

SZAKDOLGOZAT

Kurucz Gyula

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

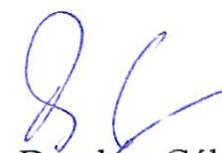
Kurucz Gyula

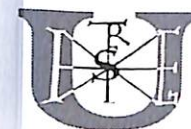
Nappali Építőmérnök szakos
hallgató részére

A feladat címe:	Többfunkciós középület tervezése
Belső konzulens:	Horváth Katalin mérnöktanár
Külső konzulens:	-

A szakdolgozat beadási határideje: 2016. január 11. (hétfő) 12⁰⁰

Budapest, 2016. január 5.


Dr. Dombay Gábor
intézetigazgató



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

Részletes feladatkiírás

Kurucz Gyula

Nappali Építőmérnök
hallgató részére

Többfunkciós középület tervezése
című szakdolgozatához

Feladat leírása

Megtervezendő egy faszerkezetű, többfunkciós középület tartószerkezete.

Az épület „L” alaprajzú, szélessége 11,00 m (1–2 tengelyek és G–H tengelyek), befoglaló mérete 39,75 m x 39,75 m.

Az épület tizenöt keretállásból áll, a keretállások távolsága 5,00 m.

A keretállások váll tengely magassága ~2,80 m, a gerincmagasság ~8,20 m.

Az épület hőszigetelt.

A szakdolgozat tartalmazza:

- teherhordó szerkezetek statikai számítását,
- teherhordó szerkezetek kiviteli terveit,
- alapozás általános tervét.

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

Budapest, 2016. január 5.

Horváth Katalin

Horváth Katalin
belső konzulens

SZAKDOLGOZAT

TÖBBFUNKCIÓS KÖZÉPÜLET TARTÓSZERKEZETI KIVITELI TERVE

Tartalom:		
Statikai számítás		
Tartószerkezeti műszaki leírás		
Tervjegyzék:		
VT-01	Alaprajz	M=1:200
VT-02	Metszetek	M=1:100
S-01	Alapozási terv	M=1:100
S-02	Faszerkezeti terv	M=1:100
S-03	Keresztmetszetek	M=1:50
S-04	Részletrajzok	M=1:10
S-05	Merevítések részletei	M=1:10
S-06	Talpgerendák vasalási terve	M=1:50
S-07	Oszlopok vasalási terve	M=1:50
S-08	Koszorúk vasalási terve	M=1:50

STATIKAI SZÁMÍTÁS

Statikai számítás tartalomjegyzéke:

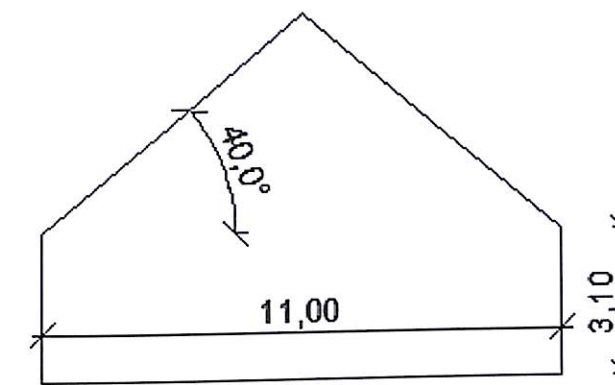
1. Kiindulási adatok	7.
1.1. Geometria, helyszín adatok	7.
1.2. Talajadatok, átlagos fúrásszelvény	7.
1.3. Alkalmazott anyagminőségek	8.
1.4. Felhasznált szabványok, irodalom, programok	8.
2. Terhek meghatározása	9.
2.1. Állandó terhek	9.
2.2. Esetleges terhek	9.
3. Tetőléc méretezése	17.
3.1. Statikai váz	17.
3.2. Keresztmetszet	18.
3.3. Tehermodell	18.
3.4. Teherkombinációk	21.
3.5. Igénybevételek meghatározása többtámaszú tartóként	23.
3.6. Keresztmetszet ellenőrzése	23.
3.7. Használhatósági határállapot	24.
3.8. Kéttámaszú tartóként ellenőrzés	24.
4. Szarufa méretezése	25.
4.1. Statikai váz	25.
4.2. Keresztmetszet	25.
4.3. Tehermodell	26.
4.4. Teherkombinációk	30.
4.5. Igénybevételek meghatározása	31.
4.6. Keresztmetszet ellenőrzése	33.
4.7. Használhatósági határállapot (lehajlás ellenőrzése)	35.
4.8. Szarufa új statikai modellje	36.
4.9. Igénybevételek meghatározása az új statikai modellre	37.
4.10. Keresztmetszet ellenőrzése	40.
4.11. Használhatósági határállapot ellenőrzése	41.
5. Szelemen méretezése	42.
5.1. Statikai váz	42.
5.2. Keresztmetszet	42.
5.3. Tehermodell	42.
5.4. Teherkombinációk	47.
5.5. Igénybevételek meghatározása	48.
5.6. Keresztmetszet ellenőrzése	49.

5.7.Igénybevételek meghatározása az új keresztmetszetre.....	49.
5.8.Az új keresztmetszet ellenőrzése.....	50.
5.9.Használhatósági határállapot (lehajlás ellenőrzése)	51.
6. Keret méretezése	52.
6.1.Statikai váz	52.
6.2.Keresztmetszet.....	52.
6.3.Tehermodell.....	52.
6.4.Teherkombinációk.....	58.
6.5.Igénybevételek meghatározása	60.
6.6.Keresztmetszetek ellenőrzése	64.
6.7.Használhatósági határállapot	72.
6.8.Geometriai imperfekció	73.
7. Szélrács méretezése	76.
7.1.Statikai modell	76.
7.2.Keresztmetszet.....	77.
7.3.Tehermodell.....	77.
7.4.Teherkombinációk.....	78.
7.5.Igénybevételek meghatározása	78.
7.6.Keresztmetszet ellenőrzése.....	79.
8. Kapcsolatok méretezése	80.
8.1.Keretsarok.....	80.
8.2.Talpcsukló	88.
8.3.Taréj csomópont (gerenda-gerenda kapcsolat)	90.
8.4.Szarufa-szelemen kapcsolata.....	92.
8.5.Szélrács bekötése	94.
9. Keret méretezése Dlubal RX-Timber szoftverrel.....	96.
9.1.Keret típusa, anyagminőség, szabvány beállítása	96.
9.2.Geometria	97.
9.3.Terhek	100.
9.4.Vizsgálati paraméterek.....	101.
9.5.Mértékadó teherkombinációk.....	101.
9.6.Keresztmetszet vizsgálata a legnagyobb kihasználtsághoz tartozó kombinációban.....	102.
9.7.Következtetések	103.
10.Oromfalat merevítő vasbeton pillér tervezése	104.
10.1.Statikai váz	104.
10.2.Keresztmetszet.....	104.
10.3.Tehermodell	104.

10.4.Tervezési értékek	105.
10.5.Igénybevételek.....	106.
10.6.Méretezés	106.
11.Földrengés elleni védelem.....	109.
11.1.Földrengésből származó eltoló erő.....	109.
11.2.Vizsgálat hosszirányú erő esetén.....	110.
11.3.Vizsgálat keresztirányú erő esetén	113.
11.4.Földrengés vizsgálata különböző megoldásokra Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2016 szoftverrel	116.
11.5.Keresztkötés méretezése Halfen Detan 4.40 szoftverrel	126.
12.Pontalapokat összekötő talpgerenda méretezése rugalmas ágyazású egyenestengelyű tartóként	129.
12.1.Statikai váz	129.
12.2.Keresztmetszet.....	129.
12.3.Terhek	129.
12.4.Mértékadó igénybevétel számítása KÖGLER-féle diagramok felhasználásával	130.
12.5.Méretezés	131.
12.6.Szerkesztési szabályok.....	132.
13.Pontalap tervezése GEO5 programmal.....	133.
13.1.A számítás alapbeállításai.....	133.
13.2.Talajok.....	133.
13.3.Mélységek, további alapadatok.....	134.
13.4.Teher.....	134.
13.5.Geometria	135.
13.6.Anyagok	135.
13.7.Talajvíz	135.
13.8.Fázis beállításai.....	135.
13.9.Teherbírás	136.
13.10.Süllyedés	137.
13.11.Méretezés	137.

1. Kiindulási adatok

1.1. Geometria, helyszín adatok

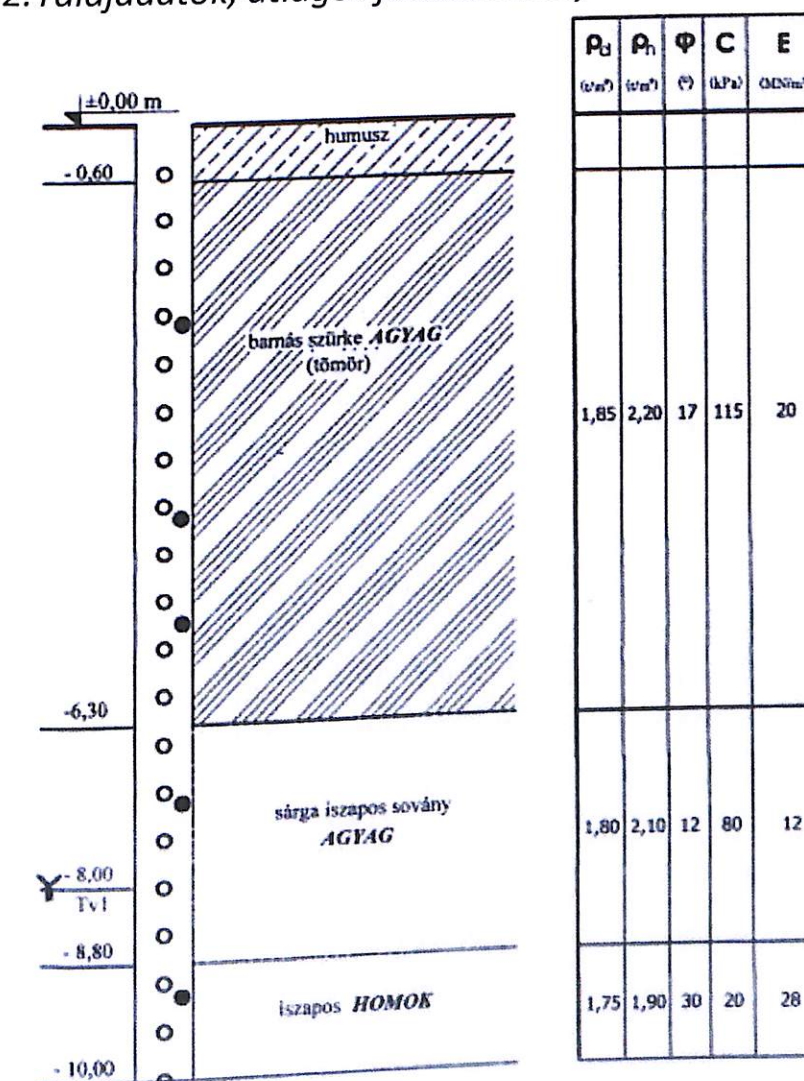


Terep jellege: szokásos

Beépítettség osztálya: III. (alacsony beépítés)

Tengerszint feletti magasság: 89,25 mBf.

1.2. Talajadatok, átlagos fúrásszelvény



1.3. *Alkalmazott anyagminőségek*

RRFA keret: GL32h

RRFA szelemen: GL32h

szarufa, tetőléc: C24

acél: S235, S460

betonacél: B500, B240

beton: C20/25

1.4. *Felhasznált szabványok, irodalom, programok*

Szabványok:

Eurocode 0 MSZ EN 1990 A tartószerkezetek tervezésének alapjai

Eurocode 1 MSZ EN 1991 A tartószerkezeteket érő hatások

Eurocode 2 MSZ EN 1992 Betonszerkezetek tervezése

Eurocode 3 MSZ EN 1993 Acélszerkezetek tervezése

Eurocode 5 MSZ EN 1995 Faserkezetek tervezése

Eurocode 7 MSZ EN 1997 Geotechnikai tervezés

Eurocode 8 MSZ EN 1998 Tartószerkezetek földrengésállóságának tervezése.

Programok:

AXIS VM 12

Robot Structural Analysis Professional 2016

Dlubal RX-Timber 2.05

Halfen Detan 4.40

GEO5

Irodalom:

Dr. Visnovitz György, Erdélyi Tamás, Kollár László: A tartószerkezeti tervezés alapjai/ Terhek és hatások (2014. szeptember).

Deák György, Draskóczy András, Dulácska Endre, Kollár László, Visnovitz György: Vasbeton szerkezetek (2012. március).

Ádány Sándor, Dulácska Endre, Dunai László, Fernezelyi Sándor, Horváth László: Acélszerkezetek (2010. december).

Armuth Miklós, Bodnár Miklós: Fa tartószerkezetek (2011. október).

Dr. Dulácska Endre: Kisokos statikusoknak (2013. február).

Zalka Károly: Tartók statikája II. (2010).

2. Terhek meghatározása

2.1. Állandó terhek

parciális (biztonsági) tényezők:

<i>kedvezőtlen:</i> $\gamma_{G,sup} = 1,35$	Tartós/ ideiglenes tervezési helyzeteken belül teherbírasi határállapotban
<i>kedvező:</i> $\gamma_{G,inf} = 1,00$	
$\gamma_G = 1,0$	Tartós/ ideiglenes tervezési helyzeteken belül használati határállapotban
$\gamma_A = 1,0$	Rendkívüli tervezési helyzetben

2.1.1. Tartószerkezetek önsúlya:

RRFA keretállás: 16/36 (később módosult!)

RRFA szelemen: 12/20 (később módosult!)

szarufa: 7,5/15

2.1.2. Tetőfedés terhe:

nádfedés: $0,6 \text{ kN/m}^2$

tetőlécezés: $0,032 \text{ kN/m}^2$

$$\text{erdei fenyő (C24)} \gamma_m = 4,2 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$$

$$4,2 \cdot 0,05 \cdot 0,05 = 0,0105 \frac{\text{kN}}{\text{fm}}$$

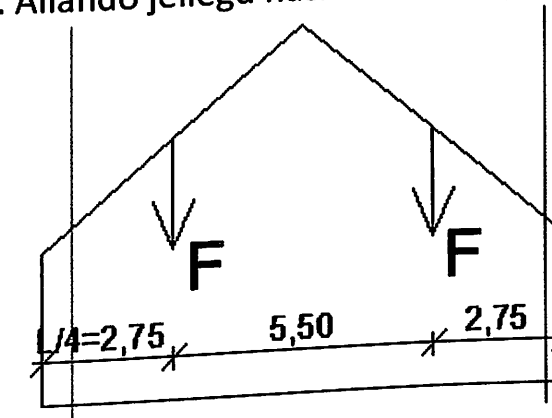
$$0,0105 \cdot 25 \text{ db cserépléc} = 0,2625 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Szarufahossz: 8,35 m

$$\frac{0,2625}{8,35} = 0,032 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$\sum g_{\text{tetőfedés}} = 0,632 \text{ kN/m}^2$$

2.1.3. Állandó jellegű hasznos teher (gépészeti teher)



$$F_{\text{gépészet}} = 5 \text{ kN}$$

$$\gamma_{G,sup} = 1,35$$

$$\gamma_{G,inf} = 1,00$$

2.2. Esetleges terhek

2.2.1. Hasznos teher

Használati osztály: H (nem járható tetők, tetőhajlás > 20°)

Felületen megoszló teher: $q_k = 0 \text{ kN/m}^2$

$\Psi_0 = 0; \Psi_1 = 0; \Psi_2 = 0$

2.2.2. Hóteher

parciális (biztonsági) tényezők és Ψ tényezők:

$\gamma_Q = 1,5$	Tartós/ ideiglenes tervezési helyzeteken belül teherbírasi határállapotban
$\gamma_Q = 1,0$	Tartós/ ideiglenes tervezési helyzeteken belül használati határállapotban
$\gamma_A = 1,0$	Rendkívüli tervezési helyzetben
$\Psi_0 = 0,50$	Tartós/ideiglenes tervezési helyzetekben
$\Psi_1 = 0,20$	
$\Psi_2 = 0,00$	

A felszíni hóteher karakterisztikus értéke 400 m tengerszint feletti magasságig:

$$s_k = 1,25 \text{ kN/m}^2$$

Tetők hóterhének karakterisztikus értéke:

$$s = C_e \cdot C_t \cdot \mu_i \cdot s_k$$

$$C_e = \text{terep jellege: szokásos} = 1,0$$

$$C_t = 1,0$$

$$\mu_i \text{ alaki tényező} = 0,8 \cdot \left(2 - \frac{\alpha}{30}\right) = 0,8 \cdot \left(2 - \frac{40}{30}\right) = 0,533$$

$$s = C_e \cdot C_t \cdot \mu_i \cdot s_k = 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,533 \cdot 1,25 = 0,666 \text{ kN/m}^2$$

2.2.3. Szélteher

parciális (biztonsági) tényezők és Ψ tényezők:

$\gamma_Q = 1,5$	Tartós/ ideiglenes tervezési helyzeteken belül teherbírási határállapotban
$\gamma_Q = 1,0$	Tartós/ ideiglenes tervezési helyzeteken belül használati határállapotban
$\gamma_A = 1,0$	Rendkívüli tervezési helyzetben
$\Psi_0 = 0,60$	Tartós/ideiglenes tervezési helyzetekben
$\Psi_1 = 0,50$	
$\Psi_2 = 0,00$	

Felületi szélnyomás:

$$w = q_p(z) \cdot c$$

$$q_p(z) = \text{torlónyomás értéke}$$

$$c = c_{pi} + c_{pe}; \text{belső és külső nyomási tényezők}$$

Torlónyomás értékének meghatározása:

A szélesebesség alapértéke:

$$v_b = c_{dir} \cdot c_{season} \cdot v_{b,0} = 1,0 \cdot 1,0 \cdot 23,6 = 23,6 \frac{m}{s}$$

A torlónyomás alapértéke:

$$q_b = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_b^2 = \frac{1}{2} \cdot 1,25 \cdot 23,6^2 = 348,1 \frac{N}{m^2} = 0,348 \text{ kN/m}^2$$

A torlónyomás csúcsértéke:

$$q_p(z) = c_e(z) \cdot q_b$$

$$c_e(z) = \text{helyszíntényező (diagrammból)}$$

$$z = \text{épületmagasság} = 8,52 \text{ m}$$

III. beépítettség osztály

diagramm értékei:

$$z = 8,75 \text{ m} \rightarrow c_e(z) = 1,6$$

$$z = 7,50 \text{ m} \rightarrow c_e(z) = 1,5$$

$$\text{interpolálva: } c_e(z) = 1,582$$

$$q_p(z) = c_e(z) \cdot q_b = 1,582 \cdot 0,348 = 0,551 \frac{kN}{m^2}$$

A torlónyomás meghatározása táblázatból:

$$z = 8 \text{ m} \rightarrow q_p(z) = 0,545$$

$$z = 9 \text{ m} \rightarrow q_p(z) = 0,571$$

$$\text{interpolálva: } z = 8,52 \text{ m} \rightarrow q_p(z) = 0,559 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{tehát a torlónyomás értéke: } q_p(z) = 0,559 \text{ kN/m}^2$$

Külső nyomási tényezők meghatározása:

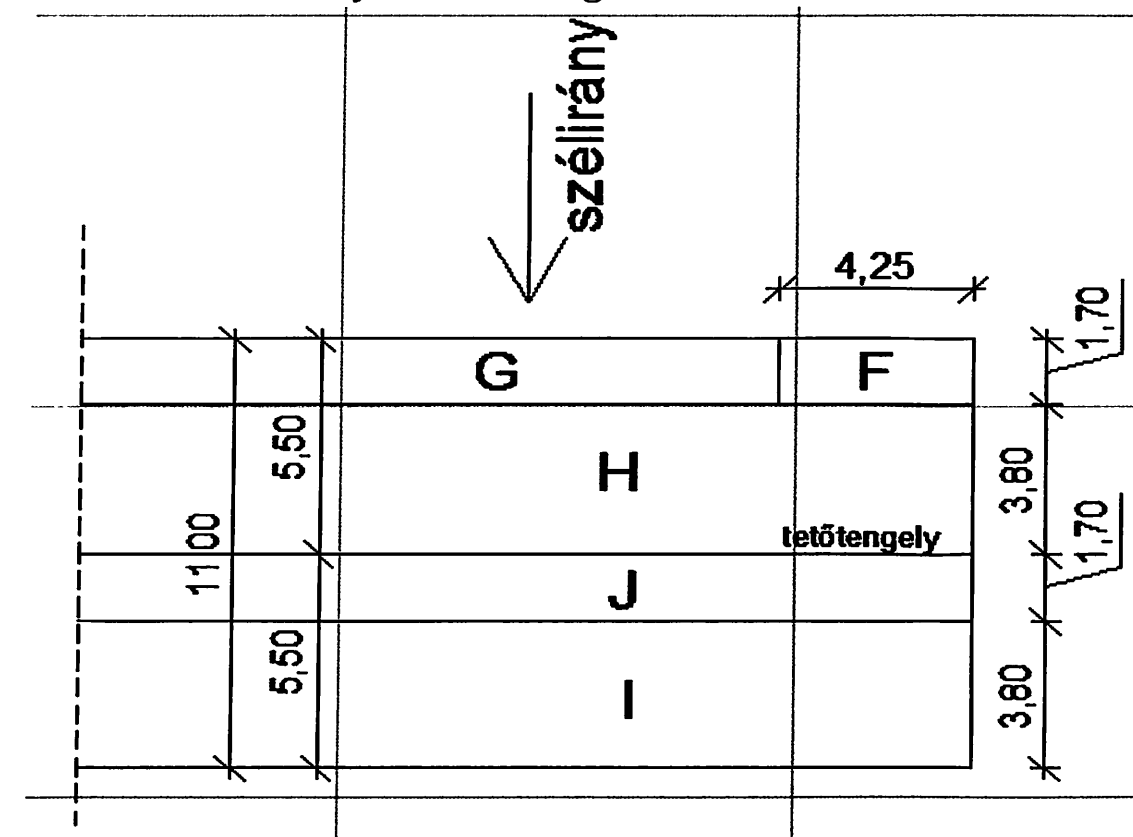
Tető:

Az „L” alaprajzi kialakítás miatt, az egyik szélirány az egyik épületrész tetőtengelyére merőleges, akkor ugyanez a szélirány a másik épületrész tetőtengelyével párhuzamos, és ez fordítva ugyanúgy igaz. Emiatt nem kell külön vizsgálni szélteher szempontjából az egymásra merőleges két épületrészt, elég csak az egyik épületrészt vizsgálni merőleges és párhuzamos szélirányra egyaránt.

Külső nyomási tényezők a tetőtengelyre merőleges szélirány esetén:

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

$b =$ szélirányra merőleges méret!



F zóna:

$c_{pe,ny}^F$ 30° esetén = +0,7	$c_{pe,ny}^F = +0,7$
$c_{pe,ny}^F$ 45° esetén = +0,7	

$c_{pe,sz}^F$ 30° esetén = -0,5	$c_{pe,sz}^F = -0,167$
$c_{pe,sz}^F$ 45° esetén = 0,0	

G zóna:

$c_{pe,ny}^G$ 30° esetén = +0,7	$c_{pe,ny}^G = +0,7$
$c_{pe,ny}^G$ 45° esetén = +0,7	

$c_{pe,sz}^G$ 30° esetén = -0,5	$c_{pe,sz}^G = -0,167$
$c_{pe,sz}^G$ 45° esetén = 0,0	

H zóna:

$c_{pe,ny}^H$ 30° esetén = +0,4	$c_{pe,ny}^H = +0,533$
$c_{pe,ny}^H$ 45° esetén = +0,6	

$c_{pe,sz}^H$ 30° esetén = -0,2	$c_{pe,sz}^H = -0,067$
$c_{pe,sz}^H$ 45° esetén = 0,0	

I zóna:

$c_{pe,ny}^I$ 30° esetén = 0,0	$c_{pe,ny}^I = 0,0$
$c_{pe,ny}^I$ 45° esetén = 0,0	

$c_{pe,sz}^I$ 30° esetén = -0,4	$c_{pe,sz}^I = -0,267$
$c_{pe,sz}^I$ 45° esetén = -0,2	

J zóna:

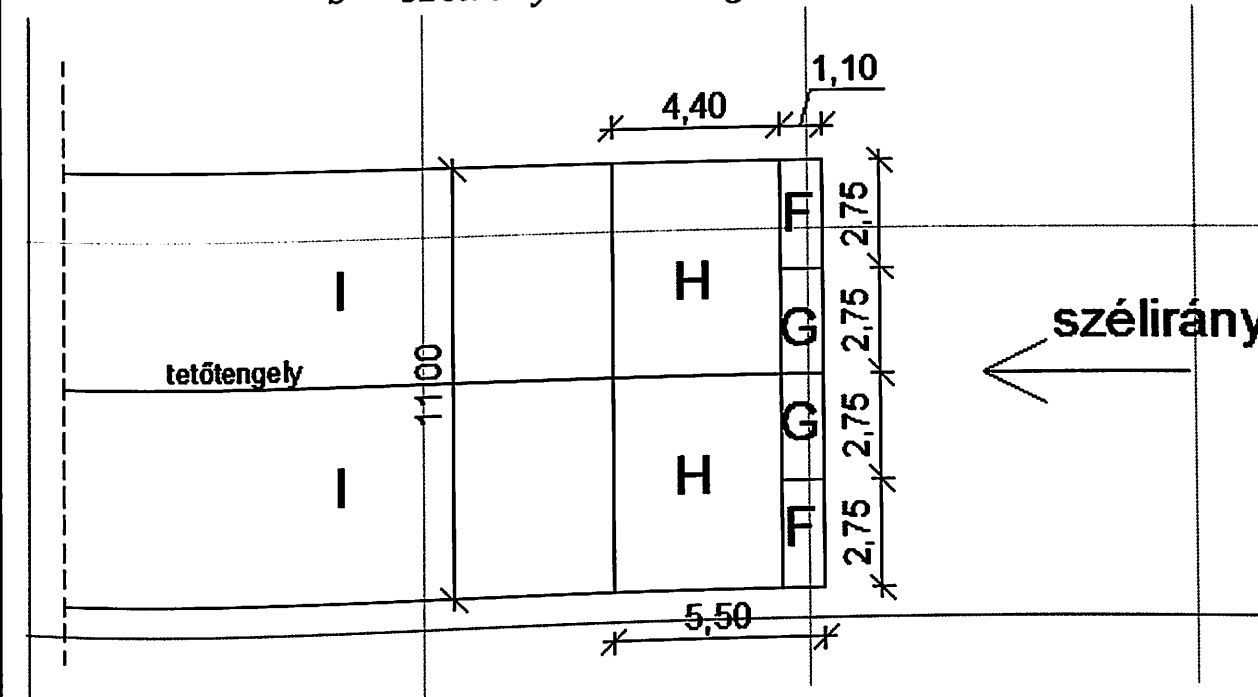
$c_{pe,ny}^J$ 30° esetén = 0,0	$c_{pe,ny}^J = 0,0$
$c_{pe,ny}^J$ 45° esetén = 0,0	

$c_{pe,sz}^J$ 30° esetén = -0,5	$c_{pe,sz}^J = -0,367$
$c_{pe,sz}^J$ 45° esetén = -0,3	

Külső nyomási tényezők a tetőtengellyel párhuzamos szélirány esetén (csak szívás!):

$$e = \min(b; 2h) = b = 11 \text{ m}$$

b = széirányra merőleges méret!



F zóna:

$c_{pe,sz}^F$ 30° esetén = -1,1	$c_{pe,sz}^F = -1,1$
$c_{pe,sz}^F$ 45° esetén = -1,1	

G zóna:

$c_{pe,sz}^G$ 30° esetén = -1,4	$c_{pe,sz}^G = -1,4$
$c_{pe,sz}^G$ 45° esetén = -1,4	

H zóna:

$c_{pe,sz}^H$ 30° esetén = -0,8	$c_{pe,sz}^H = -0,867$
$c_{pe,sz}^H$ 45° esetén = -0,9	

I zóna:

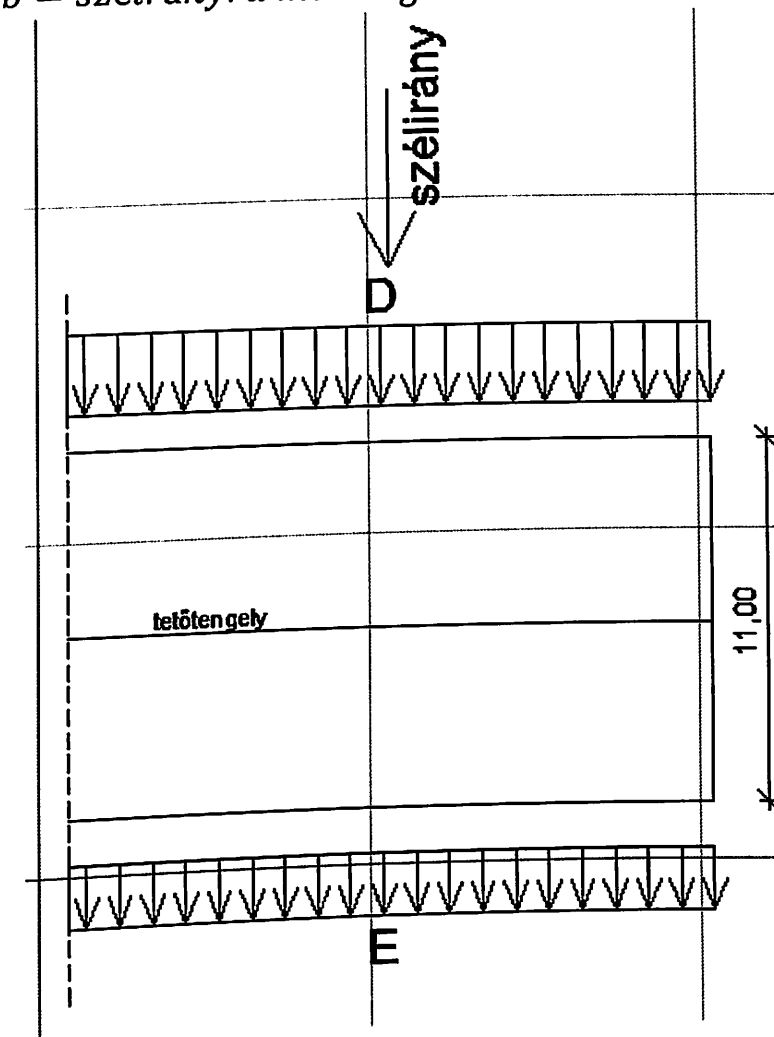
$c_{pe,sz}^I$ 30° esetén = -0,5	$c_{pe,sz}^I = -0,5$
$c_{pe,sz}^I$ 45° esetén = -0,5	

Fal:

Külső nyomási tényezők a tetőtengelyre merőleges szélirány esetén:

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

b = széirányra merőleges méret!



$$\frac{h}{d} = \frac{8,52}{11,0} = 0,7745$$

D zóna (szél támadta oldal):

$c_{pe,ny}^D \frac{h}{d} \leq 0,25$ esetén = +0,7	$c_{pe,ny}^D = +0,77$
$c_{pe,ny}^D \frac{h}{d} = 1$ esetén = +0,8	

E zóna (szélárnyékos oldal):

$c_{pe,sz}^E \frac{h}{d} \leq 0,25$ esetén = -0,3	$c_{pe,sz}^E = -0,44$
$c_{pe,sz}^E \frac{h}{d} = 1$ esetén = -0,5	

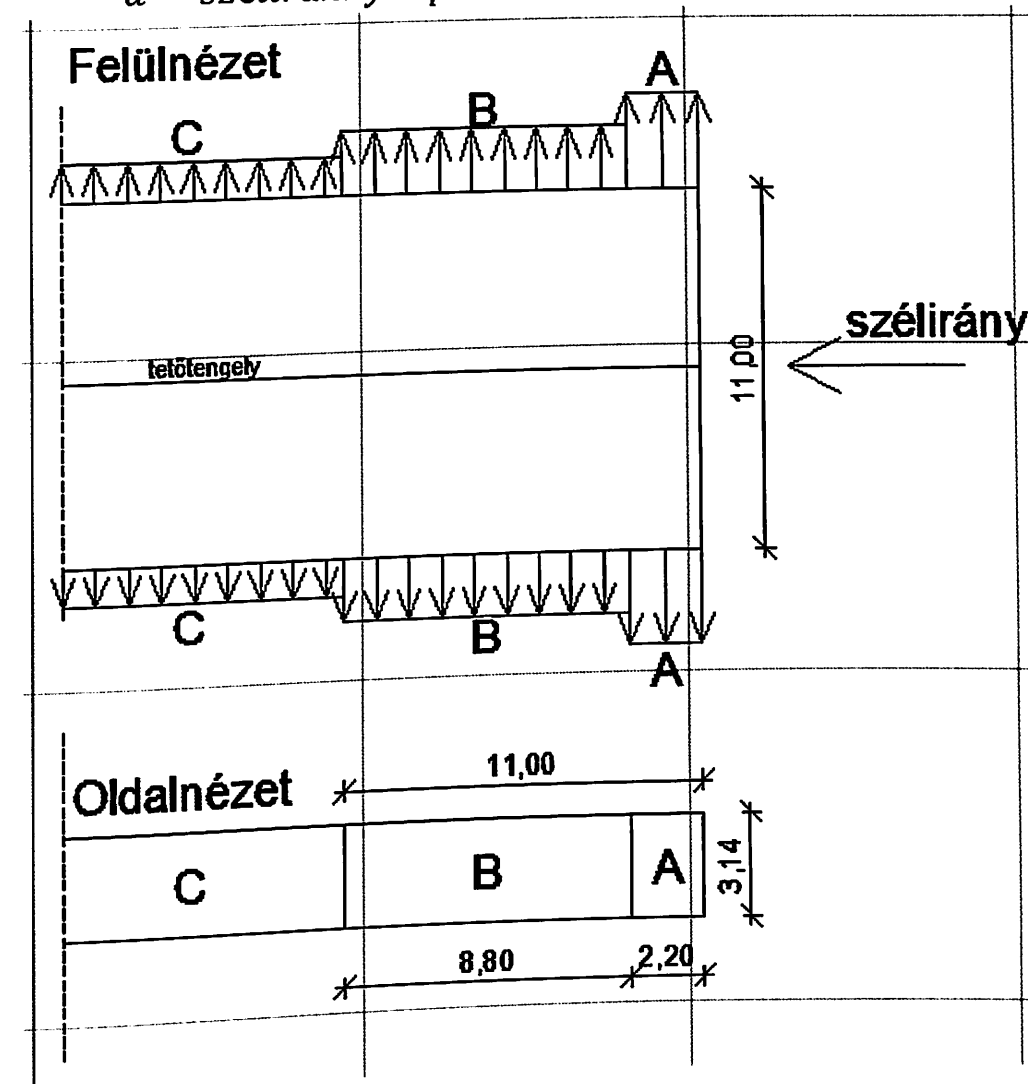
Külső nyomási tényezők a tetőtengelyre merőleges szélirány esetén:

$$e = \min(b; 2h) = b = 11 \text{ m}$$

b = széirányra merőleges méret!

$$e < d$$

d = széliránnyal párhuzamos méret



$$\frac{h}{d} \leq 0,25$$

A zóna:

$c_{pe,sz}^A \frac{h}{d} \leq 0,25$ esetén = -1,2	$c_{pe,sz}^A = -1,2$
---	----------------------

B zóna:

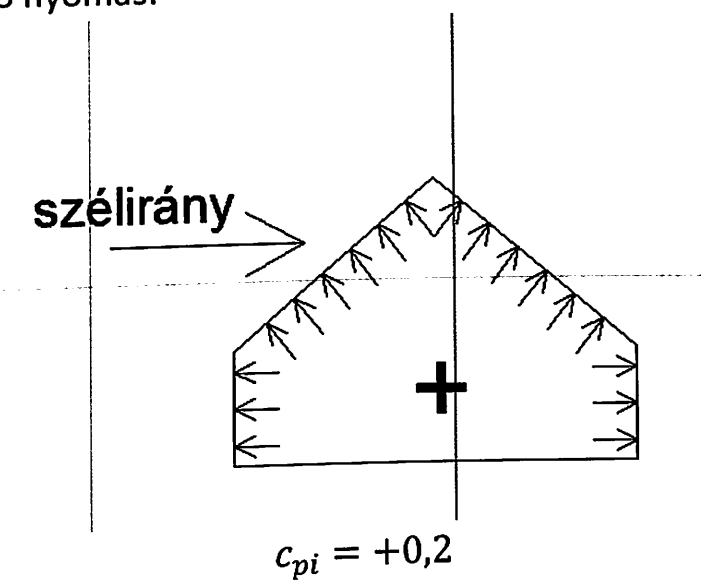
$c_{pe,sz}^B \frac{h}{d} \leq 0,25$ esetén = -0,8	$c_{pe,sz}^B = -0,8$
---	----------------------

C zóna:

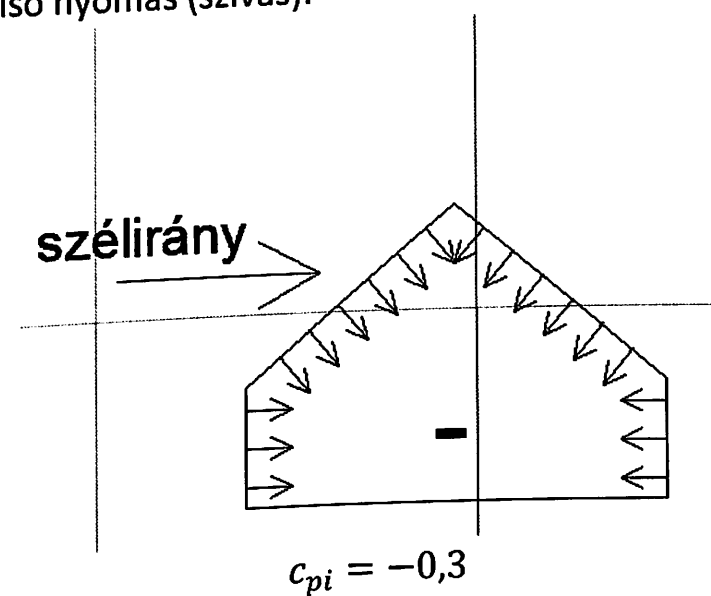
$c_{pe,sz}^C \frac{h}{d} \leq 0,25$ esetén = -0,5	$c_{pe,sz}^C = -0,5$
---	----------------------

Belső nyomási tényezők meghatározása:

Pozitív belső nyomás:



Negatív belső nyomás (szívás):



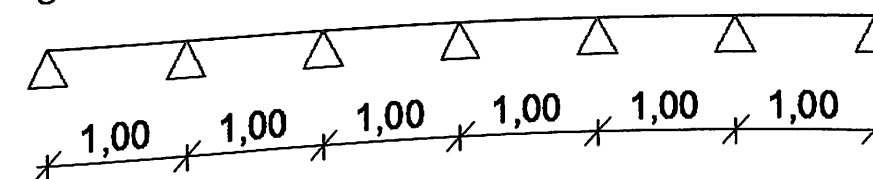
A külső nyomásokat és a belső szélnyomásokat egyszerre működőnek kell tekinteni!

3. Tetőléc méretezése

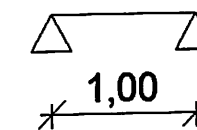
3.1. Statikai váz

Az épület két egyenes tengelyű részeiben:

Folytatólagos többtámaszú tartó, megtámasztási pontok a szarufák.



Az épület íves részén: Kéttámaszú tartó



3.2. Keresztmetszet

50x50 mm-es úgynevezett Bramac lécs.

3.3. Tehermodell

- Felületi megoszló teher redukálása hossz-menti megoszló teherre (állandó teher, hőteher, szélteher).
Terhelési sáv: 30 cm
- Hossz-menti megoszló teher redukálása a keresztmetszet y és z tengely irányú komponensére (állandó teher, hőteher).
Tetőhajlás: 40°

3.3.1. Állandó teher (nádfedés terhe+tetőlécs önsúlya)

$$\text{nádfedés terhe: } 0,6 \frac{kN}{m^2}$$

$$p_g^{nad} = 0,6 \cdot t = 0,6 \cdot 0,3 = 0,18 \frac{kN}{m}$$

$$\text{tetőlécs folyómétersúlya: } 0,0105 \frac{kN}{m}$$

$$p_{g,z}^k = (0,18 + 0,0105) \cdot \cos 40^\circ = 0,146 \frac{kN}{m}$$

$$p_{g,y}^k = (0,18 + 0,0105) \cdot \sin 40^\circ = 0,122 \frac{kN}{m}$$

3.3.2. Hőteher

$$p_s^{r1} = s \cdot t = 0,666 \cdot 0,3 = 0,2 \frac{kN}{m}$$

$$p_{s,z}^k = p_s^{r1} \cdot \cos^2 \alpha = 0,2 \cdot \cos^2 40^\circ = 0,117 \frac{kN}{m}$$

$$p_{s,y}^k = p_s^{r1} \cdot \cos \alpha \cdot \sin \alpha = 0,2 \cdot \cos 40^\circ \cdot \sin 40^\circ = 0,098 \frac{kN}{m}$$

3.3.3. Szélteher (merőleges a szél támadta felületre)

Felületi szélnyomás:

$$w = q_p(z) \cdot c_p$$

$q_p = a$ torlónyomás értéke

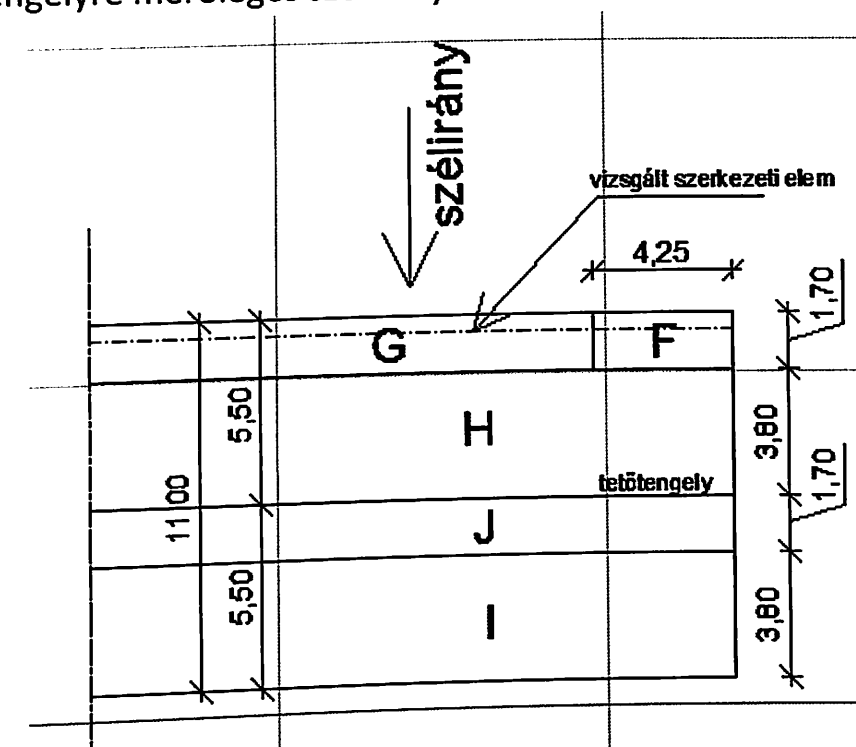
$c_p =$ külső és belső nyomási tényezők

Vonal menti szélteher:

$$p_w = t \cdot w$$

$t =$ terhelési sáv (tetőlécs esetén 30 cm)

Tetőtengelyre merőleges szélirány:



F zóna:

$$p_{w,ny,mer.}^{F,k} = t \cdot q_p \cdot c_{pe,ny}^F = 0,3 \cdot 0,559 \cdot 0,7 = 0,117 \frac{kN}{m}$$

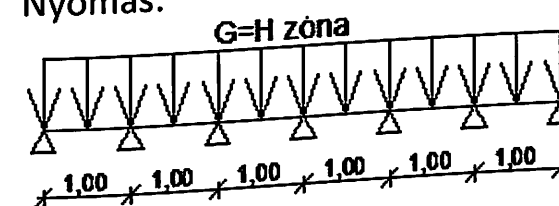
$$p_{w,sz,mer.}^{F,k} = t \cdot q_p \cdot c_{pe,sz}^F = 0,3 \cdot 0,559 \cdot -0,167 = -0,028 \frac{kN}{m}$$

G zóna:

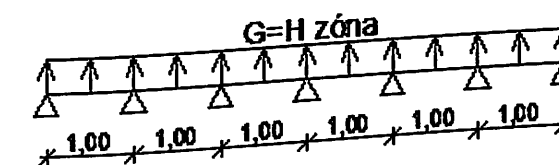
$$p_{w,ny,mer.}^{G,k} = t \cdot q_p \cdot c_{pe,ny}^G = 0,3 \cdot 0,559 \cdot 0,7 = 0,117 \frac{kN}{m}$$

$$p_{w,sz,mer.}^{G,k} = t \cdot q_p \cdot c_{pe,sz}^G = 0,3 \cdot 0,559 \cdot -0,167 = -0,028 \frac{kN}{m}$$

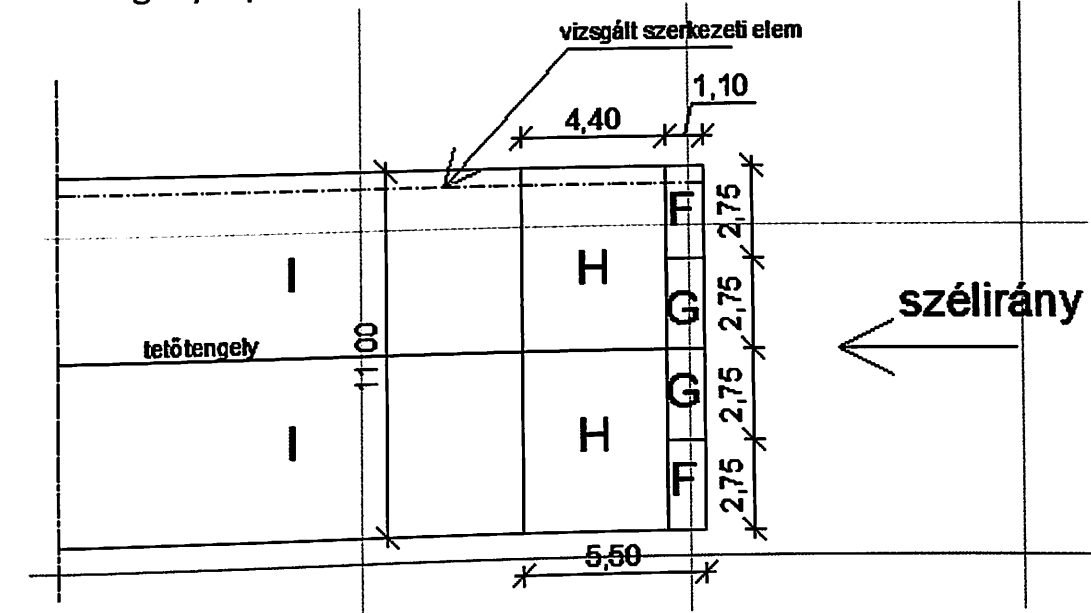
Nyomás:



Szívás:



Tetőtengellyel párhuzamos szélirány (csak szívás!):



F zóna:

$$p_{w,sz,párh.}^{F,k} = t \cdot q_p \cdot c_{pe,sz}^F = 0,3 \cdot 0,559 \cdot -1,1 = -0,184 \frac{kN}{m}$$

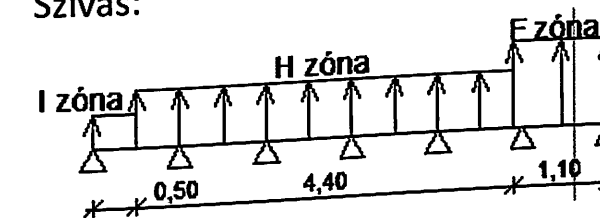
H zóna:

$$p_{w,sz,párh.}^{H,k} = t \cdot q_p \cdot c_{pe,sz}^H = 0,3 \cdot 0,559 \cdot -0,867 = -0,145 \frac{kN}{m}$$

I zóna:

$$p_{w,sz,párh.}^{I,k} = t \cdot q_p \cdot c_{pe,sz}^I = 0,3 \cdot 0,559 \cdot -0,5 = -0,084 \frac{kN}{m}$$

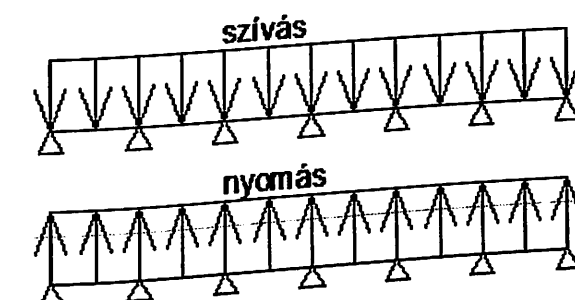
Szívás:



Belső nyomás-szívás:

$$p_{w,ny}^{belső,k} = t \cdot q_p \cdot c_{pi,ny} = 0,3 \cdot 0,559 \cdot 0,2 = -0,034 \frac{kN}{m}$$

$$p_{w,sz}^{belső,k} = t \cdot q_p \cdot c_{pi,sz} = 0,3 \cdot 0,559 \cdot -0,3 = 0,05 \frac{kN}{m}$$



3.4. Teherkombinációk

Y tengely körüli hajlításból keletkező igénybevételek számításához:

3.4.1. önsúly+hó+szélnyomás (tetőre merőleges+belső)

1. teherkombináció:

ULS (teherbírési határállapot).

$$p_{Ed}^{ULS,1} = \gamma_{G,sup} \cdot p_{g,z}^k + \gamma_s \cdot p_{s,z}^k + \psi_{0,w} \cdot \gamma_w \cdot (p_{w,ny,mer.}^k + p_{w,sz}^{belső,k})$$

$$p_{Ed}^{ULS,1} = 1,35 \cdot 0,146 + 1,5 \cdot 0,117 + 0,6 \cdot 1,5 \cdot (0,117 + 0,05)$$

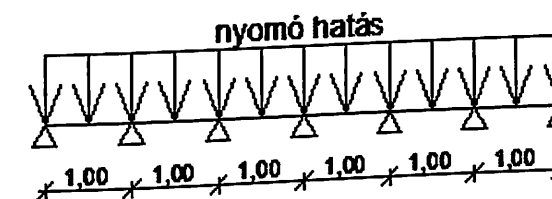
$$= 0,523 \frac{kN}{m}$$

2. teherkombináció:

SLS (használhatósági határállapot).

$$p_{qp}^{SLS,2} = p_{g,z}^k + p_{s,z}^k + \psi_{0,w} \cdot (p_{w,ny,mer.}^k + p_{w,sz}^{belső,k})$$

$$p_{qp}^{SLS,2} = 0,146 + 0,117 + 0,6 \cdot (0,117 + 0,05) = 0,363 \frac{kN}{m}$$



3.4.2. önsúly+szélszívás (tetőre merőleges+belső)

3. teherkombináció:

ULS (teherbírési határállapot).

$$p_{Ed}^{ULS,3} = \gamma_{G,inf} \cdot p_{g,z}^k + \gamma_w \cdot (p_{w,sz,mer.}^k + p_{w,ny}^{belső,k})$$

$$p_{Ed}^{ULS,3} = 1,00 \cdot 0,146 + 1,5 \cdot (-0,028 - 0,034) = 0,053 \frac{kN}{m}$$

4. teherkombináció:

SLS (használhatósági határállapot).

$$p_{qp}^{SLS,4} = p_{g,z}^k + (p_{w,sz,mer.}^k + p_{w,ny}^{belső,k})$$

$$p_{qp}^{SLS,4} = 0,146 - 0,028 - 0,034 = 0,084 \frac{kN}{m}$$

A szívó hatás nem érvényesül, ez a tető meredekségével is magyarázható hiszen minél meredekebb egy tető, a külső nyomási tényezők negatív értékei tartanak a 0-hoz.

3.4.3. önsúly+szélszívás (tetővel párhuzamos+belső)

5. teherkombináció:

ULS (teherbírési határállapot).

$$p_{Ed}^{ULS,5,F} = \gamma_{G,inf} \cdot p_{g,z}^k + \gamma_w \cdot (p_{w,sz,párh.}^{F,k} + p_{w,ny}^{belső,k})$$

$$p_{Ed}^{ULS,5,F} = 1,0 \cdot 0,146 + 1,5 \cdot (-0,184 - 0,034) = -0,181 \frac{kN}{m}$$

$$p_{Ed}^{ULS,5,H} = \gamma_{G,inf} \cdot p_{g,z}^k + \gamma_w \cdot (p_{w,sz,párh.}^{H,k} + p_{w,ny}^{belső,k})$$

$$p_{Ed}^{ULS,5,H} = 1,0 \cdot 0,146 + 1,5 \cdot (-0,145 - 0,034) = -0,123 \frac{kN}{m}$$

$$p_{Ed}^{ULS,5,I} = \gamma_{G,inf} \cdot p_{g,z}^k + \gamma_w \cdot (p_{w,sz,párh.}^{I,k} + p_{w,ny}^{belső,k})$$

$$p_{Ed}^{ULS,5,I} = 1,0 \cdot 0,146 + 1,5 \cdot (-0,084 - 0,034) = -0,031 \frac{kN}{m}$$

6. teherkombináció:

SLS (használhatósági határállapot).

$$p_{qp}^{SLS,6,F} = p_{g,z}^k + (p_{w,sz,párh.}^{F,k} + p_{w,ny}^{belső,k})$$

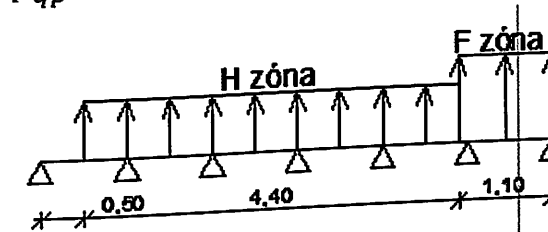
$$p_{qp}^{SLS,6,F} = 0,146 + (-0,184 - 0,034) = -0,072 \frac{kN}{m}$$

$$p_{qp}^{SLS,6,H} = p_{g,z}^k + (p_{w,sz,párh.}^{H,k} + p_{w,ny}^{belső,k})$$

$$p_{qp}^{SLS,6,H} = 0,146 + (-0,145 - 0,034) = -0,033 \frac{kN}{m}$$

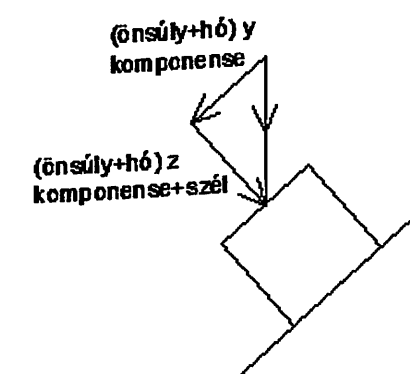
$$p_{qp}^{SLS,6,I} = p_{g,z}^k + (p_{w,sz,párh.}^{I,k} + p_{w,ny}^{belső,k})$$

$$p_{qp}^{SLS,6,I} = 0,146 + (-0,084 - 0,034) = 0,028 \frac{kN}{m}$$



Z tengely körüli hajlításból keletkező igénybevételek számításához:

3.4.4. önsúly+hóteher (szélteher nincs mert az merőleges a felületre)



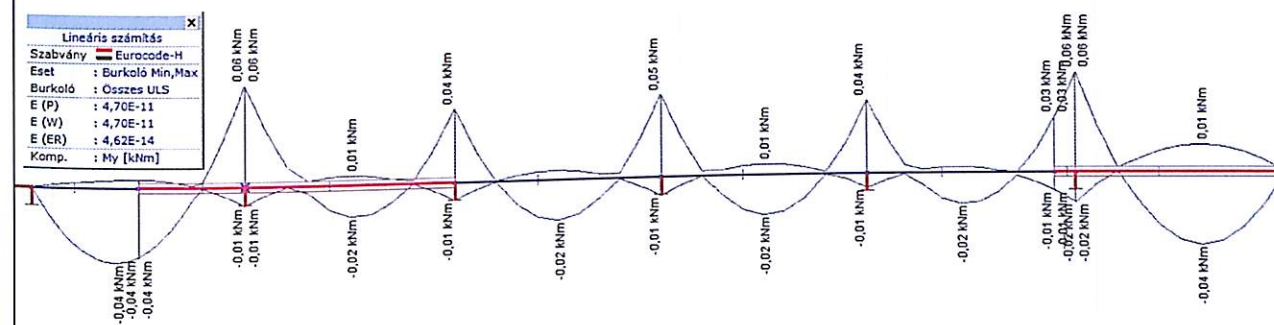
$$p_{Ed}^{ULS} = \gamma_{G,sup} \cdot p_{g,y}^k + \gamma_s \cdot p_{s,y}^k$$

$$p_{Ed}^{ULS} = 1,35 \cdot 0,122 + 1,5 \cdot 0,098 = 0,312 \frac{kN}{m}$$

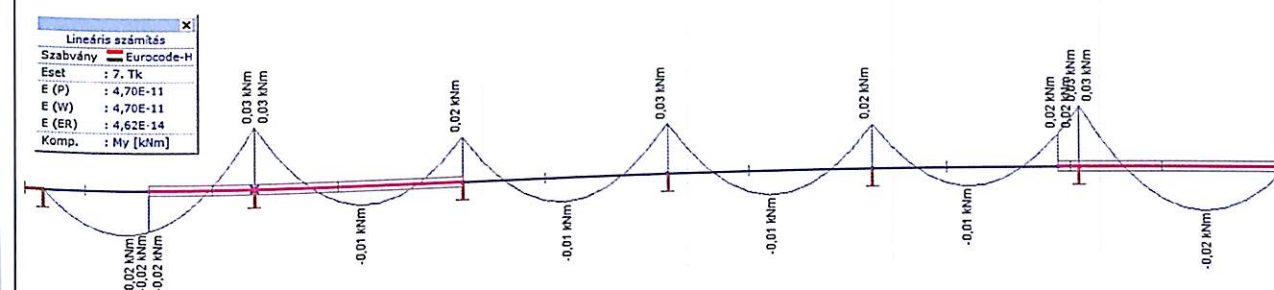
3.5. Igénybevételek meghatározása többtámaszú tartóként

Ellenőrizendő igénybevétel: ferde halítás.

Mértékadó nyomatékok, burkolóábra:



$$M_{Ed}^y = 0,06 \text{ kNm}$$



$$M_{Ed}^z = 0,03 \text{ kNm}$$

Feszültségek számítása:

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{M_{Ed}^y}{W_y}$$

$$W_y = \frac{b \cdot h^2}{6} = \frac{50 \cdot 50^2}{6} = 20833,3 \text{ mm}^3$$

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{M_{Ed}^y}{W_y} = \frac{0,06 \cdot 10^6}{20833,3} = 2,88 \text{ N/mm}^2$$

$$W_z = W_y$$

$$\sigma_{m,z,d} = \frac{M_{Ed}^z}{W_z} = \frac{0,03 \cdot 10^6}{20833,3} = 1,44 \text{ N/mm}^2$$

3.6. Keresztmetszet ellenőrzése

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1 \text{ és } k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

$$f_{m,d} = k_{mod} \frac{f_{m,k}}{\gamma_m} = 0,6 \cdot \frac{24}{1,3} = 11,08 \text{ N/mm}^2$$

$$k_m = 0,7$$

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{2,88}{11,08} + 0,7 \cdot \frac{1,44}{11,08} = 0,351 \leq 1 \text{ Megfelel!}$$

$$k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,7 \cdot \frac{2,88}{11,08} + \frac{1,44}{11,08} = 0,312 \leq 1 \text{ Megfelel!}$$

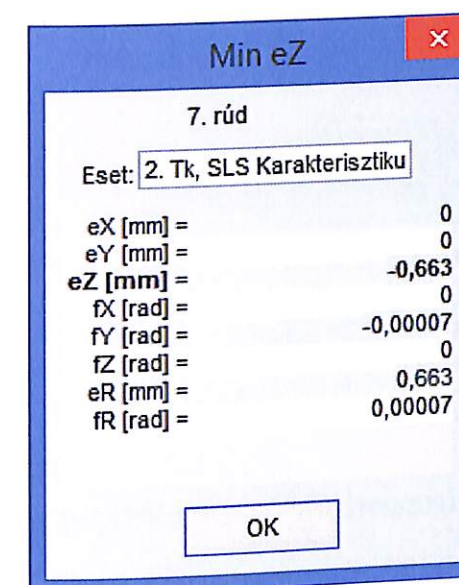
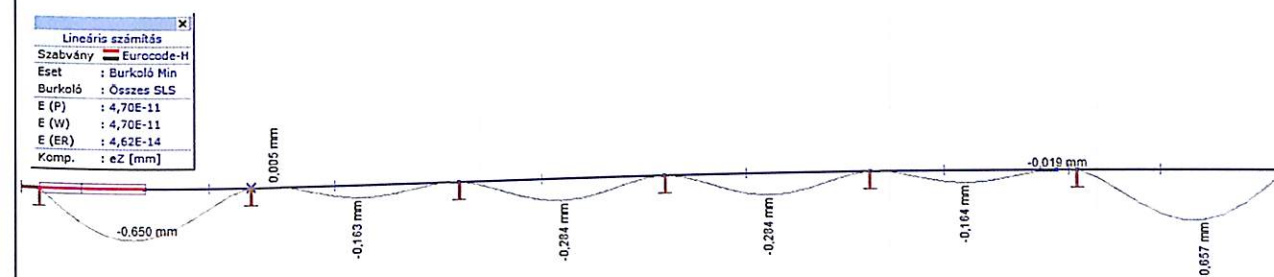
Stabilitásvesztés vizsgálata:

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{k_{crit} \cdot f_{m,y,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1 \text{ és } k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{k_{crit} \cdot f_{m,y,d}} \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

$k_{crit} = 1,0 \rightarrow$ tehát a képletünk nem változik!

3.7. Használhatósági határállapot (lehajlás ellenőrzése)

Mértékadó lehajlás AXIS-ból:



Mértékadó lehajlás: $w=0,663$ mm

$$0,663 < \frac{l}{300} = \frac{1000}{300} = 3,33 \text{ mm Megfelel!}$$

3.8. Kéttámaszú tartóként ellenőrzés

A mértékadó teherkombináció teherbírasi határállapotban az 1. kombináció, használhatósági határállapotban a 2. kombináció.

Ezek alapján:

$$M_{Ed}^y = \frac{q \cdot l^2}{8} = \frac{0,523 \cdot 1^2}{8} = 0,066 \text{ kNm}$$

$$M_{Ed}^z = \frac{q \cdot l^2}{8} = \frac{0,312 \cdot 1^2}{8} = 0,039 \text{ kNm}$$

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{M_{Ed}^y}{W} = \frac{0,066 \cdot 10^6}{20833,3} = 3,17 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\sigma_{m,z,d} = \frac{M_{Ed}^z}{W} = \frac{0,039 \cdot 10^6}{20833,3} = 1,872 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{3,17}{11,08} + 0,7 \cdot \frac{1,872}{11,08} = 0,404 \leq 1 \text{ Megfelel!}$$

$$k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,7 \cdot \frac{3,17}{11,08} + \frac{1,872}{11,08} = 0,369 \leq 1 \text{ Megfelel!}$$

Lehajlás:

1. rúd	
Eset:	ST1
eX [mm]	0
eY [mm]	0
eZ [mm]	-1,320
fX [rad]	0
fY [rad]	0
fZ [rad]	0
eR [mm]	1,320
fR [rad]	0

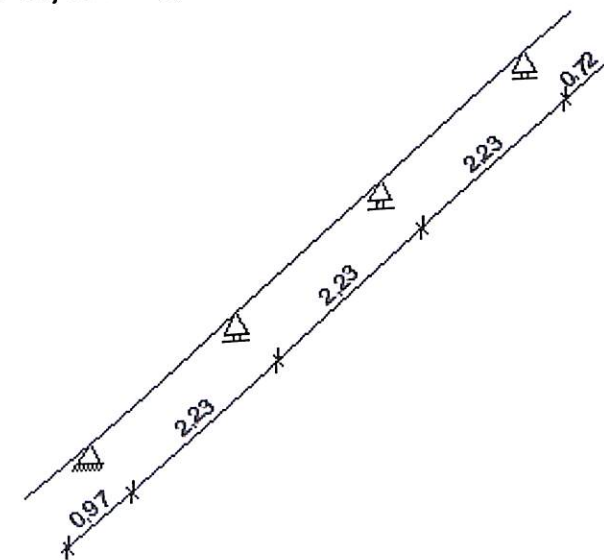
Mértékadó lehajlás: $w=1,32$ mm

$$1,32 < \frac{l}{300} = \frac{1000}{300} = 3,33 \text{ mm Megfelel!}$$

4. Szarufa méretezése

4.1. Statikai váz

Folytatólagos többtámaszú tartó, megtámasztási pontok a szelemenek.



4.2. Kereszmetszet

7,5x15 cm-es gerenda

4.3. Tehermodell

- Felületi megoszló teher redukálása hossz-menti megoszló teherre (állandó teher, hóteher, szélteher).

Terhelési sáv: 1,0 m

4.3.1. Állandó teher

A szarufa önsúlya: AXIS

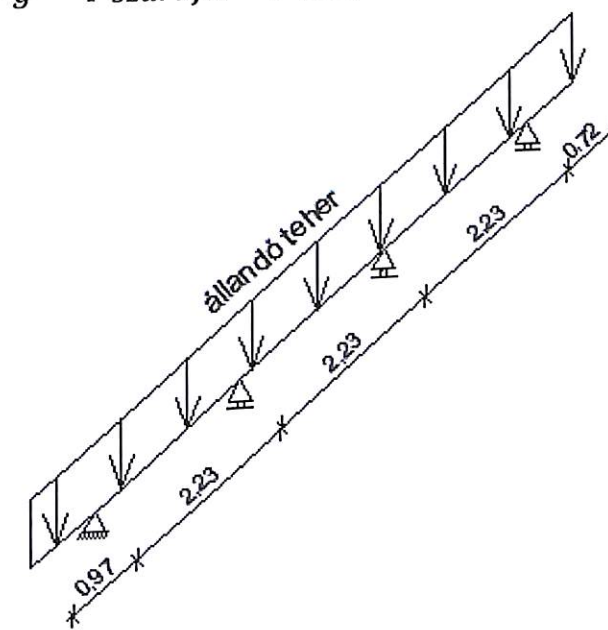
Tetőfedés terhe:

$$\sum g_{\text{tetőfedés}} = 0,632 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

$$p_{\text{tetőfedés}}^k = 0,632 \cdot t = 0,632 \cdot 1,0 = 0,632 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Összes állandó teher a szarufára:

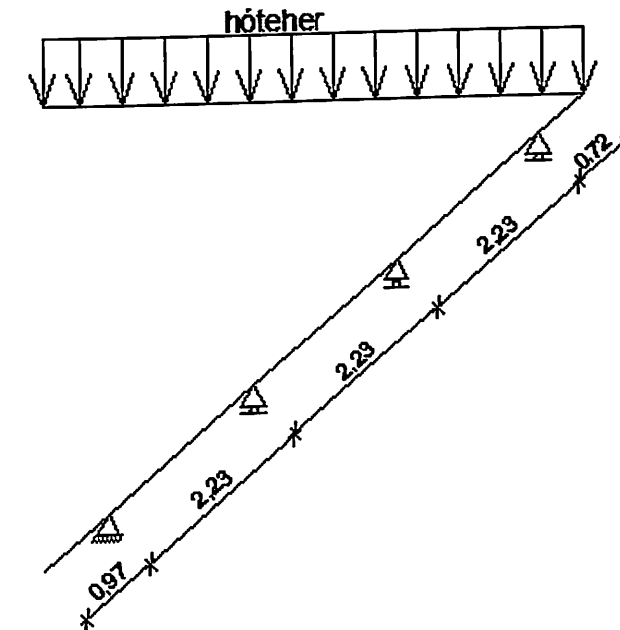
$$p_g^k = p_{\text{szarufa}}^k + p_{\text{tetőfedés}}^k$$



4.3.2. Hóteher

a hóteher karakterisztikus értéke:

$$p_s^k = s \cdot t = 0,666 \cdot 1,0 = 0,666 \frac{kN}{m}$$



4.3.3. Szélteher

Felületi szélnyomás:

$$w = q_p(z) \cdot c_p$$

$q_p = a$ torlónyomás értéke

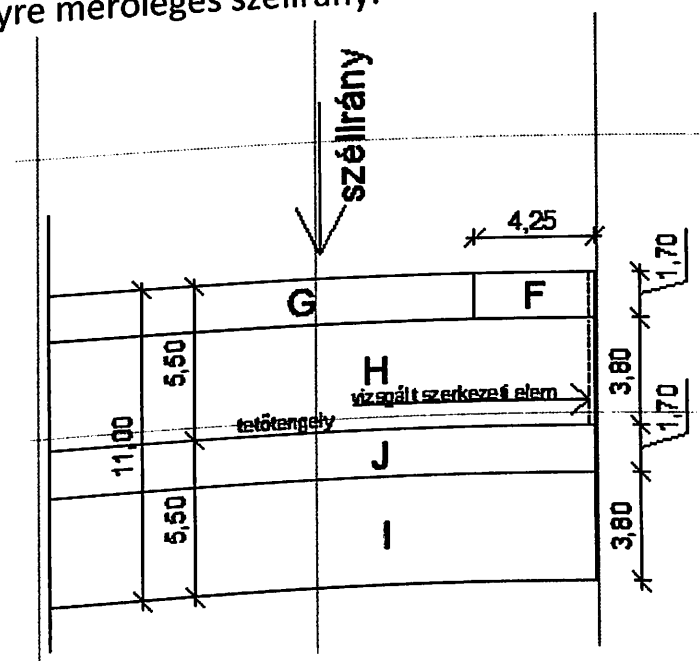
$c_p =$ külső és belső nyomási tényezők

Vonal-menti szélteher:

$$p_w = t \cdot w$$

$t =$ terhelési sáv (szarufa esetén 1 m)

Tetőtengelyre merőleges szélirány:



F zóna:

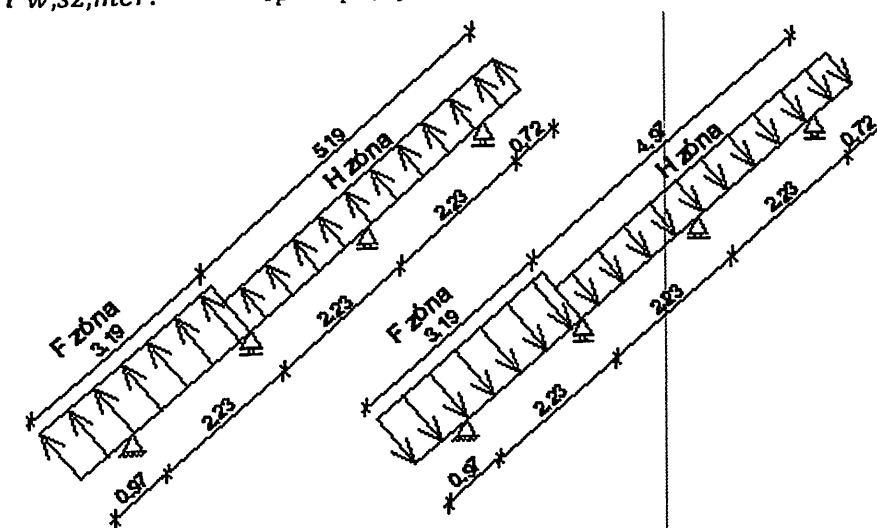
$$p_{w,ny,mer.}^{F,k} = t \cdot q_p \cdot c_{pe,ny}^F = 1,0 \cdot 0,559 \cdot 0,7 = 0,391 \frac{kN}{m}$$

$$p_{w,sz,mer.}^{F,k} = t \cdot q_p \cdot c_{pe,sz}^F = 1,0 \cdot 0,559 \cdot -0,167 = -0,093 \frac{kN}{m}$$

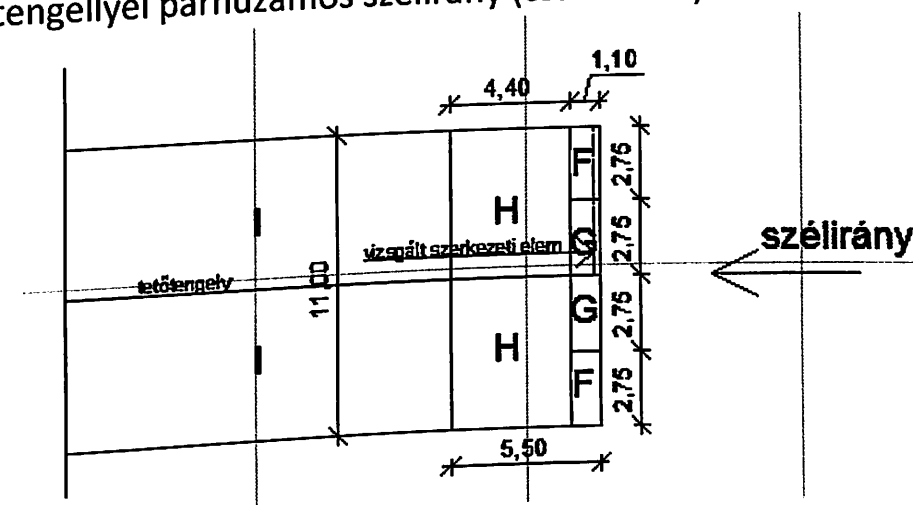
H zóna:

$$p_{w,ny,mer.}^{H,k} = t \cdot q_p \cdot c_{pe,ny}^H = 1,0 \cdot 0,559 \cdot 0,533 = 0,298 \frac{kN}{m}$$

$$p_{w,sz,mer.}^{H,k} = t \cdot q_p \cdot c_{pe,sz}^H = 1,0 \cdot 0,559 \cdot -0,067 = -0,037 \frac{kN}{m}$$



Tetőtengellyel párhuzamos szélirány (csak szívás):

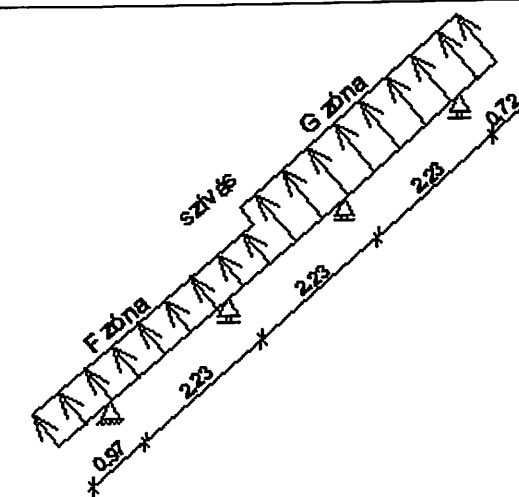


F zóna:

$$p_{w,sz,párh.}^{F,k} = t \cdot q_p \cdot c_{pe,sz}^F = 1,0 \cdot 0,559 \cdot -1,1 = -0,615 \frac{kN}{m}$$

G zóna:

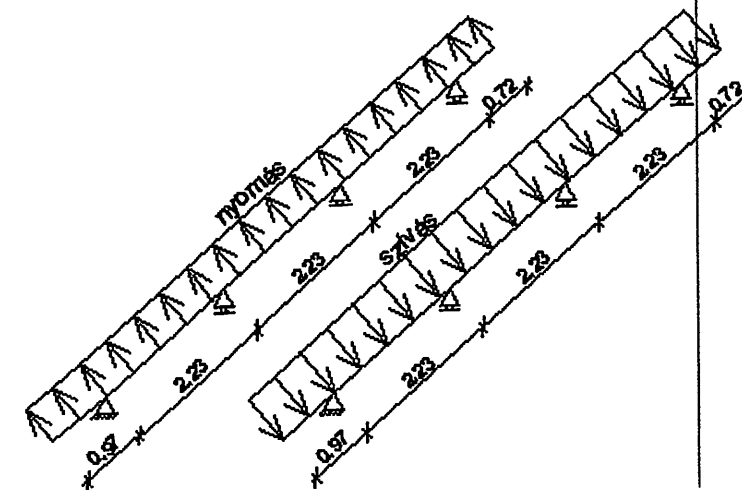
$$p_{w,sz,párh.}^{G,k} = t \cdot q_p \cdot c_{pe,sz}^G = 1,0 \cdot 0,559 \cdot -1,4 = -0,783 \frac{kN}{m}$$



Belső nyomás-szívás:

$$p_{w,ny}^{belső,k} = t \cdot q_p \cdot c_{pi,ny} = 1,0 \cdot 0,559 \cdot 0,2 = -0,112 \frac{kN}{m}$$

$$p_{w,sz}^{belső,k} = t \cdot q_p \cdot c_{pi,sz} = 1,0 \cdot 0,559 \cdot -0,3 = 0,168 \frac{kN}{m}$$



4.4. Teherkombinációk

A kombinációk számítását AXIS-ban készítettem el, mivel a szarufa önsúlyát nem kézzel számítottam, hanem a szoftver „G” parancsát használtam.

4.4.1. önsúly+hó+szélnyomás (tetőre merőleges+belső)

1. teherkombináció:

ULS (teherbírési határállapot).

$$p_{Ed}^{ULS,1,F} = \gamma_{G,sup} \cdot p_g^k + \gamma_s \cdot p_s^k + \psi_{0,w} \cdot \gamma_w \cdot (p_{w,ny,mer.}^{F,k} + p_{w,sz}^{belső,k})$$

$$p_{Ed}^{ULS,1,H} = \gamma_{G,sup} \cdot p_g^k + \gamma_s \cdot p_s^k + \psi_{0,w} \cdot \gamma_w \cdot (p_{w,ny,mer.}^{H,k} + p_{w,sz}^{belső,k})$$

2. teherkombináció:

SLS (használatossági határállapot).

$$p_{qp}^{SLS,2,F} = p_g^k + p_s^k + \psi_{0,w} \cdot (p_{w,ny,mer.}^{F,k} + p_{w,sz}^{belső,k})$$

$$p_{qp}^{SLS,2,H} = p_g^k + p_s^k + \psi_{0,w} \cdot (p_{w,ny,mer.}^{H,k} + p_{w,sz}^{belső,k})$$

4.4.2. önsúly+szél szívás (tetőre merőleges+belső)

3. teherkombináció:

ULS (teherbírési határállapot).

$$p_{Ed}^{ULS,3,F} = \gamma_{G,inf} \cdot p_g^k + \gamma_w \cdot (p_{w,sz,mer.}^{F,k} + p_{w,ny}^{belső,k})$$

$$p_{Ed}^{ULS,3,H} = \gamma_{G,inf} \cdot p_g^k + \gamma_w \cdot (p_{w,sz,mer.}^{H,k} + p_{w,ny}^{belső,k})$$

4. teherkombináció:

SLS (használatossági határállapot).

$$p_{qp}^{SLS,4,F} = p_g^k + (p_{w,ny,mer.}^{F,k} + p_{w,sz}^{belső,k})$$

$$p_{qp}^{SLS,4,H} = p_g^k + (p_{w,ny,mer.}^{H,k} + p_{w,sz}^{belső,k})$$

4.4.3. önsúly+szél szívás (tetővel párhuzamos+belső)

5. teherkombináció:

ULS (teherbírési határállapot).

$$p_{Ed}^{ULS,5,F} = \gamma_{G,inf} \cdot p_g^k + \gamma_w \cdot (p_{w,sz,párh.}^{F,k} + p_{w,ny}^{belső,k})$$

$$p_{Ed}^{ULS,5,G} = \gamma_{G,inf} \cdot p_g^k + \gamma_w \cdot (p_{w,sz,párh.}^{G,k} + p_{w,ny}^{belső,k})$$

6. teherkombináció:

SLS (használatossági határállapot).

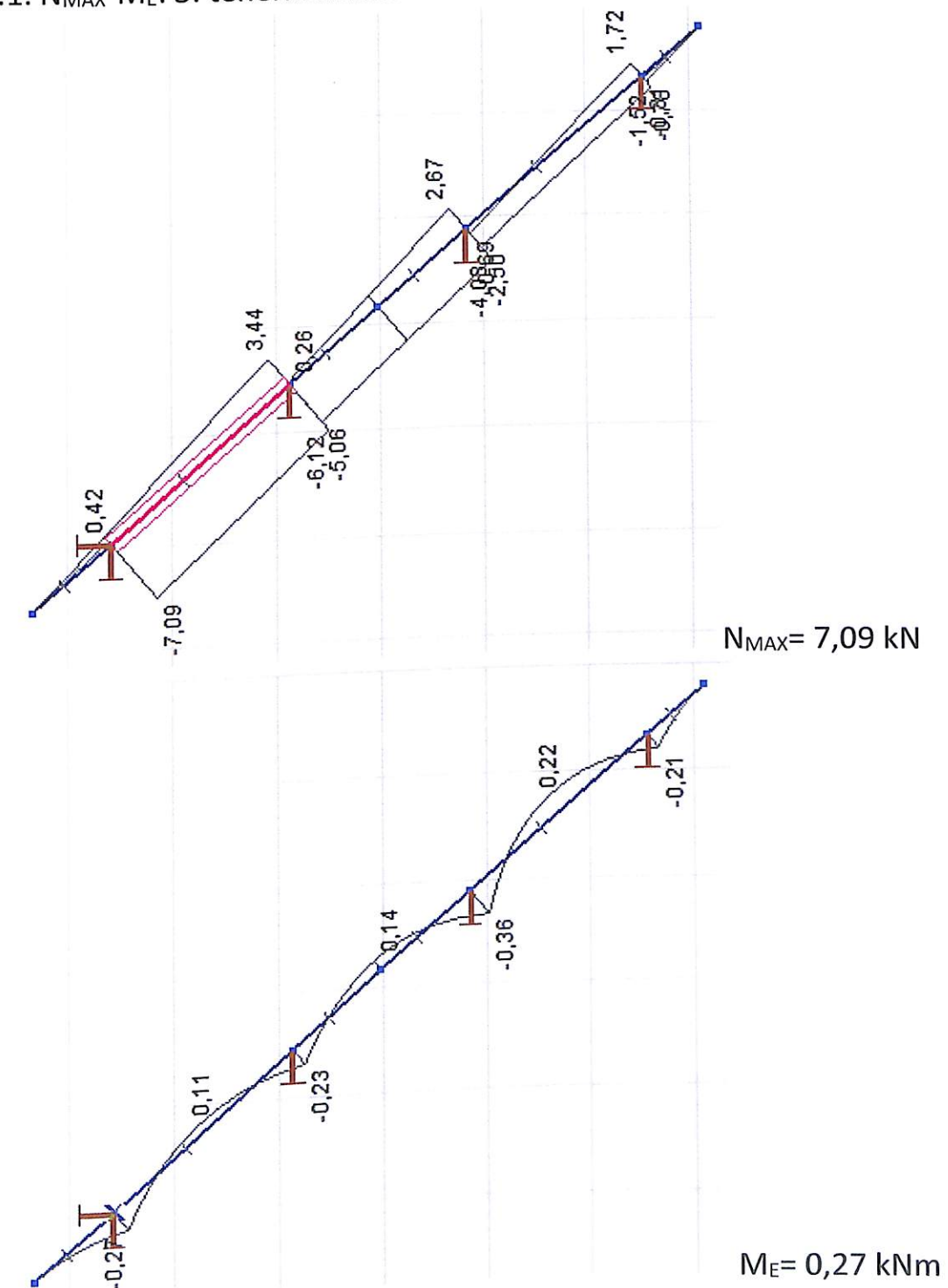
$$p_{qp}^{SLS,6,F} = p_g^k + (p_{w,ny,párh.}^{F,k} + p_{w,sz}^{belső,k})$$

$$p_{qp}^{SLS,6,G} = p_g^k + (p_{w,ny,párh.}^{G,k} + p_{w,sz}^{belső,k})$$

4.5. Igénybevételek meghatározása

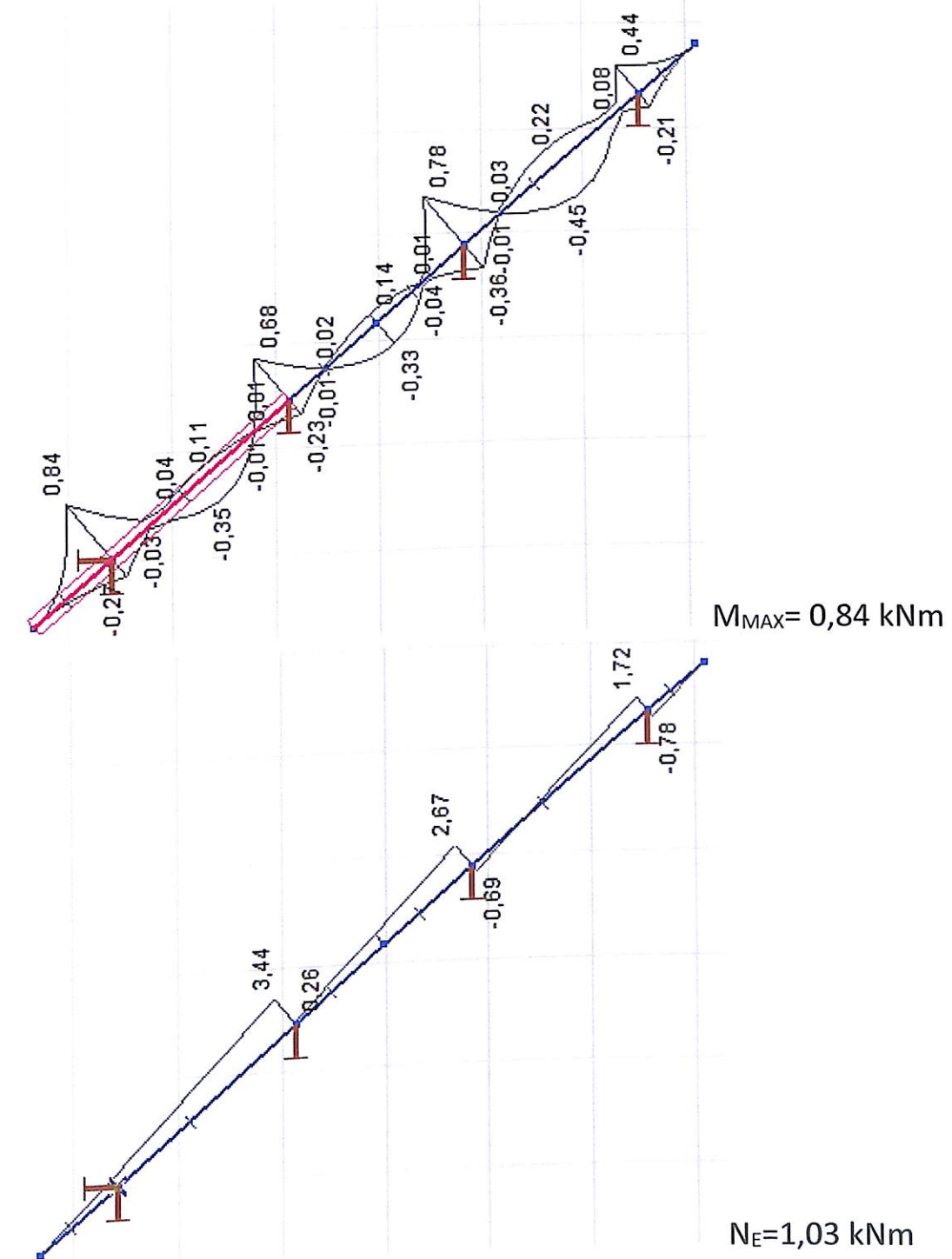
Ellenőrizendő igénybevétel: külpontos nyomás, nyírás

4.5.1. N_{MAX} - M_E : 5. teherkombináció a mértékadó.

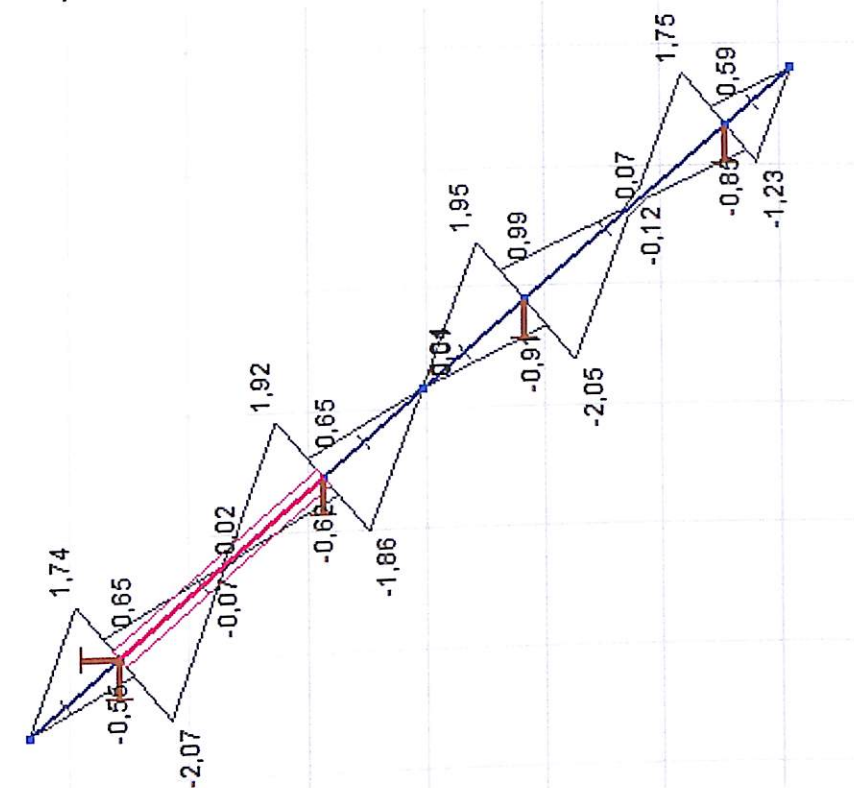


4.5.2. $M_{MAX}-N_E$

1. teherkombináció a mértékadó.



4.5.3. Nyírás



$V_{Ed} = 2,07 \text{ kN}$

Feszültségek számítása:

$N_{MAX}-M_E$:

$$\sigma_{c,0,d} = \frac{N_{MAX}}{A} = \frac{7,09 \cdot 10^3}{75 \cdot 150} = 0,63 \frac{N}{mm^2}$$

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{M_E}{W} = \frac{0,27 \cdot 10^6}{\frac{75 \cdot 150^2}{6}} = 0,96 \frac{N}{mm^2}$$

$M_{MAX}-N_E$:

$$\sigma_{c,0,d} = \frac{N_E}{A} = \frac{1,03 \cdot 10^3}{75 \cdot 150} = 0,092 \frac{N}{mm^2}$$

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{M_{MAX}}{W} = \frac{0,84 \cdot 10^6}{\frac{75 \cdot 150^2}{6}} = 2,987 \frac{N}{mm^2}$$

Nyírófeszültség számítása:

$$b_{ef} = k_{cr} \cdot b = 0,67 \cdot 75 = 50,25 \text{ mm}$$

$$\tau_d = \frac{V_{Ed} \cdot S}{b_{ef} \cdot I} = \frac{2,07 \cdot 10^3 \cdot 210937,5}{50,25 \cdot 21093750} = 0,412 \frac{N}{mm^2}$$

4.6. Keresztmetszet ellenőrzése

A külpontos nyomás ellenőrzésénél használt képletek már a stabilitásvesztés lehetőségét is tartalmazzák!

Külpontos nyomás:

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} \leq 1$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}} \cdot k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} \leq 1$$

$$f_{m,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{m,g,k}}{\gamma_m} = 0,6 \cdot \frac{24}{1,3} = 11,08 \frac{N}{mm^2}$$

$$f_{c,0,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{c,0,k}}{\gamma_m} = 0,6 \cdot \frac{21}{1,3} = 9,69 \frac{N}{mm^2}$$

$$\lambda_y = \frac{l_{ef,y}}{i_y}$$

$$l_{ef,y} = v \cdot l = 1,0 \cdot 2,23 = 2,23 \text{ m}$$

$$i_y = \sqrt{\frac{I_y}{A}} = \sqrt{\frac{75 \cdot 150^3}{12}} = 43,30 \text{ mm}$$

$$\lambda_y = \frac{l_{ef,y}}{i_y} = \frac{2230}{43,30} = 51,50$$

$$\lambda_{rel,y} = \frac{\lambda_y}{\lambda_E}$$

$$\lambda_E = \pi \cdot \sqrt{\frac{E_{0,05}}{f_{c,0,k}}} = 62,2$$

$$\lambda_{rel,y} = \frac{\lambda_y}{\lambda_E} = \frac{51,50}{62,2} = 0,828$$

$$k_y = 0,5 \cdot (1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel,y} - 0,3) + \lambda_{rel,y}^2) = 0,5 \cdot (1 + 0,2 \cdot (0,828 - 0,3) + 0,828^2) = 0,896$$

$$k_{c,y} = \frac{1}{k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}} = \frac{1}{0,896 + \sqrt{0,896^2 - 0,828^2}} = 0,807$$

$$l_{ef,z} = 300 \text{ mm}$$

$$i_z = \sqrt{\frac{I_z}{A}} = \sqrt{\frac{150 \cdot 75^3}{12}} = 21,65 \text{ mm}$$

$$\lambda_z = \frac{l_{ef,z}}{i_z} = \frac{300}{21,65} = 13,857$$

$$\lambda_{rel,z} = \frac{\lambda_z}{\lambda_E} = \frac{13,857}{62,2} = 0,223 \rightarrow k_{c,z} = 1,0$$

4.6.1. $N_{MAX}-M_E$:

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} \leq 1$$

$$\frac{0,63}{0,807 \cdot 9,69} + \frac{0,96}{11,08} = 0,167 < 1 \text{ Megfelel!}$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}} \cdot k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} \leq 1$$

$$\frac{0,63}{1,0 \cdot 9,69} + 0,7 \cdot \frac{0,96}{11,08} = 0,126 < 1 \text{ Megfelel!}$$

4.6.2. $M_{MAX}-N_E$:

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} \leq 1$$

$$\frac{0,092}{0,807 \cdot 9,69} + \frac{2,987}{11,08} = 0,281 < 1 \text{ Megfelel!}$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}} \cdot k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} \leq 1$$

$$\frac{0,092}{1,0 \cdot 9,69} + 0,7 \cdot \frac{2,987}{11,08} = 0,198 < 1 \text{ Megfelel!}$$

4.6.3. Nyírás ellenőrzése

$$f_{v,k} = 4,0 \frac{N}{mm^2}$$

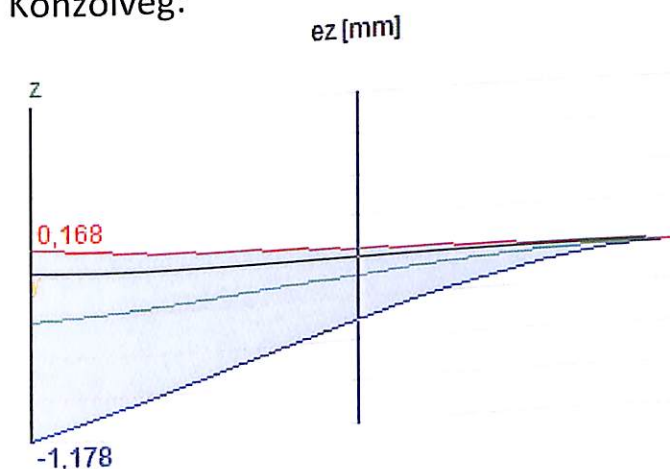
$$f_{v,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{v,k}}{\gamma_m} = 0,6 \cdot \frac{4,0}{1,3} = 1,846 \frac{N}{mm^2}$$

$$\tau_d = 0,412 \frac{N}{mm^2} < f_{v,d} \text{ Megfelel!}$$

4.7. Használhatósági határállapot (lehajlás ellenőrzése)

Mértékadó lehajlás AXIS-ból (a rúd lokális koordináta rendszerében):

Konzolvég:

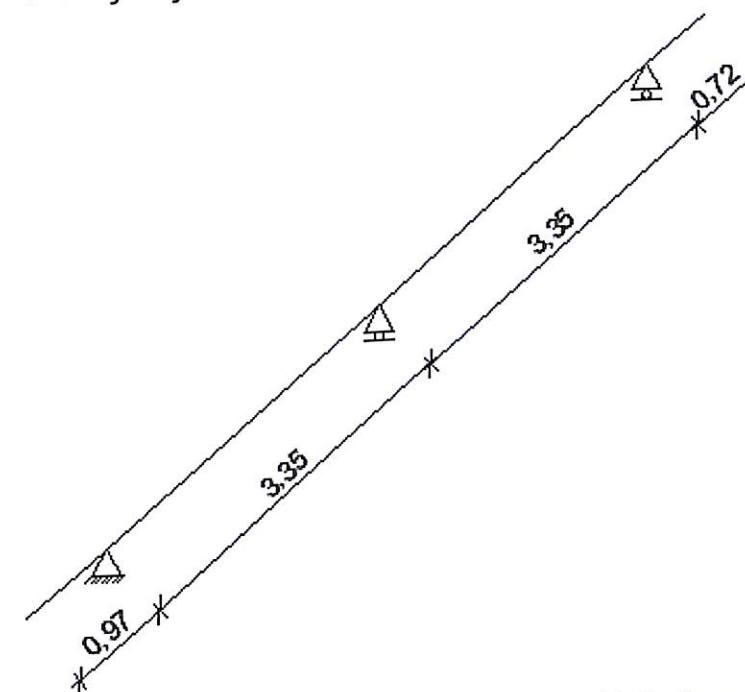


Mértékadó lehajlás: $w=1,178 \text{ mm}$

$$1,178 \text{ mm} < \frac{l_{\text{konzol}}}{150} = \frac{970}{150} = 6,467 \text{ mm} \text{ *Megfelel!*}$$

A szarufa maximális kihasználtsága mindösszesen 28,1%. A keresztmetszeti méreteken nem változtatok, hanem a négy támasz helyett csak hármat alkalmazok. Így növelem a fesztávot, és ezzel együtt a kihasználtságot. Tehát a keretre nem 4 szelemen, hanem csak 3 szelemen fog támaszkodni oldalanként.

4.8.A szarufa új statikai modellje:

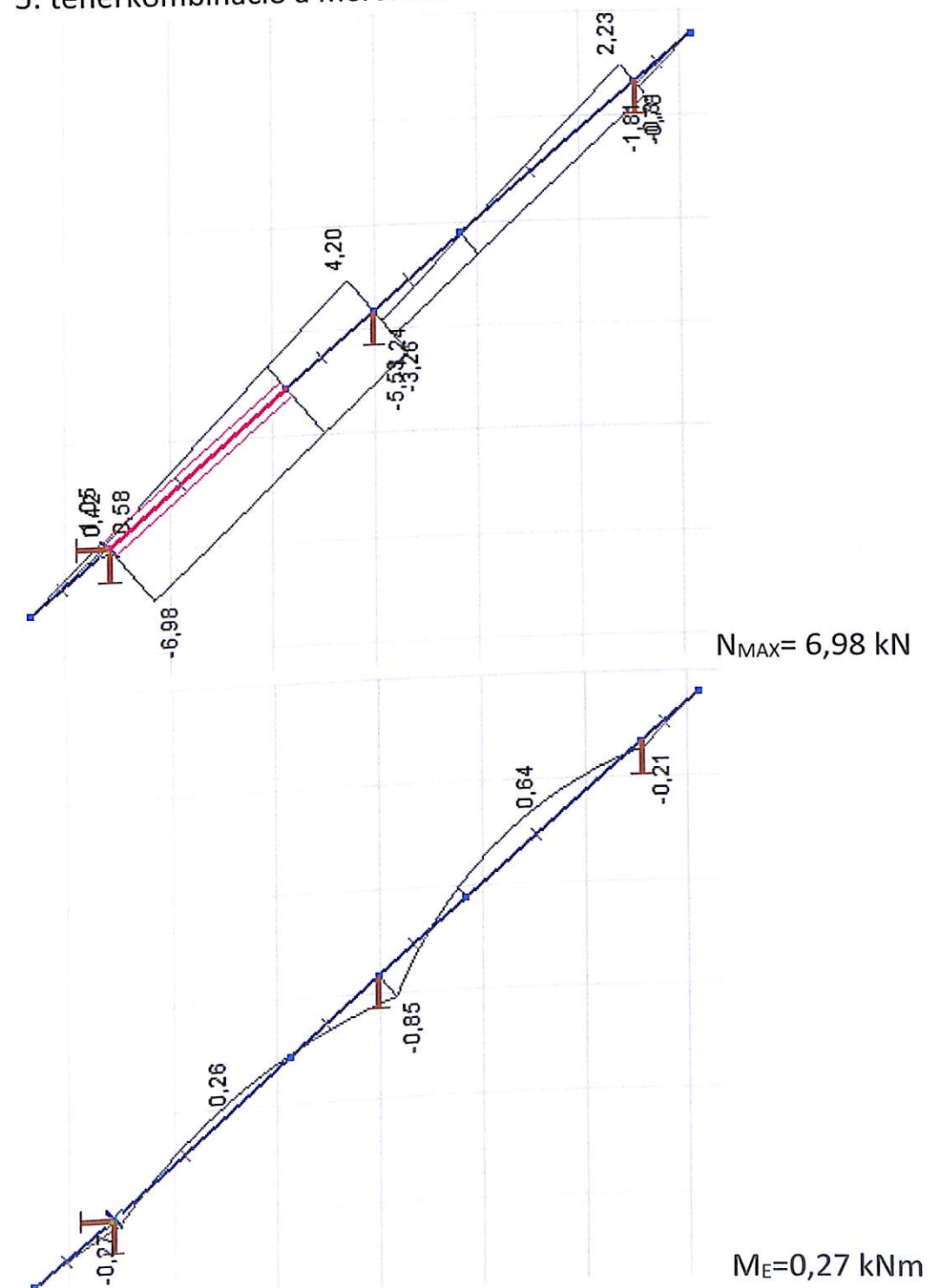


A terhek nem változnak, mert a terhelési sáv nem módosult!

4.9. Igénybevételek meghatározása az új statikai modellre

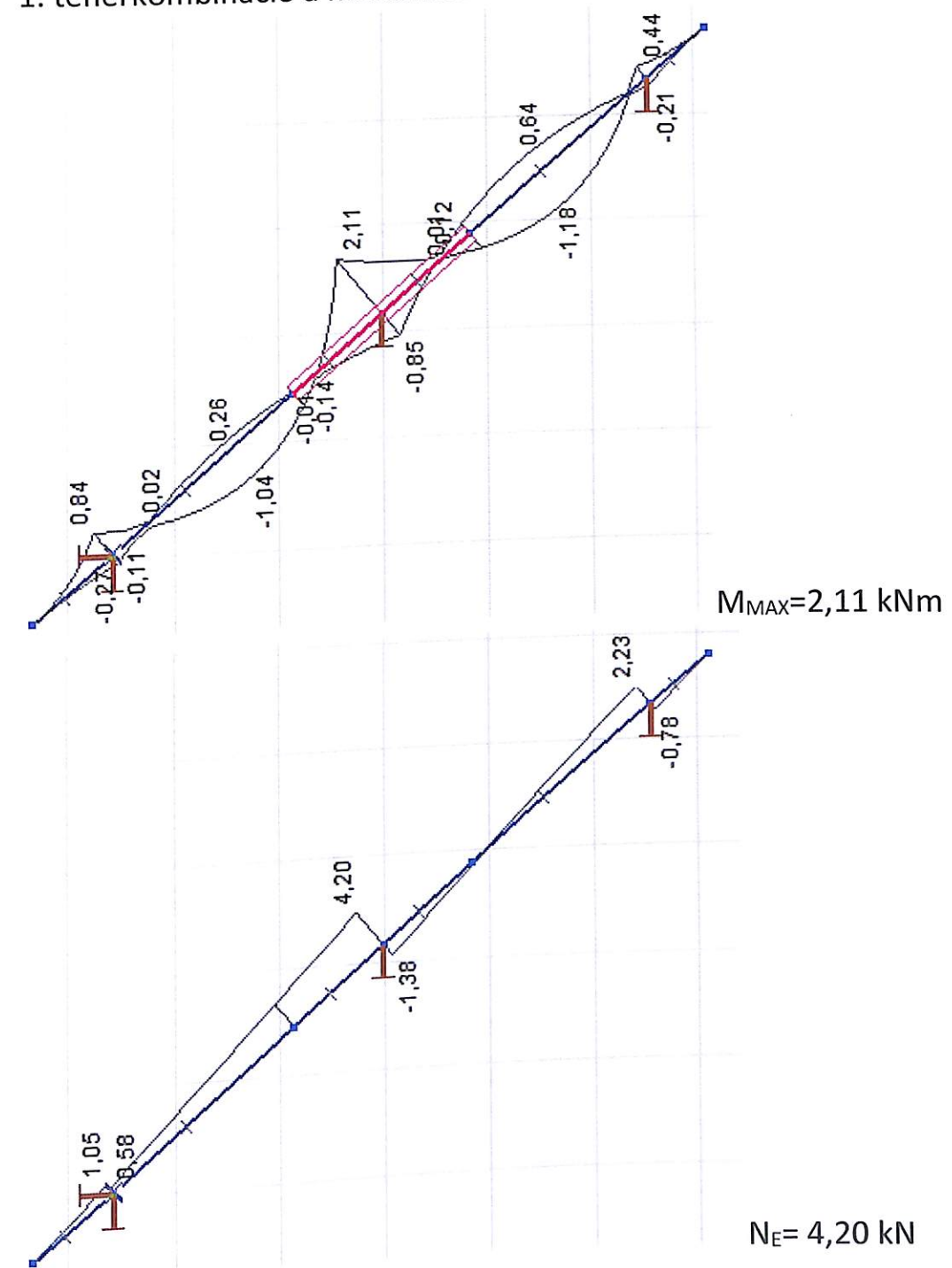
4.9.1. $N_{MAX}-M_E$

5. teherkombináció a mértékadó.

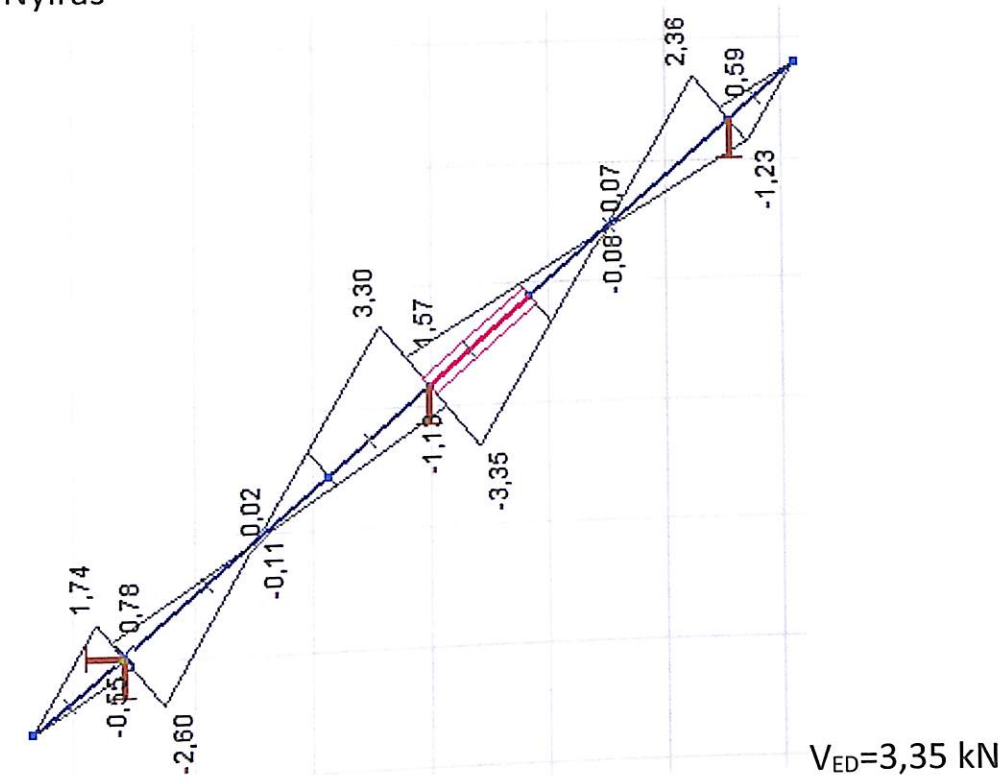


4.9.2. $M_{MAX}-N_E$

1. teherkombináció a mértékadó.



Nyírás



Feszültségek számítása:

$N_{MAX} - M_E$:

$$\sigma_{c,0,d} = \frac{N_{MAX}}{A} = \frac{6,98 \cdot 10^3}{75 \cdot 150} = 0,62 \frac{N}{mm^2}$$

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{M_E}{W} = \frac{0,27 \cdot 10^6}{\frac{75 \cdot 150^2}{6}} = 0,96 \frac{N}{mm^2}$$

$M_{MAX} - N_E$:

$$\sigma_{c,0,d} = \frac{N_E}{A} = \frac{4,20 \cdot 10^3}{75 \cdot 150} = 0,373 \frac{N}{mm^2}$$

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{M_{MAX}}{W} = \frac{2,11 \cdot 10^6}{\frac{75 \cdot 150^2}{6}} = 7,502 \frac{N}{mm^2}$$

Nyírófeszültség számítása:

$$b_{ef} = k_{cr} \cdot b = 0,67 \cdot 75 = 50,25 \text{ mm}$$

$$\tau_d = \frac{V_{Ed} \cdot S}{b_{ef} \cdot I} = \frac{3,35 \cdot 10^3 \cdot 210937,5}{50,25 \cdot 21093750} = 0,667 \frac{N}{mm^2}$$

4.10. Keresztmetszet ellenőrzése

Külpontos nyomás:

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} \leq 1$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}} \cdot k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} \leq 1$$

$$f_{m,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{m,k}}{\gamma_m} = 0,6 \cdot \frac{24}{1,3} = 11,08 \frac{N}{mm^2}$$

$$f_{c,0,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{c,0,k}}{\gamma_m} = 0,6 \cdot \frac{21}{1,3} = 9,69 \frac{N}{mm^2}$$

$$\lambda_y = \frac{l_{ef,y}}{i_y}$$

$$l_{ef,y} = v \cdot l = 1,0 \cdot 3,35 = 3,35 \text{ m}$$

$$i_y = \sqrt{\frac{I_y}{A}} = \sqrt{\frac{75 \cdot 150^3}{12}} = 43,30 \text{ mm}$$

$$\lambda_y = \frac{l_{ef,y}}{i_y} = \frac{3350}{43,30} = 77,37$$

$$\lambda_{rel,y} = \frac{\lambda_y}{\lambda_E}$$

$$\lambda_E = \pi \cdot \sqrt{\frac{E_{0,05}}{f_{c,0,k}}} = 62,2$$

$$\lambda_{rel,y} = \frac{\lambda_y}{\lambda_E} = \frac{77,37}{62,2} = 1,244$$

$$k_y = 0,5 \cdot \frac{1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel,y} - 0,3) + \lambda_{rel,y}^2}{1} = 0,5 \cdot \frac{1 + 0,2 \cdot (1,244 - 0,3) + 1,244^2}{1} = 1,368$$

$$k_{c,y} = \frac{1}{k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}} = \frac{1}{1,368 + \sqrt{1,368^2 - 1,244^2}} = 0,516$$

$$l_{ef,z} = 300 \text{ mm}$$

$$i_z = \sqrt{\frac{I_z}{A}} = \sqrt{\frac{150 \cdot 75^3}{12}} = 21,65 \text{ mm}$$

$$\lambda_z = \frac{l_{ef,z}}{i_z} = \frac{300}{21,65} = 13,857$$

$$\lambda_{rel,z} = \frac{\lambda_z}{\lambda_E} = \frac{13,857}{62,2} = 0,223 \rightarrow k_{c,z} = 1,0$$

4.10.1. $N_{MAX}-M_E$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} \leq 1$$

$$\frac{0,62}{0,516 \cdot 9,69} + \frac{0,96}{11,08} = 0,211 < 1 \text{ Megfelel!}$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}} \cdot k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} \leq 1$$

$$\frac{0,62}{1,0 \cdot 9,69} + 0,7 \cdot \frac{0,96}{11,08} = 0,125 < 1 \text{ Megfelel!}$$

4.10.2. $M_{MAX}-N_E$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} \leq 1$$

$$\frac{0,373}{0,516 \cdot 9,69} + \frac{7,502}{11,08} = 0,752 < 1 \text{ Megfelel!}$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}} \cdot k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} \leq 1$$

$$\frac{0,373}{1,0 \cdot 9,69} + 0,7 \cdot \frac{7,502}{11,08} = 0,512 < 1 \text{ Megfelel!}$$

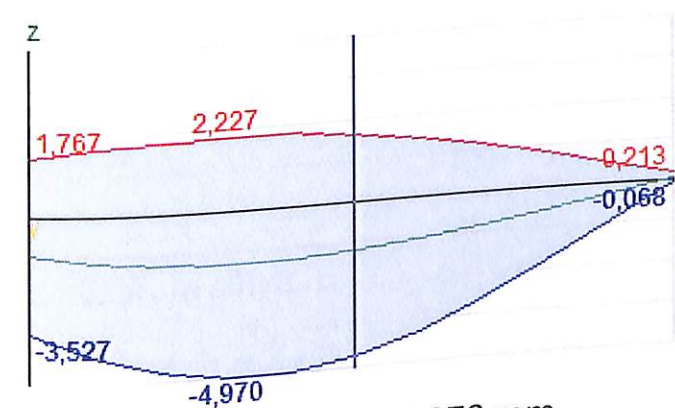
4.10.3. Nyírás ellenőrzése

$$f_{v,k} = 4,0 \frac{N}{mm^2}$$

$$f_{v,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{v,k}}{\gamma_m} = 0,6 \cdot \frac{4,0}{1,3} = 1,846 \frac{N}{mm^2}$$

$$\tau_d = 0,667 \frac{N}{mm^2} < f_{v,d} \text{ Megfelel!}$$

4.11. Használhatósági határállapot ellenőrzése (lehajlás)
Mértékadó lehajlás AXIS-ból a rúd lokális koordináta rendszerében:
ez [mm]



Mértékadó lehajlás: $w=4,970 \text{ mm}$

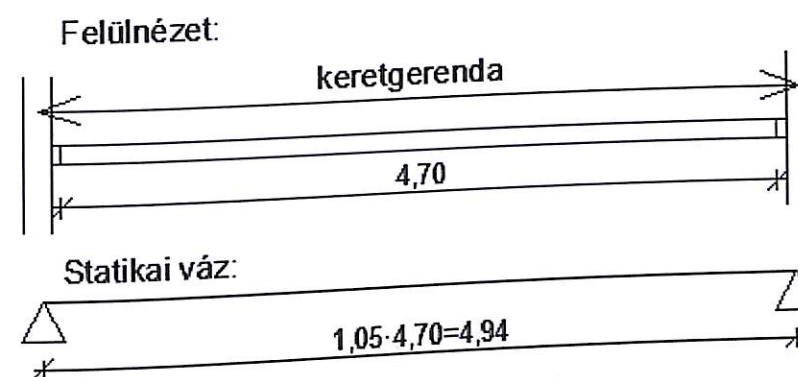
$$4,97 \text{ mm} < \frac{l}{300} = \frac{3350}{300} = 11,17 \text{ mm Megfelel!}$$

Megállapíthatjuk, hogy egy középső szelemen eltávolításával, azaz a négytámaszú tartó háromtámaszúvá alakításával a szarufa kihasználtsága 28,1%-ról, 75,2%-ra növekedett.

5. Szelemen méretezése

5.1. Statikai váz

A középszelement vizsgálom!
A statikai modell kéttámaszú tartó.



5.2. Keresztmetszet

12x20-as rétegelt ragaszott fagerenda

5.3. Tehermodell

- Felületi megoszló teher redukálása hossz-menti megoszló teherre (állandó teher, hóteher, szélteher).
Terhelési sáv: 3,35 m
- Hossz-menti teher redukálása a keresztmetszet y és z tengely irányú komponensére (szélteher).
Tetőhajlás: 40°

5.3.1. Állandó teher

Szelemen önsúlya: AXIS

Tetőfedés terhe:

$$\sum g_{tetőfedés} = 0,632 \frac{kN}{m^2} \rightarrow p_{tetőfedés}^k = 0,632 \cdot t = 0,632 \cdot 3,35$$

$$= 2,1172 \frac{kN}{m}$$

Szarufa súlya:

$$\gamma_m \cdot A = 4,2 \cdot 0,15 \cdot 0,075 = 0,04725 \frac{kN}{fm}$$

$$0,04725 \cdot 5 db = 0,236 \frac{kN}{m}$$

szelemenhossz: 4,7 méter.

$$\frac{0,236}{4,7} = 0,05 \frac{kN}{m^2}$$

$$p_{szarufa}^k = 0,05 \cdot t = 0,05 \cdot 3,35 = 0,168 \frac{kN}{m}$$

Összes állandó teher a szelemenre:

$$p_g^k = p_{szelemen}^k + p_{tetőfedés}^k + p_{szarufa}^k$$

5.3.2. Hóteher

a hóteher karakterisztikus értéke:

$$p_s^k = s \cdot t \cdot \cos \alpha = 0,666 \cdot 3,35 \cdot \cos 40^\circ = 1,709 \frac{kN}{m}$$

5.3.3. Szélteher

Felületi szélnyomás:

$$w = q_p(z) \cdot c_p$$

$q_p = a$ torlónyomás értéke

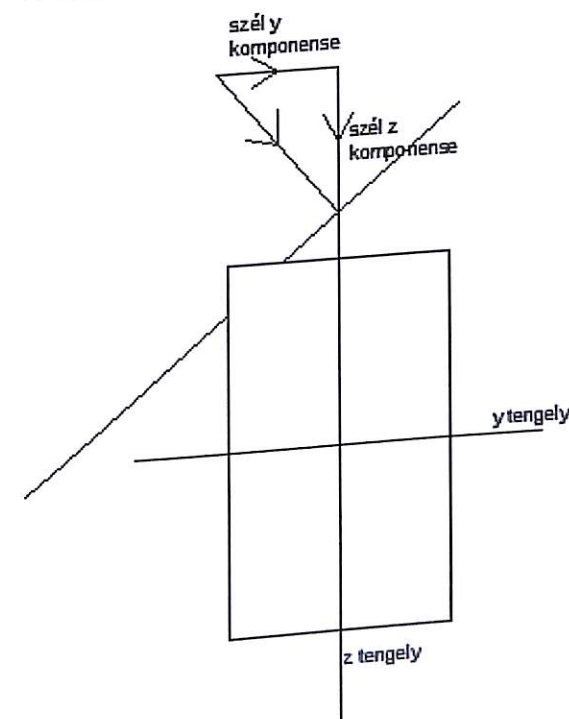
c_p = külső és belső nyomási tényezők

Vonal-menti szélteher:

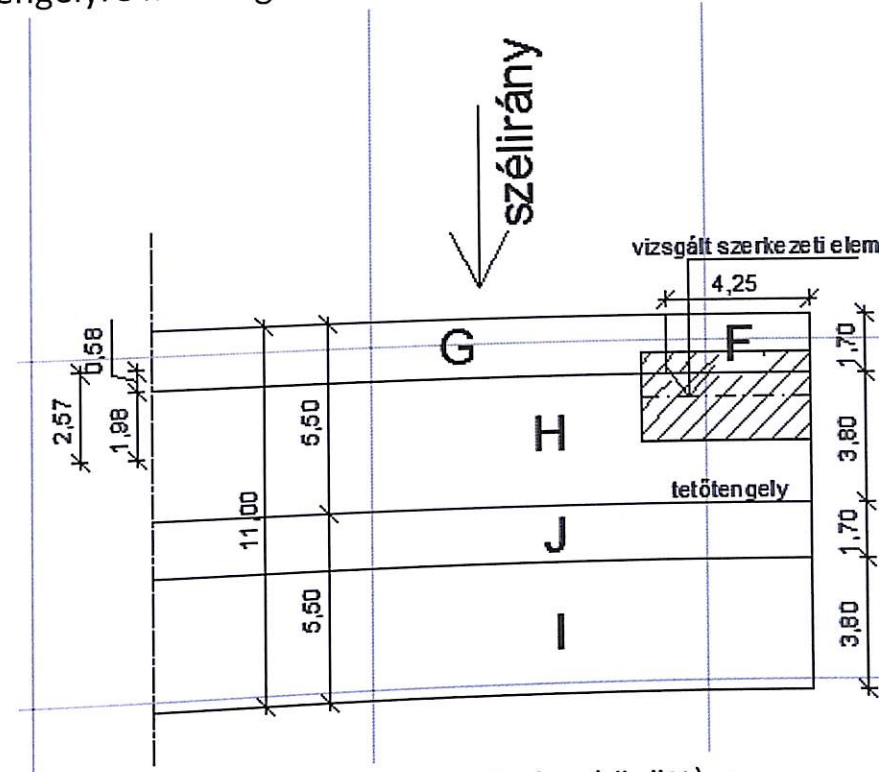
$$p_w = t \cdot w$$

t = terhelési sáv (szelemen estén 3,35 m)

A széltehernek van y és z irányú komponense!



Tetőtengelyre merőleges szélirány:



Súlyozott számtani közép (F-H és G-H zóna között):

$$c_{pe,ny}^{F-H} = c_{pe,ny}^{G-H} = \frac{0,7 \cdot 0,583 + 0,533 \cdot 1,983}{2,566} = 0,571$$

$$c_{pe,sz}^{F-H} = c_{pe,sz}^{G-H} = \frac{-0,167 \cdot 0,583 - 0,067 \cdot 1,983}{2,566} = -0,090$$

A vonalmenti szélteher z komponense:

$$p_{w,ny,mer.}^{F-H,k} = t \cdot q_p \cdot c_{pe,ny}^{F-H} \cdot \cos \alpha$$

$$= 3,35 \cdot 0,559 \cdot 0,571 \cdot \cos 40^\circ = 0,819 \frac{kN}{m}$$

$$p_{w,sz,mer.}^{F-H,k} = t \cdot q_p \cdot c_{pe,sz}^{F-H} \cdot \cos \alpha$$

$$= 3,35 \cdot 0,559 \cdot -0,090 \cdot \cos 40^\circ$$

$$= -0,129 \frac{kN}{m}$$

A vonalmenti szélteher y komponense:

$$p_{w,ny,mer.}^{F-H,k} = t \cdot q_p \cdot c_{pe,ny}^{F-H} \cdot \sin \alpha = 3,35 \cdot 0,559 \cdot 0,571 \cdot \sin 40^\circ$$

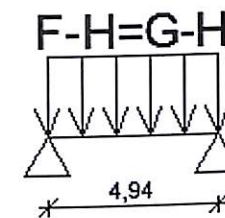
$$= 0,687 \frac{kN}{m}$$

$$p_{w,sz,mer.}^{F-H,k} = t \cdot q_p \cdot c_{pe,sz}^{F-H} \cdot \sin \alpha$$

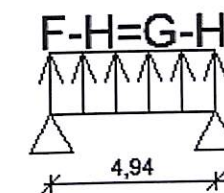
$$= 3,35 \cdot 0,559 \cdot -0,090 \cdot \sin 40^\circ$$

$$= -0,108 \frac{kN}{m}$$

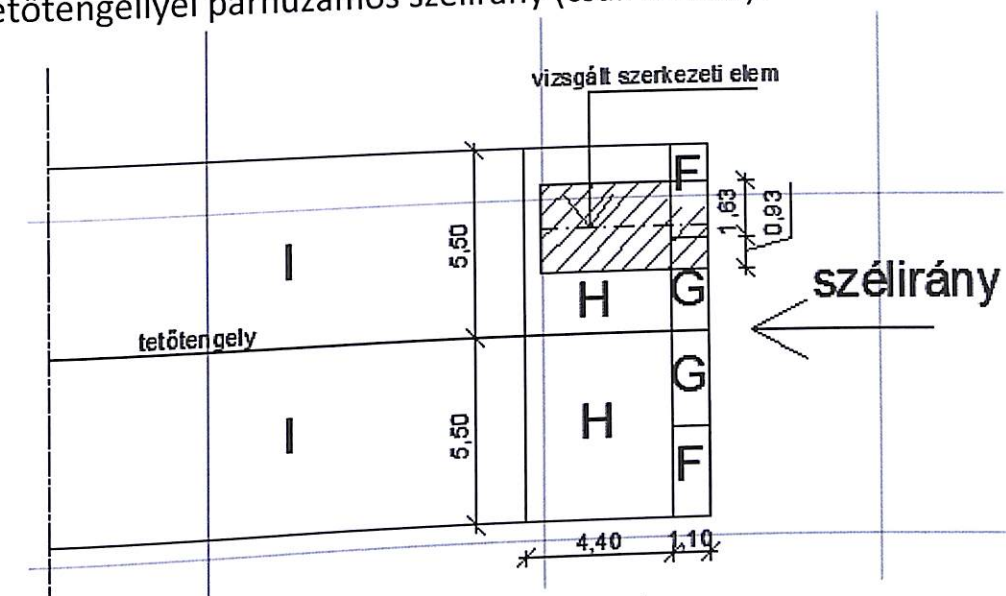
Nyomás:



Szívás:



Tetőtengellyel párhuzamos szélirány (csak szívás!):



Súlyozott számtani közép (F-G zóna között). :

$$c_{pe,sz}^{F-G} = \frac{1,633 \cdot -1,1 + 0,933 \cdot -1,4}{2,566} = -1,209$$

A vonalmenti szélteher z komponense a különböző zónákra:

F-G zóna:

$$\begin{aligned} p_{w,sz,párh.}^{F-G,k} &= t \cdot q_p \cdot c_{pe,sz}^{F-G} \\ &\cdot \cos \alpha = 3,35 \cdot 0,559 \cdot -1,209 \cdot \cos 40^\circ \\ &= -1,734 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

H zóna:

$$\begin{aligned} p_{w,sz,párh.}^{H,k} &= t \cdot q_p \cdot c_{pe,sz}^H \\ &\cdot \cos \alpha = 3,35 \cdot 0,559 \cdot -0,867 \cdot \cos 40^\circ \\ &= -1,244 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

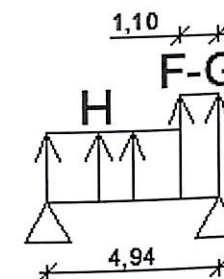
A vonalmenti szélteher y komponense a különböző zónákra:

F-G zóna:

$$\begin{aligned} p_{w,sz,párh.}^{F-G,k} &= t \cdot q_p \cdot c_{pe,sz}^{F-G} \\ &\cdot \sin \alpha = 3,35 \cdot 0,559 \cdot -1,209 \cdot \sin 40^\circ \\ &= -1,455 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

H zóna:

$$\begin{aligned} p_{w,sz,párh.}^{H,k} &= t \cdot q_p \cdot c_{pe,sz}^H \\ &\cdot \sin \alpha = 3,35 \cdot 0,559 \cdot -0,867 \cdot \sin 40^\circ \\ &= -1,044 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

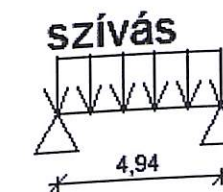
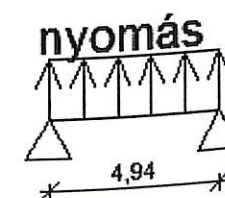


Belső nyomás-szívás (z komponens):

$$\begin{aligned} p_{w,ny}^{belső,k} &= t \cdot q_p \cdot c_{pi,ny} = 3,35 \cdot 0,559 \cdot 0,2 \cdot \cos 40^\circ = -0,287 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \\ p_{w,sz}^{belső,k} &= t \cdot q_p \cdot c_{pi,sz} = 3,35 \cdot 0,559 \cdot -0,3 \cdot \cos 40^\circ = 0,430 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \end{aligned}$$

Belső nyomás-szívás (y komponens):

$$\begin{aligned} p_{w,ny}^{belső,k} &= t \cdot q_p \cdot c_{pi,ny} = 3,35 \cdot 0,559 \cdot 0,2 \cdot \sin 40^\circ = -0,241 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \\ p_{w,sz}^{belső,k} &= t \cdot q_p \cdot c_{pi,sz} = 3,35 \cdot 0,559 \cdot -0,3 \cdot \sin 40^\circ = 0,361 \frac{\text{kN}}{\text{m}} \end{aligned}$$



5.4. Teherkombinációk

A kombinációk számítását AXIS-ban készítettem el, mivel a szarufa önsúlyát nem kézzel számítottam, hanem a szoftver „G” parancsát használtam. Y tengely körüli hajlításból keletkező igénybevételek számításához:

5.4.1. önsúly+hó+szélnyomás (tetőre merőleges+belső)

1. teherkombináció:

ULS (teherbírési határállapot).

$$p_{Ed}^{ULS,1} = \gamma_{G,sup} \cdot p_g^k + \gamma_s \cdot p_s^k + \psi_{0,w} \cdot \gamma_w \cdot (p_{w,ny,mer.}^k + p_{w,sz}^{belső,k})$$

2. teherkombináció:

SLS (használatossági határállapot).

$$p_{qp}^{SLS,2} = p_g^k + p_s^k + \psi_{0,w} \cdot (p_{w,ny,mer.}^k + p_{w,sz}^{belső,k})$$

5.4.2. önsúly+szél szívás (tetőre merőleges+belső)

3. teherkombináció:

ULS (teherbírési határállapot).

$$p_{Ed}^{ULS,3} = \gamma_{G,inf} \cdot p_g^k + \gamma_w \cdot (p_{w,sz,mer.}^k + p_{w,ny}^{belső,k})$$

4. teherkombináció:

SLS (használatossági határállapot).

$$p_{qp}^{SLS,4} = p_g^k + (p_{w,sz,mer.}^k + p_{w,ny}^{belső,k})$$

5.4.3. önsúly+szél szívás (tetővel párhuzamos+belső)

5. teherkombináció:

ULS (teherbírési határállapot).

$$p_{Ed}^{ULS,5,F-G} = \gamma_{G,inf} \cdot p_g^k + \gamma_w \cdot (p_{w,sz,párh.}^{F-G,k} + p_{w,ny}^{belső,k})$$

$$p_{Ed}^{ULS,5,H} = \gamma_{G,inf} \cdot p_g^k + \gamma_w \cdot (p_{w,sz,párh.}^{H,k} + p_{w,ny}^{belső,k})$$

$$p_{Ed}^{ULS,5,I} = \gamma_{G,inf} \cdot p_g^k + \gamma_w \cdot (p_{w,sz,párh.}^{I,k} + p_{w,ny}^{belső,k})$$

2. teherkombináció:

SLS (használatossági határállapot).

$$p_{qp}^{SLS,6,F-G} = p_g^k + (p_{w,sz,párh.}^{F,k} + p_{w,ny}^{belső,k})$$

$$p_{qp}^{SLS,6,H} = p_g^k + (p_{w,sz,párh.}^{H,k} + p_{w,ny}^{belső,k})$$

$$p_{qp}^{SLS,6,I} = p_g^k + (p_{w,sz,párh.}^{I,k} + p_{w,ny}^{belső,k})$$

Z tengely körüli hajlításból keletkező igénybevételek számításához:

Csak szélteher, állandó tehernek (és hónak) nincs y komponense!

Mértékadó kombinációk zónánként:

ULS (teherbírési határállapot).

$$p_{Ed}^{ULS,1} = \gamma_{G,sup} \cdot p_g^k + \gamma_s \cdot p_s^k + \psi_{0,w} \cdot \gamma_w \cdot (p_{w,ny,mer.}^k + p_{w,sz}^{belső,k})$$

$$\gamma_{G,sup} \cdot p_g^k = 0$$

SLS (használhatósági határállapot).

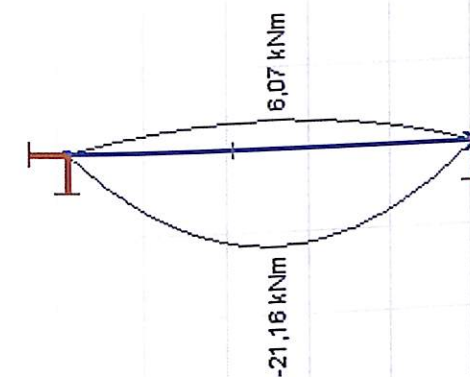
$$p_{qp}^{SLS,2} = p_g^k + p_s^k + \psi_{0,w} \cdot (p_{w,ny,mer.}^k + p_{w,sz}^{belső,k})$$

$$p_g^k = 0$$

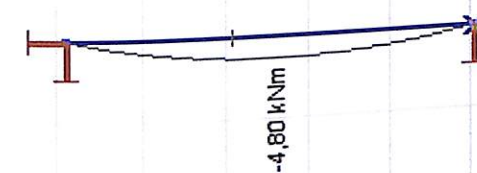
5.5. Igénybevételek meghatározása

Ellenőrizendő igénybevétel: ferde hajlítás, nyírás

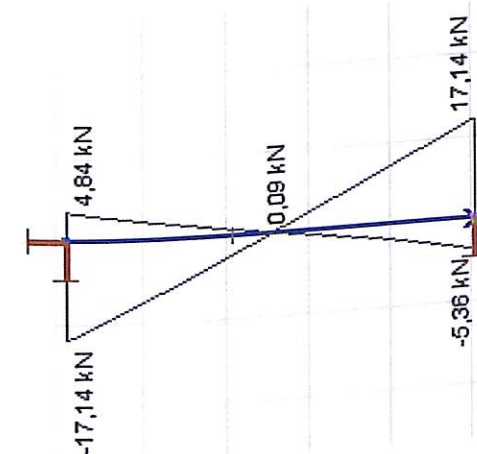
Mértékadó igénybevételek, burkolóábrák:



$$M_{Ed}^y = 21,16 \text{ kNm}$$



$$M_{Ed}^z = 4,80 \text{ kNm}$$



$$V_{Ed} = 17,14 \text{ kN}$$

Feszültségek számítása:

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{M_{Ed}^y}{W_y}$$

$$W_y = \frac{b \cdot h^2}{6} = \frac{120 \cdot 200^2}{6} = 800000 \text{ mm}^3$$

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{M_{Ed}^y}{W_y} = \frac{21,16 \cdot 10^6}{800000} = 26,45 \text{ N/mm}^2$$

$$W_z = \frac{h \cdot b^2}{6} = \frac{200 \cdot 120^2}{6} = 480000 \text{ mm}^3$$

$$\sigma_{m,z,d} = \frac{M_{Ed}^z}{W_z} = \frac{4,80 \cdot 10^6}{480000} = 10,0 \text{ N/mm}^2$$

Nyírófeszültség számítása:

$$b_{ef} = k_{cr} \cdot b = 0,67 \cdot 120 = 80,4 \text{ mm}$$

$$\tau_d = \frac{V_{Ed} \cdot S}{b_{ef} \cdot I} = \frac{17,14 \cdot 10^3 \cdot 600000}{80,4 \cdot 80000000} = 1,599 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

5.6. Keresztmetszet ellenőrzése

5.6.1. Ferde hajlítás

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1 \text{ és } k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

$$f_{m,d} = k_{mod} \frac{f_{m,g,k}}{y_m} = 0,6 \cdot \frac{32}{1,25} = 15,36 \text{ N/mm}^2$$

$$k_m = 0,7$$

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{26,45}{15,36} + 0,7 \cdot \frac{10,0}{15,36} = 2,18$$

> 1 **Nem felel meg!**

$$k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,7 \cdot \frac{26,45}{15,36} + \frac{10,0}{15,36} = 1,625$$

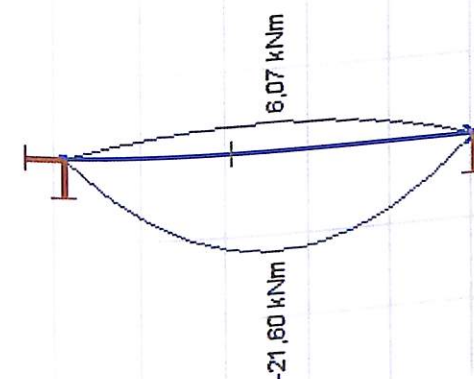
> 1 **Nem felel meg!**

Felveszek nagyobb keresztmetszetet! **16x28**

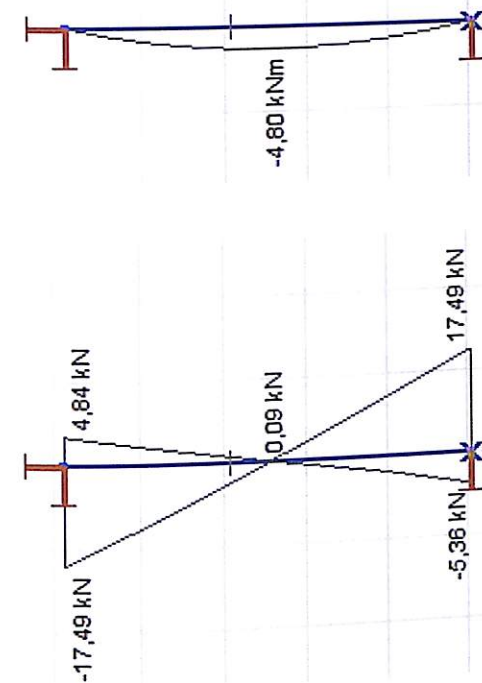
Változik az önsúly, ebből következően változnak az igénybevételek!

5.7. Igénybevételek meghatározása az új keresztmetszetre

Mértékadó igénybevételek, burkolóábrák:



$$M_{Ed}^y = 21,60 \text{ kNm}$$



$$M_{Ed}^z = 4,80 \text{ kNm}$$

$$V_{Ed} = 17,49 \text{ kN}$$

Feszültségek számítása:

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{M_{Ed}^y}{W_y}$$

$$W_y = \frac{b \cdot h^2}{6} = \frac{160 \cdot 280^2}{6} = 2090666,67 \text{ mm}^3$$

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{M_{Ed}^y}{W_y} = \frac{21,48 \cdot 10^6}{2090666,67} = 10,274 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$W_z = \frac{h \cdot b^2}{6} = \frac{280 \cdot 160^2}{6} = 1194666,67 \text{ mm}^3$$

$$\sigma_{m,z,d} = \frac{M_{Ed}^z}{W_z} = \frac{4,8 \cdot 10^6}{1194666,67} = 4,018 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Nyírófeszültség számítása:

$$b_{ef} = k_{cr} \cdot b = 0,67 \cdot 160 = 107,2 \text{ mm}$$

$$\tau_d = \frac{V_{Ed} \cdot S}{b_{ef} \cdot I} = \frac{17,49 \cdot 10^3 \cdot 1568000}{107,2 \cdot 292693333,3} = 0,874 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

5.8. Az új keresztmetszet ellenőrzése

5.8.1. Ferde hajlítás

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1 \text{ és } k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

$$f_{m,d} = k_{mod} \frac{f_{m,g,k}}{y_m} = 0,6 \cdot \frac{32}{1,25} = 15,36 \text{ N/mm}^2$$

$$k_m = 0,7$$

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{10,274}{15,36} + 0,7 \cdot \frac{4,018}{15,36} = 0,852 < 1 \text{ **Megfelel!**}$$

$$k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,7 \cdot \frac{10,274}{15,36} + \frac{4,018}{15,36} = 0,730 < 1 \text{ **Megfelel!**}$$

Stabilitásvesztés vizsgálata:

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{k_{crit} \cdot f_{m,y,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1 \text{ és } k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{k_{crit} \cdot f_{m,y,d}} \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1$$

$k_{crit} = 1,0 \rightarrow$ tehát a képletünk nem változik!

5.8.2. Nyírás

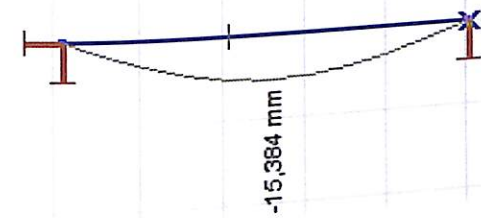
$$f_{v,g,k} = 3,8 \frac{N}{mm^2}$$

$$f_{v,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{v,k}}{\gamma_m} = 0,6 \cdot \frac{3,8}{1,25} = 1,824 \frac{N}{mm^2}$$

$$\tau_d = 0,874 \frac{N}{mm^2} < f_{v,d} \text{ **Megfelel!**}$$

5.9. Használhatósági határállapot (lehajlás ellenőrzése)

Mértékadó lehajlás AXIS-ból:



$$w = 15,384 \text{ mm}$$

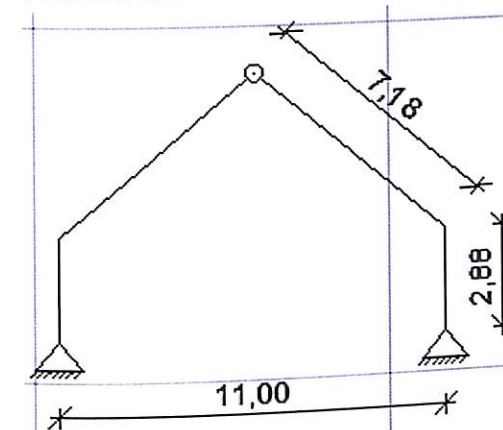
Ellenőrzés:

$$15,384 \text{ mm} < \frac{l}{300} = \frac{4940}{300} = 16,467 \text{ mm} \text{ **Megfelel!**}$$

6. Keret méretezése

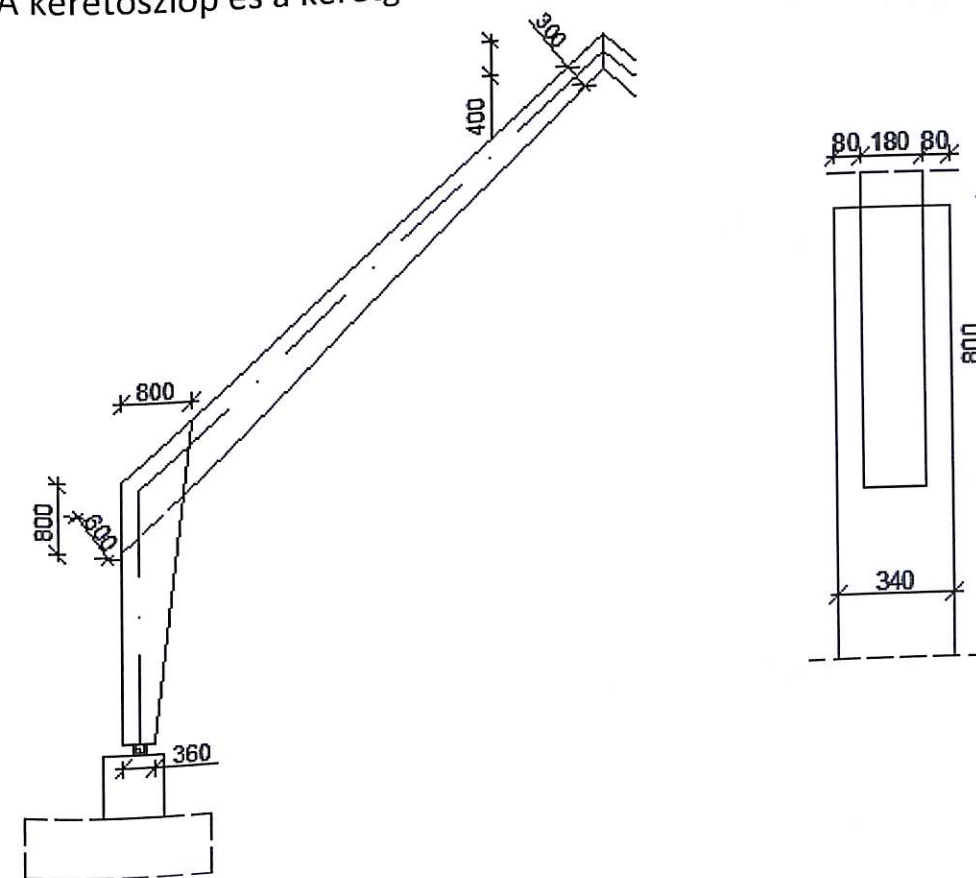
6.1. Statikai váz

Háromcsuklós keret.



6.2. Keresztmetszet

A keretoszlop és a keretgerenda egyaránt változó keresztmetszet.



6.3. Tehermodell

Felületi megoszló teher redukálása hossz-menti megoszló teherre
(állandó teher, hóteher, szélteher).

Terhelési sáv: a keretállások távolsága, azaz 5,0 m.

6.3.1. Állandó teher

A keret önsúlya: AXIS

Tetőfedés terhe:

$$\sum g_{\text{tetőfedés}} = 0,632 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \rightarrow p_{\text{tetőfedés}}^k = 0,632 \cdot t = 0,632 \cdot 5,0 \\ = 3,16 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Szarufa súlya:

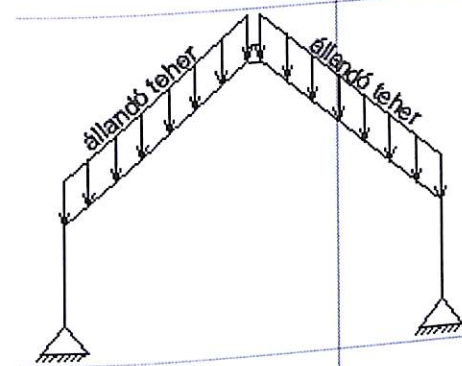
$$p_{\text{szarufa}}^k = \gamma_m \cdot A \cdot l \cdot \frac{n(\text{db})}{l_{\text{gerenda}}} = 4,2 \cdot 0,15 \cdot 0,075 \cdot 8,35 \cdot \frac{5}{7,18} \\ = 0,275 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Szelemen súlya:

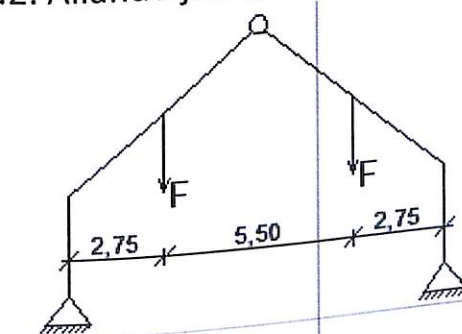
$$p_{\text{szelemen}}^k = \gamma_m \cdot A \cdot n(\text{db}) \cdot \frac{t}{l_{\text{gerenda}}} = 4,2 \cdot 0,16 \cdot 0,28 \cdot 3 \cdot \frac{5}{7,18} \\ = 0,393 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Összes állandó teher:

$$p_g^k = p_{\text{keret}}^k + p_{\text{szelemen}}^k + p_{\text{tetőfedés}}^k + p_{\text{szarufa}}^k$$



6.3.2. Állandó jellegű hasznos teher (gépeszeti teher)

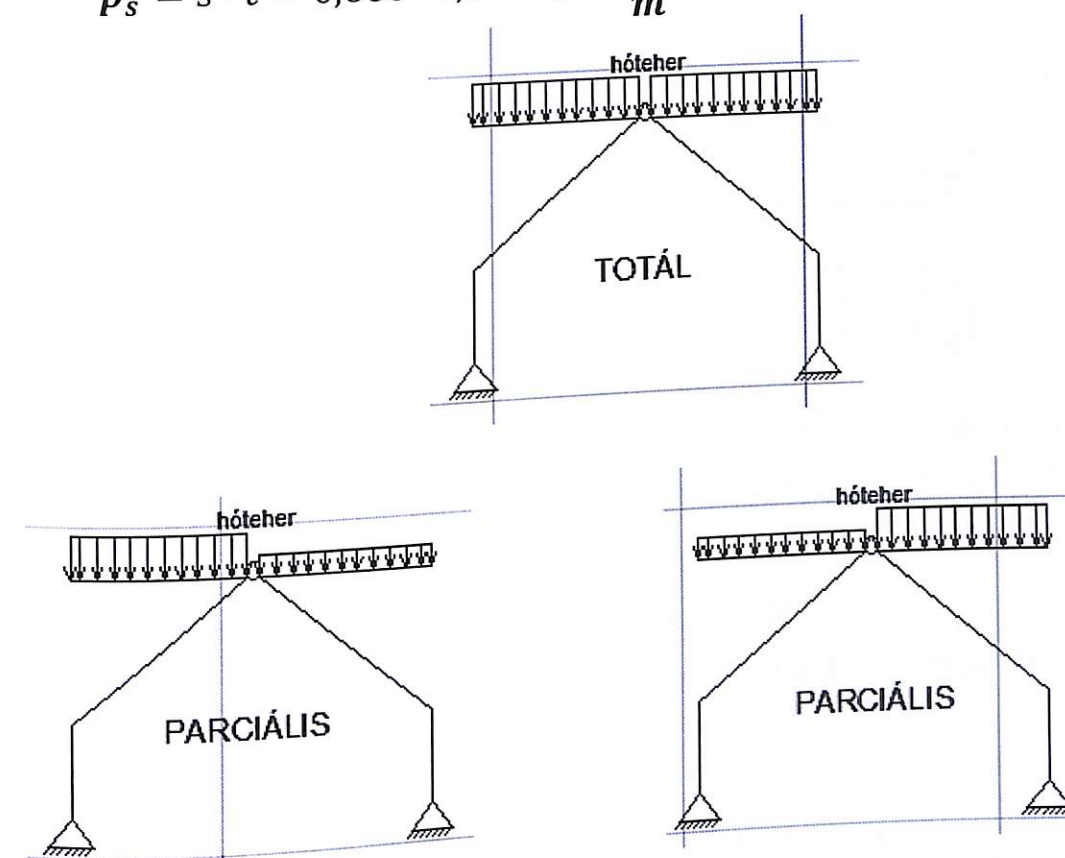


$$F_{\text{gépeszet}}^k = 5 \text{ kN}$$

6.3.3. Hóteher

a hóteher karakterisztikus értéke:

$$p_s^k = s \cdot t = 0,666 \cdot 5,0 = 3,33 \frac{kN}{m}$$



6.3.4. Szélteher

Felületi szélnyomás:

$$w = q_p(z) \cdot c_p$$

$q_p = a$ torlónyomás értéke

c_p külső és belső nyomási tényező

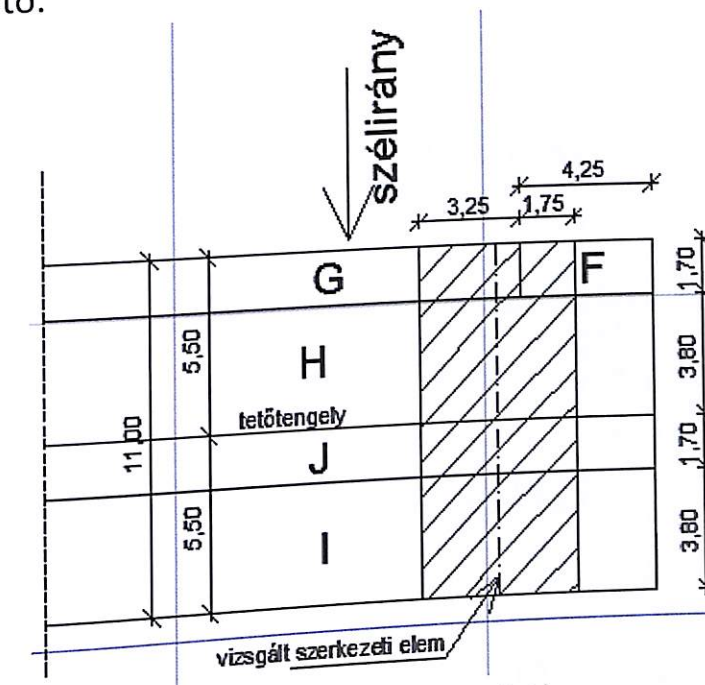
Vonal-menti szélteher:

$$p_w = t \cdot w$$

t = terhelési sáv (keret esetében 5 m)

Tetőtengelyre merőleges szélirány:

Tető:



Súlyozott számtani közép (F és G zóna között). :
Nincs szükség az értékek számítására, mert azok megegyezők a nyomás és a szívás esetében egyaránt!

F-G zóna:

$$p_{w,ny,mer.}^{F-G,k} = t \cdot q_p \cdot c_{pe,ny}^F = 5,0 \cdot 0,559 \cdot 0,7 = 1,957 \frac{kN}{m}$$

$$p_{w,sz,mer.}^{F-G,k} = t \cdot q_p \cdot c_{pe,sz}^F = 5,0 \cdot 0,559 \cdot -0,167 = -0,467 \frac{kN}{m}$$

H zóna:

$$p_{w,ny,mer.}^{H,k} = t \cdot q_p \cdot c_{pe,ny}^H = 5,0 \cdot 0,559 \cdot 0,533 = 1,490 \frac{kN}{m}$$

$$p_{w,sz,mer.}^{H,k} = t \cdot q_p \cdot c_{pe,sz}^H = 5,0 \cdot 0,559 \cdot -0,067 = -0,187 \frac{kN}{m}$$

I zóna:

$$p_{w,ny,mer.}^{I,k} = t \cdot q_p \cdot c_{pe,ny}^I = 5,0 \cdot 0,559 \cdot 0,0 = 0,0 \frac{kN}{m}$$

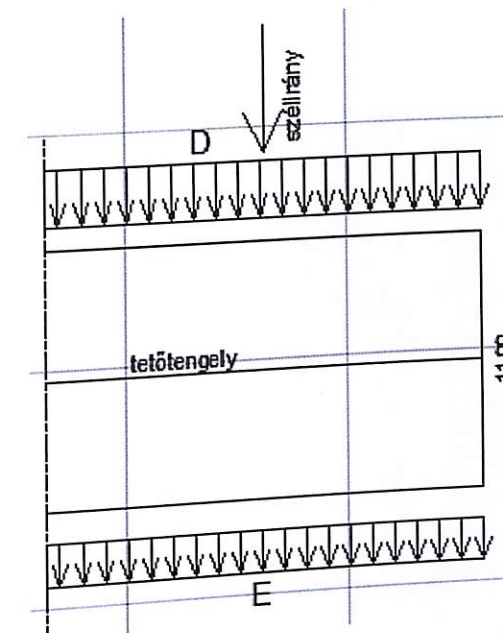
$$p_{w,sz,mer.}^{I,k} = t \cdot q_p \cdot c_{pe,sz}^I = 5,0 \cdot 0,559 \cdot -0,267 = -0,746 \frac{kN}{m}$$

J zóna:

$$p_{w,ny,mer.}^{J,k} = t \cdot q_p \cdot c_{pe,ny}^J = 5,0 \cdot 0,559 \cdot 0,0 = 0,0 \frac{kN}{m}$$

$$p_{w,sz,mer.}^{J,k} = t \cdot q_p \cdot c_{pe,sz}^J = 5,0 \cdot 0,559 \cdot -0,367 = -1,026 \frac{kN}{m}$$

Fal:

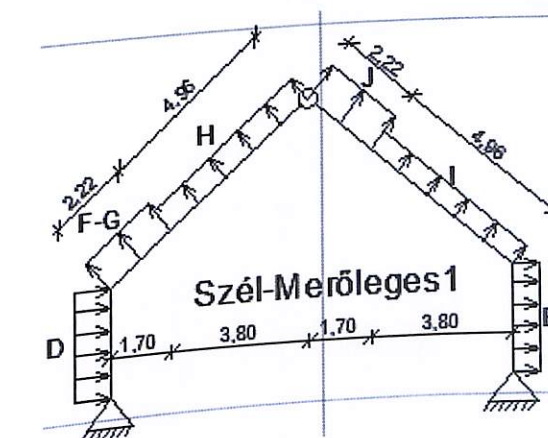
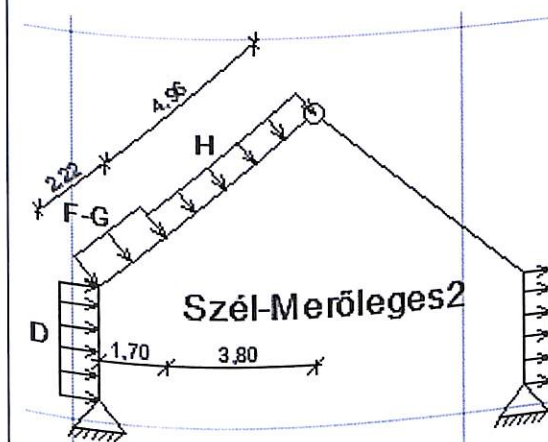


D zóna (szél támadta oldal):

$$p_{w,ny,mer.}^{D,k} = t \cdot q_p \cdot c_{pe,ny}^D = 5,0 \cdot 0,559 \cdot 0,77 = 2,152 \frac{kN}{m}$$

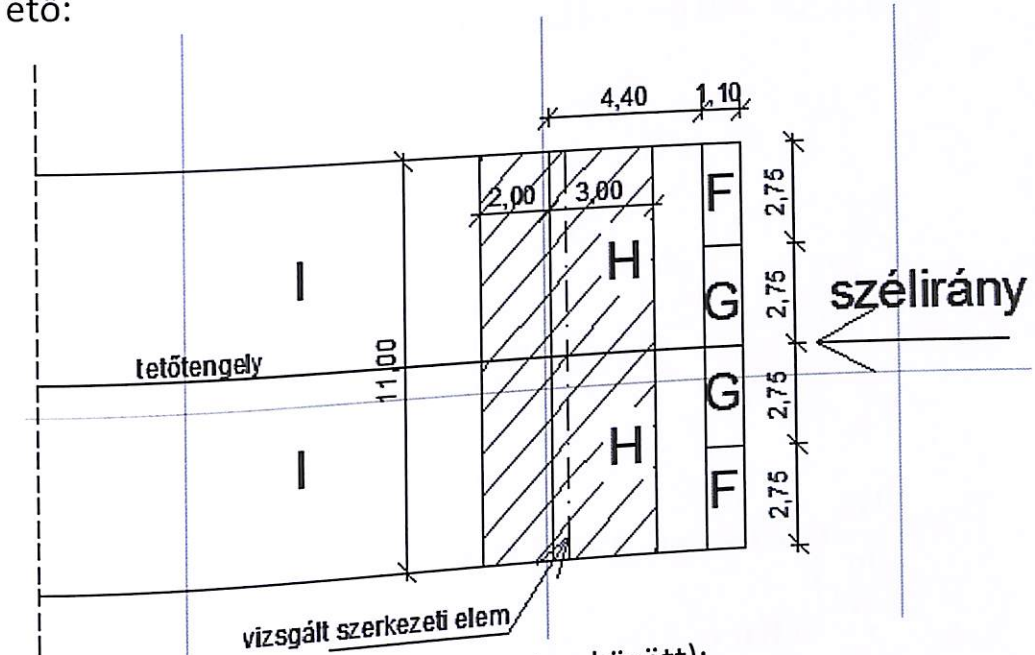
E zóna (szélárnyékos oldal):

$$p_{w,sz,mer.}^{E,k} = t \cdot q_p \cdot c_{pe,ny}^E = 5,0 \cdot 0,559 \cdot -0,44 = -1,230 \frac{kN}{m}$$



Tetőtengellyel párhuzamos szélirány:

Tető:



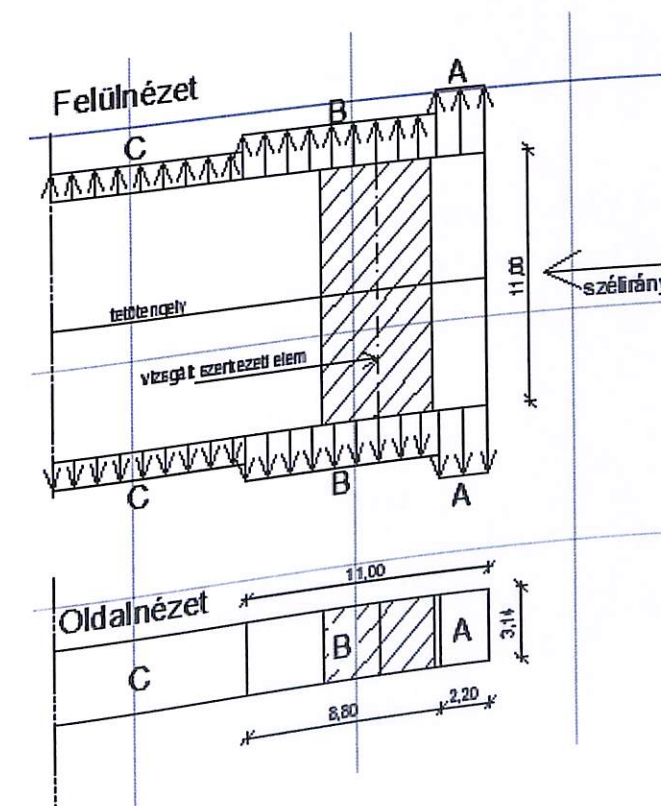
Súlyozott számtani közép (H és I zóna között):

$$c_{pe,sz}^{H-I} = \frac{3,0 \cdot -0,867 + 2,0 \cdot -0,5}{5,0} = -0,720$$

H-I zóna:

$$p_{w,sz,párh.}^{H-I,k} = t \cdot q_p \cdot c_{pe,sz}^{H-I} = 5,0 \cdot 0,559 \cdot -0,720 = -2,012 \frac{kN}{m}$$

Fal:



B zóna:

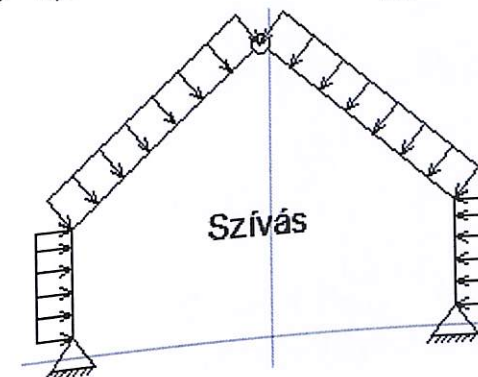
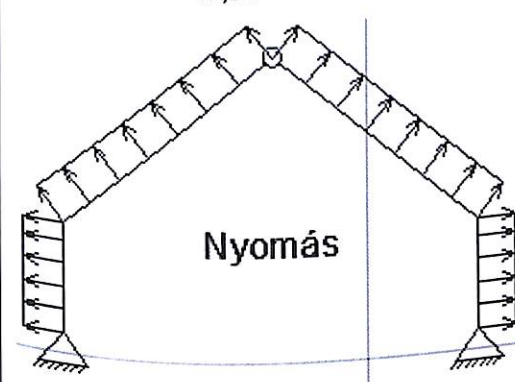
$$p_{w,sz,párh.}^{B,k} = t \cdot q_p \cdot c_{pe,sz}^B = 5,0 \cdot 0,559 \cdot -0,8 = -2,236 \frac{kN}{m}$$



Belső nyomás-szívás:

$$p_{w,ny}^{belső,k} = t \cdot q_p \cdot c_{pi,ny} = 5,0 \cdot 0,559 \cdot 0,2 = -0,559 \frac{kN}{m}$$

$$p_{w,sz}^{belső,k} = t \cdot q_p \cdot c_{pi,sz} = 5,0 \cdot 0,559 \cdot -0,3 = 0,839 \frac{kN}{m}$$



6.4. Teherkombinációk

A kombinációk számítását AXIS-ban készítettem el, mivel a keret önsúlyát nem kézzel számoltam, hanem a szoftver „G” parancsát használtam.

6.4.1. állandó terhek+gépészet

1. teherkombináció:

ULS (teherbírési határállapot).

$$p_{Ed}^{ULS,1} = \gamma_{G,sup} \cdot p_g^k + \gamma_{G,sup} \cdot p_{gépészet}^k$$

2. teherkombináció:

SLS (használhatósági határállapot).

$$p_{qp}^{SLS,2} = p_g^k + p_{gépészet}^k$$

6.4.2. állandó terhek+gépészet+totális hó

3. teherkombináció

ULS (teherbírési határállapot).

$$p_{Ed}^{ULS,3} = \gamma_{G,sup} \cdot p_g^k + \gamma_{G,sup} \cdot p_{gépészet}^k + \gamma_s \cdot p_s^k$$

4. teherkombináció:

SLS (használhatósági határállapot).

$$p_{qp}^{SLS,4} = p_g^k + p_{gépészet}^k + p_s^k$$

6.4.3. állandó terhek+gépészet+totál hó+szél-merőleges2

5. teherkombináció:

ULS (teherbírési határállapot).

$$p_{Ed}^{ULS,5} = \gamma_{G,sup} \cdot p_g^k + \gamma_{G,sup} \cdot p_{gépészet}^k + \gamma_s \cdot p_s^k + \gamma_w \cdot \psi_{0,w} \cdot p_{w,mer}^k$$

6. teherkombináció:

SLS (használhatósági határállapot).

$$p_{qp}^{SLS,6} = p_g^k + p_{gépészet}^k + p_s^k + \psi_{0,w} \cdot p_{w,mer}^k$$

6.4.4. állandó terhek+gépészet+totál hó+szél-merőleges2+szél belső szívás

7. teherkombináció:

ULS (teherbírési határállapot).

$$p_{Ed}^{ULS,7} = \gamma_{G,sup} \cdot p_g^k + \gamma_{G,sup} \cdot p_{gépészet}^k + \gamma_s \cdot p_s^k + \gamma_w \cdot \psi_{0,w} \cdot (p_{w,mer}^k + p_{w,sz}^{belső,k})$$

8. teherkombináció:

SLS (használhatósági határállapot).

$$p_{qp}^{SLS,8} = p_g^k + p_{gépészet}^k + p_s^k + \psi_{0,w} \cdot (p_{w,mer}^k + p_{w,sz}^{belső,k})$$

6.4.5. állandó terhek+gépészet+bal totál hó+szél-merőleges2+szél belső szívás

9. teherkombináció:

ULS (teherbírési határállapot).

$$p_{Ed}^{ULS,9} = \gamma_{G,sup} \cdot p_g^k + \gamma_{G,sup} \cdot p_{gépészet}^k + \gamma_s \cdot p_s^k + \gamma_w \cdot \psi_{0,w} \cdot (p_{w,mer}^k + p_{w,sz}^{belső,k})$$

10. teherkombináció:

SLS (használhatósági határállapot).

$$p_{qp}^{SLS,10} = p_g^k + p_{gépészet}^k + p_s^k + \psi_{0,w} \cdot (p_{w,mer}^k + p_{w,sz}^{belső,k})$$

6.4.6. állandó terhek+szél-merőleges1

11. teherkombináció:

ULS (teherbírési határállapot).

$$p_{Ed}^{ULS,11} = \gamma_{G,inf} \cdot p_g^k + \gamma_w \cdot p_{w,mer}^k$$

12. teherkombináció:

SLS (használhatósági határállapot).

$$p_{qp}^{SLS,12} = p_g^k + p_{w,mer}^k$$

6.4.7. állandó terhek+szél-merőleges1+szél belső nyomás

13. teherkombináció:

ULS (teherbírési határállapot).

$$p_{Ed}^{ULS,13} = \gamma_{G,inf} \cdot p_g^k + \gamma_w \cdot (p_{w,mer.}^k + p_{w,ny}^{belső,k})$$

14. teherkombináció:

SLS (használhatósági határállapot).

$$p_{qp}^{SLS,14} = p_g^k + (p_{w,mer.}^k + p_{w,ny}^{belső,k})$$

6.4.8. állandó terhek+szél-párhuzamos+szél belső nyomás

15. teherkombináció:

ULS (teherbírési határállapot).

$$p_{Ed}^{ULS,15} = \gamma_{G,inf} \cdot p_g^k + \gamma_w \cdot (p_{w,párh.}^k + p_{w,ny}^{belső,k})$$

16. teherkombináció:

SLS (használhatósági határállapot).

$$p_{qp}^{SLS,16} = p_g^k + (p_{w,párh.}^k + p_{w,ny}^{belső,k})$$

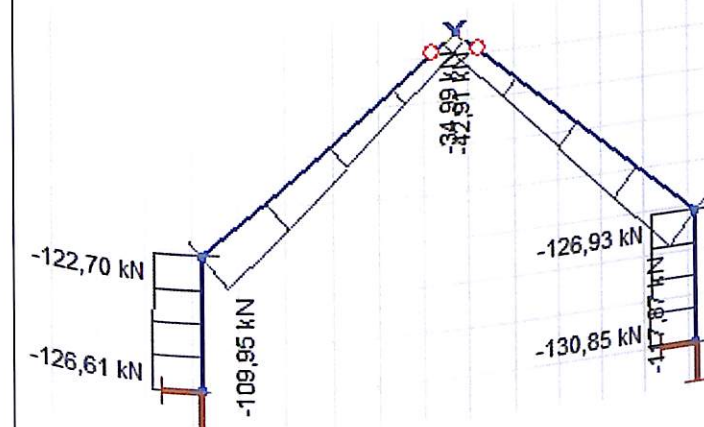
6.5. Igénybevételek meghatározása

6.5.1. Mértékadó igénybevételek külpontos nyomás ellenőrzéséhez

6.5.1.1. Keretoszlop

$N_{MAX}-M_E$:

7. teherkombináció.



$$N_{keretsarok}^{max} = 126,93 \text{ kN}$$

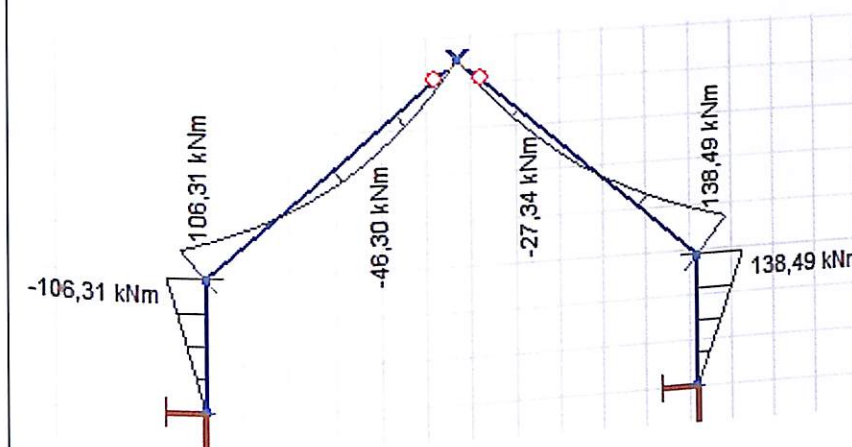
$$N_{mezőközép}^{max} = 129,26 \text{ kN}$$



$$M_e^{k.s.} = 137,86 \text{ kNm}$$

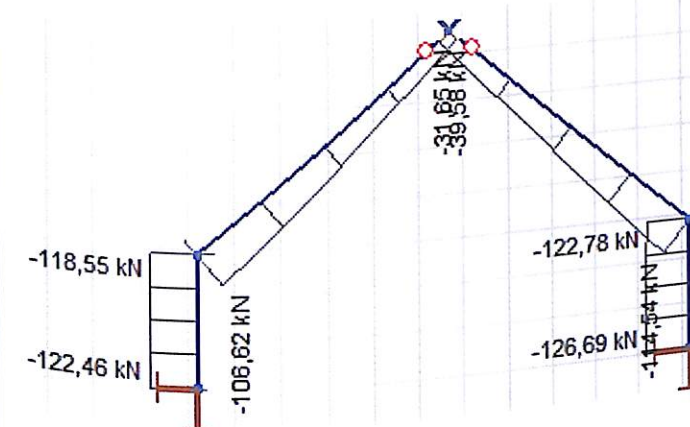
$$M_e^{m.k.} = 69,29 \text{ kNm}$$

M_{MAX-N_E} :
5. teherkombináció.



$$M_{max}^{k.s.} = 138,49 \text{ kNm}$$

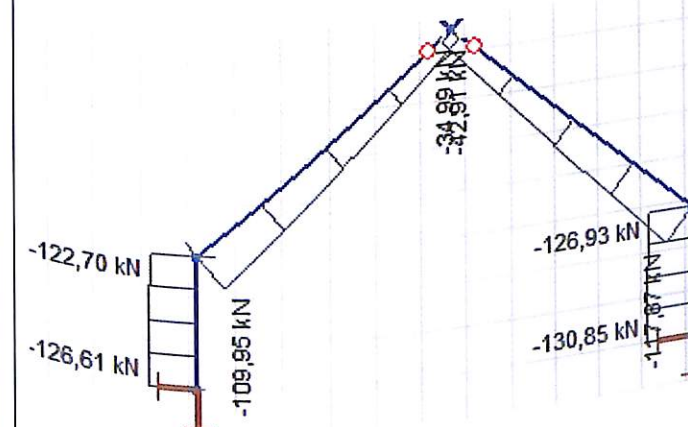
$$M_{max}^{m.k.} = 70,39 \text{ kNm}$$



$$N_e^{k.s.} = 122,78 \text{ kN}$$

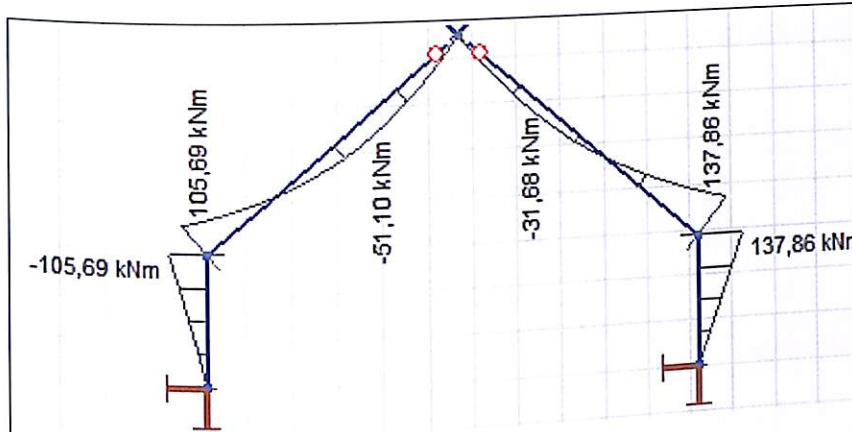
$$N_e^{m.k.} = 125,11 \text{ kN}$$

6.5.1.2. Keretgerenda
 N_{MAX-M_E} :
7. teherkombináció.



$$N_{max}^{k.s.} = 117,87 \text{ kN}$$

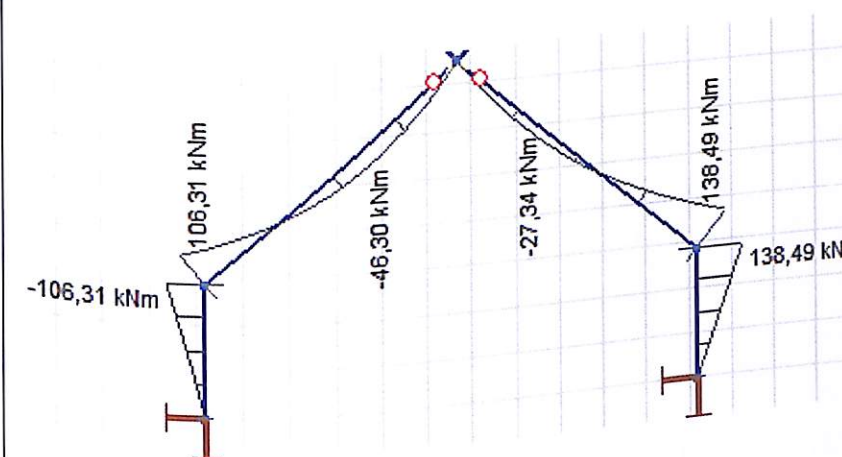
$$N_{max}^{m.k.} = 82,28 \text{ kN}$$



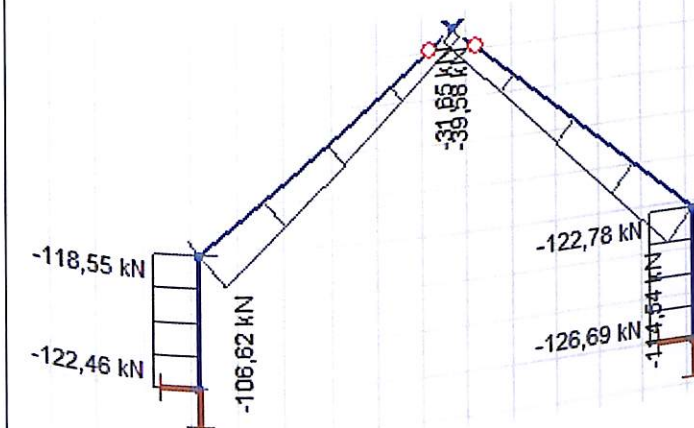
$$M_e^{k.s.} = 137,86 \text{ kNm}$$

$$M_e^{m.k.} = 20,75 \text{ kNm}$$

$M_{MAX} - N_E$:
5. teherkombináció.

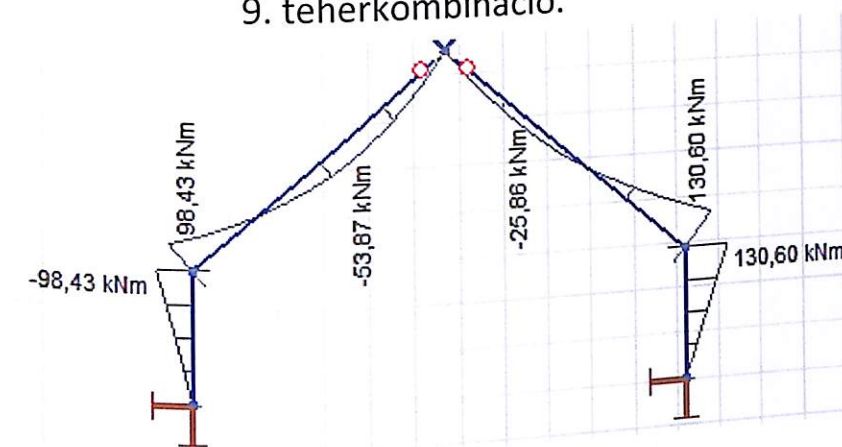


$$M_{max} = 138,49 \text{ kNm}$$

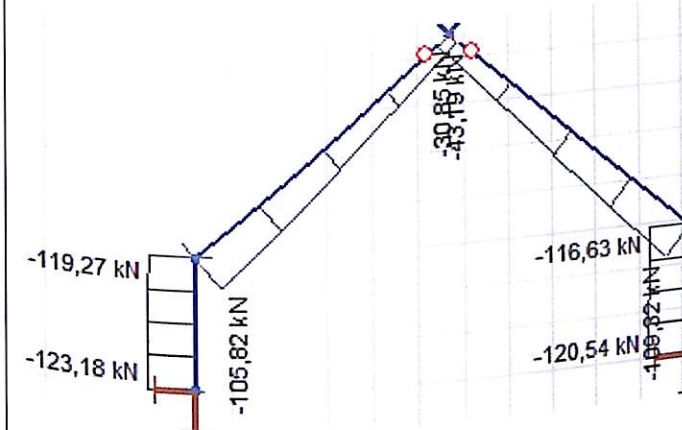


$$N_e = 114,54 \text{ kN}$$

6.5.1.3. Keretgerenda (mezőnyomaték maximumánál)
9. teherkombináció.



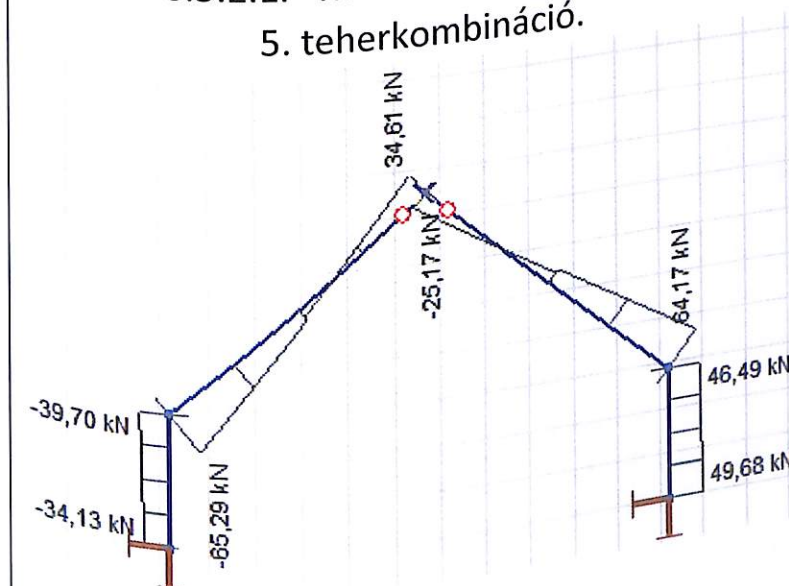
$$M_{max}^{mező} = 53,87 \text{ kNm}$$



$$N_e^{mező} = 58,75 \text{ kN}$$

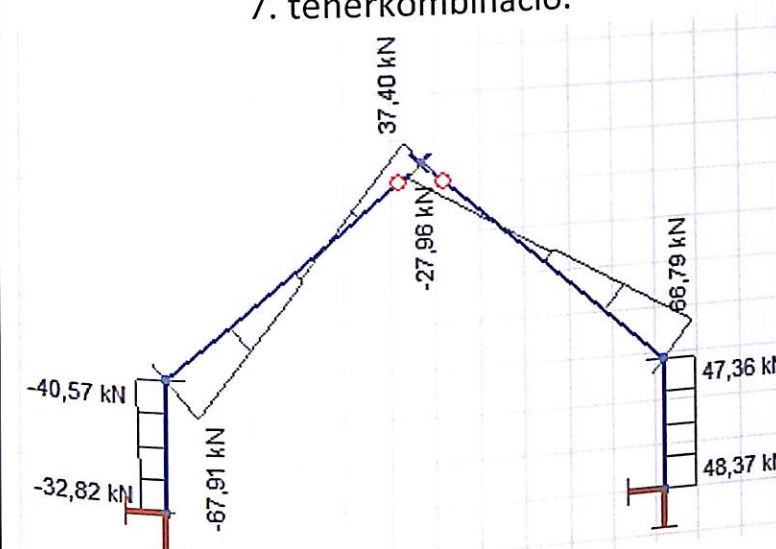
6.5.2. Mértékadó teheresetek nyírás ellenőrzéséhez

6.5.2.1. Keretoszlop
5. teherkombináció.



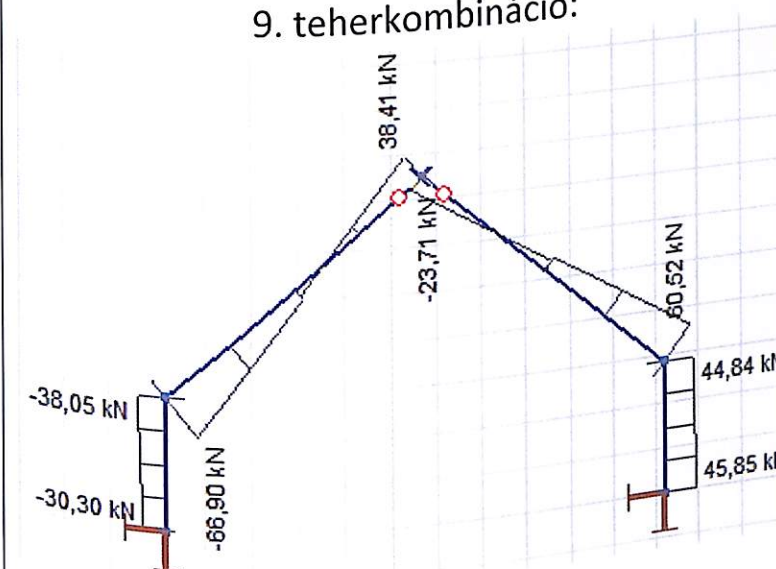
$$V_{Ed} = 49,68 \text{ kN}$$

6.5.2.2. Keretgerenda 7. teherkombináció.



$$V_{Ed}^{keretsarok} = 67,91 \text{ kN}$$

9. teherkombináció:



$$V_{Ed}^{csuklónál} = 38,41 \text{ kN}$$

6.6. Keresztmetszetek ellenőrzése

6.6.1. Hajlításból és nyomásból származó feszültségek számítása:

6.6.1.1. Keretoszlop (keretsarok)

$$N_{MAX-ME}: \\ A = 2 \cdot (80 \cdot 800) = 128000 \text{ mm}^2 \\ \sigma_{c,0,d} = \frac{N_{max}}{A} = \frac{126,93 \cdot 10^3}{128000} = 0,99 \frac{N}{\text{mm}^2} \\ \sigma_{m,y,d} = \frac{M_E}{W} = \frac{137,89 \cdot 10^6}{2 \cdot \left(\frac{80 \cdot 800^2}{6} \right)} = 8,08 \frac{N}{\text{mm}^2}$$

$$M_{MAX-NE}: \\ \sigma_{c,0,d} = \frac{N_E}{A} = \frac{122,78 \cdot 10^3}{128000} = 0,96 \frac{N}{\text{mm}^2}$$

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{M_{MAX}}{W} = \frac{138,49 \cdot 10^6}{2 \cdot \left(\frac{80 \cdot 800^2}{6} \right)} = 8,11 \frac{N}{mm^2}$$

6.6.1.2. Keretoszlop (oszlop közepe)

$N_{MAX}-M_E$:

$$A = 3 \cdot (80 \cdot 580) = 139200 \text{ mm}^2$$

$$\sigma_{c,0,d} = \frac{N_{max}}{A} = \frac{129,26 \cdot 10^3}{139200} = 0,93 \frac{N}{mm^2}$$

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{M_E}{W} = \frac{69,29 \cdot 10^6}{3 \cdot \left(\frac{80 \cdot 580^2}{6} \right)} = 5,15 \frac{N}{mm^2}$$

$M_{MAX}-N_E$:

$$\sigma_{c,0,d} = \frac{N_E}{A} = \frac{125,11 \cdot 10^3}{139200} = 0,90 \frac{N}{mm^2}$$

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{M_{MAX}}{W} = \frac{70,39 \cdot 10^6}{3 \cdot \left(\frac{80 \cdot 580^2}{6} \right)} = 5,23 \frac{N}{mm^2}$$

6.6.1.3. Keretgerenda (keretsarok)

$N_{MAX}-M_E$:

$$A = 180 \cdot 600 = 108000 \text{ mm}^2$$

$$\sigma_{c,0,d} = \frac{N_{max}}{A} = \frac{117,87 \cdot 10^3}{108000} = 1,09 \frac{N}{mm^2}$$

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{M_E}{W} = \frac{137,86 \cdot 10^6}{\frac{180 \cdot 600^2}{6}} = 12,76 \frac{N}{mm^2}$$

$M_{MAX}-N_E$:

$$\sigma_{c,0,d} = \frac{N_E}{A} = \frac{114,54 \cdot 10^3}{108000} = 1,06 \frac{N}{mm^2}$$

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{M_{MAX}}{W} = \frac{138,49 \cdot 10^6}{\frac{180 \cdot 600^2}{6}} = 12,82 \frac{N}{mm^2}$$

6.6.1.4. Keretgerenda (mezőközep)

$N_{MAX}-M_E$:

$$A = 180 \cdot 450 = 81000 \text{ mm}^2$$

$$\sigma_{c,0,d} = \frac{N_{max}}{A} = \frac{82,28 \cdot 10^3}{81000} = 1,02 \frac{N}{mm^2}$$

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{M_E}{W} = \frac{20,75 \cdot 10^6}{\frac{180 \cdot 450^2}{6}} = 3,42 \frac{N}{mm^2}$$

$M_{MAX}-N_E$: kisebbek az értékek mint a gerenda
mezőnyomatékának maximumánál (lásd következő pont).

6.6.1.5. Keretgerenda (mezőnyomaték maximumánál)

$M_{MAX}-N_E$:

$$A = 180 \cdot 417 = 75060 \text{ mm}^2$$

$$\sigma_{c,0,d} = \frac{N_E}{A} = \frac{58,75 \cdot 10^3}{75060} = 0,78 \frac{N}{\text{mm}^2}$$

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{M_{MAX}}{W} = \frac{53,87 \cdot 10^6}{\frac{180 \cdot 417^2}{6}} = 10,33 \frac{N}{\text{mm}^2}$$

6.6.2. Ellenőrzés külpontos nyomásra- tervezési értékek és csökkentő tényezők számítása

Az ellenőrzésnél használt képletek már a stabilitásvesztés
lehetőségét is tartalmazzák!

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} \leq 1$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}} \cdot k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} \leq 1$$

$$f_{m,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{m,g,k}}{\gamma_m} = 0,6 \cdot \frac{32}{1,25} = 15,36 \frac{N}{\text{mm}^2}$$

$$f_{c,0,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{c,0,k}}{\gamma_m} = 0,6 \cdot \frac{29}{1,3} = 13,92 \frac{N}{\text{mm}^2}$$

6.6.2.1. Kihajlás miatti csökkentő tényezők számítása

Kihajlási hossz meghatározása (y):

Csuklótól a távolság: $0,65 \cdot l = 0,65 \cdot 2,88 = 1,872 \text{ m}$

Az oszlop magassága ebben a km.-ben: 583 mm

$$I = \frac{340 \cdot 583^3}{12} = 5614399798 \text{ mm}^4$$

Az oszlop hajlítási merevsége:

$$E \cdot I = 13700 \cdot 5614399798 = 7,69 \cdot 10^{13}$$

Sarokkapcsolat merevsége:

$$K_r = \frac{3 \cdot E \cdot I}{l} = \frac{23,07 \cdot 10^{13}}{2880} = 8,01 \cdot 10^{10}$$

Relatív elfordulási merevség:

$$k_{Kr} = \frac{E \cdot I}{l \cdot K_r} = \frac{7,69 \cdot 10^{13}}{2880 \cdot 8,01 \cdot 10^{10}} = 0,333$$

Oszlop és gerenda merevségi aránya:

$$k_b = \frac{E \cdot I \cdot l_b}{E \cdot I_b \cdot l}$$

A gerenda magassága 0,65·l-nél: 488 mm.

$$I_b = \frac{488^3 \cdot 180}{12} = 1743214080 \text{ mm}^4$$

Oszlop és gerenda merevségi aránya:

$$k_b = \frac{E \cdot I \cdot l_b}{E \cdot I_b \cdot l} = \frac{7,69 \cdot 10^{13} \cdot 7200}{13700 \cdot 1743214080 \cdot 2880} = 8,05$$

Az oszlop kihajlási hossza:

$$v = 2,0 \sqrt{1 + 2,5k_{Kr} + 0,8k_b} = 2,0 \sqrt{1 + 2,5 \cdot 0,333 + 0,8 \cdot 8,05} = 5,75$$

A gerenda kihajlási hossza:

$$v_b = 2,0 \sqrt{1 + 2,5k_{Kr} + 0,8k_b} \cdot \sqrt{\frac{EI_b N}{EI N_b}} = 5,75 \cdot \sqrt{\frac{2,39 \cdot 10^{13} \cdot 128,62}{7,69 \cdot 10^{13} \cdot 115,81}} = 3,378$$

Az oszlop kihajlási hossza.:

$$l_{ef,y} = v \cdot l = 5,75 \cdot 2,88 = 16,56 \text{ m}$$

A gerenda kihajlási hossza:

$$l_{ef,y} = v_b \cdot l = 3,378 \cdot 2,88 = 9,73 \text{ m}$$

Relatív karcsúságok számítása az oszlop esetén.:

$$i_y = \sqrt{\frac{5614399798}{340 \cdot 583}} = 168,30 \text{ mm}$$

$$\lambda_y = \frac{l_{ef,y}}{i_y} = \frac{16560}{168,3} = 98,40$$

$$\lambda_{rel,y} = \frac{\lambda_y}{\lambda_E} = \frac{98,4}{61,5} = 1,60$$

Karcsúsági csökkentő tényező táblázatból.:

$$k_{c,y} = 0,362$$

Relatív karcsúságok számítása a gerenda esetén.:

$$i_y = \sqrt{\frac{1743214080}{488 \cdot 180}} = 140,87 \text{ mm}$$

$$\lambda_y = \frac{l_{ef,y}}{i_y} = \frac{9730}{140,87} = 69,07$$

$$\lambda_{rel,y} = \frac{\lambda_y}{\lambda_E} = \frac{69,07}{61,5} = 1,12$$

Karcsúsági csökkentő tényező táblázatból.:

$$k_{c,y} = 0,667$$

Kihajlási hossz meghatározása (z):

Az oszlop inerciája az átlagos magassággal számolva.:

$$I_z = \frac{580 \cdot 340^3}{12} = 17,69 \cdot 10^8 \text{ mm}^4$$

A gerenda inerciája az átlagos magassággal számolva:

$$I_z = \frac{450 \cdot 180^3}{12} = 21,87 \cdot 10^7 \text{ mm}^4$$

Az oszlop kihajlási hossza:

$$v = 1 \rightarrow l_{ef,z} = 2880 \text{ mm}$$

A gerenda kihajlási hossza:

$$v = 1 \rightarrow l_{ef,z} = 3350 \text{ mm}$$

Relatív karcsúság az oszlop esetén.:

$$i_z = \sqrt{\frac{17,69 \cdot 10^8}{580 \cdot 340}} = 94,71 \text{ mm}$$

$$\lambda_y = \frac{l_{ef,z}}{i_z} = \frac{2880}{94,71} = 30,41$$

$$\lambda_{rel,y} = \frac{\lambda_y}{\lambda_E} = \frac{30,41}{61,5} = 0,50$$

Karcsúsági csökkentő tényező táblázatból.:

$$k_{c,z} = 0,974$$

Relatív karcsúság a gerenda esetén:

$$i_z = \sqrt{\frac{21,87 \cdot 10^7}{180 \cdot 450}} = 51,96 \text{ mm}$$

$$\lambda_y = \frac{l_{ef,z}}{i_z} = \frac{3350}{51,96} = 64,47$$

$$\lambda_{rel,y} = \frac{\lambda_y}{\lambda_E} = \frac{64,47}{61,5} = 1,04$$

Karcsúsági csökkentő tényező táblázatból.:

$$k_{c,z} = 0,735$$

6.6.2.2. Ferde él miatti csökkentő tényező meghatározása

Gerenda:

ha a ferde él a nyomott oldalon van:

$$k_{m,\alpha,c} = \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{f_{m,d}}{1,5 f_{v,d}} \cdot \tan \alpha\right)^2 + \left(\frac{f_{m,d}}{f_{c,90,d}} \cdot (\tan \alpha)^2\right)^2}}$$

$$f_{c,90,d} = 0,6 \cdot \frac{3,3}{1,25} = 1,584 \frac{N}{mm^2}$$

$$f_{t,90,d} = 0,6 \cdot \frac{0,5}{1,25} = 0,24 \frac{N}{mm^2}$$

$$f_{v,d} = 0,6 \cdot \frac{3,8}{1,25} = 1,824 \frac{N}{mm^2}$$

$$k_{m,\alpha,c} = \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{15,36}{1,5 \cdot 1,824} \cdot \tan 2,29\right)^2 + \left(\frac{15,36}{1,584} \cdot (\tan 2,29)^2\right)^2}}$$

$$= 0,976$$

ha a ferde él a húzott oldalon van:

$$k_{m,\alpha,c} = \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{f_{m,d}}{0,75 f_{v,d}} \cdot \tan \alpha\right)^2 + \left(\frac{f_{m,d}}{f_{t,90,d}} \cdot (\tan \alpha)^2\right)^2}}$$

$$k_{m,\alpha,c} = \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{15,36}{0,75 \cdot 1,824} \cdot \tan 2,29\right)^2 + \left(\frac{15,36}{0,24} \cdot (\tan 2,29)^2\right)^2}}$$

$$= 0,908$$

Oszlop:

a keretoszlop esetén mindig a nyomott oldalon van a ferde él.

$$k_{m,\alpha,c} = \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{15,36}{1,5 \cdot 1,824} \cdot \tan 6,89\right)^2 + \left(\frac{15,36}{1,584} \cdot (\tan 6,89)^2\right)^2}}$$

$$= 0,822$$

6.6.3. Ellenőrzés a csökkentő tényezők figyelembevételével

6.6.3.1. Keretoszlop (keretsarok)

6.6.3.1.1. $N_{MAX}-M_E$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} \leq 1$$

$$\frac{0,362 \cdot 13,92}{0,99} + \frac{8,08}{0,822 \cdot 15,36} = 0,836 < 1 \text{ Megfelel}$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}} \cdot k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} \leq 1$$

$$\frac{0,362 \cdot 13,92}{0,99} \cdot 0,7 + \frac{8,08}{0,822 \cdot 15,36} = 0,521 < 1 \text{ Megfelel}$$

6.6.3.1.2. $M_{MAX}-N_E$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} \leq 1$$

$$\frac{0,362 \cdot 13,92}{0,96} + \frac{8,11}{0,822 \cdot 15,36} = 0,833 < 1 \text{ Megfelel}$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}} \cdot k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} \leq 1$$

$$\frac{0,362 \cdot 13,92}{0,96} \cdot 0,7 + \frac{8,11}{0,822 \cdot 15,36} = 0,520 < 1 \text{ Megfelel}$$

6.6.3.2. Keretoszlop (mezőközep)

6.6.3.2.1. $N_{MAX}-M_E$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} \leq 1$$

$$\frac{0,362 \cdot 13,92}{0,93} + \frac{5,15}{0,822 \cdot 15,36} = 0,592 < 1 \text{ Megfelel}$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}} \cdot k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} \leq 1$$

$$\frac{0,362 \cdot 13,92}{0,93} \cdot 0,7 + \frac{5,15}{0,822 \cdot 15,36} = 0,354 < 1 \text{ Megfelel}$$

6.6.3.2.2. $M_{MAX}-N_E$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} \leq 1$$

$$\frac{0,362 \cdot 13,92}{0,90} + \frac{5,23}{0,822 \cdot 15,36} = 0,593 < 1 \text{ Megfelel}$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}} \cdot k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} \leq 1$$

$$\frac{0,362 \cdot 13,92}{0,90} \cdot 0,7 + \frac{5,23}{0,822 \cdot 15,36} = 0,356 < 1 \text{ Megfelel}$$

6.6.3.3. Keretgerenda (keretsarok)

6.6.3.3.1. $N_{MAX}-M_E$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} \leq 1$$

$$\frac{1,09}{0,667 \cdot 13,92} + \frac{12,76}{0,976 \cdot 15,36} = 0,969 < 1 \text{ Megfelel}$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}} \cdot k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} \leq 1$$

$$\frac{1,09}{0,735 \cdot 13,92} + 0,7 \frac{12,76}{0,976 \cdot 15,36} = 0,702 < 1 \text{ Megfelel}$$

6.6.3.3.2. $M_{MAX}-N_E$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} \leq 1$$

$$\frac{1,06}{0,667 \cdot 13,92} + \frac{12,76}{0,976 \cdot 15,36} = 0,965 < 1 \text{ Megfelel}$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}} \cdot k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} \leq 1$$

$$\frac{1,06}{0,735 \cdot 13,92} + 0,7 \frac{12,76}{0,976 \cdot 15,36} = 0,699 < 1 \text{ Megfelel}$$

6.6.3.4. Keretgerenda (mezőközép)

6.6.3.4.1. $N_{MAX}-M_E$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} \leq 1$$

$$\frac{1,02}{0,667 \cdot 13,92} + \frac{3,42}{0,908 \cdot 15,36} = 0,355 < 1 \text{ Megfelel}$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}} \cdot k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} \leq 1$$

$$\frac{1,02}{0,735 \cdot 13,92} + 0,7 \frac{3,42}{0,908 \cdot 15,36} = 0,271 < 1 \text{ Megfelel}$$

6.6.3.5. Keretgerenda (mezőnyomaték maximumánál)

6.6.3.5.1. $M_{MAX}-N_E$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} \leq 1$$

$$\frac{0,78}{0,667 \cdot 13,92} + \frac{10,33}{0,908 \cdot 15,36} = 0,825 < 1 \text{ Megfelel}$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}} \cdot k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} \leq 1$$

$$\frac{0,78}{0,735 \cdot 13,92} + 0,7 \frac{10,33}{0,908 \cdot 15,36} = 0,595 < 1 \text{ Megfelel}$$

6.6.4. Nyírásból származó feszültségek számítása

6.6.4.1. Nyírófeszültségek számítása a keretoszlop esetén

$$b_{ef} = k_{cr} \cdot b = 0,67 \cdot 340 = 227,8 \text{ mm}$$

$$\tau_d = \frac{V_{Ed} \cdot S}{b_{ef} \cdot I} = \frac{49,68 \cdot 10^3 \cdot 5508000}{227,8 \cdot 1321920000} = 0,909 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

6.6.4.2. Nyírófeszültség számítása a keretgerenda esetén

Keretsarok:

$$b_{ef} = k_{cr} \cdot b = 0,67 \cdot 180 = 120,6 \text{ mm}$$

$$\tau_d = \frac{V_{Ed} \cdot S}{b_{ef} \cdot I} = \frac{67,91 \cdot 10^3 \cdot 8100000}{120,6 \cdot 3240000000} = 1,408 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Csuklónál:

$$b_{ef} = k_{cr} \cdot b = 0,67 \cdot 180 = 120,6 \text{ mm}$$

$$\tau_d = \frac{V_{Ed} \cdot S}{b_{ef} \cdot I} = \frac{38,41 \cdot 10^3 \cdot 2025000}{120,6 \cdot 405000000} = 1,592 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

6.6.5. Nyírás ellenőrzése

$$f_{v,d} = 0,6 \cdot \frac{3,8}{1,25} = 1,824 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\tau_d = 0,909 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} < f_{v,d} \text{ Megfelel!}$$

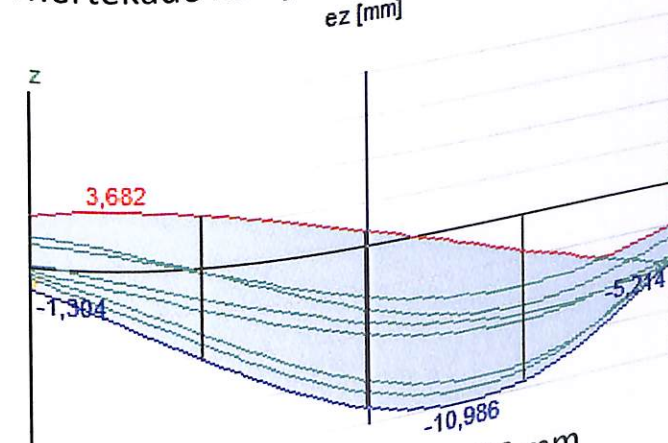
$$\tau_d = 1,408 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} < f_{v,d} \text{ Megfelel!}$$

$$\tau_d = 1,592 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} < f_{v,d} \text{ Megfelel!}$$

6.7. Használhatósági határállapot

6.7.1. Keretgerenda lehajlásának ellenőrzése

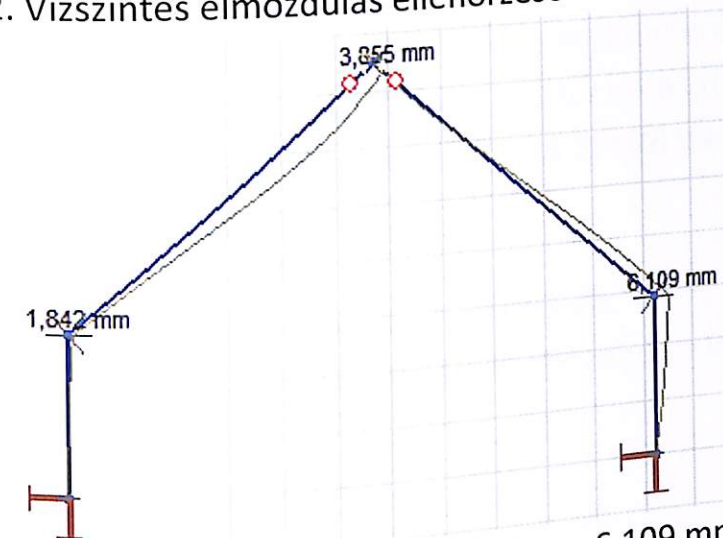
Mértékadó lehajlás AXIS-ből (a rúd lokális koordináta rendszerében):
ez [mm]



$$\text{Mértékadó lehajlás: } w = 10,986 \text{ mm}$$

$$10,986 \text{ mm} < \frac{l_b}{300} = \frac{7200}{300} = 24 \text{ mm Megfelel!}$$

6.7.2. Vízszintes elmozdulás ellenőrzése



Mértékadó vízszintes elmozdulás: $u=6,109 \text{ mm}$

$$6,109 \text{ mm} < \frac{h}{300} = \frac{2880}{300} = 9,6 \text{ mm} \text{ Megfelel!}$$

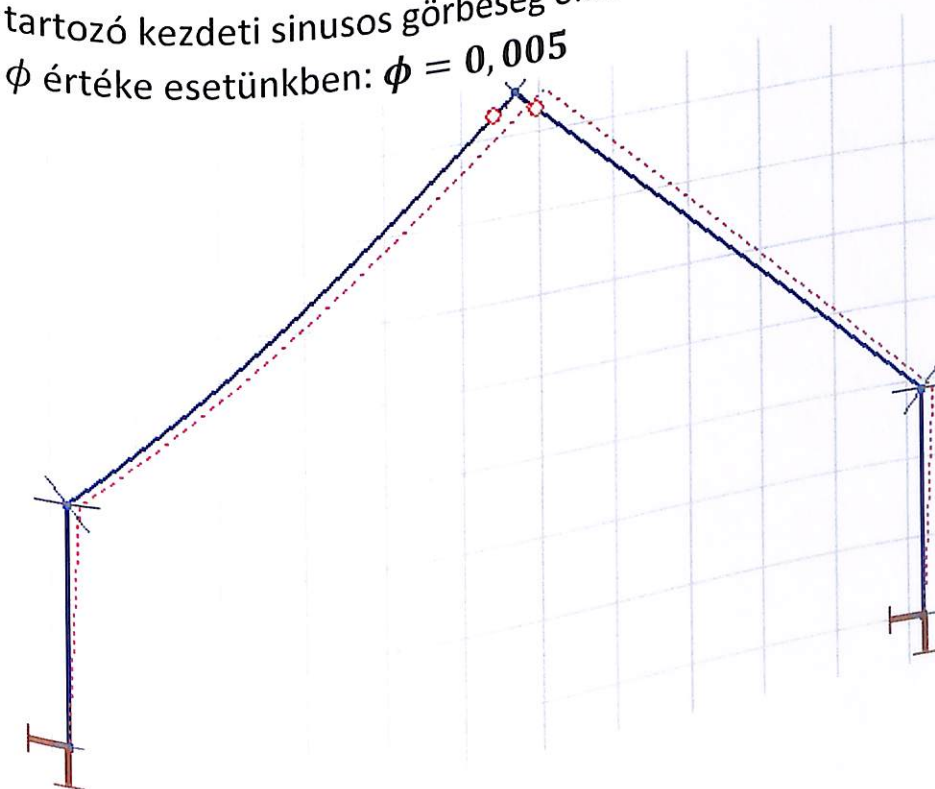
6.8. Geometriai imperfekció

A szabvány kimondja, hogy a terhelés okozta alakváltozásnak a belső erők gyakorolt hatását figyelembe kell venni!

Feltételezés:

A szerkezet alakhibái megfelelnek annak a kezdeti alakváltozásnak, amit a szerkezetre, illetve annak meghatározó részeire alkalmazott ϕ szögeltérés és ezzel együtt a csomópontok közötti e külpontossághoz tartozó kezdeti sinusos görbeség okoz.

ϕ értéke esetünkben: $\phi = 0,005$



6.8.1. Ellenőrzés az imperfekció figyelembevételével

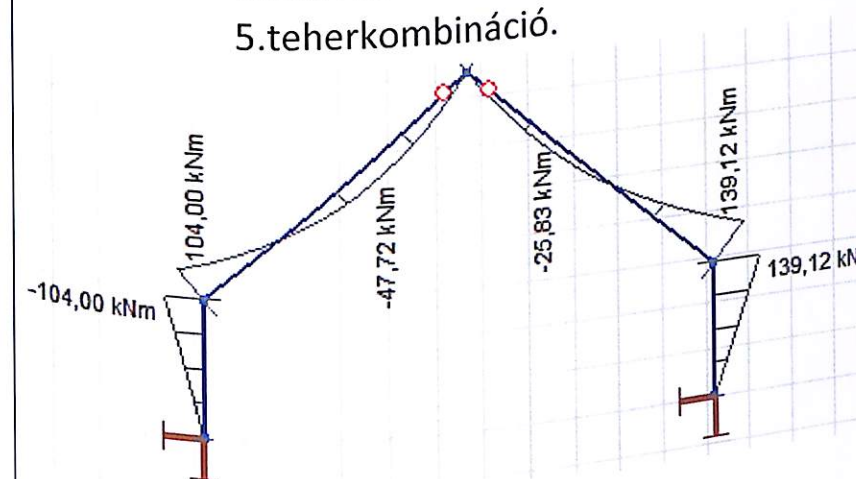
Az igénybevételek tekintetében jelentős eltérés nem mutatkozik az elsőrendű számításhoz képest, ezért csak a kritikus eseteket (ahol a keresztmetszet kihasználtsága 90% feletti) vizsgálom az imperfekció figyelembevételével.

Ezek a keresztmetszetek a következők:
Keretgerenda-keretsaroknál ellenőrizendő a külpontos nyomás!

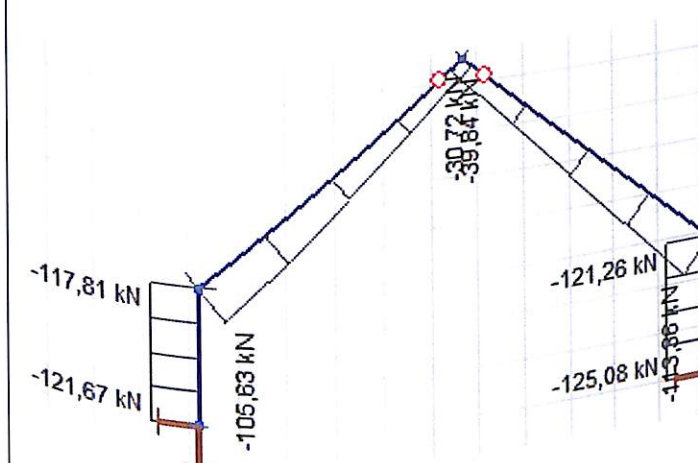
6.8.1.1. Igénybevételek

$M_{MAX}-N_E$:

5.teherkombináció.

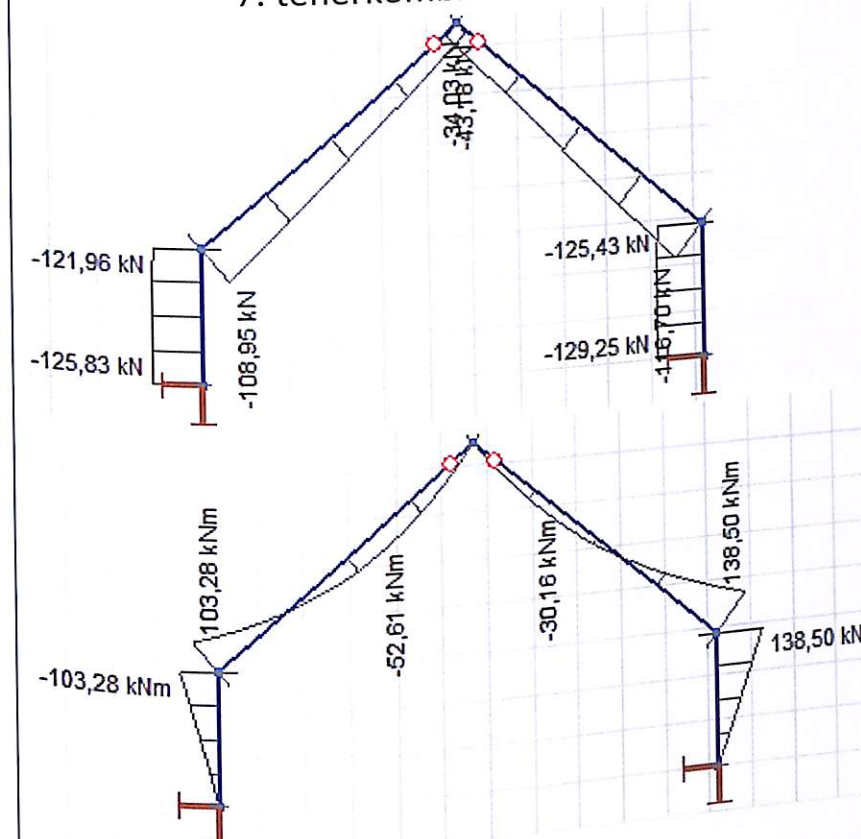


$$M_{max} = 139,12 \text{ kNm}$$



$$N_e = 113,36 \text{ kN}$$

$N_{MAX}-M_E$:
7. teherkombináció.



$$N_{max} = 116,70 \text{ kN}$$

$$M_e^{k.s.} = 138,50 \text{ kNm}$$

6.8.1.2. Feszültségek számítása

$N_{MAX}-M_E$:

$$A = 180 \cdot 600 = 108000 \text{ mm}^2$$

$$\sigma_{c,0,d} = \frac{N_{max}}{A} = \frac{116,70 \cdot 10^3}{108000} = 1,081 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{M_E}{W} = \frac{138,50 \cdot 10^6}{\frac{180 \cdot 600^2}{6}} = 12,824 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$M_{MAX}-N_E$:

$$\sigma_{c,0,d} = \frac{N_E}{A} = \frac{113,36 \cdot 10^3}{108000} = 1,050 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\sigma_{m,y,d} = \frac{M_{MAX}}{W} = \frac{139,12 \cdot 10^6}{\frac{180 \cdot 600^2}{6}} = 12,881 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

6.8.1.2.1. Ellenőrzés

$N_{MAX}-M_E$:

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} \leq 1$$

$$\frac{1,081}{0,667 \cdot 13,92} + \frac{12,824}{0,976 \cdot 15,36} = 0,972 < 1 \text{ Megfelel}$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}} \cdot k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} \leq 1$$

$$\frac{1,081}{0,735 \cdot 13,92} + 0,7 \frac{12,824}{0,976 \cdot 15,36} = 0,704 < 1 \text{ Megfelel}$$

$M_{MAX}-N_E$:

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} \leq 1$$

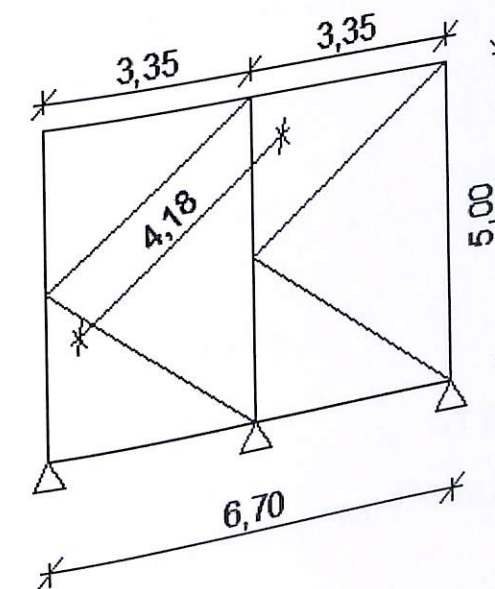
$$\frac{1,050}{0,667 \cdot 13,92} + \frac{12,881}{0,976 \cdot 15,36} = 0,972 < 1 \text{ Megfelel}$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}} \cdot k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} \leq 1$$

$$\frac{1,050}{0,735 \cdot 13,92} + 0,7 \frac{12,881}{0,976 \cdot 15,36} = 0,704 < 1 \text{ Megfelel}$$

7. Szélrács méretezése

7.1. Statikai modell



7.2. Keresztmetszet

10x10 cm-es fűrészelt fenyő fagerenda

7.3. Tehermodell

Az oromfalnál jelentkező felületi szélteher redukálása hossz menti megoszló teherre.

A hossz mentén megoszló teher átalakítása koncentrált erőkké, melyek a rácsos tartó csomópontjait terhelik.

7.3.1. Állandó teher

Szélrácsok (rácsrudak) önsúlya: AXIS

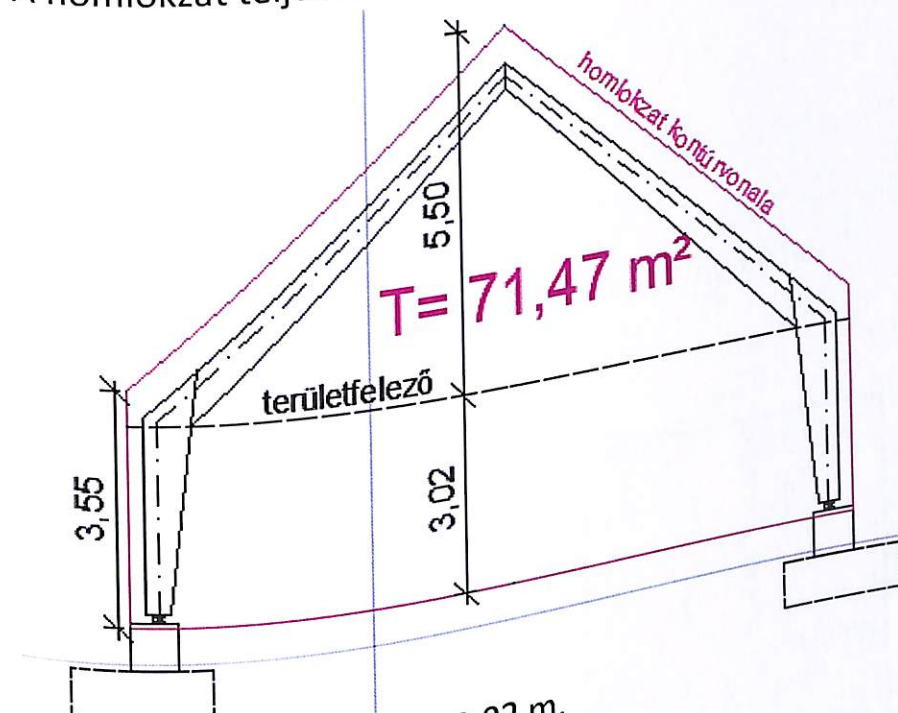
Keretgerenda (alsó és felső övrudak) önsúlya: AXIS

Szelemenek (rácsos tartó oszlopai) önsúlya: AXIS

7.3.2. Szélteher

Számításom során az oromfal teljes felülete az „A” zónához tartozik!

A homlokzat teljes területe: 71,47 m².



Terhelési sávszélesség: $t = 3,02$ m.

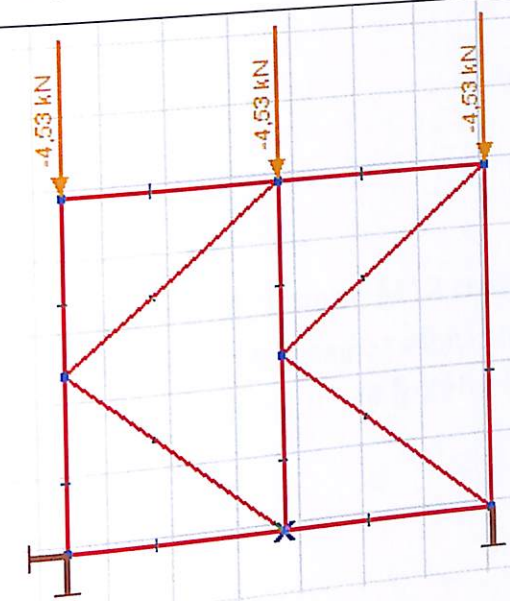
A zóna:

$$p_{w,sz,mer.}^{A,k} = t \cdot q_p \cdot c_{pe,sz}^A = 3,02 \cdot 0,559 \cdot -1,20 = -2,026 \frac{kN}{m}$$

A vonal-menti terhet koncentrált erővé kell alakítani!

$$2,026 \cdot 6,7 = 13,5742 \text{ kN}$$

$$P_w = \frac{13,5742}{3} = 4,525 \text{ kN}$$



7.4. Teherkombinációk

1. teherkombináció:

ULS (teherbírési határállapot).

$$p_{Ed}^{ULS,1} = \gamma_{G,sup} \cdot p_g^k + \gamma_w \cdot P_w$$

2. teherkombináció

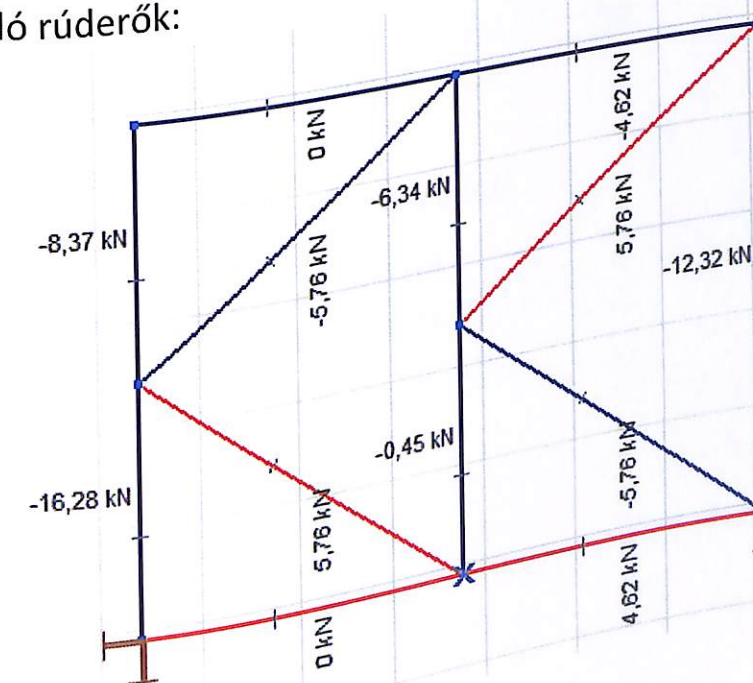
SLS (használhatósági határállapot).

$$p_{qp}^{SLS,2} = p_g^k + P_w$$

7.5. Igénybevételek meghatározása

Ellenőrizendő igénybevétel: központos húzás/nyomás.

Mértékadó rúderők:



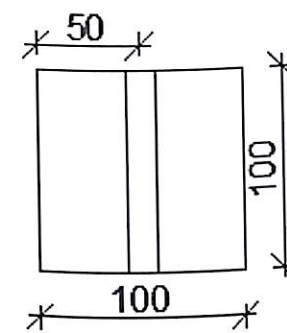
Feszültségek számítása:

Húzott rudak esetében:

$$\sigma_{t,0,d} = \frac{N_{t,Ed}}{A_{gyeng}}$$

feltételezünk a szélrács bekötésénél 1 darab M12 csavart:

Minimum távolság az elem szélétől: 3d
 $3 \cdot 12 = 36 \text{ mm} \rightarrow$ a feltétel teljesül!



$$A_{gyeng} = (2 \cdot 43) \cdot 100 = 8600 \text{ mm}^2$$

$$\sigma_{t,0,d} = \frac{N_{t,Ed}}{A_{gyeng}} = \frac{5,76 \cdot 10^3}{8600} = 0,67 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Nyomott rudak esetében

$$\sigma_{c,0,d} = \frac{N_{c,Ed}}{A} = \frac{5,76 \cdot 10^3}{100 \cdot 100} = 0,576 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

7.6. Keresztmetszet ellenőrzése

7.6.1. Ellenőrzés központos húzásra

$$f_{t,0,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{t,0,k}}{\gamma_m} = 0,6 \cdot \frac{14}{1,3} = 6,462 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\sigma_{t,0,d} < f_{t,0,d}$$

$$0,67 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} < 6,462 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \text{ Megfelel!}$$

7.6.2. Ellenőrzés központos nyomásra

Karcsúsági csökkentő tényező számítása:

$$l_{ef} = \nu \cdot l = 1,0 \cdot 4180 = 4180 \text{ mm}$$

$$\lambda = \frac{l_{ef}}{i}$$

$$i = \sqrt{\frac{100 \cdot 100^3}{12}} = 28,87 \text{ mm}$$

$$\lambda = \frac{l_{ef}}{i} = \frac{4180}{28,87} = 144,79$$

$$\lambda_{rel} = \frac{\lambda}{\lambda_E} = \frac{144,79}{59} = 2,46$$

Táblázatból:

$$k_c = 0,152$$

Ellenőrzés:

$$f_{c,o,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{c,0,k}}{\gamma_m} = 0,6 \cdot \frac{21}{1,3} = 9,69 \frac{N}{mm^2}$$

$$\sigma_{c,0,d} < k_c \cdot f_{c,o,d}$$

$$0,576 \text{ N/mm}^2 < 0,152 \cdot 9,69 = 1,47 \text{ N/mm}^2 \text{ Megfelel!}$$

8. Kapcsolatok méretezése

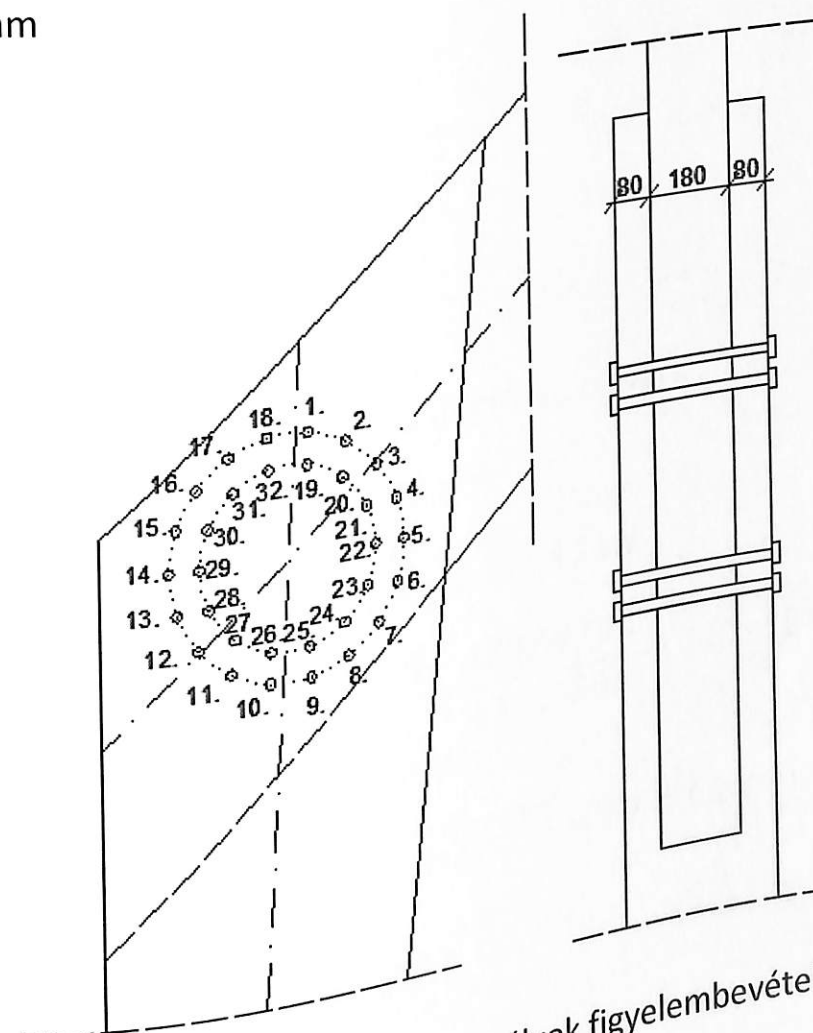
8.1. Keretsarok

A keretsarok 5.-9. kapcsolóelemeinek ellenőrzése!

Csavarkép:

R1=240 mm

R2=180 mm

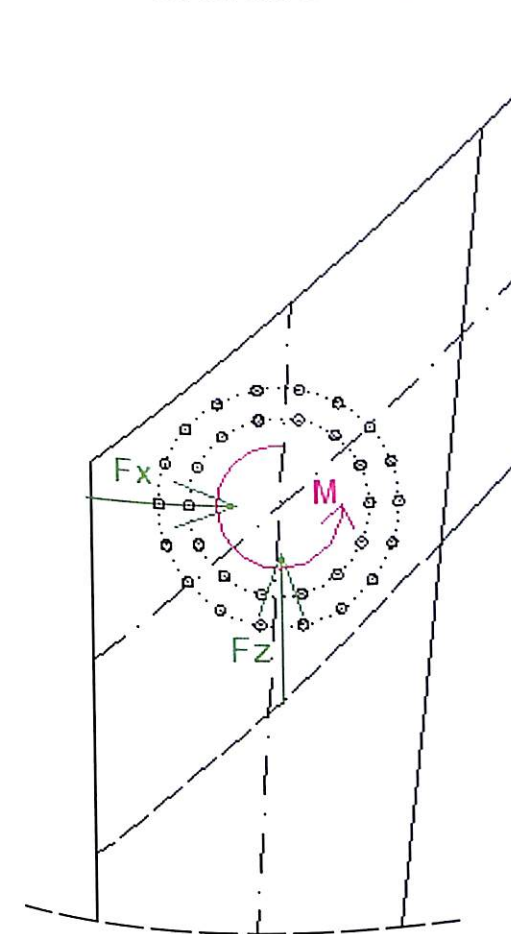


32 M20-10.9+alátét és anya.

A csavarkép felvétele a szerkesztési szabályok figyelembevételével történt!

8.1.1. Igénybevételek

5. teherkombináció:



$$\begin{aligned} F_z &= 122,78 \text{ kN} \\ F_x &= 46,49 \text{ kN} \\ M &= 138,49 \text{ kNm} \end{aligned}$$

Mértékadó erő és szögek számítása (5. sz. csavar).

$$\sum r_i^2 = 32 \cdot 210^2 = 1411200 \text{ mm}^2$$

$$F_{5,x} = \frac{F_x}{32} + \frac{M}{\sum r_i^2} \cdot z_5 = \frac{46,49}{32} + 0 = 1,45 \text{ kN}$$

$$F_{5,z} = \frac{F_z}{n} + \frac{M}{\sum r_i^2} \cdot x_5 = \frac{122,78}{32} + \frac{138,49 \cdot 10^6}{1411200} \cdot 240 \cdot 10^{-3} = 27,39 \text{ kN}$$

$$|F_5| = \sqrt{F_{5,x}^2 + F_{5,z}^2} = \sqrt{1,45^2 + 27,39^2} = 27,43 \text{ kN}$$

$$\varphi_5 = \tan^{-1} \frac{F_{5,z}}{F_{5,x}} = \tan^{-1} \frac{27,39}{1,45} = 86,97^\circ$$

$$\alpha_1 = 90 - 86,97 = 3,03^\circ$$

$$\alpha_2 = 86,97 - 40 = 46,97^\circ$$

$$\alpha_{1,2} = \text{az erő rostiránnyal bezárt szöge}$$

8.1.2. Fa-fa kétszer nyírt kapcsolat ellenőrzése. (5. sz. csavar)

$$k_{90} = 1,35 + 0,015 \cdot d = 1,35 + 0,015 \cdot 20 = 1,65$$

$$f_{h,1,k} = \frac{0,082 \cdot (1 - 0,01 \cdot d) \cdot \rho_k}{k_{90} \cdot (\sin \alpha)^2 + (\cos \alpha)^2} = \frac{0,082 \cdot (1 - 0,01 \cdot 20) \cdot 430}{1,65 \cdot (\sin 3,03)^2 + (\cos 3,03)^2} = 28,16$$

$$f_{h,2,k} = \frac{0,082 \cdot (1 - 0,01 \cdot d) \cdot \rho_k}{k_{90} \cdot (\sin \alpha)^2 + (\cos \alpha)^2} = \frac{0,082 \cdot (1 - 0,01 \cdot 20) \cdot 430}{1,65 \cdot (\sin 46,97)^2 + (\cos 46,97)^2} = 20,94$$

$$F_{v,Rk} = \min \left\{ \begin{aligned} &1,05 \cdot \frac{f_{h,1,k} \cdot t_1 \cdot d}{2 + \beta} \cdot \left[\sqrt{2 \cdot \beta \cdot (1 + \beta) + \frac{4 \cdot \beta \cdot (2 + \beta) \cdot M_{y,Rk}}{f_{h,1,k} \cdot d \cdot t_1^2}} - \beta \right] \\ &1,15 \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot \beta}{1 + \beta}} \cdot \sqrt{2 \cdot M_{y,Rk} \cdot f_{h,1,k} \cdot d} \end{aligned} \right.$$

$$\beta = \frac{f_{h,2,k}}{f_{h,1,k}} = \frac{20,94}{28,16} = 0,74$$

$$M_{y,Rk} = 0,3 \cdot f_{uk} \cdot d^{2,6} = 0,3 \cdot 1000 \cdot 20^{2,6} = 724101,2 \text{ Nmm}$$

$$F_{v,Rk} = \min \left\{ \begin{aligned} &1,05 \cdot \frac{45056}{2,74} \cdot \left[\sqrt{1,48 \cdot (1,74) + \frac{5872750,372}{28,16 \cdot 20 \cdot 80^2}} - 0,74 \right] = 22627 \text{ N} \\ &1,15 \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot 0,74}{1 + 0,74}} \cdot \sqrt{2 \cdot 724101,2 \cdot 28,16 \cdot 20} = 30290 \text{ N} \end{aligned} \right.$$

$$F_{v,Rd} = 2 \cdot k_{mod} \cdot \frac{F_{v,Rk}}{\gamma_m} = 2 \cdot 0,9 \cdot \frac{22,627}{1,3} = 31,33 \text{ kN}$$

$$\frac{27,43}{31,33} = 0,876 < 1 \text{ Megfelel!}$$

8.1.3. Mértékadó erő és szögek számítása (6.számú csavar).

$$\sum r_i^2 = 32 \cdot 210^2 = 1411200 \text{ mm}^2$$

$$F_{6,x} = \frac{F_x}{32} + \frac{M}{\sum r_i^2} \cdot z_6 = \frac{46,49}{32} + \frac{138,49 \cdot 10^6}{1411200} \cdot 82,1 \cdot 10^{-3}$$

$$= 9,51 \text{ kN}$$

$$F_{6,z} = \frac{F_z}{n} + \frac{M}{\sum r_i^2} \cdot x_6 = \frac{122,78}{32} + \frac{138,49 \cdot 10^6}{1411200} \cdot 225,5 \cdot 10^{-3}$$

$$= 25,97 \text{ kN}$$

$$|F_6| = \sqrt{F_{6,x}^2 + F_{6,z}^2} = \sqrt{9,51^2 + 25,97^2} = 27,66 \text{ kN}$$

$$\varphi_6 = \tan^{-1} \frac{F_{6,z}}{F_{6,x}} = \tan^{-1} \frac{25,97}{9,51} = 69,89^\circ$$

$$\alpha_1 = 90 - 69,89 = 20,11^\circ$$

$$\alpha_2 = 69,89 - 40 = 29,89^\circ$$

8.1.4. Fa-Fa kétszer nyírt kapcsolat ellenőrzése (6. számú csavar).

$$k_{90} = 1,35 + 0,015 \cdot d = 1,35 + 0,015 \cdot 20 = 1,65$$

$$f_{h,1,k} = \frac{0,082 \cdot (1 - 0,01 \cdot d) \cdot \rho_k}{k_{90} \cdot (\sin \alpha)^2 + (\cos \alpha)^2} = \frac{0,082 \cdot (1 - 0,01 \cdot 20) \cdot 430}{1,65 \cdot (\sin 20,11)^2 + (\cos 20,11)^2}$$

$$= 26,20$$

$$f_{h,2,k} = \frac{0,082 \cdot (1 - 0,01 \cdot d) \cdot \rho_k}{k_{90} \cdot (\sin \alpha)^2 + (\cos \alpha)^2} = \frac{0,082 \cdot (1 - 0,01 \cdot 20) \cdot 430}{1,65 \cdot (\sin 29,89)^2 + (\cos 29,89)^2}$$

$$= 24,29$$

$F_{v,Rk}$

$$= \min \left\{ 1,05 \cdot \frac{f_{h,1,k} \cdot t_1 \cdot d}{2 + \beta} \cdot \left[\sqrt{2 \cdot \beta \cdot (1 + \beta) + \frac{0,5 \cdot f_{h,2,k} \cdot t_2 \cdot d}{f_{h,1,k} \cdot d \cdot t_1^2}} \cdot \frac{4 \cdot \beta \cdot (2 + \beta) \cdot M_{y,Rk}}{f_{h,1,k} \cdot d \cdot t_1^2} - \beta \right] \right.$$

$$\left. 1,15 \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot \beta}{1 + \beta}} \cdot \sqrt{2 \cdot M_{y,Rk} \cdot f_{h,1,k} \cdot d} \right\}$$

$$\beta = \frac{f_{h,2,k}}{f_{h,1,k}} = \frac{24,29}{26,20} = 0,93$$

$$M_{y,Rk} = 0,3 \cdot f_{uk} \cdot d^{2,6} = 0,3 \cdot 1000 \cdot 20^{2,6} = 724101,2 \text{ Nmm}$$

$$F_{v,Rk} = \min \left\{ \begin{array}{l} 1,05 \cdot \frac{41920}{2,93} \cdot \left[\sqrt{1,86 \cdot (1,93) + \frac{7892413,44}{26,2 \cdot 20 \cdot 80^2}} - 0,93 \right] = 22652 \text{ N} \\ 1,15 \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot 0,93}{1 + 0,93}} \cdot \sqrt{2 \cdot 724101,2 \cdot 26,2 \cdot 20} = 31100 \text{ N} \end{array} \right.$$

$$F_{v,Rd} = 2 \cdot k_{mod} \cdot \frac{F_{v,Rk}}{\gamma_m} = 2 \cdot 0,9 \cdot \frac{22,652}{1,3} = 31,36 \text{ kN}$$

$$\frac{27,66}{31,36} = 0,882 < 1 \text{ Megfelel!}$$

8.1.5. Mértékadó erő és szögek számítása (7. számú csavar).

$$\sum r_i^2 = 32 \cdot 210^2 = 1411200 \text{ mm}^2$$

$$F_{7,x} = \frac{F_x}{32} + \frac{M}{\sum r_i^2} \cdot z_7 = \frac{46,49}{32} + \frac{138,49 \cdot 10^6}{1411200} \cdot 154,3 \cdot 10^{-3} = 16,6 \text{ kN}$$

$$F_{7,z} = \frac{F_z}{n} + \frac{M}{\sum r_i^2} \cdot x_7 = \frac{122,78}{32} + \frac{138,49 \cdot 10^6}{1411200} \cdot 183,9 \cdot 10^{-3} = 21,88 \text{ kN}$$

$$|F_7| = \sqrt{F_{7,x}^2 + F_{7,z}^2} = \sqrt{16,6^2 + 21,88^2} = 27,46 \text{ kN}$$

$$\varphi_7 = \tan^{-1} \frac{F_{7,z}}{F_{7,x}} = \tan^{-1} \frac{21,88}{16,6} = 52,81^\circ$$

$$\alpha_1 = 90 - 52,81 = 37,19^\circ$$

$$\alpha_2 = 52,81 - 40 = 12,81^\circ$$

8.1.6. Fa-fa kétszer nyírt kapcsolat ellenőrzése (7. számú csavar).

$$k_{90} = 1,35 + 0,015 \cdot d = 1,35 + 0,015 \cdot 20 = 1,65$$

$$f_{h,1,k} = \frac{0,082 \cdot (1 - 0,01 \cdot d) \cdot \rho_k}{k_{90} \cdot (\sin \alpha)^2 + (\cos \alpha)^2} = \frac{0,082 \cdot (1 - 0,01 \cdot 20) \cdot 430}{1,65 \cdot (\sin 37,19)^2 + (\cos 37,19)^2} = 22,79$$

$$f_{h,2,k} = \frac{0,082 \cdot (1 - 0,01 \cdot d) \cdot \rho_k}{k_{90} \cdot (\sin \alpha)^2 + (\cos \alpha)^2} = \frac{0,082 \cdot (1 - 0,01 \cdot 20) \cdot 430}{1,65 \cdot (\sin 12,81)^2 + (\cos 12,81)^2} = 27,33$$

$$min \left\{ \begin{array}{l} 1,05 \cdot \frac{f_{h,1,k} \cdot t_1 \cdot d}{2 + \beta} \cdot \left[\sqrt{2 \cdot \beta \cdot (1 + \beta) + \frac{4 \cdot \beta \cdot (2 + \beta) \cdot M_{y,Rk}}{f_{h,1,k} \cdot d \cdot t_1^2}} - \beta \right] \\ 1,15 \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot \beta}{1 + \beta}} \cdot \sqrt{2 \cdot M_{y,Rk} \cdot f_{h,1,k} \cdot d} \end{array} \right.$$

$$= \frac{f_{h,2,k}}{f_{h,1,k}} = \frac{27,33}{22,79} = 1,20$$

$$I_{y,Rk} = 0,3 \cdot f_{uk} \cdot d^{2,6} = 0,3 \cdot 1000 \cdot 20^{2,6} = 724101,2 \text{ Nmm}$$

$$= min \left\{ \begin{array}{l} 1,05 \cdot \frac{36464}{3,20} \cdot \left[\sqrt{2,4 \cdot (2,2) + \frac{11122194,43}{22,79 \cdot 20 \cdot 80^2}} - 1,2 \right] = 21721 \text{ N} \\ 1,15 \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot 1,2}{1 + 1,2}} \cdot \sqrt{2 \cdot 724101,2 \cdot 22,79 \cdot 20} = 30860 \text{ N} \end{array} \right.$$

$$F_{v,Rd} = 2 \cdot k_{mod} \cdot \frac{F_{v,Rk}}{\gamma_m} = 2 \cdot 0,9 \cdot \frac{21,721}{1,3} = 30,08 \text{ kN}$$

$$\frac{7,46}{0,08} = 0,913 < 1 \text{ Megfelel!}$$

8.1.7. Mértékadó erő és szögek számítása (8. számú csavar)

$$\sum r_i^2 = 32 \cdot 210^2 = 1411200 \text{ mm}^2$$

$$F_{8,x} = \frac{F_x}{32} + \frac{M}{\sum r_i^2} \cdot z_8 = \frac{46,49}{32} + \frac{138,49 \cdot 10^6}{1411200} \cdot 207,8 \cdot 10^{-3} = 21,85 \text{ kN}$$

$$F_{8,z} = \frac{F_z}{n} + \frac{M}{\sum r_i^2} \cdot x_8 = \frac{122,78}{32} + \frac{138,49 \cdot 10^6}{1411200} \cdot 120 \cdot 10^{-3} = 15,61 \text{ kN}$$

$$|F_8| = \sqrt{F_{8,x}^2 + F_{8,z}^2} = \sqrt{21,85^2 + 15,61^2} = 26,85 \text{ kN}$$

$$\varphi_8 = \tan^{-1} \frac{F_{8,z}}{F_{8,x}} = \tan^{-1} \frac{15,61}{21,85} = 35,54^\circ$$

$$\alpha_1 = 90 - 35,54 = 54,46^\circ$$

$$\alpha_2 = 40 - 35,54 = 4,46^\circ$$

8.1.8. Fa-Fa kétszer nyírt kapcsolat ellenőrzése (8.számú csavar).

$$= 1,35 + 0,015 \cdot d = 1,35 + 0,015 \cdot 20 = 1,65$$

$$k_{90} = \frac{0,082 \cdot (1 - 0,01 \cdot d) \cdot \rho_k}{k_{90} \cdot (\sin \alpha)^2 + (\cos \alpha)^2} = \frac{0,082 \cdot (1 - 0,01 \cdot 20) \cdot 430}{1,65 \cdot (\sin 54,46)^2 + (\cos 54,46)^2}$$

$$= 19,72$$

$$k_{40} = \frac{0,082 \cdot (1 - 0,01 \cdot d) \cdot \rho_k}{k_{90} \cdot (\sin \alpha)^2 + (\cos \alpha)^2} = \frac{0,082 \cdot (1 - 0,01 \cdot 20) \cdot 430}{1,65 \cdot (\sin 4,46)^2 + (\cos 4,46)^2} = 28,10$$

$$R_k \left\{ \begin{array}{l} \min \left[1,05 \cdot \frac{f_{h,1,k} \cdot t_1 \cdot d}{2 + \beta} \cdot \left[\sqrt{2 \cdot \beta \cdot (1 + \beta) + \frac{4 \cdot \beta \cdot (2 + \beta) \cdot M_{y,Rk}}{f_{h,1,k} \cdot d \cdot t_1^2}} - \beta \right] \right. \\ \left. 1,15 \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot \beta}{1 + \beta}} \cdot \sqrt{2 \cdot M_{y,Rk} \cdot f_{h,1,k} \cdot d} \right] \end{array} \right.$$

$$= \frac{f_{h,2,k}}{f_{h,1,k}} = \frac{28,1}{19,72} = 1,42$$

$$M_{y,Rk} = 0,3 \cdot f_{uk} \cdot d^{2,6} = 0,3 \cdot 1000 \cdot 20^{2,6} = 724101,2 \text{ Nmm}$$

$$R_k \left\{ \begin{array}{l} \min \left[1,05 \cdot \frac{31552}{3,42} \cdot \left[\sqrt{2,84 \cdot (2,42) + \frac{14066100,3}{19,72 \cdot 20 \cdot 80^2}} - 1,42 \right] \right. \\ \left. 1,15 \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot 1,42}{1 + 1,42}} \cdot \sqrt{2 \cdot 724101,2 \cdot 19,72 \cdot 20} = 29774 \text{ N} \right] \end{array} \right. = 20418 \text{ N}$$

$$F_{v,Rd} = 2 \cdot k_{mod} \cdot \frac{F_{v,Rk}}{\gamma_m} = 2 \cdot 0,9 \cdot \frac{20418}{1,3} = 28,27 \text{ kN}$$

$$\frac{26,85}{28,27} = 0,95 < 1 \text{ Megfelel!}$$

8.1.9. Mértékadó erő és szögek számítása (9. számú csavar)

$$\sum r_i^2 = 32 \cdot 210^2 = 1411200 \text{ mm}^2$$

$$F_{9,x} = \frac{F_x}{32} + \frac{M}{\sum r_i^2} \cdot z_9 = \frac{46,49}{32} + \frac{138,49 \cdot 10^6}{1411200} \cdot 236,4 \cdot 10^{-3}$$

$$= 24,65 \text{ kN}$$

$$F_{9,z} = \frac{F_z}{n} + \frac{M}{\sum r_i^2} \cdot x_9 = \frac{122,78}{32} + \frac{138,49 \cdot 10^6}{1411200} \cdot 41,7 \cdot 10^{-3}$$

$$= 7,93 \text{ kN}$$

$$|F_9| = \sqrt{F_{9,x}^2 + F_{9,z}^2} = \sqrt{24,65^2 + 7,93^2} = 25,89 \text{ kN}$$

$$\varphi_9 = \tan^{-1} \frac{F_{9,z}}{F_{9,x}} = \tan^{-1} \frac{7,93}{24,65} = 17,83^\circ$$

$$\alpha_1 = 90 - 17,83 = 72,17^\circ$$

$$\alpha_2 = 40 - 17,83 = 22,17^\circ$$

8.1.10. Fa-fa kétszer nyírt kapcsolat ellenőrzése (9. számú csavar)

$$k_{90} = 1,35 + 0,015 \cdot d = 1,35 + 0,015 \cdot 20 = 1,65$$

$$k_{h,1,k} = \frac{0,082 \cdot (1 - 0,01 \cdot d) \cdot \rho_k}{k_{90} \cdot (\sin \alpha)^2 + (\cos \alpha)^2} = \frac{0,082 \cdot (1 - 0,01 \cdot 20) \cdot 430}{1,65 \cdot (\sin 72,17)^2 + (\cos 72,17)^2}$$

$$= 17,75$$

$$k_{h,2,k} = \frac{0,082 \cdot (1 - 0,01 \cdot d) \cdot \rho_k}{k_{90} \cdot (\sin \alpha)^2 + (\cos \alpha)^2} = \frac{0,082 \cdot (1 - 0,01 \cdot 20) \cdot 430}{1,65 \cdot (\sin 22,17)^2 + (\cos 22,17)^2}$$

$$= 25,82$$

$$f_{h,Rk} = \min \left\{ \begin{array}{l} 1,05 \cdot \frac{f_{h,1,k} \cdot t_1 \cdot d}{2 + \beta} \cdot \left[\sqrt{2 \cdot \beta \cdot (1 + \beta) + \frac{0,5 \cdot f_{h,2,k} \cdot t_2 \cdot d}{f_{h,1,k} \cdot d \cdot t_1^2}} - \beta \right] \\ 1,15 \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot \beta}{1 + \beta}} \cdot \sqrt{2 \cdot M_{y,Rk} \cdot f_{h,1,k} \cdot d} \end{array} \right.$$

$$\beta = \frac{f_{h,2,k}}{f_{h,1,k}} = \frac{25,82}{17,75} = 1,45$$

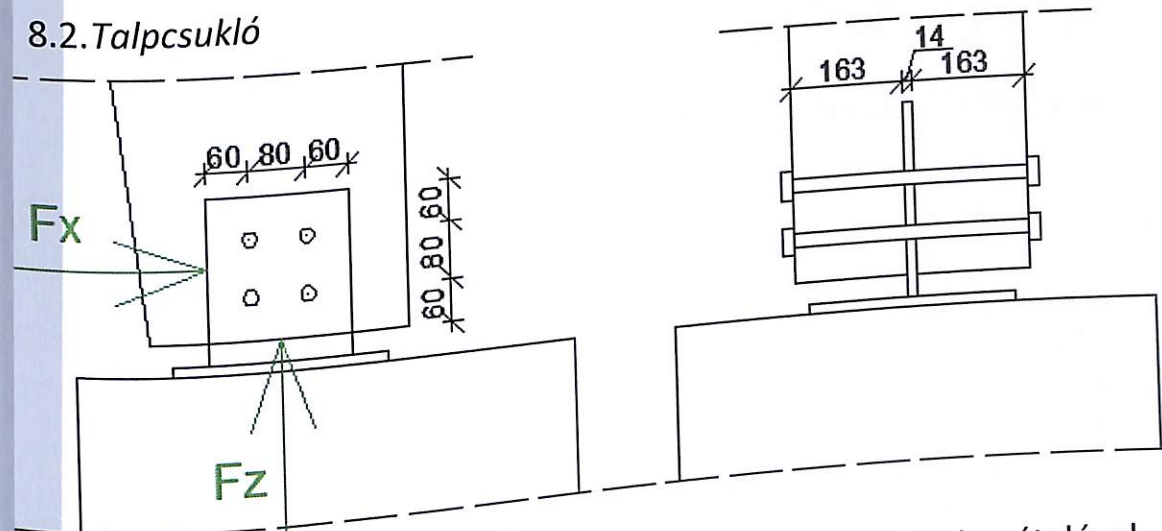
$$M_{y,Rk} = 0,3 \cdot f_{uk} \cdot d^{2,6} = 0,3 \cdot 1000 \cdot 20^{2,6} = 724101,2 \text{ Nmm}$$

$$min \left\{ \begin{array}{l} 1,05 \cdot \frac{28400}{3,45} \cdot \left[\sqrt{2,9 \cdot (2,45) + \frac{14489265}{17,75 \cdot 20 \cdot 80^2}} - 1,45 \right] = 19204 \text{ N} \\ 1,15 \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot 1,45}{1 + 1,45}} \cdot \sqrt{2 \cdot 724101,2 \cdot 17,75 \cdot 20} = 28369 \text{ N} \end{array} \right.$$

$$R_d = 2 \cdot k_{mod} \cdot \frac{F_{v,Rk}}{\gamma_m} = 2 \cdot 0,9 \cdot \frac{19,204}{1,3} = 26,59 \text{ kN}$$

$$\frac{26,59}{27,59} = 0,974 < 1 \text{ Megfelel!}$$

8.2. Talpcsukló



4 M20-6.8 +alátét és anya
A csavarkép felvétele a szerkesztési szabályok figyelembevételével történt!

8.2.1. Igénybevételek

7. teherkombináció a mértékadó!

$$F_x = 48,37 \text{ kN}$$

$$F_z = 130,85 \text{ kN}$$

$$|F| = \sqrt{48,37^2 + 130,85^2} = 139,5 \text{ kN}$$

$$\varphi = \tan^{-1} \frac{130,85}{48,37} = 69,71^\circ$$

$$\alpha = 90 - 69,71 = 20,29^\circ$$

8.2.2. Középső acéllemez-fa kétszer nyírt kapcsolat ellenőrzése

$$k_{90} = 1,35 + 0,015 \cdot d = 1,35 + 0,015 \cdot 20 = 1,65$$

$$f_{h,1,k} = \frac{0,082 \cdot (1 - 0,01 \cdot d) \cdot \rho_k}{k_{90} \cdot (\sin \alpha)^2 + (\cos \alpha)^2} = \frac{0,082 \cdot (1 - 0,01 \cdot 20) \cdot 430}{1,65 \cdot (\sin 20,29)^2 + (\cos 20,29)^2} = 26,16 \frac{N}{mm^2}$$

$$F_{v,Rk} = \min \left\{ \begin{array}{l} f_{h,1,k} \cdot t_1 \cdot d \cdot \left[\sqrt{2 + \frac{4 \cdot M_{y,Rk}}{f_{h,1,k} \cdot d \cdot t_1^2}} - 1 \right] \\ 2,3 \cdot \sqrt{M_{y,Rk} \cdot f_{h,1,k} \cdot d} \end{array} \right.$$

$$M_{y,Rk} = 0,3 \cdot f_{uk} \cdot d^{2,6} = 0,3 \cdot 600 \cdot 20^{2,6} = 434460,7 \text{ Nmm}$$

$$F_{v,Rk} = \min \left\{ \begin{array}{l} 85281,6 \cdot \left[\sqrt{2 + \frac{4 \cdot 434460,7}{26,16 \cdot 20 \cdot 163^2}} - 1 \right] = 39037 \text{ N} \\ 2,3 \cdot \sqrt{434460,7 \cdot 26,16 \cdot 20} = 34677 \text{ N} \end{array} \right.$$

Hatékony csavarszám:

$$n_{ef,0} = \min. \left\{ \begin{array}{l} n \\ n^{0,9} \cdot \sqrt[4]{\frac{a_1}{13 \cdot d}} \end{array} \right.$$

$$n_{ef,0} = \min. \left\{ \begin{array}{l} 2 \\ 2^{0,9} \cdot \sqrt[4]{\frac{80}{13 \cdot 20}} = 1,39 \end{array} \right.$$

$$n_{ef,90} = n = 2$$

interpolálva:

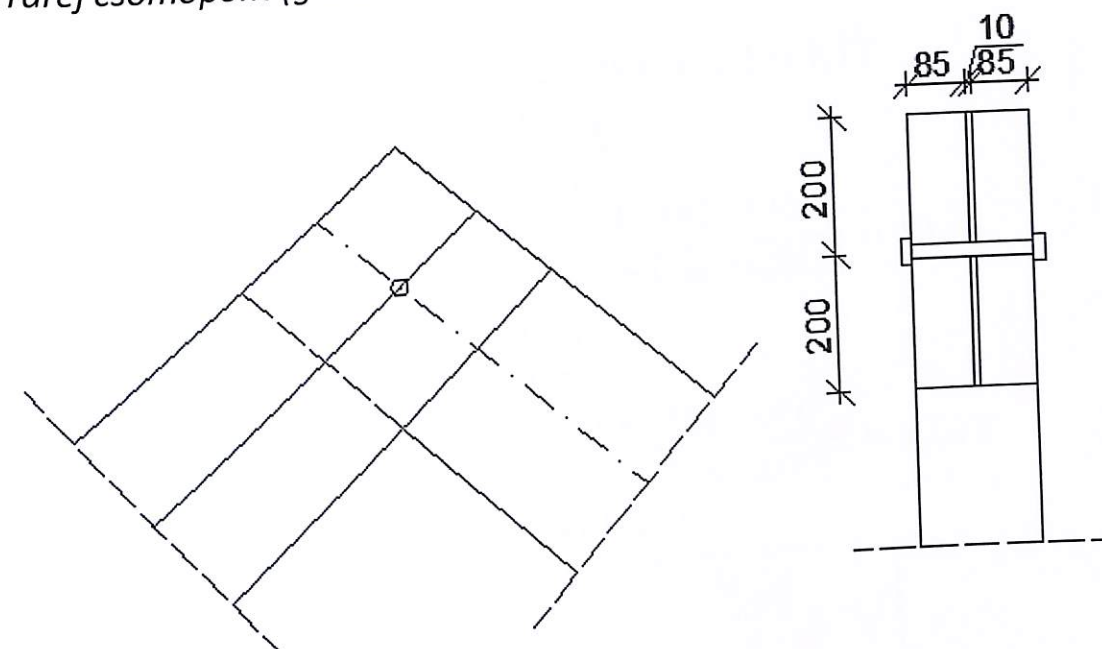
$$1,39 + \frac{2 - 1,39}{90} \cdot 20,29 = 1,528$$

$$N = 2 \cdot 1,528 = 3,055$$

$$F_{v,Rd} = 3,055 \cdot 2 \cdot 0,9 \cdot \frac{34,677}{1,3} = 146,68 \text{ kN}$$

$$\frac{139,5}{146,68} = 0,951 < 1 \text{ Megfelel!}$$

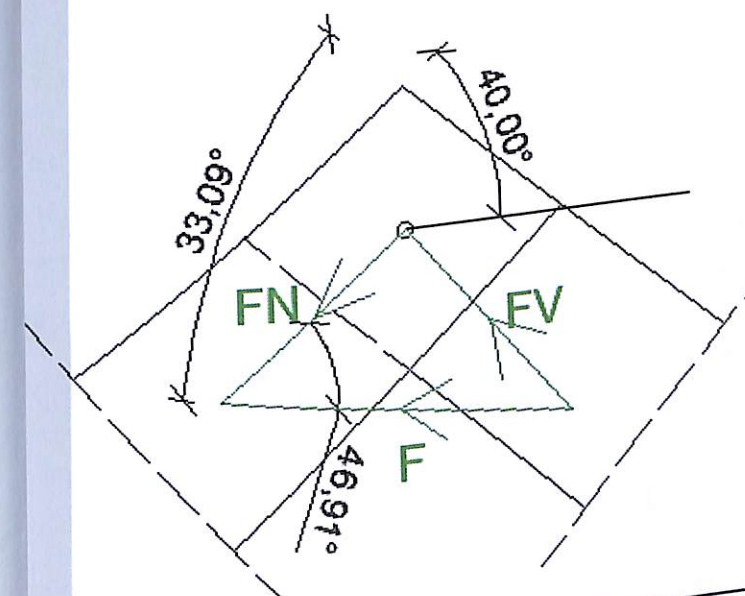
8.3. Taréj csomópont (gerenda-gerenda kapcsolat)



1 M24-6.8+alátét és anya
Teljesülnek a szerkesztési szabályok!

8.3.1. Igénybevételek

7. teherkombináció a mértékadó!



$$F_N = 34,99 \text{ kN}$$

$$F_V = 37,40 \text{ kN}$$

$$|F| = \sqrt{F_N^2 + F_V^2} = \sqrt{34,99^2 + 37,40^2} = 51,216 \text{ kN}$$

$$\varphi = \tan^{-1} \frac{37,40}{34,99} = 46,91^\circ$$

$$\alpha_1 = \varphi$$

$$\alpha_2 = 33,09^\circ$$

8.3.2. Középső acéllemez-fa kétszer nyírt kapcsolat méretezése

$$k_{90} = 1,35 + 0,015 \cdot d = 1,35 + 0,015 \cdot 24 = 1,71$$

$$f_{h,1,k} = \frac{0,082 \cdot (1 - 0,01 \cdot d) \cdot \rho_k}{k_{90} \cdot (\sin \alpha)^2 + (\cos \alpha)^2} = \frac{0,082 \cdot (1 - 0,01 \cdot 24) \cdot 430}{1,71 \cdot (\sin 46,91)^2 + (\cos 46,91)^2} = 19,44$$

$$f_{h,2,k} = \frac{0,082 \cdot (1 - 0,01 \cdot d) \cdot \rho_k}{k_{90} \cdot (\sin \alpha)^2 + (\cos \alpha)^2} = \frac{0,082 \cdot (1 - 0,01 \cdot 24) \cdot 430}{1,71 \cdot (\sin 33,09)^2 + (\cos 33,09)^2} = 22,12$$

$$F_{v,Rk} = \min \left\{ \begin{array}{l} f_{h,1,k} \cdot t_1 \cdot d \\ 2,3 \cdot \sqrt{M_{y,Rk} \cdot f_{h,1,k} \cdot d} \end{array} \right.$$

$$\beta = \frac{f_{h,2,k}}{f_{h,1,k}} = \frac{22,12}{19,44} = 1,14$$

$$M_{y,Rk} = 0,3 \cdot f_{uk} \cdot d^{2,6} = 0,3 \cdot 600 \cdot 24^{2,6} = 697945,9 \text{ Nmm}$$

$$F_{v,Rk} = \min \left\{ \begin{array}{l} 19,44 \cdot 85 \cdot 24 = 39657,6 \text{ N} \\ 2,3 \cdot \sqrt{697945,9 \cdot 19,44 \cdot 24} = 41504 \text{ N} \end{array} \right.$$

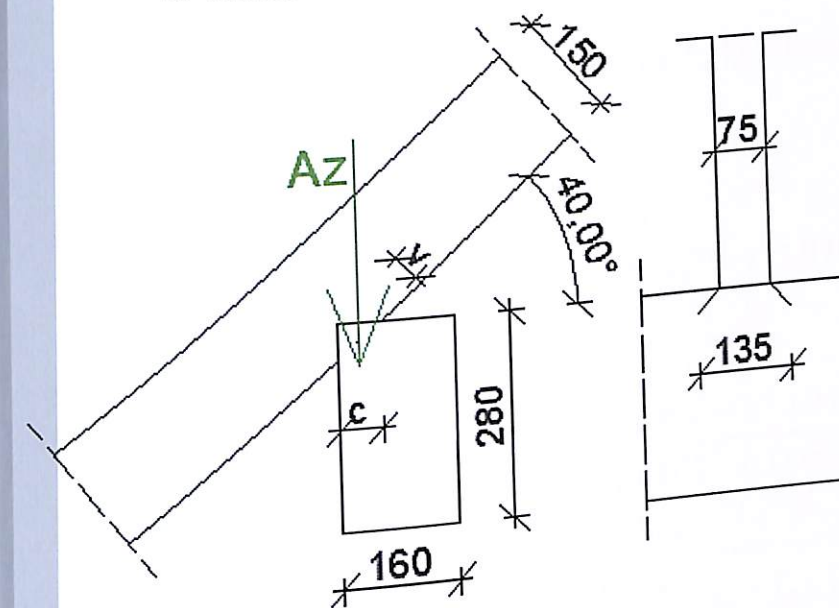
$$F_{v,Rd} = 2 \cdot 0,9 \cdot \frac{39,658}{1,3} = 54,91 \text{ kN}$$

$$\frac{51,216}{54,91} = 0,933 < 1 \text{ Megfelel!}$$

8.4. Szarufa- szelmemen kapcsolata

8.4.1. Függőleges erő felvétele

1. teherkombináció a mértékadó (lásd 4.4 pont)



$$A_{Ed,z} = 8,68 \text{ kN}$$

$$v = \frac{h}{4} = 37,5 \text{ mm}$$

$$c = \frac{37,5}{\sin 40} = 58,34 \text{ mm}$$

Rostirányra merőleges nyomás:

$$f_{c,90,g,k} = 3,3 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$f_{c,90,g,d} = 0,6 \cdot \frac{3,3}{1,25} = 1,584 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\Delta = \min \begin{cases} 30 \text{ mm} \\ b = 75 \text{ mm} \\ l_1/2 = 500 \text{ mm} \end{cases}$$

$$l_{eff} = b + \Delta_1 + \Delta_2 = 75 + 30 + 30 = 135 \text{ mm}$$

$$A_{Rd,z} = c \cdot b \cdot f_{c,90,g,d} \cdot k_{c,90} = 58,34 \cdot 75 \cdot 1,584 \cdot 1,5 \cdot 10^{-3}$$

$$= 10,37 \text{ kN}$$

Ellenőrzés:

$$\frac{A_{Ed,z}}{A_{Rd,z}} = \frac{8,68}{10,37} = 0,837 < 1,0 \text{ Megfelel!}$$

8.4.2. Vízszintes erő felvétele

5. teherkombináció a mértékadó (lásd 4.4 pont)

$$A_{Ed,x} = 6,53 \text{ kN}$$

8.4.2.1. Szögacél-szarufa

Külső acéllemezek (vékony)- fa kétszer nyírt kapcsolat
méretezése.

M10 5.6 átmenőcsavar.

$$k_{90} = 1,35 + 0,015 \cdot d = 1,35 + 0,015 \cdot 10 = 1,5$$

$$f_{h,2,k} = \frac{0,082 \cdot (1 - 0,01 \cdot d) \cdot \rho_k}{k_{90} \cdot (\sin \alpha)^2 + (\cos \alpha)^2} = \frac{0,082 \cdot (1 - 0,01 \cdot 10) \cdot 430}{1,5 \cdot (\sin 40)^2 + (\cos 40)^2} = 26,3$$

$$F_{v,Rk} = \min \left\{ \begin{array}{l} 1,15 \cdot \sqrt{2 \cdot M_{y,Rk} \cdot f_{h,2,k} \cdot d} \\ 0,5 \cdot f_{h,2,k} \cdot t_2 \cdot d \end{array} \right.$$

$$M_{y,Rk} = 0,3 \cdot f_{uk} \cdot d^{2,6} = 0,3 \cdot 500 \cdot 10^{2,6} = 59716 \text{ Nmm}$$

$$F_{v,Rk} = \min \left\{ \begin{array}{l} 1,15 \cdot \sqrt{2 \cdot 59716 \cdot 26,3 \cdot 10} = 6445 \text{ N} \\ 0,5 \cdot 26,3 \cdot 75 \cdot 10 = 9862,5 \text{ N} \end{array} \right.$$

$$F_{v,Rd} = 2 \cdot 0,6 \cdot \frac{6,445}{1,3} = 5,95 \text{ kN}$$

$$\frac{A_{Ed,x}}{F_{v,Rd}} = \frac{6,53}{5,95} = 1,1 \rightarrow 2 \text{ db csavar}$$

8.4.2.2. Szögacél-szelemen

Külső acéllemezek (vékony)- fa kétszer nyírt kapcsolat
méretezése.

M10 5.6 átmenőcsavar.

$$k_{90} = 1,35 + 0,015 \cdot d = 1,35 + 0,015 \cdot 10 = 1,5$$

$$f_{h,2,k} = \frac{0,082 \cdot (1 - 0,01 \cdot d) \cdot \rho_k}{k_{90} \cdot (\sin \alpha)^2 + (\cos \alpha)^2} = \frac{0,082 \cdot (1 - 0,01 \cdot 10) \cdot 430}{1,5 \cdot (\sin 90)^2 + (\cos 90)^2} = 21,156$$

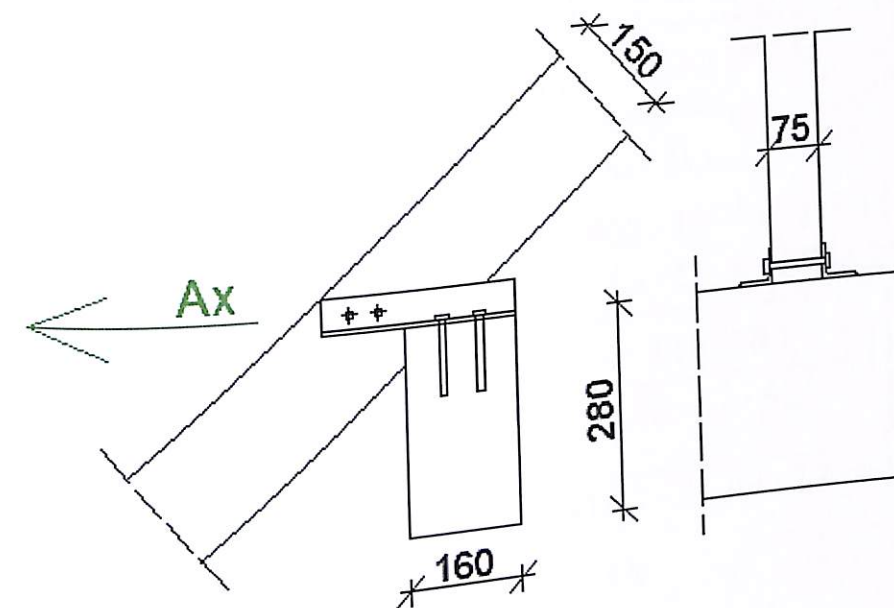
$$F_{v,Rk} = \min \left\{ \begin{array}{l} 1,15 \cdot \sqrt{2 \cdot M_{y,Rk} \cdot f_{h,2,k} \cdot d} \\ 0,5 \cdot f_{h,2,k} \cdot t_2 \cdot d \end{array} \right.$$

$$M_{y,Rk} = 0,3 \cdot f_{uk} \cdot d^{2,6} = 0,3 \cdot 500 \cdot 10^{2,6} = 59716 \text{ Nmm}$$

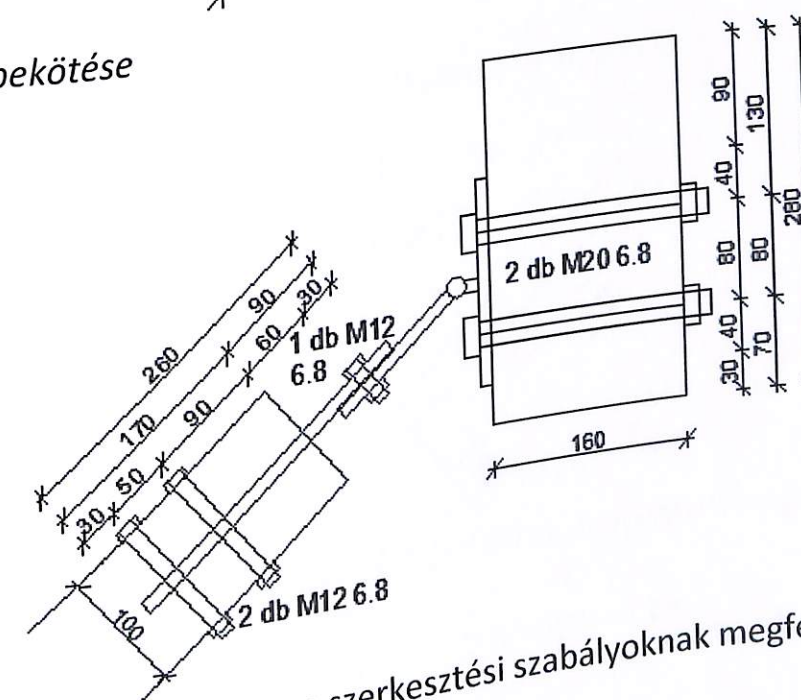
$$F_{v,Rk} = \min \begin{cases} 0,5 \cdot 21,156 \cdot 160 \cdot 10 = 16924,8 \text{ N} \\ 1,15 \cdot \sqrt{2 \cdot 59716 \cdot 21,156 \cdot 10} = 5780 \text{ N} \end{cases}$$

$$F_{v,Rd} = 0,6 \cdot \frac{5,78}{1,3} = 2,668 \text{ kN}$$

$$\frac{A_{Ed,x}}{F_{v,Rd}} = \frac{6,53}{2,668} = 2,45 \rightarrow 4 \text{ db csavar (2 oldalon)}$$



8.5. Szélrács bekötése



A csavarok elhelyezkedése a szerkesztési szabályoknak megfelel!

8.5.1. Középső acéllemez-fa kétszer nyírt kapcsolat méretezése

$$k_{90} = 1,35 + 0,015 \cdot d = 1,35 + 0,015 \cdot 12 = 1,53$$

$$f_{h,1,k} = \frac{0,082 \cdot (1 - 0,01 \cdot d) \cdot \rho_k}{k_{90} \cdot (\sin \alpha)^2 + (\cos \alpha)^2} = \frac{0,082 \cdot (1 - 0,01 \cdot 12) \cdot 430}{1,53 \cdot (\sin 0)^2 + (\cos 0)^2}$$

$$= 31,03$$

$$F_{v,Rk} = \min \left\{ \begin{array}{l} f_{h,1,k} \cdot t_1 \cdot d \\ f_{h,1,k} \cdot t_1 \cdot d \cdot \left[\sqrt{2 + \frac{4 \cdot M_{y,Rk}}{f_{h,1,k} \cdot d \cdot t_1^2}} - 1 \right] \\ 2,3 \cdot \sqrt{M_{y,Rk} \cdot f_{h,1,k} \cdot d} \end{array} \right.$$

$$M_{y,Rk} = 0,3 \cdot f_{uk} \cdot d^{2,6} = 0,3 \cdot 600 \cdot 12^{2,6} = 115118,1 \text{ Nmm}$$

$$31,03 \cdot 45 \cdot 12 = 16756,2 \text{ N}$$

$$F_{v,Rk} = \min \left\{ \begin{array}{l} 16756,2 \left[\sqrt{2 + \frac{4 \cdot 115118,1}{31,03 \cdot 12 \cdot 45^2}} - 1 \right] = 27073 \text{ N} \\ 2,3 \cdot \sqrt{115118,1 \cdot 31,03 \cdot 12} = 15058 \text{ N} \end{array} \right.$$

$$F_{v,Rd} = 2 \cdot 0,6 \cdot \frac{15,058}{1,3} = 13,9 \text{ kN}$$

$$\frac{F_{Ed}}{F_{v,Rd}} = \frac{5,76}{13,9} = 0,42 \rightarrow 2 \text{ db csavar} \rightarrow n_{ef} = 2$$

8.5.2. Acéllemezek csavarozott kapcsolata



A csavar elhelyezkedése a szerkesztési szabályoknak megfelel!

8.5.2.1. Egy csavar nyírási ellenállása

$$F_{v,Rd} = n \cdot \frac{0,6 \cdot f_{ub} \cdot A}{\gamma_{m2}} = 1 \cdot \frac{0,6 \cdot 600 \cdot 113}{1,25} \cdot 10^{-3} = 32,54 \text{ kN}$$

8.5.2.2. Egy csavar palástnyomási ellenállása

$$\alpha_b = \min \begin{cases} \frac{e_1}{3d_0} = \frac{30}{42} = 0,714 \\ \frac{f_{ub}}{f_u} = \frac{600}{360} = 1,667 \\ 1,0 \end{cases}$$

$$F_{b,Rd} = k_1 \cdot \frac{\alpha_b \cdot f_u \cdot d \cdot t}{\gamma_{m2}} = 2,5 \cdot \frac{0,714 \cdot 360 \cdot 12 \cdot 10}{1,25} \cdot 10^{-3} = 61,69 \text{ kN}$$

8.5.2.3. Egy csavar ellenállása

$$F_{Rd} = \min \begin{cases} F_{v,Rd} = 32,54 \text{ kN} \\ F_{b,Rd} = 61,69 \text{ kN} \end{cases}$$

8.5.2.4. Ellenőrzés:

$$\frac{F_{Ed}}{F_{Rd}} = \frac{5,76}{32,54} = 0,18 < 1,0 \text{ Megfelel!}$$

9. Keret méretezése **Dlubal RX-Timber** szoftverrel
Ez esetben egy olyan keretet vizsgálunk, amelynek az oszlopok és gerendák azonos szélességi mérettel rendelkeznek, majd az anyagfelhasználást összehasonlítom az eredeti keret anyagfelhasználásával.

9.1. Keret típusa, anyagminőség, szabvány beállítása

1.1 Frame Type and Material

Material: **Glulam Timber GL32h** DIN EN 14080:2013-08

According to Standard / National Annex: **EN 1995-1-1:2004-11** DIN

Frame Type:

- ☒ Column inside sloping
- ☐ Column outside sloping

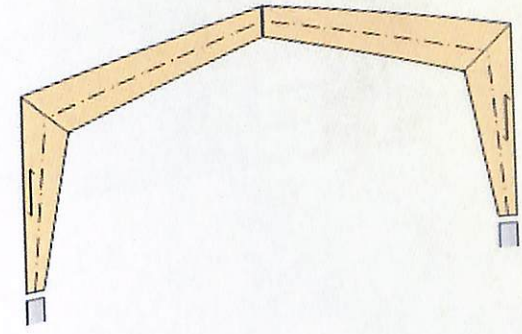
Frame Joint Type:

- ☒ Symmetrical
- ☐ Asymmetrical
- ☐ Half-frame

Frame Joint Type:

- ☒ Finger joint
- ☐ With intermediate piece
- ☐ User-defined frame joint

Description:

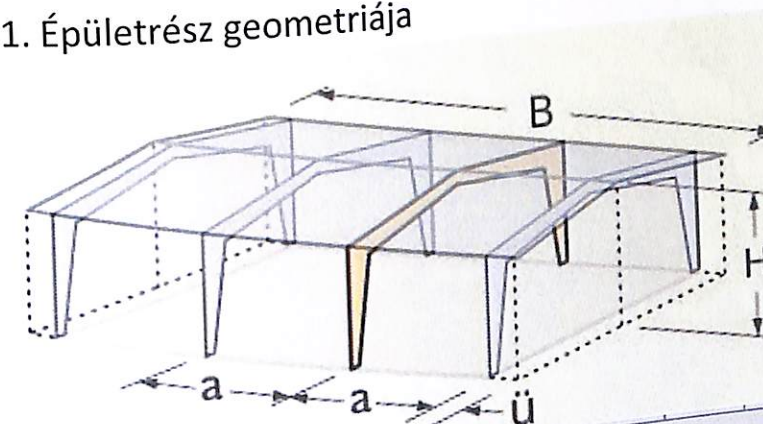


Direction of Lamellas:

- ☐ Parallel to inner edge
- ☒ Parallel to outer edge

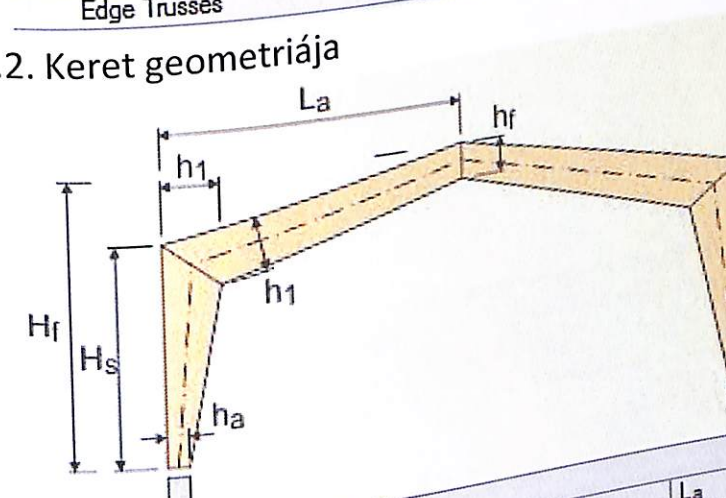
9.2. Geometria

9.2.1. Épületrész geometriája



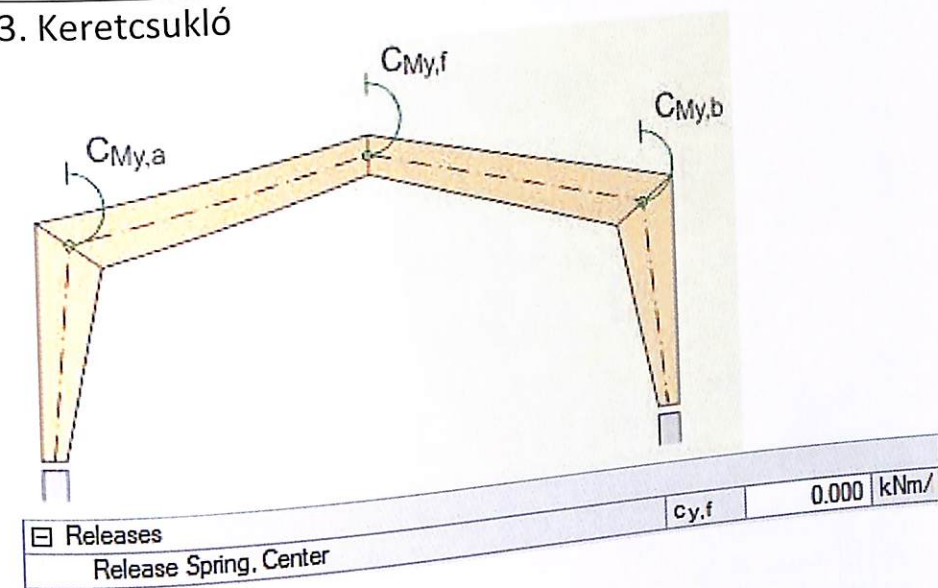
Building Dimensions			
Building Height	H	7.750	m
Building Depth	B	20.000	m
Truss Spacing	a	5.000	m
Distance to Roof Edge	u	0.000	m
Load coeff. for continuity	k	1.000	-
Edge Trusses			☐

9.2.2. Keret geometriája

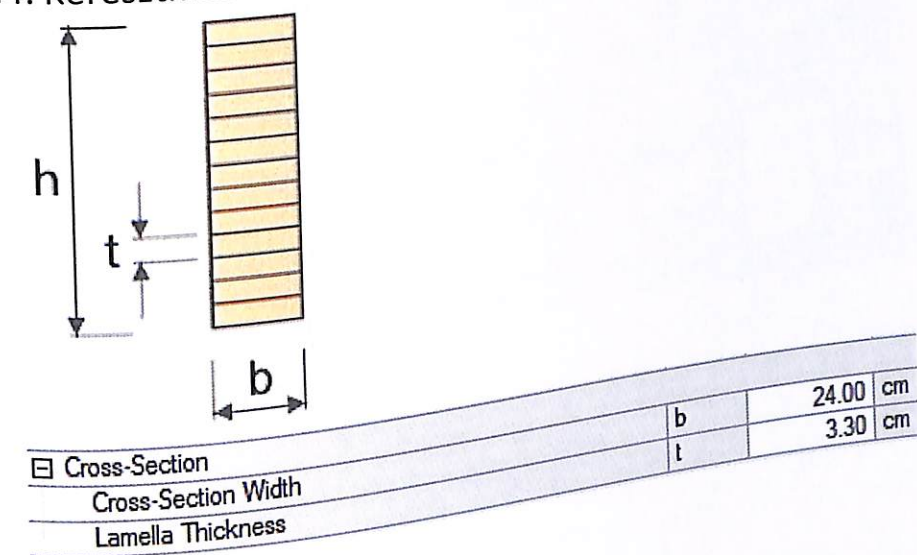


Frame Geometry			
Frame Width	La	5.680	m
Height on Edge	Hs	3.000	m
Height in the Middle	Hr	6.000	m
Cross-Section Height in Footing	ha	36.00	cm
Cross-Section Height at Ridge	hf	40.00	cm
Cross-Section Height at Frame Joint	h1	80.00	cm

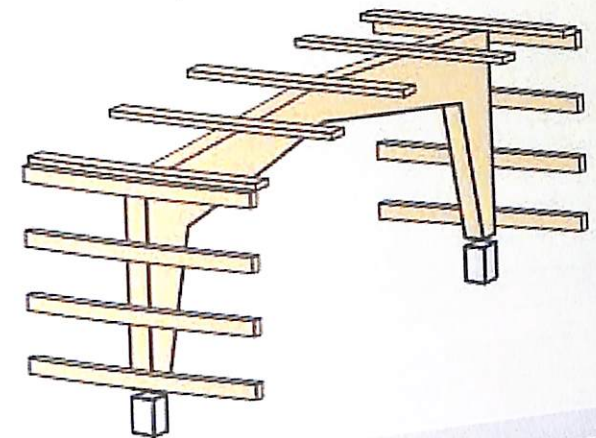
9.2.3. Keretcsukló



9.2.4. Keresztmetszet

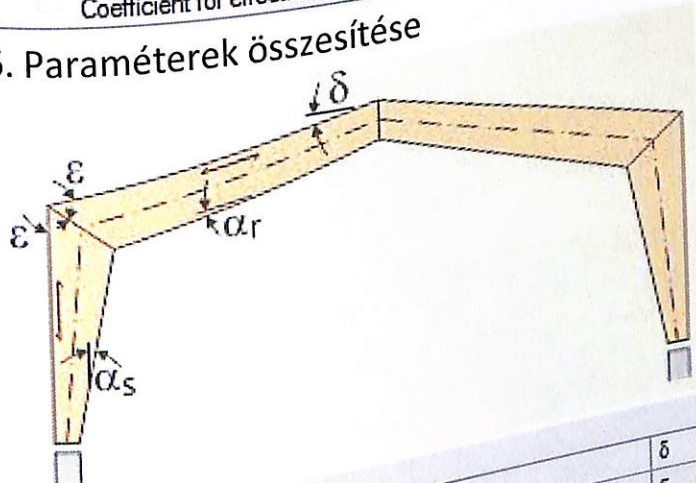


9.2.5. Oldalirányú megtámasztások a kihajlási hosszakhoz



☐ Data for Buckling			☐
User-defined			☒
☐ Left Column			☐
Beam Endangered by Lateral Buckling			☒
Lateral Support Available	c	2.000	m
Spacing of Lateral Supports	e	0.600	m
Bracing Spacing	β_s		-
Coefficient for effective length			☒
☐ Left Beam			☒
Beam Endangered by Lateral Buckling			☒
Lateral Support Available	c	3.350	m
Spacing of Lateral Supports	e	0.000	m
Bracing Spacing	β_r		-
Coefficient for effective length			-

9.2.6. Paraméterek összesítése



☐ Information Parameters			
Inclination of Top Edge of Beam	δ	27.84	°
Connection Angle in Frame Joint	ϵ	58.92	°
Slope Angle in Frame Joint	α	31.08	°
Slope Angle of Column	α_s	9.91	°
Slope Angle of Beam	α_r	4.43	°
Coat Surface of Frame	As	29.49	m ²
Frame Volume	V	2.50	m ³
Frame Weight	G	1.223	t

9.3. Terhek

9.3.1. Állandó terhek

Permanent Action				
No.	A Roof Layer Material	B Thickness d [cm]	C Load g_k [kN/m ²]	D Comment
1	tetőburkolat		0.632	
2	szarufák súlya		0.055	
3	szelemenek súlya		0.079	
4	gépészeti teher		0.140	
5				
6				
7				
8				
9				
10				

Roof structure
 $g_{k,2}$: 0.906 [kN/m²] RA
 $g_{k,2}$: 4.530 [kN/m] RA
 $g_{k,1}$: 0.730 [kN/m] RA

Beam self-weight (average)
 g_k : 5.260 [kN/m] RA

9.3.2. Hasznos teher

Imposed Load
 p_k : 0.000 [kN/m²] BA

Imposed load
 p_k : 0.000 [kN/m] BA

Imposed load category according to EN 1991-1-1:
H

9.3.3. Hóteher

Snow Load
A: 90 [m]

Altitude
☒ Determine automatically
Snow load zone
Topography type :
☐ North German Plain
☐ Snow load on snow guard

☐ Define manually
Snow load
 $s_{k'}$: 0.650 [kN/m²] BA
 s_k : 3.250 [kN/m] BA

9.3.4. Szélteher

Wind Load

☒ Determine automatically

Wind zone

Terrain category

Fundamental basic wind velocity

☒ Body shells with permeable walls...

☐ Define manually

Peak velocity pressure

WZ: 1

TC: Category III

v_{b,0}: 22.5 [m/s]

q(z)₁: 0.475 [kN/m²]

q(z)₂: 2.373 [kN/m]

9.4. Vizsgálati paraméterek

9.4.1. Vizsgálatfajták

Design of

- ☐ Static equilibrium (EQU)
- ☒ Ultimate limit state (STR)
- ☒ Serviceability limit state
- ☐ Fire resistance

9.4.2. Támaszok definiálása

2. Tamaszok definíciója

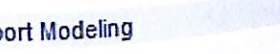
Support Modeling

Left support:

- ☒ Horizontal fixed
- ☐ Horizontal free
- ☐ Column...

Right support:

- ☒ Horizontal fixed
- ☐ Horizontal free
- ☐ Column...



9.5. Mértékadó teherkombinációk

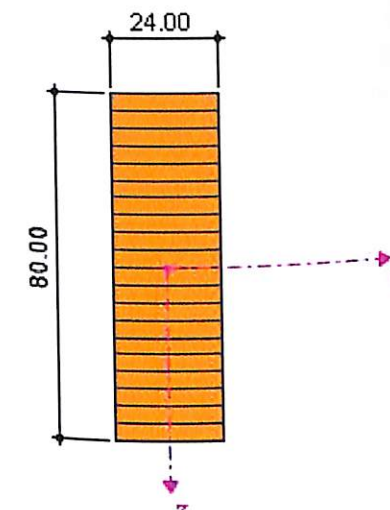
○ Column...

5. **Mértékadó teherkombinációk**
A teherkombinációkat a program automatikusan generálja.
Az négy legnagyobb kihasználtsághoz tartozó kombináció teherbírási
határállapotban:

	C	D	E	F
B	Design Situation	Load Durat Class (LDC	Factor k _{mod}	Design Ratio η m

RC	A Result Combination Description	B Load Cases	C	D	E	F
			Design Situation	Load Durat Class (LDC)	Factor k_{mod}	Design Ratio η_{max}
	Ultimate Limit State Design		UB	Permane	0.600	0.92
RC1	g	1.35*LC1	UB	Short-ter	0.900	0.78
RC2	g + s	1.35*LC1 + 1.50*LC41	UB	Short-ter	1.000	0.77
RC10	g + s + w(q,l,BA)	1.35*LC1 + 1.50*LC41 + 0.90*LC56	UB	Short-ter	1.000	0.77
RC16	g + s + w(q,l,BA)	1.35*LC1 + 1.50*LC41 + 0.90*LC62	UB	Short-ter		0.32
			SC	Short-ter		
RC181	g + s(l) + w(q,l,BA)	LC1 + 0.50*LC42 + LC55				

9.6. Keresztmetszet vizsgálata a legnagyobb kihasználtsághoz tartozó kombinációban (oszlopnál jelentkezik ez a kihasználtság)
Maximális kihasználtság: 92%



Material Data		$f_{m,k}$	32.000	MPa
Characteristic Bending Strength	$f_{t,0,k}$	25.600	MPa	
Characteristic Tensile Strength	$f_{t,90,k}$	0.500	MPa	
Charact. Strength for Tension Perpendicular to Grain	$f_{c,0,k}$	32.000	MPa	
Characteristic Compressive Strength	$f_{c,90,k}$	2.500	MPa	
Charact. Strength for Compression Perpendic.	$f_{v,k}$	3.500	MPa	
Characteristic Strength for Shear/Torsion	$E_{0,05}$	11800.000	MPa	
Modulus of Elasticity	G_{mean}	650.000	MPa	
Shear Modulus	$G_{0,05}$	540.000	MPa	
Shear Modulus	LDC	2		
Load Duration Class	SC			
Service Class	k_{mod}	0.600		
Modification Factor	γ_M	1.300		
Partial Factor				
Cross-Section Data		b	24.00	cm
Cross-Section Width	h	80.00	cm	
Cross-Section Height	A	1920.00	cm ²	
Cross-Sectional Area	A_{net}	1536.00	cm ²	
Cross-Sectional Area	I_y	1024000.00	cm ⁴	
Cross-Sectional Area	I_z	92160.00	cm ⁴	
Moment of Inertia	I_t	23.09	cm	
Moment of Inertia	i_y	6.93	cm	
Torsional Moment of Inertia	i_z	25600.00	cm ³	
Radius of Inertia	S_y	7680.00	cm ³	
Radius of Inertia	S_z	19200.00	cm ³	
Section Modulus	S_y	5760.00	cm ³	
Section Modulus	S_z			
Static Moment	N_d	-82.462	kN	
Static Moment	$V_{z,d}$	-37.859	kN	
Static Moment	$M_{y,d}$	-76.892	kNm	
Design Internal Forces				
Normal Force				
Shear Force				
Moment				

Design Ratio	N_s	82.156	kN	
Axial Force at Column	M_s	86.019	kNm	
Moment at Column	h	2.768	m	
Column Height	b	24.00	cm	
Cross-Section Width	h_s	67.33	cm	
Cross-Section Height, Column Side	I_s	610410.00	cm ⁴	
Moment of Inertia for Column Side	β_s	4.068		
Buckling Length Factor for Column	λ_s	57.949		
Column Slenderness	$\lambda_{rel,cs}$	0.961		
Related Slenderness	β_c	0.100		
Factor	k_s	0.994		
Buckling Factor	k_{cs}	0.799		
Buckling Factor	α	31.08		
Angle	$f_{m,k}$	32.000	MPa	
Bending Strength	$f_{c,0,k}$	32.000	MPa	
Compressive Strength	$f_{c,90,k}$	2.500	MPa	
Transversal Compressive Strength	$f_{v,k}$	3.500	MPa	
Shear Strength	γ_M	1.300		
Partial Factor	k_{mod}	0.600		
Modification Factor	$f_{m,d}$	12.554	MPa	11.30
Bending Strength	$f_{c,0,d}$	12.554	MPa	11.30
Compressive Strength	$f_{c,90,d}$	1.154	MPa	
Transversal Compressive Strength	$f_{v,d}$	1.615	MPa	
Shear Strength	$f_{c,\alpha,d}$	5.309	MPa	
Transv. Compressive Strength Under α	$\sigma_{c,0,dS}$	0.535	MPa	
Axial Stress	$\sigma_{m,dS}$	4.200	MPa	
Bending Stress	η	0.92		≤ 1
Design Ratio				

9.7. Következtetések

A szofver által számított keret össztömege (AXIS G terhe alapján): 1397 kg

A manuálisan számolt keret össztömege (AXIS G terhe alapján): 1397 kg

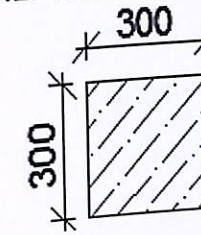
A 167 kg-os különbség mások mellett a szélteher felvétele miatt is adódhatott. A programmal automatikusan előállítottuk a torlónyomás értékét, amely így 0,475 kN/m² értékre adódott. A kézzel számolt szélteher esetében (2.2.3. pont) a torlónyomás értéke 0,559 kN/m². Megfigyelhető, hogy amíg én a szélesség alapértéket 23,6 m/s értékre vettem, addig a szoftver esetében ez csak 22,5 m/s. Ezt a különbséget úgy ellensúlyozhattam volna, hogy az irányítványozó értékét (c_{dir}) a magyar nemzeti melléklet által javasolt 1,00-re veszem fel. Az Eurocode javaslata az irányítványozó értékére 1,00, így a biztonság javát előtérbe helyezve én is ennyire vettem, akárcsak a szoftver. Emellett megfigyelhetjük, hogy a program k_{mod} értékére szinte minden esetben 1,00 vesz fel, ezért lehetséges az, hogy csak az önsúlyt tartalmazó teherkombináció a mértékadó. Én a keret számolásánál k_{mod} értékére 0,6-ot vettem fel, ezáltal szintén a biztonság javát szolgáltam. A különbség ebből is adódhat.

10. Oromfalat merevítő vasbeton pillér tervezése

10.1. Statikai váz



10.2. Keresztmetszet



10.3. Tehermodell

Megoszló teher a tartón: falra jutó szélteher (A zóna).
Terhelési sáv: 5,92 m.

Normálerő a tartón: önsúly.

10.3.1. Állandó terhek

Önsúly: AXIS-ból.

Az oromfalat lezáró ferde koszorú viseli a rá jutó nádfedés terhét, amelyet tetőlécet támasztanak alá, a tetőléceket pedig szarufa támaszt alá. Ennek a ferde koszorúnak a súlyát pedig a méretezendő vasbeton pillér hordja.

Tetőfedés terhe (nádfedés+tetőlécezés) a ferde koszorún:

$$\sum g_{\text{tetőfedés}} = 0,632 \text{ kN/m}^2$$

$$g_{\text{tetőfedés}}^k = 0,632 \cdot 1,0 = 0,632 \text{ kN/m}$$

Tetőfedés terhe a vasbeton pilléren:

$$G_{\text{tetőfedés}}^k = 0,632 \cdot 7,41 = 4,68 \text{ kN}$$

Szarufa terhe a vasbeton pilléren:

$$g_{\text{szarufa}}^k = \gamma_m \cdot A = 4,2 \cdot 0,15 \cdot 0,075 = 0,04725 \frac{\text{kN}}{\text{fm}}$$

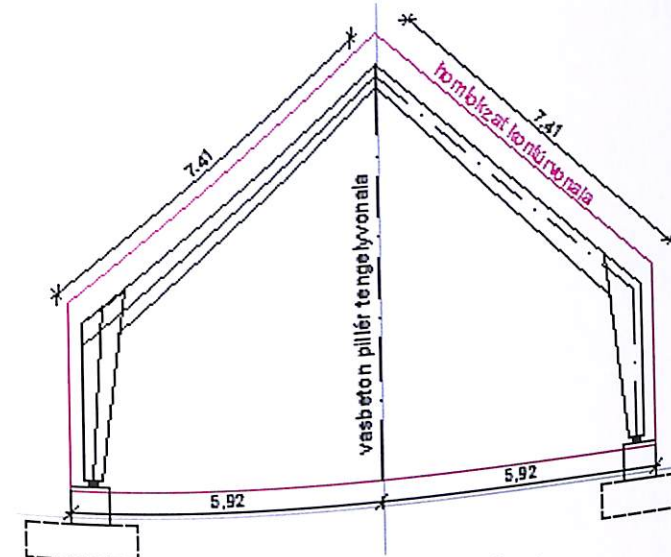
$$G_{\text{szarufa}}^k = 0,04725 \cdot 7,41 = 0,35 \text{ kN}$$

Ferde koszorú súlya, amely a méretezendő vasbeton pillérre terhel:

$$G_{\text{koszorú}}^k = (0,30 \cdot 0,30 \cdot 25) \cdot 7,41 = 16,67 \text{ kN}$$

Tehát ezek alapján a koncentrált erő a pilléren: $N_k = 21,7 \text{ kN}$.

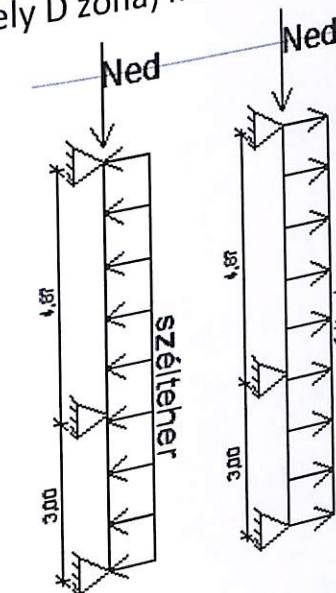
10.3.2. Szélteher



Terhelési sáv szélesség: $t = 5,92 \text{ m}$

$$p_{w,sz,mer.}^{A,k} = t \cdot q_p \cdot c_{pe,sz}^A = 5,92 \cdot 0,559 \cdot -1,20 = -3,971 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Ezt a szélteher értéket szélnyomásként és szélszívásként is működtetjük, így a biztonság javára járunk el, mivel a szélnyomáshoz tartozó c_{pe} érték (amely D zóna) kisebb mint az A zóna c_{pe} értéke.



10.4. Tervezési értékek

Normálerő:

$$N_{Ed} = \gamma_G \cdot N_k = 1,35 \cdot 21,7 = 29,295 \text{ kN}$$

Megoszló teher a szélteher:

$$p_{Ed} = \gamma_Q \cdot p_{w,sz,mer.}^{A,k} = 1,5 \cdot 3,971 = 5,957 \text{ kN/m}$$

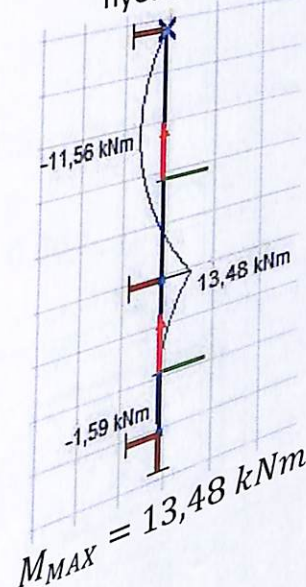
10.5. Igénybevételek

10.5.1. Mértékadó normálerő



$$N_{MAX} = 52,75 \text{ kN}$$

10.5.2. Mértékadó nyomaték



10.6. Méretezés

10.6.1. Normálerő+nyomaték=külpontos nyomás

Betonminőség: C20/25-X0-24-F3.

Betonacél: B 500

Betontakarás:

$$c_{nom} = 10 + \max. \begin{cases} 8 \\ 10 \rightarrow 20 + 8 = 28 \text{ mm} \rightarrow 30 \text{ mm} \\ 10 \end{cases}$$

$$d = 300 - 30 - 6 = 264 \text{ mm}$$

Külpontosság: $\sum e = e_e + e_i + e_2$

Tervezett külpontosság: $e_e = 50 \text{ mm}$

$$\frac{l_0}{d} = \frac{4870}{264} = 18,45 \rightarrow \begin{cases} 18 \rightarrow \frac{(e_i + e_2)}{d} = 0,274 \\ 20 \rightarrow \frac{(e_i + e_2)}{d} = 0,321 \end{cases}$$

$$18,45 \rightarrow \frac{(e_i + e_2)}{d} = 0,285 \rightarrow e_i + e_2 = 125,24 \text{ mm}$$

$$\sum e = e_e + e_i + e_2 = 50 + 75,24 = 125,24 \text{ mm}$$

Külpontosságból keletkező nyomaték:

$$M = N_{MAX} \cdot 0,12524 = 52,75 \cdot 0,12524 = 6,61 \text{ kNm}$$

$$\sum M = 6,61 + 13,48 = 20,09 \text{ kNm}$$

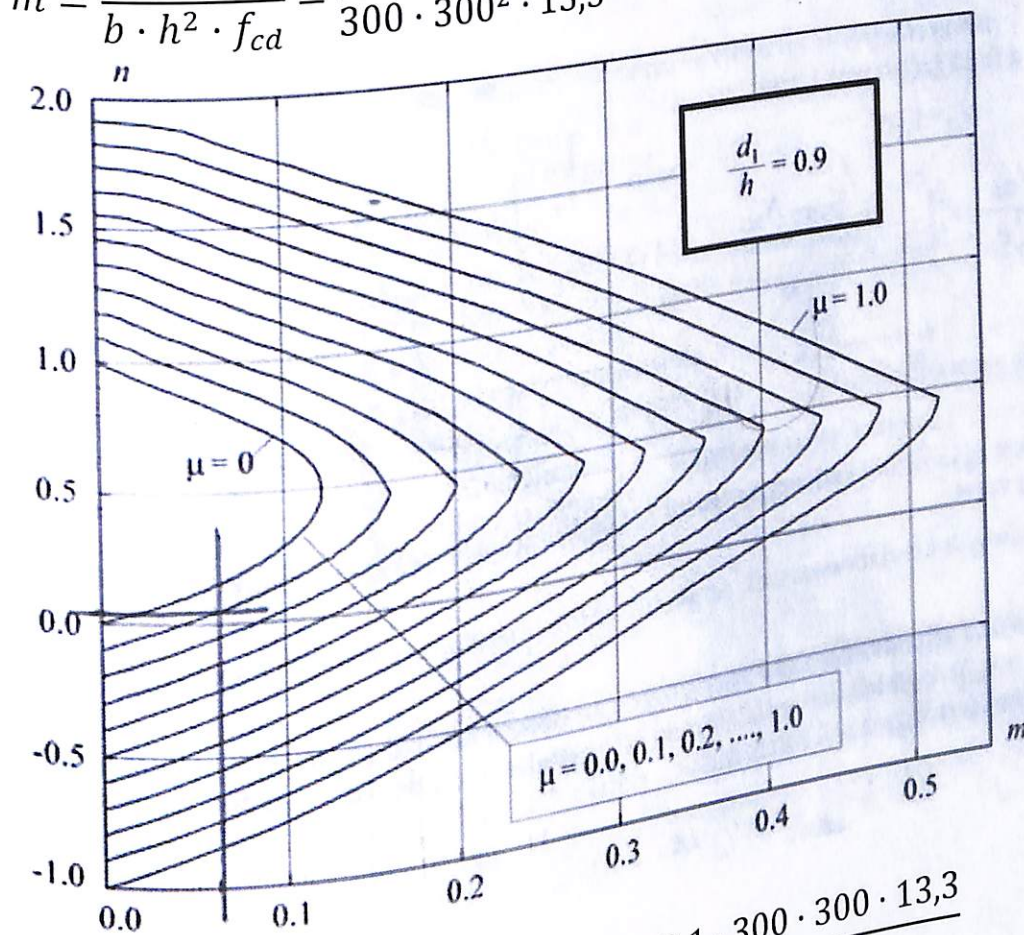
10.6.2. Vasalás tervezése

$$\frac{d_1}{h} = \frac{264}{300} = 0,88 \rightarrow 0,9$$

dimenziótlán normálerő és nyomaték:

$$n = \frac{N_{MAX}}{b \cdot h \cdot f_{cd}} = \frac{52,75 \cdot 10^3}{300 \cdot 300 \cdot 13,3} = 0,05$$

$$m = \frac{\sum M}{b \cdot h^2 \cdot f_{cd}} = \frac{20,09 \cdot 10^6}{300 \cdot 300^2 \cdot 13,3} = 0,06$$



$$\mu = 0,1$$

$$\mu = \frac{A_s \cdot f_{yd}}{b \cdot h \cdot f_{cd}} \rightarrow A_s = \frac{\mu \cdot b \cdot h \cdot f_{cd}}{f_{yd}} = \frac{0,1 \cdot 300 \cdot 300 \cdot 13,3}{435}$$

$$= 275,2 \text{ mm}^2$$

$$4\phi 12 = 452 \text{ mm}^2 = A_{s,alk}$$

10.6.3. Szerkesztési szabályok

10.6.3.1. Minimális acélbetét átmérő

$$\phi_{min} = 8 \text{ mm} < \phi_{alk} = 12 \text{ mm} \text{ Megfelel!}$$

10.6.3.2. Minimális acélmennyiség

$$A_{s,min} = \max \left\{ \begin{array}{l} 0,1 \cdot \frac{N_{Ed}}{f_{yd}} = 0,1 \cdot \frac{52,75 \cdot 10^3}{435} = 12,13 \text{ mm}^2 \\ 0,003 \cdot A_c = 0,003 \cdot 300 \cdot 300 = 270 \text{ mm}^2 \end{array} \right.$$

$< 452 \text{ mm}^2 \text{ Megfelel!}$

10.6.3.3. Maximális acélmennyiség

$$A_{s,max} = 0,04 \cdot A_c = 0,04 \cdot 300 \cdot 300 = 3600 \text{ mm}^2$$

$> 452 \text{ mm}^2 \text{ Megfelel!}$

10.6.3.4. Minimális kengyelátmérő

$$\phi_{s,min} = \max \left\{ \begin{array}{l} \phi_{max}/4 < \phi_s = 8 \text{ mm} \text{ Megfelel!} \\ 6 \text{ mm} \end{array} \right.$$

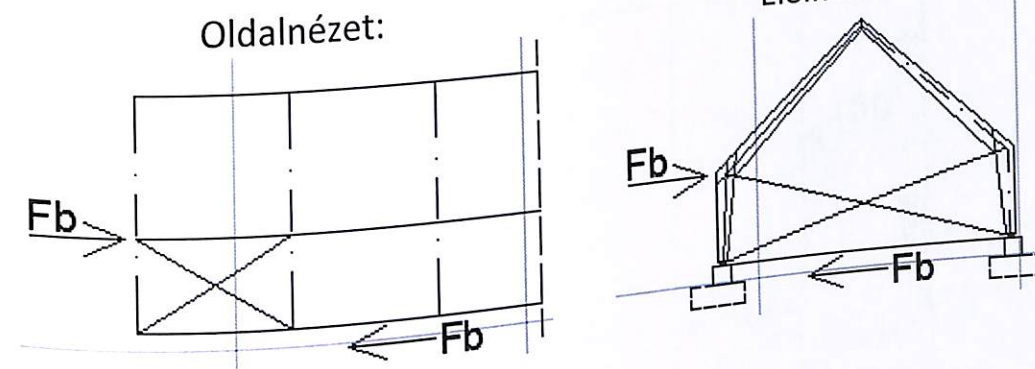
10.6.3.5. Kengyeltávolság

$$s_{s,max} = \min \left\{ \begin{array}{l} 15\phi_{min} = 15 \cdot 12 = 180 \text{ mm} \rightarrow s_s = 150 \text{ mm} \\ h_{min} = 300 \text{ mm} \\ 400 \text{ mm} \end{array} \right.$$

11. Földrengés elleni védelem

11.1. Földrengésből származó eltoló erő

Az épület egyszintes, az egyszintes épület tömegét a keretsarok csomópontban koncentráljuk. Ekkor a keretsaroknál F_b eltoló erőt kell működtetni.



$$F_b = S_d \cdot m$$

A tervezési gyorsulási válaszspektrum értéke.

$$S_d = a_g \cdot S \cdot \frac{2,5}{q} = 0,981 \cdot 1,15 \cdot \frac{2,5}{1,5} = 1,88$$

a sziklára megadott maximális tervezési gyorsulás referencia értéke:

$$a_g = \gamma_I \cdot a_{gR} = 1,0 \cdot 0,981 = 0,981 \text{ m/s}^2$$

a sziklára megadott maximális gyorsulás referencia értéke a 2. zónára:

$$a_{gR} = 0,10g = 0,10 \cdot 9,81 = 0,981 \text{ m/s}^2$$

Talajosztály: C

$$T_B = 0,2 \quad T_C = 0,6 \quad T_D = 2,0$$

$$\text{Talajszorzó: } S = 1,15$$

$$\text{A rezgésidő: } T = C_t \cdot H^{\frac{3}{4}} = 0,050 \cdot 8,5^{\frac{3}{4}} = 0,25$$

$$T_B = 0,2 < T = 0,25 < T_C = 0,6$$

Viselkedési tényező: $q = 1,5$

m = a koncentrált tömeg (a tető tömege+oldal tömegének fele).

A szeizmikus tervezési helyzethez tartozó hatáskombináció:

$$\sum G_{k,j} + A_{Ed} + \sum \varphi \cdot \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}$$

Önsúly terhek:

$$\text{Tető önsúly } G_{k,1} = 0,632 \cdot (2 \cdot 7,82) \cdot 24 = 240,26 \text{ kN}$$

Oldalfal tömegének fele

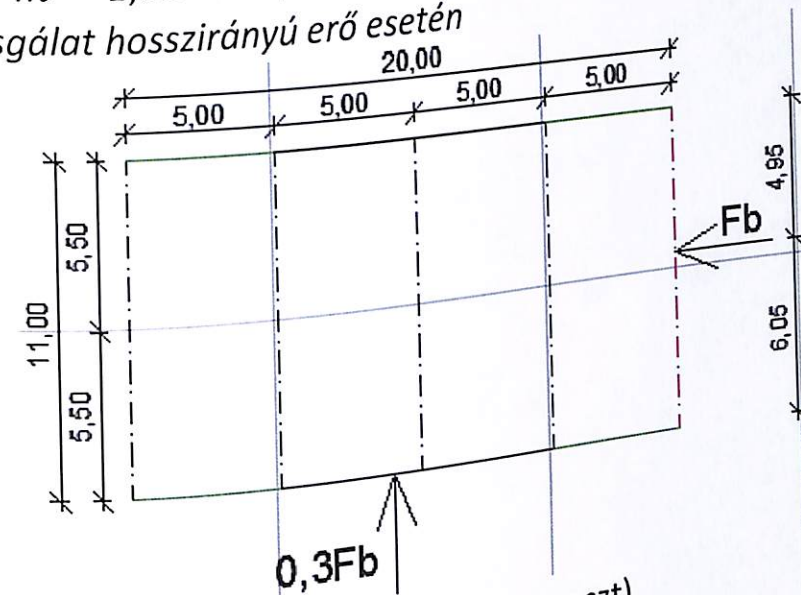
$$G_{k,2} = g_k \cdot l \cdot \frac{h}{2} = (2,26 + 2,4) \cdot (24 \cdot 2) \cdot 1,4 = 313,15 \text{ kN}$$

$$\sum G_k = 313,15 + 240,26 = 553,41 \text{ kN}$$

A hőteher és a szélteher ψ_2 értéke 0, ezért ezeket nem kell figyelembe venni!

$$F_b = S_d \cdot m = 1,88 \cdot 553,41 = 1040,41 \text{ kN}$$

11.2. Vizsgálat hosszirányú erő esetén



zöld vonal: hosszirányú merevítés (andráskereszt)
lila vonal: keresztirányú merevítés (keresztirányú)

A szabvány szerint figyelembe veendő külpontosság hosszirányban:
 $e = 0,05 \cdot 11 = 0,55 \text{ m}$

Egy merevítésre jutó teher:

$$F_{b,B} = \frac{F_b \cdot 6,05}{11} = \frac{1040,41 \cdot 6,05}{11} = 572,23 \text{ kN}$$

$$F_d = \frac{572,23}{2} = 286,12 \text{ kN}$$

11.2.1. Méretezés kézi számítással

$$N_{Ed} = \frac{286,12}{\cos 30} = 330,4 \text{ kN}$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{Rd}} \leq 1,0$$

$$A = \frac{36^2 \cdot \pi}{4} = 1017,88 \text{ mm}^2$$

$$N_{Rd} = \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{m0}} = \frac{1017,88 \cdot 460}{1,00} = 468,2 \text{ kN}$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{Rd}} = \frac{330,4}{468,2} = 0,71 < 1,0 \text{ Megfelel!}$$

A gyengített keresztmetszet méretezését a program elvégzi!

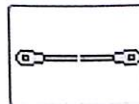
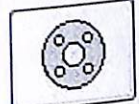
11.2.2. Méretezés Halfen Detan 4.40 szoftverrel

11.2.2.1. Alapadatok, geometria

Tétel: **Pos 1**

Darabszám: **1**

Ügyfélfelirat a DETAN
rudakon:

Rendszer

Rúdrendszer: **DETAN-S460**

Kivétel: **tűzhorganyzott**

Rúd: **36**

Keresztösszekötő

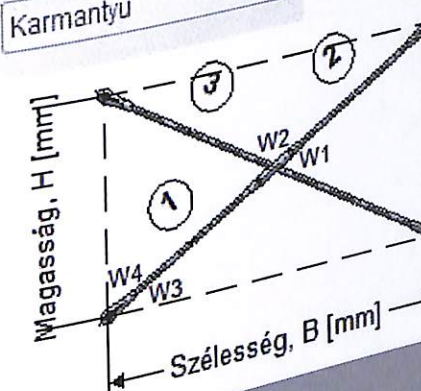
Magasság = **2900** mm

Szélesség = **5000** mm

Keresztösszekötő: **Kereszkarmantyú**

Karmantyúk: **Nem**

Coupler type: **Karmantyú**



Konfigurálás / Keresztösszekötő

CIKKMEGNEVEZÉS

0802.500 *DETAN-S460-FV-M36-RÚD-5782 (GS-2891-KRZ-2891-GS)*
/ Rendszerhossz = 5782 mm (2891 / 2891)

0802.500 *DETAN-S460-FV-M36-RÚD-5782 (GS-5782-GS)*
/ Rendszerhossz = 5782 mm

ANYAG

feszítőrúd

Anyag: S460N acél
Anyagfelület: tűzihorganyzott

Csatlakozókészlet, balmenetes
Anyag: S460N acél
Anyagfelület: tűzihorganyzott

Csatlakozókészlet, jobbmenetes
Anyag: S460N acél
Anyagfelület: tűzihorganyzott

Keresztkarmantyú-készlet
Anyag: S355J2 acél
Anyagfelület: tűzihorganyzott

RÚDHOSSZ

Rod number 1: Részhosszak = 2891 mm, Nettó rúd hossz = 2710 mm
Rod number 2: Részhosszak = 2891 mm, Nettó rúd hossz = 2710 mm
Rod number 3: Részhosszak = 5782 mm, Nettó rúd hossz = 5603 mm

ÁLTALÁNOS

Rúd $\varnothing$ = 36 mm

Keresztösszekötő magassága = 2900 mm
Keresztösszekötő szélessége = 5000 mm

Keresztösszekötő: Keresztkarmantyú
Karmantyúk darabszáma: 0

Átló = 5780 mm
Szöginformáció:
 $W1 = 60^\circ$, $W2 = 120^\circ$, $W3 = 30^\circ$, $W4 = 60^\circ$

11.2.2.2. Méretezés

Számítási előírás: France

γ_{M1} : 1.00 γ_{M2} : 1.25

Tétel: Pos 1

Darabszám: 1

Ügyfélfelirat a DETAN rudakon:

Húzóerő, N_{d1} : 330.4 kN ☒

Nyomóerő, N_{d2} : 0.0 kN ☐

L rendszerhossz: 5782 mm

Anyag / előírás: S460N / ETA-05/0207

Kivitel: fényes hengerelt

Rúd: Rúd

Cső: auto

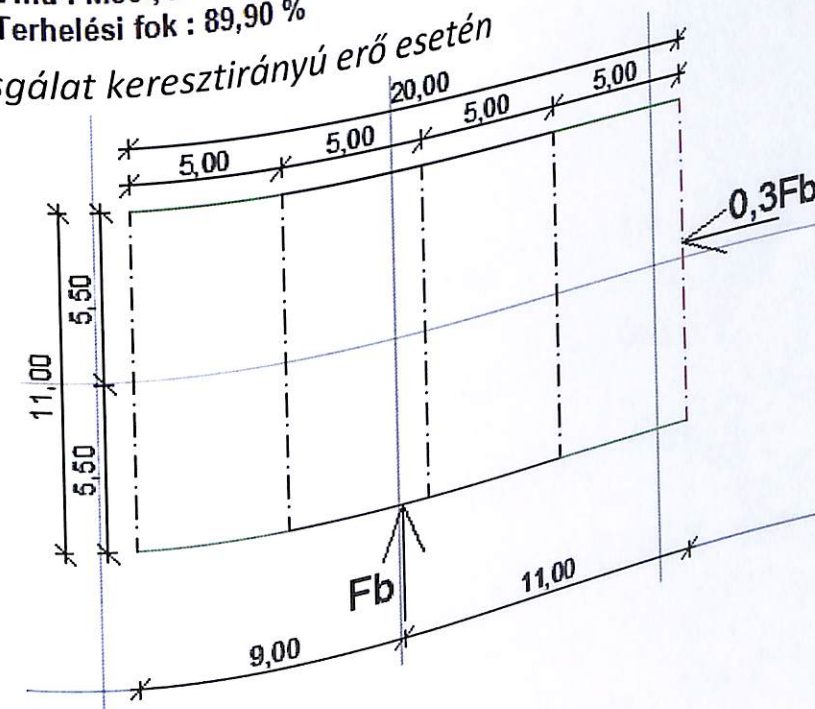
Villa: auto

Folyáshatár, f_{yk} : 460,0 N/mm²
Szakítószilárdság, f_{tk} : 625,0 N/mm²
E-modulus : 210 000,0 N/mm²

Villa : M36 ; ØDT = 36 mm
Terhelési fok : 89,90 %

11.3.

Vizsgálat keresztirányú erő esetén



A szabvány szerint figyelembe veendő külpontosság hosszirányban:

$$e = 0,05 \cdot 20 = 1,0 \text{ m}$$

Egy merevítésre jutó teher (aszimmetrikus elrendezés) számítása:

az i -edik keretre jutó erő ha az erő nem külpontos:

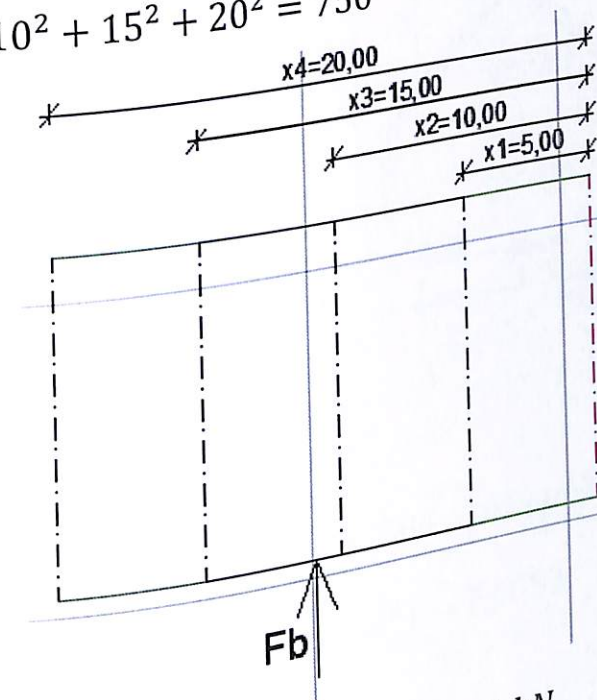
$$F_i = \frac{x_i}{\sum x_i^2} \cdot \frac{F \cdot L}{2}$$

ha az erő külpontos (ebben az esetben):

$$F_i = \frac{x_i}{\sum x_i^2} \cdot F \left(\frac{L}{2} + e \right)$$

$$F \left(\frac{L}{2} + e \right) = 1040,41 \cdot \left(\frac{20}{2} + 1 \right) = 11444,5 \text{ kNm}$$

$$\sum x_i^2 = 5^2 + 10^2 + 15^2 + 20^2 = 750$$



$$F_1 = \frac{x_1}{\sum x_i^2} \cdot F \left(\frac{L}{2} + e \right) = \frac{5}{750} \cdot 11444,5 = 76,3 \text{ kN}$$

$$F_2 = \frac{x_2}{\sum x_i^2} \cdot F \left(\frac{L}{2} + e \right) = \frac{10}{750} \cdot 11444,5 = 152,59 \text{ kN}$$

$$F_3 = \frac{x_3}{\sum x_i^2} \cdot F \left(\frac{L}{2} + e \right) = \frac{15}{750} \cdot 11444,5 = 228,89 \text{ kN}$$

$$F_4 = \frac{x_4}{\sum x_i^2} \cdot F \left(\frac{L}{2} + e \right) = \frac{20}{750} \cdot 11444,5 = 305,19 \text{ kN}$$

A merevítésre jutó erő:

$$A = F - \sum F_i = 1040,41 - (76,3 + 152,59 + 228,89 + 305,19) = 277,44 \text{ kN}$$

Az épületrész maximális eltolódása a kereszttekével merevített keretállással ellentétes oldalon jön létre. Az ott lévő keretre jutó erő ismeretében (F_4) az épületrész maximális eltolódását a keret maximális tetőponti eltolódása adja meg.

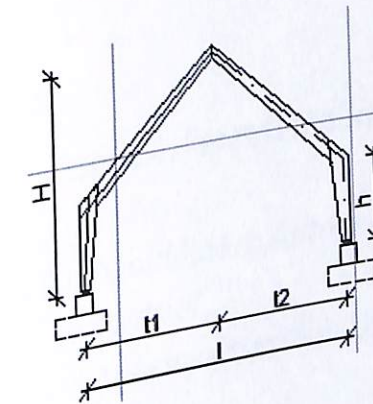
A maximális tetőponti eltolódás közelítő értéke:

$$y_{max} = \frac{w \cdot H^4}{8E(I_l + I_g)} + \frac{w \cdot H^2}{2 \cdot K}$$

$$= \frac{40,7 \cdot 7500^4}{8 \cdot 13700 \cdot 7,408 \cdot 10^{12}} + \frac{40,7 \cdot 7500^2}{2 \cdot 12620274,33}$$

$$= 90,86 \text{ mm}$$

A képletekben használt betűk értelmezése:



$$I_c = \frac{360^3 \cdot 340}{12} = 132192 \cdot 10^4 \text{ mm}^4$$

$$I_l = \sum I_{c,i} = 2 \cdot 132192 \cdot 10^4 = 264384 \cdot 10^4 \text{ mm}^4$$

$$I_g = \sum A_{c,i} \cdot t_i^2 = 2 \cdot (122400 \cdot 5500^2) = 7,4052 \cdot 10^{12} \text{ mm}^4$$

$$I_l + I_g = 7,408 \cdot 10^{12} \text{ mm}^4$$

$$A_c = 340 \cdot 360 = 122400 \text{ mm}^2$$

$$K = K_b \cdot \frac{K_c}{K_b + K_c} = 16697680,25 \cdot \frac{51682199,29}{68379879,54} = 12620274,33$$

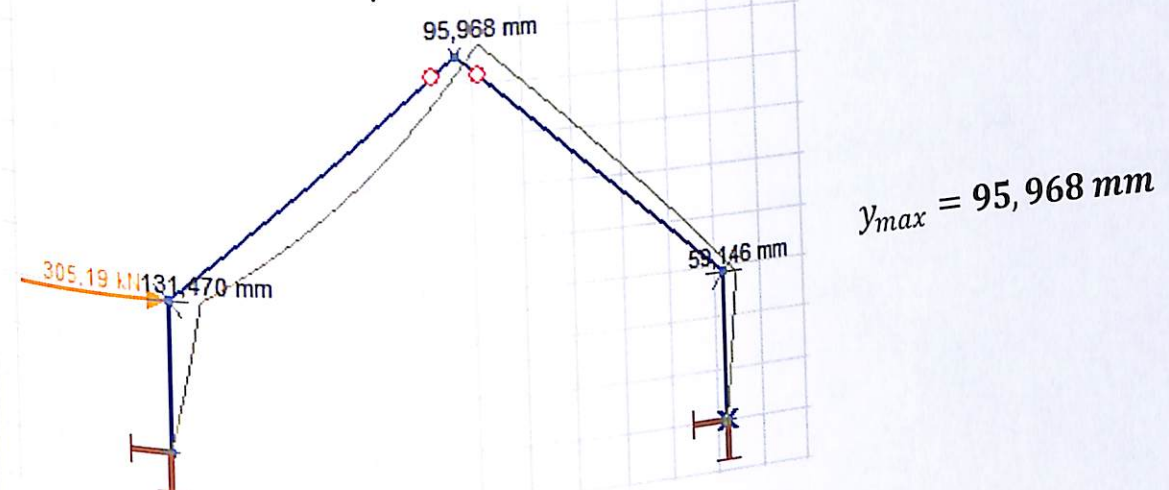
$$I_b = \frac{600^3 \cdot 180}{12} = 32,4 \cdot 10^8 \text{ mm}^4$$

$$K_b = 2 \sum_{i=1}^{n-1} \frac{6EI_{b,i}}{l_i h} = 2 \cdot \frac{6 \cdot 13700 \cdot 32,4 \cdot 10^8}{11000 \cdot 2900} = 16697680,25$$

$$K_c = \sum_{i=1}^n \frac{12EI_{c,i}}{h^2} = 2 \cdot \frac{12 \cdot 13700 \cdot 132192 \cdot 10^4}{2900^2} = 51682199,29$$

$$w = \frac{F_4}{H} = \frac{305190}{7500} = 40,7 \frac{\text{N}}{\text{mm}}$$

A maximális tetőponti eltolódás értéke AXIS-ból:



Ellenőrzés:

$$\frac{H}{250} = \frac{7500}{250} = 30 \text{ mm} < 95,968 \text{ mm}$$

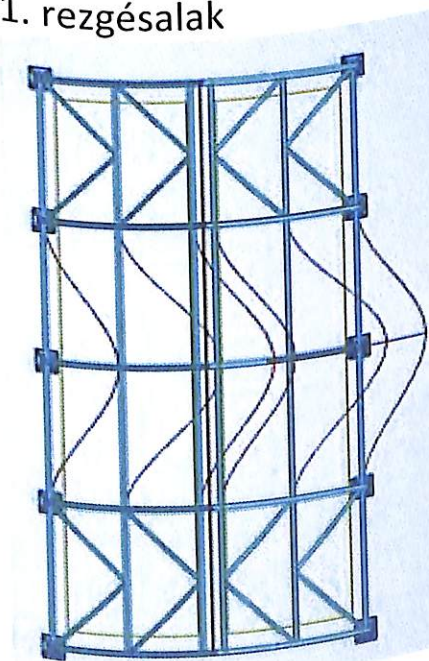
Az utolsó, azaz a merevített kerettől vizsgált 4. keret tetőponti eltolódása **nem felel meg!**

11.4. Földrengés vizsgálata különböző megoldásokra Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2016 szoftverrel
A dilatációval elválasztott épületrészt vizsgálom a továbbiakban is, akár csak a 10.3.-as és a 10.4.-es pontok alatt.

11.4.1. Az épületrész mindkét végén andráskereszt merevítés (szimmetrikus merevítés).

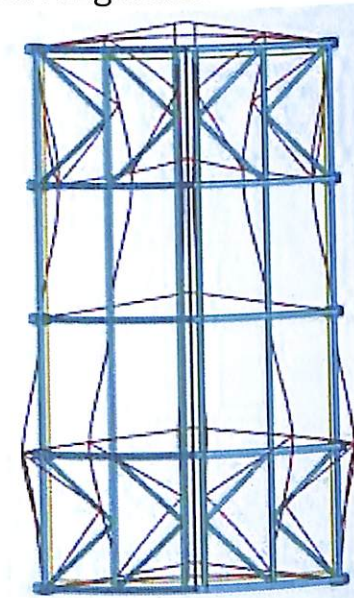
Rezgésalakok, frekvenciák, elmozdulások:

1. rezgésalak



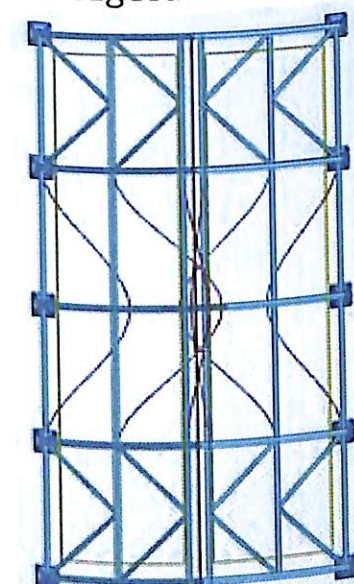
Frekvencia: 1,22 Hz
Elmozdulások:
X=40mm
Y=0
Z=0

2. rezgésalak:



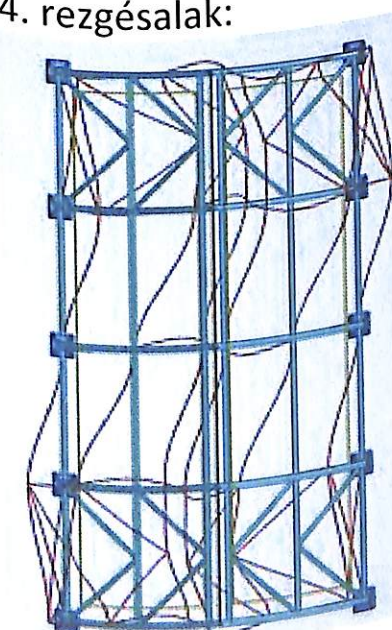
Frekvencia: 1,74 Hz
Elmozdulások:
 $X=0$
 $Y=25\text{mm}$
 $Z=0$

3. rezgésalak:



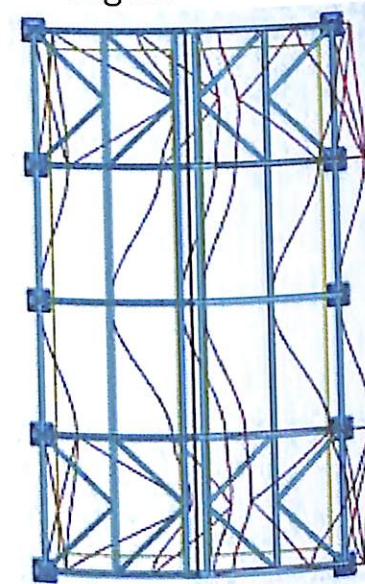
Frekvencia: 2,32 Hz
Elmozdulások:
 $X=0$
 $Y=0$
 $Z=0$

4. rezgésalak:



Frekvencia: 2,37 Hz
Elmozdulások:
 $X=1\text{mm}$
 $Y=0$
 $Z=0$

5. rezgésalak:

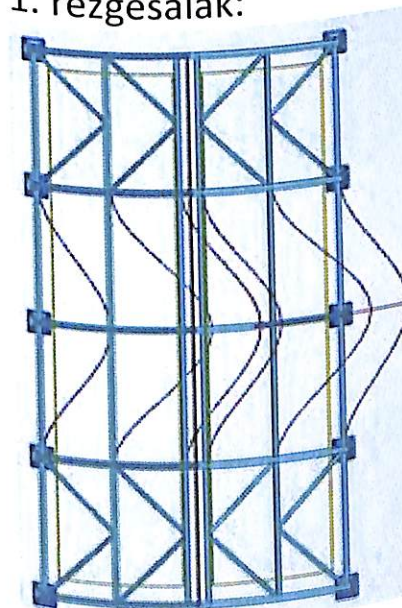


Frekvencia: 2,49 Hz
Elmozdulások:
 $X=17\text{mm}$
 $Y=0$
 $Z=0$

A különböző ábrákon látható elmozdulások nagysága nincs szinkronban egymással, tehát van ahol mindegyik irányban 0 mm az elmozdulás, ennek ellenére az ábra mutat kitérést valamely irányba, mert az ábrák normalizálva vannak. Ez ebben az esetben néhány tized milliméter nagyságú, ezért nem vesszük figyelembe.

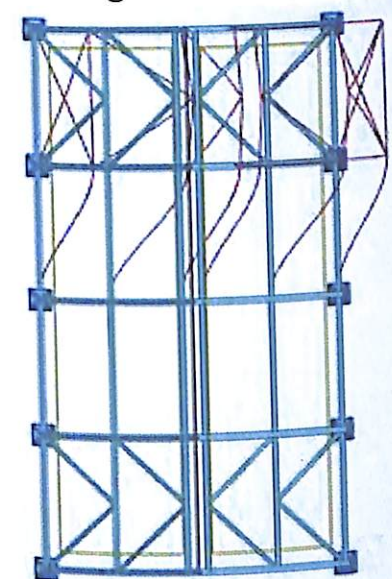
11.4.2. Az épületrész egyik vége merevített, a másik üres (ezt az esetet vizsgáltam kézi számítási módszerekkel a 10.3.-as pontban). Aszimmetrikus merevítés.

1. rezgésalak:



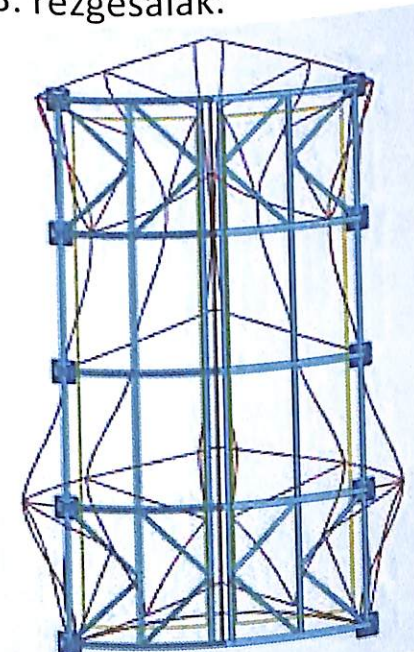
Frekvencia: 1,22 Hz
Elmozdulások:
 $X=41\text{mm}$
 $Y=0$
 $Z=0$

2. rezgésalak:



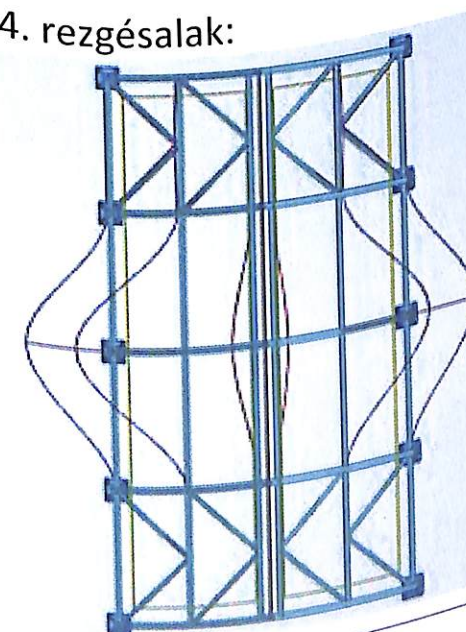
Frekvencia: 1,35 Hz
 $X=27\text{mm}$
 $Y=0$
 $Z=0$

3. rezgésalak:



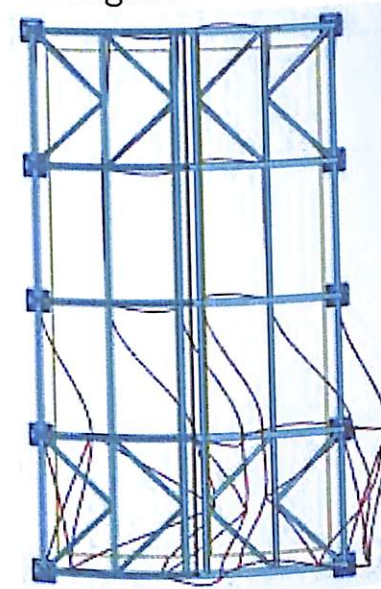
Frekvencia: 1,67 Hz
Elmozdulások:
 $X=0$
 $Y=30\text{mm}$
 $Z=0$

4. rezgésalak:



Frekvencia: 2,32 Hz
Elmozdulások:
 $X=0$
 $Y=0$
 $Z=0$

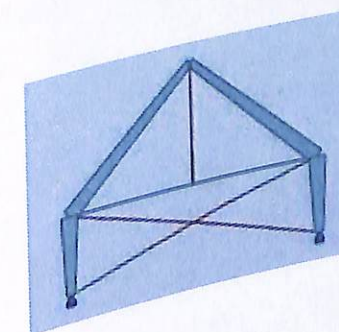
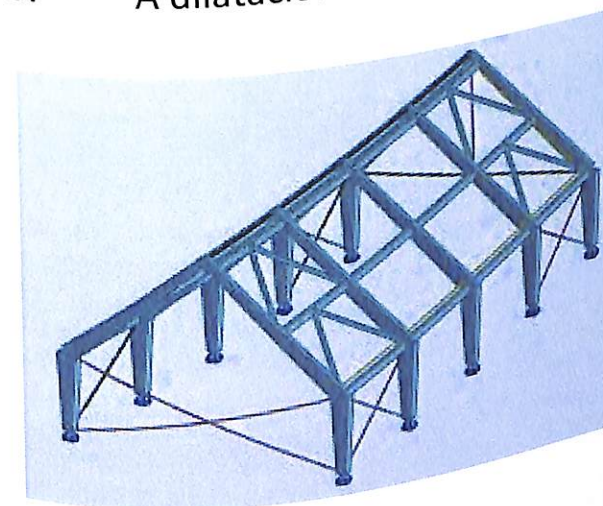
5. rezgésalak:



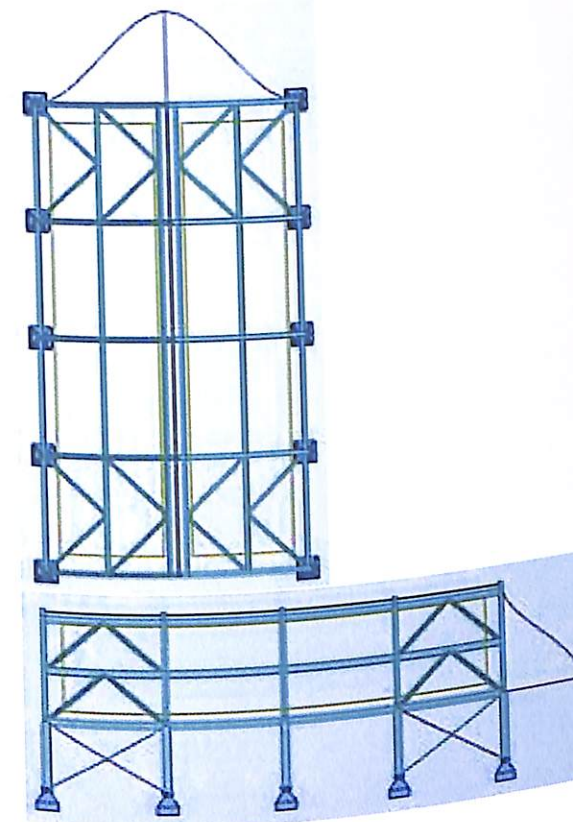
Frekvencia: 2,43 Hz
Elmozdulások:
 $X=17\text{mm}$
 $Y=0$
 $Z=0$

Megállapíthatjuk, hogy az első esethez képest amikor szimmetrikus volt az épületrész merevítése- +1 rezgésalak keletkezett. Ez a második rezgésalak, ahol az x irányú elmozdulás 27 mm. Ez az épületrész merevítetlen oldalán jön létre. A szimmetrikus merevítés második rezgésalakja az aszimmetrikus merevítés harmadikja, és a tendencia így folytatódik tovább.

11.4.3. A dilatációnál vonórúd, középen felfüggesztve

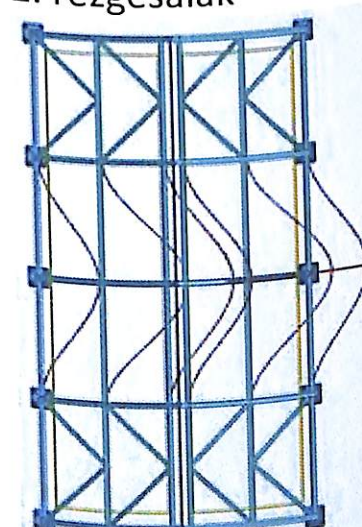


1. rezgésalak:



Frekvencia: 0,48 Hz
Elmozdulások:
 $X=0$
 $Y=89 \text{ mm}$
 $Z=0$

2. rezgésalak



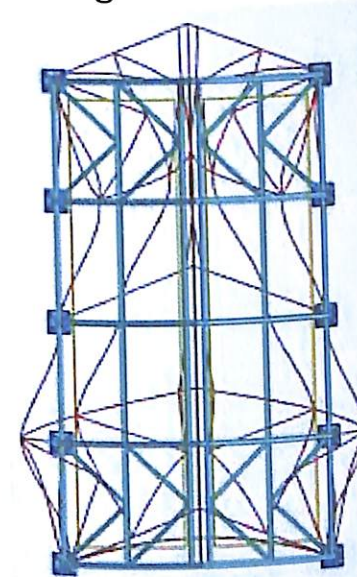
Frekvencia: 1,22 Hz
Elmozdulások:
 $X=41 \text{ mm}$
 $Y=0$
 $Z=0$

3. rezgésalak:



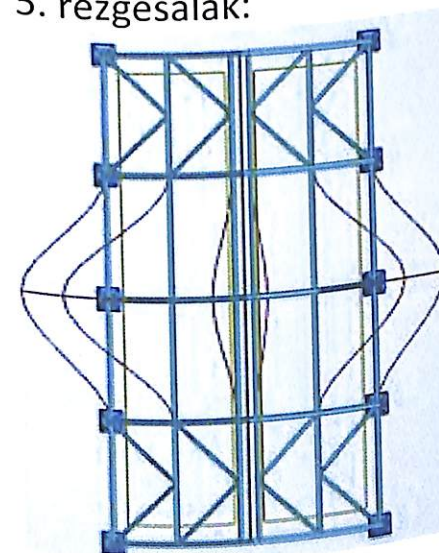
Frekvencia: 1,35 Hz
Elmozdulások:
 $X=37 \text{ mm}$
 $Y=0$
 $Z=0$

4. rezgésalak:



Frekvencia: 1,75 Hz
Elmozdulások:
 $X=0$
 $Y=25\text{mm}$
 $Z=0$

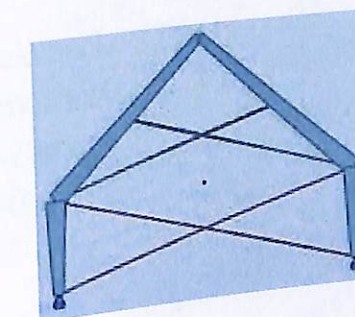
5. rezgésalak:



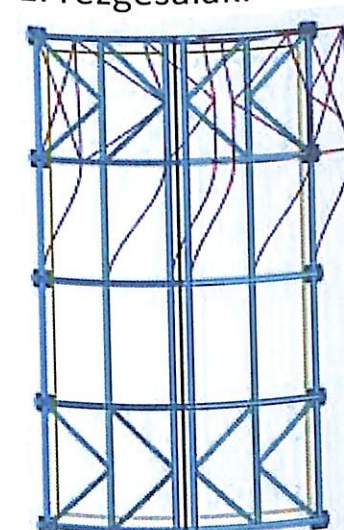
Frekvencia: 2,32 Hz
Elmozdulások:
 $X=17\text{mm}$
 $Y=0$
 $Z=0$

Ebben az esetben is megállapíthatjuk, hogy kialakult az első két esetben nem látott rezgésalak, drasztikusan kileng a merevítésnek szánt rúdszerkezet. Emellett ismétlődnek a rezgésalakok, az elmozdulások csak jelentéktelen mértékben csökkennek. Belátható, hogy ez nem jó megoldás a merevítés szempontjából.

11.4.4. Az épületrész középső és dilatációnál lévő keretállásának merevítése andráskereszttel, a keretgerendák síkjában

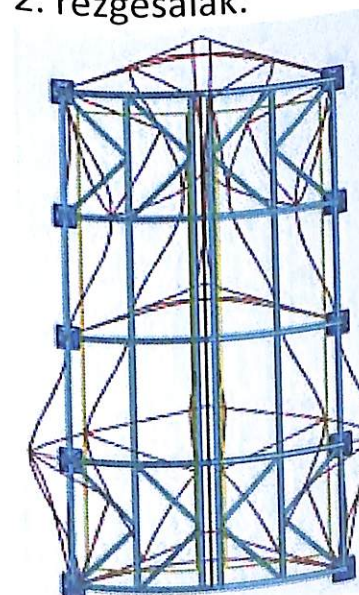


1. rezgésalak:



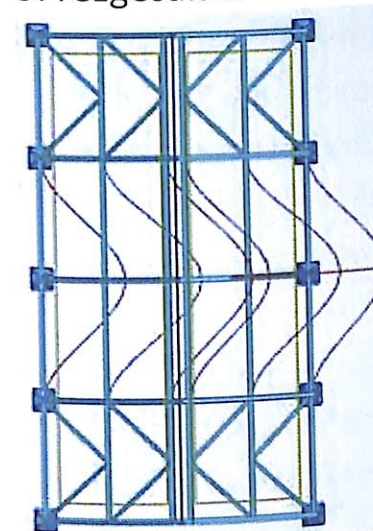
Frekvencia: 1,67 Hz
Elmozdulások:
 $X=31\text{mm}$
 $Y=0$
 $Z=0$

2. rezgésalak:



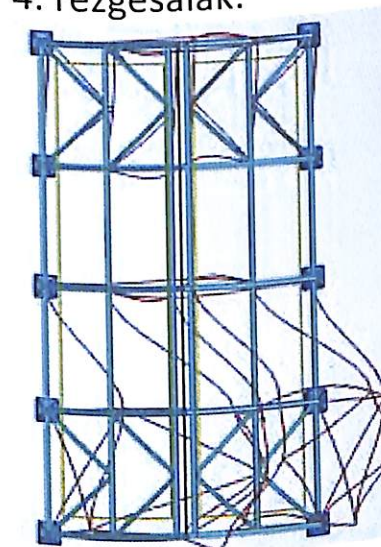
Frekvencia: 1,74 Hz
Elmozdulások:
 $X=0$
 $Y=25\text{mm}$
 $Z=0$

3. rezgésalak:



Frekvencia: 1,98 Hz
Elmozdulások:
 $X=20\text{mm}$
 $Y=0$
 $Z=0$

4. rezgésalak:



Frekvencia: 2,43 Hz
Elmozdulások:
 $X=18\text{mm}$
 $Y=0$
 $Z=0$

5. rezgésalak:



Frekvencia: 3,13 Hz
Elmozdulások:
 $X=0$
 $Y=0$
 $Z=0$

Összességében megállapíthatjuk, hogy az utóbbi megoldás a legkedvezőbb. Ebben az esetben az elmozdulások mértéke nem haladja meg jelentősen a $H/250$ -es határértéket. A fentebb felvázolt négy megoldás alapján beláthatjuk, hogy az első rezgésalakoknak a legalacsonyabb a frekvenciája, és az ötödiknek a legnagyobb. Nagyobb frekvenciához kisebb elmozdulások tartoznak, alacsony frekvenciához relatíve nagy elmozdulások párosulnak. A frekvencia jeletése: egységnyi idő alatt végrehajtott rezgések száma, tehát logikusan megállapíthatjuk, hogy egy nagyobb elmozduláshoz több időre van szüksége a szerkezetnek.

11.5. Keresztkötés méretezése Halfen Detan 4.40 szoftverrel

Egy merevítésre jutó erő:

$$F_{b,B} = \frac{1040,41 \cdot 11}{20} = 572,2 \text{ kN}$$

$$F_d = \frac{572,2}{3} = 190,73 \text{ kN}$$

$$N_{Ed} = \frac{190,73}{\cos 15} = 197,5 \text{ kN}$$

11.5.1. Alapadatok geometria
Keresztkarmantyú nem használható, mert túllépjük a minimális szöget, amely 60 fok.

Tétel: **Pos 1**

Darabszám: **1**

Ügyfélfelirat a DETAN rudakon:

Rendszer

Rúdrendszer: **DETAN-S460**

Kivétel: **tűzhorganyzott**

Rúd: **27**

Keresztösszekötő

Magasság = **2900** mm

Szélesség = **11000** mm

Keresztösszekötő: **Nincs**

Karmantyúk: **Nem**

Coupler type: **Karmantyú**

The diagram shows a cross-bracing system with two diagonal members (1 and 2) and four horizontal/vertical members (W1, W2, W3, W4). The height is labeled 'Magasság, H [mm]' and the width is labeled 'Szélesség, B [mm]'. The diagonal members are labeled '1' and '2'.

CIKKMEGNEVEZÉS

0802.500 *DETAN-S460-FV-M27-RÚD-11376 (GS-11376-GS)*
/ Rendszerhossz = 11376 mm

0802.500 *DETAN-S460-FV-M27-RÚD-11376 (GS-11376-GS)*
/ Rendszerhossz = 11376 mm

ANYAG

feszítőrúd

Anyag: S460N acél
Anyagfelület: tűzihorganyzott

Csatlakozókészlet, balmenetes
Anyag: S460N acél
Anyagfelület: tűzihorganyzott

Csatlakozókészlet, jobbmenetes
Anyag: S460N acél
Anyagfelület: tűzihorganyzott

RÚDHOSSZ

Rod number 1: Részhosszak = 11376 mm, Nettó rúd hossz = 11236 mm
Rod number 2: Részhosszak = 11376 mm, Nettó rúd hossz = 11236 mm

ÁLTALÁNOS

Rúd $\varnothing$ = 27 mm

Keresztösszekötő magassága = 2900 mm
Keresztösszekötő szélessége = 11000 mm

Keresztösszekötő: Nincs
Karmantyúk darabszáma: 0

Átló = 11376 mm
Szöginformáció:
W1 = 30°, W2 = 150°, W3 = 15°, W4 = 75°

11.5.2. Méretezés

Számítási előírás: ☐ France

γ_{M1} : 1.00 γ_{M2} : 1.25

Tétel: Pos 1

Darabszám: 1

Ügyfélfelirat a DETAN
rudakon:

Húzóerő, NZ_d : 197,5 kN ☒

Nyomóerő, ND_d : 0,0 kN ☐

L rendszerhossz: 11376 mm

Anyag / előírás: S460N / ETA-05/0207

Kivitel: fényes hengerelt

Rúd: Rúd

Cső: auto

Villa: auto

>>

ÁLTALÁNOS

Anyag: S 460 N
Anyagfelület: fényes hengerelt

Folyáshatár, f_{yk} : 460,0 N/mm²
Szakítószilárdság, f_{uk} : 625,0 N/mm²
E-modulus : 210 000,0 N/mm²

Villa : M27 ; $\varnothing_{DT}$ = 27 mm
Terhelési fok : 95,54 %

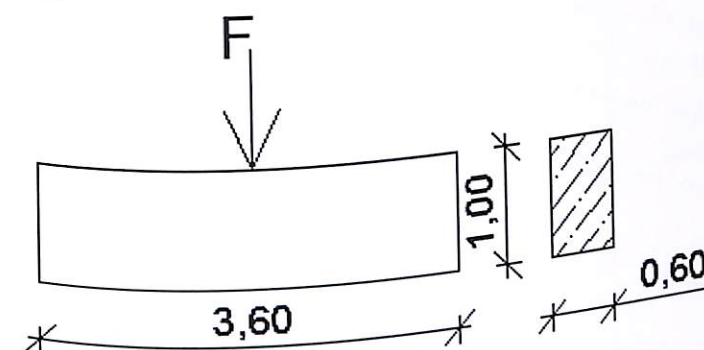
12. Pontalapokat összekötő talpgerenda tervezése rugalmas ágyazású egyenes tengelyű tartóként

Az épület íves szakaszán, a belső oldalon nincs lehetőség minden keretállást pontalapra terhelni. Ezért az íves részen minden második keret (összesen 3 db) erre a méretezendő talpgerendára terhel. Ebből következően az itt elhelyezkedő talpgerendákat vizsgáljuk, melyre középen egy koncentrált erő hat, a keret támaszereje.

12.1. Statikai váz

Rugalmas ágyazású egyenes tengelyű tartó.

Ágyazási modell: Winkler-féle rugalmas ágyazás.



12.2. Keresztmetszet

60 cm széles, 1 m magasságú gerenda.

12.3. Terhek

12.3.1. A gerendára épülő falazat terhe

$$g_k \cdot h = (2,26 + 2,4) \cdot 2,8 = 13,05 \frac{kN}{m}$$

$$g \cdot l = 13,05 \cdot 3,6 = 46,97 kN$$

12.3.2. A keret támaszereje

Mértékadó teherkombináció: 7. teherkombináció (6.4.4.).

$$F_{keret} = 130,85 kN$$

12.3.3. Mértékedő F erő

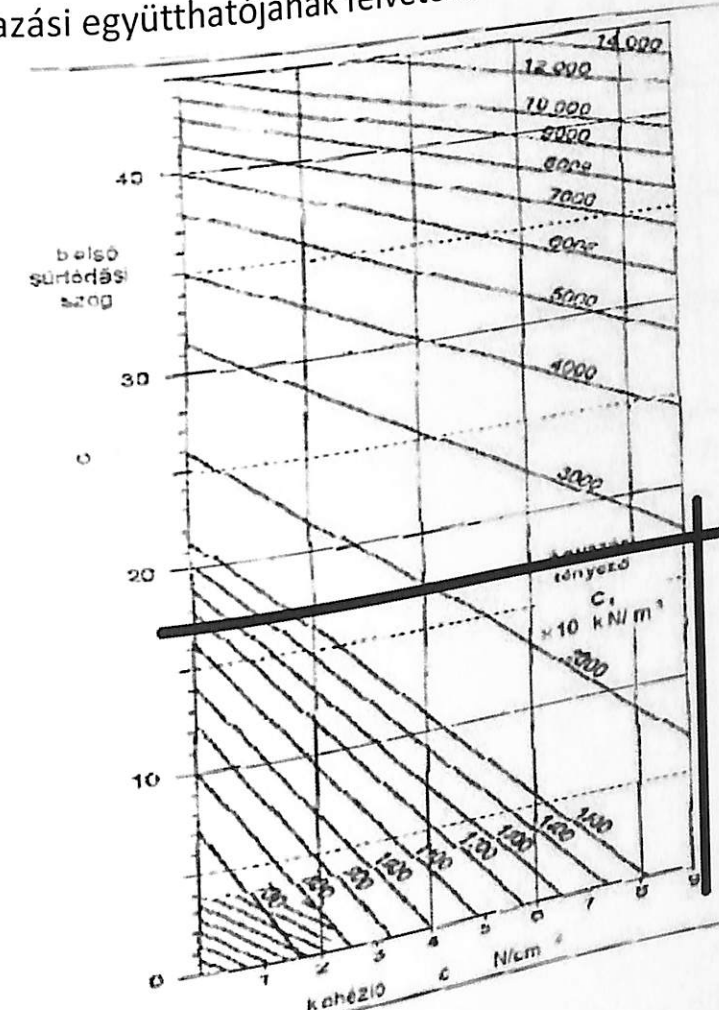
$$F = 46,97 + 130,85 = 177,82 kN$$

12.4. Mértékadó igénybevétel számítása KÖGLER-féle diagramok felhasználásával

$$L = \sqrt[4]{\frac{4EI}{c \cdot b}} = \sqrt[4]{\frac{4 \cdot 8,5 \cdot 10^3 \cdot 5 \cdot 10^{10}}{0,03 \cdot 600}} = 3117,4 \text{ mm}$$

$$I = \frac{600 \cdot 1000^3}{12} = 5 \cdot 10^{10} \text{ mm}^4$$

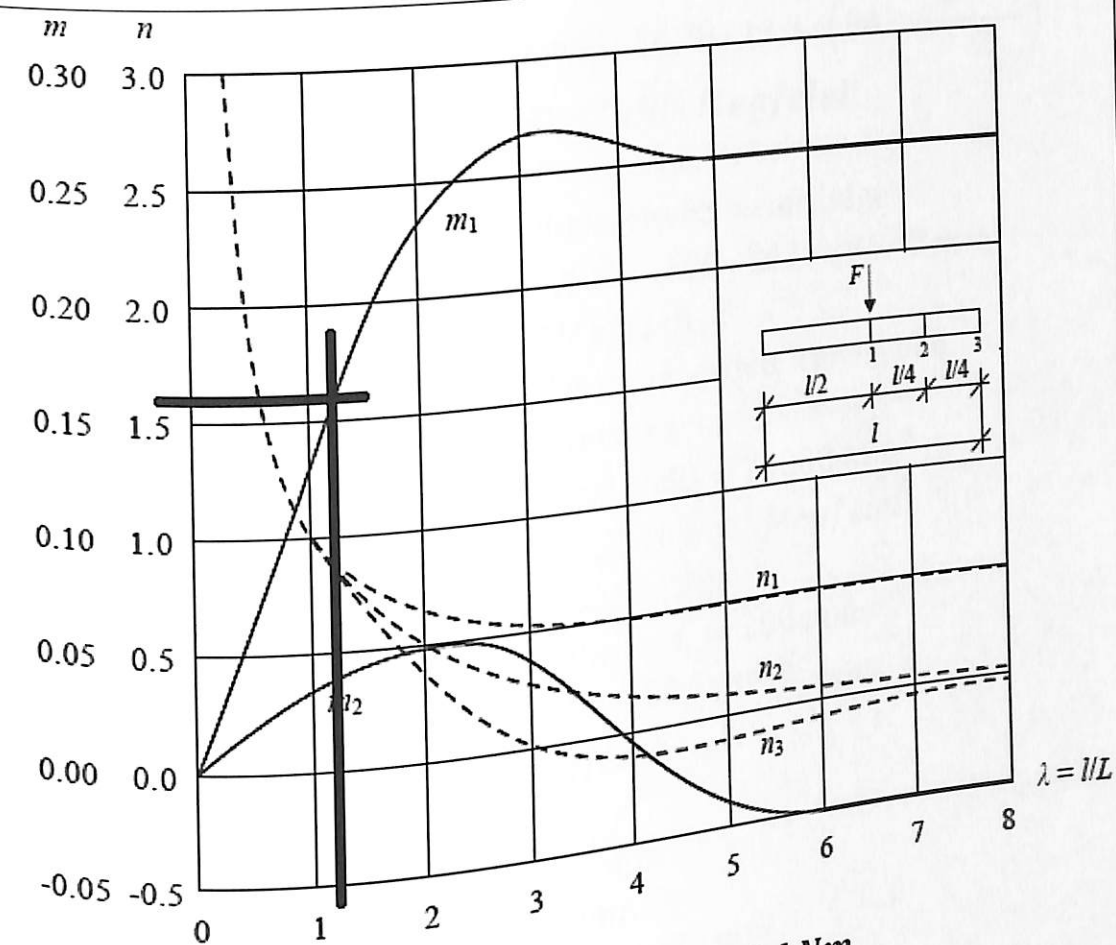
A talaj ágyazási együtthatójának felvétele:



$$c = 30000 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} = 0,03 \frac{\text{N}}{\text{mm}^3}$$

m tényező meghatározása:

$$\lambda = \frac{l}{L} = \frac{3600}{3117,4} = 1,155$$



$$m = 0,16$$

$$M = mFL = 0,16 \cdot 177,82 \cdot 3,1174 = 88,70 \text{ kNm}$$

12.5. Méretezés

Betonminőség: C20/25- χ C2-24-F3.

Betonacél: B 500.

$$c_{nom} = 40 \text{ mm}$$

$$d = 1000 - 40 - 10 - 8 = 942 \text{ mm}$$

$$M = N_c \cdot z$$

$$M_{Ed} = b \cdot x_c \cdot f_{cd} \cdot \left(d - \frac{x_c}{2}\right)$$

$$88,70 \cdot 10^6 = 600 \cdot x_c \cdot 13,3 \cdot \left(942 - \frac{x_c}{2}\right) \rightarrow x_c = 11,88 \text{ mm} < x_{c0}$$

$$= 0,49 \cdot 942 = 461,58 \text{ mm}$$

$$N_s = N_c$$

$$A_s \cdot f_{yd} = b \cdot x_c \cdot f_{cd}$$

$$A_{s,szüks} = \frac{b \cdot x_c \cdot f_{cd}}{f_{yd}} = \frac{600 \cdot 11,88 \cdot 13,3}{435} = 217,94 \text{ mm}^2$$

$$A_{s,min.} = 0,0015 \cdot b \cdot d = 0,0015 \cdot 600 \cdot 942 = 847,8 \text{ mm}^2$$

$$A_{s,alk} = 1005 \text{ mm}^2 \rightarrow 5\phi 16$$

$$x_c = \frac{A_s \cdot f_{yd}}{b \cdot f_{cd}} = \frac{1005 \cdot 435}{600 \cdot 13,3} = 54,78 \text{ mm} < x_{c0} = 461,58 \text{ mm}$$

$$M_{Rd} = b \cdot x_c \cdot f_{cd} \cdot \left(d - \frac{x_c}{2} \right) = 600 \cdot 54,78 \cdot 13,3 \cdot \left(942 - \frac{54,78}{2} \right) \\ = 399,8 \text{ kNm} > 91,37 \text{ kNm} \text{ Megfelel!}$$

12.6. Szerkesztési szabályok

12.6.1. A húzott vasalás előírt legkisebb mennyisége

$$A_{s,min.} = 0,0015 \cdot b \cdot d = 0,0015 \cdot 600 \cdot 942 = 847,8 \text{ mm}^2 \\ < 1005 \text{ mm}^2 \text{ Megfelel!}$$

12.6.2. Az összes hosszvasalás megengedett legnagyobb mennyisége egy keresztmetszetben

$$A_{s,max} = 0,04 A_c = 0,04 \cdot 1000 \cdot 600 = 24000 \text{ mm}^2 \\ < 1005 + 565 = 1570 \text{ mm}^2 \text{ Megfelel!}$$

12.6.3. Kengyelek legnagyobb távolsága

$$s_s > 15\phi = 15 \cdot 12 = 180 \text{ mm} \rightarrow s_s = 200 \text{ mm} \\ s_{s,max} = 0,75d = 0,75 \cdot 942 = 706,5 \text{ mm} > s_{s,alk} \\ = 200 \text{ mm} \text{ Megfelel!}$$

12.6.4. Elfér-e egy sorban?

$$a_{min} = \max \begin{cases} \phi = 16 \text{ mm} \\ 20 \text{ mm} \\ d_g + 5 = 24 + 5 = 29 \text{ mm} \end{cases} \\ 2 \cdot 40 + 2 \cdot 10 + 5 \cdot 16 + 4 \cdot 29 = 296 \text{ mm} < 600 \text{ mm} \\ \rightarrow \text{igen, elfér!}$$

12.6.5. A vasak közötti legnagyobb távolság

$$a_{max} = 400 \text{ mm} > a = 105 \text{ mm} \text{ Megfelel!}$$

13. Pontalap tervezése GEO5 programmal

13.1. A számítás alapbeállításai

Számítás beállításai

Beállítások : Szabvány - biztonsági tényezők

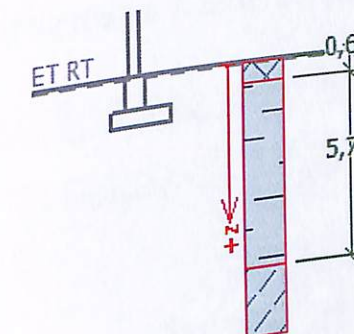
Beton szerkezetek :	EN 1992-1-1 (EC2)
EN 1992-1-1 szerinti tényezők :	szabványos
Számítási módszer :	Vizsgálat összenyomódási modulus használatával
Érintett zóna korlátozása :	szigma százalékában
Érintett zóna korlátozásának csökk. tény. :	10,0 [%]
Számítás drénezetlen körülményekre :	Szabványos megközelítés
Felhajtóerő számítás :	Standard
Megengedhető kiúlpontosság :	0,333
Ellenőrzési módszer :	Biztonsági tényezők (ASD)

Számítási módszer : drénezetlen eset számítása

Számítás típusa : ☐ Ne számítson süllyedést

13.2. Talajok

Lásd: Kiindulási adatok
Fúrásszelvény ábrázolása a
programban:



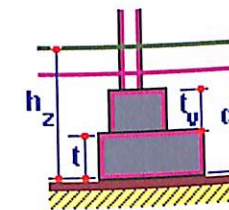
Talajfizikai jellemzők:

feltöltés	$\gamma = 16,50 \text{ kN/m}^3$
Térfogatsúly :	$\phi_{ef} = 0,00^\circ$
Belső súrlódási szög :	$c_u = 1,00 \text{ kPa}$
Talaj kohézió :	$v = 0,49$
Poisson tényező :	$E_{oed} = 5,00 \text{ MPa}$
Összenyomódási modulus :	$\gamma_{sat} = 21,00 \text{ kN/m}^3$
Telített térfogatsúly :	
barnás szürke agyag	$\gamma = 18,50 \text{ kN/m}^3$
Térfogatsúly :	$\phi_{ef} = 17,00^\circ$
Belső súrlódási szög :	$c_u = 115,00 \text{ kPa}$
Talaj kohézió :	$v = 0,40$
Poisson tényező :	$E_{oed} = 20,00 \text{ MPa}$
Összenyomódási modulus :	$\gamma_{sat} = 22,00 \text{ kN/m}^3$
Telített térfogatsúly :	
sárga iszapos sovány agyag	$\gamma = 18,00 \text{ kN/m}^3$
Térfogatsúly :	$\phi_{ef} = 12,00^\circ$
Belső súrlódási szög :	$c_u = 80,00 \text{ kPa}$
Talaj kohézió :	$v = 0,40$
Poisson tényező :	$E_{oed} = 12,00 \text{ MPa}$
Összenyomódási modulus :	$\gamma_{sat} = 21,00 \text{ kN/m}^3$
Telített térfogatsúly :	

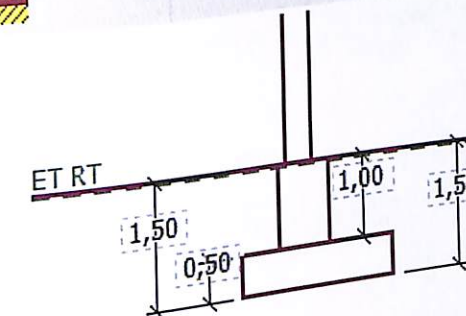
13.3. Mélységek, további alapadatok

Alapozás típusa
külpontos alap lépcsővel

Geometria sémája



Méret
Mélység az eredeti terepszinttől: $h_2 = 1,50$ [m]
Alap aljának mélysége: $d = 1,50$ [m]
Alap vastagsága: $t = 0,50$ [m]
Alap vastagsága: $t_1 = 1,00$ [m]
Alap aljának lejtése: $s_2 = 0,00$ [°]



13.4. Teher

Mértékadó tehereset a keret támaszerőit illetően a 7. teherkombináció (lásd 6.4.4. pont alatt).

Terhelés paraméterei
Név:

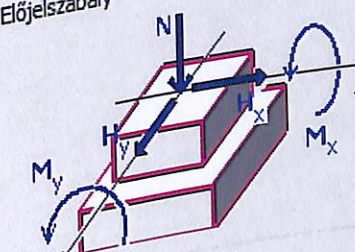
Függőleges erő:

Hajlítónyomaték:

Vízszintes erő:

1 sz. teher
 $N = 130,85$ [kN]
 $M_x = 0,00$ [kNm]
 $M_y = 0,00$ [kNm]
 $H_x = 48,67$ [kN]
 $H_y = 0,00$ [kN]

Előjelszabály



☒ Tervezési

Terhelés paraméterei
Név:

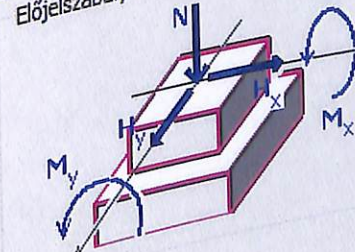
Függőleges erő:

Hajlítónyomaték:

Vízszintes erő:

1 sz. teher - hasznos
 $N = 109,04$ [kN]
 $M_x = 0,00$ [kNm]
 $M_y = 0,00$ [kNm]
 $H_x = 40,56$ [kN]
 $H_y = 0,00$ [kN]

Előjelszabály



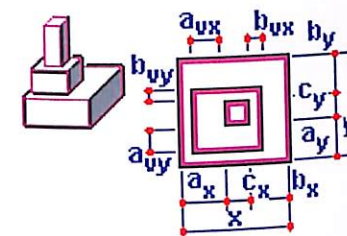
☐ Tervezési

☒ Hasznos

13.5. Geometria

Alapozás típusa : **külpontos alap lépcsőkkel**

Geometria sémája



► Méretek tervezése

Kiind. méretek

Teljes méret :

Teljes méret :

Oszlop mérete:

Oszlop mérete :

Sikalap elfordulás:

x = 2,10 [m]

y = 1,60 [m]

c_x = 0,36 [m]

c_y = 0,34 [m]

α = 0,00 [°]

a_x = 0,620 [m]

a_{vx} = 0,10 [m]

b_{vx} = 0,24 [m]

b_x = 1,120 [m]

a_y = 0,630 [m]

a_{vy} = 0,13 [m]

b_{vy} = 0,13 [m]

b_y = 0,630 [m]

13.6. Anyagok

13.6.1. Beton

Szerkezet térfogatsúlya :

γ = 25,00 [kN/m³]

C 20/25

f_{ck} = 20,00 MPa

f_{ctm} = 2,20 MPa

E_{cm} = 30000,00 MPa

13.6.2. Betonacél

B500

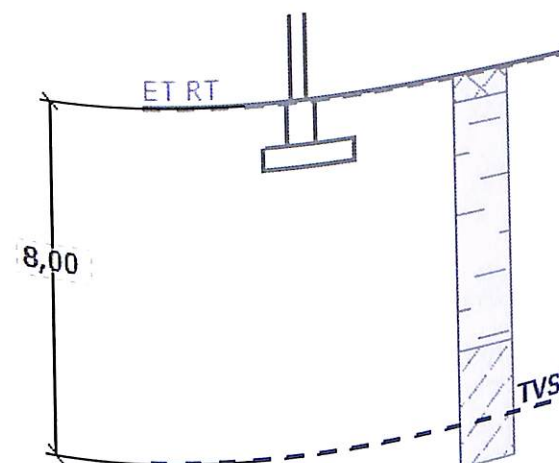
f_{yk} = 500,00 MPa

13.7. Talajvíz

☒ Talajvíz

Mélysége a felszíntől :

TVSZ = 8,00 [m]



13.8. Fázis beállításai

Tervezési állapot :

állandó

13.9. Teherbírás

Maximum érték automatikus választása

Függ. teherbírás

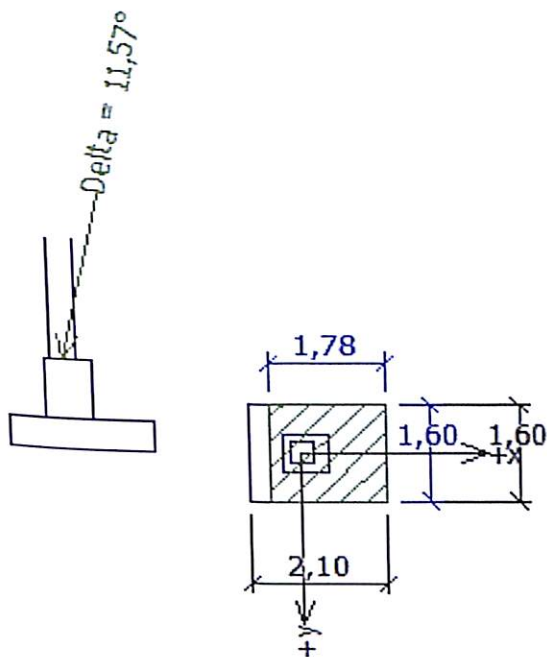
Kapcsolati fesz. alakja:

négyszög

Vízszintes teherbírás

Föld ellenállás:

passzív



Síkalap teherbíró képességének ellenőrzése

Függ. teherbírás ellenőrzése

Talpfeszültség alakja : négyszög

A mértékadó tehereset száma 1. (1 sz. teher)

Alapozási talaj tervezési teherbírása $R_d = 510,60 \text{ kPa}$

Kapcsolati fesz. szélsőértéke $\sigma = 83,62 \text{ kPa}$

Biztonsági tényező = 6,11 > 1,50

Függőleges irányú teherbírás MEGFELELŐ

Teher külpontosság ellenőrzése

Max. külp. az alap hosszúsága irányában $e_x = 0,077 < 0,333$

Max. külp. az alap szélessége irányában $e_y = 0,000 < 0,333$

Max. átlagos külpontosság $e_t = 0,077 < 0,333$

Teher külpontossága MEGFELELŐ

Vízszintes teherbírás ellenőrzése

A mértékadó tehereset száma 1. (1 sz. teher)

Vízszintes teherbírás $R_{dh} = 680,34 \text{ kN}$

Vízszintes erő szélsőértéke $H = 48,67 \text{ kN}$

Biztonsági tényező = 13,98 > 1,50

Vízszintes teherbírás MEGFELELŐ

Ellenőrzés

FÜGG. TEHERBÍRÁS:

MEGFELELŐ

(24,6%)

VÍZSZ. TEHERBÍRÁS:

MEGFELELŐ

(10,7%)

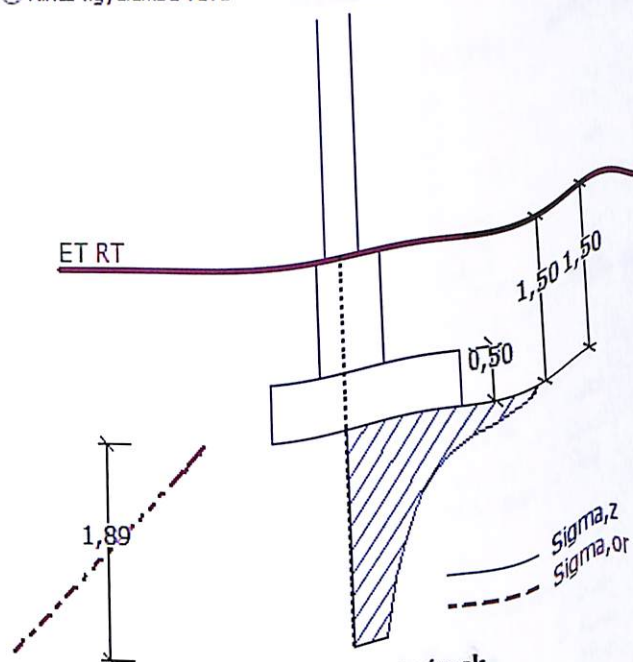
13.10. Süllyedés

Maximum érték automatikus választása

Kezdeti in-situ feszültség az alap alján

- ☐ Eredeti terep alapján figyelembe vett
☒ Rendezett terep alapján figyelembe vett
☐ Nincs figyelembe véve

csökkentő tényező a süllyedésszámításhoz
☒ vegye figyelembe az alap vast. hatását (κ_1)



Alap süllyedése és elfordulása - eredmények

Alap merevsége:

Átlagos alakváltozási modulus $E_{def} = 9,33 \text{ MPa}$

Az alap hosszirányban merev ($\kappa = 43,38$)

Az alap keresztirányban merev ($\kappa = 98,09$)

Téher külpontosság ellenőrzése

Max. külp. az alap hosszúsága irányában $e_x = 0,070 < 0,333$

Max. külp. az alap szélessége irányában $e_y = 0,000 < 0,333$

Max. átlagos külpontosság

Téher külpontossága MEGFELELŐ

Alap teljes süllyedése és elfordulása:

Alap süllyedés = 1,4 mm

Érintett zóna mélysége = 1,89 m

Elfordulás x irányban = 0,476 ($\tan \approx 1000$); ($2,5E-02^\circ$)

Elfordulás y irányban = 0,000 ($\tan \approx 1000$); ($0,0E+00^\circ$)

13.11. Méretezés

Maximum érték automatikus választása

Hosszvasalás X irányban

Vasak száma:

8,00

Átmérő:

16,0 [mm]

Betontakarás:

40,0 [mm]

$A_{req} = 940,2 \text{ mm}^2 < A_{inp} = 1608,5 \text{ mm}^2$

Hosszvasalás y irányban

Vasak száma:

8,00

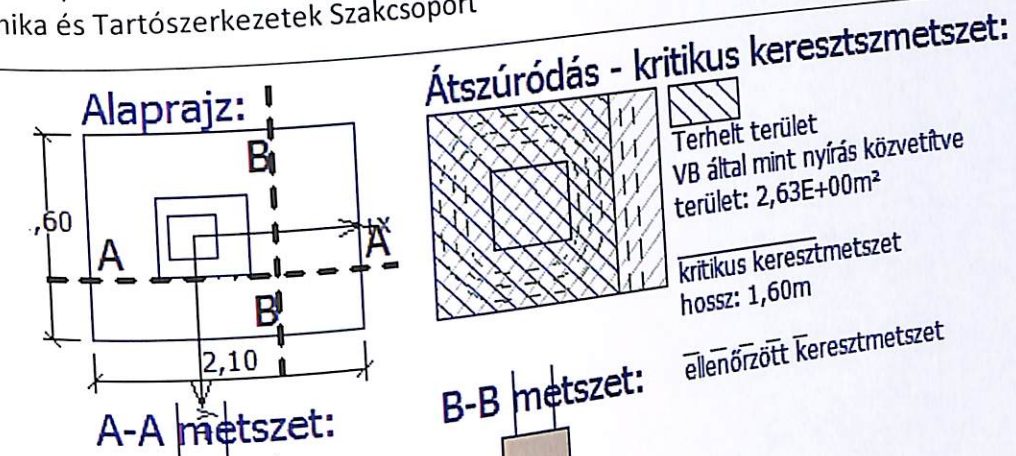
Átmérő:

16,0 [mm]

Betontakarás:

40,0 [mm]

$A_{req} = 1234,5 \text{ mm}^2 < A_{inp} = 1608,5 \text{ mm}^2$



Vasbeton alap vasalásának ellenőrzése

Alap hosszirányú vasalásának ellenőrzése X irányban

Vashányad $\rho = 0,22\% > 0,13\% = \rho_{min}$

Semleges tengely helye $x = 0,04m < 0,28m = x_{max}$

Határnyomaték $M_{Rd} = 304,64 kNm > 45,51 kNm = M_{Ed}$

Keresztmetszet MEGFELELŐ.

Alap hosszirányú vasalásának ellenőrzése Y irányban

Vashányad $\rho = 0,17\% > 0,13\% = \rho_{min}$

Semleges tengely helye $x = 0,03m < 0,28m = x_{max}$

Határnyomaték $M_{Rd} = 307,37 kNm > 14,47 kNm = M_{Ed}$

Keresztmetszet MEGFELELŐ.

Síkalap átszúródás elleni vizsgálata

Oszlop normálerő = 130,85 kN

Maximális ellenállás az oszlop kerületén

Az alapozási talajra közvetített erő. $u_0 = 4,77 kN$

A VB nyírószilárdsága által közvetített erő. $u_0 = 126,08 kN$

Figyelembevett oszlop kerület $u_0 = 1,40 m$

Nyírás ellenállás az oszlop kerületén $v_{Ed,max} = 0,06 MPa$

Ellenállás az oszlop kerületén $v_{Rd,max} = 2,94 MPa$

Kritikus keresztmetszet nyírás elleni vizsgálata

Az alapozási talajra közvetített erő. $u = 102,50 kN$

A VB nyírószilárdsága által közvetített erő. $u = 28,35 kN$

Keresztmetszet távolsága az oszloptól $u = 0,67 m$

Keresztmetszeti kerület $u = 1,60 m$

Nyírófeszültség a keresztmetszetben $v_{Ed} = 0,04 MPa$

Keresztmetszet nyírás ellenállása nyírás vasalás nélkül $v_{Rd,c} = 0,46 MPa$

$v_{Ed} < v_{Rd,c} \Rightarrow$ Vasalás nem szükséges

Síkalap átszúródása MEGFELELŐ

Ellenőrzés

HOSSZ X IRÁNYBAN:

HOSSZ Y IRÁNYBAN:

ÁTSZÚRÓDÁS:

MEGFELELŐ (58,4%)
MEGFELELŐ (76,7%)
MEGFELELŐ (8,6%)

TARTÓSZERKEZETI MŰSZAKI LEÍRÁS

1. Földmunka

Az építési terület síknak tekinthető. Az alapozási munkálatok megkezdése előtt a terepről egyenletesen 20 cm vastagságban a humusz leszedésre kerül, melynek deponálása szükséges, az építkezés olyan helyén, ahol nem zavarja az aktuális munkálatokat. A deponált szerves anyagot tartalmazó talajt az építés befejeztével tereprendezési munkákra lehet felhasználni.

2. Alapozás

Talajmechanikai szakvéleményben javasolt síkalapozással készül, azaz pontalapokra kerül a háromcsuklós RRFA keret, melyek talpgerenda köt össze egymással. Kivéve az íves részen, ahol nincs elegendő hely a pontalap kialakítására, ezért ott a pontalapokat összekötő vasbeton talpgerendára terhel a háromcsuklós RRFA keret.

A pontalapok befoglaló alaprajzi mérete a következő:

A1: 160x210 cm

A2: 210x210 cm

A3: 225x210 cm

A4: 160x210 cm

Anyaguk: vasbeton

betonminőség: C20/25-XC2-24-F3.

Minden esetben az alapozási sík az eredeti terepszinttől -1,50 m-re alakítandó ki. A talajmechanikai rétegszelvény alapján talajvízre nem kell számítani, ezáltal víztelenítésre nincs szükség.

Téherhordó talaj: barnás szürke tömör agyag.

Fúrászelvényt lásd a számítási melléklet 4. oldalán.

A talpgerenda keresztmetszeti méretei: 60x100 cm.

Alsó síkjának szintje -1,20, felső síkjának szintje: -0,20.

Anyaga: vasbeton

betonminőség: C20/25-XC2-24-F3.

A talpgerendák kitüskézéssel csatlakoznak a pontalapokhoz, ennek kialakítása vasalási terv szerint kialakítandó (S-D6).

A pontalapok és talpgerendák alá egyaránt 10 cm vastagságban szerelőbeton készül.

3. Szerkezeti kialakítás

A gyártás megkezdése előtt a csarnok összeállítási tervét a geometriai méretek megfelelése szempontjából a megrendelővel, illetve a felelős (építész) tervezővel egyeztetni kell.

Az épület tartószerkezete: A pontalapok szintjéről induló (terv szerint -0,20) háromcsuklós RRFA keretszerkezet 5,0 m-es tengelytávokkal.

A keret külön keretoszlopból és keretgerendából áll, amely nyomatékbíró keretsarokkal kapcsolódik egymáshoz (S-04). A keretgerenda és a keretoszlop egyaránt változó keresztmetszetű tartószerkezet.

Méretei: keretoszlop: 34/36-80 cm, keretgerenda: 18/40-80 cm.

Fesztávolság: 11,00 m.

Anyagminőség: GL32h.

A két félkeretet a keret csúcsában csuklós kapcsolat (S-04) rögzítjük egymáshoz, tehát ez a kapcsolat nem nyomatékbíró kapcsolat (S-04).

A kereteket párhuzamos övű, szintén RRFA szelemenek (oldalanként 3-3) kötik össze. A szelemenek statikai modellje kéttámaszú tartó (középső és felső szelemen), amely a koszorún helyezkedik el, az folytatólagosan alátámasztott gerenda. A koszorúval folyamatosan alátámasztott szelemen töcsavarokkal van a koszorúhoz rögzítve.

Keresztmetszeti mérete: 16x28 cm, anyagminőség megegyezik a keretnél leírtakkal (GL32h). A szelemenek kapcsolata a keretgerendához statikai kiviteli terv szerint készítenendő.

Térlefedés másodlagos szerkezetei: A szelemenekre kerülnek elhelyezésre a szarufák 1,0 m-es kiosztással (tehát szelemenenként 5 db szarufa), amelyek konzolos háromtámaszú tartóként viselkednek, keresztmetszeti méretük 7,5x15 cm, anyaguk C24 természetes faanyag. A tetőléc méretük 5x5 cm (BRAMAC-léc), anyaguk szintén C24 természetes faanyag. Statikai modelljük többszörös tartó, kivéve a dilatáció kialakításánál.

Csak előkezelt, tűzépen vagy építéshelyen impregnált faanyag építhető be! Merevítések: a dilatációval elválasztott egyenes tengelyű épületrészek két végében a mezők szélráccsal és hosszalkötéssel merevítettek. Az épület egyenes szakaszain a dilatációnál lévő és a középső keretállás andráskereszt keresztalkötéssel merevített a tető síkjában, az oromfalnál lévő keretállások

szintén andráskereszt keresztkötéssel merevítettek a keretoszlopok síkjában. Lásd: S-03.

A szélrácsok keresztmetszete 10x10 cm-es természetes faanyagú zárléc.

Anyagminőség: C24

A hosszkötés Halfen Detan rúdrendszerek műszaki előírási alapján kialakítandók. A rudak átmérője 36 mm, anyaguk a gyártó által megadott S460-as acélminőség. A hosszkötések esetén Halfen keresztarmantyú és a csomópontokban Halfen villás fejek alkalmazandók (S-05).

A keresztkötések szintén Halfen Detan rúdrendszerek. Átmérője 27 mm, anyaga S460 acélminőség. A rudak bekötésénél szintén Halfen villás fejek alkalmazandók. A merevítések csomópontjai kizárólag tervezői művezetés mellett kivitelezhetőek!

Merevítések csomóponti rajzai: S-05.

4. Burkolatok

Padozat: építész tervek szerint kialakítandó!
rétegrendje:

svédpadló burkolat	2,2 cm
párnafák közötti hőszigetelés	5 cm
szigetelést védő beton	6 cm
technológiai szigetelés	1 rtg.
hőszigetelés	6 cm
bitumenes lemezszigetelés	1 rtg.
aljatbeton	10 cm
homokos kavicsagyazat	20 cm

A homokos kavicsagyazatot folyamatos szemszerkezetű, humusszal nem szennyezett anyagból kell elkészíteni, réteges elterítéssel és vibrálással történő tömörítéssel.

Tetőhéjazat: építész tervek szerint!
30 cm vastagságban készített nádfedés, melynek a számítás során figyelembe vett önsúlya 60 kg/m².

A nádfedést Commu Nova vizes bázisú égéskésleltető szerrel kell ellátni.

Falburkolat: 12 cm-es téglakő előtétfal (lásd: 5. Falazat vázlatpont alatt).

5. Falazat

Az RRFA keretektől független *térelhatároló falazatok* 30 cm vastag Porotherm 30 Klíma vázkerámia falazóelemből épülnek, hagyományos falazóhabarcsba rakva. A falazat fogadósíntje a vasbeton talpgerendák felső síkja (-0,20). Kívülről 8 cm vastagságban polisztirol hab (EPS) „mag” hőszigeteléssel van ellátva a falazat. A homlokzat esztétikáját 12 cm vastagságban kialakított Barabás téglakő előtétfal biztosítja, amely hőhídmentesen van a teherhordó falazathoz rögzítve és szintén hagyományos falazóhabarcsba van rakva. A falazat belső vakolattal van ellátva. A falazatot 23 cm magas vasbeton koszorú zárja le.

Oromfal: vasbeton vázzal merevített és az utolsó keretálláshoz rögzített falazat. A függőleges térelhatárolás rétegrendje ugyanaz, mint a hosszfalak esetén, tehát 30 cm Porotherm 30 Klíma, 8 cm hőszigetelés, 12 cm téglakő előtétfal. A falazat belülről vakolt. A vasbeton oszlopok és koszorúk vasalása statikai kiviteli terv szerint kialakítandóak (S-07, S-08).
A vasbetonszerkezet anyaga: C20/25-X0-24-F3.
Az oszlopok ki vannak tüskézve a pontalapból (S-07).

Szigetelés: a téglafalak alatti vízszintes falszigetelés és a padló rétegrendjében elhelyezendő vízszigetelés anyaga Villas E-G4 F/K bitumenes vastaglemez egy rétegben bitumenes kellőszítésre.

6. Dilatáció kialakítása

Az épületet az „L” alaprajzi kialakítása miatt dilatáció kialakítása szükséges. Ennek megvalósítása a statikai kiviteli terv szerint készítendő (S-01, S-02). A kapcsolódó épületrészek egymástól való elválasztása, ezáltal a külön viselkedés a keretek közvetlenül egymás mellé építésével megoldott (keretállás kettőzése). A tetőlécek a dilatációnál nem többlettámaszú tartók, mint általános esetben, hanem a statikai váz ebben az esetben kéttámaszú tartó. Az alaptest is dilatálva van, a kialakított 5 cm-es hézagot rugalmas anyaggal kell kitölteni (bitumenes kiöntés).

7. Gyártási minőségi követelmények

Anyagminőségek:

Keretek, szelemenek: GL32h rétegelt ragasztott fa.

Szarufák, tetőléc: C24 természetes fa.

Acél elemek: S235 JRG2

Merevítések: S460 (Halfen DETAN)

Csavarok: II. pontossági osztályúak, szilárdságuk 6.8 és 10.9.

Beton: C20/25-X0-24-F3, C20/25-XC2-24-F3

Betonacél: B500, B240

8. Hegesztési varratok mérete, minősége

A varratok gyökmérete egységesen $a=5\text{ mm}$, az megfelel azoknak a

szerkesztési szabályoknak miszerint:

egyoldali sarokvarratnál: $a=0,7 \cdot t$

kétoldali sarokvarratnál: $2a < t$ kell legyen

A hegesztési varratok minősége általában MSZ EN 25817 szerinti „C” kategória.

9. Mérettűrés

A mérettűrés előírások az MSZ-04-803-25: 1990 számú Építő- és szerelőipari épületszerkezetek, Magasépítési acélszerkezetek és az MSZ-04-803-6:1989

Építő- és szerelőipari épületszerkezetek, Acélszerkezetek és teherhordó

faszerkezetek c. szabvány szerinti az alábbi kiegészítéssel:

a mérettűrés előírásokon túlmenően az alkalmazott gyártástechnológiával

biztosítani kell, hogy a vázszerkezet elemeit a helyszínen erőltetés nélkül,

feszültségmentesen lehessen összeszerelni.

10. Szállítás, szerelés

A vázszerkezet elemeit kötegelve, kalodázva, a kötőelemeket ládákba

csomagolva kell szállítani. A fogadósint elkészülte után

A RRFA vázszerkezet szerelése a vasbeton fogadósint elkészülte után

kezdődhet, a bebetonozó elemhez hegesztett kapcsolattal rögzített

laposacélhoz történő csavarozott kapcsolatok kialakításával.

A felállítás a szélrácsos mezők földön történő összeszerelésével kell, hogy

kezdődjön, majd ezek beemelésével és rögzítésével. Ezután következhet a többi keretállás elhelyezése és rögzítése, majd a szelemenek elhelyezése és rögzítése. A térelhatárolás (falazat) a folyamat végén alakítandó ki. A csavarokat normál kulccsal kell meghúzni, alátét elhelyezésére figyelni kell. A szerelés során folyamatos méretellenőrzést kell végezni. A vázszerkezet szerelése során ügyelni kell a balesetelhárító és egészségvédő óvrendszabályok betartására. Különös figyelmet kell fordítani a szerkezeti elemek biztonságos beemelésére és a magasban végzett munka feltételeinek biztosítására.

11. Karbantartás

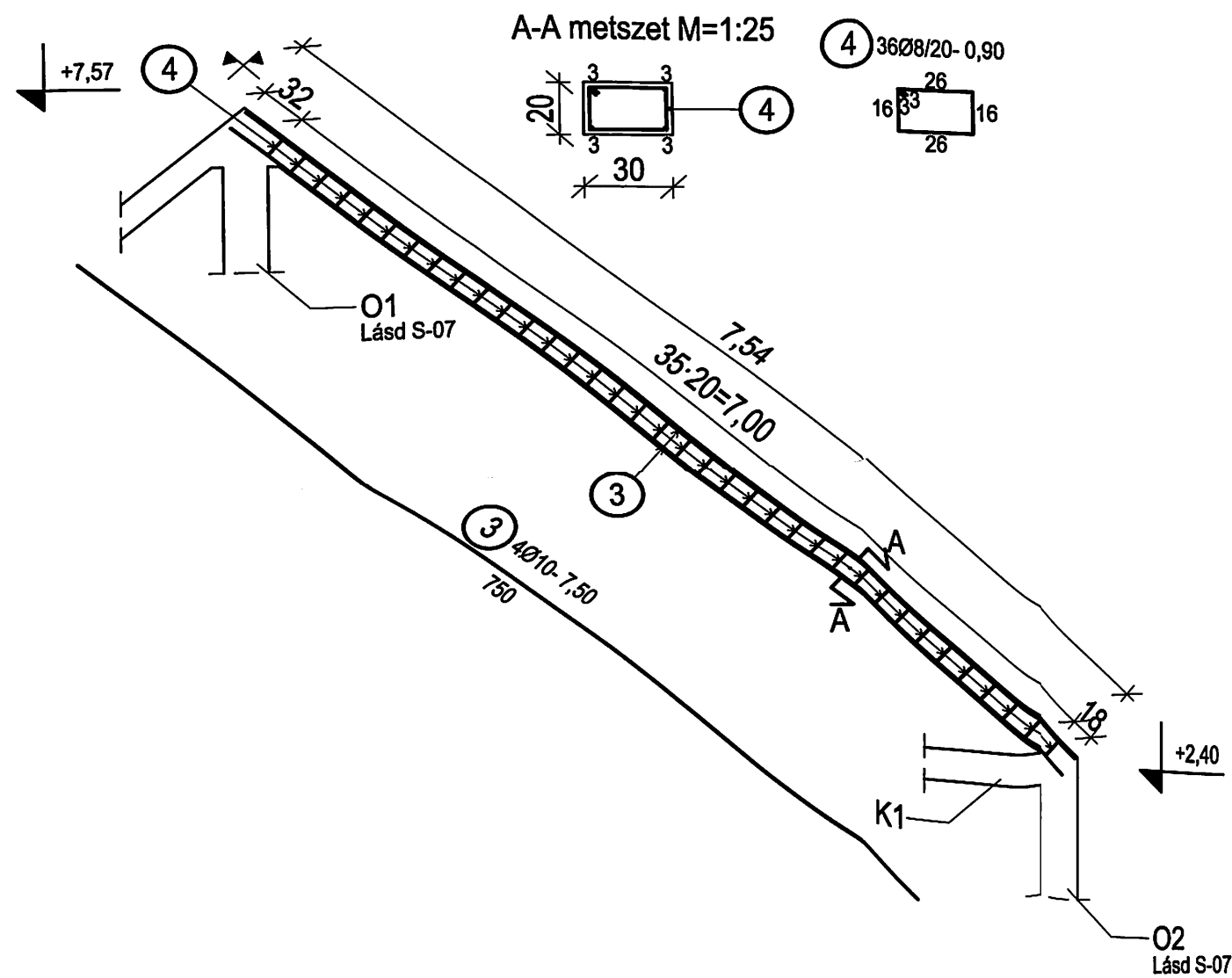
Az acél és fa felületeket legalább öt évenként a ráakódott portól és egyéb szennyeződésektől meg kell tisztítani, a festékbevonattal kezelt felületeket szemrevételezéssel ellenőrizni kell. A sérült illetve rozsdás felületek felújítását a mechanikai felülettisztítás (felhólyagosodott festék, rozsdá eltávolítása) és zsírtalanítás után, az elért felületi tisztaság fokozatának megfelelően ajánlott festékbevonat-rendszerrel lehet elvégezni.

12. Fontosabb megjegyzések

- A kivitelezési munkákat felelős műszaki vezetőnek kell irányítani.
- A kivitelezés során felmerülő problémákkal a megfelelő szaktervezőhöz, vagy a generáltervezőhöz kell fordulni.
- A szerkezet gyártását gyártmánytervek alapján kell végezni.
- A gyártás, szállítás, tárolás, szerelés során a hatályos munka és balesetvédelmi rendszabályokat be kell tartani!
- Az építkezés területén illetékteleneknek tartózkodni tilos. Mindenki számára kötelező az egyéni védőfelszerelés viselése!
- A szakági terveket össze kell vetni, és amennyiben eltérés tapasztalható konzultálni kell az építész tervezővel.
- Méreteket a helyszínen ellenőrizni kell!
- A beépített teherviselő elemek minőségi tanúsítványait meg kell őrizni!
- Sérült tartószerkezeti elemet csak statikus szakvélemény alapján szabad beépíteni.
- Gyártmányok alkalmazásánál a gyártó beépítési útmutatását kell követni!

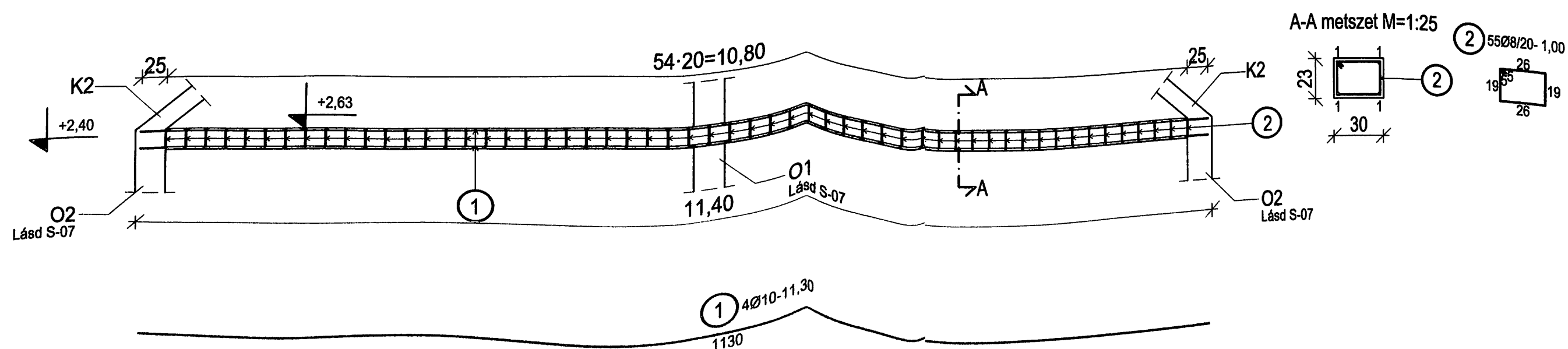
K2 JELŰ KOSZORÚ VASALÁSI TERVE

Készül: 4 db



K1 JELŰ KOSZORÚ VASALÁSI TERVE

Készül: 2 db



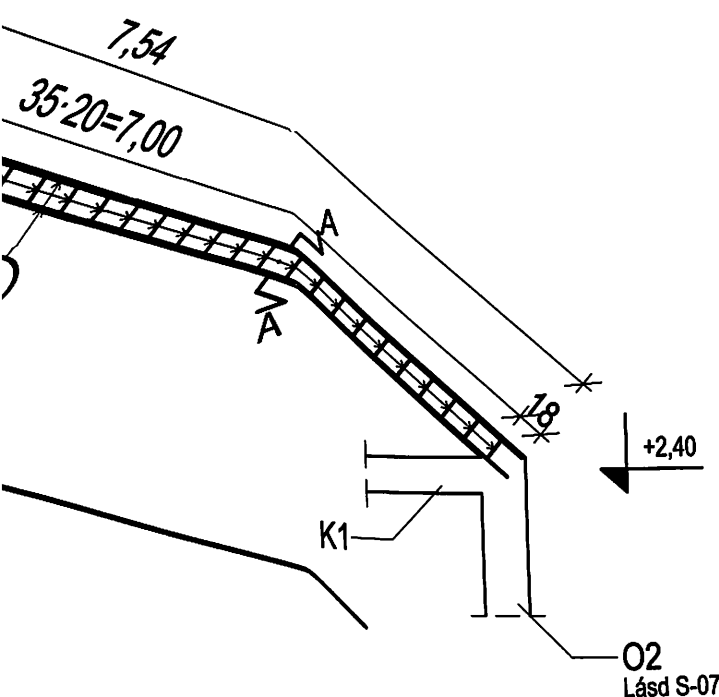
db
et M=1:25

3

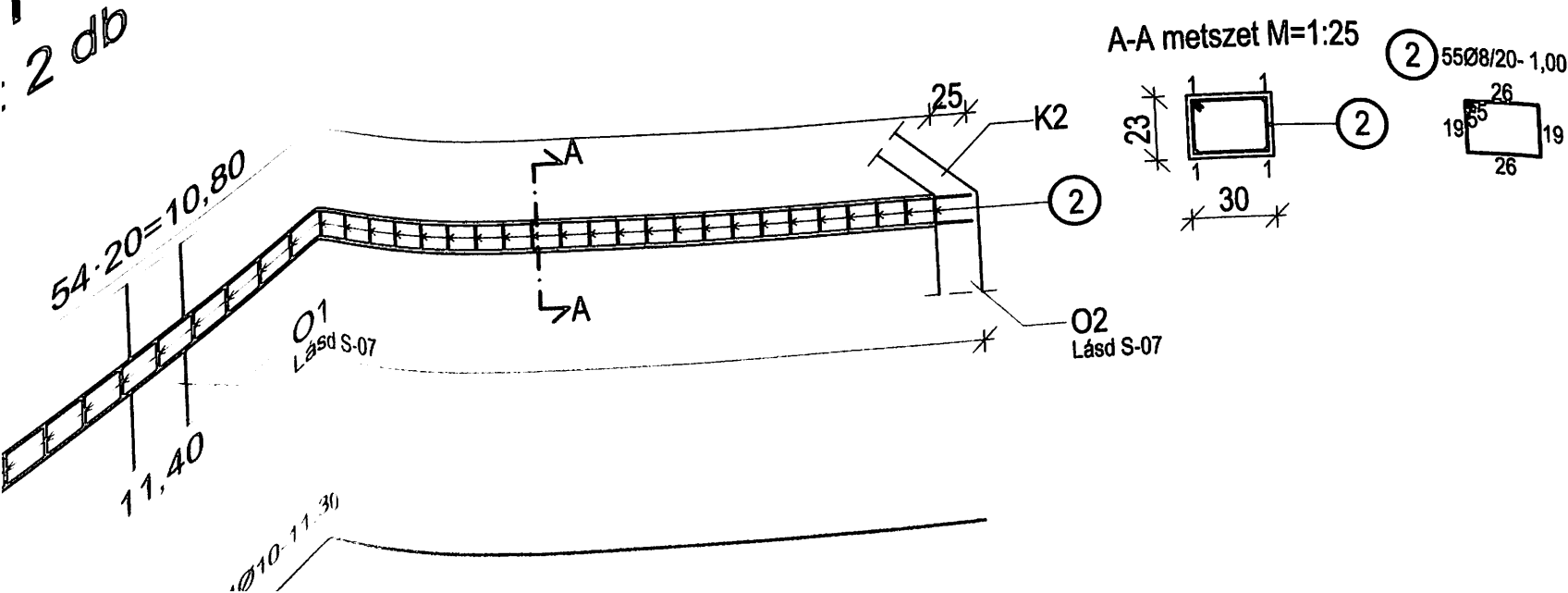
4

4 36/28/20-0,90

26
16 33 16
26



OSZORÚ
I TERVE
2 db



Betonacélkimutatás (összes oromfali koszorúra)					
Jel	Ø(mm)	db	Hossz (m)	ΣHossz (m)	
				B240	B500
				Ø8	Ø10
1	10	8	11,30		90,40
2	8	110	1,00	110,00	
3	10	16	7,50	120,00	
4	8	144	0,90		129,60
Összhossz Ø szerint (m)				230,00	220,00
Fajlagos tömeg (kg/m)				0,394	0,616
Össztömeg Ø szerint (kg)				90,62	135,52
Össztömeg (kg)				226,14	

Megjegyzések:

Magassági adatok:

Anyagminőségek:

+0.00=belső padlószint=89,45 mB

-0,20=épület körüli járdató szintje

beton: C20/25-X0-24-F3

C20/25-XC2-24-F3

betonacél: B500, B240

szerkezeti acél: S235, S460

RR fa: GL32h

természetes fa: C24

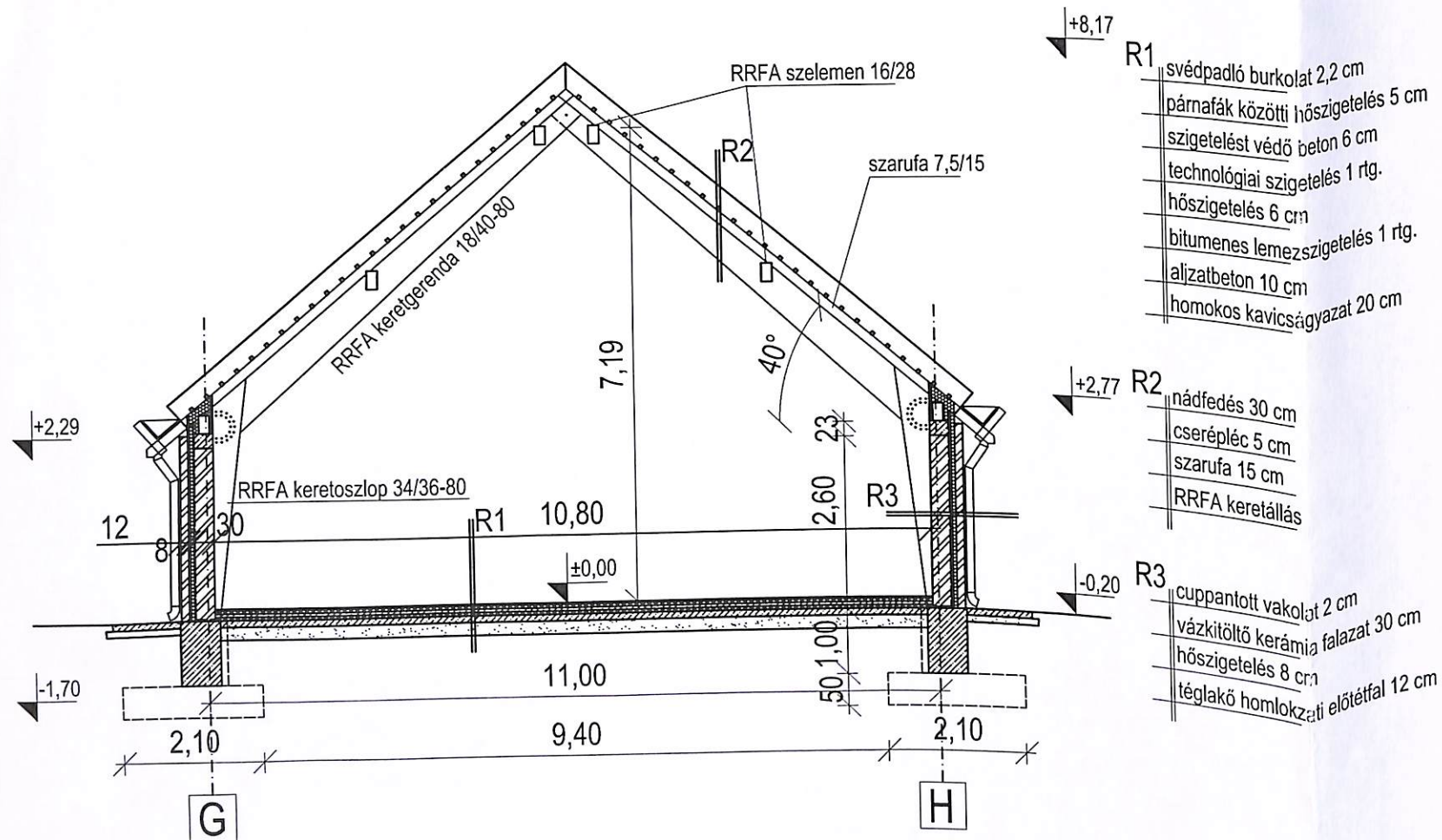
csavarok: 6.8; 10.9

Kapcsolódó tervek: VT-01; VT-02; S-01; S-02; S-03;

Egyéb: betontakarás kengyelen mérve 20 mm!

A-A METSZET

M=1:100



R1
svédpadló burkolat 2,2 cm
párnafák közötti hőszigetelés 5 cm
szigetelést védő beton 6 cm
technológiai szigetelés 1 rtg.
hőszigetelés 6 cm
bitumenes lemezszerkezet 1 rtg.
aljatbeton 10 cm
homokos kavicsagyazat 20 cm

R2
nádfedés 30 cm
cserepléc 5 cm
szarufa 15 cm
RRFA keretállás

R3
cuppantott vakolat 2 cm
vázkitöltő kerámia falazat 30 cm
hőszigetelés 8 cm
tégla-kő homlokzati előtétfal 12 cm

Megjegyzések:
Magassági adatok:
Anyagminőségek:

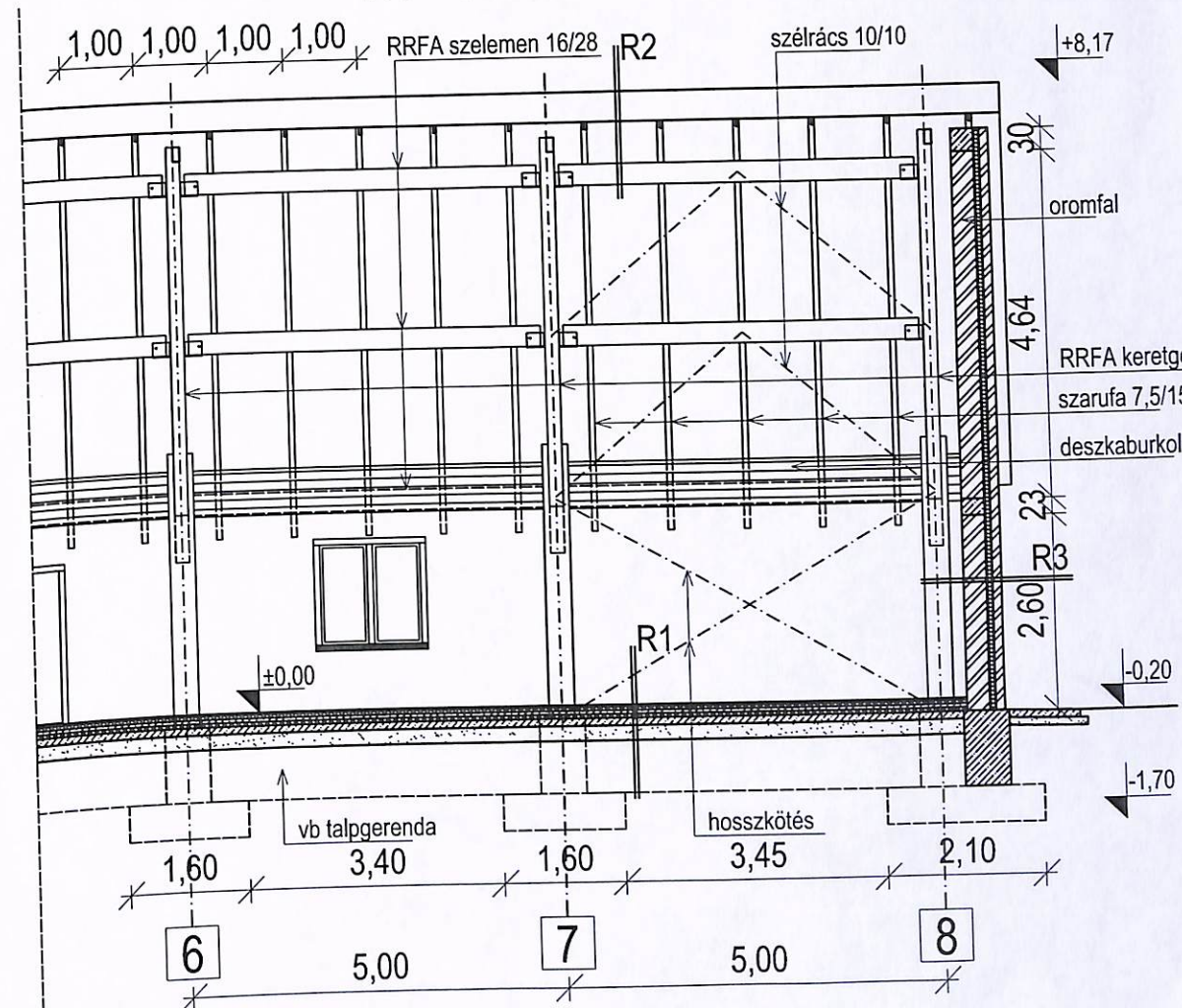
Kapcsolódó tervek:

±0,00=belső padlószint=89,45 mBf.
-0,20=épület körüli járdató szintje
beton: C20/25-X0-24-F3
C20/25-XC2-24-F3

betonacél: B500, B240
szerkezeti acél: S235, S460
RR fa: GL32h
természetes fa: C24
csavarok: 6.8; 10.9
VT-01; S-01; S-02; S-03; S-04
S-05; S-06; S-07; S-08

B-B METSZET

M=1:100



SZENT ISTVÁN EGYETEM YBL MIKLÓS ÉPÍTÉSTUDOMÁNYI KAR		
MECHANIKA ÉS TARTÓSZERKEZETEK SZAKCSOPORT		
TERV TÁRGYA	DIPLOMAMUNKA	TERVSZÁM VT-02
RAJZ MEGNEVEZÉSE	METSZETEK	MÉRETARÁNY M=1:100
TERVEZŐ	KURUCZ GYULA	KONZULENS HORVÁTH KATALIN
		DÁTUM 2015.12.

AUTODESK TERMEK OKTATÁSI VERZIOJAVALL KESZULT
ALAPRAJZ M=1:200

Megjegyzések:

Magassági adatok:

Anyagminőségek:

Kapcsolódó tervek:

±0,00=belső padlószint=89,45 mBf.

-0,20=épület körüli járdató szintje

beton: C20/25-X0-24-F3

C20/25-XC2-24-F3

betonacél: B500, B240

szerkezeti acél: S235, S460

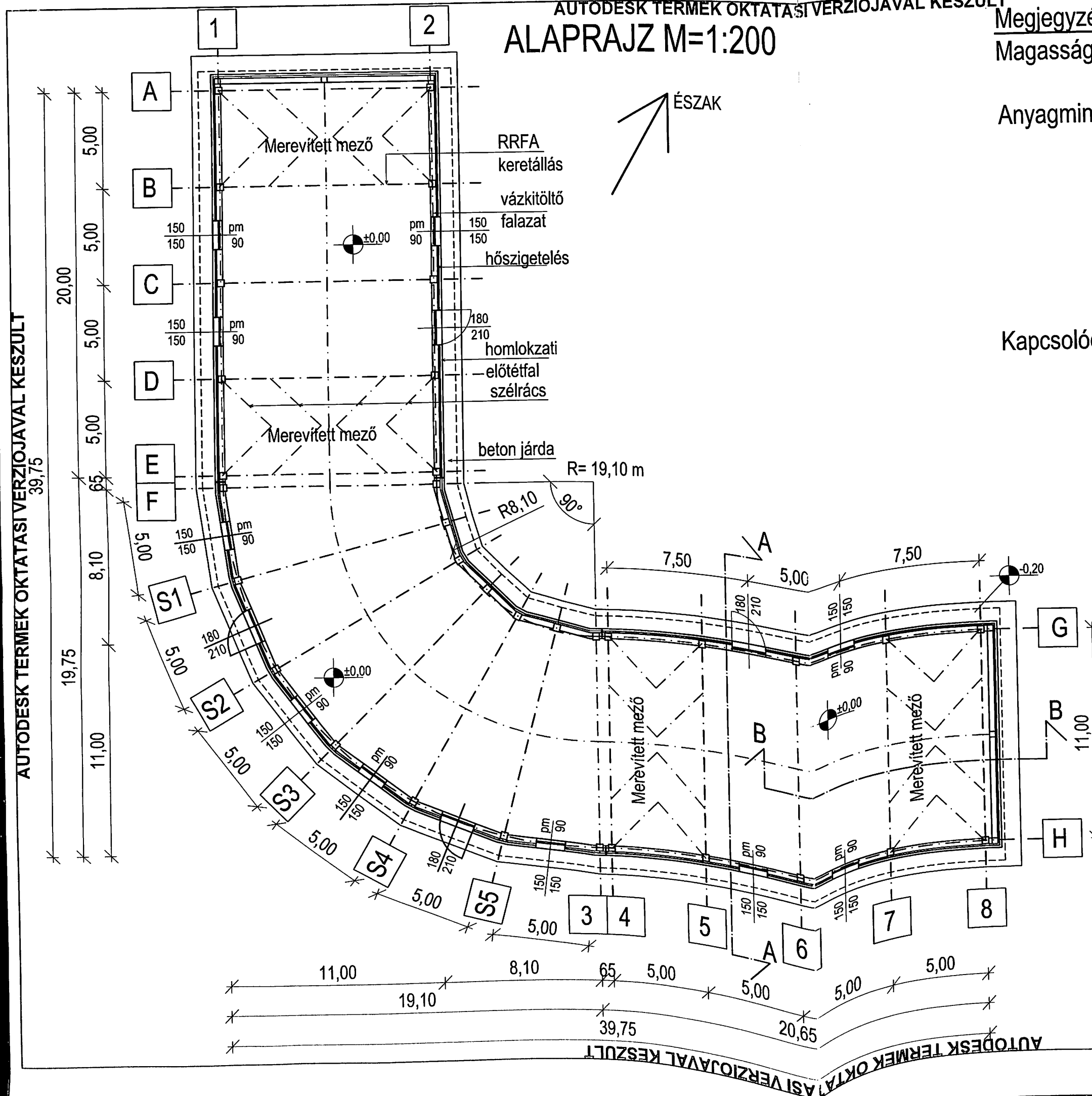
RR fa: GL32h

természetes fa: C24

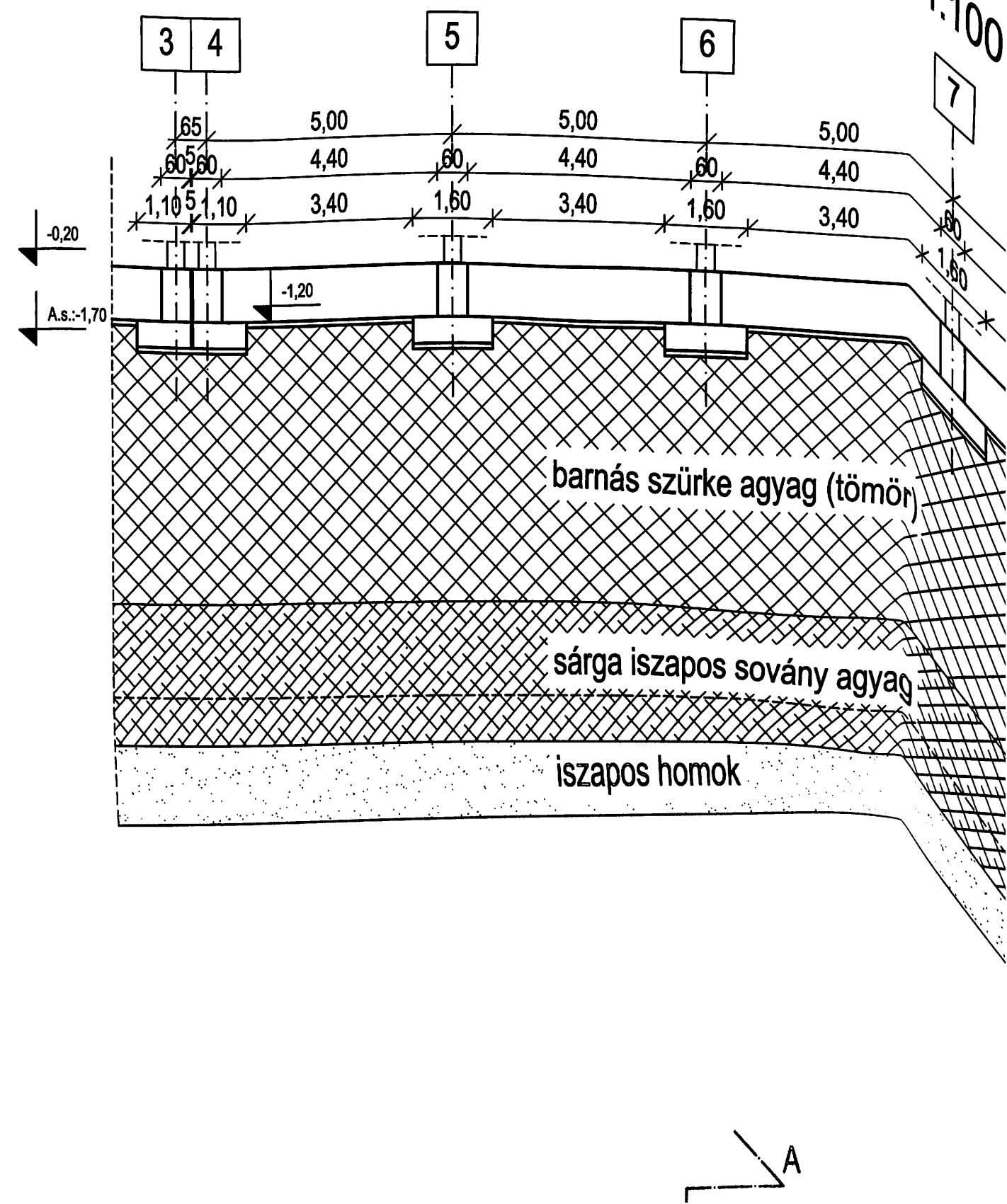
csavarok: 6.8; 10.9

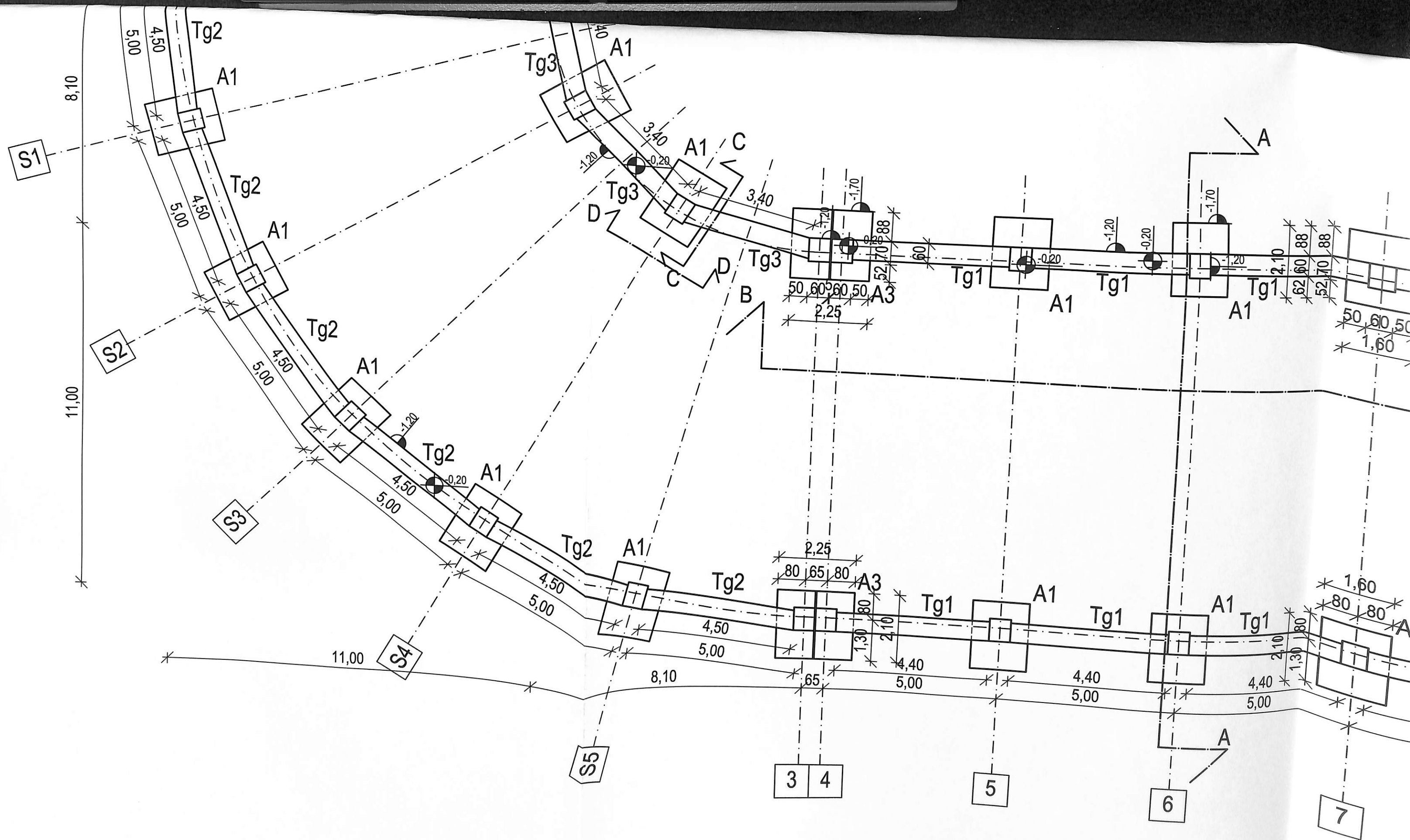
VT-02; S-01; S-02; S-03; S-04

S-05; S-06; S-07; S-08

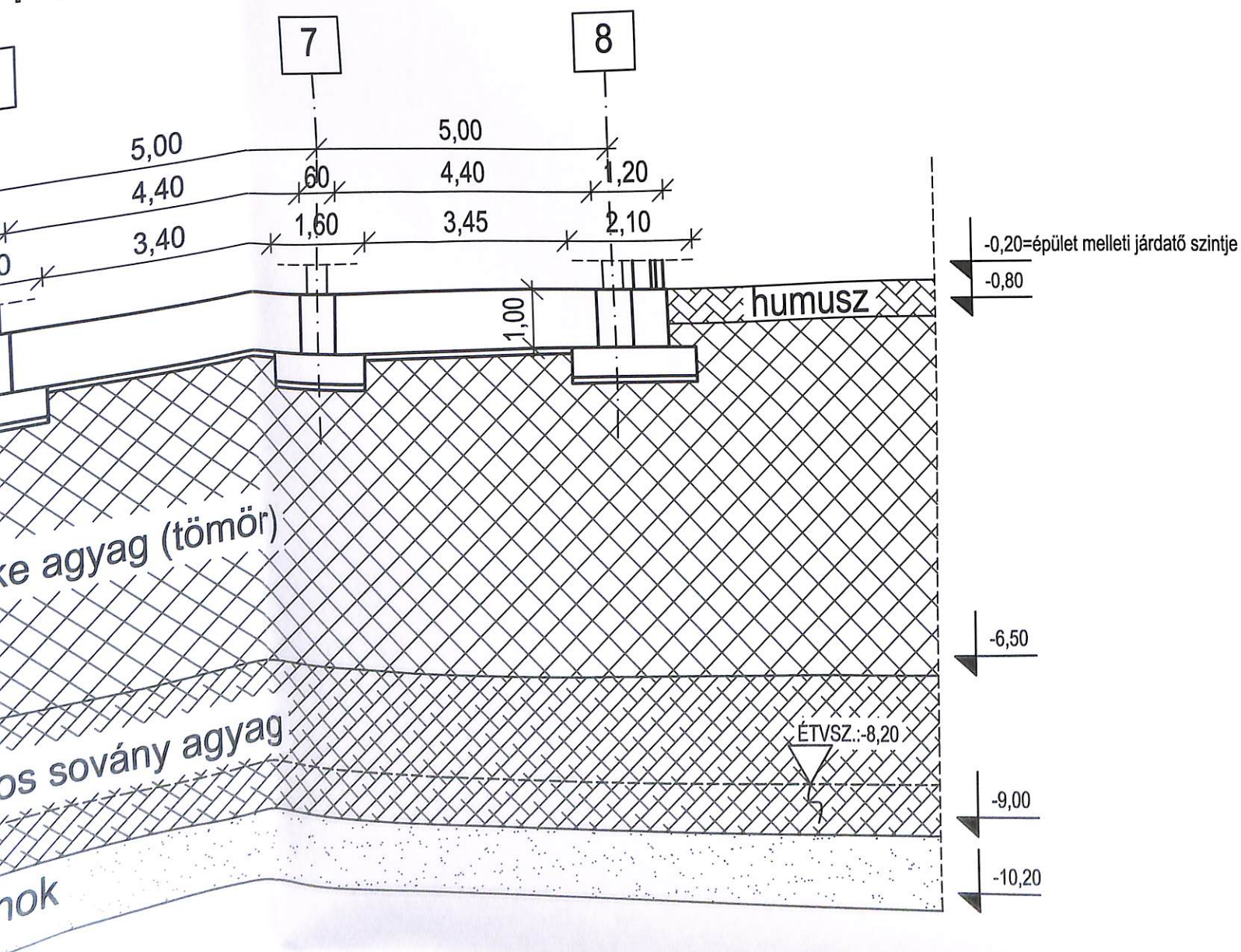


SZENT ISTVÁN EGYETEM YBL MIKLÓS ÉPÍTÉSTUDOMÁNYI KAR			
MECHANIKA ÉS TARTÓSZERKEZETEK SZAKCSOPORT			
TERV TÁRGYA	DIPLOMAMUNKA		TERVSZÁM
			VT-01
RAJZ MEGNEVEZÉSE	ALAPRAJZ		MÉRETARÁNY
			M=1:200
TERVEZŐ	KURUCZ GYULA	KONZULENS	HORVÁTH KATALIN
		DÁTUM	2015.12.





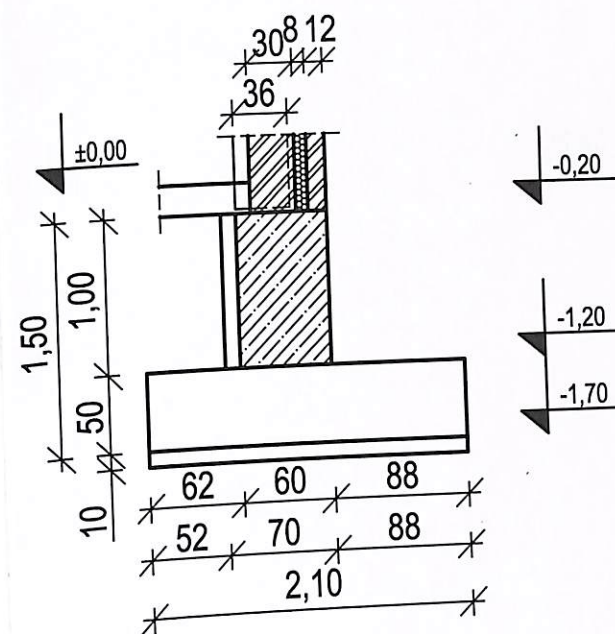
TSZET M=1:100



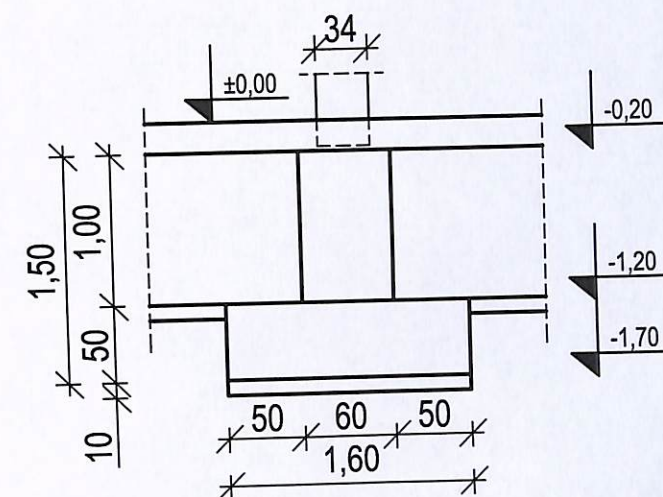
A1 JELÜ ALAPTEST

M=1:50

C-C METSZET



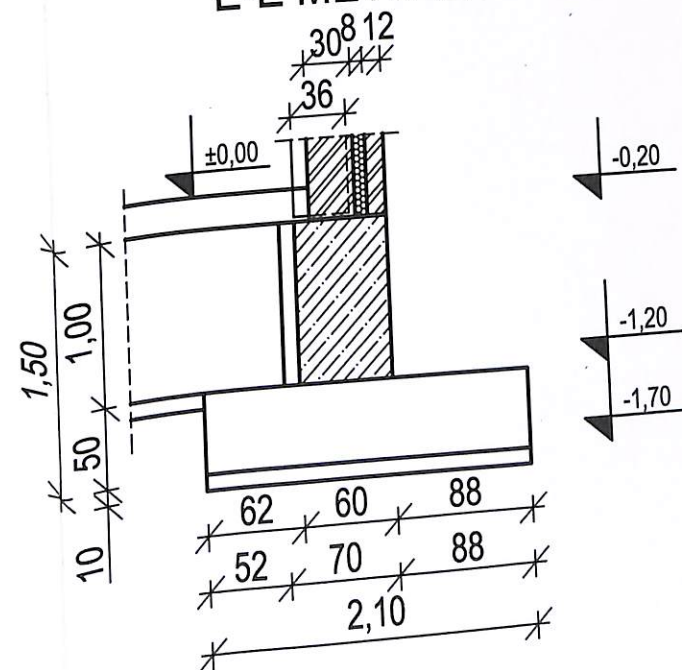
D-D METSZET



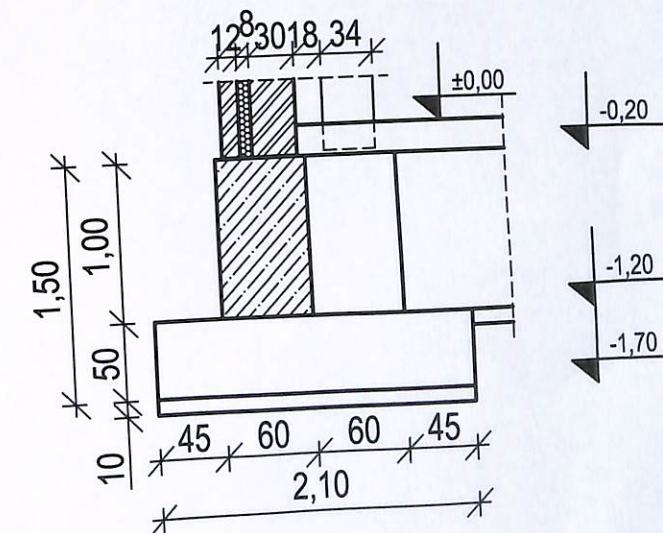
A2 JELÜ ALAPTEST

M=1:50

E-E METSZET



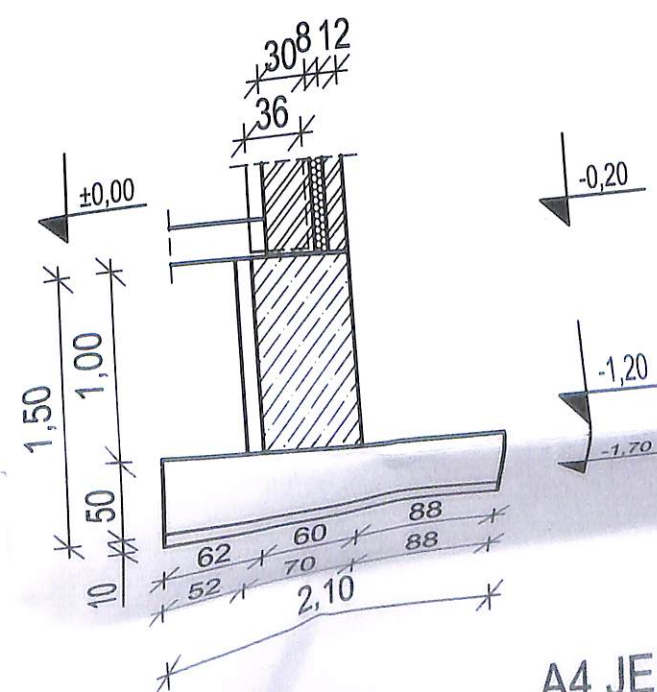
F-F METSZET



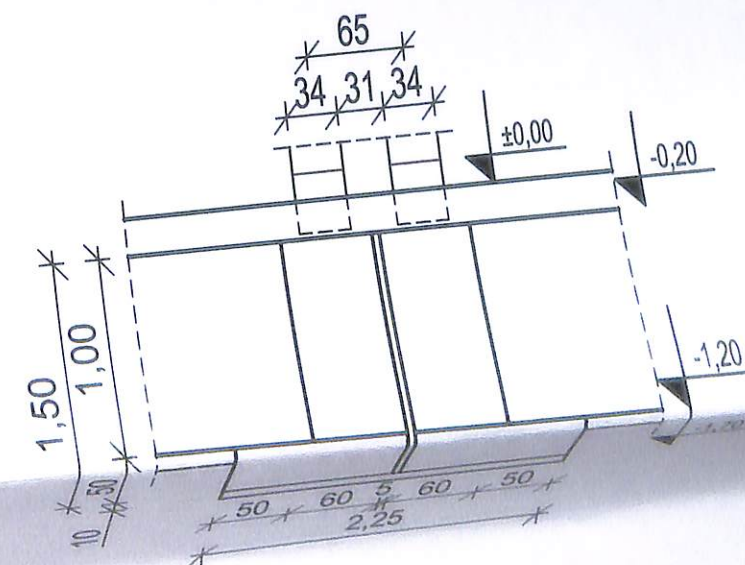
A3 JELÜ ALAPTEST

M=1:50

G-G METSZET



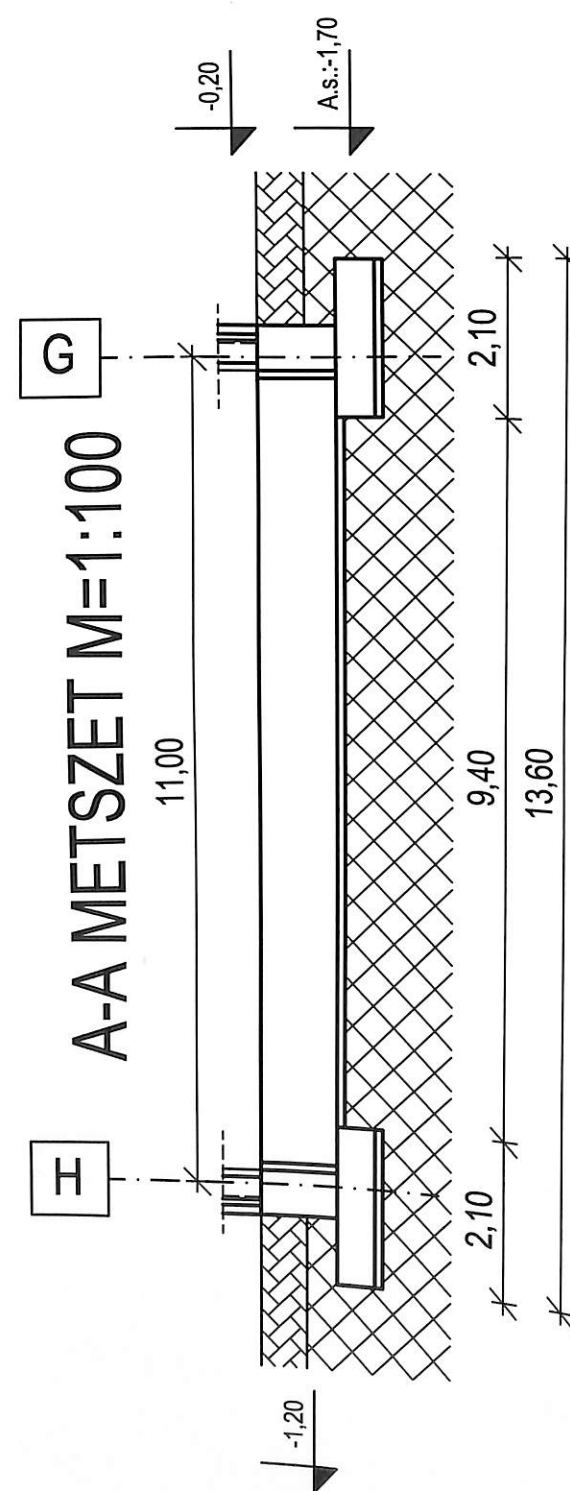
H-H METSZET



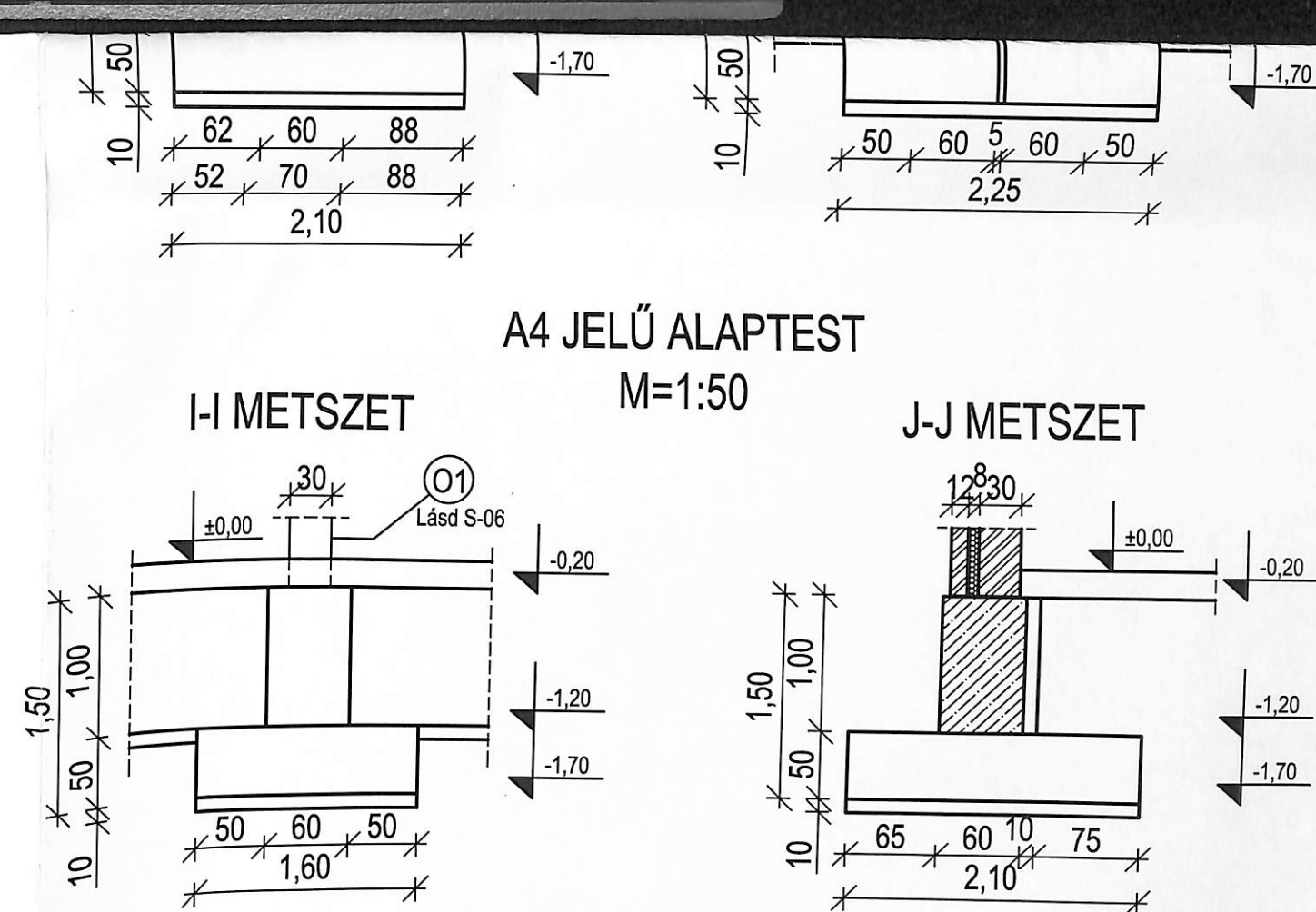
A4 JELÜ ALAPTEST

M=1:50

J-J METSZET



Jel	Készül
A1	19 db
A2	4 db
A3	4 db
A4	2 db



Megjegyzések:

Magassági adatok:

Anyagminőségek:

$\pm 0,00$ =belső padlószint=89,45 mBf.

-0,20=épület körüli járdató szintje

beton: C20/25-X0-24-F3

C20/25-XC2-24-F3

betonacél: B500, B240

szervezeti acél: S235, S460

RR fa: GL32h

természetes fa: C24

csavarok: 6.8; 10.9

7 Kapcsolódó tervek:

VT-01; VT-02; S-02; S-03;

S-04; S-05; S-06; S-07; S-08

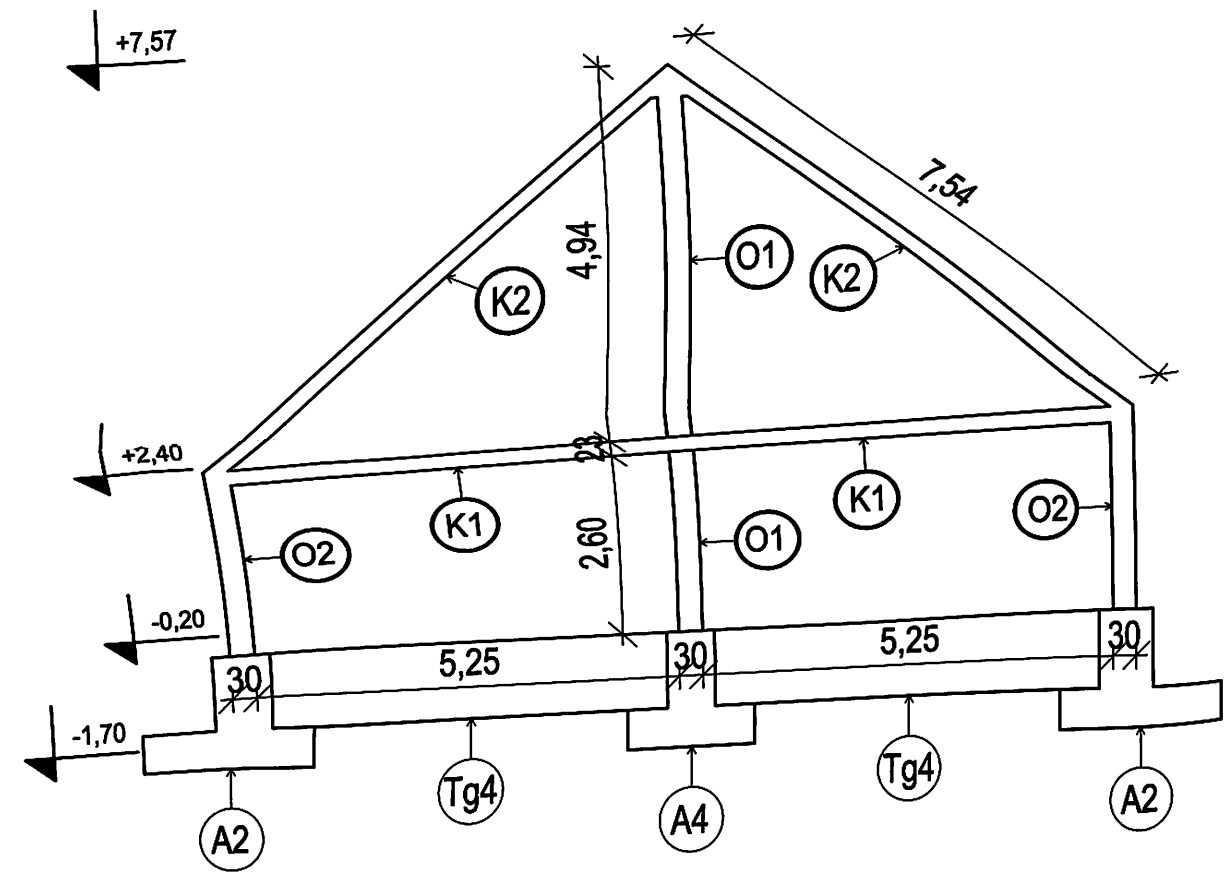
Egyéb: szerelőbeton a vasbeton elemek alatt 10 cm!

SZENT ISTVÁN EGYETEM YBL MIKLÓS ÉPÍTÉSTUDOMÁNYI KAR		
MECHANIKA ÉS TARTÓSZERKEZETEK SZAKCSOPORT		
TERV TÁRGYA	DIPLOMAMUNKA	TERVSZÁM S-01
RAJZ MEGNEVEZÉSE	ALAPOZÁSI TERV	MÉRETARÁNY M=1:100
TERVEZŐ KURUCZ GYULA	KONZULENS HORVÁTH KATALIN	DÁTUM 2015.12.

OROMFAL POZICIÓS TERVE (ELÖLNÉZET)

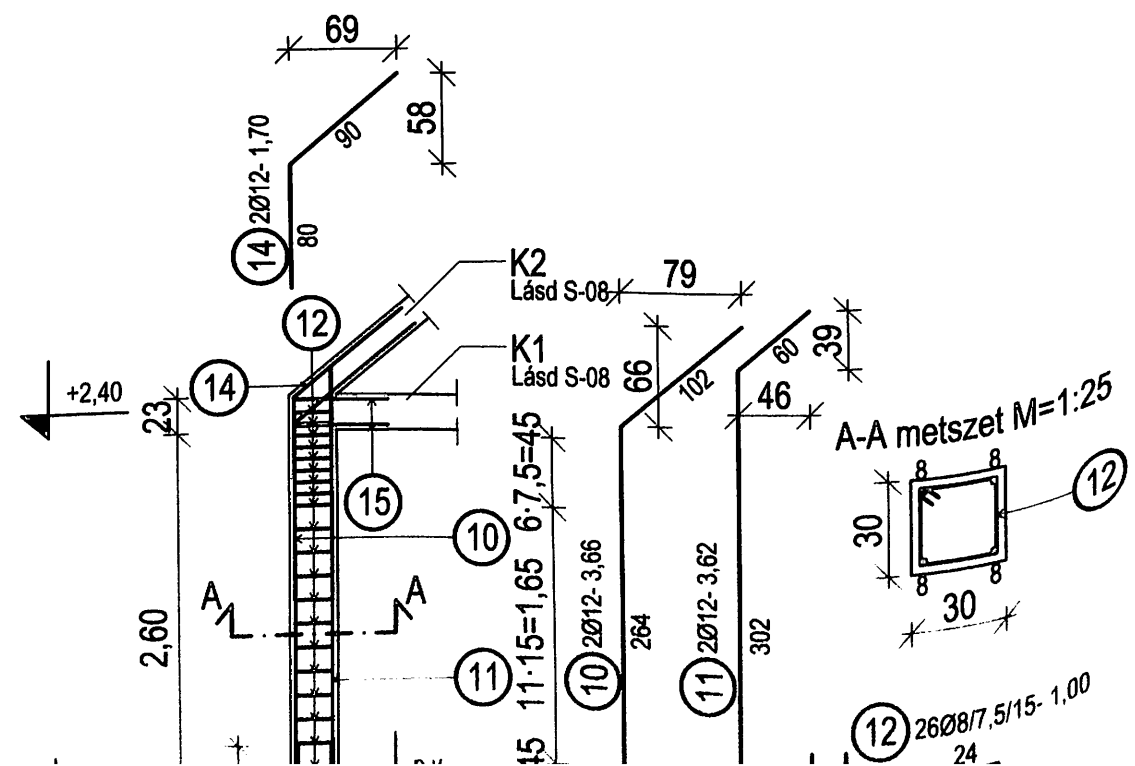
M=1.100

Készül: 2 db



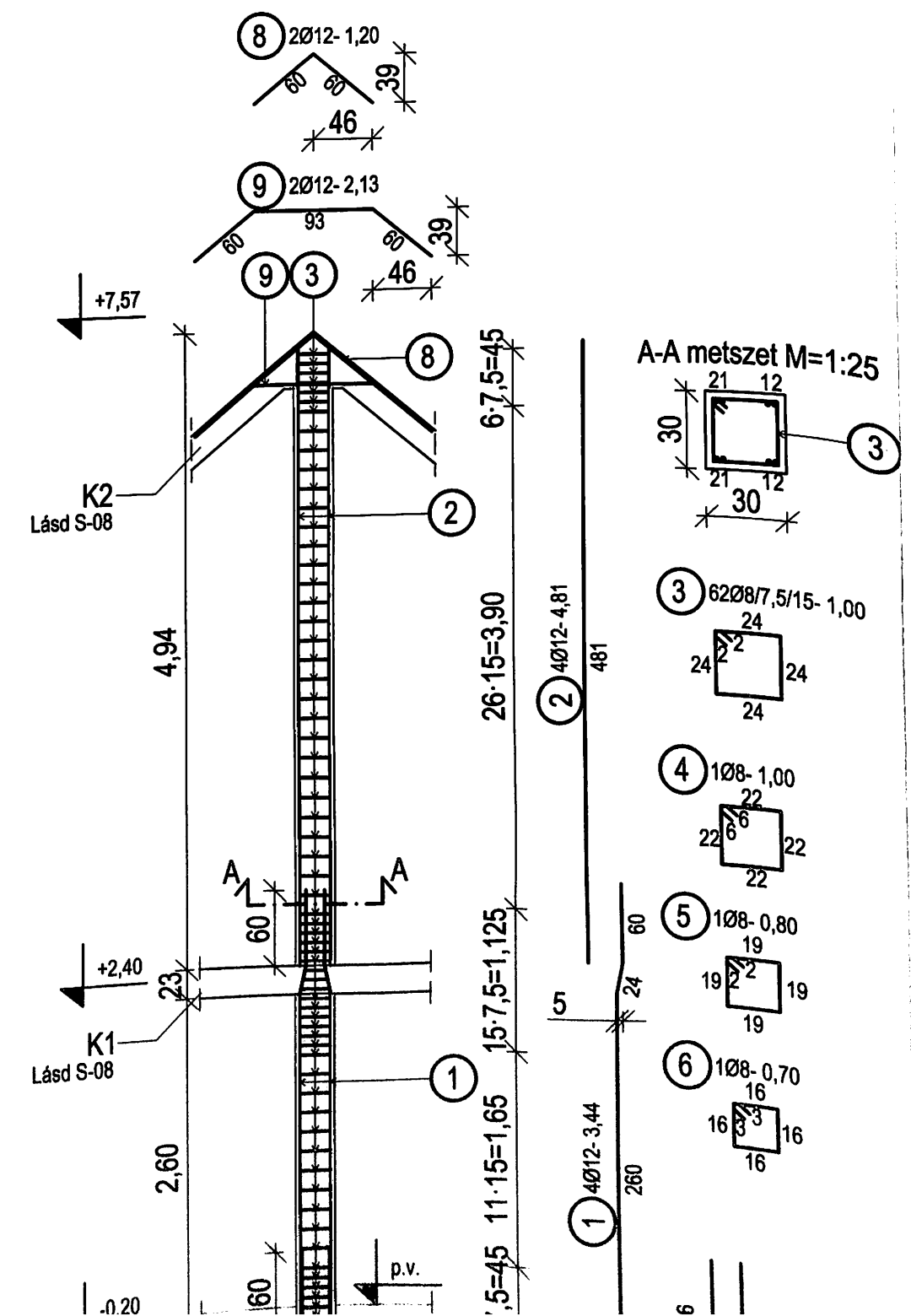
O2 JELŰ OSZLOP VASALÁSI TERVE

Készül: 4 db



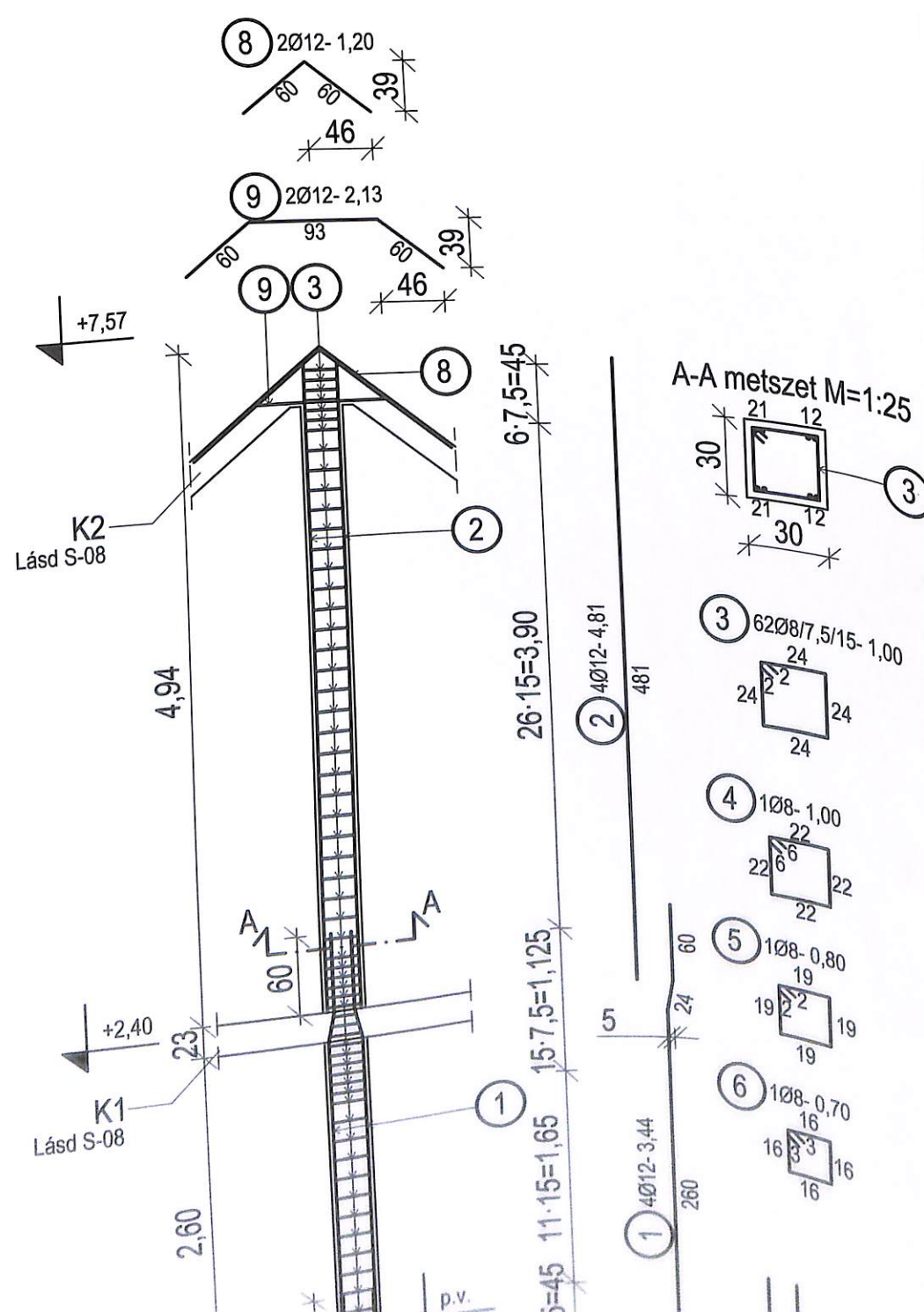
O1 JELŰ OSZLOP VASALÁSI TERVE

Készül: 2 db



O1 JELÜ OSZLOP VASALÁSI TERVE

Készül: 2 db



Betonacélkimutatás (összes oszlopra)					
Jel	Ø(mm)	db	Hossz (m)	ΣHossz (m)	
				B240	B500
				Ø8	Ø12
1	12	8	3,44		27,52
2	12	8	4,81		38,48
3	8	124	1,00	124,00	
4	8	2	1,00	2,00	
5	8	2	0,80	1,60	
6	8	2	0,70	1,40	
7	12	4	3,36		13,44
8	12	4	1,20		4,80
9	12	4	2,13		8,52
10	12	8	3,66		29,28
11	12	8	3,62		28,96
12	8	104	1,00	104,00	
13	12	8	3,36		26,88
14	12	8	1,70		13,60
Összhossz Ø szerint (m)				233,00	191,48
Fajlagos tömeg (kg/m)				0,394	0,887
Össztömeg Ø szerint (kg)				91,80	169,84
Össztömeg (kg)				261,64	

Megjegyzések:
Magassági adatok:

Anyagminőségek:

±0,00=belső padlószint=89,45 mB

-0,20=épület körüli járdató szintje

beton: C20/25-X0-24-F3

C20/25-XC2-24-F3

betonacél: B500, B240

szerkezeti acél: S235, S460

RR fa: GL32h

természetes fa: C24

csavarok: 6.8; 10.9

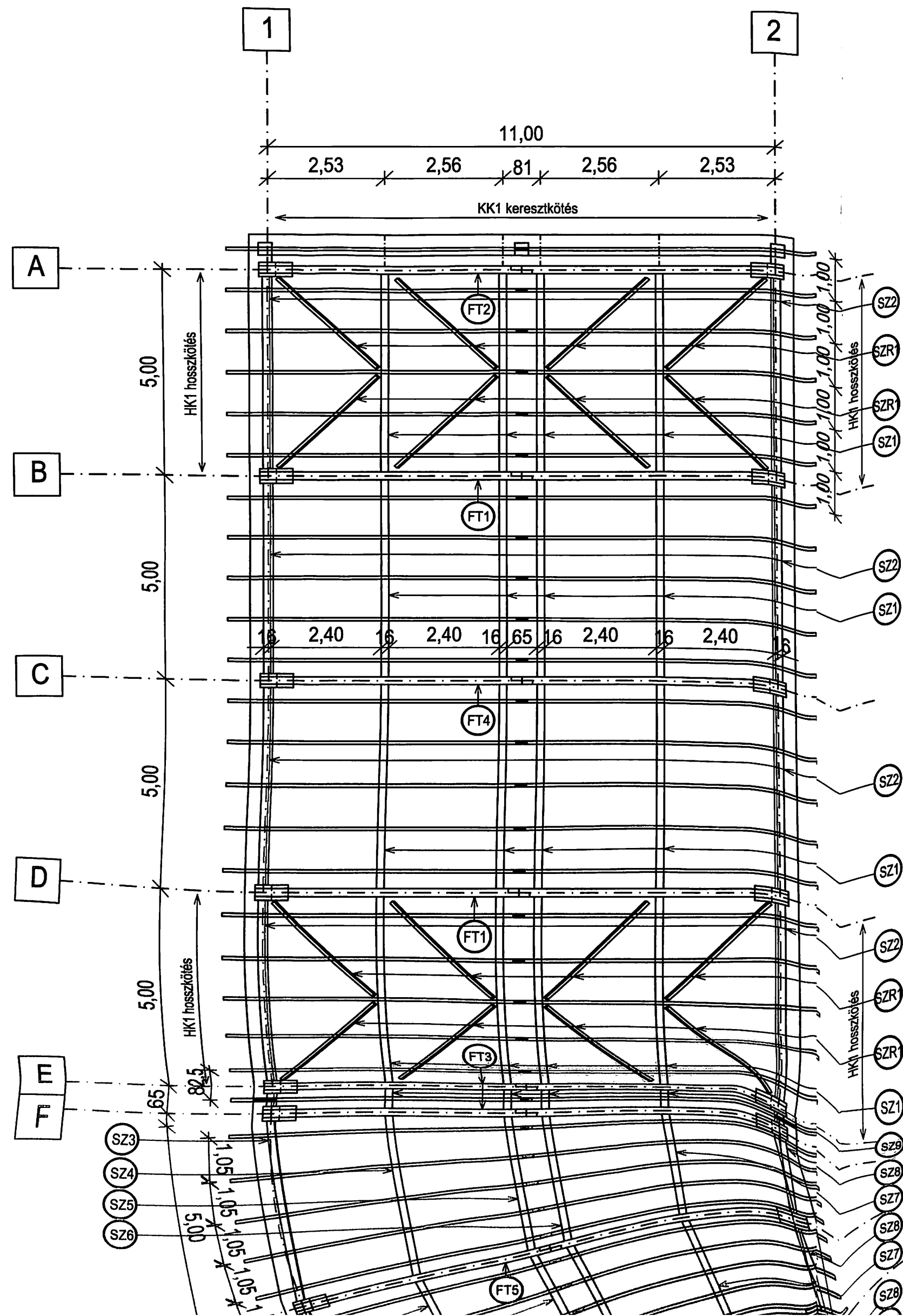
Kapcsolódó tervek:

VT-01; VT-02; S-01; S-02; S-03;

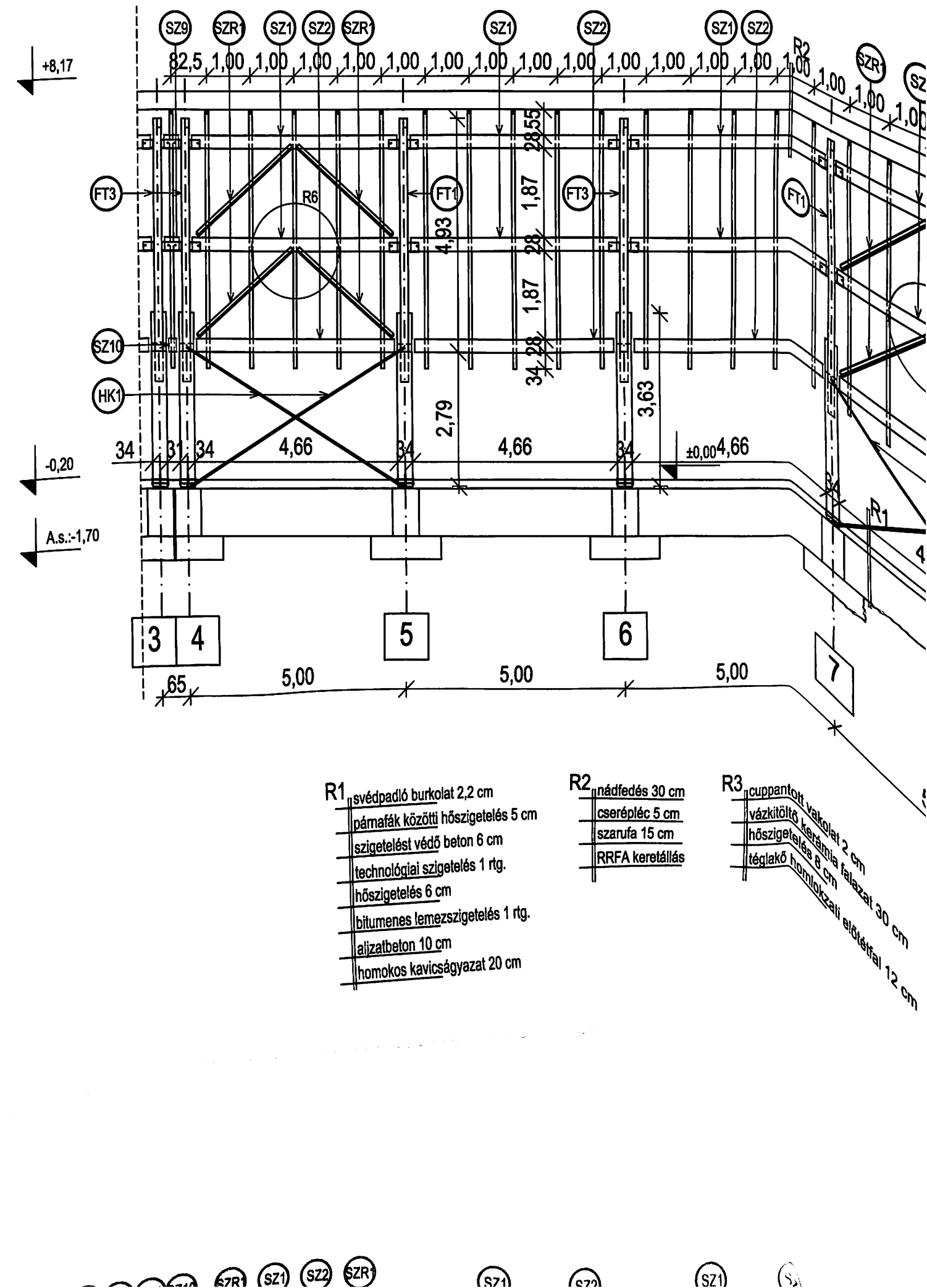
S-04; S-05; S-06; S-08

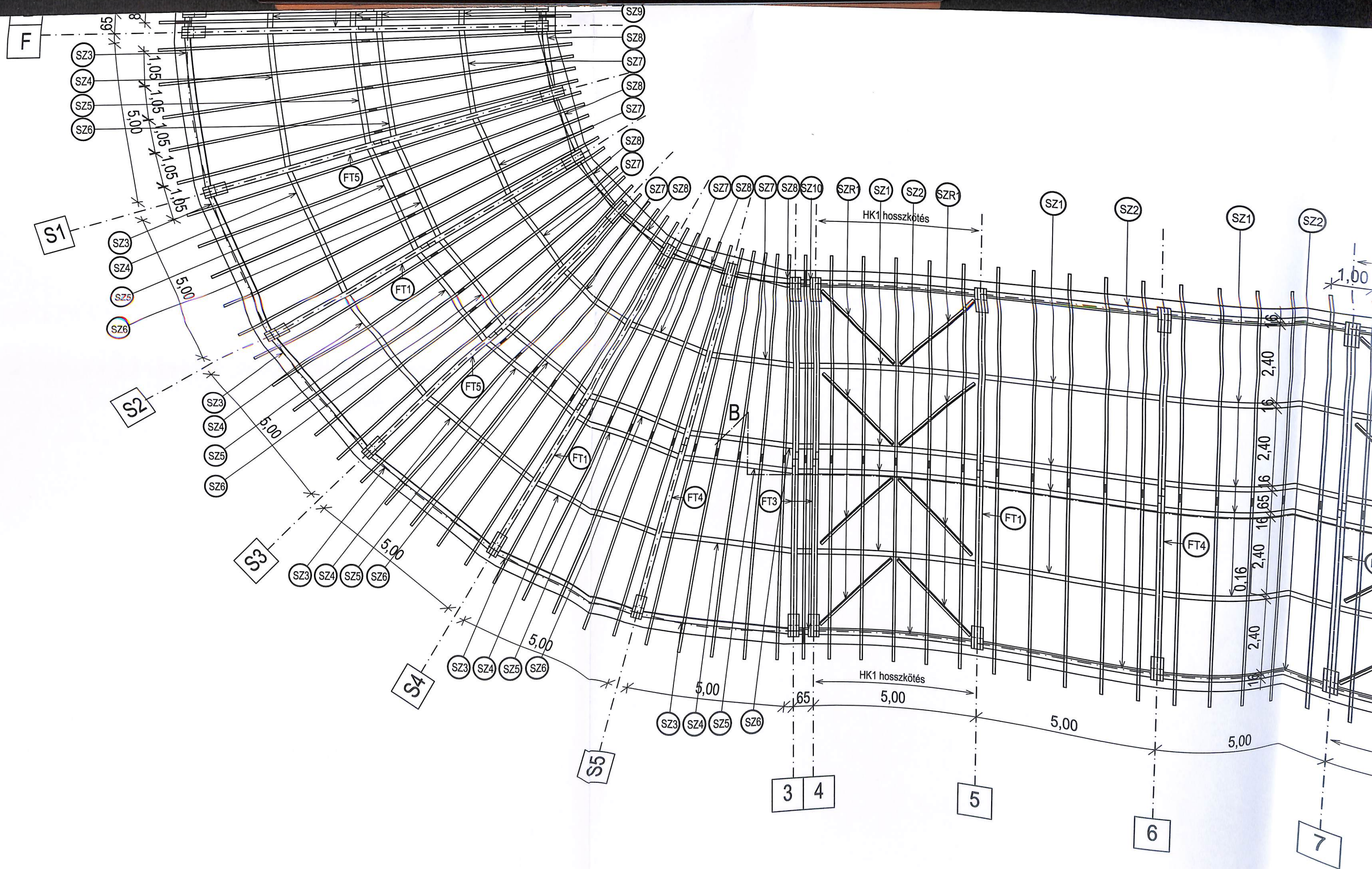
Egyéb: betontakarás kengyelen mérve 30 mm!

FASZERKEZETI TERV M=1:100

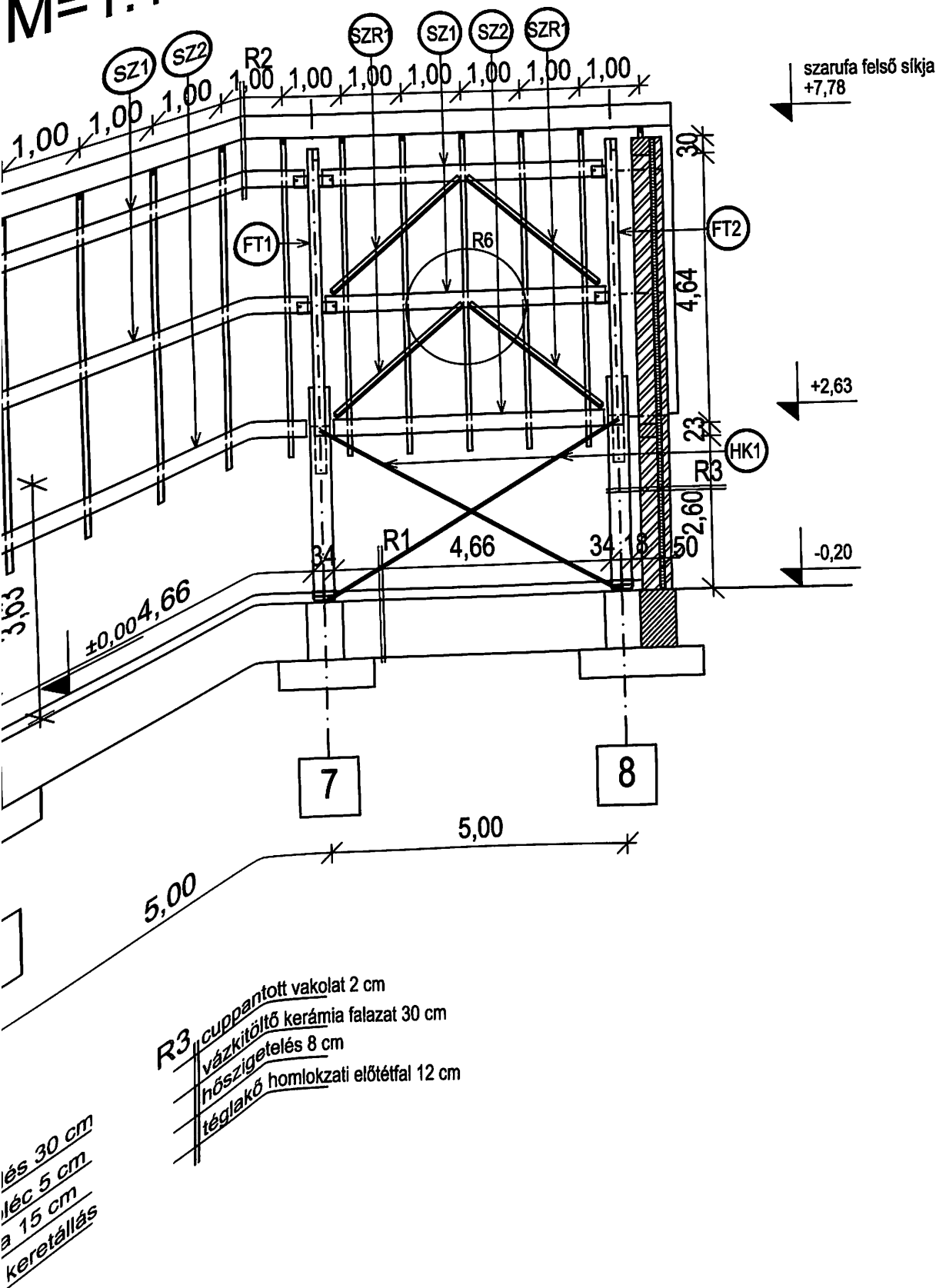


B-B METSZET M=1:100





$M=1:100$



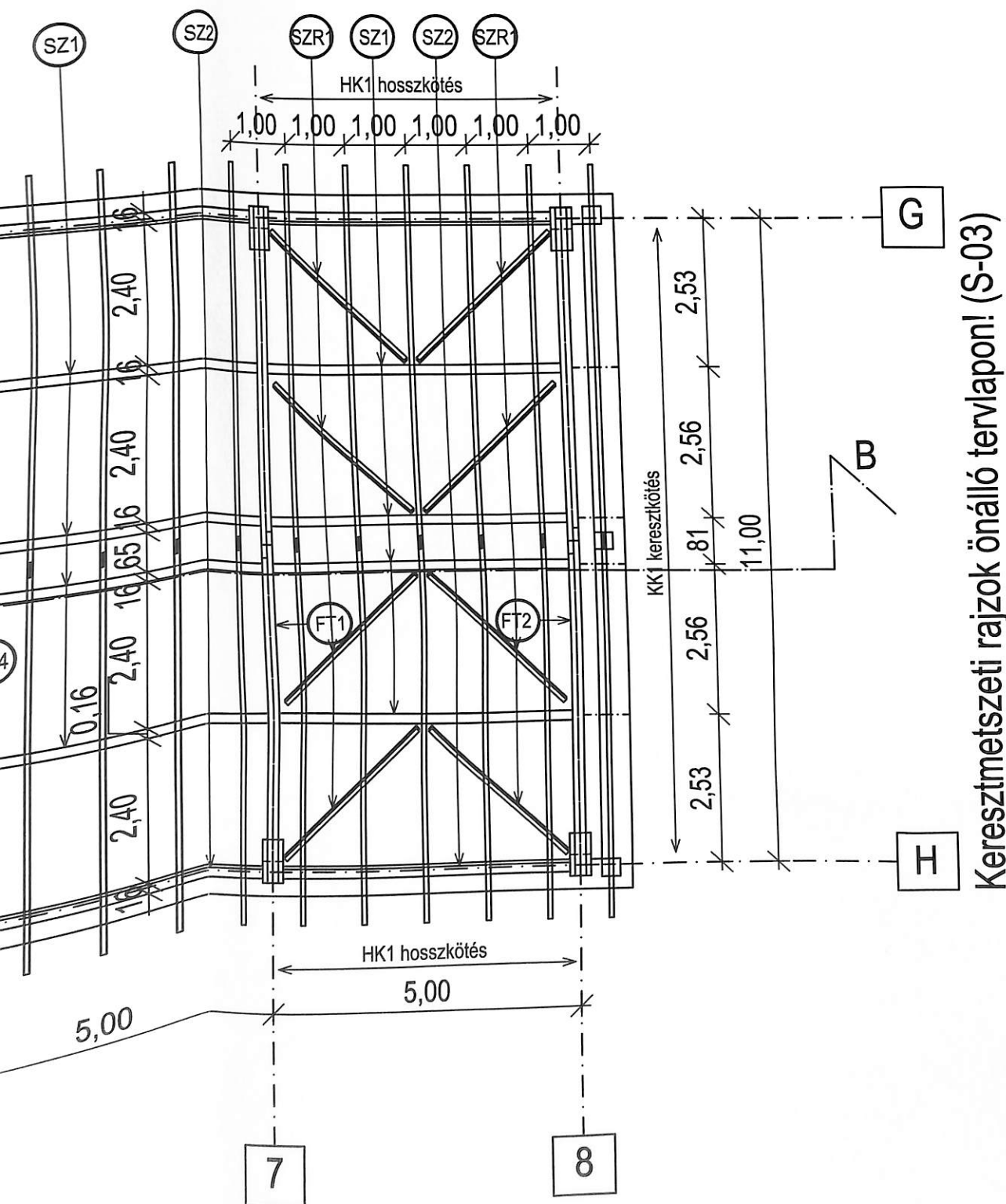
Fa konszignáció

Jel	Megnevezés	Db	Csavar
CS1	átmenő csavar+2 anya+2 faalátét	136	M20 6.8
CS2	átmenő csavar+2 anya+2 faalátét	17	M24 6.8
CS3	átmenő csavar+2 anya+2 faalátét	1088	M20 10.9
CS4	átmenő csavar+2 anya+2 alátét	136	M24 6.8
CS5	átmenő csavar+2 anya+2 alátét	272	M20 6.8
CS6	hatlapfejű facsavar+alátét	576	M10 6.8
CS7	átmenő csavar+2 anya+2 alátét	288	M10 6.8
CS8	átmenő csavar+2 anya+faalátét+alátét	96	M20 6.8
CS9	csavar+anya+alátét	32	M12 6.8
CS10	átmenő csavar+2 anya+2 faalátét	64	M12 6.8
CS11	átmenő csavar+2 anya+2 alátét	16	M16 6.8
CS12	átmenő csavar+2 anya+faalátét+alátét	128	M20 6.8
CS13	átmenő csavar+2 anya+2 faalátét	64	M12 6.8
CS14	csavar+anya+alátét	32	M12 6.8
CS15	átmenő csavar+2 anya+faalátét+alátét	24	M12 6.8
CS16	átmenő csavar+2 anya+faalátét+alátét	64	M12 6.8
CS17	átmenő csavar+2 anya+2 alátét	8	M12 6.8
CS18	átmenő csavar+2 anya+2 alátét	32	M12 6.8
CS19	átmenő csavar+2 anya+2 alátét	24	M12 6.8
VF1	villás fej Ø36 (HALFEN)	32	
VF2	villás fej Ø27 (HALFEN)	32	
	keresztkarmantyú Ø36 (HALFEN)	32	

[illegible]

Acél konszignáció

Jel	Megnevezés	Db	Szelvény	Hossz (mm)	ΣHossz (mm)	Tömeg (kg/m)	Tömeg (kg/db)	Össztömeg (kg/jel)
	laposacél	34	340-12	360	12240	32,03	11,531	392,05
I.1	laposacél	34	200-14	230	7820	21,98	5,055	171,87
I.2	laposacél	17	300-10	310	5270	23,55	7,301	124,11
II.1	laposacél	128	250-12	204	26112	23,55	4,804	614,94
III.1	laposacél	128	250-12	220	28160	23,55	5,181	663,17
III.2	laposacél	128	160-12	240	30720	15,07	3,617	462,95
III.3	laposacél	16	160-10	280	4480	12,56	3,517	56,27
IV.1	laposacél	16	280-10	10	160	21,98	0,220	3,52
IV.2	laposacél	16	120-10	250	4000	9,42	2,355	37,68
IV.3	laposacél	32	100-10	280	8960	7,85	2,198	70,34
IV.4	laposacél	32	150-10	200	6400	11,78	2,356	75,39
V.1	laposacél	32	90-10	200	6400	7,07	1,414	45,25
V.2	laposacél	32	100-10	280	8960	7,85	2,198	70,34
V.3	laposacél	8	340-20	75	600	53,38	4,004	32,03
VI.1	laposacél	16	220-30	130	2080	51,81	6,735	107,76
VI.2	laposacél	16	120-20	170	2720	18,9	3,213	51,41
VII.1	laposacél	16	220-30	130	2080	51,81	6,735	107,76
VII.2	laposacél	4	340-20	340	1360	53,38	18,149	72,60
VIII.1	laposacél	4	120-20	170	680	18,9	3,213	12,85
VIII.2	laposacél	8	340-20	96	768	53,38	5,124	41,00
VIII.3	laposacél	16	120-20	170	2720	18,9	3,213	51,41
	laposacél	16	380-20	200	3200	59,66	11,932	190,61



VI.2	laposacél	16	220-30	130	2080	51,81	6,735	107,76
VII.1	laposacél	16	120-20	170	2720	18,9	3,213	51,41
VII.2	laposacél	16	220-30	130	2080	51,81	6,735	107,76
VIII.1	laposacél	4	340-20	340	1360	53,38	18,149	72,60
VIII.2	laposacél	4	120-20	170	680	18,9	3,213	12,85
VIII.3	laposacél	8	340-20	96	768	53,38	5,124	41,00
IX.1	laposacél	16	120-20	170	2720	18,9	3,213	51,41
IX.2	laposacél	16	380-20	200	3200	59,66	11,932	190,61
IX.3	laposacél	32	200-20	82	2624	31,4	2,575	82,39
X.1	laposacél	12	200-20	170	2040	31,4	5,338	64,06
X.2	laposacél	12	200-20	220	2640	31,4	6,908	82,90
X.3	laposacél	24	200-20	180	4320	31,4	5,652	135,65
SZA1	szögacél	148	L50.50.5	275	40700	3,77	1,037	153,44
HK1	feszítőrúd(HALFEN)	8	Ø36	5603	44824	7,98	44,71	357,70
HK1	feszítőrúd(HALFEN)	16	Ø36	2710	43360	7,98	21,626	346,01
KK1	feszítőrúd(HALFEN)	4	Ø27	11236	44944	4,83	54,27	217,08
KK2	feszítőrúd(HALFEN)	12	Ø27	7300	87600	4,83	35,259	423,11
Összesen								4967,29 kg

Megjegyzések:

Magassági adatok:

±0,00=belső padlószint=89,45 mBf.

-0,20=épület körüli járdató szintje

Anyagminőségek:

beton: C20/25-X0-24-F3

C20/25-XC2-24-F3

betonacél: B500, B240

szerkezeti acél: S235, S460

RR fa: GL32h

természetes fa: C24

csavarok: 6.8; 10.9

Kapcsolódó tervek:

VT-01; VT-02; S-01; S-03;

S-04; S-05; S-06; S-07; S-08

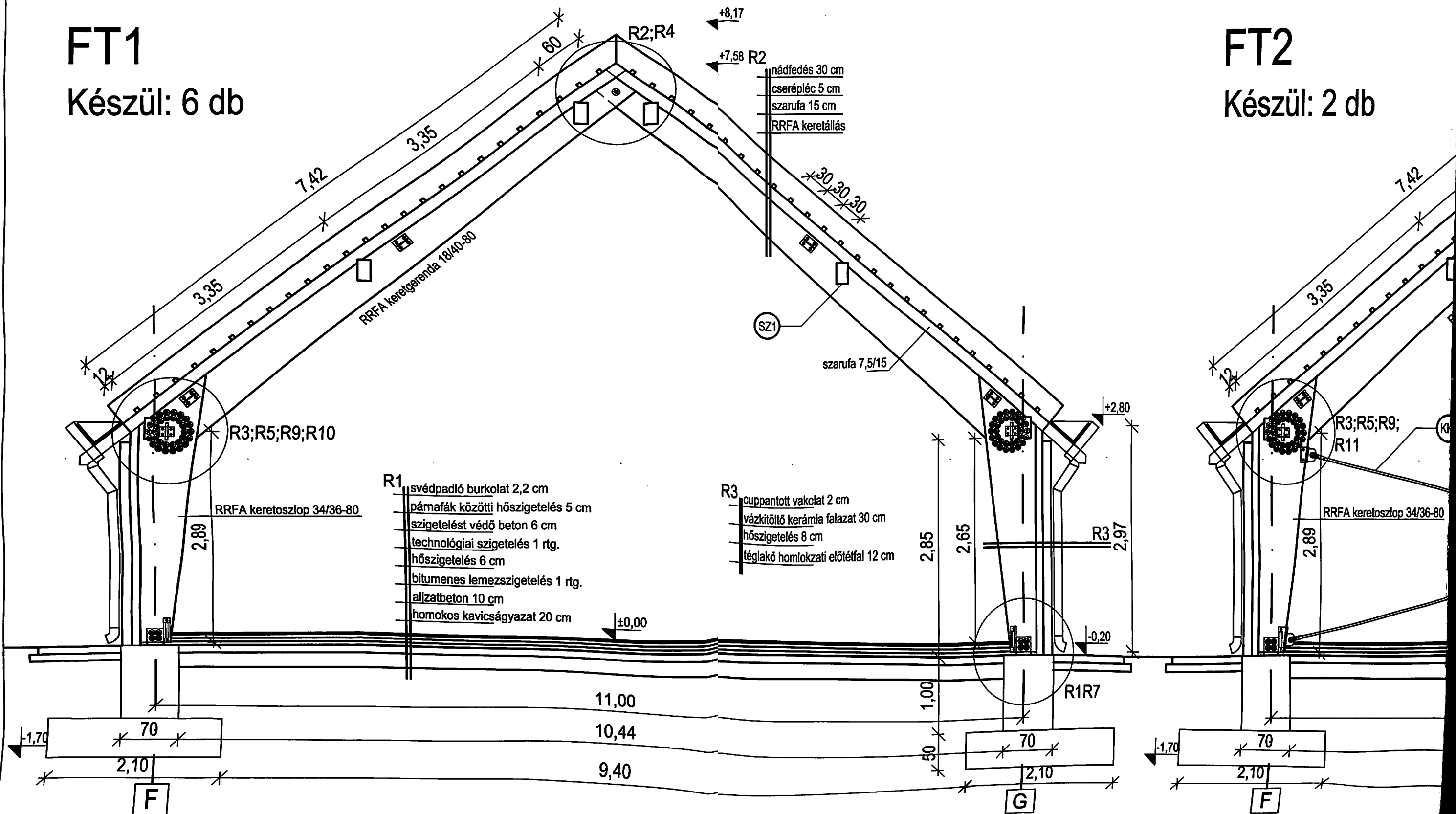
SZENT ISTVÁN EGYETEM YBL MIKLÓS ÉPÍTÉSTUDOMÁNYI KAR		
MECHANIKA ÉS TARTÓSZERKEZETEK SZAKCSOPORT		
TERV TÁRGYA	DIPLOMAMUNKA	TERVSZÁM S-02
RAJZ MEGNEVEZÉSE	FASZERKEZETI TERV	MÉRÉTARÁNY M=1:100
TERVEZŐ	KURUCZ GYULA	KONZULENS HORVÁTH KATALIN
		DÁTUM 2015.12.

FT1

Készül: 6 db

FT2

Készül: 2 db

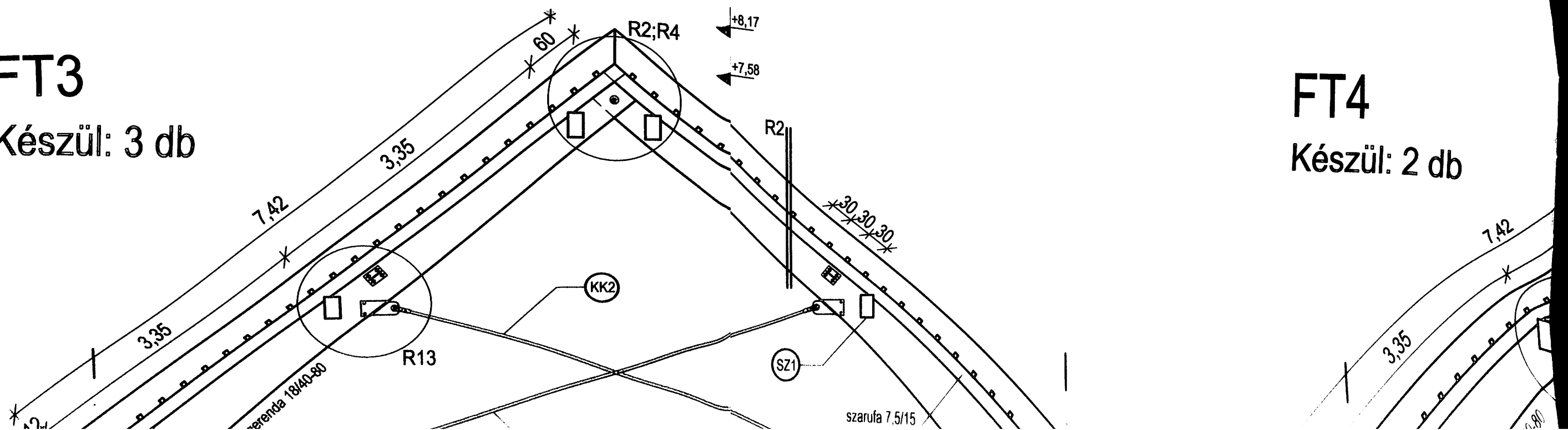


FT3

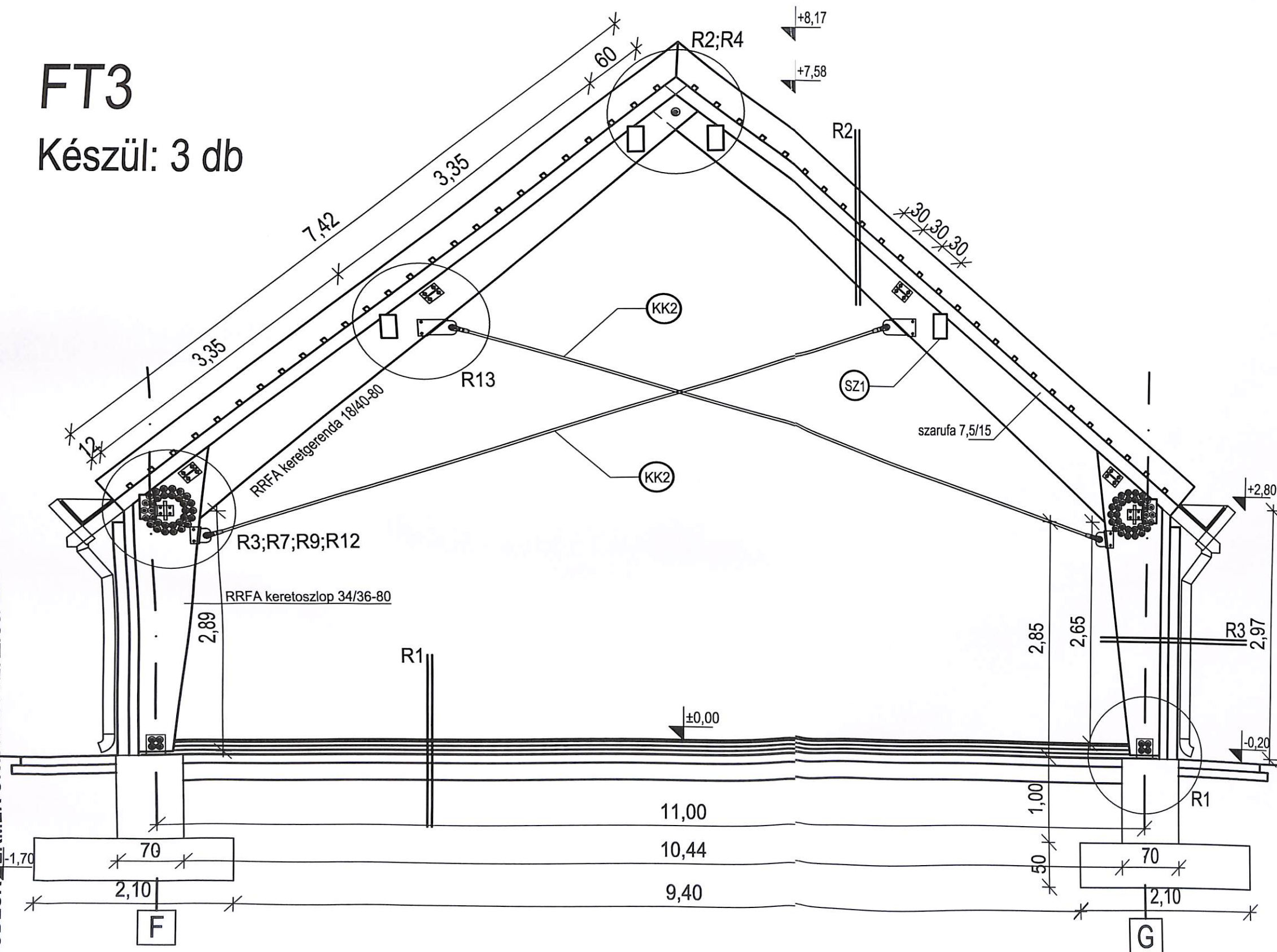
Készül: 3 db

FT4

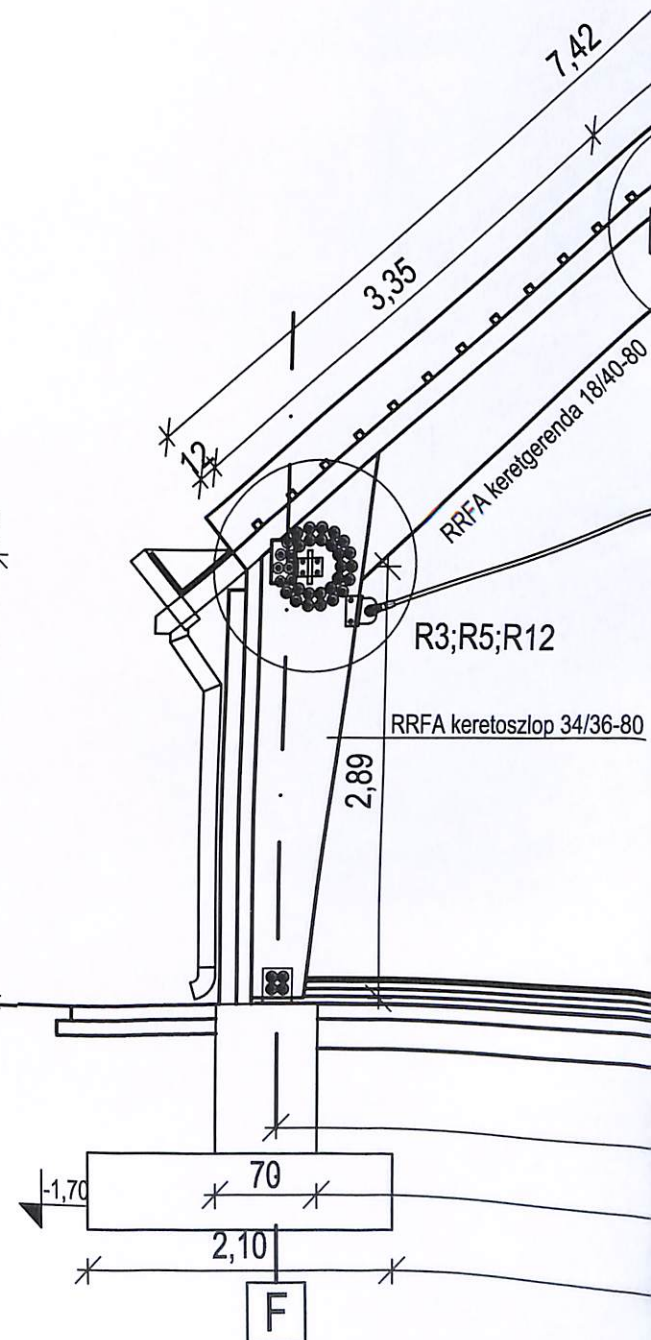
Készül: 2 db



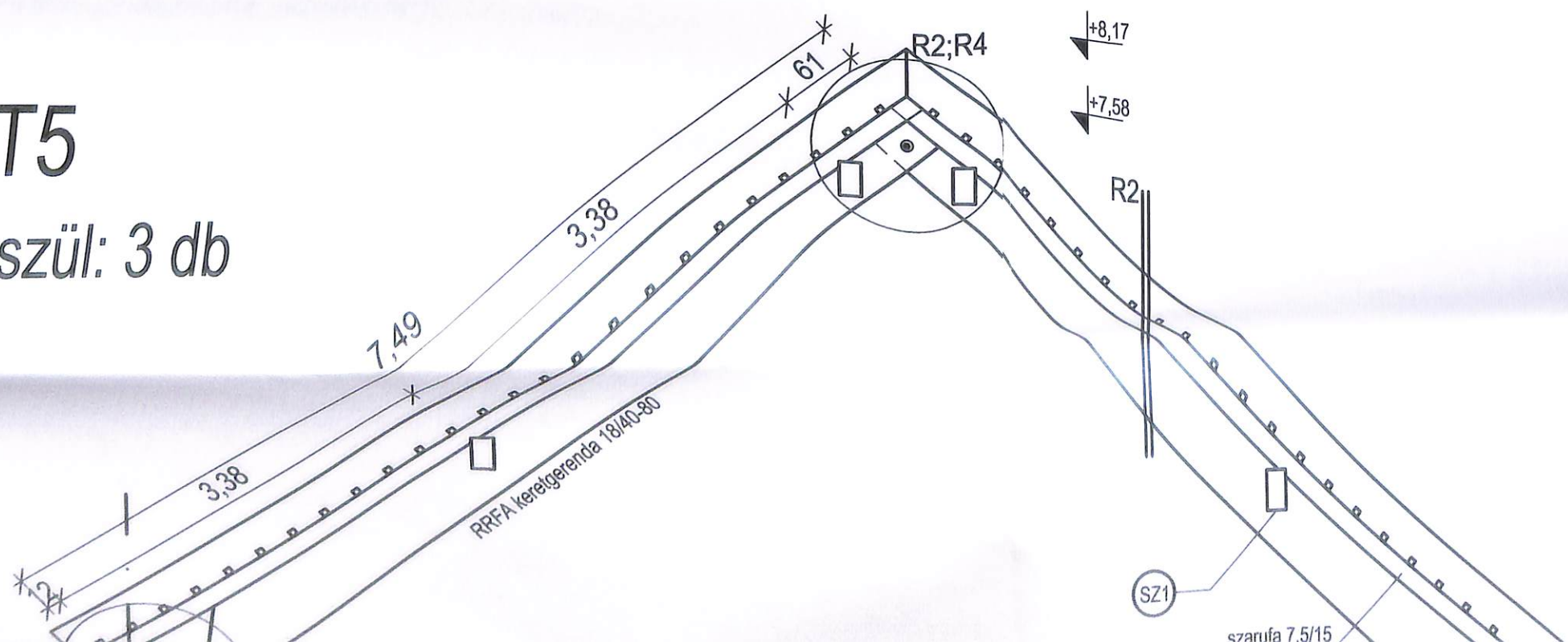
Készül: 3 db

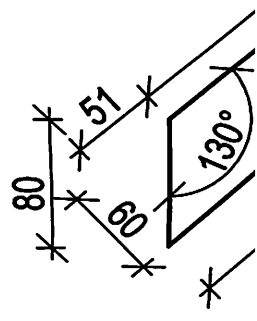
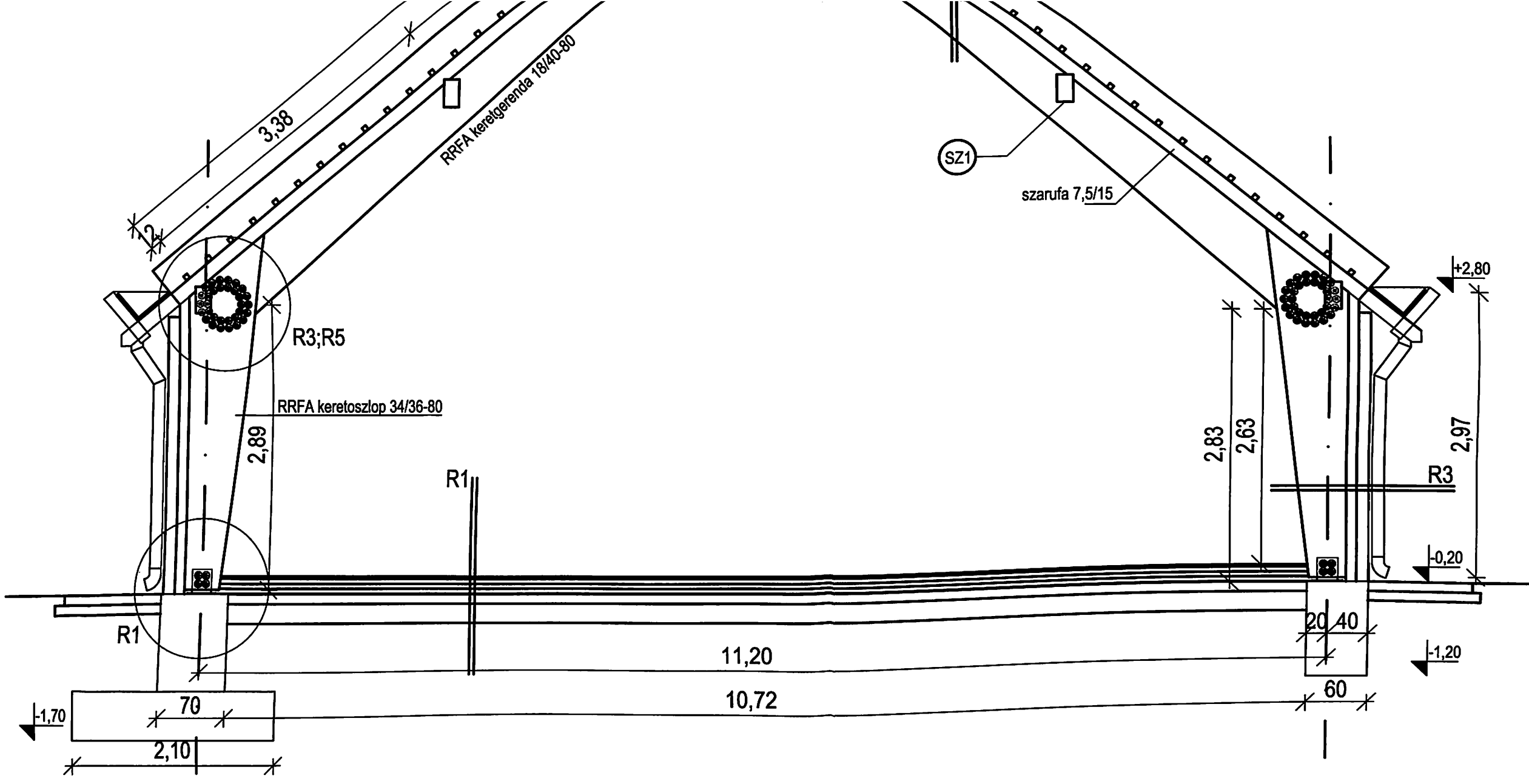


Készül: 2 db



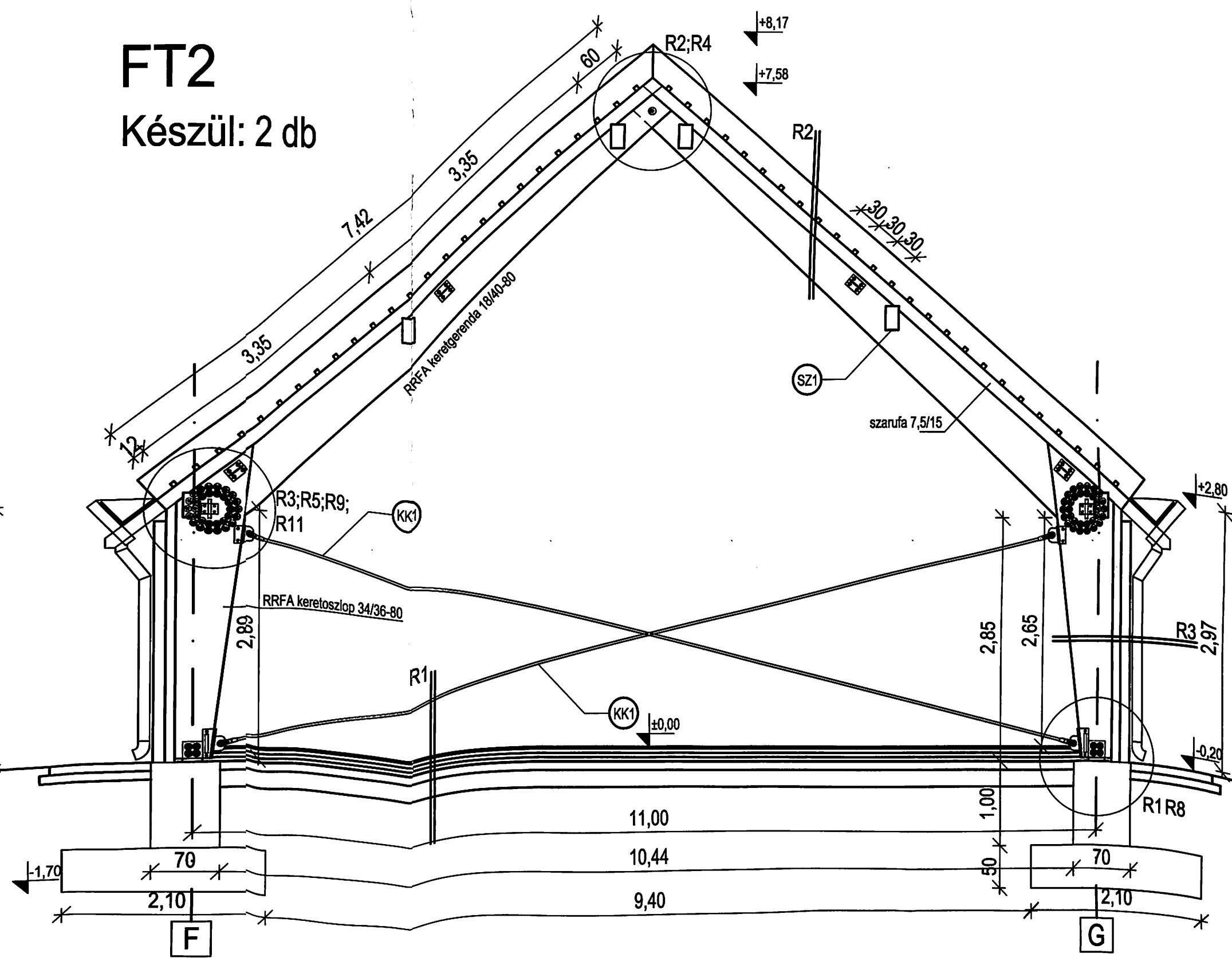
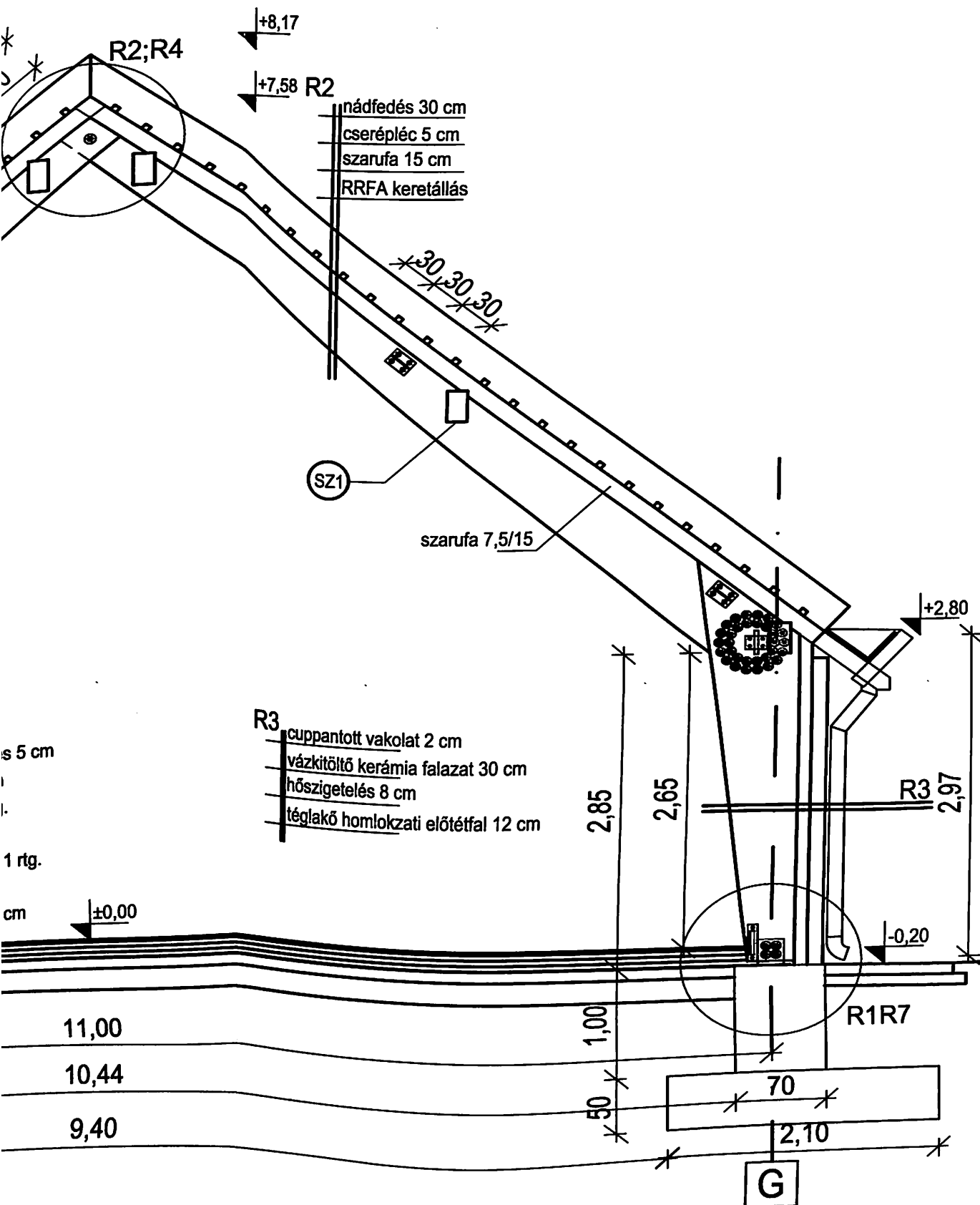
Készül: 3 db





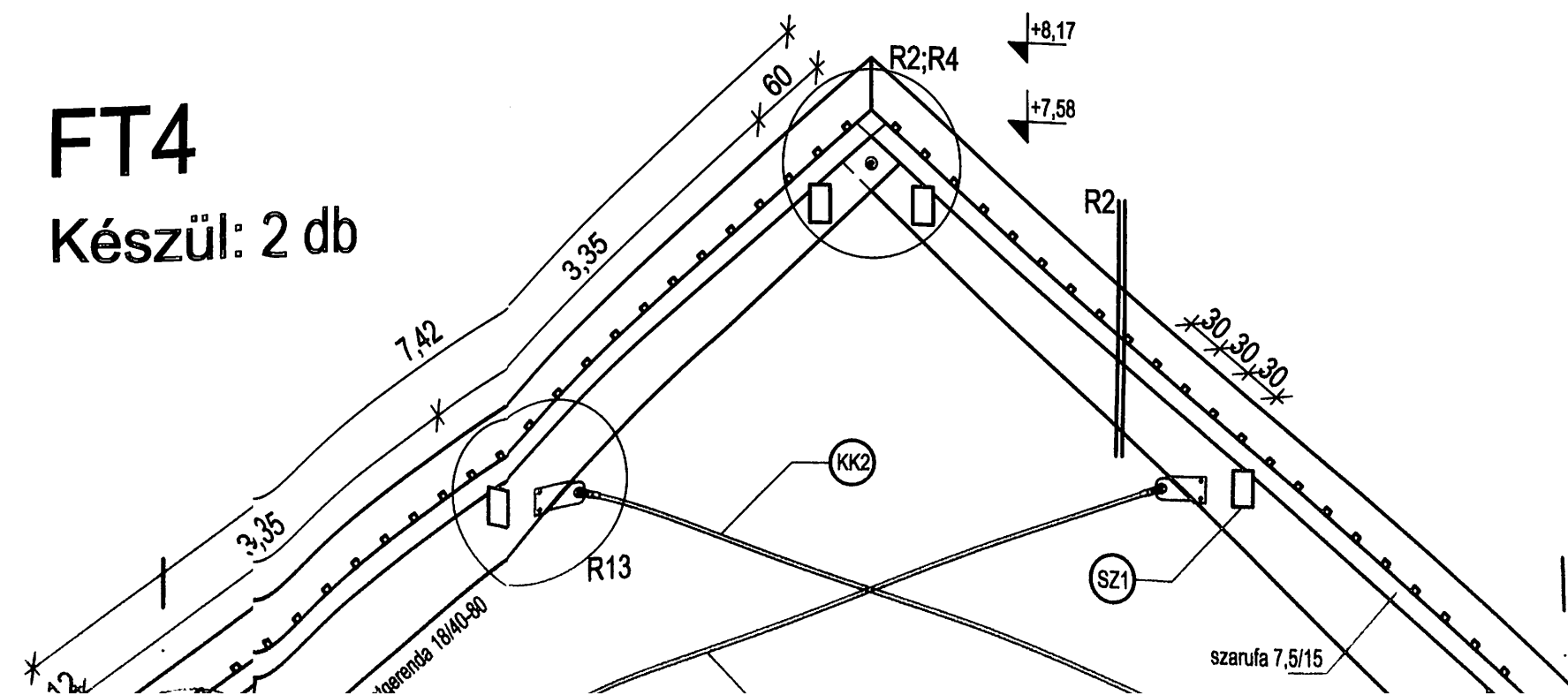
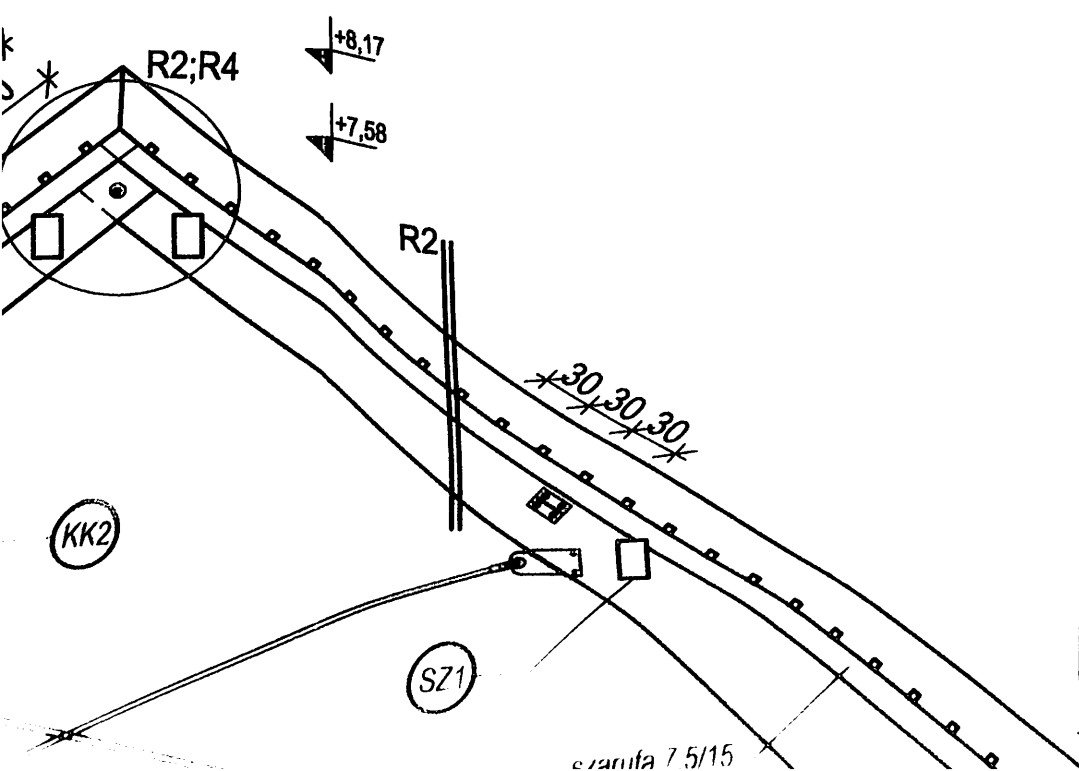
FT2

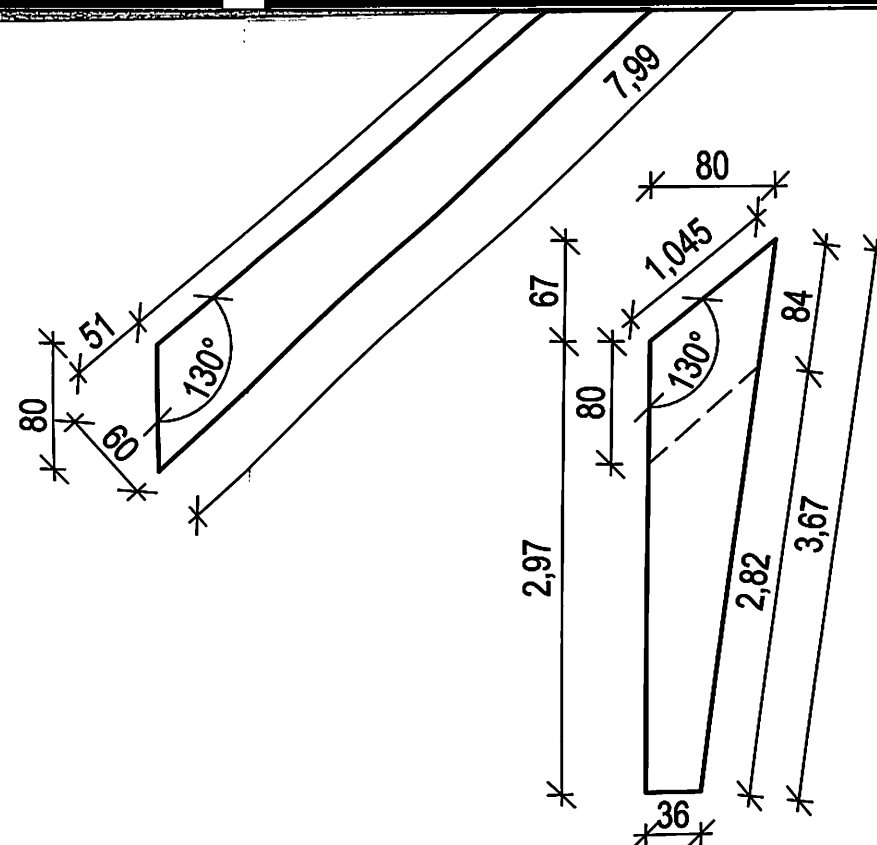
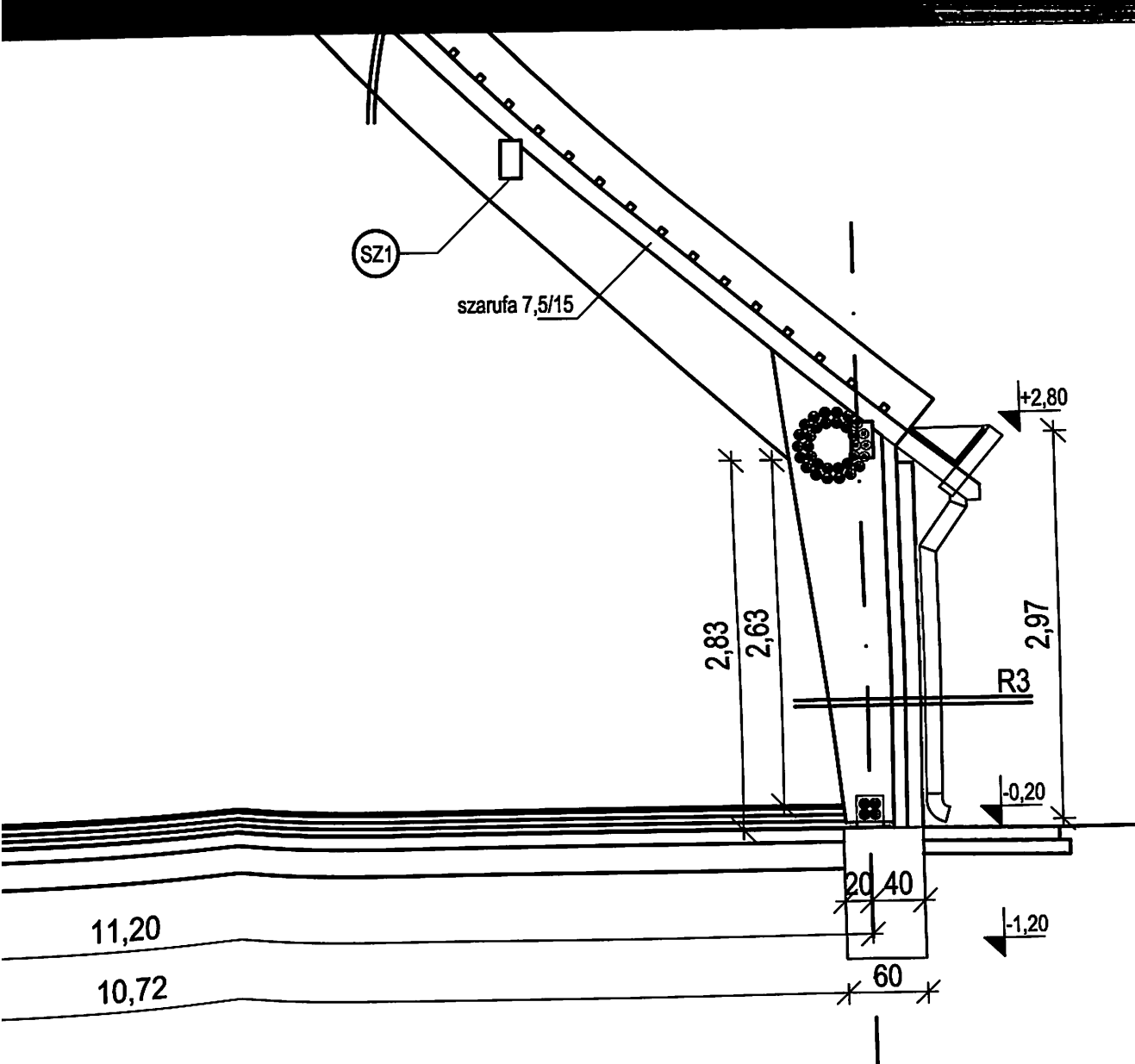
Készül: 2 db



FT4

Készül: 2 db





Megjegyzések:

Magassági adatok:

Anyagminőségek:

±0,00=belső padlószint=89,45 mBf.

-0,20=épület körüli járdató szintje

beton: C20/25-X0-24-F3

C20/25-XC2-24-F3

betonacél: B500, B240

szerkezeti acél: S235, S460

RR fa: GL32h

természetes fa: C24

csavarok: 6.8; 10.9

Kapcsolódó tervek: VT-01; VT-02; S-01; S-02; S-04;

S-05; S-06; S-07; S-08

Egyéb: varratok gyökmérete= 5mm!

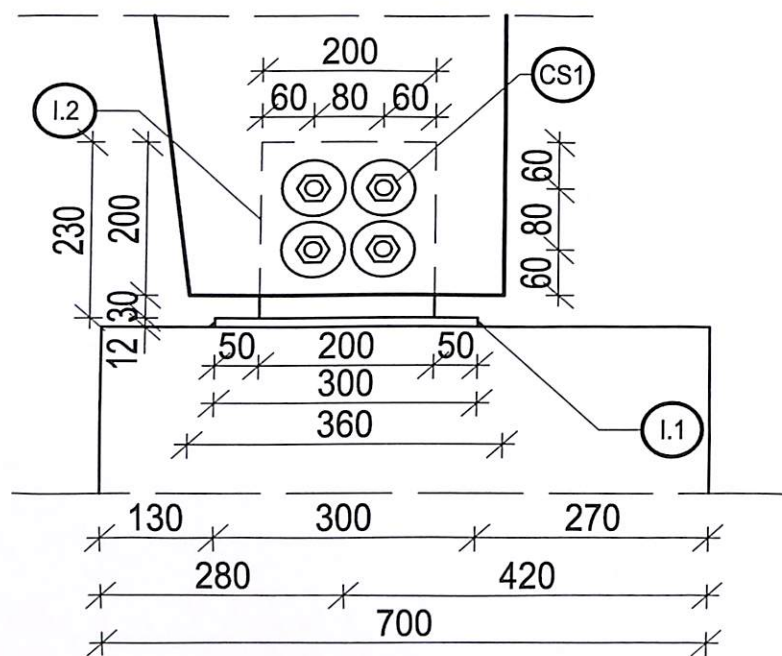
A merevítések HALFEN Detan rúdrendszerek műszaki előírásai alapján kialakítandóak!

SZENT ISTVÁN EGYETEM YBL MIKLÓS ÉPÍTÉSTUDOMÁNYI KAR		
MECHANIKA ÉS TARTÓSZERKEZETEK SZAKCSOPORT		
TERV TÁRGYA	DIPLOMAMUNKA	TERVSZÁM
		S-03
RAJZ MEGNEVEZÉSE	KERESZTMETSZETEK	MÉRETARÁNY
		M=1:50
TERVEZŐ	KURUCZ GYULA	KONZULENS
		HORVÁTH KATALIN
		DÁTUM
		2015.12.

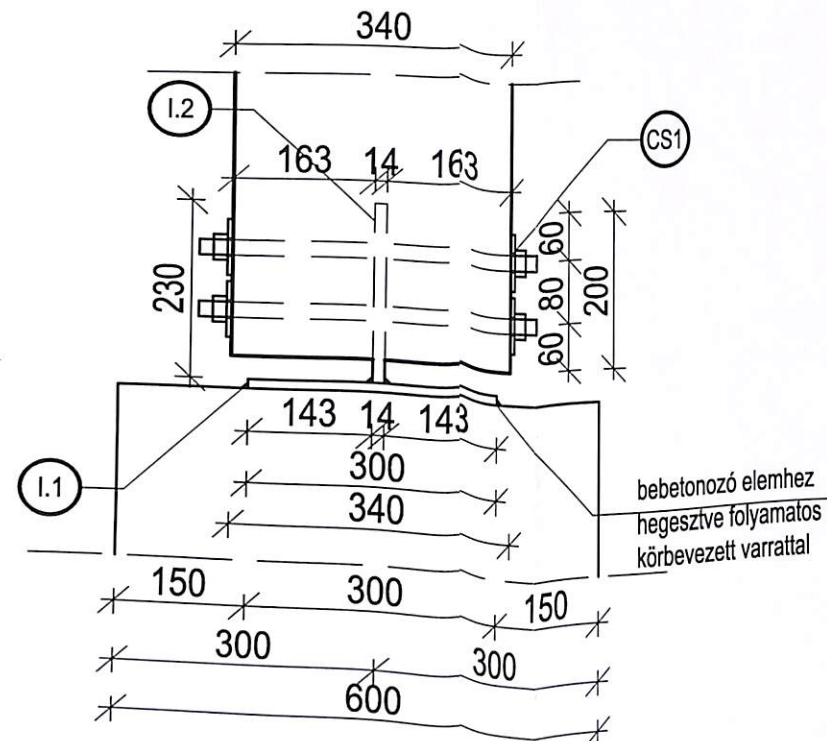
AUTODESK TERCMEK OKTATÁSI VERZIÓJÁVAL KÉSZÜLT

R1

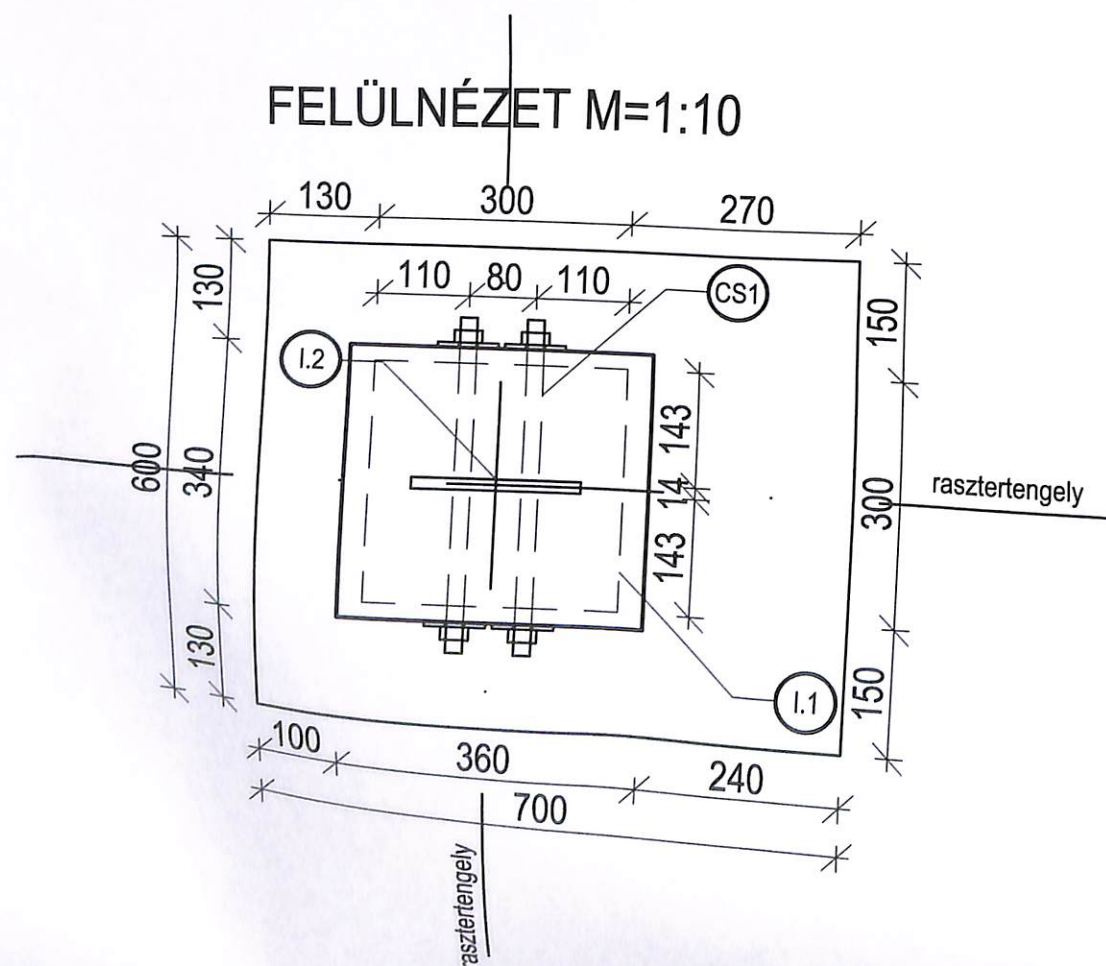
ELÖLNÉZET M=1:10



OLDALNÉZET M=1:10

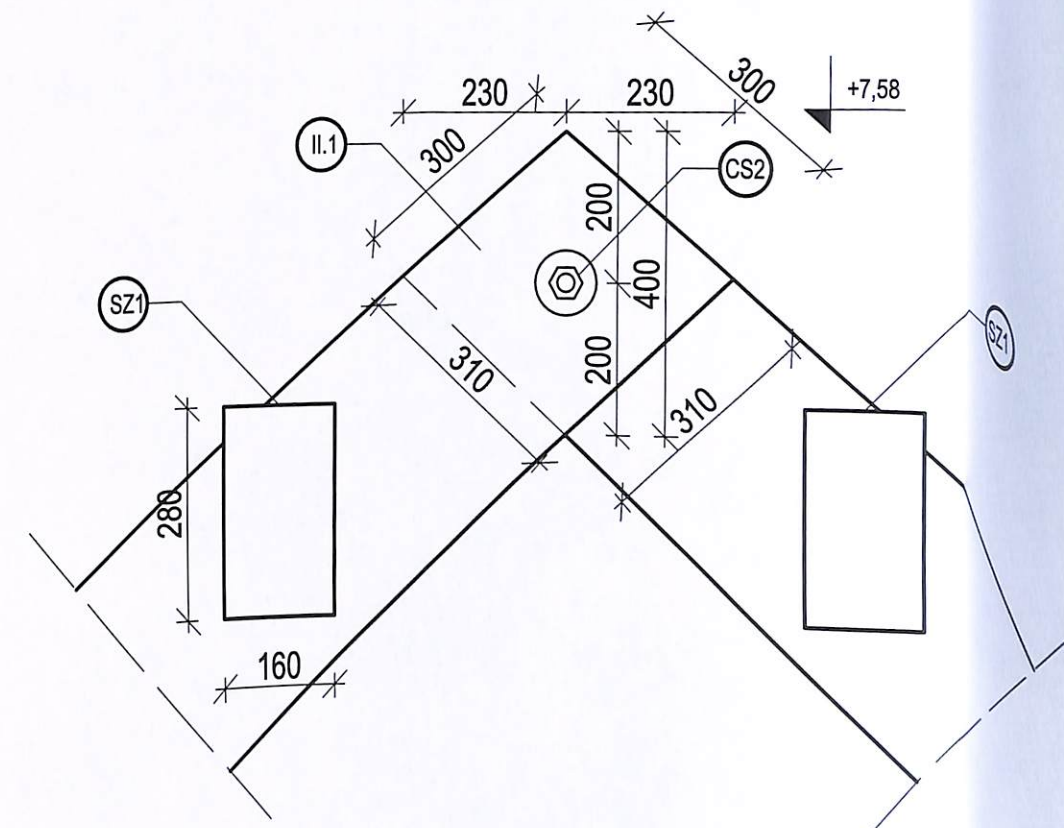


FELÜLNÉZET M=1:10

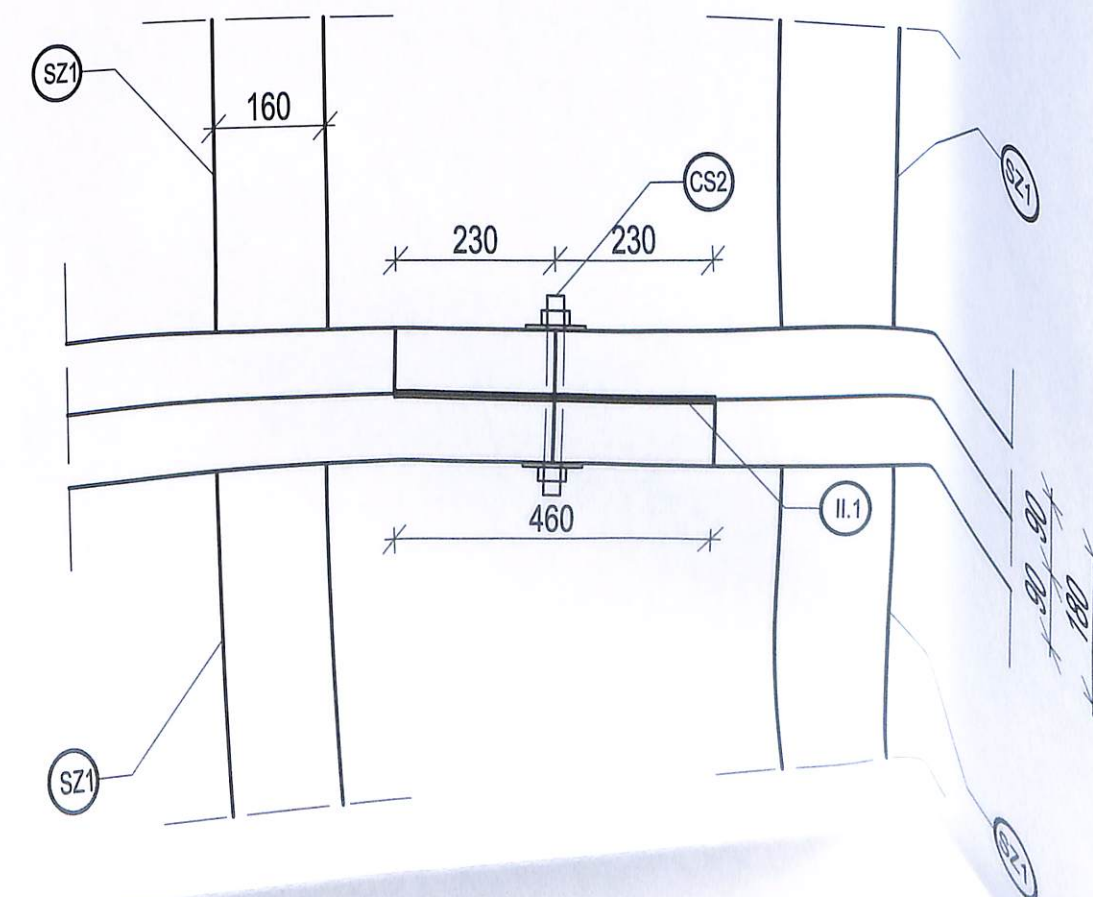


R2

ELÖLNÉZET M=1:10



FELÜLNÉZET M=1:10



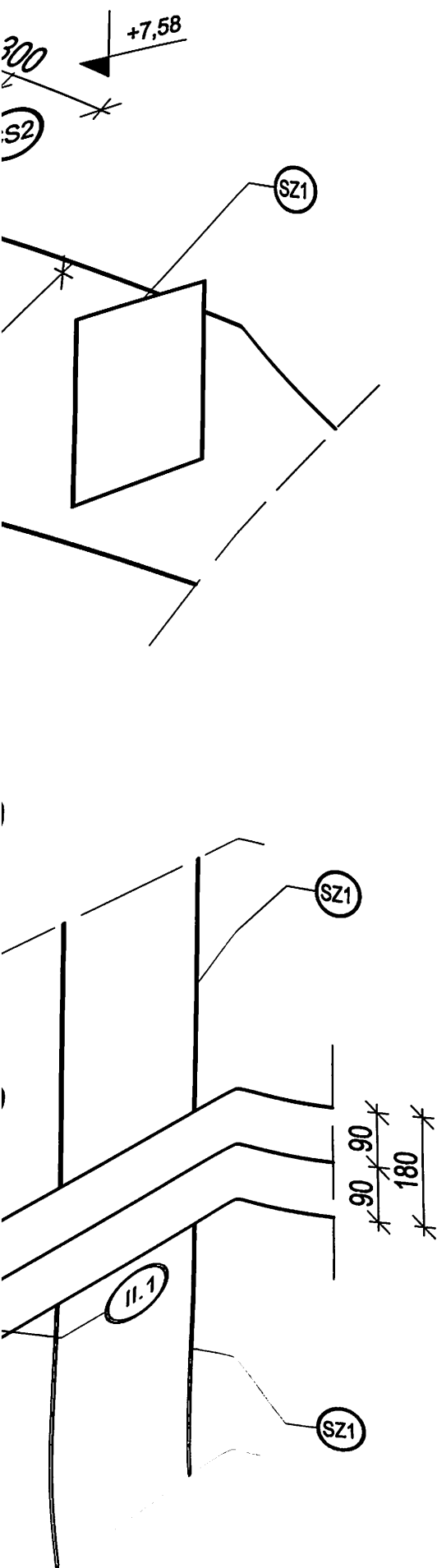
R5

R4

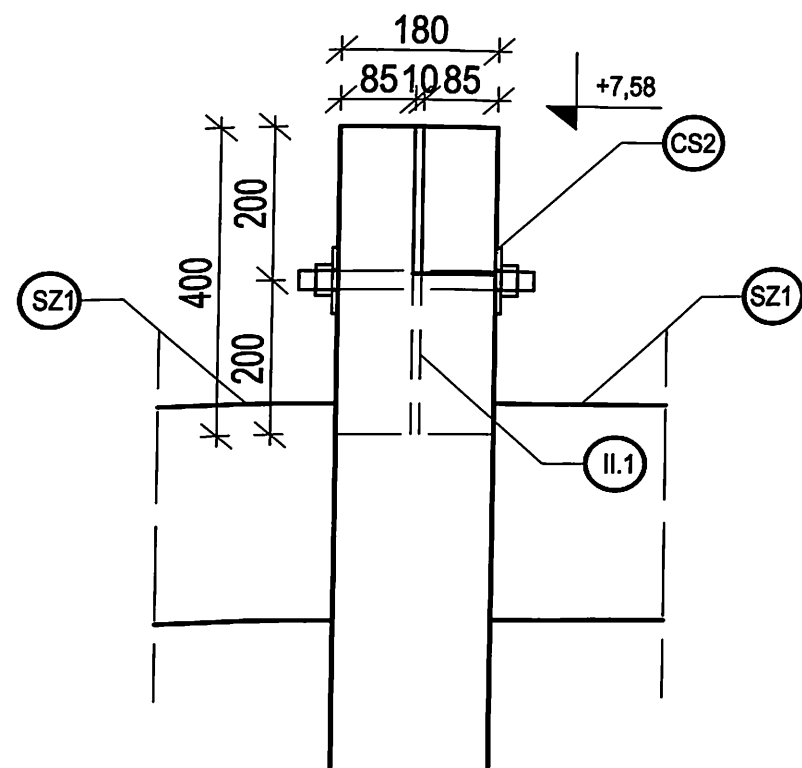
ELÖLNÉZET M=1:10

R2

1:10



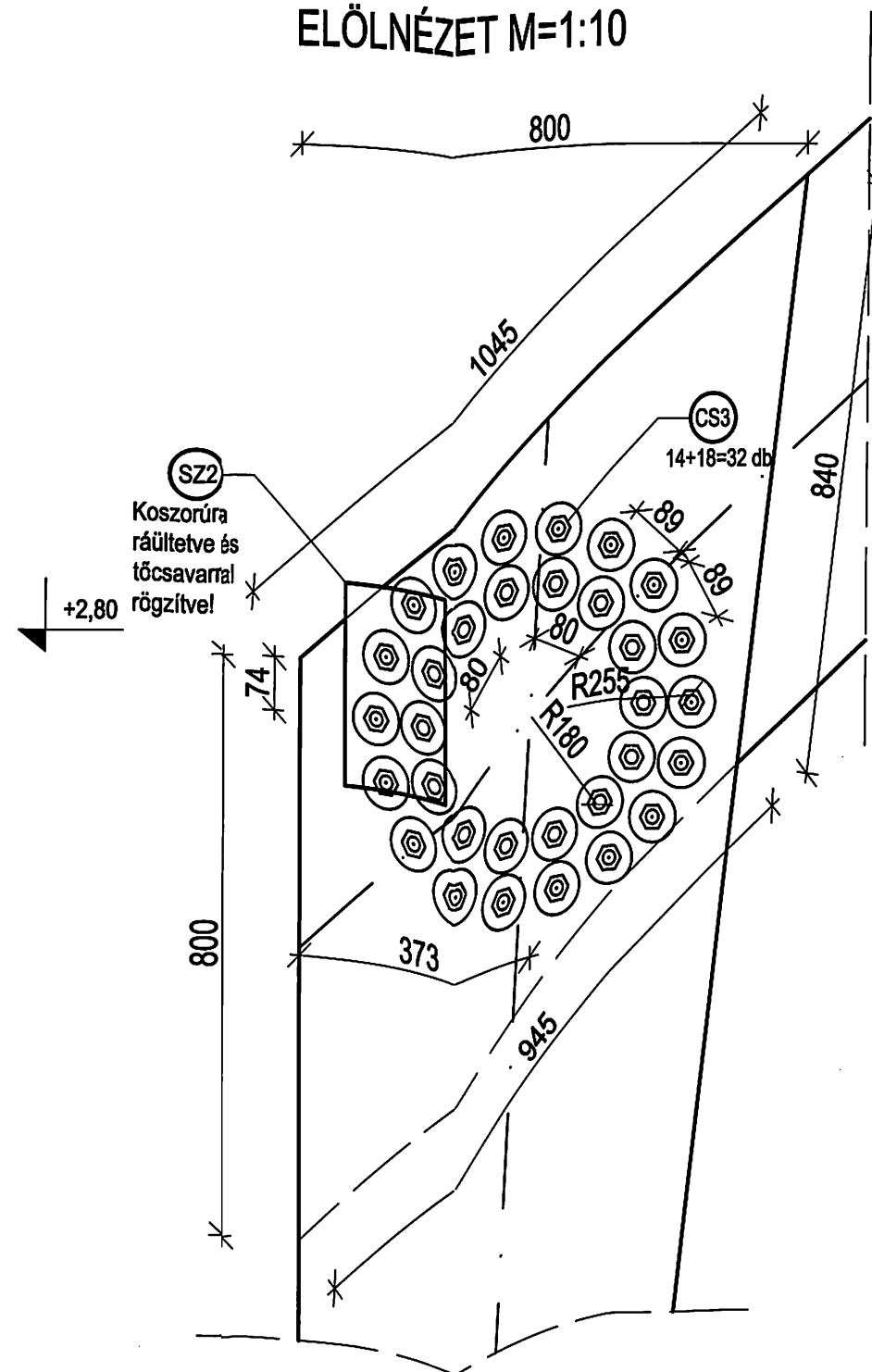
OLDALNÉZET M=1:10



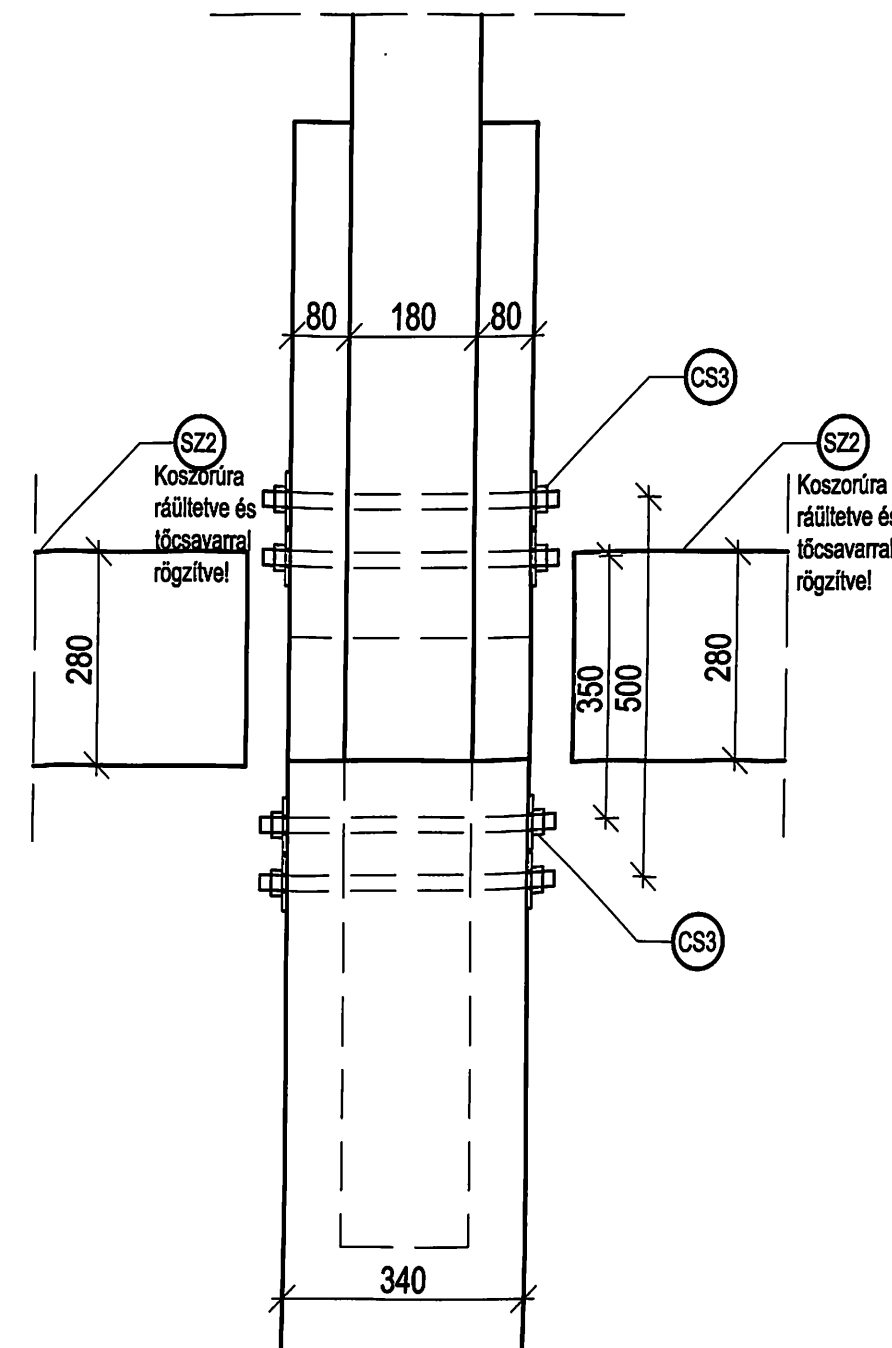
R5

R3

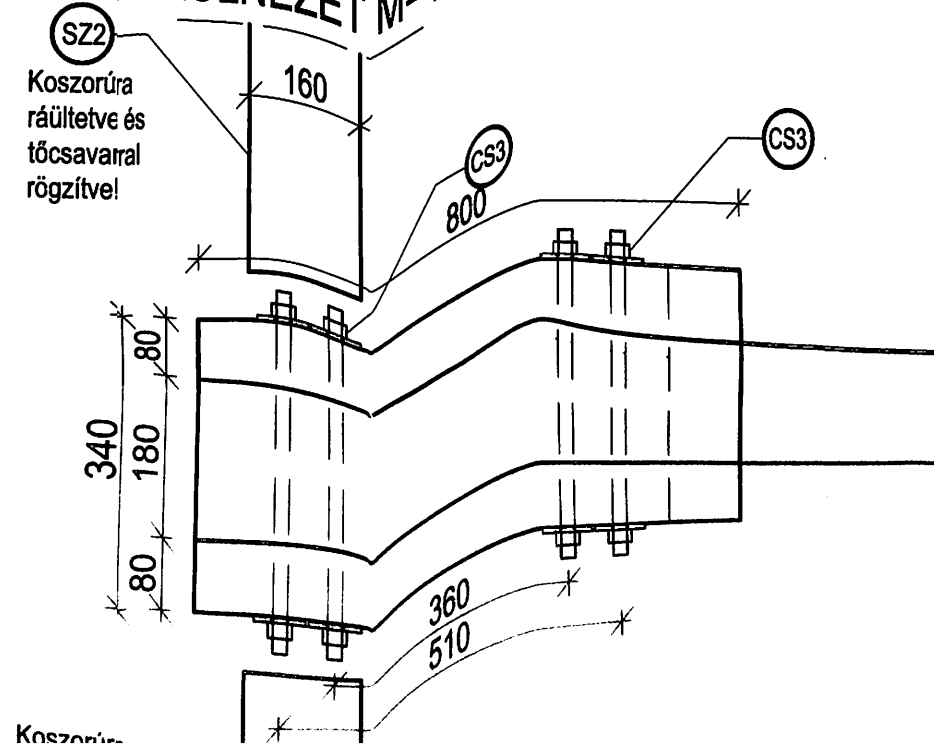
ELÖLNÉZET M=1:10



OLDALNÉZET M=1:10

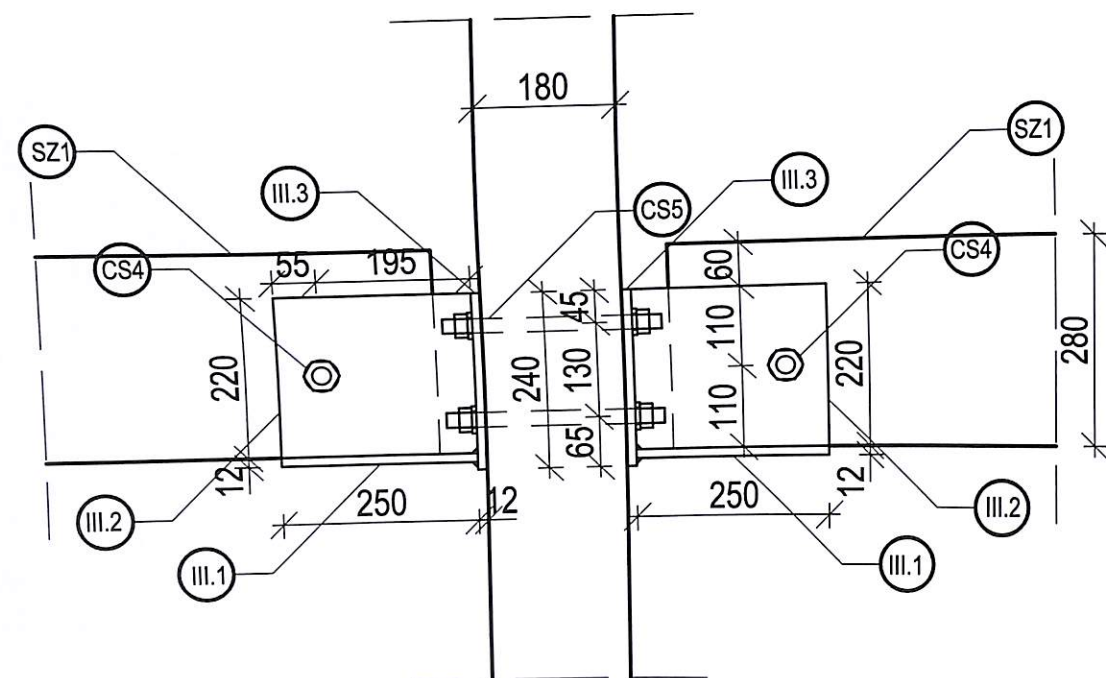


FELÜLNÉZET M=1:10

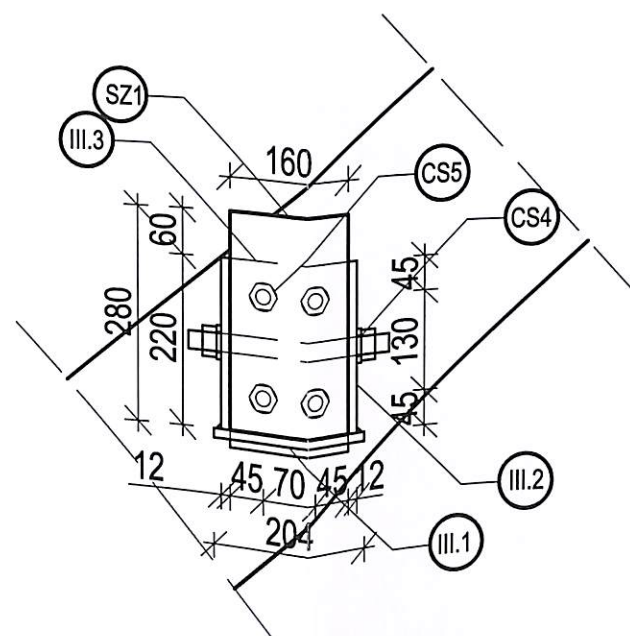


R4

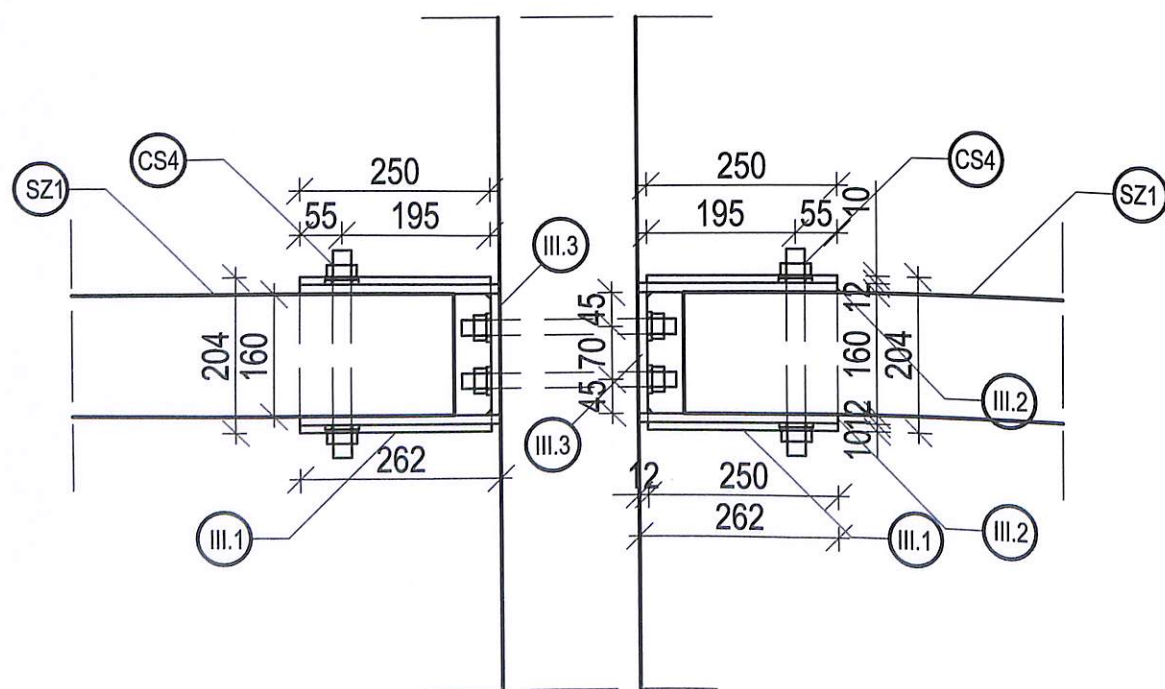
ELÖLNÉZET M=1:10



OLDALNÉZET M=1:10

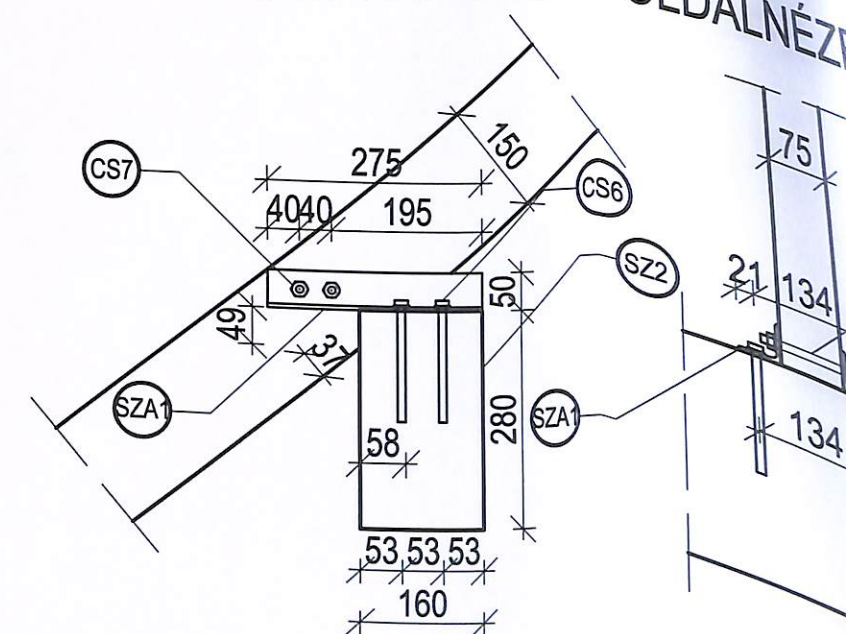


FELÜLNÉZET M=1:10

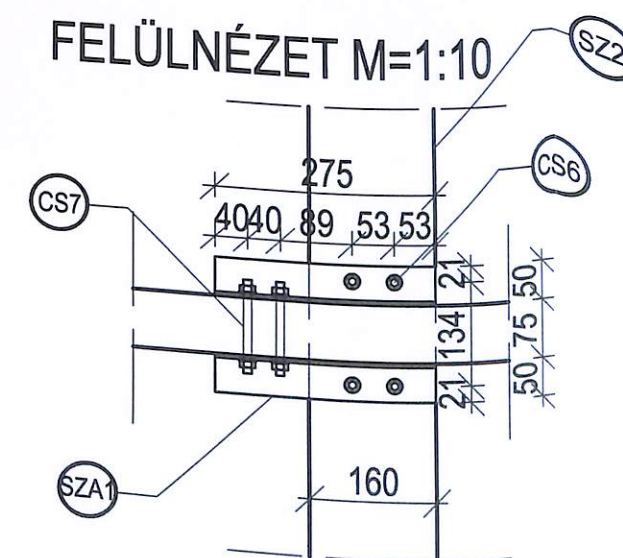


R5

ELÖLNÉZET M=1:10 OLDALNÉZET M=1:10

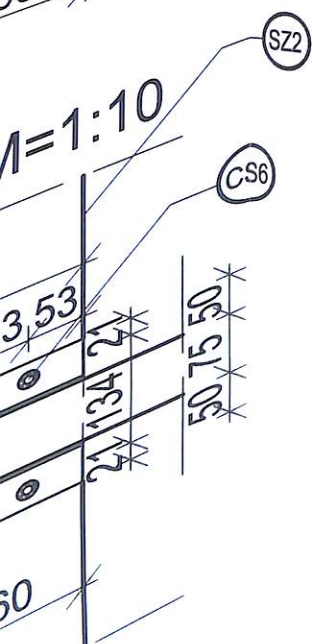
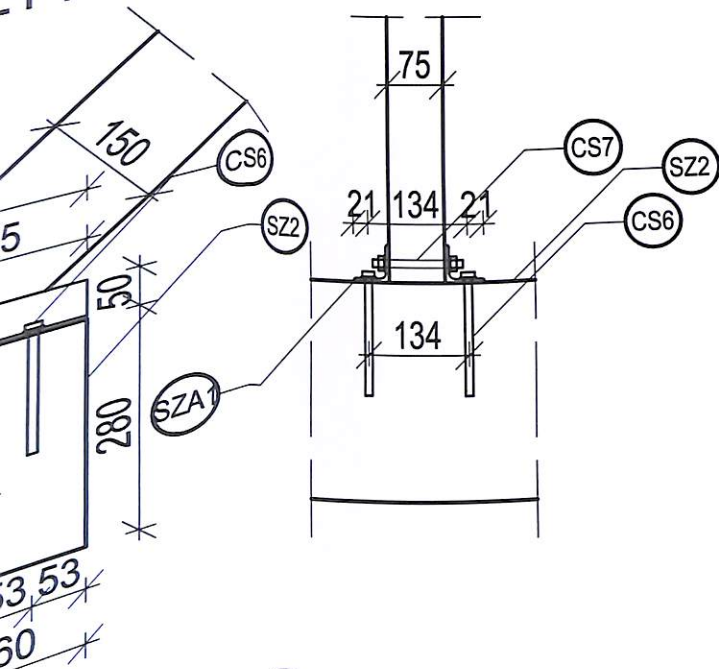


FELÜLNÉZET M=1:10



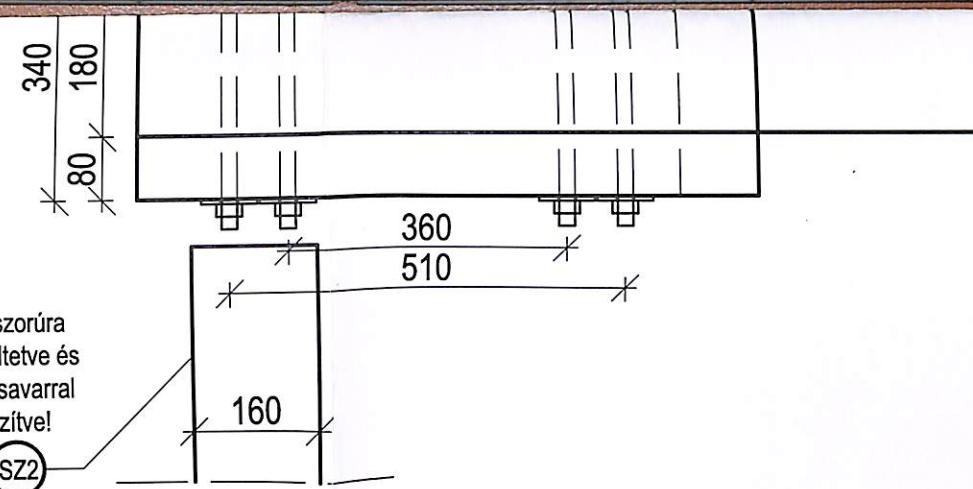
R5

ET M=1:10 OLDALNÉZET M=1:10



Koszorúra
ráülítve és
tőcsavarral
rögzítve!

SZ2



Megjegyzések:

Magassági adatok: $\pm 0,00$ =belső padlószint=89,45 mBf.

-0,20=épület körüli járdató szintje

Anyagminőségek: beton: C20/25-X0-24-F3

C20/25-XC2-24-F3

betonacél: B500, B240

szerkezeti acél: S235, S460

RR fa: GL32h

természetes fa: C24

csavarok: 6.8; 10.9

Kapcsolódó tervek: VT-01; VT-02; S-01; S-02; S-03;

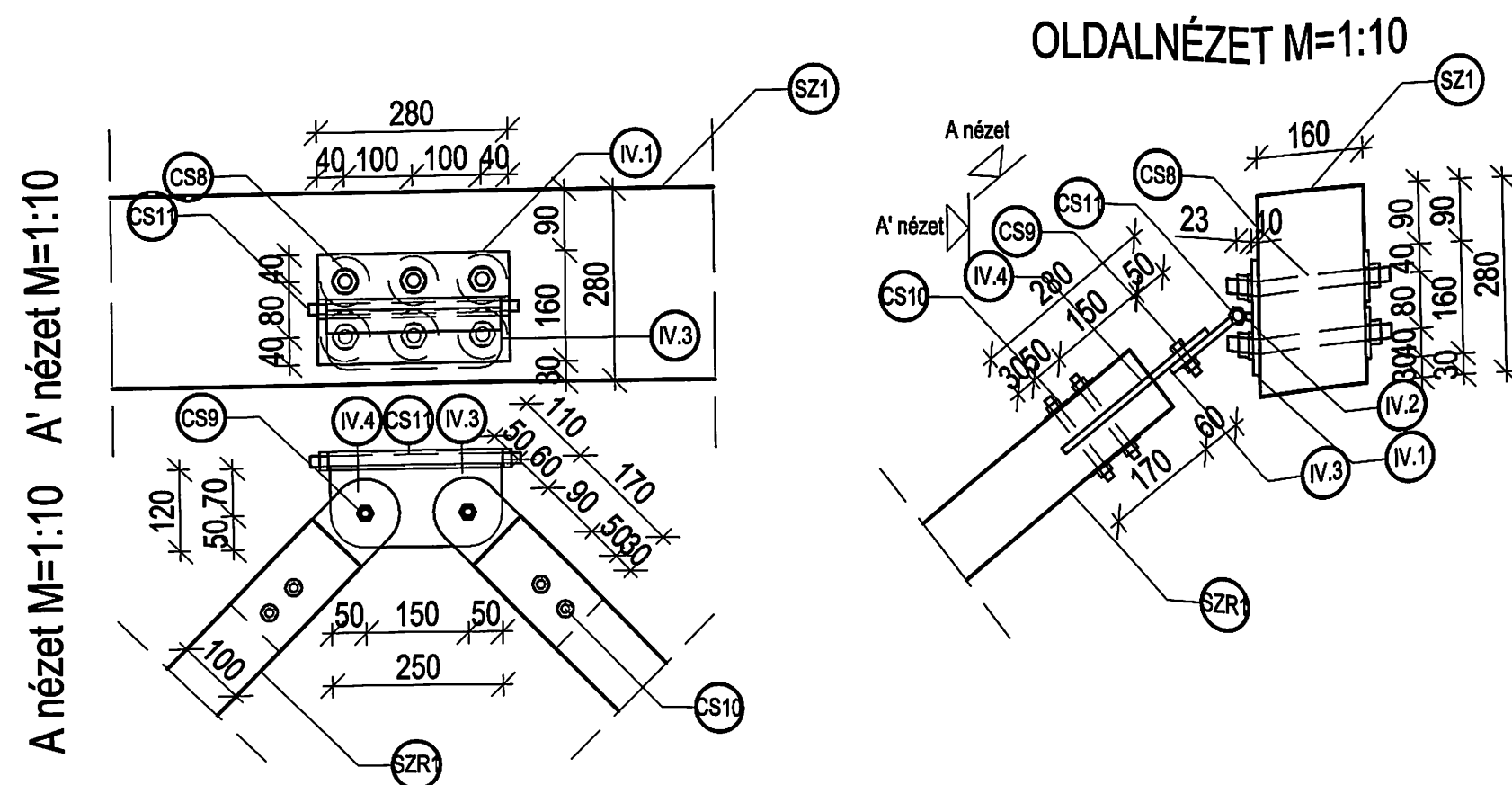
S-05; S-06; S-07; S-08

Egyéb: varratok gyökmérete= 5mm!

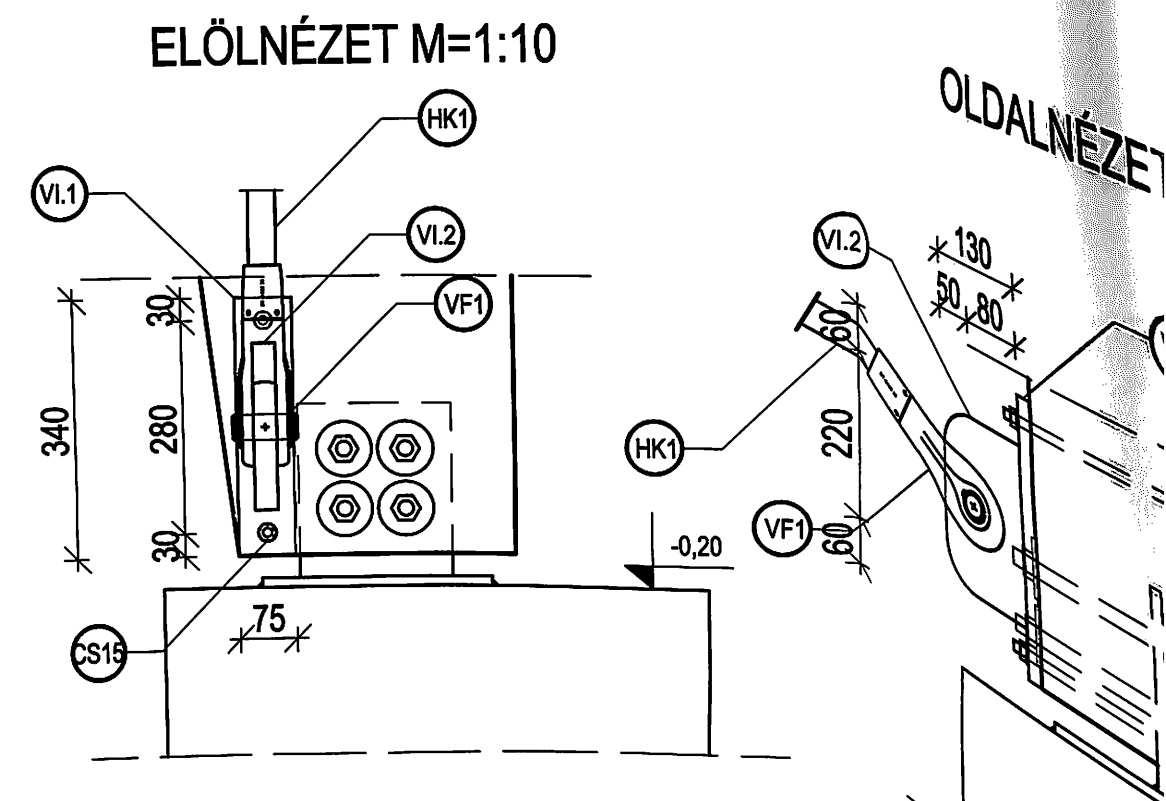
SZENT ISTVÁN EGYETEM YBL MIKLÓS ÉPÍTÉSTUDOMÁNYI KAR		
MECHANIKA ÉS TARTÓSZERKEZETEK SZAKCSOPORT		
TERV TÁRGYA	DIPLOMAMUNKA	TERVSZÁM
		S-04
RAJZ MEGNEVEZÉSE	RÉSZLETRAJZOK	MÉRETARÁNY
		M=1:10
TERVEZŐ	KURUCZ GYULA	KONZULENS
		HORVÁTH KATALIN
		DÁTUM
		2015.12.

AUTODESK TERMÉK OKTATÁSI VERZIÓ

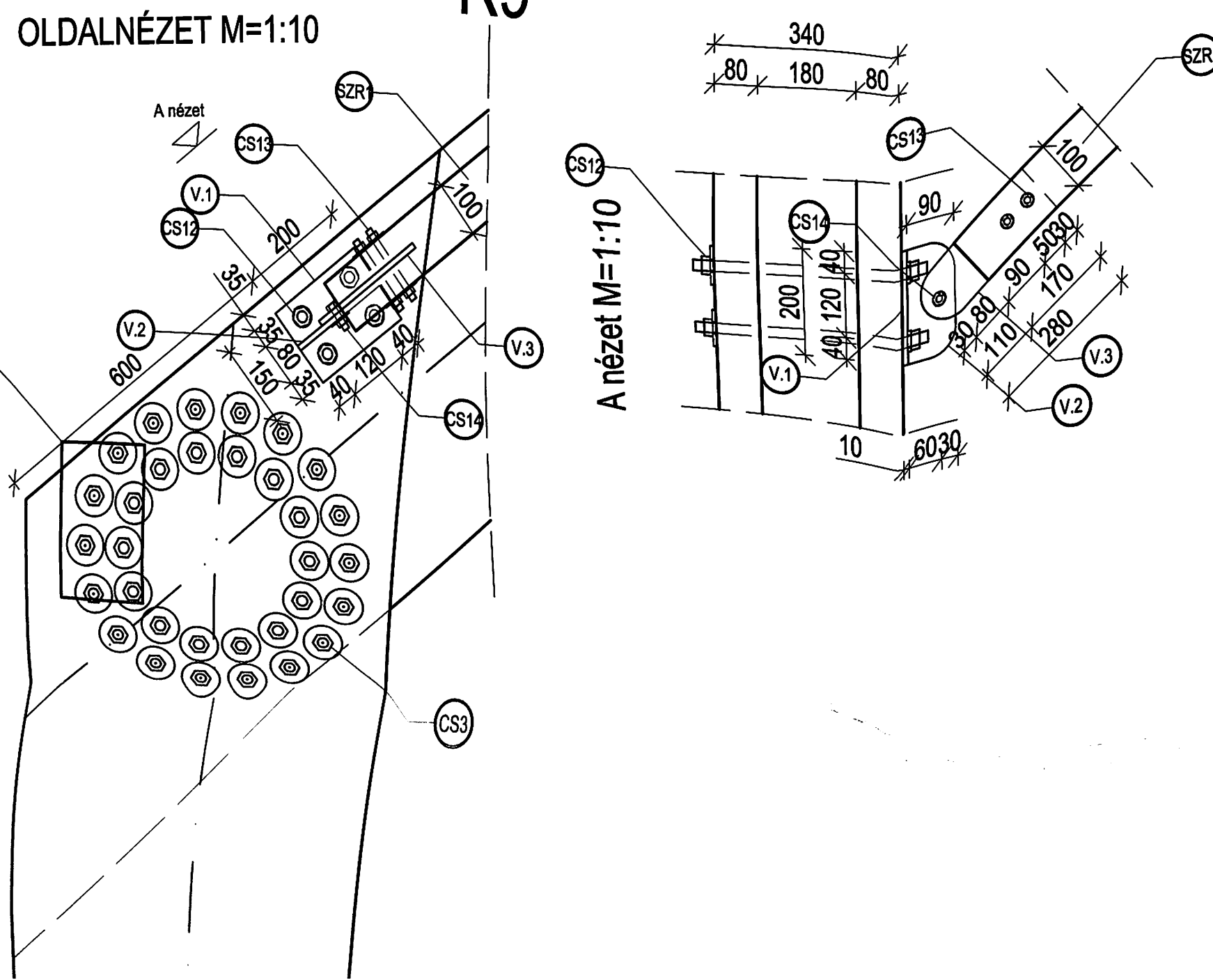
R6



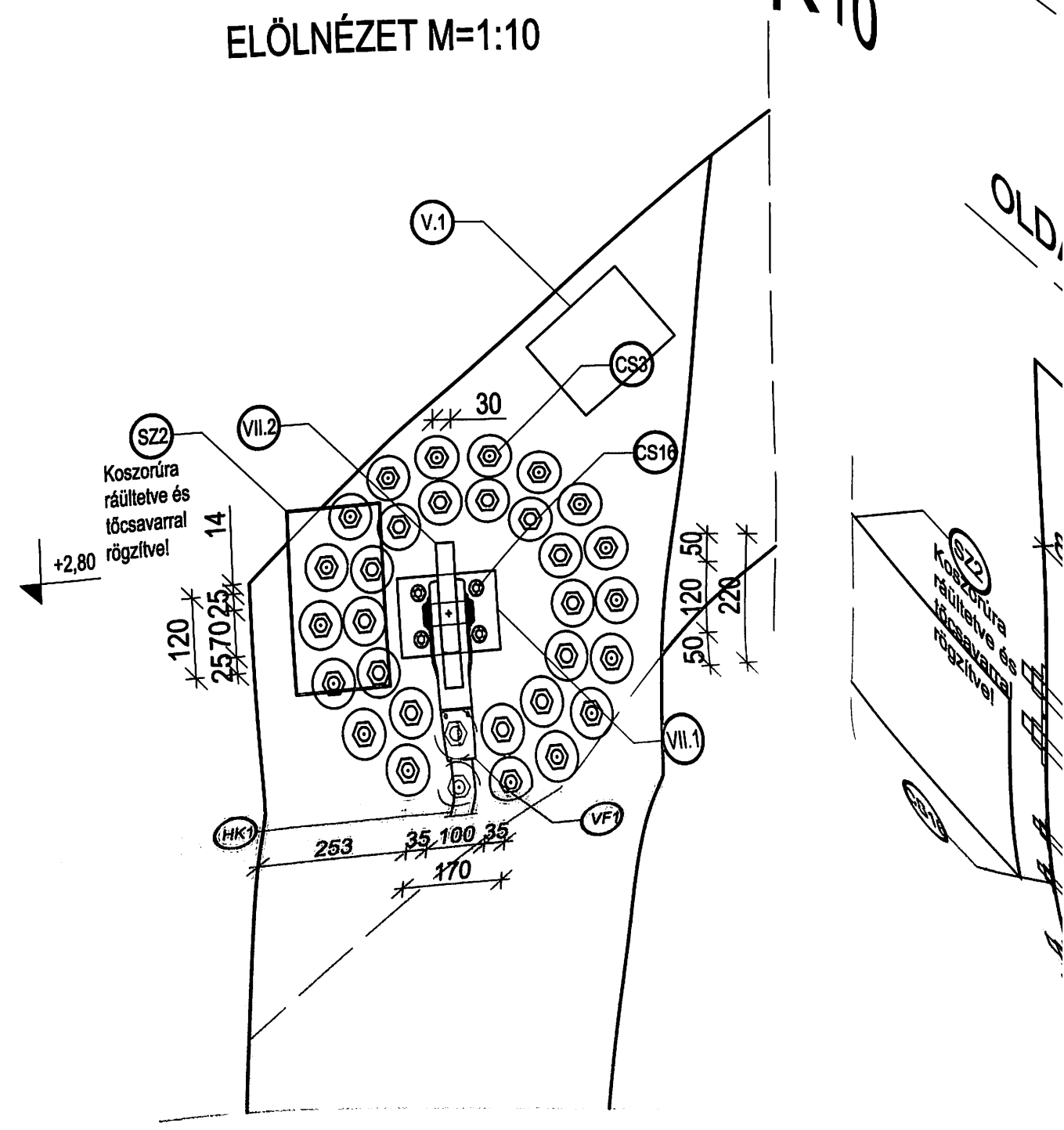
R7



R9

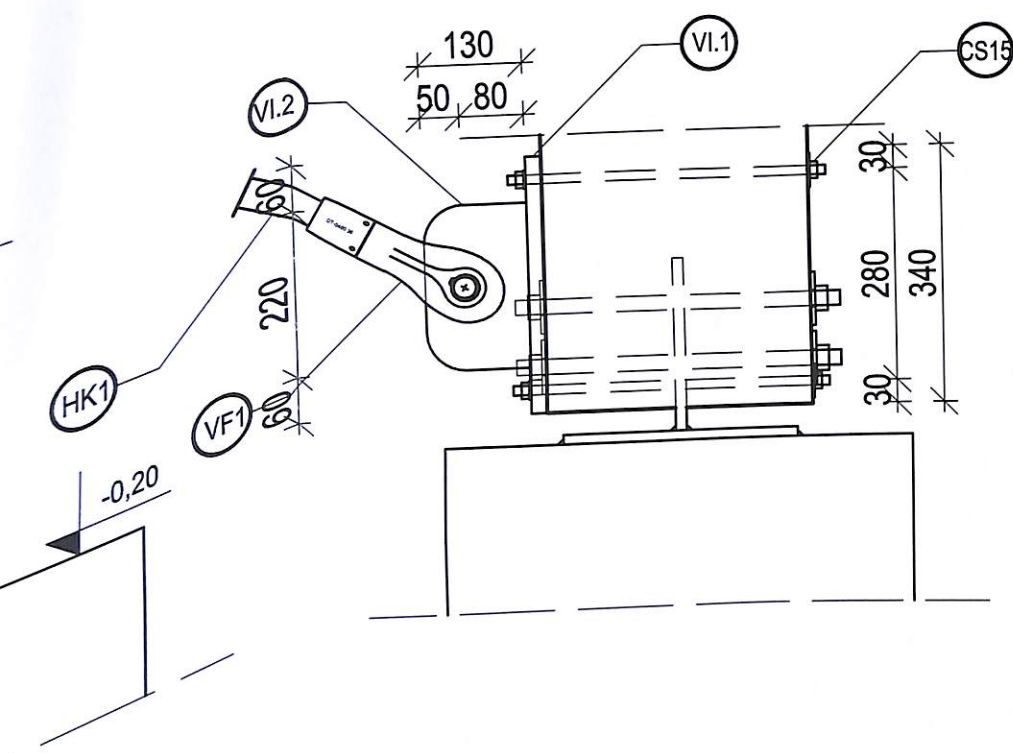


R10



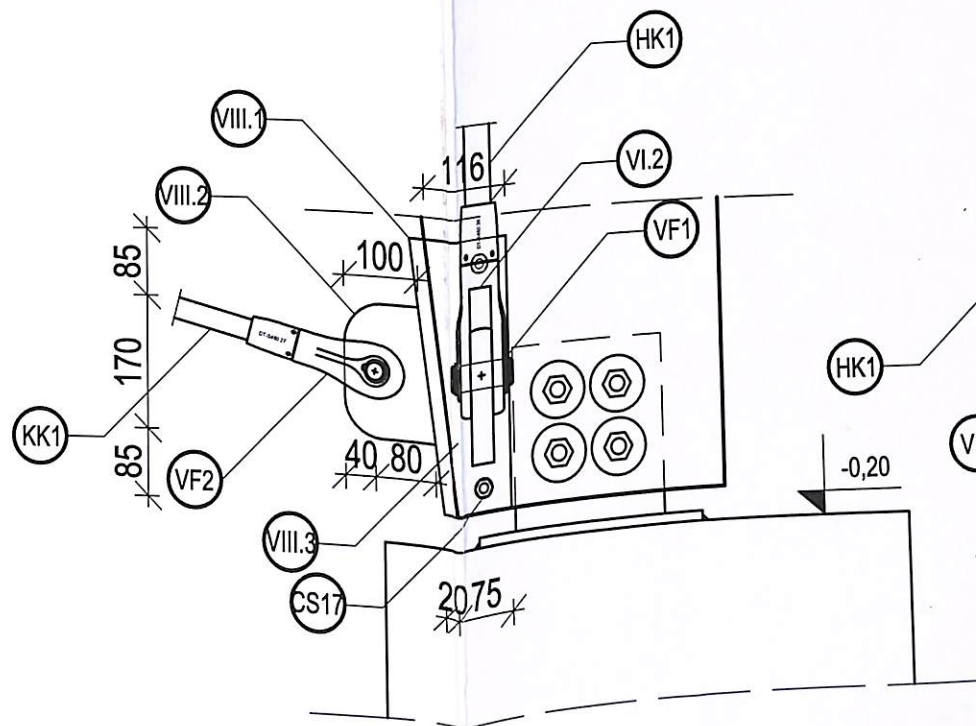
R7

OLDALNÉZET M=1:10

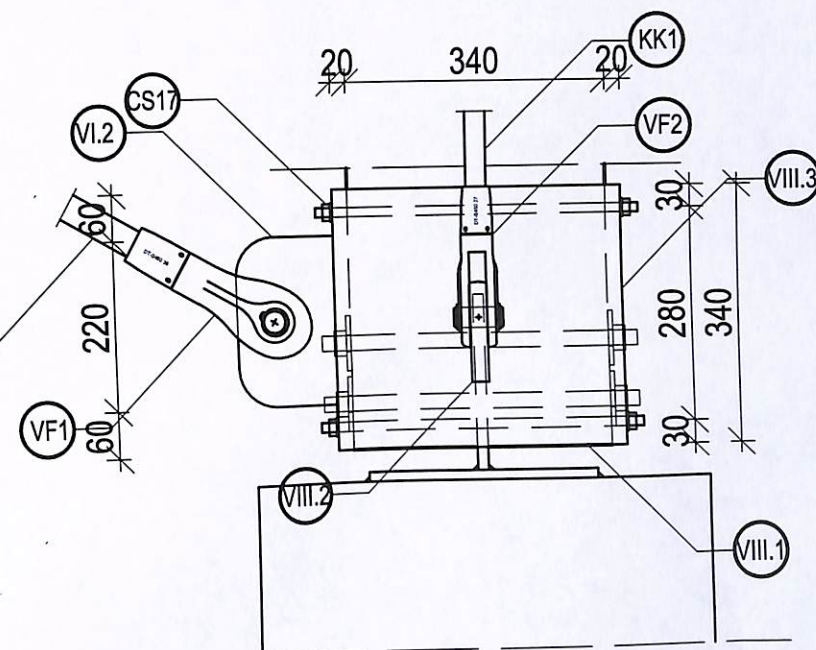


R8

ELÖLNÉZET M=1:10

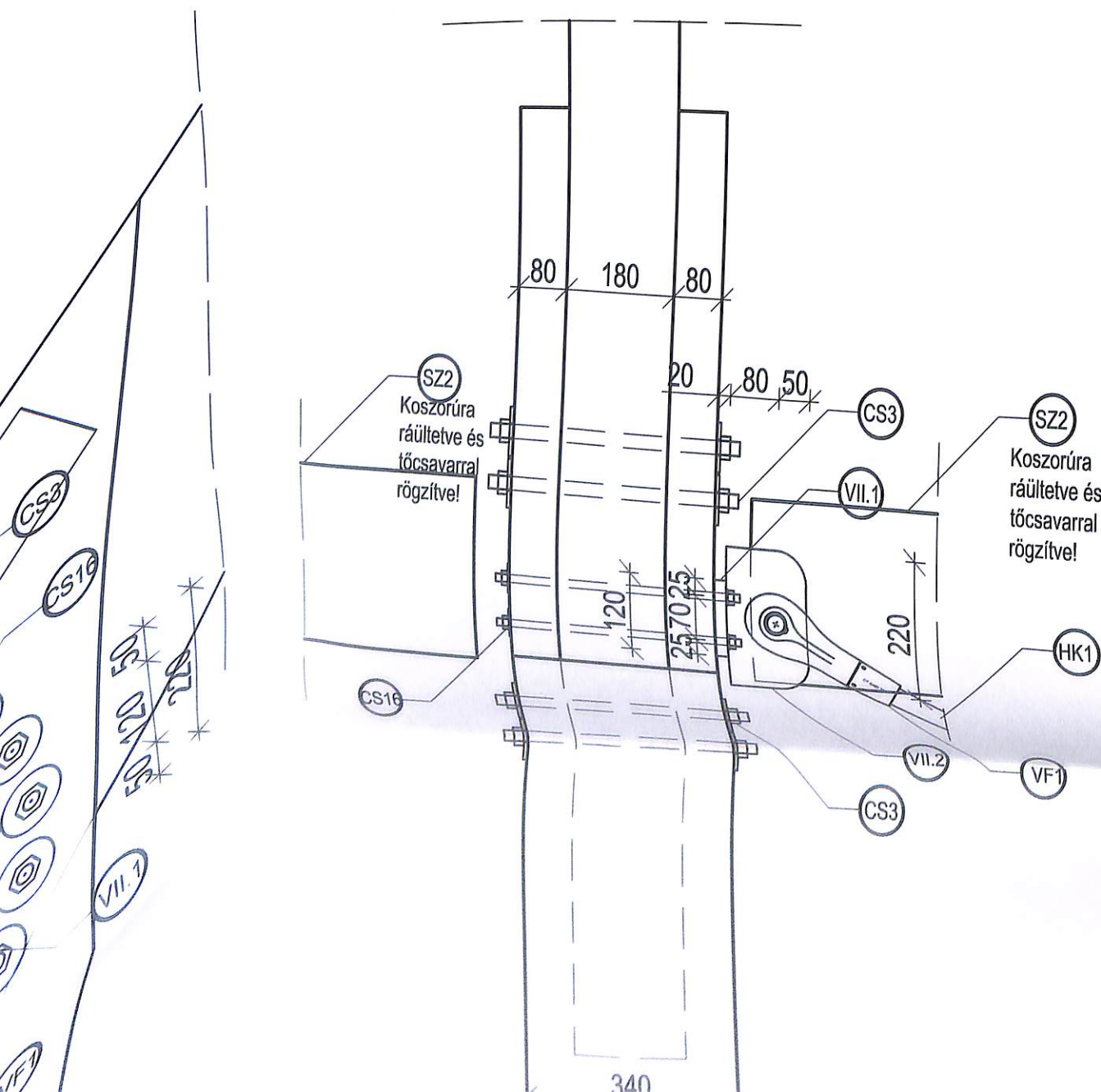


OLDALNÉZET M=1:10

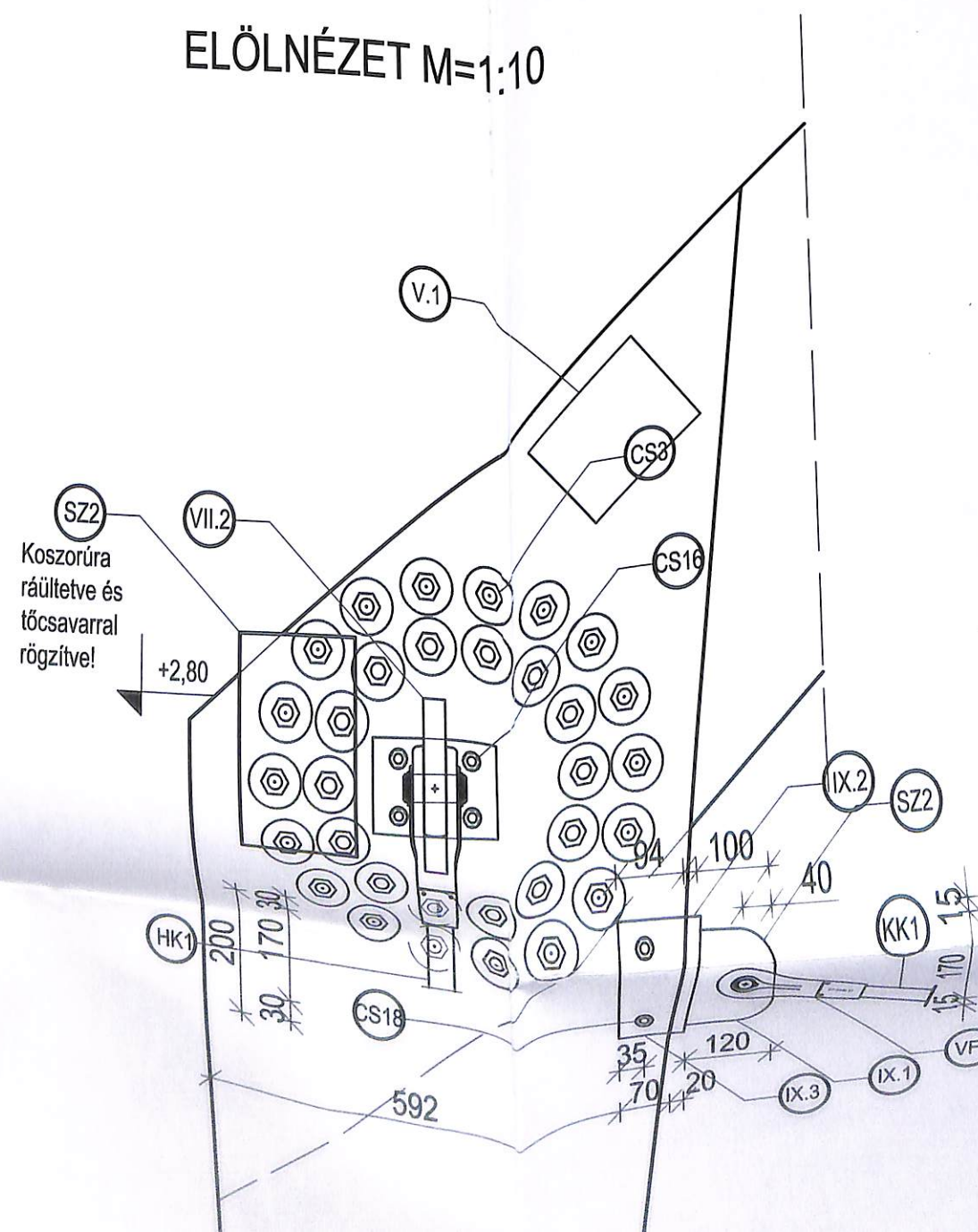


R10

OLDALNÉZET M=1:10

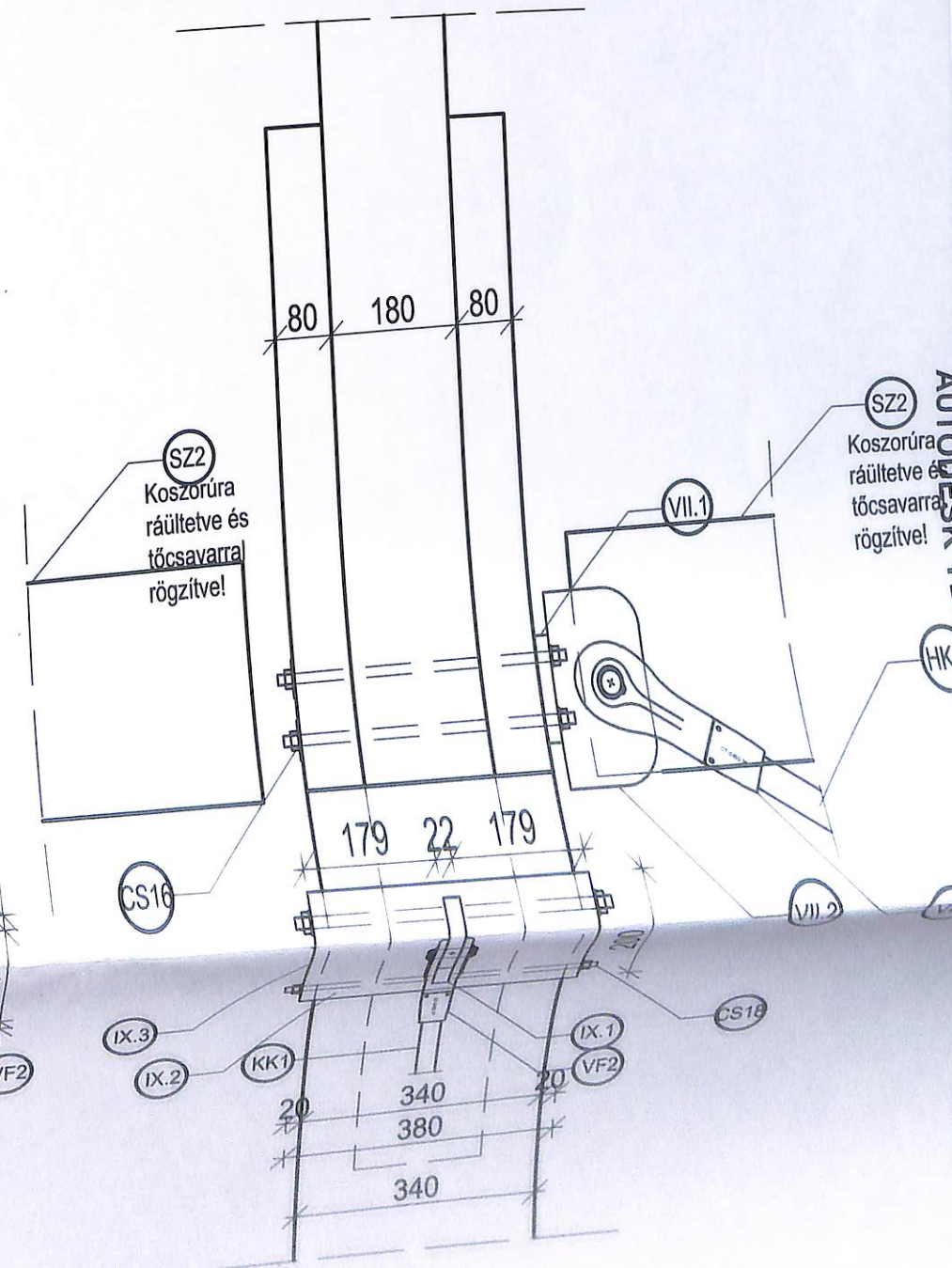


ELÖLNÉZET M=1:10

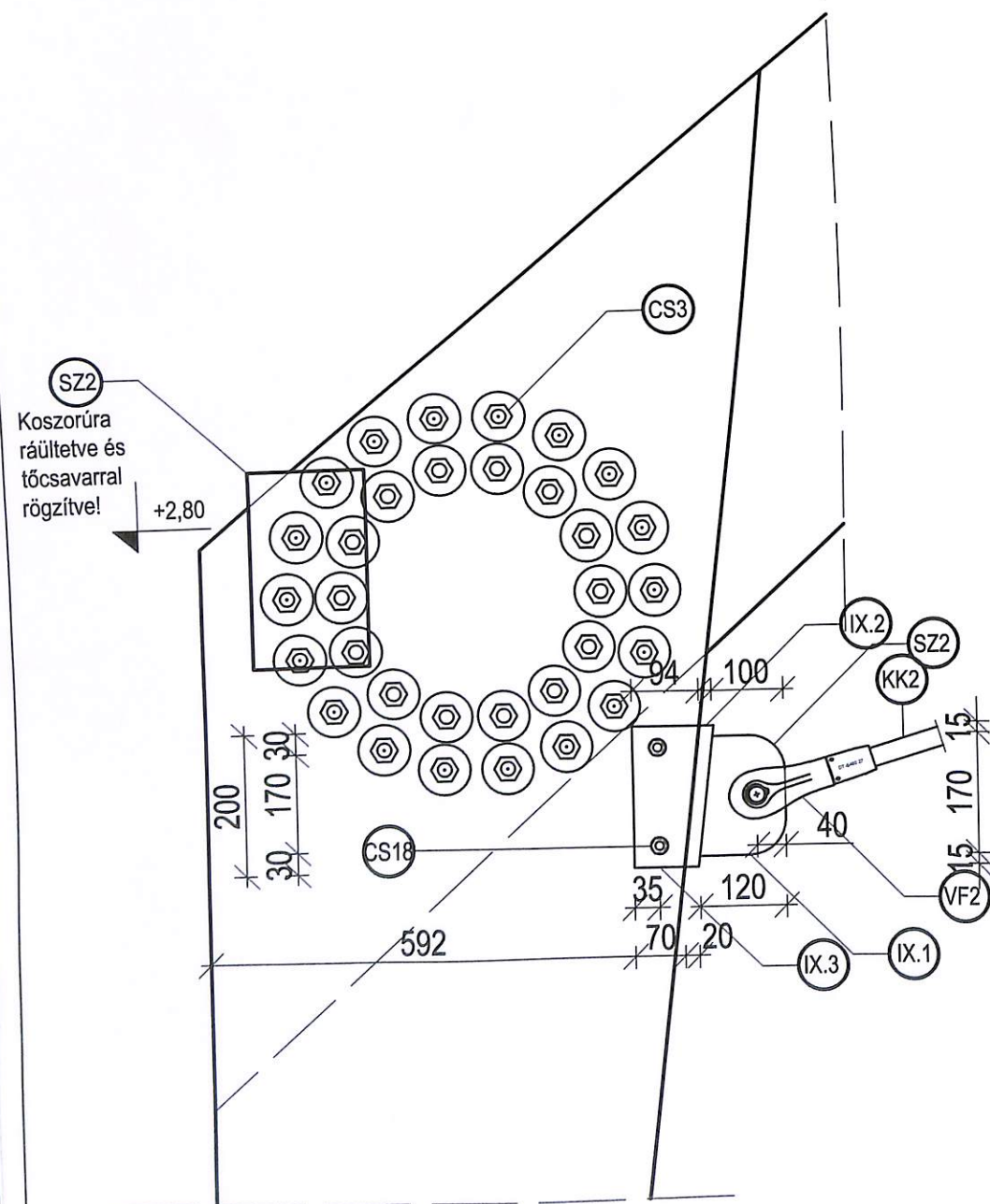


R11

OLDALNÉZET M=1:10

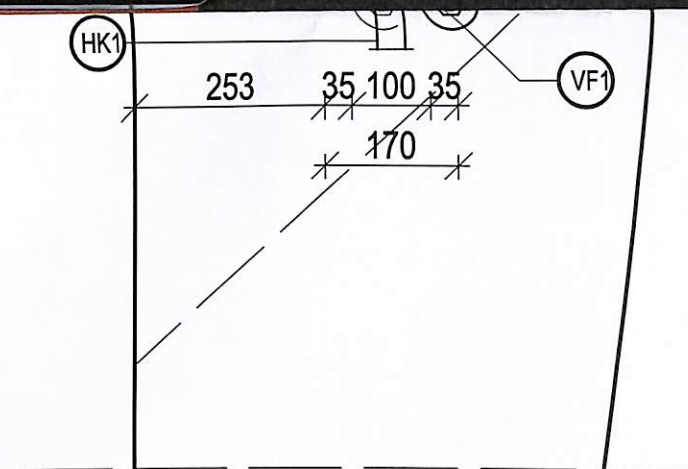
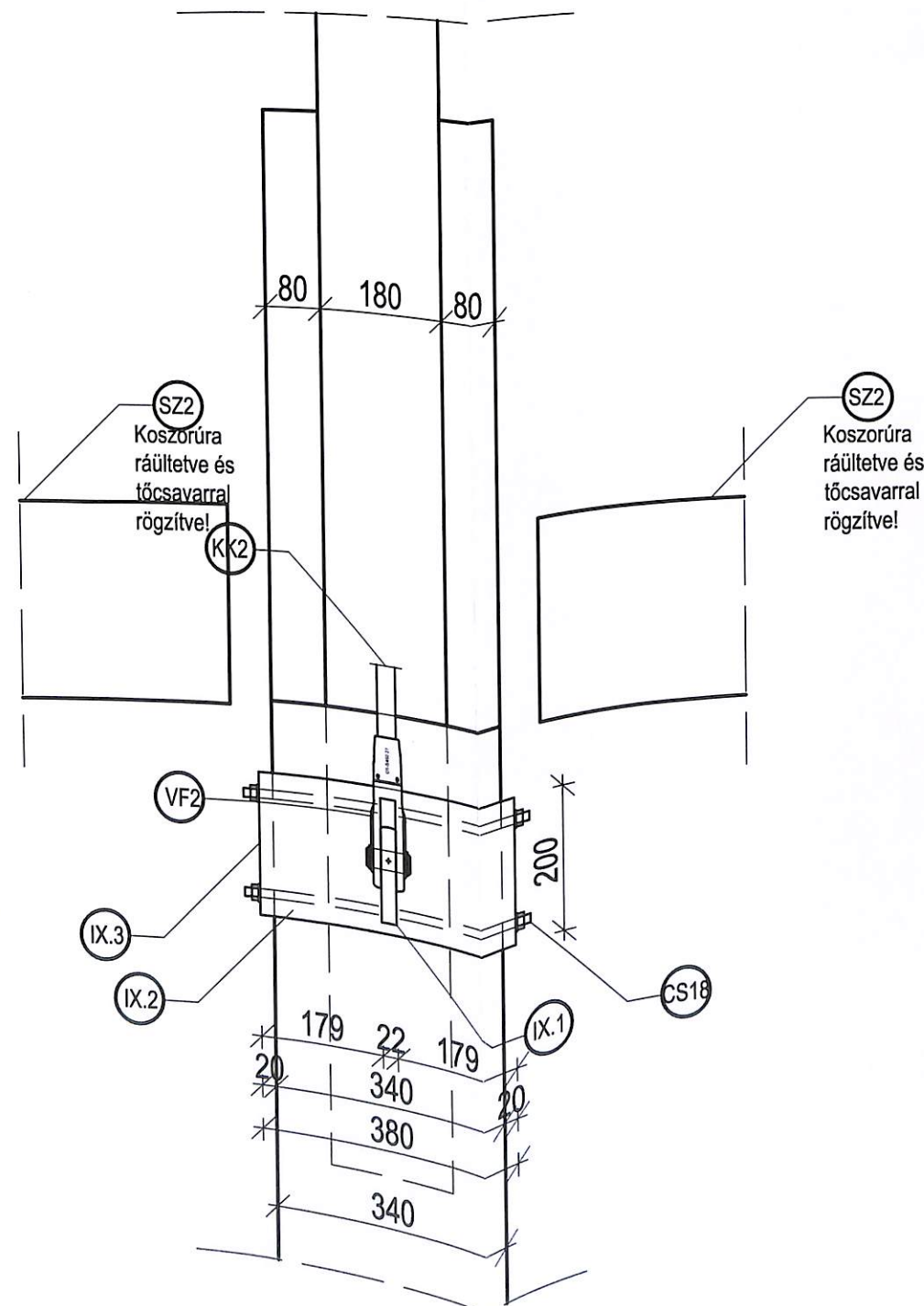


ELÖLNÉZET M=1:10



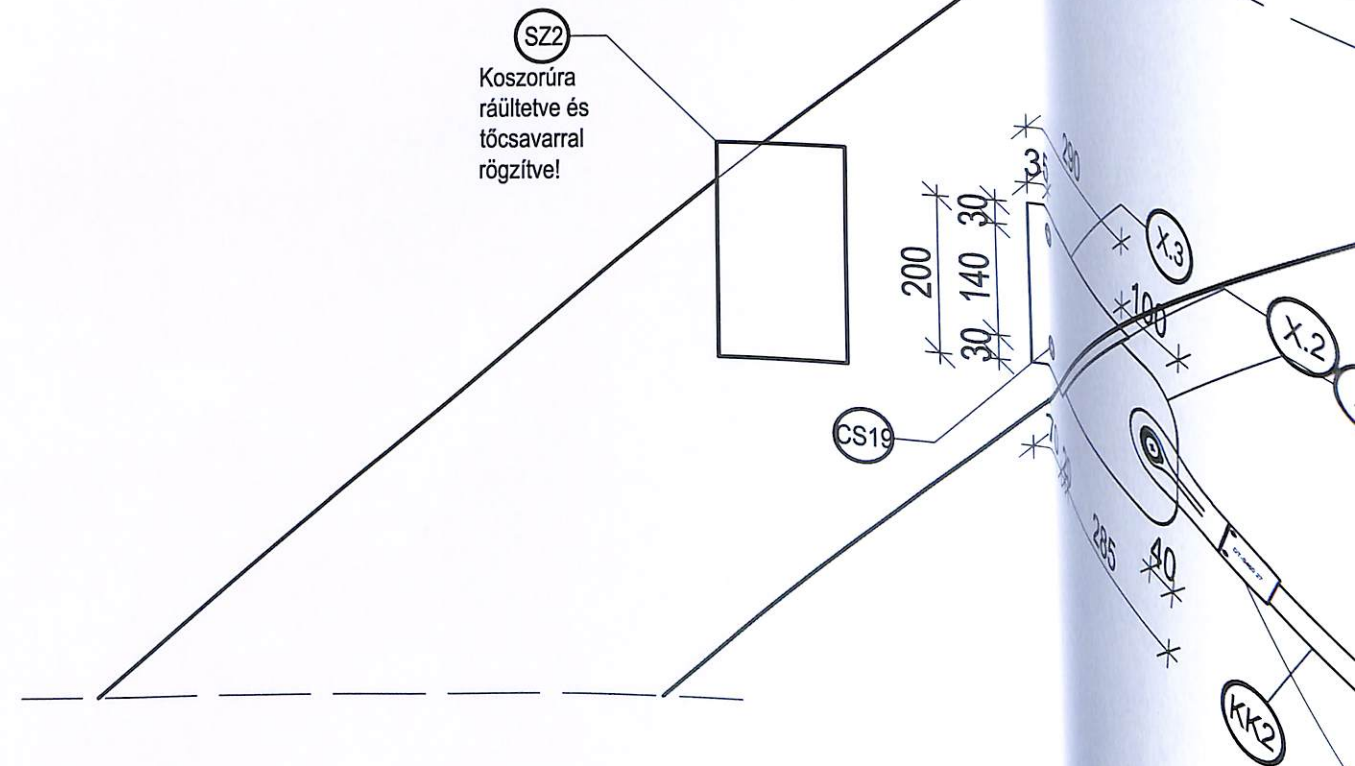
R12

OLDALNÉZET M=1:10



R13

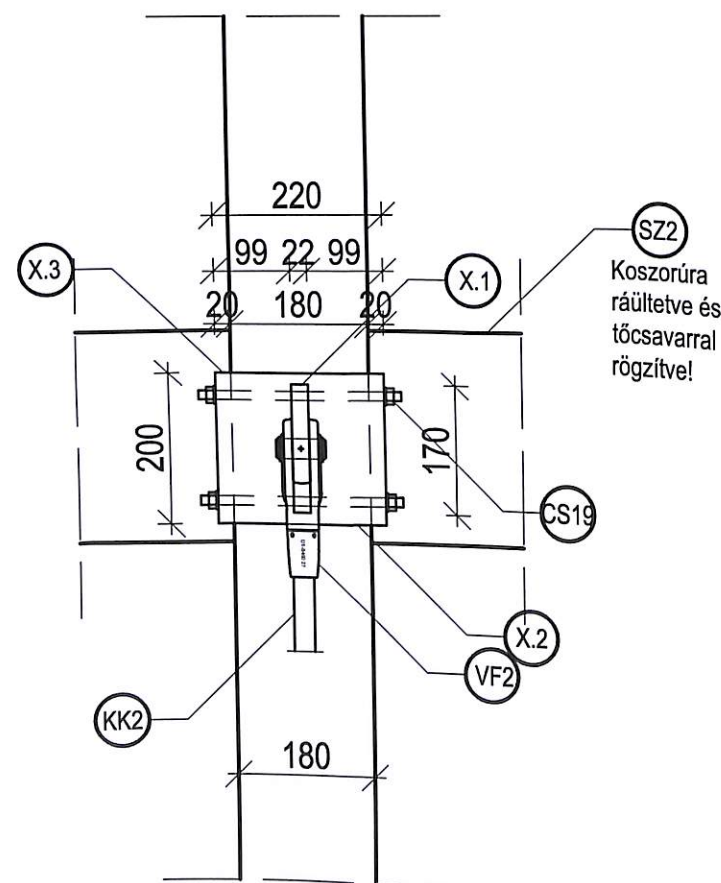
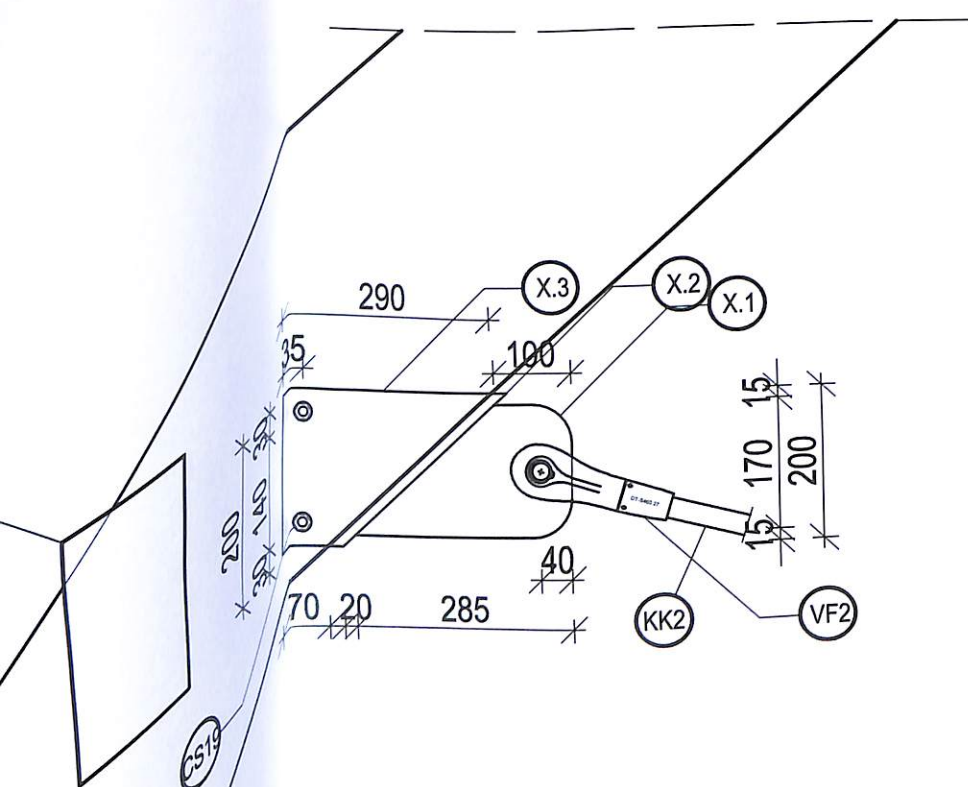
ELÖLNÉZET



R13

ELÖLNÉZET M=1:10

OLDALNÉZET M=1:10



Megjegyzések:

Magassági adatok:

Anyagminőségek:

±0,00=belső padlószint=89,45 mBf.

-0,20=épület körüli járdató szintje

beton: C20/25-X0-24-F3

C20/25-XC2-24-F3

betonacél: B500, B240

szerkezeti acél: S235, S460

RR fa: GL32h

természetes fa: C24

csavarok: 6.8; 10.9

Kapcsolódó tervek:

VT-01; VT-02; S-01; S-02; S-03;

S-04; S-06; S-07; S-08

Egyéb: varratok gyökmérete= 5mm!

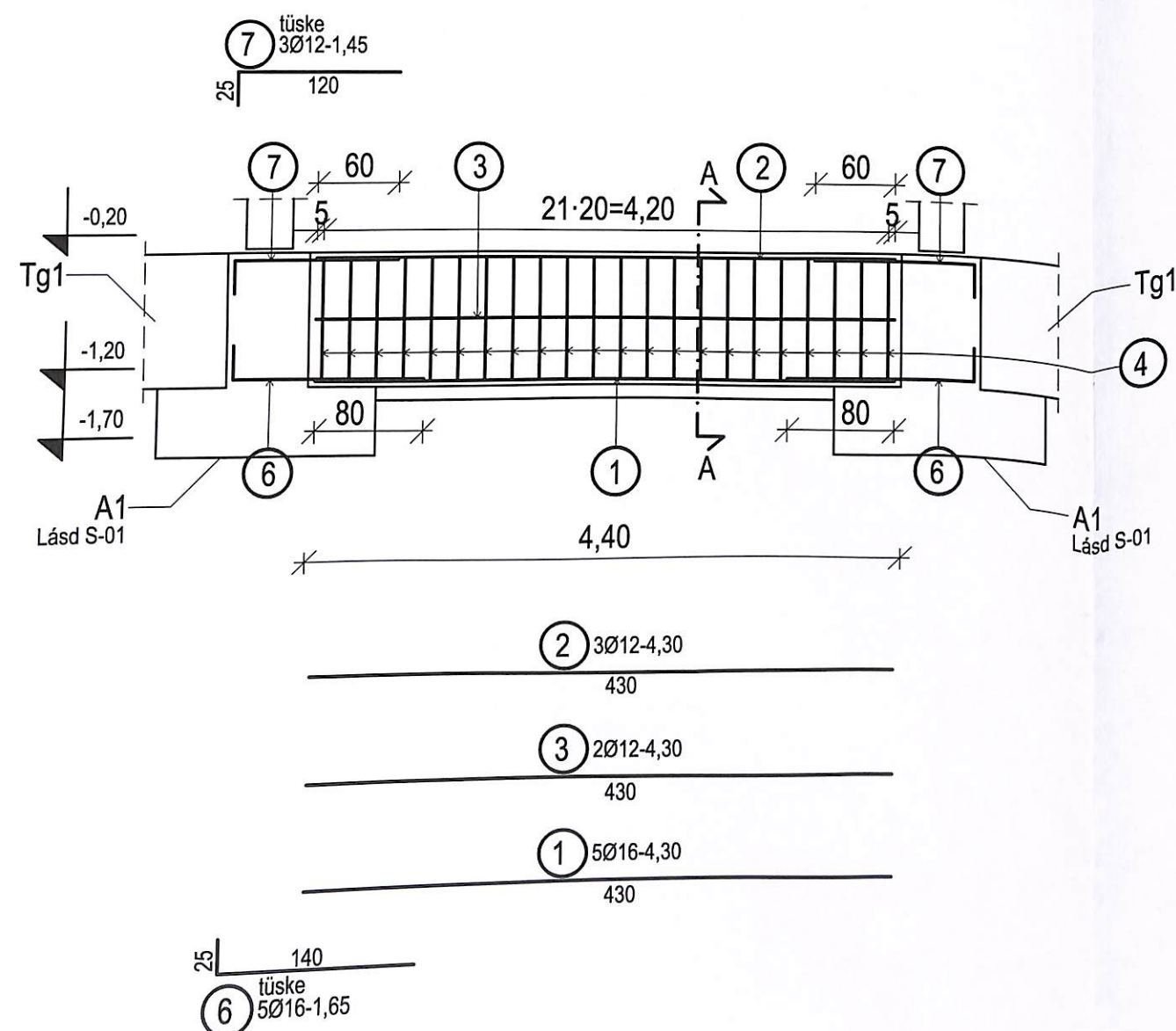
SZENT ISTVÁN EGYETEM YBL MIKLÓS ÉPÍTÉSTUDOMÁNYI KAR			
MECHANIKA ÉS TARTÓSZERKEZETEK SZAKCSOPORT			
TERV TÁRGYA	DIPLOMAMUNKA		TERVSZÁM
			S-05
RAJZ MEGNEVEZÉSE	MEREVÍTÉSEK RÉSZLETEI		MÉRETARÁNY
			M=1:10
TERVEZŐ	KURUCZ GYULA	KONZULENS	HORVÁTH KATALIN
		DÁTUM	2015.12.

ASI VERZIOJAVALL KESZULT

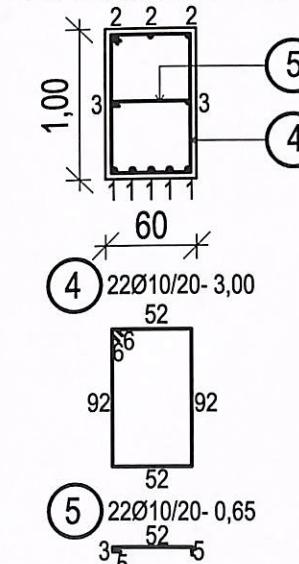
AUTODESK TERMÉK OKTAT

Tg1 JELŐ TALPGERENDA VASALÁSI TERVE

Készül: 16 db

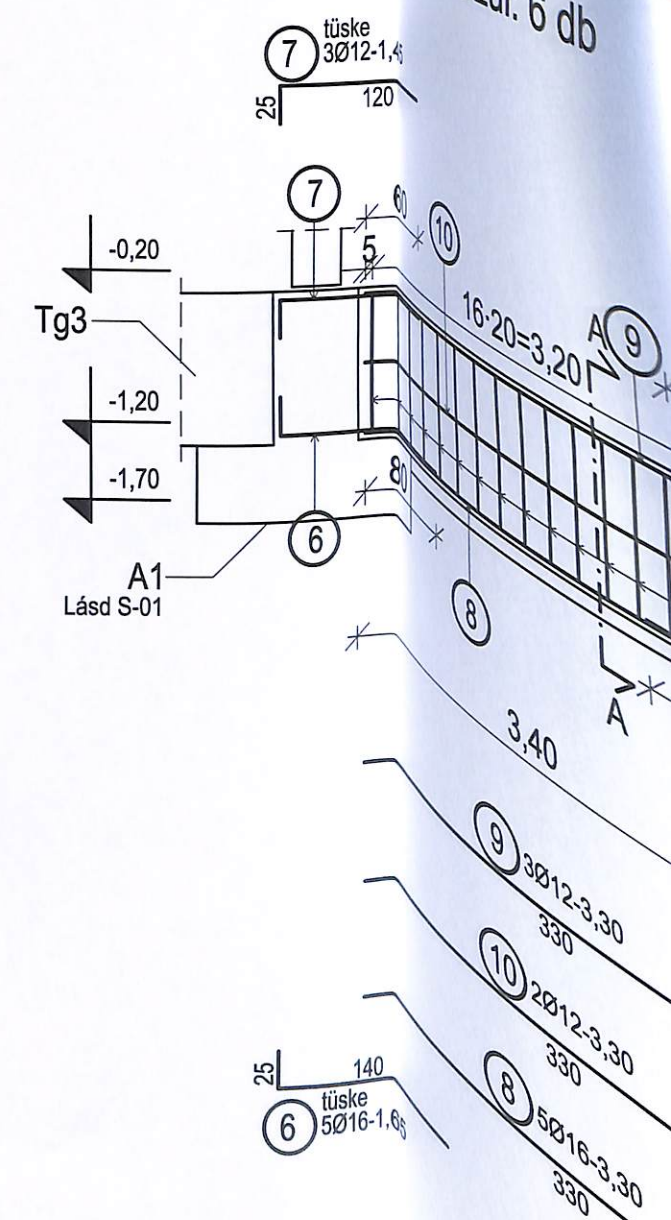


A-A metszet M=1:50



Tg2 JELŐ TALPGER VASALÁSI TERV

Készül: 6 db



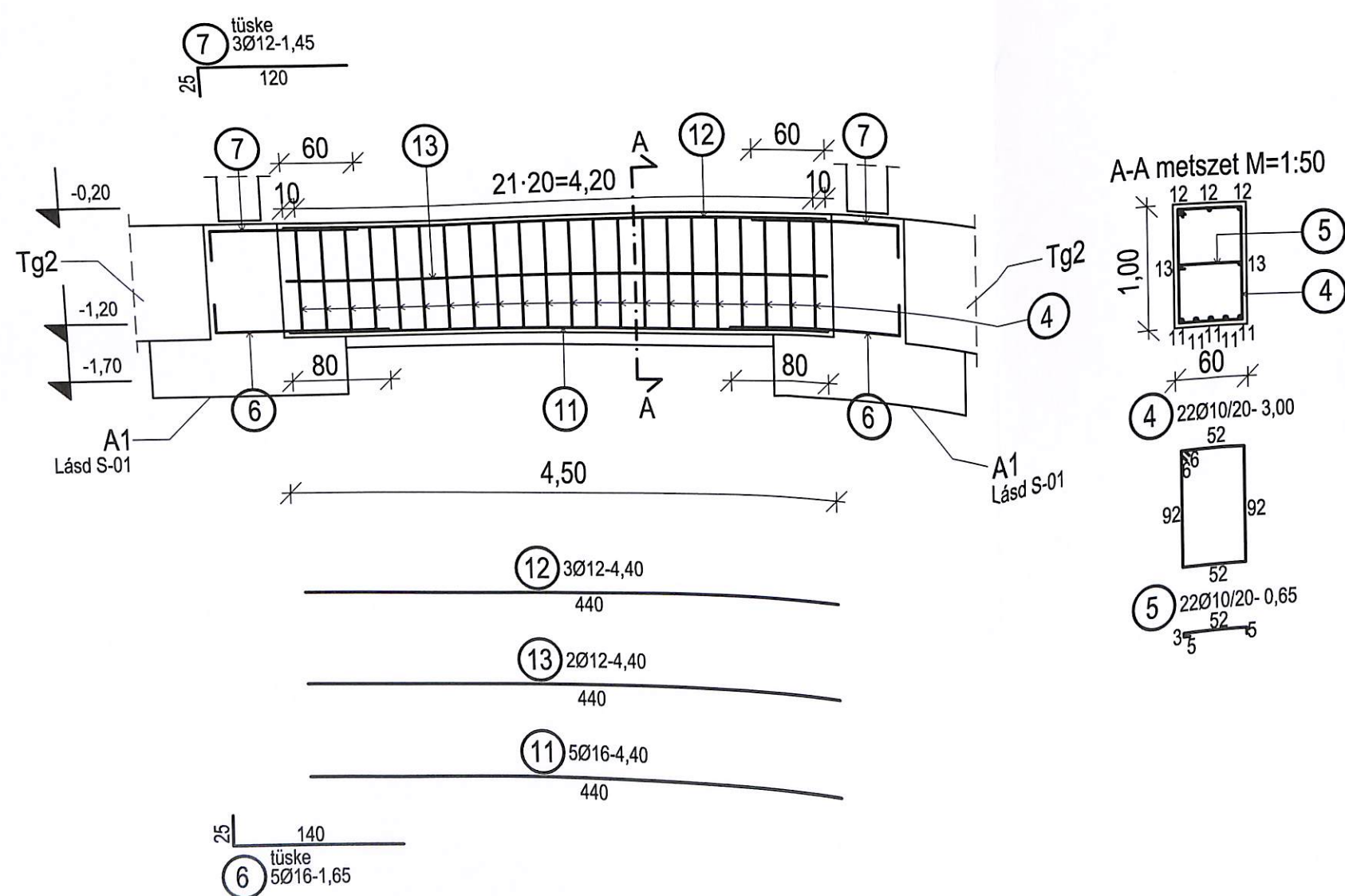
Tg3 JELŐ TALPGERENDA VASALÁSI TERVE

Tg4 JELŐ TALE VASALÁSI TERV

Betonacélkimutatás (összes talpgerendára)						
Jel	Ø(mm)	db	Hossz (m)	ΣHossz (m)		
				B500		
				Ø10	Ø12	Ø16
1	16	80	4,30			344,00
2	12	48	4,30		206,40	
3	12	32	4,30		137,60	
4	10	616	3,00	1848,00		
5	10	616	0,65	400,40		
6	16	270	1,65			445,50
7	12	162	1,45		234,90	
8	16	30	3,30			99,00
9	12	18	3,30		59,40	
10	12	12	3,30		39,60	
11	16	15	4,40			66,00
12	12	9	4,40		39,60	
13	12	6	4,40		26,40	
14	16	20	4,82			96,40
15	12	12	4,82		57,84	
16	12	8	4,82		38,56	
17	12	12	1,55		18,60	
18	16	20	1,75			35,00
Összhossz Ø szerint (m)				2248,40	858,90	1085,90
Fajlagos tömeg (kg/m)				0,616	0,887	1,58
Össztömeg Ø szerint (kg)				1385,01	761,84	1715,72
Össztömeg (kg)				3862,57		

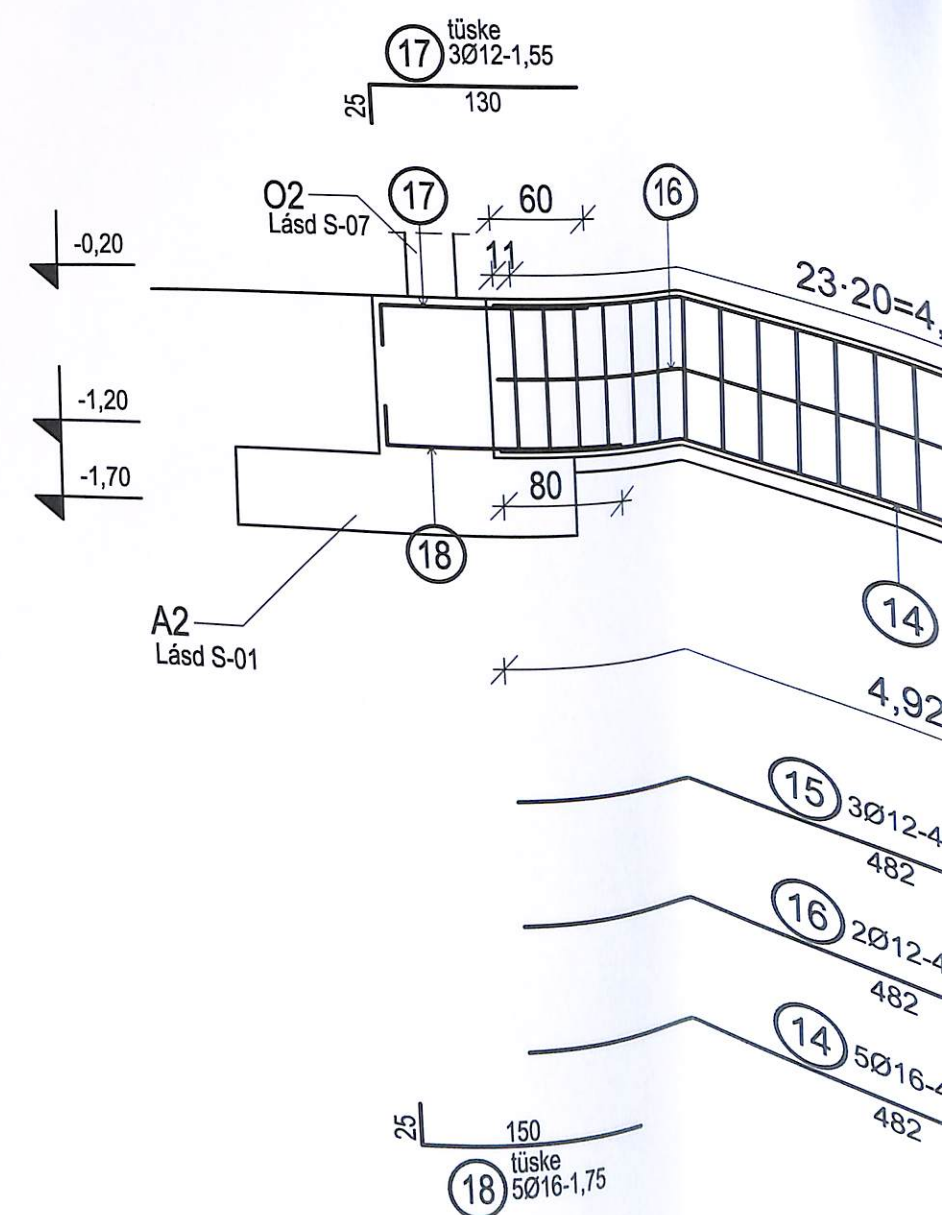
Tg3 JELŰ TALPGERENDA VASALÁSI TERVE

Készül: 3 db



Tg4 JELÜTALPEREN
VASALAS

Készül: 4 db



SI VERZIOJAVVAL KESZULT

Technical drawing of a curved metal structure, likely a roof or wall section, showing dimensions and material specifications.

Dimensions and Labels:

- Top Left:** 17 túske 3Ø12-1,55 130
- Top Right:** 7 túske 3Ø12-1,45 120
- Bottom Left:** 18 túske 5Ø16-1,75 150
- Bottom Right:** 6 túske 5Ø16-1,65 140
- Curved Section:** 15 3Ø12-4,82 482, 16 2Ø12-4,82 482, 14 5Ø16-4,82 482
- Other Dimensions:** 23·20=4,60, 60, 11, 80, 4,92, 100, 60, 52, 92, 3, 5, 25, 120, 130, 150, 160, 170, 180, 190, 200, 210, 220, 230, 240, 250, 260, 270, 280, 290, 300, 310, 320, 330, 340, 350, 360, 370, 380, 390, 400, 410, 420, 430, 440, 450, 460, 470, 480, 490, 500, 510, 520, 530, 540, 550, 560, 570, 580, 590, 600, 610, 620, 630, 640, 650, 660, 670, 680, 690, 700, 710, 720, 730, 740, 750, 760, 770, 780, 790, 800, 810, 820, 830, 840, 850, 860, 870, 880, 890, 900, 910, 920, 930, 940, 950, 960, 970, 980, 990, 1000

Material Specifications:

- O1:** Lásd S-07
- A4:** Lásd S-01
- Tg4:** (Material specification for the curved section)

Section A-A (M=1:50):

- Top View:** 2 2 2, 3 3 3, 60, 100, 52, 92, 3, 5, 25, 120, 130, 150, 160, 170, 180, 190, 200, 210, 220, 230, 240, 250, 260, 270, 280, 290, 300, 310, 320, 330, 340, 350, 360, 370, 380, 390, 400, 410, 420, 430, 440, 450, 460, 470, 480, 490, 500, 510, 520, 530, 540, 550, 560, 570, 580, 590, 600, 610, 620, 630, 640, 650, 660, 670, 680, 690, 700, 710, 720, 730, 740, 750, 760, 770, 780, 790, 800, 810, 820, 830, 840, 850, 860, 870, 880, 890, 900, 910, 920, 930, 940, 950, 960, 970, 980, 990, 1000
- Bottom View:** 24Ø10/20-3,00, 52, 92, 3, 5, 25, 120, 130, 150, 160, 170, 180, 190, 200, 210, 220, 230, 240, 250, 260, 270, 280, 290, 300, 310, 320, 330, 340, 350, 360, 370, 380, 390, 400, 410, 420, 430, 440, 450, 460, 470, 480, 490, 500, 510, 520, 530, 540, 550, 560, 570, 580, 590, 600, 610, 620, 630, 640, 650, 660, 670, 680, 690, 700, 710, 720, 730, 740, 750, 760, 770, 780, 790, 800, 810, 820, 830, 840, 850, 860, 870, 880, 890, 900, 910, 920, 930, 940, 950, 960, 970, 980, 990, 1000

SZENT ISTVÁN EGYETEM YBL MIKLÓS ÉPÍTÉSTUDOMÁNYI KAR		
MECHANIKA ÉS TARTÓSZERKEZETEK SZAKCSOPORT		
TERV TÁRGYA	DIPLOMAMUNKA	TERVSZÁM S-06
RAJZ MEGNEVEZÉSE	TALPGERENDÁK VASALÁSI TERVE	MÉRETARÁNY M=1:50
TERVEZŐ KURUCZ GYULA	KONZULENS HORVÁTH KATALIN	DÁTUM 2015.12.