

**Maros Gergely**  
**Pécs, Madách u. 10.**  
Tel: 30-385-09-55

## **STATIKAI SZÁMÍTÁS**

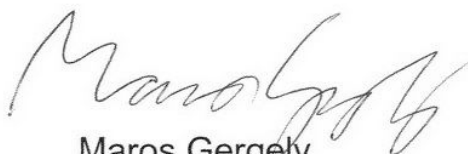
Wéber Imre részére

a 7754 Bóly, Iparterület (hrsz.0116/66) alatti telken épülő

**takarmánytároló épület és siló**

***építési engedélyezési tervéhez***

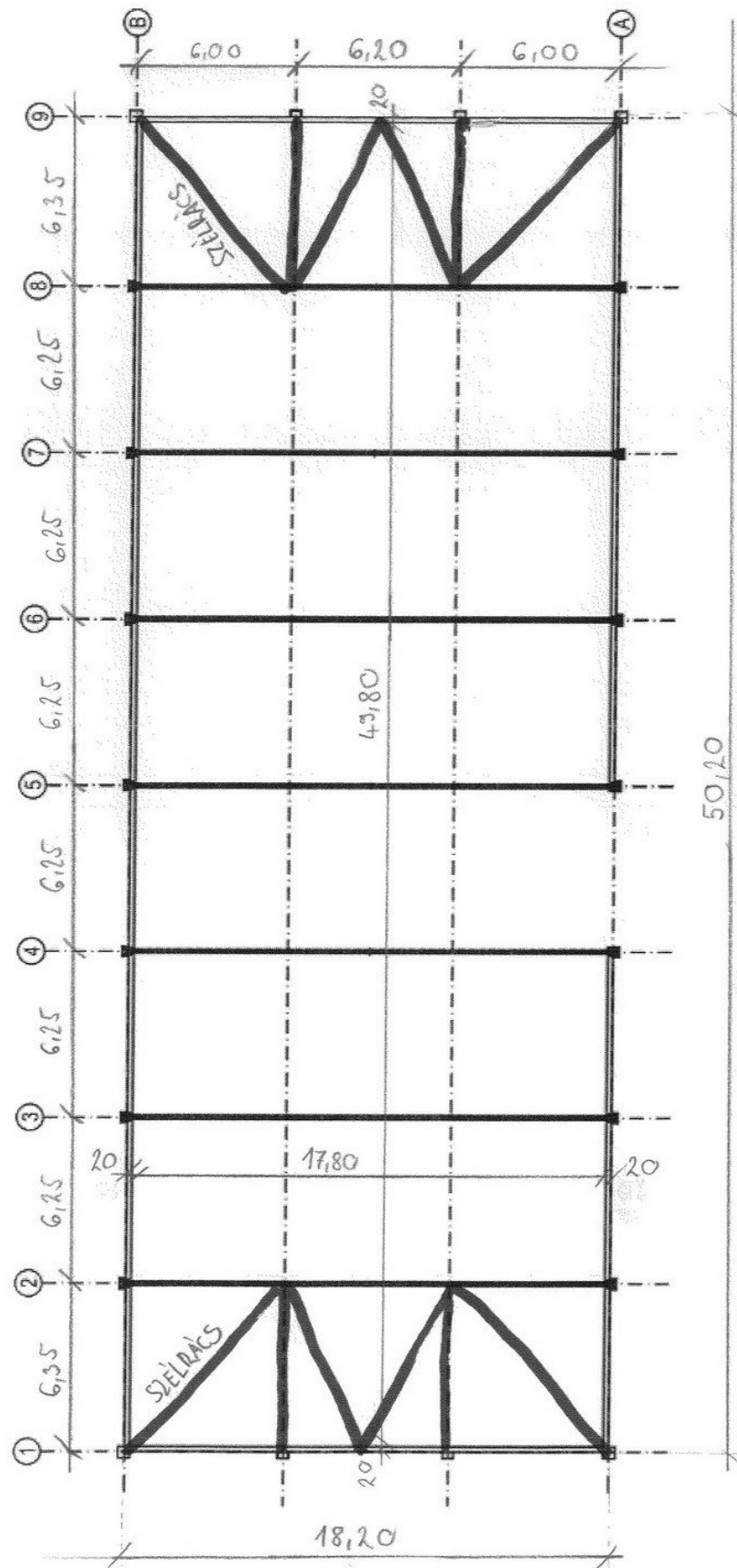
Készítette:



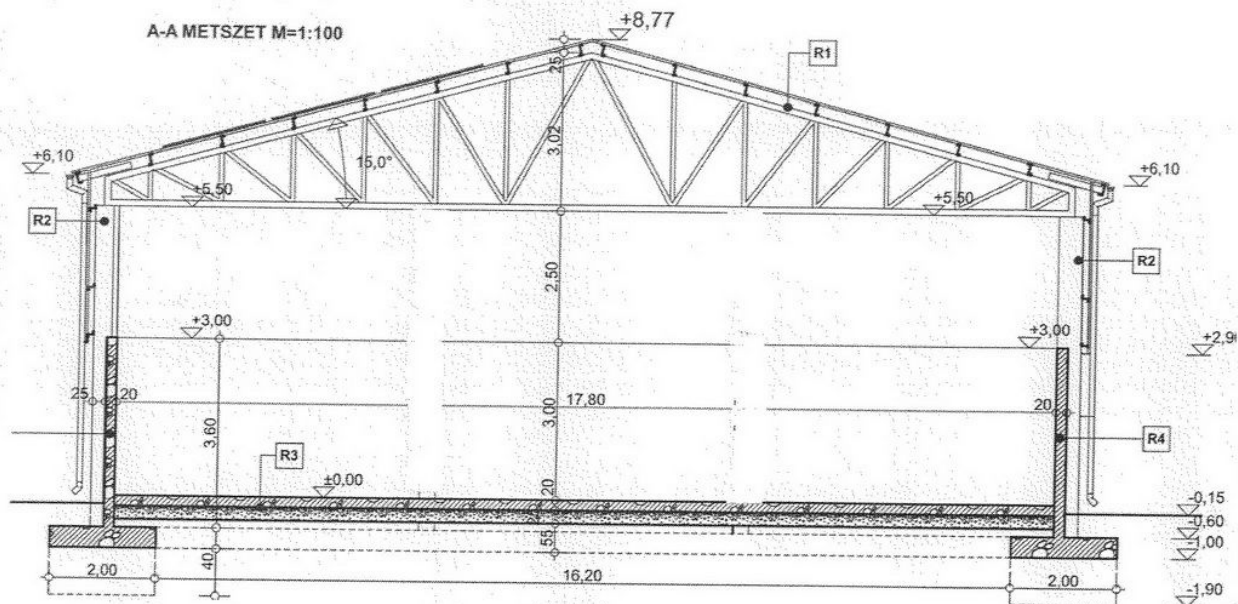
**Maros Gergely**  
statikus tervező  
T/T 02-0870  
T/Sz 02-0870

2018. április

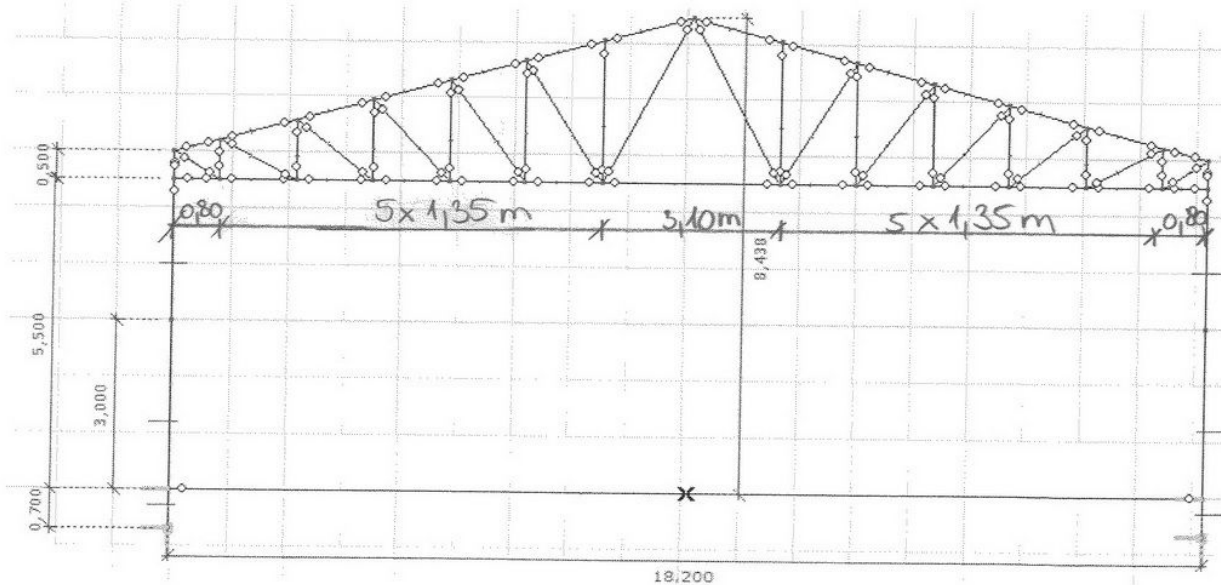
ALAPRAZ:



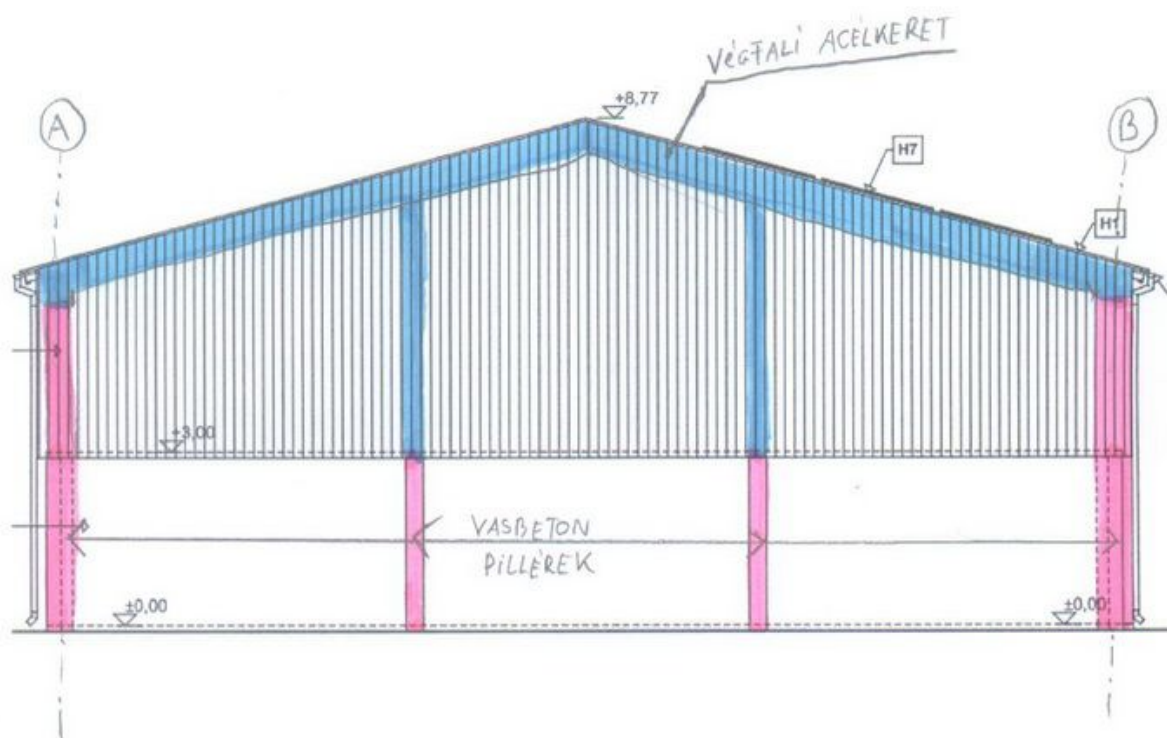
# METSZET



# STATIKAI VÁZ – KÖZBENSŐ KERET



VEGTALI KERET:



TERHEK - mértékaadó beretállás távolság: 6,30m

- ALUANDÓ: → önaily

→ trapézlemez:  $0,05 \text{ EN/m}^2$

→ selemezet:  $0,05 \text{ EN/m}^2$

→ függesztett teher:  $0,10 \text{ EN/m}^2$

$$E_{\text{fed}} = 0,20 \text{ EN/m}^2 / \cos 15^\circ = 0,207 \text{ EN/m}^2$$

→ 1 beretre jutó teher:  $0,207 \times 6,30 \text{ m} = 1,31 \text{ kN/m}$

- GABONA:  $\gamma = 8 \text{ EN/m}^3$   $\varphi = 30^\circ$   $H = 3,00 \text{ m}$

$$E_a = \tan^2\left(45^\circ - \frac{\varphi}{2}\right) = 0,33$$

→ 1 beretre jutó teher:  $0,33 \times 8 \frac{\text{EN}}{\text{m}^3} \times 6,3 \text{ m} \times 3,00 \text{ m} = 49,9 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$

- HÓ:  $q_{\text{ro}} = 1,00 \text{ EN/m}^2$

→ 1 beretre jutó teher:  $1,00 \times 6,30 = 6,3 \text{ kN/m}$

### TEHERKOMBINÁCIÓK

	önaily	retegrend	léd	sél 1	gabonabál	gab. jdb
TK1	1,35	1,35	1,50	0,90	1,0	1,35
TK2	1,35	1,35	1,50	0,90	1,35	1,35
TK3	1,35	1,35	1,50	0,90	1,35	0
TK4	1,35	1,35	0,90	1,50	0	1,35

## CSARNOK SZÉLTEHER SZÁMÍTÁSA - zárt épület NYEREGTETŐ -

## 1.) GEOMETRIA

hosszoldal:	b=	50,2	(m)
rövidebbik oldal:	d=	18,7	(m)
épületmagasság:	z (=h)=	8,8	(m)
tető hajlásszöge (5-45 fok):	$\alpha$ =	15,0	(°)
rasztertávolság:	l=	6,3	(m)

Terep (beépítettségi) kategória ~1,0 km sugarú körben:

II.

		$z_0$ (m)	$z_{min}$ (m)
I.	Nyílt terep: szélirányban legalább 5 km hosszú tó, egyenletes sík terület, akadályok nélkül	0,01	1
II.	Mezőgazdasági terület, kerítésekkel, elszórtan mezőg.-i épületekkel, házakkal fákkal	0,05	2
III.	Alacsony beépítés: külvárosi, vagy ipari övezet, erdő	0,3	5
IV.	Intenzív beépítés: városi övezet, a terület legalább 15%-án H átlag > 15 m épületek vannak	1	10

## 2.) Torlónyomás számítása :

$$q_p(z) = (\text{kN/m}^2)$$

$$C_{dir} = 1,00$$

$$C_{season} = 1,0$$

$$v_{b0} = 23,6 \text{ (m/s)}$$

$$\rho = 1,25 \text{ (kg/m}^3\text{)}$$

$$v_b = C_{dir} * C_{season} * v_{b0}$$

$$v_b = 23,6 \text{ (m/s)}$$

a szélsősebesség alapértékéhez tartozó szélnyomás:

$$q_b = 0,5 * \rho * (v_b)^2$$

$$q_b = 0,35 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

a szélsősebesség csúcsértékéhez tartozó szélnyomás  $q_p(z)$  :

felületi érdesség:  $z_0 = 0,05 \text{ (m)}$

minimálisan figyelembe veendő magasság:  $z_{min} = 2 \text{ (m)}$

a tereptényező:  $k_r = 0,19 * (z_0 / z_{0,II})^{0,07}$

$$k_r = 0,190$$

Mivel:  $z \text{ (m)} > z_{min} \text{ (m)}$

az érdességi tényező:  $c_r(z) = k_r * \ln(z/z_0)$

$$c_r(z) = 0,982$$

hegyrajzi tényező:  $c_0(z) = 1,0$

átlagos szélsősebesség:  $v_m(z) = c_r(z) * c_0(z) * v_b$

$$v_m(z) = 23,17 \text{ (m/s)}$$

turbulencia tényező:  $k_t = 1,0$

turbulencia intenzitás: (ha  $z > z_{min}$ )  $I_v(z) = k_t / [c_0(z) * \ln(z/z_0)]$

$$I_v(z) = 0,194$$

(ha  $z < z_{min}$ )  $I_v(z) = k_t / [c_0(z) * \ln(z_{min}/z_0)]$

helyszín tényező:  $c_e(z) = [1 + 7 * I_v(z)] * c_r^2(z) * c_0^2(z)$

$$c_e(z) = 2,270$$

torlónyomás csúcsértéke:  $q_p(z) = c_e(z) * q_b$

$$q_p(z) = 0,790 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$



### 3.) külső nyomási (alaki) tényezők $c_{pe}$

#### 3.a.) keresztirányú szél esete:

$$h = 8,8 \text{ (m)}$$

$$b = 50,2 \text{ (m)}$$

$$d = 18,7 \text{ (m)}$$

#### 3.a/1.) falak nyomási tényezői: ( $A_{ref} = 10 \text{ m}^2$ )

$$h/d = 0,47$$

$$e = \min(b; 2h) = 17,5 \text{ (m)}$$

$$e/5 = 3,5 \text{ (m)}$$

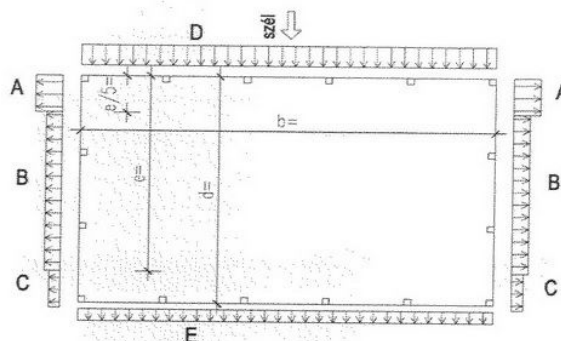
$$c_{pe,D} = 0,73 \text{ (+): nyomás}$$

$$c_{pe,E} = -0,36 \text{ (-): szívás}$$

$$c_{pe,A} = -1,2 \text{ (-): szívás}$$

$$c_{pe,B} = -0,8 \text{ (-): szívás}$$

$$c_{pe,C} = -0,5 \text{ (-): szívás}$$



#### 3.a/2.) tetőfelületek nyomási tényezői:

( $A_{ref} = 10 \text{ m}^2$ , szögletes kialakítású perem, nincs attika)

$$\alpha = 15,0$$

(5-15 fok közötti nyeregterítő)

$$e/4 = 4,4 \text{ (m)}$$

$$e/10 = 1,8 \text{ (m)}$$

(+): nyomás (-): szívás

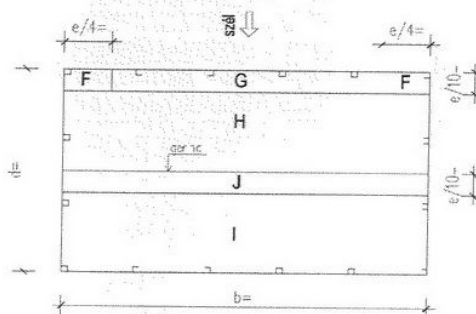
$$c_{pe,F} = 0,20 \text{ (+): nyomás}$$

$$c_{pe,G} = 0,20 \text{ (+): nyomás}$$

$$c_{pe,H} = 0,20 \text{ (+): nyomás}$$

$$c_{pe,I} = 0,00 \text{ (+): nyomás}$$

$$c_{pe,J} = 0,00 \text{ (+): nyomás}$$



#### 3.b.) hosszirányú szél esete:

$$h = 8,8 \text{ (m)}$$

$$b = 18,7 \text{ (m)}$$

$$d = 50,2 \text{ (m)}$$

#### 3.b/1.) falak nyomási tényezői

$$h/d = 0,17$$

$$e = \min(b; 2h) = 17,5 \text{ (m)}$$

$$e/5 = 3,5 \text{ (m)}$$

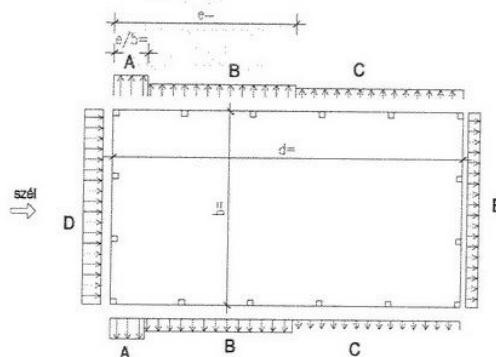
$$c_{pe,D} = 0,690 \text{ (+): nyomás}$$

$$c_{pe,E} = -0,280 \text{ (-): szívás}$$

$$c_{pe,A} = -1,2 \text{ (-): szívás}$$

$$c_{pe,B} = -0,8 \text{ (-): szívás}$$

$$c_{pe,C} = -0,5 \text{ (-): szívás}$$



### 4.) külső szélnyomások értékei $w_e$

#### 4.a.) hosszoldali falak szélnyomásai:

$$w_{e,D} = c_{pe,D} \cdot q_p(z)$$

$$w_{e,E} = c_{pe,E} \cdot q_p(z)$$

	(+): nyomás	(-): szívás
$w_{e,D}$	0,576	
$w_{e,E}$		-0,283

#### 4.b.) tetőfelületek szélnyomásai:

$$w_{e,F} = c_{pe,F} \cdot q_p(z)$$

$$w_{e,G} = c_{pe,G} \cdot q_p(z)$$

$$w_{e,H} = c_{pe,H} \cdot q_p(z)$$

$$w_{e,I} = c_{pe,I} \cdot q_p(z)$$

$$w_{e,J} = c_{pe,J} \cdot q_p(z)$$

	(+): nyomás	(-): szívás
$w_{e,F}$	0,158	-0,711
$w_{e,G}$	0,158	-0,632
$w_{e,H}$	0,158	-0,237
$w_{e,I}$	0,000	-0,316
$w_{e,J}$	0,000	-0,790

#### 4.c.) végfal szélnyomásai:

(hosszirányú szél)  $w_{e,D} = c_{pe,D} \cdot q_p(z)$

(hosszirányú szél)  $w_{e,E} = c_{pe,E} \cdot q_p(z)$

(keresztirányú szél)  $w_{e,A} = c_{pe,A} \cdot q_p(z)$

(keresztirányú szél)  $w_{e,B} = c_{pe,B} \cdot q_p(z)$

(keresztirányú szél)  $w_{e,C} = c_{pe,C} \cdot q_p(z)$

	(+): nyomás	(-): szívás
$w_{e,D}$	0,545	
$w_{e,E}$		-0,221
$w_{e,A}$		-0,948
$w_{e,B}$		-0,632
$w_{e,C}$		-0,395

## 5.) szélteher a csarnokszerkezet második keretállásán

szél támadta oldalfalon (hosszoldal):

$$p_{e,D} = w_{e,D} \cdot l$$

$$p_{e,D} = \begin{matrix} 3,60 \\ \text{(kN/m)} \end{matrix}$$

szél árnyékolt (hosszoldal):

$$p_{e,E} = w_{e,E} \cdot l$$

$$p_{e,E} = \begin{matrix} -1,77 \\ \text{(kN/m)} \end{matrix}$$

szél támadta tető "F" zóna (hosszoldal):

$$\text{terhelési sáv szélesség: } (e/4 - l/2) = 1,26 \text{ (m)}$$

$$p_{e,F} = w_{e,F} \cdot (e/4 - l/2)$$

$$p_{e,F} = \begin{matrix} (+): \text{nyomás } (-): \text{szívás} \\ 0,20 \quad -0,90 \\ \text{(kN/m)} \end{matrix}$$

szél támadta tető "G" zóna (hosszoldal):

$$\text{terhelési sáv szélesség: } (1,5 \cdot l - e/4) = 4,99 \text{ (m)}$$

$$p_{e,G} = w_{e,G} \cdot (3/2 \cdot l - e/4)$$

$$p_{e,G} = \begin{matrix} 0,79 \quad -3,15 \\ \text{(kN/m)} \end{matrix}$$

szél támadta tető "H" zóna (hosszoldal):

$$\text{terhelési sáv szélesség: } l = 6,3 \text{ (m)}$$

$$p_{e,H} = w_{e,H} \cdot l$$

$$p_{e,H} = \begin{matrix} 0,99 \quad -1,48 \\ \text{(kN/m)} \end{matrix}$$

szélárnyékos tető "I" zóna (hosszoldal):

$$\text{terhelési sáv szélesség: } l = 6,3 \text{ (m)}$$

$$p_{e,I} = w_{e,I} \cdot l$$

$$p_{e,I} = \begin{matrix} 0,00 \quad -1,98 \\ \text{(kN/m)} \end{matrix}$$

szélárnyékos tető "J" zóna (hosszoldal):

$$\text{terhelési sáv szélesség: } l = 6,3 \text{ (m)}$$

$$p_{e,J} = w_{e,J} \cdot l$$

$$p_{e,J} = \begin{matrix} 0,00 \quad -4,94 \\ \text{(kN/m)} \end{matrix}$$

### a 2. KERETÁLLÁS

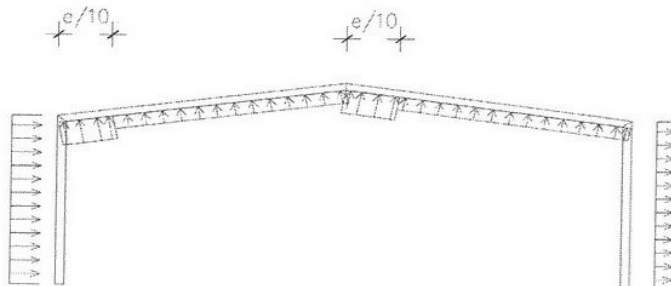
keresztirányú külső szélteher a kereten

(vonalmenti terhek)

	$p_{e,F-G}$ (kN/m)	$p_{e,H}$ (kN/m)	$p_{e,I}$ (kN/m)	$p_{e,J}$ (kN/m)
(+): nyomás	0,99	0,99	0,00	0,00
(-): szívás	-4,05	-1,48	-4,94	-1,98

$$e/10 = 1,8$$

$$p_{e,D} = 3,60 \text{ (kN/m)}$$



$$p_{e,E} = -1,77 \text{ (kN/m)}$$

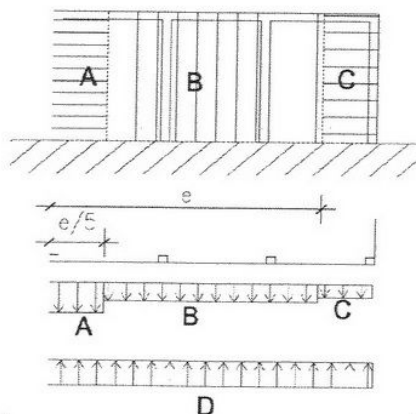
### VÉGFAL

(felületi terhek)

$$\begin{matrix} e/5 = 3,5 \text{ (m)} \\ e = 17,5 \text{ (m)} \end{matrix}$$

szélszívás (keresztirányú szél esetén)

$w_{e,A}$ (kN/m <sup>2</sup> )	$w_{e,B}$ (kN/m <sup>2</sup> )	$w_{e,C}$ (kN/m <sup>2</sup> )
-0,948	-0,632	-0,395



szélnyomás (hosszirányú szél esetén)

$$w_{e,D} = 0,545 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$



## TRAPÉZLEMEZ MÉRTEZÉSE

- támaszai: elemek 1,35 m-éke

- terhek: trapézlemez  $0,05 \text{ EN/m}^2$   
ró  $1,00 \text{ EN/m}^2$

$$E: 1,35 \times 0,05 + 1,50 \times 1,00 = 1,57 \text{ EN/m}^2$$

Statisztika

Szervény

S

U

1 1 2 2 3 3 4 4 5 5 6 6 7 7 8

1350 1350 1350 1350 1350 1350 1350 1350

50 50

Szerkezeti beállítások

Szervény: LTP45

Átfedés: Nincs

Ehelyezés: Keskeny öv felül

Öv megtámasztása

Megtámasztás

Geometria

Házug

Támaszok					Nyílások				Csuklók	
No.	Pozíció [mm]	Típus	Széless. [mm]	L1 [mm]	L2 [mm]	No.	Méret [mm]	Vtg.1 [mm]	Vtg.2 [mm]	Pozíció [mm]
Alapértékek			50	150	150		1350	0,5		10%
1	0	C	50	50	-	1	1350	0,5	-	
2	1350	C	50	-	-	2	1350	0,5	-	
3	2700	C	50	-	-	3	1350	0,5	-	
4	4050	C	50	-	-	4	1350	0,5	-	
5	5400	C	50	-	-	5	1350	0,5	-	
6	6750	C	50	-	-	6	1350	0,5	-	
7	8100	C	50	-	-	7	1350	0,5	-	
8	9450	C	50	-	50					

Generálás: 7 nyílás

Statikai rendszer: Folytatólagos

Nyílás törlése

Lehajlás-számítás paraméterei

Határ Nyílás L: 150

Határ Konzol L: 150

Számítási módszer

Számolás

Optimál

Eredmények

ULS: 39%

SLS: 0%

Input adatok

Kivonat

Részletes

Képek

Tehér törlése

→ LTP45 trapézlemez,  $u=95 \text{ mm}$  → MEGFELEL -39%

## SZELEMEK MÉRTEREZÉSE

→ támaszai: keretállás 6,30m-lent

→ terhek: trapézlemez 0,05  
szelemen 0,05  
hd 1,00

$$1,35 \times 0,05 \times 2 + 1,50 \times 1,00 = 1,635 \text{ EN/m}^2 \times 1,35 \text{ m} = 2,21 \text{ EN/m}$$

The screenshot shows a software interface for structural design, likely SAP2000 or similar. It displays a beam model with 6 spans of 6350 mm each. The software settings include: Szelvény (Z200), Csavarok (4,2), and various material and load parameters. The 'Terhek' (Loads) table shows a single load case 'U' with a value of 2,21 kN/m. The 'Eredmények' (Results) table shows a deflection of 2 mm and a percentage of 62%.

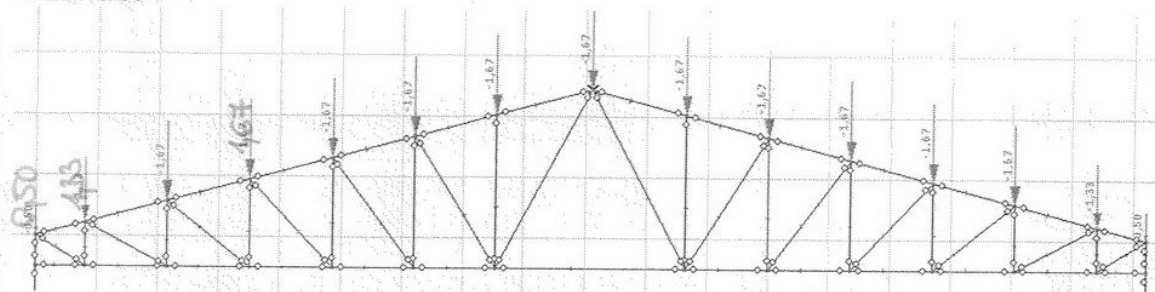
No.	Posíció [mm]	Típus	Széless. [mm]	L1 [mm]	L2 [mm]	No.	Méret [mm]	Vtg. 1 [mm]	Vtg. 2 [mm]	Posíció [mm]
1	0	H	Merevített	-	-	1	6350	2	-	
2	6350	O	Merevített	635	1260	2	6250	2	-	
3	12600	O	Merevített	625	625	3	6250	2	-	
4	18350	O	Merevített	625	625	4	6250	2	-	
5	25100	O	Merevített	1260	635	5	6350	2	-	
6	31450	H	Merevített	-	-					

No.	Típus	Kezdőp.	Végg.	Kezdőért. [kN/m]	Végért.	Széless.	ULS
1	U			2,21			ULS
2							

Eredmények		Input	Kivonat	Részletes	Képek
ULS	62%	SLS	0%	Eredmények	Képek

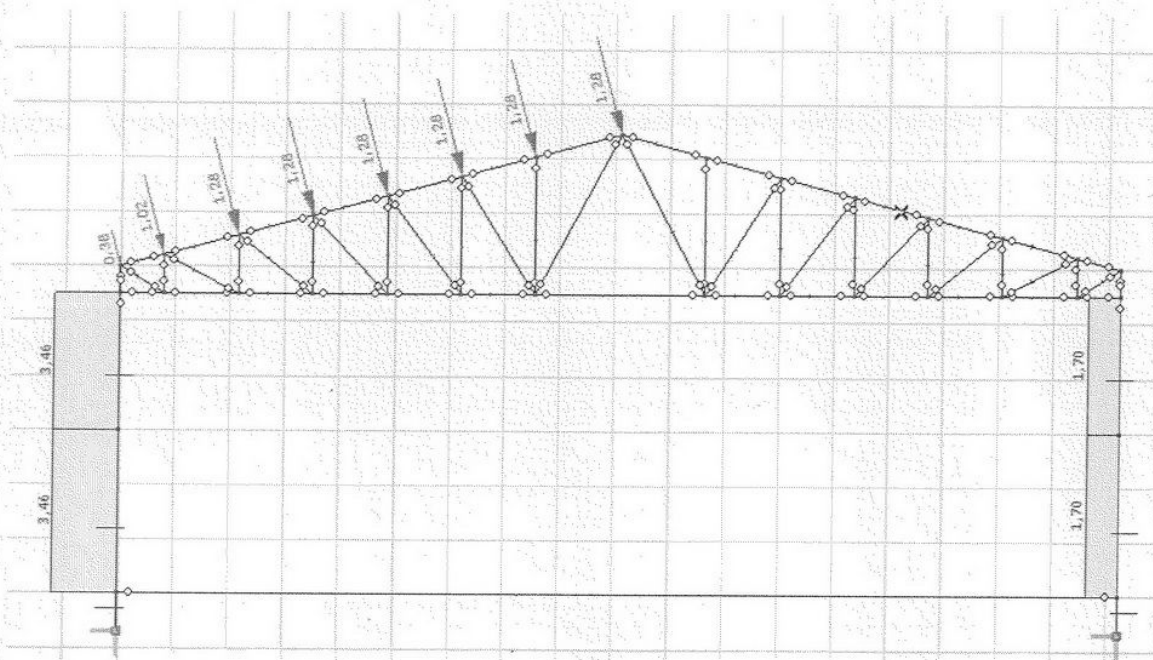
→ 2200 szelemen,  $v = 2 \text{ mm}$  → 62% MEGFELEL!

-önként  
-állandó:

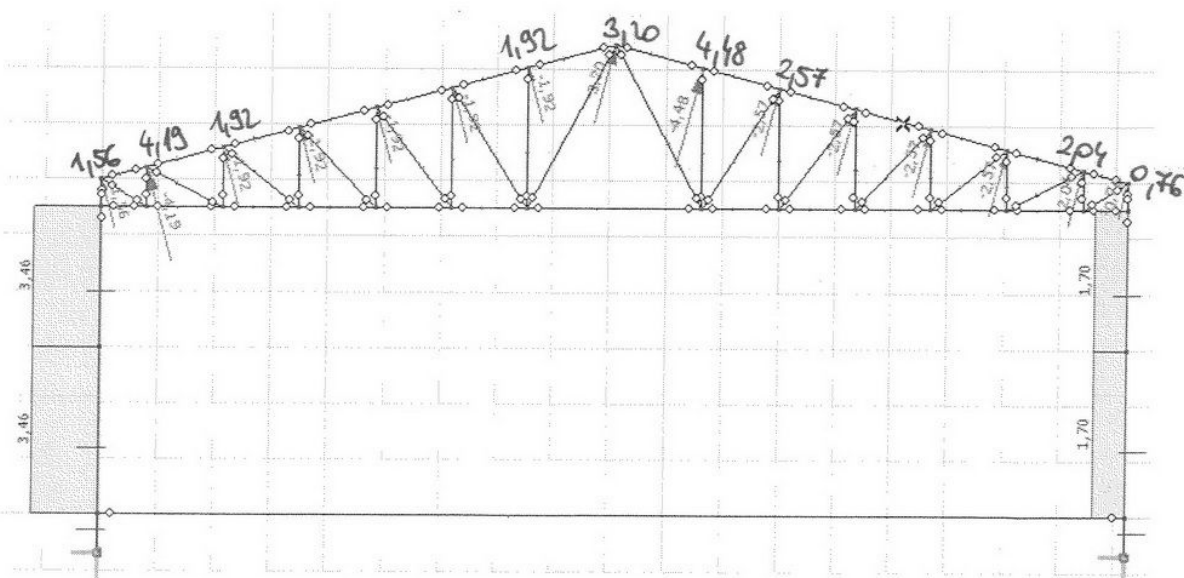


The diagram shows a cross-section of a bridge structure. The upper part is a triangular truss with a central peak and multiple vertical and diagonal members. The lower part is a rectangular box girder. A shaded triangular area on the left side of the box girder, near the bottom, is labeled with the number '4.9' in a handwritten style.

**-szél 1:**



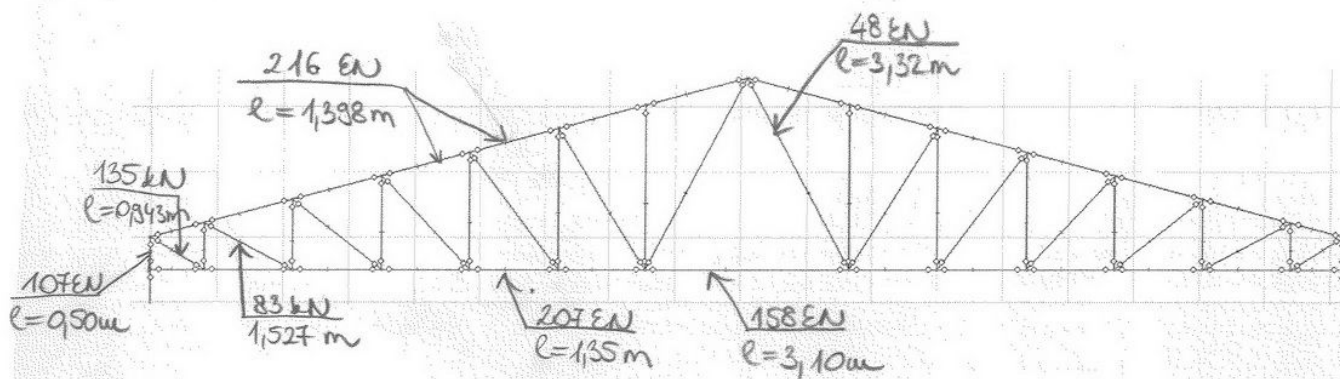
**-szél 2:**



## HELYEZKEDŐ RÜDERŐK

(TK1)

$(N_x) [kN]$



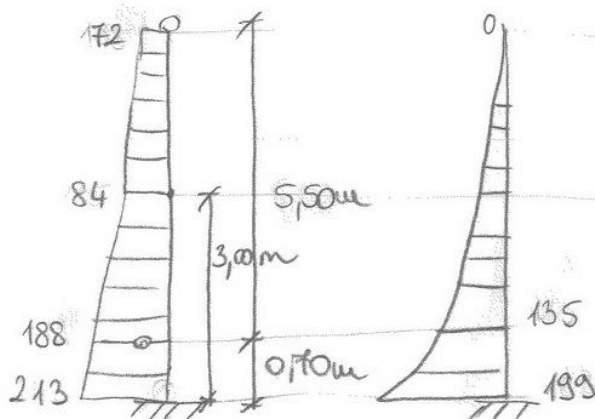
	$N_{ed} [kN]$	$l [m]$	1 szelvényre jutó $N_{ed} [kN]$
- felső öv	216	1,338	108
- alsó öv	207	1,35	103,5
- rácsnád	158	3,10	79
	83	1,527	83
	135	0,843	(első ferde nyomott rácsnád) → 67,5

## PILLÉR IGÉNYBEVÉTELEI

TK7

$(N_x) [kN]$

$(M_y) [kNm]$





## Rácsos tartó - felső öv: zártszelvény (1.2.3.. km-i osztály és S235...S420 esetén)

### Anyagminőség:

- alapanyag: S 235 szilárdsági csoport

$$E := 210000 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

- folyáshatár:

$$f_{yk} := 235 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\lambda_1 := \pi \cdot \sqrt{\frac{E}{f_{yk}}} = 93.91$$

$$\varepsilon_{yk} := \sqrt{\frac{235 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}}{f_{yk}}} = 1.00$$

### Geometriai jellemzők:

- beépítési hossz:  $l_w := 1.398 \cdot \text{m}$

$$\nu_y := 1$$

$$\nu_z := 1$$

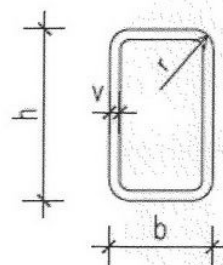
- kihajlási hossz:

$$l_y := \nu_y \cdot l = 1.40 \cdot \text{m} \quad l_z := \nu_z \cdot l = 1.40 \cdot \text{m}$$

$$h := 70 \text{ mm}$$

$$b := 70 \text{ mm}$$

$$t_w := 3 \text{ mm}$$



$$A_O = 7.80 \cdot \text{cm}^2$$

$$I_{y.g} = 56.1 \cdot \text{cm}^4$$

$$I_{z.g} = 56.1 \cdot \text{cm}^4$$

$$i_{y.g} = 2.68 \cdot \text{cm}$$

$$i_{z.g} = 2.68 \cdot \text{cm}$$

### Mértékadó nyomóerő:

$$N_{ed} := 108 \cdot \text{kN}$$

A keresztmetszet  
osztályba sorolása:

gerinclemez:  $\frac{h - 3t_w}{t_w} = 20.33$

övlemez:  $\frac{b - 3t_w}{t_w} = 20.33 \leq 42 \cdot \varepsilon = 42.00$  1.-3. oszt.

- parciális biztonsági tényezők:

$$\gamma_{M0} := 1.0$$

$$\gamma_{M1} := 1.0$$

### - az oszlop stabilitási ellenállása:

- karcsúság:  $\lambda_y := \frac{l_y}{i_{y.g}} = 52.15$

$$\lambda_z := \frac{l_z}{i_{z.g}} = 52.15$$

- redukált  
karcsúság:

$$\lambda_{y,\text{red}} := \frac{\lambda_y}{\lambda_1} = 0.56$$

$$\lambda_{z,\text{red}} := \frac{\lambda_z}{\lambda_1} = 0.56$$

< 200, megfelel

- y tengely (a nagyobbik inercia) irányába

$$\alpha := 0.49 \quad (\text{melegen hengerelt - "a": 0,34 hidegen hajlított - "c": 0,49})$$

$$\Phi_y := 0.5 \cdot \left[ 1 + \alpha \cdot (\lambda_{y,\text{red}} - 0.2) + \lambda_{y,\text{red}}^2 \right] = 0.741$$

$$\chi_y := \frac{1}{\Phi_y + \sqrt{\Phi_y^2 - \lambda_{y,\text{red}}^2}} = 0.812$$

$$N_{B,\text{Rd},y} := \chi_y \cdot A_O \cdot \frac{f_{yk}}{\gamma_{M1}} = 148.74 \cdot \text{kN}$$

>

$$N_{ed} = 108 \cdot \text{kN}$$

$$\frac{N_{ed}}{N_{B,\text{Rd},y}} = 72.6\%$$

megfelel

- z tengely (a kisebbik inercia) irányába "c" kihajlási görbe esetén:

$$\Phi_z := 0.5 \cdot \left[ 1 + \alpha \cdot (\lambda_{z,\text{red}} - 0.2) + \lambda_{z,\text{red}}^2 \right] = 0.741 \quad \chi_z := \frac{1}{\Phi_z + \sqrt{\Phi_z^2 - \lambda_{z,\text{red}}^2}} = 0.812$$

$$N_{B,\text{Rd},z} := \chi_z \cdot A_O \cdot \frac{f_{yk}}{\gamma_{M1}} = 148.74 \cdot \text{kN}$$

>

$$N_{ed} = 108 \cdot \text{kN}$$

$$\frac{N_{ed}}{N_{B,\text{Rd},z}} = 72.6\% \text{ megfelel}$$



## Rácsos tartó - alsó öv: zártszelvény (1.2.3.. km-i osztály és S235...S420 esetén)

### Anyagminőség:

- alapanyag: S 235 szilárdsági csoport

$$E := 210000 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

- folyáshatár:

$$f_{yk} := 235 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\lambda_1 := \pi \cdot \sqrt{\frac{E}{f_{yk}}} = 93.91$$

$$\xi_{yk} := \sqrt{\frac{235 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}}{f_{yk}}} = 1.00$$

### Geometriai jellemzők:

- beépítési hossz:  $l_w := 1.35 \cdot \text{m}$

$$\nu_y := 1$$

$$\nu_z := 1$$

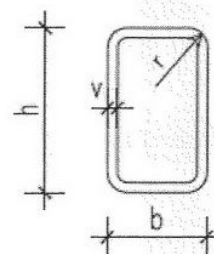
- kihajlási hossz:

$$l_y := \nu_y \cdot l = 1.35 \text{ m} \quad l_z := \nu_z \cdot l = 1.35 \text{ m}$$

$$h := 70 \text{ mm}$$

$$b := 70 \text{ mm}$$

$$t_w := 3 \text{ mm}$$



$$A_O = 7.80 \cdot \text{cm}^2$$

$$I_{y.g} = 56.1 \cdot \text{cm}^4$$

$$I_{z.g} = 56.1 \cdot \text{cm}^4$$

$$i_{y.g} = 2.68 \cdot \text{cm}$$

$$i_{z.g} = 2.68 \cdot \text{cm}$$

### Mértékadó nyomóerő:

$$N_{ed} := 103.5 \text{ kN}$$

A keresztmetszet osztályba sorolása:

$$\text{gerinclemez: } \frac{h - 3t_w}{t_w} = 20.33 \quad \text{öblemez: } \frac{b - 3t_w}{t_w} = 20.33 < 42 \cdot \epsilon = 42.00 \quad 1.-3. \text{ oszt.}$$

- parciális biztonsági tényezők:

$$\gamma_{M0} := 1.0$$

$$\gamma_{M1} := 1.0$$

### - az oszlop stabilitási ellenállása:

$$\text{- karcsúság: } \lambda_y := \frac{l_y}{i_{y.g}} = 50.36$$

$$\lambda_z := \frac{l_z}{i_{z.g}} = 50.36$$

$$\text{- redukált karcsúság: } \lambda_{y,\text{red}} := \frac{\lambda_y}{\lambda_1} = 0.54 \quad \lambda_{z,\text{red}} := \frac{\lambda_z}{\lambda_1} = 0.54$$

< 200, megfelel

- y tengely (a nagyobbik inercia) irányába

$$\alpha := 0.49 \quad (\text{melegen hengerelt - "a": 0,34 hidegen hajlított - "c": 0,49})$$

$$\Phi_y := 0.5 \cdot \left[ 1 + \alpha \cdot (\lambda_{y,\text{red}} - 0.2) + \lambda_{y,\text{red}}^2 \right] = 0.726$$

$$\chi_y := \frac{1}{\Phi_y + \sqrt{\Phi_y^2 - \lambda_{y,\text{red}}^2}} = 0.823$$

$$N_{B,\text{Rd},y} := \chi_y \cdot A_O \cdot \frac{f_{yk}}{\gamma_{M1}} = 150.75 \cdot \text{kN}$$

>

$$N_{ed} = 103.5 \text{ kN}$$

$$\frac{N_{ed}}{N_{B,\text{Rd},y}} = 68.7 \cdot \%$$

megfelel

- z tengely (a kisebbik inercia) irányába "c" kihajlási görbe esetén:

$$\Phi_z := 0.5 \cdot \left[ 1 + \alpha \cdot (\lambda_{z,\text{red}} - 0.2) + \lambda_{z,\text{red}}^2 \right] = 0.726 \quad \chi_z := \frac{1}{\Phi_z + \sqrt{\Phi_z^2 - \lambda_{z,\text{red}}^2}} = 0.823$$

$$N_{B,\text{Rd},z} := \chi_z \cdot A_O \cdot \frac{f_{yk}}{\gamma_{M1}} = 150.75 \cdot \text{kN}$$

>

$$N_{ed} = 103.5 \text{ kN}$$

$$\frac{N_{ed}}{N_{B,\text{Rd},z}} = 68.7 \cdot \% \text{ megfelel}$$

# ELSŐ FERDE NYOMOTT RÁCSRÚD

Rácsos tartó - rácsrúd: zártszelvény (1.2.3.. km-i osztály és S235...S420 esetén)

## Anyagminőség:

- alapanyag: S 235 szilárdsági csoport

$$E := 210000 \cdot \frac{N}{mm^2}$$

- folyáshatár:

$$f_{yk} := 235 \cdot \frac{N}{mm^2}$$

$$\lambda_1 := \pi \cdot \sqrt{\frac{E}{f_{yk}}} = 93.91$$

$$\bar{\lambda} := \sqrt{\frac{235 \cdot \frac{N}{mm^2}}{f_{yk}}} = 1.00$$

## Geometriai jellemzők:

- beépítési hossz:

$$l_w := 0.943 \cdot m$$

$$\nu_y := 1$$

$$\nu_z := 1$$

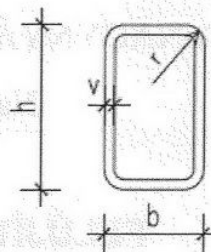
- kihajlási hossz:

$$l_y := \nu_y \cdot l = 0.94 \cdot m \quad l_z := \nu_z \cdot l = 0.94 \cdot m$$

$$h := 60 \text{ mm}$$

$$b := 60 \text{ mm}$$

$$t_w := 4 \text{ mm}$$



$$A_O = 8.69 \cdot cm^2$$

$$I_{y.g} = 43.8 \cdot cm^4$$

$$I_{z.g} = 43.8 \cdot cm^4$$

$$i_{y.g} = 2.24 \cdot cm$$

$$i_{z.g} = 2.24 \cdot cm$$

## Mértékadó nyomóerő:

$$N_{ed} := 67.5 \cdot kN$$

A keresztmetszet osztályba sorolása:

gerinclemez:  $\frac{h - 3t_w}{t_w} = 12$

öblemez:  $\frac{b - 3t_w}{t_w} = 12 < 42 \cdot \epsilon = 42.00$  1.-3. oszt.

- parciális biztonsági tényezők:

$$\gamma_{M0} := 1.0$$

$$\gamma_{M1} := 1.0$$

## - az oszlop stabilitási ellenállása:

- karcsúság:  $\lambda_y := \frac{l_y}{i_{y.g}} = 42.02$

$\lambda_z := \frac{l_z}{i_{z.g}} = 42.02$

- redukált karcsúság:  $\lambda_{y.red} := \frac{\lambda_y}{\lambda_1} = 0.45$   $\lambda_{z.red} := \frac{\lambda_z}{\lambda_1} = 0.45$

< 200, megfelel

- y tengely (a nagyobbik inercia) irányába

$$\alpha := 0.49 \quad (\text{melegen hengerelt - "a": 0.34 hidegen hajlított - "c": 0.49})$$

$$\Phi_y := 0.5 \cdot \left[ 1 + \alpha \cdot (\lambda_{y.red} - 0.2) + \lambda_{y.red}^2 \right] = 0.661$$

$$\chi_y := \frac{1}{\Phi_y + \sqrt{\Phi_y^2 - \lambda_{y.red}^2}} = 0.872$$

$$N_{B.Rd.y} := \chi_y \cdot A_O \cdot \frac{f_{yk}}{\gamma_{M1}} = 178.09 \cdot kN$$

$$N_{ed} = 67.5 \cdot kN \quad \frac{N_{ed}}{N_{B.Rd.y}} = 37.9\%$$

- z tengely (a kisebbik inercia) irányába "c" kihajlási görbe esetén:

megfelel

$$\Phi_z := 0.5 \cdot \left[ 1 + \alpha \cdot (\lambda_{z.red} - 0.2) + \lambda_{z.red}^2 \right] = 0.661 \quad \chi_z := \frac{1}{\Phi_z + \sqrt{\Phi_z^2 - \lambda_{z.red}^2}} = 0.872$$

$$N_{B.Rd.z} := \chi_z \cdot A_O \cdot \frac{f_{yk}}{\gamma_{M1}} = 178.09 \cdot kN$$

$$N_{ed} = 67.5 \cdot kN \quad \frac{N_{ed}}{N_{B.Rd.z}} = 37.9\% \text{ megfelel}$$

## 2. FERDE RÁCSRÚD

Rácsos tartó - rácsrúd: zártszelvény (1.2.3.. km-i osztály és S235...S420 esetén)

### Anyagminőség:

- alapanyag: S 235 szilárdsági csoport

$$E := 210000 \cdot \frac{N}{mm^2}$$

- folyáshatár:

$$f_{yk} := 235 \cdot \frac{N}{mm^2}$$

$$\lambda_1 := \pi \cdot \sqrt{\frac{E}{f_{yk}}} = 93.91$$

$$\varepsilon_{yk} := \sqrt{\frac{235 \cdot \frac{N}{mm^2}}{f_{yk}}} = 1.00$$

### Geometriai jellemzők:

- beépítési hossz:  $l_w := 1.527 \cdot m$

$$\nu_y := 1$$

$$\nu_z := 1$$

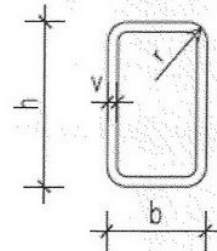
- kihajlási hossz:

$$l_y := \nu_y \cdot l = 1.53 \cdot m \quad l_z := \nu_z \cdot l = 1.53 \cdot m$$

$$h := 60 \cdot mm$$

$$b := 60 \cdot mm$$

$$t_w := 4 \cdot mm$$



$$A_O = 8.69 \cdot cm^2$$

$$I_{y.g} = 43.8 \cdot cm^4$$

$$I_{z.g} = 43.8 \cdot cm^4$$

$$i_{y.g} = 2.24 \cdot cm$$

$$i_{z.g} = 2.24 \cdot cm$$

### Mértékadó nyomóerő:

$$N_{ed} := 83 \cdot kN$$

A keresztmetszet osztályba sorolása:

gerinclemez:  $\frac{h - 3t_w}{t_w} = 12$

övlemez:  $\frac{b - 3t_w}{t_w} = 12$

$$< 42 \cdot \epsilon = 42.00 \quad 1.-3. \text{ oszt.}$$

- parciális biztonsági tényezők:

$$\gamma_{M0} := 1.0$$

$$\gamma_{M1} := 1.0$$

### - az oszlop stabilitási ellenállása:

- karcsúság:  $\lambda_y := \frac{l_y}{i_{y.g}} = 68.04$

$$\lambda_z := \frac{l_z}{i_{z.g}} = 68.04$$

- redukált karcsúság:

$$\lambda_{y.red} := \frac{\lambda_y}{\lambda_1} = 0.72$$

$$\lambda_{z.red} := \frac{\lambda_z}{\lambda_1} = 0.72$$

$$< 200, \text{ megfelel}$$

- y tengely (a nagyobbik inercia) irányába

$$\alpha := 0.49 \quad (\text{melegen hengerelt - "a": 0,34 hidegen hajlított - "c": 0,49})$$

$$\Phi_y := 0.5 \cdot \left[ 1 + \alpha \cdot (\lambda_{y.red} - 0.2) + \lambda_{y.red}^2 \right] = 0.891$$

$$\chi_y := \frac{1}{\Phi_y + \sqrt{\Phi_y^2 - \lambda_{y.red}^2}} = 0.709$$

$$N_{B.Rd.y} := \chi_y \cdot A_O \cdot \frac{f_{yk}}{\gamma_{M1}} = 144.9 \cdot kN$$

>

$$N_{ed} = 83 \cdot kN$$

$$\frac{N_{ed}}{N_{B.Rd.y}} = 57.3 \cdot \%$$

megfelel

- z tengely (a kisebbik inercia) irányába "c" kihajlási görbe esetén:

$$\Phi_z := 0.5 \cdot \left[ 1 + \alpha \cdot (\lambda_{z.red} - 0.2) + \lambda_{z.red}^2 \right] = 0.891 \quad \chi_z := \frac{1}{\Phi_z + \sqrt{\Phi_z^2 - \lambda_{z.red}^2}} = 0.709$$

$$N_{B.Rd.z} := \chi_z \cdot A_O \cdot \frac{f_{yk}}{\gamma_{M1}} = 144.9 \cdot kN$$

>

$$N_{ed} = 83 \cdot kN$$

$$\frac{N_{ed}}{N_{B.Rd.z}} = 57.3 \cdot \% \text{ megfelel}$$

# P1 KÉTIRÁNYBAN KÜLPONTOSAN NYOMOTT VB PILLÉR ELLENŐRZÉSE

## Anyagminőségek

Beton szilárdsági jellemzői

Beton = "C25/30"

$\gamma_c := 1.5$

A henger szil. karakterisztikus értéke:

$$f_{ck} = 25 \cdot \frac{N}{mm^2}$$

A nyomószil. tervezési értéke:  $f_{cd} := \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = 16.7 \cdot \frac{N}{mm^2}$

Környezeti besorolás

$k := "XC2"$

Alkalmazott legnagyobb szemcse átmérő

$d_g := 16mm$

$\varphi_{28} = 2.35$

Betonacél szilárdsági jellemzői

Betonacél = "B500"

$$E_s := 200000 \cdot \frac{N}{mm^2}$$

A folyáshatár karakterisztikus értéke:  $f_{yk} = 500 \cdot \frac{N}{mm^2}$

$\gamma_s := 1.15$

A folyáshatár tervezési értéke:

$$f_{yd} := \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = 435 \cdot \frac{N}{mm^2}$$

## Geometriai adatok

Oszlop méretei:

$b := 40 \cdot cm$

$h := 45 \cdot cm$

Kengyel átmérő

$d_k := 8 \cdot mm$

Fővasak átmérője

$d_s := 25mm$

Húzott oldali fővasalás z irányban (erős tengely)

első sor

$n_{s,z,1} := 4$  db

második sor

$n_{s,z,2} := 0$  db

Húzott oldali fővasalás y irányban (gyenge tengely)

első sor

$n_{s,y,1} := 2$  db

második sor

$n_{s,y,2} := 0$  db

keresztmetszetben elhelyezett összes vasmenyiség

$n_{alk} := 8$

Oszlop hálózati hossza  $l_m := 6.2m$

kihajlási tényező erős irány

$\nu_y := 2$

Kihajlási hossz

$$l_{0,y} := l \cdot \nu_y = 12.4m$$

kihajlási tényező gyenge irány

$\nu_z := 0.5$

Kihajlási hossz

$$l_{0,z} := l \cdot \nu_z = 3.1m$$

## Mértékadó igénybevételek

$N_{Ed} := 213kN$

$M_{Ed,y} := 199kNm$

erős tengely

$M_{Ed,z} := 0kNm$

gyenge tengely

## Oszlop teherbírás ellenőrzés egyszerűsített teherbírasi vonallal x-z síkban (erős tengely)

### Betonfedés meghatározása

$c_{min,dur} = 25 \cdot mm$

$c_{min,b} := d_k$

$c_{min} := \max(c_{min,b}, c_{min,dur}, 10 \cdot mm) = 25 \cdot mm$

$\Delta c_{dev} := 10 \cdot mm$

A névleges betonfedés

$c_{nom} := c_{min} + \Delta c_{dev} = 35 \cdot mm$

### Húzott vasalás súlypontjának meghatározása

első sor tengely peremtávolsága

$$a_1 := c_{nom} + d_k + \frac{d_s}{2} = 55.5 \cdot mm$$

betonacélok közötti legkisebb távolság

$$a_{min} := \max(d_s, 20mm, d_g + 5mm) = 25 \cdot mm$$

második sorban lévő vasak tengelyének peremtávolsága

$$a_2 := a_1 + a_{min} + \frac{d_s}{2} = 93 \cdot mm$$

erős irány (z tengely irányában)

húzott oldali vasmenyiség

$$A_{s,z,1} := n_{s,z,1} \cdot \frac{d_s^2 \cdot \pi}{4} = 1963 \cdot mm^2$$

$$A_{s,z,2} := n_{s,z,2} \cdot \frac{d_s^2 \cdot \pi}{4} = 0 \cdot mm^2$$

$$A_{s,z,h} := A_{s,z,1} + A_{s,z,2} = 1963 \cdot mm^2$$

$$a_{s,z,súlyp} := \frac{A_{s,z,1} \cdot a_1 + A_{s,z,2} \cdot a_2}{A_{s,z,h}} = 55.5 \cdot mm$$

gyenge irány (y tengely irányában)

húzott oldali vasmenyiség

$$A_{s,y,1} := n_{s,y,1} \cdot \frac{d_s^2 \cdot \pi}{4} = 982 \cdot mm^2$$

$$A_{s,y,2} := n_{s,y,2} \cdot \frac{d_s^2 \cdot \pi}{4} = 0 \cdot mm^2$$

$$A_{s,y,h} := A_{s,y,1} + A_{s,y,2} = 982 \cdot mm^2$$

$$a_{s,y,súlyp} := \frac{A_{s,y,1} \cdot a_1 + A_{s,y,2} \cdot a_2}{A_{s,y,h}} = 55.5 \cdot mm$$

### Egyszerűsített teherbírési vonal pontjai

$$A_{s,alk} := n_{alk} \cdot \frac{d_s^2 \cdot \pi}{4} = 3927 \cdot \text{mm}^2 \quad \sigma_s := \min \left( 400 \cdot \frac{N}{\text{mm}^2}, f_{yd} \right) = 400 \cdot \frac{N}{\text{mm}^2}$$

### Teherbírési görbe erős tengely irányban (z tengely)

Hatékony magasság

$$d_z := h - a_{s,z,súlyp} = 394.5 \cdot \text{mm} \quad x_{c0,z} := 0.49 \cdot d_z = 193.31 \cdot \text{mm} \quad z_{s,z} := h - 2 \cdot a_{s,z,súlyp} = 339 \cdot \text{mm}$$

$$N_u := b \cdot h \cdot f_{cd} + A_{s,alk} \cdot \sigma_s = 4570.8 \cdot \text{kN} \quad N_{bal,z} := f_{cd} \cdot b \cdot x_{c0,z} = 1288.7 \cdot \text{kN}$$

$$M_s := A_{s,z,h} \cdot f_{yd} \cdot z_{s,z} = 289.4 \cdot \text{kNm} \quad \Delta M := N_{bal,z} \cdot \left( \frac{h}{2} - \frac{x_{c0,z}}{2} \right) = 165.4 \cdot \text{kNm} \quad M_{Rd,y,max} := M_s + \Delta M = 454.8 \cdot \text{kNm}$$

### Oszlop külpontosság növekmények pontos számítása

$$\text{Elsőrendű külpontosság} \quad e_{e,z} := \frac{M_{Ed,y}}{N_{Ed}} = 934.27 \cdot \text{mm} \quad \text{A kezdeti görbeségből} \quad e_{i,z} := \frac{l_{0,y}}{400} = 31 \cdot \text{mm}$$

Másodrendű nyomatékból

$$N_{u,1} := b \cdot h \cdot f_{cd} + A_{s,alk} \cdot f_{yd} = 4707.39 \cdot \text{kN} \quad K_r := \min \left( 1, \frac{N_{u,1} - N_{Ed}}{N_{u,1} - N_{bal,z}} \right) = 1 \quad \beta := 0.35 + \frac{f_{ck}}{200} - \frac{l_{0,y} \cdot \sqrt{12}}{h \cdot 150} = -0.16$$

$$d_1 := \frac{h}{2} + z_{s,z} \cdot \sqrt{\frac{A_{s,z,h}}{2 \cdot A_{s,alk}}} = 394.5 \cdot \text{mm} \quad K_\varphi := \max(1, 1 + \beta \cdot \varphi_{28}) = 1 \quad e_{2,z} := K_r \cdot K_\varphi \cdot \frac{f_{yd}}{E_s \cdot 0.45 \cdot d_1} \cdot \frac{l_{0,y}^2}{\pi^2} = 190.78 \cdot \text{mm}$$

$$\text{Minimális külpontosság} \quad e_0 := \max \left( 20 \text{mm}, \frac{h}{30} \right) = 20 \cdot \text{mm} \quad \text{Teljes külpontosság} \quad e_z := \max(e_0, e_{e,z} + e_{i,z} + e_{2,z}) = 1156 \cdot \text{mm}$$

### Mértékadó nyomaték külpontosság növekményekkel

$$M_{Edy} := N_{Ed} \cdot e_z = 246.24 \cdot \text{kNm}$$

Ellenőrzés

$$M_{Rd,y,Ned} := \begin{cases} M_{Rd,y,max} \cdot \frac{N_u - N_{Ed}}{N_u - N_{bal,z}} & \text{if } N_{Ed} > N_{bal,z} \\ \left( M_s + \frac{N_{Ed}}{N_{bal,z}} \cdot \Delta M \right) & \text{otherwise} \end{cases} \quad \text{if } N_{Ed} > N_{bal,z} = 316.74 \cdot \text{kNm} > M_{Edy} = 246.24 \cdot \text{kNm} \quad \text{megfelel}$$

$$N_{Rd,z,Med} := \frac{(M_{Rd,y,max} - M_{Edy}) \cdot (N_u - N_{bal,z})}{M_{Rd,y,max}} + N_{bal,z} = 2793.81 \cdot \text{kN} > N_{Ed} = 213 \cdot \text{kN}$$

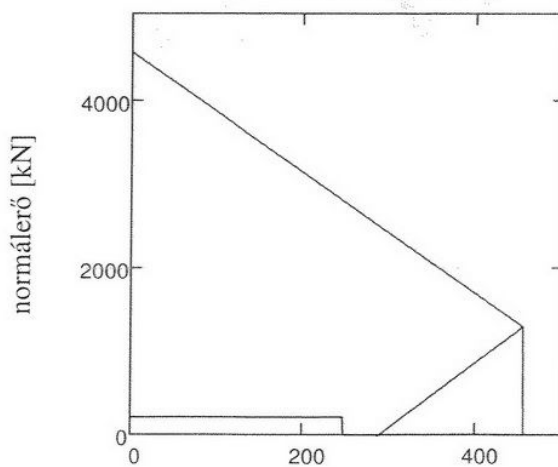
Teherbírési görbe

$$N_u = 4571 \cdot \text{kN}$$

$$N_{Rd,z,Med} = 2794 \cdot \text{kN}$$

$$N_{Ed} = 213 \cdot \text{kN}$$

$$N_{bal,z} = 1288.7 \cdot \text{kN}$$



nyomaték [kNm]

$$M_s = 289.4 \cdot \text{kNm}$$

$$M_{Rd,y,max} = 455 \cdot \text{kNm}$$

$$M_{Edy} = 246.24 \cdot \text{kN} \cdot \text{m} \quad M_{Rd,y,Ned} = 317 \cdot \text{kNm}$$



## Teherbírási görbe gyenge tengely irányban (y tengely)

Hatékony magasság

$$d_y := b - a_{s,y,\text{súlyp}} = 344.5 \text{ mm} \quad x_{c0,y} := 0.49 \cdot d_y = 168.81 \text{ mm} \quad z_{s,y} := b - 2 \cdot a_{s,y,\text{súlyp}} = 289 \text{ mm}$$

$$N_{bal,y} := b \cdot h \cdot f_{cd} + A_{s,alk} \cdot \sigma_s = 4570.8 \text{ kN}$$

$$N_{bal,y} := f_{cd} \cdot h \cdot x_{c0,y} = 1266.04 \text{ kN}$$

$$M_{s,y} := A_{s,y} \cdot h \cdot f_{yd} \cdot z_{s,y} = 123.36 \text{ kNm} \quad \Delta M := N_{bal,y} \cdot \left( \frac{b}{2} - \frac{x_{c0,y}}{2} \right) = 146.35 \text{ kNm} \quad M_{Rd,z,\max} := M_s + \Delta M = 269.71 \text{ kNm}$$

### Oszlop külpontosság növekmények pontos számítása

Elsőrendű külpontosság  $e_{e,y} := \frac{M_{Ed,z}}{N_{Ed}} = 0 \text{ mm}$  A kezdeti görbeségből  $e_{i,y} := \frac{l_{0,z}}{400} = 7.75 \text{ mm}$

Másodrendű nyomatékból

$$N_{bal,y} := b \cdot h \cdot f_{cd} + A_{s,alk} \cdot f_{yd} = 4707.39 \text{ kN} \quad K_{N,y} := \min \left( 1, \frac{N_{u,1} - N_{Ed}}{N_{u,1} - N_{bal,y}} \right) = 1 \quad \beta := 0.35 + \frac{f_{ck}}{200} - \frac{l_{0,z} \cdot \sqrt{12}}{b \cdot 150} = 0.3$$

$$d_{1,y} := \frac{b}{2} + z_{s,y} \cdot \sqrt{\frac{A_{s,y} \cdot h}{2 \cdot A_{s,alk}}} = 302.18 \text{ mm} \quad K_{M,y} := \max(1, 1 + \beta \cdot \varphi_{28}) = 1.7 \quad e_{2,y} := K_r \cdot K_{\varphi} \cdot \frac{f_{yd}}{E_s \cdot 0.45 \cdot d_1} \cdot \frac{l_{0,z}^2}{\pi^2} = 26.4 \text{ mm}$$

Minimális külpontosság  $e_{0,y} := \max \left( 20 \text{ mm}, \frac{b}{30} \right) = 20 \text{ mm}$  Teljes külpontosság  $e_y := \max(e_0, e_{e,y} + e_{i,y} + e_{2,y}) = 34.2 \text{ mm}$

Mértékadó nyomaték külpontosság növekményekkel

$$M_{Edz} := N_{Ed} \cdot e_y = 7.27 \text{ kNm}$$

Ellenőrzés

$$M_{Rd,z,Ned} := \begin{cases} M_{Rd,z,\max} \cdot \frac{N_u - N_{Ed}}{N_u - N_{bal,y}} & \text{if } N_{Ed} > N_{bal,y} \\ \left( M_s + \frac{N_{Ed}}{N_{bal,y}} \cdot \Delta M \right) & \text{otherwise} \end{cases}$$

$N_{Rd,y,Med} := \frac{(M_{Rd,z,\max} - M_{Edy}) \cdot (N_u - N_{bal,y})}{M_{Rd,z,\max}} + N_{bal,y} = 1553.63 \text{ kN} > N_{Ed} = 213 \text{ kN}$

$M_{Edz} = 7.27 \text{ kNm}$  megfelel

Teherbírási görbe

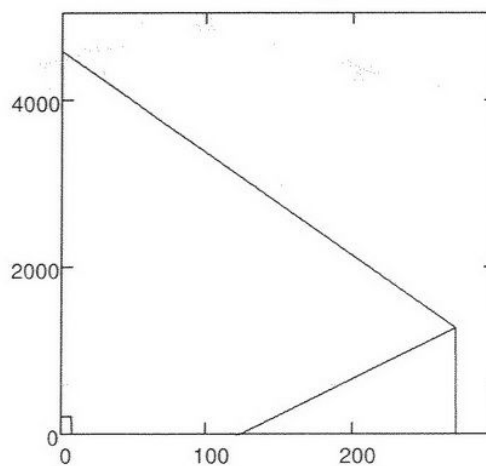
$$N_u = 4571 \text{ kN}$$

$$N_{Rd,y,Med} = 1554 \text{ kN}$$

$$N_{Ed} = 213 \text{ kN}$$

$$N_{bal,y} = 1266.04 \text{ kN}$$

normálterő [kN]



$$M_s = 123.36 \text{ kNm}$$

$$M_{Rd,z,\max} = 270 \text{ kNm}$$

$$M_{Edz} = 7.27 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{Rd,z,Ned} = 148 \text{ kNm}$$



Ellenőrzés

$$\bar{s}_N := \frac{N_{Ed}}{N_u} = 0.05$$

$$a := \begin{cases} 1 & \text{if } s < 0.1 \\ \left(1.5 + \frac{s - 0.7}{0.3} \cdot 0.5\right) & \text{if } s > 0.7 \\ \left(1 + \frac{s - 0.1}{0.6} \cdot 0.5\right) & \text{otherwise} \end{cases} = 1$$

$$\left(\frac{M_{Edy}}{M_{Rd.y.Ned}}\right)^a + \left(\frac{M_{Edz}}{M_{Rd.z.Ned}}\right)^a = 0.83 < 1 \quad \text{megfelel!}$$

### Szerkesztési szabályok ellenőrzése

Min. vashányad  $A_{s,min} := \max\left(0.1 \cdot \frac{N_{Ed}}{f_{yd}}, 0.003 \cdot b \cdot h\right) = 540 \cdot \text{mm}^2 < A_{s,alk} = 3927 \cdot \text{mm}^2$

Max. vaskeresztmetszet  $A_{s,max} := 0.04 \cdot b \cdot h = 7200 \cdot \text{mm}^2 > A_{s,alk} = 3927 \cdot \text{mm}^2$

fővas  $\varphi_{min} := 8 \text{ mm} < d_s = 25 \cdot \text{mm}$

$b_{min} := 200 \text{ mm} < b = 400 \cdot \text{mm}$

kengyel  $\varphi_{s,min} := \max\left(\frac{d_s}{4}, 6 \text{ mm}\right) = 6.25 \cdot \text{mm} < d_k = 8 \cdot \text{mm}$

maximális kengyeltávolság  $s_{s,max} := \min(15 \cdot d_s, h, 400 \text{ mm}) = 375 \cdot \text{mm}$