

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

STATIKAI SZÁMÍTÁS

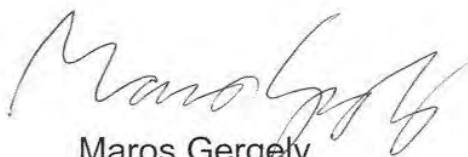
Wéber Imre részére

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

takarmánytároló épület és siló

építési engedélyezési tervéhez

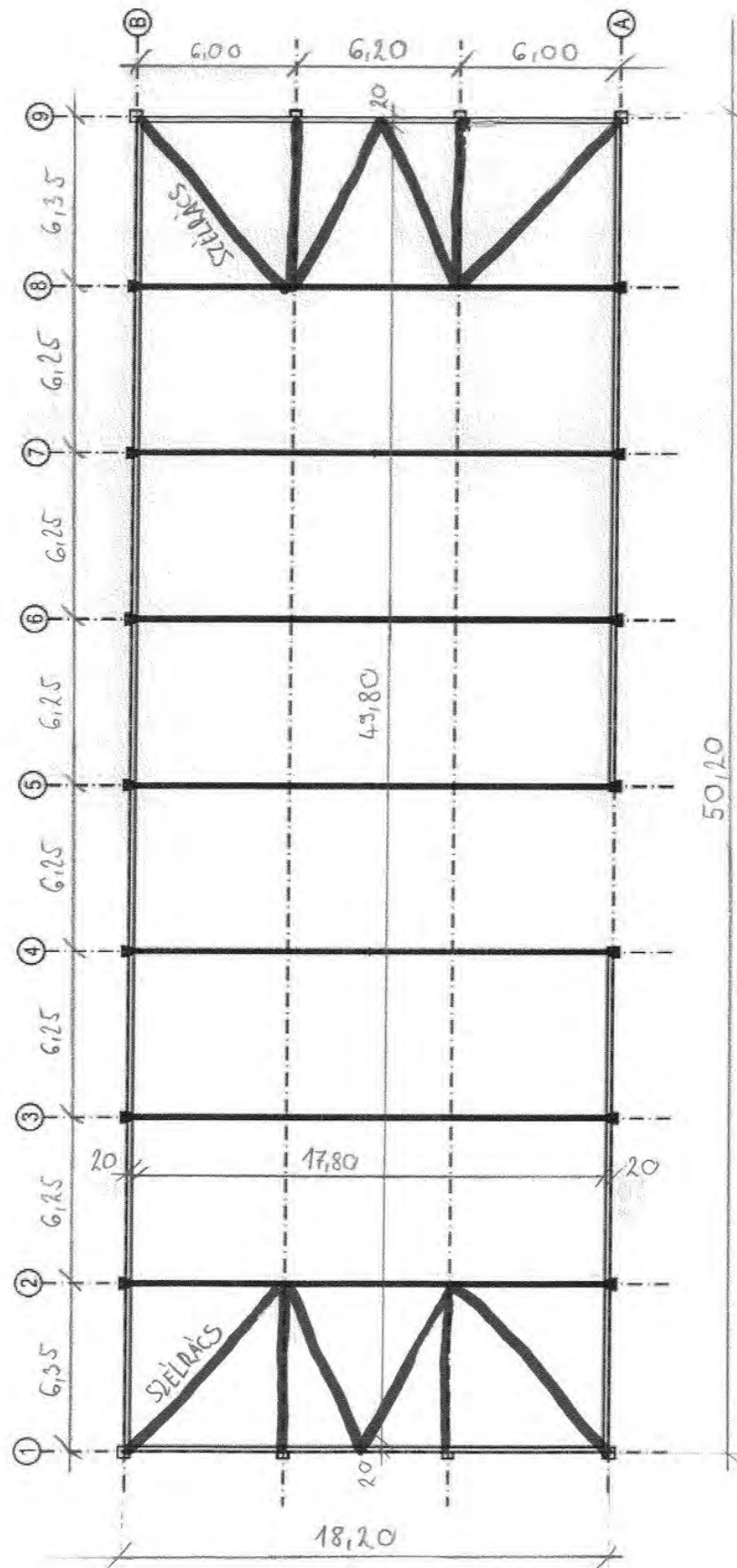
Készítette:

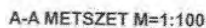


Maros Gergely
statikus tervező
T/T 02-0870
T/Sz 02-0870

2018. április

ALAPRAJZ:

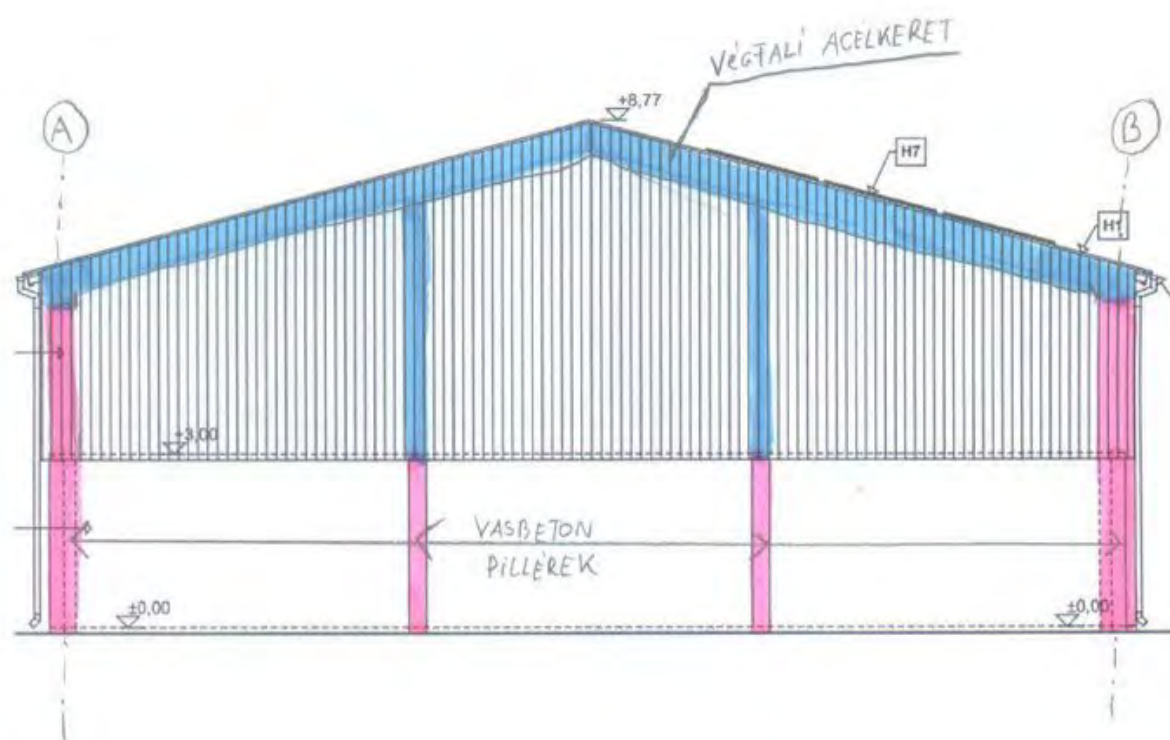




STATIKAI VÁZ - KÖZBENSŐ KERET



VEGTALI KERET:



TERHEK - mértékaadó keretállás távolság: 6,30 m

- ALKANDÓ: \rightarrow önműly

\rightarrow trapézlemez: $0,05 \text{ EN/m}^2$

\rightarrow szellemenet: $0,05 \text{ EN/m}^2$

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

$$\Sigma p_{ed} = 0,20 \text{ EN/m}^2 / \cos 15^\circ = 0,207 \text{ EN/m}^2$$

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

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

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

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

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

TEHERKOMBINÁCIÓK

	önműly	rejtérend	léd	szelel	gabonabál	gab. jobb
TK1	1,35	1,35	1,50	0,90	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):	α =	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 tő, 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 $q_p(z)$:

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

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

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

$$k_r = 0,190$$

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

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

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

$$\text{hegyrajzi tényező: } c_0(z) = 1,0$$

$$\text{átlagos szélsősebesség: } v_m(z) = c_r(z) * c_0(z) * v_b$$

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

$$\text{turbulencia tényező: } k_t = 1,0$$

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

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

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

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

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

$$\text{torlónyomás csúcsértéke: } q_p(z) = c_e(z) * q_b$$

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

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: ($A_{ref} = 10 \text{ m}^2$)

$$h/d = 0,47$$

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

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

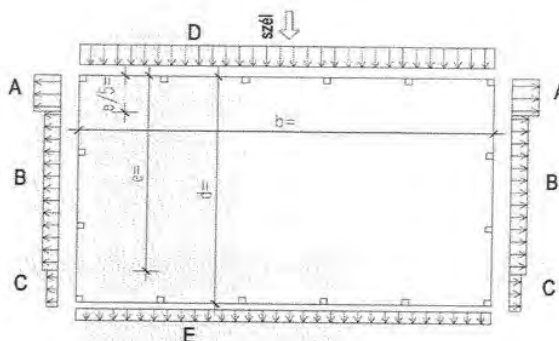
$$c_{pe,D} = 0,73 \quad (+): \text{nyomás}$$

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

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

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

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



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

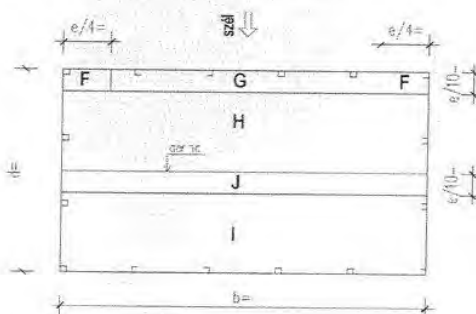
$$c_{pe,F} = 0,20 \quad -0,90$$

$$c_{pe,G} = 0,20 \quad -0,80$$

$$c_{pe,H} = 0,20 \quad -0,30$$

$$c_{pe,I} = 0,00 \quad -0,40$$

$$c_{pe,J} = 0,00 \quad -1,00$$



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

$$h/d = 0,17$$

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

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

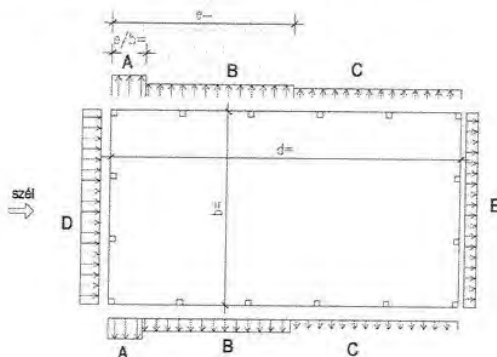
$$c_{pe,D} = 0,690 \quad (+): \text{nyomás}$$

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

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

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

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



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	(kN/m ²)
$w_{e,E}$		-0,283 (kN/m ²)

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 (kN/m ²)
$w_{e,G}$	0,158	-0,632 (kN/m ²)
$w_{e,H}$	0,158	-0,237 (kN/m ²)
$w_{e,I}$	0,000	-0,316 (kN/m ²)
$w_{e,J}$	0,000	-0,790 (kN/m ²)

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	(kN/m ²)
$w_{e,E}$		-0,221 (kN/m ²)
$w_{e,A}$		-0,948 (kN/m ²)
$w_{e,B}$		-0,632 (kN/m ²)
$w_{e,C}$		-0,395 (kN/m ²)

6

TRAPÉZLEMEZ MÉRTEZÉSE

- támaszai: elemeket 1,35 m-élen

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

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

Statika váz Szervevény

S
U

1 1 2 2 3 3 4 4 5 5 6 6 7 7 8
50 1350 50 1350 50 1350 50 1350 50 1350 50 1350 50 1350 50

Szerkezeti beállítások

Szervevény: LTP45 Átfedés: Nincs

Ehelyezés: Keskeny öv felül

Öv megtámasztása

Megtámasztás

Geometria Hőszigetelés

Támaszok					Nyílások				Csukók	
No.	Pozíció [mm]	Típus	Szélesség [mm]	L1 [mm]	L2 [mm]	No.	Méret [mm]	Vtg. 1 [mm]	Vtg. 2 [mm]	Pozíció [mm]
Alapértékek										
1	0	C	50	50	-	1	1350	0,5	-	10%
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 Kényszer L: 150

Számítási módszer: Számolás Optimál

Eredmények

ULS: 38% SLS: 0%

Input adatok Képlet Eredmények Részletes Eredmények Képlet

Teher törlése

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

SZELEMEK MÉRTEREZÉSE

→ távolságai: keretállásai 6,30m-ként

→ terhek: trapézlemez 0,05
szelvény 0,05
hó 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 layout with 6 spans of 6350 mm each. The software settings include: Szelvény: Z200, Csavarok: 4,2, Megtámasztás: Felső öv: Folytatódó, Alsó öv: Szab., Lemez / Megtámasztások (mm): LLP20 0,4, 2 hullám. The 'Terhek' (Loads) table shows a single load case 'U' with a value of 2,21 kN/m. The 'Nyílások' (Openings) table lists 6 openings with their positions and dimensions. The 'Eredmények' (Results) table shows ULS: 62% and SLS: 0%.

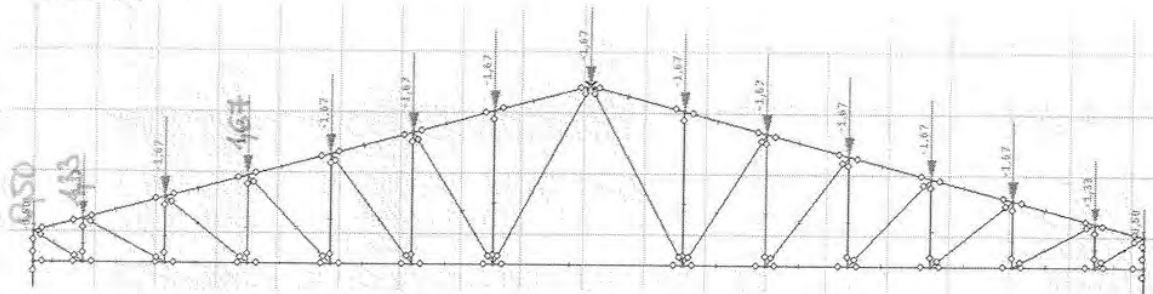
No.	Posíció [mm]	Típus	Széless. [mm]	L1 [mm]	L2 [mm]	No.	Méret [mm]	Vtg 1 [mm]	Vtg 2 [mm]	Posíció [mm]
1	0	H	Merevített	-	-	1	6350	2	-	-
2	6350	O	Merevített	635	1260	2	6250	2	-	-
3	12600	O	Merevített	625	625	3	6250	2	-	-
4	18850	O	Merevített	625	625	4	6250	2	-	-
5	25100	O	Merevített	1260	635	5	6350	2	-	-
6	31450	H	Merevített	-	-					

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

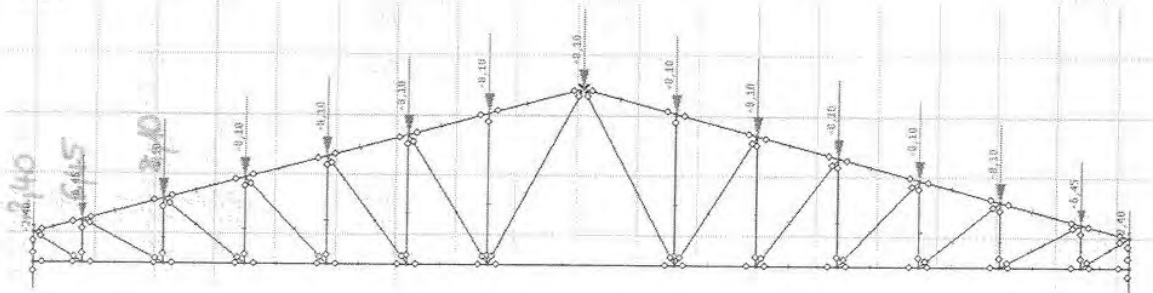
Terhek:

-önsüly

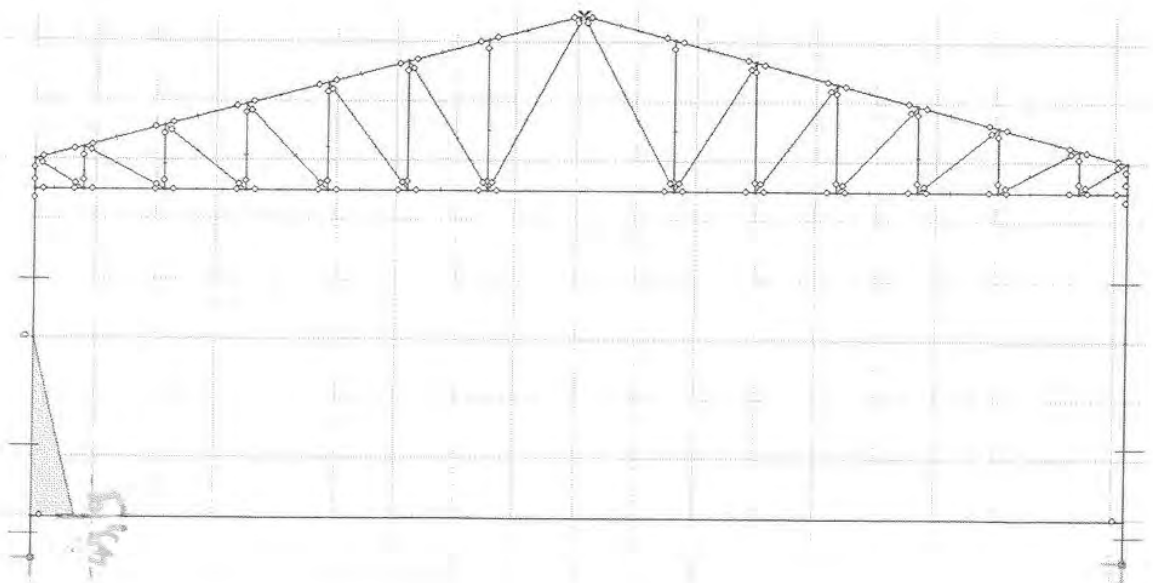
-állandó:



-hó:



-gabona:

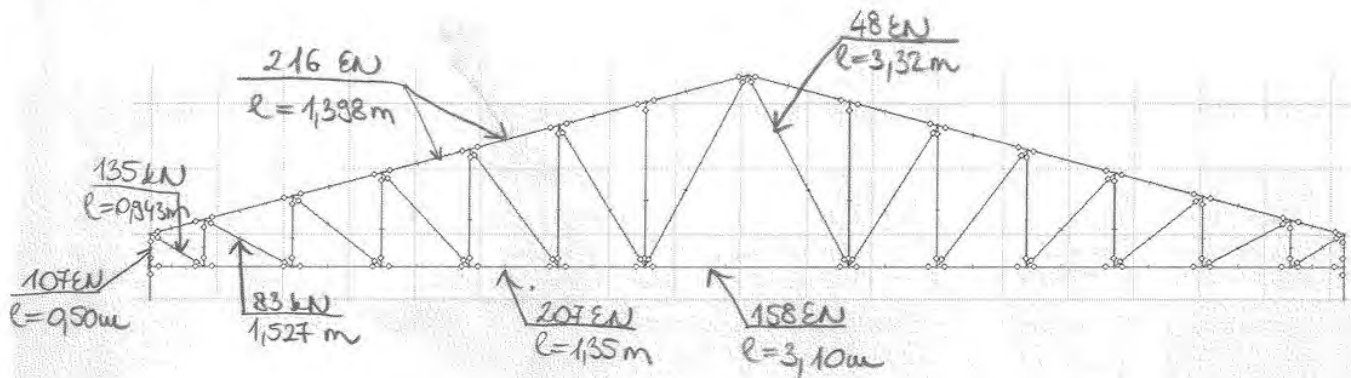


The diagram shows a roof truss system with a total length of 12.00m and a height of 3.40m. The truss is supported by two columns, each 1.70m high. The roof slope is 1:1. The truss members are labeled with their respective dimensions and load values. The top chord members are labeled with their lengths: 1.56, 4.19, 1.92, 1.92, 3.20, 4.18, 2.57, 2.04, and 0.76. The bottom chord members are labeled with their lengths: 1.56, 4.19, 1.92, 1.92, 3.20, 4.18, 2.57, 2.04, and 0.76. The truss is subjected to a uniformly distributed load of 1.00kN/m. The load values are indicated by arrows pointing to the truss members.

HELYEZKEDŐ RÜDERŐK

(TK1)

N_x [kN]



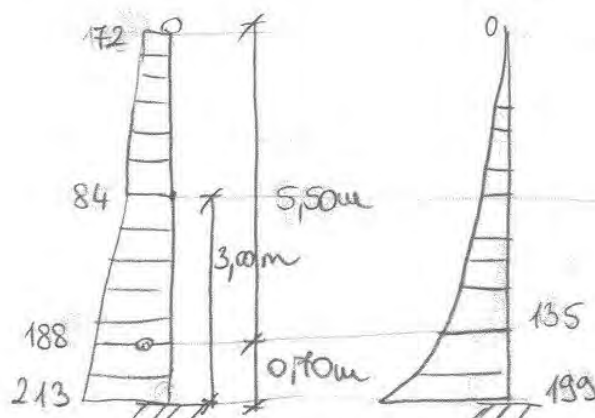
	N_{ed} [kN]	l [m]	1 szelvényre jutó N_{ed} [kN]
- felső öv	216	1,338	108
- alsó öv	207	1,35	103,5
- rácsnád	158	3,10	79
	83	1,527	83
	135	0,943	(első ferde nyomott rácsnád) → 67,5

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:

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

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

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

Geometriai jellemzők:

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

$$\nu_y := 1$$

$$\nu_z := 1$$

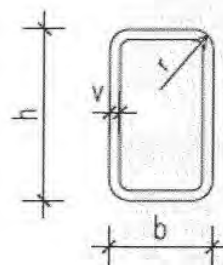
- kihajlási hossz:

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

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

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

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



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

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

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

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

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

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: $l_w := 1.35 \cdot \text{m}$

$$\nu_y := 1$$

$$\nu_z := 1$$

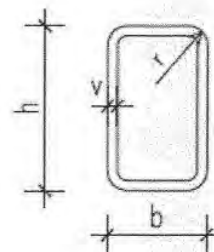
- kihajlási hossz:

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

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

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

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



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

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

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

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

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

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:

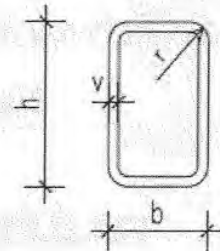
$$l_w := 0.943 \cdot m$$

$$\nu_y := 1$$

$$\nu_z := 1$$

- kihajlási hossz:

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



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

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

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

$$A_O = 8.69 \cdot \text{cm}^2$$

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

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

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

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

Mértékadó nyomóerő:

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

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

< 200, megfelel

- y tengely (a nagyobbik inercia) irányába

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

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

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

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

>

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

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

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

megfelel

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

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

>

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

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

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: $l_w := 1.527 \cdot m$

$$\nu_y := 1$$

$$\nu_z := 1$$

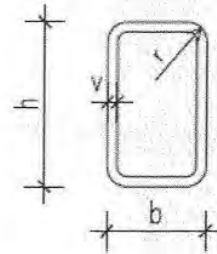
- kihajlási hossz:

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

$$h := 60 \cdot mm$$

$$b := 60 \cdot mm$$

$$t_w := 4 \cdot mm$$



$$A_0 = 8.69 \cdot cm^2$$

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

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

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

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

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 · ε = 42.00 1.-3. oszt.

- parciális biztonsági tényezők:

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

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

- az oszlop stabilitási ellenállása:

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

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

- redukált karcsúság: $\lambda_{y,red} := \frac{\lambda_y}{\lambda_1} = 0.72 \quad \lambda_{z,red} := \frac{\lambda_z}{\lambda_1} = 0.72$

< 200, megfelel

- y tengely (a nagyobbik inercia) irányába

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

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

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

$$N_{B.Rd.y} := \chi_y \cdot A_0 \cdot \frac{f_{yk}}{\gamma_{M1}} = 144.9 \cdot kN$$

>

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

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

megfelel

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

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

$$\chi_z := \frac{1}{\Phi_z + \sqrt{\Phi_z^2 - \lambda_{z,red}^2}} = 0.709$$

$$N_{B.Rd.z} := \chi_z \cdot A_0 \cdot \frac{f_{yk}}{\gamma_{M1}} = 144.9 \cdot kN$$

>

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

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

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 teherbírási 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)

$$\text{húzott oldali vasmenyiség} \quad A_{s,z,1} := n_{s,z,1} \cdot \frac{d_s^2 \cdot \pi}{4} = 1963 \cdot mm^2 \quad A_{s,z,2} := n_{s,z,2} \cdot \frac{d_s^2 \cdot \pi}{4} = 0 \cdot mm^2$$

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

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

gyenge irány (y tengely irányában)

$$\text{húzott oldali vasmenyiség} \quad A_{s,y,1} := n_{s,y,1} \cdot \frac{d_s^2 \cdot \pi}{4} = 982 \cdot mm^2 \quad A_{s,y,2} := n_{s,y,2} \cdot \frac{d_s^2 \cdot \pi}{4} = 0 \cdot mm^2$$

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

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

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

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

Másodrendű nyomatékból

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

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

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

Mértékadó nyomaték külpontosság növekményekkel

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

Ellenőrzés

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

megfelel

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

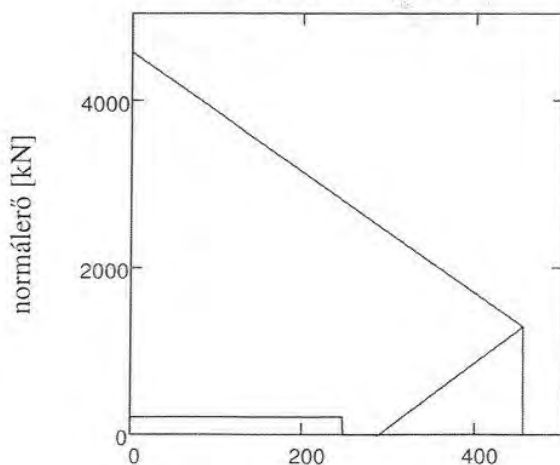
Teherbírési görbe

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

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

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

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



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

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

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

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

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

Oszlop külpontosság növekmények pontos számítása

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

Másodrendű nyomatékból

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

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

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

Mértékadó nyomaték külpontosság növekményekkel

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

Ellenőrzés

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

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

megfelel

Teherbírási görbe

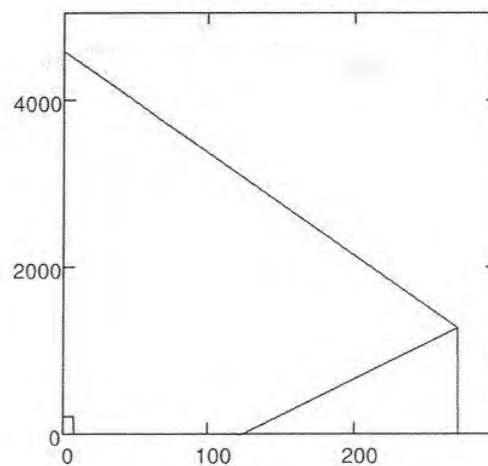
$$N_u = 4571 \cdot \text{kN}$$

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

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

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

normálterő [kN]



nyomaték [kNm]

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

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

$$M_{Ed,z} = 7.27 \cdot \text{kN} \cdot \text{m} \quad M_{Rd,z,Ned} = 148 \cdot \text{kNm}$$

Ellenőrzés

$$\lambda_s := \frac{N_{Ed}}{N_u} = 0.05$$

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

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

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