

SZAKDOLGOZAT

Kovács Attila

2015



SZENT ISTVÁN
EGYETEM

Dr. Dombay Gábor PhD.
intézetigazgató, főiskolai tanár



YBL MIKLÓS ÉPÍTÉSTUDOMÁNYI KAR, BUDAPEST

Építőmérnöki Intézet

Cím: 1146 Budapest, Thököly út 74.

Tel.: +36-1-252-1270

e-mail: epitomernoki.intezet@ybl.szie.hu

SZAKDOLGOZAT KIÍRÁS
2015

Kovács Attila

Nappali Építőmérnök szakos
hallgató részére

A feladat címe:	Kéthajós, daruzott, acélszerkezetű csarnok tervezése
Belső konzulens:	Horváth Katalin mérnöktanár
Külső konzulens:	-

A szakdolgozat beadási határideje: 2015. június 05., péntek 12⁰⁰

Budapest, 2015. május 28.

Dr. Dombay Gábor
intézetigazgató



Részletes feladatkiírás

Kovács Attila

Nappali Építőmérnök
hallgató részére

Kéthajós, daruzott, acélszerkezetű csarnok tervezése

című szakdolgozatához

Feladat leírása

Megtervezendő egy kéthajós, daruzott, acélszerkezetű csarnok.

Geometriai kialakítás, terhek

A csarnok kilenc keretállásból áll, a keretállások távolsága 6,00 m (1 – 9 tengelyek).

A csarnok két hajójában az oszlopok tengelytávolsága ~20,00 m (A – B és B – C tengelyek).

A csarnok mindkét hajója daruzott.

A telepítésre kerülő daru (A – B és B – C tengelyek):

- tengelytávolsága : 17,00 m,
- sínkorona magassága: ~9,00 m,
- teherbírása : 5 t.

A csarnok belmagasságát a telepítésre kerülő daru alapján kell meghatározni.

A csarnok váll tengely magassága ~10,50 m, a gerincmagasság ~13,00 m, a tető lejtése ~7°.

A terheket a vonatkozó szabványok, előírások és irányelvek alapján kell felvenni.

Budapest, 2015. május 28.

Horváth Katalin
Horváth Katalin
belső konzulens

Szent István Egyetem Ybl Miklós Építéstudományi Kar
Építőmérnöki Intézet
Mechanika és Tartószerkezetek Szakcsoport

Szakdolgozat:
Kéthajós, daruzott, acélszerkezetű
csarnok tervezése

Szerző:
Kovács Attila



Témavezető:
Horváth Katalin

2015. június

Tartalomjegyzék

1. Téma bemutatása	4
2. Kiindulási adatok	4
2.1 Alkalmazott szabványok	4
2.2 Parciális és kombinációs tényezők	4
2.3 Alkalmazott programok	5
2.4 Anyagminőségek	5
2.5 Daru adatai	5
2.6 Geometria	6
3. Terhek és hatások	7
3.1 Állandó terhek	7
3.1.1 Szerkezeti önsúly	7
3.1.2 Gépészeti teher	8
3.2 Esetleges terhek	8
3.2.1 Meteorológiai terhek	8
3.2.1.1 Hóteher	8
3.2.1.2 Rendkívüli hóteher	8
3.2.1.3 Szélteher	9
3.2.2 Darupálya terhei	19
3.2.3 Használati teher	19
3.2.4 Globális imperfekció	19
4. Teherkombinációk	20
5. Mértékadó keretállás vizsgálata	23
5.1 "A" keretállás	23
5.2 "B" keretállás	28
5.3 Terhek összefoglalása (ábrák)	33
5.4 Igénybevételek burkolóábrái	35
6. Acél szerkezeti elemek méretezése	36
6.1 Burkolati panelek méretezése	36
6.1.1 Tetőpanel	36
6.1.2 Falpanel	38
6.2 Mértékadó keretgerenda méretezése	39
6.3 Mértékadó keretoszlop méretezése	45
6.3.1 Szélső keretoszlop	45
6.3.2 Közbenső keretoszlop	51
6.3.3 Közbenső oszlop felső rész	56
6.4 Darupálya tartó méretezése	62
6.5 Darupálya tartó konzol méretezése	78

Tartalomjegyzék

1. Téma bemutatása	4
2. Kiindulási adatok	4
2.1 Alkalmazott szabványok	4
2.2 Parciális és kombinációs tényezők	4
2.3 Alkalmazott programok	5
2.4 Anyagminőségek	5
2.5 Daru adatai	5
2.6 Geometria	6
3. Terhek és hatások	7
3.1 Állandó terhek	7
3.1.1 Szerkezeti önsúly	7
3.1.2 Gépészeti teher	8
3.2 Esetleges terhek	8
3.2.1 Meteorológiai terhek	8
3.2.1.1 Hóteher	8
3.2.1.2 Rendkívüli hóteher	8
3.2.1.3 Szélteher	9
3.2.2 Darupálya terhei	19
3.2.3 Használati teher	19
3.2.4 Globális imperfekció	19
4. Teherkombinációk	20
5. Mértékadó keretállás vizsgálata	23
5.1 "A" keretállás	23
5.2 "B" keretállás	28
5.3 Terhek összefoglalása (ábrák)	33
5.4 Igénybevételek burkolóábrái	35
6. Acél szerkezeti elemek méretezése	36
6.1 Burkolati panelek méretezése	36
6.1.1 Tetőpanel	36
6.1.2 Falpanel	38
6.2 Mértékadó keretgerenda méretezése	39
6.3 Mértékadó keretoszlop méretezése	45
6.3.1 Szélső keretoszlop	45
6.3.2 Közbenső keretoszlop	51
6.3.3 Közbenső oszlop felső rész	56
6.4 Darupálya tartó méretezése	62
6.5 Darupálya tartó konzol méretezése	78

6.6 Falvázoszlopok méretezése	79
6.6.1 Mértékadó falvázoszlop a kapuzat felől	79
6.6.2 Mértékadó falvázoszlop a záró keretállás felől	86
6.6.3 Kapuzat gerendája	89
6.6.4 Kapu feletti oszlop	93
6.7 Merevítőrendszer méretezése	94
6.7.1 Keretoszlopok közötti hosszmerevítés	94
6.7.2 Merev szélrács	96
6.7.3 Gerendák közötti szélrács	99
6.7.4 Darupálya merevítése	101
6.8 Csomópontok méretezése	105
6.8.1 1. számú csomópont	105
6.8.2 2. számú csomópont	114
6.8.3 3. számú csomópont	122
6.8.4 4. számú csomópont	125
6.8.5 5. számú csomópont	129
6.8.6 6. számú csomópont	131
6.8.7 7/1. számú csomópont	134
6.8.8 7/2. számú csomópont	135
6.8.9 8. számú csomópont	138
6.8.10 9. számú csomópont	142
6.8.11 10. számú csomópont	144
6.8.12 11. számú csomópont	144
6.8.13 12. számú csomópont	146
6.8.14 Merevítőrendszer általános csomópontjai	147
6.8.15 Rácsos tartó csomópontjai	148
7. Használhatósági határállapot	152
7.1 Keret kilendülése	152
7.2 Keretgerenda lehajlása	153
7.3 Darupálya konzol összegzett lehajlása	153
8. Alapozás számítása	154
8.1 Talajadatok	154
8.2 Szélső keretoszlop	155
8.3 Közbenső keretoszlop	156
8.4 Falvázoszlop	157
Tervjegyzék	160
Köszönetnyilvánítás	160

1. Téma bemutatása

Szakdolgozatom, egy kéthajós, mindkét hajóban daruzott acélszerkezetű csarnok statikai számítását foglalja magába, a teherelemzésen keresztül a szerkezeti elemek méretezésével és kiviteli tervdokumentáció készítésével.

2. Kiindulási adatok

2.1 Alkalmazott szabványok

- Eurocode 0 :MSZ EN 1990, Tartószerkezetek tervezésének alapjai
- Eurocode 1 :MSZ EN 1991/1-1 A tartószerkezeteket érő hatások, Általános hatások, Sűrűség, önsúly és az épületek hasznos terhei
MSZ EN 1991/1-3 A tartószerkezeteket érő hatások, Általános hatások, Hóteher
MSZ EN 1991/1-4 A tartószerkezeteket érő hatások, Általános hatások, Szélhatás
- Eurocode 2 :MSZ EN 1992/1-1 Betonszerkezetek tervezése, Általános és az épületekre vonatkozó szabályok
- Eurocode 3 :MSZ EN 1993/1-1 Acélszerkezetek tervezése, Általános és az épületekre vonatkozó szabályok
MSZ EN 1993/1-8 Acélszerkezetek tervezése, Csomópontok tervezése
MSZ EN 1993/6 Acélszerkezetek tervezése, Daruk alátámasztó szerkezetei
- Eurocode 7 :MSZ EN 1997/1 Geotechnikai tervezés, Általános szabályok
MSZ EN 1997/2 Geotechnikai tervezés, Tervezés laboratóriumi vizsgálatok alapján
MSZ EN 1997/3 Geotechnikai tervezés, Tervezés terepi vizsgálatok alapján

2.2 Parciális és kombinációs tényezők

Állandó jellegű terhek $\gamma_G := 1.35$

Esetlehes jellegű terhek $\gamma_d := 1.50$

Daruterhek $\gamma_{d.daru} := 1.35$

Kombinációs tényezők

Szélteher	Hóteher	Daruteher
$\psi_{w0} := 0.6$	$\psi_{s0} := 0.5$	$\psi_{\text{daru.0}} := 1.0$
$\psi_{w1} := 0.2$	$\psi_{s1} := 0.2$	$\psi_{\text{daru.1}} := 0.9$
$\psi_{w2} := 0$	$\psi_{s2} := 0$	$\psi_{\text{daru.2}} := 0.69$

Acélszerkezetek méretezéséhez

$$\gamma_{M0} := 1.0 \quad \gamma_{M1} := 1.0 \quad \gamma_{M2} := 1.25$$

2.3 Alkalmazott programok

- AxisVM 12
- Mathcad 15
- ConSteel ConJoint9

2.4 Anyagminőségek

Szerkezeti acél:	S235
Csavarminőség:	Comópontok szerin változó (aktuális minőséget lásd a
csomópontok számításánál)	
Betonminőség:	C20/25-XD1-32-F3
Betonacél:	B500B

2.5 Daru adatai

Daruszerkezet iFF rendszerű, darupályatartónként 2 kerék/1 meghajtott, az első tengelyen kétoldali nyomkarimás megvezetéssel.

Keréknyomások $K_1 := 82 \cdot \text{kN}$ $K_2 := 63 \cdot \text{kN}$ $K_3 := 38 \cdot \text{kN}$ $K_4 := 34 \cdot \text{kN}$

Daru fesztávolsága $L := 17.00 \cdot \text{m}$

Keretállások távolsága $k := 6.0 \cdot \text{m}$

Teherbírás $Q_h := 50 \cdot \text{kN}$

Sebesség $v_h := 8.6 \cdot \frac{\text{m}}{\text{min}}$

Kerék tengelytávolsága $a := 3.00 \cdot \text{m}$

Meghajtott kerékszám $n_{\text{meghajtott}} := 2$

Fékező kerékszám $n_f := 2$

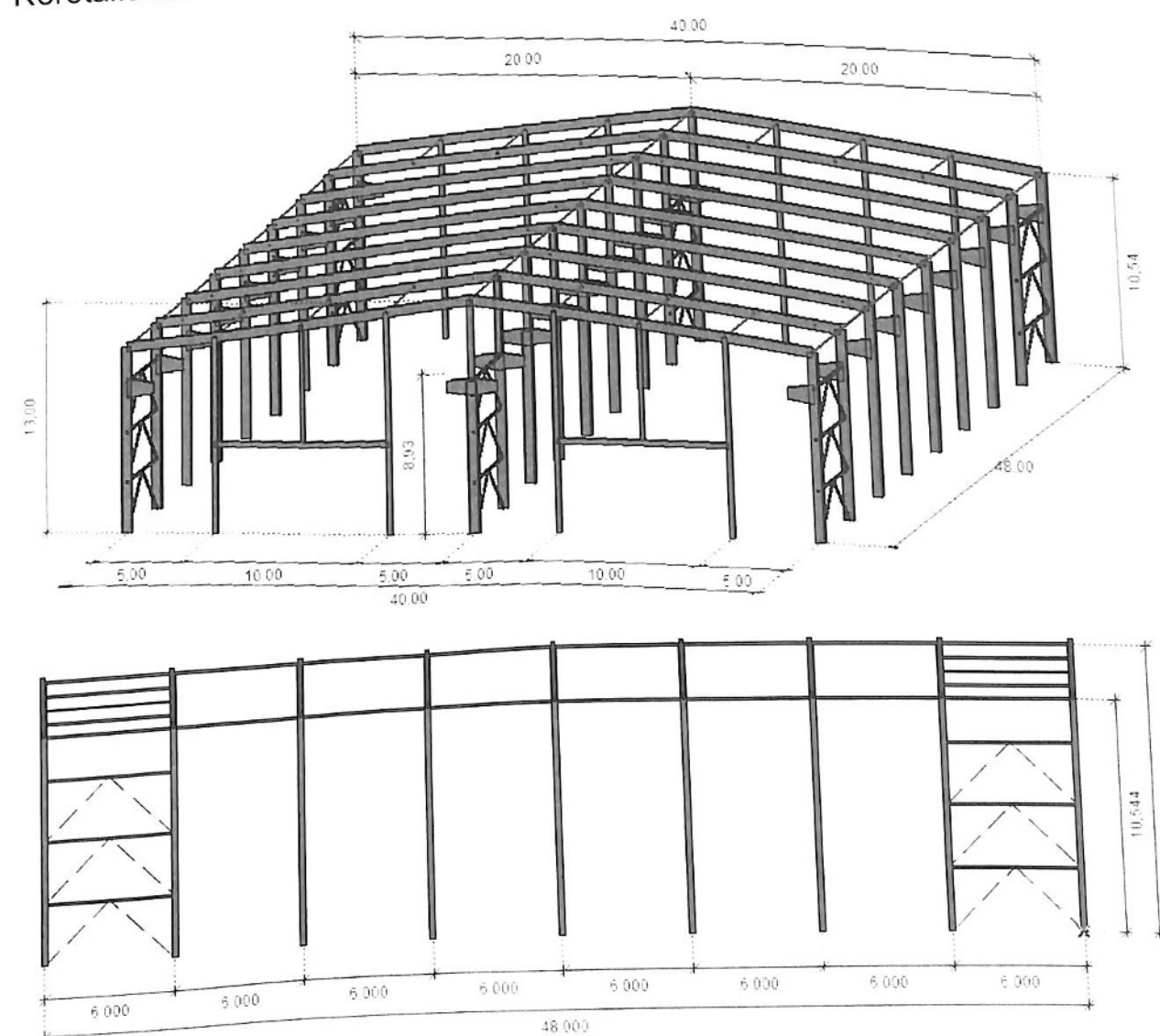
Feltételezett kocsi
önsúly $G_{\text{kocsi}} := 9 \text{ kN}$

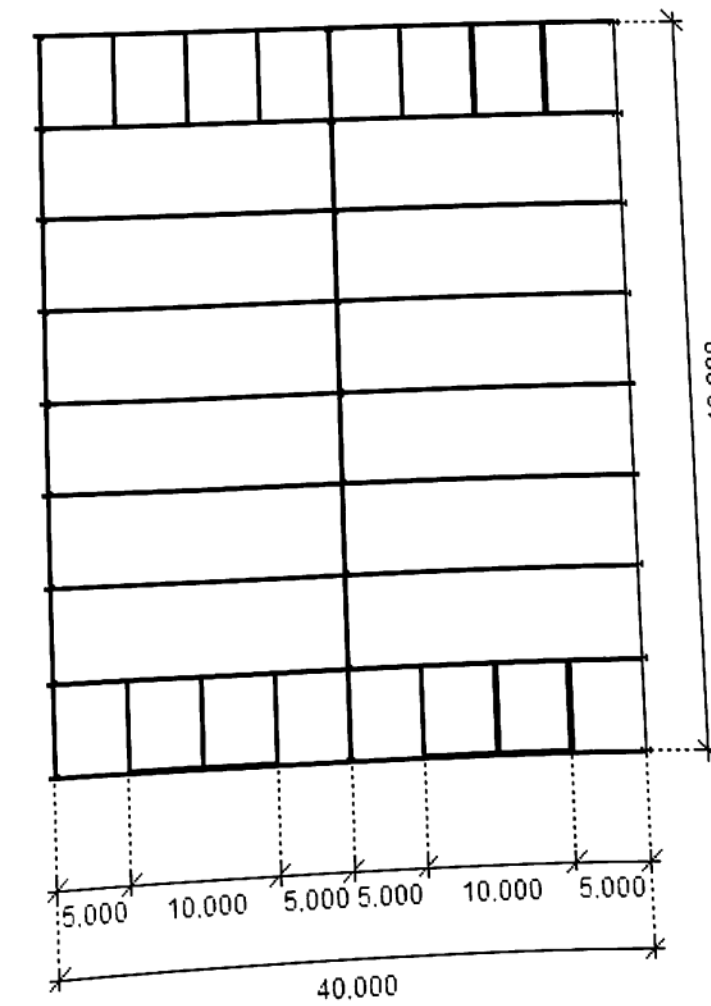
daru teherbírása (t)	5	6.3	10	16
macska önsúlya (t)	0.9	1.0	1.4	2.0

$$\beta_2 := 0.34$$

2.6 Geometria

A tervezett csarnok az elem tengelyekben mérve 40.00 m széles és 48.00 m hosszú. A tetőpont magassága a gerendatengelyben +13.00 m a referenciasíktól (szerkezeti padló szint: +0.000).
A tető hajlása 7°.
Keretállások távolsága 6.00 m, a darusín felő szintje +8.930 m.





3. Terhek és hatások

3.1 Állandó terhek

3.1.1 Szerkezeti önsúly

Az acélszerkezetek önsúlya AxisVM12 szerint generál (acél fajlagos tömege: 7850 kg/m³)

Tetőpanel és falpanel önsúlya

$$F_{\text{panel}} := 0.15 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad \text{bitumenes lemez} := 0.1 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$g_{\text{panel.k}} := F_{\text{panel}} + \text{bitumenes lemez} = 0.25 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$g_{\text{panel.Ed}} := g_{\text{panel.k}} \cdot \gamma_G = 0.34 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

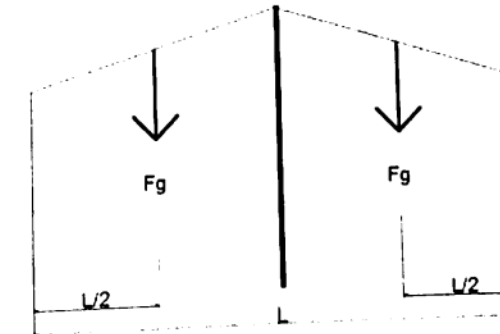
3.1.2 Gépészeti teher

Gépészeti teher karakterisztikus értéke: 2.0 kN.

Megjegyzés: A gépészeti teher állandó teherként van figyelembe véve. Ennek megfelelő parciális tényezővel módosul az ULS teherkombinációkban figyelembe vett értéke. A gépészeti teher koncentrált teherként a keretgerenda közepén van figyelembe véve. Az első és utolsó keretálláson gépészeti teher nincs figyelembe véve.

$$F_g := 2.0 \cdot \text{kN}$$

$$F_{g,Ed} := F_g \cdot \gamma_G = 2.7 \cdot \text{kN}$$



3.2 Esetleges terhek

3.2.1 Meteorológiai terhek

3.2.1.1 Hóteher

A terpszint magassága kisebb mint 400 mBf.

Felszíni hóteher:

$$s_k := 1.25 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

alaki tényező hőmérséklet miatti csökkentő tényező szélmiatti csökkentő tényező

$$\mu_1 := 0.8$$

$$C_t := 1.0$$

$$C_e := 1.0$$

Tető hóteher karakterisztikus értéke:

$$s := \mu_1 \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k = 1.00 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Tető hóteher tervezési értéke:

$$s_{Ed} := s \cdot \gamma_d = 1.50 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

3.2.1.2 Rendkívüli hóteher

Rendkívüli hóteher tényezője:

$$C_{esl} := 2.0$$

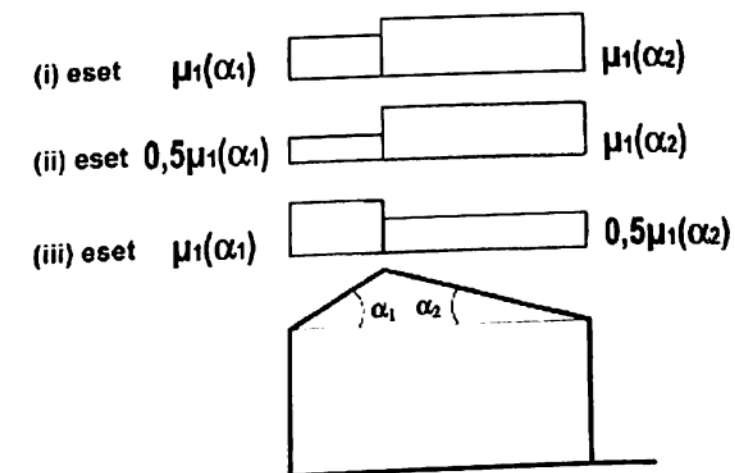
Rendkívüli feszíni hőteher:

$$s_{Ad} := C_{esl} \cdot s_k = 2.50 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Rendkívüli tető hőteher:

$$s_A := \mu_1 \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_{Ad} = 2.00 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Hóterhek szabvány szerinti elrendezései:



3.2.1.3 Szélteher

Megjegyzés: A szélterhek karakterisztikus értéke kekrült kiszámításra. Tervezési értékük, Axis programban a teherértékekhez rendelt parciális tényezőkkel van figyelembe véve a teherkombinációkban.

Terepkategória: II. terepkategória

Szélteher nyeregtetőre

Nyomási tényezők számítása $\theta=0^\circ$ esetén

épület tetőpont szerkezeti tengelymagassága

$$H := 13 \cdot \text{m}$$

épületsarok szerkezeti tengelymagassága

$$H_2 := 10.54 \cdot \text{m}$$

épület becsült tetőpont magassága burkolattal

$$h := 13.5 \text{ m}$$

épület becsült sarokpont magassága burkolattal

$$h_2 := H_2 + 50 \cdot \text{cm} = 11.04 \text{ m}$$

szélre merőleges oldalhossz $b := 48 \cdot \text{m}$

széllel párhuzamos oldalhossz $a := 40 \cdot \text{m}$

$$e := \min(2 \cdot h, b) = 27 \text{ m}$$

F zóna hossza	F zóna szélessége	F zóna felülete
$\frac{e}{4} = 6.75 \text{ m}$	$\frac{e}{10} = 2.7 \text{ m}$	$A_F := \frac{e}{4} \cdot \frac{e}{10} = 18.23 \text{ m}^2$
G zóna hossza	G zóna szélessége	G zóna felülete
$b - 2 \cdot \frac{e}{4} = 34.5 \text{ m}$	$\frac{e}{10} = 2.7 \text{ m}$	$A_G := \left(b - 2 \cdot \frac{e}{4}\right) \cdot \frac{e}{10} = 93.15 \text{ m}^2$
H zóna hossza	H zóna szélessége	H zóna felülete
$b = 48 \text{ m}$	$a - \frac{e}{10} = 37.3 \text{ m}$	$A_H := b \cdot \left(a - \frac{e}{10}\right) = 1790.4 \text{ m}^2$
J zóna hossza	J zóna szélessége	J zóna felülete
$b = 48 \text{ m}$	$\frac{e}{10} = 2.7 \text{ m}$	$A_J := b \cdot \frac{e}{10} = 129.6 \text{ m}^2$
I zóna hossza	I zóna szélessége	I zóna felülete
$b = 48 \text{ m}$	$\frac{a}{2} - \frac{e}{10} = 17.3 \text{ m}$	$A_I := b \cdot \left(\frac{a}{2} - \frac{e}{10}\right) = 830.4 \text{ m}^2$

A zónák felülete minden esetben nagyobb mint 10m²

7.4.a táblázat: Külső nyomási tényezők nyeregtetők esetén

A tető hajlás- szöge α	A $\theta = 0^\circ$ -os szélirányhoz tartozó zónák									
	F		G		H		I		J	
	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$
-45°	-0.6		-0.6		-0.8		-0.7		-1.0	-1.5
-30°	-1.1	-2.0	-0.8	-1.5	-0.8		-0.6		-0.8	-1.4
-15°	-2.5	-2.8	-1.3	-2.0	-0.9	-1.2	-0.5		-0.7	-1.2
-5°	-2.3	-2.5	-1.2	-2.0	-0.8	-1.2	+0.2		+0.2	
							-0.6		-0.6	
5°	-1.7	-2.5	-1.2	-2.0	-0.6	-1.2	-0.6		+0.2	
		+0.0		+0.0		+0.0			-0.6	
15°	-0.9	-2.0	-0.8	-1.5	-0.3		-0.4		-1.0	-1.5
		+0.2		+0.2		+0.2	+0.0		+0.0	+0.0
30°	-0.5	-1.5	-0.5	-1.5	-0.2		-0.4		-0.5	
		+0.7		+0.7		+0.4	+0.0		+0.0	
45°	-0.0		-0.0		-0.0		-0.2		-0.3	
		+0.7		+0.7		+0.6	+0.0		+0.0	
60°	+0.7		+0.7		+0.7		-0.2		-0.3	
75°	+0.8		+0.8		+0.8		-0.2		-0.3	

$$\alpha := 7$$

$$c_{pe,10,\alpha,F,\min} := \frac{0 + 1.7}{15 - 5} \cdot (\alpha - 5) - 1.7 = -1.36$$

$$c_{pe,10,\alpha,F,\max} := \frac{0.2 + 0}{15 - 5} \cdot (\alpha - 5) - 0 = 0.04$$

$$c_{pe.10.\alpha.G.min} := \frac{-0.8 + 1.2}{15 - 5} \cdot (\alpha - 5) - 1.2 = -1.12$$

$$c_{pe.10.\alpha.G.max} := \frac{0.2 + 0}{15 - 5} \cdot (\alpha - 5) - 0 = 0.04$$

$$c_{pe.10.\alpha.H.min} := \frac{-0.3 + 0.6}{15 - 5} \cdot (\alpha - 5) - 0.6 = -0.54$$

$$c_{pe.10.\alpha.H.max} := \frac{0.2 + 0}{15 - 5} \cdot (\alpha - 5) - 0 = 0.04$$

$$c_{pe.10.\alpha.I.min} := \frac{-0.4 + 0.6}{15 - 5} \cdot (\alpha - 5) - 0.6 = -0.56$$

$$c_{pe.10.\alpha.I.max} := \frac{0 + 0.6}{15 - 5} \cdot (\alpha - 5) - 0.6 = -0.48$$

$$c_{pe.10.\alpha.J.min} := \frac{-1.0 - 0.2}{15 - 5} \cdot (\alpha - 5) - 0.2 = -0.44$$

$$c_{pe.10.\alpha.J.max} := \frac{0 + 0.6}{15 - 5} \cdot (\alpha - 5) - 0.6 = -0.48$$

Szélerők számítása $\theta=0^\circ$ esetén
Torlónyomás alapártéke 13.5m magasságban

$$q_{p.13} := 0.878 \cdot \frac{kN}{m^2} \quad q_{p.14} := 0.895 \cdot \frac{kN}{m^2}$$

$$q_{p.z} := \frac{q_{p.14} - q_{p.13}}{2} + q_{p.13} = 0.887 \cdot \frac{kN}{m^2}$$

Szélterhek karakterisztikus értékei

$$w_{e.F.min} := q_{p.z} \cdot c_{pe.10.\alpha.F.min} = -1.21 \cdot \frac{kN}{m^2} \quad w_{e.F.max} := q_{p.z} \cdot c_{pe.10.\alpha.F.max} = 0.04 \cdot \frac{kN}{m^2}$$

$$w_{e.G.min} := q_{p.z} \cdot c_{pe.10.\alpha.G.min} = -0.99 \cdot \frac{kN}{m^2} \quad w_{e.G.max} := q_{p.z} \cdot c_{pe.10.\alpha.G.max} = 0.04 \cdot \frac{kN}{m^2}$$

$$w_{e.H.min} := q_{p.z} \cdot c_{pe.10.\alpha.H.min} = -0.48 \cdot \frac{kN}{m^2} \quad w_{e.H.max} := q_{p.z} \cdot c_{pe.10.\alpha.H.max} = 0.04 \cdot \frac{kN}{m^2}$$

$$w_{e.I.min} := q_{p.z} \cdot c_{pe.10.\alpha.I.min} = -0.50 \cdot \frac{kN}{m^2} \quad w_{e.I.max} := q_{p.z} \cdot c_{pe.10.\alpha.I.max} = -0.43 \cdot \frac{kN}{m^2}$$

$$w_{e.J.min} := q_{p.z} \cdot c_{pe.10.\alpha.J.min} = -0.39 \cdot \frac{kN}{m^2} \quad w_{e.J.max} := q_{p.z} \cdot c_{pe.10.\alpha.J.max} = -0.43 \cdot \frac{kN}{m^2}$$

Nyomási tényezők számítása $\theta=90^\circ$ esetén

épület tetőpont szerkezeti tengelymagassága $H := 13 \cdot m$

épületsarok szerkezeti tengelymagassága $H_2 := 10.54 \cdot m$

épület becsült tetőpont magassága burkolattal $h := 13.5 m$

épület becsült sarokpont magassága burkolattal $h_2 := H_2 + 50 \cdot cm = 11.04 m$

szélre merőleges oldalhossz $b := 40 \cdot m$

széllel párhuzamos oldalhossz $a := 48 \cdot m$

$e := \min(2 \cdot h, b) = 27 m$

F zóna hossza F zóna szélessége F zóna felülete

$\frac{e}{4} = 6.75 m$ $\frac{e}{10} = 2.7 m$ $A_F := \frac{e}{4} \cdot \frac{e}{10} = 18.225 m^2$

G zóna hossza G zóna szélessége G zóna felülete

$b - 2 \cdot \frac{e}{4} = 26.5 m$ $\frac{e}{10} = 2.7 m$ $A_G := \left(b - 2 \cdot \frac{e}{4}\right) \cdot \frac{e}{10} = 71.55 m^2$

H zóna hossza H zóna szélessége H zóna felülete

$b = 40 m$ $\frac{e}{2} - \frac{e}{10} = 10.8 m$ $A_H := b \cdot \left(\frac{e}{2} - \frac{e}{10}\right) = 432 m^2$

I zóna hossza I zóna szélessége I zóna felülete

$b = 40 m$ $a - \frac{e}{2} = 34.5 m$ $A_I := b \cdot \left(a - \frac{e}{2}\right) = 1380 m^2$

A zónák felülete minden esetben nagyobb mint $10 m^2$

7.4b. táblázat: Külső nyomási tényezők nyeregtetők esetén

A tető hajlás- szöge α	A $\theta = 90^\circ$ -os szélirányhoz tartozó zónák							
	F		G		H		I	
	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,1}$
-45°	-1.4	-2.0	-1.2	-2.0	-1.0	-1.3	-0.9	-1.2
-30°	-1.5	-2.1	-1.2	-2.0	-1.0	-1.3	-0.9	-1.2
-15°	-1.9	-2.5	-1.2	-2.0	-0.8	-1.2	-0.8	-1.2
-5°	-1.8	-2.5	-1.2	-2.0	-0.7	-1.2	-0.6	-1.2
5°	-1.6	-2.2	-1.3	-2.0	-0.7	-1.2	-0.6	-1.2
15°	-1.3	-2.0	-1.3	-2.0	-0.6	-1.2	-0.5	-1.2
30°	-1.1	-1.5	-1.4	-2.0	-0.8	-1.2	-0.5	-1.2
45°	-1.1	-1.5	-1.4	-2.0	-0.9	-1.2	-0.5	-1.2
60°	-1.1	-1.5	-1.2	-2.0	-0.8	-1.0	-0.5	-1.2
75°	-1.1	-1.5	-1.2	-2.0	-0.8	-1.0	-0.5	-1.2

$\alpha := 7$

$$c_{pe.10.\alpha.F} := \frac{-1.3 + 1.6}{15 - 5} \cdot (\alpha - 5) - 1.6 = -1.54$$

$$c_{pe.10.\alpha.G} := \frac{-1.3 + 1.3}{15 - 5} \cdot (\alpha - 5) - 1.3 = -1.3$$

$$c_{pe.10.\alpha.H} := \frac{-0.6 + 0.7}{15 - 5} \cdot (\alpha - 5) - 0.7 = -0.68$$

$$c_{pe.10.\alpha.I} := \frac{-0.5 + 0.6}{15 - 5} \cdot (\alpha - 5) - 0.6 = -0.58$$

Szélerők számítása $\theta=90^\circ$ esetén

Torlónyomás alapértéke 13.5m magasságban

$$q_{p.13} := 0.878 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad q_{p.14} := 0.895 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$q_{p.z} := \frac{q_{p.14} - q_{p.13}}{2} + q_{p.13} = 0.887 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Szélterhek karakterisztikus értékei

$$w_{e.F.min} := q_{p.z} \cdot c_{pe.10.\alpha.F} = -1.37 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$w_{e.G.min} := q_{p.z} \cdot c_{pe.10.\alpha.G} = -1.15 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$w_{e.H.min} := q_{p.z} \cdot c_{pe.10.\alpha.H} = -0.60 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$w_{e.I.min} := q_{p.z} \cdot c_{pe.10.\alpha.I} = -0.51 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Szélteher épület oldalfalára

Nyomási tényezők számítása $\theta=0^\circ$ esetén

épület tetőpont szerkezeti tengelymagassága

$$H := 13 \cdot \text{m}$$

épületsarok szerkezeti tengelymagassága

$$H_2 := 10.54 \cdot \text{m}$$

épület becsült tetőpont magassága burkolattal

$$h := 13.5 \text{m}$$

épület becsült sarokpont magassága burkolattal

$$h_2 := H_2 + 50 \cdot \text{cm} = 11.04 \text{m}$$

szélre merőleges oldalhossz $b := 48 \cdot \text{m}$

széllel párhuzamos oldalhossz $d := 40 \cdot \text{m}$

$$e := \min(2 \cdot h, b) = 27 \text{m}$$

$$\text{eset} := \begin{cases} \text{"e>d_esete"} & \text{if } e \geq d \\ \text{"e<d_esete"} & \text{if } e < d \\ \text{"e>5d_esete"} & \text{if } e \geq 5 \cdot d \\ \text{"egyedi eset"} & \text{otherwise} \end{cases} = \text{"e<d_esete"}$$

$$\text{eset} = \text{"e<d_esete"}$$

A zóna hossza A zóna maximális magassági pontja

$$\frac{e}{5} = 5.4 \text{ m} \quad h_{A\max} := \tan(7^\circ) \cdot \frac{e}{5} = 66.3 \cdot \text{cm}$$

A zóna felülete

$$A_A := \frac{e}{5} \cdot h_2 + \frac{e}{5} \cdot h_{A\max} \cdot 0.5 = 61.406 \text{ m}^2$$

B zóna hossza B zóna magassági pontjai

$$\frac{4e}{5} = 21.6 \text{ m} \quad h_{B\min} := h_{A\max} + h_2 = 11.70 \text{ m}$$

$$h_{B\max} := h - h_{B\min} = 179.7 \cdot \text{cm}$$

$$h_{B.\text{vég}} := (h - h_2) - [\tan(7^\circ)(d - e)] = 86.4 \cdot \text{cm}$$

B zóna felülete

$$A_B := \left(\frac{d}{2} - 4 \frac{e}{5} \right) \cdot h_{B\min} + \left(\frac{d}{2} - 4 \frac{e}{5} \right) \cdot \frac{h_{B\max}}{2} + \left[4 \frac{e}{5} - (d - e) \right] \cdot (h - h_{B.\text{vég}}) \dots = 92.22 \text{ m}^2$$

$$+ \left[4 \frac{e}{5} - (d - e) \right] \cdot h_{B.\text{vég}} \cdot 0.5$$

C zóna hossza C zóna magassági pontjai

$$d - e = 13 \text{ m} \quad h_{C\max} := [\tan(7^\circ)(d - e)] = 159.6 \cdot \text{cm}$$

C zóna felülete

$$A_C := (d - e) \cdot h_2 + (d - e) \cdot h_{C\max} \cdot 0.5 = 153.9 \text{ m}^2$$

A zónák felülete minden esetben nagyobb mint 10m²

$$\frac{h}{d} = 0.34$$

$$c_{\text{pe.10.A}} := \frac{-1.2 + 1.2}{1 - 0.25} \cdot \left(\frac{h}{d} - 0.25 \right) - 1.2 = -1.2$$

$$c_{\text{pe.10.B}} := \frac{-0.8 + 0.8}{1 - 0.25} \cdot \left(\frac{h}{d} - 0.25 \right) - 0.8 = -0.8$$

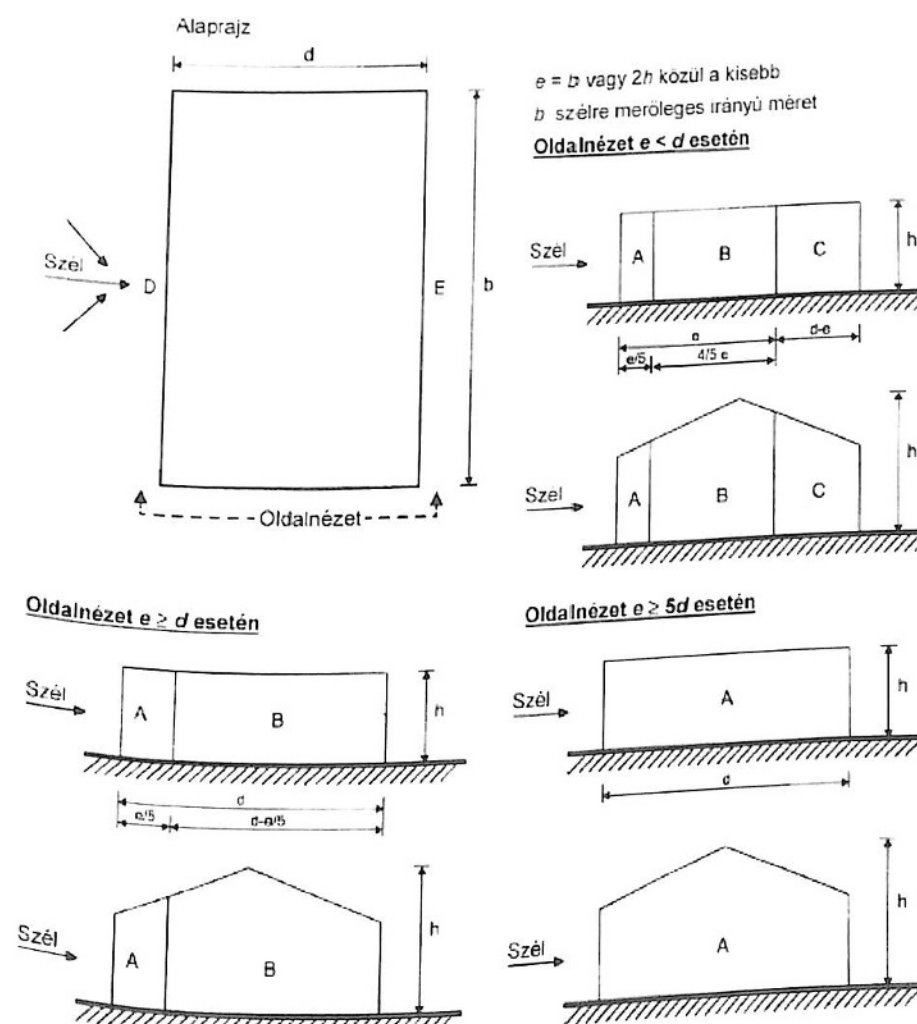
$$c_{pe,10,C} := \frac{-0.5 + 0.5}{1 - 0.25} \cdot \left(\frac{h}{d} - 0.25 \right) - 0.5 = -0.5$$

$$c_{pe,10,D} := \frac{0.8 - 0.7}{1 - 0.25} \cdot \left(\frac{h}{d} - 0.25 \right) + 0.7 = 0.71$$

$$c_{pe,10,E} := \frac{-0.5 + 0.3}{1 - 0.25} \cdot \left(\frac{h}{d} - 0.25 \right) - 0.3 = -0.32$$

7.1. táblázat: Téglalap alaprajzú, sík felületekkel határolt épületek függőleges falaira
vonatkozó külső nyomási tényezők ajánlott értékei

Zóna	A		B		C		D		E	
h/d	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$
5	-1.2	-1.4	-0.8	-1.1	-0.5	+0.8	+1.0	-0.7	-0.5	-0.3
1	-1.2	-1.4	-0.8	-1.1	-0.5	+0.8	+1.0	-0.5	-0.5	-0.3
≤ 0.25	-1.2	-1.4	-0.8	-1.1	-0.5	+0.7	+1.0	-0.3	-0.3	-0.3



7.5. ábra: A függőleges falak jelölései

Torlónyomás alapártéke 13.5m magasságban

2015. június

Szerző:
Ács Attila

$$q_{p.13} := 0.878 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad q_{p.14} := 0.895 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$q_{p.z} := \frac{q_{p.14} - q_{p.13}}{2} + q_{p.13} = 0.887 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Szélterhek karakterisztikus értékei

$$w_{e.A} := q_{p.z} \cdot c_{pe.10.A} = -1.06 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$w_{e.B} := q_{p.z} \cdot c_{pe.10.B} = -0.71 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$w_{e.C} := q_{p.z} \cdot c_{pe.10.C} = -0.44 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$w_{e.D} := q_{p.z} \cdot c_{pe.10.D} = 0.63 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$w_{e.E} := q_{p.z} \cdot c_{pe.10.E} = -0.29 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Nyomási tényezők számítása $\theta=90^\circ$ esetén

épület tetőpont szerkezeti tengelymagassága $H := 13 \cdot \text{m}$

épületsarok szerkezeti tengelymagassága $H_2 := 10.54 \cdot \text{m}$

épület becsült tetőpont magassága burkolattal $h := 13.5 \text{m}$

épület becsült sarokpont magassága burkolattal $h_2 := H_2 + 50 \cdot \text{cm} = 11.04 \text{m}$

szélre merőleges oldalhossz $b := 40 \cdot \text{m}$

széllel párhuzamos oldalhossz $d := 48 \cdot \text{m}$

$e := \min(2 \cdot h, b) = 27 \text{m}$

eset := $\begin{cases} "e>d_esete" & \text{if } e \geq d \\ "e<d_esete" & \text{if } e < d \\ "e>5d_esete" & \text{if } e \geq 5 \cdot d \\ "egyedi eset" & \text{otherwise} \end{cases} = "e<d_esete"$

eset = "e<d_esete"

A zóna hossza A zóna magassága A zóna felülete

$$\frac{e}{5} = 5.4 \text{m} \quad h_A := h_2 = 11.0 \text{m} \quad A_A := h_A \cdot \frac{e}{5} = 59.616 \text{m}^2$$

B zóna hossza B zóna magassági pontjai B zóna felülete

$$\frac{4e}{5} = 21.6 \text{ m} \quad h_B := h_2 = 11.04 \text{ m} \quad A_B := h_B \cdot \frac{4e}{5} = 238.46 \text{ m}^2$$

$$\begin{aligned} \text{C zóna hossza} & \quad \text{C zóna magassági pontjai} \quad \text{C zóna felülete} \\ d - e = 21 \text{ m} \quad h_C := h_2 = 11 \text{ m} \quad A_C := (d - e) \cdot h_C = 231.84 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

A zónák felülete minden esetben nagyobb mint 10m²

7.1. táblázat: Teglalap alaprajzú, sík felületekkel határolt épületek függőleges falaira vonatkozó külső nyomási tényezők ajánlott értékei

Zóna	A		B		C		D		E	
h/d	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$	$c_{pe,10}$	$c_{pe,1}$
5	-1.2	-1.4	-0.8	-1.1	-0.5	+0.8	+1.0	-0.7	-0.5	-0.7
1	-1.2	-1.4	-0.8	-1.1	-0.5	+0.8	+1.0	-0.5	-0.5	-0.7
≤ 0.25	-1.2	-1.4	-0.8	-1.1	-0.5	+0.7	+1.0	-0.3	-0.3	-0.7

$$\frac{h}{d} = 0.28$$

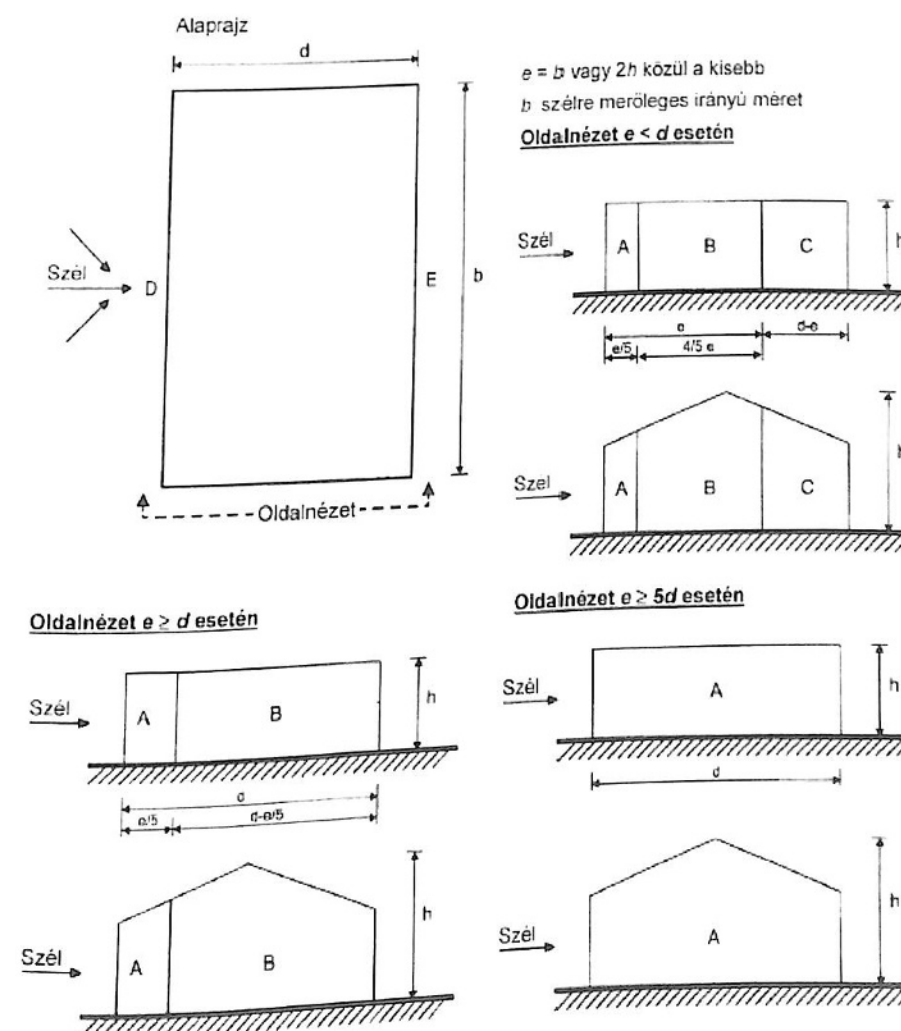
$$c_{pe,10,A} := -1.2$$

$$c_{pe,10,B} := -0.8$$

$$c_{pe,10,C} := -0.5$$

$$c_{pe,10,D} := 0.7$$

$$c_{pe,10,E} := -0.3$$



7.5. ábra: A függőleges falak jelölései

Torlónyomás alapartéke 13.5m magasságban

$$q_{p.13} := 0.878 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad q_{p.14} := 0.895 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$q_{p.z} := \frac{q_{p.14} - q_{p.13}}{2} + q_{p.13} = 0.887 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Szélterhek karakterisztikus értékei

$$w_{e.A} := q_{p.z} \cdot c_{pe.10.A} = -1.06 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$w_{e.B} := q_{p.z} \cdot c_{pe.10.B} = -0.71 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$w_{e.C} := q_{p.z} \cdot c_{pe.10.C} = -0.44 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$w_{e.D} := q_{p.z} \cdot c_{pe.10.D} = 0.62 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$w_{e.E} := q_{p.z} \cdot c_{pe.10.E} = -0.27 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Belső szélteher

Nyomási tényezők

$$c_{pi.max} := 0.2 \quad c_{pi.min} := -0.3$$

Torlónyomás alapértéke 13.5m magasságban

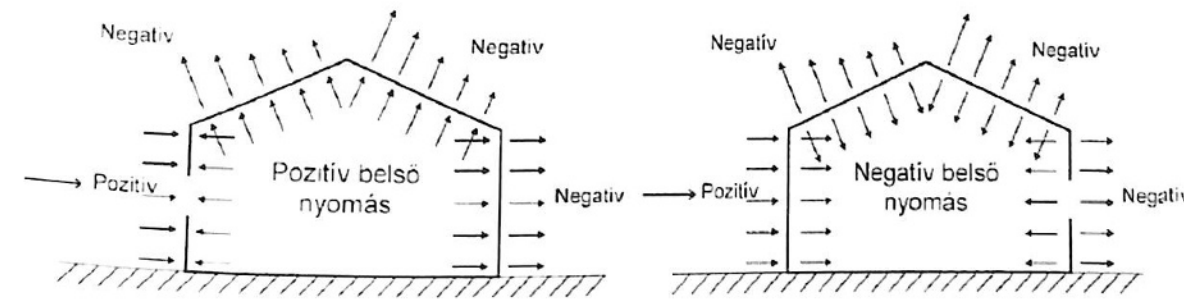
$$q_{p.13} := 0.878 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad q_{p.14} := 0.895 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$q_{p.z} := \frac{q_{p.14} - q_{p.13}}{2} + q_{p.13} = 0.887 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Belső szélterhek karakterisztikus értékei

$$w_{e.belső.min} := q_{p.z} \cdot c_{pi.min} = -0.266 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$w_{e.belső.max} := q_{p.z} \cdot c_{pi.max} = 0.177 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$



3.2.2 Darupálya terhei

A darupálya mértékadó terhei a "Darupálya tartó méretezése" fejezetben kerültek kiszámításra. A 3.2.2 fejezetben csak a terhek kiindulási értékei szerepelnek.

Keréknnyomások

$$K_1 := 82 \cdot \text{kN} \quad K_2 := 63 \cdot \text{kN} \quad K_3 := 38 \cdot \text{kN} \quad K_4 := 34 \cdot \text{kN}$$

Teherbírás

$$Q_h := 50 \cdot \text{kN}$$

feltételezett kocsi önsúly

$$G_{\text{kocsi}} := 9 \cdot \text{kN}$$

Darusín (DIN 536-1991) A45 típus

$$G_{\text{sín}} := 0.221 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Darupálya tartó szelvény önsúly (HEA320)

$$G_{\text{HE}} := 0.97 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

3.2.3 Használati teher

A tető nem járható tető. Használatból eredő hasznos teher nincs a szerkezeten.

3.2.4 Globális imperfekció

Ferdesség iránya	Egyedi	Ferdesség
☐ Y+	☐ Egyedi	$2/3 \leq \alpha_h = 0.667 \leq 1$
☒ X-	$\alpha_h = 100.00$	Érintett oszlopok száma
☐ X+		$m = 3$
☐ Y-		$\alpha_m = 0.8165 \leq 1$
Alapszint		$\Phi_0 = 1 / 200$
☒ A modell legalsó pontja		
☐ A modell legfelső pontja		
Szerkezet magassága az alapszinttől		$\Phi = \Phi_0 \cdot \alpha_h \cdot \alpha_m = 0.00272 = 1 / 367$
☒ Automatikusan		
☐ Manuálisan		

Az globális imperfekció, Axis által, a beviteli paraméterek alapján generált.

4. Teherkombinációk

A teherkombinációk AxisVM12-ben kerültek megírásra teherbírási (ULS, ULS rendkívüli) és használhatósági (SLS- gyakori) határállapotokban. Alkalmazott parciális és kombinációs tényezőket lásd: "Parciális és kombinációs tényezők fejezetben".

A darupálya terhei tervezési értékkel szerepelnek a teherkombinációkban, az egyéb terhek pedig karakterisztikus értékükkel.

ULS teherkombináció

$$\sum_{i=1}^n \gamma_{G,i} G_{k,i} + \gamma_Q Q_{k,j} + \sum_{i=1}^n \gamma_{Q,i} \Psi_{0,i} Q_{k,i}$$

ULS (rendkívüli) teherkombináció

$$\sum_{i=1}^n G_{k,i} + P_k + A_d + \Psi_{1,1} Q_{k,1} + \sum_{i=1}^n \Psi_{2,i} Q_{k,i}$$

SLS gyakori teherkombináció

$$\sum_{i=1}^n G_{k,i} + P_k + \Psi_{1,1} Q_{k,1} + \sum_{i=1}^n \Psi_{2,i} Q_{k,i}$$

A teherkombinációk a felsorolt képletek alapján lettek megírva több lépcsőben. A teherelemzés egyedi terhei és a darupálya egyedi terheinek (lásd: "Darupálya tartó méretezése" fejezetben) külön egyedi teheresetben való definiálása, a terhek tehercsoportok szerinti rendszerezése, egymást kizáró és egyidejűleg működő esetek figyelembevételével, majd a tehercsoportok teherkombinációkba rendezése után (a szél, hó, önsúly és daruteher "valódi" kombinációi itt alakulnak ki) egyedi teherkombinációk készültek, melyek így alkalmasak a széleskörű ellenőrzésre. A program automatikusan kivonja illetve összeadja és kombinációs illetve parciális tényezőkkel módosítja a tehercsoportokban lévő egyedi terheket, illetve a tehercsoportokat is kombinálja a megadott beviteli paraméterek alapján. Az önsúly tehercsoport az összes állandó jellegű terhet (szerkezeti önsúly, burkolati súly, gépészeti teher) tartalmazza. A szélterhek tehercsoportjai, a szélesetekhez kombinálja a belső és külső szelek összetartozó, egyedi értékeit egyidejűleg működő teherként. A hóteher a három jellemző teherállást kezeli (egymást kizáró terheket tartalmaz), a rendkívüli hóteherrel azonos elrendezéssel (a szorzótényezők különböznek). A daruteher csoportok az előálló, jobban és kevésbé terhelt darupályák összetartozó értékeit kombinálja. Az említett eljárás SLS gyakori kombinációban is megtörténik (a kombinációs tényezők miatt nagyságrendileg kevesebb SLS kombinációt kell vizsgálni). Az egyszerűsítés és a kombinációk számának csökkentése miatt, a vízszintes

(kilendítő terhek) kizárólag az egyik irányban vannak definiálva.
Az így előállított vizsgálandó egyedi teherkombinációk száma 207.

Tehercsoportok (Eurocode-H)

	Csoport	Típus	$V_{G,sup}$	$V_{G,inf}$	ξ	γ	ψ_0	ψ_1	ψ_2	Additív
1	önsúly	állandó	1,350	1,000	0,850					✓
2	Szél1	esetleges				1,500	0,600	0,200	0	✓
3	Szél2	esetleges				1,500	0,600	0,200	0	✓
4	Szél3	esetleges				1,500	0,600	0,200	0	✓
5	Szél4	esetleges				1,500	0,600	0,200	0	✓
6	Szél5	esetleges				1,500	0,600	0,200	0	✓
7	Szél6	esetleges				1,500	0,600	0,200	0	✓
8	Szél7	esetleges				1,500	0,600	0,200	0	✓
9	Szél8	esetleges				1,500	0,600	0,200	0	✓
10	hó	esetleges				1,500	0,500	0,200	0	
11	R_hó	rendkívüli	1,000							
12	daru1	esetleges				1,000	1,000	0,900	0,690	
13	daru2	esetleges				1,000	1,000	0,900	0,690	
14	daru3	esetleges				1,000	1,000	0,900	0,690	
15	daru4	esetleges				1,000	1,000	0,900	0,690	
16	IMPERFEKCIÓK	Imperfekció								

Egyedi kombinációk tehercsoportonként

	Típus	önsúly	Szél1	Szél2	Szél3	Szél4	Szél5	Szél6	Szél7	Szél8	hó	R_hó	daru1	daru2	daru3	daru4	IMPERFEKCIÓK
1	ULS	1,35	1,50	0	0	0	0	0	0	0	0,75	0	1,00	1,00	0	0	1,00
2	ULS	1,35	1,50	0	0	0	0	0	0	0	0,75	0	1,00	0	1,00	0	1,00
3	ULS	1,35	1,50	0	0	0	0	0	0	0	0,75	0	1,00	0	0	1,00	1,00
4	ULS	1,35	1,50	0	0	0	0	0	0	0	0,75	0	0	1,00	1,00	0	1,00
5	ULS	1,35	1,50	0	0	0	0	0	0	0	0,75	0	0	1,00	0	1,00	1,00
6	ULS	1,35	1,50	0	0	0	0	0	0	0	0,75	0	0	0	1,00	1,00	1,00
7	ULS	1,35	1,50	0	0	0	0	0	0	0	0,75	0	1,00	1,00	0	0	1,00
8	ULS	1,35	0	1,50	0	0	0	0	0	0	0,75	0	1,00	0	1,00	0	1,00
9	ULS	1,35	0	1,50	0	0	0	0	0	0	0,75	0	1,00	0	0	1,00	1,00
10	ULS	1,35	0	1,50	0	0	0	0	0	0	0,75	0	0	1,00	1,00	0	1,00
11	ULS	1,35	0	1,50	0	0	0	0	0	0	0,75	0	0	1,00	0	1,00	1,00
12	ULS	1,35	0	1,50	0	0	0	0	0	0	0,75	0	0	0	1,00	1,00	1,00
13	ULS	1,35	0	0	1,50	0	0	0	0	0	0,75	0	1,00	1,00	0	0	1,00
14	ULS	1,35	0	0	1,50	0	0	0	0	0	0,75	0	1,00	0	1,00	0	1,00
15	ULS	1,35	0	0	1,50	0	0	0	0	0	0,75	0	1,00	0	0	1,00	1,00
16	ULS	1,35	0	0	1,50	0	0	0	0	0	0,75	0	0	1,00	1,00	0	1,00
17	ULS	1,35	0	0	1,50	0	0	0	0	0	0,75	0	0	1,00	0	1,00	1,00
18	ULS	1,35	0	0	1,50	0	0	0	0	0	0,75	0	0	0	1,00	1,00	1,00
19	ULS	1,35	0	0	1,50	0	0	0	0	0	0,75	0	1,00	1,00	0	0	1,00
20	ULS	1,35	0	0	0	1,50	0	0	0	0	0,75	0	1,00	0	1,00	0	1,00
21	ULS	1,35	0	0	0	1,50	0	0	0	0	0,75	0	1,00	0	0	1,00	1,00
22	ULS	1,35	0	0	0	1,50	0	0	0	0	0,75	0	0	1,00	1,00	0	1,00
23	ULS	1,35	0	0	0	1,50	0	0	0	0	0,75	0	0	0	1,00	1,00	1,00
24	ULS	1,35	0	0	0	1,50	0	0	0	0	0,75	0	0	0	1,00	1,00	1,00
25	ULS	1,35	0	0	0	1,50	0	0	0	0	0,75	0	1,00	1,00	0	0	1,00
26	ULS	1,35	0	0	0	0	1,50	0	0	0	0,75	0	1,00	0	1,00	0	1,00
27	ULS	1,35	0	0	0	0	1,50	0	0	0	0,75	0	1,00	0	0	1,00	1,00
28	ULS	1,35	0	0	0	0	1,50	0	0	0	0,75	0	0	1,00	1,00	0	1,00
29	ULS	1,35	0	0	0	0	1,50	0	0	0	0,75	0	0	1,00	0	1,00	1,00
30	ULS	1,35	0	0	0	0	1,50	0	0	0	0,75	0	0	0	1,00	1,00	1,00
		1,35	0	0	0	0	1,50	0	0	0	0,75	0	0	0	1,00	1,00	

31	ULS	1.35	0	0	0	0	0	1.50	0	0	0.75	0	1.00	1.00	0	0	1.00
32	ULS	1.35	0	0	0	0	0	1.50	0	0	0.75	0	1.00	0	1.00	0	1.00
33	ULS	1.35	0	0	0	0	0	1.50	0	0	0.75	0	1.00	0	0	1.00	1.00
34	ULS	1.35	0	0	0	0	0	1.50	0	0	0.75	0	0	1.00	1.00	0	1.00
35	ULS	1.35	0	0	0	0	0	1.50	0	0	0.75	0	0	1.00	0	1.00	1.00
36	ULS	1.35	0	0	0	0	0	1.50	0	0	0.75	0	0	0	1.00	1.00	1.00
37	ULS	1.35	0	0	0	0	0	0	1.50	0	0.75	0	1.00	1.00	0	0	1.00
38	ULS	1.35	0	0	0	0	0	0	1.50	0	0.75	0	1.00	0	1.00	0	1.00
39	ULS	1.35	0	0	0	0	0	0	1.50	0	0.75	0	1.00	0	0	1.00	1.00
40	ULS	1.35	0	0	0	0	0	0	1.50	0	0.75	0	0	1.00	1.00	0	1.00
41	ULS	1.35	0	0	0	0	0	0	1.50	0	0.75	0	0	1.00	0	1.00	1.00
42	ULS	1.35	0	0	0	0	0	0	1.50	0	0.75	0	0	0	1.00	1.00	1.00
43	ULS	1.35	0	0	0	0	0	0	0	1.50	0.75	0	1.00	1.00	0	0	1.00
44	ULS	1.35	0	0	0	0	0	0	0	0	1.50	0.75	0	1.00	0	1.00	0
45	ULS	1.35	0	0	0	0	0	0	0	0	1.50	0.75	0	1.00	0	0	1.00
46	ULS	1.35	0	0	0	0	0	0	0	0	1.50	0.75	0	0	1.00	1.00	0
47	ULS	1.35	0	0	0	0	0	0	0	0	1.50	0.75	0	0	1.00	0	1.00
48	ULS	1.35	0	0	0	0	0	0	0	0	1.50	0.75	0	0	0	1.00	1.00
49	ULS	1.35	0	0	0.90	0	0	0	0	0	1.50	0	1.00	1.00	0	0	1.00
50	ULS	1.35	0	0	0.90	0	0	0	0	0	1.50	0	1.00	0	1.00	0	1.00
51	ULS	1.35	0	0	0.90	0	0	0	0	0	1.50	0	1.00	0	0	1.00	1.00
52	ULS	1.35	0	0	0.90	0	0	0	0	0	1.50	0	0	1.00	1.00	0	1.00
53	ULS	1.35	0	0	0.90	0	0	0	0	0	1.50	0	0	1.00	0	1.00	1.00
54	ULS	1.35	0	0	0.90	0	0	0	0	0	1.50	0	0	0	1.00	1.00	1.00
55	ULS	1.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.00	1.00	0.69	0	0	1.00
56	ULS	1.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.00	1.00	0	0.69	0	1.00
57	ULS	1.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.00	1.00	0	0	0.69	1.00
58	ULS	1.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.00	0	1.00	0.69	0	1.00
59	ULS	1.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.00	0	1.00	0	0.69	1.00
60	ULS	1.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.00	0	0	1.00	0.69	1.00
61	SLS	1.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.00	0.69	0	1.00
62	SLS	1.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.00	0.69	0	1.00
63	SLS	1.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.50	0	1.00	0	0.69	1.00
64	SLS	1.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.50	0	0	1.00	0	0.69
65	ULS	1.35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.50	0	1.00	1.00	0	1.00
66	ULS	1.35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.50	0	1.00	0	1.00	1.00
67	ULS	1.35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.50	0	1.00	0	0	1.00
68	ULS	1.35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.50	0	0	1.00	1.00	1.00
69	ULS	1.35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.50	0	0	1.00	0	1.00
70	ULS	1.35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.50	0	0	0	1.00	1.00
71	SLS	1.35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.00	0	0.69
72	SLS	1.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.00
73	SLS	1.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.00	0	0	0	0	1.00

A teherkombinációk közül a három legfontosabb kerül bemutatásra.
Ezek közül mértékadó a keregerenda szempontjából a 177. Teherkombináció.

Egyedi kombinációk teheresetenként

	Név	Típus	acél (önsúly)	burkolat-gépészet (önsúly)	R _{tot} (R _{hó})	daru1 (daru1)	daru2 (daru2)	daru3 (daru3)	daru4 (daru4)	IMP X (IMPERFEKCIÓK)
176	176 Tk	ULS (Rendkívüli)	1.00	1.00	1.00	0.69	0	0	0	1.00
177	177 Tk	ULS (Rendkívüli)	1.00	1.00	1.00	1.00	0	0.69	0	1.00
178	178 Tk	ULS (Rendkívüli)	1.00	1.00	1.00	1.00	0	0	0.69	1.00

Keretoszlop szempontjából a 41. és 160. Teherkombináció

Egyedi kombinációk teheresetenként

	Név	Típus	acél (önsúly)	burkolat-gépészet (önsúly)	0*_tető_max (Szé3)	0*_fal (Szé3)	B_ny (Szé3)	total (hó)	daru2 (daru2)	daru4 (daru4)	IMP X (IMPERFEKCIÓK)
159	159 TL	ULS	1.35	1.35	0.90	0.90	0.90	0	1.00	1.00	1.00
160	160 TL	ULS	1.35	1.35	0.90	0.90	0.90	1.50	1.00	1.00	1.00
161	161 TL	ULS	1.35	1.35	0.90	0.90	0.90	0	0	1.00	1.00

Egyedi kombinációk teheresetenként

	Név	Típus	acél (önsúly)	burkolat-gépészet (önsúly)	0*_tető_max (Szé3)	0*_fal (Szé3)	B_ny (Szé3)	1 (hó)	daru1 (daru1)	daru3 (daru3)	IMP X (IMPERFEKCIÓK)
40	40 TL	ULS	1.35	1.35	1.50	1.50	1.50	0	1.00	0	1.00
41	41 TL	ULS	1.35	1.35	1.50	1.50	1.50	0.75	1.00	1.00	1.00
42	42 TL	ULS	1.35	1.35	1.50	1.50	1.50	0	1.00	1.00	1.00

A merevítőrendszer és a falvázoszlopok méretezéséhez azonos eljárással a szélterhek, a darupálya terhek és az önsúlyterhek vannak figyelembe véve.

5. Mértékadó keretállás vizsgálata

5.1 "A" keretállás

Terhelési sáv szélesség

Gerenda hossza

$$t_{\text{gerenda}} := 3.0 \cdot \text{m}$$

$$L_{\text{gerenda}} := 20 \cdot \text{m}$$

Hóteher

$$P_{S\alpha,Ed} := s \cdot \cos(7^\circ)^2 \cdot t_{\text{gerenda}} \cdot \gamma_d = 4.43 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad P_{S\alpha,k} := s \cdot t_{\text{gerenda}} \cdot \cos(7^\circ)^2 = 2.96 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$P_{S,Ed} := s \cdot t_{\text{gerenda}} \cdot \gamma_d = 4.5 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad P_{S,k} := s \cdot t_{\text{gerenda}} = 3 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$P_{S,Ed,mean} := \frac{P_{S\alpha,Ed} + P_{S,Ed}}{2} = 4.47 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad P_{S,k,mean} := \frac{P_{S\alpha,k} + P_{S,k}}{2} = 2.98 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Rendkívüli hóteher

$$P_{SA\alpha,Ed} := s_A \cdot \cos(7^\circ)^2 \cdot t_{\text{gerenda}} = 5.91 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad P_{SA,Ed} := s_A \cdot t_{\text{gerenda}} = 6 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$P_{SA,Ed,mean} := \frac{P_{SA\alpha,Ed} + P_{SA,Ed}}{2} = 5.96 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Szélteher

Vizsgált eset 90°/1

Keretgerenda szempontjából

F, G zóna alakul ki H zóna részlegesen hat

$$w_{e.F.max} := -1.37 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$w_{e.G.max} := -1.15 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$w_{e.H.max} := -0.6 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

F zóna adatai

G zóna adatai

H zóna adatai

$$t_F := 2.7 \cdot \text{m}$$

$$t_G := 2.7 \cdot \text{m}$$

$$t_H := 0.3 \cdot \text{m}$$

$$l_F := 6.7 \text{ m}$$

$$l_G := L_{\text{gerenda}} - l_F = 13.3 \text{ m}$$

$$l_H := L_{\text{gerenda}} = 20 \text{ m}$$

$$P_{wFk} := t_F w_{e.F.max} = -3.70 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$P_{wGk} := t_G w_{e.G.max} = -3.11 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$P_{wHk} := t_H w_{e.H.max} = -0.18 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$\text{G H zóna összegzett } \Sigma P_{wFHk} := P_{wFk} + P_{wHk} = -3.88 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$\text{F H zóna összegzett } \Sigma P_{wGHk} := P_{wGk} + P_{wHk} = -3.29 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Vizsgált eset 90°/2

Csak I zóna alakul ki

$$w_{e.I.min} := -0.51 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

I zóna adatai

$$t_I := 3.0 \cdot \text{m}$$

$$l_I := L_{\text{gerenda}} = 20 \text{ m}$$

$$P_{wIk} := t_I w_{e.I.min} = -1.53 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Vizsgált eset 0°/min

F, H, I, J zóna alakul ki

$$w_{e.F.min} := -1.21 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad w_{e.H.min} := -0.48 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad w_{e.I.min} := -0.5 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad w_{e.J.min} := -0.39 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

F zóna szélessége

H zóna szélessége

$$t_F := 3 \cdot \text{m}$$

$$t_H := 3 \cdot \text{m}$$

$$l_F := 2.7 \text{ m}$$

$$l_H := L_{\text{gerenda}} - l_F = 17.3 \text{ m}$$

2015. június

Szerző:
Kovács Attila

I zóna szélessége J zóna szélessége

$$t_I := 3 \cdot m$$

$$t_J := 3 \cdot m$$

$$l_I := 3 \cdot m$$

$$l_J := L_{\text{gerenda}} - l_I = 17 \cdot m$$

$$P_{wFk} := t_F w_{e,F,\min} = -3.63 \cdot \frac{kN}{m}$$

$$P_{wIk} := t_I w_{e,I,\min} = -1.50 \cdot \frac{kN}{m}$$

$$P_{wHk} := t_H w_{e,H,\min} = -1.44 \cdot \frac{kN}{m}$$

$$P_{wJk} := t_J w_{e,J,\min} = -1.17 \cdot \frac{kN}{m}$$

Vizsgált eset $0^\circ/\max$

F, H, I, J zóna alakul ki

$$w_{e,F,\max} := 0.04 \cdot \frac{kN}{m^2}$$

$$w_{e,H,\max} := 0.04 \cdot \frac{kN}{m^2}$$

$$w_{e,I,\max} := -0.43 \cdot \frac{kN}{m^2}$$

$$w_{e,J,\max} := -0.43 \cdot \frac{kN}{m^2}$$

F zóna adatai

H zóna adatai

$$t_F := 3 \cdot m$$

$$t_H := 3 \cdot m$$

$$l_F := 2.7 \cdot m$$

$$l_H := L_{\text{gerenda}} - l_F = 17.3 \cdot m$$

I zóna szélessége

J zóna szélessége

$$t_I := 3 \cdot m$$

$$t_J := 3 \cdot m$$

$$l_I := 2.7 \cdot m$$

$$l_J := L_{\text{gerenda}} - l_I = 17.3 \cdot m$$

$$P_{wFk} := t_F w_{e,F,\max} = 0.12 \cdot \frac{kN}{m}$$

$$P_{wIk} := t_I w_{e,I,\max} = -1.29 \cdot \frac{kN}{m}$$

$$P_{wHk} := t_H w_{e,H,\max} = 0.12 \cdot \frac{kN}{m}$$

$$P_{wJk} := t_J w_{e,J,\max} = -1.29 \cdot \frac{kN}{m}$$

Keretoszlop (fal szélteherből)

Keretállással párhuzamos szélhatás

Vizsgált eset 0°

Széltámadta oldal

$$w_{e,D,\max} := 0.63 \cdot \frac{kN}{m^2}$$

D zóna adatai

$$t_D := 3 \cdot m$$

$$l_D := 10.54 \cdot m$$

2015. június

Szerző:
Kovács Attila

$$P_{wDk} := t_D w_{e.D.max} = 1.89 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Ellenoldal

$$w_{e.E.max} := 0.29 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

E zóna adatai

$$t_E := 3 \cdot \text{m}$$

$$l_E := 10.54 \text{m}$$

$$P_{wEk} := t_E w_{e.E.max} = 0.87 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Vizsgált eset 90°/1

$$w_{e.A.max} := -1.06 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

A zóna adatai

$$t_A := 3 \cdot \text{m}$$

$$P_{wAk} := t_A w_{e.A.max} = -3.18 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Vizsgált eset 90°/2

$$w_{e.C.max} := -0.44 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

C zóna adatai

$$t_C := 3 \cdot \text{m}$$

$$P_{wCk} := t_C w_{e.C.max} = -1.32 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Keretállásra merőleges szélhatás (falvázoszlopok távolsága 5 m)

Vizsgált eset 0°

A.1 oszlopa

$$w_{e.A} := -1.06 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

A zóna szélessége

$$t_A := 2.5 \cdot \text{m}$$

A.5 oszlopa

$$w_{e.B} := -0.71 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

A zóna szélessége

$$t_B := 5 \cdot \text{m}$$

A.9 oszlopa

$$w_{e.C} := -0.44 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

A zóna szélessége

$$t_C := 2.5 \cdot \text{m}$$

$$P_{wAk} := t_A w_{e,A} = -2.65 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad P_{wBk} := t_B w_{e,B} = -3.55 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad P_{wCk} := t_C w_{e,C} = -1.10 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Vizsgált eset 90°/1

A.1 -A.9 oszlopra

$$w_{e,D} := -0.62 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

D zóna tegersávja

$$t_D := 2.5 \cdot \text{m}$$

$$P_{wDk} := t_D w_{e,D} = -1.55 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

A.5 oszlopra

$$w_{e,D} := -0.62 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

D zóna tegersávja

$$t_D := 5 \cdot \text{m}$$

$$P_{wDk} := t_D w_{e,D} = -3.10 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Vizsgált eset 90°/2

A.1 -A.9 oszlopra

$$w_{e,E} := -0.27 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

A zóna szélessége

$$t_E := 2.5 \cdot \text{m}$$

$$P_{wEk} := t_E w_{e,E} = -0.68 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

A.5 oszlopra

$$w_{e,E} := -0.27 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

A zóna szélessége

$$t_E := 5 \cdot \text{m}$$

$$P_{wEk} := t_E w_{e,E} = -1.35 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Vizsgált eset belső szélnyomás
tehersáv $t_B := 3 \cdot \text{m}$

Vizsgált eset belső szélszívás

$$w_{e,belső,max} := q_{p,z} \cdot c_{pi,max} = 0.177 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$w_{e,belső,min} := q_{p,z} \cdot c_{pi,min} = -0.266 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$P_{w,belső,max,k} := t_B w_{e,belső,max} = 0.53 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$P_{w,belső,min,k} := t_B w_{e,belső,min} = -0.80 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Daruteher



Támaszhatások a nagyobb terhelésű darupályatartóra.



Támaszhatások a kisebb terhelésű darupályatartóra.

Vízszintes irányú támaszhatások megegyeznek, a tartóra ható vízszintes daruterhek értékével.

A darupálya tartóra adódó terheket lásd: "Darupálya tartó méretezése fejezetben".

5.2 "B" keretállás

Terhelési sáv szélesség

$$t_{gerenda} := 6.0 \cdot \text{m}$$

Hóteher

$$P_{S\alpha.Ed} := s \cdot \cos(7^\circ)^2 \cdot t_{gerenda} \cdot \gamma_d = 8.87 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad P_{S\alpha.k} := s \cdot t_{gerenda} \cdot \cos(7^\circ)^2 = 5.91 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$P_{S.Ed} := s \cdot t_{gerenda} \cdot \gamma_d = 9.00 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad P_{S.k} := s \cdot t_{gerenda} = 6.00 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$P_{S.Ed.mean} := \frac{P_{S\alpha.Ed} + P_{S.Ed}}{2} = 8.93 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad P_{S.k.mean} := \frac{P_{S\alpha.k} + P_{S.k}}{2} = 5.96 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Rendkívüli hóteher

$$P_{SA\alpha.Ed} := s_A \cdot \cos(7^\circ)^2 \cdot t_{gerenda} = 11.82 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$P_{SA.Ed} := s_A \cdot t_{gerenda} = 12.00 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$P_{SA.Ed.mean} := \frac{P_{SA\alpha.Ed} + P_{SA.Ed}}{2} = 11.91 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Szélteher

Keretgerenda szempontjából

Vizsgált eset 90°/1

csak H zóna alakul ki

$$w_{e.H.max} := -0.6 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

H zóna szélessége

$$t_H := t_{gerenda} = 6 \text{ m}$$

$$l_H := L_{gerenda} = 20 \text{ m}$$

$$P_{wHk} := t_H w_{e.H.max} = -3.60 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Vizsgált eset 90°/2

Csak I zóna alakul ki

$$w_{e.I.min} := -0.51 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

I zóna szélessége

$$t_I := t_{gerenda} = 6 \text{ m}$$

$$l_I := L_{gerenda} = 20 \text{ m}$$

2015. június

Szerző:
Kovács Attila

$$P_{wIk} := t_I w_{e.I.min} = -3.06 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Vizsgált eset 0°/min

F, G, H, I, J zóna alakul ki

$$w_{e.F.min} := -1.21 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad w_{e.G.min} := -0.99 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad w_{e.H.min} := -0.48 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$w_{e.I.min} := -0.5 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad w_{e.J.min} := -0.39 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

F zóna adatai

G zóna adatai

H zóna adatai

$$t_F := 6.75 \cdot \text{m} - 3\text{m} = 3.75 \text{ m}$$

$$t_G := t_{gerenda} - t_F = 2.25 \text{ m}$$

$$t_H := t_{gerenda} = 6 \text{ m}$$

$$l_F := 2.7 \text{ m}$$

$$l_G := 2.7 \text{ m}$$

$$l_H := L_{gerenda} - l_G = 17.3 \text{ m}$$

J zóna adatai

I zóna adatai

$$t_J := t_{gerenda} = 6 \text{ m}$$

$$t_I := t_{gerenda} = 6 \text{ m}$$

$$l_J := l_G = 2.7 \text{ m}$$

$$l_I := L_{gerenda} - l_J = 17.3 \text{ m}$$

$$P_{wFk} := t_F w_{e.F.min} = -4.54 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad P_{wGk} := t_G w_{e.G.min} = -2.23 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$P_{wHk} := t_H w_{e.H.min} = -2.88 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad P_{wIk} := t_I w_{e.I.min} = -3.00 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$P_{wJk} := t_J w_{e.J.min} = -2.34 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$\text{F G zóna összegzett } \Sigma P_{wFGk} := P_{wFk} + P_{wGk} = -6.76 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Vizsgált eset 0°/max

F, G, H, I, J zóna alakul ki

$$w_{e.F.max} := 0.04 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad w_{e.G.max} := 0.04 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad w_{e.H.max} := 0.04 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$w_{e.I.max} := -0.43 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad w_{e.J.max} := -0.43 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

F zóna adatai

G zóna adatai

H zóna adatai

$$t_F := 6.75 \cdot \text{m} - 3\text{m} = 3.75 \text{ m}$$

$$t_G := t_{gerenda} - t_F = 2.25 \text{ m}$$

$$t_H := t_{gerenda} = 6 \text{ m}$$

$$l_F := 2.7 \text{ m}$$

$$l_G := 2.7 \text{ m}$$

$$l_H := L_{\text{gerenda}} - l_G = 17.3 \text{ m}$$

I zóna adatai

J zóna adatai

$$t_I := t_{\text{gerenda}} = 6 \text{ m}$$

$$t_J := t_{\text{gerenda}} = 6 \text{ m}$$

$$l_I := L_{\text{gerenda}} - l_G = 17.3 \text{ m} \quad l_J := L_{\text{gerenda}} - l_I = 2.7 \text{ m}$$

$$P_{wFk} := t_F w_{e.F.\max} = 0.15 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad P_{wGk} := t_G w_{e.G.\max} = 0.09 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$P_{wHk} := t_H w_{e.H.\max} = 0.24 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad P_{wIk} := t_I w_{e.I.\max} = -2.58 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$P_{wJk} := t_J w_{e.J.\max} = -2.58 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$F \text{ G zóna összegzett } \Sigma P_{wFGk} := P_{wFk} + P_{wGk} = 0.24 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Keretszlop (fal szélteherből)

Keretállással párhuzamos szélhatás

Vizsgált eset 0°

Szélátadta oldal

$$w_{e.D.\max} := 0.63 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

D zóna adatai

$$t_D := t_{\text{gerenda}} = 6 \text{ m}$$

$$P_{wDk} := t_D w_{e.D.\max} = 3.78 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Ellenoldal

$$w_{e.E.\max} := 0.29 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

E zóna adatai

$$t_E := t_{\text{gerenda}} = 6 \text{ m}$$

$$P_{wEk} := t_E w_{e.E.\max} = 1.74 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Vizsgált eset $90^\circ/1$

$$w_{e.A.max} := -1.06 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \quad w_{e.B.max} := -0.71 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

D zóna adatai

$$t_A := 5.4 \cdot \text{m} - 3 \cdot \text{m} = 2.4 \text{ m} \quad t_B := t_{\text{gerenda}} - t_A = 3.6 \text{ m}$$

$$P_{wAk} := t_A w_{e.A.max} = -2.54 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$P_{wBk} := t_B w_{e.B.max} = -2.56 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$P_{wk} := P_{wAk} + P_{wBk} = -5.10 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Vizsgált eset 90°/2

$$w_{e.C.max} := -0.44 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

C zóna adatai

$$t_C := t_{\text{gerenda}} = 6 \text{ m}$$

$$P_{wCk} := t_C w_{e.C.max} = -2.64 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Vizsgált eset belső szélnyomás

Vizsgált eset belső szélszívás

terhelési sáv szélesség $t_B := t_{\text{gerenda}} = 6 \text{ m}$

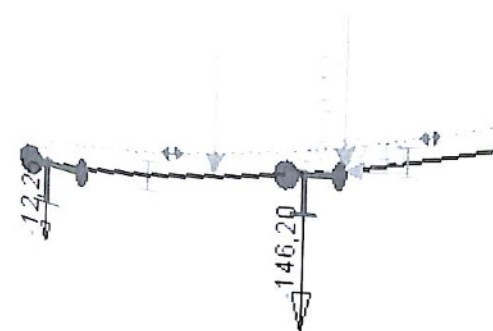
$$w_{e.belső.max} := q_{p,z} \cdot c_{pi,max} = 0.177 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$w_{e.belső.min} := q_{p,z} \cdot c_{pi,min} = -0.266 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

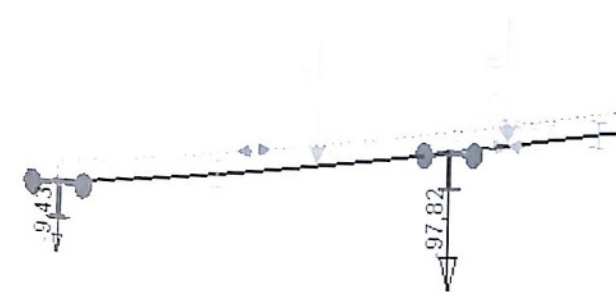
$$P_{w.belső.max.k} := t_B w_{e.belső.max} = 1.06 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$P_{w.belső.min.k} := t_B w_{e.belső.min} = -1.60 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Daruteher



Támaszhatások a nagyobb
terhelésű darupályatartóra.



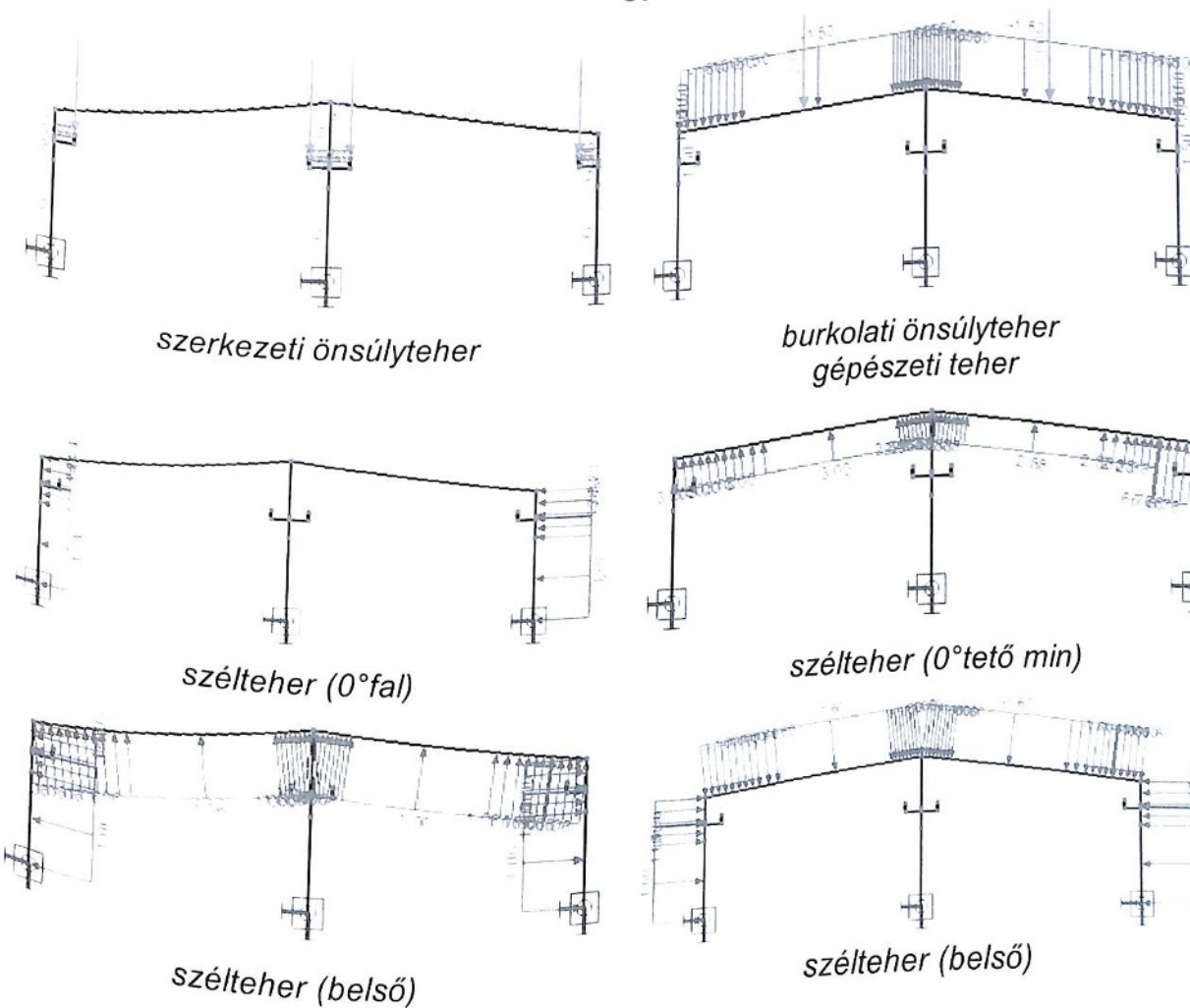
Támaszhatások a kisebb terhelésű darupályatartóra.

Vízszintes irányú támaszhatások megegyeznek, a tartóra ható vízszintes daruterhek értékével.

A darupálya tartóradódó terheket lásd: "Darupálya tartó méretezése" fejezetben.

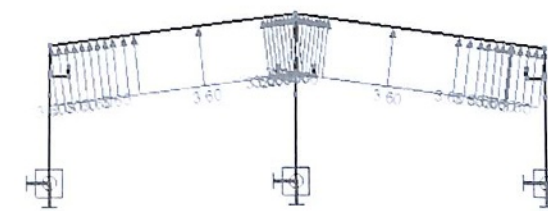
5.3 Terhek összefoglalása (ábrák)

Az ábrák a mértékadó "B" keretállás egyedi terheit mutatják.

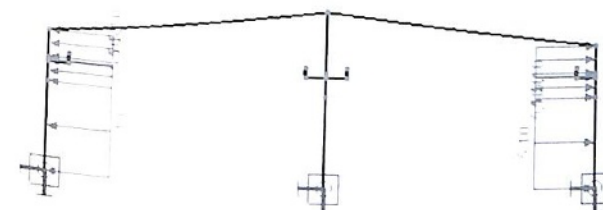




szélteher (0°tető max)



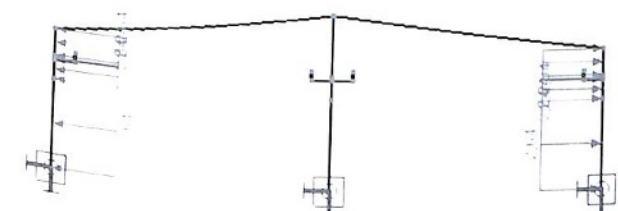
szélteher (90°tető1)



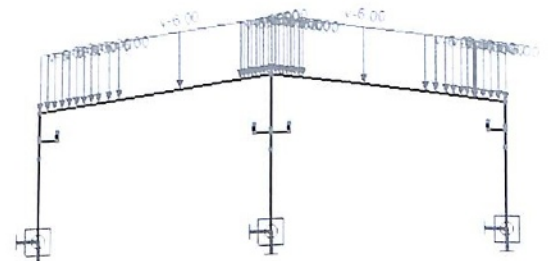
szélteher (90°fal1)



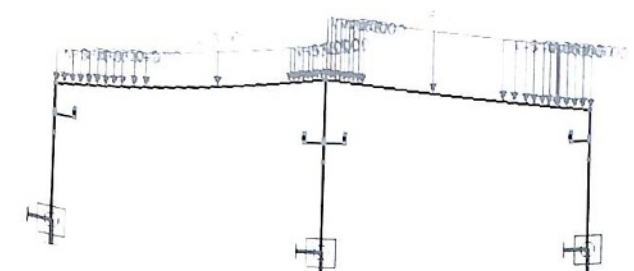
szélteher (90°tető2)



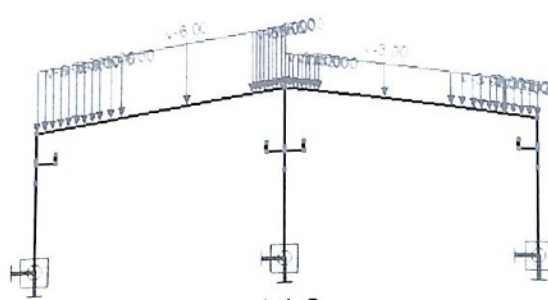
szélteher (90°fal2)



hó totál



hó 1

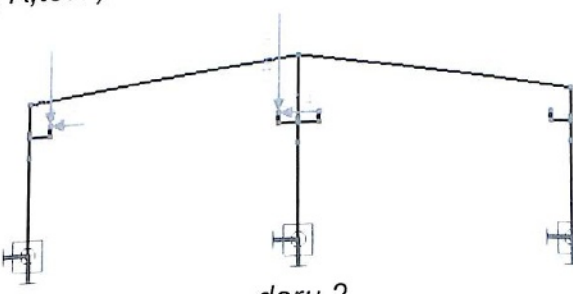


hó 2

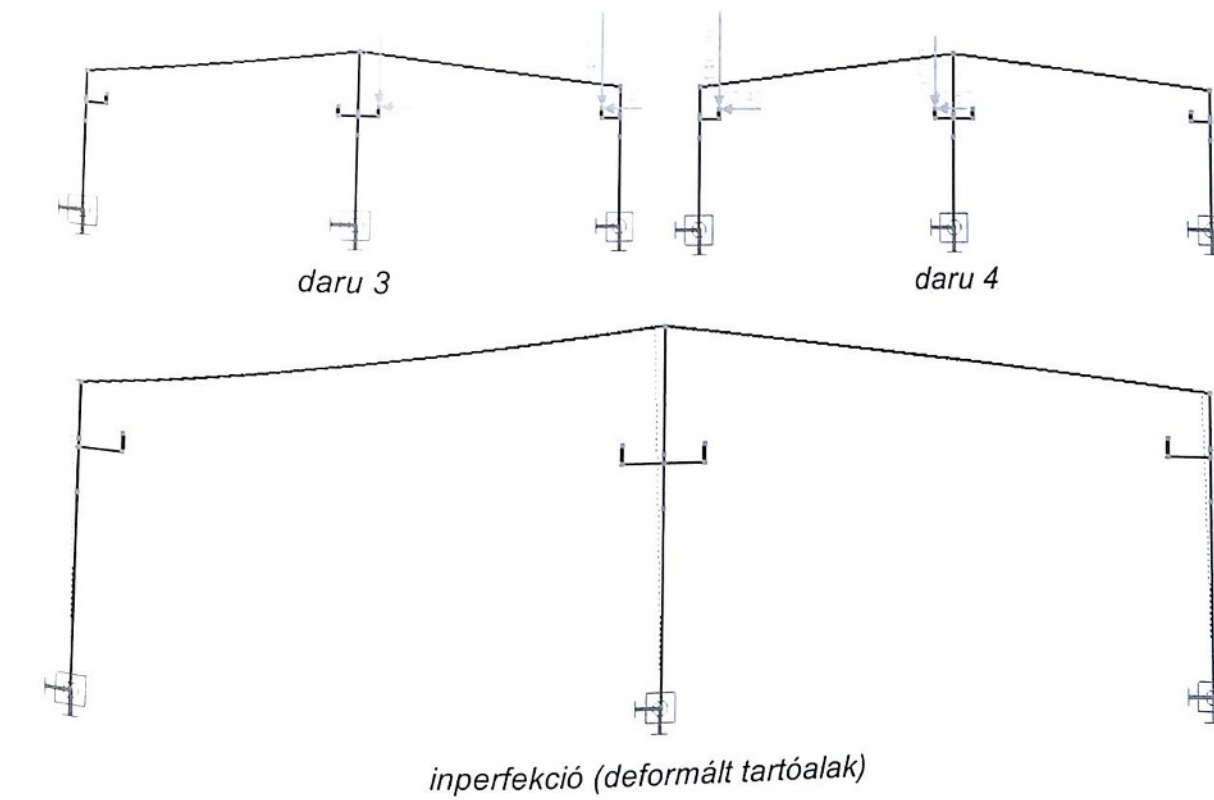
A rendkívüli hóterhek azonos elrendezésekkel kétszeres értékkel
szerepelnek
(R1, R2, R,totál)



daru 1

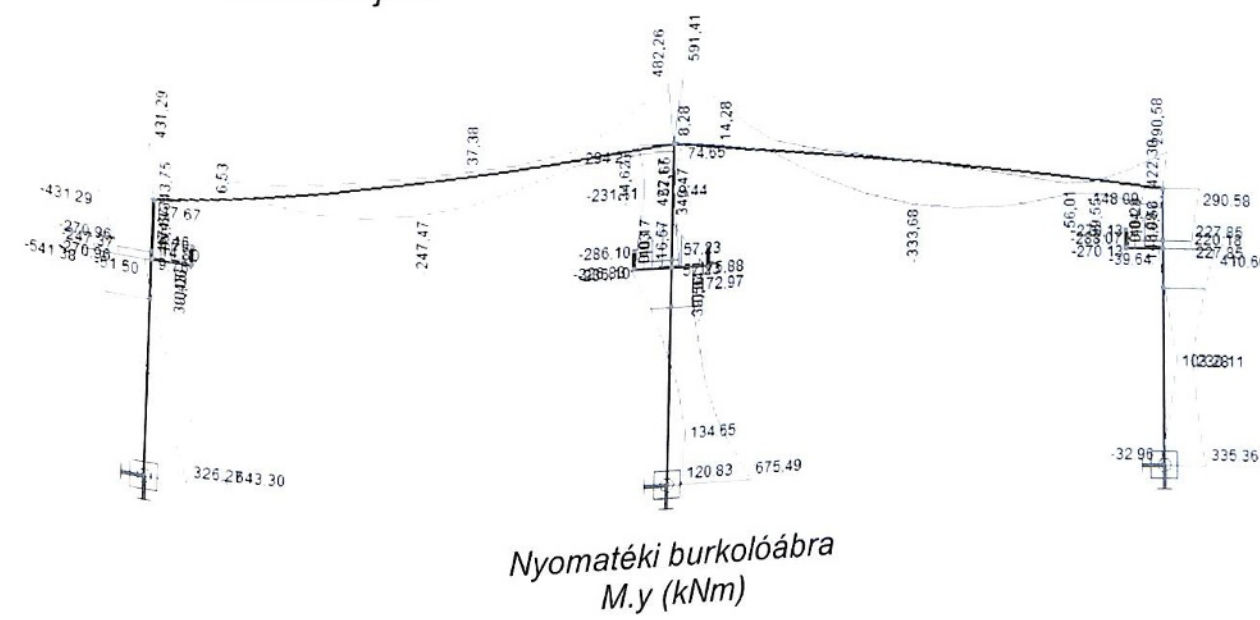


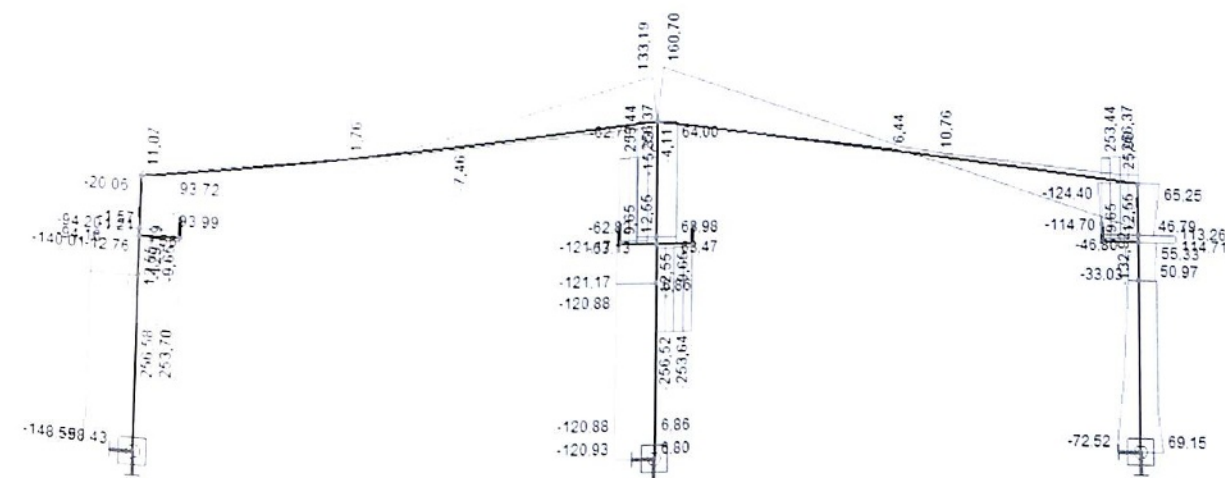
daru 2



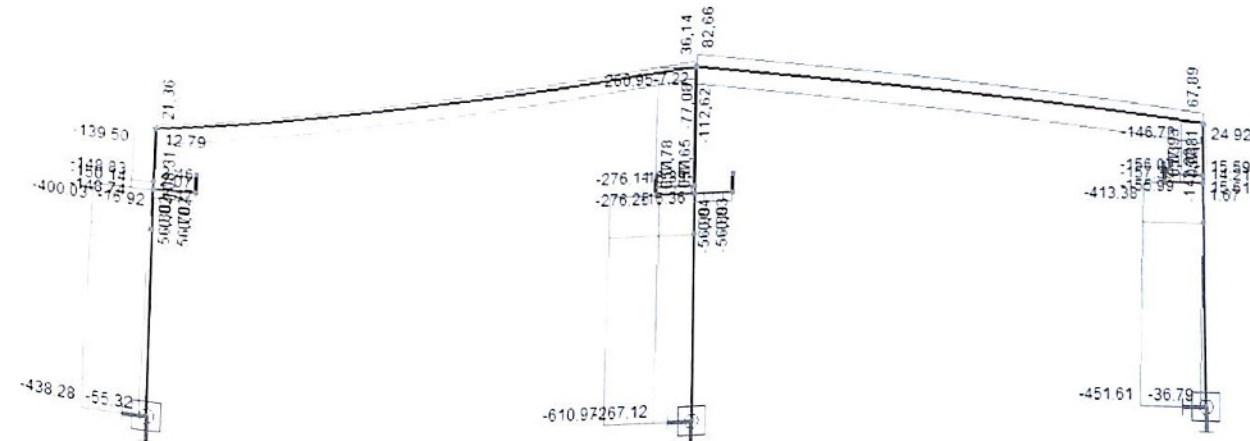
5.4 Igénybevételek burkolóábrái

A mértékadó keretállás a "B" keretállás. A burkolóábrák ennek a keretállásnak az igénybevételeit mutatják.





Nyíróerő burkolóábra
V.y (kN)



Normálerő burkolóábra
N.x (kN)

6. Acél szerkezeti elemek méretezése

6.1 Burkolati panelek méretezése

6.1.1 Tetőpanel

Állandó teher

Hóteher

Rendkívüli tető hóteher

$$\text{bitumenes lemez} := 0.1 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$s := 1.0 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$s_A := 2.0 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Szélteher

hóteherrel együtt működtetett szélterhek

legnagyobb külső szélnyomás

belső szélteher szélszívás

$$w_{e.F.max} := 0.04 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$w_{e.belső.min} := 0.266 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

hóteherrel külön működtetett szélterhek

legnagyobb külső szélszívás

belső szélteher szélnyomás

$$w_{e.F.min} := 1.37 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$w_{e.belső.max} := 0.177 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Teherkombinációk teherbírasi határállapotban:

A kombinációkba az önsúlyterhet nem kell belevenni.

$$ULS_{nyomás} := \text{bitumenes lemez} \cdot \gamma_G + s \cdot \gamma_d + (w_{e.F.max} + w_{e.belső.min}) \cdot \gamma_d \cdot \psi_{w0} = 1.91 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$ULS_{Rendkívüli.nyomás} := \text{bitumenes lemez} + s_A + (w_{e.F.max} + w_{e.belső.min}) \cdot \psi_{w1} = 2.161 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$ULS_{húzás} := (w_{e.F.min} + w_{e.belső.max}) \cdot \gamma_d = 2.321 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

A kombinációk alapján KS1000 XD 0.7mm külső/0.9mm belső acéllal rendelkező panel 6.0 m támaszközön két és három támaszú kivitelben is megfelel! A keretgerenda övszélessége 212mm, tehát a minimális felfekvési szakaszok biztosíthatók.

TEHERBÍRÁSI TÁBLÁZATOK KS1000 XD 0,7 MM KÜLSŐ / 0,9 MM BELSŐ ACÉL

Támaszok közötti távolság (m)	Támaszok közötti távolság (m)	Támaszok közötti távolság (m)	Állapot: Rendkívüli (2-es és 3-as támaszú kivitel) (kN/m²)							
			4.00	4.50	5.00	5.50	6.00	6.50	7.00	7.50
	KS1000	nyomás	3.82	3.12	2.65	2.15	1.70	1.35	1.05	0.80
		húzás	4.52	3.77	3.16	2.56	2.12	1.78	1.52	1.28
		s _{max} (mm)	76	70	68	60	55	49	41	40
	KS1000	nyomás	4.15	3.45	2.81	2.47	2.01	1.63	1.31	1.02
		húzás	5.06	4.26	3.61	2.95	2.46	2.07	1.77	1.53
		s _{max} (mm)	82	77	73	68	63	56	44	43
	KS1000	nyomás	3.82	3.12	2.61	2.22	1.90	1.62	1.40	1.20
		húzás	4.52	3.77	3.19	2.75	2.40	2.11	1.87	1.68
		s _{max} (mm)	76	70	66	62	59	56	52	49
	KS1000	nyomás	4.03	3.44	2.89	2.47	2.02	1.71	1.47	1.27
		húzás	5.06	4.26	3.65	3.16	2.76	2.44	2.18	1.95
		s _{max} (mm)	80	77	73	69	63	58	55	52

A tetőpanel statikai váza 2 illetve 3 támaszú tartókból áll, sakktabla elhelyezése esetén.

6.1.2 Falpanel

Állandó teher

Vízszintes irányú állandó teher nincs a falpanelen.

Szélteher

szélnyomások

legnagyobb külső szélszívás $w_{e,A} := 1.06 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$

belső szélteher: nyomás $w_{e,belső.nyomás} := 0.177 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$

szélszívások

legnagyobb külső szélnyomás $w_{e,D} := 0.63 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$

belső szélteher: szélzívás $w_{e,belső.szívás} := 0.266 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$

Teherkombinációk teherbírási határállapotban

$U_{LS_{nyomás}} := (w_{e,A} + w_{e,belső.nyomás}) \cdot \gamma_d = 1.86 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$

$U_{LS_{szívás}} := (w_{e,D} + w_{e,belső.szívás}) \cdot \gamma_d = 1.34 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$

A méretezési táblázat alapján 2.0 kN/m² teherértéssel 5.98 m fesztáv
biztosítható, tehát 1.86 kN/m² teherérték esete 6.0 m fesztávolsággal
megfelel, hiszen a panel fesztávja a keretállások tengelytávolságánál (6.0m)
kisebb!

KS1150 TF

Wallpanel KS1150 TF 200 E/I 0.6 / 0.4 – according to EN 14509



System	Colour group	characteristic downwards load, e.g. wind pressure [kN/m²]																			
		0.25	0.50	0.75	1.00	1.25	1.50	1.75	2.00	2.25	2.50	2.75	3.00	3.25	3.50	3.75	4.00	4.25	4.50	4.75	5.00
Single Span	I, II, III (f)	40	51	63	73	81	89	96	103	109	115	120	126	131	136	141	145	150	154	158	162
		16.51	11.95	9.76	8.45	7.56	6.90	6.39	5.99	5.64	5.35	5.10	4.88	4.69	4.52	4.37	4.23	4.10	3.98	3.88	3.78
Double Span	I (f)	40	40	49	59	68	77	84	90	99	105	112	119	126	131	137	143	149	154	158	162
		60	77	99	119	137	153	168	183	198	211	224	238	250	262	274	287	299	309	317	325
		11.77	8.91	7.65	6.90	6.37	5.94	5.60	5.33	5.10	4.91	4.75	4.60	4.48	4.36	4.26	4.17	4.08	3.98	3.88	3.78
	II (f)	40	40	49	59	68	77	84	90	99	105	112	119	126	131	137	143	149	154	158	162
		60	77	99	119	137	153	168	183	198	211	224	238	250	262	274	287	299	309	317	325
		11.77	8.91	7.65	6.90	6.37	5.94	5.60	5.33	5.10	4.91	4.75	4.60	4.48	4.36	4.26	4.17	4.08	3.98	3.88	3.78
Multi Span	III (f)	40	40	49	59	68	77	84	90	99	105	112	119	126	131	137	143	149	154	158	162
		60	77	99	119	137	153	168	183	198	211	224	238	250	262	274	287	299	309	317	325
		11.77	8.91	7.65	6.90	6.37	5.94	5.60	5.33	5.10	4.91	4.75	4.60	4.48	4.36	4.26	4.17	4.08	3.98	3.88	3.78
	I (f)	40	45	55	66	74	82	89	96	103	109	115	121	127	133	138	144	149	154	158	162
		60	81	113	132	148	164	179	192	206	219	231	242	254	265	276	287	299	309	317	325
		14.81	10.59	8.74	7.64	6.90	6.35	5.93	5.59	5.32	5.08	4.88	4.70	4.55	4.41	4.29	4.18	4.08	3.98	3.88	3.78
II (f)	40	40	49	59	68	74	82	89	96	103	109	115	121	127	133	138	144	149	154	158	162
	60	81	113	132	148	164	179	192	206	219	231	242	254	265	276	287	299	309	317	325	
	14.81	10.59	8.74	7.64	6.90	6.35	5.93	5.59	5.32	5.08	4.88	4.70	4.55	4.41	4.29	4.18	4.08	3.98	3.88	3.78	
III (f)	40	45	55	66	74	82	89	96	103	109	115	121	127	133	138	144	149	154	158	162	
	60	81	113	132	148	164	179	192	206	219	231	242	254	265	276	287	299	309	317	325	
	14.81	10.59	8.74	7.64	6.90	6.35	5.93	5.59	5.32	5.08	4.88	4.70	4.55	4.41	4.29	4.18	4.08	3.98	3.88	3.78	

A falpanel statikai váza 2 illetve 3 támaszú tartók, sakktábla elhelyezése esetén.

2015. június

Szerző:
Kovács Attila

6.2 Mértékadó keretgerenda méretezése

Az igénybevételek AxisVM12 programban, másodrendű számítás alapján lettek számítva.

Szerkezeti acél: S235

$$f_y := 235 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad f_u := 360 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad E := 210 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{mm}^2} \quad G := 81 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{mm}^2}$$

$$\eta := 1.2 \quad \lambda_E := 93.9 \quad \beta_w := 0.8 \quad \epsilon := 1 \quad \beta := 1.0$$

gerenda teljes vetületi hossz $L := 20.00\text{m}$

egy gerenda hossza $L' := 20.15\text{m}$

nyírási merevítések távolsága $a := 20.00\text{m}$

tetőpanel lecsavarozásainak távolsága $L_3 := 300\text{mm}$

Gerenda: IPEo 550

Keresztmetszet gyengítése az övön a falpanel furatai miatt (futart: $\phi 6\text{mm}$)

gerenda szelvénymagassága $h := 556\text{mm}$

öv vastagsága $t_f := 20.2\text{mm}$

gerinc vastagsága $t_w := 12.7\text{mm}$

keresztmetszeti terület $A := 154.24\text{cm}^2$

nyírási keresztmetszet $A_{vz.} := 82.69\text{cm}^2$

öv szélesség $b_f := 212\text{mm}$

lekerekítési sugár $r := 24\text{mm}$

keresztmetszeti modulus $W_{pl.z} := 474.2\text{cm}^3$

keresztmetszeti modulus $W_{pl.y} := 3226.1\text{cm}^3$

geinc tiszta magassága $h_w := h - 2 \cdot t_f - 2 \cdot r = 467.6\text{mm}$

$$I_y := 78505.5\text{cm}^4 \quad I_t := 129.1\text{cm}^4 \quad I_{y.g} := I_y \quad I_{t.g} := I_t$$

$$I_z := 3216.6\text{cm}^4 \quad I_w := 403278\text{cm}^6 \quad I_{z.g} := I_z \quad I_{w.g} := I_w$$

keresztmetszeti osztály S235 anyagminőség esetén:

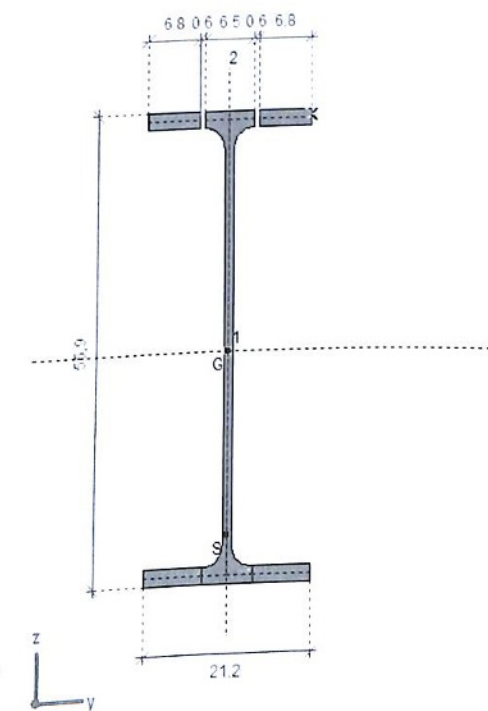
hajlításra
tiszta nyomásra

1. osztály -> képlékenyen méretezhető
2. osztály -> képlékenyen méretezhető

Gerenda mértékadó igénybevételei:

2015. június

Szerző:
Kovács Attila



Tk.177 legnagyobb nyomaték

$$M_{Mmax.Ed} := 599.06 \cdot \text{kN} \cdot \text{m} \quad N_{Mmax.Ed} := 85.06 \cdot \text{kN} \quad V_{Mmax.Ed} := 162.17 \cdot \text{kN}$$

Tk. 151 legnagyobb normálerő

$$N_{Nmax.Ed} := 142.32 \cdot \text{kN} \quad V_{Nmax.Ed} := 126.97 \cdot \text{kN} \quad M_{Nmax.Ed} := 251.52 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

Tk.181 legnagyobb nyíróerő

$$V_{Vmax.Ed} := 162.12 \cdot \text{kN} \quad M_{Vmax.Ed} := 598.65 \cdot \text{kN} \cdot \text{m} \quad N_{Vmax.Ed} := 67.75 \cdot \text{kN}$$

Gerenda kihajlási határereje:

y tengely körül, x - z síkban

$$\nu := 0.5$$

$$L_{cr,y} := \nu \cdot L = 10000 \cdot \text{mm}$$

$$N_{cr} := \frac{E \cdot I_y \cdot \pi^2}{L_{cr,y}^2} = 16271.18 \cdot \text{kN}$$

$$N_{pl.Rk} := A \cdot f_y = 3624.64 \cdot \text{kN}$$

$$\chi_y := \sqrt{\frac{N_{pl.Rk}}{N_{cr}}} = 0.47$$

$$\text{Kihajlási görbe} \quad \frac{h}{b_f} = 2.623$$

$$t_f < 40 \cdot \text{mm}$$

"a" kihajlási görde

$$\chi_y := 0.9332$$

$$N_{b,y.Rd} := \chi_y \cdot \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M1}} = 3382.51 \cdot \text{kN}$$

z tengely körül x - y síkban

$$\nu := 1 \quad L_x := 0.25 \cdot L = 5 \cdot \text{m}$$

$$L_{cr,z} := \nu \cdot L_x = 5000 \cdot \text{mm}$$

$$N_{cr,z} := \frac{E \cdot I_z \cdot \pi^2}{L_{cr,z}^2} = 2666.71 \cdot \text{kN}$$

$$N_{pl.Rk} := A \cdot f_y = 3624.64 \cdot \text{kN}$$

A "z" tengely körüli kihajlás kiindulási hosszát a tetőpanel 30 cm-enkénti lecsavarozása miatt (tehát relatív foytonos megtámasztása miatt) a gerendahossz 25%-ára veszem (L.x).

$$\chi_z := \sqrt{\frac{N_{pl.Rk}}{N_{cr.z}}} = 1.17$$

Kihajlási görbe

$$t_f < 40 \cdot \text{mm}$$

"b" kihajlási görbe

$$\chi_z := 0.4920$$

$$N_{b.z.Rd} := \chi_z \cdot \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M1}} = 1783.32 \cdot \text{kN}$$

Határerő

$$N_{pl.Rd} := \min(N_{b.y.Rd}, N_{b.z.Rd}) = 1783.3 \cdot \text{kN}$$

$$\eta := \frac{N_{Nmax.Ed}}{N_{pl.Rd}} = 7.98 \cdot \%$$

$$A_{\text{keresztmetszet}} := \begin{cases} \text{"MEGFELEL!"} & \text{if } \eta \leq 100\% \\ \text{"NEM_FELEL_MEG!"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$A_{\text{keresztmetszet}} = \text{"MEGFELEL!"}$$

Gerend határnyomatéka keretsíkban

$$M_{pl.y.Rd} := \frac{W_{pl.y} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = 758.13 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

$$\eta := \frac{M_{Mmax.Ed}}{M_{pl.y.Rd}} = 79.02 \cdot \%$$

$$A_{\text{keresztmetszet}} := \begin{cases} \text{"MEGFELEL!"} & \text{if } \eta \leq 100\% \\ \text{"NEM_FELEL_MEG!"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$A_{\text{keresztmetszet}} = \text{"MEGFELEL!"}$$

Gerenda nyírási határereje keretsíkban

$$V_{pl.z.Rd} := \frac{A_{vz} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = 1943.21 \cdot \text{kN}$$

$$\eta := \frac{V_{Vmax.Ed}}{V_{pl.z.Rd}} = 8.34 \cdot \%$$

$$A_{\text{keresztmetszet}} := \begin{cases} \text{"MEGFELEL!"} & \text{if } \eta \leq 100\% \\ \text{"NEM_FELEL_MEG!"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$A_{\text{keresztmetszet}} = \text{"MEGFELEL!"}$$

2015. június

Szerző:
Kovács Attila

Interakciók vizsgálata

Hajlítás és nyírás kölcsönhatása legnagyobb nyíróerőnél keretsíkban

$$V_{Vmax.Ed} = 162.12 \cdot kN \quad M_{Vmax.Ed} = 598.65 \cdot m \cdot kN$$

$$V_{Vmax.Ed} < \frac{1}{2} V_{pl.z.Rd}$$

$$A_vizsgalat := \begin{cases} "NEM_SZÜKSÉGES!" & \text{if } V_{Vmax.Ed} < \frac{1}{2} V_{pl.z.Rd} \\ "SZÜKSÉGES!" & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$A_vizsgalat = "NEM_SZÜKSÉGES!"$$

Hajlítás és nyírás kölcsönhatása legnagyobb nyomatéknál keretsíkban

$$V_{Mmax.Ed} = 162.17 \cdot kN \quad M_{Mmax.Ed} = 599.06 \cdot m \cdot kN$$

$$V_{Mmax.Ed} < \frac{1}{2} V_{pl.z.Rd}$$

$$A_vizsgalat := \begin{cases} "NEM_SZÜKSÉGES!" & \text{if } V_{Mmax.Ed} < \frac{1}{2} V_{pl.z.Rd} \\ "SZÜKSÉGES!" & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$A_vizsgalat = "NEM_SZÜKSÉGES!"$$

Hajlítás és normálerő kölcsönhatása legnagyobb normálerőnél keretsíkban

$$N_{Nmax.Ed} = 142.32 \cdot kN \quad M_{Nmax.Ed} = 251.52 \cdot m \cdot kN$$

$$N_{Nmax.Ed} \leq 0.25 \cdot N_{b.y.Rd}$$

$$A_vizsgalat := \begin{cases} "NEM_SZÜKSÉGES!" & \text{if } N_{Nmax.Ed} \leq 0.25 \cdot N_{b.y.Rd} \\ "SZÜKSÉGES!" & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$A_vizsgalat = "NEM_SZÜKSÉGES!"$$

$$N_{Nmax.Ed} \leq \frac{0.5 \cdot h_w \cdot t_w \cdot f_y}{\gamma_{M0}}$$

$$A_vizsgalat := \begin{cases} "NEM_SZÜKSÉGES!" & \text{if } N_{Nmax.Ed} \leq \frac{0.5 \cdot h_w \cdot t_w \cdot f_y}{\gamma_{M0}} \\ "SZÜKSÉGES!" & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$A_vizsgalat = "NEM_SZÜKSÉGES!"$$

Hajlítás és normálerő kölcsönhatása legnagyobb nyomatéknál keretsíkban

2015. június

Szerző:
Kovács Attila

$$N_{Mmax.Ed} = 85.06 \cdot kN \quad M_{Mmax.Ed} = 599.06 \text{ m} \cdot kN$$

$$N_{Mmax.Ed} \leq 0.25 \cdot N_{b,y.Rd}$$

$$A_vizsgalat := \begin{cases} \text{"NEM_SZÜKSÉGES!"} & \text{if } N_{Mmax.Ed} \leq 0.25 \cdot N_{b,y.Rd} \\ \text{"SZÜKSÉGES!"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$A_vizsgalat = \text{"NEM_SZÜKSÉGES!"}$$

$$N_{Mmax.Ed} \leq \frac{0.5 \cdot h_w \cdot t_w \cdot f_y}{\gamma_{M0}}$$

$$A_vizsgalat := \begin{cases} \text{"NEM_SZÜKSÉGES!"} & \text{if } N_{Mmax.Ed} \leq \frac{0.5 \cdot h_w \cdot t_w \cdot f_y}{\gamma_{M0}} \\ \text{"SZÜKSÉGES!"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$A_vizsgalat = \text{"NEM_SZÜKSÉGES!"}$$

Kifordulási ellenállás melegen hengerelt szelvényre- (kifordulásra figyelembe vett hossz 0.25L a panel megtámasztó hatása miatt, illetve a nyomatékára alakulását figyelembe véve).

$$\psi := 0 \quad k := 0.7 \quad k_w := 0.5 \quad \beta := 0.75 \quad \lambda_{Lt,0} := 0.4 \quad L_x := 0.25 \cdot L = 5.00 \text{ m}$$

$$C_2 := 0 \quad z_j := 0 \quad z_g := \frac{h}{2} = 278 \cdot \text{mm}$$

$$C_1 := 2.092$$

$$C_3 := 1.473$$

$$\text{Kifordulási görbe } \frac{h}{b_f} > 2 \quad \text{c görbe } \alpha_{Lt} := 0.49$$

$$M_{cr,y} := \frac{C_1 \cdot \pi^2 \cdot E \cdot I_z}{[k \cdot (L_x)]^2} \cdot \left[\left(\frac{k}{k_w} \right)^2 \cdot \frac{I_w}{I_z} + \frac{[k \cdot (L_x)]^2 \cdot G \cdot I_t}{\pi^2 \cdot E \cdot I_z} + (C_2 \cdot z_g - C_3 \cdot z_j)^2 - (C_2 \cdot z_g - C_3 \cdot z_j) \right]$$

$$M_{cr,y} = 2382.42 \cdot kN \cdot m$$

$$\frac{M_{Mmax.Ed}}{M_{cr,y}} = 0.251$$

$$A_vizsgalat := \begin{cases} \text{"NEM_SZÜKSÉGES!"} & \text{if } \frac{M_{Mmax.Ed}}{M_{cr,y}} \leq 0.16 \\ \text{"SZÜKSÉGES!"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$A_vizsgalat = \text{"SZÜKSÉGES!"}$$

$$\lambda'_{Lt} := \sqrt{\frac{M_{pl,y,Rd}}{M_{cr,y}}} = 0.564 \quad \lambda'_{Lt} \leq 0.4 = 0$$

$$A_{vizsgalat} := \begin{cases} \text{"NEM_SZÜKSÉGES!"} & \text{if } \lambda'_{Lt} \leq 0.4 \\ \text{"SZÜKSÉGES!"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$A_{vizsgalat} = \text{"SZÜKSÉGES!"}$$

$$\phi_{Lt} := \frac{1 + \alpha_{Lt}(\lambda'_{Lt} - \lambda'_{Lt,0}) + \beta \cdot \lambda'^2_{Lt}}{2} = 0.66$$

$$\chi_{Lt} := \min\left(\frac{1}{\phi_{Lt} + \sqrt{\phi_{Lt}^2 - \beta \cdot \lambda'^2_{Lt}}}, 1.0, \frac{1}{\lambda'^2_{Lt}}\right) = 0.907$$

$$k_c := \frac{1}{1.33 - 0.33 \cdot \psi} = 0.7519$$

$$f := 1 - 0.5 \cdot (1 - k_c) \cdot [1 - 2 \cdot (\lambda'_{Lt} - 0.8)^2] = 0.89$$

$$\chi_{Lt,mod} := \min\left(1.0, \frac{\chi_{Lt}}{f}\right) = 1.000$$

$$M_{b,y,Rd} := \chi_{Lt,mod} \cdot M_{pl,y,Rd} = 758.13 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

$$\eta := \frac{M_{Mmax,Ed}}{M_{b,y,Rd}} = 79.02 \cdot \%$$

$$A_{keresztmetszet} := \begin{cases} \text{"MEGFELEL!"} & \text{if } \eta \leq 100\% \\ \text{"NEM_FELEL_MEG!"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$A_{keresztmetszet} = \text{"MEGFELEL!"}$$

Kihajlás és kifordulás interakciója

kilengő kihajlási módot feltételezve a biztonság javára $C_{my} := 0.9$

$$k_{yy} := \min\left[C_{my} \cdot \left[1 + (\lambda'_y - 0.2) \cdot \frac{N_{Mmax,Ed} \cdot \gamma_{M1}}{N_{b,y,Rd}}\right], C_{my} \cdot \left[1 + (0.8) \cdot \frac{N_{Mmax,Ed} \cdot \gamma_{M1}}{N_{b,y,Rd}}\right]\right]$$

$$k_{yy} = 0.906$$

$$\eta_{yy} := \frac{N_{Mmax,Ed}}{N_{b,y,Rd}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{Mmax,Ed}}{M_{b,y,Rd}} = 74.12 \cdot \%$$

$$k_{zy} := 0.6 \cdot k_{yy} = 0.544$$

$$\eta_{zy} := \frac{N_{Mmax,Ed}}{N_{b,z,Rd}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{Mmax,Ed}}{M_{b,y,Rd}} = 47.73 \cdot \%$$

$$\eta := \max(\eta_{yy}, \eta_{zy}) = 74.12\%$$

$$A_{\text{keresztmetszet}} := \begin{cases} \text{"MEGFELEL!"} & \text{if } \eta \leq 100\% \\ \text{"NEM_FELEL_MEG!"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$A_{\text{keresztmetszet}} = \text{"MEGFELEL!"}$$

Gerinclemez nyírási horpadási ellenállása

$$V_{V_{\max}.Ed} = 162.12 \cdot \text{kN}$$

$$\frac{h_w}{t_w} = 36.819 \quad \frac{72 \cdot \epsilon}{\eta} = 60$$

$$A_{\text{vizsgálat}} := \begin{cases} \text{"NEM_SZÜKSÉGES!"} & \text{if } \frac{h_w}{t_w} \leq \frac{72 \cdot \epsilon}{\eta} \\ \text{"SZÜKSÉGES!"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$A_{\text{vizsgálat}} = \text{"NEM_SZÜKSÉGES!"}$$

6.3 Mértékadó keretoszlop méretezése

6.3.1 Szélső keretoszlop

Az igénybevételek AxisVM12 programban, másodrendű számítás alapján lettek meghatározva.

Szerkezeti acél: S235

$$f_y := 235 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad f_u := 360 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad E := 210 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{mm}^2} \quad G := 81 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{mm}^2}$$

$$\eta := 1.2 \quad \lambda_E := 93.9 \quad \beta_w := 0.8 \quad \epsilon := 1 \quad \beta := 1.0$$

oszlop magassága $H := 11.544 \cdot \text{m}$

nyírási merevítések távolsága $a := 8.544 \cdot \text{m}$

y tengely irányú merevítés darupálya féktartó $H_2 := 8.86 \cdot \text{m}$

Oszlop : HE- 550 B

Keresztmetszet gyengítése az övön a falpanel
furatai miatt (futart: $\phi 6\text{mm}$)

oszlop szelvénymagassága $h_c := 550\text{mm}$

öv vastagsága $t_{fc} := 29\text{mm}$

gerinc vastagsága $t_{wc} := 15\text{mm}$

keresztmetszeti terület $A_c := 250.58\text{cm}^2$

nyírási keresztmetszet $A_{vz,c} := 100.1\text{cm}^2$

öv szélesség $b_{fc} := 300\text{mm}$

lekerekítési sugár $r_c := 27\text{mm}$

keresztmetszeti modulus $W_{pl,z} := 1314\text{cm}^3$

keresztmetszeti modulus $W_{pl,y} := 5498\text{cm}^3$

geinc tiszta magassága $h_{wc} := h - 2 \cdot t_f - 2 \cdot r = 467.6\text{mm}$

IPEO 550

$I_y := 134296.6\text{cm}^4$ $I_t := 451.1\text{cm}^4$ $I_{y,c} := I_y$ $I_{t,c} := I_t$

$I_{y,g} = 7.851 \times 10^4\text{cm}^4$ $I_z := 12865.1\text{cm}^4$ $I_{\omega} := 2301275\text{cm}^6$ $I_{z,c} := I_z$ $I_{\omega,c} := I_{\omega}$

keresztmetszeti osztály S235 anyagminőség esetén:

hajlításra
tiszta nyomásra

1. osztály -> képlékenyen méretezhető
1. osztály -> képlékenyen méretezhető

Oszlop mértékadó igénybevételei:

Tk.160 legnagyobb nyomaték

$M_{\text{max.Ed}} := 643.60\text{kN}\cdot\text{m}$ $N_{\text{max.Ed}} := 429.62\text{kN}$ $V_{\text{max.Ed}} := 141.53\text{kN}$

Tk. 149 legnagyobb normálerő

$N_{\text{max.Ed}} := 451.61\text{kN}$ $V_{\text{max.Ed}} := 15.26\text{kN}$ $M_{\text{max.Ed}} := 122.41\text{kN}\cdot\text{m}$

Tk.88 legnagyobb nyíróerő

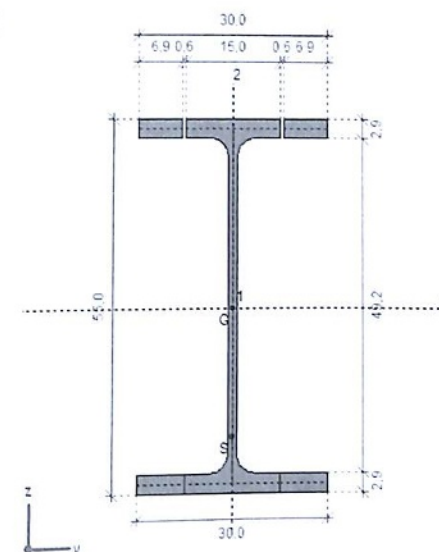
$V_{\text{max.Ed}} := 148.59\text{kN}$ $M_{\text{max.Ed}} := 533.24\text{kN}\cdot\text{m}$ $N_{\text{max.Ed}} := 315.75\text{kN}$

Keretoszlop kihajlása:

y tengely körüli kihajlás, x - z síkban

oszlopok távolsága $L = 20\text{m}$ oszlop tengelymagassága $H = 11.544\text{m}$

$c := \min\left(10, \frac{I_{y,c} \cdot L}{I_{y,g} \cdot H}\right) = 2.964$ $\alpha := \frac{I_{y,c} \cdot 4}{L^2 \cdot A_c} = 5.359 \times 10^{-4}$



$$\nu_y := \sqrt{1 + 0.35 \cdot (c + 6 \cdot \alpha) - 0.017 \cdot (c + 6 \cdot \alpha)^2} = 1.374$$

$$i_{y.c} := \sqrt{\frac{I_{y.c}}{A_c}} = 231.5 \cdot \text{mm}$$

$$\lambda_y := \frac{\nu_y \cdot H}{i_{y.c}} = 68.53$$

$$\lambda'_y := \frac{\lambda_y}{\lambda_E} = 0.73$$

$$t_{fc} < 40 \cdot \text{mm} \quad \frac{h_c}{b_f} = 2.59$$

"a" kihajlási görde

$$\chi_y := 0.8329$$

$$N_{b.y.Rd} := \frac{\chi_y \cdot A_c \cdot f_y}{\gamma_{M1}} = 4904.6 \cdot \text{kN}$$

z tengely körüli kihajlás x - y síkban

$$\nu := 1$$

$$L_{cr.z} := \nu \cdot H_2 = 8860 \cdot \text{mm}$$

$$N_{cr} := \frac{E \cdot I_z \cdot \pi^2}{L_{cr.z}^2} = 3396.76 \cdot \text{kN}$$

$$N_{pl.Rk} := A_c \cdot f_y = 5888.63 \cdot \text{kN}$$

$$\chi_z := \sqrt{\frac{N_{pl.Rk}}{N_{cr}}} = 1.32$$

Kihajlási görbe

$$t_{fc} < 40 \cdot \text{mm} \quad \frac{h_c}{b_{fc}} = 1.83$$

"b" kihajlási görde

$$\chi_z := 0.4175$$

$$N_{b.z.Rd} := \chi_z \cdot \frac{A_c \cdot f_y}{\gamma_{M1}} = 2458.5 \cdot \text{kN}$$

Határerő

$$N_{pl.Rd} := \min(N_{b.y.Rd}, N_{b.z.Rd}) = 2458.50 \cdot \text{kN}$$

2015 június

Szerző:
Kovács Attila

$$\eta := \frac{N_{Nmax.Ed}}{N_{pl.Rd}} = 18.37\%$$

$$A_keresztmetszet := \begin{cases} \text{"MEGFELEL!"} & \text{if } \eta \leq 100\% \\ \text{"NEM_FELEL_MEG!"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$A_keresztmetszet = \text{"MEGFELEL!"}$$

Oszlop hajlítási hatátereje keretsíkban

$$M_{pl.y.Rd} := \frac{W_{pl.y} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = 1292.03 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

$$\eta := \frac{M_{Mmax.Ed}}{M_{pl.y.Rd}} = 49.81\%$$

$$A_keresztmetszet := \begin{cases} \text{"MEGFELEL!"} & \text{if } \eta \leq 100\% \\ \text{"NEM_FELEL_MEG!"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$A_keresztmetszet = \text{"MEGFELEL!"}$$

Oszlop nyírási hatátereje keretsíkban

$$V_{pl.z.Rd} := \frac{A_{vz.c} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = 2352.35 \cdot \text{kN}$$

$$\eta := \frac{V_{Vmax.Ed}}{V_{pl.z.Rd}} = 6.32\%$$

$$A_keresztmetszet := \begin{cases} \text{"MEGFELEL!"} & \text{if } \eta \leq 100\% \\ \text{"NEM_FELEL_MEG!"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$A_keresztmetszet = \text{"MEGFELEL!"}$$

Interakciók vizsgálata

Hajlítás és nyírás kölcsönhatása legnagyobb nyíróerőnél keretsíkban

$$V_{Vmax.Ed} = 148.59 \cdot \text{kN} \quad M_{Vmax.Ed} = 533.24 \cdot \text{m} \cdot \text{kN}$$

$$V_{Vmax.Ed} < \frac{1}{2} V_{pl.z.Rd}$$

$$A_vizsgalat := \begin{cases} \text{"NEM_SZÜKSÉGES!"} & \text{if } V_{Vmax.Ed} < \frac{1}{2} V_{pl.z.Rd} \\ \text{"SZÜKSÉGES!"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$A_vizsgalat = \text{"NEM_SZÜKSÉGES!"}$$

Hajlítás és nyírás kölcsönhatása legnagyobb nyomatéknál keretsíkban

$$V_{Mmax.Ed} = 141.53 \cdot kN \quad M_{Mmax.Ed} = 643.6 \cdot m \cdot kN$$

$$V_{Mmax.Ed} < \frac{1}{2} V_{pl.z.Rd}$$

$$A_vizsgalat := \begin{cases} "NEM_SZÜKSÉGES!" & \text{if } V_{Mmax.Ed} < \frac{1}{2} V_{pl.z.Rd} \\ "SZÜKSÉGES!" & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$A_vizsgalat = "NEM_SZÜKSÉGES!"$$

Hajlítás és normálerő kölcsönhatása legnagyobb normálerőnél keretsíkban

$$N_{Nmax.Ed} = 451.61 \cdot kN \quad M_{Nmax.Ed} = 122.41 \cdot m \cdot kN$$

$$N_{Nmax.Ed} \leq 0.25 \cdot N_{b.y.Rd}$$

$$A_vizsgalat := \begin{cases} "NEM_SZÜKSÉGES!" & \text{if } N_{Nmax.Ed} \leq 0.25 \cdot N_{b.y.Rd} \\ "SZÜKSÉGES!" & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$A_vizsgalat = "NEM_SZÜKSÉGES!"$$

$$N_{Nmax.Ed} \leq \frac{0.5 \cdot h_{wc} \cdot t_{wc} \cdot f_y}{\gamma_{M0}}$$

$$A_vizsgalat := \begin{cases} "NEM_SZÜKSÉGES!" & \text{if } N_{Nmax.Ed} \leq \frac{0.5 \cdot h_{wc} \cdot t_{wc} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} \\ "SZÜKSÉGES!" & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$A_vizsgalat = "NEM_SZÜKSÉGES!"$$

Hajlítás és normálerő kölcsönhatása legnagyobb nyomatéknál keretsíkban

$$N_{Mmax.Ed} = 429.62 \cdot kN \quad M_{Mmax.Ed} = 643.6 \cdot m \cdot kN$$

$$N_{Mmax.Ed} \leq 0.25 \cdot N_{b.y.Rd}$$

$$A_vizsgalat := \begin{cases} "NEM_SZÜKSÉGES!" & \text{if } N_{Mmax.Ed} \leq 0.25 \cdot N_{b.y.Rd} \\ "SZÜKSÉGES!" & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$A_vizsgalat = "NEM_SZÜKSÉGES!"$$

$$N_{Mmax.Ed} \leq \frac{0.5 \cdot h_{wc} \cdot t_{wc} \cdot f_y}{\gamma_{M0}}$$

$$A_vizsgalat := \begin{cases} \text{"NEM_SZÜKSÉGES!"} & \text{if } N_{Mmax.Ed} \leq \frac{0.5 \cdot h_{wc} \cdot t_{wc} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} \\ \text{"SZÜKSÉGES!"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$A_vizsgalat = \text{"NEM_SZÜKSÉGES!"}$$

Kifordulási ellenállás melegen hengerelt szelvényre (kifordulásra mértékadó hossz, a biztonság javára a darupálya merevítéséig van figyelembe véve)

$$\psi := -0.805 \quad k := 0.7 \quad k_w := 0.5 \quad \beta := 0.75 \quad \lambda'_{Lt,0} := 0.4$$

$$C_2 := 0 \quad z_j := 0 \quad z_g := \frac{h_c}{2} = 275 \cdot \text{mm}$$

$$C_1 := \left[\frac{3.063 - 3.009}{-1 - (-0.75)} \right] \cdot [\psi - (-0.75)] + 3.009 = 3.021$$

$$C_3 := \frac{0.000 - 0.575}{-1 - (-0.75)} \cdot [\psi - (-0.75)] + 0.575 = 0.448$$

$$\text{Kifordulási görbe } \frac{h_c}{b_{fc}} < 2 \quad b \text{ görbe } \alpha_{Lt} := 0.34$$

$$M_{cr,y} := \frac{C_1 \cdot \pi^2 \cdot E \cdot I_z}{[k \cdot (H_2)]^2} \cdot \left[\sqrt{\left(\frac{k}{k_w} \right)^2 \cdot \frac{I_\omega}{I_z} + \frac{[k \cdot (H_2)]^2 \cdot G \cdot I_t}{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}} + (C_2 \cdot z_g - C_3 \cdot z_j)^2 - (C_2 \cdot z_g - C_3 \cdot z_j) \right]$$

$$M_{cr,y} = 6204.03 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

$$\frac{M_{Mmax.Ed}}{M_{cr,y}} = 0.104 \quad \lambda'_{Lt} := \sqrt{\frac{M_{pl,y,Rd}}{M_{cr,y}}} = 0.456$$

$$A_vizsgalat := \begin{cases} \text{"NEM_SZÜKSÉGES!"} & \text{if } \lambda'_{Lt} \leq 0.4 \\ & \frac{M_{Mmax.Ed}}{M_{cr,y}} \leq 0.16 \\ \text{"SZÜKSÉGES!"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$A_vizsgalat = \text{"NEM_SZÜKSÉGES!"}$$

Gerinclemez nyírási horpadási ellenállása

$$V_{Vmax.Ed} = 148.59 \cdot \text{kN}$$

$$\frac{h_{wc}}{t_{wc}} = 31.173$$

$$\frac{72 \cdot \epsilon}{\eta} = 60$$

$$A_{\text{vizsgálat}} := \begin{cases} \text{"NEM_SZÜKSÉGES!"} & \text{if } \frac{h_{wc}}{t_{wc}} \leq \frac{72 \cdot \epsilon}{\eta} \\ \text{"SZÜKSÉGES!"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$A_{\text{vizsgálat}} = \text{"NEM_SZÜKSÉGES!"}$$

6.3.2 Közbenső keretoszlop

Az igénybevételek AxisVM12 programban, másodrendű számítás alapján lettek számítva.

Szerkezeti acél: S235

$$f_y := 235 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad f_u := 360 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad E := 210 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{mm}^2} \quad G := 81 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{mm}^2}$$

$$\eta := 1.2 \quad \lambda_E := 93.9 \quad \beta_w := 0.8 \quad \epsilon := 1 \quad \beta := 1.0$$

oszlop magassága $H := 13.00 \cdot \text{m}$

nyírási merevítések távolsága $a := 8.544 \cdot \text{m}$

y tengely irányú merevítés darupálya féktartó $H_2 := 8.86 \cdot \text{m}$

Oszlop : HE- 600 B

oszlop szelvénymagassága $h_c := 600 \cdot \text{mm}$

öv vastagsága $t_{fc} := 30 \cdot \text{mm}$

gerinc vastagsága $t_{wc} := 15.5 \cdot \text{mm}$

keresztmetszeti terület $A_c := 269.99 \cdot \text{cm}^2$

nyírási keresztmetszet $A_{vz.c} := 100.8 \cdot \text{cm}^2$

öv szélesség $b_{fc} := 300 \cdot \text{mm}$

lekerekítési sugár $r_c := 27 \cdot \text{mm}$

keresztmetszeti modulus $W_{pl.z} := 1391 \cdot \text{cm}^3$

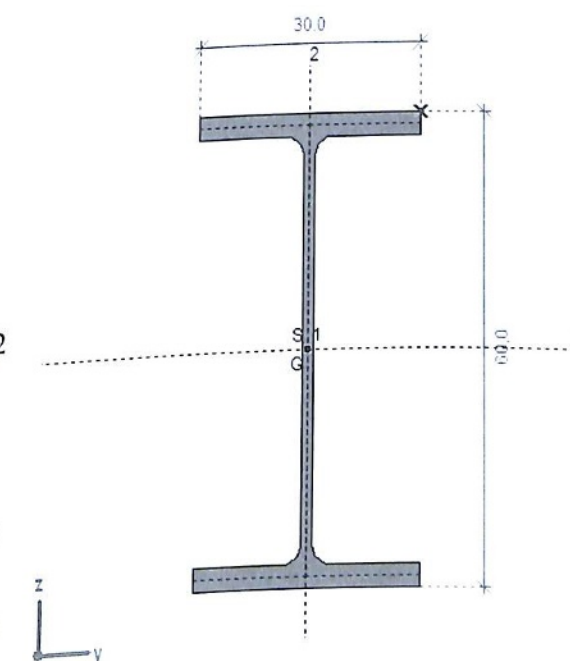
keresztmetszeti modulus $W_{pl.y} := 6425 \cdot \text{cm}^3$

gerinc tiszta magassága $h_{wc} := h_c - 2 \cdot t_{fc} - 2 \cdot r_c = 486 \cdot \text{mm}$

IPEO 550

$$I_y := 171060.8 \cdot \text{cm}^4 \quad I_t := 687.8 \cdot \text{cm}^4 \quad I_{y.c} := I_y \quad I_{t.c} := I_t$$

$$I_{y.g} = 7.851 \times 10^4 \cdot \text{cm}^4 \quad I_z := 13530.4 \cdot \text{cm}^4 \quad I_\omega := 11000000 \cdot \text{cm}^6 \quad I_{z.c} := I_z \quad I_{\omega.c} := I_\omega$$



keresztmetszeti osztály S235 anyagminőség esetén:

hajlításra
tisztá nyomásra

1.osztály -> képlékenyen méretezhető
2. osztály -> képlékenyen méretezhető

Oszlop mértékadó igénybevételei

Tk.41 legnagyobb nyomaték

$$M_{Mmax.Ed} := 675.49 \cdot \text{kN} \cdot \text{m} \quad N_{Mmax.Ed} := 443.67 \cdot \text{kN} \quad V_{Mmax.Ed} := 120.93 \cdot \text{kN}$$

Tk. 148 legnagyobb normálerő

$$N_{Nmax.Ed} := 610.97 \cdot \text{kN} \quad V_{Nmax.Ed} := 69.91 \cdot \text{kN} \quad M_{Nmax.Ed} := 468.91 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

Tk.41 legnagyobb nyíróerő

$$V_{Vmax.Ed} := 120.93 \cdot \text{kN} \quad M_{Vmax.Ed} := 675.49 \cdot \text{kN} \cdot \text{m} \quad N_{Vmax.Ed} := 443.67 \cdot \text{kN}$$

Oszlop kihajlási határereje

y tengelyű kihajlás x - z síkban

oszlopok távolsága $L = 20 \text{ m}$ oszlop tengelymagassága $H = 13 \text{ m}$

$$c := \min \left(10, \frac{I_{y,c} \cdot L}{I_{y,g} \cdot H} \right) = 3.352 \quad \alpha := \frac{I_{y,c} \cdot 4}{L^2 \cdot A_c} = 6.336 \times 10^{-4}$$

$$\nu_y := \sqrt{1 + 0.35 \cdot (c + 6 \cdot \alpha) - 0.017 \cdot (c + 6 \cdot \alpha)^2} = 1.408$$

$$i_{y,c} := \sqrt{\frac{I_{y,c}}{A_c}} = 251.7 \cdot \text{mm}$$

$$\lambda_y := \frac{\nu_y \cdot H}{i_{y,c}} = 72.73$$

$$\chi_y := \frac{\lambda_y}{\lambda_E} = 0.77$$

$$t_{fc} < 40 \cdot \text{mm} \quad \frac{h_c}{b_f} = 2.83$$

"a" kihajlási görde

$$\chi_y := 0.8121$$

$$N_{b,y,Rd} := \frac{\chi_y \cdot A_c \cdot f_y}{\gamma_{M1}} = 5152.6 \cdot \text{kN}$$

z tengelyű kihajlás x - y síkban

$$\nu := 1$$

$$L_{cr,z} := \nu \cdot H_2 = 8860 \cdot \text{mm}$$

$$N_{cr} := \frac{E \cdot I_z \cdot \pi^2}{L_{cr,z}^2} = 3572.42 \cdot \text{kN}$$

$$N_{pl,Rk} := A_c \cdot f_y = 6344.77 \cdot \text{kN}$$

$$\chi_z := \sqrt{\frac{N_{pl,Rk}}{N_{cr}}} = 1.33$$

Kihajlási görbe

$$t_{fc} < 40 \cdot \text{mm} \quad \frac{h_c}{b_{fc}} = 2$$

"b" kihajlási görde

$$\chi_z := 0.4129 \quad a \text{ biztonságra javára}$$

$$N_{b,z,Rd} := \chi_z \cdot \frac{A_c \cdot f_y}{\gamma_{M1}} = 2619.75 \cdot \text{kN}$$

Határerő

$$N_{pl,Rd} := \min(N_{b,y,Rd}, N_{b,z,Rd}) = 2619.8 \cdot \text{kN}$$

$$\eta := \frac{N_{Nmax,Ed}}{N_{pl,Rd}} = 23.32 \cdot \%$$

$$A_{keresztmetszet} := \begin{cases} \text{"MEGFELEL!"} & \text{if } \eta \leq 100\% \\ \text{"NEM_FELEL_MEG!"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$A_{keresztmetszet} = \text{"MEGFELEL!"}$$

Oszlop hajlítási hatátereje keretsíkban

$$M_{pl,y,Rd} := \frac{W_{pl,y} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = 1509.88 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

$$\eta := \frac{M_{Mmax,Ed}}{M_{pl,y,Rd}} = 44.74 \cdot \%$$

$$A_{keresztmetszet} := \begin{cases} \text{"MEGFELEL!"} & \text{if } \eta \leq 100\% \\ \text{"NEM_FELEL_MEG!"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$A_{keresztmetszet} = \text{"MEGFELEL!"}$$

Oszlop nyírási hatátereje keretsíkban

$$V_{pl.z.Rd} := \frac{A_{vz.c} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = 2368.80 \cdot \text{kN}$$

$$\eta := \frac{V_{Vmax.Ed}}{V_{pl.z.Rd}} = 5.11 \cdot \%$$

$$A_{\text{keresztmetszet}} := \begin{cases} \text{"MEGF ELEL!"} & \text{if } \eta \leq 100\% \\ \text{"NEM_FELEL_MEG!"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$A_{\text{keresztmetszet}} = \text{"MEGF ELEL!"}$$

Interakciók vizsgálata

Hajlítás és nyírás kölcsönhatása legnagyobb nyíróerőnél keretsíkban

$$V_{Vmax.Ed} = 120.93 \cdot \text{kN} \quad M_{Vmax.Ed} = 675.49 \text{ m} \cdot \text{kN}$$

$$V_{Vmax.Ed} < \frac{1}{2} V_{pl.z.Rd}$$

$$A_{\text{vizsgálat}} := \begin{cases} \text{"NEM_SZÜKSÉGES!"} & \text{if } V_{Vmax.Ed} < \frac{1}{2} V_{pl.z.Rd} \\ \text{"SZÜKSÉGES!"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$A_{\text{vizsgálat}} = \text{"NEM_SZÜKSÉGES!"}$$

Hajlítás és nyírás kölcsönhatása legnagyobb nyomatéknál keretsíkban

$$V_{Mmax.Ed} = 120.93 \cdot \text{kN} \quad M_{Mmax.Ed} = 675.49 \text{ m} \cdot \text{kN}$$

$$V_{Mmax.Ed} < \frac{1}{2} V_{pl.z.Rd}$$

$$A_{\text{vizsgálat}} := \begin{cases} \text{"NEM_SZÜKSÉGES!"} & \text{if } V_{Mmax.Ed} < \frac{1}{2} V_{pl.z.Rd} \\ \text{"SZÜKSÉGES!"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$A_{\text{vizsgálat}} = \text{"NEM_SZÜKSÉGES!"}$$

Hajlítás és normálerő kölcsönhatása legnagyobb normálerőnél keretsíkban

$$N_{Nmax.Ed} = 610.97 \cdot \text{kN} \quad M_{Nmax.Ed} = 468.91 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

$$N_{Nmax.Ed} \leq 0.25 \cdot N_{b.y.Rd}$$

$$A_{\text{vizsgálat}} := \begin{cases} \text{"NEM_SZÜKSÉGES!"} & \text{if } N_{Nmax.Ed} \leq 0.25 \cdot N_{b.y.Rd} \\ \text{"SZÜKSÉGES!"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$A_{\text{vizsgálat}} = \text{"NEM_SZÜKSÉGES!"}$$

$$N_{Nmax.Ed} \leq \frac{0.5 \cdot h_{wc} \cdot t_{wc} \cdot f_y}{\gamma_{M0}}$$

$$A_vizsgalat := \begin{cases} \text{"NEM_SZÜKSÉGES!"} & \text{if } N_{Nmax.Ed} \leq \frac{0.5 \cdot h_{wc} \cdot t_{wc} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} \\ \text{"SZÜKSÉGES!"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$A_vizsgalat = \text{"NEM_SZÜKSÉGES!"}$$

Hajlítás és normálerő kölcsönhatása legnagyobb nyomatéknál keretsíkban

$$N_{Mmax.Ed} = 443.67 \cdot \text{kN} \quad M_{Mmax.Ed} = 675.49 \cdot \text{m} \cdot \text{kN}$$

$$N_{Mmax.Ed} \leq 0.25 \cdot N_{b.y.Rd}$$

$$A_vizsgalat := \begin{cases} \text{"NEM_SZÜKSÉGES!"} & \text{if } N_{Mmax.Ed} \leq 0.25 \cdot N_{b.y.Rd} \\ \text{"SZÜKSÉGES!"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$A_vizsgalat = \text{"NEM_SZÜKSÉGES!"}$$

$$N_{Mmax.Ed} \leq \frac{0.5 \cdot h_{wc} \cdot t_{wc} \cdot f_y}{\gamma_{M0}}$$

$$A_vizsgalat := \begin{cases} \text{"NEM_SZÜKSÉGES!"} & \text{if } N_{Mmax.Ed} \leq \frac{0.5 \cdot h_{wc} \cdot t_{wc} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} \\ \text{"SZÜKSÉGES!"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$A_vizsgalat = \text{"NEM_SZÜKSÉGES!"}$$

Kifordulási ellenállás melegen hengerelt szelvényre- (biztonság javára teljes magassággal számítva)

$$\psi := -0.476 \quad k := 0.7 \quad k_w := 0.5 \quad \beta := 0.75 \quad \lambda'_{Lt,0} := 0.4$$

$$C_2 := 0 \quad z_j := 0 \quad z_g := \frac{h_c}{2} = 300 \cdot \text{mm}$$

$$C_1 := \left[\frac{3.009 - 3.009}{-0.75 - (-0.5)} \right] \cdot [\psi - (-0.5)] + 3.009 = 3.009$$

$$C_3 := \frac{0.575 - 1.059}{-0.75 - (-0.5)} \cdot [\psi - (-0.5)] + 1.059 = 1.105$$

$$\text{Kifordulási görbe } \frac{h_c}{b_{fc}} < 2 = 0 \quad b \text{ görbe } \alpha_{Lt} := 0.34$$

$$M_{cr,y} := \frac{C_1 \cdot \pi^2 \cdot E \cdot I_z}{[k \cdot (H_2)]^2} \cdot \left[\left(\frac{k}{k_w} \right)^2 \cdot \frac{I_w}{I_z} + \frac{[k \cdot (H_2)]^2 \cdot G \cdot I_t}{\pi^2 \cdot E \cdot I_z} + (C_2 \cdot z_g - C_3 \cdot z_j)^2 - (C_2 \cdot z_g - C_3 \cdot z_j) \right]$$

$$M_{cr,y} = 10651.82 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

$$\frac{M_{Mmax.Ed}}{M_{cr,y}} = 0.063 \quad \lambda'_{Lt} := \sqrt{\frac{M_{pl,y} \cdot R_d}{M_{cr,y}}} = 0.376$$

$$A_vizsgalat := \begin{cases} \text{"NEM_SZÜKSÉGES!"} & \text{if } \lambda'_{Lt} \leq 0.4 \\ & \frac{M_{Mmax.Ed}}{M_{cr,y}} \leq 0.16 \\ \text{"SZÜKSÉGES!"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$A_vizsgalat = \text{"NEM_SZÜKSÉGES!"}$$

Gerinclemez nyírási horpadási ellenállása

$$V_{Vmax.Ed} = 120.93 \cdot \text{kN}$$

$$\frac{h_{wc}}{t_{wc}} = 31.355 \quad \frac{72 \cdot \epsilon}{\eta} = 60$$

$$A_vizsgalat := \begin{cases} \text{"NEM_SZÜKSÉGES!"} & \text{if } \frac{h_{wc}}{t_{wc}} \leq \frac{72 \cdot \epsilon}{\eta} \\ \text{"SZÜKSÉGES!"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$A_vizsgalat = \text{"NEM_SZÜKSÉGES!"}$$

6.3.3 Közbenső oszlop felső rész

Az igénybevételek AxisVM12 programban, másodrendű számítás alapján lettek számítva.

Szerkezeti acél: S235

$$f_y := 235 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad f_u := 360 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad E := 210 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{mm}^2} \quad G := 81 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{mm}^2}$$

$$\eta := 1.2 \quad \lambda_E := 93.9 \quad \beta_w := 0.8 \quad \epsilon := 1 \quad \beta := 1.0$$

$$\text{oszlop magassága} \quad H := 4.45 \cdot \text{m}$$

$$\text{nyírási merevítések távolsága} \quad a := 4.45 \cdot \text{m}$$

Oszlop : HE- 400 B

oszlop szelvénymagassága $h_c := 400 \cdot \text{mm}$

öv vastagsága $t_{fc} := 24 \cdot \text{mm}$

gerinc vastagsága $t_{wc} := 13.5 \cdot \text{mm}$

keresztmetszeti terület $A_c := 197.8 \cdot \text{cm}^2$

nyírási keresztmetszet $A_{vz,c} := 52.59 \cdot \text{cm}^2$

öv szélesség $b_{fc} := 300 \cdot \text{mm}$

lekerekítési sugár $r_c := 27 \cdot \text{mm}$

keresztmetszeti modulus $W_{pl,z} := 1104 \cdot \text{cm}^3$

keresztmetszeti modulus $W_{pl,y} := 3232 \cdot \text{cm}^3$

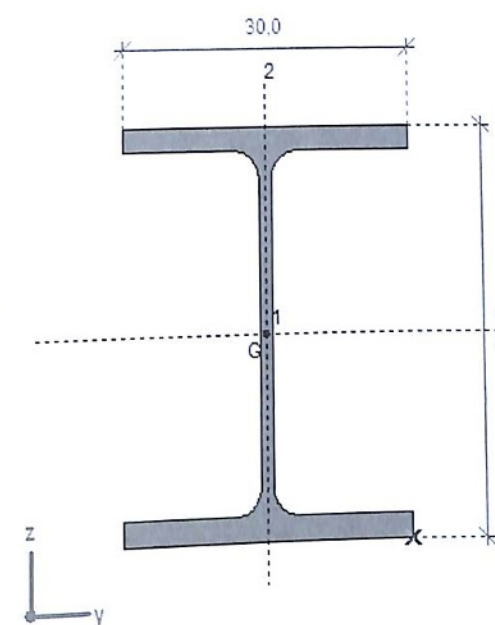
geinc tiszta magassága $h_{wc} := h_c - 2 \cdot t_{fc} - 2 \cdot r_c = 298 \cdot \text{mm}$

$$I_y := 57688.6 \cdot \text{cm}^4 \quad I_t := 366.8 \cdot \text{cm}^4 \quad I_{y,c} := I_y \quad I_{t,c} := I_t$$

$$I_z := 10819.1 \cdot \text{cm}^4 \quad I_\omega := 3746730 \cdot \text{cm}^6 \quad I_{z,c} := I_z \quad I_{\omega,c} := I_\omega$$

keresztmetszeti osztály S235 anyagminőség esetén:
hajlításra
tisztá nyomásra

1.osztály -> képlékenyen méretezhető
2. osztály -> képlékenyen méretezhető



Oszlop mértékadó igénybevételei

Tk.41 legnagyobb nyomaték

$$M_{Mmax.Ed} := 294.25 \cdot \text{kN} \cdot \text{m} \quad N_{Mmax.Ed} := 141.87 \cdot \text{kN} \quad V_{Mmax.Ed} := 62.79 \cdot \text{kN}$$

Tk. 180 legnagyobb normálerő

$$N_{Nmax.Ed} := 309.35 \cdot \text{kN} \quad V_{Nmax.Ed} := 45.23 \cdot \text{kN} \quad M_{Nmax.Ed} := 212.79 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

Tk.196 legnagyobb nyíróerő

$$V_{Vmax.Ed} := 64.00 \cdot \text{kN} \quad M_{Vmax.Ed} := 74.65 \cdot \text{kN} \cdot \text{m} \quad N_{Vmax.Ed} := 216.87 \cdot \text{kN}$$

Tk. 158 kifordulás szempontjából legkedvezőtlenebb (teljes hosszban kialakuló nyomott zóna, lineáris egyenletesen változó nyomatékra)

$$M_{kif.M1.Ed} := 286.10 \cdot \text{kN} \cdot \text{m} \quad N_{kif.M.Ed} := 230.41 \cdot \text{kN} \quad V_{kif.M.Ed} := 22.67 \cdot \text{kN}$$

$$M_{kif.M2.Ed} := 185.03 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

Oszlop kihajlási határereje saját síkjában
y tengelyű kihajlás x - z síkban

2015. június

Szerző:

$$\nu := 0.7$$

$$L_{cr,y} := \nu \cdot H = 3115.00 \cdot \text{mm}$$

$$N_{cr} := \frac{E \cdot I_y \cdot \pi^2}{L_{cr,y}^2} = 123223.33 \cdot \text{kN}$$

$$N_{pl,Rk} := A_c \cdot f_y = 4648.3 \cdot \text{kN}$$

$$\chi_y := \sqrt{\frac{N_{pl,Rk}}{N_{cr}}} = 0.19$$

Kihajlási görbe

$$t_{fc} < 40 \cdot \text{mm} \quad \frac{h_c}{b_{fc}} = 1.33$$

"a" kihajlási görde

$$\chi_y := 1.00$$

$$N_{b,y,Rd} := \chi_y \cdot \frac{A_c \cdot f_y}{\gamma_{M1}} = 4648.3 \cdot \text{kN}$$

z tengelyű kihajlás x - y síkban

$$\nu := 1$$

$$L_{cr,z} := \nu \cdot H = 4450 \cdot \text{mm}$$

$$N_{cr} := \frac{E \cdot I_z \cdot \pi^2}{L_{cr,z}^2} = 11323.75 \cdot \text{kN}$$

$$N_{pl,Rk} := A_c \cdot f_y = 4648.3 \cdot \text{kN}$$

$$\chi_z := \sqrt{\frac{N_{pl,Rk}}{N_{cr}}} = 0.64$$

Kihajlási görbe

$$t_{fc} < 40 \cdot \text{mm} \quad \frac{h_c}{b_{fc}} = 1.33$$

"b" kihajlási görde

$$\chi_z := 0.8164$$

$$N_{b,z,Rd} := \chi_z \cdot \frac{A_c \cdot f_y}{\gamma_{M1}} = 3794.87 \cdot \text{kN}$$

Határerő

2015. június

Szerző:

Kovács Attila

$$N_{pl.Rd} := \min(N_{b.y.Rd}, N_{b.z.Rd}) = 3794.87 \cdot \text{kN}$$

$$\eta := \frac{N_{Nmax.Ed}}{N_{pl.Rd}} = 8.15 \cdot \%$$

$$A_{keresztmetszet} := \begin{cases} \text{"MEGFELEL!"} & \text{if } \eta \leq 100\% \\ \text{"NEM_FELEL_MEG!"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$A_{keresztmetszet} = \text{"MEGFELEL!"}$$

Oszlop hajlítási hatátereje keretsíkban

$$M_{pl.y.Rd} := \frac{W_{pl.y} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = 759.52 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

$$\eta := \frac{M_{Mmax.Ed}}{M_{pl.y.Rd}} = 38.74 \cdot \%$$

$$A_{keresztmetszet} := \begin{cases} \text{"MEGFELEL!"} & \text{if } \eta \leq 100\% \\ \text{"NEM_FELEL_MEG!"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$A_{keresztmetszet} = \text{"MEGFELEL!"}$$

Oszlop nyírási hatátereje keretsíkban

$$V_{pl.z.Rd} := \frac{A_{vz.c} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = 1235.87 \cdot \text{kN}$$

$$\eta := \frac{V_{Vmax.Ed}}{V_{pl.z.Rd}} = 5.18 \cdot \%$$

$$A_{keresztmetszet} := \begin{cases} \text{"MEGFELEL!"} & \text{if } \eta \leq 100\% \\ \text{"NEM_FELEL_MEG!"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$A_{keresztmetszet} = \text{"MEGFELEL!"}$$

Interakciók vizsgálata

Hajlítás és nyírás kölcsönhatása legnagyobb nyíróerőnél keretsíkban

$$V_{Vmax.Ed} = 64 \cdot \text{kN}$$

$$M_{Vmax.Ed} = 74.65 \cdot \text{m} \cdot \text{kN}$$

$$V_{Vmax.Ed} < \frac{1}{2} V_{pl.z.Rd}$$

$$A_vizsgalat := \begin{cases} \text{"NEM_SZÜKSÉGES!"} & \text{if } V_{Mmax.Ed} < \frac{1}{2} V_{pl.z.Rd} \\ \text{"SZÜKSÉGES!"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$A_vizsgalat = \text{"NEM_SZÜKSÉGES!"}$$

Hajlítás és nyírás kölcsönhatása legnagyobb nyomatéknál keretsíkban

$$V_{Mmax.Ed} = 62.79 \cdot \text{kN} \quad M_{Mmax.Ed} = 294.25 \text{ m} \cdot \text{kN}$$

$$V_{Mmax.Ed} < \frac{1}{2} V_{pl.z.Rd}$$

$$A_vizsgalat := \begin{cases} \text{"NEM_SZÜKSÉGES!"} & \text{if } V_{Mmax.Ed} < \frac{1}{2} V_{pl.z.Rd} \\ \text{"SZÜKSÉGES!"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$A_vizsgalat = \text{"NEM_SZÜKSÉGES!"}$$

Hajlítás és normálerő kölcsönhatása legnagyobb normálerőnél keretsíkban

$$N_{Nmax.Ed} = 309.35 \cdot \text{kN} \quad M_{Nmax.Ed} = 212.79 \text{ m} \cdot \text{kN}$$

$$N_{Nmax.Ed} \leq 0.25 \cdot N_{b.y.Rd}$$

$$A_vizsgalat := \begin{cases} \text{"NEM_SZÜKSÉGES!"} & \text{if } N_{Nmax.Ed} \leq 0.25 \cdot N_{b.y.Rd} \\ \text{"SZÜKSÉGES!"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$A_vizsgalat = \text{"NEM_SZÜKSÉGES!"}$$

$$N_{Nmax.Ed} \leq \frac{0.5 \cdot h_{wc} \cdot t_{wc} \cdot f_y}{\gamma_{M0}}$$

$$A_vizsgalat := \begin{cases} \text{"NEM_SZÜKSÉGES!"} & \text{if } N_{Nmax.Ed} \leq \frac{0.5 \cdot h_{wc} \cdot t_{wc} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} \\ \text{"SZÜKSÉGES!"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$A_vizsgalat = \text{"NEM_SZÜKSÉGES!"}$$

Hajlítás és normálerő kölcsönhatása legnagyobb nyomatéknál keretsíkban

$$N_{Mmax.Ed} = 141.87 \cdot \text{kN} \quad M_{Mmax.Ed} = 294.25 \text{ m} \cdot \text{kN}$$

$$N_{Mmax.Ed} \leq 0.25 \cdot N_{b.y.Rd}$$

$$A_vizsgalat := \begin{cases} \text{"NEM_SZÜKSÉGES!"} & \text{if } N_{Mmax.Ed} \leq 0.25 \cdot N_{b.y.Rd} \\ \text{"SZÜKSÉGES!"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$A_vizsgalat = "NEM_SZÜKSÉGES!"$$

$$N_{Mmax.Ed} \leq \frac{0.5 \cdot h_{wc} \cdot t_{wc} \cdot f_y}{\gamma_{M0}}$$

$$A_vizsgalat := \begin{cases} "NEM_SZÜKSÉGES!" & \text{if } N_{Mmax.Ed} \leq \frac{0.5 \cdot h_{wc} \cdot t_{wc} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} \\ "SZÜKSÉGES!" & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$A_vizsgalat = "NEM_SZÜKSÉGES!"$$

Kifordulási ellenállás melegen hengerelt szelvényre

$$\psi := \frac{M_{kif.M2.Ed}}{M_{kif.M1.Ed}} = 0.647 \quad k := 0.7 \quad k_w := 0.5 \quad \beta := 0.75 \quad \lambda'_{Lt,0} := 0.4$$

$$C_2 := 0 \quad z_j := 0 \quad z_g := \frac{h_c}{2} = 200 \text{ mm}$$

$$C_1 := \left(\frac{1.270 - 1.473}{0.75 - 0.5} \right) \cdot (\psi - 0.5) + 1.473 = 1.354$$

$$C_3 := \left(\frac{1.565 - 1.556}{0.75 - 0.5} \right) \cdot (\psi - 0.5) + 1.556 = 1.561$$

Kifordulási görbe $\frac{h_c}{b_{fc}} < 2 = 1$ b görbe $\alpha_{Lt} := 0.34$

$$M_{cr,y} := \frac{C_1 \cdot \pi^2 \cdot E \cdot I_z}{[k \cdot (H)]^2} \cdot \left[\sqrt{\left(\frac{k}{k_w} \right)^2 \cdot \frac{I_\omega}{I_z} + \frac{[k \cdot (H)]^2 \cdot G \cdot I_t}{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}} + (C_2 \cdot z_g - C_3 \cdot z_j)^2 - (C_2 \cdot z_g - C_3 \cdot z_j) \right]$$

$$M_{cr,y} = 8889.76 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$\frac{M_{kif.M1.Ed}}{M_{cr,y}} = 0.032 \quad \lambda'_{Lt} := \sqrt{\frac{M_{pl,y,Rd}}{M_{cr,y}}} = 0.292$$

$$A_vizsgalat := \begin{cases} "NEM_SZÜKSÉGES!" & \text{if } \lambda'_{Lt} \leq 0.4 \\ "SZÜKSÉGES!" & \text{otherwise} \end{cases} \quad \frac{M_{kif.M1.Ed}}{M_{cr,y}} \leq 0.16$$

$$A_vizsgalat = "NEM_SZÜKSÉGES!"$$

Gerinclemez nyírási horpadási ellenállása

$$V_{Vmax.Ed} = 64 \text{ kN}$$

2015. június

Szerző:

$$\frac{h_{wc}}{t_{wc}} = 22.074 \quad \frac{72 \cdot \varepsilon}{\eta} = 60$$

$$A_vizsgalat := \begin{cases} \text{"NEM_SZÜKSÉGES!"} & \text{if } \frac{h_{wc}}{t_{wc}} \leq \frac{72 \cdot \varepsilon}{\eta} \\ \text{"SZÜKSÉGES!"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$A_vizsgalat = \text{"NEM_SZÜKSÉGES!"}$$

6.4 Darupálya tartó méretezése

Adatok

Daroszerkezet iFF rendszerű, darupályatartónként 2 kerék/1 meghajtott, az első tengelyen kétoldali nyomkarimás megvezetéssel)

Krényomások	$K_1 := 82 \cdot \text{kN}$	$K_2 := 63 \cdot \text{kN}$	$K_3 := 38 \cdot \text{kN}$	$K_4 := 34 \cdot \text{kN}$
Daru fesztávolsága	$L := 17.00 \cdot \text{m}$			
Keretállások távolsága	$k := 6.0 \cdot \text{m}$			
Teherbírás	$Q_h := 50 \cdot \text{kN}$			
Sebesség	$v_h := 8.6 \cdot \frac{\text{m}}{\text{min}}$			
Kerék tengelytávolsága	$a := 3.00 \cdot \text{m}$			
Meghajtott kerékszám	$n_{\text{meghajtott}} := 2$			
Fékező kerékszám	$n_f := 2$			
	$\beta_2 := 0.34$			
feltételezett kocsi önsúly	$G_{\text{kocsi}} := 9 \cdot \text{kN}$			

daru teherbírása (t)	5	6.3	10	16
macska önsúlya (t)	0.9	1.0	1.1	2.0

Anyagjellemzők

acél: S235

$$f_{yd} := 235 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad E_s := 210 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{mm}^2} \quad \varepsilon := 1.00 \quad \lambda_E := 93.9$$

$$\rho_{\text{steel}} := 7950 \cdot \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \quad g = 9.807 \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \quad G := 81000 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Parciális; kombinációs; dinamikus tényezők

2015. június

Szerző:
Kovács Attila

Acél méretezés

$$\gamma_{M0} := 1.0 \quad \gamma_{M1} := 1.0 \quad \gamma_{M2} := 1.25$$

Daru terhelés

$$\gamma_d := 1.35$$

Daruteher kombinációs tényezői

$$\psi_0 := 1.0 \quad \psi_1 := 0.9 \quad \psi_2 := 0.69$$

Daruteher dinamikus tényezői

$$\varphi_5 := 1.5 \text{ statikus vizsgálatához}$$

Terhek

Egyes kerekből átadódó legnagyobb erők (I. darupálya)

$$Q_{1.r.max} := K_1 = 82 \cdot \text{kN} \quad Q_{2.r.max} := K_2 = 63 \cdot \text{kN}$$

Egyidejűleg átadódó legnagyobb erők a párhuzamos darupályatartón (II. darupálya)

$$Q_{3.r.max} := K_3 = 38 \cdot \text{kN} \quad Q_{4.r.max} := K_4 = 34 \cdot \text{kN}$$

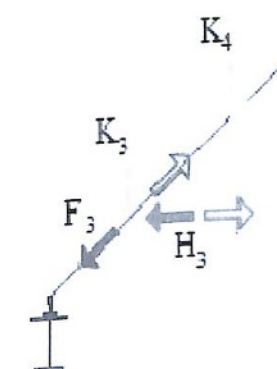
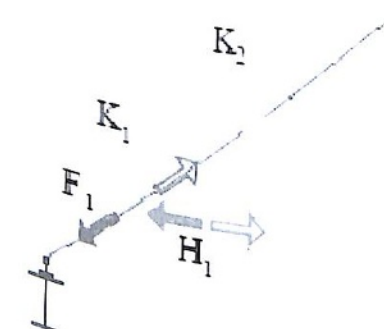
Egyes darupályatartókra eső erők összege

$$\Sigma Q_{r.max.I} := Q_{1.r.max} + Q_{2.r.max} = 145.00 \cdot \text{kN}$$

$$\Sigma Q_{r.max.II} := Q_{3.r.max} + Q_{4.r.max} = 72 \cdot \text{kN}$$

Daru önsúlya

$$G_{\text{daru}} := (K_1 + K_2 + K_3 + K_4) - Q_h = 167 \cdot \text{kN}$$



Önsúly Szelvény HEA320

$$A_x := 124.40 \cdot \text{cm}^2$$

$$G_{HE} := A_x \cdot \rho_{\text{steel}} \cdot g = 0.97 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

2015. június

Szerző:
Kovács Attila

Darusín (DIN 536-1991) A45 típus

$$G_{\text{sin}} := 0.221 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad h_{\text{sin}} := 55 \cdot \text{mm} \quad 45 \cdot \text{mm} \quad 125 \cdot \text{mm}$$

$$\Sigma G := G_{\text{HE}} + G_{\text{sin}} = 1.19 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

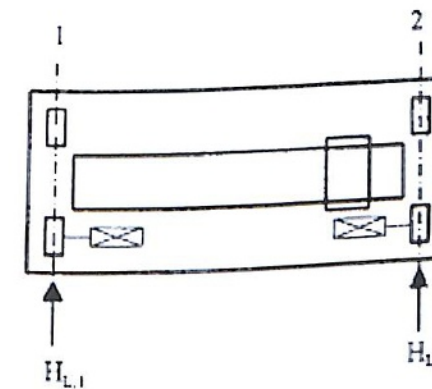
Fékezőerő (1-3. kerék)

súrlódási tényező $\mu := 0.2$

meghajtóerő $\Sigma K := \mu \cdot \Sigma Q_{r,\text{max},I} = 29 \cdot \text{kN}$

Hosszirányú fékerő (mind a két darupálya tartóra ugyan az)

$$H_L := \frac{\Sigma K}{\eta_r} = 14.5 \cdot \text{kN}$$



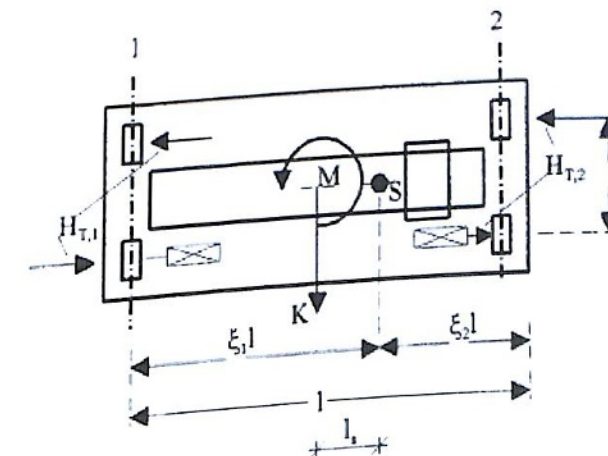
Keresztirányú fékerő

$$\xi_1 := \frac{\Sigma Q_{r,\text{max},I}}{\Sigma Q_{r,\text{max},I} + \Sigma Q_{r,\text{max},II}} = 0.668$$

$$H_{T,I} := \xi_1 \cdot \Sigma K \cdot L \cdot \frac{\xi_1 - 0.5}{a} = 18.47 \cdot \text{kN}$$

$$\xi_2 := 1 - \xi_1 = 0.332$$

$$H_{T,II} := \xi_2 \cdot \Sigma K \cdot L \cdot \frac{\xi_1 - 0.5}{a} = 9.17 \cdot \text{kN}$$



Oldallökő erő (mind a kettő tartóra azonos)

$$\eta_{wc} := \frac{2}{4}$$

$$H_{T,0} := \frac{\mu \cdot \eta_{wc} \cdot G_{\text{kocsi}}}{\eta_r} = 0.45 \cdot \text{kN}$$

Ferdén futásból ébredő erő

$$\alpha_{\text{max}} := 0.015 \cdot \text{rad} \quad n := 2$$

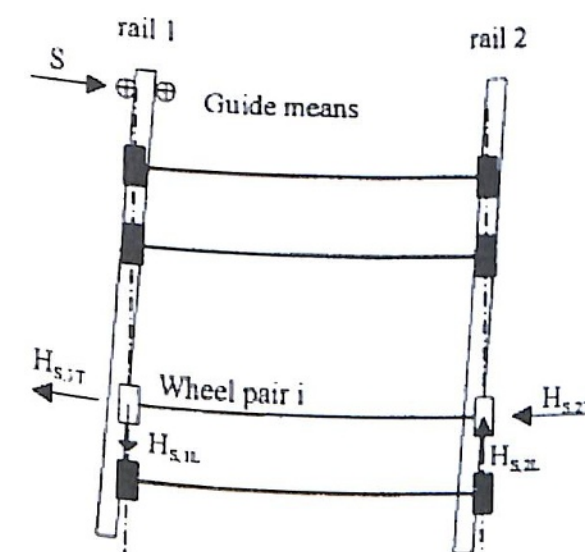
2015. június

Szerző:
Kovács Attila

Megvezető nyomkarimára ható erő

$$S := 0.293 \cdot \left(1 - \frac{a}{2 \cdot a}\right) \cdot \Sigma Q_{r,max.I} = 21.242 \cdot \text{kN}$$

$$H_{SIT} := \frac{\xi_1}{n} \cdot 0.293 \cdot \Sigma Q_{r,max.I} = 14.194 \cdot \text{kN} \quad H_{SIIT} := \frac{\xi_2}{n} \cdot 0.293 \cdot \Sigma Q_{r,max.II} = 3.5 \cdot \text{kN}$$



$$H_{S,1,T} := S - H_{SIT} = 7.048 \cdot \text{kN}$$

$$H_{S,2,T} := H_{SIIT} = 3.5 \cdot \text{kN}$$

Dinamikus tényezővel módosított terhek
Függőleges teher

$$\varphi_1 := 1.1 \quad \varphi_{2,min} := \varphi_1 = 1.1$$

$$\text{Daru osztály } Q_C := \varphi_1 \cdot G_{\text{daru}} = 183.7 \cdot \text{kN}$$

$$\text{Emelt teher } \varphi_2 := \varphi_{2,min} + \beta_2 \cdot \frac{v_h}{\left(\frac{\text{m}}{\text{sec}}\right)} = 1.149$$

$$Q_H := \varphi_2 \cdot Q_h = 57.44 \cdot \text{kN}$$

Vízszintes hosszirányú teher
Fékerő

I. darupályatartó

$$H_{L,din.I} := H_L \cdot \varphi_5 = 21.75 \cdot \text{kN}$$

II. darupályatartó

$$H_{L,din.II} := H_L \cdot \varphi_5 = 21.75 \cdot \text{kN}$$

Vízszintes keresztirányú teher
Fékerő

I. darupályatartó

$$H_{T,din.I} := H_{T,I} \cdot \varphi_5 = 27.71 \cdot \text{kN}$$

II. darupályatartó

$$H_{T,din.II} := H_{T,II} \cdot \varphi_5 = 13.757 \cdot \text{kN}$$

$$\text{Befeszülési erő } H_{SIT,din.I} := H_{S,1,T} \cdot \varphi_5 = 10.57 \cdot \text{kN} \quad H_{S2T,din.II} := H_{S,2,T} \cdot \varphi_5 = 5.25 \cdot \text{kN}$$

2015. június

Szerző:

Kovács Árpád

Oldallökő erő $H_{T.o.din.I} := H_{T.o} \cdot \varphi_5 = 0.68 \cdot \text{kN}$ $H_{T.o.din.I} := H_{T.o} \cdot \varphi_5 = 0.675 \cdot \text{kN}$

Mértékadó erők

Függőleges

$G_k := Q_C + Q_H = 241.137 \cdot \text{kN}$

$G_{Ed} := G_k \cdot \gamma_d = 325.535 \cdot \text{kN}$

$V_{k1} := G_k \cdot \frac{K_1}{K_1 + K_2 + K_3 + K_4} = 91.121 \cdot \text{kN}$

1. kerékterher tervezési értéke $V_{Ed1} := V_{k1} \cdot \gamma_d = 123.013 \cdot \text{kN}$

$V_{k2} := G_k \cdot \frac{K_2}{K_1 + K_2 + K_3 + K_4} = 70.007 \cdot \text{kN}$

2. kerékterher tervezési értéke $V_{Ed2} := V_{k2} \cdot \gamma_d = 94.51 \cdot \text{kN}$

$V_{k3} := G_k \cdot \frac{K_3}{K_1 + K_2 + K_3 + K_4} = 42.227 \cdot \text{kN}$

3. kerékterher tervezési értéke $V_{Ed3} := V_{k3} \cdot \gamma_d = 57.006 \cdot \text{kN}$

$V_{k4} := G_k \cdot \frac{K_4}{K_1 + K_2 + K_3 + K_4} = 37.782 \cdot \text{kN}$

4. kerékterher tervezési értéke $V_{Ed4} := V_{k4} \cdot \gamma_d = 51.005 \cdot \text{kN}$

Szelvény önsúly $G_{HE.Ed} := G_{HE} \cdot \gamma_d = 1.309 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$

Darupálya sín önsúly $G_{sín.Ed} := G_{sín} \cdot \gamma_d = 0.298 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$

Vízszintes hosszirányú erők

Fékerő I. darupályatartó

$H_{L.Ed.I} := H_{L.din.I} \cdot \gamma_d = 29.36 \cdot \text{kN}$

II. darupályatartó

$H_{L.Ed.II} := H_{L.din.II} \cdot \gamma_d = 29.36 \cdot \text{kN}$

Vízszintes keresztirányú erők

Fékerő I. darupályatartó

$H_{T.Ed.I} := H_{T.din.I} \cdot \gamma_d = 37.4 \cdot \text{kN}$

II. darupályatartó

$H_{T.Ed.II} := H_{T.din.II} \cdot \gamma_d = 18.57 \cdot \text{kN}$

Befeszülési
erő

$H_{S1T.Ed.I} := H_{S1T.din.I} \cdot \gamma_d = 14.27 \cdot \text{kN}$

$H_{S2T.Ed.II} := H_{S2T.din.II} \cdot \gamma_d = 7.09 \cdot \text{kN}$

Oldallökő
erő

$H_{T.o.Ed.I} := H_{T.o.din.I} \cdot \gamma_d = 0.91 \cdot \text{kN}$

$H_{T.o.Ed.II} := H_{T.o.din.II} \cdot \gamma_d = 0.91 \cdot \text{kN}$

Szelvényméretezés lehajlási korlát figyelembe vételével

Korlát $e_{z,max} := \frac{k}{600} = 10 \cdot \text{mm}$



$e_z := 9.91 \text{ mm}$ (Axis alapján vett lehajlás)

$\eta_{e,z} := \frac{e_z}{e_{z,max}} = 99.1 \cdot \%$

$A_{\text{lehajlás}} := \begin{cases} \text{"MEGFELEL!"} & \text{if } \eta_{e,z} \leq 100\% \\ \text{"NEM_FELEL_MEG!"} & \text{otherwise} \end{cases}$

$A_{\text{lehajlás}} = \text{"MEGFELEL!"}$

Szelvény : HE 320 A

Szelvényadatok

$I_y := 22933.5 \cdot \text{cm}^4$ $I_z := 6985.2 \cdot \text{cm}^4$ $I_{\omega} := 1480776 \cdot \text{cm}^6$ $I_t := 110.9 \cdot \text{cm}^4$

$h := 31.0 \cdot \text{cm}$ $b := 30 \cdot \text{cm}$ $t_w := 0.9 \cdot \text{cm}$ $t_f := 1.6 \cdot \text{cm}$ $r := 2.7 \cdot \text{cm}$

$h_w := h - (2t_f + 2 \cdot r) = 22.4 \cdot \text{cm}$

$A_x = 124.4 \cdot \text{cm}^2$ $A_{vz} := 27.51 \cdot \text{cm}^2$ $A_{vy} := 84.62 \cdot \text{cm}^2$ $A_{\phi v} := t_f \cdot b = 48.00 \cdot \text{cm}^2$

$$I_{\text{öv},z} := \frac{t_f \cdot h^3}{12} = 3972.1 \cdot \text{cm}^4$$

$$W_{\text{pl},y} := 1628.5 \cdot \text{cm}^3$$

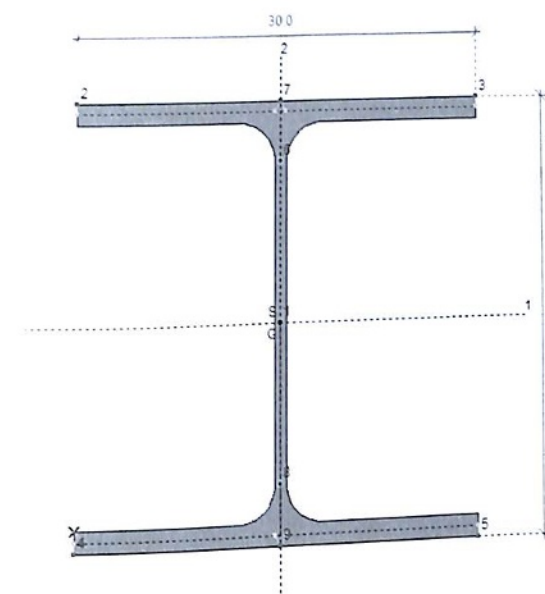
$$W_{\text{pl},z} := 709.8 \cdot \text{cm}^3$$

$$i_y := \sqrt{\frac{I_y}{A_x}} = 13.6 \cdot \text{cm}$$

$$i_z := \sqrt{\frac{I_z}{A_x}} = 7.5 \cdot \text{cm}$$

$$W_{\text{öv},\text{pl},z} := 360 \cdot \text{cm}^3$$

$$W_{\text{öv},\text{pl},y} := 19.2 \cdot \text{cm}^3$$

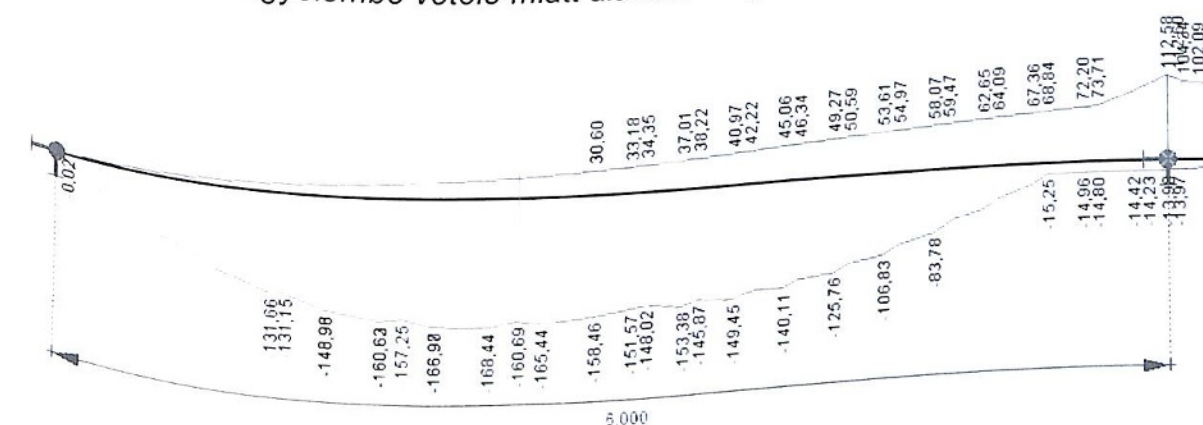


HE 320 A	
A _x [cm ²]	124.40
A _y [cm ²]	84.62
A _z [cm ²]	27.51
I _x [cm ⁴]	110.9
I _y [cm ⁴]	22933.5
I _z [cm ⁴]	6985.3
I _{yz} [cm ⁴]	0
I _u [cm ⁴]	1480776
V _g [cm]	0
W _g [cm]	0
W _g [cm]	0
I ₁ [cm ⁴]	22933.5
I ₂ [cm ⁴]	6985.3
α [°]	0
i _y [cm]	13.6
i _z [cm]	7.5
p _y	1.47
p _z	4.52
p _{yz}	0
p ₁	1.47
p ₂	4.52
A ₁ [cm ²]	84.62
A ₂ [cm ²]	27.51
W _{y,pl} [cm ³]	1628.5
W _{z,pl} [cm ³]	709.8
W _{y,el} [cm ³]	1479.6
W _{z,el} [cm ³]	1479.6
W _{z,el} [cm ³]	465.7
W _{z,el} [cm ³]	465.7
P ₁ [cm]	175.6
P ₂ [cm]	0

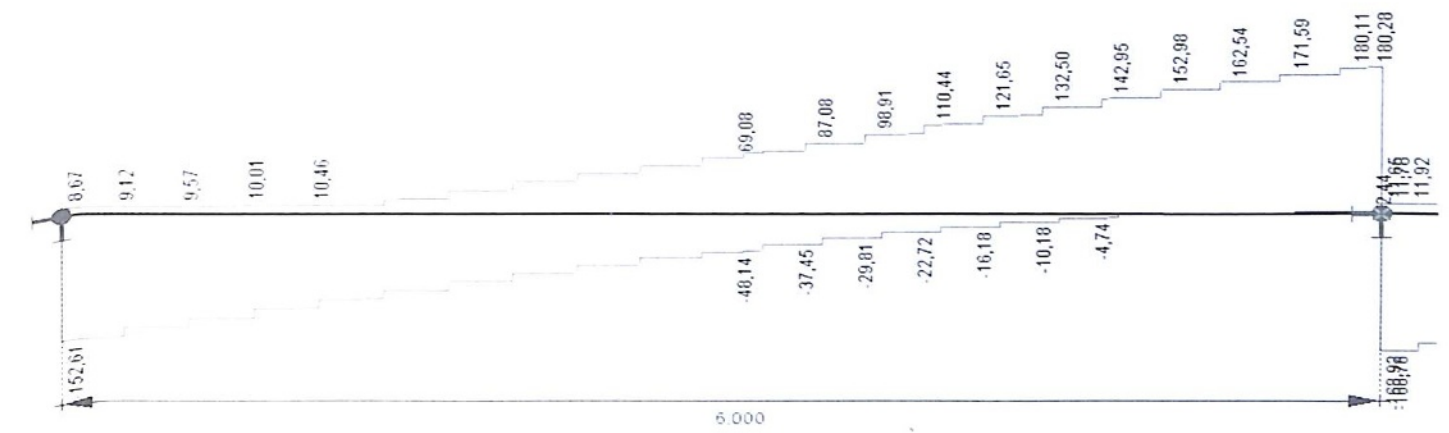
Igénybevételi ábrák a nagyobb terhelésű darupályatartón

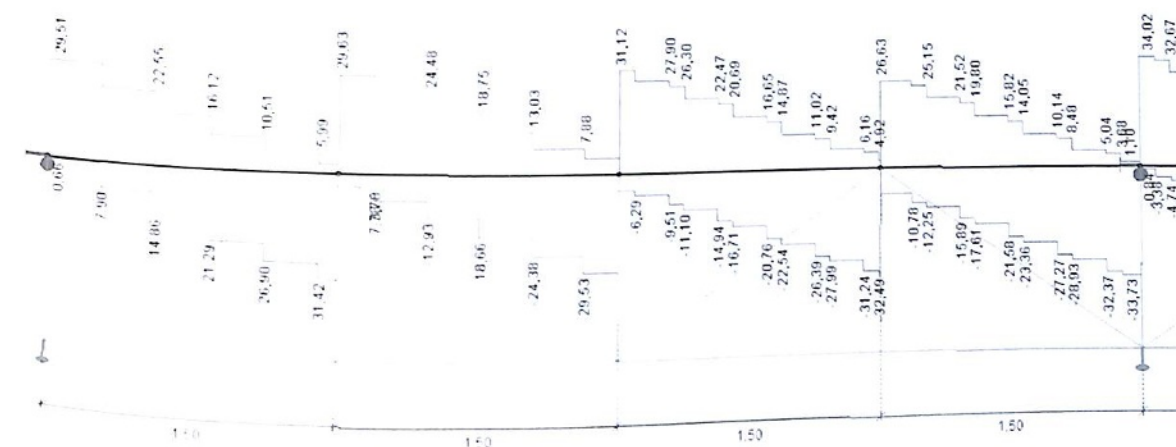
Az igénybevételek meghatározása AxisVM12 programban, a számított terheknek megfelelő értékkel figyelembe vett mozgó teher hatására alakulnak.

(Megjegyzés: az ábrák a teljes tartóból egy részletet mutatnak, a burkolóábrák tendenciáját szemléltetik. A méretezésnél figyelembe vett igénybevételek és az ábrákon közölt értékek közötti esetleges eltérések, a tartó teljes vizsgálata során kialakuló igénybevételek figyelembe vétele miatt alakulhat ki.)



Nyomaték burkolóábra a szélső mezőben
(M, y: kNm)





Nyíróerő burkolóábra a szélső mezőben
(V, y: kN)

Szelvény ellenőrzése nyírásra
"Z" tengely

$$V_{z.Ed} := 180.27 \cdot \text{kN}$$

	Sz.	K	min. max.	Eset	Táv [m]	Csp.	Nx [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Tx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
Kiv.												
7	4	Vz min	130. Tk		0	(7)	25,90	32,35	-180,27	-0,02	73,80	0,98
1	4	max	270. Tk		6,000		-30,81	-32,37	180,27	0,02	73,76	1,00

$$V_{z.Rd} := \frac{f_{yd} \cdot A_{vz}}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}} = 373.248 \cdot \text{kN}$$

$$\eta_{VRd,z} := \frac{V_{z.Ed}}{V_{z.Rd}} = 48.298 \cdot \%$$

$$A_{\text{keresztmetszet}} := \begin{cases} \text{"MEGFELEL!"} & \text{if } \eta_{VRd,z} \leq 100\% \\ \text{"NEM_FELEL_MEG!"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$A_{\text{keresztmetszet}} = \text{"MEGFELEL!"}$$

"Y" tengely

Sz.	K	min. max.	Eset	Táv [m]	Csp.	Nx [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Tx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
Kiv.											
2	4	Vy min	248 Tk	5.979		-30.43	-34,95	174,73	0.01	47,67	-2,51
6	4	max	108 Tk	0.021		28.06	34,94	-174,73	-0.01	47,67	-2,51

$$V_{y.Ed} := 34.94 \cdot \text{kN}$$

Teljesszelvény figyelembe vételével

$$V_{y,Rd} := \frac{f_{yd} \cdot A_{vy}}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}} = 1148.1 \cdot \text{kN}$$

$$\eta_{VRd,y} := \frac{V_{y,Ed}}{V_{y,Rd}} = 3.0 \cdot \%$$

$$A_{\text{keresztmetszet}} := \begin{cases} \text{"MEGFELEL!"} & \text{if } \eta_{VRd,y} \leq 100\% \\ \text{"NEM_FELEL_MEG!"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$A_{\text{keresztmetszet}} = \text{"MEGFELEL!"}$$

Csak a felső öv figyelembe vételével

$$V_{y,Rd,\text{öv}} := \frac{f_{yd} \cdot A_{\text{öv}}}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}} = 651.25 \cdot \text{kN}$$

$$\eta_{VRd,y,\text{öv}} := \frac{V_{y,Ed}}{V_{y,Rd,\text{öv}}} = 5.4 \cdot \%$$

$$A_{\text{keresztmetszet}} := \begin{cases} \text{"MEGFELEL!"} & \text{if } \eta_{VRd,y,\text{öv}} \leq 100\% \\ \text{"NEM_FELEL_MEG!"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$A_{\text{keresztmetszet}} = \text{"MEGFELEL!"}$$

Ellenőrzés normálerőre

	Sz.	K	min. max.	Eset	Táv [m]	Csp.	Nx [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Tx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
Kiv.												
1	4	Nx	min	278 Tk	4,500	(13)	-42,48	-2,09	100,24	0,03	-55,93	0,74
1	4		max	10 Tk	1,500	(14)	37,51	13,03	-65,15	0,01	-99,21	0,57

$$N_{x,Ed} := 42.48 \cdot \text{kN}$$

Teljesszelvény figyelembe vételével

$$N_{x,pl,Rd} := \frac{A_x \cdot f_{yd}}{\gamma_{M0}} = 2923.4 \cdot \text{kN}$$

$$\eta_{N,pl,Rd,x} := \frac{N_{x,Ed}}{N_{x,pl,Rd}} = 1.45 \cdot \%$$

$$A_{\text{keresztmetszet}} := \begin{cases} \text{"MEGFELEL!"} & \text{if } \eta_{N,pl,Rd,x} \leq 100\% \\ \text{"NEM_FELEL_MEG!"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$A_{\text{keresztmetszet}} = \text{"MEGFELEL!"}$$

Csak az öv figyelembe vételével

$$N_{x,pl.Rd.öv} := \frac{A_{öv} \cdot f_{yd}}{\gamma_{M0}} = 1128 \text{ kN}$$

$$\eta_{N,pl.Rd.öv.x} := \frac{N_{x.Ed}}{N_{x,pl.Rd.öv}} = 3.77\%$$

$$A_{keresztmetszet} := \begin{cases} \text{"MEGFELEL!"} & \text{if } \eta_{N,pl.Rd.öv.x} \leq 100\% \\ \text{"NEM_FELEL_MEG!"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$A_{keresztmetszet} = \text{"MEGFELEL!"}$$

Ellenőrzés hajlításra

"Y" tengely

	Sz	K	min. max	Eset	Táv [m]	Csp.	Nx [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Tx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
Kiv.												
1	4	My	min	9. Tk	2.245		7.86	-18.66	49.74	0.01	-168.15	-13.80
7	4											
1	4		min	149 Tk	3.755		29.80	18.58	-49.74	-0.01	-168.15	-13.83
2	4		max	16. Tk	6.000		-40.37	-4.87	109.81	0.01	112.59	4.65
6	4		max	16. Tk	0	(2)	-4.13	2.85	-98.11	0.01	112.52	4.66
7	4		max	156. Tk	6.000	(7)	-4.87	-2.68	98.11	-0.01	112.52	4.48
7	4		max	156. Tk	0	(7)	-0.05	4.72	-109.81	-0.01	112.61	4.48

$$M_{Ed,y} := 168.15 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{pl.Rd,y} := \frac{W_{pl,y} \cdot f_{yd}}{\gamma_{M0}} = 382.7 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$\eta_{MRd,y} := \frac{M_{Ed,y}}{M_{pl.Rd,y}} = 43.94\%$$

$$A_{keresztmetszet} := \begin{cases} \text{"MEGFELEL!"} & \text{if } \eta_{MRd,y} \leq 100\% \\ \text{"NEM_FELEL_MEG!"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$A_{keresztmetszet} = \text{"MEGFELEL!"}$$

"Z" tengely

	Sz	K	min. max	Eset	Táv [m]	Csp.	Nx [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Tx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
Kiv.												
7	4	Mz	min	149 Tk	3.755		29.80	18.58	-49.74	-0.01	-168.15	-13.83
1	4		max	273 Tk	6.000		-35.18	-15.89	154.47	0.02	102.11	5.71
2	4		max	273 Tk	0	(2)	-2.23	3.49	-25.31	0.02	101.86	5.71

2015. június

Szerző:
Kovács Attila

$$M_{Ed,z} := 13.83 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{\text{öv.pl.Rd},z} := \frac{W_{\text{öv.pl},z} \cdot f_{yd}}{\gamma_{M0}} = 84.6 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

$$\eta_{MRd,z} := \frac{M_{Ed,z}}{M_{\text{öv.pl.Rd},z}} = 16.35 \cdot \%$$

$$A_{\text{keresztmetszet}} := \begin{cases} \text{"MEGFEELEL!"} & \text{if } \eta_{MRd,z} \leq 100\% \\ \text{"NEM_FELELE_MEG!"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$A_{\text{keresztmetszet}} = \text{"MEGFEELEL!"}$$

Nyírási horpadás vizsgálat

$$\eta := 1.2$$

$$\frac{h_w}{t_w} \leq 72 \cdot \frac{\varepsilon}{\eta}$$

$$\text{horpadásra} := \begin{cases} \text{"NEM_MÉRTÉKADÓ!"} & \text{if } \frac{h_w}{t_w} \leq 72 \cdot \frac{\varepsilon}{\eta} \\ \text{"VIZSGÁLNI_KELL"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$\text{horpadásra} = \text{"NEM_MÉRTÉKADÓ!"}$$

Kifordulás vizsgálat

$$M_{Ed,y} = 168.15 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

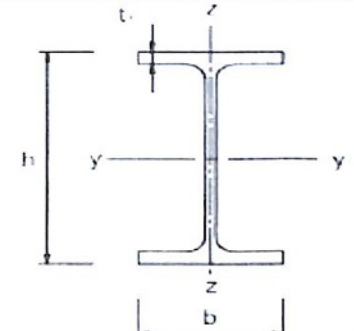
$$k_c := 0.91 \quad L_c := k = 6 \text{ m} \quad \lambda'_{c0} := 0.5 \quad k_{fl} := 1.10$$

$$I_{\text{eff},z} := t_f \cdot \frac{b^3}{12} + \frac{h_w}{6} \cdot \frac{t_w^3}{12} = 3600.23 \cdot \text{cm}^4 \quad A_{\text{eff},z} := b \cdot t_f + \frac{h_w}{6} \cdot t_w = 51.36 \cdot \text{cm}^2$$

$$i_{fz} := \sqrt{\frac{I_{\text{eff},z}}{A_{\text{eff},z}}} = 8.4 \cdot \text{cm}$$

$$\lambda'_f := \frac{k_c \cdot L_c}{i_{fz} \cdot \lambda_E} = 0.695$$

kihajlási görbe meghatározása

Keresztmetszet	Határok	A kihajlás tengelye	Kihajlási görbe	
			S 235 S 275 S 355 S 420	S 460
Hengerelt szelvények 	$\frac{h}{b} > 1.2$	$t_f \leq 40 \text{ mm}$	y-y z-z	a a ₀
		$40 \text{ mm} < t_f \leq 100$	y-y z-z	b c
	$\frac{h}{b} \leq 1.2$	$t_f \leq 100 \text{ mm}$	y-y z-z	b c
		$t_f > 100 \text{ mm}$	y-y z-z	d c

$$\frac{h}{b} \leq 1.2 \quad t_f \leq 100 \text{ mm}$$

z tengelyre c görbe

$$\lambda'_{\min} := 0.65 \quad \chi \lambda'_{\min} := 0.7554$$

$$\lambda'_{\max} := 0.70 \quad \chi \lambda'_{\max} := 0.7247$$

Given $\chi := 1$

$$\frac{\lambda'_f - \lambda'_{\min}}{\chi - \chi \lambda'_{\min}} = \frac{\lambda'_{\min} - \lambda'_{\max}}{\chi \lambda'_{\min} - \chi \lambda'_{\max}}$$

$$\chi := \text{Find}(\chi) = 0.728$$

$$\chi = 0.728$$

$$M_{b,Rd} := k_{fl} \cdot \chi \cdot W_{pl,y} \cdot \frac{f_{yd}}{\gamma_{M1}} = 306.5 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

$$\text{kifordulásra} := \begin{cases} \text{"NEM_MÉRTÉKADÓ"} & \text{if } \lambda'_f \leq \lambda'_{c0} \cdot \frac{M_{b,Rd}}{M_{Ed,y}} \\ \text{"VIZSGÁLNI_KELL"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

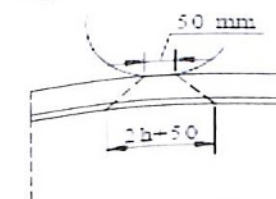
$$\text{kifordulásra} = \text{"NEM_MÉRTÉKADÓ"}$$

Beroppanás vizsgálat

$$F_{z,Ed} := V_{z,Ed} = 180.27 \cdot \text{kN}$$

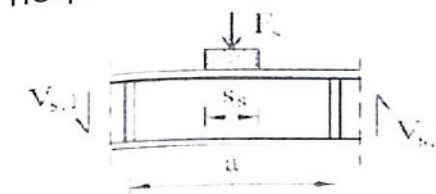
$$f_{y,f} := f_{yd} = 235 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad f_{y,w} := f_{yd} = 235 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$L_c = 6 \text{ m} \quad c := 0 \cdot \text{cm}$$

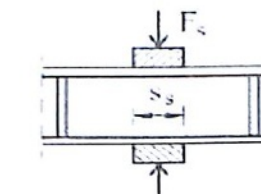


$$S_s := 2 \cdot h_{\sin} + 50 \cdot \text{mm} = 16 \cdot \text{cm}$$

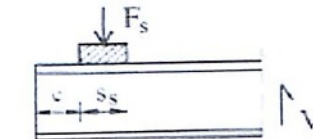
horpadási tényező



$$\text{a, } k_F = 6 + 2 \left(\frac{h_w}{a} \right)^2$$



$$\text{b, } k_F = 3.5 + 2 \left(\frac{h_w}{a} \right)^2$$



$$\text{c, } k_F = 2 + 6 \left(\frac{s_s + c}{h_w} \right)^2 \leq 6$$

$$k_{F,a} := 6 + 2 \left(\frac{h_w}{a} \right)^2 = 6.01$$

$$k_{F,b} := 3.5 + 2 \left(\frac{h_w}{a} \right)^2 = 3.51$$

$$k_{F,c} := \min \left[6, 2 + 6 \left(\frac{S_s + c}{h_w} \right)^2 \right] = 5.06$$

$$k_F := \min(k_{F,a}, k_{F,b}, k_{F,c}) = 3.51$$

$$l_e := \min \left(\frac{k_F \cdot E_s \cdot t_w^2}{2 \cdot f_{y,w} \cdot h_w}, S_s + c \right) = 16 \cdot \text{cm}$$

$$m_1 := \frac{f_{y,w} \cdot b}{f_{y,w} \cdot t_w} = 33.33 \quad m_2 := 0.02 \cdot \left(\frac{h_w}{t_f} \right)^2 = 3.92$$

$$l_y := \min[L_c, S_s + 2 \cdot t_f \cdot (1 + \sqrt{m_1 + m_2})] = 387.3 \cdot \text{mm}$$

$$F_{cr} := 0.9 \cdot k_F \cdot E_s \cdot \frac{t_w^3}{h_w} = 2159.69 \cdot \text{kN}$$

$$\chi'_F := \sqrt{\frac{l_y \cdot t_w \cdot f_{y,w}}{F_{cr}}} = 0.616$$

$$\chi_F := \max \left(\frac{0.5}{\chi'_F}, 1.0 \right) = 1$$

$$L_{eff} := \chi_F \cdot l_y = 38.7 \cdot \text{cm}$$

$$F_{Rd} := \frac{f_{y,w} \cdot L_{eff} \cdot t_w}{\gamma_{M1}} = 819.17 \cdot \text{kN}$$

Feltétel ellenőrzése

$$m_2 = 3.92$$

$$m_{2,vég} := \begin{cases} \left[0.02 \cdot \left(\frac{h_w}{t_f} \right)^2 \right] & \text{if } \lambda'_F > 0.5 \\ 0 & \text{if } \lambda'_F \leq 0.5 \end{cases} = 3.92$$

$$m_{2_feltételezés} := \begin{cases} \text{"HELYTELEN!"} & \text{if } m_2 \neq m_{2,vég} \\ \text{"HELYES!"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$m_{2_feltételezés} = \text{"HELYES!"}$$

$$\eta := \frac{F_{z,Ed}}{F_{Rd}} = 22.01 \cdot \%$$

$$A_keresztmetszet := \begin{cases} \text{"MEGFELEL!"} & \text{if } \eta \leq 100\% \\ \text{"NEM_FELEL_MEG!"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$A_keresztmetszet = \text{"MEGFELEL!"}$$

Gerinclemez gyűrődése

$$R_{a,Rd} := 0.5 \cdot t_w^2 \cdot (E_s \cdot f_{y,w})^{0.5} \cdot \left[\left(\frac{t_f}{t_w} \right)^{0.5} + 3 \cdot \left(\frac{t_w}{t_f} \right) \cdot \left(\frac{S_s}{h_w} \right) \right] \cdot \frac{1}{\gamma_{M1}} = 722.28 \cdot \text{kN}$$

$$F_{z,Ed} = 180.27 \cdot \text{kN}$$

$$\eta := \frac{F_{z,Ed}}{R_{a,Rd}} = 24.96 \cdot \%$$

$$A_keresztmetszet := \begin{cases} \text{"MEGFELEL!"} & \text{if } \eta \leq 100\% \\ \text{"NEM_FELEL_MEG!"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$A_keresztmetszet = \text{"MEGFELEL!"}$$

Interakciók vizsgálata

Gyűrődés hajlítás interakciója

$$\frac{F_{z,Ed}}{R_{a,Rd}} + \frac{M_{Ed,y}}{M_{pl,Rd,y}} = 0.689$$

$$\text{interakcióra} := \begin{cases} \text{"MEGFELEL!"} & \text{if } \frac{F_{z.Ed}}{R_{a.Rd}} + \frac{M_{Ed.y}}{M_{pl.Rd.y}} \leq 1.50 \\ \text{"NEM_FELEL_MEG"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$\text{interakcióra} = \text{"MEGFELEL!"}$$

Haljtás és nyírás kölcsönhatása "z" tengelyre

$$V_{z.Ed} = 180.27 \cdot \text{kN} \quad V_{z.Rd} = 373.248 \cdot \text{kN}$$

$$V_{z.Ed} < \frac{1}{2} V_{z.Rd}$$

$$A_{\text{vizsgálat}} := \begin{cases} \text{"NEM_SZÜKSÉGES!"} & \text{if } V_{z.Ed} < \frac{1}{2} V_{z.Rd} \\ \text{"SZÜKSÉGES!"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$A_{\text{vizsgálat}} = \text{"NEM_SZÜKSÉGES!"}$$

Haljtás és nyírás kölcsönhatása "y" tengelyre

$$V_{y.Ed} = 34.94 \cdot \text{kN} \quad V_{y.Rd.öv} = 651.25 \cdot \text{kN}$$

$$V_{y.Ed} < \frac{1}{2} V_{y.Rd.öv}$$

$$A_{\text{vizsgálat}} := \begin{cases} \text{"NEM_SZÜKSÉGES!"} & \text{if } V_{y.Ed} < \frac{1}{2} V_{y.Rd.öv} \\ \text{"SZÜKSÉGES!"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$A_{\text{vizsgálat}} = \text{"NEM_SZÜKSÉGES!"}$$

Két tengelyű haljtás és normálerő kölcsönhatása

$$\begin{aligned} N_{x.Ed} &= 42.48 \cdot \text{kN} & M_{Ed.z} &= 13.83 \cdot \text{m} \cdot \text{kN} & M_{Ed.y} &= 168.15 \cdot \text{m} \cdot \text{kN} \\ N_{x.pl.Rd} &= 2923.4 \cdot \text{kN} & M_{pl.Rd.y} &= 382.698 \cdot \text{kN} \cdot \text{m} & M_{öv.pl.Rd.z} &= 84.6 \cdot \text{kN} \cdot \text{m} \end{aligned}$$

$$\eta_{Mz.My.Nx} := \frac{N_{x.Ed}}{N_{x.pl.Rd}} + \frac{M_{Ed.y}}{M_{pl.Rd.y}} + \frac{M_{Ed.z}}{M_{öv.pl.Rd.z}} = 61.74\%$$

$$A_{\text{keresztmetszet}} := \begin{cases} \text{"MEGFELEL!"} & \text{if } \eta_{Mz.My.Nx} \leq 100\% \\ \text{"NEM_FELEL_MEG!"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$A_{\text{keresztmetszet}} = \text{"MEGFELEL!"}$$

6.5 Darupálya tartó konzol méretezése

A kiékelte szelvény teherbírást ellenőrzését AxisVM12-ben végeztem.

Anyag S 235
Szelvény IPE 600, I 1100 ék

Tervezési módszer
Szelvényosztály szerint (elasztikus / plasztikus)

Szelvényosztály
Automatikus osztályba sorolás
1 2 3 4

Szerkezeti elem
✓ y irányú merevítés
✓ z irányú merevítés
Nem kilendülő
Nem kilendülő

Szerkezeti elemek összeállítása

Foldregés igénybevételek szorzója $f_{se} = 1$

Stabilitási paraméterek
Kihajlás
y Kihajlási hossz szorzó $K_y = 2.000$
z Kihajlási hossz szorzó $K_z = 1.000$

Kifordulás
 $K_w = 1.000$ ☒ Konzol

A teher helyzete
Felső
Súlypont
Alsó
Egyedi

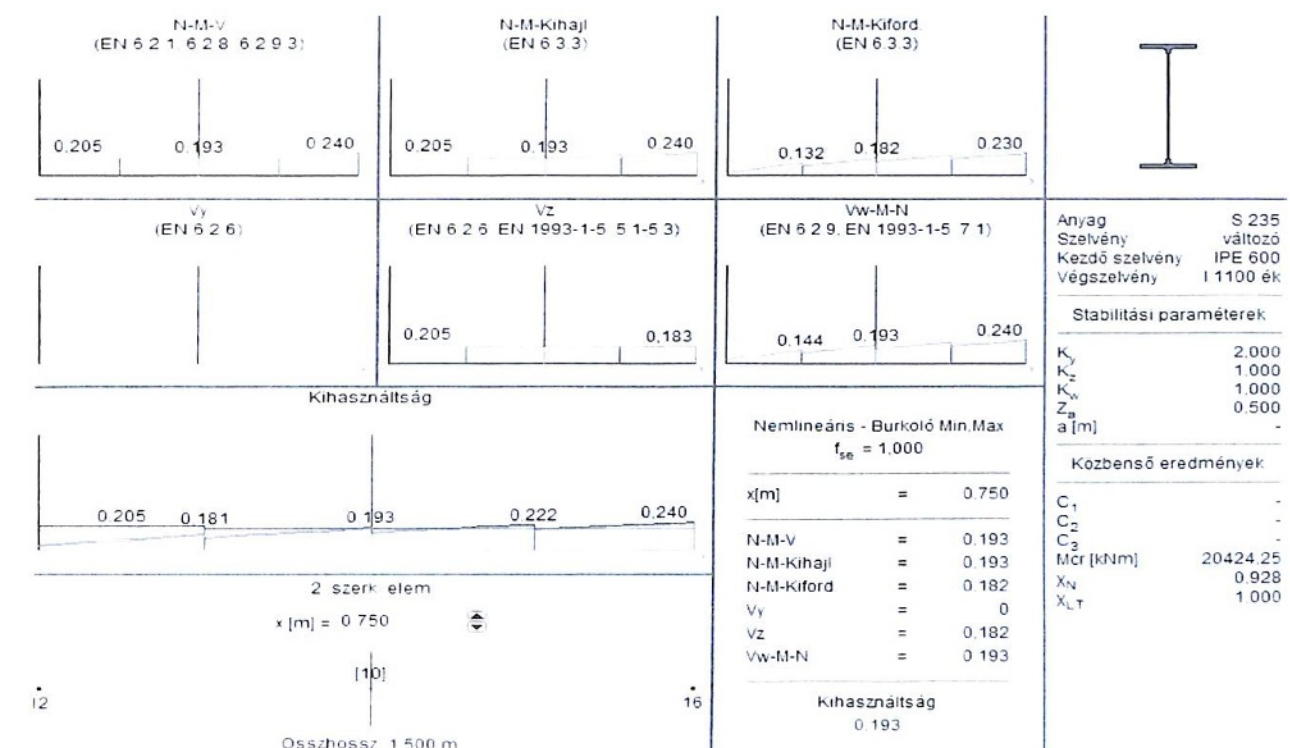
Gerinc nyírási horpadás
☒ Merevítőn
☐ Keresztirányú merevítés

$a_{eff} = 1.500$ m
 $a [m] = 1.500$

M_{cr} számítása
Auto M_{cr}

A tervezési paraméterek beállításai

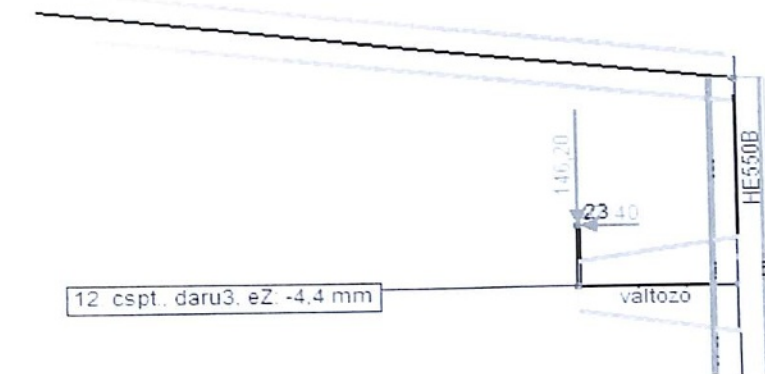
A kiékelte szelvény kifordulásvizsgálatához az Axis gyártó alapján Auto M_{cr} módsze alkalmazása javasolt. "z" tengelyű kihajlásra a kihajlási hossz a darupálya tartó és keretoszlop között $v=1$, "y" tengelyű kihajlási hossz $v=2$.



A méretezés során a maximális kihasználtság 24%, tehát a konzol teherbírásra
MEGFELEL!

A leheajlás a daruterherből,
(Axis: daru3 tehereset)
4.4 mm-re adódik.
Az említett teheresetben a teher
tervezési értékévszerepel.

$$e_{z, \text{gyakori.daru3}} := \frac{4.4 \text{ mm}}{1.35} = 3.3 \cdot \text{mm}$$



A szerkezeti önsúly és a darupálya tartó és darusín terhéből a többletlehajlás

$$e_{z, \text{acél}} := 0.3 \cdot \text{mm}$$

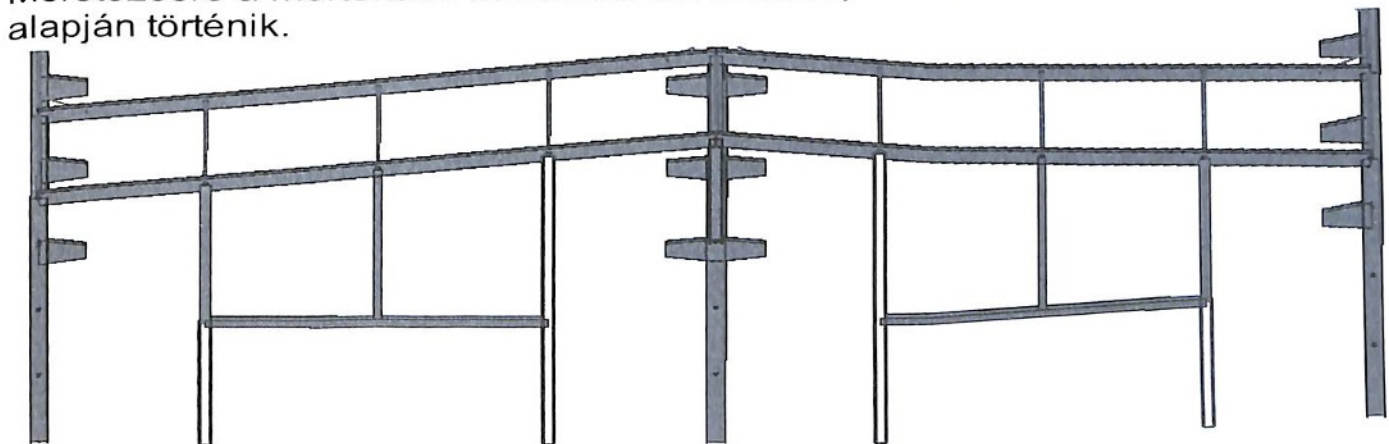
$$e_{z, \text{gyakori}} := e_{z, \text{gyakori.daru3}} + e_{z, \text{acél}} = 3.6 \cdot \text{mm}$$

A darupálya maximális függőleges eltolódása 10 mm. Tehát a lehajlás
MEGFELEL!

6.6 Falvázoszlopok méretezése

6.6.1 Mértékadó falvázoszlop a kapuzat felől

Méretezésre a mértékadó terhelésű falvázoszlop kerül. Ennek kiválasztása Axis
alapján történik.



Az igénybevételek AxisVM12 programban, másodrendű számítás alapján lettek
meghatározva.

Oszlop mértékadó igénybevételei

Tk.26 legnagyobb nyomaték

$$M_{Mmax.Ed} := 202.55 \cdot \text{kN} \cdot \text{m} \quad N_{Mmax.Ed} := 40.10 \cdot \text{kN} \quad V_{Mmax.Ed} := 25.07 \cdot \text{kN}$$

Tk. 26 legnagyobb normálerő

$$N_{Nmax.Ed} := 54.87 \cdot \text{kN} \quad V_{Nmax.Ed} := 59.74 \cdot \text{kN} \quad M_{Nmax.Ed} := 0 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

Tk.26 legnagyobb nyíróerő

$$V_{Vmax.Ed} := 63.00 \cdot \text{kN} \quad M_{Vmax.Ed} := 0 \cdot \text{kN} \cdot \text{m} \quad N_{Vmax.Ed} := 51.36 \cdot \text{kN}$$

Szükséges képlékeny keresztmetszeti tényező hajlításra:

$$W_{pl,y} := \frac{M_{Mmax.Ed}}{f_y} = 861.9 \cdot \text{cm}^3$$

HEA 300 szelvény megfelelő!

Szerkezeti acél: S235

$$f_y := 235 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad f_u := 360 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad E := 210 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{mm}^2} \quad G := 81 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{mm}^2}$$

$$\eta := 1.2 \quad \lambda_E := 93.9 \quad \beta_w := 0.8 \quad \varepsilon := 1 \quad \beta := 1.0$$

oszlop magassága

$$H := 12.39 \cdot \text{m}$$

részmagasságok:

$$H_1 := 5.13 \text{m}$$

kapugerenda csatlakozási szintje

$$H_2 := 7.26 \cdot \text{m}$$

kapugerenda és keretgerenda közti távolság

nyírési merevítések távolsága $a := 12.39 \cdot \text{m}$

Oszlop : HE- 300 A

oszlop szelvénymagassága $h_c := 290 \cdot \text{mm}$

öv vastagsága $t_{fc} := 14 \cdot \text{mm}$

gerinc vastagsága $t_{wc} := 8.5 \cdot \text{mm}$

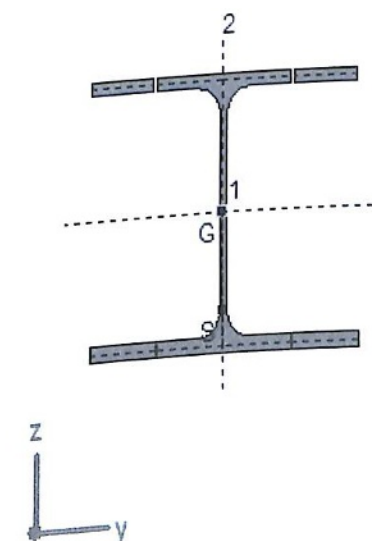
keresztmetszeti terület $A_c := 110.85 \cdot \text{cm}^2$

nyírési keresztmetszet $A_{vz.c} := 37.28 \cdot \text{cm}^2$

öv szélesség $b_{fc} := 300 \cdot \text{mm}$

lekerekítési sugár $r_c := 27 \cdot \text{mm}$

keresztmetszeti modulus $W_{pl,z} := 628.1 \cdot \text{cm}^3$



2015. június

Szerző:
Kovács Attila

$$\text{keresztmetszeti modulus } W_{pl,y} := 1359.3 \cdot \text{cm}^3$$

$$\text{geinc tiszta magassága } h_{wc} := h_c - 2 \cdot t_{fc} - 2 \cdot r_c = 208 \cdot \text{mm}$$

$$\begin{aligned} I_y &:= 17939.1 \cdot \text{cm}^4 & I_t &:= 56.7 \cdot \text{cm}^4 & I_{y,c} &:= I_y & I_{t,c} &:= I_t \\ I_z &:= 6207.3 \cdot \text{cm}^4 & I_\omega &:= 311775 \cdot \text{cm}^6 & I_{z,c} &:= I_z & I_{\omega,c} &:= I_\omega \end{aligned}$$

keresztmetszeti osztály S235 anyagminőség esetén:

hajlításra
tiszta nyomásra

2.osztály -> képlékenyen méretezhető
2. osztály -> képlékenyen méretezhető

Oszlop kihajlási határereje saját síkjában, az oszlopa alján
y tengelyű kihajlás x - z síkban

$$\nu := 1$$

$$L_{cr,y} := \nu \cdot H = 12390.00 \cdot \text{mm}$$

$$N_{cr} := \frac{E \cdot I_y \cdot \pi^2}{L_{cr,y}^2} = 2422.02 \cdot \text{kN}$$

$$N_{pl,Rk} := A_c \cdot f_y = 2604.97 \cdot \text{kN}$$

$$\chi_y := \sqrt{\frac{N_{pl,Rk}}{N_{cr}}} = 1.04$$

Kihajlási görbe

$$t_{fc} < 100 \cdot \text{mm} \quad \frac{h_c}{b_{fc}} = 0.97$$

"b" kihajlási görbe

$$\chi_y := 0.5657$$

$$N_{b,y,Rd} := \chi_y \cdot \frac{A_c \cdot f_y}{\gamma_{M1}} = 1473.63 \cdot \text{kN}$$

z tengelyű kihajlás x - y síkban

$$\nu := 1$$

$$L_{cr,z} := \nu \cdot H \cdot 0.25 = 3098 \cdot \text{mm}$$

$$N_{cr} := \frac{E \cdot I_z \cdot \pi^2}{L_{cr,z}^2} = 13409.09 \cdot \text{kN}$$

$$N_{pl,Rk} := A_c \cdot f_y = 2604.97 \cdot \text{kN}$$

$$\chi_z := \sqrt{\frac{N_{pl,Rk}}{N_{cr}}} = 0.44$$

Kihajlási görbe

$$t_{fc} < 100 \cdot \text{mm} \quad \frac{h_c}{b_{fc}} = 0.97$$

"c" kihajlási görbe

$$\chi_z := 0.8973 \quad \text{a biztonság javára}$$

$$N_{b,z,Rd} := \chi_z \cdot \frac{A_c \cdot f_y}{\gamma_{M1}} = 2337.44 \cdot \text{kN}$$

Határerő

$$N_{pl,Rd} := \min(N_{b,y,Rd}, N_{b,z,Rd}) = 1473.6 \cdot \text{kN}$$

$$\eta := \frac{N_{Nmax,Ed}}{N_{pl,Rd}} = 3.72 \cdot \%$$

$$A_{keresztmetszet} := \begin{cases} \text{"MEGFELEL!"} & \text{if } \eta \leq 100\% \\ \text{"NEM_FELEL_MEG!"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$A_{keresztmetszet} = \text{"MEGFELEL!"}$$

Oszlop hajlítási hatátereje

$$M_{pl,y,Rd} := \frac{W_{pl,y} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = 319.44 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

$$\eta := \frac{M_{Mmax,Ed}}{M_{pl,y,Rd}} = 63.41 \cdot \%$$

$$A_{keresztmetszet} := \begin{cases} \text{"MEGFELEL!"} & \text{if } \eta \leq 100\% \\ \text{"NEM_FELEL_MEG!"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$A_{keresztmetszet} = \text{"MEGFELEL!"}$$

Oszlop nyírási hatátereje

$$V_{pl,z,Rd} := \frac{A_{vz,c} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = 876.08 \cdot \text{kN}$$

2015. június

Szerző:
Kovács Attila

$$\eta := \frac{V_{Vmax.Ed}}{V_{pl.z.Rd}} = 7.19\%$$

$$A_keresztmetszet := \begin{cases} \text{"MEGFELEL!"} & \text{if } \eta \leq 100\% \\ \text{"NEM_FELEL_MEG!"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$A_keresztmetszet = \text{"MEGFELEL!"}$$

Interakciók vizsgálata

Hajlítás és nyírás kölcsönhatása legnagyobb nyíróerőnél

$$V_{Vmax.Ed} = 63 \cdot \text{kN} \quad M_{Vmax.Ed} = 0 \cdot \text{kN}$$

$$V_{Vmax.Ed} < \frac{1}{2} V_{pl.z.Rd}$$

$$A_vizsgalat := \begin{cases} \text{"NEM_SZÜKSÉGES!"} & \text{if } V_{Vmax.Ed} < \frac{1}{2} V_{pl.z.Rd} \\ \text{"SZÜKSÉGES!"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$A_vizsgalat = \text{"NEM_SZÜKSÉGES!"}$$

Hajlítás és nyírás kölcsönhatása legnagyobb nyomatéknál

$$V_{Mmax.Ed} = 25.07 \cdot \text{kN} \quad M_{Mmax.Ed} = 202.55 \cdot \text{m} \cdot \text{kN}$$

$$V_{Mmax.Ed} < \frac{1}{2} V_{pl.z.Rd}$$

$$A_vizsgalat := \begin{cases} \text{"NEM_SZÜKSÉGES!"} & \text{if } V_{Mmax.Ed} < \frac{1}{2} V_{pl.z.Rd} \\ \text{"SZÜKSÉGES!"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$A_vizsgalat = \text{"NEM_SZÜKSÉGES!"}$$

Hajlítás és normálerő kölcsönhatása a legnagyobb normálerőnél *A legnagyobb normálerőnél a csuklós kapcsolat miatt, nyomaték nem ébred.*

Hajlítás és normálerő kölcsönhatása a legnagyobb nyomatéknál

$$N_{Mmax.Ed} = 40.1 \cdot \text{kN} \quad M_{Mmax.Ed} = 202.55 \cdot \text{m} \cdot \text{kN}$$

$$N_{Mmax.Ed} \leq 0.25 \cdot N_{b.y.Rd}$$

$$A_vizsgalat := \begin{cases} \text{"NEM_SZÜKSÉGES!"} & \text{if } N_{Mmax.Ed} \leq 0.25 \cdot N_{b.y.Rd} \\ \text{"SZÜKSÉGES!"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$A_vizsgalat = \text{"NEM_SZÜKSÉGES!"}$$

2015. június

Szerző:

$$N_{Mmax.Ed} \leq \frac{0.5 \cdot h_{wc} \cdot t_{wc} \cdot f_y}{\gamma_{M0}}$$

$$A_vizsgalat := \begin{cases} "NEM_SZÜKSÉGES!" & \text{if } N_{Mmax.Ed} \leq \frac{0.5 \cdot h_{wc} \cdot t_{wc} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} \\ "SZÜKSÉGES!" & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$A_vizsgalat = "NEM_SZÜKSÉGES!"$$

Kifordulási ellenállás melegen hengerelt szelvényre

$$\psi := 0 \quad k := 1.0 \quad \beta := 0.75$$

$$C_1 := 1.879 \quad k_w := 1.0 \quad \lambda'_{Lt.0} := 0.4$$

$$C_2 := 0 \quad z_j := 0$$

$$C_3 := 0.939 \quad z_g := \frac{h_c}{2} = 145 \cdot \text{mm}$$

$$\text{Kifordulási görbe } \frac{h_c}{b_{fc}} < 2 \quad b \text{ görbe } \alpha_{Lt} := 0.34$$

$$M_{cr.y} := \frac{C_1 \cdot \pi^2 \cdot E \cdot I_z}{[k \cdot (H_2)]^2} \cdot \left[\sqrt{\left(\frac{k}{k_w} \right)^2 \cdot \frac{I_w}{I_z} + \frac{[k \cdot (H_2)]^2 \cdot G \cdot I_t}{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}} + (C_2 \cdot z_g - C_3 \cdot z_j)^2 - (C_2 \cdot z_g - C_3 \cdot z_j) \right]$$

$$M_{cr.y} = 708.13 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

$$\frac{M_{Mmax.Ed}}{M_{cr.y}} = 0.286 \quad \lambda'_{Lt} := \sqrt{\frac{M_{pl.y.Rd}}{M_{cr.y}}} = 0.672$$

$$A_vizsgalat := \begin{cases} "NEM_SZÜKSÉGES!" & \text{if } \lambda'_{Lt} \leq 0.4 \\ & \frac{M_{Mmax.Ed}}{M_{cr.y}} \leq 0.16 \\ "SZÜKSÉGES!" & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$A_vizsgalat = "SZÜKSÉGES!"$$

$$\phi_{Lt} := \frac{1 + \alpha_{Lt} (\lambda'_{Lt} - \lambda'_{Lt.0}) + \beta \cdot \lambda'_{Lt}^2}{2} = 0.715$$

$$\chi_{Lt} := \min \left(\frac{1}{\phi_{Lt} + \sqrt{\phi_{Lt}^2 - \beta \cdot \lambda'_{Lt}^2}}, 1.0, \frac{1}{\lambda'_{Lt}^2} \right) = 0.884$$

2015. június

Szerző:
Kovács Attila

$$k_c := \frac{1}{1.33 - 0.33 \cdot \psi} = 0.7519$$

$$f := 1 - 0.5 \cdot (1 - k_c) \cdot \left[1 - 2 \cdot (\lambda'_{Lt} - 0.8)^2 \right] = 0.88$$

$$\chi_{Lt,mod} := \min \left(1.0, \frac{\chi_{Lt}}{f} \right) = 1.000$$

$$M_{b,y,Rd} := \chi_{Lt,mod} \cdot M_{pl,y,Rd} = 319.44 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

$$\eta := \frac{M_{Mmax,Ed}}{M_{b,y,Rd}} = 63.41 \cdot \%$$

$$A_keresztmetszet := \begin{cases} \text{"MEGFEELEL!"} & \text{if } \eta \leq 100\% \\ \text{"NEM_FELELE_MEG!"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$A_keresztmetszet = \text{"MEGFEELEL!"}$$

Kihajlás és kifordulás interakciója

kilengő kihajlási módot feltételezve a biztonság javára

$$C_{my} := 0.9$$

$$k_{yy} := \min \left[C_{my} \cdot \left[1 + (\lambda'_y - 0.2) \cdot \frac{N_{Mmax,Ed} \cdot \gamma_{M1}}{N_{b,y,Rd}} \right], C_{my} \cdot \left[1 + (0.8) \cdot \frac{N_{Mmax,Ed} \cdot \gamma_{M1}}{N_{b,y,Rd}} \right] \right]$$

$$k_{yy} = 0.92$$

$$\eta_{yy} := \frac{N_{Mmax,Ed}}{N_{b,y,Rd}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{Mmax,Ed}}{M_{b,y,Rd}} = 61.03 \cdot \%$$

$$k_{zy} := 0.6 \cdot k_{yy} = 0.552$$

$$\eta_{zy} := \frac{N_{Mmax,Ed}}{N_{b,z,Rd}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{Mmax,Ed}}{M_{b,y,Rd}} = 36.7 \cdot \%$$

$$\eta := \max(\eta_{yy}, \eta_{zy}) = 61.0 \cdot \%$$

$$A_keresztmetszet := \begin{cases} \text{"MEGFEELEL!"} & \text{if } \eta \leq 100\% \\ \text{"NEM_FELELE_MEG!"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$A_keresztmetszet = \text{"MEGFEELEL!"}$$

Gerinclemez nyírási horpadási ellenállása

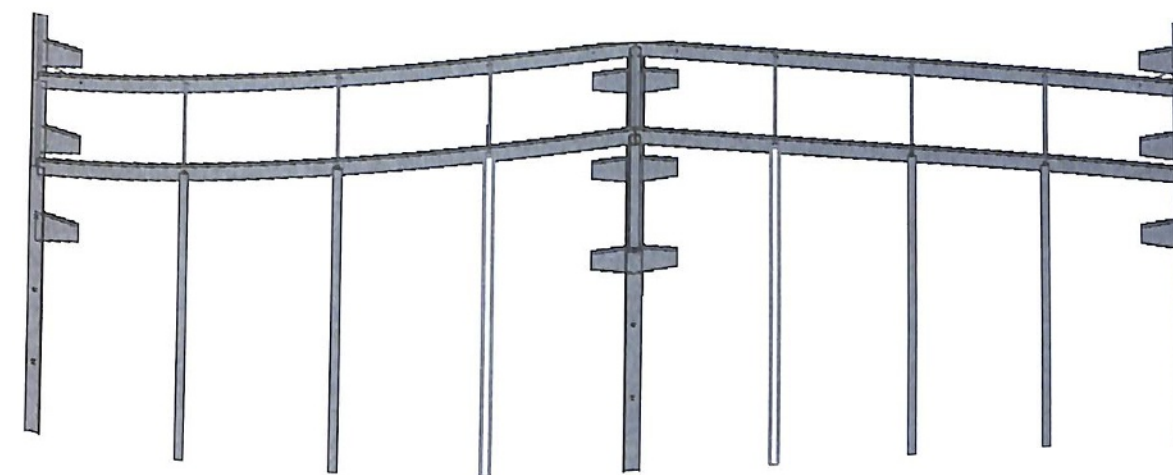
$$V_{Vmax,Ed} = 63 \cdot \text{kN}$$

$$\frac{h_{wc}}{t_{wc}} = 24.471 \qquad \frac{72 \cdot \varepsilon}{\eta} = 60$$

$$A_{\text{vizsgálat}} := \begin{cases} \text{"NEM_SZÜKSÉGES!"} & \text{if } \frac{h_{wc}}{t_{wc}} \leq \frac{72 \cdot \epsilon}{\eta} \\ \text{"SZÜKSÉGES!"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

$A_{\text{vizsgálat}} = \text{"NEM_SZÜKSÉGES!"}$

6.6.2 Mértékadó falvázoszlop a záró keretállás felől



Oszlop mértékadó igénybevételei

Tk.16 legnagyobb nyomaték

$$M_{Mmax.Ed} := 127.98 \cdot \text{kN} \cdot \text{m} \quad N_{Mmax.Ed} := 35.27 \cdot \text{kN} \quad V_{Mmax.Ed} := 0 \cdot \text{kN}$$

Tk. 16 legnagyobb normálerő

$$N_{Nmax.Ed} := 39.97 \cdot \text{kN} \quad V_{Nmax.Ed} := 41.33 \cdot \text{kN} \quad M_{Nmax.Ed} := 0 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

Tk.16 legnagyobb nyíróerő

$$V_{Vmax.Ed} := 41.33 \cdot \text{kN} \quad M_{Vmax.Ed} := 0 \cdot \text{kN} \cdot \text{m} \quad N_{Vmax.Ed} := 35.27 \cdot \text{kN}$$

Tk.23 kifordulásra mértékadó (teljes magasságban nyomott öv falpanel megtámsztása nem érvényesül a nyomott övön- belső oldal)

$$V_{kif.Ed} := 0 \cdot \text{kN} \quad M_{kif.Ed} := 124.10 \cdot \text{kN} \cdot \text{m} \quad N_{kif.Ed} := 35.27 \cdot \text{kN}$$

Szelvényadatokat és anyagminőségeket lásd: "6.6.1 Mértékadó falvázoszlop a kapuzat felől"

oszlop magassága $H := 12.39 \cdot \text{m}$

Szelvény: HE 300 A

Oszlop kihajlási határereje saját síkjában, az oszlopa alján

y tengelyű kihajlás x - z síkban

A vizsgálat megegyezik: "6.6.1 Mértékadó falvázoszlop a kapuzat felől"

2015. június

Szerző:
Kovács Attila

A kisebb igénybevétel miatt nem mértékadó.

z tengelyű kihajlás x - y síkban

A vizsgálat megegyezik: "6.6.1 Mértékadó falvázoszlop a kapuzat felől"

A kisebb igénybevétel miatt nem mértékadó.

Oszlop hajlítási hatátereje

A vizsgálat megegyezik: "6.6.1 Mértékadó falvázoszlop a kapuzat felől"

A kisebb igénybevétel miatt nem mértékadó.

Oszlop nyírési hatátereje

A vizsgálat megegyezik: "6.6.1 Mértékadó falvázoszlop a kapuzat felől"

A kisebb igénybevétel miatt nem mértékadó.

Interakciók vizsgálata

Hajlítás és nyírás kölcsönhatása

A vizsgálat megegyezik: "6.6.1 Mértékadó falvázoszlop a kapuzat felől"

A kisebb igénybevételek miatt nem mértékadó.

Hajlítás és normálerő kölcsönhatása

A vizsgálat megegyezik: "6.6.1 Mértékadó falvázoszlop a kapuzat felől"

A kisebb igénybevételek miatt nem mértékadó.

Kifordulási ellenállás melegen hengerelt szelvényre

$$C_1 := 1.132 \quad k := 1.0 \quad \beta := 0.75$$

$$C_2 := 0.459 \quad k_w := 1.0 \quad \lambda'_{Lt,0} := 0.4$$

$$C_3 := 0.525 \quad z_j := 0$$

$$z_g := \frac{h_c}{2} = 145 \cdot \text{mm}$$

$$\text{Kifordulási görbe} \quad \frac{h_c}{b_{fc}} < 2 = 1 \quad \text{"b" görbe} \quad \alpha_{Lt} := 0.34$$

$$M_{cr,y} := \frac{C_1 \cdot \pi^2 \cdot E \cdot I_z}{[k \cdot (H)]^2} \cdot \left[\sqrt{\left(\frac{k}{k_w} \right)^2 \cdot \frac{I_\omega}{I_z} + \frac{[k \cdot (H)]^2 \cdot G \cdot I_t}{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}} + (C_2 \cdot z_g - C_3 \cdot z_j)^2 - (C_2 \cdot z_g - C_3 \cdot z_j) \right]$$

$$M_{cr,y} = 177.34 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

$$\frac{M_{kif,Ed}}{M_{cr,y}} = 0.7 \quad \lambda'_{Lt} := \sqrt{\frac{M_{pl,y,Rd}}{M_{cr,y}}} = 1.342$$

$$A_vizsgalat := \begin{cases} \text{"NEM_SZÜKSÉGES!"} & \text{if } \lambda'_{Lt} \leq 0.4 \\ & \frac{M_{kif.Ed}}{M_{cr.y}} \leq 0.16 \\ \text{"SZÜKSÉGES!"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$A_vizsgalat = \text{"SZÜKSÉGES!"}$$

$$\phi_{Lt} := \frac{1 + \alpha_{Lt}(\lambda'_{Lt} - \lambda'_{Lt.0}) + \beta \cdot \lambda'_{Lt}{}^2}{2} = 1.336$$

$$\chi_{Lt} := \min\left(\frac{1}{\phi_{Lt} + \sqrt{\phi_{Lt}{}^2 - \beta \cdot \lambda'_{Lt}{}^2}}, 1.0, \frac{1}{\lambda'_{Lt}{}^2}\right) = 0.502$$

$$k_c := \frac{1}{1.33 - 0.33 \cdot \psi} = 0.7519$$

$$f := 1 - 0.5 \cdot (1 - k_c) \cdot [1 - 2 \cdot (\lambda'_{Lt} - 0.8)^2] = 0.949$$

$$\chi_{Lt.mod} := \min\left(1.0, \frac{\chi_{Lt}}{f}\right) = 0.529$$

$$M_{b.y.Rd} := \chi_{Lt.mod} \cdot M_{pl.y.Rd} = 168.86 \cdot \text{kN}\cdot\text{m}$$

$$\eta := \frac{M_{kif.Ed}}{M_{b.y.Rd}} = 73.49\%$$

$$A_keresztmetszet := \begin{cases} \text{"MEGFELEL!"} & \text{if } \eta \leq 100\% \\ \text{"NEM_FELEL_MEG!"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$A_keresztmetszet = \text{"MEGFELEL!"}$$

Kihajlás és kifordulás interakciója $C_{my} := 0.9$
kilengő kihajlási módot feltételezve a biztonság javára

$$k_{yy} := \min\left[C_{my} \cdot \left[1 + (\lambda'_y - 0.2) \cdot \frac{N_{kif.Ed} \cdot \gamma_{M1}}{N_{b.y.Rd}}\right], C_{my} \cdot \left[1 + (0.8) \cdot \frac{N_{kif.Ed} \cdot \gamma_{M1}}{N_{b.y.Rd}}\right]\right]$$

$$k_{yy} = 0.917$$

$$\eta_{yy} := \frac{N_{kif.Ed}}{N_{b.y.Rd}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{kif.Ed}}{M_{b.y.Rd}} = 69.8\%$$

$$k_{zy} := 0.6 \cdot k_{yy} = 0.55$$

$$\eta_{zy} := \frac{N_{kif.Ed}}{N_{b.z.Rd}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{kif.Ed}}{M_{b.y.Rd}} = 41.95\%$$

$$\eta := \max(\eta_{yy}, \eta_{zy}) = 69.8\%$$

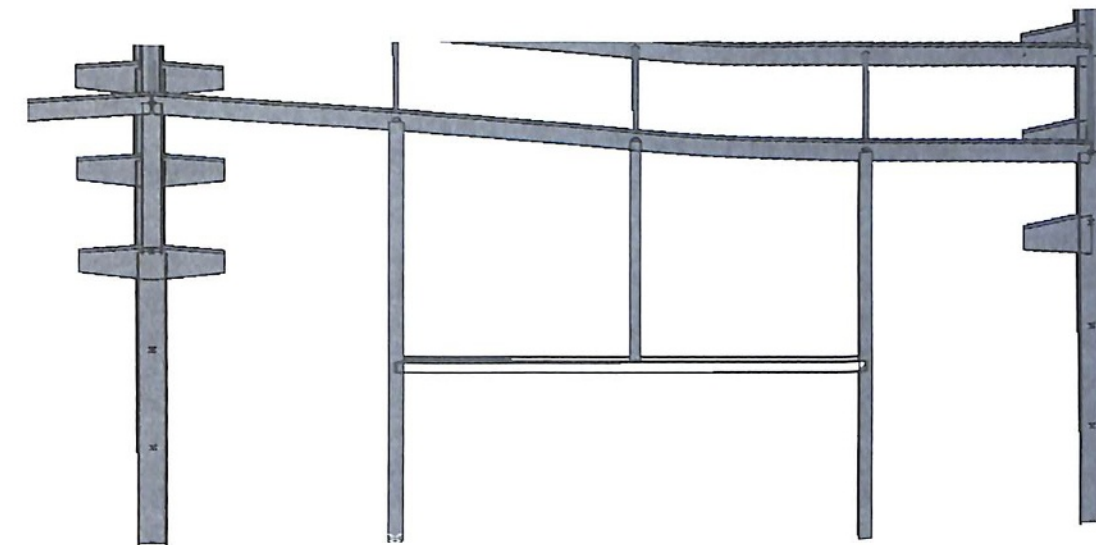
$$A_{\text{keresztmetszet}} := \begin{cases} \text{"MEGFELÉL!"} & \text{if } \eta \leq 100\% \\ \text{"NEM_FELÉL_MEG!"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$A_{\text{keresztmetszet}} = \text{"MEGFELÉL!"}$$

Gerinclemez nyírási horpadási ellenállása

Megegyezik: "6.6.1 Mértékadó falvázoszlop a kapuzat felől". A kisebb igénybevétel miatt nem mértékadó.

6.6.3 Kapuzat gerendája



Az igénybevételek AxisVM12 programban, másodrendű számítás alapján lettek meghatározva.

Oszlop mértékadó igénybevételei

Tk.31 legnagyobb nyomaték(y)

$$M_{y.Mymax.Ed} := 75.82 \cdot \text{kN} \cdot \text{m} \quad V_{z.Mymax.Ed} := 8.37 \cdot \text{kN} \quad N_{Mymax.Ed} := 0 \cdot \text{kN}$$

$$M_{z.Mymax.Ed} := 113.66 \cdot \text{kN} \cdot \text{m} \quad V_{y.Mymax.Ed} := 7.43 \cdot \text{kN}$$

Tk.23 legnagyobb nyomaték(z)

$$M_{z.Mzmax.Ed} := 113.66 \cdot \text{kN} \cdot \text{m} \quad V_{z.Mzmax.Ed} := 8.37 \cdot \text{kN} \quad N_{Mzmax.Ed} := 0 \cdot \text{kN}$$

$$M_{y.Mzmax.Ed} := 75.82 \cdot \text{kN} \cdot \text{m} \quad V_{y.Mzmax.Ed} := 7.43 \cdot \text{kN}$$

Tk.28 legnagyobb nyíróerő(z)

$$V_z.V_{zmax.Ed} := 20.55 \cdot \text{kN}$$

$$M_y.V_{zmax.Ed} := 0 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

$$N_{V_{zmax.Ed}} := 0 \cdot \text{kN}$$

$$V_y.V_{zmax.Ed} := 32.55 \cdot \text{kN}$$

$$M_z.V_{zmax.Ed} := 0 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

Tk.28(9) legnagyobb nyíróerő(y)

$$V_y.V_{ymax.Ed} := 32.55 \cdot \text{kN}$$

$$M_y.V_{ymax.Ed} := 0 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

$$N_{V_{ymax.Ed}} := 0 \cdot \text{kN}$$

$$V_z.V_{ymax.Ed} := 20.55 \cdot \text{kN}$$

$$M_z.V_{ymax.Ed} := 0 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

Szerkezeti acél: S235

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

$$f_u := 360 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$E := 210 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{mm}^2}$$

$$G := 81 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{mm}^2}$$

$$\eta := 1.2$$

$$\lambda_E := 93.9$$

$$\beta_w := 0.8$$

$$\epsilon := 1$$

$$\beta := 1.0$$

gerenda hossza

$$L := 10.0 \cdot \text{m}$$

Gerenda : HE- 300 A

gerenda
szelvénymagassága $h := 290 \cdot \text{mm}$

öv vastagsága $t_f := 14 \cdot \text{mm}$

gerinc vastagsága $t_w := 8.5 \cdot \text{mm}$

keresztmetszeti terület $A := 112.5 \cdot \text{cm}^2$

nyírási keresztmetszet $A_{V_z} := 37.28 \cdot \text{cm}^2$

öv szélesség $b_f := 300 \cdot \text{mm}$

lekerekítési sugár $r := 27 \cdot \text{mm}$

keresztmetszeti modulus $W_{pl,z} := 641.2 \cdot \text{cm}^3$

keresztmetszeti modulus $W_{pl,y} := 1383 \cdot \text{cm}^3$

geinc tiszta magassága $h_w := h - 2 \cdot t_f - 2 \cdot r = 208 \cdot \text{mm}$

$$I_y := 18260 \cdot \text{cm}^4$$

$$I_t := 85.2 \cdot \text{cm}^4$$

$$I_{y.g} := I_y \quad I_{t.g} := I_t$$

$$I_z := 6310 \cdot \text{cm}^4$$

$$I_w := 1200000 \cdot \text{cm}^6$$

$$I_{z.g} := I_z \quad I_{w.g} := I_w$$

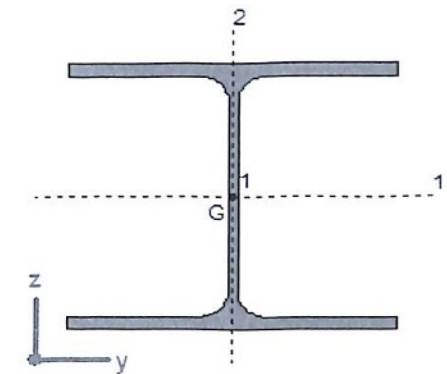
keresztmetszeti osztály S235 anyagminőség esetén:

hajlításra

2.osztály -> képlékenyen méretezhető

tiszta nyomásra

2. osztály -> képlékenyen méretezhető



Gerenda hajlítási hatátereje "y" tengely

$$M_{pl.y.Rd} := \frac{W_{pl.y} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = 325.01 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

$$\eta := \frac{M_y \cdot M_{y,max.Ed}}{M_{pl.y.Rd}} = 23.33 \cdot \%$$

$$A_{keresztmetszet} := \begin{cases} \text{"MEGFEELEL!"} & \text{if } \eta \leq 100\% \\ \text{"NEM_FELELE_MEG!"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$A_{keresztmetszet} = \text{"MEGFEELEL!"}$$

Gerenda hajlítási hatátereje "z" tengely

$$M_{pl.z.Rd} := \frac{W_{pl.z} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = 150.68 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

$$\eta := \frac{M_z \cdot M_{z,max.Ed}}{M_{pl.z.Rd}} = 75.43 \cdot \%$$

$$A_{keresztmetszet} := \begin{cases} \text{"MEGFEELEL!"} & \text{if } \eta \leq 100\% \\ \text{"NEM_FELELE_MEG!"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$A_{keresztmetszet} = \text{"MEGFEELEL!"}$$

Gerenda nyírási hatátereje "z" tengely

$$V_{pl.z.Rd} := \frac{A_{vz} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = 876.08 \cdot \text{kN}$$

$$\eta := \frac{V_z \cdot V_{z,max.Ed}}{V_{pl.z.Rd}} = 2.35 \cdot \%$$

$$A_{keresztmetszet} := \begin{cases} \text{"MEGFEELEL!"} & \text{if } \eta \leq 100\% \\ \text{"NEM_FELELE_MEG!"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$A_{keresztmetszet} = \text{"MEGFEELEL!"}$$

Gerenda nyírási hatátereje "y" tengely

$$V_{pl.y.Rd} := \frac{2(b_f \cdot t_f) \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = 1974.00 \cdot \text{kN}$$

$$\eta := \frac{V_y \cdot V_{y,max.Ed}}{V_{pl.y.Rd}} = 1.65 \cdot \%$$

$$A_keresztmetszet := \begin{cases} \text{"MEGFELEL!"} & \text{if } \eta \leq 100\% \\ \text{"NEM_FELEL_MEG!"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$A_keresztmetszet = \text{"MEGFELEL!"}$$

Nyírási és nyomaték kölcsönhatása "z" tengelyű nyírás esetén alakulhat ki.
A nyíróerő a kapugerenda közepére támaszkodó oszlop függőleges teréből ered.

$$M_z.M_{zmax.Ed} = 113.66 \cdot \text{kN} \cdot \text{m} \quad V_z.M_{zmax.Ed} = 8.37 \cdot \text{kN}$$

$$V_z.M_{zmax.Ed} < \frac{1}{2} V_{pl.z.Rd}$$

$$A_vizsgalat := \begin{cases} \text{"NEM_SZÜKSÉGES!"} & \text{if } V_{Mmax.Ed} < \frac{1}{2} V_{pl.z.Rd} \\ \text{"SZÜKSÉGES!"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$A_vizsgalat = \text{"NEM_SZÜKSÉGES!"}$$

Kifordulási ellenállás melegen hengerelt szelvényre

$$C_1 := 1.132 \quad k := 1.0 \quad \beta := 0.75 \quad \text{Kifordulási hossz} \quad L_2 := \frac{L}{2} = 5.0 \text{ m}$$

$$C_2 := 0.459 \quad k_w := 1.0 \quad \lambda'_{Lt,0} := 0.4$$

$$C_3 := 0.252 \quad z_j := 0$$

$$z_g := \frac{h_c}{2} = 145 \cdot \text{mm}$$

$$\text{Kifordulási görbe "b" görbe} \quad \alpha_{Lt} := 0.34$$

$$M_{cr,y} := \frac{C_1 \cdot \pi^2 \cdot E \cdot I_z}{[k \cdot (L_2)]^2} \cdot \sqrt{\left(\left(\frac{k}{k_w} \right)^2 \cdot \frac{I_\omega}{I_z} + \frac{[k \cdot (L_2)]^2 \cdot G \cdot I_t}{\pi^2 \cdot E \cdot I_z} + (C_2 \cdot z_g - C_3 \cdot z_j)^2 - (C_2 \cdot z_g - C_3 \cdot z_j) \right)}$$

$$M_{cr,y} = 739.39 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

$$\frac{M_y.M_{ymax.Ed}}{M_{cr,y}} = 0.103 \quad \lambda'_{Lt} := \sqrt{\frac{M_{pl,y.Rd}}{M_{cr,y}}} = 0.663$$

$$A_vizsgalat := \begin{cases} \text{"NEM_SZÜKSÉGES!"} & \text{if } \lambda'_{Lt} \leq 0.4 \\ \text{"SZÜKSÉGES!"} & \text{otherwise} \end{cases} \quad \frac{M_y.M_{ymax.Ed}}{M_{cr,y}} \leq 0.16$$

$$A_vizsgalat = \text{"NEM_SZÜKSÉGES!"}$$

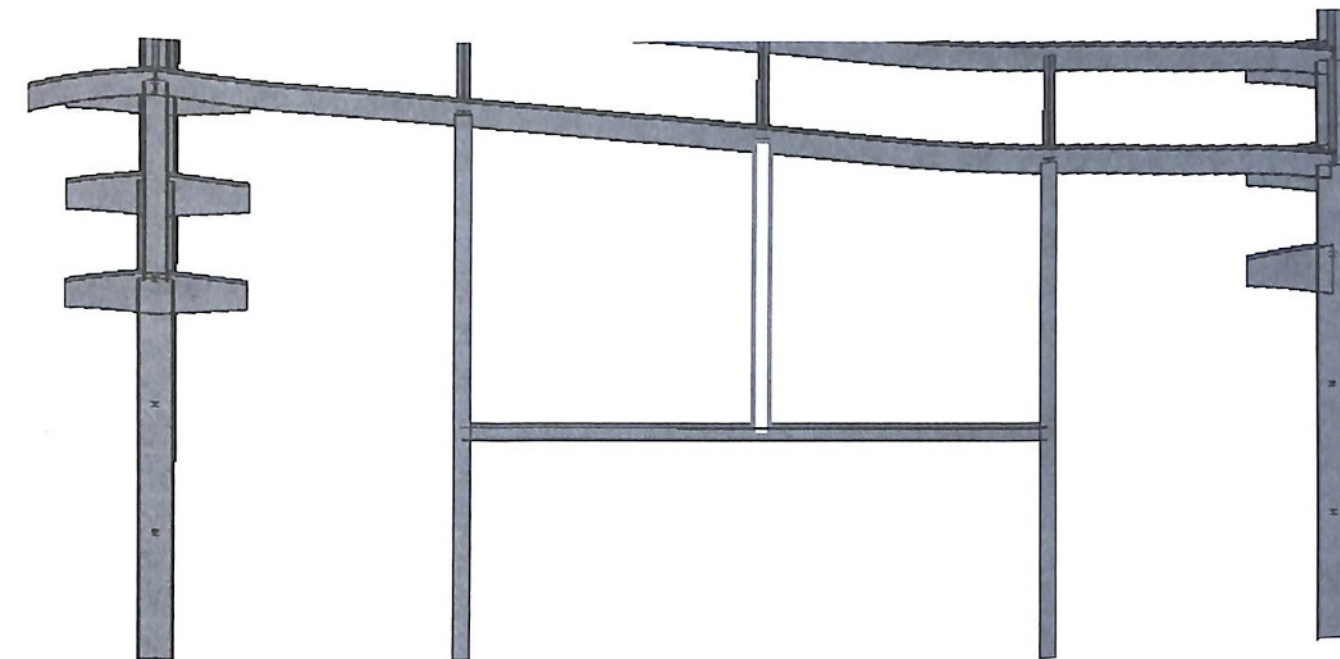
Két tengelyű haljtás kölcsönhatása

2015. június

Szerző:
Kovács Attila

$$\eta_{Mz.My.Nx} := \frac{M_y.M_{y,max}.Ed}{M_{pl,y}.R_d} + \frac{M_z.M_{z,max}.Ed}{M_{pl,z}.R_d} = 98.76\%$$
$$A_keresztmetszet := \begin{cases} \text{"MEGFELEL!"} & \text{if } \eta_{Mz.My.Nx} \leq 100\% \\ \text{"NEM_FELEL_MEG!"} & \text{otherwise} \end{cases}$$
$$A_keresztmetszet = \text{"MEGFELEL!"}$$

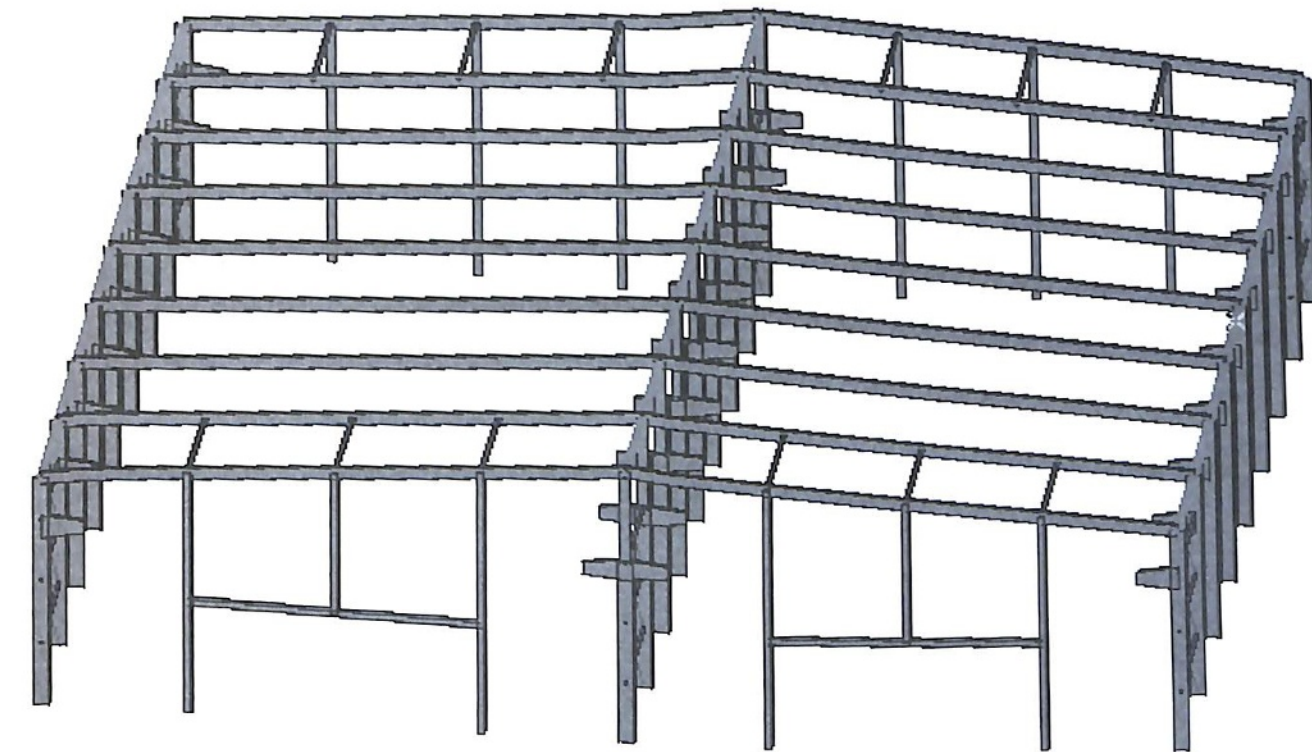
6.6.4 Kapu feletti oszlop



Szelvény HEA 300. A kisebb mértékű belső igénybevételek és a kedvezőbb geometriai paraméterek miatt nem mértékadó szerkezeti elem. A falvázoszlopok igazolása esetén teherbírási határállapotra megfelel.

6.7 Merevítőrendszer méretezése

6.7.1 Keretoszlopok közötti hosszmerevítés



Tk.16 legnagyobb normálerő (nyomás)

(Adott szerkezeti elemekben ébredő legnagyobb igénybevétel)

$$N_{\max.Ed} := 103.14 \cdot \text{kN}$$

Szerkezeti acél: S235

$$f_y := 235 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad f_u := 360 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad E := 210 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{mm}^2} \quad G := 81 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{mm}^2}$$

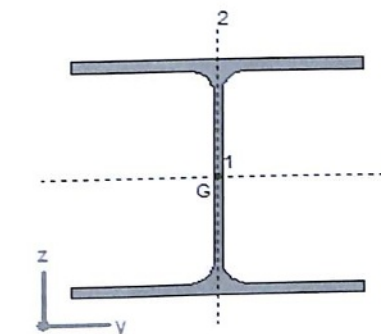
$$\eta := 1.2 \quad \lambda_E := 93.9 \quad \beta_w := 0.8 \quad \epsilon := 1 \quad \beta := 1.0$$

szelvény hossza $L := 6.0 \cdot \text{m}$

Szelvény : HE- 120 A

oszlop szelvénymagassága $h := 114 \cdot \text{mm}$

$$\begin{aligned}\text{öv vastagsága } t_f &:= 8 \cdot \text{mm} \\ \text{gerinc vastagsága } t_w &:= 5 \cdot \text{mm} \\ \text{keresztmetszeti terület } A &:= 25.34 \cdot \text{cm}^2 \\ \text{öv szélesség } b_f &:= 120 \cdot \text{mm} \\ \text{lekerekítési sugár } r &:= 12 \cdot \text{mm} \\ \text{geinc tiszta magassága } h_w &:= h - 2 \cdot t_f - 2 \cdot r = 74 \cdot \text{mm} \\ I_y &:= 606.2 \cdot \text{cm}^4 \quad I_z := 203.9 \cdot \text{cm}^4\end{aligned}$$



keresztmetszeti osztály S235 anyagminőség esetén:
tiszta nyomásra

1. osztály -> képlékenyen méretezhető

Kihajlás

$\nu := 0.9$ (két csavaros megfogás esetén alkalmazható)

$$L_{cr} := \nu \cdot L = 5400.00 \cdot \text{mm}$$

$$\lambda' := \frac{L_{cr}}{\sqrt{\frac{\min(I_z, I_y)}{A}}} \cdot \frac{1}{\lambda_E} = 2.03$$

Kihajlási görbe

$$t_{fc} < 100 \cdot \text{mm} = 1 \quad \frac{h_c}{b_{fc}} = 0.97$$

"c" kihajlási görbe

$$\alpha := 0.49$$

$$\phi := \frac{1 + \alpha \cdot (\lambda' - 0 - 2) + \lambda'^2}{2} = 2.562$$

$$\chi := \frac{1}{\phi + \sqrt{\phi^2 - \lambda'^2}} = 0.242$$

$$N_{b.Rd} := \chi \cdot \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M1}} = 144.27 \cdot \text{kN}$$

$$\eta := \frac{N_{\max.Ed}}{N_{b.Rd}} = 71.49 \cdot \%$$

$$A_{\text{keresztmetszet}} := \begin{cases} \text{"MEGFELEL!"} & \text{if } \eta \leq 100\% \\ \text{"NEM_FELEL_MEG!"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

A_keresztmetszet = "MEGFELEL!"

Szelvény karcsúsága

$$\lambda := \frac{L_{cr}}{\sqrt{\frac{\min(I_z, I_y)}{A}}} = 190.4$$

Karcsúságra := $\begin{cases} \text{"MEGFELEL!"} & \text{if } \lambda \leq 200 \\ \text{"NEM_FELEL_MEG!"} & \text{otherwise} \end{cases}$

Karcsúságra = "MEGFELEL!"

Szerkezeti ellenállás képlékeny törése a csomóponti gyengítés figyelembevételével

Mivel a szelvény kihajlásra megfelel, csak a gyengített keresztmetszet képlékeny törését kell ellenőrizni.

Csavar M16 $d_0 := 18 \cdot \text{mm}$

$$N_{u,Rd} := 0.9 \frac{[A - (4 \cdot d_0 \cdot t_f)] \cdot f_u}{\gamma_{M2}} = 507.51 \cdot \text{kN}$$

$$\eta := \frac{N_{\max,Ed}}{N_{u,Rd}} = 20.32 \cdot \%$$

A_keresztmetszet := $\begin{cases} \text{"MEGFELEL!"} & \text{if } \eta \leq 100\% \\ \text{"NEM_FELEL_MEG!"} & \text{otherwise} \end{cases}$

A_keresztmetszet = "MEGFELEL!"

6.7.2 Merev szélrács



Övrudak ellenőrzése (HEA 120)

Az övben ébredő legnagyobb nyomóerő 27.96 kN, legnagyobb húzóerő 20.88 kN
A vízszintes övelemek az "6.7.1 Keretoszlopok közötti hosszmerévítés"
számítása alapján teherbírási igazoltnak tekinthető. Az elem mérete a
merevítőrendszer síkjára merőleges értelemben vett karcsúság (190.4) miatt nem
csökkenthető.

Rácsrudak ellenőrzése (ROR70.00-7.1)

szelvény hossza $L := 4.14 \cdot \text{m}$

szelvénymagassága $d := 70 \cdot \text{mm}$

öv vastagsága $t_f := 7 \cdot \text{mm}$

keresztmetszeti terület $A := 14.01 \cdot \text{cm}^2$

inercia $I := 70.1 \cdot \text{cm}^4$

$A_{\text{keresztmetszet}} :=$

"1.osztályú"	if $\frac{d}{t_f} \leq 50 \cdot \epsilon^2$
"2.osztályú"	if $50 \epsilon^2 \leq \frac{d}{t_f} \leq 70 \cdot \epsilon^2$
"3.osztályú"	if $70 \epsilon^2 \leq \frac{d}{t_f} \leq 90 \cdot \epsilon^2$
"4.osztályú"	otherwise

$A_{\text{keresztmetszet}} = \text{"1.osztályú"}$

Igénybevételek

$N_{\text{max.Ed}} := 13.60 \cdot \text{kN}$ (Nyomás)

Azonos szelvényben ébredő legnagyobb húzóerő 11.00 kN. Ha kihajlásra megfelel,
húzásra is.

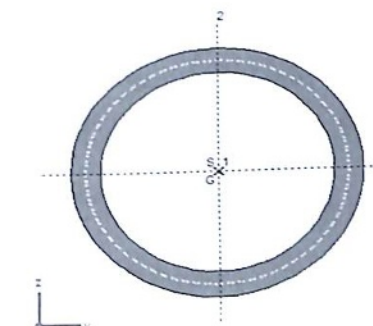
Kihajlás

$\nu := 1$

$L_{\text{cr}} := \nu \cdot L = 4140.00 \cdot \text{mm}$

$$\lambda' := \frac{L_{\text{cr}}}{\sqrt{\frac{I}{A}}} \cdot \frac{1}{\lambda_E} = 1.97$$

Kihajlási görbe



"a" kihajlási görde $\alpha := 0.21$

$$\phi := \frac{1 + \alpha \cdot (\lambda' - 0.2) + \lambda'^2}{2} = 2.628$$

$$\chi := \frac{1}{\phi + \sqrt{\phi^2 - \lambda'^2}} = 0.229$$

$$N_{b,Rd} := \chi \cdot \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M1}} = 75.39 \cdot \text{kN}$$

$$\eta := \frac{N_{\max,Ed}}{N_{b,Rd}} = 18.04 \cdot \%$$

$$A_{\text{keresztmetszet}} := \begin{cases} \text{"MEGFELEL!"} & \text{if } \eta \leq 100\% \\ \text{"NEM_FELEL_MEG!"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$A_{\text{keresztmetszet}} = \text{"MEGFELEL!"}$$

Szelvény karcsúsága

$$\lambda := \frac{L_{cr}}{\sqrt{\frac{I}{A}}} = 185.1$$

$$Karcúságra := \begin{cases} \text{"MEGFELEL!"} & \text{if } \lambda \leq 200 \\ \text{"NEM_FELEL_MEG!"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$Karcúságra = \text{"MEGFELEL!"}$$

Szerkezeti ellenállás képlékeny törésre a csomóponti gyengítés
figyelembevételével:

Mivel a szelvény kihajlásra megfelel, csak a gyengített keresztmetszet képlékeny
törését kell ellenőrizni.

csomólemez $t_p := 16 \cdot \text{mm}$

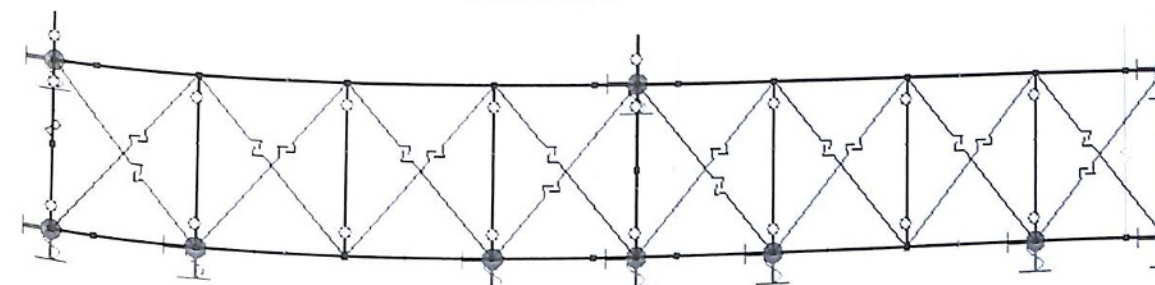
$$N_{u,Rd} := 0.9 \frac{[A - (2t_p \cdot t_f)] \cdot f_u}{\gamma_{M2}} = 305.08 \cdot \text{kN}$$

$$\eta := \frac{N_{\max,Ed}}{N_{u,Rd}} = 4.46 \cdot \%$$

$$A_{\text{keresztmetszet}} := \begin{cases} \text{"MEGFELEL!"} & \text{if } \eta \leq 100\% \\ \text{"NEM_FELEL_MEG!"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$A_{\text{keresztmetszet}} = \text{"MEGFELEL!"}$$

6.7.3 Gerendák közötti szélrács



Csak húzásra igénybevett elemek (karcsúsági korlát nincs)

Mértékadó húzó igénybevétel

$$N_{Ed} := 128.76 \text{ kN}$$

Szükséges keresztmetszeti terület számítása

$$A_{szükséges} := \frac{N_{Ed}}{f_y} = 5.5 \cdot \text{cm}^2$$

$$d_{szükséges} := \sqrt{\frac{4 \cdot A_{szükséges}}{\pi}} = 26.4 \cdot \text{mm}$$

$$d := \text{ceil}\left(\frac{d_{szükséges}}{\text{cm}}\right) \cdot \text{cm} = 30 \cdot \text{mm}$$

Alkalmas szelvény: RND 30

Keret síkjára merőleges, nyomásra is igénybevett elemek

szelvény : 2x L100x100x12
tompavarratos hegesztéssel egyesítve

szelvény hossza $L := 6.00 \cdot \text{m}$

szelvénymagassága $h := 100 \cdot \text{mm}$

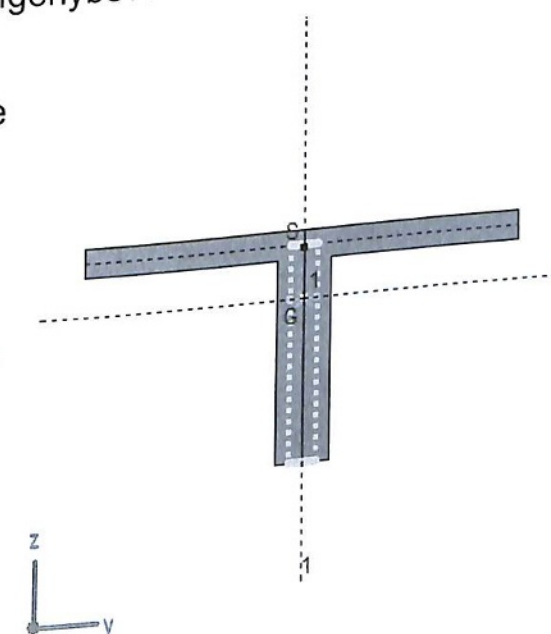
öv vastagsága $t_f := 12 \cdot \text{mm}$

gerinc vastagsága $t_w := 2 \cdot t_f = 24 \cdot \text{mm}$

keresztmetszeti terület $A := 48.39 \cdot \text{cm}^2$

inercia $I_y := 463 \cdot \text{cm}^4$

$$I_z := 900.1 \cdot \text{cm}^4$$



L 100x100x12 szelvény nyomásra 1. keresztmetszeti osztályú

2015. június

Szerző:

Igénybevételek

Húzó igénybevétel nem alakul ki a geometria miatt

$$N_{Ed} := 98.81 \text{ kN}$$

Kihajlás

$$\nu := 1$$

$$L_{cr} := \nu \cdot L = 6000.00 \cdot \text{mm}$$

$$\lambda' := \frac{L_{cr}}{\sqrt{\frac{\min(I_y, I_z)}{A}}} \cdot \frac{1}{\lambda_E} = 2.07$$

Kihajlási görbe

"c" kihajlási görbe

$$\alpha := 0.49$$

$$\phi := \frac{1 + \alpha \cdot (\lambda' - 0.2) + \lambda'^2}{2} = 3.091$$

$$\chi := \frac{1}{\phi + \sqrt{\phi^2 - \lambda'^2}} = 0.186$$

$$N_{b,Rd} := \chi \cdot \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M1}} = 210.99 \cdot \text{kN}$$

$$\eta := \frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} = 46.83 \cdot \%$$

$$A_{\text{keresztmetszet}} := \begin{cases} \text{"MEGFELEL!"} & \text{if } \eta \leq 100\% \\ \text{"NEM_FELEL_MEG!"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$A_{\text{keresztmetszet}} = \text{"MEGFELEL!"}$$

Szelvény karcsúsága

$$\lambda := \frac{L_{cr}}{\sqrt{\frac{\min(I_y, I_z)}{A}}} = 194.0$$

$$\text{Karcsúságra} := \begin{cases} \text{"MEGFELEL!"} & \text{if } \lambda \leq 200 \\ \text{"NEM_FELEL_MEG!"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$\text{Karcsúságra} = \text{"MEGFELEL!"}$$

Szerkezeti ellenállás képlékeny törésre a csomóponti gyengítés
figyelembevételével:

Mivel a szelvény kihajlásra megfelel, csak a gyengített keresztmetszet képlékeny
törését kell ellenőrizni. Az kapcsolat az erőátadás irányában egy csavar (csavarsor
egy-egy csavar/részszevény) elhelyezésével kerül kialakításra.

Csavar M16 $d_0 := 18 \cdot \text{mm}$

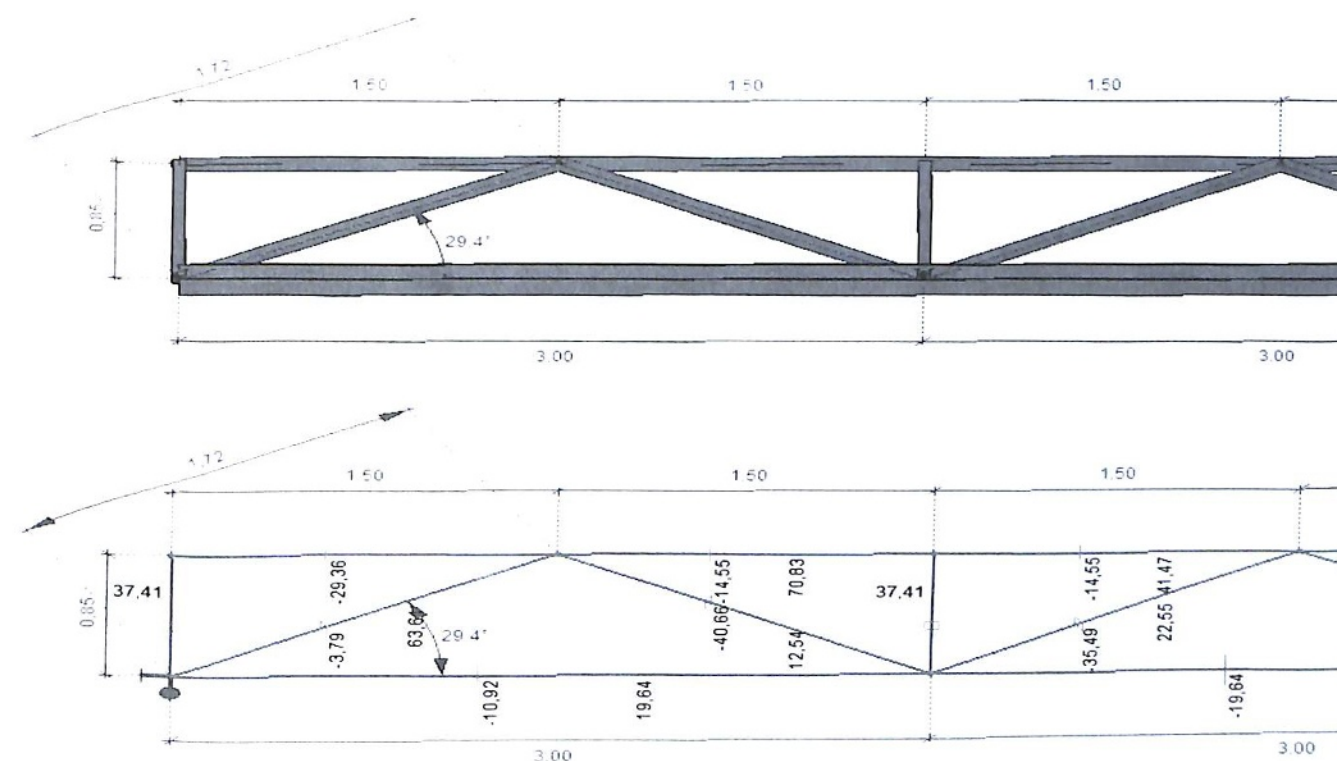
$$N_{u,Rd} := \frac{2 \cdot (2d_0) \cdot t_f \cdot f_u}{\gamma_{M2}} = 248.83 \cdot \text{kN}$$

$$\eta := \frac{N_{\max,Ed}}{N_{u,Rd}} = 5.47\%$$

$$A_{\text{keresztmetszet}} := \begin{cases} \text{"MEGFELEL!"} & \text{if } \eta \leq 100\% \\ \text{"NEM_FELEL_MEG!"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$A_{\text{keresztmetszet}} = \text{"MEGFELEL!"}$$

6.7.4 Darupálya merevítése



Burkolóábra: A teher a modellben csak ez egyik irányba van definálva, tehát a
valóságban az igénybevételek előjelei fordítva is kialakulnak. Az eredmények jeler
esetben abszolútértékükkel veendő figyelembe és nyomásként kell értelmezni

őket (ha az elemek kihajlásra megfelelnek akkor központos húzásra is).

Övrúd

Szelvény : HEA120

Igénybevétel

$$N_{Ed.0.1} := 19.64 \cdot \text{kN} \quad (\text{Nyomás})$$

Szelvény hossza $L := 6.00 \text{ m}$

Az övrúd a benne ébredő igénybevételre az "6.7.1 Keretoszlopok közötti hosszmerovítés" számítása alapján teherbírásra igazoltnak tekinthető. Az elem mérete a merevítőrendszer síkjára merőleges értelemben vett karcsúság (190.4) miatt nem csökkenthető.

Övrúd

Szelvény : RHS 60x60x4

Igénybevétel

$$N_{Ed.0.2} := 70.83 \cdot \text{kN} \quad (\text{Nyomás})$$

Szelvény hossza $L := 1.50 \text{ m}$

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

vastagsága $t_f := 4 \cdot \text{mm}$

keresztmetszeti terület $A := 8.82 \cdot \text{cm}^2$

inercia $I := 45.9 \cdot \text{cm}^4$

A keresztmetszet 1. keresztmetszeti osztályú

Kihajlás

$$\nu := 1$$

$$L_{cr} := \nu \cdot L = 1500.00 \cdot \text{mm}$$

$$\lambda' := \frac{L_{cr}}{\sqrt{\frac{I}{A}}} \cdot \frac{1}{\lambda_E} = 0.70$$

Kihajlási görbe

"a" kihajlási görbe

$$\alpha := 0.21$$

$$\phi := \frac{1 + \alpha \cdot (\lambda' - 0.2) + \lambda'^2}{2} = 0.798$$

$$\chi := \frac{1}{\phi + \sqrt{\phi^2 - \lambda^2}} = 0.848$$

$$N_{b.Rd} := \chi \cdot \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M1}} = 175.69 \cdot \text{kN}$$

$$\eta := \frac{N_{Ed}}{N_{b.Rd}} = 56.24 \cdot \%$$

$$A_{\text{keresztmetszet}} := \begin{cases} \text{"MEGFELEL!"} & \text{if } \eta \leq 100\% \\ \text{"NEM_FELEL_MEG!"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$A_{\text{keresztmetszet}} = \text{"MEGFELEL!"}$$

Szelvény karcsúsága

$$\lambda := \frac{L_{cr}}{\sqrt{\frac{I}{A}}} = 65.8$$

$$\text{Karcsúságra} := \begin{cases} \text{"MEGFELEL!"} & \text{if } \lambda \leq 200 \\ \text{"NEM_FELEL_MEG!"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$\text{Karcsúságra} = \text{"MEGFELEL!"}$$

Merőleges rácsrúd T csomópont

Igénybevétel

$$N_{Ed} := 37.41 \cdot \text{kN} \quad (\text{Nyomás})$$

Szelvény : RHS 40x40x4

$$\text{Szelvény hossza} \quad L := 1.08 \text{m}$$

$$\text{szelvénymagasság} \quad h := 40 \cdot \text{mm}$$

$$\text{vastagsága} \quad t_f := 4 \cdot \text{mm}$$

$$\text{keresztmetszeti terület} A := 5.62 \cdot \text{cm}^2$$

$$\text{inercia} \quad I := 12.1 \cdot \text{cm}^4$$

A keresztmetszet 1. keresztmetszeti osztályú

Kihajlás

$$\nu := 1$$

$$L_{cr} := \nu \cdot L = 1080.00 \cdot \text{mm}$$

$$\lambda' := \frac{L_{cr}}{\sqrt{\frac{I}{A}}} \cdot \frac{1}{\lambda_E} = 0.78$$

Kihajlási görbe

"a" kihajlási görbe

$$\alpha := 0.21$$

$$\phi := \frac{1 + \alpha \cdot (\lambda' - 0.2) + \lambda'^2}{2} = 0.869$$

$$\chi := \frac{1}{\phi + \sqrt{\phi^2 - \lambda'^2}} = 0.805$$

$$N_{b,Rd} := \chi \cdot \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M1}} = 106.29 \cdot \text{kN}$$

$$\eta := \frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} = 35.20 \cdot \%$$

$$A_{\text{keresztmetszet}} := \begin{cases} \text{"MEGFELEL!"} & \text{if } \eta \leq 100\% \\ \text{"NEM_FELEL_MEG!"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$A_{\text{keresztmetszet}} = \text{"MEGFELEL!"}$$

Szelvény karcsúsága

$$\lambda := \frac{L_{cr}}{\sqrt{\frac{I}{A}}} = 73.6$$

$$\text{Karcsúságra} := \begin{cases} \text{"MEGFELEL!"} & \text{if } \lambda \leq 200 \\ \text{"NEM_FELEL_MEG!"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$\text{Karcsúságra} = \text{"MEGFELEL!"}$$

Ferde rácsrúd

Igénybevétel

$$N_{Ed} := 53.60 \cdot \text{kN} \quad (\text{Nyomás})$$

Szelvény : RHS 40x40x4

Szelvény hossza L := 1.85m

Kihajlás

$$\nu := 1$$

$$L_{cr} := \nu \cdot L = 1850.00 \cdot \text{mm}$$

$$\lambda' := \frac{L_{cr}}{\sqrt{\frac{I}{A}}} \cdot \frac{1}{\lambda_E} = 1.34$$

Kihajlási görbe

"a" kihajlási görde

$$\alpha := 0.21$$

$$\phi := \frac{1 + \alpha \cdot (\lambda' - 0.2) + \lambda'^2}{2} = 1.521$$

$$\chi := \frac{1}{\phi + \sqrt{\phi^2 - \lambda'^2}} = 0.447$$

$$N_{b,Rd} := \chi \cdot \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M1}} = 59.04 \cdot \text{kN}$$

$$\eta := \frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} = 90.78 \cdot \%$$

$$A_{\text{keresztmetszet}} := \begin{cases} \text{"MEGFELEL!"} & \text{if } \eta \leq 100\% \\ \text{"NEM_FELEL_MEG!"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$A_{\text{keresztmetszet}} = \text{"MEGFELEL!"}$$

Szelvény karcsúsága

$$\lambda := \frac{L_{cr}}{\sqrt{\frac{I}{A}}} = 126.1$$

$$\text{Karcsúságra} := \begin{cases} \text{"MEGFELEL!"} & \text{if } \lambda \leq 200 \\ \text{"NEM_FELEL_MEG!"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$\text{Karcsúságra} = \text{"MEGFELEL!"}$$

6.8 Csomópontok méretezése

6.8.1 1. számú csomópont

Szárnylemezes -merev- talpcsomópont méretezése (külső keretoszlopok
talpcsomópontja, 1. és 9. raszter)
Igénybevételek teherkombinációkból

2015. június

Szerző:
Kovács Attila

52. Tk:

$$M_{y,Ed.52.TK} := 635.36 \text{ kN} \cdot \text{m} \quad V_{z,Ed.52.TK} := 130.32 \cdot \text{kN} \quad N_{x,Ed.52.TK} := 380.91 \cdot \text{kN}$$

88. Tk:

$$M_{y,Ed.88.TK} := 533.24 \text{ kN} \cdot \text{m} \quad V_{z,Ed.88.TK} := 148.59 \cdot \text{kN} \quad N_{x,Ed.88.TK} := 315.75 \cdot \text{kN}$$

196. Tk:

$$M_{y,Ed.196.TK} := 539.37 \text{ kN} \cdot \text{m} \quad V_{z,Ed.196.TK} := 131.27 \cdot \text{kN} \quad N_{x,Ed.196.TK} := 438.28 \cdot \text{kN}$$

Maximumok

$$M_{y,Ed.max} := \max(M_{y,Ed.52.TK}, M_{y,Ed.88.TK}, M_{y,Ed.196.TK}) = 635.36 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

$$N_{x,Ed.max} := \max(N_{x,Ed.52.TK}, N_{x,Ed.88.TK}, N_{x,Ed.196.TK}) = 438.28 \cdot \text{kN}$$

$$V_{z,Ed.max} := \max(V_{z,Ed.52.TK}, V_{z,Ed.88.TK}, V_{z,Ed.196.TK}) = 148.59 \cdot \text{kN}$$

Acélminőség : S235

$$f_y := 235 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad f_u := 360 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad E := 210 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{mm}^2} \quad \epsilon := 1$$
$$\beta := 1.0$$

Csavarminőség : 8.8

Csavarméret : M24

$$f_{yb} := 640 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad f_{ub} := 800 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$d := 24 \cdot \text{mm} \quad d_0 := 26 \cdot \text{mm} \quad d_m := 38.8 \cdot \text{mm}$$

$$A_s := 3.53 \cdot \text{cm}^2$$

$$A := \frac{d^2 \cdot \pi}{4} = 4.52 \cdot \text{cm}^2$$

nyírt síkok száma : $n' := 1$

Oszlopszelvény : HE- 550 B

$$\text{oszlop szelvénymagassága} \quad h_c := 550 \cdot \text{mm}$$

$$\text{öv vastagsága} \quad t_{fc} := 29 \cdot \text{mm}$$

$$\text{gerinc vastagsága} \quad t_{wc} := 15 \cdot \text{mm}$$

$$\text{keresztmetszeti terület} \quad A_c := 254.09 \cdot \text{cm}^2$$

$$\text{nyírási keresztmetszet} \quad A_{vc} := 80.40 \cdot \text{cm}^2$$

$$\text{öv szélesség} \quad b_{fc} := 300 \cdot \text{mm}$$

lekerekítési sugár $r_c := 27 \cdot \text{mm}$

keresztmetszeti modulus $W_{pl,y,c} := 5591 \cdot \text{cm}^3$

geinc tiszta magassága $b_{wc} := h_c - 2 \cdot t_{fc} - 2 \cdot r_c = 438 \cdot \text{mm}$

Talplemez

vastagság $t_p := 30 \cdot \text{mm}$

hossz $h_p := h_c + 2 \cdot 22 \cdot \text{cm} = 0.99 \text{ m}$

szélesség $b_p := 700 \cdot \text{mm}$

talplemez oldalirányú
túlnyúlása $e_{p2} := 200 \cdot \text{mm}$

$c := 187.75 \cdot \text{mm}$

Szárnylemez

vastagság $t_s := 40 \cdot \text{mm}$

magasság $h_{s,c} := 220 \cdot \text{mm}$

hossz $l_s := h_c + 2 \cdot h_{s,c} = 990 \cdot \text{mm}$

túlnyúlás $e_{p1} := \frac{l_s - h_c}{2} = 220 \cdot \text{mm}$

$e_1 := \frac{e_{p1}}{2} = 110 \cdot \text{mm}$

Varratok

$\beta_w := 0.8$

oszlop gerincén : $a_{w,w} := 7 \cdot \text{mm}$

$l_{w,eff,w} := b_{wc} - 2 \cdot a_{w,w} = 424 \cdot \text{mm}$

szárnylemezen :

övlemez a szárnylemezhez $a_{w,c} := 10 \cdot \text{mm}$

$l_{w,eff,c} := h_{s,c} - 2 \cdot a_{w,c} = 200 \cdot \text{mm}$

szárnylemez a talplemezhez $a_{w,s} := 10 \cdot \text{mm}$

$l_{w,eff,s} := e_{p1} - 2 \cdot a_{w,s} = 200 \cdot \text{mm}$

oszlop övön: $a_{w,f} := 10 \cdot \text{mm}$

$l_{w,eff,f} := b_{fc} - 2 \cdot a_{w,f} = 280 \cdot \text{mm}$

Habarcsmínőség: M10

$$f_{cd} := 1.0 \cdot \frac{N}{mm^2}$$

Becsült T elem méretek

$$b_{eff} := 2 \cdot c = 375.5 \cdot mm$$

$$l_{eff} := b_{fc} + 2 \cdot c = 675.5 \cdot mm$$

Csomópont méretezése

Oszlopszelvény bekötése

$$F_{w,Rd} := 2 \cdot \frac{a_{w,w} \cdot \frac{f_u}{\sqrt{3}}}{\beta_w \cdot \gamma_{M2}} = 2909.85 \cdot \frac{N}{mm}$$

$$F_{w,Ed} := \frac{V_{z,Ed,max}}{l_{w,eff,w}} = 350.45 \cdot \frac{kN}{m}$$

$$R_1 := \frac{F_{w,Ed}}{F_{w,Rd}} = 12.0\%$$

övlemez - taplemez bekötővarrat övlemez - szárnylemez bekötővarrat

$$F_{w,f,Rd} := 2 \cdot \frac{a_{w,f} \cdot \frac{f_u}{\sqrt{3}}}{\beta_w \cdot \gamma_{M2}} = 4156.92 \cdot \frac{N}{mm} \quad F_{w,c,Rd} := \frac{a_{w,c} \cdot \frac{f_u}{\sqrt{3}}}{\beta_w \cdot \gamma_{M2}} = 2078.46 \cdot \frac{N}{mm}$$

Övlemezhez tartozó összes bekötővarrat ellenállásának eredője

$$F_{w,Rd} := l_{w,eff,f} \cdot F_{w,f,Rd} + 2 \cdot l_{w,eff,c} \cdot F_{w,c,Rd} = 1995.32 \cdot kN$$

Övlemezre jutó mértékadó tervezési erő

$$F_{w,Ed,52.TK} := \left(\frac{N_{x,Ed,52.TK}}{2} \right) + \left(\frac{M_{y,Ed,52.TK}}{h_c - t_{fc}} \right) = 1409.96 \cdot kN$$

$$F_{w,Ed,88.TK} := \left(\frac{N_{x,Ed,88.TK}}{2} \right) + \left(\frac{M_{y,Ed,88.TK}}{h_c - t_{fc}} \right) = 1181.37 \cdot kN$$

$$F_{w,Ed,196.TK} := \left(\frac{N_{x,Ed,196.TK}}{2} \right) + \left(\frac{M_{y,Ed,196.TK}}{h_c - t_{fc}} \right) = 1254.40 \cdot kN$$

$$F_{w,Ed} := \max(F_{w,Ed,52.TK}, F_{w,Ed,88.TK}, F_{w,Ed,196.TK}) = 1409.96 \cdot kN$$

$$R_2 := \frac{F_{w.Ed}}{F_{w.Rd}} = 70.7\%$$

$$A_{c0} := b_{eff} \cdot l_{eff} = 0.254 \cdot m^2$$

$$A_{c1} := 3 \cdot b_{eff} \cdot 3 \cdot l_{eff} = 2.283 m^2$$

$$F_{R,du} := \min \left(A_{c0} \cdot f_{cd} \cdot \sqrt{\frac{A_{c1}}{A_{c0}}}, 3.0 \cdot f_{cd} \cdot A_{c0} \right) = 760.95 \cdot kN$$

$$\beta_j := \frac{2}{3}$$

$$f_{jd} := \beta_j \cdot \frac{F_{R,du}}{l_{eff} \cdot b_{eff}} = 2.00 \cdot \frac{N}{mm^2}$$

$$c := t_p \cdot \sqrt{\frac{f_y}{3 \cdot f_{jd} \cdot \gamma_{M0}}} = 187.75 \cdot mm$$

$$b_{eff} := 2 \cdot c + t_s = 415.5 \cdot mm$$

$$F_{c.Ed} := 2 \cdot f_{jd} \cdot b_{eff} \cdot l_{eff} = 1122.68 \cdot kN$$

$$h := h_c = 55 \cdot cm$$

$$h_p := h + 2 \cdot e_{p1} = 99 \cdot cm$$

$$M_t := F_{c.Ed} \cdot \left(h_p - e_1 - \frac{l_{eff}}{2} \right) = 608.77 \cdot kN \cdot m$$

$$l_{eff,1} := \frac{-[-2 \cdot b_{eff} \cdot (h_p - e_1) \cdot f_{jd}] - \sqrt{[2 \cdot b_{eff} \cdot (h_p - e_1) \cdot f_{jd}]^2 - 4 \cdot (b_{eff} \cdot f_{jd}) \cdot (M_t)}}{2 \cdot (b_{eff} \cdot f_{jd})} = 67.55 \cdot cm$$

$$l_{eff,2} := \frac{-[-2 \cdot b_{eff} \cdot (h_p - e_1) \cdot f_{jd}] + \sqrt{[2 \cdot b_{eff} \cdot (h_p - e_1) \cdot f_{jd}]^2 - 4 \cdot (b_{eff} \cdot f_{jd}) \cdot (M_t)}}{2 \cdot (b_{eff} \cdot f_{jd})} = 108.45 \cdot cm$$

$$l_{eff} := \min(l_{eff,1}, l_{eff,2}) = 67.55 \cdot cm$$

Tervezési nyomóerő $F_{c.Ed} := 2 \cdot l_{eff} \cdot b_{eff} \cdot f_{jd} = 1122.68 \cdot kN$

Tervezési húzóerő $F_{t.Ed} := F_{c.Ed} - N_{x.Ed,max} = 684.40 \cdot kN$

Talpgerenda ellenállásának vizsgálata

$$c_t := e_{p1} - e_1 = 110 \cdot \text{mm}$$

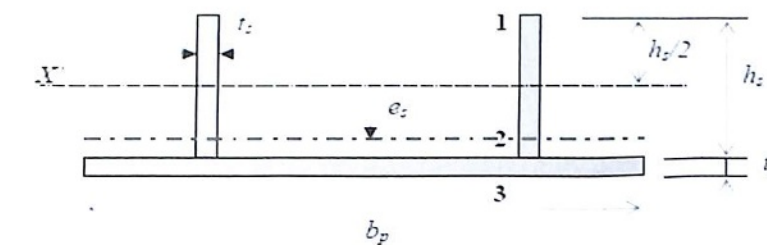
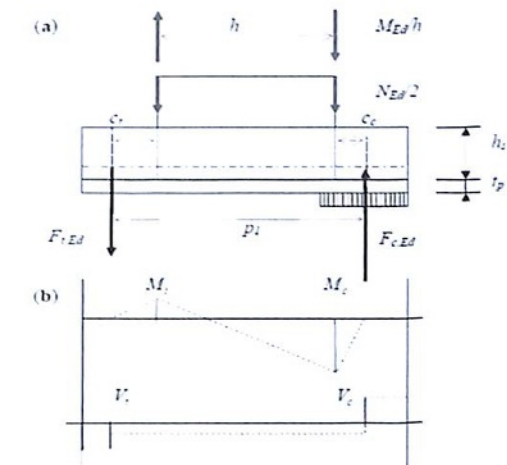
$$c_c := \begin{cases} e_{p1} - \frac{l_{\text{eff}}}{2} & \text{if } l_{\text{eff}} \leq e_{p1} \\ \frac{l_{\text{eff}}}{2} & \text{otherwise} \end{cases} = 337.75 \cdot \text{mm}$$

$$M_c := F_{c,Ed} \cdot c_c = 379.19 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

$$M_t := F_{t,Ed} \cdot c_t = 75.284 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

$$V_c := F_{c,Ed} = 1122.68 \cdot \text{kN}$$

$$V_t := F_{t,Ed} = 684.4 \cdot \text{kN}$$



$$b_p := b_{fc} + 2 \cdot (t_s + e_{p2}) = 780 \cdot \text{mm}$$

$$A := 2h_{s,c} \cdot t_s + b_p \cdot t_p = 410.00 \cdot \text{cm}^2$$

$$S_{X'} := b_p \cdot t_p \cdot \frac{(h_{s,c} + t_p)}{2} = 2925.00 \cdot \text{cm}^3$$

$$e_s := \frac{S_{X'}}{A} = 71.34 \cdot \text{mm}$$

$$I_X := 2 \cdot \left(\frac{t_s \cdot h_{s,c}^3}{12} + h_{s,c} \cdot t_s \cdot e_s^2 \right) + b_p \cdot t_p \cdot (h_{s,c} + t_p - e_s)^2 = 9.075 \times 10^4 \cdot \text{cm}^4$$

$$W_{X,1} := \frac{I_X}{\frac{h_{s,c}}{2} + e_s} = 5.004 \times 10^3 \cdot \text{cm}^3$$

$$W_{X,2} := \frac{I_X}{\frac{h_{s,c}}{2} - e_s} = 2.347 \times 10^4 \cdot \text{cm}^3$$

$$W_{x,3} := \frac{I_X}{\frac{h_{s,c}}{2} + t_p - e_s} = 1.322 \times 10^4 \cdot \text{cm}^3$$

nyírási feszültség

$$\tau_{Ed} := \frac{\max(V_t, V_c)}{2 \cdot h_{s,c} \cdot t_s} = 63.79 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

hajlítási feszültség

$$\sigma_{x,Ed} := \frac{\max(M_t, M_c)}{\min(W_{x,1}, W_{x,3})} = 75.77 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$R_3 := \frac{\sqrt{\sigma_{x,Ed}^2 + 3 \cdot \tau_{Ed}^2}}{\frac{f_y}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}}} = 98.7\%$$

$$\psi := -\frac{W_{x,3}}{W_{x,1}} = -2.641$$

$$\text{befogási tényező } k_\sigma := 0.57 - 0.2 \cdot \psi + 0.07 \cdot \psi^2 = 1.587$$

minimális szárnylemez szükséges vastagság a horpadás elkerülése érdekében

$$t_{s,\min} := \frac{h_{s,c}}{21 \cdot \epsilon \cdot \sqrt{k_\sigma}} = 8.3 \cdot \text{mm}$$

Szárnylemez bekötővarratának ellenőrzése

feltételezés: csak az oszlopövön kívül eső varratszakasz dolgozik

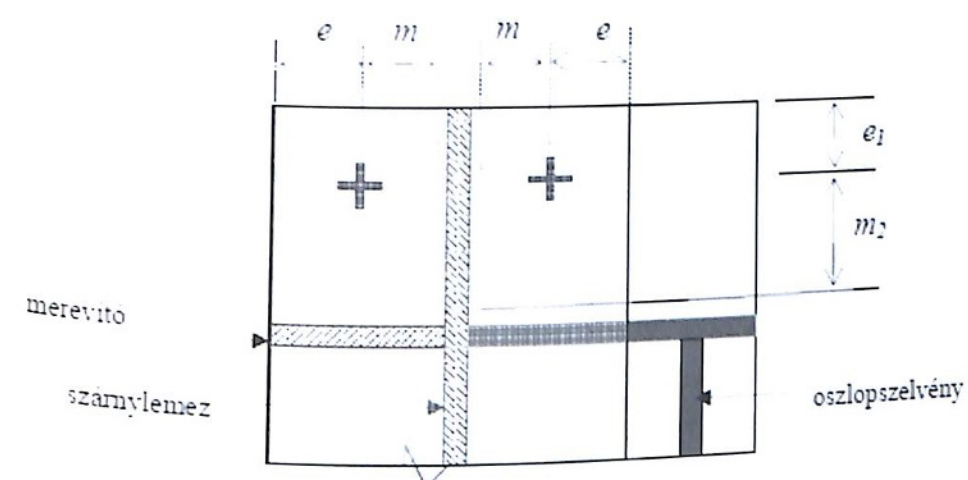
$$\Sigma l_{w,\text{eff}} := 4 \cdot e_{p1} = 880 \cdot \text{mm}$$

$$F_{w,Ed} := \frac{\max(F_{t,Ed}, F_{c,Ed})}{\Sigma l_{w,\text{eff}}} = 1275.77 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}}$$

$$F_{w,s,Rd} := a_{w,s} \cdot \frac{\frac{f_u}{\sqrt{3}}}{\beta_w \cdot \gamma_{M2}} = 2078.46 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}}$$

$$R_4 := \frac{F_{w,Ed}}{F_{w,s,Rd}} = 61.4\%$$

Talplemez ellenállásának vizsgálata



$$e := 80 \cdot \text{mm} \quad e_1 = 110 \cdot \text{mm} \quad e_2 := e_1 = 110 \cdot \text{mm}$$

$$m := e_{p2} - e_2 - a_{w.s} \cdot \sqrt{2} = 75.9 \cdot \text{mm}$$

$$m_2 := e_{p1} - e_1 - a_{w.f} \cdot \sqrt{2} = 95.9 \cdot \text{mm}$$

oszlopöv szélességét növelő merevítő borda nincs alkalmazva

$$\lambda_2 := 1.40$$

$$\lambda_1 := \frac{m}{m + e} = 0.07$$

$\alpha := 5.5$ (biztonság javára diagramból)

$$\text{kör alakú töréskép esetén} \quad l_{\text{eff.cp}} := \min(m, m_2) \cdot 2 \cdot \pi = 0.477 \text{ m}$$

más eset

$$l_{\text{eff.nc}} := \alpha \cdot m = 0.417 \text{ m}$$

1. tönkremeneteli mód

$$l_{1.\text{eff}} := \min(l_{\text{eff.cp}}, l_{\text{eff.nc}}) = 417.218 \cdot \text{mm}$$

2. tönkremeneteli mód

$$l_{2.\text{eff}} := l_{\text{eff.nc}} = 417.218 \cdot \text{mm}$$

talplemez ellenállása az 1. tönkremeneteli módhoz

$$M_{\text{pl.1.Rd}} := 0.25 \cdot l_{1.\text{eff}} \cdot t_p^2 \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M0}} = 22.06 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

$$F_{\text{T.1.Rd}} := \frac{4 \cdot M_{\text{pl.1.Rd}}}{m} = 1163.25 \cdot \text{kN}$$

talplemez ellenállása a 2. tönkremeneteli módhoz

$$M_{\text{pl.2.Rd}} := 0.25 \cdot l_{2.\text{eff}} \cdot t_p^2 \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M0}} = 22.06 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

$$k_2 := 0.9$$

2015. június

Szerző:
Kovács Attila

$$n := \min(e, 1.25 \cdot m) = 80 \cdot \text{mm}$$

$$F_{t,Rd} := \frac{k_2 \cdot f_{ub} \cdot A_s}{\gamma_{M2}} = 203.33 \cdot \text{kN}$$

$$B_{p,Rd} := 0.6 \cdot \frac{\pi \cdot d_m \cdot \min(t_p, t_{fc}) \cdot f_u}{\gamma_{M2}} = 610.834 \cdot \text{kN}$$

$$\Sigma F_{t,Rd} := 4 \cdot \min(F_{t,Rd}, B_{p,Rd}) = 813.31 \cdot \text{kN}$$

$$F_{T,2,Rd} := \frac{2 \cdot M_{pl,2,Rd} + n \cdot \Sigma F_{t,Rd}}{m + n} = 700.55 \cdot \text{kN}$$

ellenállás a 3. tönkremenetli módhoz

$$F_{T,3,Rd} := \Sigma F_{t,Rd} = 813.31 \cdot \text{kN}$$

T elem globális ellenálása

$$F_{T,Rd} := \min(F_{T,1,Rd}, F_{T,2,Rd}, F_{T,3,Rd}) = 700.55 \cdot \text{kN}$$

Kihasználtság

$$R_5 := \frac{F_{t,Ed}}{F_{T,Rd}} = 97.7 \cdot \%$$

Oszloptalp nyírás ellenállása

$$k_1 := \min \left(2.8 \cdot \frac{\frac{e_2}{\text{mm}}}{\frac{d_0}{\text{mm}} - 1.7}, 2.5 \right) = 2.5$$

$$\alpha_d := \frac{e_1}{3 \cdot d_0} = 1.41$$

$$\alpha_b := \min \left(\alpha_d \cdot \frac{f_{ub}}{f_u}, 1 \right) = 1$$

$$F_{1,vb,Rd} := \frac{k_1 \cdot \alpha_b \cdot f_u \cdot d \cdot t_p}{\gamma_{M2}} = 518.40 \cdot \text{kN}$$

$$F_{2,vd,Rd} := 1 \cdot \frac{0.6 \cdot f_{ub} \cdot A_s}{\gamma_{M2}} = 135.55 \cdot \text{kN}$$

$$F_{v,Rd} := 4 \cdot \min(F_{1,vb,Rd}, F_{2,vd,Rd}) = 2615.81 \cdot \text{kN}$$

$$R_6 := \frac{V_{z,Ed,max}}{F_{v,Rd}} = 5.7 \cdot \%$$

$$R_{\max} := \max(R_1, R_2, R_3, R_4, R_5, R_6) = 98.7\%$$

$$A_CSOMÓPONT := \begin{cases} \text{"MEGFELEL!"} & \text{if } R_{\max} \leq 100\% \\ \text{"NEM_FELEL_MEG!"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$A_CSOMÓPONT = \text{"MEGFELEL!"}$$

6.8.2 2. számú csomópont

Szárnylemezes -merev- talpcsomópont méretezése (belső keretoszlopok
talpcsomópontja, 5 raszter)

Igénybevételek teherkombinációkból

41 Tk:

$$M_{y,Ed,41.TK} := 675.49 \text{ kN}\cdot\text{m} \quad V_{z,Ed,41.TK} := 120.93 \text{ kN} \quad N_{x,Ed,41.TK} := 443.67 \text{ kN}$$

41 Tk:

$$M_{y,Ed,41.TK} := 675.49 \text{ kN}\cdot\text{m} \quad V_{z,Ed,41.TK} := 120.93 \text{ kN} \quad N_{x,Ed,41.TK} := 443.67 \text{ kN}$$

148 Tk:

$$M_{y,Ed,148.TK} := 468.91 \text{ kN}\cdot\text{m} \quad V_{z,Ed,148.TK} := 69.91 \text{ kN} \quad N_{x,Ed,148.TK} := 610.97 \text{ kN}$$

Maximumok

$$M_{y,Ed,max} := \max(M_{y,Ed,41.TK}, M_{y,Ed,41.TK}, M_{y,Ed,148.TK}) = 675.49 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$N_{x,Ed,max} := \max(N_{x,Ed,41.TK}, N_{x,Ed,41.TK}, N_{x,Ed,148.TK}) = 610.97 \text{ kN}$$

$$V_{z,Ed,max} := \max(V_{z,Ed,41.TK}, V_{z,Ed,41.TK}, V_{z,Ed,148.TK}) = 120.93 \text{ kN}$$

Acélminőség : S235

$$f_y := 235 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad f_u := 360 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad E := 210 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{mm}^2} \quad \epsilon := 1$$

Csavarminőség : 8.8

Csavarméret : M24

$$f_{yb} := 640 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad f_{ub} := 800 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$d := 24 \text{ mm} \quad d_0 := 26 \text{ mm} \quad d_m := 38.8 \text{ mm}$$

$$A_s := 3.53 \text{ cm}^2$$

$$A := \frac{d^2 \cdot \pi}{4} = 4.52 \text{ cm}^2$$

2015. június

Szerző:
Kovács Attila

nyírt síkok száma : $n := 1$

Oszlop : HE- 600 B

oszlop szelvénymagassága $h_c := 600 \cdot \text{mm}$

öv vastagsága $t_{fc} := 30 \cdot \text{mm}$

gerinc vastagsága $t_{wc} := 15.5 \cdot \text{mm}$

keresztmetszeti terület $A_c := 270 \cdot \text{cm}^2$

nyírási keresztmetszet $A_{vc} := 110.8 \cdot \text{cm}^2$

öv szélesség $b_{fc} := 300 \cdot \text{mm}$

lekerekítési sugár $r_c := 27 \cdot \text{mm}$

keresztmetszeti modulus $W_{pl.y.c} := 6425 \cdot \text{cm}^3$

gerinc tiszta magassága $b_{wc} := h_c - 2 \cdot t_{fc} - 2 \cdot r_c = 486 \cdot \text{mm}$

Talplemez : vastagság $t_p := 30 \cdot \text{mm}$

hossz $h_p := h_c + 2 \cdot 30 \cdot \text{cm} = 1.2 \text{ m}$

szélesség $b_p := 800 \cdot \text{mm}$

talplemez oldalirányú
túlnyúlása $e_{p2} := 250 \cdot \text{mm}$

$c := 187.75 \cdot \text{mm}$

Szárnylemez: vastagság $t_s := 30 \cdot \text{mm}$

magasság $h_{s.c} := 300 \cdot \text{mm}$

hossza $l_s := h_c + 2 \cdot h_{s.c} = 1200.0 \cdot \text{mm}$

túlnyúlása $e_{p1} := \frac{l_s - h_c}{2} = 300 \cdot \text{mm}$

$e_1 := \frac{e_{p1}}{2} = 0.15 \text{ m}$

Varratok:

$\beta_w := 0.8$

oszlop gerincén : $a_{w.w} := 7 \cdot \text{mm}$

$l_{w,eff.w} := b_{wc} - 2 \cdot a_{w.w} = 472 \cdot \text{mm}$

szárnylemezen :

öblemezt a szárnylemezhez $a_{w,c} := 10 \cdot \text{mm}$

$$l_{w,eff,c} := h_{s,c} - 2 \cdot a_{w,c} = 280 \cdot \text{mm}$$

szárnylemez a talplemezhez $a_{w,s} := 10 \cdot \text{mm}$

$$l_{w,eff,s} := e_{p1} - 2 \cdot a_{w,s} = 280 \cdot \text{mm}$$

oszlop övön: $a_{w,f} := 10 \cdot \text{mm}$

$$l_{w,eff,f} := b_{fc} - 2 \cdot a_{w,f} = 280 \cdot \text{mm}$$

Habarcsmínőség: M10

$$f_{cd} := 1.0 \cdot \frac{N}{\text{mm}^2}$$

Becsült T elem méretek

$$b_{eff} := 2 \cdot c = 375.5 \cdot \text{mm}$$

$$l_{eff} := b_{fc} + 2 \cdot c = 675.5 \cdot \text{mm}$$

Csomópont méretezése

Oszlopszelvény bekötése

$$F_{w,Rd} := 2 \cdot \frac{a_{w,w} \cdot \frac{f_u}{\sqrt{3}}}{\beta_w \cdot \gamma_{M2}} = 2909.85 \cdot \frac{N}{\text{mm}}$$

$$F_{w,Ed} := \frac{V_{z,Ed,max}}{l_{w,eff,w}} = 256.21 \cdot \frac{kN}{m}$$

$$R_1 := \frac{F_{w,Ed}}{F_{w,Rd}} = 8.8 \cdot \%$$

öblemez - talplemez bekötővarrat öblemez - szárnylemez bekötővarrat

$$F_{w,f,Rd} := 2 \cdot \frac{a_{w,f} \cdot \frac{f_u}{\sqrt{3}}}{\beta_w \cdot \gamma_{M2}} = 4156.92 \cdot \frac{N}{\text{mm}} \quad F_{w,c,Rd} := \frac{a_{w,c} \cdot \frac{f_u}{\sqrt{3}}}{\beta_w \cdot \gamma_{M2}} = 2078.46 \cdot \frac{N}{\text{mm}}$$

Öblemezhez tartozó összes bekötővarrat ellenállásának erebője

$$F_{w,Rd} := l_{w,eff,f} \cdot F_{w,f,Rd} + 2 \cdot l_{w,eff,c} \cdot F_{w,c,Rd} = 2327.88 \cdot kN$$

Övlemezre jutó mértékadó tervezési erő

$$F_{w.Ed.41.TK} := \left(\frac{N_{x.Ed.41.TK}}{2} \right) + \left(\frac{M_{y.Ed.41.TK}}{h_c - t_{fc}} \right) = 1406.91 \cdot \text{kN}$$

$$F_{w.Ed.41.TK} := \left(\frac{N_{x.Ed.41.TK}}{2} \right) + \left(\frac{M_{y.Ed.41.TK}}{h_c - t_{fc}} \right) = 1406.91 \cdot \text{kN}$$

$$F_{w.Ed.148.TK} := \left(\frac{N_{x.Ed.148.TK}}{2} \right) + \left(\frac{M_{y.Ed.148.TK}}{h_c - t_{fc}} \right) = 1128.13 \cdot \text{kN}$$

$$F_{w.Ed} := \max(F_{w.Ed.41.TK}, F_{w.Ed.41.TK}, F_{w.Ed.148.TK}) = 1406.91 \cdot \text{kN}$$

$$R_2 := \frac{F_{w.Ed}}{F_{w.Rd}} = 60.4 \cdot \%$$

$$A_{c0} := b_{eff} \cdot l_{eff} = 2.537 \times 10^3 \cdot \text{cm}^2 \quad A_{c1} := 3 \cdot b_{eff} \cdot 3 \cdot l_{eff} = 2.283 \text{ m}^2$$

$$F_{R,du} := \min \left(A_{c0} \cdot f_{cd} \cdot \sqrt{\frac{A_{c1}}{A_{c0}}}, 3.0 \cdot f_{cd} \cdot A_{c0} \right) = 760.95 \cdot \text{kN}$$

$$\beta_j = 0.67$$

$$f_{jd} := \beta_j \cdot \frac{F_{R,du}}{l_{eff} \cdot b_{eff}} = 2.00 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$c := t_p \cdot \sqrt{\frac{f_y}{3 \cdot f_{jd} \cdot \gamma_{M0}}} = 187.75 \cdot \text{mm}$$

$$b_{eff} := 2 \cdot c + t_s = 405.5 \cdot \text{mm}$$

$$F_{c.Ed} := 2 \cdot f_{jd} \cdot b_{eff} \cdot l_{eff} = 1.10 \times 10^3 \cdot \text{kN}$$

$$h := h_c = 0.6 \text{ m}$$

$$h_p := h + 2 \cdot e_{p1} = 1.2 \text{ m}$$

$$M_t := F_{c.Ed} \cdot \left(h_p - e_1 - \frac{l_{eff}}{2} \right) = 780.38 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

$$l_{eff.1} := \frac{-[-2 \cdot b_{eff} \cdot (h_p - e_1) \cdot f_{jd}] - \sqrt{[2 \cdot b_{eff} \cdot (h_p - e_1) \cdot f_{jd}]^2 - 4 \cdot (b_{eff} \cdot f_{jd}) \cdot (M_t)}}{2 \cdot (b_{eff} \cdot f_{jd})} = 67.55 \cdot \text{cm}$$

$$l_{eff.2} := \frac{-[-2 \cdot b_{eff} \cdot (h_p - e_1) \cdot f_{jd}] + \sqrt{[2 \cdot b_{eff} \cdot (h_p - e_1) \cdot f_{jd}]^2 - 4 \cdot (b_{eff} \cdot f_{jd}) \cdot (M_t)}}{2 \cdot (b_{eff} \cdot f_{jd})} = 142.45 \cdot \text{cm}$$

$$l_{eff} := \min(l_{eff.1}, l_{eff.2}) = 67.55 \cdot \text{cm}$$

tervezési nyomóerő $F_{c.Ed} := 2 \cdot l_{eff} \cdot b_{eff} \cdot f_{jd} = 1095.66 \cdot \text{kN}$

tervezési húzóerő $F_{t.Ed} := F_{c.Ed} - N_{x.Ed,max} = 484.69 \cdot \text{kN}$

Talpgerenda ellanállásának vizsgálata

$$c_t := e_{p1} - e_1 = 150 \cdot \text{mm}$$

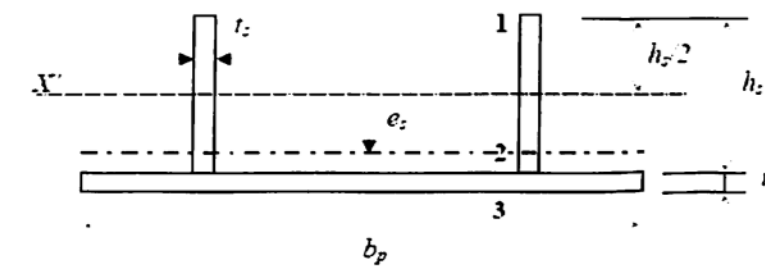
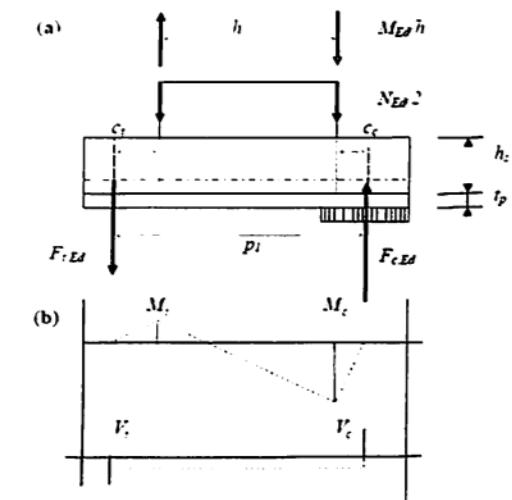
$$c_c := \begin{cases} e_{p1} - \frac{l_{eff}}{2} & \text{if } l_{eff} \leq e_{p1} \\ \frac{l_{eff}}{2} & \text{otherwise} \end{cases} = 337.75 \cdot \text{mm}$$

$$M_c := F_{c.Ed} \cdot c_c = 370.06 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

$$M_t := F_{t.Ed} \cdot c_t = 72.704 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

$$V_c := F_{c.Ed} = 1095.66 \cdot \text{kN}$$

$$V_t := F_{t.Ed} = 484.69 \cdot \text{kN}$$



$$b_p := b_{fc} + 2 \cdot (t_s + e_{p2}) = 860 \cdot \text{mm}$$

$$A := 2h_{s,c} \cdot t_s + b_p \cdot t_p = 438.00 \cdot \text{cm}^2$$

$$S_{X'} := b_p \cdot t_p \cdot \frac{(h_{s,c} + t_p)}{2} = 4257.00 \cdot \text{cm}^3$$

$$e_s := \frac{S_{X'}}{A} = 97.19 \cdot \text{mm}$$

$$I_X := 2 \cdot \left(\frac{t_s \cdot h_{s,c}^3}{12} + h_{s,c} \cdot t_s \cdot e_s^2 \right) + b_p \cdot t_p \cdot (h_{s,c} + t_p - e_s)^2 = 1.703 \times 10^5 \cdot \text{cm}^4$$

$$W_{x,1} := \frac{I_X}{\frac{h_{s,c}}{2} + e_s} = 6.891 \times 10^3 \cdot \text{cm}^3$$

$$W_{x.2} := \frac{I_X}{\frac{h_{s.c}}{2} - e_s} = 3.226 \times 10^4 \cdot \text{cm}^3$$

$$W_{x.3} := \frac{I_X}{\frac{h_{s.c}}{2} + t_p - e_s} = 2.057 \times 10^4 \cdot \text{cm}^3$$

nyírási feszültség

$$\tau_{Ed} := \frac{\max(V_t, V_c)}{2 \cdot h_{s.c} \cdot t_s} = 60.87 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

hajlítási feszültség

$$\sigma_{x.Ed} := \frac{\max(M_t, M_c)}{\min(W_{x.1}, W_{x.3})} = 53.7 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

gerenda kihasználtsága

$$R_3 := \frac{\sqrt{\sigma_{x.Ed}^2 + 3 \cdot \tau_{Ed}^2}}{\frac{f_y}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}}} = 87.2 \cdot \%$$

$$\psi := -\frac{W_{x.3}}{W_{x.1}} = -2.985$$

$$\text{befogási tényező } k_{\sigma} := 0.57 - 0.2 \cdot \psi + 0.07 \cdot \psi^2 = 1.791$$

minimális szárnylemez szükséges vastagság a horpadás elkerülése érdekében

$$t_{s.min} := \frac{h_{s.c}}{21 \cdot \epsilon \cdot \sqrt{k_{\sigma}}} = 10.7 \cdot \text{mm}$$

Szárnylemez bekötővarratának ellenőrzése

feltételezés , csak az oszlopövön kívül eső varratszakasz dolgozik

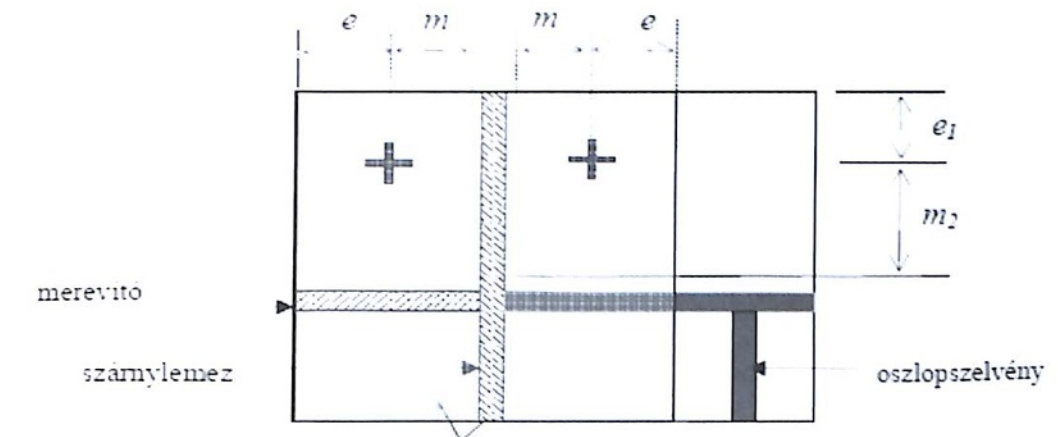
$$\Sigma l_{w.eff} := 4 \cdot e_{p1} = 1.2 \times 10^3 \cdot \text{mm}$$

$$F_{w.Ed} := \frac{\max(F_{t.Ed}, F_{c.Ed})}{\Sigma l_{w.eff}} = 913.05 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}}$$

$$F_{w.s.Rd} := a_{w.s} \cdot \frac{\frac{f_u}{\sqrt{3}}}{\beta_w \cdot \gamma_{M2}} = 2078.46 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}}$$

$$R_4 := \frac{F_{w.Ed}}{F_{w.s.Rd}} = 43.9 \cdot 10^{-1}$$

Talplemez ellenállásának vizsgálata



$$e := 80 \cdot \text{mm} \quad e_1 = 150 \cdot \text{mm} \quad e_2 := e_1 = 150 \cdot \text{mm}$$

$$m := e_{p2} - e_2 - a_{w.s} \cdot \sqrt{2} = 85.9 \cdot \text{mm}$$

$$m_2 := e_{p1} - e_1 - a_{w.f} \cdot \sqrt{2} = 135.9 \cdot \text{mm}$$

oszlopöv szélességét növelő merevítő borda nincs alkalmazva

$$\lambda_2 := 1.40$$

$$\lambda_1 := \frac{m}{m + e} = 0.518$$

$$\alpha := 5.5 \quad (\text{biztonság javára diagramból})$$

$$\text{kör alakú töréskép esetén} \quad l_{\text{eff.cp}} := \min(m, m_2) \cdot 2 \cdot \pi = 0.539 \text{ m}$$

$$\text{más eset} \quad l_{\text{eff.nc}} := \alpha \cdot m = 0.472 \text{ m}$$

$$1 \text{ tönkrementetli mód} \quad l_{1.\text{eff}} := \min(l_{\text{eff.cp}}, l_{\text{eff.nc}}) = 472.218 \cdot \text{mm}$$

$$2 \text{ tönkrementetli mód} \quad l_{2.\text{eff}} := l_{\text{eff.nc}} = 472.218 \cdot \text{mm}$$

talplemez ellenállása az 1. tönkrementetli módhoz

$$M_{pl.1.Rd} := 0.25 \cdot l_{1.\text{eff}} \cdot t_p^2 \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M0}} = 24.97 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

$$F_{T.1.Rd} := \frac{4 \cdot M_{pl.1.Rd}}{m} = 1163.25 \cdot \text{kN}$$

talplemez ellenállása a 2. tönkrementetli módhoz

$$M_{pl.2.Rd} := 0.25 \cdot l_{2,eff} \cdot t_p^2 \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M0}} = 24.97 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

$$k_2 = 0.9$$

$$n := \min(e, 1.25 \cdot m) = 80 \cdot \text{mm}$$

$$F_{t.Rd} := \frac{k_2 \cdot f_{ub} \cdot A_s}{\gamma_{M2}} = 203.33 \cdot \text{kN}$$

$$B_{p.Rd} := 0.6 \cdot \frac{\pi \cdot d_m \cdot \min(t_p, t_{fc}) \cdot f_u}{\gamma_{M2}} = 631.897 \cdot \text{kN}$$

$$\Sigma F_{t.Rd} := 4 \cdot \min(F_{t.Rd}, B_{p.Rd}) = 813.31 \cdot \text{kN}$$

$$F_{T.2.Rd} := \frac{2 \cdot M_{pl.2.Rd} + n \cdot \Sigma F_{t.Rd}}{m + n} = 693.38 \cdot \text{kN}$$

ellenállás a 3. tönkremenetli módhoz

$$F_{T.3.Rd} := \Sigma F_{t.Rd} = 813.31 \cdot \text{kN}$$

T elem globális ellenállása

$$F_{T.Rd} := \min(F_{T.1.Rd}, F_{T.2.Rd}, F_{T.3.Rd}) = 693.38 \cdot \text{kN}$$

Kihasználtság

$$R_5 := \frac{F_{t.Ed}}{F_{T.Rd}} = 69.9 \cdot \%$$

Oszloptalp nyírési ellenállása

$$k_1 := \min \left(2.8 \cdot \frac{\frac{e_2}{\text{mm}}}{\frac{d_0}{\text{mm}} - 1.7}, 2.5 \right) = 2.5$$

$$\alpha_d := \frac{e_1}{3 \cdot d_0} = 1.923$$

$$\alpha_b := \min \left(\alpha_d, \frac{f_{ub}}{f_u}, 1 \right) = 1$$

$$F_{l.vb.Rd} := \frac{k_1 \cdot \alpha_b \cdot f_u \cdot d \cdot t_p}{\gamma_{M2}} = 518.40 \cdot \text{kN}$$

$$F_{2,vd,Rd} := 1 \cdot \frac{0.6 \cdot f_{ub} \cdot A_s}{\gamma_{M2}} = 135.55 \cdot \text{kN}$$

$$F_{v,Rd} := 4 \cdot \min(F_{1,vb,Rd} + F_{2,vd,Rd}) = 2615.81 \cdot \text{kN}$$

$$R_6 := \frac{V_{z,Ed,max}}{F_{v,Rd}} = 4.6 \cdot \%$$

$$R_{max} := \max(R_1, R_2, R_3, R_4, R_5, R_6) = 87.2 \cdot \%$$

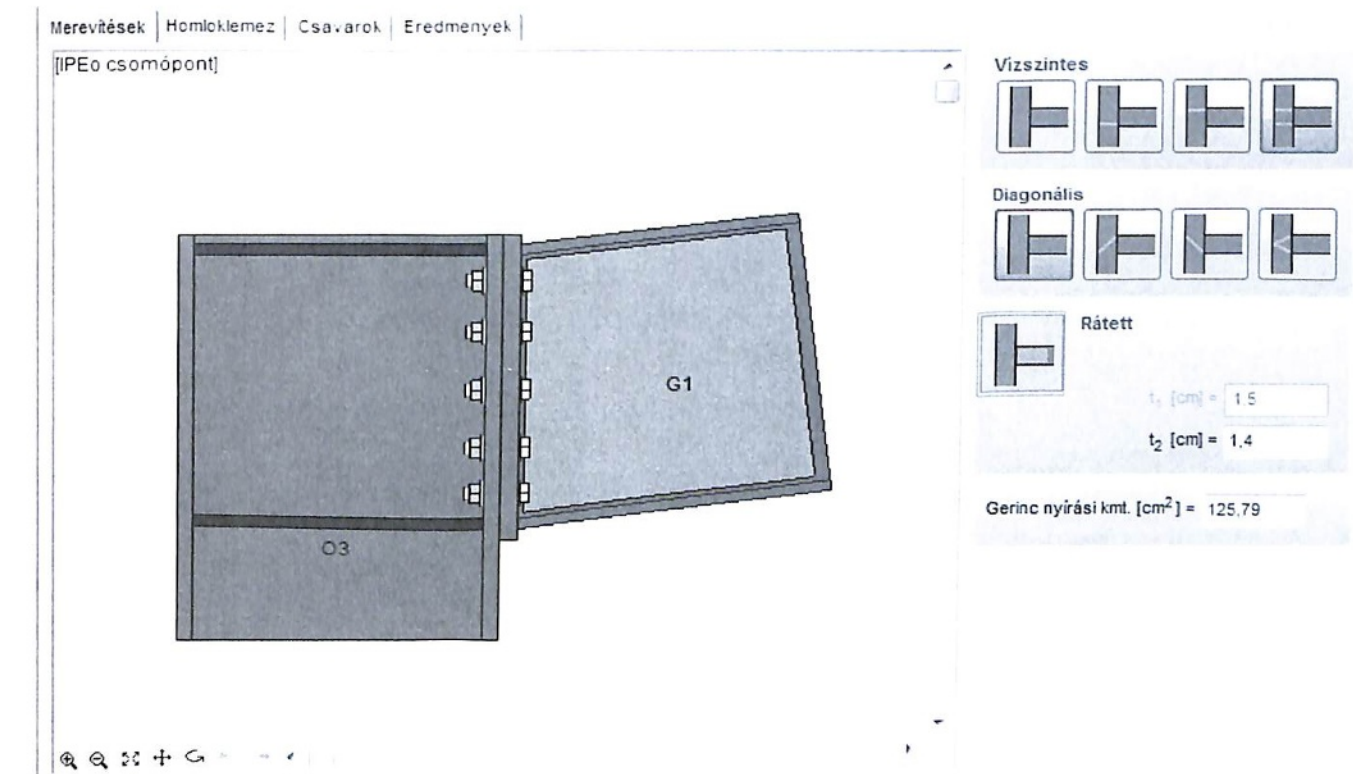
$$A_CSOMÓPONT := \begin{cases} \text{"MEGFELEL!"} & \text{if } R_{max} \leq 100\% \\ \text{"NEM_FELEL_MEG!"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$A_CSOMÓPONT = \text{"MEGFELEL!"}$$

6.8.3 3. számú csomópont

Szélső keretoszlop és keretgerenda homloklemez csomópontja (1. és 9. raszter)

A csomópont méretezését AxisVm12 Acéltervező moduljában végeztem a mértékadó igénybevételekre.



Méretezés

Vastagság [cm] = 3.0

Anyag S 235

Varrat a [cm] = 1.0

a [cm] = 30.0

b [cm] = 2.0

c [cm] = 60.0

Homloklemez túlnyúlása

☐ Csavarsor

☐ Merevítés

Méretezés

Méret M 24

Minőség 10.9

$\gamma_{Mb} = 1.25$

Csavarsorok száma 5

d [cm] = 12.0

☐ Automatikusan pozíció

e1 [cm]	9.0
e2 [cm]	10.0
e3 [cm]	11.0
e4 [cm]	11.0
e5 [cm]	10.0

Merevítés

☐ 1 csavarsor után

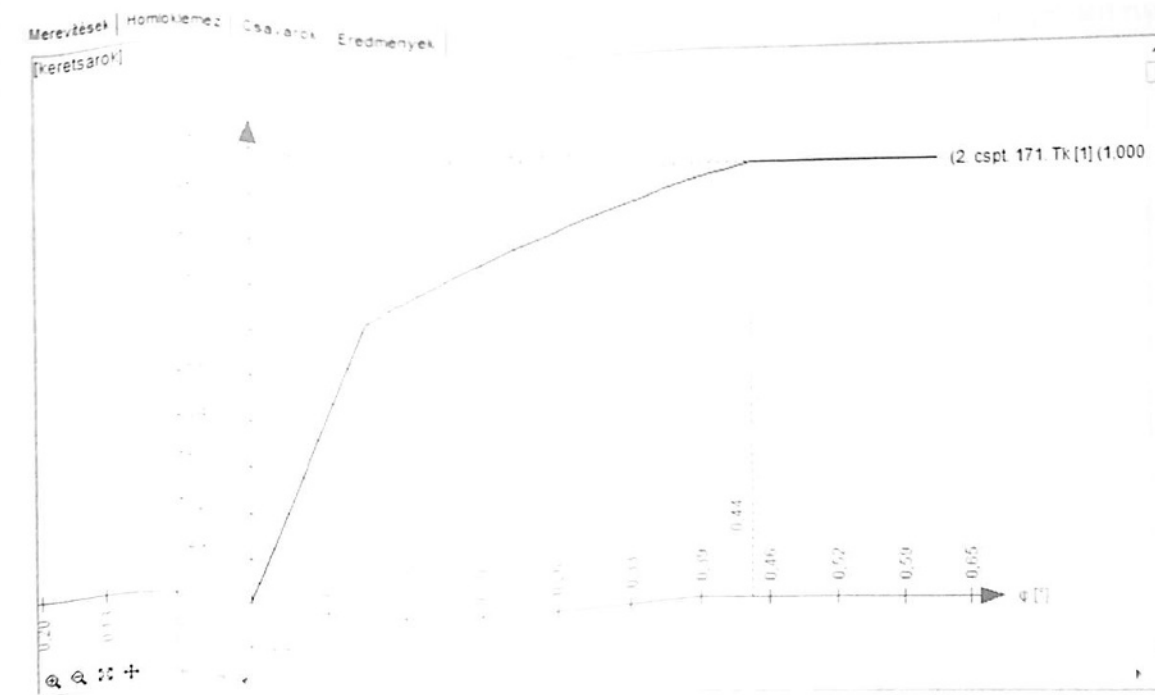
☐ 2 csavarsor után

☐ 3 csavarsor után

☐ 4 csavarsor után

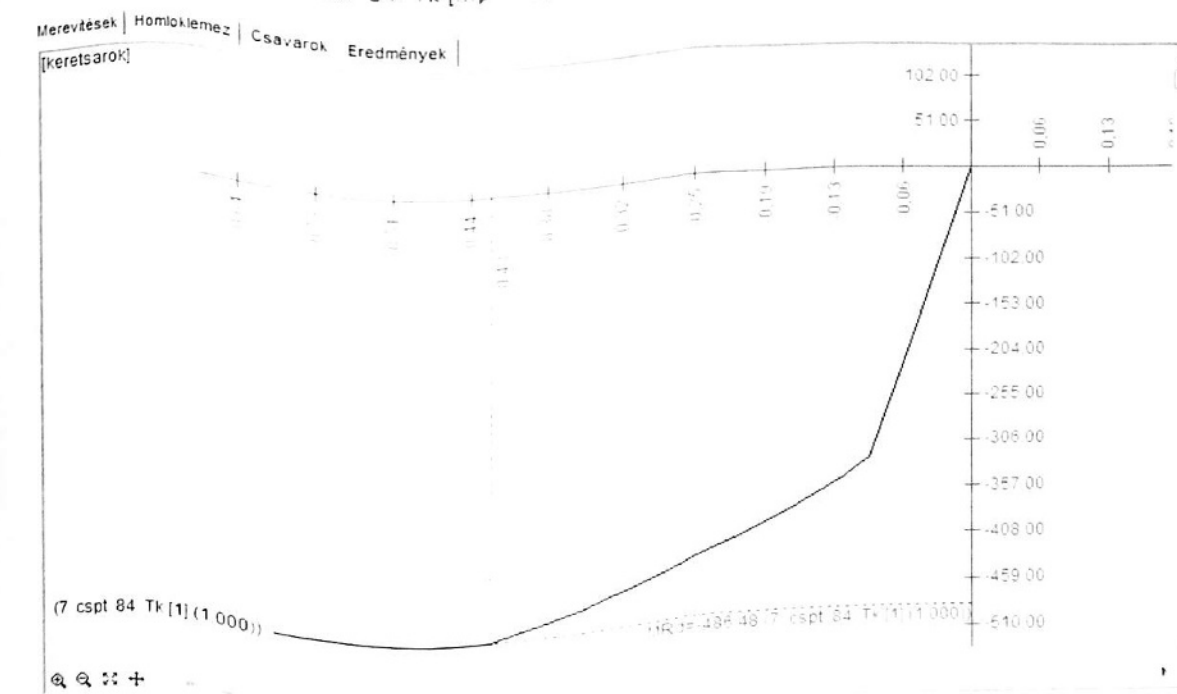
Lenagyobb pozitív nyomaték a csomópontban 463.28 kNm (Tk. 171)

Cspt.	Rúd	Hossz [m]	Eset	f_{se}	M_{sD} [kNm]	M_{rD} [kNm]	$S_{j,init}$ [kNm/rad]	Részletek	Megfelelt
2	5	20.150	171 Tk	1,000	463.28	491.90	6.43E+4	>>	igen



Lenagyobb negatív nyomaték a csomópontban 148.09 kNm (Tk. 84)

Cspt.	Rúd	Hossz [m]	Eset	f_{se}	M_{SD} [kNm]	M_{RD} [kNm]	$S_{j,init}$ [kNm/rad]	Részletek	Megfelelt
7	16	20.150	84 Tk [1]	1.000	-148.09	-486.48	6,51E+4	>>	igen



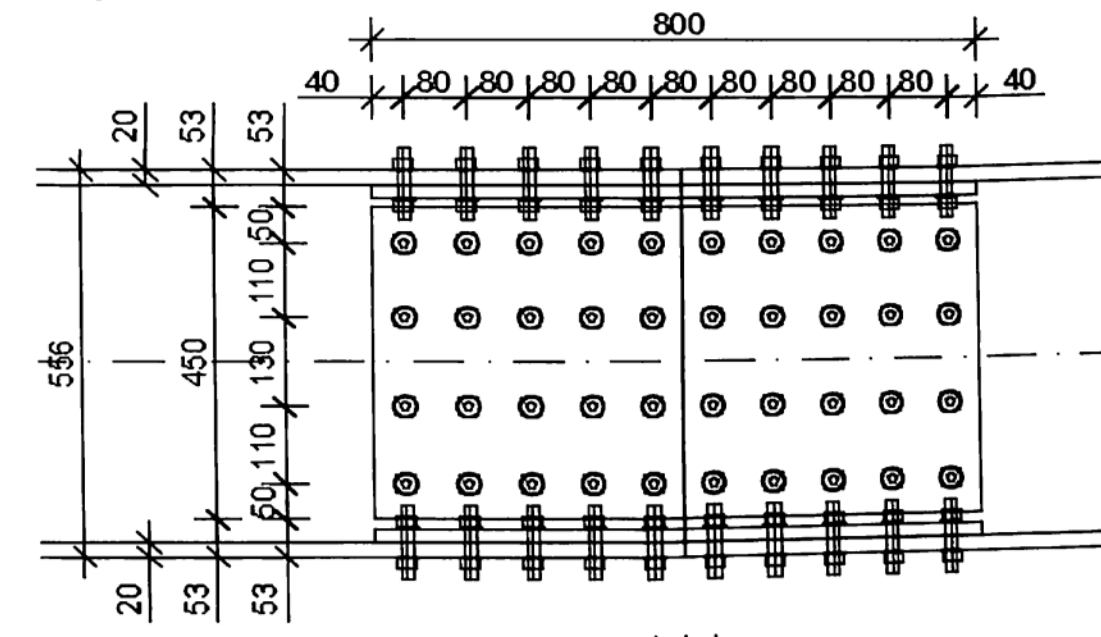
Lenagyobb nyíróerő a csomópontban 147.38 kN (Tk. 171). A teherkombinációból

eredő hatásokra a csomópont már vizsgálva volt, tehát a csomópont nyírásra is megfelel.

$$\text{Csomópont_maximális_kihasználtsága} := \frac{463.28 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}}{491.90 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}} = 94.2\%$$

6.8.4 4. számú csomópont

Keretgerenda toldása csavarozott hevederes kapcsolattal, a gerenda határerejére.



Acélminőség : S235

$$f_y := 235 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad f_u := 360 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad E := 210 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{mm}^2} \quad \varepsilon := 1$$

$$\beta := 1.0$$

Csavarminőség : 8.8

Csavarméret : M16

$$f_{yb} := 640 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad f_{ub} := 800 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$d := 16 \cdot \text{mm} \quad d_0 := 18 \cdot \text{mm}$$

$$A_s := 157 \cdot \text{mm}^2$$

Gerenda : IPEO 550

$$\text{szelvénymagasság } h := 556 \cdot \text{mm}$$

$$\text{övszélesség } b_f := 212 \cdot \text{mm}$$

$$\text{öv vastagsága } t_f := 20.2 \cdot \text{mm}$$

$$\text{lekerekítési sugár } r := 24 \cdot \text{mm}$$

$$\text{gerinc vastagsága } t_w := 12.7 \cdot \text{mm}$$

$$\text{keresztmetszeti modulus}$$

$$\text{keresztmetszeti terület } A := 156.07 \cdot \text{cm}^2$$

$$W_{pl.y} := 3263.38 \cdot \text{cm}^3$$

$$\text{nyírási keresztmetszet } A_v := 82.69 \cdot \text{cm}^2$$

$$\text{keresztmetszeti modulus}$$

$$\text{inercia } I_{gerenda.y} := 79160 \cdot \text{cm}^4$$

$$W_{pl.z} := 480.51 \cdot \text{cm}^3$$

$$\text{gerinc tiszta magassága } b_w := h - 2 \cdot t_f - 2 \cdot r = 467.6 \cdot \text{mm}$$

$$\text{övheveder } t_{p.öv} := 20 \cdot \text{mm}$$

$$\text{szélessége } l_{hev.öv} := 120 \cdot \text{mm}$$

$$\text{gerincheveder } t_{p.gerinc} := 10 \cdot \text{mm}$$

$$\text{szélessége } l_{hev.gerinc} := \text{ceil} \left(\frac{b_w}{\text{cm}} - \frac{2 \cdot 1.0 \cdot \text{cm}}{\text{cm}} \right) \cdot \text{cm} = 45 \cdot \text{cm}$$

Gerenda hajlítási ellenállása

$$M_{pl.y.Rd} := \frac{W_{pl.y} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = 766.89 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

Gerenda nyírási ellenállása

$$V_{pl.z.Rd} := \frac{A_v \cdot f_y}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}} = 1121.92 \cdot \text{kN}$$

Csavarkép adatok

Csavarok szerkesztési szabályok szerinti kiosztása szerkesztéssel lett meghatározva szerkesztési szabályok figyelembevételével.
A csavarkép a szerkesztési szabályoknak megfelel!

$$e_{1.öv} := 30 \cdot \text{mm} \quad e_{2.öv} := 60 \cdot \text{mm} \quad e_{3.öv} := 80 \cdot \text{mm}$$

$$\text{nyírt sík az övben } n_{sík.öv} := 1$$

$$\text{nyírt sík a gereingen } n_{sík.gerinc} := 2$$

Övek ellenállása a lyukgyengített keresztmetszetben

$$N_{pl.Rd} := \frac{b_f \cdot t_f \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = 1006.36 \cdot \text{kN}$$

$$N_{u.Rd} := \frac{0.9(b_f - 2 \cdot d_0) \cdot t_f \cdot f_y}{\gamma_{M2}} = 601.54 \cdot \text{kN}$$

$$N_{\text{öv.t.Rd}} := \min(N_{\text{pl.Rd}}, N_{\text{u.Rd}}) = 601.54 \cdot \text{kN}$$

Szerkezeti ellenállások

$$F_{\text{v.Rd}} := \frac{n_{\text{sik.öv}} \cdot 0.6 \cdot f_{\text{ub}} \cdot A_s}{\gamma_{\text{M2}}} = 60.29 \cdot \text{kN}$$

$$k_1 := 2.5$$

$$\alpha_{\text{b.szélső}} := \min\left(\frac{e_{1.öv}}{3 \cdot d_0}, \frac{f_{\text{ub}}}{f_u}, 1.0\right) = 0.556$$

$$\alpha_{\text{b.közbenső}} := \min\left(\frac{e_{3.öv}}{3 \cdot d_0} - \frac{1}{4}, \frac{f_{\text{ub}}}{f_u}, 1.0\right) = 1$$

$$F_{\text{b.Rd}} := k_1 \cdot \frac{\min(\alpha_{\text{b.szélső}}, \alpha_{\text{b.közbenső}}) \cdot f_u \cdot d \cdot \min(t_f, t_{p.öv})}{\gamma_{\text{M2}}} = 128.00 \cdot \text{kN}$$

$$F_{\text{Rd}} := \min(F_{\text{v.Rd}}, F_{\text{b.Rd}}) = 60.29 \cdot \text{kN}$$

Az öv csavarjaiban egyforma igénybevétel keletkezik

$$n_{\text{db.M16}} := \frac{N_{\text{öv.t.Rd}}}{F_{\text{Rd}}} = 9.98$$

$$\text{alkalmazva } n_{\text{db.M16.alk}} := \text{ceil}(n_{\text{db.M16}}) = 10$$

$$\text{Alkalmazott_csavarszám_az_öv_toldásán} := n_{\text{db.M16.alk}} = 10$$

A heveder szükséges hossza szerkesztés alapján lett meghatározva, a szerkesztési szabályok betartása mellett.

Heveder vastagságának meghatározása

$$v_{\text{hev.öv.min}} := \frac{b_f \cdot t_f}{2 \cdot l_{\text{hev.öv}}} = 17.8 \cdot \text{mm}$$

$$v_{\text{hev.öv}} := \text{ceil}\left(\frac{v_{\text{hev.öv.min}}}{\text{cm}}\right) \cdot \text{cm} = 20 \cdot \text{mm}$$

$$\text{Alkalmazott_hevedervastagság_a_szelvényövön} := v_{\text{hev.öv}} = 20 \cdot \text{mm}$$

Gerinclemez toldása

Csavarkép adatok

Csavarak szerkesztési szabályok szerinti kiosztása, szerkesztéssel lett meghatározva.

A csavarkép a szerkesztési szabályoknak megfelel!

$$e_{1.\text{gerinc}} := 50 \cdot \text{mm} \quad e_{2.\text{gerinc}} := 60 \cdot \text{mm} \quad e_{3.\text{gerinc}} := 80 \cdot \text{mm}$$

2015. június

Szerző:
Kovács Attila

$$z_1 := 175 \cdot \text{mm} \quad z_2 := 65 \cdot \text{mm}$$

$$x_1 := 160 \cdot \text{mm} \quad x_2 := 80 \cdot \text{mm} \quad x_3 := 0 \cdot \text{mm}$$

egy oszlopban 4 csavar

feltételezünk 5 oszlopot

csavarok száma egy oldalon

$$n_{\text{db,gerinc}} := 20$$

$$I_{\text{gerinc,y}} := \frac{t_w \cdot b_w^3}{12} = 1.08 \times 10^4 \cdot \text{cm}^4$$

$$M := M_{\text{pl,y,Rd}} \cdot \frac{I_{\text{gerinc,y}}}{I_{\text{gerenda,y}}} = 104.83 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

Csavarokra jutó igénybevételek

Nyírásból

$$F_{V,z} := \frac{V_{\text{pl,z,Rd}}}{n_{\text{db,gerinc}}} = 56.1 \cdot \text{kN}$$

Nyomatékból

$$F_{x,M} := \frac{M \cdot z_1}{8x_1^2 + 8x_2^2 + 8x_3^2 + 10z_1^2 + 10z_2^2} = 30.35 \cdot \text{kN}$$

$$F_{z,M} := \frac{M \cdot x_1}{6x_1^2 + 6x_2^2 + 8z_1^2 + 8z_2^2} = 35.63 \cdot \text{kN}$$

$$F_{\text{Ed}} := \sqrt{F_{x,M}^2 + (F_{V,z} + F_{z,M})^2} = 96.61 \cdot \text{kN}$$

Szerkezeti ellenállások

$$F_{v,Rd} := \frac{n_{\text{sík,gerinc}} \cdot 0.6 \cdot f_{ub} \cdot A_s}{\gamma_{M2}} = 120.58 \cdot \text{kN}$$

$$k_1 := 2.5$$

$$\alpha_{b,\text{szélső}} := \min\left(\frac{e_{1,\text{gerinc}}}{3 \cdot d_0}, \frac{f_{ub}}{f_u}, 1.0\right) = 0.926$$

$$\alpha_{b,\text{közbenső}} := \min\left(\frac{e_{3,\text{gerinc}}}{3 \cdot d_0} - \frac{1}{4}, \frac{f_{ub}}{f_u}, 1.0\right) = 1$$

$$F_{b,Rd} := k_1 \cdot \frac{\min(\alpha_{b, \text{szélső}} \cdot \alpha_{b, \text{közbső}}) \cdot f_u \cdot d \cdot \min(t_w, t_{p, \text{gerinc}})}{\gamma_{M2}} = 106.67 \cdot \text{kN}$$

$$F_{Rd} := \min(F_{v,Rd}, F_{b,Rd}) = 106.67 \cdot \text{kN}$$

$$\eta := \frac{F_{Ed}}{F_{Rd}} = 90.6\%$$

$$A_{\text{mértékadó_csavar}} := \begin{cases} \text{"MEGFELEL!"} & \text{if } \eta \leq 100\% \\ \text{"NEM_FELEL_MEG!"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$A_{\text{mértékadó_csavar}} = \text{"MEGFELEL!"}$$

Szükséges hevedervastagság

$$t_{p, \text{gerinc}, \text{min}} := \frac{12 I_{\text{gerinc}, y}}{2 \cdot l_{\text{hev}, \text{gerinc}}} = 7.12 \cdot \text{mm}$$

$$t_{p, \text{gerinc}} := \text{ceil}\left(\frac{t_{p, \text{gerinc}, \text{min}}}{\text{cm}}\right) \cdot \text{cm} = 10 \cdot \text{mm}$$

$$\text{Alkalmazott_hevedervastagság_a_gerincen} := t_{p, \text{gerinc}} = 10 \cdot \text{mm}$$

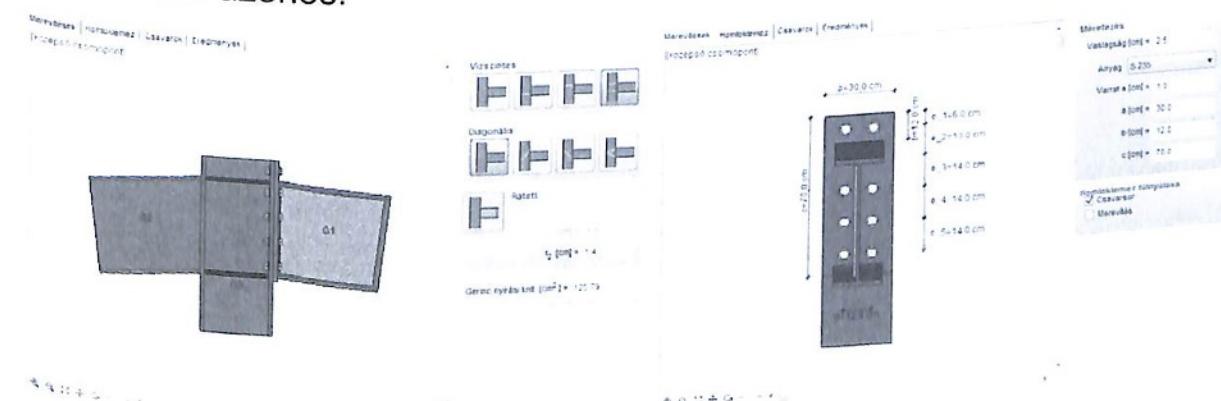
A heveder minimális hosszának meghatározása szerkesztés alapján lett meghatározva, a csavarkép szerkesztési szabályainak betartása mellett.

6.8.5 5. számú csomópont

Keretoszlop és keretgerenda homloklemezcsatlakozata (5. raszter, tetőpont).

A csomópont méretezését AxisVm12 Acéltervező moduljában végeztem a mértékadó igénybevételekre.

Az ábrákon G1 és G2 gerenga csatlakozásához ugyan az a csomóponti geometria van alkalmazva, egyszerre csak az egyik rész ellenőrizhető, de az ellenőrzés mind a két részre azonos.



Merevítések | Homoklemez | Csavarok | Eredmények

[középső csomópont]

Méretezés

Méret: M 24
Minőség: 10.9
Vite: 1.25
Csavarsorok száma: 5
d [cm]: 12.0

☐ Automatikus pozíció

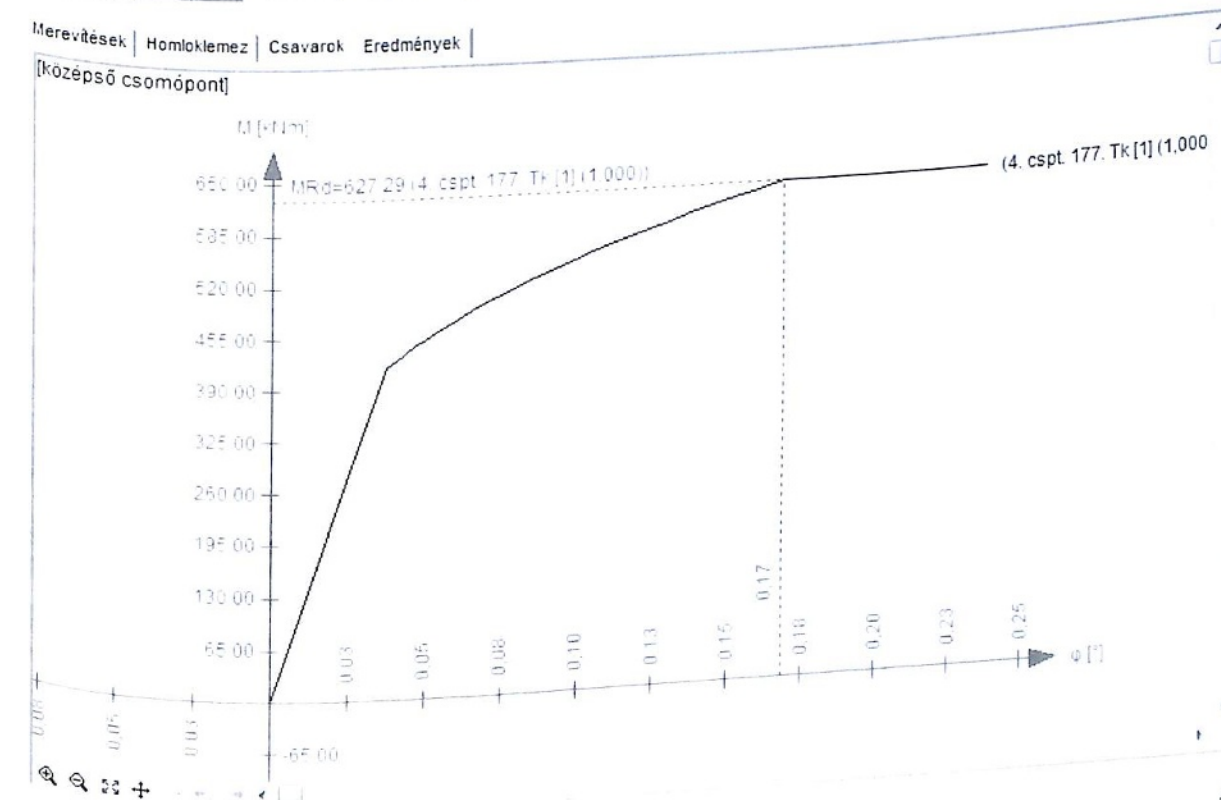
	e1 [cm]	e2 [cm]	e3 [cm]	e4 [cm]	e5 [cm]
	6.0	12.0	14.0	14.0	14.0

Merevítés

☐ 1 csavarsor után
☐ 2 csavarsor után
☐ 3 csavarsor után

Legnagyobb pozitív nyomaték a csomóponton 599.06 kNm (Tk. 177)

Cspt.	Rúd	Hossz [m]	Eset	f _{se}	M _{sD} [kNm]	M _{rD} [kNm]	S _{j,init} [kNm/rad]	Részletek	Megfelelt
4	16	20,150	177. Tk...	1,000	599,06	627,29	2,11E+5	>>	igen

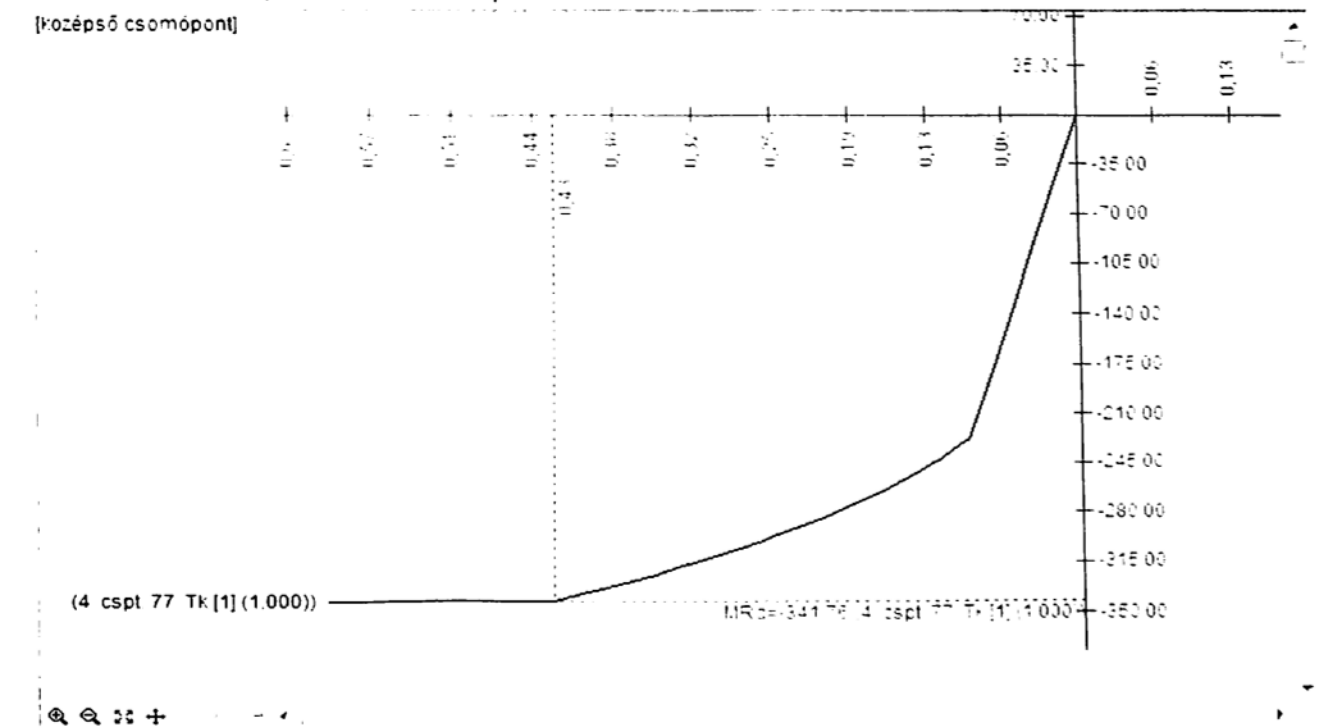


Legnagyobb negatív nyomaték a csomóponton 57.65 kNm (Tk. 77)

Cspt.	Rúd	Hossz [m]	Eset	f_{se}	M_{sD} [kNm]	M_{rD} [kNm]	$S_{j,init}$ [kNm/rad]	Részletek	Megfelelt
4	5	20.150	77. Tk [1]	1,000	-57.65	-341.76	4.59E+4	>>	igen

Merevítések Homoklemez Csavarok Eredmények

[középső csomópont]



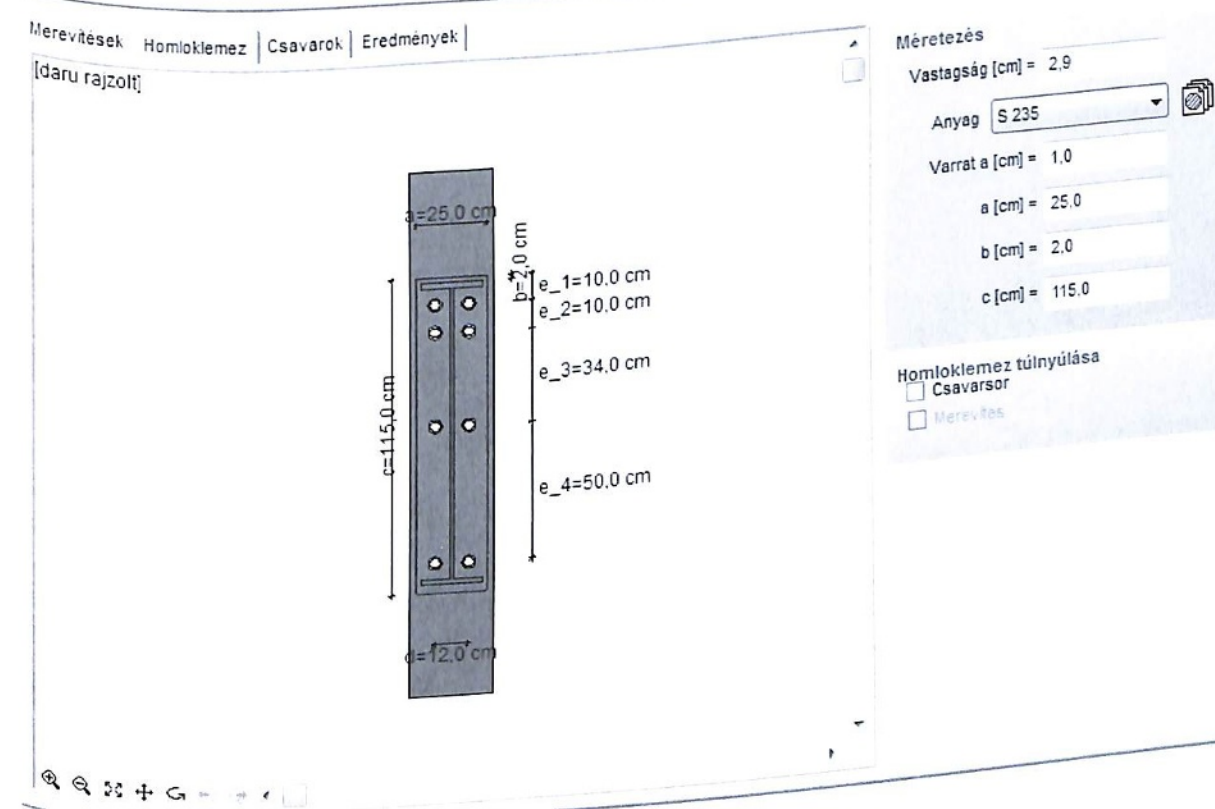
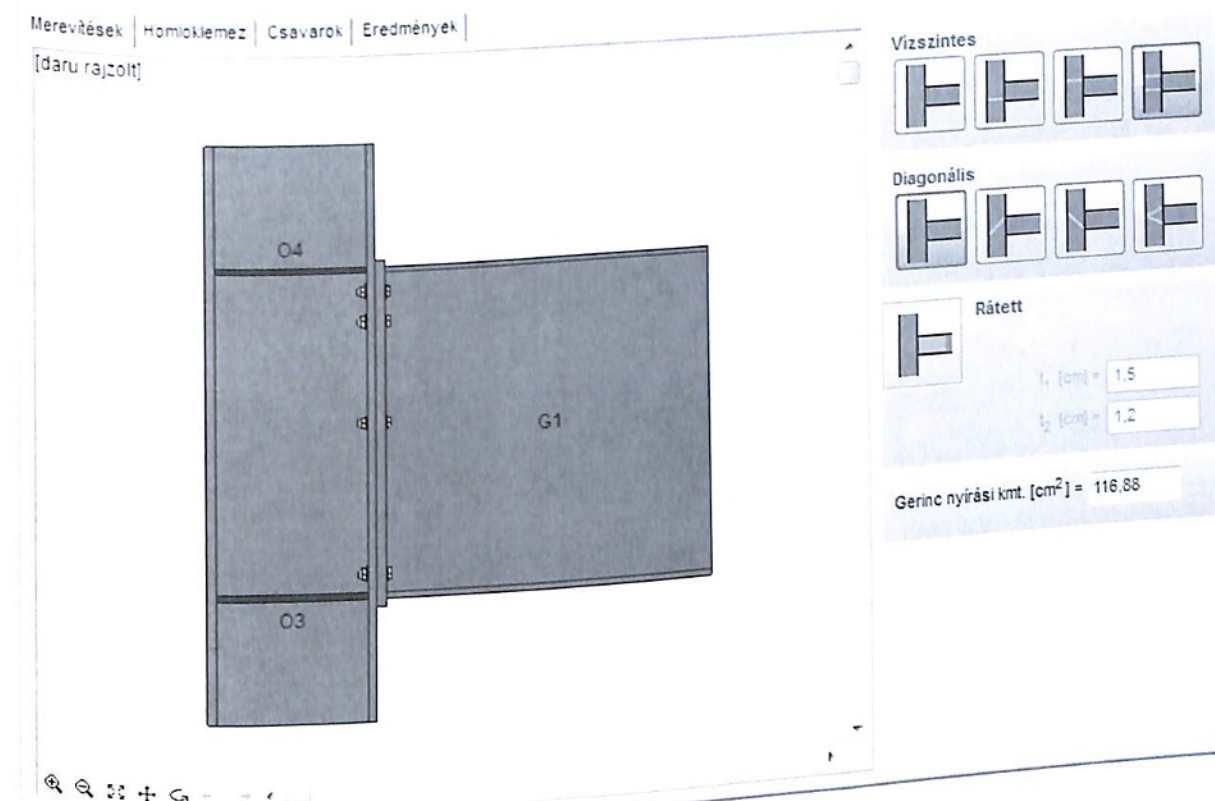
Mértékadó nyíróerő 162.19 kN (Tk. 162). A csomópont a legnagyobb nyíróerő esetén is megfelel!

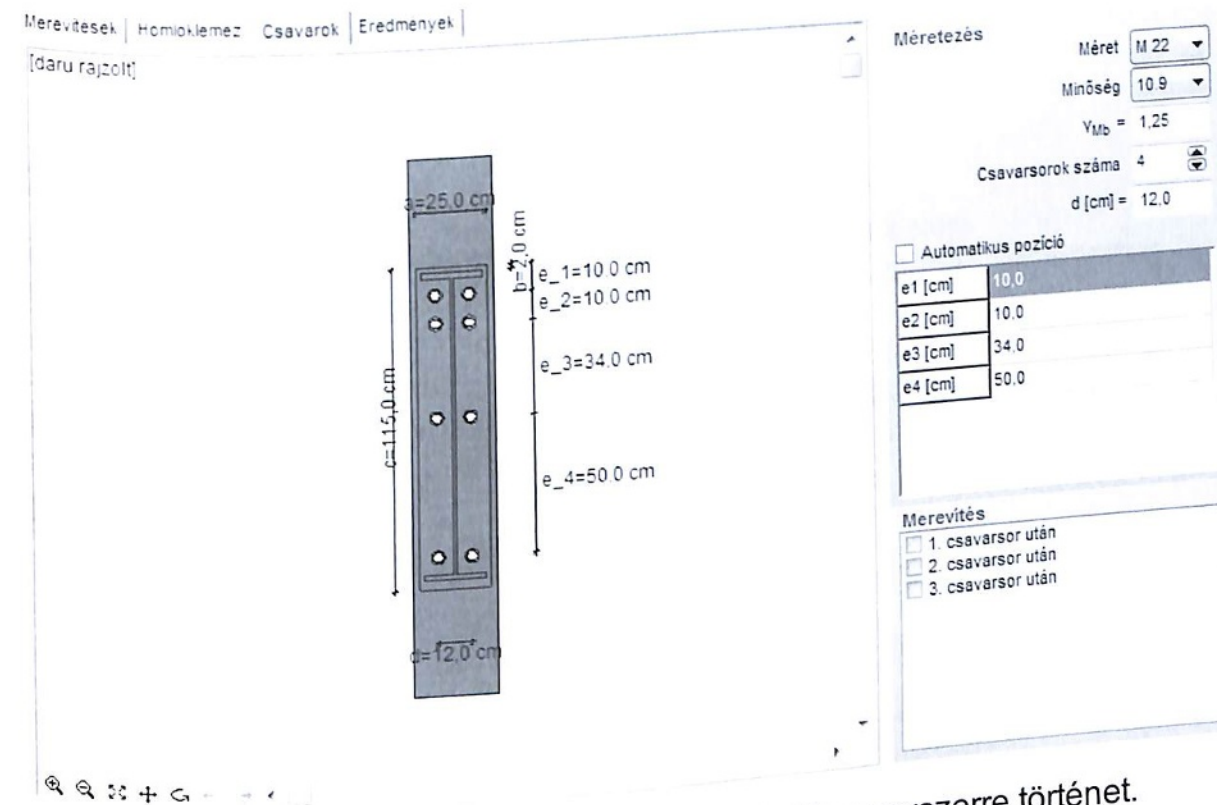
Cspt.	Rúd	Hossz [m]	Eset	f_{se}	M_{sD} [kNm]	M_{rD} [kNm]	$S_{j,init}$ [kNm/rad]	Részletek	Megfelelt
4	16	20.150	162. Tk...	1,000	541.98	627.29	1.5E+5	>>	igen

$$\text{Csomópont_maximális_kihasználtsága} := \frac{599.06 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}}{627.29 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}} = 95.5\%$$

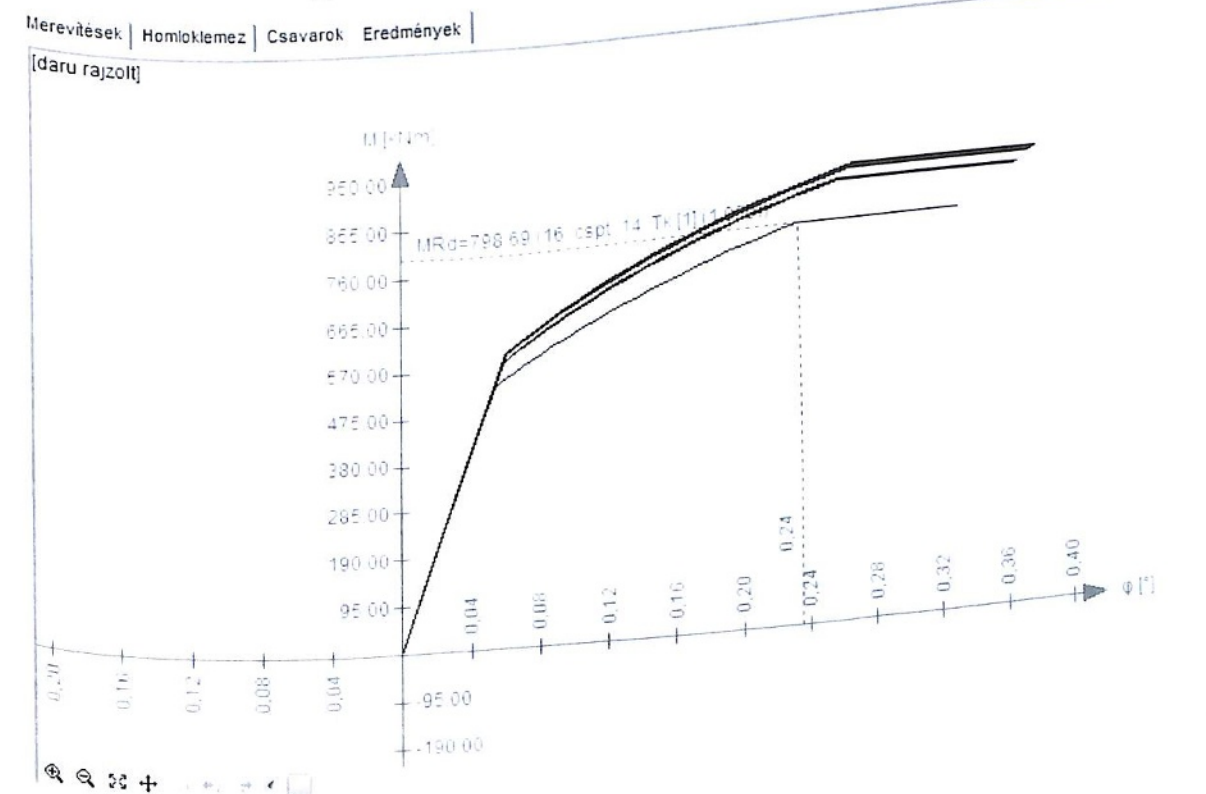
6.8.6 6. számú csomópont

Keretoszlop és darupálya tartó konzol kapcsolata (1. és 9. raszter).
A csomópont méretezését AxisVm12 Acéltervező moduljában végeztem a mértékadó igénybevételekre.





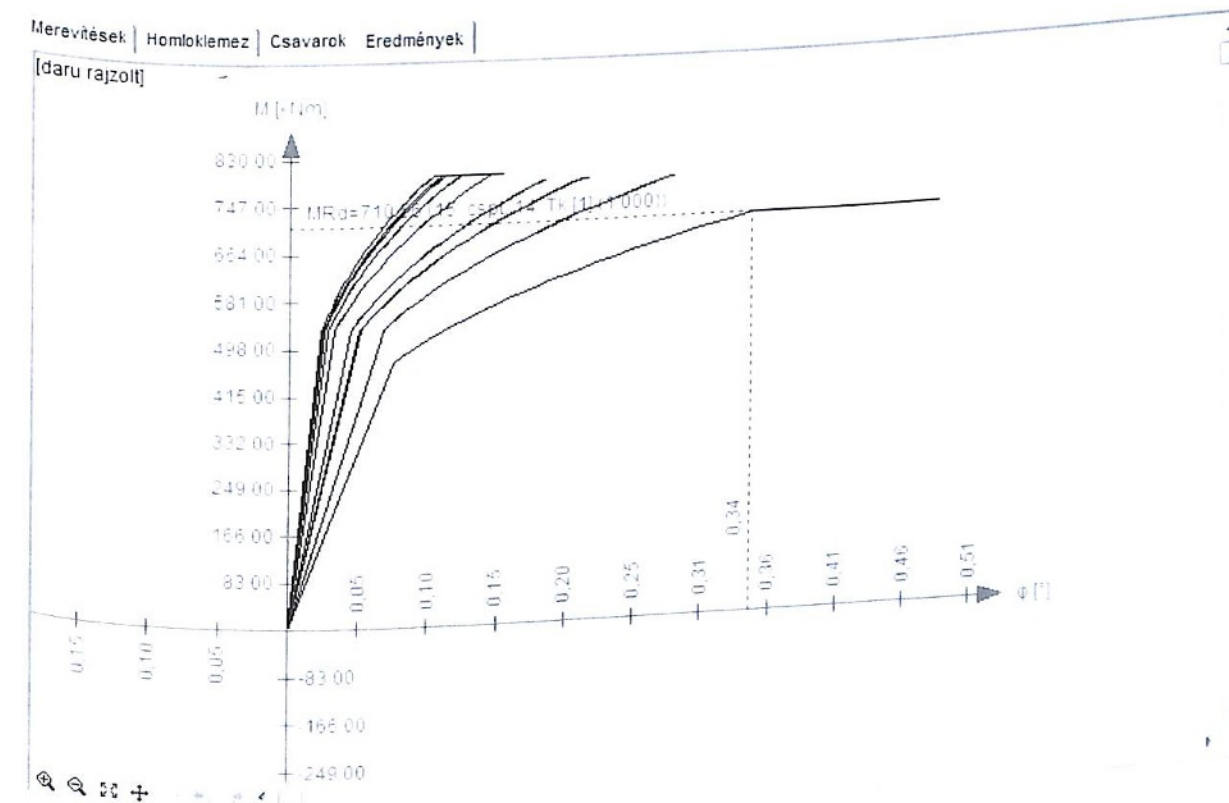
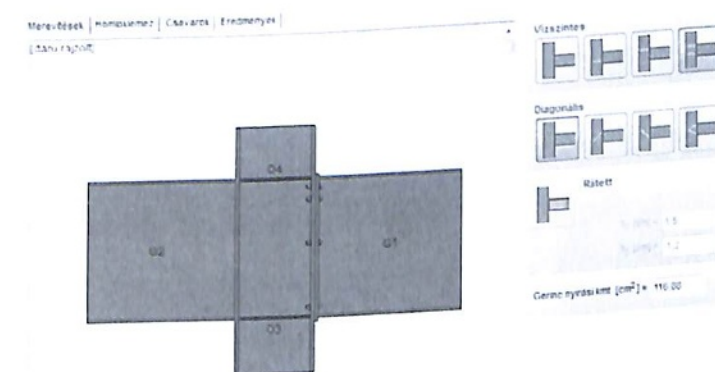
A kapcsolat vizsgálata az összes teherkombinációra egyszerre történt.
A maximális nyomaték a 41. teherkombinációból adódik, 422.30 kNm.
A komplex vizsgálat miatt a csomópont az összetartozó nyomatékokra és
nyíróerőkre is vizsgálva van.



$$\text{Csomópont_maximális_kihasználtsága} := \frac{422.30 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}}{798.69 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}} = 52.9\%$$

6.8.7 7/1. csomópont

Keretoszlop és darupálya tartó konzol kapcsolata (5. raszter).
A csomópont méretezését AxisVm12 Acéltervező moduljában végeztem a
mértékadó igénybevételekre.
Az ábrákon G1 és G2 gerenga kapcsolatának kialakításához, ugyan az a
geometria van alkalmazva. Egyszerre csak az egyik rész ellenőrizhető.
A csomópont geometriai kialakítása megegyezik "6.8.6 6. számú csomópont"
geometriájával.



A csomópont az összes terehrkombinációra vizsgálva lett.

$$\text{Csomópont_maximális_kihasználtsága} := \frac{422.17 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}}{710.56 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}} = 59.4\%$$

6.8.8 7/2. csomópont

HEB600 és HEB400 oszloprész csatlakozása.
A két oszloprész között egy hegesztett csomóponti elem biztosítja az átmenetet.
A csomóponti elem elemméretei (lemezvastagság, lemezszélesség) és varratai
(teljes beégésű tompavarratok, gyökméret azonos a csatlakozó
lemezvastagsággal) miatt teherbírásra megfelel, ellenőrzése mellőzhető.
A számított kapcsolat a HEB 600 és a csomóponti elem között kialakítandó
csavarkötésből áll.

Igénybevételek

Tk.41 legnagyobb nyomaték

$$M_{y,Ed.41.Tk} := 294.25 \cdot \text{kN} \cdot \text{m} \quad N_{x,Ed.41.Tk} := 141.87 \cdot \text{kN} \quad V_{z,Ed.41.Tk} := 62.79 \cdot \text{kN}$$

Tk. 180 legnagyobb normál erő

$$N_{x,Ed.180.Tk} := 309.35 \cdot \text{kN} \quad V_{z,Ed.180.Tk} := 45.23 \cdot \text{kN} \quad M_{y,Ed.180.Tk} := 212.79 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

Tk.196 legnagyobb nyíróerő

$$V_{z,Ed.196.Tk} := 64.00 \cdot \text{kN} \quad M_{y,Ed.196.Tk} := 74.65 \cdot \text{kN} \cdot \text{m} \quad N_{x,Ed.196.Tk} := 216.87 \cdot \text{kN}$$

Maximumok

$$M_{y,Ed,max} := \max(M_{y,Ed.41.Tk}, M_{y,Ed.180.Tk}, M_{y,Ed.196.Tk}) = 294.25 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

$$N_{x,Ed,max} := \max(N_{x,Ed.41.Tk}, N_{x,Ed.180.Tk}, N_{x,Ed.196.Tk}) = 309.35 \cdot \text{kN}$$

$$V_{z,Ed,max} := \max(V_{z,Ed.41.Tk}, V_{z,Ed.180.Tk}, V_{z,Ed.196.Tk}) = 64.00 \cdot \text{kN}$$

Acélminőség : S235

$$f_y := 235 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad f_u := 360 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad E := 210 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{mm}^2}$$

$$\epsilon := 1 \quad \beta := 1.0 \quad \beta_w := 0.8$$

Csavarminőség : 10.9

Csavarméret : M27

$$f_{yb} := 900 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad f_{ub} := 1000 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$d := 27 \cdot \text{mm}$$

$$d_0 := 30 \cdot \text{mm} \quad d_m := 1.6 \cdot d = 43.20 \cdot \text{mm}$$

$$A := \frac{d^2 \cdot \pi}{4} = 5.73 \cdot \text{cm}^2 \quad A_s := 4.59 \cdot \text{cm}^2$$

nyírt síkok száma : $n' := 1$

csatlakozó csomóponti elem méretek a csatlakozási síkon

szelvénymagasság $h := 600 \cdot \text{mm}$

öv szélesség $b := 300 \cdot \text{mm}$

öv vastagsága $t_f := 30 \cdot \text{mm}$

gerinc vastagsága $t_w := 15 \cdot \text{mm}$

lekerekítési sugár $r := 27 \cdot \text{mm}$

gerinc tiszta magassága $d := h - 2 \cdot r - 2 \cdot t_f = 486 \cdot \text{mm}$

gerinc nyírási
keresztmetszet $A_v := t_w \cdot (h - 3 \cdot t_f - 3 \cdot r) = 64.35 \cdot \text{cm}^2$

lemez méretei

$b_p := 300 \text{mm} \quad t_p := 30 \text{mm} \quad p := 125 \text{mm} \quad w := 120 \text{mm}$

varratok $a_w := 15 \text{mm} \quad a_f := 24 \text{mm}$

húzott csavarok száma $n_{db.1} := 2$

Segédmenyiségek

$$z := h - \frac{t_f}{2} - p = 460 \cdot \text{mm}$$

Homloklemez

$$m_{p1} := \frac{w - t_w}{2} - 0.8 \sqrt{2} \cdot a_w = 35.529 \cdot \text{mm}$$

$$m_{p2} := \frac{b_p - w}{2} - 0.8 \sqrt{2} \cdot a_f = 62.847 \cdot \text{mm}$$

$$e_p := \frac{b_p - w}{2} = 90 \cdot \text{mm}$$

$$\lambda_1 := \frac{m_{p1}}{m_{p2} + e_p} = 0.232$$

$$\lambda_2 := \frac{m_{p2}}{m_{p1} + e_p} = 0.501$$

$$\alpha := 8$$

2015. június

Szerző:
[Redacted]

$$m_{pl,p} := 0.25 \cdot \frac{t_p^2 \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = 52.875 \cdot \text{kN}$$

Csavarok

$$F_{t,Rd} := \frac{0.9 \cdot f_{ub} \cdot A_s}{\gamma_{M2}} = 330.48 \cdot \text{kN} \quad B_{p,Rd} := \frac{0.6 \cdot \pi \cdot d_m \cdot t_p \cdot f_u}{\gamma_{M2}} = 703.556 \cdot \text{kN}$$

$$F_{v,Rd} := \frac{0.6 \cdot f_{ub} \cdot A_s}{\gamma_{M2}} = 220.32 \cdot \text{kN}$$

$$F_{T,Rd} := \min(F_{t,Rd}, B_{p,Rd}) = 330.48 \cdot \text{kN}$$

Homloklemez hajlításra

$$l_{eff,p,t} := \min(2 \cdot \pi \cdot m_{p1}, \alpha \cdot m_{p1}) = 223.24 \cdot \text{mm}$$

$$n_p := \min(e_p, 1.25 \cdot m_{p1}) = 44.4 \cdot \text{mm}$$

$$e_m := \frac{d_m}{4} = 10.8 \cdot \text{mm}$$

$$F_{p,Rd,1} := \frac{(8 \cdot n_p - 2e_m) \cdot l_{eff,p,t} \cdot m_{pl,p}}{2 \cdot m_{p1} \cdot n_p - e_m \cdot (m_{p1} + n_p)} = 1718.15 \cdot \text{kN}$$

$$F_{p,Rd,2} := \frac{2 \cdot l_{eff,p,t} \cdot m_{pl,p} + n_{db,1} \cdot F_{T,Rd} \cdot n_p}{m_{p1} + n_p} = 662.51 \cdot \text{kN}$$

$$F_{p,Rd,3} := n_{db,1} \cdot F_{T,Rd} = 660.96 \cdot \text{kN}$$

$$F_{T,Rd,1} := \min(F_{p,Rd,1}, F_{p,Rd,2}, F_{p,Rd,3}) = 660.96 \cdot \text{kN}$$

szelvény öv nyomásra

$$F_{T,Rd,2} := \frac{W_{pl,y} \cdot f_y}{h - t_f} = 1345.43 \cdot \text{kN}$$

gerenda gerinc húzásra

$$b_{eff,wb,t} := l_{eff,p,t} = 223.24 \cdot \text{mm}$$

$$F_{T,Rd,3} := b_{eff,wb,t} \cdot t_w \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M0}} = 786.91 \cdot \text{kN}$$

csavarok húzási ellenállása

$$F_{T,Rd,4} := n_{db,1} \cdot F_{T,Rd} = 660.96 \cdot \text{kN}$$

kapcsolat nyomatéki ellenállása

$$F_{Rd} := \min(F_{T.Rd.1}, F_{T.Rd.2}, F_{T.Rd.3}, F_{T.Rd.4}) = 660.96 \cdot \text{kN}$$

$$M_{j.Rd} := z \cdot F_{Rd} = 304.04 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

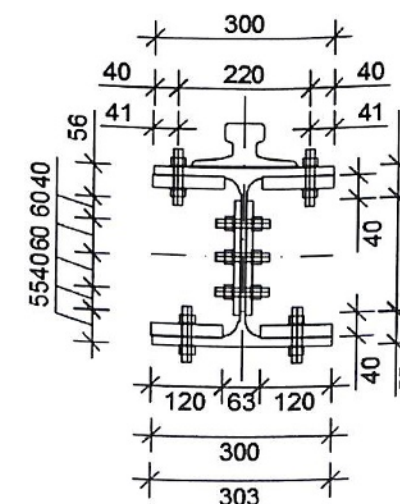
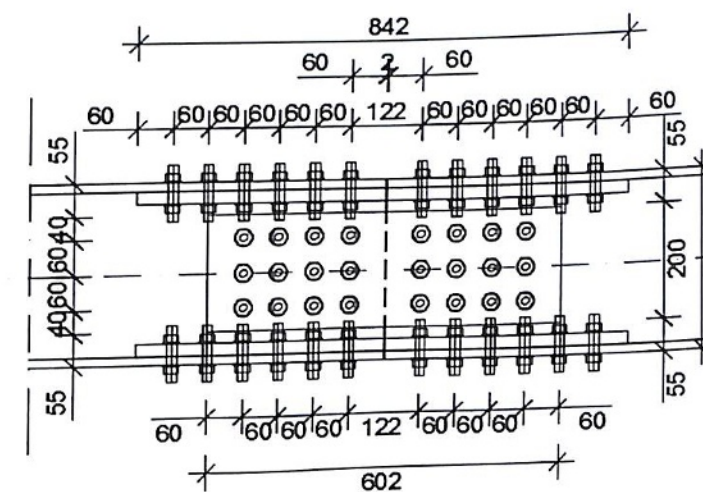
$$\eta := \frac{M_{y.Ed.max}}{M_{j.Rd}} = 96.8\%$$

$$A_CSOMÓPONT := \begin{cases} \text{"MEGFELEL!"} & \text{if } \eta \leq 100\% \\ \text{"NEM_FELEL_MEG!"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$A_CSOMÓPONT = \text{"MEGFELEL!"}$$

6.8.9 8. számú csomópont

Darupálya tartó hevederes toldása, a szelvény határerejére.



Acélminőség : S235

$$f_y := 235 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad f_u := 360 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad E := 210 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{mm}^2} \quad \epsilon := 1 \quad \beta := 1.0$$

Csavarminőség : 8.8

Csavarméret : M16

$$f_{yb} := 640 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad f_{ub} := 800 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$d := 16 \cdot \text{mm} \quad d_0 := 18 \cdot \text{mm}$$

$$A_s := 157 \cdot \text{mm}^2 \quad A := 201 \cdot \text{mm}^2$$

Gerenda : HE 320 A

szelvénymagassága	$h := 310 \cdot \text{mm}$	nyírási keresztmetszet	$A_v := 41.13 \cdot \text{cm}^2$
öv vastagsága	$t_f := 15 \cdot \text{mm}$	öv szélesség	$b_f := 300 \cdot \text{mm}$
gerinc vastagsága	$t_w := 9 \cdot \text{mm}$	lekerekítési sugár	$r := 27 \cdot \text{mm}$
keresztmetszeti terület	$A := 124.4 \cdot \text{cm}^2$		
geinc tiszta magassága	$b_w := h - 2 \cdot t_f - 2 \cdot r = 226 \cdot \text{mm}$		
keresztmetszeti modulus	$W_{pl.y} := 2149 \cdot \text{cm}^3$	$W_{pl.z} := 709.7 \cdot \text{cm}^3$	
inercia	$I_{gerenda.y} := 22930 \cdot \text{cm}^4$		
övheveder	$t_{p.öv} := 20 \cdot \text{mm}$		
szélessége	$l_{hev.öv} := 120 \cdot \text{mm}$		
gerincheveder vastagsága	$t_{p.gerinc} := 10 \cdot \text{mm}$		
szélessége	$l_{hev.gerinc} := 200 \cdot \text{mm}$		

Hajlítási ellenállás

Nyírási ellenállás

$$M_{pl.y.Rd} := \frac{W_{pl.y} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = 505.02 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

$$V_{pl.z.Rd} := \frac{A_v \cdot f_y}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}} = 558.04 \cdot \text{kN}$$

Csavarkép adatok

Csavarok szerkesztési szabályok szerinti kiosztása szerkesztéssel lett meghatározva (lásd az ábrán).

A csavarkép a szerkesztési szabályoknak megfelel!

$$e_{1.öv} := 40 \cdot \text{mm} \quad e_{2.öv} := 60 \cdot \text{mm} \quad e_{3.öv} := 60 \cdot \text{mm}$$

$$\text{nyírt sík az övben} \quad n_{sík.öv} := 1$$

$$\text{nyírt sík a gereingen} \quad n_{sík.gerinc} := 2$$

Övek ellenállása a lyukgyengített keresztmetszetben

$$N_{pl.Rd} := \frac{b_f \cdot t_f \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = 1057.50 \cdot \text{kN}$$

$$N_{u.Rd} := \frac{0.9(b_f - 2 \cdot d_0) \cdot t_f \cdot f_y}{\gamma_{M2}} = 670.03 \cdot \text{kN}$$

$$N_{öv.t.Rd} := \min(N_{pl.Rd}, N_{u.Rd}) = 670.03 \cdot \text{kN}$$

Szerkezeti ellenállások

$$F_{v,Rd} := \frac{n_{sik.öv} \cdot 0.6 \cdot f_{ub} \cdot A_s}{\gamma_{M2}} = 60.29 \cdot \text{kN}$$

$$k_1 := 2.5$$

$$\alpha_{b.szélső} := \min\left(\frac{e_{1.öv}}{3 \cdot d_0}, \frac{f_{ub}}{f_u}, 1.0\right) = 0.741$$

$$\alpha_{b.közbső} := \min\left(\frac{e_{3.öv}}{3 \cdot d_0} - \frac{1}{4}, \frac{f_{ub}}{f_u}, 1.0\right) = 0.861$$

$$F_{b,Rd} := k_1 \cdot \frac{\min(\alpha_{b.szélső}, \alpha_{b.közbső}) \cdot f_u \cdot d \cdot \min(t_f, t_{p.öv})}{\gamma_{M2}} = 128.00 \cdot \text{kN}$$

$$F_{Rd} := \min(F_{v,Rd}, F_{b,Rd}) = 60.29 \cdot \text{kN}$$

Az öv csavarjaiban egyforma igénybevétel keletkezik.

$$n_{db.M16} := \frac{N_{öv.t.Rd}}{F_{Rd}} = 11.1$$

$$\text{alkalmazva } n_{db.M16.alk} := \text{ceil}(n_{db.M16}) = 12$$

A heveder szükséges hossza szerkesztés alapján meghatározva (lásd az ábrán)

Heveder vastagságának meghatározása:

$$v_{hev.öv.min} := \frac{b_f \cdot t_f}{2 \cdot l_{hev.öv}} = 1.9 \cdot \text{cm}$$

$$v_{hev.öv} := \text{ceil}\left(\frac{v_{hev.öv.min}}{\text{cm}}\right) \cdot \text{cm} = 20 \cdot \text{mm}$$

Gerinc toldása:

Csavarok szerkesztési szabályok szerinti kiosztása szerkesztéssel lett meghatározva.

A csavarkép a szerkesztési szabályoknak megfelel!

Csavarkép adatok:

$$e_{1.gerinc} := 40 \cdot \text{mm} \quad e_{2.gerinc} := 60 \cdot \text{mm} \quad e_{3.gerinc} := 60 \cdot \text{mm}$$

$$z_1 := 60 \cdot \text{mm} \quad z_2 := 0$$

$$x_1 := 90 \cdot \text{mm} \quad x_2 := 30 \cdot \text{mm}$$

4 oszlop, egy oszlopban 3 csavar

Csavarok száma egy oldalon $n_{db.gerinc} := 12$

$$I_{gerinc.y} := \frac{t_w \cdot b_w^3}{12} = 865.74 \cdot \text{cm}^4$$

$$M := M_{pl.y.Rd} \cdot \frac{I_{gerinc.y}}{I_{gerenda.y}} = 19.07 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

Csavarokra jutó igénybevételek:

Nyírásból

$$F_{V.z} := \frac{V_{pl.z.Rd}}{n_{db,gerinc}} = 46.5 \cdot \text{kN}$$

Nyomatékból

$$F_{x.M} := \frac{M \cdot z_1}{6x_1^2 + 6x_2^2 + 8 \cdot z_1^2 + 8 \cdot z_2^2} = 13.82 \cdot \text{kN}$$

$$F_{z.M} := \frac{M \cdot x_1}{6x_1^2 + 6x_2^2 + 8 \cdot z_1^2 + 8 \cdot z_2^2} = 20.73 \cdot \text{kN}$$

$$F_{Ed} := \sqrt{F_{x.M}^2 + (F_{V.z} + F_{z.M})^2} = 68.63 \cdot \text{kN}$$

Szerkezeti ellenállások

$$F_{v.Rd} := \frac{n_{sík,gerinc} \cdot 0.6 \cdot f_{ub} \cdot A_s}{\gamma_{M2}} = 120.58 \cdot \text{kN}$$

$$k_1 := 2.5$$

$$\alpha_{b.szélső} := \min\left(\frac{e_{1,gerinc}}{3 \cdot d_0}, \frac{f_{ub}}{f_u}, 1.0\right) = 0.741$$

$$\alpha_{b.közbenső} := \min\left(\frac{e_{3,gerinc}}{3 \cdot d_0} - \frac{1}{4}, \frac{f_{ub}}{f_u}, 1.0\right) = 0.861$$

$$F_{b.Rd} := k_1 \cdot \frac{\min(\alpha_{b.szélső}, \alpha_{b.közbenső}) \cdot f_u \cdot d \cdot \min(t_w, t_{p,gerinc})}{\gamma_{M2}} = 76.80 \cdot \text{kN}$$

$$F_{Rd} := \min(F_{v.Rd}, F_{b.Rd}) = 76.8 \cdot \text{kN}$$

$$\eta := \frac{F_{Ed}}{F_{Rd}} = 89.4 \cdot \%$$

$$A_{kapcsolat} := \begin{cases} \text{"MEGFELEL!"} & \text{if } \eta \leq 100\% \\ \text{"NEM_FELEL_MEG!"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$A_{kapcsolat} = \text{"MEGFELEL!"}$$

Gerincheveder vastagságának meghatározása:

$$t_{p,gerinc,min} := \frac{12I_{gerinc,y}}{2 \cdot l_{hev,gerinc}} = 6.49 \cdot \text{mm}$$

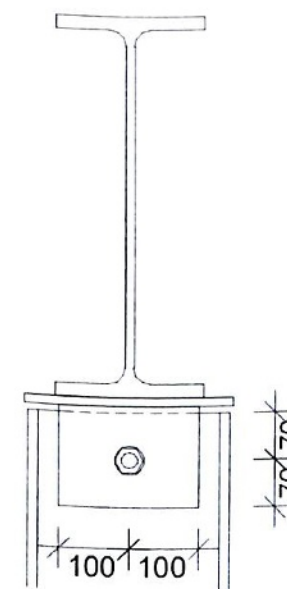
$$t_{p,gerinc} := \text{ceil} \left(\frac{t_{p,gerinc,min}}{\text{cm}} \right) \cdot \text{cm} = 10 \cdot \text{mm}$$

A kiindulási lemezvastagság megfelelő.

A heveder alkalmazott hossza szerkesztés alapján, a csavarkép szerkesztési szabályainak betartása mellett lett meghatározva (lásd az ábrán).

6.8.10 9. számú csomópont

Falvázoszlop csatlakozása a keretgerendához.
Csuklós csatlakozás.



Mértékadó nyíróerő (Tk.28)

$$V_{\max} := 56.48 \text{ kN}$$

Oszlop : HE 300 A

$$\text{nyírási keresztmetszet } A_v := 37.28 \cdot \text{cm}^2$$

$$\text{gerinc vastagsága } t_w := 8.5 \cdot \text{mm}$$

$$\text{heveder } t_p := 10 \cdot \text{mm}$$

$$\text{szélessége } l_p := 200 \cdot \text{mm}$$

Acélminőség : S235

$$f_y := 235 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad f_u := 360 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad E := 210 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{mm}^2} \quad \varepsilon := 1 \quad \beta := 1.0$$

Csavarminőség : 8.8

Csavarméret : M20

$$f_{yb} := 640 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad f_{ub} := 800 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$d := 20 \cdot \text{mm} \quad d_0 := 22 \cdot \text{mm}$$

$$A := 314 \cdot \text{mm}^2$$

Cavarkép

Varrat

$$e_1 := 100\text{mm} \quad e_2 := 70\text{mm} \quad a := 5\text{mm}$$

$$n_{\text{sík.gerinc}} := 1 \quad l_w := 200\text{mm}$$

Szerkezeti ellenállások

$$F_{v.Rd} := \frac{n_{\text{sík.gerinc}} \cdot 0.6 \cdot f_{ub} \cdot A}{\gamma_{M2}} = 120.58 \cdot \text{kN}$$

$$k_1 := 2.5$$

$$\alpha_{b.\text{szélső}} := \min\left(\frac{e_1}{3 \cdot d_0}, \frac{f_{ub}}{f_u}, 1.0\right) = 1$$

$$F_{b.Rd} := k_1 \cdot \frac{\alpha_{b.\text{szélső}} \cdot f_u \cdot d \cdot \min(t_w, t_p)}{\gamma_{M2}} = 122.40 \cdot \text{kN}$$

$$F_{Rd} := \min(F_{v.Rd}, F_{b.Rd}) = 120.58 \cdot \text{kN}$$

$$\eta := \frac{V_{\max}}{F_{Rd}} = 46.8 \cdot \%$$

$$A_{\text{kapcsolat}} := \begin{cases} \text{"MEGFELEL!"} & \text{if } \eta \leq 100\% \\ \text{"NEM_FELEL_MEG!"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$A_{\text{kapcsolat}} = \text{"MEGFELEL!"}$$

Gyengített szelvény ellenállás ellenállása:

$$V_{pl.z.Rd} := \frac{(A_v - d_0 \cdot t_w) \cdot f_y}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}} = 480.43 \cdot \text{kN}$$

$$\eta := \frac{V_{\max}}{V_{pl.z.Rd}} = 11.8 \cdot \%$$

$$A_{\text{kapcsolat}} := \begin{cases} \text{"MEGFELEL!"} & \text{if } \eta \leq 100\% \\ \text{"NEM_FELEL_MEG!"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$A_{\text{kapcsolat}} = \text{"MEGFELEL!"}$$

Varrat ellenőrzése:

Nyomaték a külpontosságból:

$$M := V_{\max} \cdot e_2 = 3.95 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

Varratban ébredő feszültségek

$$l_{w.\text{eff}} := l_w - 2 \cdot a = 190 \cdot \text{mm}$$

$$A_w := 2 \cdot l_{w,eff} \cdot a = 1900.00 \cdot \text{mm}^2$$

$$W_{w,y} := 2 \cdot \frac{a \cdot l_{eff}^2}{6} = 7.605 \times 10^5 \cdot \text{mm}^3$$

$$\tau_{II} := \frac{V_{max}}{A_w} = 29.726 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\rho := \frac{M}{W_{w,y}} = 5.2 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\tau_{merőleges} := \frac{\rho}{\sqrt{2}} = 3.68 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\sigma_{merőleges} := \tau_{merőleges} = 3.68 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\sqrt{\sigma_{merőleges}^2 + 3 \cdot (\tau_{merőleges}^2 + \tau_{II}^2)} = 52 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\frac{f_u}{\beta_w \cdot \gamma_{M2}} = 360 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad \frac{0.9 \cdot f_u}{\gamma_{M2}} = 259.2 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\eta_1 := \frac{\sqrt{\sigma_{merőleges}^2 + 3 \cdot (\tau_{merőleges}^2 + \tau_{II}^2)}}{\frac{f_u}{\beta_w \cdot \gamma_{M2}}} = 14.45\% \quad \eta_2 := \frac{\sigma_{merőleges}}{\frac{0.9 \cdot f_u}{\gamma_{M2}}} = 1.42\%$$

$$\eta := \max(\eta_1, \eta_2) = 14.45\%$$

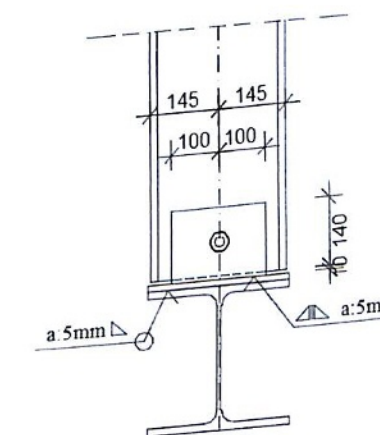
$$A_{varrat} := \begin{cases} \text{"MEGFEELEL!"} & \text{if } \eta \leq 100\% \\ \text{"NEM_FEELEL_MEG!"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$A_{varrat} = \text{"MEGFEELEL!"}$$

6.8.11 10. számú csomópont

Középső falvázoszlop csatlakozása a kapugerendához.

A kapcsolat kialakítása megegyezik a "9. számú csomópont" kialakításával. Maximális nyíróerő a csomópontban (Tk.23) 7.43 kN. Tehát a csomópont megfelel!



6.8.12 11. számú csomópont

Kapugerenda csatlakozása a falvázoszlop gerincéhez.

Igénybevétel teherkombinációkból (Tk.23)

$$V_{y.Ed} := 32.46 \text{ kN} \quad V_{z.Ed} := 21.22 \text{ kN}$$

Eredő nyíróerő

$$V_{\max.Ed} := \sqrt{V_{z.Ed}^2 + V_{y.Ed}^2} = 38.78 \cdot \text{kN}$$

Oszlop és gerenda : HE 300 A

$$\text{nyírási keresztmetszet } A_v := 37.28 \cdot \text{cm}^2$$

$$\text{gerinc vastagsága } t_w := 8.5 \cdot \text{mm}$$

$$\text{öv vastagság } t_f := 14 \text{ mm}$$

$$\text{heveder } t_p := 10 \cdot \text{mm}$$

$$\text{szélessége } l_p := 200 \cdot \text{mm}$$

Gerenda gyengített nyírási keresztmetszete "y" tengelyű nyírásra:

$$A_{v.y.ger} := 205 \text{ mm} \cdot t_f \cdot 2 = 57.40 \cdot \text{cm}^2$$

Acélminőség : S235

$$f_y := 235 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad f_u := 360 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad \epsilon := 1$$

$$\beta := 1.0$$

Csavarminőség : 8.8

Csavarméret : M20

$$f_{yb} := 640 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad f_{ub} := 800 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$d := 20 \cdot \text{mm} \quad d_0 := 22 \cdot \text{mm}$$

$$A := 314 \cdot \text{mm}^2$$

Szerkezeti ellenállások

$$F_{v.Rd} := 2 \cdot \frac{n_{sík.gerinc} \cdot 0.6 \cdot f_{ub} \cdot A}{\gamma_{M2}} = 241.15 \cdot \text{kN}$$

$$k_1 := 2.5$$

$$\alpha_{b.szélső} := \min \left(\frac{e_1}{3 \cdot d_0}, \frac{f_{ub}}{f_u}, 1.0 \right) = 0.758$$

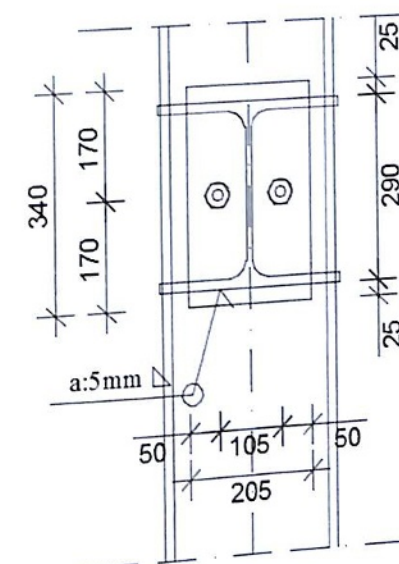
$$F_{b.Rd} := 2k_1 \cdot \frac{\alpha_{b.szélső} \cdot f_u \cdot d \cdot \min(t_w, t_p)}{\gamma_{M2}} = 185.45 \cdot \text{kN}$$

Cavarkép

$$e_1 := 50 \text{ mm}$$

$$e_2 := 120 \text{ mm}$$

$$n_{sík.gerinc} := 1$$



$$F_{Rd} := \min(F_{v,Rd} \cdot F_{b,Rd}) = 185.45 \cdot \text{kN}$$

$$\eta := \frac{V_{\max,Ed}}{F_{Rd}} = 20.9 \cdot \%$$

$$A_{\text{kapcsolat}} := \begin{cases} \text{"MEGFELEL!"} & \text{if } \eta \leq 100\% \\ \text{"NEM_FELEL_MEG!"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$A_{\text{kapcsolat}} = \text{"MEGFELEL!"}$$

Gyengített szelvény ellenállása

$$V_{pl,z,Rd} := \frac{(A_v - 2 \cdot d_0 \cdot t_w) \cdot f_y}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}} = 455.06 \cdot \text{kN}$$

$$\eta := \frac{V_{z,Ed}}{V_{pl,z,Rd}} = 4.7 \cdot \%$$

$$A_{\text{szelvény}} := \begin{cases} \text{"MEGFELEL!"} & \text{if } \eta \leq 100\% \\ \text{"NEM_FELEL_MEG!"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$A_{\text{szelvény}} = \text{"MEGFELEL!"}$$

$$V_{pl,y,Rd} := \frac{A_{v,y,ger} \cdot f_y}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}} = 778.79 \cdot \text{kN}$$

$$\eta := \frac{V_{y,Ed}}{V_{pl,y,Rd}} = 4.2 \cdot \%$$

$$A_{\text{szelvény}} := \begin{cases} \text{"MEGFELEL!"} & \text{if } \eta \leq 100\% \\ \text{"NEM_FELEL_MEG!"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$A_{\text{szelvény}} = \text{"MEGFELEL!"}$$

6.8.13 12. számú csomópont

Falvázoszlop és alaptest csuklós kapcsolata.

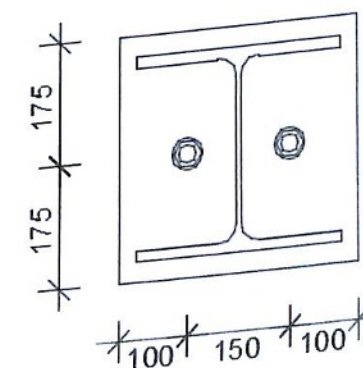
Igénybevétel
teherkombinációkból (Tk.26)

$$V_{Ed} := 63.00 \text{ kN}$$

$$\text{talplemez vastagsága } t_p := 10 \cdot \text{mm}$$

Acélminőség : S235

$$f_y := 235 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad f_u := 360 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad \varepsilon := 1 \quad \beta := 1.0$$



Csavarminőség : 8.8

Csavarméret : M24

$$f_{yb} := 640 \frac{N}{mm^2} \quad f_{ub} := 800 \frac{N}{mm^2}$$

$$d := 24 \cdot mm \quad d_0 := 26 \cdot mm$$

$$A := 452 \cdot mm^2$$

Szerkezeti ellenállások

$$F_{v,Rd} := 2 \frac{n_{sík} \cdot 0.6 \cdot f_{ub} \cdot A}{\gamma_{M2}} = 347.14 \cdot kN$$

$$k_1 := 2.5$$

$$\alpha_{b,szélő} := \min \left(\frac{e_1}{3 \cdot d_0}, \frac{f_{ub}}{f_u}, 1.0 \right) = 1$$

$$F_{b,Rd} := 2k_1 \cdot \frac{\alpha_{b,szélő} \cdot f_u \cdot d \cdot \min(t_w, t_p)}{\gamma_{M2}} = 293.76 \cdot kN$$

$$F_{Rd} := \min(F_{v,Rd}, F_{b,Rd}) = 293.76 \cdot kN$$

$$\eta := \frac{V_{Ed}}{F_{Rd}} = 21.4 \cdot \%$$

$$A_{kapcsolat} := \begin{cases} \text{"MEGFELEL!"} & \text{if } \eta \leq 100\% \\ \text{"NEM_FELEL_MEG!"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$A_{kapcsolat} = \text{"MEGFELEL!"}$$

6.8.14 Merevítőrendszer általános csomópontjai

A merevítőrendszer csavarkötései, a jellemző csavarképek és kapcsolati lemezek tulajdonságai alapján kerülnek számításra.

Egy csavarral kialakított kapcsolt:

Csavarminőség : 8.8

Csavaréret : M16

$$f_{yb} := 640 \frac{N}{mm^2} \quad f_{ub} := 800 \frac{N}{mm^2}$$

$$d := 16 \cdot mm \quad d_0 := 18 \cdot mm$$

$$A := 201 \cdot mm^2$$

Cavarkép (a kedvezőtlenebb
elrendezés esetén)

$$e_1 := 40 \cdot mm \quad e_2 := 30 \cdot mm$$

$$n_{sík} := 1$$

$$k_1 := 2.5$$

Egy csavar számára mértékadó nyíróerő

$$V_{\max,Ed} := 67.31 \text{ kN}$$

$$\text{lemezvastagság } t_p := 16 \cdot \text{mm}$$

Acélminőség : S235

$$f_y := 235 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad f_u := 360 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad \epsilon := 1$$

$$\beta := 1.0$$

Szerkezeti ellenállások

$$F_{v,Rd} := \frac{n_{sik} \cdot 0.6 \cdot f_{ub} \cdot A}{\gamma_{M2}} = 77.18 \cdot \text{kN}$$

$$\alpha_{b,sz\acute{e}ls\acute{o}} := \min\left(\frac{e_1}{3 \cdot d_0}, \frac{f_{ub}}{f_u}, 1.0\right) = 0.741$$

$$F_{b,Rd} := k_1 \cdot \frac{\alpha_{b,sz\acute{e}ls\acute{o}} \cdot f_u \cdot d \cdot t_p}{\gamma_{M2}} = 136.53 \cdot \text{kN}$$

$$F_{Rd} := \min(F_{v,Rd}, F_{b,Rd}) = 77.18 \cdot \text{kN}$$

$$\eta := \frac{V_{\max,Ed}}{F_{Rd}} = 87.2 \cdot \%$$

$$A_{\text{kapcsolat}} := \begin{cases} \text{"MEGF ELEL!"} & \text{if } \eta \leq 100\% \\ \text{"NEM_FELEL_MEG!"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$A_{\text{kapcsolat}} = \text{"MEGF ELEL!"}$$

Két csavarral kialakított csavarkötés esetén:

Csavarminőség : 8.8

Csavaréret : M16

$$f_{yb} := 640 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad f_{ub} := 800 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$d := 16 \cdot \text{mm} \quad d_0 := 18 \cdot \text{mm}$$

$$A := 201 \cdot \text{mm}^2$$

Cavarkép (a kedvezőtlenebb
elrendezés esetén)

$$e_1 := 40 \text{ mm} \quad e_2 := 30 \text{ mm} \quad p_1 := 60 \text{ mm}$$

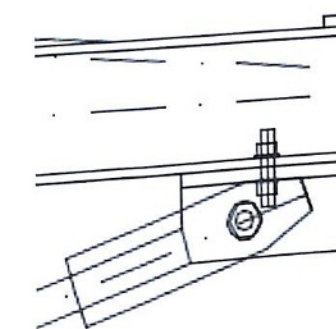
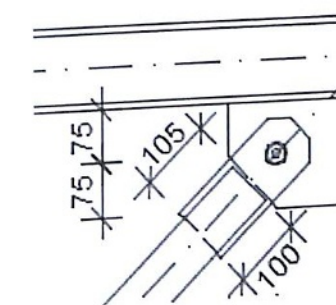
$$n_{sik} := 1$$

$$k_1 := 2.5$$

Mértékadó igénybevétel a két csavarral kialakított kapcsolatok esetén

$$V_{\max,Ed} := 128.76 \text{ kN}$$

$$\text{lemezvastagság } t_p := 16 \cdot \text{mm}$$



Acélminőség : S235

$$f_y := 235 \cdot \frac{N}{mm^2} \quad f_u := 360 \cdot \frac{N}{mm^2} \quad \varepsilon := 1$$

$$\beta := 1.0$$

Szerkezeti ellenállások

$$F_{v,Rd} := 2 \cdot \frac{n_{sik} \cdot 0.6 \cdot f_{ub} \cdot A}{\gamma_{M2}} = 154.37 \cdot kN$$

$$\alpha_{b,sz\acute{e}ls\acute{o}} := \min\left(\frac{e_1}{3 \cdot d_0}, \frac{p_1}{3 \cdot d_0} - \frac{1}{4}, \frac{f_{ub}}{f_u}, 1.0\right) = 0.741$$

$$\alpha_{b,k\acute{o}zbens\acute{o}} := \min\left(\frac{p_1}{3 \cdot d_0} - \frac{1}{4}, \frac{f_{ub}}{f_u}, 1.0\right) = 0.861$$

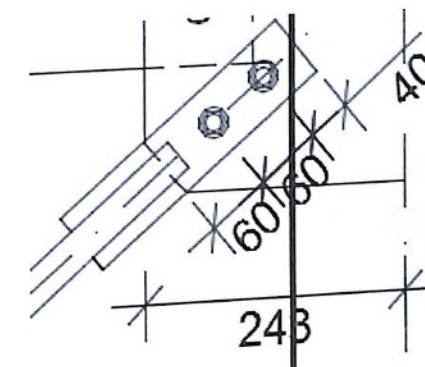
$$F_{b,Rd} := 2k_1 \cdot \frac{\alpha_{b,sz\acute{e}ls\acute{o}} \cdot f_u \cdot d \cdot t_p}{\gamma_{M2}} = 273.07 \cdot kN$$

$$F_{Rd} := \min(F_{v,Rd}, F_{b,Rd}) = 154.37 \cdot kN$$

$$\eta := \frac{V_{max,Ed}}{F_{Rd}} = 83.4 \cdot \%$$

$$A_{kapcsolat} := \begin{cases} \text{"MEGF ELEL!"} & \text{if } \eta \leq 100\% \\ \text{"NEM_FELEL_MEG!"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$A_{kapcsolat} = \text{"MEGF ELEL!"}$$



6.8.15 Rácsos tartó csomópontjai

T csomópont:

1. rácsrúd

Tönkremeneteli módok eredményei (MSZ EN 1993-1-8 7.2.2)

Rácsrúd törése:

$$N_{Rd} = 135.36 \cdot kN$$

Öv gerincének horpadása:

$$N_{Rd} = 112.80 \cdot kN$$

Hegesztési varratok

Varrat fajlagos tervezési ellenállása:

$$F_{w,Rd} = 0.83 \cdot kN/mm$$

Teljes varrathossz:

$$L_w = 160 \cdot mm$$

Fajlagos tervezési erő:

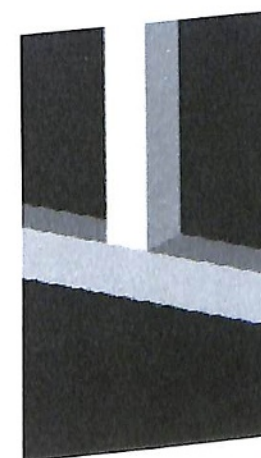
$$F_{w,Ed} = 0.23 \cdot kN/mm$$

Kihasznátltság:

$$28 \cdot \% \text{ Megfelelő}$$

Csomópont mértékadó terhelése: Övrúd (RHS60x60x4): 70.83 kN (húzás)
Rácsrúd (RHS40x40x4): 37.41 kN (húzás)

Sarokvarrat : a=3mm



A csomópont a mértékadó igénybevételekre megfelel!
A csomópont ConSteel ConJoint programban lett ellenőrizve.

K csomópont:

1. rácsrúd

Tönkremeneteli módok eredményei (MSZ EN 1993-1-8 7.2.2)

Öv övfelületének törése:	$N_{Rd} = 115,29 \text{ kN}$
Átszűrődés:	$N_{Rd} = 222,89 \text{ kN}$
Rácsrúd törése:	$N_{Rd} = 122,83 \text{ kN}$
Öv elnyíródása:	$N_{Rd} = 133,12 \text{ kN}$

2. rácsrúd

Tönkremeneteli módok eredményei (MSZ EN 1993-1-8 7.2.2)

Öv övfelületének törése:	$N_{Rd} = 115,29 \text{ kN}$
Átszűrődés:	$N_{Rd} = 222,89 \text{ kN}$
Rácsrúd törése:	$N_{Rd} = 122,83 \text{ kN}$
Öv elnyíródása:	$N_{Rd} = 133,12 \text{ kN}$



Hegesztési varratok

1. rácsrúd

Varrat fajlagos tervezési ellenállása:	$F_{w,Rd} = 0,62 \text{ kN/mm}$
Teljes varrathossz:	$L_w = 231 \text{ mm}$
Fajlagos tervezési erő:	$F_{w,Ed} = 0,18 \text{ kN/mm}$
Kihasználtság:	28 % Megfelelő

2. rácsrúd

Varrat fajlagos tervezési ellenállása:	$F_{w,Rd} = 0,62 \text{ kN/mm}$
Teljes varrathossz:	$L_w = 231 \text{ mm}$
Fajlagos tervezési erő:	$F_{w,Ed} = 0,18 \text{ kN/mm}$
Kihasználtság:	28 % Megfelelő

Csomópont mértékadó terhelése: Övrúd (RHS60x60x4): 70.83 kN (húzás)
Rácsrúd (RHS40x40x4): 40.66kN (húzás)
Rácsrúd (RHS40x40x4): 40.66kN (nyomás)

Sarokvarrat : $a=3\text{mm}$

A csomópont a mértékadó igénybevételekre megfelel!
A csomópont ConSteel ConJoint programban lett ellenőrizve.

RHS övrudak homloklemezkes kötése:

Bal öv - 1. Tehereset

Normáló ellenállás:
Mértékadó kihasználtság:

$N_{j,Rd} = 78.2 \text{ kN}$
91 % Megfelelő

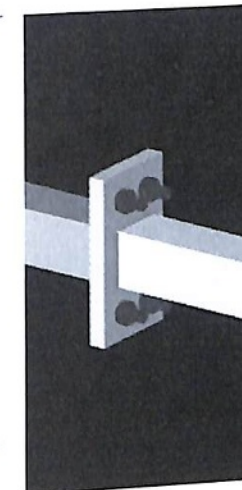
A kapcsolat számítása az MSZ EN 1993 1-8 szabvány és a CIDECT: Design guide for rectangular hollow section joints under predominantly static loading, Verlag TÜV GmbH, Köln 1992 kiadvány alapján készült.

Jobb öv - 1. Tehereset

Normáló ellenállás:
Mértékadó kihasználtság:

$N_{j,Rd} = 78.2 \text{ kN}$
91 % Megfelelő

A kapcsolat számítása az MSZ EN 1993 1-8 szabvány és a CIDECT: Design guide for rectangular hollow section joints under predominantly static loading, Verlag TÜV GmbH, Köln 1992 kiadvány alapján készült.



Csomópont mértékadó terhelése: Övrúd (RHS60x60x4): 70.83 kN (húzás)

Sarokarrat: $a=4\text{mm}$

A csomópont a mértékadó igénybevételekre megfelel!

A csomópont ConSteel ConJoint programban lett ellenőrizve.

Homloklemez
Szélesség Magasság Vastagság Anyagminőség
 $b_p = 90$ $h_p = 180$ $t_p = 10$ mm S235

Csavar
M12 (ISO 7412) - 5.6

☒ Csavarfej a lemez felőli oldalon

Csavarok elhelyezése

Csavarok száma egy sorban

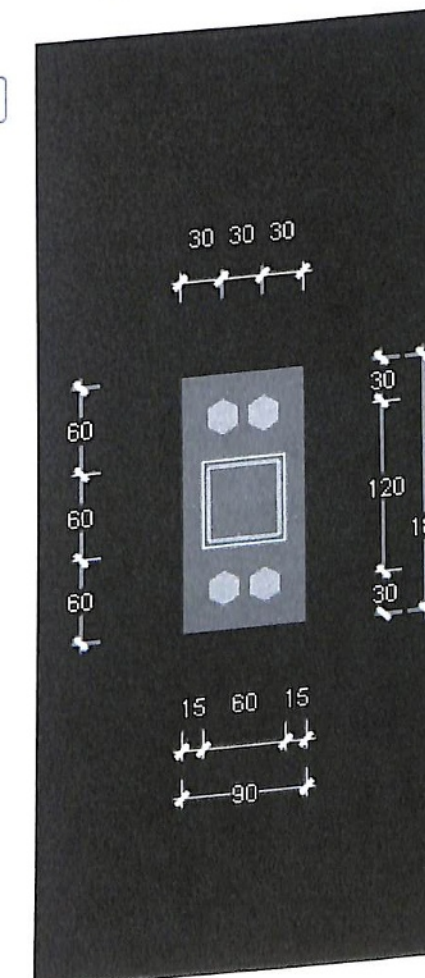
2

Osztástávolság

$w_1 = 30$ mm

Éltávolság

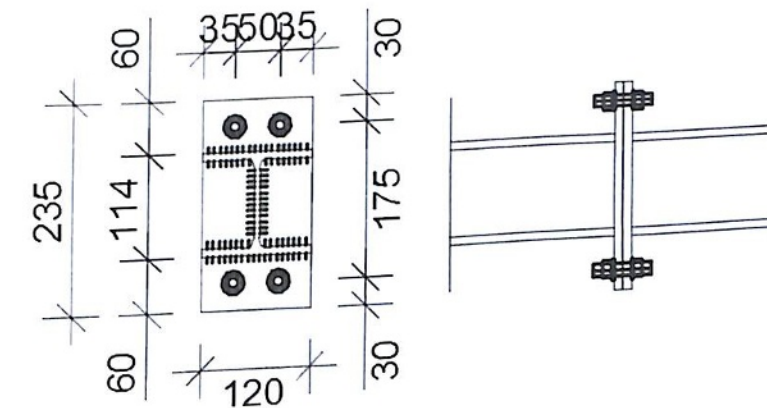
$w_2 = 30$ mm



HEA 120 szelvény homloklemezes toldása:

Maximális igénybevétel: 19.64kN (húzás)

Mivel a csavarkép kedvezőbb, a varrathossz nagyobb azonos gyökmérettel és a homloklemez vastagság is azonos az RHS övrúdával, az igénybevétel pedig kisebb, a kapcsolat biztos, hogy megfelel.

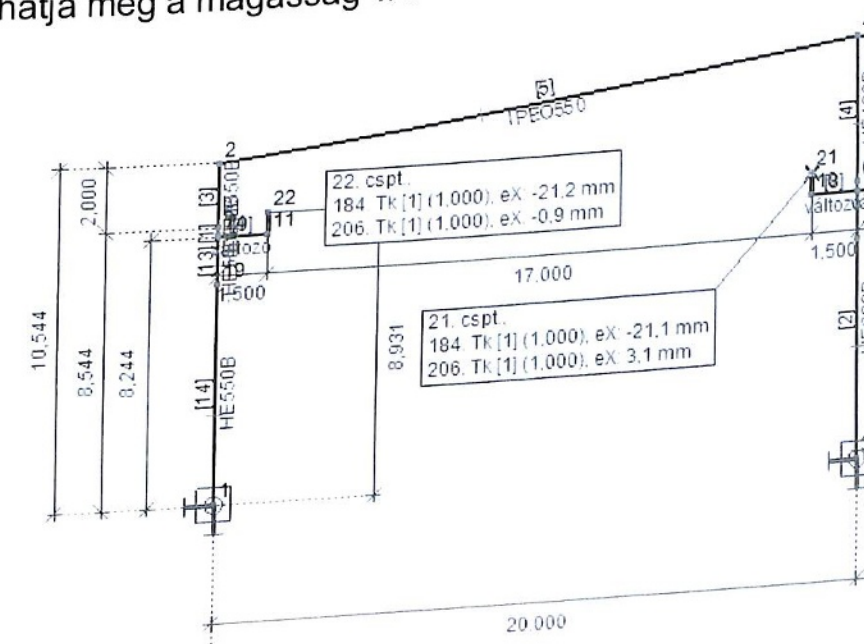


7. Használhatósági határállapot

A mértékadó elmozdulások SLS gyakori teherkombinációkból lettek meghatározva.

7.1 Keret kilendülése

A határértékként, a csarnok darupálya szintjének eltolódását kell venni, ami nem haladhatja meg a magasság 1/400-ad részét.



Mértékadó eltolódás a darupálya szintjén: $e_{x,max} := 21.2\text{mm}$
Darupálya magassága: $H_{darupálya} := 8.544\text{m}$

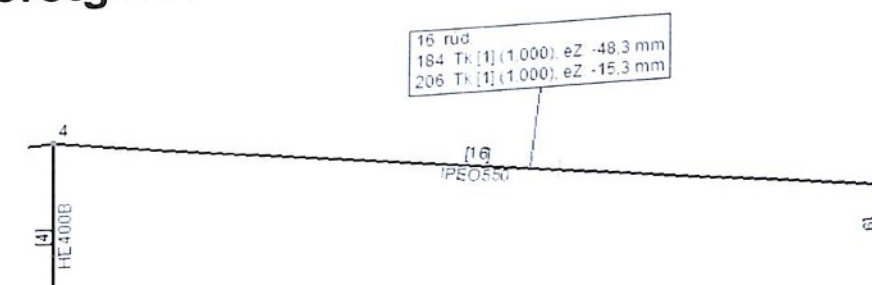
$$\text{megengedhető elmozdulás} := \frac{H_{darupálya}}{400} = 21.36\text{mm}$$

$$\eta := \frac{e_{x,max}}{\text{megengedhető elmozdulás}} = 99.3\%$$

Az_elmozdulás := $\begin{cases} \text{"MEGFELEL!"} & \text{if } \eta \leq 100\% \\ \text{"NEM_FELEL_MEG!"} & \text{otherwise} \end{cases}$

Az_elmozdulás = "MEGFELEL!"

7.2 Keretgerenda lehajlása



Lehajlás: $e_{z,max} := 48.3\text{mm}$

Gerenda fesztáv: $L_{gerenda} := 20.00\text{m}$

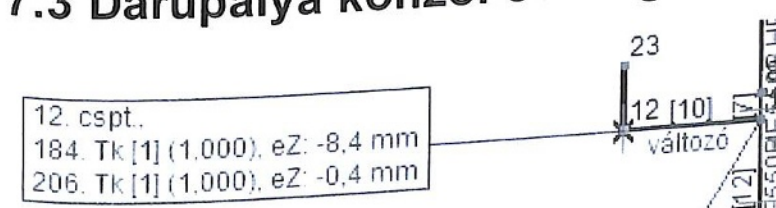
Legajlási határérték: $\text{lehajlási határérték} := \frac{L_{gerenda}}{300} = 66.67\text{mm}$

$$\eta := \frac{e_{z,max}}{\text{lehajlási határérték}} = 72.4\%$$

Az_lehajlás := $\begin{cases} \text{"MEGFELEL!"} & \text{if } \eta \leq 100\% \\ \text{"NEM_FELEL_MEG!"} & \text{otherwise} \end{cases}$

Az_lehajlás = "MEGFELEL!"

7.3 Darupálya konzol összegzett lehajlása



Lehajlás: $e_{z,max} := 8.4\text{mm}$

Darupálya lehajlási határértéke:

lehajlási határérték $:= 10.0\text{mm}$

$$\eta := \frac{e_{z,max}}{\text{lehajlási határérték}} = 84.0\%$$

Az_lehajlás := $\begin{cases} \text{"MEGFELEL!"} & \text{if } \eta \leq 100\% \\ \text{"NEM_FELEL_MEG!"} & \text{otherwise} \end{cases}$

Az_lehajlás = "MEGFELEL!"

8. Alapozás számítása

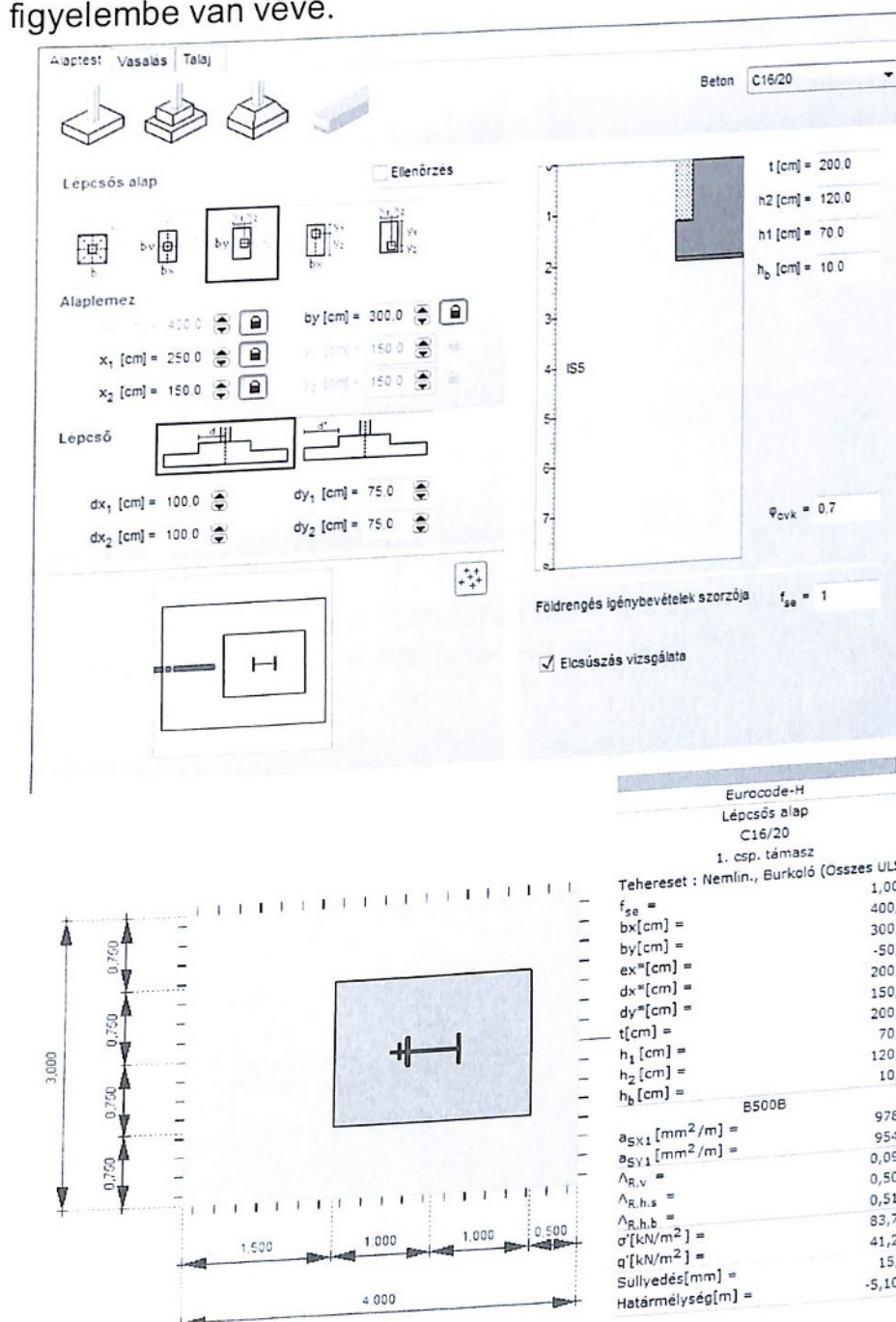
8.1 Talajadatok

DNT		IS5		Rétégrend	
Tömör, nedves, iszapos homok		Sodorható iszap (e = 0.5)			
Talaj típusa	Szemcsés	Talaj típusa	Kötött		
γ [kg/m ³]	2100	γ [kg/m ³]	2100		
ϕ [°]	30.00	ϕ [°]	22.00		
ϕ_t [°]	22.00	ϕ_t [°]	19.00		
c [kN/m ²]	0	c [kN/m ²]	75.00		
E_0 [N/mm ²]	16.01	E_0 [N/mm ²]	5.94		
μ	0.27	μ	0.30		
Rétég vastagsága h [m]	2.000	Rétég vastagsága h [m]	1.500		
ENT					
Tömör, nedves, finom homok					
Talaj típusa	Szemcsés				
γ [kg/m ³]	2000				
ϕ [°]	34.00				
ϕ_t [°]	32.00				
c [kN/m ²]	0				
E_0 [N/mm ²]	45.00				
μ	0.20				
Rétég vastagsága h [m]	4.000				

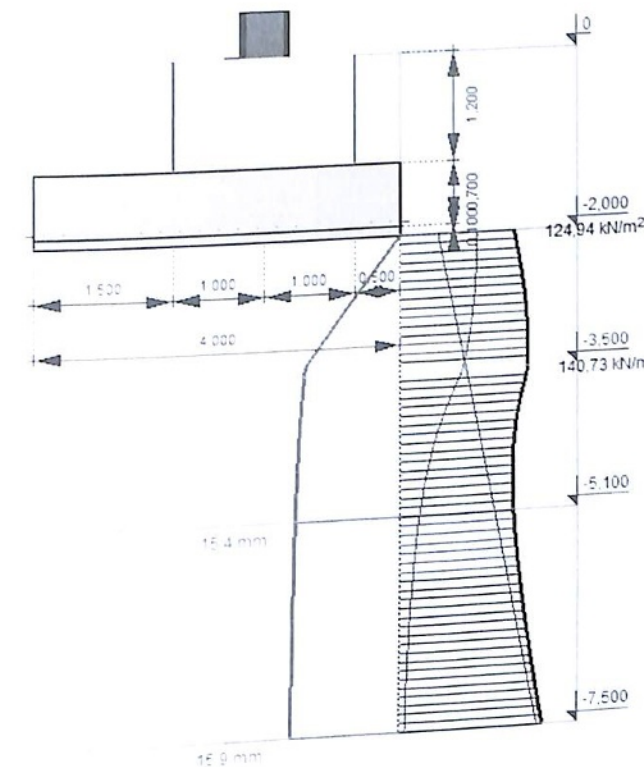
Mértékadó talajvíz: -4.00m

8.2 Szélső keretoszlop

Az alaptest vizsgálata az összes terherkombinációra egyszerre történt, AxisVM12 vasbeton méretező moduljában. Az alaptest méretfelvételekor figyelembe kellett venni, a külpontosság mértékét, hogy az eredő erő támadáspontja az alaptest 1/3 részéből ne essen ki. A számításban az alaptest önsúlya is figyelembe van véve.



Az alaptest talajtörési ellenállása ~9.3% -> Megfelel!
Az alaptest elcsúszási ellenállása 51.7% -> Megfelel!



Az alaptest süllyedése
15.4 mm, 5.10m-en vett
határmélységgel, SLS
kombinációkból.

8.3 Közbenső keretoszlop

Az alaptest vizsgálata az összes terherkombinációra egyszerre történt AxisVM12
vasbeton méretező moduljában. A számításban az alaptest önsúlya is figyelembe
van véve.

Beton C25/30

☐ Ellenőrzés

Lépcsős alap

Alaplemez

b_x [cm] = 400.0 b_y [cm] = 350.0

x_1 [cm] = 200.0 x_2 [cm] = 200.0

y_1 [cm] = 175.0 y_2 [cm] = 175.0

Lépcső

dx_1 [cm] = 100.0 dx_2 [cm] = 100.0

dy_1 [cm] = 75.0 dy_2 [cm] = 75.0

t [cm] = 200.0

h_2 [cm] = 120.0

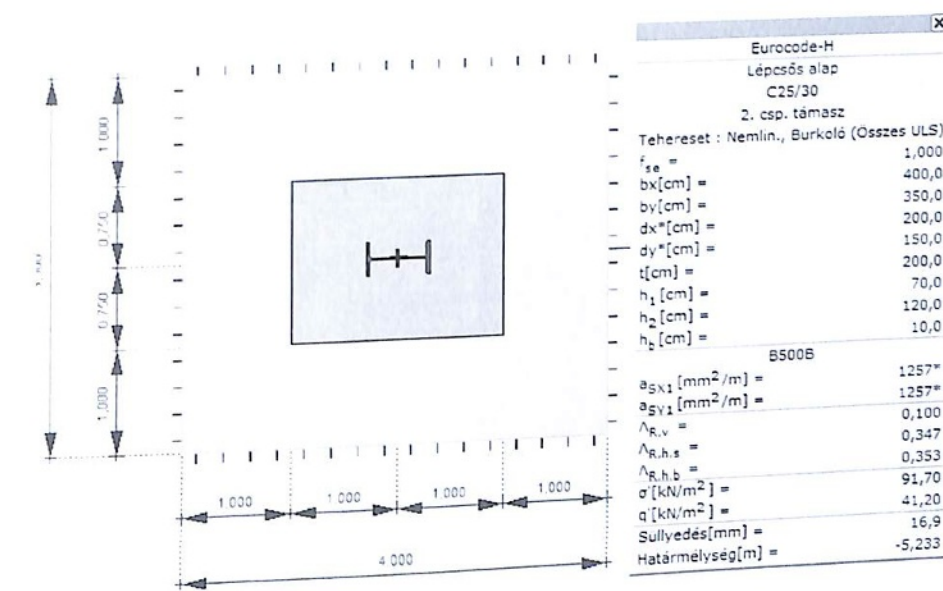
h_1 [cm] = 70.0

h_0 [cm] = 10.0

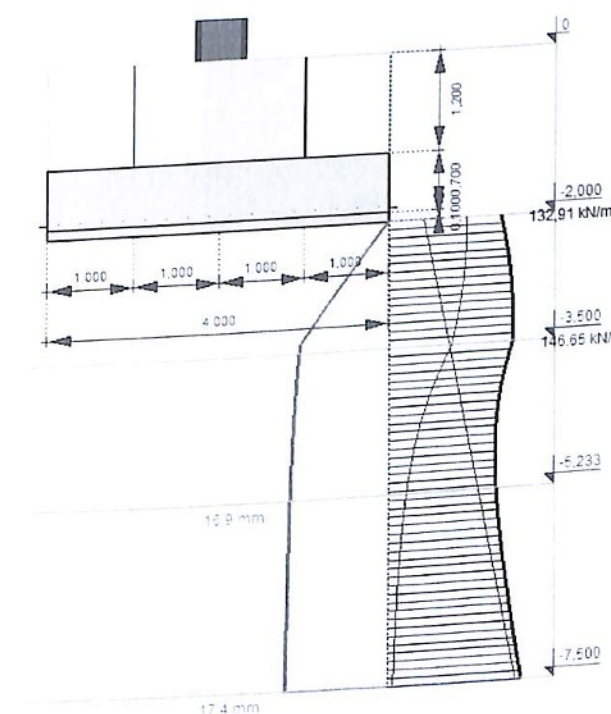
$\phi_{cvk} = 0.7$

Földrengés igénybevételek szorzója $f_{se} = 1$

☒ Elcsúszás vizsgálata



Az alaptest talajtörési ellenállása 10% -> Megfelel!
Az alaptest elcsúszási ellenállása 35.3% -> Megfelel!



Az alaptest süllyedése
16.9 mm, 5.23m-en vett
határmélységgel, SLS
kombinációkból.

8.4 Falvázoszlop

Az alaptest vizsgálata az összes terherkombinációra egyszerre történt AxisVM12 vasbeton méretező moduljában. A számításban az alaptest önsúlya is figyelembe van véve.

Beton C16/20

Lépcsős alap ☒ Ellenőrzés

Alaplemez

b_x [cm] = 200 b_y [cm] = 200
 x_1 [cm] = 100,0 y_1 [cm] = 100,0
 x_2 [cm] = 100,0 y_2 [cm] = 100,0

Lépcső

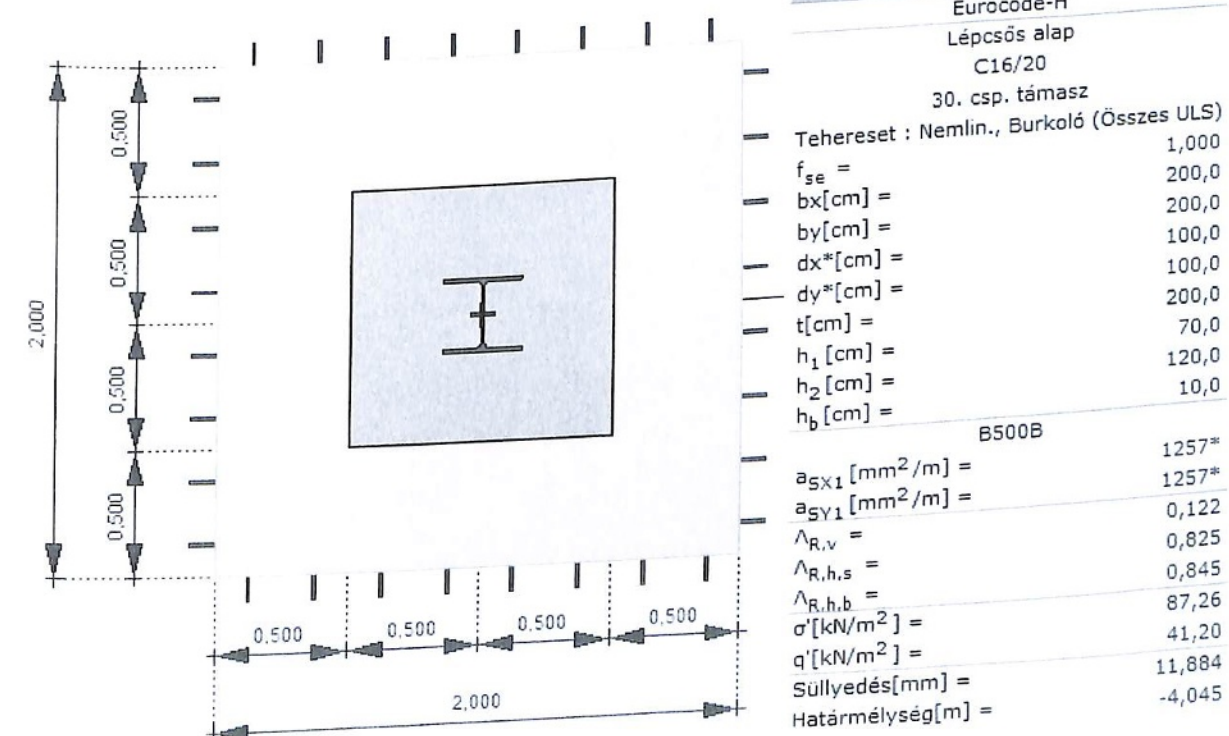
dx_1 [cm] = 50,0 dy_1 [cm] = 50,0
 dx_2 [cm] = 50,0 dy_2 [cm] = 50,0

t [cm] = 200,0
 h_2 [cm] = 120,0
 h_1 [cm] = 70,0
 h_b [cm] = 10,0

$\Psi_{svk} = 0,7$

Földrengés igénybevételek szorzója $f_{se} = 1$

☒ Elcsúszás vizsgálata



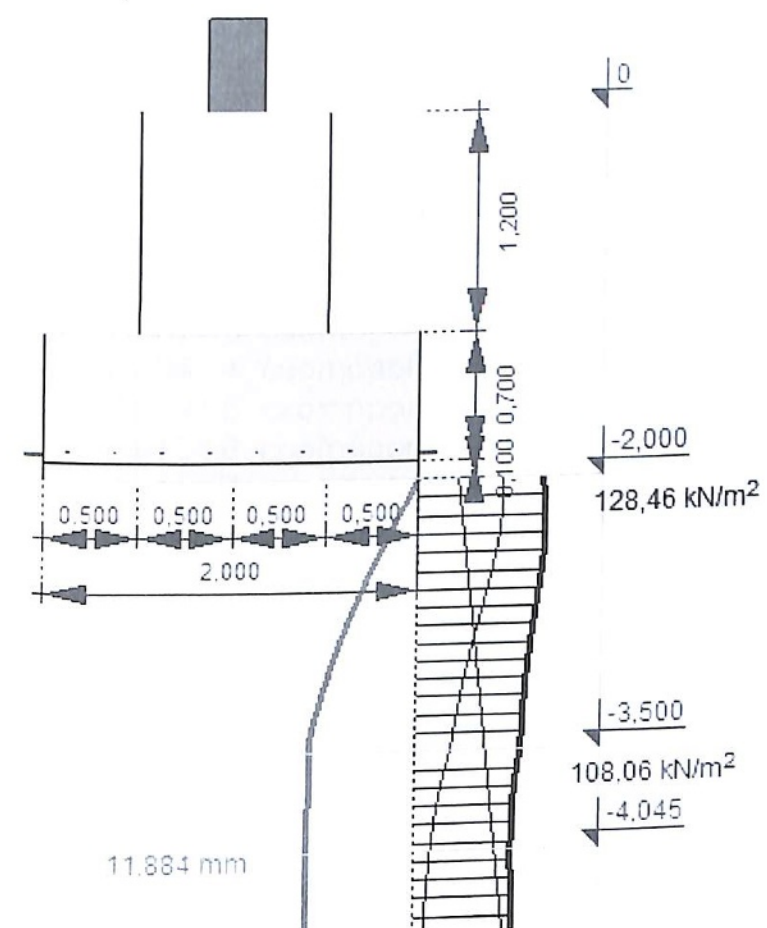
Az alaptest talajtörési ellenállása 12.2%% -> Megfelel!

2015. június

Szerző:

160/158

Az alaptest elcsúszási ellenállása 84.5% -> Megfelel!



Az alaptest süllyedése
11.9 mm, 4.045m-en vett
határmélységgel, SLS
kombinációkból.

Tervjegyzék

- St-01 : Általános terv (M=1:100)
- St-02 : Szélső keretállás összeállítási terve (M=1.50)
- St-03 : "B" keretállás összeállítási terve (M=1.50)
- St-04 : Alapozásterv (M=1:100, M=1:50)
- St-05 : 1. csomópont terve (M=1:10)
- St-06 : 2. csomópont terve (M=1:10)
- St-07 : 3. csomópont terve (M=1:10)
- St-08 : 4. csomópont terve (M=1:10)
- St-09 : 5. csomópont terve (M=1:10)
- St-10 : 6. csomópont terve (M=1:10)
- St-11 : 7. csomópont terve (M=1:10)
- St-12 : 8. csomópont terve (M=1:10)
- St-13 : Merevítőrendszer 1/3 (M=1:50, M=1:10)
- St-14 : Merevítőrendszer 2/3 (M=1:50, M=1:10)
- St-15 : Merevítőrendszer 3/3 (M=1:50, M=1:10)
- St-16 : Falvázoszlop csomópontjai 1/2 (M=1:10)
- St-17 : Falvázoszlop csomópontjai 2/2 (M=1:10)

Köszönetnyilvánítás

Fogadja köszönetem szakdolgozatom elkészültében való közreműködéséért, szakmai segítség nyújtásáért, türelméért, biztatásáért és bizalmáért, konzulensem, Horváth Katalin Tanárnő.

Köszönöm családom segítségét, biztatását és türelmét, sikeremhez való hozzájárulását.