

SZENT ISTVÁN EGYETEM
YBL MIKLÓS ÉPÍTÉSTUDOMÁNYI KAR

DIPLOMAMUNKA



Práger Mária Zsuzsanna

2016



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 2016

Práger Mária Zsuzsanna

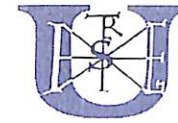
Levelező Építőmérnök szakos
hallgató részére

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

A szakdolgozat beadási határideje: 2016. május 27. (péntek) 12⁰⁰

Budapest, 2016. május 25.

Dr. Dombay Gábor
intézetigazgató



Részletes feladatkiírás

Práger Mária Zsuzsanna

Levelező Építőmérnök
hallgató részére

Kéthajós, daruzott ipari csarnok tervezése
című szakdolgozatához

Feladat leírása

Megtervezendő egy kéthajós, daruzott, acélszerkezetű, hőszigetelt ipari csarnok.

Geometriai kialakítás, terhek

A csarnok hét keretállásból áll, a keretállások távolsága 5,60 m (I – VII tengelyek).

A csarnok főhajó oszlopok tengelytávolsága 16,00 m (A és F tengelyek), a mellékrajó oszlopok tengelytávolsága 8,00 m (F – H tengelyek).

A csarnokba telepítésre kerülő daru (A és F tengelyek):

- tengelytávolsága: 15,00 m,
- sínkorona magassága: ~5,00 m,
- teherbírása: 5 t.

A csarnok főhajó belmagasságát a telepítésre kerülő daru alapján kell meghatározni.

A csarnok főhajó váll tengely magassága ~7,50 m, a gerincmagasság ~8,80 m, a tető lejtése ~7°.

A mellékrajók váll tengely magassága ~4,50 m, a tető lejtése ~7°.

A csarnok hőszigetelt.

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

Budapest, 2016. május 25.

Horváth Katalin
Horváth Katalin
belső konzulens



SZENT ISTVÁN
EGYETEM



YBL MIKLÓS ÉPÍTÉSTUDOMÁNYI KAR, BUDAPEST

Szerkezeti műszaki leírás

**Diplomaterv tárgyát képező kéthajós acélszerkezetű daruzott
csarnok terveihez**

**Tárgy: Magasépítési szakirányú diplomamunka feladat
2016**

**Készítette: Práger Mária Zsuzsanna
SZIE-YMÉK, levelező hallgató
Neptun kód: [REDACTED]
Konzulens: Horváth Katalin**

Bevezetés

A feladat tárgyát képező csarnokszerkezetek a megbízás szerint közvetlenül egymás mellett épülnek fel, egymással csuklós kapcsolattal. Méreteket és elrendezéseiket Megbízó, a SZIE-YMÉK ipari építói igények mentén határozták meg. A megbízáshoz építész szakági vázlattervet, műleírást és pontos szakági tervezői programot kaptam, mely elvárásaival minden szerkezettervezési részletre kiterjedt.

Terveimben ezért az általam tervezett szerkezetek tervezési határait feltüntettem, építészeti funkciói, esztétikai megjelenése, illetve kapcsolati kidolgozottsága minden esetben építész szakági részlettervhez igazodik, melyet szintén feltüntettem.

Acél csarnokszerkezet

- **Általános kialakítás:** kéthajós földszintes, daruzott hőszigetelt ipari csarnok méretezés szerinti anyagokból és szerkezeti kialakításokkal.

- 1.1. Méretelrendezés:

Csarnok hét kereteretállásból áll, tengelytávolsága: 5,60 méter.

A főhajó teljes belmagasság: 8,40 méter , vállmagasság: 7,4 méter

Mellékhajó teljes belmagasság: 5,4 méter , vállmagasság: 4,4 méter

Főhajó oszlopainak tengelytávolsága 16 méter, a mellékhajó oszlopok tengelytávolsága 8,00 méter

Daru sínkorona magassága: 4,74 méter

Teherbírása 5,00 tonna (részletesen ld. III. Fejezett – daru méretezése)

Tengelytávolság: 15,00 méter

- 1.2. Felhasznált anyagok, kapcsolatok

Keretlábak, gerendák, szelemenek: S 235

Felső trapézlemez: LTP 45/0,4

Alaptestek betonminősége: C20/25 – XC1 – 24 – F2

Szerkezeti laposacélok, csomólemezek: S235

Kapcsolatok:

- I. osztályú kétoldali sarokvarratok, gyártáskor illetőleg helyszíni kapcsolatoknál - $a \cong 0,7$ v gyökmérettel, a hegesztések végigmenő hegesztések (pontszerű hegesztéseket nem terveztünk).
- Csavarkapcsolatoknál a terveink szerinti méretű és darabszámú hatlapfejű nyers csavarokat alkalmaztunk (+ csavaranya és alátét). Furat minden esetben a d+1 méretkiíráshoz igazodik.
- Kapcsolóelemek: méretezés szerinti laposacél elemek, a rögzítő csavarkapcsolatok helyein $\varphi = d+1$ (mm) furattal.

- 1.3. Keretszerkezetek:

Keretoszlopok: HEA 400 –as melegen hengerelt acélszelvények

Keretgerendák: IPE 450 –es melegen hengerelt acélszelvények

Falvázoszlopok: HEA 200 –as melegen hengerelt acélszelvények

Mellékrajó oszlop: HEA 300 –as melegen hengerelt acélszelvények

Mellékrajó gerenda: IPE400 –as melegen hengerelt acélszelvények

Szelemenek: Z 200 vékonyfalú acélgerendák 1500 mm-es távolságokkal.

Tetőburkolat: hőszigetelt LINDAB LTP 45 trapézlemez – ld. A-6 terven.

Falburkolat: hőszigetelt LINDAB LVP20 trapézlemez – ld. A-6 terven.

Az oszlopok és gerendák hegesztett és csavarozott kapcsolatokkal csatlakozó acélszelvények –ld. A-4 terven.

A darupálya HEB 300 szelvényt tartó rövidkonzolok IPE 300 kiékelve csatlakoznak rendre az acél keretoszlopokhoz (toldást ld. 6-ös csomóponti részletrajzon).

A szélrács, illetve a hosszmerévítés szerkezeti kialakítása (A-5 rajz) tervünk szerint $\varnothing 20$ Betonacél rudakkal történik majd, hegesztett és csavarozott, csomólemezt alkalmazó kapcsolatokkal.

Falpanelek: hőszigetelt LINDAB szendvicspanelek beépítése, oszlopokhoz történő rögzítése „U200” vékonyfalú szelvényekkel és speciális profilokkal építész szakági részlettervek szerint történik.

- szakági részlettervek szerint kialakítandók.

- 1.4. Alapozási szerkezetek:

A Megbízó által rendelkezésemre bocsátott talajvizsgálati mellékletben (fúrásszelvény) – A-3 terv alapján az alapozási sík a fagyhatár alatt van a teherhordó talajon – $A_s = -1,400$ m (padlóvonal = $\pm 0,000$ m) lett felvéve, talajvízre számítani nem kell.

Az oszlopok alatti vasbeton tömbalapok geometriája méretezés szerint készült.

Alaptesteket talpgerendával kell összekötni a süllyedés csökkentése miatt.

Betonminőség: C 20/25 Lehorgonyzási csavarok: $\varnothing 30/600$ betonacél, felső végén 100 mm hosszon M27 csavarkapcsolatra történő kialakítással.

Aljzatbeton: 5 cm vastagságú C 12/15 minőségű betonból készülhet a megfelelően tömörített ($Try \cong 90\%$) altalajon /kavicságyon.

Burkolati rétegződés, szigetelési utasítások a terveinkhez kapcsolódó építész

2.4. Felületvédelem

Felület előkészítés:	Sa 2,5 fokozat
Rétegfelépítés:	1.rtg. 75mm szürke Gehopon Ex-Zink 2.rtg. 75 mm vörösbarna Gehopon EXE1-20+EXE34 3.rtg. 50 mm Wierengen ACU M8+DX4
Acélszerkezet színe:	Brilliáns kék RAL 5007
Acélszerkezet tűzvédelme:	1 órás tűzállóság biztosítása Porotherm Steel tűzvédő bevonattal (vagy azzal egyenértékű anyaggal)

Felhasznált irodalom, szabványok

- EN 1990 EUROCODE 0	A tartószerkezeti tervezés alapjai
- EN 1991 EUROCODE 3	Acélszerkezetek tervezése
- EN 1992 EUROCODE 2	Betonszerkezetek tervezése

Munkám során több szakági méretező programmal készítettem rész- vagy teljes modellt, melyek segítették munkámat:

- Terveimet AUTOCAD 2012-es verziójával készítettem el – „AUTODESK Oktatói változattal” ellátott szoftverrel;
- Számításomban a tehermodellt és az erőjátékot, valamint a teherkombinációkat AXIS VM 12 Hallgatói kiterjesztésű statikai méretező programjával építettem fel és ellenőriztem. A mértékadó értékek kivétele csomóponti számításaim alapja.
- Tetőszerkezeteim méretellenőrzését DIMROOF 3.5 programmal végeztem (LINDAB Tervezői portálról jogtiszt formában) – modelleim a számításban megtalálhatóak;

Budapest, 2016. Június

TARTALOM JEGYZÉK

I FEJEZET: FŐTARTÓ MÉRETEZÉSE

I.1. FŐTARTÓ MÉRETEZÉSE	1	-	8
I.2. "Z" SZELEMEN MÉRETEZÉSE	9	-	16
I.3. TRAPÉZLEMEZ MÉRETEZÉSE	17	-	28
I.4. FŐTARTÓ KERET VIZSGÁLATA	29	-	35
I.5. FŐTARTÓ KERET STABILITÁSI VIZSGÁLATA	36	-	44
I.6. CSOMÓPONT MÉRETEZÉSE	45	-	68
OSZLOP-GERENDA KAPCSOLATA-FŐTARTÓ			
GERENDA-GERENDA KAPCSOLATA			
OSZLOP-GERENDA KAPCSOLATA-MELLÉKHAJÓ			
TALPLEMEZ-OSZLOP KAPCSOLATA			
I.7. FALVÁZOSZLOP MÉRETEZÉSE;SZÉLRÁCS MÉRETEZÉSE	69	-	72
I.8. ALAPLEMEZ MÉRETEZÉSE	73	-	77

II FEJEZET: MELLÉKHAJÓ MÉRETEZÉSE

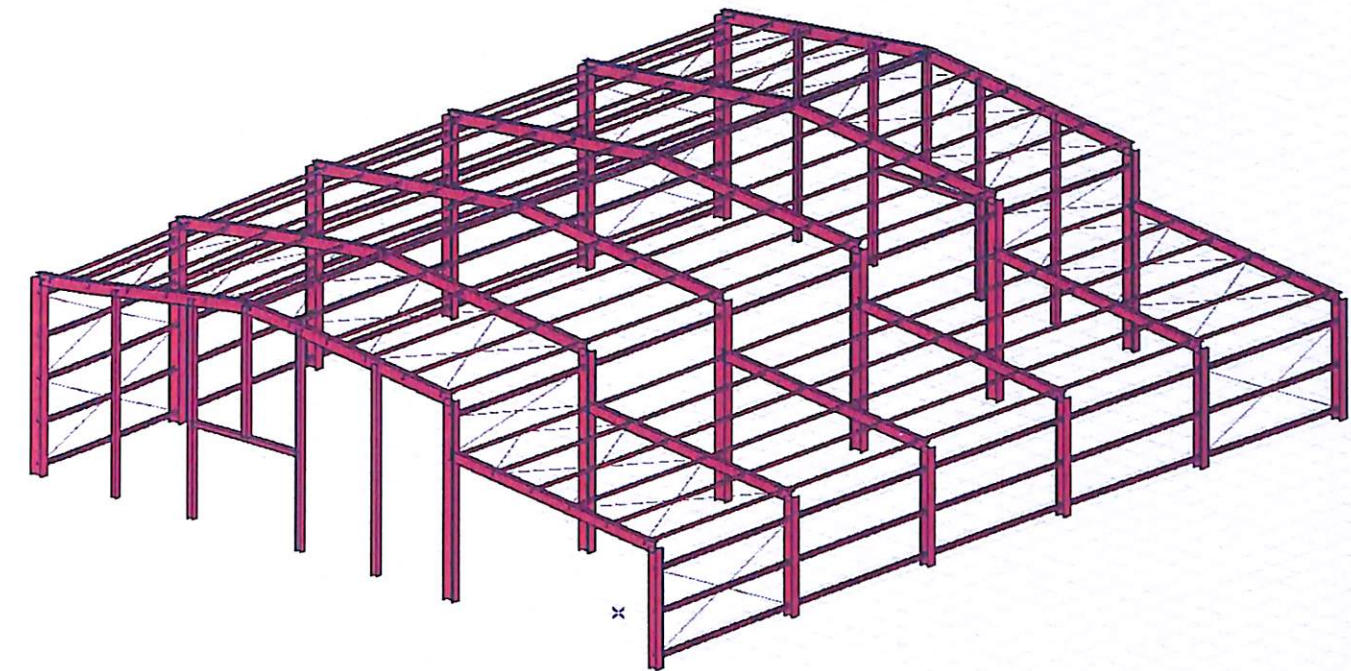
II.1. MELLÉKHAJÓ MÉRETEZÉSE	1	-	6
II.2. "Z" SZELEMEN MÉRETEZÉSE	7	-	8
II.3. TRAPÉZLEMEZ MÉRETEZÉSE	9	-	10
II.4. MELLÉKHAJÓ VIZSGÁLATA	11	-	15
II.5. MELLÉKHAJÓ STABILITÁSI VIZSGÁLATA	16	-	18

III FEJEZET: DARU MÉRETEZÉSE

III.1. DARU MÉRETEZÉSE	1	-	9
III.2. DARUPÁLYA TARTÓ MÉRETEZÉSE	10	-	12
III.3. DARUPÁLYA TARTÓ ELLENŐRZÉSE	13	-	15
III.4. DARUPÁLYA TARTÓ STABILITÁSI VIZSGÁLATA	16	-	17
III.5. DARUPÁLYA TARTÓ KONZOL MÉRETEZÉSE	18		

TERVDOKUMENTUM JEGYZÉK

Rajzszám	Terv megnevezés	Méretarány
A-0	Feladat Kiírás	M 1:100
A-1	Álatános Terv I.	M 1:100
A-2	Álatános Terv II.	M 1:100
A-3	Alapozás	M 1:100
A-4	Részletes Keret	M 1:50; 1:20
A-5	Merevítés	M 1:75; 1:20
A-6	Lindab Szerekezet	M 1:50; 1:20



I.1 FŐTARTÓ MÉRETEZÉSE

Állandó terhek

axis-ból

Keret terhek

Rétegrend

külső trapézlemez LTP45/0.7	$g_{ktl} := 0.068$
z szelemen Z200	$g_z := 0.0724$
hőszigetelés 15 cm	$g_{hsz} := 0.12$
párazáró fólia 0.1 cm	$g_{sz} := 0.014$
belső trapézlemez LTP45/0.7	$g_{btl} := 0.068$

Burkolat súlya

$$t := 5.6 \text{ m} \quad tz := 1.5 \text{ m}$$

$$p_{burkolat} := t \cdot (g_{ktl} + g_{hsz} + g_{sz} + g_{btl}) + \frac{(t \cdot g_z)}{tz} = 1.782 \frac{kN}{m}$$

Állandó jellegű hasznos teher gépészet

$$F_g := 5 \text{ kN}$$

Hóteher

(vetületi teher)

$$A := 440 \quad m$$

$$sk := 1.25 + \frac{A - 400}{400} = 1.35$$

$$\mu := 0.8 \quad 0^\circ < \alpha < 30^\circ$$

$$ce := 1.2 \quad védett$$

$$ct := 1.0$$

$$s := ce \cdot ct \cdot \mu \cdot sk = 1.296$$

$$psk := t \cdot s = 7.258 \quad \frac{kN}{m}$$

Szélteher

Terepkategória IV

$$z := 7400 + 200 + 200 + 45 + 1000 = 8845 \quad mm$$

szél torlónyomás

$$qpz := 0.2955$$

$$cpe := 0.2$$

$$wek := qpz \cdot cpe = 0.059$$

$$cs := 1$$

$$cpi := 0.3$$

$$wik := qpz \cdot cpi = 0.089$$

$$cd := 1$$

Külső szélterő

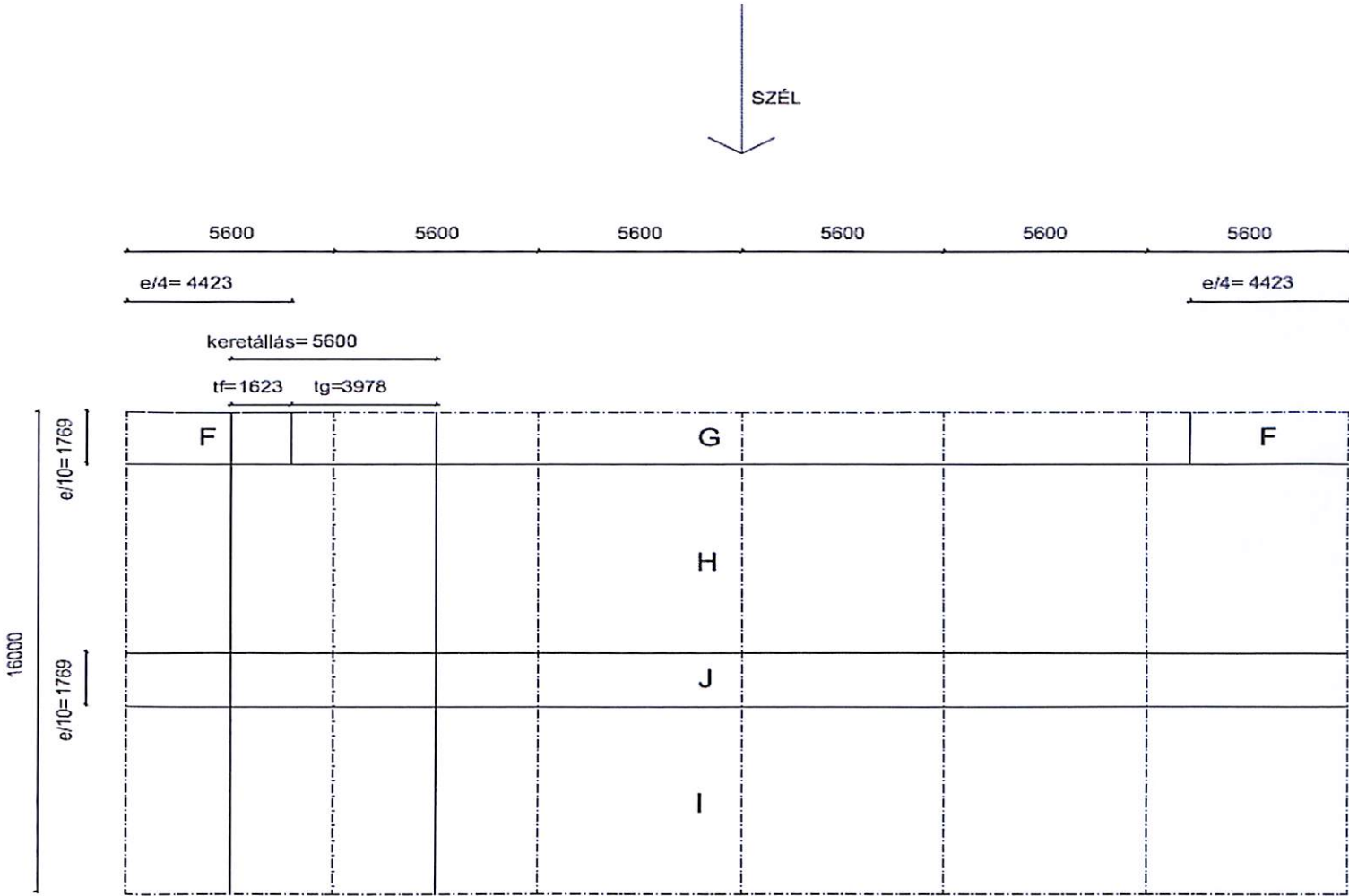
$$pwek := t \cdot (cs \cdot cd \cdot wek) = 0.331$$

Belső szélterő

$$pwik := t \cdot wik = 0.496$$

Keresztirányú Külső

$e := z \cdot 2 = 17690 \text{ mm}$
 $b := 33600 \text{ mm}$
 $\frac{e}{10} = 1769 \text{ mm}$
 $\frac{e}{4} = 4422.5 \text{ mm}$
 $\frac{e}{2} = 8845 \text{ mm}$



"I" zóna

$\alpha := 7$
 $t := 5.6 \text{ m}$

$5^\circ \quad cpe10 := -0.6$

$15^\circ \quad cpe10' := -0.4$

$cpe1 := \left(\frac{(cpe10' - cpe10)}{15 - 5} \right) \cdot (\alpha - 5) + (cpe10) = -0.56$

$pweszoIk' := t \cdot qpz \cdot cpe1 = -0.927$

$$5^{\circ} \quad cpe.10 := -0.6$$

$$15^{\circ} \quad cpe.10' := 0.0$$

$$cpe2 := \left(\frac{(cpe.10' - cpe.10)}{15 - 5} \right) \cdot (\alpha - 5) + (cpe.10) = -0.48$$

$$pwesz0Ik := t \cdot qpz \cdot cpe2 = -0.794$$

"J" zóna

$$\alpha := 7 \quad t := 5.6 \quad m$$

$$5^{\circ} \quad cpe10 := 0.2$$

$$15^{\circ} \quad cpe10' := -1$$

$$cpe1 := \left(\frac{(cpe10' - cpe10)}{15 - 5} \right) \cdot (\alpha - 5) + (cpe10) = -0.04$$

$$pwesz0Jk' := t \cdot qpz \cdot cpe1 = -0.066$$

$$5^{\circ} \quad cpe.10 := -0.6$$

$$15^{\circ} \quad cpe.10' := 0.0$$

$$cpe2 := \left(\frac{(cpe.10' - cpe.10)}{15 - 5} \right) \cdot (\alpha - 5) + (cpe.10) = -0.48$$

$$pwesz0Jk := t \cdot qpz \cdot cpe2 = -0.794$$

"H" zóna

$$\alpha := 7 \quad t := 5.6 \quad m$$

$$5^{\circ} \quad cpe10 := -0.6$$

$$15^{\circ} \quad cpe10' := -0.3$$

$$cpe1 := \left(\frac{(cpe10' - cpe10)}{15 - 5} \right) \cdot (\alpha - 5) + (cpe10) = -0.54$$

$$pwesz0Hk' := t \cdot qpz \cdot cpe1 = -0.894$$

$$5^{\circ} \quad cpe.10 := 0$$

$$15^{\circ} \quad cpe.10' := 0.2$$

$$cpe2 := \left(\frac{(cpe.10' - cpe.10)}{15 - 5} \right) \cdot (\alpha - 5) + (cpe.10) = 0.04$$

$$pwesz0Hk := t \cdot qpz \cdot cpe2 = 0.066$$

"F" zóna

$$\alpha := 7 \quad t := 1.623 \quad m$$

$$5^\circ \quad cpe10 := -1.7$$

$$15^\circ \quad cpe10' := -0.9$$

$$cpe1 := \left(\frac{cpe10' - cpe10}{15 - 5} \right) \cdot (\alpha - 5) + (cpe10) = -1.54$$

$$pwesz0Fk' := t \cdot qpz \cdot cpe1 = -0.739$$

$$5^\circ \quad cpe.10 := 0$$

$$15^\circ \quad cpe.10' := 0.2$$

$$cpe2 := \left(\frac{cpe.10' - cpe.10}{15 - 5} \right) \cdot (\alpha - 5) + (cpe.10) = 0.04$$

$$pweny0Fk := t \cdot qpz \cdot cpe2 = 0.019$$

"G" zóna

$$\alpha := 7 \quad t := 3.978 \quad m$$

$$5^\circ \quad cpe10 := -1.2$$

$$15^\circ \quad cpe10' := -0.8$$

$$cpe1 := \left(\frac{cpe10' - cpe10}{15 - 5} \right) \cdot (\alpha - 5) + (cpe10) = -1.12$$

$$pwesz0Gk' := t \cdot qpz \cdot cpe1 = -1.317$$

$$5^\circ \quad cpe.10 := 0$$

$$15^\circ \quad cpe.10' := 0.2$$

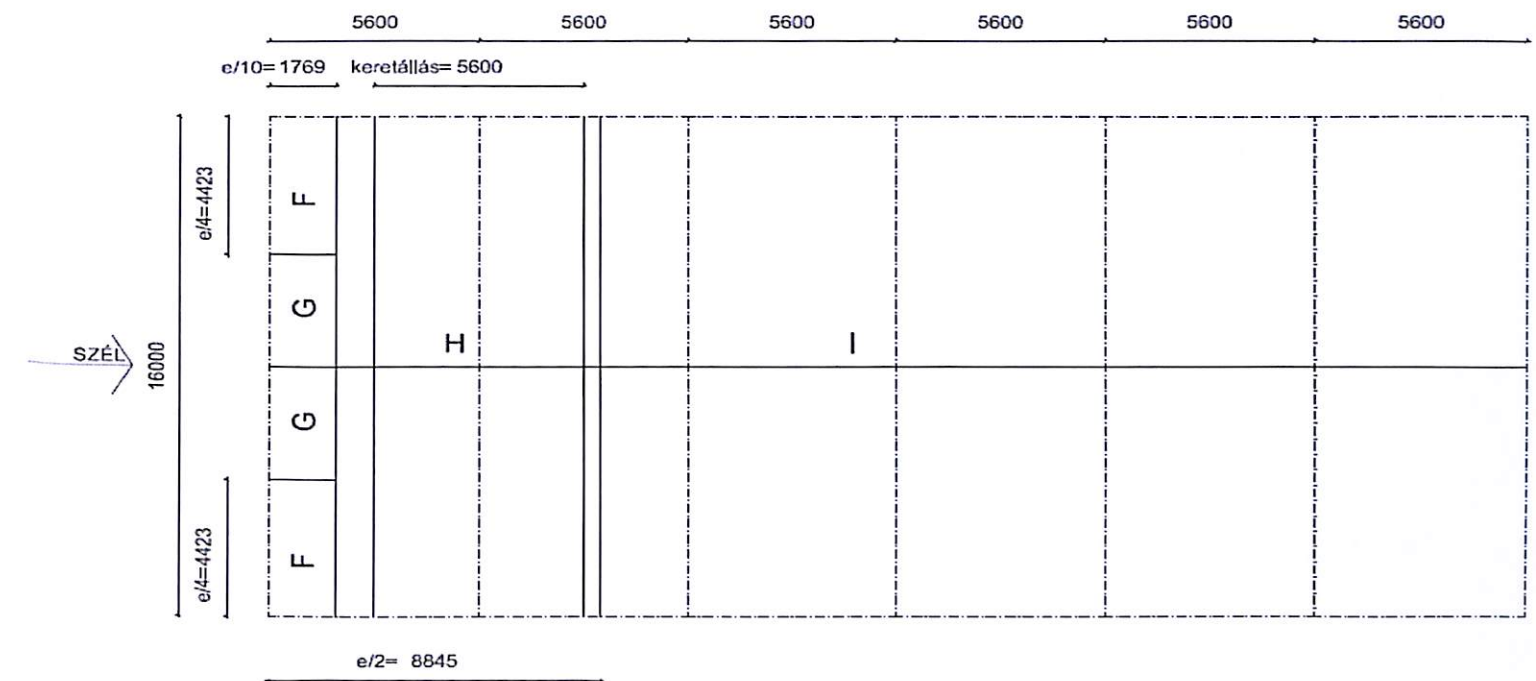
$$cpe2 := \left(\frac{cpe.10' - cpe.10}{15 - 5} \right) \cdot (\alpha - 5) + (cpe.10) = 0.04$$

$$pweny0Gk := t \cdot qpz \cdot cpe2 = 0.047$$

Hosszirányú Külső

$$e := z \cdot 2 = 17690 \text{ mm} \quad \frac{e}{4} = 4422.5 \text{ mm}$$

$$\frac{e}{10} = 1769 \text{ mm} \quad \frac{e}{2} = 8845 \text{ mm}$$



"H" zóna

$$\alpha := 7 \quad t := 5.6 \text{ m}$$

$$5^\circ \quad cpe10 := -0.7$$

$$15^\circ \quad cpe10' := -0.6$$

$$cpe1 := \left(\frac{(cpe10' - cpe10)}{15 - 5} \right) \cdot (\alpha - 5) + (cpe10) = -0.68$$

$$pwesz0Hk' := t \cdot qpz \cdot cpe1 = -1.125$$

Fal

"E" zóna

$$t := 5.6 \text{ m}$$

$$cpe10 := -0.5$$

$$cpe10' := -0.5$$

$$cpe1 := \left(\frac{(cpe10' - cpe10)}{15 - 5} \right) \cdot (\alpha - 5) + (cpe10) = -0.5$$

$$pwesz0Ek' := t \cdot qpz \cdot cpe1 = -0.827$$

"D" zóna

$$t := 5.6 \text{ m}$$

$$cpe10 := 0.8$$

$$cpe10' := 0.8$$

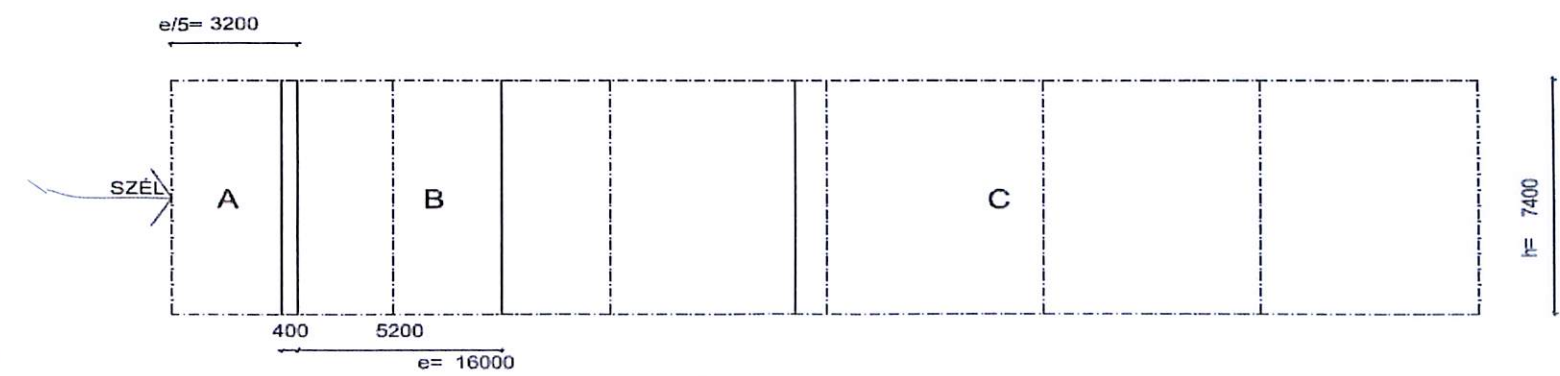
$$cpe1 := \left(\frac{(cpe10' - cpe10)}{15 - 5} \right) \cdot (\alpha - 5) + (cpe10) = 0.8$$

$$pweny0Dk' := t \cdot qpz \cdot cpe1 = 1.324$$

$$e := z \cdot 2 = 17690 \text{ mm}$$

$$e := 16000 \text{ mm}$$

$$\frac{e}{5} = 3200 \text{ mm}$$



"A" zóna

$$t := 0.4 \quad m$$

$$cpe10 := -1.2$$

$$cpe10' := -1.2$$

$$cpe1 := \left(\frac{(cpe10' - cpe10)}{15 - 5} \right) \cdot (\alpha - 5) + (cpe10) = -1.2$$

$$pwesz0Dk' := t \cdot qpz \cdot cpe1 = -0.142$$

"B" zóna

$$t := 5.2 \quad m$$

$$cpe10 := -0.8$$

$$cpe10' := -0.8$$

$$cpe1 := \left(\frac{(cpe10' - cpe10)}{15 - 5} \right) \cdot (\alpha - 5) + (cpe10) = -0.8$$

$$pwesz0Dk' := t \cdot qpz \cdot cpe1 = -1.229$$

Belső nyomás

Nincs információ, hogy hova kerülnek a nyílások

$$cpei := 0.2$$

$$t := 5.6 \quad m$$

$$pwinyk := t \cdot qpz \cdot cpei = 0.331$$

Belső szívás

$$cpei := -0.3$$

$$t := 5.6 \quad m$$

$$pwiszk := t \cdot qpz \cdot cpei = -0.496$$

1.2. "Z" SZELEMENEK MÉRETEZÉSE

Z szelemen terhek

Rétegrend

$$\alpha := 7 \quad t := 1.5 \text{ m}$$

$$\text{külső trapézlemez LTP45/0.7} \quad g_{k1} := 0.068$$

$$\text{z szelemen Z200} \quad g_z := 0.0724$$

$$\text{hőszigetelés 15 cm} \quad g_{hsz} := 0.12$$

$$\text{párazáró fólia 0.1 cm} \quad g_{sz} := 0.014$$

$$\text{belső trapézlemez LTP45/0.7} \quad g_{b1} := 0.068$$

Állandó terher

$$P_{gk} := (t \cdot (g_{k1} + g_{b1} + g_{hsz} + g_{sz}) \cdot \cos(\alpha)) + (g_z \cdot \cos(\alpha)) = 0.3599$$

Hóteher

$$\text{(vetületi teher)} \quad A := 440 \text{ m} \quad t := 1.5 \text{ m}$$

$$s_k := 1.25 + \frac{A - 400}{400} = 1.35 \quad \mu := 0.8 \quad 0^\circ < \alpha < 30^\circ$$

$$c_e := 1.2 \quad \text{védett} \quad \alpha := 7$$

$$c_t := 1.0$$

$$s := c_e \cdot c_t \cdot \mu \cdot s_k = 1.296$$

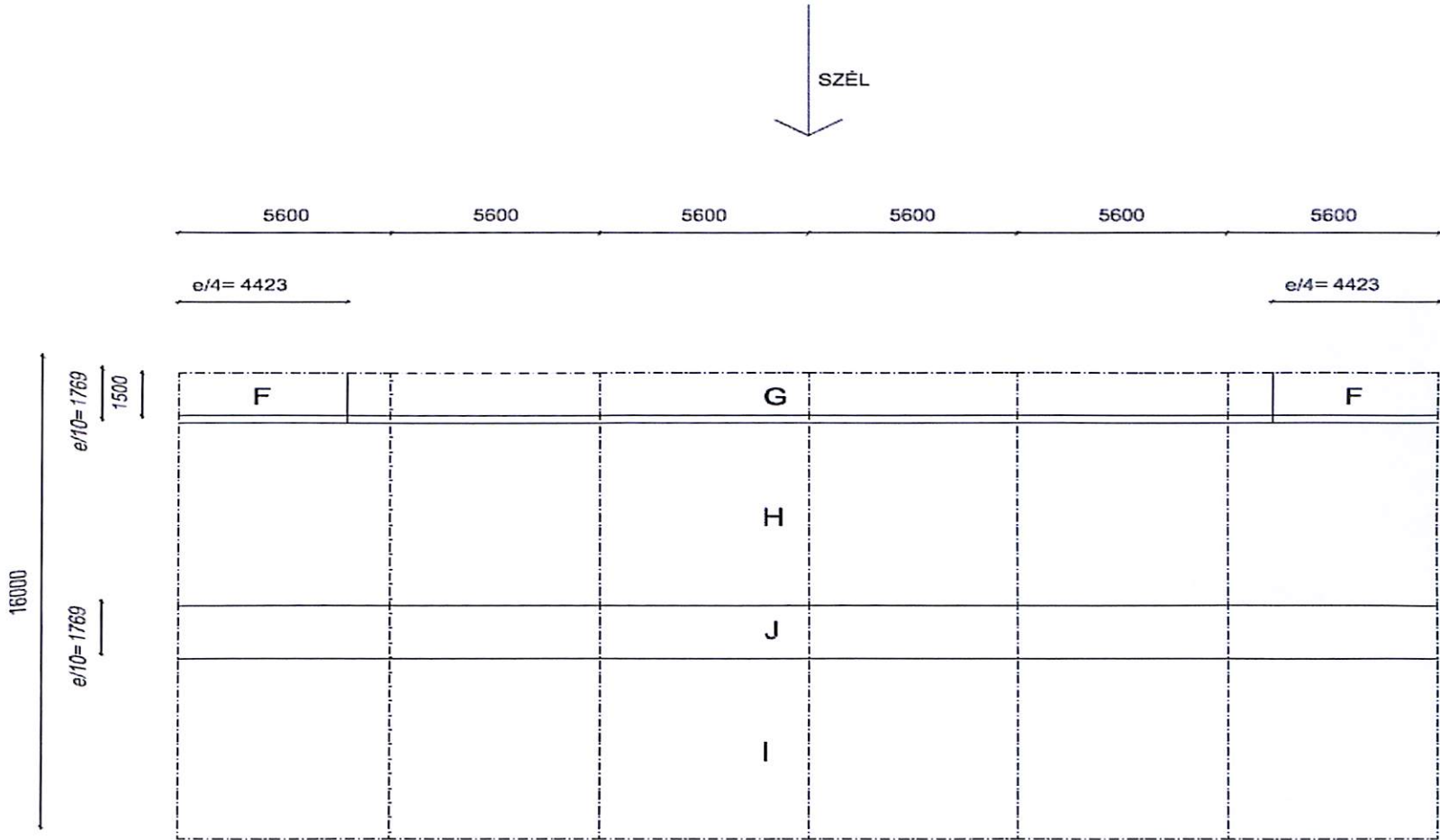
$$p_{sk} := t \cdot s = 1.944 \quad \frac{kN}{m}$$

$$P_{sk} := p_{sk} \cdot (\cos(\alpha))^2 = 1.105 \quad \frac{kN}{m}$$

Szélteher

Keresztírányú-Külső

$e := z \cdot 2 = 17690 \text{ mm}$ $\frac{e}{4} = 4422.5 \text{ mm}$ $\frac{e}{10} = 1769 \text{ mm}$
z szelemen távolság $t := 1500 \text{ mm}$



szél torlónyomás $qpz := 0.2955$

"F" zóna

$\alpha := 7$ $t := 1.5 \text{ m}$

5 ° $cpe10 := -1.7$

15 ° $cpe10' := -0.9$

$cpe1 := \left(\frac{(cpe10' - cpe10)}{15 - 5} \right) \cdot (\alpha - 5) + (cpe10) = -1.54$

$pweszk' := t \cdot qpz \cdot cpe1 = -0.683$

$$5 \circ \quad cpe.10 := 0$$

$$15 \circ \quad cpe.10' := 0.2$$

$$cpe2 := \left(\frac{(cpe.10' - cpe.10)}{15 - 5} \right) \cdot (\alpha - 5) + (cpe.10) = 0.04$$

$$pwenyFk := t \cdot qpz \cdot cpe2 = 0.018$$

"G" zóna

$$\alpha := 7 \quad t := 1.5 \quad m$$

$$5 \circ \quad cpe10 := -1.2$$

$$15 \circ \quad cpe10' := -0.8$$

$$cpe1 := \left(\frac{(cpe10' - cpe10)}{15 - 5} \right) \cdot (\alpha - 5) + (cpe10) = -1.12$$

$$pweszGk' := t \cdot qpz \cdot cpe1 = -0.496$$

$$5 \circ \quad cpe.10 := 0$$

$$15 \circ \quad cpe.10' := 0.2$$

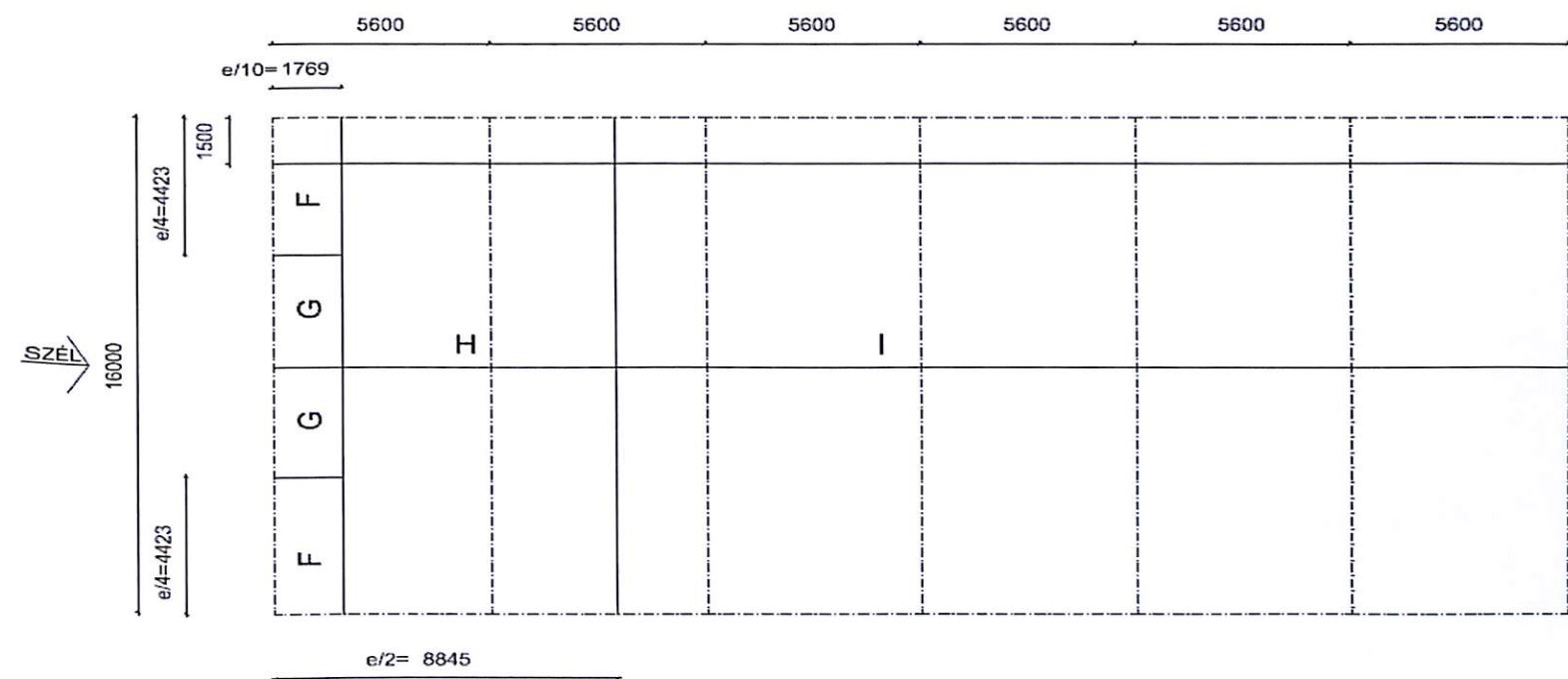
$$cpe2 := \left(\frac{(cpe.10' - cpe.10)}{15 - 5} \right) \cdot (\alpha - 5) + (cpe.10) = 0.04$$

$$pwenyGk := t \cdot qpz \cdot cpe2 = 0.018$$

Hosszírányú-Külső

$$e := z \cdot 2 = 17690 \text{ mm} \qquad \frac{e}{4} = 4422.5 \text{ mm} \qquad \frac{e}{10} = 1769 \text{ mm}$$

$$z \text{ szelemen távolság} \qquad t := 1500 \text{ mm}$$



"F" zóna $\alpha := 7$ $t := 1.$ m

$$5^{\circ} \quad cpe10 := -1.6$$

$$15^{\circ} \quad cpe10' := -1.3$$

$$cpe1 := \left(\frac{(cpe10' - cpe10)}{15 - 5} \right) \cdot (\alpha - 5) + (cpe10) = -1.54$$

$$pweszFk' := t \cdot qpz \cdot cpe1 = -0.455$$

"H" zóna

$$\alpha := 7 \quad t := 1.5 \text{ m}$$

$$5^\circ \quad cpe10 := -0.7$$

$$15^\circ \quad cpe10' := -0.6$$

$$cpe1 := \left(\frac{cpe10' - cpe10}{15 - 5} \right) \cdot (\alpha - 5) + (cpe10) = -0.68$$

$$pweszHk' := t \cdot qpz \cdot cpe1 = -0.301$$

"J" zóna

$$\alpha := 7 \quad t := 1.5 \text{ m}$$

$$5^\circ \quad cpe10 := -0.6$$

$$15^\circ \quad cpe10' := -0.5$$

$$cpe1 := \left(\frac{cpe10' - cpe10}{15 - 5} \right) \cdot (\alpha - 5) + (cpe10) = -0.58$$

$$pweszHk' := t \cdot qpz \cdot cpe1 = -0.257$$

Belső nyomás

$$cpei := 0.2$$

$$t := 1.5 \text{ m}$$

$$pwinyk := t \cdot qpz \cdot cpei = 0.089$$

Belső szívás

$$cpei := -0.3$$

$$t := 1.5 \text{ m}$$

$$pwiszk := t \cdot qpz \cdot cpei = -0.133$$

Teherkombinációk

$$\gamma_{gsup} := 1.35 \quad \psi_{0w} := 0.6$$

$$\gamma_s := 1.5 \quad \gamma_w := 1.5$$

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

1.ULS önsúly+hó+szélnyomás

$$Pu1 := (\gamma_{gsup} \cdot Pgk) + (\gamma_s \cdot Psk) + (\psi_{0w} \cdot \gamma_w \cdot (pwenyFk + pwiszk)) = 2.04$$

2.SLS

$$Ps2 := (Pgk) + (Psk) + (\psi_{0w} \cdot (pwenyFk + pwiszk)) = 1.396$$

3.ULS önsúly+ szélnyomás

$$Pu3f := (\gamma_{ginf} \cdot Pgk) + (\gamma_w \cdot (pweszFk' + pwinyk)) = -0.531$$

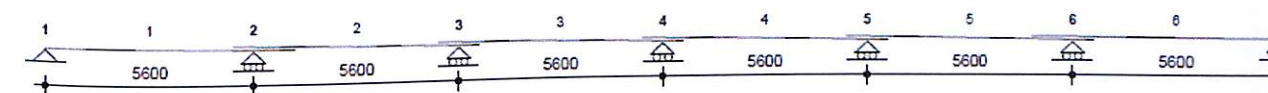
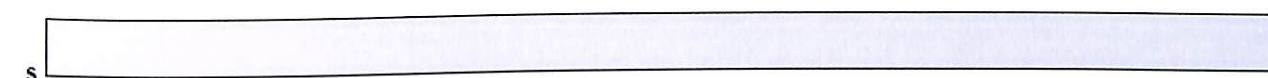
$$Pu3g := (\gamma_{ginf} \cdot Pgk) + (\gamma_w \cdot (pweszGk' + pwinyk)) = -0.252$$

4.SLS

$$Ps4f := (Pgk) + (pweszFk' + pwinyk) = -0.234$$

$$Ps4g := (Pgk) + (pweszGk' + pwinyk) = -0.048$$

Lindab Stuctural Disegner eredménye



Alapbeállítások

Projectnév: Z szelemen

Funkció: Z profil

Ország: Magyarország

Szerkezeti beállítások

Szelvény: Z200

Statikai rendszer: Átfedékes

Elhelyezés: Erős

Csavarok: 4,8

Megtámasztás: Felső öv: Folytatólagos/Alsó öv: Folytatólagos

Lemez / Megtámasztások (mm): LTP45 0,7

Csavar: 1 hullám

Lehajlás-számítás paraméterei

Lehajlási határ (nyílás): $L / 200$

Lehajlási határ (konzol): $L / 150$

Eredmények

ULS: 100%

SLS: 56%

Geometria

No.	Támaszok					Nyílások			Csuklók
	Pozíció [mm]	Típus	Szélesség [mm]	L1 [mm]	L2 [mm]	Méret [mm]	Vastagság 1 [mm]	Vastagság 2 [mm]	Pozíció [mm]
1	0	H	0	-	-	5600	1,2	-	
2	5600	O	0	560	1120	5600	1,2	-	
3	11200	O	0	560	560	5600	1,2	-	
4	16800	O	0	560	560	5600	1,2	-	
5	22400	O	0	560	560	5600	1,2	-	
6	28000	O	0	1120	560	5600	1,2	-	
7	33600	H	0	-	-		1,2	-	

Terhek

No.	Típus	Kezdőpont	Végpont	Kezdőint.	Végint.	Szélesség	ULS/SLS
1	U			2,04			ULS
2	U			1,40			SLS

I.3 TRAPÉZLEMEZ MÉRTETEZÉS

Trapézlemez terhek

Állandó teher

$$g_{k\ell} := 0.068 \quad t := 1.0 \text{ m}$$

$$\alpha := 7$$

$$p_{gk} := t \cdot g_{k\ell} = 0.068$$

$$P_{gk} := p_{gk} \cdot \cos(\alpha) = 0.051$$

Hóteher

(vetületi teher)

$$A := 440 \text{ m} \quad t := 1.0 \text{ m}$$

$$s_k := 1.25 + \frac{A - 400}{400} = 1.35$$

$$\mu := 0.8 \quad 0^\circ < \alpha < 30^\circ$$

$$c_e := 1.2 \quad \text{védett}$$

$$\alpha := 7$$

$$c_t := 1.0$$

$$s := c_e \cdot c_t \cdot \mu \cdot s_k = 1.296$$

$$p_{sk} := t \cdot s = 1.296 \frac{kN}{m}$$

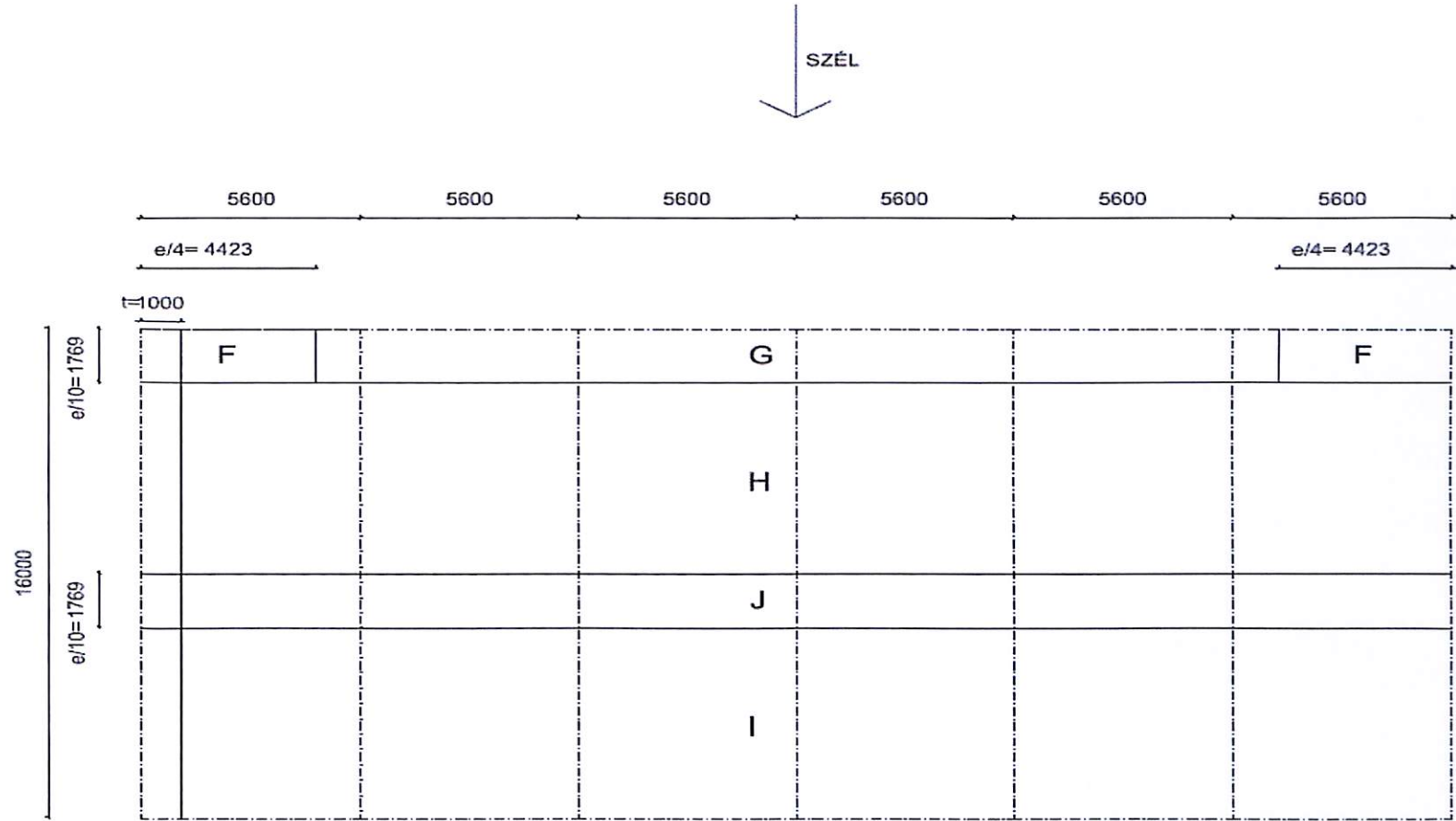
$$P_{sk} := p_{sk} \cdot (\cos(\alpha))^2 = 0.737 \frac{kN}{m}$$

Szélteher

Keresztirányú-Külső

$e := z \cdot 2 = 17690 \text{ mm}$ $\frac{e}{4} = 4422.5 \text{ mm}$ $\frac{e}{10} = 1769 \text{ mm}$

$t := 1000 \text{ mm}$



"F" zóna

$$\alpha := 7 \quad t := 1.0 \quad m$$

$$5^\circ \quad cpe10 := -2.5$$

$$15^\circ \quad cpe10' := -2$$

$$cpe1 := \left(\frac{(cpe10' - cpe10)}{15 - 5} \right) \cdot (\alpha - 5) + (cpe10) = -2.4$$

$$pweszFk' := t \cdot qpz \cdot cpe1 = -0.709$$

$$5^\circ \quad cpe.10 := 0$$

$$15^\circ \quad cpe.10' := 0.2$$

$$cpe2 := \left(\frac{(cpe.10' - cpe.10)}{15 - 5} \right) \cdot (\alpha - 5) + (cpe.10) = 0.04$$

$$pwenyFk := t \cdot qpz \cdot cpe2 = 0.012$$

"H" zóna

$$\alpha := 7 \quad t := 1.0 \quad m$$

$$5^\circ \quad cpe10 := -1.2$$

$$15^\circ \quad cpe10' := -0.3$$

$$cpe1 := \left(\frac{(cpe10' - cpe10)}{15 - 5} \right) \cdot (\alpha - 5) + (cpe10) = -1.02$$

$$pweszHk' := t \cdot qpz \cdot cpe1 = -0.301$$

$$5^\circ \quad cpe.10 := 0$$

$$15^\circ \quad cpe.10' := 0.2$$

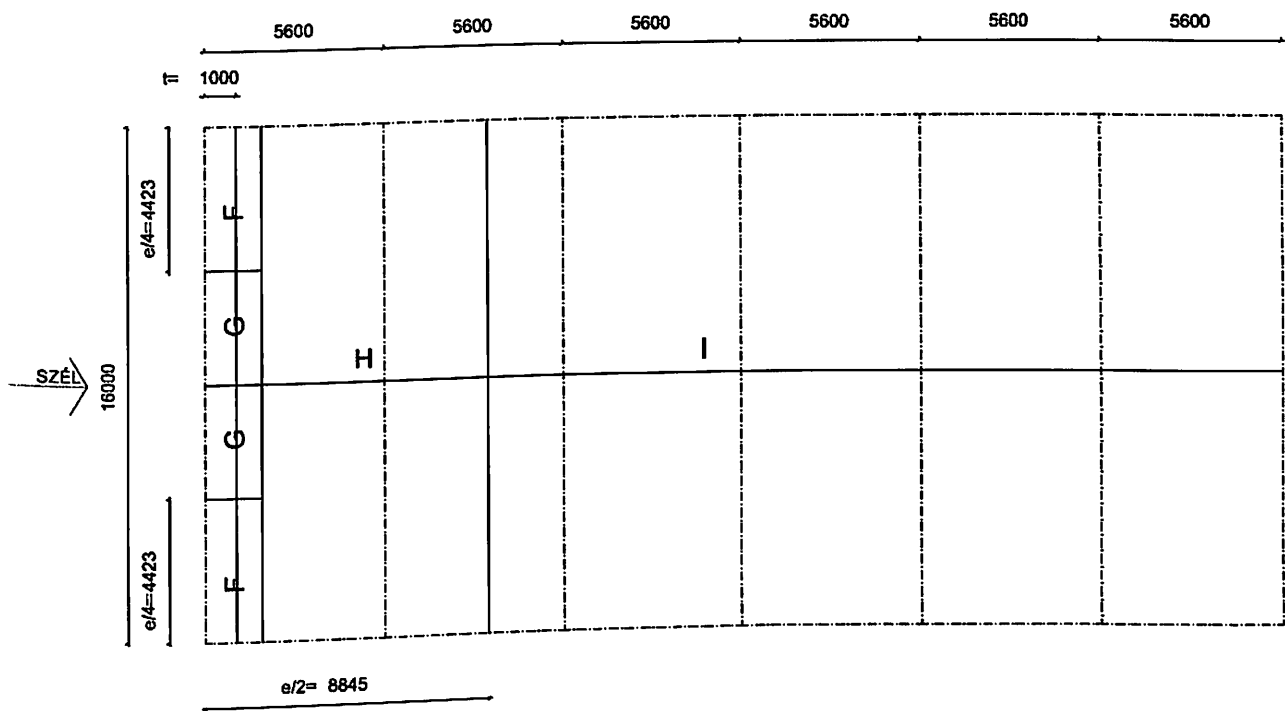
$$cpe2 := \left(\frac{(cpe.10' - cpe.10)}{15 - 5} \right) \cdot (\alpha - 5) + (cpe.10) = 0.04$$

$$pwenyHk := t \cdot qpz \cdot cpe2 = 0.012$$

Hosszírányú-Külső

$e := z \cdot 2 = 17690 \text{ mm}$ $\frac{e}{4} = 4422.5 \text{ mm}$ $\frac{e}{10} = 1769 \text{ mm}$

$t := 1000 \text{ mm}$



"F" zóna

$$\alpha := 7 \quad t := 1.0 \text{ m}$$

$$5^\circ \quad cpe10 := -2.2$$

$$15^\circ \quad cpe10' := -2.0$$

$$cpe1 := \left(\frac{(cpe10' - cpe10)}{15 - 5} \right) \cdot (\alpha - 5) + (cpe10) = -2.16$$

$$pweszFk' := t \cdot qpz \cdot cpe1 = -0.638$$

"G" zóna

$$\alpha := 7 \quad t := 1.0 \text{ m}$$

$$5^\circ \quad cpe10 := -2.0$$

$$15^\circ \quad cpe10' := -2.0$$

$$cpe1 := \left(\frac{(cpe10' - cpe10)}{15 - 5} \right) \cdot (\alpha - 5) + (cpe10) = -2$$

$$pweszGk' := t \cdot qpz \cdot cpe1 = -0.591$$

Teherkombinációk

$$\gamma_{gsup} := 1.35 \quad \psi_{0w} := 0.6$$

$$\gamma_s := 1.5 \quad \gamma_w := 1.5$$

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

1.ULS önsúly+hó+szélnyomás

$$Pu1 := (\gamma_{gsup} \cdot Pgk) + (\gamma_s \cdot Psk) + (\psi_{0w} \cdot \gamma_w \cdot pwenyFk) = 1.185$$

2.SLS

$$Ps2 := (Pgk) + (Psk) + (\psi_{0w} \cdot pwenyFk) = 0.795$$

3.ULS önsúly+ szélnyomás

$$Pu3f := (\gamma_{ginf} \cdot Pgk) + (\gamma_w \cdot pweszFk') = -1.013$$

$$Pu3h := (\gamma_{ginf} \cdot Pgk) + (\gamma_w \cdot pweszHk') = -0.401$$

4.SLS

$$Ps4f := (Pgk) + (pweszFk') = -0.658$$

$$Ps4h := (Pgk) + (pweszHk') = -0.25$$

5.ULS önsúly+ szélnyomás

$$Pu5f := (\gamma_{ginf} \cdot Pgk) + (\gamma_w \cdot pweszFk') = -0.906$$

$$Pu5g := (\gamma_{ginf} \cdot Pgk) + (\gamma_w \cdot pweszGk') = -0.835$$

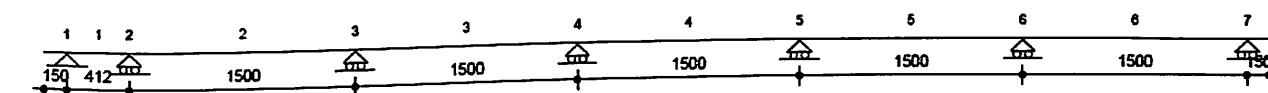
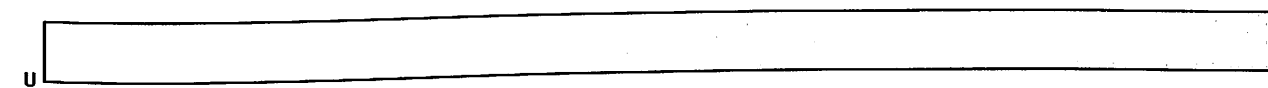
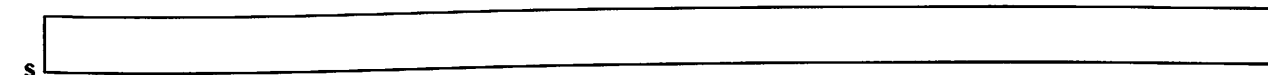
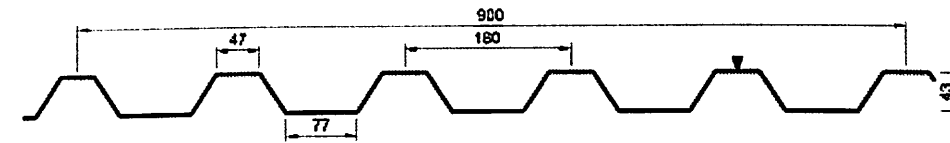
6.SLS

$$Ps6f := (Pgk) + (pweszFk') = -0.587$$

$$Ps6g := (Pgk) + (pweszGk') = -0.54$$

Lindab Structural Designer eredménye

LTP45



Alapbeállítások

Projectnév: Trapézlemez

Funkció: Tetőlemez

Ország: Magyarország

Szerkezeti beállítások

Szelvény: LTP45

Statikai rendszer: Folytatólagos

Elhelyezés: Keskeny öv felül

Átfedés: 1

Lehajlás-számítás paraméterei

Lehajlási határ (nyílás): $L / 200$

Lehajlási határ (konzol): $L / 150$

Eredmények

ULS: 50%

SLS: 20%

Geometria

No.	Támaszok					Nyílások			Csuklók
	Pozíció [mm]	Típus	Szélesség [mm]	L1 [mm]	L2 [mm]	Méret [mm]	Vastagság 1 [mm]	Vastagság 2 [mm]	Pozíció [mm]
1	0	C	50	150	-	412	0,4	-	
2	412	C	50	-	-	1500	0,4	-	
3	1912	C	50	-	-	1500	0,4	-	
4	3412	C	50	-	-	1500	0,4	-	
5	4912	C	50	-	-	1500	0,4	-	
6	6412	C	50	-	-	1500	0,4	-	
7	7912	C	50	-	150				

Terhek

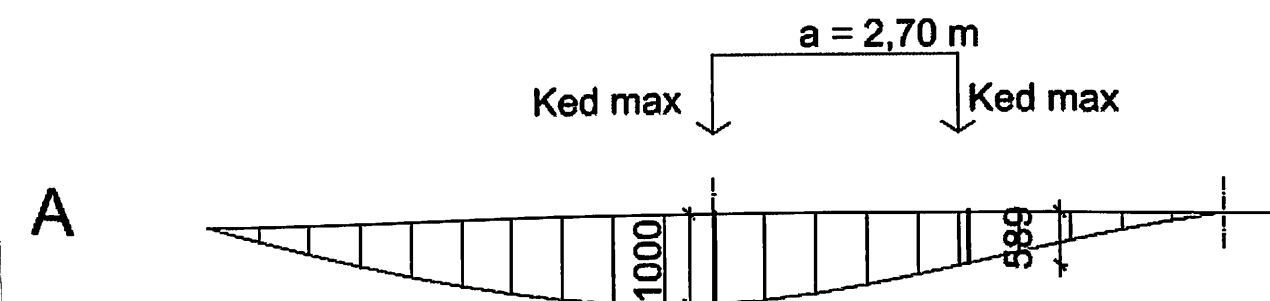
No.	Típus	Kezdőpont	Végpont	Kezdőint.	Végint.	Szélesség	ULS/SLS
1	U			1,19			ULS
2	U			0,80			SLS

Reakció Erők

Függőleges

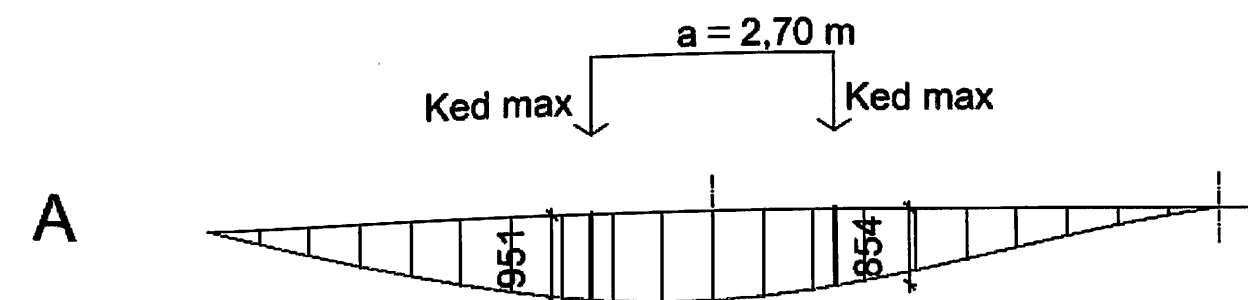
$$Ked_{max} := \frac{109.5}{1.35} = 81.111 \text{ kN} \quad \text{daru számításból kell áthozni}$$

$$Ked_{min} := \frac{48.09}{1.35} = 35.622 \text{ kN}$$



$$Ay1 := 1 \cdot Ked_{max} + 0.589 \cdot Ked_{max} = 128.886 \text{ kN}$$

$$Ay2 := 1 \cdot Ked_{min} + 0.589 \cdot Ked_{min} = 56.604 \text{ kN}$$



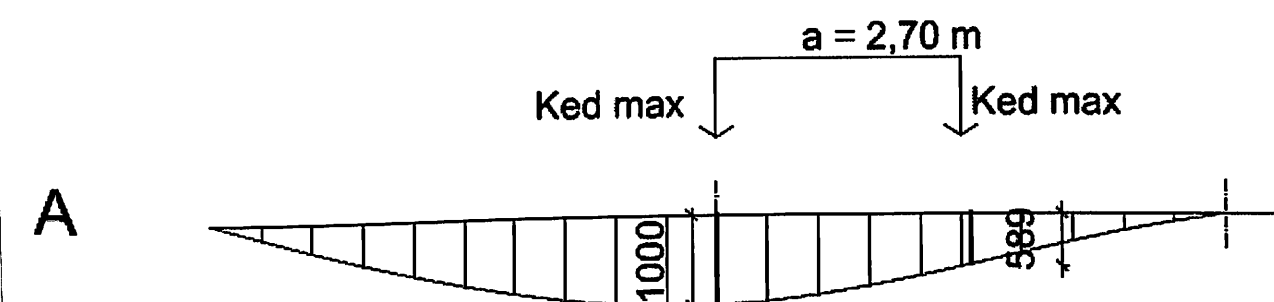
$$Ay1' := 0.951 \cdot Ked_{max} + 0.854 \cdot Ked_{max} = 146.406 \text{ kN}$$

$$Ay2' := 0.951 \cdot Ked_{min} + 0.854 \cdot Ked_{min} = 64.298 \text{ kN}$$

Vízszintes

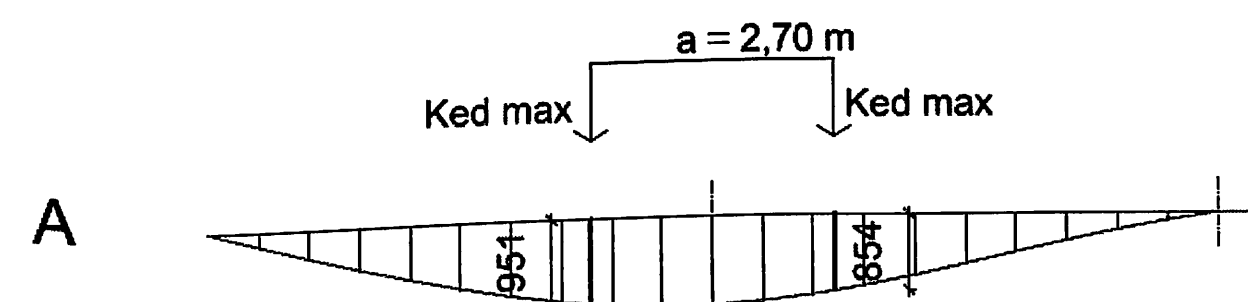
$F_{edmax} := 30.827 \text{ kN}$ daru számításból kell áthozni

$F_{edmin} := 13.513 \text{ kN}$



$$Ax1 := 1 \cdot F_{edmax} + 0.589 \cdot F_{edmax} = 48.984 \text{ kN}$$

$$Ax2 := 1 \cdot F_{edmin} + 0.589 \cdot F_{edmin} = 21.472 \text{ kN}$$



$$Ax1' := 0.951 \cdot F_{edmax} + 0.854 \cdot F_{edmax} = 55.643 \text{ kN}$$

$$Ax2' := 0.951 \cdot F_{edmin} + 0.854 \cdot F_{edmin} = 24.391 \text{ kN}$$

Első-Másodrendű számítás

$$H1 := -140.78 \quad kN \quad V1 := -362.98 \quad kN \quad e1 := -27.183 \quad mm$$

$$H2 := 4.46 \quad kN \quad V2 := -361.77 \quad kN \quad e2 := -8.161 \quad mm$$

$$Hed := (H1 + H2) = -136.32$$

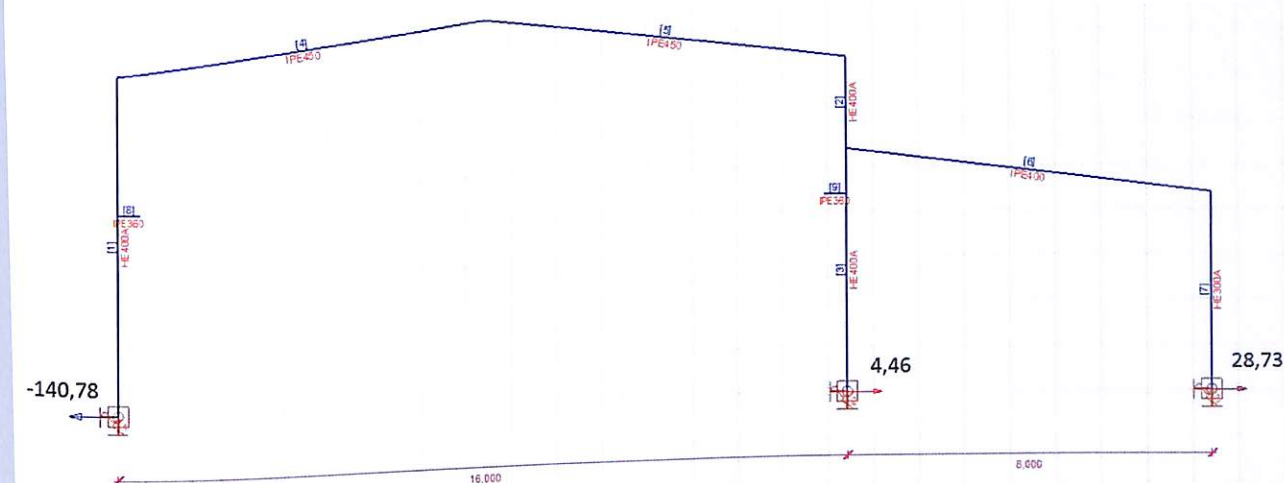
$$Ved := V1 + V2 = -724.75$$

$$\delta hed := \frac{e1 + e2}{2} = -17.672$$

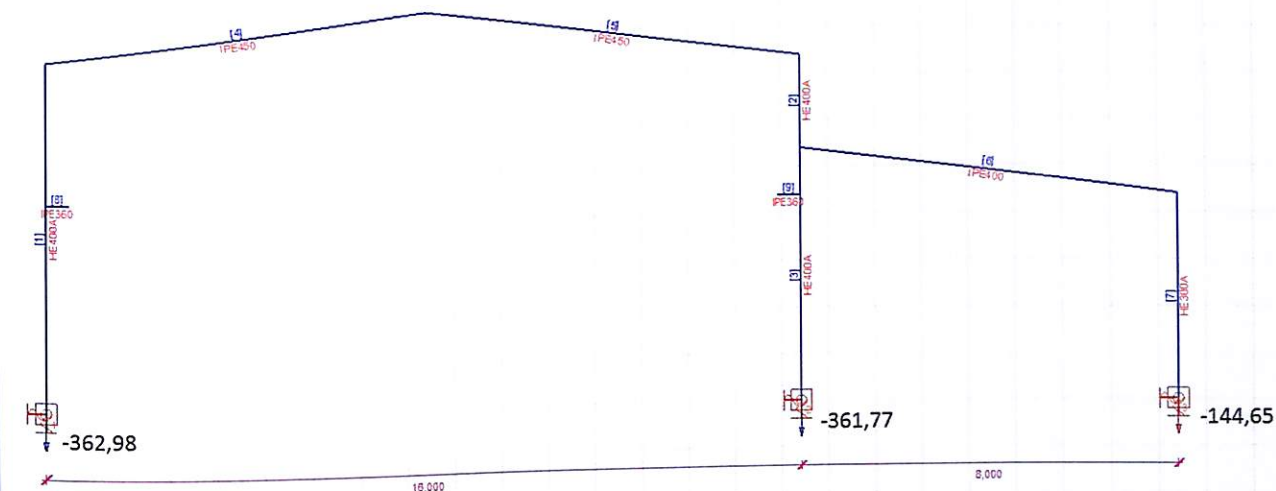
$$h := 7400 \quad m$$

$$\alpha cr := \left(\frac{Hed}{Ved} \right) \cdot \left(\frac{h}{\delta hed} \right) = -78.762 \quad \alpha cr > 10 \quad \text{rugalmas szám esetén}$$

H1H2



V1V2



Geometriai Imperfekció (pontatlanság)

$$Hed \geq 0.15 \cdot Ved$$

$$Hed = -136.32 \quad 0.15 \cdot Ved = -108.713$$

MEGFELEL

Lehajlás ellenőrzése

$$L := 16000 \text{ mm} \quad H := 7400 \text{ mm}$$

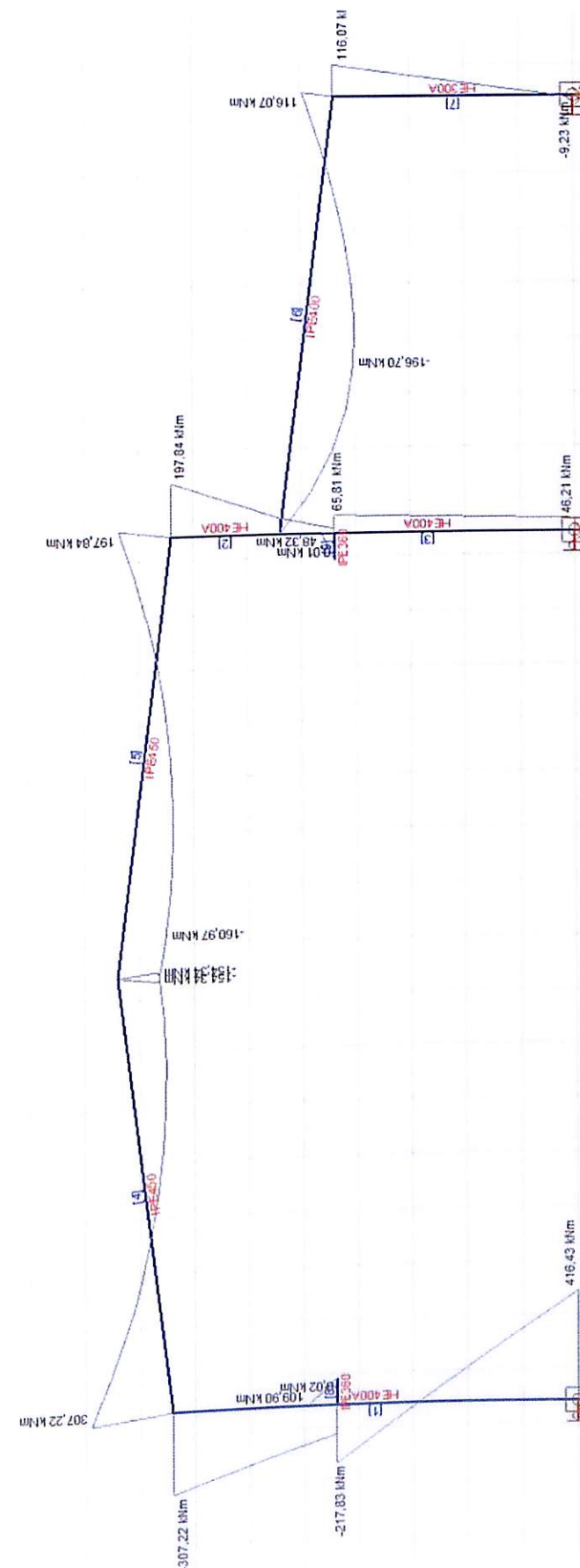
$$ez := \frac{L}{300} = 53.333 \text{ mm} \quad ezt := 46.16 \text{ mm}$$

MEGFELEL

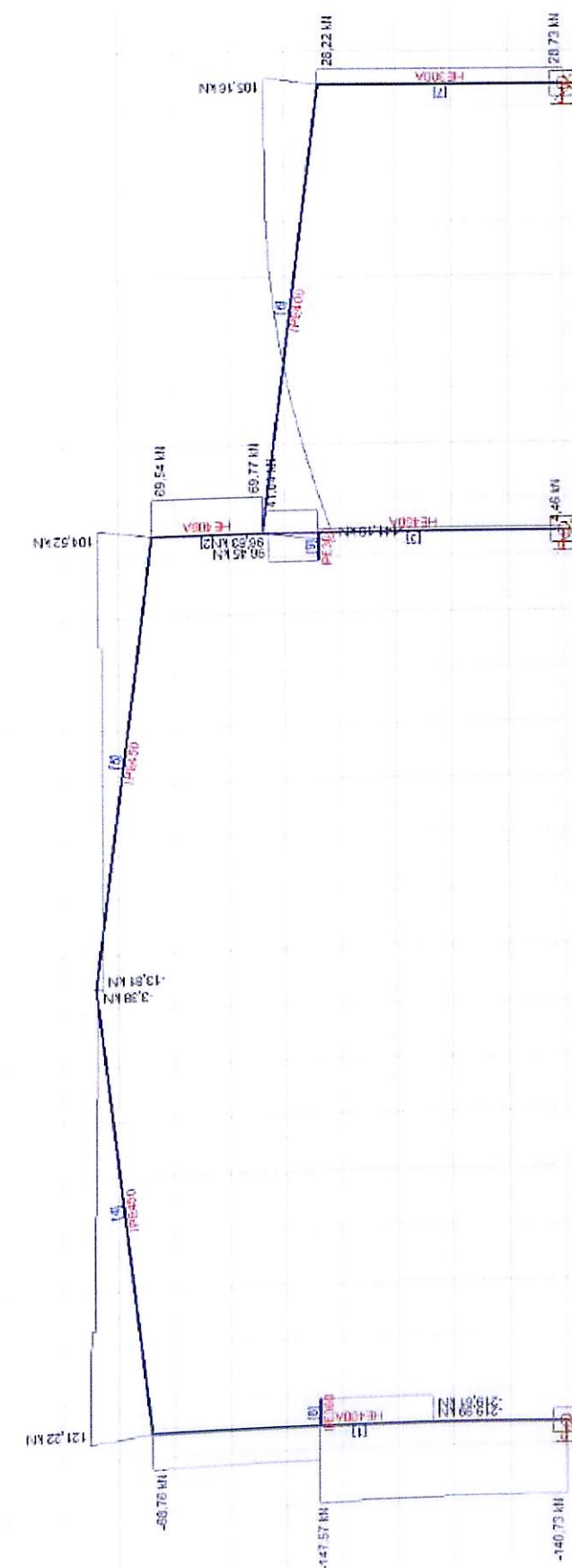
$$ex := \frac{H}{150} = 49.333 \text{ mm} \quad ext := 21.816 \text{ mm}$$

MEGFELEL

Axis Med



Axis Ved



Axis Ned



I.4 FŐTARTÓ KERET VIZSGÁLATA

Keresztmetszet Ellenőrzések

Oszlop méretezése

HEA400

$$A_o := 15.9$$

$$h_{wo} := 315 \text{ mm}$$

$$b_o := 300 \text{ mm}$$

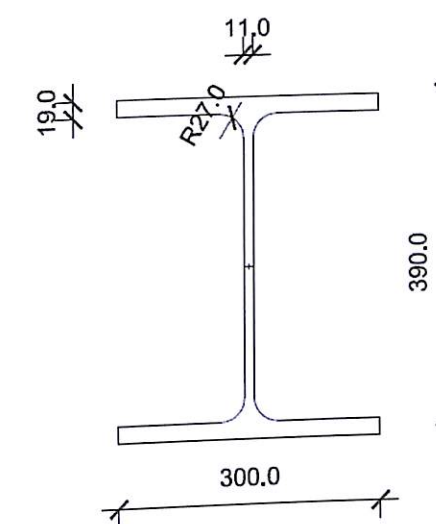
$$W_{pl} := 2.562$$

$$A_{vo} := 5.733$$

$$t_{wo} := 11 \text{ mm}$$

$$t_{fo} := 19 \text{ mm}$$

$$r := 27 \text{ mm}$$



S235

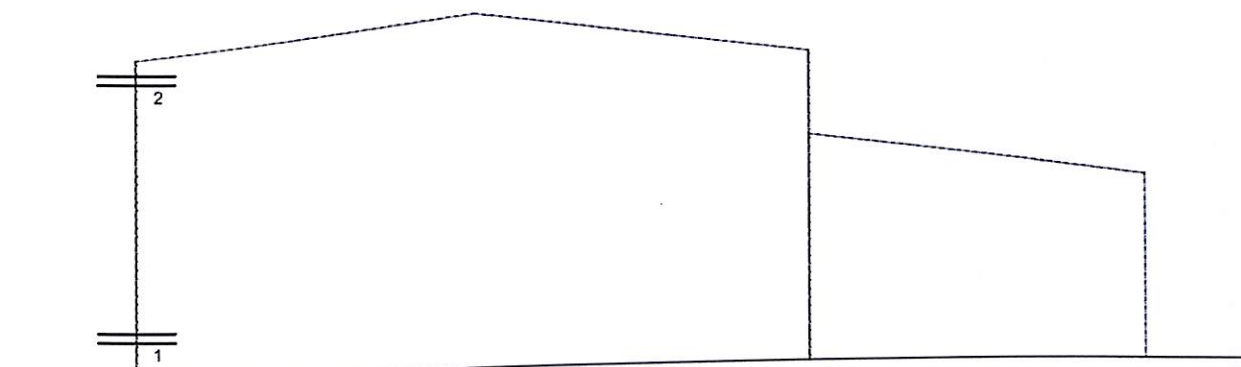
$$\lambda_e := 93.9$$

$$f_y := 235 \frac{N}{mm^2}$$

$$\gamma_{m1} := 1.0$$

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

Vizsgált pontok



Ellenőrzés nyomásra

$$N_{crdo} := \frac{A_o \cdot f_y}{\gamma_{mo}} = 3736.5 \quad kN$$

$$N_{ed1} := 362.98 \quad kN \quad \text{MEGFELEL}$$

$$N_{ed2} := 130.76 \quad kN \quad \text{MEGFELEL}$$

Ellenőrzés tiszta hajlítás

$$M_{crdo} := \frac{W_{pl} \cdot f_y}{\gamma_{mo}} = 602.07 \quad kNm$$

$$M_{ed1} := 416.43 \quad kNm \quad \text{MEGFELEL}$$

$$M_{ed2} := 307.22 \quad kNm \quad \text{MEGFELEL}$$

Ellenőrzés nyírásra

$$\frac{h_{wo}}{t_{wo}} = 28.636 \leq \frac{72 \cdot \varepsilon}{\eta} = 60 \quad \varepsilon := 1 \quad \eta := 1.2$$

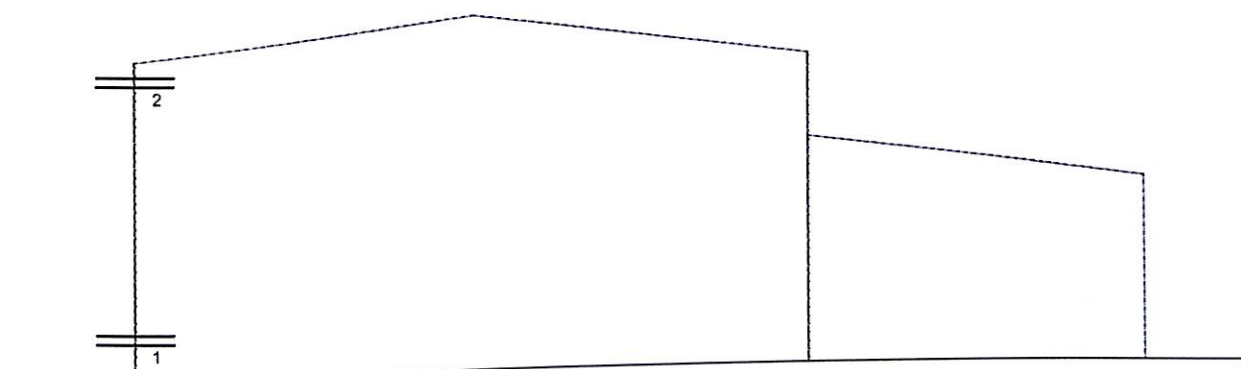
Nyírási horpadást nem kell vizsgálni

$$V_{crdo} := \frac{A_{vo} \cdot f_y}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{mo}} = 777.838 \quad kN$$

$$V_{ed1} := 140.73 \quad kN \quad \text{MEGFELEL}$$

$$V_{ed2} := 68.76 \quad kN \quad \text{MEGFELEL}$$

Vizsgált pontok



Hajítás + Nyírás kölcsönhatása

$$V_{ed} < \frac{V_{crd}}{2}$$

$$V_{ed1} = 140.73 \text{ kN} \quad 1 \text{ pontban}$$

$$V_{ed2} = 68.76 \text{ kN} \quad 2 \text{ pontban}$$

$$\frac{V_{crdo}}{2} = 388.919 \text{ kN}$$

MEGFELEL

Normálerő hatásást nem kell figyelembe venni, ha:

$$N_{ed} < 0.25 \cdot N_{crd}$$

$$N_{ed1} = 362.98 \text{ kN} \quad 1 \text{ pontban}$$

$$N_{ed2} = 130.76 \text{ kN} \quad 2 \text{ pontban}$$

$$0.25 \cdot N_{crdo} = 934.125 \text{ kN}$$

MEGFELEL

Tehát nem kell figyelembe venni

Gerenda méretezése

IPE450

$$A_g := 9.882$$

$$h_{wg} := 420 \text{ mm}$$

$$b_g := 190 \text{ mm}$$

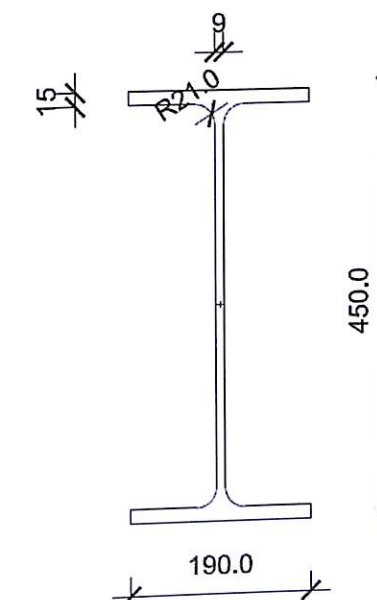
$$W_{pl} := 1.702$$

$$A_{vg} := 5.085$$

$$t_{wg} := 9 \text{ mm}$$

$$t_{fg} := 15 \text{ mm}$$

$$r := 21 \text{ mm}$$



S235

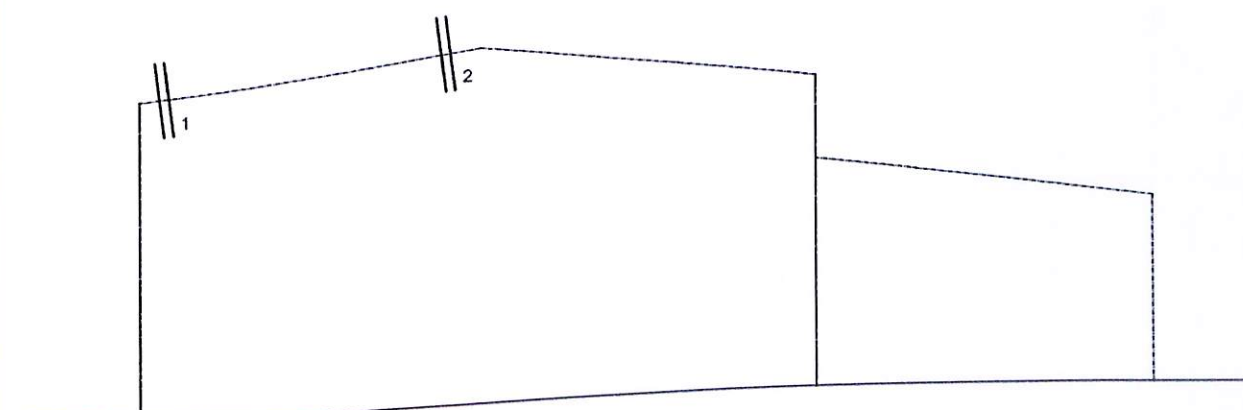
$$\lambda_e := 93.9$$

$$f_y := 235 \frac{N}{mm^2}$$

$$\gamma_{m1} := 1.0$$

$$\gamma_{m0} := 1.0$$

Vizsgált pontok



Ellenőrzés nyomásra

$$N_{crdg} := \frac{A_g \cdot f_y}{\gamma_{m0}} = 2322.27 \text{ kN}$$

$$N_{ed1} := 84.45 \text{ kN} \quad \text{MEGFELEL}$$

$$N_{ed2} := 69.38 \text{ kN} \quad \text{MEGFELEL}$$

Ellenőrzés tiszta hajlítás

$$M_{crdg} := \frac{W_{pl} \cdot f_y}{\gamma_{mo}} = 399.97 \quad kN$$

$$Med1 := 307.22 \quad kNm \quad \text{MEGFELEL}$$

$$Med2 := 154.34 \quad kNm \quad \text{MEGFELEL}$$

Ellenőrzés nyírásra

$$\frac{h_{wg}}{t_{wg}} = 46.667 \quad \square \leq \square \quad \frac{72 \cdot \varepsilon}{\eta} = 60 \quad \varepsilon := 1 \quad \eta := 1.2$$

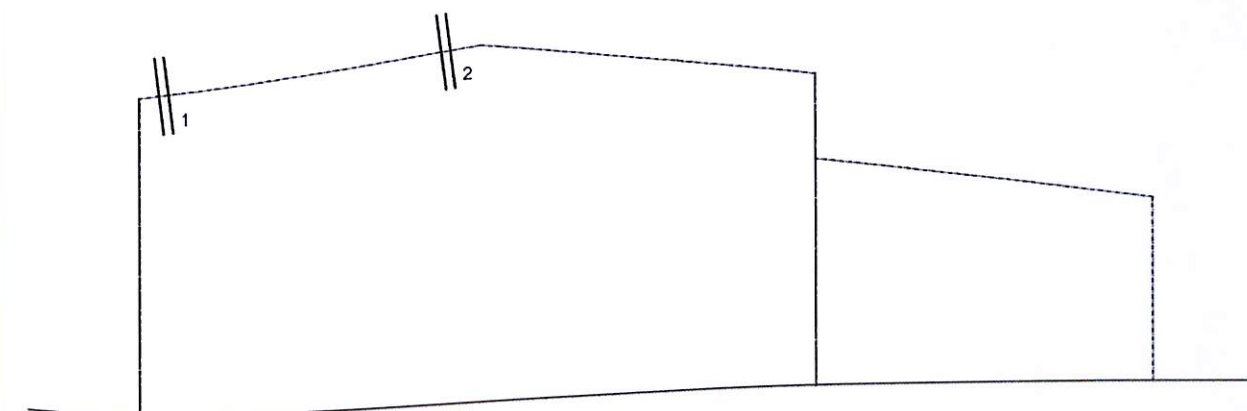
Nyírási horpadást nem kell vizsgálni

$$V_{crdg} := \frac{A_{vo} \cdot f_y}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{mo}} = 777.838 \quad kN$$

$$V_{ed1} := 121.22 \quad kN \quad \text{MEGFELEL}$$

$$V_{ed2} := 3.38 \quad kN \quad \text{MEGFELEL}$$

Vizsgált pontok



Hajítás + Nyírás kölcsönhatása

$$V_{ed} < \frac{V_{crd}}{2}$$

$$V_{ed1} = 121.22 \quad kN \quad 1 \text{ pontban}$$

$$V_{ed2} = 3.38 \quad kN \quad 2 \text{ pontban}$$

$$\frac{V_{crdg}}{2} = 388.919 \quad kN \quad \text{MEGFELEL}$$

Normálerő hatásást nem kell figyelembe venni, ha:

$$N_{ed} < 0.25 \cdot N_{crd}$$

$$N_{ed1} = 84.45 \quad kN \quad 1 \text{ pontban}$$

$$N_{ed2} = 69.38 \quad kN \quad 2 \text{ pontban}$$

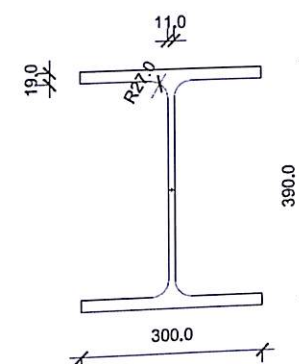
$$0.25 \cdot N_{crdg} = 580.568 \quad kN \quad \mathbf{MEGFELEL}$$

Tehát nem kell figyelembe venni

I.5 FŐTARTÓ KERET STABILITÁSI VIZSGÁLATA

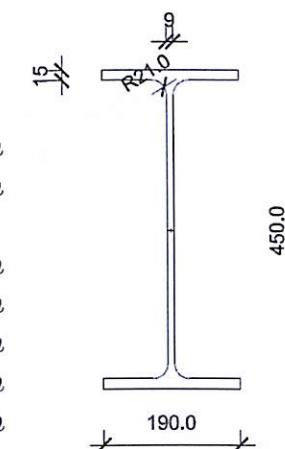
Oszlop HEA400

$$\begin{aligned} I_{yo} &:= 45.07 \\ i_{yo} &:= 168.84 \text{ mm} \\ i_{zo} &:= 73.4 \text{ mm} \\ A_o &:= 15.9 \\ h_o &:= 352 \text{ mm} \\ b_o &:= 300 \text{ mm} \\ t_{wo} &:= 11 \text{ mm} \\ t_{fo} &:= 19 \text{ mm} \\ r_o &:= 27 \text{ mm} \end{aligned}$$



Gerenda IPE450

$$\begin{aligned} I_{yg} &:= 33.75 \\ i_{yg} &:= 185 \text{ mm} \\ i_{zg} &:= 41 \text{ mm} \\ A_g &:= 9.882 \\ h_g &:= 450 \text{ mm} \\ b_g &:= 190 \text{ mm} \\ t_{wg} &:= 9 \text{ mm} \\ t_{fg} &:= 15 \text{ mm} \\ r_g &:= 21 \text{ mm} \end{aligned}$$



Oszlop vizsgálat

Kihajlás vizsgálat keret síkjában "y"

$$c := \frac{I_{yo} \cdot L}{I_{yg} \cdot H} = 2.887 \text{ mm} \quad c \leq 10$$

$$L := 16000 \quad H := 7400 \text{ mm}$$

MEGFELEL

$$\nu_y := \sqrt{1 + 0.35 \cdot c - 0.017 \cdot c^2} = 1.367$$

$$\lambda_y := \frac{\nu_y \cdot H}{i_{yo}} = 59.916$$

$$\lambda := \frac{\lambda_y}{\lambda_e} = 0.638$$

"a" görbe alapján

$$\lambda_1 := 0.7 \quad a_1 := 0.8477$$

$$\lambda_2 := 0.8 \quad a_2 := 0.7957$$

$$\chi_y := \left(\frac{(a_2 - a_1)}{(\lambda_2 - \lambda_1)} \cdot (\lambda - \lambda_1) \right) + a_1 = 0.8799$$

$$N_{brdy} := \frac{\chi_y \cdot A_o \cdot f_y}{\gamma_{m1}} = 3287.732 \text{ kN}$$

$$N_{ed1} := 362.98 \text{ kN} \quad \text{MEGFELEL}$$

$$N_{ed2} := 130.76 \text{ kN} \quad \text{MEGFELEL}$$

Kihajlás vizsgálat keret síkjában "z"

Oszlop felső szakasza 2 pontban

$$\nu_z := 1 \quad l := 1500 \quad mm$$

$$\lambda_y := \frac{\nu_z \cdot l}{i_{zo}} = 20.436 \quad \lambda := \frac{\lambda_y}{\lambda_e} = 0.218 \quad \text{"b" görbe alapján}$$

$$\lambda_1 := 0.2 \quad b_1 := 1$$

$$\lambda_2 := 0.3 \quad b_2 := 0.9641$$

$$\chi_z := \left(\frac{(b_2 - b_1)}{(\lambda_2 - \lambda_1)} \cdot (\lambda - \lambda_1) \right) + b_1 = 0.9937$$

$$N_{brdz} := \frac{\chi_z \cdot A_o \cdot f_y}{\gamma_{m1}} = 3712.844 \quad kN \quad N_{ed2} = 130.76 \quad kN \quad \text{MEGFELEL}$$

Oszlop alsó szakasza 1 pontban

$$\nu_z := 0.7 \quad l := 1500 \quad mm$$

$$\lambda_y := \frac{\nu_z \cdot l}{i_{zo}} = 14.305 \quad \lambda := \frac{\lambda_y}{\lambda_e} = 0.152 \quad \text{"b" görbe alapján}$$

$$\chi_z := 1$$

$$N_{brdz} := \frac{\chi_z \cdot A_o \cdot f_y}{\gamma_{m1}} = 3736.5 \quad kN \quad N_{ed1} = 362.98 \quad kN \quad \text{MEGFELEL}$$

Kifordulás vizsgálat (övmerevség)

$$k_{fl} := 1.1 \quad M1 := 154.34 \quad M2 := 307.22 \quad \psi := \frac{M1}{M2} = 0.502$$

$$k_c := \frac{1}{1.33 - 0.33 \cdot \psi} = 0.859$$

$$L_c := 1600$$

$$I_{eff} := \frac{two^3 \cdot \left(\frac{ho}{6}\right)}{12} + \frac{bo^3 \cdot tfo}{12} = 4.276 \cdot 10^7$$

$$A_{eff} := bo \cdot tfo + \frac{ho}{6} \cdot two = 6.345 \cdot 10^3$$

$$i_{fz} := \sqrt{\frac{I_{eff}}{A_{eff}}} = 82.087 \quad Med := 307.22 \quad kNm \quad \lambda_{co} := 0.5$$

Kifordulás vizsgálat nélküli MEGFELELŐSÉG feltétele

$$\lambda_f := \frac{k_c \cdot L_c}{i_{fz} \cdot \lambda_e} = 0.178 \quad \square < \square \quad \frac{M_{crdo}}{Med} \cdot \lambda_{co} = 0.98$$

$$\chi := 1$$

Kifordulás ellenállás

$$M_{brd} := k_{fl} \cdot \chi \cdot M_{crdo} = 662.277 \quad kNm \quad \square > \square \quad Med := 307.22 \quad kNm$$

MEGFELEL

Kihajlás és kifordulás Interakciója

$cmy := 0.9$ kilendülő keret

$Ned := 362.98 \text{ kN}$
 $Med := 307.22 \text{ kNm}$

$$kyy := cmy \cdot \left(1 + (\lambda y - 0.2) \cdot \frac{Ned \cdot \gamma m1}{\chi \cdot Ao \cdot fy} \right) = 2.133$$

$$kyy := cmy \cdot \left(1 + \left(0.8 \cdot \frac{Ned \cdot \gamma m1}{\chi y \cdot Ao \cdot fy} \right) \right) = 0.979$$

$$kzy := 0.6 \cdot kyy = 0.588$$

$$\eta := \frac{Ned}{Nbrdy} + kyy \cdot \frac{Med}{Mbrd} = 0.565 \quad \eta \leq 1$$

MEGFELEL

$$\eta := \frac{Ned}{Nbrdz} + kzy \cdot \frac{Med}{Mbrd} = 0.37 \quad \eta \leq 1$$

MEGFELEL

Gerenda vizsgálat

Kihajlás vizsgálat keret síkjában "y"

$$\nu_y := 1 \quad l := 16000 \text{ mm}$$

$$\lambda_y := \frac{\nu_y \cdot l}{i_{yy}} = 86.486 \quad \lambda := \frac{\lambda_y}{\lambda_e} = 0.921 \quad \text{"a" görbe alapján}$$

$$\lambda_1 := 0.9 \quad a_1 := 0.7339$$

$$\lambda_2 := 1 \quad a_2 := 0.6656$$

$$\chi_y := \left(\frac{(a_2 - a_1)}{(\lambda_2 - \lambda_1)} \cdot (\lambda - \lambda_1) \right) + a_1 = 0.7195$$

$$N_{brdy} := \frac{\chi_y \cdot A_g \cdot f_y}{\gamma_{m1}} = 1670.928 \text{ kN} \quad N_{ed1} := 84.45 \text{ kN} \quad \text{MEGFELEL}$$

$$N_{ed2} := 69.38 \text{ kN} \quad \text{MEGFELEL}$$

Kihajlás vizsgálat keret síkjában "z"

$$\nu_z := 1 \quad l := 1500 \text{ mm}$$

$$\lambda_z := \frac{\nu_z \cdot l}{i_{zz}} = 36.585 \quad \lambda := \frac{\lambda_z}{\lambda_e} = 0.39 \quad \text{"b" görbe alapján}$$

$$\lambda_1 := 0.3 \quad b_1 := 0.9641$$

$$\lambda_2 := 0.4 \quad b_2 := 0.9261$$

$$\chi_z := \left(\frac{(b_2 - b_1)}{(\lambda_2 - \lambda_1)} \cdot (\lambda - \lambda_1) \right) + b_1 = 0.9300$$

$$N_{brdz} := \frac{\chi_z \cdot A_o \cdot f_y}{\gamma_{m1}} = 3475.11 \text{ kN} \quad N_{ed1} = 84.45 \text{ kN} \quad \text{MEGFELEL}$$

$$N_{ed2} = 69.38 \text{ kN} \quad \text{MEGFELEL}$$

Kifordulás vizsgálat (övmerevség)

$$k_{fl} := 1.1$$

$$k_c := 0.9$$

$$L_c := 1500$$

$$I_{eff} := \frac{twg^3 \cdot \left(\frac{hg}{6}\right)}{12} + \frac{bg^3 \cdot tfg}{12} = 8.578 \cdot 10^6$$

$$A_{eff} := bg \cdot tfg + \frac{hg}{6} \cdot twg = 3525$$

$$ifz := \sqrt{\frac{I_{eff}}{A_{eff}}} = 49.331$$

"c" görbe alapján

$$\lambda_f := \frac{k_c \cdot L_c}{ifz \cdot \lambda_e} = 0.291$$

$$\lambda_1 := 0.2 \quad c_1 := 1$$

$$\lambda_2 := 0.3 \quad c_2 := 0.9491$$

$$\chi := \left(\frac{(c_2 - c_1)}{(\lambda_2 - \lambda_1)} \cdot (\lambda_f - \lambda_1) \right) + c_1 = 0.9535$$

Kifordulás vizsgálat nélküli MEGFELELŐSÉG feltétele

$$\lambda_f := \frac{k_c \cdot L_c}{ifz \cdot \lambda_e} = 0.291 \quad \lambda_f < \lambda_{co} = \frac{M_{crdg}}{M_{ed}} \cdot \lambda_{co} = 0.651$$

Kifordulás ellenállás

$$M_{brd} := k_{fl} \cdot \chi \cdot M_{crdg} = 419.49 \quad kNm \quad \lambda_f > \lambda_{co} \quad M_{ed} := 416.43 \quad kNm$$

MEGFELEL

Kihajlás és kifordulás Interakciója

$cmy := 0.9$ kilendülő keret

$Ned = 362.98 \text{ kN}$
 $Med := 307.22 \text{ kNm}$

$$kyy := cmy \cdot \left(1 + (\lambda y - 0.2) \cdot \frac{Ned \cdot \gamma m1}{\chi \cdot Ag \cdot fy} \right) = 6.268$$

$$kyy := cmy \cdot \left(1 + \left(0.8 \cdot \frac{Ned \cdot \gamma m1}{\chi y \cdot Ag \cdot fy} \right) \right) = 1.056$$

$$kzy := 0.6 \cdot kyy = 0.634$$

$$\eta := \frac{Ned}{Nbrdy} + kyy \cdot \frac{Med}{Mbrd} = 0.991 \quad \eta \leq 1 \quad \text{MEGFELEL}$$

$$\eta := \frac{Ned}{Nbrdz} + kzy \cdot \frac{Med}{Mbrd} = 0.569 \quad \eta \leq 1 \quad \text{MEGFELEL}$$

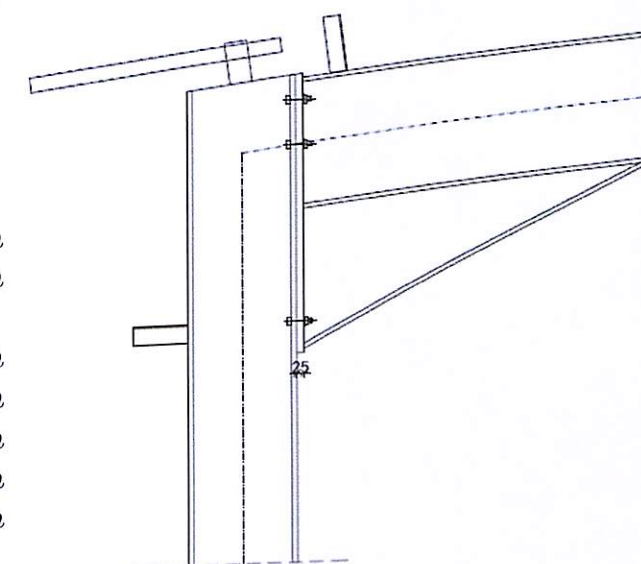
I.6 CSOMÓPONTOK MÉRETEZÉSE

Oszlop-Keretgerenda kapcsolat

**Oszlop
HEA400**

**Gerenda
IPE450**

$I_{yo} := 45.07$	$I_{yg} := 33.75$
$i_{yo} := 168.84 \text{ mm}$	$i_{yg} := 185 \text{ mm}$
$i_{zo} := 73.4 \text{ mm}$	$i_{zg} := 41 \text{ mm}$
$A_o := 15.9$	$A_g := 9.882$
$h_o := 352 \text{ mm}$	$h_g := 450 \text{ mm}$
$b_o := 300 \text{ mm}$	$b_g := 190 \text{ mm}$
$t_{wo} := 11 \text{ mm}$	$t_{wg} := 9 \text{ mm}$
$t_{fo} := 19 \text{ mm}$	$t_{fg} := 15 \text{ mm}$
$r_o := 27 \text{ mm}$	$r_g := 21 \text{ mm}$



S235

$\gamma_{m0} := 1.0$	feltételezzük
$\gamma_{m2} := 1.25$	M20 10.9 csavar
$f_y := 235 \frac{N}{mm^2}$	$f_{ub} := 1000 \frac{N}{mm^2}$
$f_u := 360 \frac{N}{mm^2}$	$f_{yb} := 900 \frac{N}{mm^2}$

$$d := 2.9 \cdot t_{fo} \cdot \sqrt{\frac{f_y}{f_{ub}}} = 26.711$$

alkalmazott

$d_{alk} := 27 \text{ mm}$

$d_0 := 30 \text{ mm}$

$A := 573 \text{ mm}^2$

$A_s := 459 \text{ mm}^2$

Axisból

$M_{ed} := 307.22 \text{ kNm}$

$V_{ed} := 121.22 \text{ kN}$

alkalmazott

$$t := 0.36 \cdot d_{alk} \cdot \sqrt{\frac{f_{ub}}{f_y}} = 20.051$$

$t_{alk} := 25 \text{ mm}$

$d_m := 1.6 \cdot d_{alk} = 43.2 \text{ mm}$

Húzott csavarok ellenállása

Húzási ellenállás

$$Frdh := \frac{\left(0.9 \cdot \frac{As \cdot fub}{\gamma m2}\right)}{1000} = 330.48 \quad kN$$

Kigombolódási ellenállás

$$Brd := \frac{\left(0.6 \cdot \frac{\pi \cdot dm \cdot tfo \cdot fu}{\gamma m2}\right)}{1000} = 445.585 \quad kN$$

Nyírási ellenállás

$$n := 1$$

$$Frdny := \frac{\left(n \cdot \frac{0.6 \cdot fub \cdot A}{\gamma m2}\right)}{1000} = 275.04 \quad kN$$

Gerenda homloklemez ellenállás

Gerenda öv alatti felső csavarsor ellenőrzése

$$ea := 3.5 \cdot d0 = 105 \quad w := 120 \quad mm$$

$$ef := 2.5 \cdot d0 = 75 \quad e := 50 \quad mm$$

$$ac := \frac{twg}{2} = 4.5 \quad af := \frac{tfg}{2} = 7.5$$

$$m := \frac{w}{2} - \frac{twg}{2} - 0.8 \cdot ac \cdot \sqrt{2} = 50.409$$

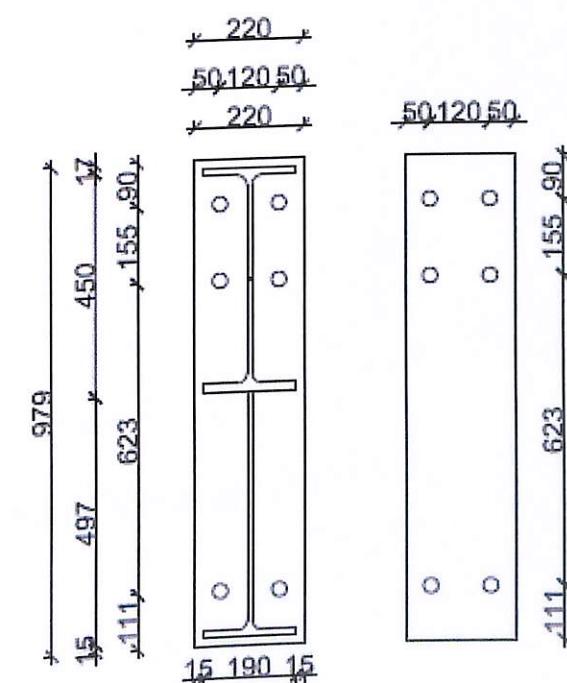
$$m2 := ef - 0.8 \cdot af \cdot \sqrt{2} = 66.515$$

$$balk := 220 \quad mm$$

$$p := 3 \cdot m = 151.226 \quad palk := 155 \quad mm$$

$$\lambda1 := \frac{m}{m+e} = 0.502 \quad \alpha := 6$$

$$\lambda2 := \frac{m2}{m+e} = 0.662$$



Nem kör alakú töréskép esetén

$$leff1 := 0.5 \cdot palk + \alpha \cdot m - (2 \cdot m + 0.625 \cdot e) = 247.885 \text{ mm}$$

Kör alakú töréskép esetén

$$leff2 := \pi \cdot m + palk = 313.364 \text{ mm}$$

Homloklemez nyomatéki teherbírása

$$Mplrd := \frac{\left(0.25 \cdot leff1 \cdot talk^2 \cdot \frac{fy}{\gamma m0}\right)}{1000} = 9102.039 \text{ kNmm}$$

T elem 1. tönkremeneteli módja

$$F1rd := 4 \cdot \frac{Mplrd}{m} = 722.258 \text{ kN}$$

T elem 2. tönkremeneteli módja

$n := e$

$$F2rd := \frac{2 \cdot Mplrd + e \cdot 2 \cdot Frdh}{m + e} = 510.434 \text{ kN}$$

T elem 3. tönkremeneteli módja

$$F3rd := 2 \cdot Frdh = 660.96 \text{ kN}$$

Legkisebb a mértékadó

$$F2rd = 510.434 \text{ kN}$$

Gerenda öv alatti második (utolsó) csavarsor ellenőrzése

Nem kör alakú töréskép esetén

$$leff1 := 2 \cdot m + 0.625 \cdot e + 0.5 \cdot palk = 209.568 \text{ mm}$$

Kör alakú töréskép esetén

$$leff2 := \pi \cdot m + palk = 313.364 \text{ mm}$$

Homloklemez nyomatéki teherbírása

$$M_{plrd} := \frac{\left(0.25 \cdot l_{eff1} \cdot t_{alk}^2 \cdot \frac{f_y}{\gamma_{m0}}\right)}{1000} = 7695.063 \quad kNmm$$

T elem 1. tönkremeneteli módja

$$F_{1rd'} := 4 \cdot \left(\frac{M_{plrd}}{m}\right) = 610.612 \quad kN$$

T elem 2. tönkremeneteli módja

$$F_{2rd'} := \frac{2 \cdot M_{plrd} + e \cdot 2 \cdot F_{rdh}}{m + e} = 482.409 \quad kN$$

T elem 3. tönkremeneteli módja

$$F_{3rd'} := 2 \cdot F_{rdh} = 660.96 \quad kN$$

Legkisebb a mértékadó

$$F_{2rd'} = 482.409 \quad kN$$

Teljes homloklemez hajlítási ellenállás

csavarok távolsága

$$z_1 := 889 \quad mm$$

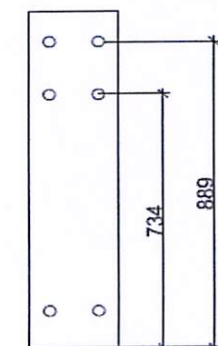
$$z_2 := 734 \quad mm$$

$$M_{rd} := \frac{(F_{1rd} \cdot z_1 + F_{2rd'} \cdot z_2)}{1000} = 996.175 \quad kNm$$

$$M_{rd} \geq M_{ed}$$

$$M_{ed} = 307.22 \quad kNm$$

MEGFELEL



Oszlop övének ellenállása

Felső (utolsó) csavarsor ellenőrzése

$$r_o = 27 \quad mm$$

$$w = 120 \quad mm$$

$$m := \frac{w}{2} - \frac{t_{wo}}{2} - 0.8 \cdot r_o = 32.9 \quad mm$$

$$p_{alk} = 155 \quad mm$$

$$e = 50 \quad mm$$

$$e_a = 105 \quad mm \quad n := 1.25 \cdot m = 41.125 \quad mm$$

Nem kör alakú töréskép

$$leff1' := 4 \cdot m + 1.25 \cdot e = 194.1 \quad mm$$

$$leff1'' := ea + 2 \cdot m + 0.625 \cdot e = 202.05 \quad mm$$

$$leff2' := 0.5 \cdot p + 2 \cdot m + 0.625 \cdot e = 172.663 \quad mm$$

$$leff2'' := ea + 0.5 \cdot p = 180.613 \quad mm$$

Kör alakú töréskép nem mértékadó

Övlemez nyomatéki teherbírása

$$Mplrd := \frac{\left(0.25 \cdot leff2'' \cdot tfo^2 \cdot \frac{fy}{\gamma m0}\right)}{1000} = 3830.581 \quad kNmm$$

T elem 1. tönkremeneteli módja

$$F1rd := 4 \cdot \frac{Mplrd}{m} = 465.724 \quad kN$$

T elem 2. tönkremeneteli módja

$$F2rd := \frac{2 \cdot Mplrd + e \cdot 2 \cdot Frdh}{m + e} = 491.063 \quad kN$$

T elem 3. tönkremeneteli módja

$$F3rd := 2 \cdot Frdh = 660.96 \quad kN$$

Legkisebb a mértékadó $F1rd = 465.724 \quad kN$

második csavarsor ellenőrzése

Nem kör alakú töréskép esetén

$$leff1 := 0.5 \cdot p + 2 \cdot m + 0.625 \cdot e = 172.663 \quad mm$$

Homloklemez nyomatéki teherbírása

$$Mplrd := \frac{\left(0.25 \cdot leff1 \cdot tfo^2 \cdot \frac{fy}{\gamma m0}\right)}{1000} = 3661.972 \quad kNmm$$

T elem 1. tönkremeneteli módja

$$F1rd' := 4 \cdot \left(\frac{Mplrd}{m} \right) = 445.225 \text{ kN}$$

T elem 2. tönkremeneteli módja

$$F2rd' := \frac{2 \cdot Mplrd + e \cdot 2 \cdot Frdh}{m + e} = 486.996 \text{ kN}$$

T elem 3. tönkremeneteli módja

$$F3rd' := 2 \cdot Frdh = 660.96 \text{ kN}$$

Legkisebb a mértékadó

$$F1rd' = 445.225 \text{ kN}$$

Teljes homloklemez hajlítási ellenállás

csavarok távolsága

$$z1 = 889 \text{ mm}$$

$$z2 = 734 \text{ mm}$$

$$Mrd := \frac{(F1rd \cdot z1 + F2rd' \cdot z2)}{1000} = 771.484 \text{ kNm}$$

$$Mrd \geq Med \quad Med = 307.22 \text{ kNm}$$

MEGFELEL

Oszlop gerincének ellenállása

Nyomó ellenállás

Mértékadó nyomaték

Nyomaték karja

$$Med = 307.22$$

$$z := 778 \text{ mm}$$

$$Fed := \frac{Med}{z} \cdot 1000 = 394.884 \text{ kN}$$

$$tfg = 15 \quad ro := 27 \quad ap := 0.5$$

$$tfo = 19 \quad talk = 25$$

$$beff := tfg + 2 \cdot \sqrt{2} \cdot ap + 5 (tfo + ro) + talk = 271.414 \text{ mm}$$

Egyoldali oszlop -gerenda kapcsolat tehát

$$\beta := 1.0$$

Csökkentő tényező

$$A_{vo.} := A_{vo} \cdot 1000 = 5733 \text{ mm}^2$$

$$\omega := \frac{1}{\sqrt{1 + 1.3 \left(\frac{(b_{eff} \cdot t_{wo})^2}{A_{vo.}} \right)}} = 0.86$$

Tengely irányú nyomófeszültségtől függő csökkentő tényező

$$N_{ed} := 130.76 \text{ kN} \quad N_{crdo} = 3736.5 \text{ kN} \quad \begin{matrix} do := 208 \text{ mm} \\ ho := 290 \text{ mm} \end{matrix}$$

$$M_{ed} := 307.22 \text{ kNm} \quad M_{crdo} = 602.07 \text{ kNm}$$

$$\sigma_{ed} := \left(\frac{N_{ed}}{N_{crdo}} + \frac{M_{ed}}{M_{crdo}} \right) \cdot \frac{do}{ho} = 0.391 \quad k_{wc} := 1.0$$

Gerinclemez karcsúsága

$$\lambda_p := 0.932 \cdot \sqrt{\frac{b_{eff} \cdot do \cdot f_y}{E \cdot t_{wo}^2}} = 0.673 \quad E := 210000 \frac{N}{mm^2}$$

$$\rho := \frac{(\lambda_p - 0.2)}{\lambda_p^2} = 1.044$$

Merevítés nélküli oszlop gereinc ellenállása

$$F_{rd} := \frac{\left(\frac{\rho \cdot \omega \cdot k_{wc} \cdot b_{eff} \cdot t_{wo} \cdot f_y}{\gamma_{mo}} \right)}{1000} = 629.773 \text{ kN} \quad F_{ed} = 394.884 \text{ kN}$$

MEGFELEL

Diafragma elhelyezése nem szükséges

Húzó ellenállás

$$beff := leff2' + leff2'' = 353.276 \quad mm$$

Csökkentő tényező

$$Avo. := Avo \cdot 1000 = 5733 \quad mm^2$$

$$\omega := \frac{1}{\sqrt{1 + 1.3 \left(\frac{(beff \cdot two)^2}{Avo.} \right)}} = 0.791$$

$$Frd := \frac{\left(\frac{\omega \cdot beff \cdot two \cdot fy}{\gamma mo} \right)}{1000} = 722.573 \quad kN$$

$$Fed = 394.884 \quad kN$$

MEGFELEL

Oszlop gerincének nyírási teherbírás

Oszlop gerince nyírási horpadásra megfelel ha:

$$\varepsilon := 1$$

$$\frac{do}{two} = 18.909 \quad \square < 69 \cdot \varepsilon$$

MEGFELEL

Gerinc nyírási ellenállása

$$Vrd := \frac{0.9 \cdot fy \cdot Avo}{\sqrt{3} \cdot \gamma mo} = 700.054 \quad kN$$

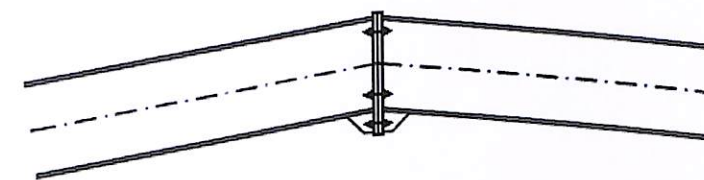
$$Ved := 147.57 \quad kN$$

MEGFELEL

Gerenda-Gerenda kapcsolat

Gerenda IPE450

$I_{yg} := 33.75$
 $i_{yg} := 185 \text{ mm}$
 $i_{zg} := 41 \text{ mm}$
 $A_g := 9.882$
 $h_g := 450 \text{ mm}$
 $b_g := 190 \text{ mm}$
 $t_{wg} := 9 \text{ mm}$
 $t_{fg} := 15 \text{ mm}$
 $r_g := 21 \text{ mm}$



S235

$\gamma_{m0} := 1.0$

feltételezzük

Axisból

$\gamma_{m2} := 1.25$

M22 10.9 csavar

$Med := 154.34 \text{ kNm}$

$f_y := 235 \frac{N}{mm^2}$

$f_{ub} := 1000 \frac{N}{mm^2}$

$Ved := 13.81 \text{ kN}$

$f_u := 360 \frac{N}{mm^2}$

$f_{yb} := 900 \frac{N}{mm^2}$

$$d := 2.9 \cdot t_{fg} \cdot \sqrt{\frac{f_y}{f_{ub}}} = 21.087$$

alkalmazott

alkalmazott

$d_{alk} := 22 \text{ mm}$

$$t := 1.2 \cdot t_{fg} = 18$$

$d_0 := 24 \text{ mm}$

$$t_{alk} := 20 \text{ mm}$$

$A := 380 \text{ mm}^2$

$A_s := 303 \text{ mm}^2$

$d_m := 1.6 \cdot d = 33.74 \text{ mm}$

Húzott csavarok ellenállása

Húzási ellenállás

$$Frdh := \frac{\left(0.9 \cdot \frac{As \cdot fub}{\gamma m2}\right)}{1000} = 218.16 \quad kN$$

Kigombolódási ellenállás

$$Brd := \frac{\left(0.6 \cdot \frac{\pi \cdot dm \cdot tfg \cdot fu}{\gamma m2}\right)}{1000} = 274.744 \quad kN$$

Nyírási ellenállás $n := 2$

$$Frdny := \frac{\left(n \cdot \frac{0.6 \cdot fub \cdot A}{\gamma m2}\right)}{1000} = 364.8 \quad kN$$

Gerenda homloklemez ellenállás

Gerenda öv feletti alsó csavarsor

$$ea := 2 \cdot d0 = 48 \quad ealk := 50 \quad mm \quad w := 110 \quad mm$$

$$ef := 2.5 \cdot d0 = 60 \quad efalk := 60 \quad mm \quad e := 55 \quad mm$$

$$ac := \frac{twg}{2} = 4.5 \quad af := \frac{tfg}{2} = 7.5$$

$$m := \frac{w}{2} - \frac{twg}{2} - 0.8 \cdot ac \cdot \sqrt{2} = 45.409$$

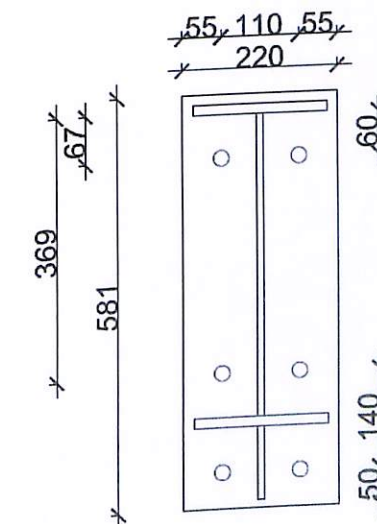
$$m2 := ef - 0.8 \cdot af \cdot \sqrt{2} = 51.515$$

$$balk := 220 \quad mm$$

$$p := 3 \cdot m = 136.226 \quad palk := 140 \quad mm$$

$$\lambda1 := \frac{m}{m+e} = 0.452$$

$$\lambda2 := \frac{m2}{m+e} = 0.513$$



Nem kör alakú töréskép esetén $\alpha := 6$

$$l_{eff} := \alpha \cdot m = 272.453 \quad mm$$

Homloklemez nyomatéki teherbírása

$$M_{plrd} := \frac{\left(0.25 \cdot l_{eff} \cdot t_{alk}^2 \cdot \frac{f_y}{\gamma_{mo}}\right)}{1000} = 6402.645 \quad kNmm$$

T elem 1. tönkremeneteli módja

$$F_{1rd} := 4 \cdot \left(\frac{M_{plrd}}{m}\right) = 564 \quad kN$$

T elem 2. tönkremeneteli módja

$$F_{2rd} := \frac{2 \cdot M_{plrd} + e \cdot 2 \cdot F_{rdh}}{m + e} = 366.53 \quad kN$$

T elem 3. tönkremeneteli módja

$$F_{3rd} := 2 \cdot F_{rdh} = 436.32 \quad kN$$

Legkisebb a mértékadó

$$F_{2rd} = 366.53 \quad kN$$

Gerenda öv alatti (külső) csavarsor

$$l_{eff} := e_a + \alpha \cdot m - (2 \cdot m + 0.625 \cdot e) = 195.26 \quad mm$$

Homloklemez nyomatéki teherbírása

$$M_{plrd} := \frac{\left(0.25 \cdot l_{eff} \cdot t_{alk}^2 \cdot \frac{f_y}{\gamma_{mo}}\right)}{1000} = 4588.618 \quad kNmm$$

T elem 1. tönkremeneteli módja

$$F_{1rd'} := 4 \cdot \left(\frac{M_{plrd}}{m}\right) = 404.205 \quad kN$$

T elem 2. tönkremeneteli módja

$$F_{2rd'} := \frac{2 \cdot M_{plrd} + e \cdot 2 \cdot F_{rdh}}{m + e} = 330.398 \quad kN$$

T elem 3. tönkrementési módja

$$F3rd' := 2 \cdot Frdh = 436.32 \quad kN$$

Legkisebb a mértékadó $F2rd' = 330.398 \quad kN$

Teljes homloklemez hajlítási ellenállás

csavarok távolsága

$$z1 := 364 \quad mm \quad z2 := 489 \quad mm$$

$$Mrd := \frac{(F2rd \cdot z1 + F2rd' \cdot z2)}{1000} = 294.981 \quad kNm$$

$$Mrd \geq Med$$

$$Med = 154.34 \quad kNm$$

MEGFELEL

Gerenda-Oszlop kapcsolat mellékrajzánál

**Oszlop
HEA400**

$tw := 11 \text{ mm}$
 $tf := 19 \text{ mm}$
 $ro := 27 \text{ mm}$

S235

$\gamma_{m0} := 1.0$

$\gamma_{m2} := 1.25$

$fy := 235 \frac{N}{mm^2}$

$fu := 360 \frac{N}{mm^2}$

$d := 2.9 \cdot tf \cdot \sqrt{\frac{fy}{fub}} = 26.711$

alkalmazott

$dalk := 27 \text{ mm}$
 $do := 30 \text{ mm}$
 $A := 573 \text{ mm}^2$
 $As := 245 \text{ mm}^2$

$e1 := 2 \cdot do = 60$

$e2 := 1.5 \cdot do = 45$

$p2 := 3 \cdot do = 90$

$p1 := 0$

**Gerenda
IPE400**

feltételezzük

M20 10.9 csavar

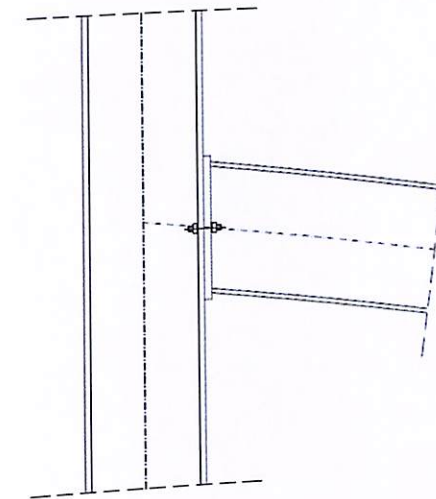
$fub := 1000 \frac{N}{mm^2}$

$fyb := 900 \frac{N}{mm^2}$

alkalmazott

$t := 0.36 \cdot dalk \cdot \sqrt{\frac{fub}{fy}} = 20.051$

$talk := 25 \text{ mm}$



$$\frac{e1}{3 \cdot do} = 0.667$$

$$\frac{fub}{fu} = 2.778 \quad \frac{p1}{3 \cdot do} = 0 \quad 1.0$$

Tehát a $\alpha b := \frac{e1}{3 \cdot do} = 0.667$

Húzott csavar ellenállása

Nyírási ellenállás $n := 1$

$$Frd := \frac{\left(n \cdot \frac{0.6 \cdot fub \cdot A}{\gamma m2} \right)}{1000} = 275.04 \quad kN$$

$$Frd > Ned \quad Ned := 256.02 \quad kN$$

MEGFELEL

Palást nyomás ellenállás

$$Frd := \frac{\left(2.5 \frac{\alpha b \cdot fu \cdot dalk \cdot talk}{\gamma m2} \right)}{1000} = 324 \quad kN$$

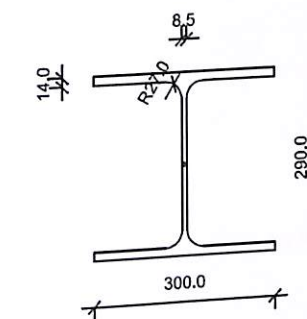
$$Frd > Ned \quad Ned = 256.02 \quad kN$$

MEGFELEL

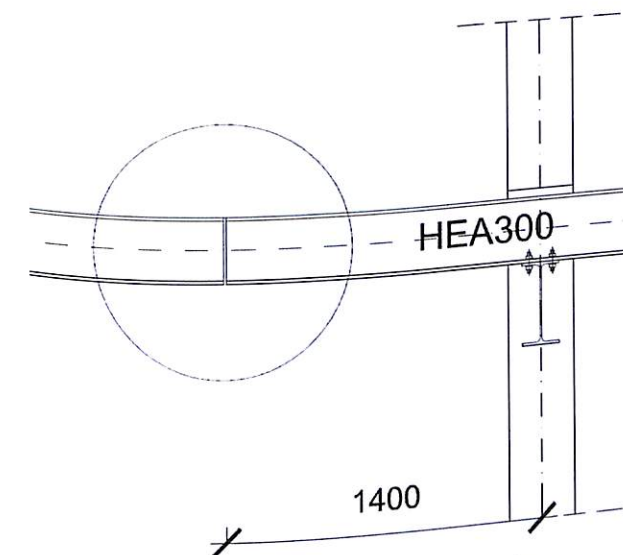
Daru tartó toldásának kapcsolata

HEB 300

$M20 \quad 8.8 \quad \gamma_{m0} := 1.0$
 $d := 20 \quad \gamma_{m2} := 1.25$
 $do := 22 \quad A := 11250$
 $Acs := 314 \quad I_y := 18260$
 $fy := 235 \quad Iz := 6310$
 $fu := 360 \quad Avz := 3728$
 $fyb := 640 \quad Wpl := 1383$
 $fub := 800 \quad h := 290$
 $\varepsilon := 1 \quad hw := 262$
 $b := 300$



$tw := 8.5 \quad mm$
 $tf := 14 \quad mm$
 $r := 27 \quad mm$



Keresztmetszet hajlítási ellenállás

$$I_{yel} := \frac{tw \cdot hw^3}{12} + 2 \cdot b \cdot tf \cdot 149.75^2 = 2.011 \cdot 10^8 \quad mm^4$$

$$W_{yel} := \frac{I_{yel}}{160} = 1.257 \cdot 10^6 \quad mm^3$$

$$M_{brd} := \frac{W_{yel} \cdot fy \cdot 10^{-6}}{\gamma_{m0}} = 295.38 \quad kNm$$

Övlemez toldása

$$\text{övheveder} := \frac{b - (2 \cdot r) - tw}{2} = 118.75$$

$$hevalk := 110 \text{ mm}$$

$$e2 := 1.5 \cdot do = 33 \quad e2a := 35 \text{ mm}$$

$$p2 := 3 \cdot do = 66 \quad p2a := 70 \text{ mm}$$

$$\frac{hevalk - (2 \cdot e2a)}{p2a} = 0.571 \quad \text{Tehát 1 sor csavar alkalmazható}$$

Szelvény húzási ellenállása

$$N_{plrd} := \frac{b \cdot hevalk \cdot fy \cdot 10^{-4}}{\gamma_{mo}} = 775.5 \text{ kN}$$

Csavarlyukkal gyengített szelvény törési tervezési ellenállás

$$A_{net} := (b - 4 \cdot do) \cdot tf = 2.968 \cdot 10^3$$

$$N_{urd} := 0.9 \cdot \frac{A_{net} \cdot fu \cdot 10^{-3}}{\gamma_{m2}} = 769.306 \text{ kN}$$

$$N_{trd} := N_{urd} = 769.306 \text{ kN}$$

Csavarok ellenállása

$$\text{Egy csavar nyírási ellenállása} \quad \begin{matrix} n := 2 \\ \alpha := 0.6 \end{matrix}$$

$$F_{vrd} := n \cdot \frac{\alpha \cdot A_{cs} \cdot f_{ub} \cdot 10^{-3}}{\gamma_{m2}} = 241.152 \text{ kN}$$

Egy csavar palástnyomási ellenállása

K1 számítás

k1 a méretfevételnél betartott szabályok miatt $k1 := 2.5$

-αb számítás

- minimum erő irányában szélső távolságra

$$-\frac{e2a}{3 \cdot do} = 0.53$$

$$\alpha b.sz := 0.53$$

$$-\frac{fub}{fu} = 2.222$$

$$-\frac{1}{1} = 1$$

-minimum erő irányában közbenső távolságra

$$-\frac{p2}{3 \cdot do} - \frac{1}{4} = 0.75$$

$$\alpha b.k := 0.75$$

$$-\frac{fub}{fu} = 2.222$$

$$-\frac{1}{1} = 1$$

Palástnyomási ellenállás $\gamma2 := 1.25$

$$Fbrd := \frac{\left(k1 \frac{\alpha b.sz \cdot fu \cdot d \cdot tf}{\gamma2} \right)}{1000} = 106.848 \quad kN$$

Csavarok darabszámának meghatározása

$$n := \frac{Ntrd}{Fbrd} = 7.2 \quad nalk := 8 db \quad \text{Tegát 2*4 db csavar kell}$$

$$lhev := 2 \cdot ((2 \cdot e2a) + (3 \cdot p2a)) = 560 \quad mm$$

Övlemez vastagságának meghatározása:

$$t := \frac{b \cdot t_f}{(b + (2 \cdot h_{ealk}))} = 8.077$$

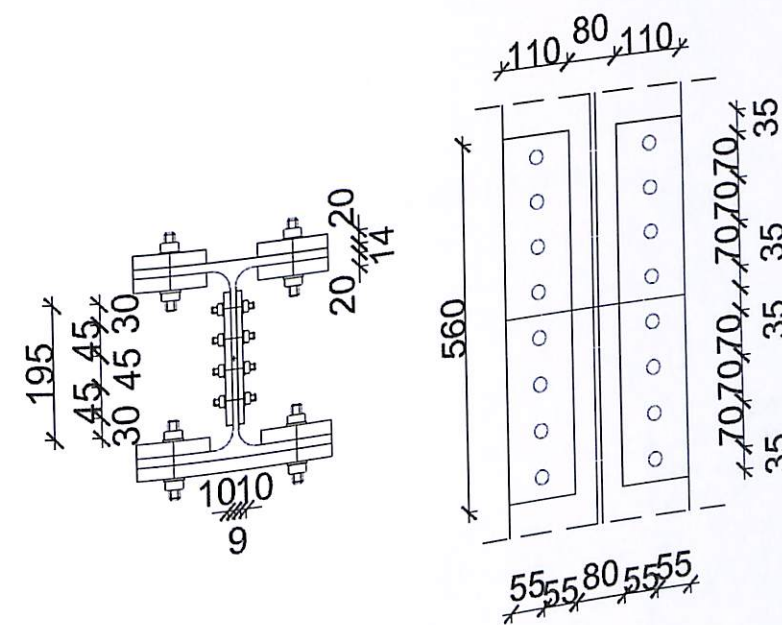
$$t := \frac{(b - (4 \cdot d_o)) \cdot t_f}{(b - (4 \cdot d_o)) + (2 \cdot (e_{2a} - (2 \cdot d_o)))} = 15.299$$

$$t_{alk} := 20 \text{ mm}$$

$$t_f = 14 \quad \square < \square \quad t_{alk} \cdot 2 = 40$$

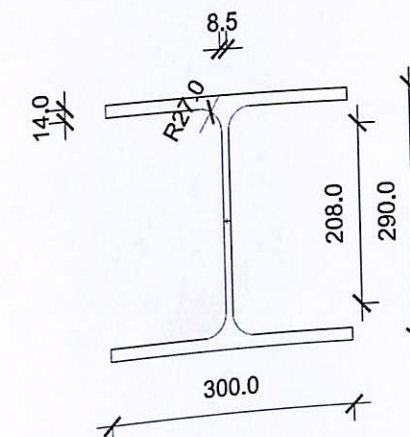
feltételezés helyes volt

Csavarkép



Gerinclemez toldása:

$$\begin{aligned} M14 & 10.9 \\ d &:= 14 \\ do &:= 15 \\ Acs &:= 154 \\ fy &:= 235 \\ fu &:= 430 \\ fyb &:= 900 & e2 &:= 2 \cdot do = 30 \\ fub &:= 1000 \\ \varepsilon &:= 1 & p2 &:= 3 \cdot do = 45 \end{aligned}$$



$$\frac{208 - (2 \cdot e2)}{p2} = 3.289 \quad \text{köz}$$

Tehát 4 csavar lehet egy oszlopban

$$Ved := 177.57 \quad kN \quad \text{Isd...Daruzámításnál} \quad z := 4.85 \, m$$

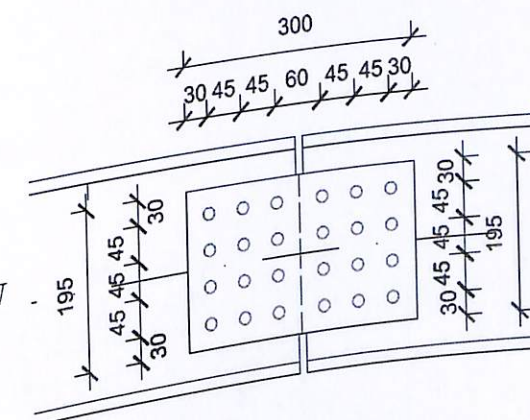
$$Ms := Ved \cdot z = 861.215 \quad kNm$$

$$I_{gerinc} := tw \cdot \frac{hw^3}{12} = 1.274 \cdot 10^7$$

$$Iy = 1.826 \cdot 10^4$$

$$M_{gbrd} := \frac{Ms \cdot I_{gerinc}}{Iy} = 60.083 \quad kNm$$

$$Fv := \frac{Ved \cdot 10^{-3}}{nalk} \cdot 1000 = 22.196 \quad kN$$



$$nalk := 12 \quad db$$

$$\Sigma(x^2 + y^2) \quad \text{táv} := (6 \cdot 22.5^2) + (6 \cdot 67.5^2) + (8 \cdot 45^2) = 46575 \quad mm^2$$

$$z := 67.5$$

$$x := 45$$

$$M_{abrd} \cdot z$$

$$M_{abrd} \cdot x$$

$$F_x := \frac{M_{gbrd} \cdot z}{táv} \cdot 1000 = 87.077 \text{ kN}$$

$$F_z := \frac{M_{gbrd} \cdot x}{táv} \cdot 1000 = 58.051 \text{ kN}$$

$$F_{ed} := \sqrt{F_x^2 + (F_z + F_v)^2} = 118.415 \text{ kN}$$

Csavarok ellenállása

Egy csavar nyírási ellenállása $n := 2$
 $\alpha := 0.6$

$$F_{vrd} := n \cdot \frac{\alpha \cdot A_{cs} \cdot f_{ub} \cdot 10^{-3}}{\gamma_{m2}} = 147.84 \text{ kN}$$

Palástnyomási ellenállás $\gamma_2 := 1.25$

$$F_{brd} := \frac{\left(k_1 \frac{\alpha b \cdot s_z \cdot f_u \cdot d \cdot t_f}{\gamma_2} \right)}{1000} = 89.337 \text{ kN}$$

$$F_{ed} = 118.415 \leq F_{rd} := F_{vrd} = 147.84 \text{ kN}$$

MEGFELEL

Gerinclemez vastagsága

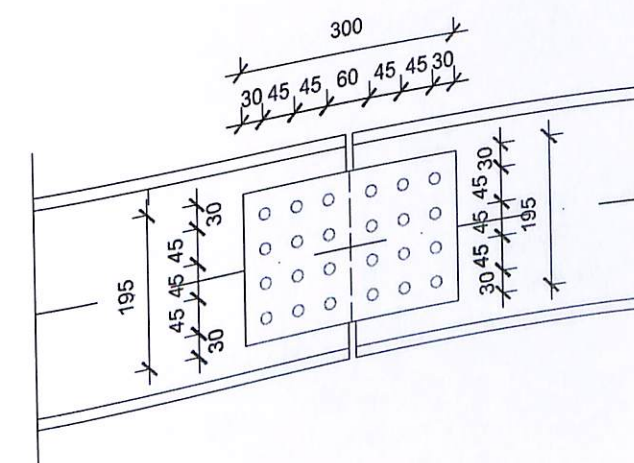
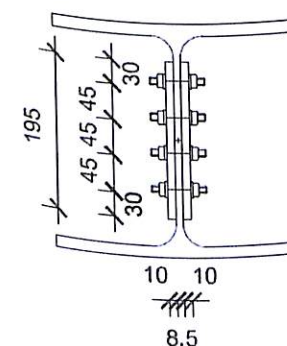
$$h_w = 262$$

$$t_w = 8.5$$

$$t := \frac{\left(\left(\frac{t_w \cdot (h_w^3)}{12} \right) \cdot 12 \right)}{(193^3)} = 10.632 \text{ mm}$$

$$t_{alk} := 10 \text{ mm}$$

Csavarkép



Talplemez oszlop kapcsolat

Oszlop HEA400

$I_{yo} := 45.07$
 $i_{yo} := 168.84 \text{ mm}$
 $i_{zo} := 73.4 \text{ mm}$
 $A_o := 15.9$
 $h_o := 352 \text{ mm}$
 $b_o := 300 \text{ mm}$
 $t_{wo} := 11 \text{ mm}$
 $t_{fo} := 19 \text{ mm}$
 $r_o := 27 \text{ mm}$

$M20 \quad 8.8 \quad \gamma_{m0} := 1.0$
 $d := 20$
 $d_o := 22 \quad \gamma_{m2} := 1.25$
 $A_{cs} := 314$

S235

$f_y := 235 \frac{N}{mm^2} \quad f_{yb} := 640 \frac{N}{mm^2}$

$f_u := 360 \frac{N}{mm^2} \quad f_{ub} := 800 \frac{N}{mm^2}$

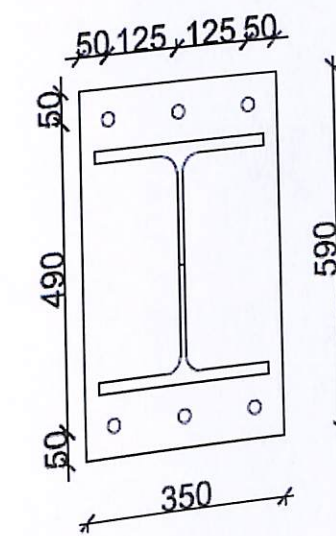
$\epsilon := 1$

$Med := 416.43 \text{ kNm}$

$Ned := 362.98 \text{ kN}$

Talplemez méretei

$b_t := 350 \text{ mm}$
 $h_t := 590 \text{ mm}$
 $t_v := 1.8 \cdot t_{fo} = 34.2$
 $t_{valk} := 35 \text{ mm}$

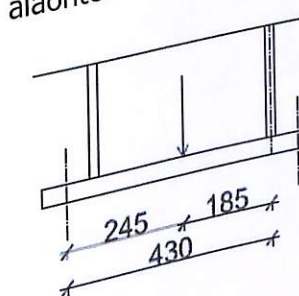


C20/25

$f_{ck} := 20 \frac{N}{mm^2} \quad f_{cd} := 13.3 \frac{N}{mm^2}$
 $\gamma_c := 1.5$

$e := \frac{Med}{Ned} \cdot 100 = 114.725 \text{ mm}$

aláöntés $v := 50 \text{ mm}$



$z_t := 245 \text{ mm}$
 $z_c := 185 \text{ mm}$
 $z := z_t + z_c = 430 \text{ mm}$

Nyomott T- elem ellenálása

$$\beta := 350 \cdot 0.2 = 70 \quad \beta > \beta_{lim} = 10 \quad \text{tehát} \quad \beta_j := \frac{2}{3}$$

$$\text{koncentráció} \quad k_j := 1$$

$$f_j := \beta_j \cdot k_j \cdot f_{cd} = 8.867$$

T- elem mérete

$$c := \left(t_{valk} \cdot \left(\sqrt{\frac{f_y}{(3 \cdot f_j \cdot \gamma_{mo})}} \right) \right) = 104.031 \quad \text{mm}$$

$$b_{eff} := 2 \cdot c + t_{fo} = 227.061 \quad \text{mm}$$

$$l_{eff} := b_t = 350 \quad \text{mm}$$

$$F_{crd} := \frac{f_j \cdot b_{eff} \cdot l_{eff}}{1000} = 704.647 \quad \text{kN}$$

Húzott T- elem ellenálása

$$e_x := 50 \quad e := 50 \quad w := 125$$

$$a := 4 \quad \text{mm}$$

$$m_x := 50 - 0.8 \cdot a \cdot \sqrt{2} = 45.475$$

$$l_{eff1} := 2 \cdot \pi \cdot m_x = 285.725$$

$$l_{eff2} := \pi \cdot m_x + w = 267.862$$

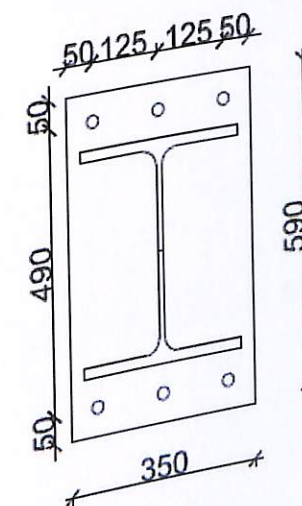
$$l_{eff3} := \pi \cdot m_x + 2 \cdot e = 242.862$$

$$l_{eff4} := 4 \cdot m_x + 1.25 \cdot e_x = 244.398$$

$$l_{eff5} := e + 2 \cdot m_x + 0.625 \cdot e_x = 172.199$$

$$l_{eff6} := 0.5 \cdot b_t = 175$$

$$l_{eff7} := 0.5 \cdot w + 2 \cdot m_x + 0.625 \cdot e_x = 184.699$$



$$\text{minimum} \\ l_{eff} := l_{eff5} = 172.199 \quad \text{mm}$$

Húzott csavarok ellenállásának számítása:

1 csavar húzásra

$$F_{trd} := \frac{0.9 \cdot f_{ub} \cdot A_{cs}}{\gamma_{m2} \cdot 1000} = 180.864 \quad kN$$

1 csavar kigombolódásra

$$B_{prd} := \frac{0.6 \cdot \pi \cdot d_o \cdot t_{fo} \cdot f_u}{\gamma_{m2} \cdot 1000} = 226.918 \quad kN$$

1 csavar nyírásra

$$F_{crd} := 3 \cdot \frac{0.6 \cdot f_{ub} \cdot A_{cs}}{\gamma_{m2} \cdot 1000} = 361.728 \quad kN$$

A csavarsor húzási ellenállása $3 \cdot \min(F_{trd}; B_{prd})$

$$F_{trd} := F_{trd} \cdot 3 = 542.592 \quad kN$$

Talplemez határnyomatéka

$$M_{plrd} := \frac{0.25 \cdot l_{eff} \cdot (t_{val} k^2) \cdot f_y}{\gamma_{m0} \cdot 1000000} = 12.393 \quad kNm$$

$$F_{trd1} := 3 \cdot \frac{M_{plrd}}{\left(\frac{mx}{100}\right)} \cdot 10 = 817.575 \quad kN$$

$$F_{trd2} := F_{trd} = 542.592 \quad kN$$

$$F_{Trd} := F_{trd2} = 542.592 \quad kN$$

Kapcsolat ellenállása:

$$\text{Nyomási} \quad \frac{N_{ed}}{F_{crd}} = 0.515 \quad \leq 1 \quad \text{MEGFELEL}$$

$$\text{Nyírási} \quad \frac{V_{ed}}{F_{crd}} = 0.252 \quad \leq 1 \quad \text{MEGFELEL}$$

Hajlítás

$$M_{jrd1} := \frac{\frac{F_{trd1} \cdot (z)}{\frac{zc}{e} + 1}}{100} = 747.995 \quad kN$$

$$Mjrd2 := \frac{\frac{-Fcrd \cdot (z)}{\frac{zt}{-1} - 1}}{-e} = 513.556 \quad kN$$

$$\frac{Med}{Mjrd2} = 0.811 \quad \square < 1 \quad \text{MEGFELEL}$$

I.7 FALVÁZOSZLOP MÉRETEZÉSE- SZÉLRÁCS MÉRETEZÉSE

Állandó terhek

axis-ból

Rétegrend

külső trapézlemez LTP45/0.7	$g_{ktl} := 0.68$	$a := 2.950 \text{ m}$
HEA 200 falvázoszlop	$g_o := 0.423$	$b := 1.600 \text{ m}$
hőszigetelés 15 cm	$g_{hsz} := 0.12$	$h := 8.138 \text{ m}$
párazáró fólia 0.1 cm	$g_{sz} := 0.014$	$n := 6 \text{ db}$
belső trapézlemez LTP45/0.7	$g_{btl} := 0.68$	

Burkolat súlya

$$t := a \cdot b = 4.72 \text{ m}^2$$

$$p_{burkolat} := t \cdot (g_{ktl} + g_{hsz} + g_{sz} + g_{btl}) + a \cdot g_o = 8.3 \frac{kN}{m}$$

$$G := g_o + (n \cdot p_{burkolat}) = 50.22 \text{ kN}$$

$$N_{ed} := G = 50.22 \text{ kN}$$

Szélteher

Terepkategória IV

$$z := 7400 + 200 + 200 + 45 + 1000 = 8845 \text{ mm}$$

szél torlónyomás

$$q_{pz} := 0.2955$$

"D" zóna

$$cpe10 := 0.8$$

$$pwenyD := a \cdot qpz \cdot cpe10 = 0.697$$

$$pwd := 1.5 \cdot pwenyD = 1.046 \quad kN$$

Teherbírási

$$Med := \frac{pwd \cdot h^2}{8} = 8.66 \quad kNm$$

$$Ved := \frac{pwd \cdot h}{2} = 4.256 \quad kN$$

Szélrács méretezése

$$l := 16 \quad m$$

$$Med := 154.34 \quad kNm$$

$$h := 0.217$$

$$Ned := \frac{Med}{h} = 711.244 \quad kN$$

merevítéshez kapcsolt főtartók száma

$$m := \frac{6}{2} = 3$$

$$\alpha m := \sqrt{0.5 \cdot \left(1 + \frac{1}{m}\right)} = 0.816$$

$$eo := \frac{\alpha m \cdot l}{500} = 0.026 \quad m$$

$$\delta o := \frac{l}{2500} = 0.006 \quad m$$

$$q := 8 \cdot m \cdot Ned \cdot \frac{eo + \delta o}{l^2} = 2.169$$

$$Ved2 := \frac{q \cdot l}{2} = 17.351 \quad kN$$

$$V := Ved + Ved2 = 21.608 \quad kN$$

$$\frac{V}{2} = 10.804 \quad kN$$

$$SVed := V \cdot \frac{s}{t} = 49.698 \quad kN$$

$$s := 7.59 \quad m$$

$$t := 3.3 \quad m$$

$$\gamma_{mo} := 1$$

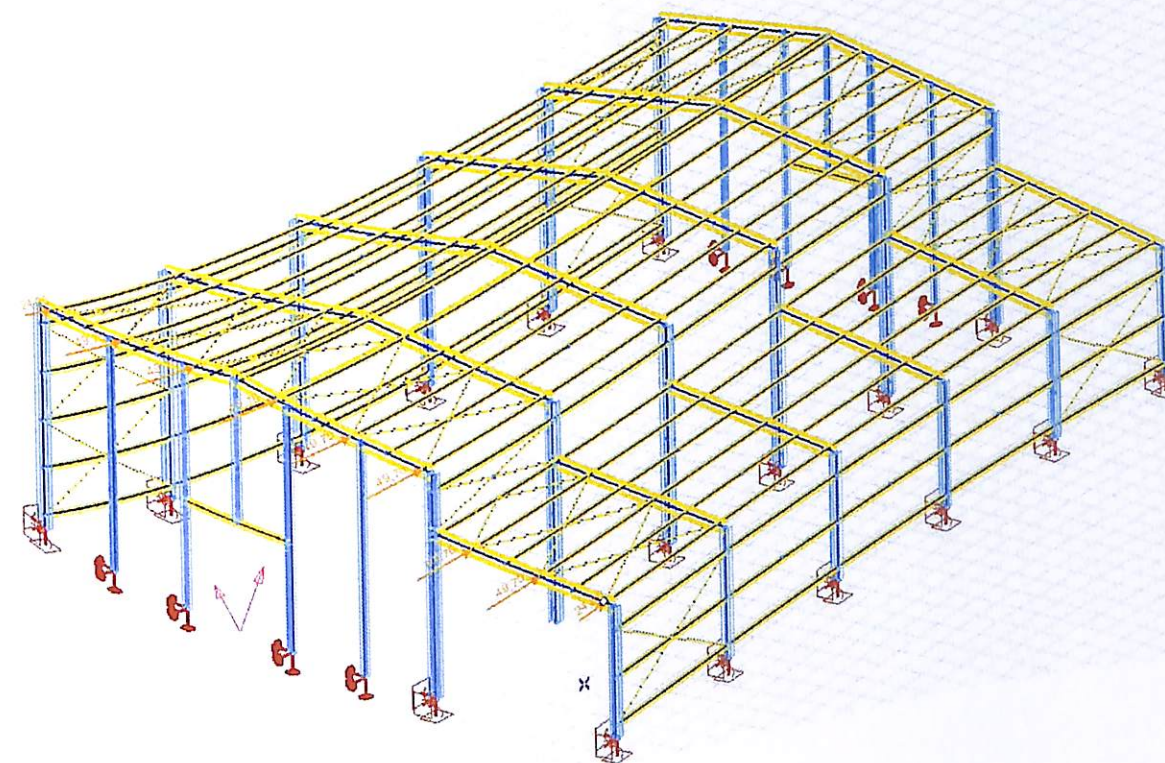
$$f_y := 235 \frac{N}{mm^2}$$

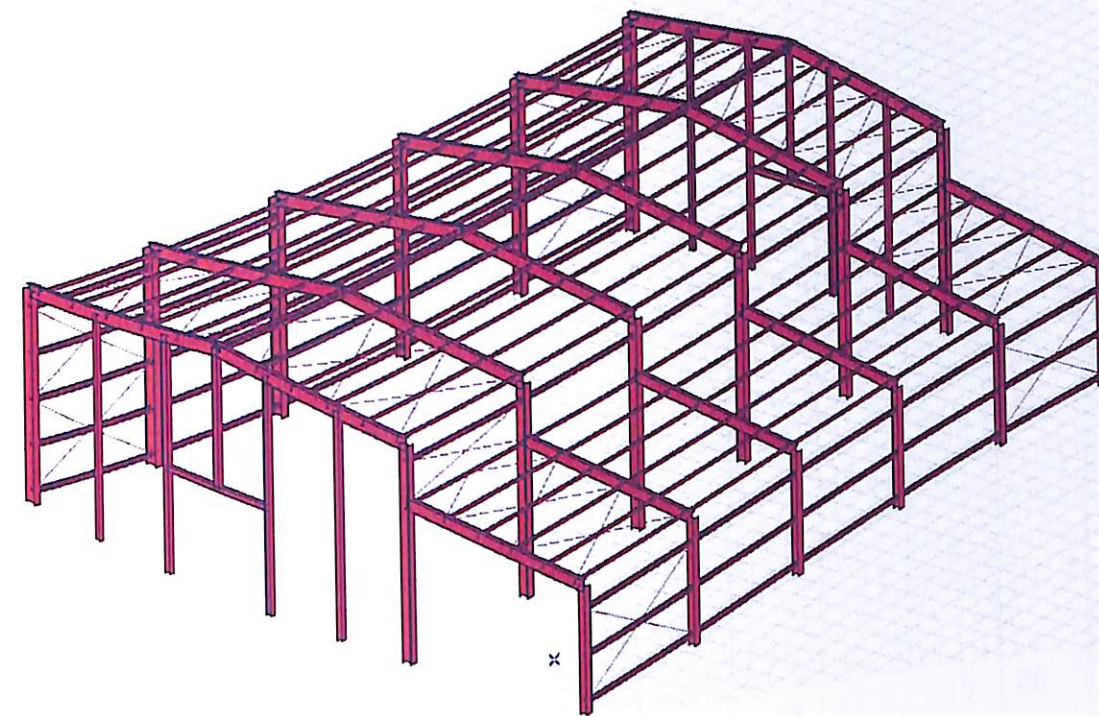
$$\phi := 20$$

$$A := \frac{\phi^2 \pi}{4} = 314.159$$

$$L_{cr} := L = 3.497$$

$$N_{rd} := \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{mo}} = 73.827 \quad kN \quad \square > \square \quad S_{Ved} = 49.698 \quad kN$$





I.8 ALAPOZÁS TERVEZÉS

ÁLTALÁNOS FURÁS SZERLVÉNY

	Pd (t/m3)	Pn (t/m3)	Fi (o)	C (kPa)	E (MN/m2)
▼+0,000					
▼-0,600					
▼-6,300					
▼-8,000					
▼-8,800					
▼-10,000					
humusz					
barnás szürke agyag (tömör)	1,85	2,20	17	115	20
sárga iszapos soványa agyag	1,80	2,10	12	80	12
iszapos homok	1,75	1,90	30	20	28

HEA400 oszlop alatti alaptest

Alaptest súlya:

$$\begin{aligned} B &:= 2.60 & b &:= 1.00 \\ L &:= 2.30 & l &:= 1.00 \\ H &:= 1.40 \\ h &:= 0.50 & t &:= 0.9 \end{aligned}$$

beton sűrűsége

$$\begin{aligned} \gamma_g &:= 1.35 & \gamma_b &:= 25 & \frac{kN}{m^3} \\ \gamma_q &:= 1.5 \end{aligned}$$

Alaptest súlya:

$$G_a := B \cdot L \cdot h \cdot \gamma_b = 74.75 \quad kN$$

Alaptest feletti föld súlya:

$$G_f := (B \cdot L - b \cdot l) \cdot (t \cdot \gamma)$$

$$G_f := (B \cdot L - b \cdot l) \cdot (t \cdot 18.5) = 82.917 \quad kN$$

Alaptestre ható felhajtóerő:

$$F_f := 0 \quad kN$$

Talajvízszint 8 m mélyen van

Szerkezeti terhelés AXIS:

$$G_{vk} := 363 \quad kN$$

Alapra jutó tervezési érték:

$$V_d := \gamma_g \cdot (G_{vk} + G_a + (G_f - F_f)) = 702.9 \quad \frac{kN}{m}$$

$$V_k := \frac{V_d}{\gamma_g} = 520.667$$

$$N_{ed} := V_k = 520.667$$

$$M_{ed} := 416 + 140 \cdot H = 612$$

$$e_o := \frac{M_{ed}}{N_{ed}} = 1.175 \quad m$$

Alap dolgozó szélessége

$$B' := B - 2 \cdot e_o = 0.249$$

Alap dolgozó hosszúsága

$$L' := L = 2.3 \quad m$$

Talaj Ellenőrzése:

$$\varphi := 17$$

$$\varphi. := \frac{\varphi}{360} \cdot (2 \cdot \pi) = 0.297 \quad rad$$

$$tg\varphi := 0.305$$

$$ctg\varphi := \frac{1}{tg\varphi} = 3.279$$

$$\sin\varphi := 0.192$$

$$\alpha := 45 + \frac{\varphi}{2} = 53.5$$

$$tg\alpha := 1.3514$$

$$e^{(3.14 \cdot 0.305)} = 2.606$$

Teherbírási tényezők

$$Nq := e^{(\pi \cdot tg\varphi)} \cdot \left(\frac{tg^2}{2} \left(45 + \frac{\varphi}{2} \right) \right) \quad Nq := 2.606 \cdot (1.3514^2) = 4.759$$

$$Nc := (Nq - 1) \cdot ctg\varphi = 12.326$$

$$N\gamma := 2 (Nq - 1) \cdot tg\varphi = 2.293$$

Alaki tényezők

$$sq := 1 + \frac{B'}{L'} \cdot \sin\varphi = 1.021$$

$$sc := \frac{(sq \cdot Nq - 1)}{Nq - 1} = 1.026$$

$$s\gamma := 1 - \left(0.3 \cdot \frac{B'}{L'} \right) = 0.967$$

Alap alatti térfogatsúly

$$\gamma' := 18.5 \quad \frac{kN}{m^3}$$

Alap ferdeségi tényezői

$$bq := 1$$

$$bc := 1$$

$$b\gamma := 1$$

Alap dolgozó területe

$$A' := B' \cdot L' = 0.573 \quad m^2$$

Teljes ferdeségi tényezői

$$iq := 1$$

$$ic := 1$$

$$i\gamma := 1$$

Hatékony feszültséghez tartó kohézió

$$c := 115$$

Hatékony takarási feszültség

$$q := h \cdot \varphi = 8.5$$

$$Rk := A' \cdot (q \cdot Nq \cdot bq \cdot sq \cdot iq + c \cdot Nc \cdot bc \cdot sc \cdot ic + 0.5 \cdot B' \cdot \gamma' \cdot N\gamma \cdot b\gamma \cdot s\gamma \cdot i\gamma) = 860.306 \quad \frac{kN}{m^2}$$

$$Rk \geq Vd$$

Talajtörési ellenállás
tervezési értéke

$$\frac{Rk}{1.4} = 614.504$$

kN

■ > ■

$$Vd = 702.9$$

kN

MEGFELEL

HEA300 oszlop alatti alaptest

Alaptest súlya:

$$\begin{aligned} B &:= 1.50 & b &:= 1.00 \\ L &:= 1.50 & l &:= 1.00 \\ H &:= 1.40 \\ h &:= 0.5 & t &:= 0.9 \end{aligned}$$

beton sűrűsége

$$\begin{aligned} \gamma_g &:= 1.35 & \gamma_b &:= 25 & \frac{kN}{m^3} \\ \gamma_q &:= 1.5 \end{aligned}$$

Alaptest súlya:

$$G_a := B \cdot L \cdot h \cdot \gamma_b = 28.125 \quad kN$$

Alaptest feletti föld súlya:

$$G_f := (B \cdot L - b \cdot l) \cdot (t \cdot \gamma) = 20.813 \quad kN$$

Alaptestre ható felhajtóerő:

$$F_f := 0 \quad kN$$

Talajvízszint 8 m mélyen van

$$G_{vk} := 114.65 \quad kN$$

Szerkezeti terhelés AXIS:

Alapra jutó tervezési érték:

$$V_d := \gamma_g \cdot (G_{vk} + G_a + (G_f - F_f)) = 220.843 \quad \frac{kN}{m}$$

$$V_k := \frac{V_d}{\gamma_g} = 163.588 \quad \frac{kN}{m}$$

$$M_{ed} := 9.23 + 28.73 \cdot H = 49.452$$

$$N_{ed} := V_k = 163.588$$

$$e_o := \frac{M_{ed}}{N_{ed}} = 0.302 \quad m$$

Alap dolgozó szélessége

$$B' := B - 2 \cdot e_o = 0.895$$

Alap dolgozó hosszúsága

$$L' := L = 1.5 \quad m$$

Talaj Ellenőrzése:

$$\varphi := 17$$

$$\varphi := \frac{\varphi}{360} \cdot (2 \cdot \pi) = 0.297 \quad \text{rad}$$

$$\text{tg}\varphi := 0.305$$

$$\text{ctg}\varphi := \frac{1}{\text{tg}\varphi} = 3.279$$

$$\sin\varphi := 0.192$$

$$\alpha := 45 + \frac{\varphi}{2} = 53.5$$

$$\text{tg}\alpha := 1.3514$$

$$e^{(3.14 \cdot 0.305)} = 2.606$$

Telherbírásí tényezők

$$Nq := e^{(\pi \cdot \text{tg}\varphi)} \cdot \left(\text{tg}^2 \left(45 + \frac{\varphi}{2} \right) \right)$$

$$Nc := (Nq - 1) \cdot \text{ctg}\varphi = 12.326$$

$$N\gamma := 2 (Nq - 1) \cdot \text{tg}\varphi = 2.293$$

$$Nq := 2.606 \cdot (1.3514^2) = 4.759$$

Alaki tényezők

$$sq := 1 + \frac{B'}{L'} \cdot \sin\varphi = 1.115$$

$$sc := \frac{(sq \cdot Nq - 1)}{Nq - 1} = 1.145$$

$$s\gamma := 1 - \left(0.3 \cdot \frac{B'}{L'} \right) = 0.821$$

Hatékony feszültséghez tartzó kohézió

$$c := 115$$

Alap alatti térfogatsúly

$$\gamma' := 18.5 \quad \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$$

Alap ferdeségi tényezők

$$\begin{aligned} bq &:= 1 \\ bc &:= 1 \\ b\gamma &:= 1 \end{aligned}$$

Alap dolgozó területe

$$A' := B' \cdot L' = 1.343 \quad \text{m}^2$$

Telher ferdeségi tényezők

$$\begin{aligned} iq &:= 1 \\ ic &:= 1 \\ i\gamma &:= 1 \end{aligned}$$

Hatékony takarási feszültség

$$q := h \cdot \varphi = 8.5$$

$$Rk := A' \cdot (q \cdot Nq \cdot bq \cdot sq \cdot iq + c \cdot Nc \cdot bc \cdot sc \cdot ic + 0.5 \cdot B' \cdot \gamma' \cdot N\gamma \cdot b\gamma \cdot s\gamma \cdot i\gamma) = 2261.513 \quad \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$Rk \geq Vd$$

$$\square > \square$$

$$Vd = 220.843 \quad \text{kN}$$

Talajtörési ellenállás
tervezési értéke

$$\frac{Rk}{1.4} = 1615.367 \quad \text{kN}$$

MEGFELEL

II.1 MELLÉKHAJÓ MÉRETEZÉSE

Állandó terhek

axis-ból

Rétegrend

külső trapézlemez LTP45/0.7 $g_{ktl} := 0.068$
 z szelemen Z200 $g_z := 0.0724$
 hőszigetelés 15 cm $g_{hsz} := 0.12$
 párazáró fólia 0.1 cm $g_{sz} := 0.014$
 belső trapézlemez LTP45/0.7 $g_{btl} := 0.068$

Burkolat súlya

$$p_{burkolat} := t \cdot (g_{ktl} + g_{hsz} + g_{sz} + g_{btl}) + \frac{(t \cdot g_z)}{t_z} = 1.782 \frac{kN}{m}$$

$t := 5.6 \text{ m}$ $t_z := 1.5 \text{ m}$

Állandó jellegű hasznos teher gépészet

$$F_g := 5 \text{ kN}$$

Hóteher (vetületi teher)

$$s_k := 1.25 + \frac{A - 400}{400} = 1.35$$

$$c_e := 1.2 \text{ védett}$$

$$c_t := 1.0 \quad h := 2.0 \text{ m}$$

$$\mu_w := \frac{(b_1 + b_2)}{2 \cdot h} = 6 \text{ m}$$

$$\mu_w := \frac{\gamma \cdot h}{s_k} = 2.963$$

$$\mu_1 := \mu_s + \mu_w = 2.963$$

$$s_1 := c_e \cdot c_t \cdot \mu_1 \cdot s_k = 4.8$$

$$A := 440 \text{ m}$$

$$b_1 := 16 \text{ m}$$

$$b_2 := 8 \text{ m}$$

$$\gamma := 2 \frac{kN}{m^3}$$

$$0.8 \leq \mu_w \leq 4 \quad \mu_s := 0$$

$$t := 5.6 \text{ m}$$

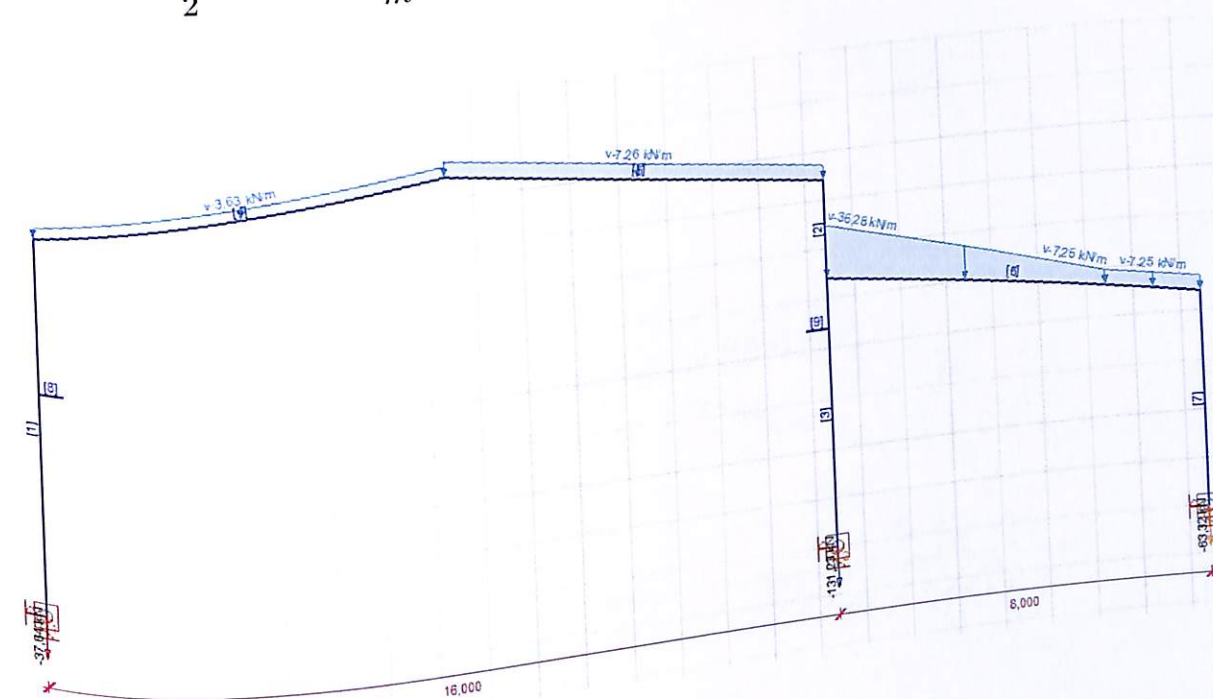
$$l_s := 2 \cdot h = 4 \text{ m}$$

$$\mu_2 := 0.8$$

$$s_2 := c_e \cdot c_t \cdot \mu_2 \cdot s_k = 1.296$$

$$psk1 := t \cdot s1 = 36.2 \frac{kN}{m} \quad psk1. := t \cdot s2 = 7.258 \frac{kN}{m}$$

$$psk1' := \frac{psk1}{2} = 18.1 \frac{kN}{m} \quad psk1'. := \frac{psk1.}{2} = 3.629 \frac{kN}{m}$$



Szélteher

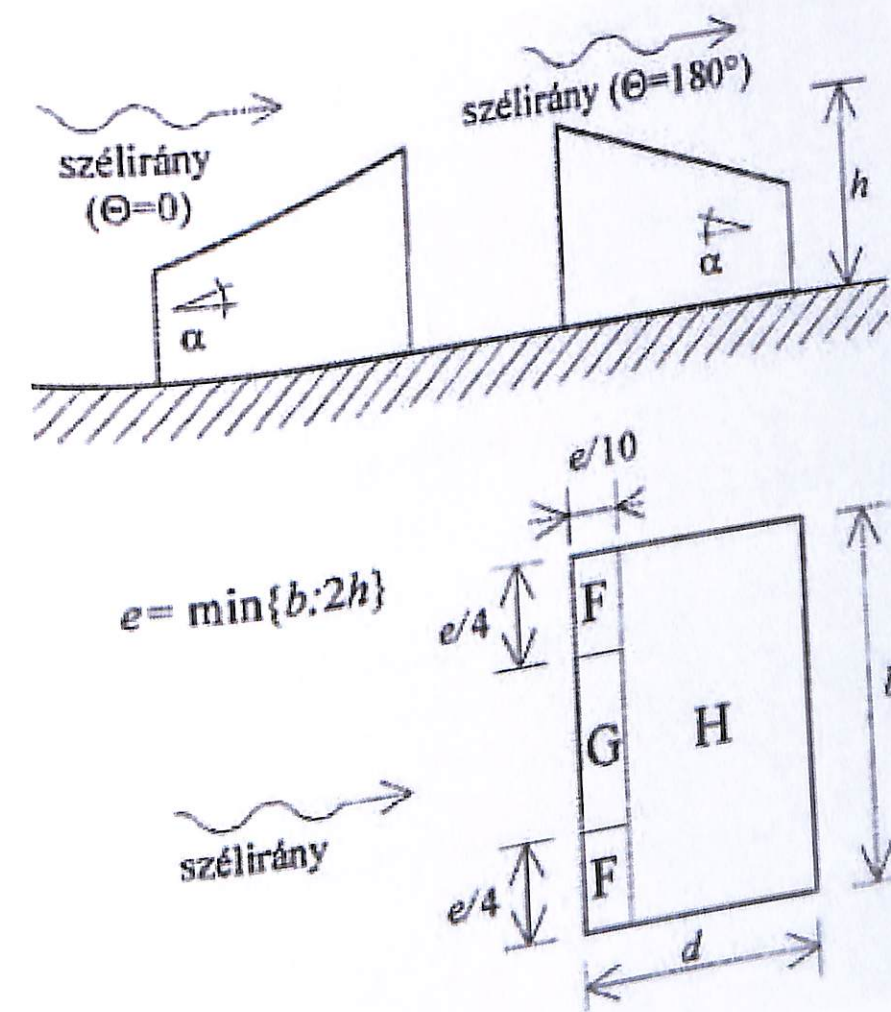
Keresztirányú-Külső

$$z := 5400 + 200 + 200 + 45 = 5845 \text{ mm} \quad \text{szél torlónyomás} \quad q_{pz} := 0.2955$$

$$e := 2 \cdot z = 11690 \text{ mm}$$

$$\frac{e}{4} = 2922.5 \text{ mm}$$

$$\frac{e}{10} = 1169 \text{ mm}$$



"F" zóna

$$\alpha := 7 \quad t := 0.123 \quad m$$

$$5^\circ \quad cpe10 := -1.7$$

$$15^\circ \quad cpe10' := -0.9$$

$$cpe1 := \left(\frac{(cpe10' - cpe10)}{15 - 5} \right) \cdot (\alpha - 5) + (cpe10) = -1.54$$

$$pweszFk' := t \cdot qpz \cdot cpe1 = -0.056 \quad \frac{kN}{m}$$

$$5^\circ \quad cpe.10 := 0.0$$

$$15^\circ \quad cpe.10' := 0.2$$

$$cpe2 := \left(\frac{(cpe.10' - cpe.10)}{15 - 5} \right) \cdot (\alpha - 5) + (cpe.10) = 0.04$$

$$pweszFk := t \cdot qpz \cdot cpe2 = 0.001 \quad \frac{kN}{m}$$

"G" zóna

$$\alpha := 7 \quad t := 5.477 \quad m$$

$$5^\circ \quad cpe10 := -1.2$$

$$15^\circ \quad cpe10' := -0.8$$

$$cpe1 := \left(\frac{(cpe10' - cpe10)}{15 - 5} \right) \cdot (\alpha - 5) + (cpe10) = -1.12$$

$$pweszGk' := t \cdot qpz \cdot cpe1 = -1.813 \quad \frac{kN}{m}$$

$$5^\circ \quad cpe.10 := 0.0$$

$$15^\circ \quad cpe.10' := 0.2$$

$$cpe2 := \left(\frac{(cpe.10' - cpe.10)}{15 - 5} \right) \cdot (\alpha - 5) + (cpe.10) = 0.04$$

$$pweszGk := t \cdot qpz \cdot cpe2 = 0.065 \quad \frac{kN}{m}$$

$$pweszf.g := pweszFk + pweszGk = 0.066 \quad \frac{kN}{m}$$

$$\alpha := 7 \quad t := 5.6 \quad m$$

"H" zóna

$$\begin{aligned} 5^\circ \quad c_{pe10} &:= -0.6 \\ 15^\circ \quad c_{pe10'} &:= -0.3 \end{aligned}$$

$$c_{pe1} := \left(\frac{c_{pe10'} - c_{pe10}}{15 - 5} \right) \cdot (\alpha - 5) + c_{pe10} = -0.54$$

$$p_{weszHk'} := t \cdot q_{pz} \cdot c_{pe1} = -0.894 \quad \frac{kN}{m}$$

$$\begin{aligned} 5^\circ \quad c_{pe.10} &:= 0.0 \\ 15^\circ \quad c_{pe.10'} &:= 0.2 \end{aligned}$$

$$c_{pe2} := \left(\frac{c_{pe.10'} - c_{pe.10}}{15 - 5} \right) \cdot (\alpha - 5) + c_{pe.10} = 0.04$$

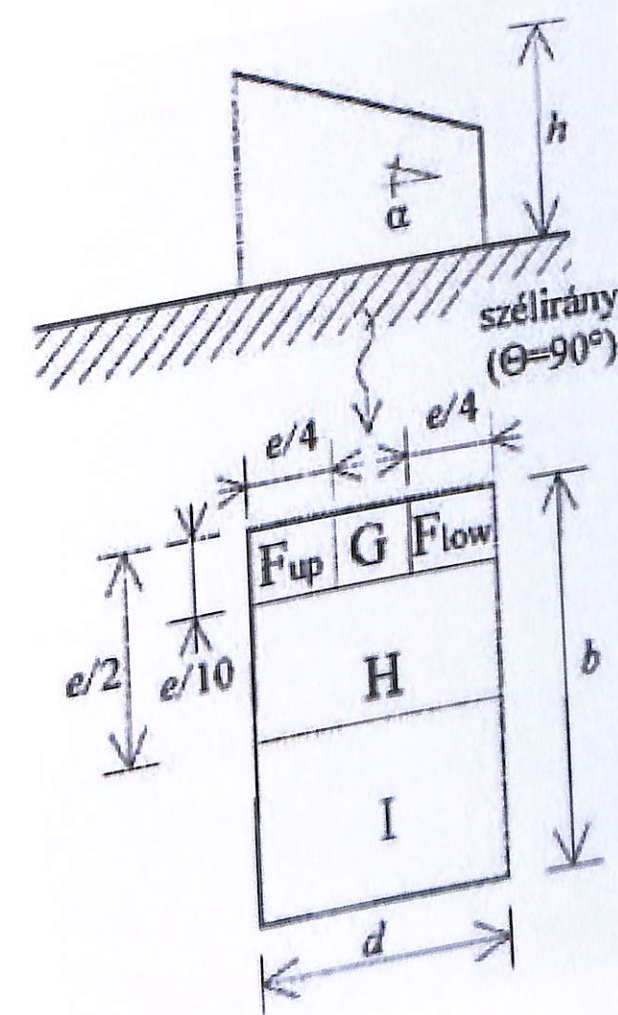
$$p_{weszHk} := t \cdot q_{pz} \cdot c_{pe2} = 0.066 \quad \frac{kN}{m}$$

Hosszirányú-Kölső

$$\frac{e}{4} = 2.923 \cdot 10^3 \text{ mm}$$

$$\frac{e}{10} = 1.169 \cdot 10^3 \text{ mm}$$

$$\frac{e}{2} = 5.845 \cdot 10^3 \text{ mm}$$



"H" zóna

$$\alpha := 7 \quad t := 3.045 \text{ m}$$

$$5^\circ \quad cpe10 := -0.6$$

$$15^\circ \quad cpe10' := -0.8$$

$$cpe1 := \left(\frac{(cpe10' - cpe10)}{15 - 5} \right) \cdot (\alpha - 5) + (cpe10) = -0.64$$

$$pweszHk' := t \cdot qpz \cdot cpe1 = -0.576 \quad \frac{kN}{m}$$

$$\alpha := 7 \quad t := 2.555 \text{ m}$$

"I" zóna

$$5^\circ \quad cpe10 := -0.5$$

$$15^\circ \quad cpe10' := -0.7$$

$$cpe1 := \left(\frac{(cpe10' - cpe10)}{15 - 5} \right) \cdot (\alpha - 5) + (cpe10) = -0.54$$

$$pweszIk' := t \cdot qpz \cdot cpe1 = -0.408 \quad \frac{kN}{m}$$

$$pweszH.i := pweszHk' + pweszIk' = -0.984 \quad \frac{kN}{m}$$

II.2 Z SZELEMEN MÉRETEZÉSE

Hóteher

$$s1 = 4.8 \quad \frac{kN}{m^2}$$

$$s2 = 1.296 \quad \frac{kN}{m^2}$$

$$s := \frac{s1 + s2}{2} = 3.048 \quad \frac{kN}{m^2}$$

$$t := 1 \quad m$$

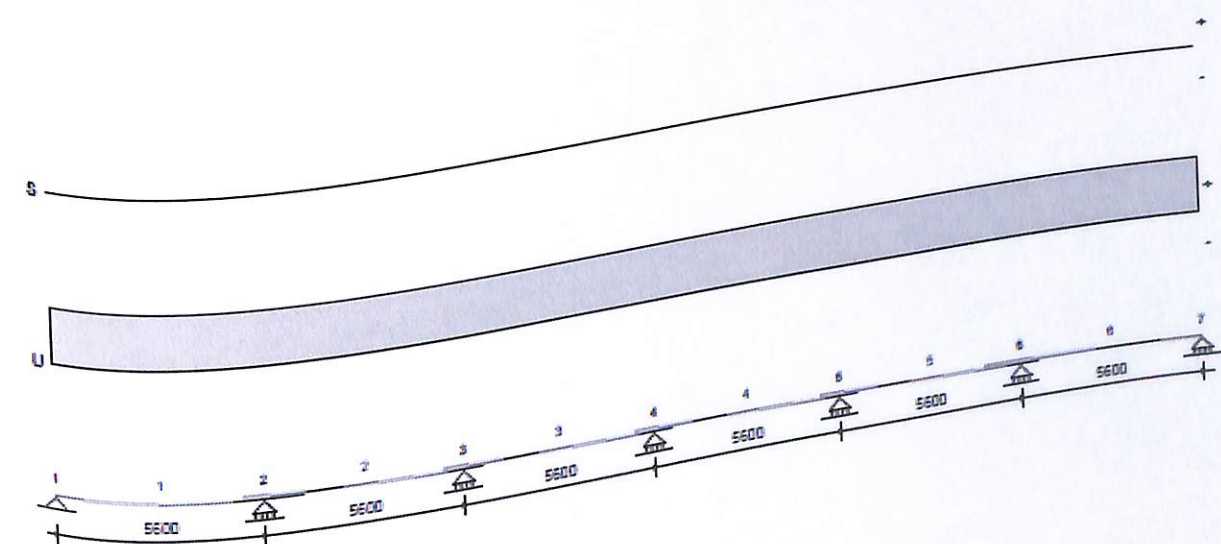
$$Ps := t \cdot s = 3.048 \quad \frac{kN}{m}$$

$$Pburk := 0.236 \quad \frac{kN}{m}$$

Teherkombináció ULS

$$P := Ps \cdot 1.5 + Pburk \cdot 1.35 = 4.891 \quad \frac{kN}{m}$$

Z200



Alapbeállítások

Funkció: Z profil

Ország: Magyarország

Szerkezeti beállítások

Szelvény: Z200

Statikai rendszer: Alfedéses

Elhelyezés: Erős

Csavarok: 4,6

Megtámasztás: Felső öv: Folytatódagos/Alsó öv: Folytatódagos

Lemez / Megtámasztások (mm): LTP45 0,6

Csavar: 2 hullám

Lehajlás-számítás paraméterei

Lehajlási határ (nyrtás): $L / 150$

Lehajlási határ (konzol): $L / 150$

Eredmények

ULS: 79%

SLS: 0%

Geometria						Nyílások		Csuklók	
No.	Pozíció [mm]	Típus	Támaszok		L2 [mm]	Méret [mm]	Vastagság 1 [mm]	Vastagság 2 [mm]	Pozíció [mm]
			Szélesség [mm]	L1 [mm]					
1	0	H	0	560	1120	5600	2	-	
2	5600	O	0	560	560	5600	2	-	
3	11200	O	0	560	560	5600	2	-	
4	16800	O	0	560	560	5600	2	-	
5	22400	O	0	1120	-	5600	2	-	
6	28000	O	0	-	-	5600	2	-	
7	33600	H	0	-	-	5600	2	-	

Terhek							ULS/SLS
No.	Tipus	Kezdőpont	Végpont	Kezdőint. 4,69	Végint.	Szélesség	
1	U						ULS

II.3 TRAPÉZLEMEZ MÉRETEZÉSE

Állandó teher

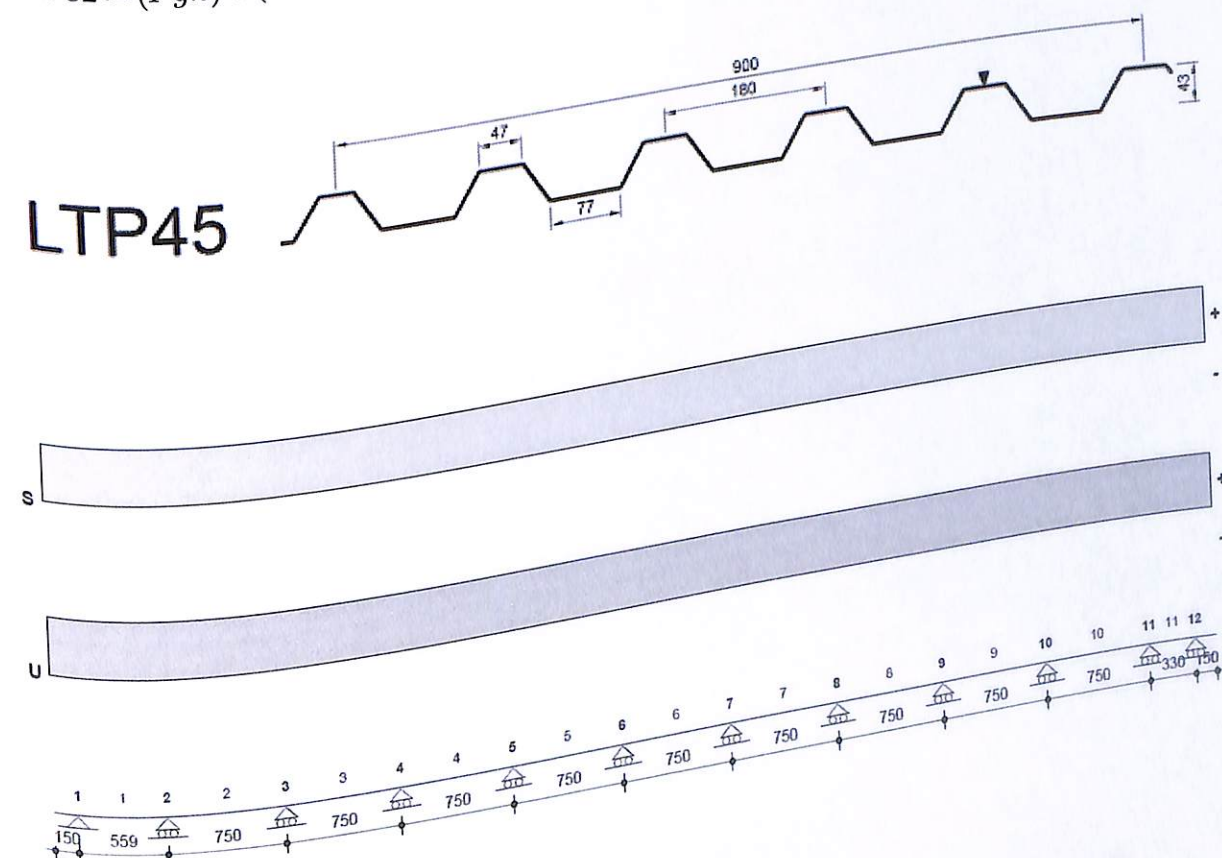
$$g_{ktl} := 0.07 \quad t := 1.0 \text{ m} \quad \alpha := 7$$

$$P_{gk} := t \cdot g_{ktl} = 0.07 \quad \frac{kN}{m}$$

$$P_s = 3.048 \quad \frac{kN}{m}$$

ULS önsúly+hó+szélzivás $P_{u1} := (1.35 \cdot P_{gk}) + (1.5 \cdot P_s) + (0.6 \cdot 1.5 \cdot p_{wezGk'}) = 3.035 \quad \frac{kN}{m}$

SLS $P_{s2} := (P_{gk}) + (P_s) + (0.6 \cdot p_{wezGk'}) = 2.03 \quad \frac{kN}{m}$



Alapbeállítások

Projectnév: Trapezlemez

Funkció: Tetőlemez

Ország: Magyarország

Szerkezeti beállítások

Szelvény: LTP45

Statikai rendszer: Folytatódagós

Elhelyezés: Keskeny öv felől

Átfedés: 1

Lehajlás-számítás paraméterei

Lehajlási határ (nyílás): L / 150

Lehajlási határ (konzol): L / 150

Eredmények

ULS: 40%

SLS: 2%

Geometria						Nyílások			Cauklók
No.	Támaszok		L1 [mm]	L2 [mm]	Méret [mm]	Vastagság 1 [mm]	Vastagság 2 [mm]	Pozíció [mm]	Pozíció [mm]
	Pozíció [mm]	Tipus	Szélesség [mm]						
1	0	C	50	150	559	0,4	-	-	-
2	559	C	50	-	750	0,4	-	-	-
3	1309	C	50	-	750	0,4	-	-	-
4	2059	C	50	-	750	0,4	-	-	-
5	2809	C	50	-	750	0,4	-	-	-
6	3559	C	50	-	750	0,4	-	-	-
7	4309	C	50	-	750	0,4	-	-	-
8	5059	C	50	-	750	0,4	-	-	-
9	5809	C	50	-	330	0,4	-	-	-
10	6559	C	50	150	-	-	-	-	-
11	7309	C	50	-	-	-	-	-	-
12	7639	C	50	-	-	-	-	-	-

Terhek							ULS/SLS
No.	Tipus	Kezdőpont	Végpont	Kezdőint.	Végint.	Szélesség	ULS
							SLS
1	U			3,04			
2	U			2,03			

II.4 MELLÉKHAJÓ VIZSGÁLATA

Keresztmetszetek ellenőrzése

Oszlop
HEA300

$$\lambda_e := 93.9$$

$$\gamma_{m1} := 1.0$$

$$f_y := 235 \frac{N}{mm^2}$$

$$\gamma_{m0} := 1.0$$

$$I_{yo} := 18.2678$$

$$i_{yo} := 127 \text{ mm}$$

$$i_{zo} := 75 \text{ mm}$$

$$A_{yo} := 7.671$$

$$A_{zo} := 2.433$$

$$h_o := 290 \text{ mm}$$

$$b_o := 300 \text{ mm}$$

$$t_{wo} := 9 \text{ mm}$$

$$t_{fo} := 14 \text{ mm}$$

$$r_o := 27 \text{ mm}$$

$$W_{pl} := 1.383$$

$$A_v := 3.728$$

Ellenőrzés nyomásra

$$N_{crd} := \frac{A_{yo} \cdot f_y}{\gamma_{m0}} = 1802.685 \text{ kN}$$

Ellenőrzés tiszta hajlítás

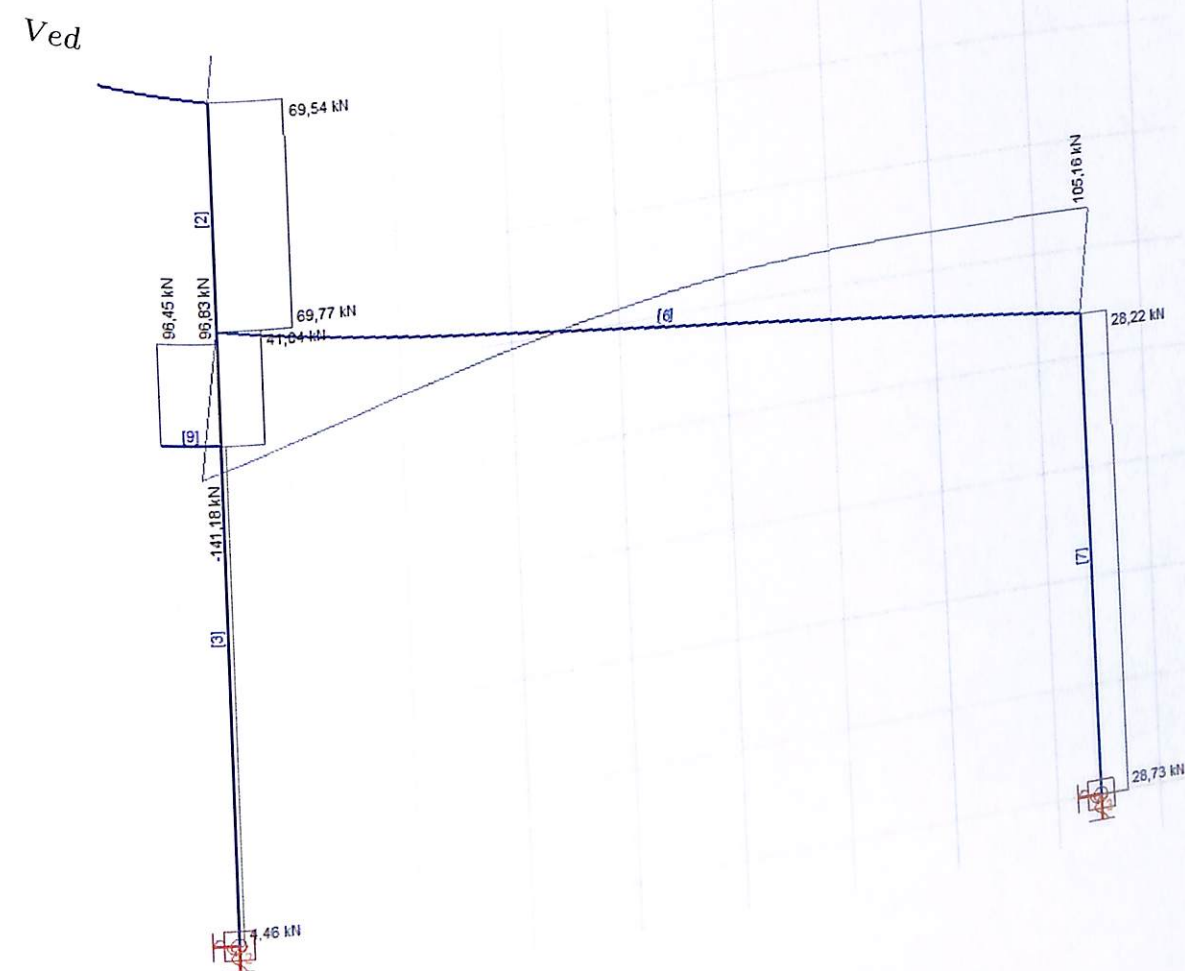
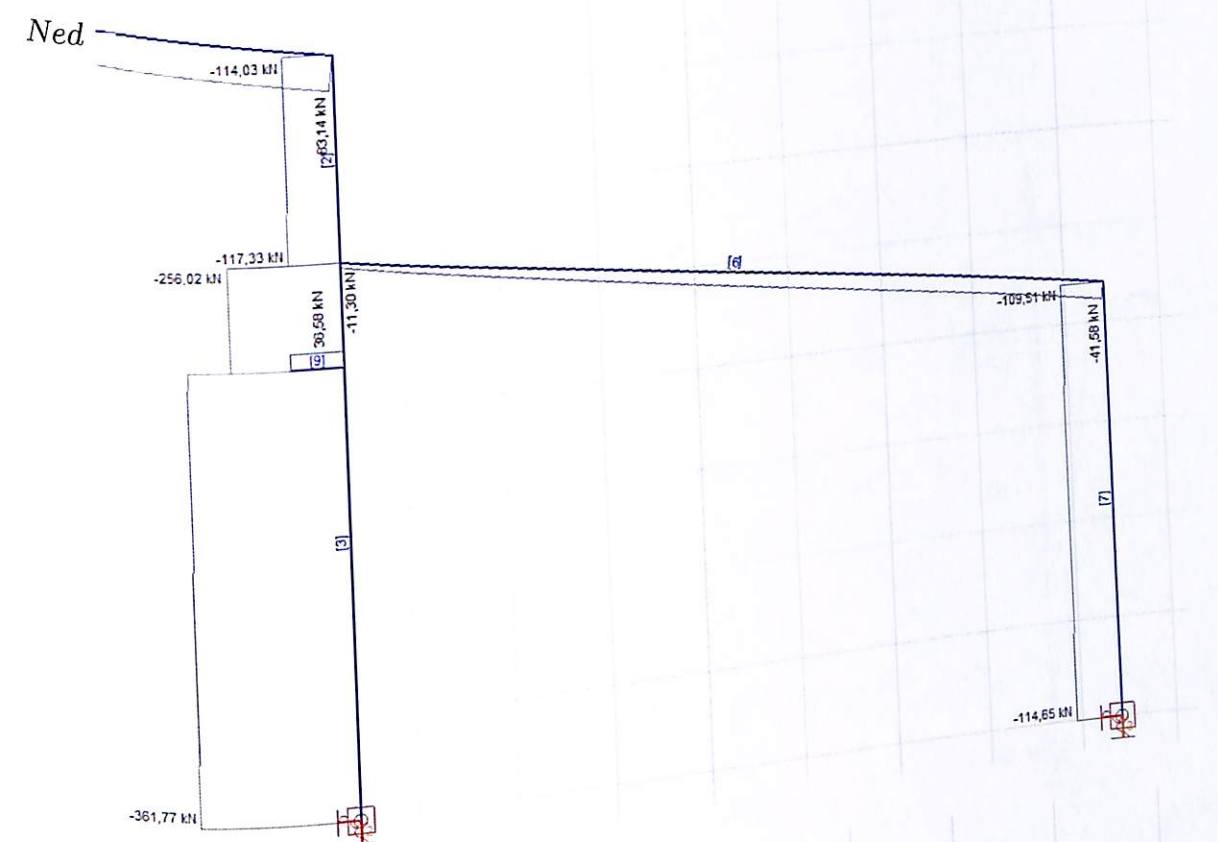
$$M_{crd} := \frac{W_{pl} \cdot f_y}{\gamma_{m0}} = 325.005 \text{ kN}$$

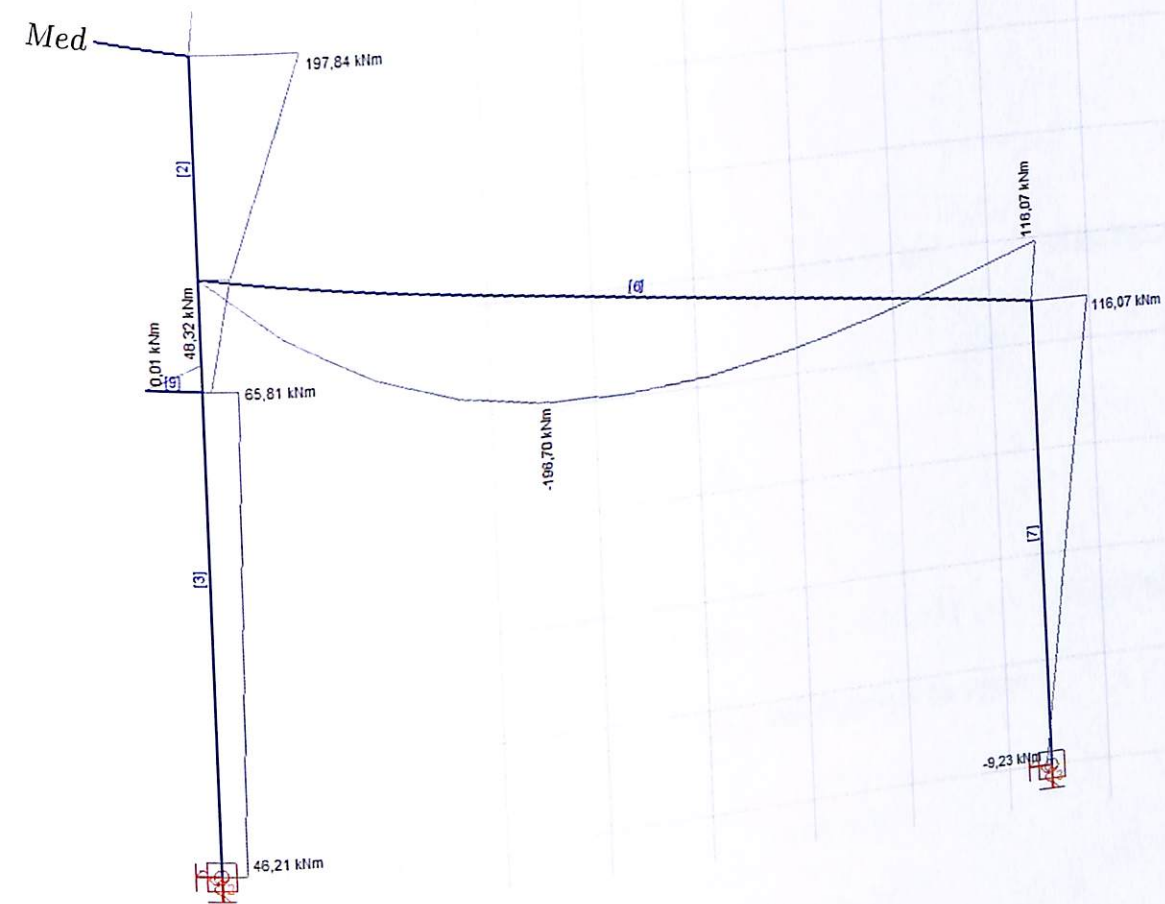
Ellenőrzés nyírásra

$$\frac{h_o}{t_{wo}} = 32.222 \leq \frac{72 \cdot \varepsilon}{\eta} = 60$$

Nyírási horpadást nem kell vizsgálni

$$V_{crd} := \frac{A_v \cdot f_y}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{m0}} = 505.805 \text{ kN}$$





Hajítás +Nyírás kölcsönhatása

$$V_{ed} < \frac{V_{crd}}{2}$$

$$V_{ed} := 28.22 \quad kN$$

1 pontban

$$\frac{V_{crd}}{2} = 252.903 \quad kN$$

MEGFELEL

$$V_{ed} := 28.73 \quad kN$$

2 pontban

Normálerő hatása

$$N_{ed} < 0.25 \cdot N_{crd}$$

$$N_{ed} := 114.65 \quad kN$$

1 pontban

$$0.25 \cdot N_{crd} = 450.671 \quad kN$$

MEGFELEL

$$N_{ed} := 109.51 \quad kN$$

2 pontban

Nem kell figyelembe venni

Gerenda IPE400

$$\lambda_e := 93.9$$

$$f_y := 235 \quad \frac{N}{mm^2}$$

$$\gamma_{m1} := 1.0$$

$$\gamma_{m0} := 1.0$$

$$I_{yg} := 23.134$$

$$i_{yg} := 165 \quad mm$$

$$i_{zg} := 39 \quad mm$$

$$A_{yg} := 4.537$$

$$A_{zg} := 3.377$$

$$h_g := 400 \quad mm$$

$$b_g := 180 \quad mm$$

$$t_{wg} := 9 \quad mm$$

$$t_{fg} := 13 \quad mm$$

$$r_g := 21 \quad mm$$

$$W_{pl} := 1.307$$

$$A_v := 4.269$$

Ellenőrzés nyomásra

$$N_{crd} := \frac{A_{yg} \cdot f_y}{\gamma_{m0}} = 1066.195 \quad kN$$

Ellenőrzés tiszta hajlítás

$$M_{crd} := \frac{W_{pl} \cdot f_y}{\gamma_{m0}} = 307.145 \quad kN$$

Ellenőrzés nyírásra

$$\varepsilon := 1 \quad \eta := 1.2$$

$$\frac{h_g}{t_w g} = 44.444 \quad \square \leq \square \quad \frac{72 \cdot \varepsilon}{\eta} = 60$$

Nyírási horpadást nem kell vizsgálni

$$V_{crd} := \frac{A_v \cdot f_y}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{mo}} = 579.206 \quad kN$$

Hajítás +Nyírás kölcsönhatása

$$V_{ed} < \frac{V_{crd}}{2}$$

$$V_{ed} := 105.16 \quad kN$$

$$V_{ed} := 141.18 \quad kN$$

1 pontban

2 pontban

$$\frac{V_{crd}}{2} = 289.603 \quad kN$$

MEGFELEL

Normálerő hatása

$$N_{ed} < 0.25 \cdot N_{crd}$$

$$N_{ed} := 109.51 \quad kN$$

$$N_{ed} := 11.30 \quad kN$$

1 pontban

2 pontban

$$0.25 \cdot N_{crd} = 266.549 \quad kN$$

Nem kell figyelembe venni

MEGFELEL

II.5 MELLÉKHAJÓ STABILITÁSI VIZSGÁLATA

Anyagminőség és jellemzői S235

$L := 8000 \text{ mm}$ $H := 4400 \text{ mm}$

$$\lambda_e := 93.9$$

$$\gamma_{m1} := 1.0$$

$$f_y := 235 \frac{N}{mm^2}$$

Oszlop
HEA300

$$I_{yo} := 18.2678$$

$$i_{yo} := 127 \text{ mm}$$

$$i_{zo} := 75 \text{ mm}$$

$$A_{yo} := 7.671$$

$$A_{zo} := 2.433$$

$$h_o := 290 \text{ mm}$$

$$b_o := 300 \text{ mm}$$

$$t_{wo} := 9 \text{ mm}$$

$$t_{fo} := 14 \text{ mm}$$

$$r_o := 27 \text{ mm}$$

Gerenda
IPE400

$$I_{yg} := 23.134$$

$$i_{yg} := 165 \text{ mm}$$

$$i_{zg} := 39 \text{ mm}$$

$$A_{yg} := 4.537$$

$$A_{zg} := 3.377$$

$$h_g := 400 \text{ mm}$$

$$b_g := 180 \text{ mm}$$

$$t_{wg} := 9 \text{ mm}$$

$$t_{fg} := 13 \text{ mm}$$

$$r_g := 21 \text{ mm}$$

Oszlop vizsgálat

Kihajlás vizsgálat keret síkjában "y"

$$c := \frac{I_{yo} \cdot L}{I_{yg} \cdot H} = 1.436 \text{ mm} \quad c \leq 10 \text{ Megfelel}$$

$$\nu_y := \sqrt{1 + 0.35 \cdot c - 0.017 \cdot c^2} = 1.211$$

$$\lambda_y := \frac{\nu_y \cdot H}{i_{yo}} = 41.969 \quad \lambda := \frac{\lambda_y}{\lambda_e} = 0.447$$

$$\lambda_1 := 0.4 \quad a_1 := 0.9528$$

$$\lambda_2 := 0.5 \quad a_2 := 0.9243$$

$$\chi := \left(\frac{(a_2 - a_1) \cdot (\lambda - \lambda_1)}{(\lambda_2 - \lambda_1)} \right) + a_1 = 0.9394$$

$$N_{brdy} := \frac{\chi \cdot A_{yo} \cdot f_y}{\gamma_{m1}} = 1693.473 \text{ kN}$$

"a" görbe alapján

Kihajlás vizsgálat keret síkjában "z"

$$\nu_z := 1 \quad l := 750 \quad mm$$

$$\lambda_y := \frac{\nu_z \cdot l}{i_{zo}} = 10$$

$$\lambda := \frac{\lambda_y}{\lambda_e} = 0.106$$

"b" görbe alapján

$$\begin{aligned} \lambda_1 &:= 0.1 & a_1 &:= 1 \\ \lambda_2 &:= 0.2 & a_2 &:= 1 \end{aligned}$$

$$\chi := \left(\frac{(a_2 - a_1)}{(\lambda_2 - \lambda_1)} \cdot (\lambda - \lambda_1) \right) + a_1 = 1.0000$$

$$N_{brdz} := \frac{\chi \cdot A_{zo} \cdot f_y}{\gamma_{m1}} = 571.755 \quad kN$$

Gerenda vizsgálat

Kihajlás vizsgálat keret síkjában "y"

$$\nu_y := 1 \quad l := 8062 \quad mm$$

$$\lambda_y := \frac{\nu_y \cdot l}{i_{yy}} = 48.861 \quad \lambda := \frac{\lambda_y}{\lambda_e} = 0.52$$

"a" görbe alapján

$$\begin{aligned} \lambda_1 &:= 0.5 & a_1 &:= 0.9243 \\ \lambda_2 &:= 0.6 & a_2 &:= 0.8900 \end{aligned}$$

$$\chi := \left(\frac{(a_2 - a_1)}{(\lambda_2 - \lambda_1)} \cdot (\lambda - \lambda_1) \right) + a_1 = 0.9173$$

$$N_{brdy} := \frac{\chi \cdot A_{yg} \cdot f_y}{\gamma_{m1}} = 978.043 \quad kN$$

Kihajlás vizsgálat keret síkjában "z"

$$\nu_z := 1 \quad l := 750 \quad mm$$

$$\lambda_z := \frac{\nu_z \cdot l}{i_{zg}} = 19.231 \quad \lambda := \frac{\lambda_z}{\lambda_e} = 0.205$$

"b" görbe alapján

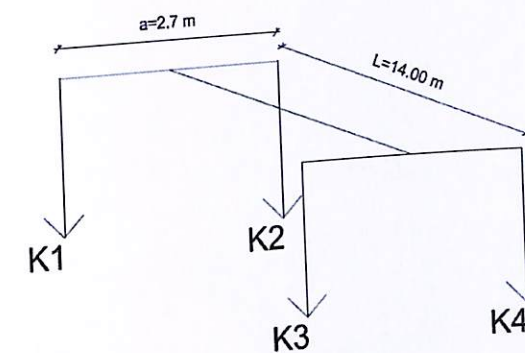
$$\begin{aligned} \lambda_1 &:= 0.2 & a_1 &:= 1 \\ \lambda_2 &:= 0.3 & a_2 &:= 0.9641 \end{aligned}$$

$$\chi := \left(\frac{(a_2 - a_1)}{(\lambda_2 - \lambda_1)} \cdot (\lambda - \lambda_1) \right) + a_1 = 0.9983$$

$$N_{brdz} := \frac{\chi \cdot A_{zo} \cdot f_y}{\gamma_{m1}} = 570.77 \quad kN$$

III.1 DARU MÉRETEZÉSE

$$\begin{aligned} K1 &:= 73 \text{ kN} & a &:= 2.7 \text{ m} \\ K2 &:= 56 \text{ kN} & L &:= 14 \text{ m} \\ K3 &:= 32 \text{ kN} & k &:= 5.6 \text{ m} \\ K4 &:= 24 \text{ kN} \end{aligned}$$



Maximális keréknyomás

$$\begin{aligned} Q_{rmax_} &:= 73 \text{ kN} & \Sigma Q_{rmax_} &:= 2 \cdot Q_{rmax_} = 146 \text{ kN} \\ Q_{rmax} &:= 32 \text{ kN} & \Sigma Q_{rmax} &:= 2 \cdot Q_{rmax} = 64 \text{ kN} \end{aligned}$$

Emelt teher

$$Qh := 50 \text{ kN}$$

Darupálya tartó terhek meghatározása

Daru önsúlya

$$\begin{aligned} G_{daru} &:= (K1 + K2 + K3 + K4) - Qh = 135 \text{ kN} \\ \lambda &:= \frac{G_{daru}}{\Sigma Q_{rmax_} + \Sigma Q_{rmax}} = 0.643 \end{aligned}$$

Minimális keréknyomás

$$\begin{aligned} Q_{rmin_} &:= \lambda \cdot Q_{rmax_} = 46.929 \text{ kN} & \Sigma Q_{rmin_} &:= 2 \cdot Q_{rmin_} = 93.857 \text{ kN} \\ Q_{rmin} &:= \lambda \cdot Q_{rmax} = 20.571 \text{ kN} & \Sigma Q_{rmin} &:= 2 \cdot Q_{rmin} = 41.143 \text{ kN} \end{aligned}$$

Meghajtási erő

$$\begin{aligned} \mu &:= 0.2 \\ \text{surólási tényező} & \\ \Sigma K &:= \mu \cdot \Sigma Q_{rmax_} = 29.2 \text{ kN} \end{aligned}$$

Hosszírányú fékező erő

$$\begin{aligned} nr &:= 2 \\ Hl &:= \frac{\Sigma K}{nr} = 14.6 \text{ kN} \end{aligned}$$

Keresztirányú fékező erő

$$\xi_1 := \frac{\Sigma Q_{rmax_}}{\Sigma Q_{rmax_} + \Sigma Q_{rmax}} = 0.695$$

$$\xi_2 := 1 - \xi_1 = 0.305$$

$$Ht1 := \xi_1 \cdot \Sigma K \cdot L \cdot \frac{\xi_1 - 0.5}{a} = 20.552 \quad kN$$

$$Ht2 := \xi_2 \cdot \Sigma K \cdot L \cdot \frac{\xi_2 - 0.5}{a} = 9.009 \quad kN$$

Oldallökő erő

$$nr := 2$$

$$G_{kocsi} := 15$$

$$\eta_{wc} := 0.5$$

$$Ht3 := \frac{\mu \cdot \eta_{wc} \cdot G_{kocsi}}{nr} = 0.75 \quad kN$$

Ferdénfutásból származó erő (befeszülési erő)

$$\alpha := 0.015$$

$$f := 0.3 \cdot (1 - e^{-250 \cdot \alpha}) = 0.293 \quad f \leq 0.3$$

$$s := f \cdot \left(1 - \frac{a}{2a}\right) \cdot \Sigma Q_{rmax_} = 21.385 \quad kN$$

$$Hs1t := \frac{\xi_1}{nr} \cdot f \cdot \Sigma Q_{rmax_} = 14.868 \quad kN$$

$$Hs2t := \frac{\xi_2}{nr} \cdot f \cdot \Sigma Q_{rmax_} = 6.517 \quad kN$$

Dinamikus tényezők

$$\varphi_1 := 1.1$$

$$v := 8.6 \quad \frac{m}{perc}$$

$$\varphi_{2min} := 1.1$$

$$\beta_2 := 0.34$$

$$vh := \frac{v}{60} = 0.143$$

$$\varphi_2 := \varphi_{2min} + \beta_2 \cdot vh = 1.149$$

$$\varphi_4 := 1$$

$$\varphi_5 := 1.5$$

Teherkombináció

Daru önsúlya	$QC := G_{daru} \cdot \varphi 1 = 148.5 \quad kN$
Emelt teher	$QH := Qh \cdot \varphi 2 = 57.437 \quad kN$
Hosszirányú fékező erő	$HL := Hl \cdot \varphi 5 = 21.9 \quad kN$
Keresztirányú fékező erő	$HT := Ht1 \cdot \varphi 5 = 30.827 \quad kN$

Darupálya tartó igénybevételei

Mértékadó erők

$$\gamma g := 1.35$$

$$Ged := (QC + QH) \cdot \gamma g = 278.015 \quad kN$$

$$Kössz := K1 + K2 + K3 + K4 = 185 \quad kN$$

$$K1 := \frac{K1}{Kössz} \cdot 100 = 39.459 \quad \%$$

$$K2 := \frac{K2}{Kössz} \cdot 100 = 30.27 \quad \%$$

$$K3 := \frac{K3}{Kössz} \cdot 100 = 17.297 \quad \%$$

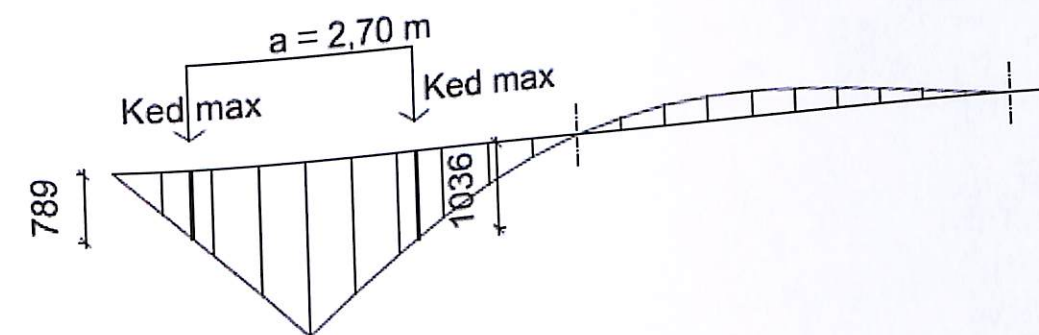
$$K4 := \frac{K4}{Kössz} \cdot 100 = 12.973 \quad \%$$

$$Kedmax := K1 \cdot \frac{Ged}{100} = 109.703 \quad kN$$

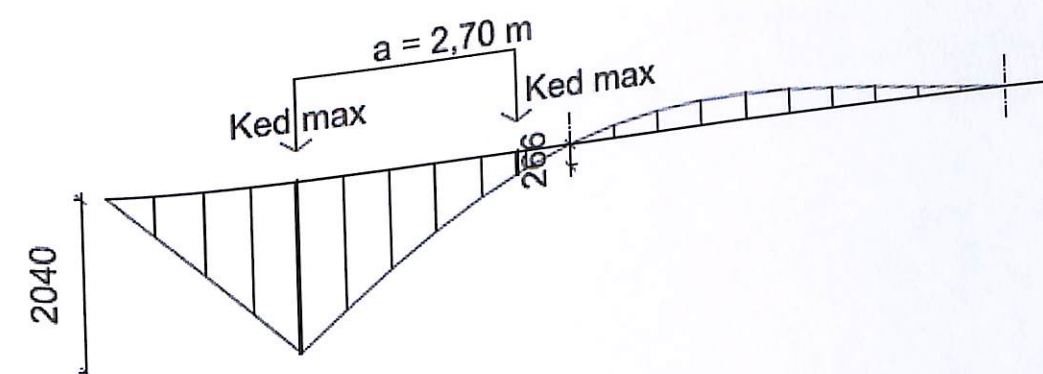
$$Kedmin := K3 \cdot \frac{Ged}{100} = 48.089 \quad kN$$

Függőleges erők minimum $k := 5.6$

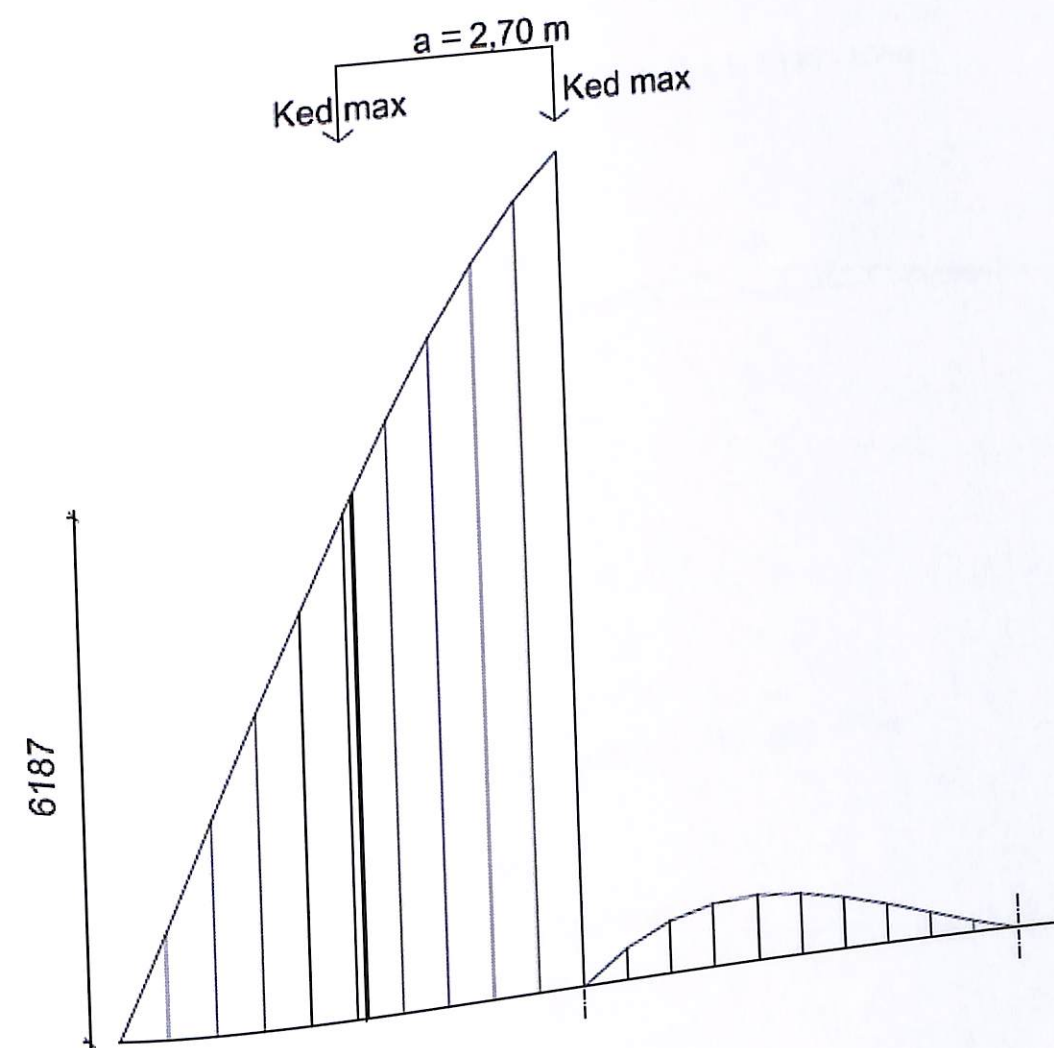
$$Myed := (Kedmin \cdot 0.0789 + Kedmin \cdot 0.1036) \cdot k = 49.147 \text{ kNm}$$



$$Myedt := (Kedmin \cdot 0.204 - Kedmin \cdot 0.0266) \cdot k = 47.774 \text{ kNm}$$

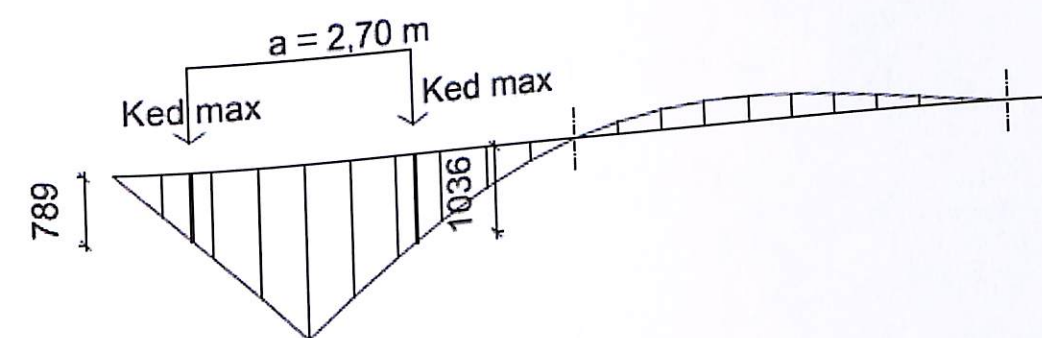


$$V_{zed} := Ked_{min} \cdot 1 + Ked_{min} \cdot 0.6187 = 77.842 \quad kN$$

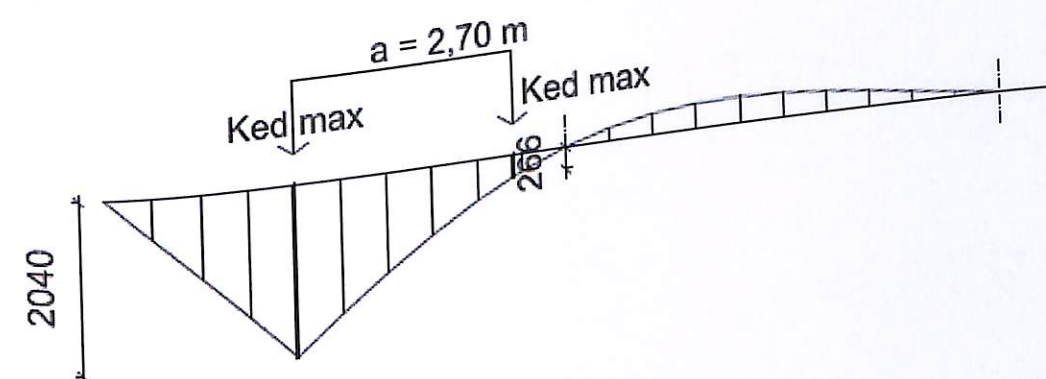


Függőleges erők maximum $k := 5.6$

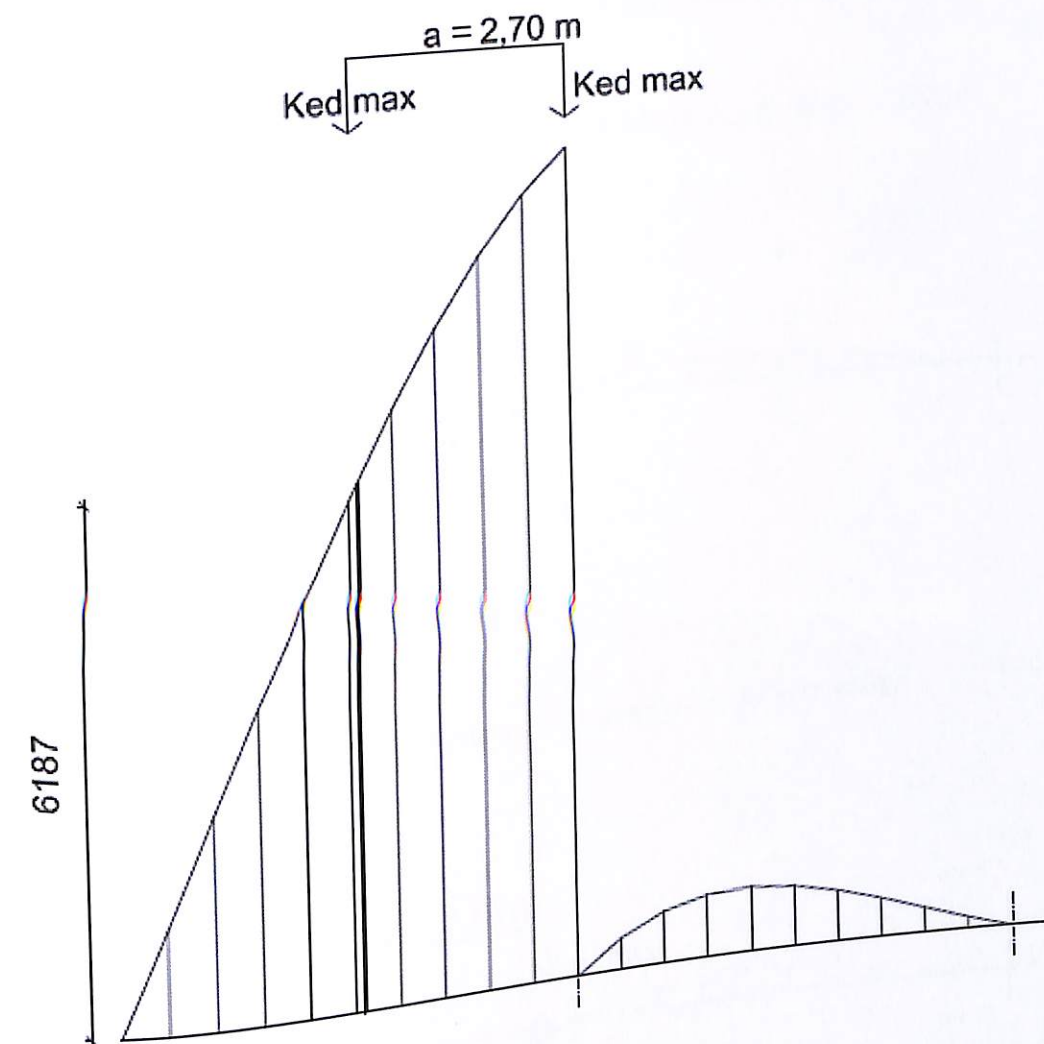
$$Myed_m := (Ked_{max} \cdot 0.0789 + Ked_{max} \cdot 0.1036) \cdot k = 112.116 \text{ kNm}$$



$$Myedt := (Ked_{max} \cdot 0.204 - Ked_{max} \cdot 0.0266) \cdot k = 108.983 \text{ kNm}$$



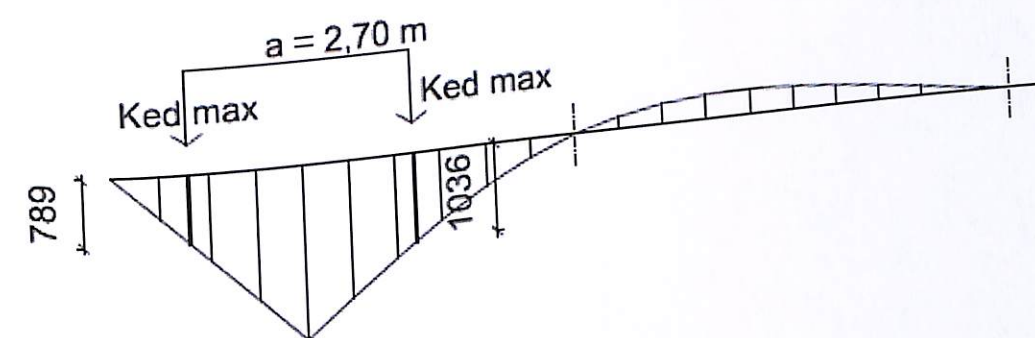
$$V_{zed.} := Ked_{max} \cdot 1 + Ked_{max} \cdot 0.6187 = 177.576 \text{ kN}$$



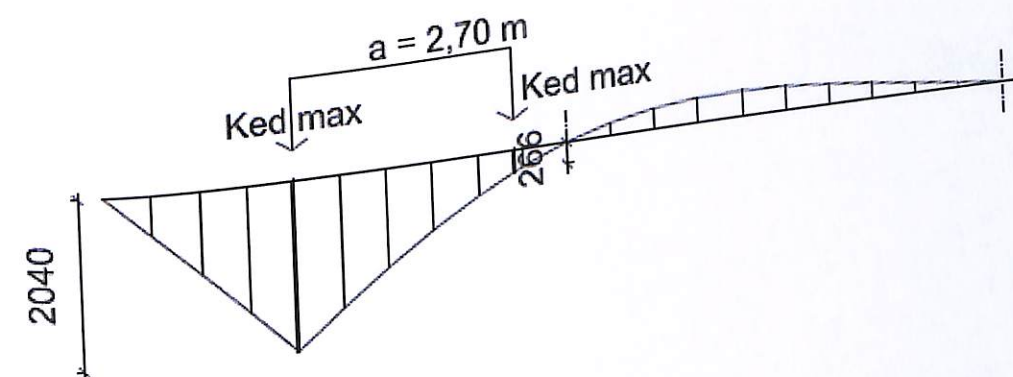
Vízszintes erők- oldalirányú megtámasztáshoz

$$Fedx_{max} := Ht1 \cdot \varphi5 = 30.827 \quad kN \quad Fedx_{min} := Ht2 \cdot \varphi5 = 13.513 \quad kN$$

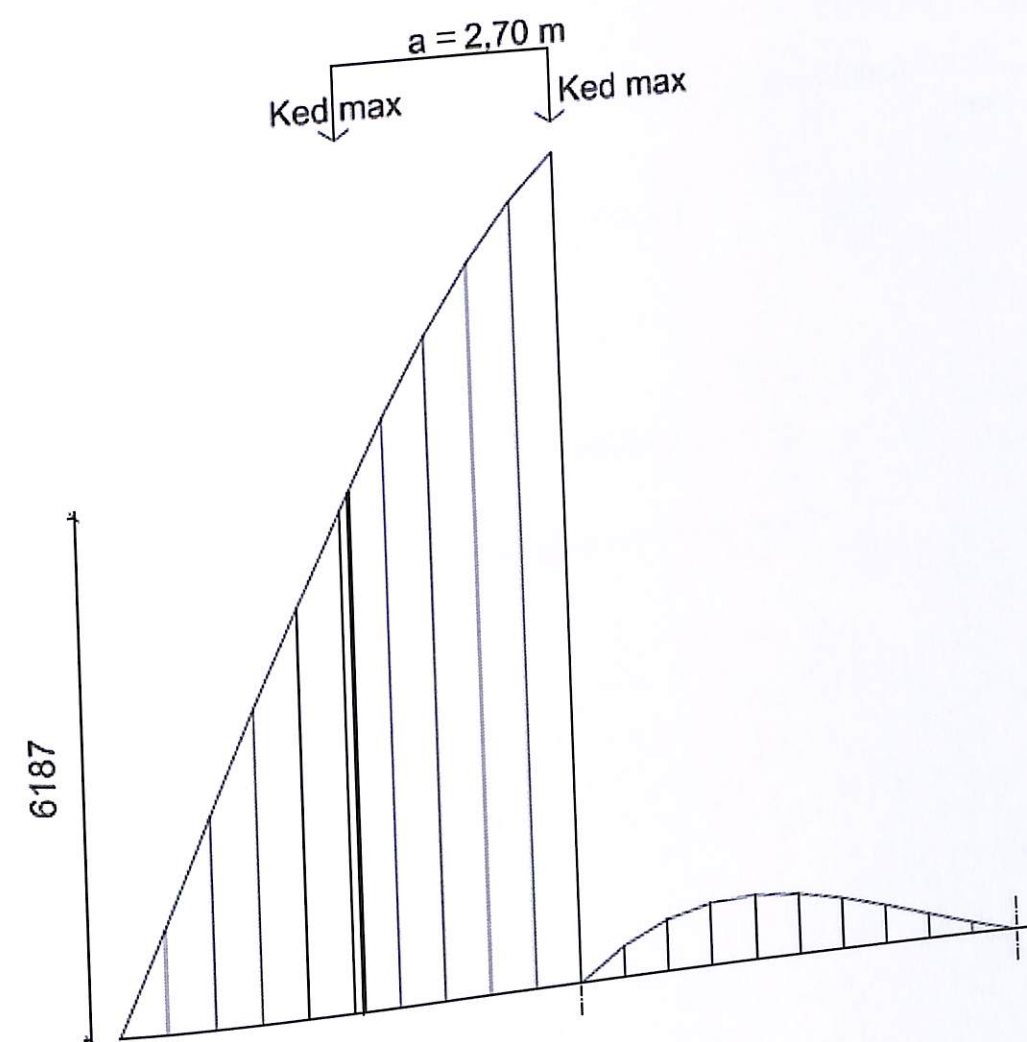
$$Mzedm := (Fedx_{max} \cdot 0.0789 + Fedx_{max} \cdot 0.1036) \cdot k = 31.506 \quad kNm$$



$$Mzedt := (Fedx_{max} \cdot 0.204 + Fedx_{max} \cdot 0.0266) \cdot k = 39.809 \quad kNm$$



$$V_{yed} := Fed_{xmax} \cdot 1 + Fed_{xmax} \cdot 0.6187 = 49.9 \quad kN$$



Normál erő

$$N_x := HL \cdot \varphi_5 = 32.85 \quad kN$$

III.2 DARUPÁLYA TARTÓ MÉRETEZÉSE

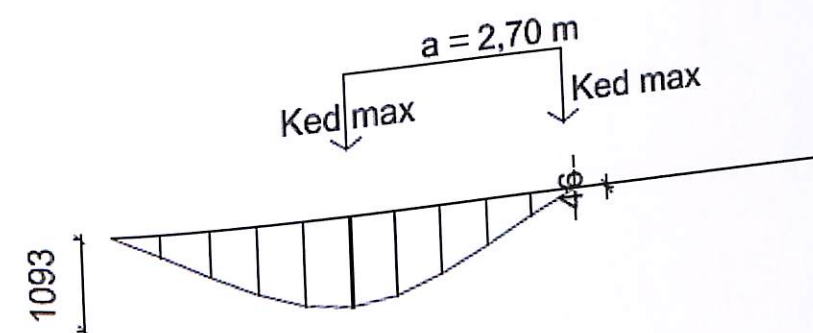
Lehajlás

$$k := 5.6 \text{ m}$$

$$l := k \cdot 1000 = 5600 \text{ mm}$$

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

$$ez := \frac{l^3}{E \cdot 0.01093} \cdot (Kedmax \cdot 0.01093 + Kedmax \cdot 0.00046)$$



$$ezmax := \frac{l}{600} = 9.333 \text{ mm}$$

$$I := \frac{1.044929 \cdot 10^9}{ezmax} = 1.12 \cdot 10^8 \text{ mm}^4$$

Alkalmazott gerenda

HEA300

$$Ialk := 1.826 \cdot 10^8 \text{ mm}^4$$

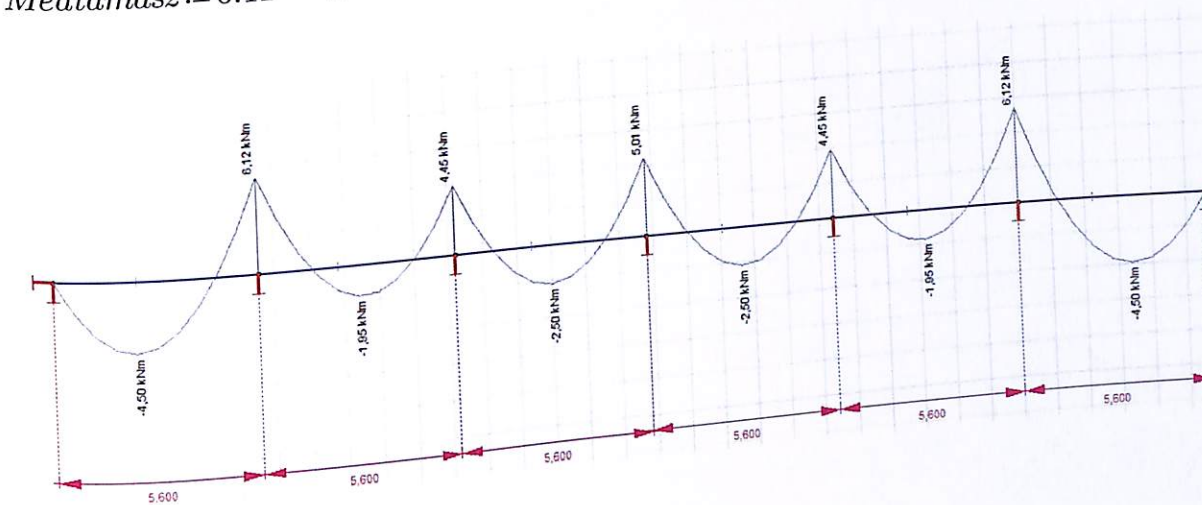
$$ezalk := \frac{l^3}{E \cdot Ialk} \cdot (Kedmax \cdot 0.01093 + Kedmax \cdot 0.00046) \cdot 1000 = 5.723 \text{ mm}$$

$ezalk \leq ezmax$
Lehajlásra megfelel

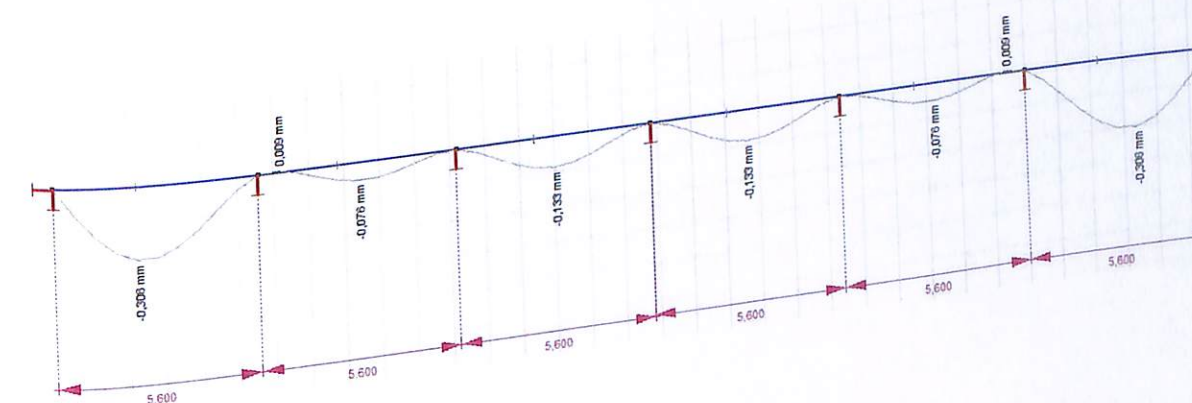
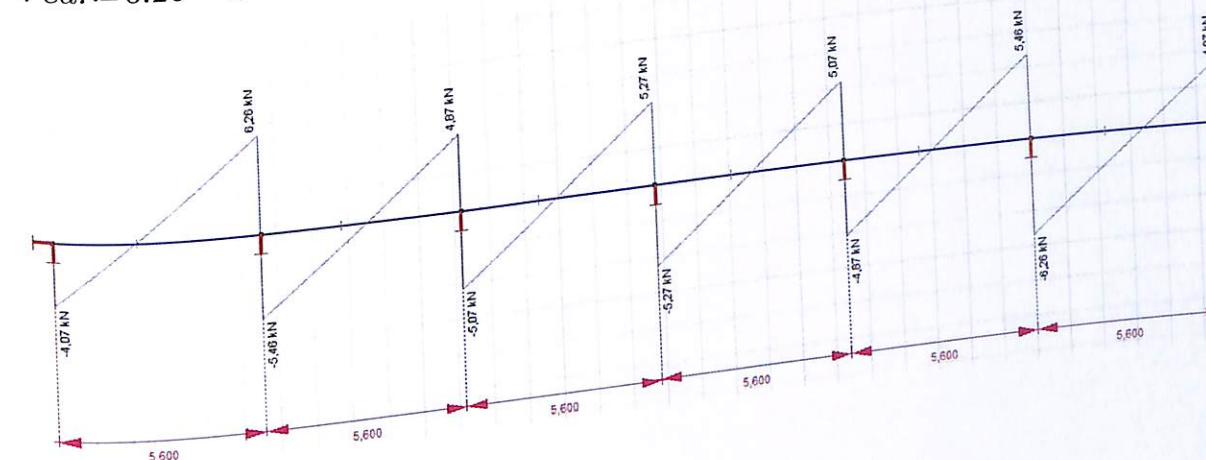
AXIS EREDMÉNYEK

Medmező:= 4.5 kNm

Medtámasz:= 6.12 kN



Ved. := 6.26 kN



Határállapotok

ULS

$$Myedm := Myedm + Medmező = 116.616 \quad kNm$$

$$Myedt := Myedt + Medtámasz = 115.103 \quad kNm$$

$$Vzed := Vzed. + Ved. = 183.836 \quad kNm$$

III.3 DARUPÁLYA TARTÓ ELLENŐRZÉSE

HEA300

$$S235 \quad f_y := 235 \frac{N}{mm^2}$$

$$\begin{aligned} A &:= 11250 \text{ mm}^2 \\ I_y &:= 18260 \cdot 10^4 \text{ mm}^4 \\ I_z &:= 6310 \cdot 10^4 \text{ mm}^4 \\ W_{pl,y} &:= 1383 \cdot 10^3 \text{ mm}^3 \\ b_f &:= 300 \text{ mm} \\ t_f &:= 14 \text{ mm} \\ h_w &:= 262 \text{ mm} \\ t_w &:= 8.5 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$W_{pl,z,\ddot{o}v} := 2 \cdot \left(\frac{b_f}{2} \cdot t_f \cdot \frac{b_f}{2} \right) = 315000 \text{ mm}^3$$

$$A_{vz} := 3174 \text{ mm}^2 \quad \gamma_{m0} := 1$$

Tiszta hajlítás "y" tengely körül

$$M_{yrd} := \frac{\left(\frac{W_{pl,y} \cdot f_y}{\gamma_{m0}} \right)}{1000000} = 325.005 \text{ kNm} \quad M_{yrd} \geq M_{yedm} \quad M_{yedm} = 116.616 \text{ kNm}$$

MEGFELEL

Tiszta hajlítás "z" tengely körül

$$M_{zrd} := \frac{\left(\frac{W_{pl,z,\ddot{o}v} \cdot f_y}{\gamma_{m0}} \right)}{1000000} = 74.025 \text{ kNm} \quad M_{zrd} \geq M_{zedt} \quad M_{zedt} = 39.809 \text{ kNm}$$

MEGFELEL

Ferde hajlítás

$$\left(\frac{M_{yedm}}{M_{yrd}} + \frac{M_{zedt}}{M_{zrd}} \right) = 0.897 \quad 0.897 < 1$$

MEGFELEL

Tiszta nyírás "y" tengely

$$A_{vy} := bf \cdot tf + \frac{hw \cdot tw}{5} = 4645.4 \text{ mm}^2$$

$$V_{yrd} := \frac{\frac{A_{vy} \cdot f_y}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{m0}}}{1000} = 630.275 \text{ kN}$$

$$V_{yrd} \geq V_{yed} \quad V_{yed} = 49.9 \text{ kN}$$

MEGFELEL

Tiszta nyírás "z" tengely

$$A_{vz} := 3174 \text{ mm}^2 \quad \text{segédletből}$$

$$V_{zrd} := \frac{\frac{A_{vz} \cdot f_y}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{m0}}}{1000} = 430.64 \text{ kN}$$

$$V_{zrd} \geq V_{zed} \quad V_{zed} = 183.836 \text{ kN}$$

MEGFELEL

Hajlítás nyírás együtthatása

$$V_{zed} = 183.836 \text{ kN}$$

$$\frac{V_{zrd}}{2} = 215.32 \text{ kN}$$

$$V_{zed} < \frac{V_{zrd}}{2}$$

Megfelel

Tiszta nyomás

$$N_{xrd} := \frac{\left(\frac{A \cdot f_y}{\gamma_{m0}} \right)}{1000} = 2643.75 \text{ kN}$$

$$N_{xrd} \geq N_x \quad N_x = 32.85 \text{ kN}$$

MEGFELEL

Normálerő hatásának figyelembe vételének feltételei

$$Nx = 32.85 \quad kN$$

$$0.25 \cdot Nxrd = 660.938 \quad kN$$

Nem veszük figyelembe

$$Nx = 32.85 \quad kN$$

$$\frac{\frac{(0.5 \cdot hw \cdot tw \cdot fy)}{\gamma m0}}{1000} = 261.673 \quad kN$$

Nem veszük figyelembe

III.4 DARUPÁLYA TARTÓ STABILITÁSI VIZSGÁLATA

Kifordulás

$$\begin{aligned}\lambda_e &:= 93.9 & k_c &:= 0.9 \\ b_f &:= 300 \text{ mm} & L_c &:= 5600 \text{ mm} \\ t_f &:= 14 \text{ mm} \\ h_w &:= 262 \text{ mm} \\ t_w &:= 8.5 \text{ mm}\end{aligned}$$

$$I_z := \left(\frac{t_w^3 \cdot h_w}{12} \right) + \left(\frac{b_f^3 \cdot t_f}{12} \right) = 31.502 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

$$A_{fz} := b_f \cdot t_f + \frac{h_w}{6} = 4243.667 \text{ mm}^2$$

$$i_{fz} := \sqrt{\frac{I_z}{A_{fz}}} = 86.159 \text{ mm} \quad \lambda_f := \frac{k_c \cdot L_c}{i_{fz} \cdot \lambda_e} = 0.623 \quad \lambda_{co} := 0.5$$

$$\lambda_{co} \cdot \frac{M_{yrd}}{M_{yedm}} = 1.393$$

$$\lambda_f < \lambda_{co} \quad \text{MEGFELEL}$$

Tehát nem kell kifordulást vizsgálni

Beroppanás vizsgálat

$$\gamma_{m1} := 1$$

$$m1 := \frac{b_f}{t_w} = 35.294$$

$$m2 := 0.02 \cdot \left(\frac{h_w}{t_f} \right)^2 = 7.004$$

$$l_y := S_s + 2 \cdot t_f \cdot (1 + \sqrt{m1 + m2}) = 310.105 \text{ mm}$$

$$k_f := 6 + 2 \cdot \left(\frac{h_w}{a} \right) = 6.094$$

$$F_{cr} := \frac{\left(0.9 \cdot k_f \cdot E \cdot \frac{t_w^3}{h_w} \right)}{1000} = 2699.536 \text{ kN}$$

$$\lambda_f := \sqrt{\frac{l_y \cdot t_w \cdot f_y}{F_{cr} \cdot 1000}} = 0.479$$

Nem jól feltételeztük

$$\begin{aligned}a &:= 5600 \text{ mm} \\ S_s &:= 100 \text{ mm} \\ \text{Feltételezzük hogy} & \quad \lambda_f > 0.5\end{aligned}$$

$$m2 := 0$$

$$ly := Ss + 2 \cdot tf \cdot (1 + \sqrt{m1 + m2}) = 294.345 \quad mm$$

$$\lambda_f := \sqrt{\frac{ly \cdot tw \cdot fy}{Fcr \cdot 1000}} = 0.467 \quad \text{Tehát} \quad \lambda_f := 0.5$$

$$\chi_f := \frac{0.5}{\lambda_f} = 1$$

$$Leff := \chi_f \cdot ly = 294.345 \quad mm$$

$$Frd := \frac{\left(\frac{fy \cdot Leff \cdot tw}{\gamma m1} \right)}{1000} = 587.954 \quad kN \quad Frd \geq Kedmax \quad Kedmax = 109.703 \quad kN$$

MEGFELEL

III.5 DARUPÁLYA TARTÓ KONZOL MÉRETEZÉSE

Lehajlás

$$F := 146.410 \text{ kN}$$

$$k := 0.5 \text{ m}$$

$$l := k \cdot 1000 = 500 \text{ mm}$$

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

$$ez := \frac{l^3}{3 \cdot E \cdot I} \cdot F$$

$$ez_{max} := \frac{l}{600} = 0.833 \text{ mm}$$

$$I := \frac{\frac{29049.60}{ez_{max}}}{10} = 3485.952 \text{ mm}^4$$

Alkalmazott konzol

IPE300