feltételezése és csak kengyelek alkalmazása esetén):

$$F_{Ed} = \left(0,5 + 1,1 \cdot \frac{a_i}{d} \right) \cdot V_{Ed,red,A} = \left(0,5 + 1,1 \cdot \frac{150}{459} \right) \cdot 107 \text{ kN} = \mathbf{92 \text{ kN}}$$

a_i az elméleti támasz és a feltámaszkodás széle közötti távolság.

Rendelkezésre álló hossz a lehorgonyzáshoz (betonacél végének és a feltámaszkodás szélének távolsága)





$$f = 27,5 \text{ cm} = 275 \text{ mm}$$

Az „A” támasznál 4Ø16-os vasat alkalmazunk.

A tartóvégben megengedhető húzóerő nagysága:

$$F_{Rd} = A_{sI,alk} \cdot f_{yd} \cdot \frac{f}{l_{bd}} = 804 \cdot 434,78 \cdot \frac{275}{160} = 600,8 \text{ kN} > F_{Ed} = 92 \text{ kN}$$

A lehorgonyzási hossz megfelelő hosszúságú, a tartóvég megfelel.

Amennyiben a kampós vasvég kialakítása sem elegendő, lehetséges megoldás a kiegészítő hajtúvasak alkalmazása a tartóvég környezetében.



Lehorgonyzási hossz meghatározása:

A tartó vasalási tervének elkészítéséhez szükség van a hosszvasak lehorgonyzási hosszának meghatározására. A vasbetétek hosszának meghatározásakor ügyelni kell arra, hogy az adott vasat l_{bd} **lehorgonyzási hosszal túlnyújtsuk azon a keresztmetszeten, ahol még teljes értékűen figyelembe akarjuk venni.**

Ebben példában csak egyféle átmérőjű vassal dolgoztunk, így a Ø16-os hosszvasak lehorgonyzási hosszát kell kiszámítani.

A beton és acél közti kapcsolati szilárdság bordás betonacélnál (C20/25):

$$f_{bd} = 2,3 \text{ N/mm}^2$$

A lehorgonyzási hossz alapértéke (Ø16-os vasak esetén):

$$l_b = \frac{\Phi}{4} \cdot \frac{f_{yd}}{f_{bd}} = \frac{16}{4} \cdot \frac{434,78}{2,3} = 756 \text{ mm}$$

A minimális lehorgonyzási hossz:

$$l_{b,\min} = \max[10\Phi; 100 \text{ mm}] = \max[10 \cdot 16; 100 \text{ mm}] = \max[160 \text{ mm}; 100 \text{ mm}] = \mathbf{160 \text{ mm}}$$

A lehorgonyzási hossz tervezési értéke:

$$l_{bd} = \max\left(\begin{array}{c} l_{b,\text{eq}} \cdot \frac{A_{s,\text{requ}}}{A_{s,\text{prov}}} \\ l_{b,\min} \end{array}\right)$$

$\frac{A_{s,\text{requ}}}{A_{s,\text{prov}}}$ a betonacélok kihasználtságát figyelembe vevő hányados, esetünkben 1,0, hiszen teljes kihasználtságúak a vizsgált, lehorgonyzott vasak.

$l_{b,\text{eq}} = \alpha_a \cdot l_b = 1,0 \cdot 756 = 756 \text{ mm}$ a húzásra kihasznált betonacél lehorgonyzási hossza.

$\alpha_a = 1,0$ a betonacél lehorgonyzásától függő alaki tényező (egyenes vasvég)

$$l_{bd} = \max\left(\begin{array}{c} l_{b,\text{eq}} \cdot \frac{A_{s,\text{requ}}}{A_{s,\text{prov}}} \\ l_{b,\min} \end{array}\right) = \max\left(\begin{array}{c} 756 \cdot 1,0 \\ 160 \end{array}\right) = 756 \text{ mm} = \mathbf{75,6 \text{ cm}}$$

Az alkalmazott lehorgonyzási hossz 76 cm lesz a gerenda alsó oldalán.

Az alkalmazott minimális lehorgonyzási hossz 16 cm lesz a gerenda alsó oldalán.

A 300 mm-nél magasabb gerendák felső acélbetéteinél - a rossz tapadási feltételek miatt - 0,7-tel való osztással meg kell növelni a lehorgonyzási hosszát (ez megfelel 1,43-cal való szorzásnak, vagyis 43%-kal nagyobb lehorgonyzási hosszát alkalmazunk a felső oldalon).

Az alkalmazott lehorgonyzási hossz $76 \cdot 1,43 = 109 \text{ cm}$ lesz a gerenda felső oldalán.

Az alkalmazott minimális lehorgonyzási hossz $16 \cdot 1,43 = 23 \text{ cm}$ lesz a gerenda felső oldalán.



Lehajlás ellenőrzése:

Az eddigi számításaink során a tartószerkezet egészét **teherbírési határállapotra** méreteztük. A teherbírési határállapot mellett szükség van a **használhatósági határállapot** vizsgálatára is. Esetünkben ez a vizsgálat a tartó lehajlásának ellenőrzésére terjed ki.

Az EC2 szerint két lehetőség van a lehajlás számítására (természetesen léteznek még ennél pontosabb számítások is):

- lehajlás egyszerűsített ellenőrzése (megengedett karcsúság meghatározásával)
- lehajlás ellenőrzése számítással

Esetünkben a lehajlás egyszerűsített ellenőrzéssel számítjuk. Az ellenőrzéshez a „Vasbeton szerkezetek, Tervezés Eurocode alapján” c. segédlet táblázatait használjuk.

A tartó számított karcsúsága:

$$\frac{l/K}{d}$$

, ahol l az elméleti támaszköz, K pedig a megtámasztási viszonyoktól függő tényező.

Esetünkben a konzol lehajlását akarjuk ellenőrizni, ezért $K=0,4$, az elméleti támasz pedig $l=1,95$ m (konzol kinyúlása).

$$\frac{l/K}{d} = \frac{1,95/0,4}{0,459} = 10,62$$

A tartó megengedett karcsúsága:

$$\alpha \cdot (l/d)_{\text{eng}}$$

A megengedett karcsúságot $w_{\text{eng}} = l/250$ megengedett lehajlási szintnek megfelelően számítjuk ki. Ehhez szükség van a $(\beta \cdot \frac{p_{\text{Ed}}}{b})$ értékének meghatározására

első közelítésként $\alpha = 1,0$ és $\beta = 1,0$ (a terhek arányának, a teherbírési túlméretezésnek, és az acél szilárdsági osztályának elhanyagolásával)

$$b = 0,3 \text{ m}$$

$$p_{\text{Ed}} = g_{\text{Ed}} + q_{\text{Ed}} = 15 + 40,5 = 55,5 \text{ kN/m}$$

$$\beta \cdot \frac{p_{\text{Ed}}}{b} = 1,0 \cdot \frac{55,5}{0,3} = 185 \text{ kN/m}^2$$

Beton szilárdsági osztálya: C20/25

Mivel az érték (185) nincs benne pontosan a táblázatban, 200 és 150 közötti értékekkel interpolálni kell. A biztonság javára történő közelítésként az alacsonyabb (200-hoz tartozó) értéket választjuk.

$$(l/d)_{\text{eng}} = 14$$

$$\alpha \cdot (l/d)_{\text{eng}} = 1,0 \cdot 14 = 14$$

Mivel a tartó karcsúsága kisebb, mint a megengedett karcsúság:

$$\frac{l/K}{d} = 10,62 < \alpha \cdot (l/d)_{\text{eng}} = 14$$

A tartó lehajlásra megfelel.



Amennyiben a terhek arányát, a teherbírási túlméretezést, és az acél szilárdsági osztályát figyelembe vesszük, módosul a tartó megengedhető karcsúsága.

A teher nagysága kvázi-állandó teherkombinációban:

hasznos terheknél: $\psi_2 = 0,3$

$$p_{qs} = g_k + \psi_2 \cdot q_k = 30 + 0,3 \cdot 10 = 33 \text{ kN/m}$$

$A_{s,prov} = 603 \text{ mm}^2$ (alkalmazott vasmenyiség a „B” támasznál)

$A_{s,requ} = 567 \text{ mm}^2$ (szükséges vasmenyiség a „B” támasznál)

$$\beta = \frac{M_{Rd}}{M} \cdot \frac{500}{f_{yk}} \cong \frac{A_{s,prov}}{A_{s,requ}} \cdot \frac{500}{f_{yk}} = \frac{603}{567} \cdot \frac{500}{500} = 1,063$$

$$\alpha = \sqrt{\frac{1}{2} \cdot \beta \cdot \frac{p_{Ed}}{p_{qs}}} = \sqrt{\frac{1}{2} \cdot 1,063 \cdot \frac{55,5}{33}} = 0,945$$

$$\beta \cdot \frac{p_{Ed}}{b} = 1,063 \cdot \frac{55,5}{0,3} = 196,7 \text{ kN/m}^2$$

Táblázatból: $(l/d)_{eng} = 14$

$$\alpha \cdot (l/d)_{eng} = 0,945 \cdot 14 = 13,23$$

$$\frac{l/K}{d} = 10,62 < \alpha \cdot (l/d)_{eng} = 13,23$$

A tartó lehajlásra megfelel.



Felhasznált források:

Deák; Draskóczy; Dulácska; Kollár; Visnovitz:

Vasbeton szerkezetek, Tervezés az Eurocode alapján (2012)