



PÉCSI TUDOMÁNYEGYETEM
MŰSZAKI ÉS INFORMATIKAI KAR

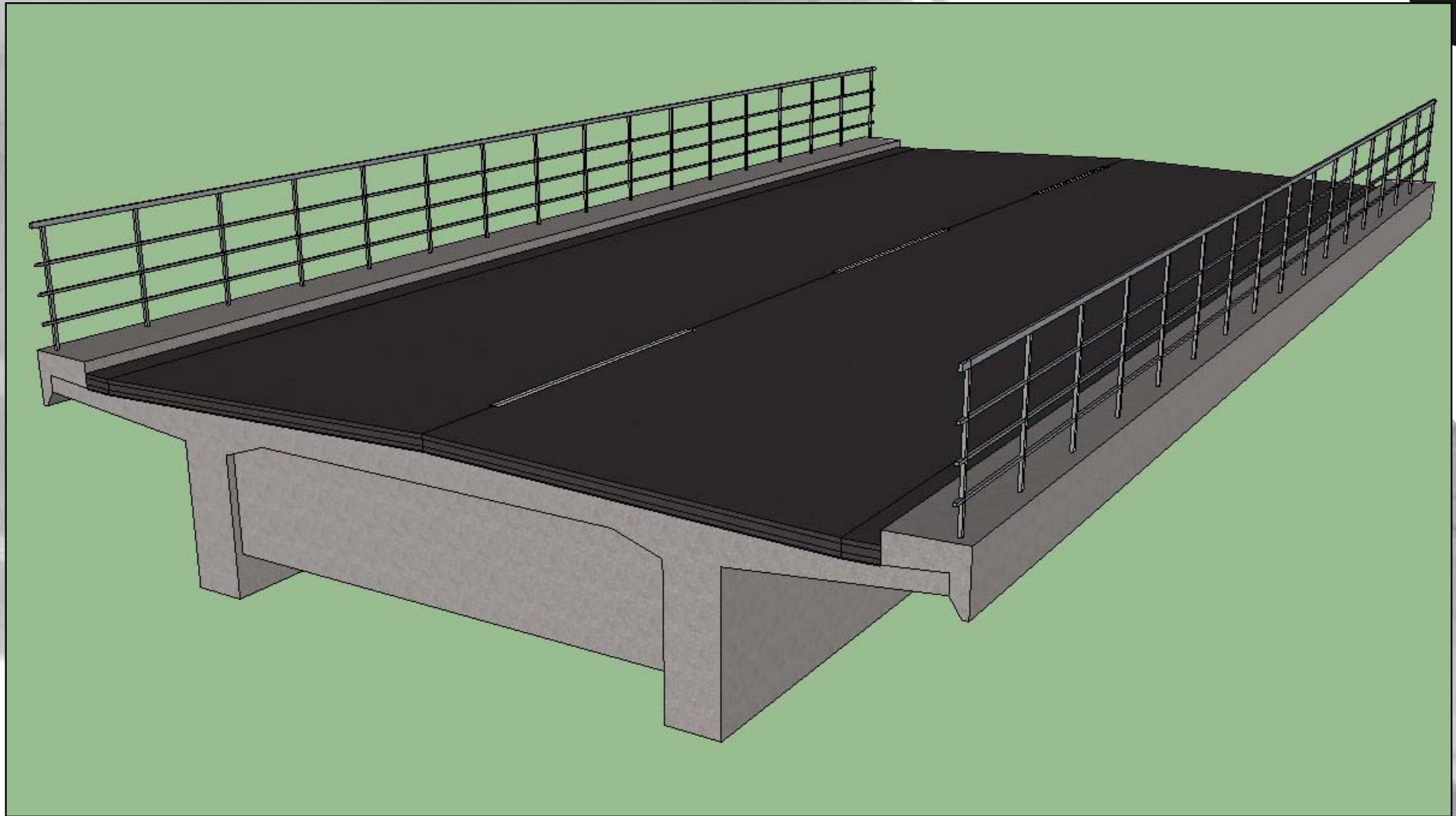
Hídépítés

Kétfőtartós, monolit vasbeton közúti híd tervezése

Szabó Imre Gábor

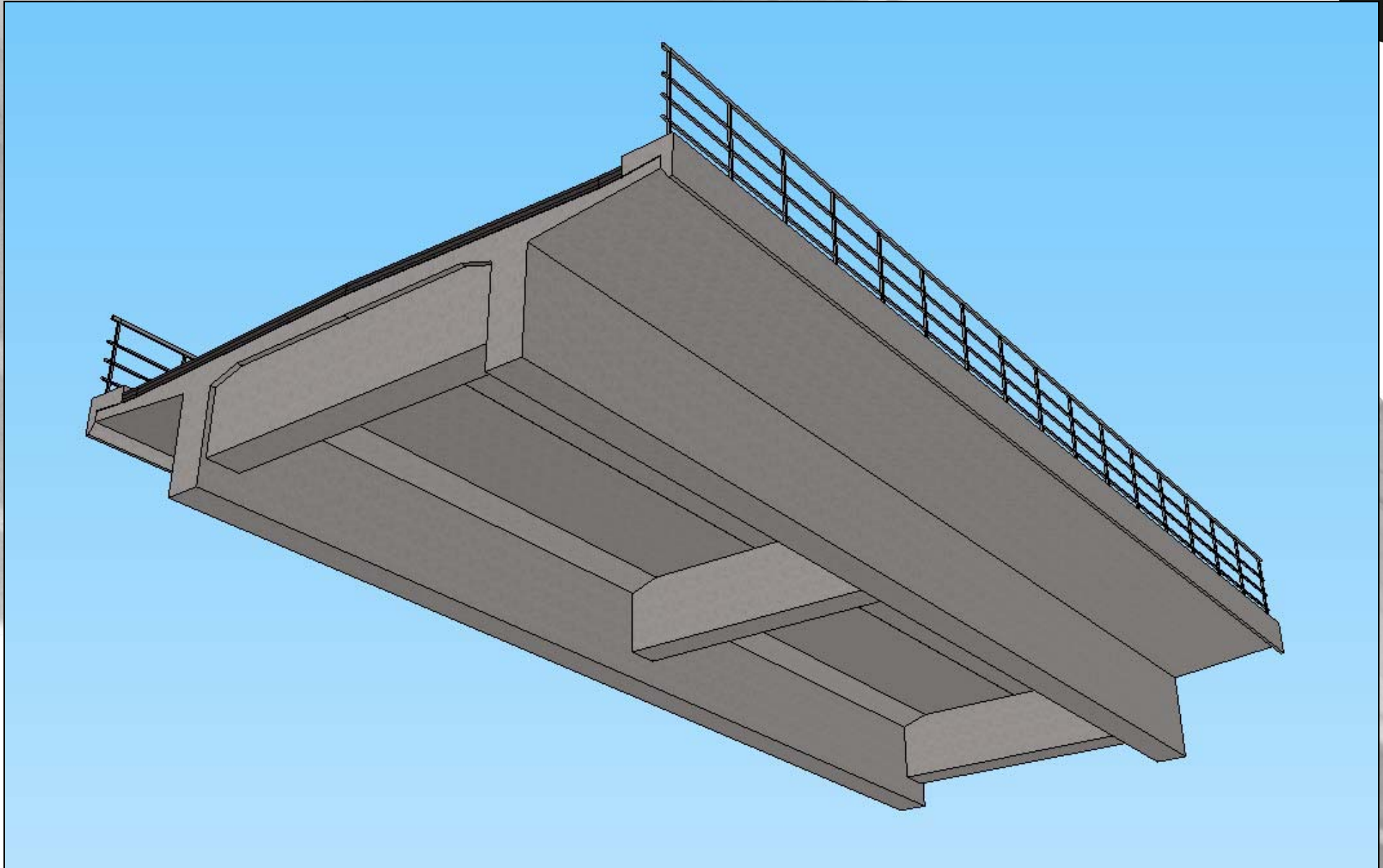
Pécsi Tudományegyetem Műszaki és Informatikai Kar

Építőmérnök Tanszék



1. ábra. Kétfőtartós monolit, vasbeton közúti híd térbeli elhelyezkedése I.





2. ábra. Kétfőtartós monolit, vasbeton közúti híd térbeli elhelyezkedése II.

0. Tervezési feladatlap

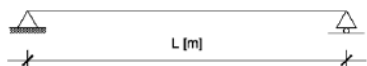
TERVEZÉSI FELADAT

Kétfőtartós, monolit vasbeton közúti híd

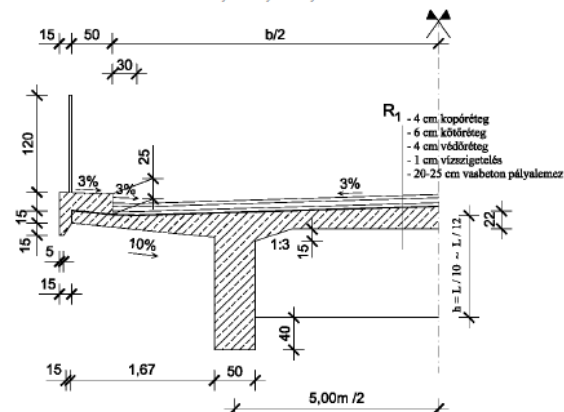
Hallgató neve:

Adatok:

Statikai váz: $L = 12 \quad 14 \quad 16 \quad 18 \quad 20 \text{ m}$



Keresztmetszet: $b = 7,0 \quad 7,5 \quad 8,0 \text{ m}$



Tervezze meg az „L” támaszközű, kétfőtartós monolit vasbeton közúti hidat. A híd az áthidalandó akadály (vizfolyás) tengelyére merőleges. A tervezés során az EUROCODE előírásai alapján kell eljárni.

Anyagjellemzők:

Beton	C25/30	C30/37	C35/45
Betonacél	S400B	S500B	

A beadandó feladat fő részei:

1. Vázlatterv - A rendelkezésre álló mintarajzok értelemszerű felhasználásával, az útmutatóban megadott részletességgel dolgozandó ki.
2. Statikai számítás - főtartó méretezése

Beadási határidő: nappali hallgatóknak: 15. hét gyakorlati órán
levelezős hallgatóknak: 5. konzultáció alkalmával (13. hét) vagy 15. hét.

A beadási határidő túllépés hetente 10% pontlevonással jár.

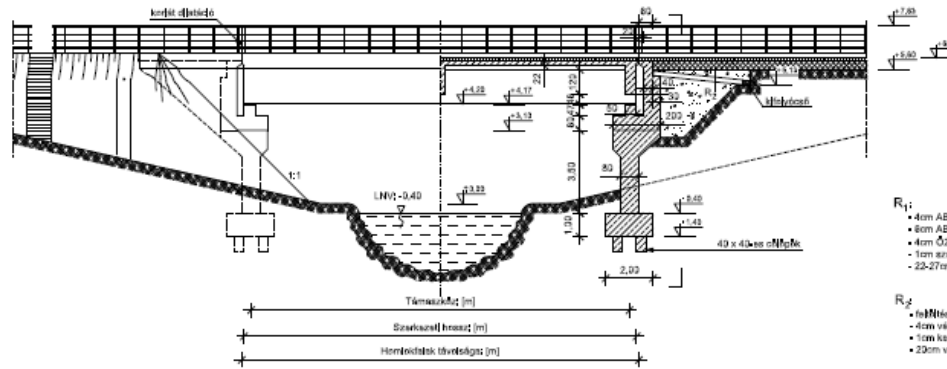
Végző beadási határidő: 15. hét, 2019. május 17. (péntek), 12.00 óra

Pécs, 2019. február 1.

Szabó Imre Gábor

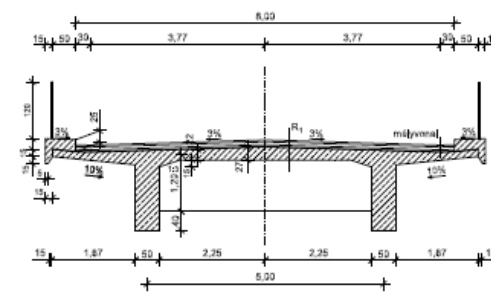
3. ábra. Tervezési feladatlap

Oldalnézet-hosszmetszet
M=1:100
(hosszmetszet az ül. tengelyében)

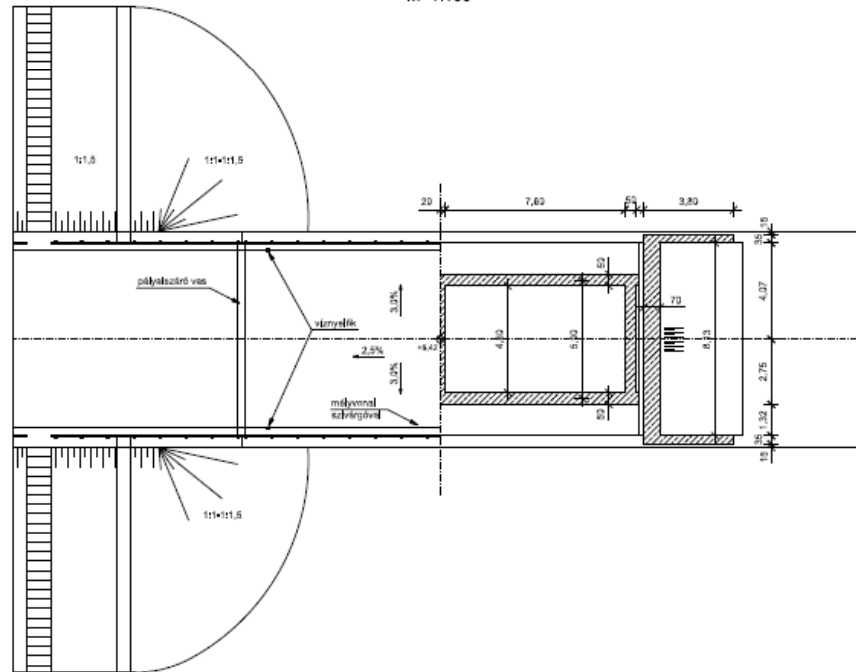


- R₁:
- 4cm ABx12 aszfalt kopóréteg
 - 6cm ABx12 aszfalt Mf réteg
 - 4cm Ö2 aszfalt védőréteg
 - 1cm szírt szigetelés
 - 22-27cm merev vasbeton lemez
- R₂:
- 10M16
 - 4cm védőréteg
 - 1cm kent szigetelés
 - 20cm vasbeton lemez

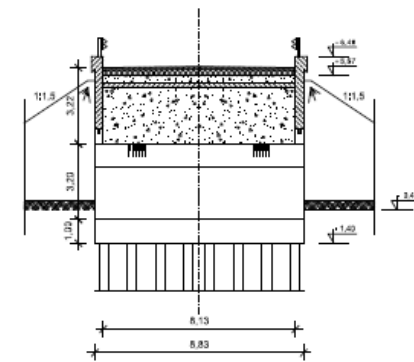
A felszerkezet keresztmetszete
M=1:50



Felülnézet-vízszintes metszet
M=1:100



Hídfő keresztmetszet
M=1:100



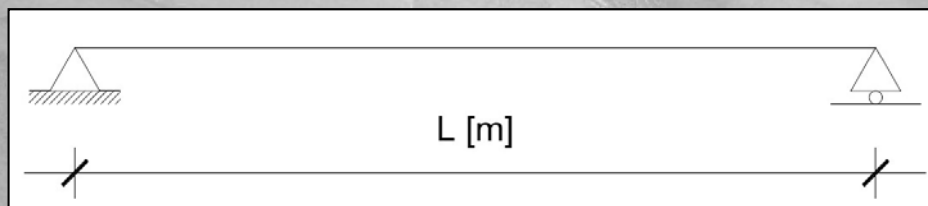
A vizsgálatok az EC2 alapján történtek.
Anyagjelölések: Beton;
Betoncél:

PTE PMMK, Szilárdságtan és Tartószerkezetek Tanszék	Dátum:
Hídképzés	Méretarány: M=1:100 M=1:50
Rajz magnevezése: Kétfőtűs, menők Műt. vasbetonhíd vialtker	Rajzszám: 1.
Készítette:	Konzulens:

1. Kiindulási adatok

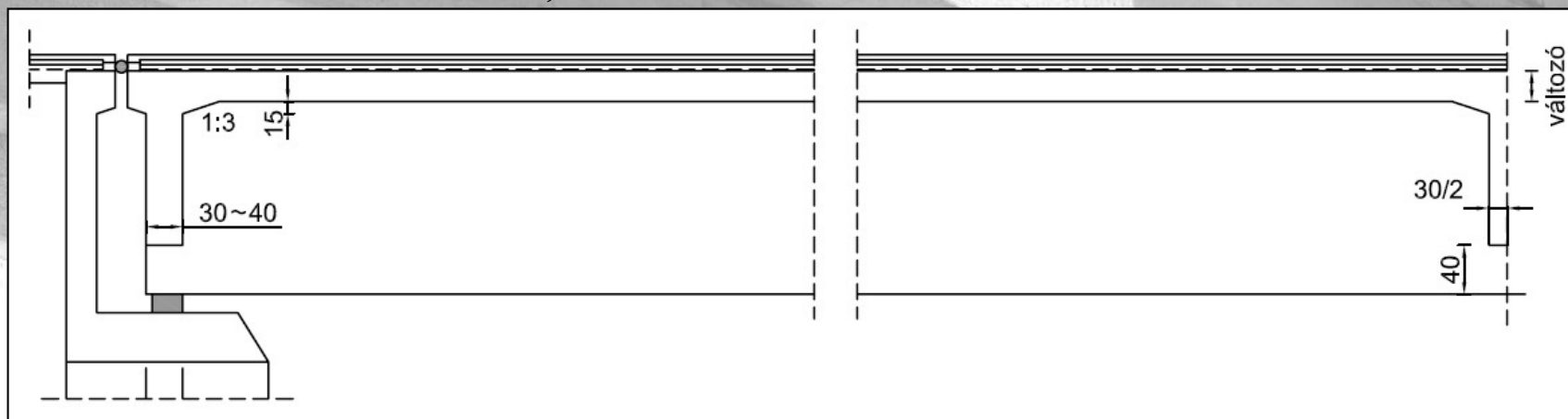
1.1 Geometriai adatok

- statikai váz,



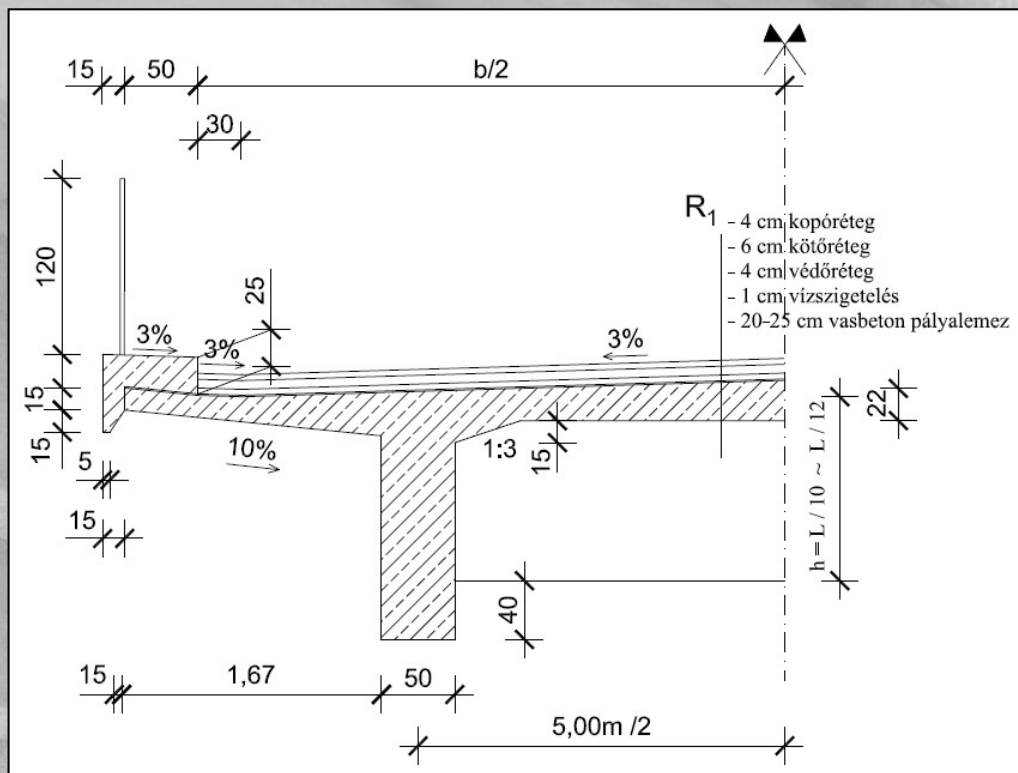
5. ábra. Statikai váz kialakítása

- hosszmetset kialakítása,



6. ábra. Hosszmetset kialakítása

➤ keresztmetszet kialakítása



7.ábra. Keresztmetszet kialakítása

- Pályaszerkezet:
- 4 cm kopóréteg
 - 6 cm kötőréteg
 - 4 cm védőréteg
 - 1 cm vízszigetelés
 - 20-25 cm vasbeton pályalemez

1.2 Felhasznált szabványok

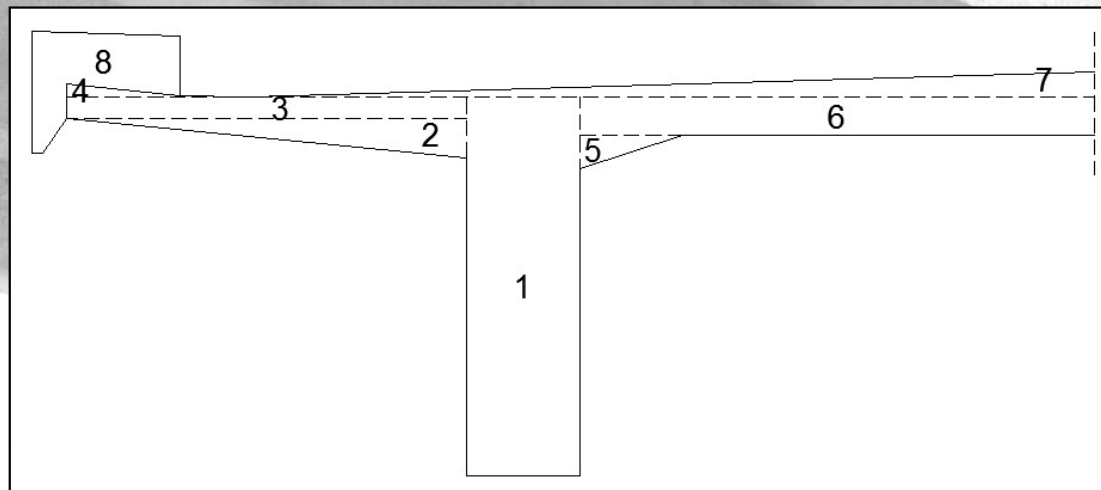
1.3 Anyagjellemzők

- beton,
- betonacél.

1.4 Hatások

1.4.1 Állandó hatások (önsúly)

A felszerkezet állandó terhét fél km-re kell megállapítani (egy főtartóra jutó állandó teher).



8.ábra. A félkeresztmetszet részterületekre való felosztása

Sűrűségek: - beton, vasbeton,	25 kN/m ³
- aszfalt,	24 kN/m ³
- szigetelés,	0,25 kN/m ²
- korlát,	0,5 kN/m
- föld, talaj	18 kN/m ³

$$g = g_1 + g_2$$

ahol: g_1 = a híd teherhordó szerkezetének súlya,

g_2 = kiemelt szegély, burkolat, korlát, hídtartozékok súlya

Állandó terhek biztonsági tényezői:

$\gamma_{G,inf} = 1,00$ ha kedvező a vizsgált hatás szempontjából,

$\gamma_{G,sup} = 1,35$ ha kedvezőtlen a vizsgált hatás szempontjából,

$\xi = 0,85$ csökkentő tényező a kedvezőtlen állandó hatás esetén.

Azonos tehercsoportosításon belül csak az egyik biztonsági tényező alkalmazható.

1.4.2 Esetleges hatások

1.4.2.1 Forgalmi (hasznos) teher

A kocsipálya sávokra való felosztása a teljes szélesség alapján:

- az útpálya szélessége,
- névleges forgalmi sávok száma,
- egy névleges forgalmi sáv szélessége,
- a maradó terület szélessége.

Mindenki feladatában a táblázat utolsó sora kell! ($6,00 \text{ m} \leq b$)

A sávok keresztirányú elhelyezkedését úgy kell megválasztani, hogy a vizsgált tehermodell hatása a legkedvezőtlenebb legyen.

Függőleges terhek (1. tehermodell)

➤ minden feladatban két forgalmi sáv alakítandó ki,

➤ ebben az esetben:

$$Q_{1k} = 300 \text{ kN}$$

$$Q_{2k} = 200 \text{ kN}$$

$$q_{1k} = 9,0 \text{ kN/m}^2$$

$$g_{2k} = 2,5 \text{ kN/m}^2$$

Kiemelt szegélyen: $q_{\text{szeg}} = 1,0 \text{ kN/m}^2$

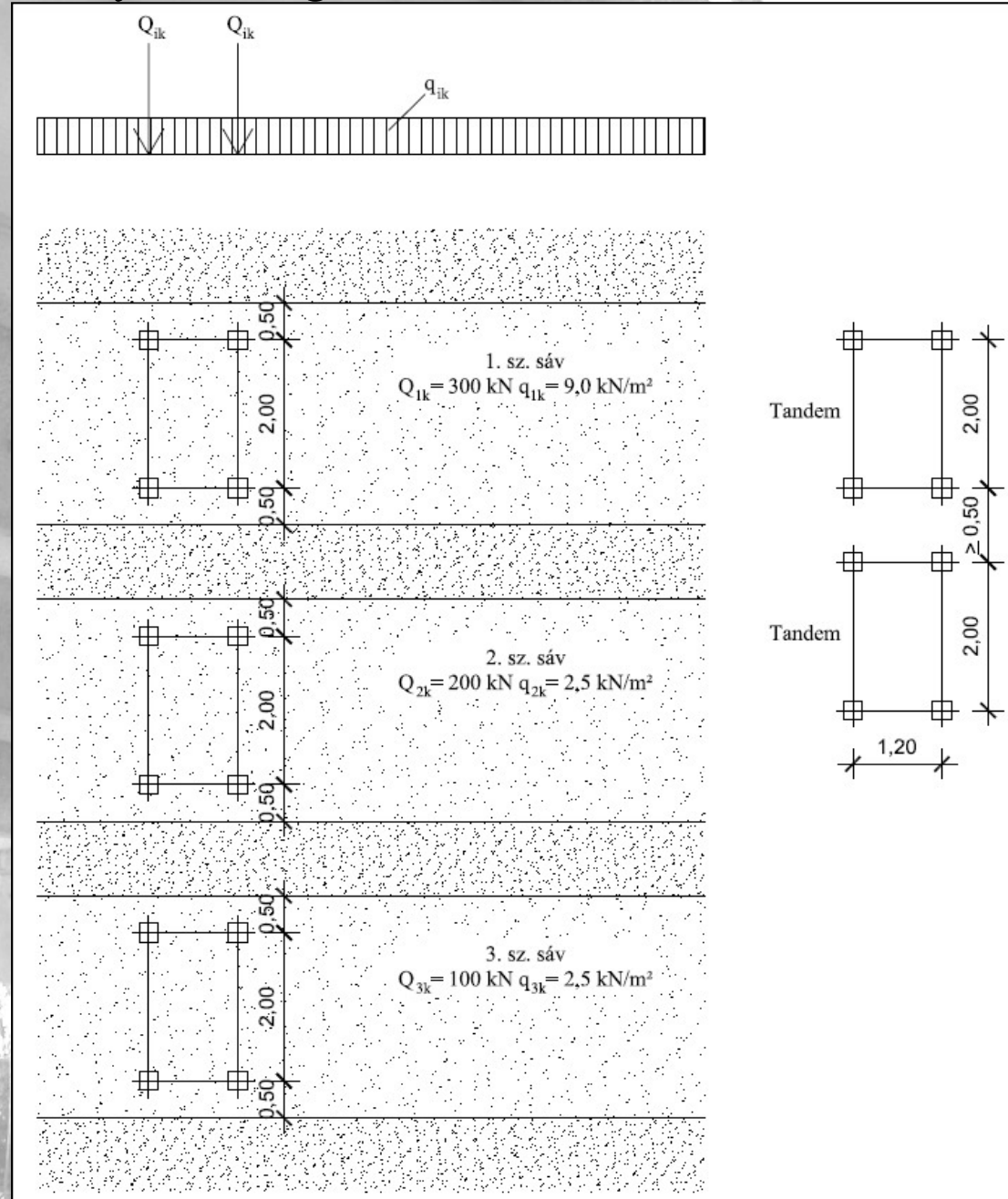
➤ a sávteherhez rendelt terhelési osztályba sorolási tényezők:

$$\alpha_{Qi} = 0,9$$

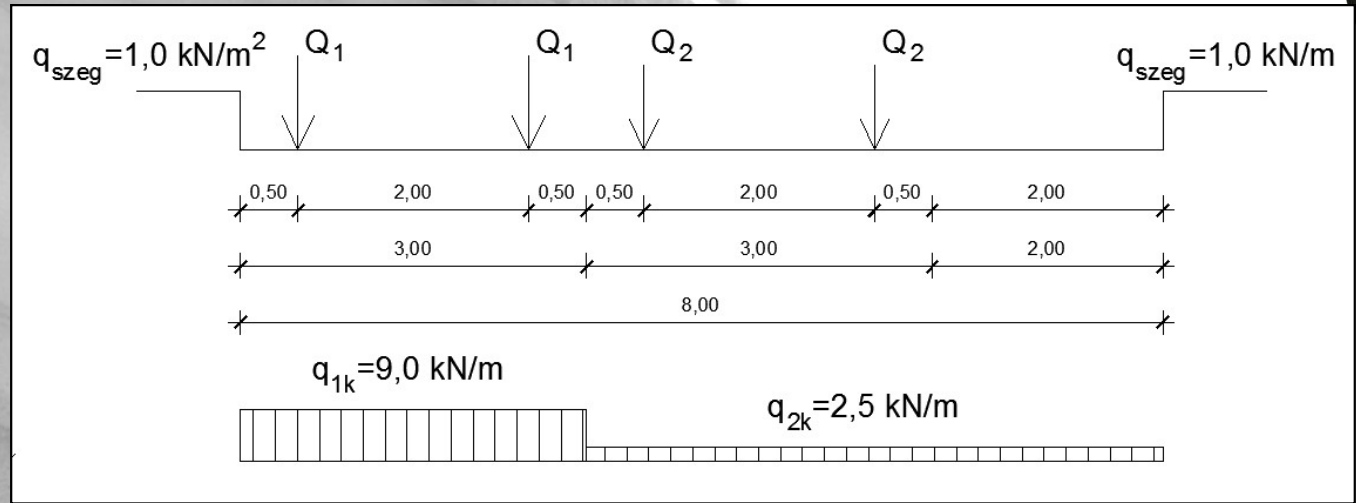
$$\alpha_{qi} = 0,7$$

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

➤ elhelyezés és geometria 3,00 méteres sáv szélesség esetén



9.ábra. Elhelyezés és geometria 3,00 méteres sáv szélesség esetén



10.ábra. Elhelyezés és geometria 3,00 méteres sáv szélesség esetén, keresztmetszeti nézet (b = 8,00 méter szélesség esetében)

- 10 m-nél nagyobb támaszközű hidakon mindegyik kéttengelyű járműmodell mindegyik sávban helyettesíthető egy azonos súlyú, egytengelyű modellel.
- Dinamikus tényező:
Nincs, mivel a dinamikus hatást a hasznos terhek karakterisztikus értékei tartalmazzák.

Vízszintes forgalmi terhek:

➤ fékező és gyorsító erők

A „ Q_{lk} ” fékező- és gyorsítóerő az útburkolat szintjén, a kocsi pályája tengelyében hat.

$$Q_{lk} = 0,6 \cdot \alpha_{Q1} \cdot (2 \cdot Q_{1k}) + 0,10 \cdot \alpha_{q1} \cdot q_{1k} \cdot b \cdot L$$

$$\text{de: } 180 \cdot \alpha_{Q1} [\text{kN}] \leq Q_{lk} \leq 900 \text{ kN}$$

1.4.2.2 Szélhatás

- a híd hossz tengelyével párhuzamos és a függőleges irányú szélhatást elhanyagoljuk,
- a híd hossz tengelyére merőleges irányú vízszintes szélhatás

$$F_{wk,x} = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_b^2 \cdot C_x \cdot A_{ref,x}$$

- ahol: $v_b = 20 \text{ m/s}$ - a szélesség alapértéke,
 $\rho = 1,25 \text{ kg/m}^3$ - a levegő sűrűsége.
 $C_x = c_{f,x} \cdot c_e(z)$ - a terep érdességétől és a
 $c_e(z)$ szerkezet terepszinttől mért
távolságától függő kitettségi
tényező.

A szélhatásból származó igénybevételeket a tervezési feladat során nem vesszük figyelembe!

1.4.2.3 Hőmérséklet-változás

- egyenletes hőmérséklet-változás,
- egyenlőtlen (lineáris) hőmérséklet-változás (függőleges síkban).

A hőmérséklet-változásból származó igénybevételeket a tervezési feladat során nem vesszük figyelembe!

1.5 Hatáskombinációk

- a teherbírás vizsgálatokor esetleges teherként csak a függőleges forgalmi terhet vesszük figyelembe,
- forgalmi terhek biztonsági tényezője: $\gamma_Q = 1,35$
- egyéb esetleges hatások biztonsági tényezője: $\gamma_Q = 1,50$
- forgalmi terhek kombinációs tényezői: $\psi_{0,q} = 0,40$

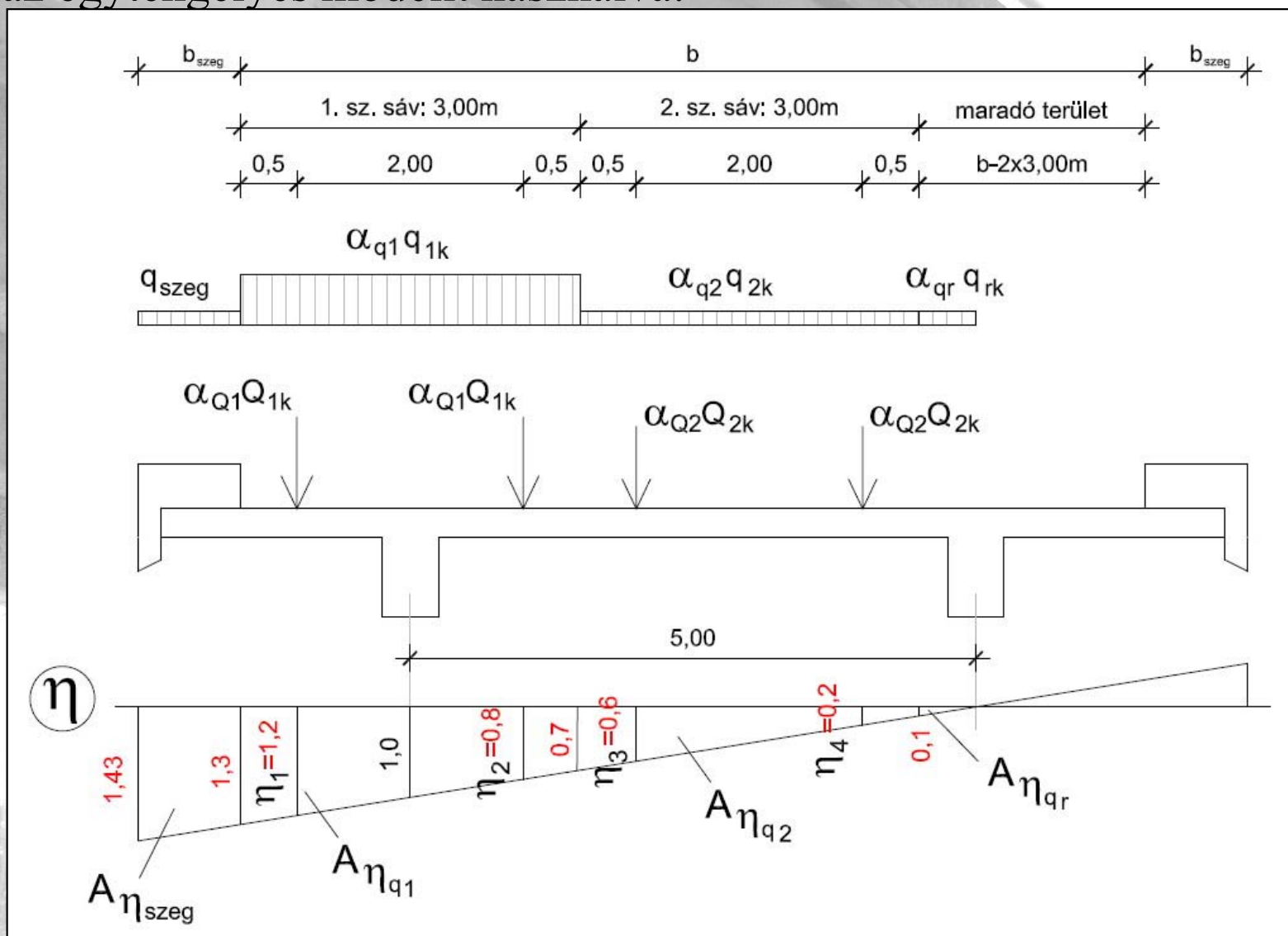
$$\psi_{0,TS} = 0,75$$

$$\psi_{2q} = \psi_{2Q} = 0$$

2. A felszerkezet igénybevételei

2.1 Kereszteloszlás

➤ az egytengelyes modellt használva:



11. ábra. Kereszteloszlás egytengelyes modell esetén (a piros színel megadott értékek $b = 8,00$ méter szélesség esetén értendők, természetesen mindenkinek a feladatlapján megadott „ b ” értéket kell felvenni)

- az egy főtartóra redukált megoszló teher:

$$q_{\text{red}} = \sum \alpha_{q_i} \cdot q_{ik} \cdot A_{\eta}^{q_i} + \alpha_{q_r} \cdot q_{rk} \cdot A_{\eta}^{q_r} + q_{\text{szeg}} \cdot A_{\eta}^{\text{szeg}} \quad [\text{kN/m}]$$

- az egy főtartóra redukált járműteher:

$$Q_{\text{red}} = \alpha_{Q_1} \cdot Q_{1k} \cdot (\eta_1 + \eta_2) + \alpha_{Q_2} \cdot Q_{2k} \cdot (\eta_3 + \eta_4) \quad [\text{kN}]$$

ahol: $A_{\eta}^{q_i}$ - a kereszteloszlási ábra i-edig sáv alatti területe,

$A_{\eta}^{q_r}$ - a kereszteloszlási ábra maradó terület alatti területe,

A_{η}^{szeg} - a kereszteloszlási ábra kiemelt szegély alatti területe.

A megértést segítő példa ($b = 8,00$ m szélesség esetén):

a keresztelosztási ábra 1. sz. sáv alatti területe $A_{\eta_{q_1}} = \frac{1,3 + 0,7}{2} \cdot 3,0 = 3,0 \text{ m}^2$

a keresztelosztási ábra 2. sz. sáv alatti területe $A_{\eta_{q_2}} = \frac{0,7 + 0,1}{2} \cdot 3,0 = 1,2 \text{ m}^2$

a keresztelosztási ábra maradó terület alatti területe $A_{\eta_{qm}} = \frac{0,1 \cdot 0,5}{2} = 0,025 \text{ m}^2$

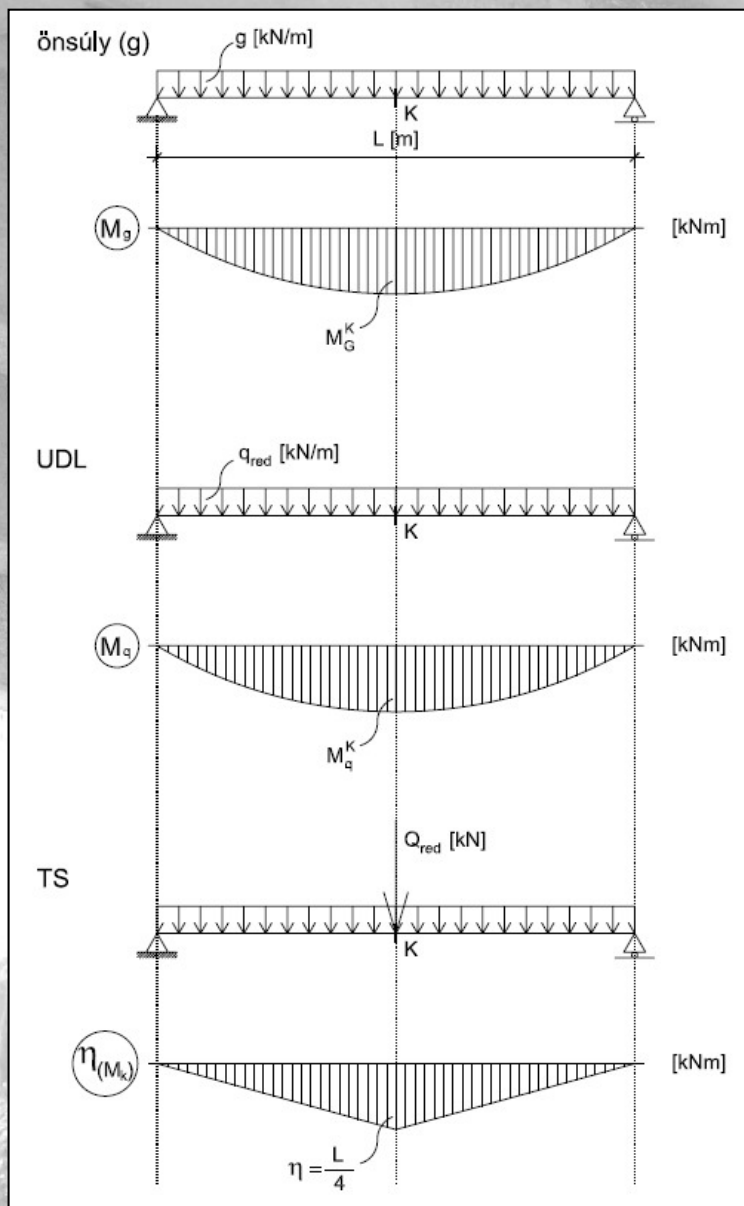
a keresztelosztási ábra kiemelt szegély alatti területe

$$A_{\eta_{\text{szeg}}} = \frac{1,43 + 1,3}{2} \cdot 0,65 = 0,887 \text{ m}^2$$

2.2 Hajlítónyomatékok

➤ vizsgálandó a „K” jelű keresztmetszet

Hosszirányú leterhelés (az egytengelyes modell esetén):



12.ábra. A „K” jelű keresztmetszet nyomatóéki ábrái

Önsúly: $M_G^K = \frac{g \cdot L^2}{8}$

UDL: $M_q^K = \frac{q_{\text{red}} \cdot L^2}{8}$

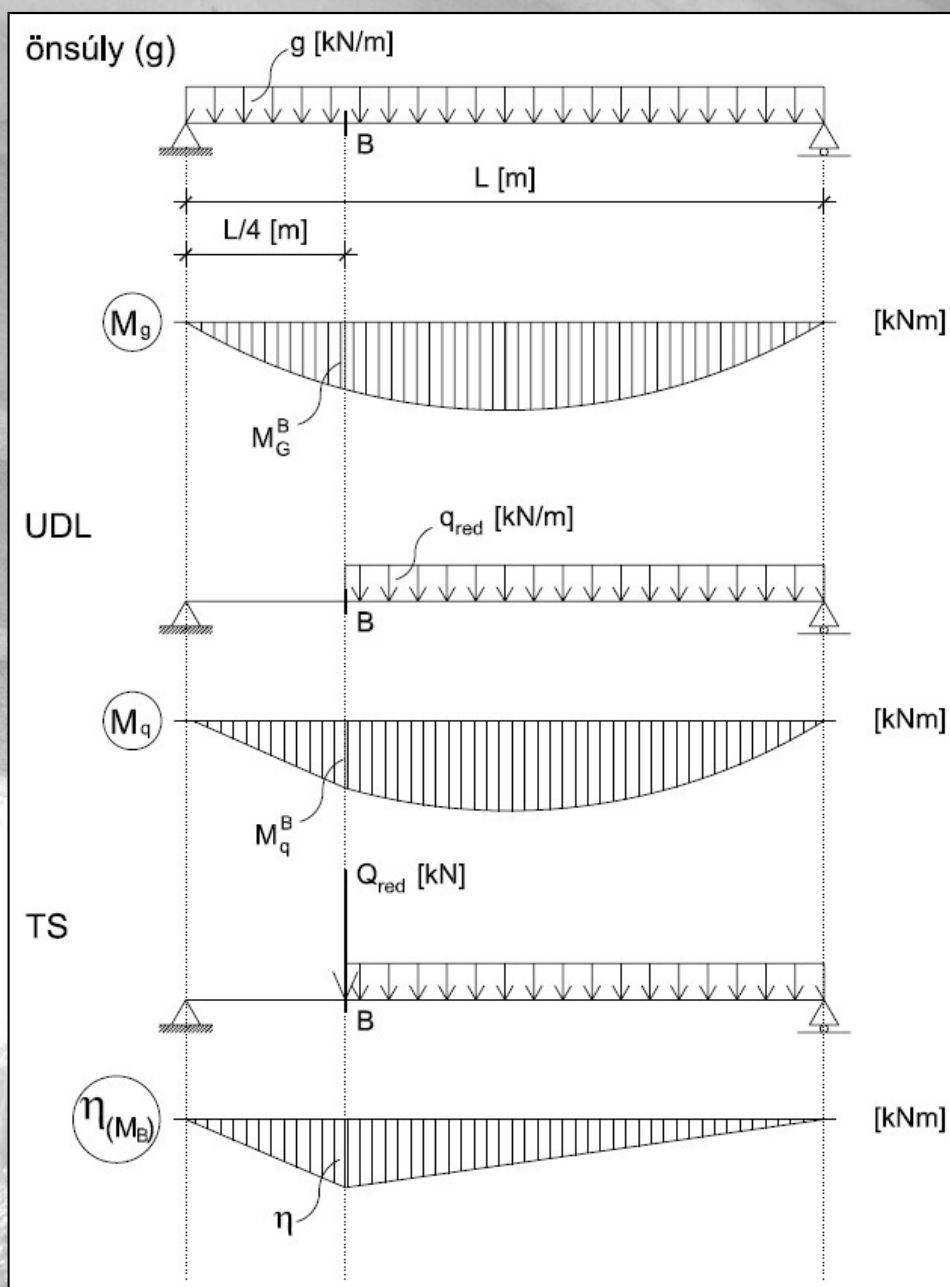
TS: $M_{\text{TS}}^K = Q_{\text{red}} \cdot \eta = Q_{\text{red}} \cdot \frac{L}{4}$

Nyomaték tervezési értéke:

$$M_{\text{Ed}}^K = \max \left\{ \begin{array}{l} \gamma_{G,\text{sup}} \cdot M_G^K + \gamma_Q \cdot (\Psi_{0,q} \cdot M_q^K + \Psi_{0,\text{Ts}} \cdot M_Q^K) \\ 0,85 \cdot \gamma_{G,\text{sup}} \cdot M_G^K + \gamma_Q \cdot (M_q^K + M_Q^K) \end{array} \right\}$$

➤ vizsgálandó a „B” jelű keresztmetszet

Hosszirányú leterhelés a „B” jelű keresztmetszetre:



13.ábra. A „B” jelű keresztmetszet nyomatóéki ábrái

Nyomatékok a „B” jelű keresztmetszetben:

$$\text{Önsúly: } M_G^B = \frac{3}{32} \cdot g \cdot L^2$$

$$\text{UDL: } M_q^B = \frac{9}{128} \cdot q_{\text{red}} \cdot L^2$$

$$\text{TS: } M_{\text{TS}}^B = \frac{3}{16} \cdot Q_{\text{red}} \cdot L$$

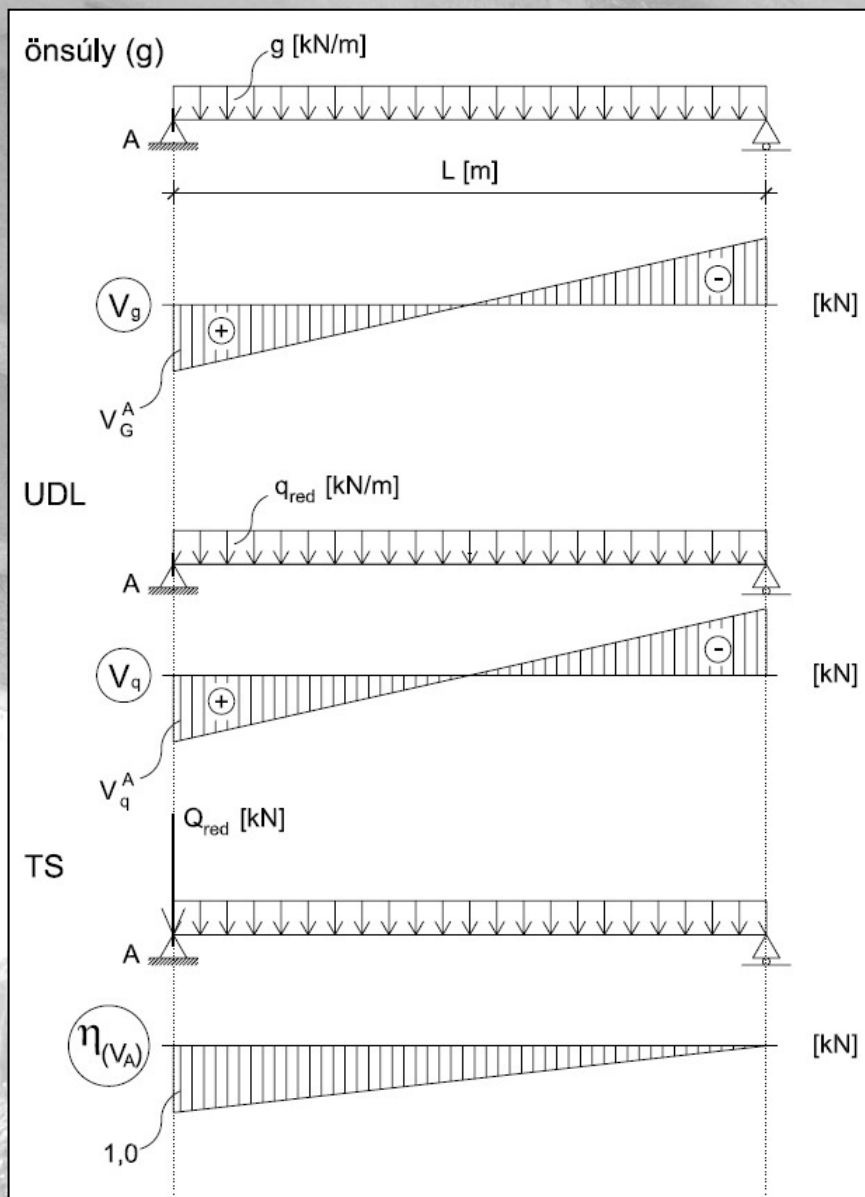
Nyomaték tervezési értéke:

$$M_{\text{Ed}}^B = \max \left\{ \begin{array}{l} \gamma_{G,\text{sup}} \cdot M_G^B + \gamma_Q \cdot (\Psi_{0,q} \cdot M_q^B + \Psi_{0,\text{Ts}} \cdot M_{\text{Q}}^B) \\ 0,85 \cdot \gamma_{G,\text{sup}} \cdot M_G^B + \gamma_Q \cdot (M_q^B + M_{\text{Q}}^B) \end{array} \right\}$$

2.3 Nyírőerők

➤ Vizsgálandó az „A” keresztmetszet

Hosszirányú leterhelés (az egytengelyes modell esetén):



14. ábra. Az „A” jelű keresztmetszet nyírőerő ábrái

➤ vizsgálandó az „A” jelű keresztmetszet

Hosszirányú leterhelés (az egytengelyes modell esetén):

Nyíróerők az „A” jelű keresztmetszetben:

$$\text{Önsúly: } V_G^A = g \cdot \frac{L}{2}$$

$$\text{UDL: } V_q^A = q_{\text{red}} \cdot \frac{L}{2}$$

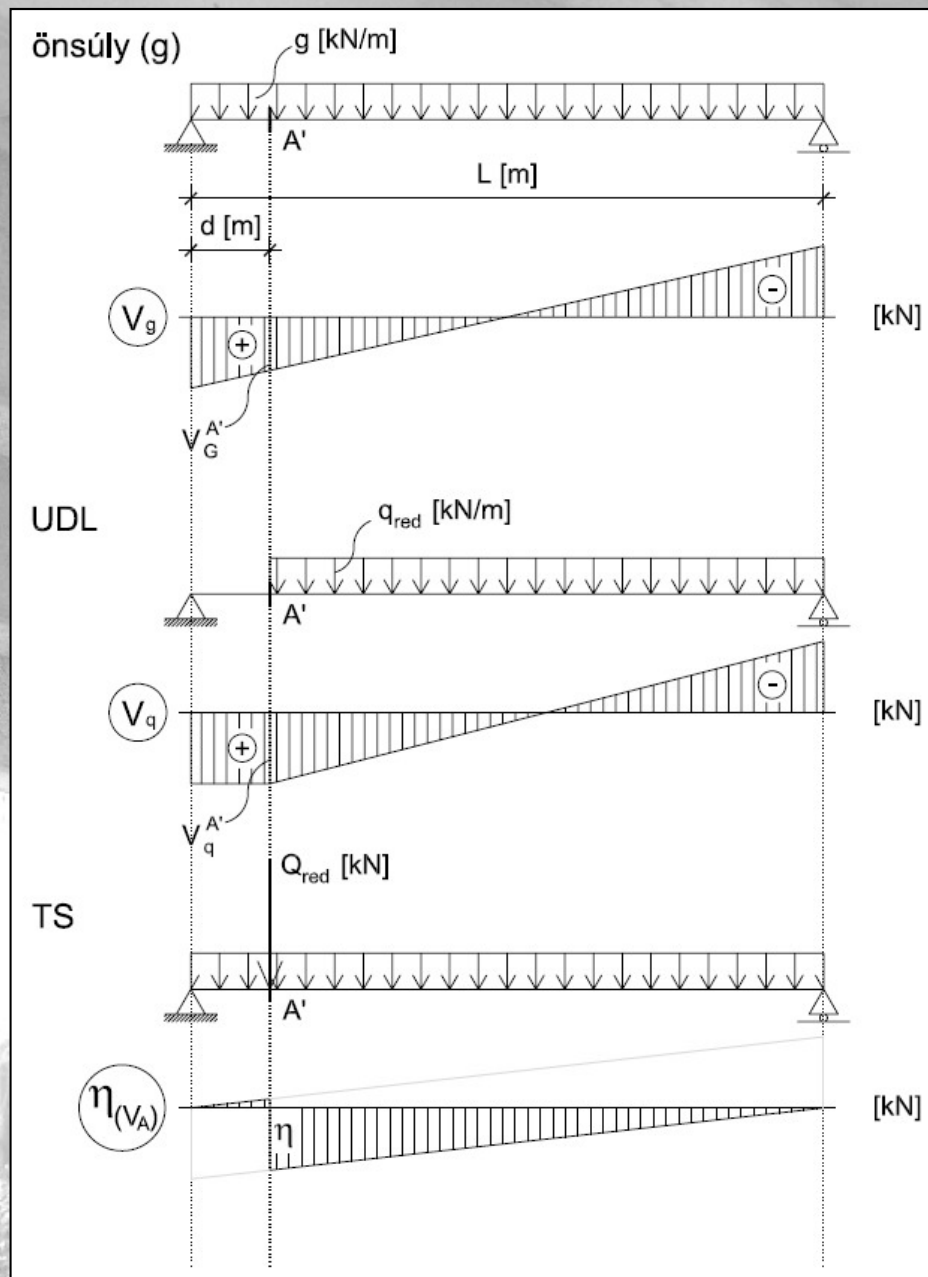
$$\text{TS: } V_{\text{TS}}^A = 0$$

Nyíróerő tervezési értéke-mértékadó teherkombináció:

$$V_{\text{Ed}}^A = \max \left\{ \begin{array}{l} \gamma_{G,\text{sup}} \cdot A_G^A + \gamma_Q \cdot (\Psi_{0,q} \cdot V_q^A + \Psi_{0,\text{Ts}} \cdot V_Q^A) \\ 0,85 \cdot \gamma_{G,\text{sup}} \cdot V_G^A + \gamma_Q \cdot (V_q^A + M_Q^A) \end{array} \right\}$$

➤ Vizsgálandó az „A'” keresztmetszet

Hosszirányú leterhelés (az egytengelyes modell esetén):



$d \approx 2,00$ m

15.ábra. A „A'” jelű keresztmetszet nyíróerő ábrái

Nyíróerők az „A'” jelű keresztmetszetben:

Önsúly: $V_G^{A'} = g \cdot \frac{L}{2} - g \cdot d$

UDL: $V_q^{A'} = q_{\text{red}} \cdot \frac{(L-d)^2}{2} \cdot \frac{1}{L}$

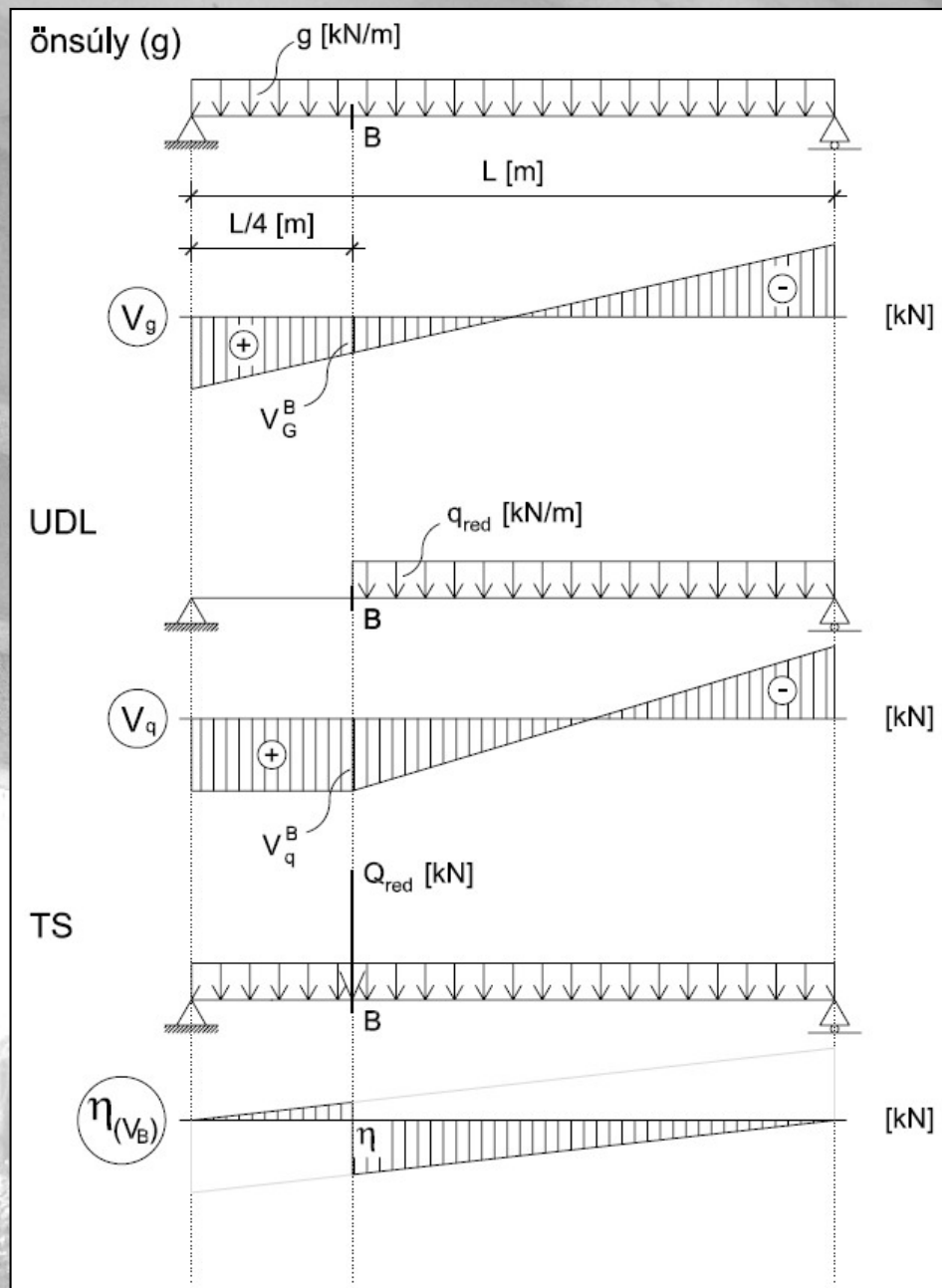
TS: $V_{\text{TS}}^{A'} = Q_{\text{red}} \cdot \frac{L-d}{L}$

Nyíróerő tervezési értéke-mértékadó teherkombináció:

$$V_{\text{Ed}}^{A'} = \max \left\{ \begin{array}{l} \gamma_{G,\text{sup}} \cdot A_G^{A'} + \gamma_Q \cdot (\Psi_{0,q} \cdot V_q^{A'} + \Psi_{0,\text{Ts}} \cdot V_Q^{A'}) \\ 0,85 \cdot \gamma_{G,\text{sup}} \cdot V_G^{A'} + \gamma_Q \cdot (V_q^{A'} + M_Q^{A'}) \end{array} \right\}$$

➤ vizsgálandó a „B” jelű keresztmetszet

Hosszirányú leterhelés a „B” jelű keresztmetszetre:



16. ábra. A „B” jelű keresztmetszet nyíróerő ábrái

Nyíróerők a „B” jelű keresztmetszetben:

$$\text{Önsúly: } V_G^B = \frac{g \cdot L}{4}$$

$$\text{UDL: } V_q^B = \frac{9}{32} \cdot q_{\text{red}} \cdot L$$

$$\text{TS: } V_{\text{TS}}^B = \frac{3}{4} \cdot Q_{\text{red}}$$

Nyíróerő tervezési értéke-mértékadó teherkombináció:

$$V_{\text{Ed}}^B = \max \left\{ \begin{array}{l} \gamma_{G,\text{sup}} \cdot A_G^B + \gamma_Q \cdot (\Psi_{0,q} \cdot V_q^B + \Psi_{0,\text{Ts}} \cdot V_Q^B) \\ 0,85 \cdot \gamma_{G,\text{sup}} \cdot V_G^B + \gamma_Q \cdot (V_q^B + M_Q^B) \end{array} \right\}$$

2.4 Igénybevételek összefoglalása

➤ nyomatékok

Igénybevétel megnevezés		Állandó	Hasznos megosz- ló	Hasznos jármű
Alapérték	K	M_G^K	M_q^K	M_Q^K
	B	M_G^B	M_q^B	M_Q^B
Tervezési	K	M_{SD}^K		
	B	M_{SD}^B		

1.táblázat. A nyomatéki igénybevételek összefoglalása

➤ nyíróerők

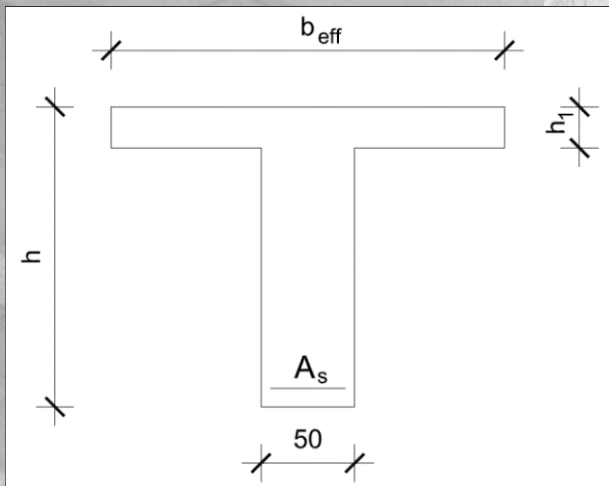
Igénybevétel megnevezés		Állandó	Hasznos megosz- ló	Hasznos jármű
Alapérték	K	M_G^K	M_q^K	M_Q^K
	B	M_G^B	M_q^B	M_Q^B
Tervezési	K	M_{SD}^K		
	B	M_{SD}^B		

2.táblázat. A nyíróerők összefoglalása

3. Teherbírési határállapotok

3.1 Együttdolgozó lemezszélesség

- együttdolgozó lemezszélesség szélső borda esetén (ha csak egyik oldalon van öv):



17. ábra. Az együttdolgozó lemezszélesség meghatározása

- fő szerkesztési szabályok
 - betonfedés $c = 40 \text{ mm}$
 - főacél $\Phi \geq 10 \text{ mm}$ (jav. 28, 32, 36 mm)
 - kengyel $\Phi_k \geq 8 \text{ mm}$ (jav. 12, 14, 16 mm)

- minimális vasmennyiség

$$A_{s,\min} = \max \left\{ \begin{array}{l} 0,26 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \cdot b_w \cdot d \\ 0,0013 \cdot b_w \cdot d \end{array} \right\}$$

3.2 Méretezés hajlításra

3.2.1 Méretezés hajlításra a „K” keresztmetszetben

- hasznos magasság felvétele,

$$d = h - c - \Phi - \Phi_k - \delta$$

$$\xi_{co} = \frac{560}{f_{yd} + 700}$$

- a nyomott zóna helye a „K” keresztmetszetben,

$$M_1 = N_1 \cdot z$$

$$M_1 = b_{\text{eff}} \cdot h_t \cdot \alpha \cdot f_{cd} \cdot \left(d - \frac{h_t}{2} \right)$$

- „ x_c ” meghatározása,

$$M_{Ed}^K = b_{\text{eff}} \cdot x_c^K \cdot \alpha \cdot f_{cd} \cdot \left(d - \frac{x_c^K}{2} \right)$$

- vetületi egyenlet ($A_{s,szüks}$ meghatározása),

$$N = H$$

$$b_{eff} \cdot x_c^K \cdot \alpha \cdot f_{cd} = A_{s,szüks} \cdot f_{yd}$$

- az acélbetétek elhelyezése,
- betonacélok közti minimális távolság,

$$\xi = t_{min} = \max \begin{cases} \Phi \\ 20 \text{ mm} \\ 24 \text{ mm} + 5 \text{ mm} \end{cases}$$

- hasznos magasság,

$$a = c + \Phi + \frac{\Phi}{2} + \frac{n_{felső}}{n_{felső} + n_{alsó}} \cdot \left(\frac{\Phi}{2} + \xi \right) + \delta$$

$$d_{tényl} = h - a$$

- ellenőrzés, hogy a betonacélok elférnek-e egy sorban,
- alkalmazott vasalás ellenőrzése,

$$A_{s,min0} = \frac{0,6}{f_{yk}} \cdot b_w \cdot d_{tényl}$$

➤ ellenőrzés vetületi egyenlet alapján.

$$N = H$$

$$b_{\text{eff}} \cdot x_{\text{c,tényl}}^{\text{K}} \cdot \alpha \cdot f_{\text{cd}} = A_{\text{s,alk}} \cdot f_{\text{yd}}$$

$$\xi_{\text{c}} = \frac{x_{\text{c,tényl}}^{\text{K}}}{d_{\text{tényl}}} \rightarrow \text{a húzott vas megfolyik, vagy nem?}$$

$$M_{\text{Rd}}^{\text{K}} = b_{\text{eff}} \cdot x_{\text{c,tényl}}^{\text{K}} \cdot \alpha \cdot f_{\text{cd}} \cdot \left(d_{\text{tényl}} - \frac{x_{\text{c,tényl}}^{\text{K}}}{2} \right)$$

$$M_{\text{Rd}}^{\text{K}} > M_{\text{Ed}}^{\text{K}}$$

3.2.2 Méretezés hajlításra a „B” keresztmetszetben

Ugyanazok a lépések, mint a 3.2.1 pontban.

$$M_{\text{Rd}}^{\text{B}} > M_{\text{Ed}}^{\text{B}}$$

3.3 Méretezés nyírásra

Adatok:

- hatékonysági tényező,

$$v = 0,6 \cdot \left(1 - \frac{f_{ck}}{250} \right) \geq 0,5 \text{ N/mm}^2$$

- mérethatás tényezője,

$$k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} \leq 2,0$$

- hosszanti vashányad,

$$\rho = \frac{A_{s,alk}^K}{b_w \cdot d_{tényl}^K} \leq 0,02$$

- nyírószilárdság tervezési értéke.

$$\tau_{Rd} = \quad (\text{betonminőségtől függ})$$

3.3.1 Méretezés nyírásra az „A” és az „A’ ” keresztmetszetek közötti szakaszon

- a bevasalhatóság feltétele,

$$V_{Rd,max} = 1 \cdot v \cdot f_{cd} \cdot b_w \cdot 0,9 \cdot d \cdot \frac{\cot\Theta}{1 + \cot^2\Theta} \geq V_{Ed}^A$$

- szükséges nyírási vasalás,

$$V_{Rdc} = \left[\frac{0,18}{\gamma_c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3} \right] \cdot b_w \cdot d \leq V_{Ed}^{A'}$$

- a keresztmetszet teherbírása,

$$\Phi_k =$$

$$A_{sw} = 2 \cdot \frac{d^2 \cdot \pi}{4}$$

$$V_{Rd} = V_{Rd,s} = \frac{A_{sw} \cdot f_{yd} \cdot 0,9 \cdot d}{S \cdot \cot\Theta} \geq V_{Ed}^{A'}$$

3.3.2 Méretezés nyírásra az „A’ ” és „B” keresztmetszetek közötti szakaszon

Ugyanazok a lépések, mint a 3.3.1 pontban!

4. Használhatósági határállapotok

4.1 A repedéstágassági követelmények ellenőrzése

➤ a repedéstágasság értéke,

$$W_k = S_{r,max} \cdot (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) \leq W_d$$

ahol:

$$\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm} = \frac{\sigma_s - k_t \cdot \frac{f_{ctm}}{\rho_{s,eff}} \cdot (1 - \alpha_e \cdot \rho_{s,eff})}{E_s} \geq 0,6 \cdot \frac{\sigma_s}{E_s}$$

$$S_{r,max} = 3,4c + 0,425 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot \frac{\varphi}{\rho_{s,eff}}$$

4.2 A lehajlási követelmények ellenőrzése

$$e_k = \frac{5}{384} \cdot \frac{g \cdot L^4}{E_{c,eff} \cdot I_c} \leq \frac{L}{500}$$





Jegyzet:

Kovács Tamás: *Kétbordás vasbeton közúti híd felszerkezetének közelítő erőtani számítása.* Budapest, 2008. április

