

SZAKDOLGOZAT

Molnár Zsolt

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

Részletes feladatkiírás

Molnár Zsolt

Nappali Építőmérnök
hallgató részére

Faszerkezetű lovarda tervezése
című szakdolgozatához

Feladat leírása

Megtervezendő egy faszerkezetű lovarda tartószerkezete.

A csarnok tíz keretállásból áll, a keretállások távolsága 6,50 m (1 és 10 tengelyek).

A csarnok főhajó oszlopok tengelytávolsága ~28,00 m (A és B tengelyek), a mellékhajó oszlopok tengelytávolsága ~12,50 m (B és C tengelyek).

Az épület befoglaló mérete ~44,50 m x 59,00 m.

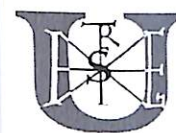
A csarnok főhajó váll tengely magassága ~6,50 m, a gerincmagasság ~12,50 m, a félnyereg tető lejtése ~14°.

A mellékhajó váll tengely magassága ~4,30 m, a félnyereg tető lejtése ~18°.

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

Budapest, 2016. május 26.

Horváth Katalin
Horváth Katalin
belső konzulens



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

Molnár Zsolt

Nappali Építőmérnök szakos
hallgató részére

A feladat címe:

Faszerkezetű lovarda tervezése

Belső konzulens:

Horváth Katalin mérnöktanár

Külső konzulens:

-

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

Budapest, 2016. május 26.


Dr. Dombay Gábor
intézetigazgató

Faszerkezetű lovarda tervezése

Tervező: Molnár Zsolt
Konzulens: Horváth Katalin

Műszaki leírás

Tartalomjegyzék

1. Szakdolgozat ismertetése:	3
2. Tervezési adatok:	3
2.1 Geometriai adatok:	3
2.2 Terhelési adatok:	4
2.3 Anyagminőségek:	4
2.4 Talajviszonyok, talajvízviszonyok:	4
3. A fa szerkezetű csarnok:	4
3.1 Szerkezet kialakítása. statikai váz:	5
3.2 Szelvények, csavarozott kapcsolatok:	5
3.3 Tetőpanel elem:	6
3.4 Csarnok merevítése:	6
3.5 Alapozás, lehorgonyzás:	6
3.6 Felületvédelem:	7

1. Szakdolgozat ismertetése:

Megtervezendő egy két hajós, hőszigetelt, faváz szerkezetű lovarda alapozással együtt. A főhajó és a mellék hajó is fél nyeregtetővel készül, a mellékhajóban egy födém is kialakításra kerül.

2. Tervezési adatok:**2.1 Geometriai adatok:**

A lovarda szélessége 44,03 méter, a hosszúsága 58,50 méter, melyből a főhajó szélessége 28,00 méter.
A lovarda 10 keretállásból áll melynek tengelytávolsága 6,50 méter.

A főhajó teljes magassága 11,80 méter.

A főhajó vállmagassága: 5,60 méter.

A mellékhajó teljes magassága 9,42 méter.

A mellékhajó vállmagassága: 5,35 méter.

A mellékhajó födémmel zárt földszint belmagassága: 3,40 méter.

A mellékhajó tetővel zárt emelet teljes magassága: 5,04 méter.

A mellékhajó tetővel zárt emelt vállmagassága: 1,00 méter.

A csarnok hőszigetelt tetőpanellel, és hőszigetelt falpanelel van ellátva.

A $\pm 0,00$ szint megegyezik a lovarda oszlopai alaptestének felső síkjával.

A főhajóba való bejutást a lovarda oromfalain elhelyezett 2 darab 5,50 X 6,00 m méretű ajtó, a mellékhajóba való bejutást a mellékhajó oromfalain elhelyezett 2 darab 4,00 X 3,00 m méretű ajtón teszi lehetővé.

2.2 Terhelési adatok:

A csarnok terhelései az állandó terhekből, hasznos terhekből és az esetleges terhekből áll.

Állandó terhek:

- a tartószerkezet önsúlya
- a tetőpanel önsúlya
- a falváz panel önsúlya
- a födém panel önsúlya
- az állandó jellegű hasznos teher (gépezeti teher, szalma bála terhe)

Esetleges terhek:

- a hóteher
- a szélteher

2.3 Anyagminőségek:

Az épület tervezett elemek anyaga és anyagminősége:

Szerkezeti fa:

GI 28h	→	$f_{m,0,k} 28.000 \text{ N/mm}^2$	C 24	→	$f_{m,0,k} 24.000 \text{ N/mm}^2$
	→	$f_{m,90,k} 28.000 \text{ N/mm}^2$		→	$f_{m,90,k} 24.000 \text{ N/mm}^2$
	→	$f_{t,0,k} 22.300 \text{ N/mm}^2$		→	$f_{t,0,k} 14.000 \text{ N/mm}^2$
	→	$f_{t,90,k} 0.500 \text{ N/mm}^2$		→	$f_{t,90,k} 0.500 \text{ N/mm}^2$
	→	$f_{c,0,k} 28.000 \text{ N/mm}^2$		→	$f_{c,0,k} 21.000 \text{ N/mm}^2$
	→	$f_{c,90,k} 2.500 \text{ N/mm}^2$		→	$f_{c,90,k} 2.500 \text{ N/mm}^2$
	→	$f_{v,k} 3.500 \text{ N/mm}^2$		→	$f_{v,k} 4.000 \text{ N/mm}^2$

Csavarok anyagminősége:

8.8	→	$f_{yb}=640 \text{ N/mm}^2$
	→	$f_{ub}=800 \text{ N/mm}^2$

2.4 Talajviszonyok, talajvízviszonyok:

	ρ_d (t/m^3)	ρ_n (t/m^3)	φ (°)	C (kPa)	E (MN/m^2)
Humusz 0,00 – 0,40 m		2,10	34		55
Iszapos homokos kavics 0,40 – 5,40 m	1,80	1,95	15	95	9
Sárga iszapos sovány agyag 5,40 – 6,90 m	1,75	2,00	25		25
Iszapos homok 6,90 – 10,00	1,80				

A helyszíni feltárások során a talajvíz a felszín alatt 8,00 méteres mélységben jelentkezett

3. A fa szerkezetű csarnok:

3.1 Szerkezet kialakítása. statikai váz:

A főhajó rövidebb oszlop és a gerenda kapcsolata sarok mereven, a főhajó nagyobb oszlopa és a gerenda kapcsolata pedig csuklósan lett méretezve. Az oszlopok és az alapozás kapcsolata csuklósan került kialakításra. A mellékhajó csuklósan csatlakozik a főhajó hosszabb gerendájához, a földem pedig mereven kapcsolódik a főhajó gerendáihoz.

3.2 Szelvények, csavarozott kapcsolatok:

A szerkezet statikai vázának méretezése FEM-Design 15 Educational programmal történt.

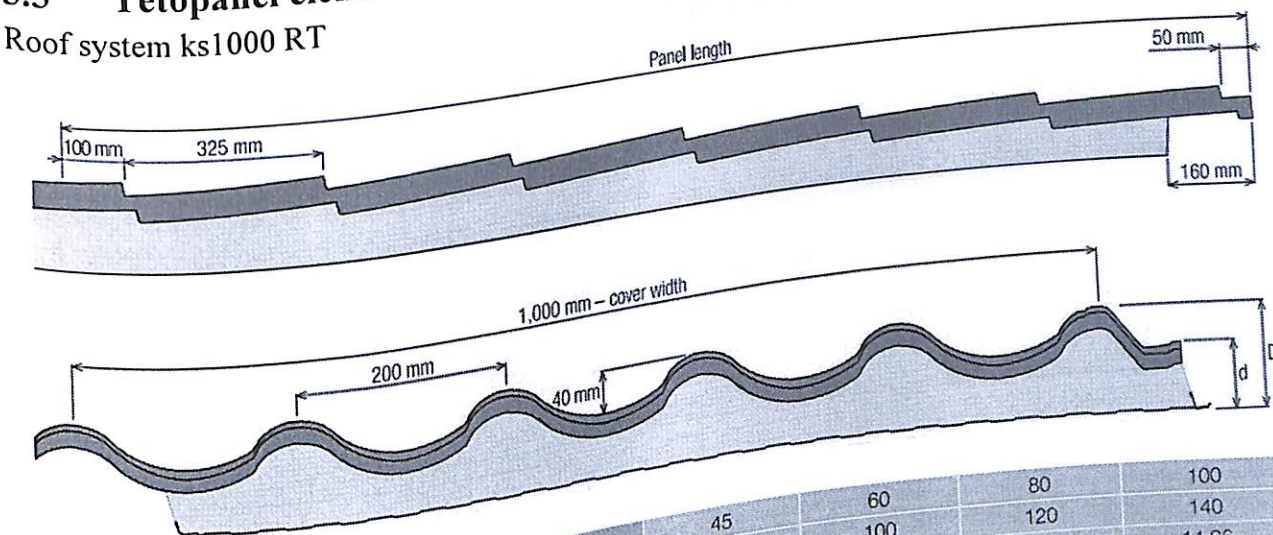
A fő fa elemek:

- Főhajó oszlop: GI 28h
- Mellékhajó oszlop:
- Főhajó gerenda: GI 28h
- Mellékhajó gerenda: GI 28h
- Födém gerenda: GI 28h
- Szélrács: C 24

A csavarok, kapcsolatok kialakítását lásd a csatolt terveken.

3.3 Tetőpanel elem:

Roof system ks1000 RT



	45	60	80	100
d – core thickness (mm)	85	100	120	140
D – overall dimension (mm)	12.58	13.23	14.10	14.96
Weight (kg/m ²)	0.7/0.4 steel			

Panel Thickness (mm)	IPN $\lambda = 0.0224$	
	U (W/m ² K)	R (m ² K/W)
45	0.45	2.05
60	0.32	2.96
80	0.25	3.83
100	0.20	4.83

U – Thermal transmittance W/m²K
 R – Thermal resistance m²K/W
 λ – Long-term Thermal conductivity W/mK

Szelemenek: 215X450 GI 28h rétegelt ragasztott gerenda



3.4 Csarnok merevítése:

A lovardában az 1-es 2-es, 9-es 10-es keretállások között került kialakításra a szélrácsozás, mind a tetősíkon mind a falsíkban.

Alkalmazott szelvények:

A falsíkban 200X200-as C24-es nyomott/húzott gerenda

A tetősíkban 150X150-es C24-es nyomott/húzott gerenda

Kialakításukat a A-3 számú tervrajzlapok tartalmazzák.

3.5 Alapozás, lehorgonyzás:

Az oszlopok és a gerenda kapcsolatát a A-4 számú tervrajzok tartalmazzák.

Az alaptestek pont alapok, és ezeket talpgerendával kötjük össze a süllyedéscsökkentés és azonossága miatt.

Az alaptest és a talpgerenda anyagminősége: C20/25

Az oszlopok csuklósságát biztosító fém és az alaptest kapcsolatát csavarok biztosítják.

Csavarok anyagminősége: 8.8

A csavar alátét és az anya minősége megegyezik a csavar anyagminőségével.

3.6 Felületvédelem:

Polylack Wood Transparent*Leírás:*

Akrilát gyanta alapú, hőre habosodó festék

Felhasználási terület:

Beltéri fafelületek és faanyagú tartószerkezetek tűz elleni védelme, égéskésleltetése

Tűzvédelmi osztályba sorolás:

B-s2,d0

Műszaki adatok*Szín:*

Halványsárgás, opálos

Szilárdanyag tartalom:

64 ± 2 tömeg % Sűrűség: $1,14 \pm 0,06$ g/cm³

Anyagszükséglet:

0,3 kg/m²

Száradás:

Átlagos száradási idő 20°C-on: porszár 1 óra, átszáradt 24 óra múlva

Felület előkészítés:

A fa felület por- és egyéb szennyeződéstől mentes legyen korábban már kezelt (lakkozott vagy festett) felületeken nem alkalmazható

Feldolgozás :

A festéket felkeverés után +5 °C és + 40 °C között, ecsettel, hengerrel vagy gépi szórással kell felhordani a szükséges mennyiségben

Hígító:

A festék felhasználásra kész, de szükség esetén (pl. levegő porlasztásos szórás) 1-3% aromás hígítóval hígítandó

Kiegészítő információk:

A termék feldolgozásával kapcsolatos további információkat a „Munkautasítás” tartalmazza.

Statikai számítás

Tartalomjegyzék

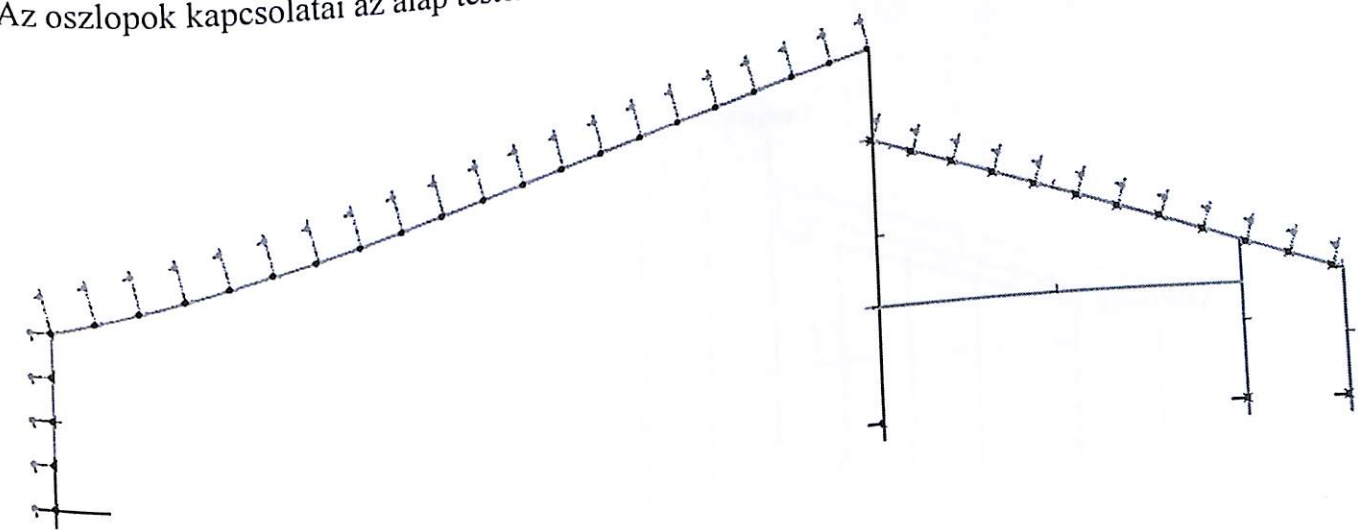
1. Statikai váz, csarnok kialakítása:	10
2. Terhek meghatározása:	10
2.1. Állandó terhek:	11
2.2. Esetleges teher	12
2.3. Teher csoportok:	12
2.4. Teher kombinációk:	21
3. Szerkezet tervezése:	21
3.1. Statikai váz kialakítása	21
3.2. Mértékadó helyek meghatározása:	46
4. Csomópontok méretezése:	53
4.1. 1. Fa-acél kapcsolat befogásként méretezve	56
4.2. 2. Fa-acél kapcsolat csuklóként méretezve	58
4.3. 3. Fa-acél kapcsolatcsuklóként méretezve	60
4.4. 4. Fa-fa kapcsolat befogásként méretezve	62
4.5. 5. Fa-acél kapcsolat befogásként méretezve	64
4.6. 6. Fa-fa kapcsolat befogásként méretezve	66
4.7. 7. Fa-acél kapcsolat csuklóként méretezve	68
4.8. 8. Oszlop alap kapcsolat	69
4.9. 9. Oszlop alap kapcsolat:	71
4.10. 10. Oszlop alap kapcsolat:	73
5. Alapozás méretezése:	73
5.1. A tengely oszlopok alatti alaptest méretezése:	76
5.2. B tengely oszlopok alatti alaptest méretezése:	76
5.3. C tengely oszlopok alatti alaptest méretezése	79

1. Statikai váz, csarnok kialakítása:

A főhajó gerendája és a rövidebb oszlop kapcsolata merev kialakítású, a gerenda és a hosszabb oszlop kialakítása csuklós kapcsolat.

A mellékhajóban kialakított födémgerenda mind két vége befogottként kerül méretezésre.

Az oszlopok kapcsolatai az alap testel csuklós kialakítással méretezem.

**2. Terhek meghatározása:****2.1. Állandó terhek:**

Tartó szerkezet önsúlya:

A tartó szerkezet GL28h rétegelt ragasztott fa oszlopokból és gerendákból került kialakításra melynek térfogatsúlya: $\rho_k = 410 \text{ kg/m}^3$

A tetőfedés biztosító szendvicspanel:

Roof system KS1000 RT típusú nem járható tetőpanel, melynek súlya: $14,10 \text{ kg/m}^2$.

Kialakítása: 0,7 mm-es külső lemez 0,4 mm-es belső lemez

Falváz önsúlya:

A falváz Hipertec wall típusú szendvicspanelből kerül kialakításra, melynek súlya: $19,05 \text{ kg/m}^2$.

Kialakítása: 0,6 mm-es külső és belső lemez között közetgyapot szigetelés.

A mellékhajóban kialakított födém:

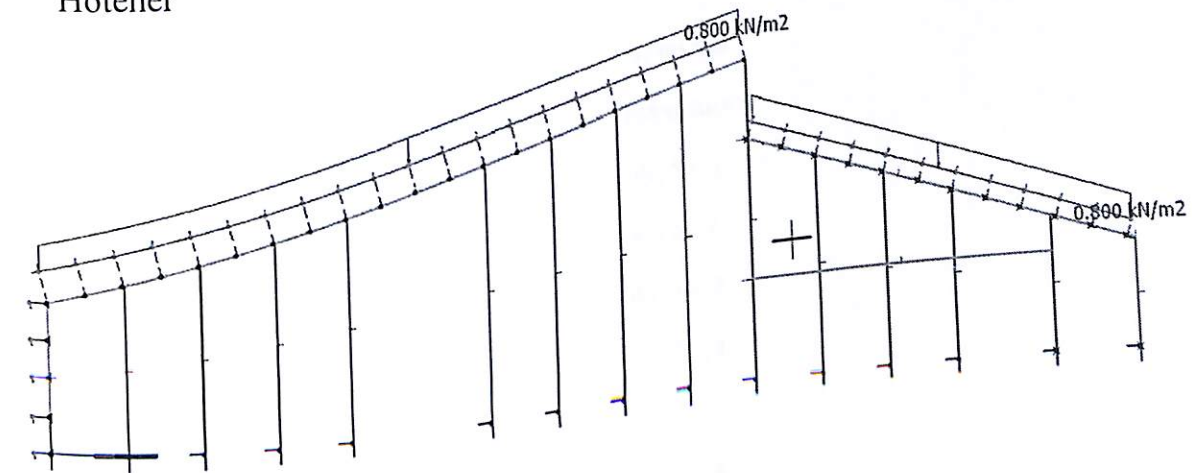
Födémén tárolt szalmabála halmazsúlya: $1,5 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$

Deszkabéléses gerendás födém kerül kialakításra.

2.2. Esetleges teher

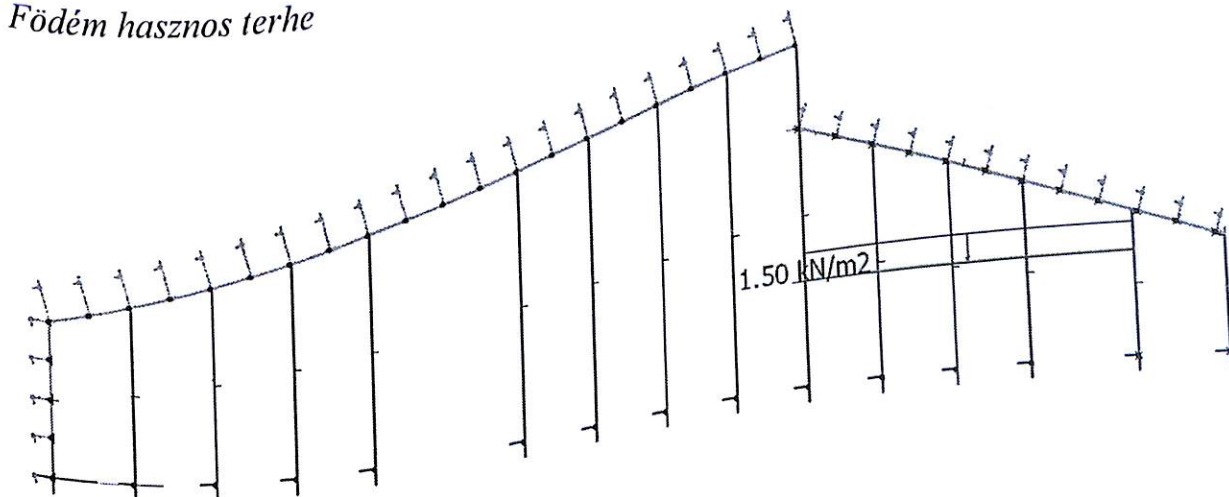
Meteorológia terhek:

Hóteher



Szélteher

Födém hasznos terhe



2.3. Teher csoportok:

No.	Load group	Included load cases
1	öns (Permanent, 1.00, 1.35, 1.00, 1.00, 0.85)	öns (+Dead load)
2	Burkolat (Permanent, 1.00, 1.35, 1.00, 1.00, 0.85)	Tetőpanel
3	Hó (Temporary, 1.50, 0.50, 0.20, 0.00)	Hó
4	hó1/2 (Temporary, 1.50, 0.50, 0.20, 0.00)	Hófeles
5	Szalma (Permanent, 1.00, 1.35, 1.00, 1.00, 0.85)	Szalma bála
7	Födém haszn (Temporary, 1.50, 0.50, 0.20, 0.00)	Födém hasznos
6	Wind load (Temporary, 1.50, 0.60, 0.20, 0.00)	WL, X+, 2. WL, X-, 2. WL, Y+, 2. WL, Y+, 4. WL, Y-, 2. WL, Y-, 4.

2.4. Teher kombinációk:

No.	Name	Type	Factor	Load cases
1	$1.35 \cdot \text{öns} + 1.35 \cdot \text{Tetőpanel} + 1.35 \cdot \text{Szalma bála} + 1.50 \cdot \text{Hó} + 1.50 \cdot 0.60 \cdot \text{WL, X+, 2.} + 1.50 \cdot 0.50 \cdot \text{Födém hasznos}$	Ultimate	1.350	öns+Struc. dead load
			1.350	Tetőpanel
			1.350	Szalma bála
			1.500	Hó
			0.900	WL, X+, 2.
			0.750	Födém hasznos
2	$1.35 \cdot \text{öns} + 1.35 \cdot \text{Tetőpanel} + 1.35 \cdot \text{Szalma bála} + 1.50 \cdot 0.50 \cdot \text{Hó} + 1.50 \cdot \text{WL, X+, 2.} + 1.50 \cdot 0.50 \cdot \text{Födém hasznos}$	Ultimate	1.350	öns+Struc. dead load
			1.350	Tetőpanel
			1.350	Szalma bála
			0.750	Hó
			1.500	WL, X+, 2.
			0.750	Födém hasznos
3	$1.35 \cdot \text{öns} + 1.35 \cdot \text{Tetőpanel} + 1.35 \cdot \text{Szalma bála} + 1.50 \cdot 0.50 \cdot \text{Hó} +$	Ultimate	1.350	öns+Struc. dead

			load
	1.50*0.60*WL, X+, 2. + 1.50*Födém hasznos		1.350 Tetőpanel
			1.350 Szalma bála
			0.750 Hó
			0.900 WL, X+, 2.
			1.500 Födém hasznos
		Ultimate	1.350 öns+Struc. dead load
4	1.35*öns + 1.35*Tetőpanel + 1.35*Szalma bála + 1.50*Hó + 1.50*0.60*WL, X-, 2. + 1.50*0.50*Födém hasznos		1.350 Tetőpanel
			1.350 Szalma bála
			1.500 Hó
			0.900 WL, X-, 2.
			0.750 Födém hasznos
		Ultimate	1.350 öns+Struc. dead load
5	1.35*öns + 1.35*Tetőpanel + 1.35*Szalma bála + 1.50*0.50*Hó + 1.50*WL, X-, 2. + 1.50*0.50*Födém hasznos		1.350 Tetőpanel
			1.350 Szalma bála
			0.750 Hó
			1.500 WL, X-, 2.
			0.750 Födém hasznos
		Ultimate	1.350 öns+Struc. dead load
6	1.35*öns + 1.35*Tetőpanel + 1.35*Szalma bála + 1.50*0.50*Hó + 1.50*0.60*WL, X-, 2. + 1.50*Födém hasznos		1.350 Tetőpanel
			1.350 Szalma bála
			0.750 Hó
			0.900 WL, X-, 2.
			1.500 Födém hasznos
		Ultimate	1.350 öns+Struc. dead load
7	1.35*öns + 1.35*Tetőpanel + 1.35*Szalma bála + 1.50*Hó + 1.50*0.60*WL, Y+, 2. + 1.50*0.50*Födém hasznos		1.350 Tetőpanel
			1.350 Szalma bála
			1.500 Hó
			0.900 WL, Y+, 2.
			0.750 Födém hasznos

8	$1.35 \cdot \ddot{o}ns + 1.35 \cdot \text{Tet\ddot{o}panel} + 1.35 \cdot \text{Szalma b\ddot{a}la} + 1.50 \cdot 0.50 \cdot \text{H\ddot{o}} + 1.50 \cdot \text{WL, Y+, 2.} + 1.50 \cdot 0.50 \cdot \text{F\ddot{o}d\acute{e}m hasznos}$	Ultimate	1.350	öns+Struc. dead load
			1.350	Tetőpanel
			1.350	Szalma bála
			0.750	Hó
			1.500	WL, Y+, 2.
9	$1.35 \cdot \ddot{o}ns + 1.35 \cdot \text{Tet\ddot{o}panel} + 1.35 \cdot \text{Szalma b\ddot{a}la} + 1.50 \cdot 0.50 \cdot \text{H\ddot{o}} + 1.50 \cdot 0.60 \cdot \text{WL, Y+, 2.} + 1.50 \cdot \text{F\ddot{o}d\acute{e}m hasznos}$	Ultimate	0.750	Födém hasznos
			1.350	öns+Struc. dead load
			1.350	Tetőpanel
			1.350	Szalma bála
			0.750	Hó
10	$1.35 \cdot \ddot{o}ns + 1.35 \cdot \text{Tet\ddot{o}panel} + 1.35 \cdot \text{Szalma b\ddot{a}la} + 1.50 \cdot \text{H\ddot{o}} + 1.50 \cdot 0.60 \cdot \text{WL, Y+, 4.} + 1.50 \cdot 0.50 \cdot \text{F\ddot{o}d\acute{e}m hasznos}$	Ultimate	0.900	WL, Y+, 2.
			1.500	Födém hasznos
			1.350	öns+Struc. dead load
			1.350	Tetőpanel
			1.350	Szalma bála
11	$1.35 \cdot \ddot{o}ns + 1.35 \cdot \text{Tet\ddot{o}panel} + 1.35 \cdot \text{Szalma b\ddot{a}la} + 1.50 \cdot 0.50 \cdot \text{H\ddot{o}} + 1.50 \cdot \text{WL, Y+, 4.} + 1.50 \cdot 0.50 \cdot \text{F\ddot{o}d\acute{e}m hasznos}$	Ultimate	1.500	Hó
			0.900	WL, Y+, 4.
			0.750	Födém hasznos
			1.350	öns+Struc. dead load
			1.350	Tetőpanel
12	$1.35 \cdot \ddot{o}ns + 1.35 \cdot \text{Tet\ddot{o}panel} + 1.35 \cdot \text{Szalma b\ddot{a}la} + 1.50 \cdot 0.50 \cdot \text{H\ddot{o}} + 1.50 \cdot 0.60 \cdot \text{WL, Y+, 4.} + 1.50 \cdot \text{F\ddot{o}d\acute{e}m hasznos}$	Ultimate	1.350	Szalma bála
			0.750	Hó
			1.500	WL, Y+, 4.
			0.750	Födém hasznos
			1.350	öns+Struc. dead load

Szakdolgozat

Statikai számítás

Tervező: Molnár Zsolt

		Ultimate	1.350	öns+Struc. dead load
3	1.35*öns + 1.35*Tetőpanel + 1.35*Szalma bála + 1.50*Hó + 1.50*0.60*WL, Y-, 2. + 1.50*0.50*Födém hasznos		1.350	Tetőpanel
			1.350	Szalma bála
			1.500	Hó
			0.900	WL, Y-, 2.
			0.750	Födém hasznos
14	1.35*öns + 1.35*Tetőpanel + 1.35*Szalma bála + 1.50*0.50*Hó + 1.50*WL, Y-, 2. + 1.50*0.50*Födém hasznos	Ultimate	1.350	öns+Struc. dead load
			1.350	Tetőpanel
			1.350	Szalma bála
			0.750	Hó
			1.500	WL, Y-, 2.
			0.750	Födém hasznos
15	1.35*öns + 1.35*Tetőpanel + 1.35*Szalma bála + 1.50*0.50*Hó + 1.50*0.60*WL, Y-, 2. + 1.50*Födém hasznos	Ultimate	1.350	öns+Struc. dead load
			1.350	Tetőpanel
			1.350	Szalma bála
			0.750	Hó
			0.900	WL, Y-, 2.
			1.500	Födém hasznos
16	1.35*öns + 1.35*Tetőpanel + 1.35*Szalma bála + 1.50*Hó + 1.50*0.60*WL, Y-, 4. + 1.50*0.50*Födém hasznos	Ultimate	1.350	öns+Struc. dead load
			1.350	Tetőpanel
			1.350	Szalma bála
			1.500	Hó
			0.900	WL, Y-, 4.
			0.750	Födém hasznos
17	1.35*öns + 1.35*Tetőpanel + 1.35*Szalma bála + 1.50*0.50*Hó + 1.50*WL, Y-, 4. + 1.50*0.50*Födém hasznos	Ultimate	1.350	öns+Struc. dead load
			1.350	Tetőpanel
			1.350	Szalma bála
			0.750	Hó
			1.500	WL, Y-, 4.
			0.750	Födém hasznos

18	$1.35 \cdot \ddot{o}ns + 1.35 \cdot \text{Tetőpanel} + 1.35 \cdot \text{Szalma bála} + 1.50 \cdot 0.50 \cdot \text{Hó} + 1.50 \cdot 0.60 \cdot \text{WL}_-, \text{Y}_-, 4. + 1.50 \cdot \text{Födém hasznos}$	Ultimate	1.350	öns+Struc. dead load
			1.350	Tetőpanel
			1.350	Szalma bála
			0.750	Hó
			0.900	WL, Y-, 4.
			1.500	Födém hasznos
19	$\ddot{o}ns + \text{Tetőpanel} + \text{Szalma bála} + \text{Hó} + 0.60 \cdot \text{WL}_-, \text{X}^+, 2. + 0.50 \cdot \text{Födém hasznos}$	Serviceability	1.000	öns+Struc. dead load
			1.000	Tetőpanel
			1.000	Szalma bála
			1.000	Hó
			0.600	WL, X+, 2.
			0.500	Födém hasznos
20	$\ddot{o}ns + \text{Tetőpanel} + \text{Szalma bála} + 0.50 \cdot \text{Hó} + \text{WL}_-, \text{X}^+, 2. + 0.50 \cdot \text{Födém hasznos}$	Serviceability	1.000	öns+Struc. dead load
			1.000	Tetőpanel
			1.000	Szalma bála
			0.500	Hó
			1.000	WL, X+, 2.
			0.500	Födém hasznos
21	$\ddot{o}ns + \text{Tetőpanel} + \text{Szalma bála} + 0.50 \cdot \text{Hó} + 0.60 \cdot \text{WL}_-, \text{X}^+, 2. + \text{Födém hasznos}$	Serviceability	1.000	öns+Struc. dead load
			1.000	Tetőpanel
			1.000	Szalma bála
			0.500	Hó
			0.600	WL, X+, 2.
			1.000	Födém hasznos
22	$\ddot{o}ns + \text{Tetőpanel} + \text{Szalma bála} + \text{Hó} + 0.60 \cdot \text{WL}_-, \text{X}^-, 2. + 0.50 \cdot \text{Födém hasznos}$	Serviceability	1.000	öns+Struc. dead load
			1.000	Tetőpanel
			1.000	Szalma bála
			1.000	Hó
			0.600	WL, X-, 2.
			0.500	Födém hasznos

23	öns + Tetőpanel + Szalma bála + 0.50*Hó + WL, X-, 2. + 0.50*Födém hasznos	Serviceability	1.000	öns+Struc. dead load
			1.000	Tetőpanel
			1.000	Szalma bála
			0.500	Hó
			1.000	WL, X-, 2.
24	öns + Tetőpanel + Szalma bála + 0.50*Hó + 0.60*WL, X-, 2. + Födém hasznos	Serviceability	0.500	Födém hasznos
			1.000	öns+Struc. dead load
			1.000	Tetőpanel
			1.000	Szalma bála
			0.500	Hó
25	öns + Tetőpanel + Szalma bála + Hó + 0.60*WL, Y+, 2. + 0.50*Födém hasznos	Serviceability	0.600	WL, X-, 2.
			1.000	Födém hasznos
			1.000	öns+Struc. dead load
			1.000	Tetőpanel
			1.000	Szalma bála
26	öns + Tetőpanel + Szalma bála + Hó + 0.60*WL, Y+, 2. + 0.50*Födém hasznos	Serviceability	1.000	Hó
			0.600	WL, Y+, 2.
			0.500	Födém hasznos
			1.000	öns+Struc. dead load
			1.000	Tetőpanel
27	öns + Tetőpanel + Szalma bála + 0.50*Hó + 0.60*WL, Y+, 2. + Födém hasznos	Serviceability	1.000	Szalma bála
			0.500	Hó
			1.000	WL, Y+, 2.
			0.500	Födém hasznos
			1.000	öns+Struc. dead load
		Serviceability	1.000	Tetőpanel
			1.000	Szalma bála
			0.500	Hó
			0.600	WL, Y+, 2.
			1.000	Födém hasznos

		Serviceability	1.000	öns+Struc. dead load
28	öns + Tetőpanel + Szalma bála + Hó + 0.60*WL, Y+, 4. + 0.50*Födém hasznos		1.000	Tetőpanel
			1.000	Szalma bála
			1.000	Hó
			0.600	WL, Y+, 4.
			0.500	Födém hasznos
		Serviceability	1.000	öns+Struc. dead load
29	öns + Tetőpanel + Szalma bála + 0.50*Hó + WL, Y+, 4. + 0.50*Födém hasznos		1.000	Tetőpanel
			1.000	Szalma bála
			0.500	Hó
			1.000	WL, Y+, 4.
			0.500	Födém hasznos
		Serviceability	1.000	öns+Struc. dead load
30	öns + Tetőpanel + Szalma bála + 0.50*Hó + 0.60*WL, Y+, 4. + Födém hasznos		1.000	Tetőpanel
			1.000	Szalma bála
			0.500	Hó
			0.600	WL, Y+, 4.
			1.000	Födém hasznos
		Serviceability	1.000	öns+Struc. dead load
31	öns + Tetőpanel + Szalma bála + Hó + 0.60*WL, Y-, 2. + 0.50*Födém hasznos		1.000	Tetőpanel
			1.000	Szalma bála
			1.000	Hó
			0.600	WL, Y-, 2.
			0.500	Födém hasznos
		Serviceability	1.000	öns+Struc. dead load
32	öns + Tetőpanel + Szalma bála + 0.50*Hó + WL, Y-, 2. + 0.50*Födém hasznos		1.000	Tetőpanel
			1.000	Szalma bála
			0.500	Hó
			1.000	WL, Y-, 2.
			0.500	Födém hasznos

33	öns + Tetőpanel + Szalma bála + 0.50*Hó + 0.60*WL, Y-, 2. + Födém hasznos	Serviceability	1.000	öns+Struc. dead load
			1.000	Tetőpanel
			1.000	Szalma bála
			0.500	Hó
			0.600	WL, Y-, 2.
34	öns + Tetőpanel + Szalma bála + Hó + 0.60*WL, Y-, 4. + 0.50*Födém hasznos	Serviceability	1.000	Födém hasznos
			1.000	öns+Struc. dead load
			1.000	Tetőpanel
			1.000	Szalma bála
			1.000	Hó
35	öns + Tetőpanel + Szalma bála + 0.50*Hó + WL, Y-, 4. + 0.50*Födém hasznos	Serviceability	0.600	WL, Y-, 4.
			0.500	Födém hasznos
			1.000	öns+Struc. dead load
			1.000	Tetőpanel
			1.000	Szalma bála
36	öns + Tetőpanel + Szalma bála + 0.50*Hó + 0.60*WL, Y-, 4. + Födém hasznos	Serviceability	0.500	Hó
			1.000	WL, Y-, 4.
			0.500	Födém hasznos
			1.000	öns+Struc. dead load
			1.000	Tetőpanel
37	1,35*öns+1,35*Tetőpanel+1,5*WL,Y-,4.+0,75*hófeles	Ultimate	1.000	Szalma bála
			0.500	Hó
			0.600	WL, Y-, 4.
			1.000	Födém hasznos
			1.350	öns+Struc. dead load
			1.350	Tetőpanel
			1.500	WL, Y-, 4.
			0.750	Hófeles

Szakdolgozat

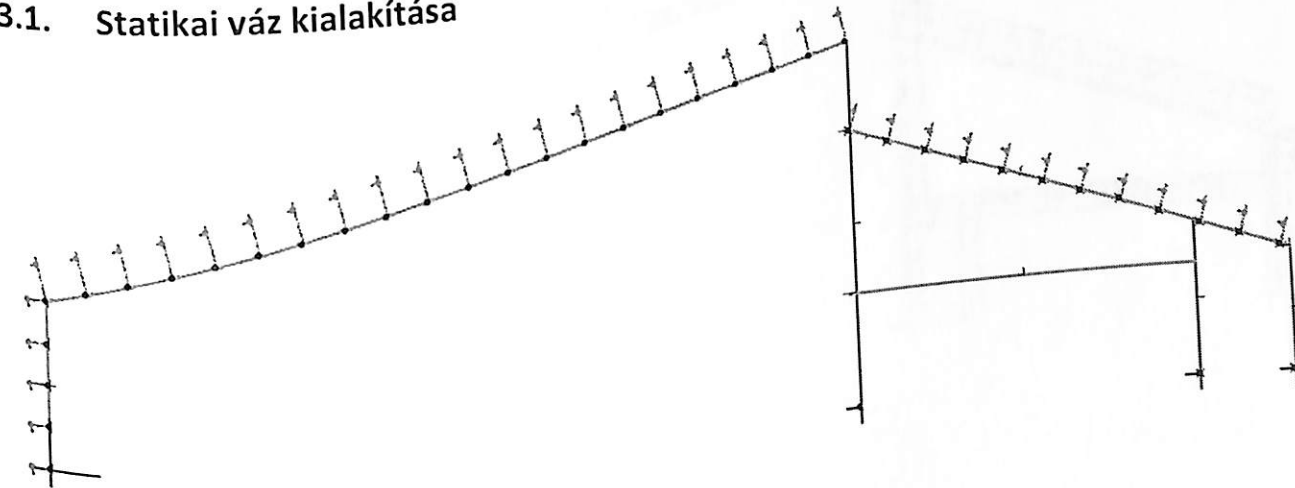
Statikai számítás

Tervező: Molnár Zsolt

		Ultimate	1.350	öns+Struc. dead load
38	$1,35 \cdot \text{öns} + 1,35 \cdot \text{Tetőpanel} + 0,9 \cdot \text{WL, Y-, 4.} + 1,5 \cdot \text{hófeles}$		1.350	Tetőpanel
			0.900	WL, Y-, 4.
			1.500	Hófeles
39	$\text{öns} + \text{Tetőpanel} + 1,00 \cdot \text{WL, Y-, 4.} + 0,5 \cdot \text{hófeles}$	Serviceability	1.000	öns+Struc. dead load
			1.000	Tetőpanel
			1.000	WL, Y-, 4.
			0.500	Hófeles
40	$\text{öns} + \text{Tetőpanel} + 0,6 \cdot \text{WL, Y-, 4.} + 1,00 \cdot \text{hófeles}$	Serviceability	1.000	öns+Struc. dead load
			1.000	Tetőpanel
			0.600	WL, Y-, 4.
			1.000	Hófeles

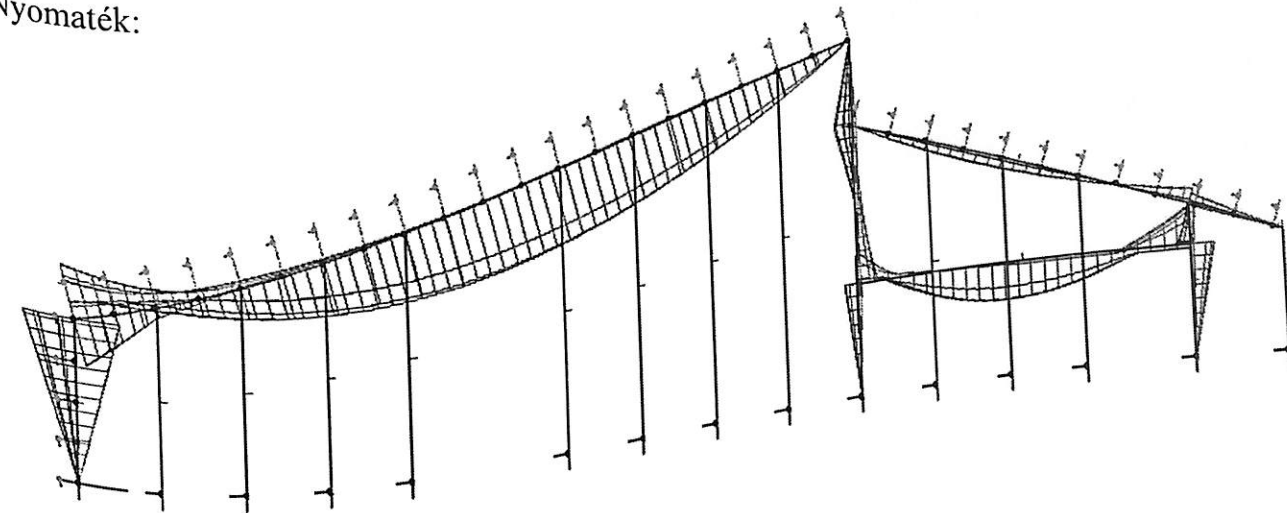
3. Szerkezet tervezése:

3.1. Statikai váz kialakítása

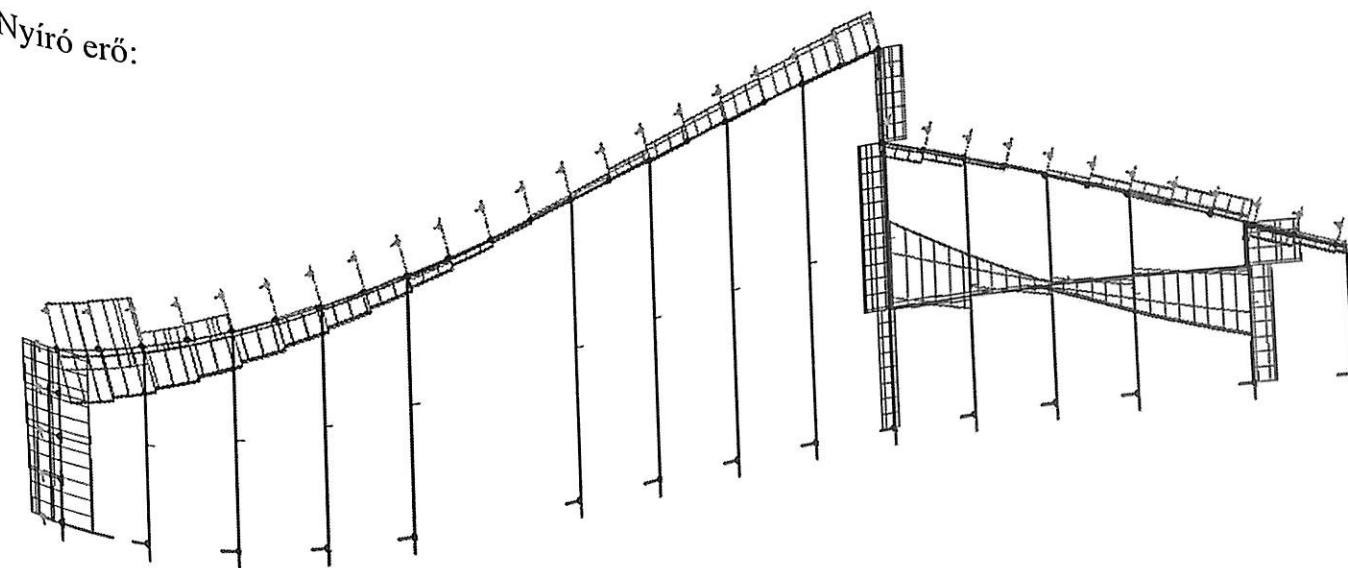


3.2. Mértékadó helyek meghatározása:

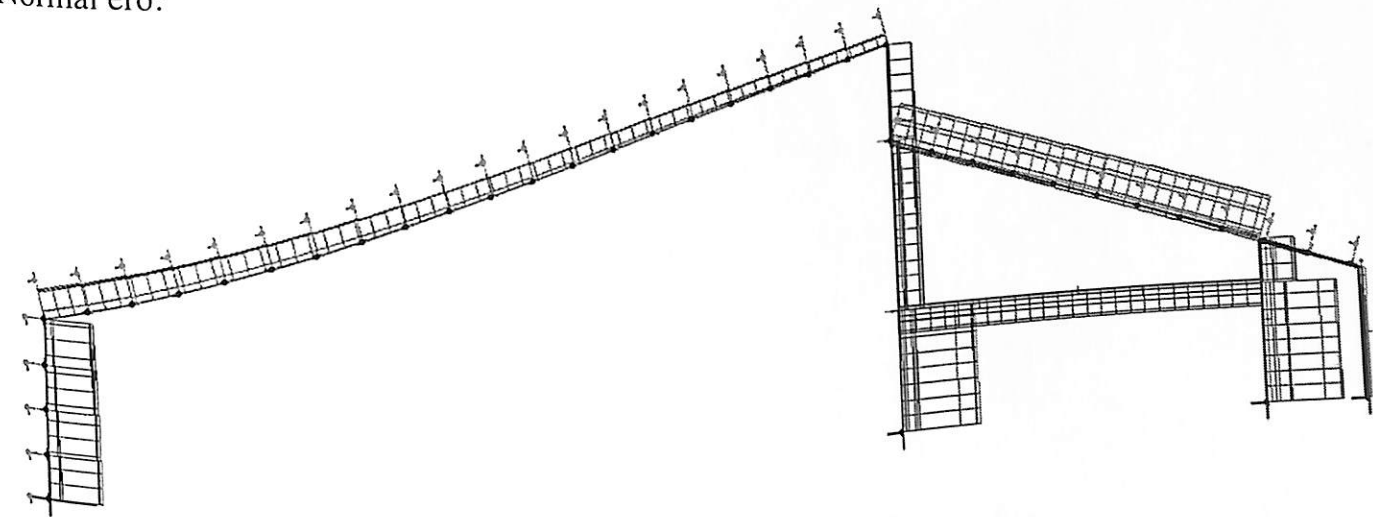
Nyomaték:



Nyíró erő:



Normál erő:



Kihasznátltság szempontból:

Változó keresztmetszetű gerenda
Maximális teherkombináció

GL 28h

$E_{0,05}$	$= 10500 \text{ N/mm}^2$	$f_{t,90,k}$	$= 0.50 \text{ N/mm}^2$
$G_{0,05}$	$= 540 \text{ N/mm}^2$	$f_{c,0,k}$	$= 28.00 \text{ N/mm}^2$
γ_M	$= 1.25$	$f_{c,90,k}$	$= 2.50 \text{ N/mm}^2$
$\gamma_{M,acc./seis.}$	$= 1.00$	$f_{v,k}$	$= 3.50 \text{ N/mm}^2$
k_{sys}	$= 1.00$		

Vizsgált keresztmetszet

Vizsgált keresztmetszet

x = 17303 mm, Intermediate 1

x = 28838 mm, Glulam 1500.0x300.0

$$A = 510000 \text{ mm}^2 \quad f_{t,0,k} = 22.3 \text{ N/mm}^2$$

$$W_1 = 1.445e+0 \text{ mm}^3 \quad f_{m,1,k} = 28.0 \text{ N/mm}^2$$

$$W_2 = 2.550e+0 \text{ mm}^3 \quad f_{m,2,k} = 30.01 \text{ N/mm}^2$$

$$i_1 = 491 \text{ mm}$$

$$i_2 = 87 \text{ mm}$$

$$I_2 = 3.825e+0 \text{ mm}^4$$

$$I_1 = 1.360e+1 \text{ mm}^4$$

$$A = 450000 \text{ mm}^2 \quad f_{t,0,k} = 22.3 \text{ N/mm}^2$$

$$W_1 = 1.125e+0 \text{ mm}^3 \quad f_{m,1,k} = 28.0 \text{ N/mm}^2$$

$$W_2 = 2.250e+0 \text{ mm}^3 \quad f_{m,2,k} = 30.01 \text{ N/mm}^2$$

$$i_1 = 433 \text{ mm}$$

$$i_2 = 87 \text{ mm}$$

$$I_2 = 3.375e+0 \text{ mm}^4$$

$$I_1 = 1.180e+1 \text{ mm}^4$$

Hajlítás és központos húzás kombinációja - 6.2.3

Nem releváns

Hajlítás és rostirányú központos nyomás - 6.1.4, 6.2.4

$$\text{LC: } 1.35 \cdot \text{öns} + 1.35 \cdot \text{Tetőpanel} + 1.35 \cdot \text{Szalma bála} + 1.50 \cdot H_6 + 1.50 \cdot 0.60 \cdot WL, Y+, 4. + 1.50 \cdot 0.50 \cdot \text{Födém hasznos'}, k_{mod} = 0.90, x = 17302.57 \text{ mm}$$

$$\alpha = 0.01 \text{ rad}$$

$$k_{m,\alpha} = 1 / \sqrt{1 + \left(\frac{f_{m,1,d}}{1.50 \cdot f_{v,d}} \tan(\alpha) \right)^2 + \left(\frac{f_{m,2,d}}{f_{c,90,d}} \tan^2(\alpha) \right)^2} = 1 / \sqrt{1 + \left(\frac{20.16}{1.50 \cdot 2.52} \tan(0.01) \right)^2 + \left(\frac{20.16}{1.80} \tan^2(0.01) \right)^2} = 1.00 \quad (6.40)$$

$$\sigma_{c,0,d} = 0.22 \text{ N/mm}^2 \leq f_{c,0,d} = 20.16 \text{ N/mm}^2 \quad (6.2) - \text{OK}$$

$$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{m,1,d}}{k_{m,\alpha} \cdot f_{m,1,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,2,d}}{f_{m,2,d}} = \left(\frac{0.22}{20.16} \right)^2 + \frac{8.76}{1.00 \cdot 20.16} + 0.70 \frac{0.04}{21.61} = 0.44 \leq 1.00 \quad (6.19) - \text{OK}$$

$$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + k_m \frac{\sigma_{m,1,d}}{k_{m,\alpha} \cdot f_{m,1,d}} + \frac{\sigma_{m,2,d}}{f_{m,2,d}} = \left(\frac{0.22}{20.16} \right)^2 + 0.70 \frac{8.76}{1.00 \cdot 20.16} + \frac{0.04}{21.61} = 0.31 \leq 1.00 \quad (6.20) - \text{OK}$$

Nyírás és csavarás kombinációja - 6.1.7, 6.1.8

$$\text{LC: } 1.35 \cdot \text{öns} + 1.35 \cdot \text{Tetőpanel} + 1.35 \cdot \text{Szalma bála} + 1.50 \cdot H_6 + 1.50 \cdot 0.60 \cdot WL, Y+, 4. + 1.50 \cdot 0.50 \cdot \text{Födém hasznos'}, k_{mod} = 0.90, x = 28837.65 \text{ mm}$$

$$\tau_d = 0.94 \text{ N/mm}^2 \leq f_{v,d} = 2.52 \text{ N/mm}^2 \quad (6.13) - \text{OK}$$

x = 17303 mm, Intermediate 1

x = 28838 mm, Glulam 1500.0x300.0

$$A = 510000 \text{ mm}^2 \quad f_{t,0,k} = 22.3 \text{ N/mm}^2$$

$$W_1 = 1.445 \text{e}+0 \text{ mm}^3 \quad f_{m,1,k} = 28.0 \text{ N/mm}^2$$

$$W_2 = 2.550 \text{e}+0 \text{ mm}^3 \quad f_{m,2,k} = 30.01 \text{ N/mm}^2$$

$$i_1 = 491 \text{ mm}$$

$$i_2 = 87 \text{ mm}$$

$$I_2 = 3.825 \text{e}+0 \text{ mm}^4$$

$$I_1 = 1.360 \text{e}+1 \text{ mm}^4$$

$$A = 450000 \text{ mm}^2 \quad f_{t,0,k} = 22.3 \text{ N/mm}^2$$

$$W_1 = 1.125 \text{e}+0 \text{ mm}^3 \quad f_{m,1,k} = 28.0 \text{ N/mm}^2$$

$$W_2 = 2.250 \text{e}+0 \text{ mm}^3 \quad f_{m,2,k} = 30.01 \text{ N/mm}^2$$

$$i_1 = 433 \text{ mm}$$

$$i_2 = 87 \text{ mm}$$

$$I_2 = 3.375 \text{e}+0 \text{ mm}^4$$

$$I_1 = 1.180 \text{e}+1 \text{ mm}^4$$

Hajlítás és központos húzás kombinációja - 6.2.3

Nem releváns

Hajlítás és rostirányú központos nyomás - 6.1.4, 6.2.4

$$\text{LC: } 1.35 \cdot \text{öns} + 1.35 \cdot \text{Tetőpanel} + 1.35 \cdot \text{Szalma bála} + 1.50 \cdot \text{Hó} + 1.50 \cdot 0.60 \cdot \text{WL, Y+, 4.} + 1.50 \cdot 0.50 \cdot \text{Födém hasznos'}, \quad k_{\text{mod}} = 0.90, \quad x = 17302.57 \text{ mm}$$

$$\alpha = 0.01 \text{ rad}$$

$$k_{m,\alpha} = 1 / \sqrt{1 + \left(\frac{f_{m,1,d}}{1.50 \cdot f_{v,d}} \tan(\alpha) \right)^2 + \left(\frac{f_{m,2,d}}{f_{c,90,d}} \tan^2(\alpha) \right)^2} = 1 / \sqrt{1 + \left(\frac{20.16}{1.50 \cdot 2.52} \tan(0.01) \right)^2 + \left(\frac{20.16}{1.80} \tan^2(0.01) \right)^2} = 1.00 \quad (6.40)$$

$$\sigma_{c,0,d} = 0.22 \text{ N/mm}^2 \leq f_{c,0,d} = 20.16 \text{ N/mm}^2 \quad (6.2) - \text{OK} \quad (6.19) - \text{OK}$$

$$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{m,1,d}}{k_{m,\alpha} \cdot f_{m,1,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,2,d}}{f_{m,2,d}} = \left(\frac{0.22}{20.16} \right)^2 + \frac{8.76}{1.00 \cdot 20.16} + 0.70 \frac{0.04}{21.61} = 0.44 \leq 1.00 \quad (6.20) - \text{OK}$$

$$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + k_m \frac{\sigma_{m,1,d}}{k_{m,\alpha} \cdot f_{m,1,d}} + \frac{\sigma_{m,2,d}}{f_{m,2,d}} = \left(\frac{0.22}{20.16} \right)^2 + 0.70 \frac{8.76}{1.00 \cdot 20.16} + \frac{0.04}{21.61} = 0.31 \leq 1.00$$

Nyírás és csavarás kombinációja - 6.1.7, 6.1.8

$$\text{LC: } 1.35 \cdot \text{öns} + 1.35 \cdot \text{Tetőpanel} + 1.35 \cdot \text{Szalma bála} + 1.50 \cdot \text{Hó} + 1.50 \cdot 0.60 \cdot \text{WL, Y+, 4.} + 1.50 \cdot 0.50 \cdot \text{Födém hasznos'}, \quad k_{\text{mod}} = 0.90, \quad x = 28837.65 \text{ mm}$$

$$\tau_d = 0.94 \text{ N/mm}^2 \leq f_{v,d} = 2.52 \text{ N/mm}^2 \quad (6.13) - \text{OK}$$

Hajlítási kihajlás erős tengely körül - 6.3.2

LC: '1.35 * öns + 1.35 * Tetőpanel + 1.35 * Szalma bála + 1.50 * Hó + 1.50 * 0.60 * WL, Y+, 4. + 1.50

* 0.50 * Födém hasznos', $k_{mod} = 0.90$, $x = 17302.57$ mm

$$\beta_c = 0.1 \quad (6.29)$$

$$\lambda_1 = \frac{l_0}{i_{*1}} = \frac{1442}{505} = 2.85$$

$$\lambda_{rel1} = \frac{\lambda_1}{\pi} \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,05}}} = \frac{2.85}{\pi} \sqrt{\frac{28.00}{10500}} = 0.300 \quad (6.21)$$

$$k_1 = 0.5 (1 + \beta_c (\lambda_{rel1} - 0.3) + \lambda_{rel1}^2) = 0.5 (1 + 0.1 (0.300 - 0.3) + 0.300^2) = 0.545 \quad (6.27)$$

$$k_{c,1} = \frac{1}{k_1 + \sqrt{k_1^2 - \lambda_{rel1}^2}} = \frac{1}{0.545 + \sqrt{0.545^2 - 0.300^2}} = 1.000 \quad (6.25)$$

$$\alpha = 0.01 \text{ rad}$$

$$k_{m,\alpha} = 1 / \sqrt{1 + \left(\frac{f_{m,1,d}}{1.50 \cdot f_{v,d}} \tan(\alpha) \right)^2 + \left(\frac{f_{m,1,d}}{f_{c,90,d}} \tan^2(\alpha) \right)^2} = 1 / \sqrt{1 + \left(\frac{20.16}{1.50 \cdot 2.52} \tan(0.01) \right)^2 + \left(\frac{20.16}{1.80} \tan^2(0.01) \right)^2} =$$

$$1.00 \quad (6.40)$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,1} f_{c,0,d}} + k_{m,\alpha} \frac{\sigma_{m,1,d}}{k_{m,\alpha} f_{m,1,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,2,d}}{f_{m,2,d}} = \frac{0.22}{1.000 \cdot 20.16} + \frac{8.76}{1.00 \cdot 20.16} + 0.70 \cdot \frac{0.04}{21.61} = 0.45 \leq 1.00 \quad (6.23) - \text{OK}$$

Hajlítási kihajlás gyenge tengely körül - 6.3.2

LC: '1.35 * öns + 1.35 * Tetőpanel + 1.35 * Szalma bála + 1.50 * Hó + 1.50 * 0.60 * WL, Y+, 4. + 1.50

* 0.50 * Födém hasznos', $k_{mod} = 0.90$, $x = 17302.57$ mm

$$\beta_c = 0.1 \quad (6.29)$$

$$\lambda_2 = \frac{l_0}{i_{*2}} = \frac{1442}{87} = 16.65$$

$$\lambda_{rel2} = \frac{\lambda_2}{\pi} \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,05}}} = \frac{16.65}{\pi} \sqrt{\frac{28.00}{10500}} = 0.300 \quad (6.22)$$

$$k_2 = 0.5 (1 + \beta_c (\lambda_{rel2} - 0.3) + \lambda_{rel2}^2) = 0.5 (1 + 0.1 (0.300 - 0.3) + 0.300^2) = 0.545 \quad (6.28)$$

$$k_{c,2} = \frac{1}{k_2 + \sqrt{k_2^2 - \lambda_{rel2}^2}} = \frac{1}{0.545 + \sqrt{0.545^2 - 0.300^2}} = 1.000 \quad (6.26)$$

$$\alpha = 0.01 \text{ rad}$$

$$k_{m,\alpha} = 1 / \sqrt{1 + \left(\frac{f_{m,1,d}}{1.50 \cdot f_{v,d}} \tan(\alpha) \right)^2 + \left(\frac{f_{m,1,d}}{f_{c,90,d}} \tan^2(\alpha) \right)^2} = 1 / \sqrt{1 + \left(\frac{20.16}{1.50 \cdot 2.52} \tan(0.01) \right)^2 + \left(\frac{20.16}{1.80} \tan^2(0.01) \right)^2} =$$

$$1.00 \quad (6.40)$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,2} f_{c,0,d}} + k_{m,\alpha} \frac{\sigma_{m,1,d}}{k_{m,\alpha} f_{m,1,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,2,d}}{f_{m,2,d}} = \frac{0.22}{1.000 \cdot 20.16} + \frac{8.76}{1.00 \cdot 20.16} + \frac{0.04}{21.61} = 0.32 \leq 1.00 \quad (6.24) - \text{OK}$$

Keresztirányú csavarodási kihajlás - 6.3.3

LC: '1.35 * öns + 1.35 * Tetőpanel + 1.35 * Szalma bála + 1.50 * Hó + 1.50 * 0.60 * WL, Y+, 4. + 1.50

* 0.50 * Födém hasznos', $k_{mod} = 0.90$, $x = 17302.57$ mm

$$I_{ef} = I / \frac{12.5 \cdot M_{max}}{2.5 \cdot M_{max} + 3 \cdot M_2 + 4 \cdot M_3 + 3 \cdot M_4} + 2 \cdot h$$

$$= 1442 / \frac{12.5 \cdot 1278.80}{2.5 \cdot 1278.80 + 3 \cdot 1276.02 + 4 \cdot 1272.89 + 3 \cdot 1269.41} + 2 \cdot 1700 = 4836 \text{ mm}$$

$$\sigma_{m,crit} = \frac{\pi \sqrt{E_{0.05} \cdot I_2 \cdot G_{0.05} \cdot I_1}}{I_{ef} \cdot W_1} = \frac{\pi \sqrt{10500 \cdot 3.825e+09 \cdot 540 \cdot 1.360e+10}}{4836 \cdot 1.445e+08} = 77.20 \text{ N/mm}^2 \quad (6.31)$$

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{f_{m,1,k}}{\sigma_{m,crit}}} = \sqrt{\frac{28.00}{77.20}} = 0.602 \quad (6.30)$$

$$\lambda_{rel,m} = 0.602 \leq 0.75 \rightarrow k_{crit} = 1.000$$

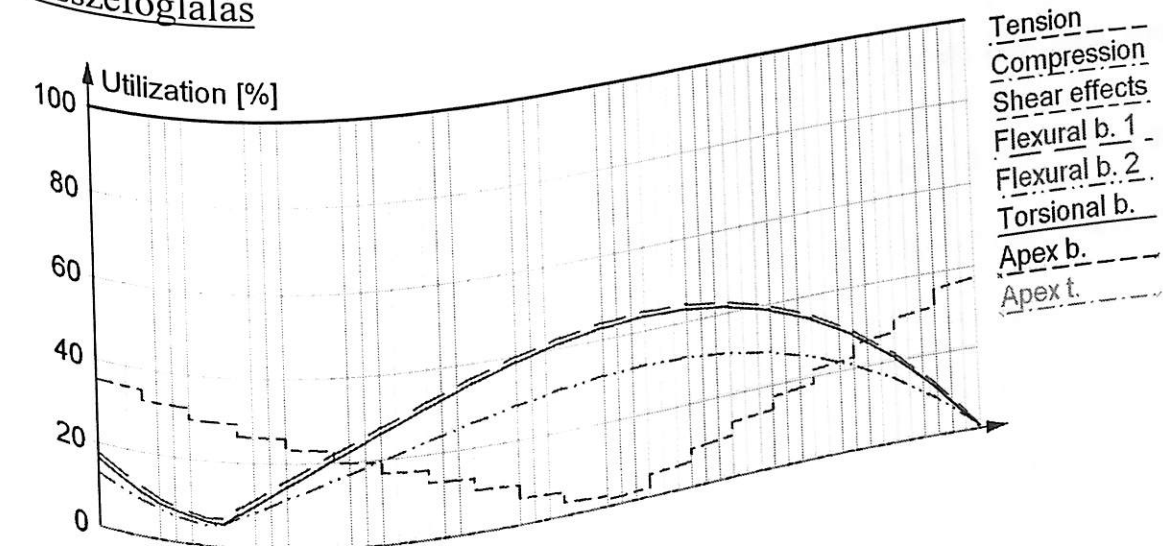
$$\alpha = 0.01 \text{ rad}$$

$$k_{m,\alpha} = 1 / \sqrt{1 + \left(\frac{f_{m,1,d}}{1.50 \cdot f_{v,d}} \tan(\alpha) \right)^2 + \left(\frac{f_{m,1,d}}{f_{c,90,d}} \tan^2(\alpha) \right)^2} = 1 / \sqrt{1 + \left(\frac{20.16}{1.50 \cdot 2.52} \tan(0.01) \right)^2 + \left(\frac{20.16}{1.80} \tan^2(0.01) \right)^2} = 1.00 \quad (6.40)$$

$$\frac{\sigma_{m,1,d}}{k_{crit} \cdot k_{m,\alpha} \cdot f_{m,1,d}} = \frac{8.76}{1.000 \cdot 1.00 \cdot 20.16} = 0.43 \leq 1.00 \quad (6.33) - \text{OK}$$

$$\left(\frac{\sigma_{m,1,d}}{k_{crit} \cdot k_{m,\alpha} \cdot f_{m,1,d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,2} \cdot f_{c,0,d}} = \left(\frac{8.76}{1.000 \cdot 1.00 \cdot 20.16} \right)^2 + \frac{0.22}{1.00 \cdot 20.16} = 0.20 \leq 1.00 \quad (6.35) - \text{OK}$$

Összefoglalás



Változó keresztmetszetű oszlop

Maximális teherkombináció

GL 28h

(Glued laminated), Service class 1

$$E_{0,05} = 10500 \text{ N/mm}^2 \quad f_{t,90,k} = 0.50 \text{ N/mm}^2$$

$$G_{0,05} = 540 \text{ N/mm}^2 \quad f_{c,0,k} = 28.00 \text{ N/mm}^2$$

$$\gamma_M = 1.25 \quad f_{c,90,k} = 2.50 \text{ N/mm}^2$$

$$\gamma_{M,acc./seis.} = 1.00 \quad f_{v,k} = 3.50 \text{ N/mm}^2$$

$$k_{sys} = 1.00$$

Vizsgált keresztmetszet

x = 0 mm, Glulam 800.0x300.0

$$A = 240000 \text{ mm}^2 \quad f_{t,0,k} = 22.30 \text{ N/mm}^2$$

$$W_1 = 3.200e+0 \text{ mm}^3 \quad f_{m,1,k} = 28.00 \text{ N/mm}^2$$

$$W_2 = 1.200e+0 \text{ mm}^3 \quad f_{m,2,k} = 30.01 \text{ N/mm}^2$$

$$i_1 = 231 \text{ mm}$$

$$i_2 = 87 \text{ mm}$$

$$I_2 = 1.800e+0 \text{ mm}^4$$

$$I_t = 5.499e+0 \text{ mm}^4$$

x = 3733 mm, Intermediate 1

$$A = 480000 \text{ mm}^2 \quad f_{t,0,k} = 22.30 \text{ N/mm}^2$$

$$W_1 = 1.280e+0 \text{ mm}^3 \quad f_{m,1,k} = 28.00 \text{ N/mm}^2$$

$$W_2 = 2.400e+0 \text{ mm}^3 \quad f_{m,2,k} = 30.01 \text{ N/mm}^2$$

$$i_1 = 462 \text{ mm}$$

$$i_2 = 87 \text{ mm}$$

$$I_2 = 3.600e+0 \text{ mm}^4$$

$$I_t = 1.270e+1 \text{ mm}^4$$

x = 4200 mm, Intermediate 1

$$A = 510001 \text{ mm}^2 \quad f_{t,0,k} = 22.3 \text{ N/mm}^2$$

$$W_1 = 1.445 \text{e}+0 \text{ mm}^3 \quad f_{m,1,k} = 28.0 \text{ N/mm}^2$$

$$W_2 = 2.550 \text{e}+0 \text{ mm}^3 \quad f_{m,2,k} = 30.01 \text{ N/mm}^2$$

$$i_1 = 491 \text{ mm}$$

$$i_2 = 87 \text{ mm}$$

$$I_2 = 3.825 \text{e}+0 \text{ mm}^4$$

$$I_1 = 1.360 \text{e}+1 \text{ mm}^4$$

x = 5133 mm, Intermediate 1

$$A = 570000 \text{ mm}^2 \quad f_{t,0,k} = 22.3 \text{ N/mm}^2$$

$$W_1 = 1.805 \text{e}+0 \text{ mm}^3 \quad f_{m,1,k} = 28.0 \text{ N/mm}^2$$

$$W_2 = 2.850 \text{e}+0 \text{ mm}^3 \quad f_{m,2,k} = 30.01 \text{ N/mm}^2$$

$$i_1 = 548 \text{ mm}$$

$$i_2 = 87 \text{ mm}$$

$$I_2 = 4.275 \text{e}+0 \text{ mm}^4$$

$$I_1 = 1.540 \text{e}+1 \text{ mm}^4$$

Hajlítás és központos húzás kombinációja - 6.2.3

Nem releváns

Hajlítás és rostirányú központos nyomás - 6.1.4, 6.2.4

LC: '1.35 * öns + 1.35 * Tetőpanel + 1.35 * Szalma bála + 1.50 * Hó + 1.50 * 0.60 * WL, Y+, 4. + 1.50

* 0.50 * Födém hasznos', $k_{mod} = 0.90$, $x = 5133.34 \text{ mm}$

$$\alpha = 0.11 \text{ rad}$$

$$k_{m,\alpha} = 1 / \sqrt{1 + \left(\frac{f_{m,1,d}}{1.50 \cdot f_{v,d}} \tan(\alpha) \right)^2 + \left(\frac{f_{m,2,d}}{f_{c,90,d}} \tan^2(\alpha) \right)^2} = 1 / \sqrt{1 + \left(\frac{20.16}{1.50 \cdot 2.52} \tan(0.11) \right)^2 + \left(\frac{20.16}{1.80} \tan^2(0.11) \right)^2} = 0.86$$

(6.40)

(6.2) - OK

(6.19) - OK

$$\sigma_{c,0,d} = 0.54 \text{ N/mm}^2 \leq f_{c,0,d} = 20.16 \text{ N/mm}^2$$

$$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{m,1,d}}{k_{m,\alpha} \cdot f_{m,1,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,2,d}}{f_{m,2,d}} = \left(\frac{0.54}{20.16} \right)^2 + \frac{4.64}{0.86 \cdot 20.16} + 0.70 \frac{0.21}{21.61} = 0.27 \leq 1.00$$

(6.20) - OK

$$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + k_m \frac{\sigma_{m,1,d}}{k_{m,\alpha} \cdot f_{m,1,d}} + \frac{\sigma_{m,2,d}}{f_{m,2,d}} = \left(\frac{0.54}{20.16} \right)^2 + 0.70 \frac{4.64}{0.86 \cdot 20.16} + \frac{0.21}{21.61} = 0.20 \leq 1.00$$

Nyírás és csavarás kombinációja - 6.1.7, 6.1.8

LC: '1.35 * öns + 1.35 * Tetőpanel + 1.35 * Szalma bála + 1.50 * Hó + 1.50 * 0.60 * WL, Y+, 4. + 1.50

* 0.50 * Födém hasznos', $k_{mod} = 0.90$, $x = 0.00 \text{ mm}$

$$\tau_d = 1.45 \text{ N/mm}^2 \leq f_{v,d} = 2.52 \text{ N/mm}^2$$

(6.13) - OK

Hajlítási kihajlás erős tengely körül - 6.3.2

$$\text{LC: } 1.35 \cdot \text{öns} + 1.35 \cdot \text{Tetőpanel} + 1.35 \cdot \text{Szalma bála} + 1.50 \cdot \text{Hó} + 1.50 \cdot 0.60 \cdot \text{WL, Y+, 4.} + 1.50 \\ * 0.50 \cdot \text{Födém hasznos'}, k_{\text{mod}} = 0.90, x = 3733.33 \text{ mm}$$

$$\beta_c = 0.1 \quad (6.29)$$

$$\lambda_1 = \frac{l_0}{i_1} = \frac{1400}{404} = 3.46$$

$$\lambda_{\text{rel},1} = \frac{\lambda_1}{\pi} \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,05}}} = \frac{3.46}{\pi} \sqrt{\frac{28.00}{10500}} = 0.300 \quad (6.21)$$

$$k_1 = 0.5 (1 + \beta_c (\lambda_{\text{rel},1} - 0.3) + \lambda_{\text{rel},1}^2) = 0.5 (1 + 0.1 (0.300 - 0.3) + 0.300^2) = 0.545 \quad (6.27)$$

$$k_{c,1} = \frac{1}{k_1 + \sqrt{k_1^2 - \lambda_{\text{rel},1}^2}} = \frac{1}{0.545 + \sqrt{0.545^2 - 0.300^2}} = 1.000 \quad (6.25)$$

$$\alpha = 0.11 \text{ rad}$$

$$k_{m,\alpha} = 1 / \sqrt{1 + \left(\frac{f_{m,1,d}}{1.50 \cdot f_{v,d}} \tan(\alpha) \right)^2 + \left(\frac{f_{m,1,d}}{f_{c,90,d}} \tan^2(\alpha) \right)^2} = 1 / \sqrt{1 + \left(\frac{20.16}{1.50 \cdot 2.52} \tan(0.11) \right)^2 + \left(\frac{20.16}{1.80} \tan^2(0.11) \right)^2} = 0.86 \quad (6.23) - \text{OK}$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,1} \cdot f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,1,d}}{k_{m,\alpha} \cdot f_{m,1,d}} + k_{m,\alpha} \cdot \frac{\sigma_{m,2,d}}{f_{m,2,d}} = \frac{0.67}{1.000 \cdot 20.16} + \frac{4.67}{0.86 \cdot 20.16} + 0.70 \cdot \frac{0.07}{21.61} = 0.30 \leq 1.00$$

Hajlítási kihajlás gyenge tengely körül - 6.3.2

$$\text{LC: } 1.35 \cdot \text{öns} + 1.35 \cdot \text{Tetőpanel} + 1.35 \cdot \text{Szalma bála} + 1.50 \cdot \text{Hó} + 1.50 \cdot 0.60 \cdot \text{WL, Y+, 4.} + 1.50 \\ * 0.50 \cdot \text{Födém hasznos'}, k_{\text{mod}} = 0.90, x = 3733.33 \text{ mm}$$

$$\beta_c = 0.1 \quad (6.29)$$

$$\lambda_2 = \frac{l_0}{i_2} = \frac{1400}{87} = 16.17$$

$$\lambda_{\text{rel},2} = \frac{\lambda_2}{\pi} \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,05}}} = \frac{16.17}{\pi} \sqrt{\frac{28.00}{10500}} = 0.300 \quad (6.22)$$

$$k_2 = 0.5 (1 + \beta_c (\lambda_{\text{rel},2} - 0.3) + \lambda_{\text{rel},2}^2) = 0.5 (1 + 0.1 (0.300 - 0.3) + 0.300^2) = 0.545 \quad (6.28)$$

$$k_{c,2} = \frac{1}{k_2 + \sqrt{k_2^2 - \lambda_{\text{rel},2}^2}} = \frac{1}{0.545 + \sqrt{0.545^2 - 0.300^2}} = 1.000 \quad (6.26)$$

$$\alpha = 0.11 \text{ rad}$$

$$k_{m,\alpha} = 1 / \sqrt{1 + \left(\frac{f_{m,1,d}}{1.50 \cdot f_{v,d}} \tan(\alpha) \right)^2 + \left(\frac{f_{m,1,d}}{f_{c,90,d}} \tan^2(\alpha) \right)^2} = 1 / \sqrt{1 + \left(\frac{20.16}{1.50 \cdot 2.52} \tan(0.11) \right)^2 + \left(\frac{20.16}{1.80} \tan^2(0.11) \right)^2} = 0.86 \quad (6.24) - \text{OK}$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,2} \cdot f_{c,0,d}} + k_{m,\alpha} \cdot \frac{\sigma_{m,1,d}}{k_{m,\alpha} \cdot f_{m,1,d}} + \frac{\sigma_{m,2,d}}{f_{m,2,d}} = \frac{0.67}{1.000 \cdot 20.16} + 0.70 \cdot \frac{4.67}{0.86 \cdot 20.16} + \frac{0.07}{21.61} = 0.22 \leq 1.00$$

Keresztirányú csavarodási kihajlás - 6.3.3

$$\text{LC: } 1.35 \cdot \text{öns} + 1.35 \cdot \text{Tetőpanel} + 1.35 \cdot \text{Szalma bála} + 1.50 \cdot \text{Hó} + 1.50 \cdot 0.60 \cdot \text{WL, Y+, 4.} + 1.50 \\ * 0.50 \cdot \text{Födém hasznos'}, k_{\text{mod}} = 0.90, x = 4200.01 \text{ mm}$$

$$I_{\text{ef}} = I / \frac{12.5 \cdot M_{\text{max}}}{2.5 \cdot M_{\text{max}} + 3 \cdot M_2 + 4 \cdot M_3 + 3 \cdot M_4} + 2 \cdot h \\ = 1400 / \frac{12.5 \cdot 917.79}{2.5 \cdot 917.79 + 3 \cdot 737.63 + 4 \cdot 797.40 + 3 \cdot 857.45} + 2 \cdot 1700 = 4653 \text{ mm}$$

$$\sigma_{m,crit} = \frac{\pi \sqrt{E_{0,05} \cdot I_2 \cdot G_{0,05} \cdot I_1}}{I_{ef} \cdot W_1} = \frac{\pi \sqrt{10500 \cdot 3.825e+09 \cdot 540 \cdot 1.360e+10}}{4653 \cdot 1.445e+08} = 80.24 \text{ N/mm}^2 \quad (6.31)$$

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{f_{m,1,k}}{\sigma_{m,crit}}} = \sqrt{\frac{28.00}{80.24}} = 0.591 \quad (6.30)$$

$$\lambda_{rel,m} = 0.591 \leq 0.75 \rightarrow k_{crit} = 1.000$$

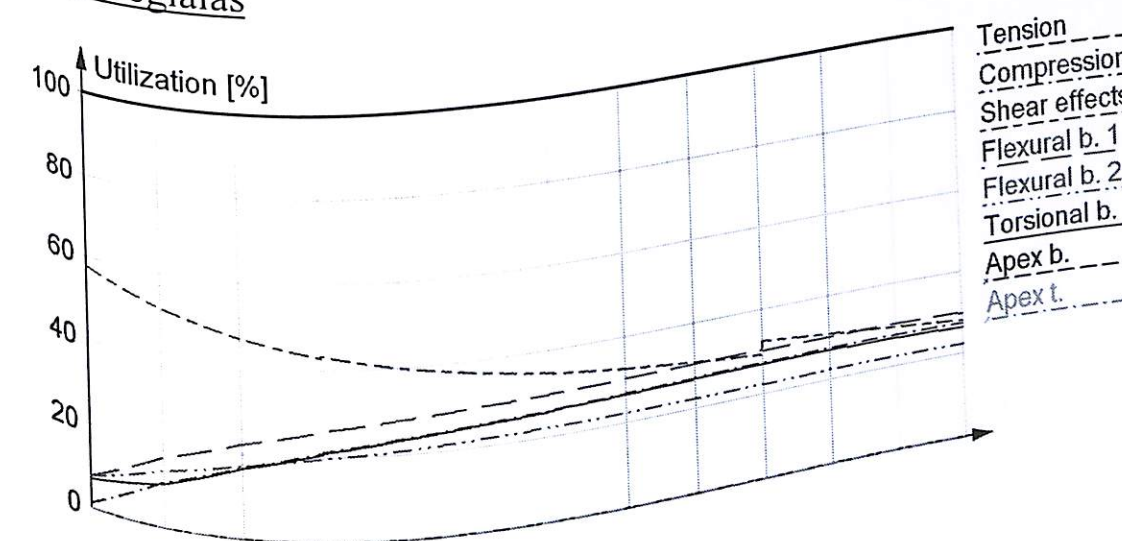
$$\alpha = 0.11 \text{ rad}$$

$$k_{m,\alpha} = 1 / \sqrt{1 + \left(\frac{f_{m,1,d}}{1.50 \cdot f_{v,d}} \tan(\alpha) \right)^2 + \left(\frac{f_{m,1,d}}{f_{c,90,d}} \tan^2(\alpha) \right)^2} = 1 / \sqrt{1 + \left(\frac{20.16}{1.50 \cdot 2.52} \tan(0.11) \right)^2 + \left(\frac{20.16}{1.60} \tan^2(0.11) \right)^2} = 0.86 \quad (6.40)$$

$$\frac{\sigma_{m,1,d}}{k_{crit} \cdot k_{m,\alpha} \cdot f_{m,1,d}} = \frac{4.69}{1.000 \cdot 0.86 \cdot 20.16} = 0.27 \leq 1.00 \quad (6.33) - \text{OK}$$

$$\left(\frac{\sigma_{m,1,d}}{k_{crit} \cdot k_{m,\alpha} \cdot f_{m,1,d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,2} \cdot f_{c,0,d}} = \left(\frac{4.69}{1.000 \cdot 0.86 \cdot 20.16} \right)^2 + \frac{0.62}{1.00 \cdot 20.16} = 0.10 \leq 1.00 \quad (6.35) - \text{OK}$$

Összefoglalás



800*300 oszlop

Maximális teherkombináció

GL 28h

(Glued laminated), Service class 1

$$E_{0,05} = 10500 \text{ N/mm}^2 \quad f_{t,90,k} = 0.50 \text{ N/mm}^2$$

$$G_{0,05} = 540 \text{ N/mm}^2 \quad f_{c,0,k} = 28.00 \text{ N/mm}^2$$

$$\gamma_M = 1.25 \quad f_{c,90,k} = 2.50 \text{ N/mm}^2$$

$$\gamma_{M,acc./seis.} = 1.00 \quad f_{v,k} = 3.50 \text{ N/mm}^2$$

$$k_{sys} = 1.00$$

Vizsgált keresztmetszet



$$A = 240000 \text{ mm}^2 \quad f_{t,0,k} = 22.30 \text{ N/mm}^2$$

$$W_1 = 3.200e+07 \text{ mm}^3 \quad f_{m,1,k} = 28.00 \text{ N/mm}^2$$

$$W_2 = 1.200e+07 \text{ mm}^3 \quad f_{m,2,k} = 30.01 \text{ N/mm}^2$$

$$i_1 = 231 \text{ mm}$$

$$i_2 = 87 \text{ mm}$$

$$I_2 = 1.800e+09 \text{ mm}^4$$

$$I_1 = 5.499e+09 \text{ mm}^4$$

Hajlítás és központos húzás kombinációja - 6.2.3

Nem releváns

Hajlítás és rostirányú központos nyomás - 6.1.4, 6.2.4

$$LC: '1.35 * \text{öns} + 1.35 * \text{Tetőpanel} + 1.35 * \text{Szalma bála} + 1.50 * \text{Hó} + 1.50 * 0.60 * WL, Y+, 4. + 1.50$$

$$* 0.50 * \text{Födém hasznos}', k_{mod} = 0.90, x = 3900.01 \text{ mm}$$

(6.2) - OK

$$\sigma_{c,0,d} = 0.65 \text{ N/mm}^2 \leq f_{c,0,d} = 20.16 \text{ N/mm}^2$$

$$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}}\right)^2 + \frac{\sigma_{m,1,d}}{f_{m,1,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,2,d}}{f_{m,2,d}} = \left(\frac{0.65}{20.16}\right)^2 + \frac{11.94}{20.16} + 0.70 \frac{0.01}{21.61} = 0.59 \leq 1.00 \quad (6.19) - \text{OK}$$

$$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}}\right)^2 + k_m \frac{\sigma_{m,1,d}}{f_{m,1,d}} + \frac{\sigma_{m,2,d}}{f_{m,2,d}} = \left(\frac{0.65}{20.16}\right)^2 + 0.70 \frac{11.94}{20.16} + \frac{0.01}{21.61} = 0.42 \leq 1.00 \quad (6.20) - \text{OK}$$

Nyírás és csavarás kombinációja - 6.1.7, 6.1.8

$$\text{LC: } 1.35 \cdot \text{öns} + 1.35 \cdot \text{Tetőpanel} + 1.35 \cdot \text{Szalma bála} + 1.50 \cdot \text{Hó} + 1.50 \cdot 0.60 \cdot \text{WL, Y+, 4.} + 1.50 \cdot 0.50 \cdot \text{Födém hasznos'}, \quad k_{\text{mod}} = 0.90, \quad x = 3900.01 \text{ mm}$$

$$\tau_d = 1.23 \text{ N/mm}^2 \leq f_{v,d} = 2.52 \text{ N/mm}^2 \quad (6.13) - \text{OK}$$

Hajlítási kihajlás erős tengely körül - 6.3.2

$$\text{LC: } 1.35 \cdot \text{öns} + 1.35 \cdot \text{Tetőpanel} + 1.35 \cdot \text{Szalma bála} + 1.50 \cdot \text{Hó} + 1.50 \cdot 0.60 \cdot \text{WL, Y+, 4.} + 1.50 \cdot 0.50 \cdot \text{Födém hasznos'}, \quad k_{\text{mod}} = 0.90, \quad x = 3900.01 \text{ mm}$$

$$\beta_c = 0.1 \quad (6.29)$$

$$\lambda_1 = \frac{l_0}{i_1} = \frac{5520}{231} = 23.90$$

$$\lambda_{\text{rel},1} = \frac{\lambda_1}{\pi} \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,05}}} = \frac{23.90}{\pi} \sqrt{\frac{28.00}{10500}} = 0.393 \quad (6.21)$$

$$k_1 = 0.5 (1 + \beta_c (\lambda_{\text{rel},1} - 0.3) + \lambda_{\text{rel},1}^2) = 0.5 (1 + 0.1 (0.393 - 0.3) + 0.393^2) = 0.582 \quad (6.27)$$

$$k_{c,1} = \frac{1}{k_1 + \sqrt{k_1^2 - \lambda_{\text{rel},1}^2}} = \frac{1}{0.582 + \sqrt{0.582^2 - 0.393^2}} = 0.989 \quad (6.25)$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,1,d}}{f_{m,1,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,2,d}}{f_{m,2,d}} = \frac{0.65}{0.989 \cdot 20.16} + \frac{11.94}{20.16} + 0.70 \cdot \frac{0.01}{21.61} = 0.63 \leq 1.00 \quad (6.23) - \text{OK}$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,1,d}}{f_{m,1,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,2,d}}{f_{m,2,d}} = \frac{0.65}{0.989 \cdot 20.16} + \frac{11.94}{20.16} + 0.70 \cdot \frac{0.01}{21.61} = 0.63 \leq 1.00$$

Hajlítási kihajlás gyenge tengely körül - 6.3.2

$$\text{LC: } 1.35 \cdot \text{öns} + 1.35 \cdot \text{Tetőpanel} + 1.35 \cdot \text{Szalma bála} + 1.50 \cdot \text{Hó} + 1.50 \cdot 0.60 \cdot \text{WL, Y+, 4.} + 1.50 \cdot 0.50 \cdot \text{Födém hasznos'}, \quad k_{\text{mod}} = 0.90, \quad x = 3900.01 \text{ mm}$$

$$\beta_c = 0.1 \quad (6.29)$$

$$\lambda_2 = \frac{l_0}{i_2} = \frac{5520}{87} = 63.74$$

$$\lambda_{\text{rel},2} = \frac{\lambda_2}{\pi} \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,05}}} = \frac{63.74}{\pi} \sqrt{\frac{28.00}{10500}} = 1.048 \quad (6.22)$$

$$k_2 = 0.5 (1 + \beta_c (\lambda_{\text{rel},2} - 0.3) + \lambda_{\text{rel},2}^2) = 0.5 (1 + 0.1 (1.048 - 0.3) + 1.048^2) = 1.086 \quad (6.28)$$

$$k_{c,2} = \frac{1}{k_2 + \sqrt{k_2^2 - \lambda_{\text{rel},2}^2}} = \frac{1}{1.086 + \sqrt{1.086^2 - 1.048^2}} = 0.728 \quad (6.26)$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,1,d}}{f_{m,1,d}} + \frac{\sigma_{m,2,d}}{f_{m,2,d}} = \frac{0.65}{0.728 \cdot 20.16} + 0.70 \cdot \frac{11.94}{20.16} + \frac{0.01}{21.61} = 0.46 \leq 1.00 \quad (6.24) - \text{OK}$$

Keresztirányú csavarodási kihajlás - 6.3.3

$$\text{LC: } 1.35 \cdot \text{öns} + 1.35 \cdot \text{Tetőpanel} + 1.35 \cdot \text{Szalma bála} + 1.50 \cdot \text{Hó} + 1.50 \cdot 0.60 \cdot \text{WL, Y+, 4.} + 1.50 \cdot 0.50 \cdot \text{Födém hasznos'}, \quad k_{\text{mod}} = 0.90, \quad x = 3900.01 \text{ mm}$$

$$l_{ef} = l / \frac{12.5 \cdot M_{max}}{2.5 \cdot M_{max} + 3 \cdot M_2 + 4 \cdot M_3 + 3 \cdot M_4} - 0.5 \cdot h$$

$$= 5520 / \frac{12.5 \cdot 382.06}{2.5 \cdot 382.06 + 3 \cdot 200.10 + 4 \cdot 18.14 + 3 \cdot 163.83} - 0.5 \cdot 800 = 2050 \text{ mm}$$

$$\sigma_{m,crit} = \frac{\pi \sqrt{E_{0.05} \cdot I_2 \cdot G_{0.05} \cdot I_1}}{l_{ef} \cdot W_1} = \frac{\pi \sqrt{10500 \cdot 1.800e+09 \cdot 540 \cdot 5.499e+09}}{2050 \cdot 3.200e+07} = 358.81 \text{ N/mm}^2 \quad (6.31)$$

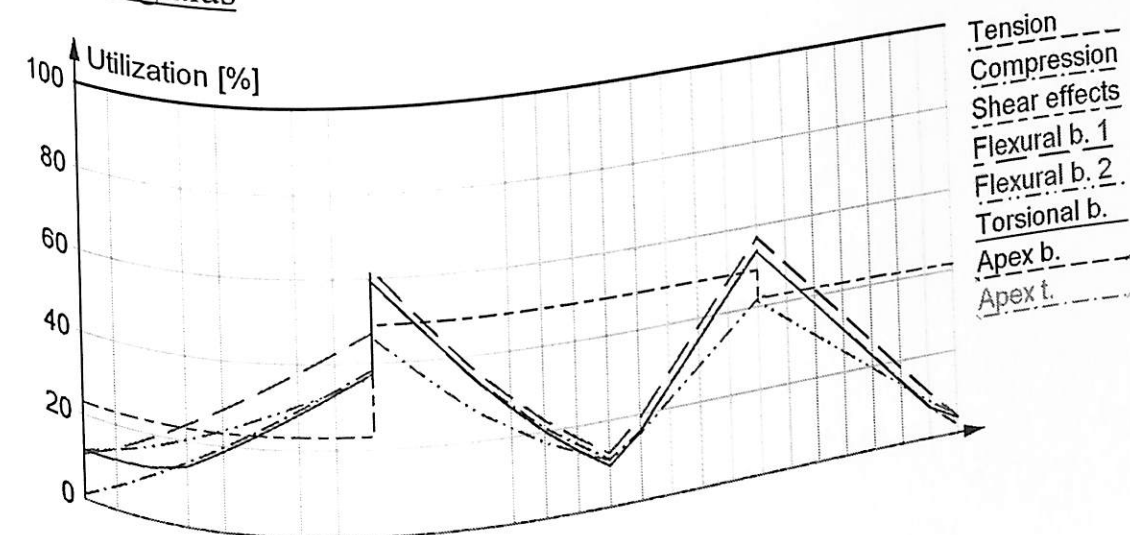
$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{f_{m,1,k}}{\sigma_{m,crit}}} = \sqrt{\frac{28.00}{358.81}} = 0.279 \quad (6.30)$$

$$\lambda_{rel,m} = 0.279 \leq 0.75 \rightarrow k_{crit} = 1.000$$

$$\frac{\sigma_{m,1,d}}{k_{crit} \cdot f_{m,1,d}} = \frac{11.94}{1.000 \cdot 20.16} = 0.59 \leq 1.00 \quad (6.33) - \text{OK}$$

$$\left(\frac{\sigma_{m,1,d}}{k_{crit} \cdot f_{m,1,d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,2} \cdot f_{c,0,d}} = \left(\frac{11.94}{1.000 \cdot 20.16} \right)^2 + \frac{0.65}{0.73 \cdot 20.16} = 0.39 \leq 1.00 \quad (6.35) - \text{OK}$$

Összefoglalás



Mellékahajó tető gerenda

Maximális teherkombináció

GL 28h

(Glued laminated), Service class 1

$$\begin{aligned}
 E_{0,05} &= 10500 \text{ N/mm}^2 & f_{t,90,k} &= 0.50 \text{ N/mm}^2 \\
 G_{0,05} &= 540 \text{ N/mm}^2 & f_{c,0,k} &= 28.00 \text{ N/mm}^2 \\
 \gamma_M &= 1.25 & f_{c,90,k} &= 2.50 \text{ N/mm}^2 \\
 \gamma_{M,acc./seis.} &= 1.00 & f_{v,k} &= 3.50 \text{ N/mm}^2 \\
 k_{sys} &= 1.00
 \end{aligned}$$

Vizsgált keresztmetszet



$$\begin{aligned}
 A &= 193500 \text{ mm}^2 & f_{t,0,k} &= 22.30 \text{ N/mm}^2 \\
 W_1 &= 2.903e+07 \text{ mm}^3 & f_{m,1,k} &= 28.00 \text{ N/mm}^2 \\
 W_2 &= 6.934e+06 \text{ mm}^3 & f_{m,2,k} &= 30.80 \text{ N/mm}^2 \\
 i_1 &= 260 \text{ mm} \\
 i_2 &= 62 \text{ mm} \\
 I_2 &= 7.454e+08 \text{ mm}^4 \\
 I_1 &= 2.533e+09 \text{ mm}^4
 \end{aligned}$$

Hajlítás és központos húzás kombinációja - 6.2.3

$$\begin{aligned}
 \text{LC: } &1,35 * \text{öns} + 1,35 * \text{Tetőpanel} + 1,5 * \text{WL, Y-4, +0,75 * hófeles', } k_{mod} = 0,90, x = 1500,01 \text{ mm} \\
 \frac{\sigma_{t,0,d} + \sigma_{m,1,d} + k_m \frac{\sigma_{m,2,d}}{f_{m,2,d}}}{f_{t,0,d} + k_m \frac{\sigma_{m,1,d}}{f_{m,1,d}}} &= \frac{0,00}{16,06} + \frac{2,43}{20,16} + 0,70 \frac{0,02}{22,18} = 0,12 \leq 1,00 & (6.17) - \text{OK} \\
 \frac{\sigma_{t,0,d} + k_m \frac{\sigma_{m,1,d}}{f_{m,1,d}} + \frac{\sigma_{m,2,d}}{f_{m,2,d}}}{f_{t,0,d} + k_m \frac{\sigma_{m,1,d}}{f_{m,1,d}}} &= \frac{0,00}{16,06} + 0,70 \frac{2,43}{20,16} + \frac{0,02}{22,18} = 0,09 \leq 1,00 & (6.18) - \text{OK}
 \end{aligned}$$

Hajlítás és rostirányú központos nyomás - 6.1.4, 6.2.4

$$\begin{aligned}
 \text{LC: } &1,35 * \text{öns} + 1,35 * \text{Tetőpanel} + 0,9 * \text{WL, Y-4, +1,5 * hófeles', } k_{mod} = 0,90, x = 13268,22 \text{ mm} \\
 \sigma_{c,0,d} &= 0,33 \text{ N/mm}^2 \leq f_{c,0,d} = 20,16 \text{ N/mm}^2 & (6.2) - \text{OK}
 \end{aligned}$$

$$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}}\right)^2 + \frac{\sigma_{m,1,d}}{f_{m,1,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,2,d}}{f_{m,2,d}} = \left(\frac{0.33}{20.16}\right)^2 + \frac{8.82}{20.16} + 0.70 \frac{0.13}{22.18} = 0.44 \leq 1.00 \quad (6.19) - \text{OK}$$

$$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}}\right)^2 + k_m \frac{\sigma_{m,1,d}}{f_{m,1,d}} + \frac{\sigma_{m,2,d}}{f_{m,2,d}} = \left(\frac{0.33}{20.16}\right)^2 + 0.70 \frac{8.82}{20.16} + \frac{0.13}{22.18} = 0.31 \leq 1.00 \quad (6.20) - \text{OK}$$

Nyírás és csavarás kombinációja - 6.1.7, 6.1.8

LC: '1,35 * öns + 1,35 * Tetőpanel + 0,9 * WL, Y – ,4. +1,5 * hófeles', $k_{mod} = 0.90$, $x = 13268.22 \text{ mm}$

$$\tau_d = 1.32 \text{ N/mm}^2 \leq f_{v,d} = 2.52 \text{ N/mm}^2 \quad (6.13) - \text{OK}$$

Hajlítási kihajlás erős tengely körül - 6.3.2

LC: '1,35 * öns + 1,35 * Tetőpanel + 0,9 * WL, Y – ,4. +1,5 * hófeles', $k_{mod} = 0.90$, $x = 13268.22 \text{ mm}$

$$\beta_c = 0.1 \quad (6.29)$$

$$\lambda_1 = \frac{l_0}{i_1} = \frac{1268}{260} = 4.88$$

$$\lambda_{rel,1} = \frac{\lambda_1}{\pi} \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,05}}} = \frac{4.88}{\pi} \sqrt{\frac{28.00}{10500}} = 0.300 \quad (6.21)$$

$$k_1 = 0.5 (1 + \beta_c (\lambda_{rel,1} - 0.3) + \lambda_{rel,1}^2) = 0.5 (1 + 0.1 (0.300 - 0.3) + 0.300^2) = 0.545 \quad (6.27)$$

$$k_{c,1} = \frac{1}{k_1 + \sqrt{k_1^2 - \lambda_{rel,1}^2}} = \frac{1}{0.545 + \sqrt{0.545^2 - 0.300^2}} = 1.000 \quad (6.25)$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,1} f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,1,d}}{f_{m,1,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,2,d}}{f_{m,2,d}} = \frac{0.33}{1.000 \cdot 20.16} + \frac{8.82}{20.16} + 0.70 \cdot \frac{0.13}{22.18} = 0.46 \leq 1.00 \quad (6.23) - \text{OK}$$

Hajlítási kihajlás gyenge tengely körül - 6.3.2

LC: '1,35 * öns + 1,35 * Tetőpanel + 0,9 * WL, Y – ,4. +1,5 * hófeles', $k_{mod} = 0.90$, $x = 13268.22 \text{ mm}$

$$\beta_c = 0.1 \quad (6.29)$$

$$\lambda_2 = \frac{l_0}{i_2} = \frac{1268}{62} = 20.43$$

$$\lambda_{rel,2} = \frac{\lambda_2}{\pi} \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,05}}} = \frac{20.43}{\pi} \sqrt{\frac{28.00}{10500}} = 0.336 \quad (6.22)$$

$$k_2 = 0.5 (1 + \beta_c (\lambda_{rel,2} - 0.3) + \lambda_{rel,2}^2) = 0.5 (1 + 0.1 (0.336 - 0.3) + 0.336^2) = 0.558 \quad (6.28)$$

$$k_{c,2} = \frac{1}{k_2 + \sqrt{k_2^2 - \lambda_{rel,2}^2}} = \frac{1}{0.558 + \sqrt{0.558^2 - 0.336^2}} = 0.996 \quad (6.26)$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,2} f_{c,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,1,d}}{f_{m,1,d}} + \frac{\sigma_{m,2,d}}{f_{m,2,d}} = \frac{0.33}{0.996 \cdot 20.16} + 0.70 \cdot \frac{8.82}{20.16} + \frac{0.13}{22.18} = 0.33 \leq 1.00 \quad (6.24) - \text{OK}$$

Keresztirányú csavarodási kihajlás - 6.3.3

LC: '1,35 * öns + 1,35 * Tetőpanel + 0,9 * WL, Y – ,4. +1,5 * hófeles', $k_{mod} = 0.90$, $x = 13268.22 \text{ mm}$

$$l_{ef} = l / \frac{12.5 \cdot M_{max}}{2.5 \cdot M_{max} + 3 \cdot M_2 + 4 \cdot M_3 + 3 \cdot M_4} - 0.5 \cdot h$$

$$= 1268 / \frac{12.5 \cdot 256.06}{2.5 \cdot 256.06 + 3 \cdot 154.80 + 4 \cdot 188.45 + 3 \cdot 222.21} - 0.5 \cdot 900 = 550 \text{ mm}$$

$$\sigma_{m,crit} = \frac{\pi \sqrt{E_{0,05} \cdot I_2 \cdot G_{0,05} \cdot I_1}}{l_{ef} \cdot W_1} = \frac{\pi \sqrt{10500 \cdot 7.454e+08 \cdot 540 \cdot 2.533e+09}}{550 \cdot 2.903e+07} = 643.33 \text{ N/mm}^2 \quad (6.31)$$

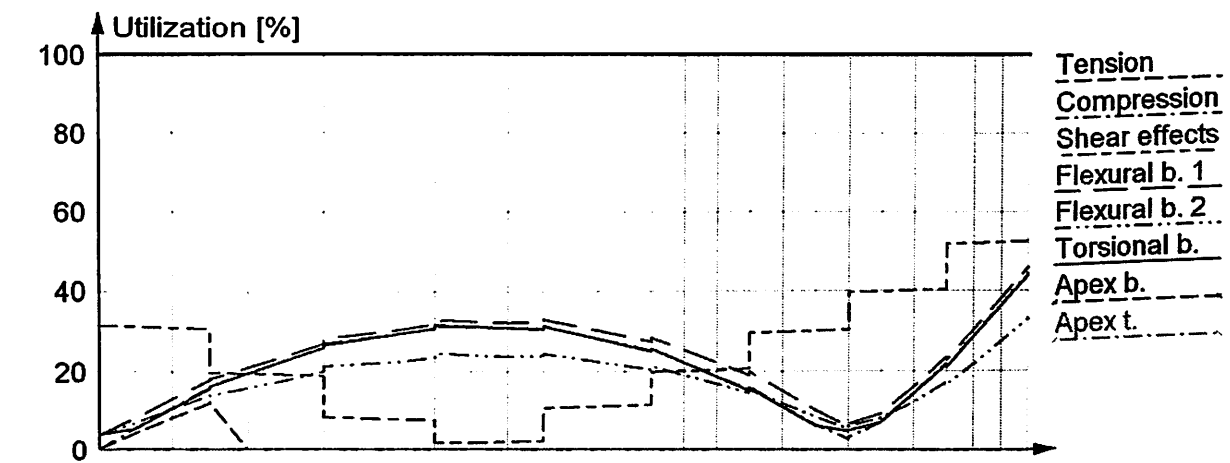
$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{f_{m,1,k}}{\sigma_{m,crit}}} = \sqrt{\frac{28.00}{643.33}} = 0.209 \quad (6.30)$$

$$\lambda_{rel,m} = 0.209 \leq 0.75 \rightarrow k_{crit} = 1.000$$

$$\frac{\sigma_{m,1,d}}{k_{crit} \cdot f_{m,1,d}} = \frac{8.82}{1.000 \cdot 20.16} = 0.44 \leq 1.00 \quad (6.33) - OK$$

$$\left(\frac{\sigma_{m,1,d}}{k_{crit} \cdot f_{m,1,d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,2} \cdot f_{c,0,d}} = \left(\frac{8.82}{1.000 \cdot 20.16} \right)^2 + \frac{0.33}{1.00 \cdot 20.16} = 0.21 \leq 1.00 \quad (6.35) - OK$$

Összefoglalás



*Mellékhajó födémgerenda**Maximális teherkombináció*GL 28h

(Glued laminated), Service class 1

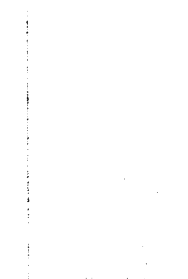
$$E_{0,05} = 10500 \text{ N/mm}^2 \quad f_{t,90,k} = 0.50 \text{ N/mm}^2$$

$$G_{0,05} = 540 \text{ N/mm}^2 \quad f_{c,0,k} = 28.00 \text{ N/mm}^2$$

$$\gamma_M = 1.25 \quad f_{c,90,k} = 2.50 \text{ N/mm}^2$$

$$\gamma_{M,acc./seis.} = 1.00 \quad f_{v,k} = 3.50 \text{ N/mm}^2$$

$$k_{sys} = 1.00$$

Vizsgált keresztmetszet

$$A = 600000 \text{ mm}^2 \quad f_{t,0,k} = 22.30 \text{ N/mm}^2$$

$$W_1 = 1.000\text{e}+08 \text{ mm}^3 \quad f_{m,1,k} = 28.00 \text{ N/mm}^2$$

$$W_2 = 6.000\text{e}+07 \text{ mm}^3 \quad f_{m,2,k} = 28.00 \text{ N/mm}^2$$

$$i_1 = 289 \text{ mm}$$

$$i_2 = 173 \text{ mm}$$

$$I_2 = 1.800\text{e}+10 \text{ mm}^4$$

$$I_t = 4.506\text{e}+10 \text{ mm}^4$$

Hajlítás és központos húzás kombinációja - 6.2.3

$$LC: '1.35 * \text{öns} + 1.35 * \text{Tetőpanel} + 1.35 * \text{Szalma bála} + 1.50 * 0.50 * H6 + 1.50 * 0.60$$

$$* WL, X-, 2. + 1.50 * \text{Födém hasznos}', k_{mod} = 0.90, x = 6800.77 \text{ mm}$$

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,1,d}}{f_{m,1,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,2,d}}{f_{m,2,d}} = \frac{0.04}{16.06} + \frac{6.41}{20.16} + 0.70 \frac{0.03}{20.16} = 0.32 \leq 1.00 \quad (6.17) - \text{OK}$$

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,1,d}}{f_{m,1,d}} + \frac{\sigma_{m,2,d}}{f_{m,2,d}} = \frac{0.04}{16.06} + 0.70 \frac{6.41}{20.16} + \frac{0.03}{20.16} = 0.23 \leq 1.00 \quad (6.18) - \text{OK}$$

Hajlítás és rostirányú központos nyomás - 6.1.4, 6.2.4

$$LC: '1.35 * \text{öns} + 1.35 * \text{Tetőpanel} + 1.35 * \text{Szalma bála} + 1.50 * 0.50 * Hó + 1.50 * WL, Y-, 4. + 1.50$$

$$* 0.50 * \text{Födém hasznos}', k_{mod} = 0.90, x = 6800.77 \text{ mm}$$

$$\sigma_{c,0,d} = 0.00 \text{ N/mm}^2 \leq f_{c,0,d} = 20.16 \text{ N/mm}^2 \quad (6.2) - \text{OK}$$

$$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{m,1,d}}{f_{m,1,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,2,d}}{f_{m,2,d}} = \left(\frac{0.00}{20.16} \right)^2 + \frac{5.55}{20.16} + 0.70 \frac{0.00}{20.16} = 0.28 \leq 1.00 \quad (6.19) - \text{OK}$$

$$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + k_m \frac{\sigma_{m,1,d}}{f_{m,1,d}} + \frac{\sigma_{m,2,d}}{f_{m,2,d}} = \left(\frac{0.00}{20.16} \right)^2 + 0.70 \frac{5.55}{20.16} + \frac{0.00}{20.16} = 0.19 \leq 1.00 \quad (6.20) - \text{OK}$$

Nyírás és csavarás kombinációja - 6.1.7, 6.1.8

$$LC: '1.35 * \text{öns} + 1.35 * \text{Tetőpanel} + 1.35 * \text{Szalma bála} + 1.50 * 0.50 * Hó + 1.50 * 0.60$$

$$* WL, Y-, 4. + 1.50 * \text{Födém hasznos}', k_{mod} = 0.90, x = 12630.00 \text{ mm}$$

$$\tau_d = 1.59 \text{ N/mm}^2 \leq f_{v,d} = 2.52 \text{ N/mm}^2 \quad (6.13) - \text{OK}$$

Hajlítási kihajlás erős tengely körül - 6.3.2

$$LC: '1.35 * \text{öns} + 1.35 * \text{Tetőpanel} + 1.35 * \text{Szalma bála} + 1.50 * 0.50 * Hó + 1.50 * WL, Y-, 4. + 1.50$$

$$* 0.50 * \text{Födém hasznos}', k_{mod} = 0.90, x = 6800.77 \text{ mm}$$

$$\beta_c = 0.1 \quad (6.29)$$

$$\lambda_1 = \frac{l_0}{i_1} = \frac{12630}{289} = 43.75$$

$$\lambda_{rel,1} = \frac{\lambda_1}{\pi} \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,05}}} = \frac{43.75}{\pi} \sqrt{\frac{28.00}{10500}} = 0.719 \quad (6.21)$$

$$k_1 = 0.5 (1 + \beta_c (\lambda_{rel,1} - 0.3) + \lambda_{rel,1}^2) = 0.5 (1 + 0.1 (0.719 - 0.3) + 0.719^2) = 0.780 \quad (6.27)$$

$$k_{c,1} = \frac{1}{k_1 + \sqrt{k_1^2 - \lambda_{rel,1}^2}} = \frac{1}{0.780 + \sqrt{0.780^2 - 0.719^2}} = 0.926 \quad (6.25)$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,1} f_{c,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,1,d}}{f_{m,1,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,2,d}}{f_{m,2,d}} = \frac{0.00}{0.926 \cdot 20.16} + \frac{5.55}{20.16} + 0.70 \frac{0.00}{20.16} = 0.28 \leq 1.00 \quad (6.23) - \text{OK}$$

Hajlítási kihajlás gyenge tengely körül - 6.3.2

$$LC: '1.35 * \text{öns} + 1.35 * \text{Tetőpanel} + 1.35 * \text{Szalma bála} + 1.50 * 0.50 * Hó + 1.50 * WL, Y-, 4. + 1.50$$

$$* 0.50 * \text{Födém hasznos}', k_{mod} = 0.90, x = 6800.77 \text{ mm}$$

$$\beta_c = 0.1 \quad (6.29)$$

$$\lambda_2 = \frac{l_0}{i_2} = \frac{12630}{173} = 72.92$$

$$\lambda_{rel,2} = \frac{\lambda_2}{\pi} \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,05}}} = \frac{72.92}{\pi} \sqrt{\frac{28.00}{10500}} = 1.199 \quad (6.22)$$

$$k_2 = 0.5 (1 + \beta_c (\lambda_{rel,2} - 0.3) + \lambda_{rel,2}^2) = 0.5 (1 + 0.1 (1.199 - 0.3) + 1.199^2) = 1.263 \quad (6.28)$$

$$k_{c,2} = \frac{1}{k_2 + \sqrt{k_2^2 - \lambda_{rel,2}^2}} = \frac{1}{1.263 + \sqrt{1.263^2 - 1.199^2}} = 0.602 \quad (6.26)$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,2} f_{c,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,1,d}}{f_{m,1,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,2,d}}{f_{m,2,d}} = \frac{0.00}{0.602 \cdot 20.16} + \frac{5.55}{20.16} + \frac{0.00}{20.16} = 0.19 \leq 1.00 \quad (6.24) - \text{OK}$$

Keresztirányú csavarodási kihajlás - 6.3.3

$$LC: 1.35 \cdot \text{öns} + 1.35 \cdot \text{Tetőpanel} + 1.35 \cdot \text{Szalma bála} + 1.50 \cdot 0.50 \cdot Hó + 1.50 \cdot 0.60$$

$$* WL, X-, 2. + 1.50 \cdot \text{Födém hasznos'}, k_{mod} = 0.90, x = 6800.77 \text{ mm}$$

$$I_{ef} = I / \frac{12.5 \cdot M_{max}}{2.5 \cdot M_{max} + 3 \cdot M_2 + 4 \cdot M_3 + 3 \cdot M_4} + 2 \cdot h$$

$$= 12630 / \frac{12.5 \cdot 641.35}{2.5 \cdot 641.35 + 3 \cdot 249.65 + 4 \cdot 630.75 + 3 \cdot 432.51} + 2 \cdot 1000 = 11725 \text{ mm}$$

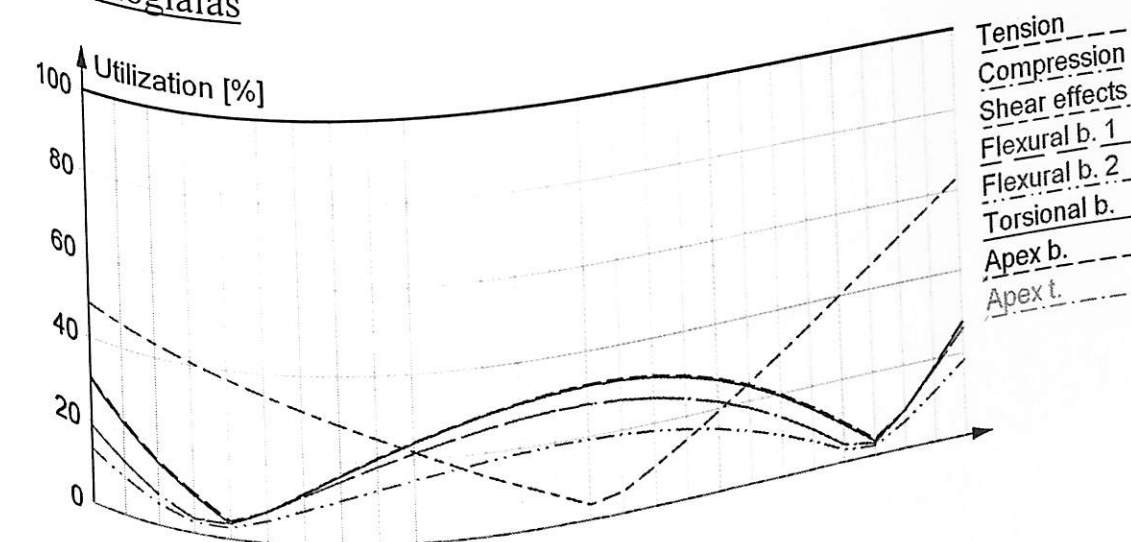
$$\sigma_{m,crit} = \frac{\pi \sqrt{E_{0.05} \cdot I_2 \cdot G_{0.05} \cdot I_t}}{I_{ef} \cdot W_1} = \frac{\pi \sqrt{10500 \cdot 1.800e+10 \cdot 540 \cdot 4.506e+10}}{11725 \cdot 1.000e+08} = 181.70 \text{ N/mm}^2 \quad (6.31)$$

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{f_{m,1,k}}{\sigma_{m,crit}}} = \sqrt{\frac{28.00}{181.70}} = 0.393 \quad (6.30)$$

$$\lambda_{rel,m} = 0.393 \leq 0.75 \rightarrow k_{crit} = 1.000$$

$$\frac{\sigma_{m,1,d}}{k_{crit} \cdot f_{m,1,d}} = \frac{6.41}{1.000 \cdot 20.16} = 0.32 \leq 1.00 \quad (6.33) - \text{OK}$$

Összefoglalás



215*450 oszlop

Maximális teherkombináció

GL 28h

(Glued laminated), Service class 1

$$\begin{aligned} E_{0,05} &= 10500 \text{ N/mm}^2 & f_{t,90,k} &= 0.50 \text{ N/mm}^2 \\ G_{0,05} &= 540 \text{ N/mm}^2 & f_{c,0,k} &= 28.00 \text{ N/mm}^2 \\ Y_M &= 1.25 & f_{c,90,k} &= 2.50 \text{ N/mm}^2 \\ Y_{M,acc./seis.} &= 1.00 & f_{v,k} &= 3.50 \text{ N/mm}^2 \\ k_{sys} &= 1.00 \end{aligned}$$

Vizsgált keresztmetszet



$$\begin{aligned} A &= 96750 \text{ mm}^2 & f_{t,0,k} &= 22.95 \text{ N/mm}^2 \\ W_1 &= 7.256e+06 \text{ mm}^3 & f_{m,1,k} &= 28.82 \text{ N/mm}^2 \\ W_2 &= 3.467e+06 \text{ mm}^3 & f_{m,2,k} &= 30.80 \text{ N/mm}^2 \\ i_1 &= 130 \text{ mm} \\ i_2 &= 62 \text{ mm} \\ I_2 &= 3.727e+08 \text{ mm}^4 \\ I_1 &= 1.043e+09 \text{ mm}^4 \end{aligned}$$

Hajlítás és központos húzás kombinációja - 6.2.3

$$LC: 1.35 * \text{öns} + 1.35 * \text{Tetőpanel} + 1.35 * \text{Szalma bála} + 1.50 * 0.50 * Hó + 1.50 * WL, X-, 2. + 1.50 * 0.50 * \text{Födém hasznos'}, k_{mod} = 0.90, x = 4260.00 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} \frac{\sigma_{0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,1,d}}{f_{m,1,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,2,d}}{f_{m,2,d}} &= \frac{0.07}{16.52} + \frac{0.00}{20.75} + 0.70 \frac{3.66}{22.18} = 0.12 \leq 1.00 & (6.17) - OK \\ \frac{\sigma_{0,d}}{f_{t,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,1,d}}{f_{m,1,d}} + \frac{\sigma_{m,2,d}}{f_{m,2,d}} &= \frac{0.07}{16.52} + 0.70 \frac{0.00}{20.75} + \frac{3.66}{22.18} = 0.17 \leq 1.00 & (6.18) - OK \end{aligned}$$

Hajlítás és rostirányú központos nyomás - 6.1.4, 6.2.4

LC: '1.35 * öns + 1.35 * Tetőpanel + 1.35 * Szalma bála + 1.50 * 0.50 * Hó + 1.50 * WL, Y+, 4. + 1.50

* 0.50 * Födém hasznos', $k_{mod} = 0.90$, $x = 0.00$ mm

$$\sigma_{c,0,d} = 0.03 \text{ N/mm}^2 \leq f_{c,0,d} = 20.16 \text{ N/mm}^2 \quad (6.2) - \text{OK}$$

$$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{m,1,d}}{f_{m,1,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,2,d}}{f_{m,2,d}} = \left(\frac{0.03}{20.16} \right)^2 + \frac{0.00}{20.75} + 0.70 \frac{0.00}{22.18} = 0.00 \leq 1.00 \quad (6.19) - \text{OK}$$

$$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + k_m \frac{\sigma_{m,1,d}}{f_{m,1,d}} + \frac{\sigma_{m,2,d}}{f_{m,2,d}} = \left(\frac{0.03}{20.16} \right)^2 + 0.70 \frac{0.00}{20.75} + \frac{0.00}{22.18} = 0.00 \leq 1.00 \quad (6.20) - \text{OK}$$

Nyírás és csavarás kombinációja - 6.1.7, 6.1.8

LC: '1.35 * öns + 1.35 * Tetőpanel + 1.35 * Szalma bála + 1.50 * 0.50 * Hó + 1.50 * WL, X-, 2. + 1.50

* 0.50 * Födém hasznos', $k_{mod} = 0.90$, $x = 0.00$ mm

$$\tau_d = 0.07 \text{ N/mm}^2 \leq f_{v,d} = 2.52 \text{ N/mm}^2 \quad (6.13) - \text{OK}$$

Hajlítási kihajlás erős tengely körül - 6.3.2

LC: '1.35 * öns + 1.35 * Tetőpanel + 1.35 * Szalma bála + 1.50 * 0.50 * Hó + 1.50 * WL, Y+, 4. + 1.50

* 0.50 * Födém hasznos', $k_{mod} = 0.90$, $x = 4260.00$ mm

$$\beta_c = 0.1 \quad (6.29)$$

$$\lambda_1 = \frac{l_0}{i_1} = \frac{4260}{130} = 32.79$$

$$\lambda_{rel,1} = \frac{\lambda_1}{\pi} \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,05}}} = \frac{32.79}{\pi} \sqrt{\frac{28.00}{10500}} = 0.539 \quad (6.21)$$

$$k_1 = 0.5 (1 + \beta_c (\lambda_{rel,1} - 0.3) + \lambda_{rel,1}^2) = 0.5 (1 + 0.1 (0.539 - 0.3) + 0.539^2) = 0.657 \quad (6.27)$$

$$k_{c,1} = \frac{1}{k_1 + \sqrt{k_1^2 - \lambda_{rel,1}^2}} = \frac{1}{0.657 + \sqrt{0.657^2 - 0.539^2}} = 0.968 \quad (6.25)$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,1} f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,1,d}}{f_{m,1,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,2,d}}{f_{m,2,d}} = \frac{0.01}{0.968 \cdot 20.16} + \frac{0.02}{20.75} + 0.70 \frac{0.02}{22.18} = 0.00 \leq 1.00 \quad (6.23) - \text{OK}$$

Hajlítási kihajlás gyenge tengely körül - 6.3.2

LC: '1.35 * öns + 1.35 * Tetőpanel + 1.35 * Szalma bála + 1.50 * 0.50 * Hó + 1.50 * WL, Y+, 4. + 1.50

* 0.50 * Födém hasznos', $k_{mod} = 0.90$, $x = 0.00$ mm

$$\beta_c = 0.1 \quad (6.29)$$

$$\lambda_2 = \frac{l_0}{i_2} = \frac{4260}{62} = 68.64$$

$$\lambda_{rel,2} = \frac{\lambda_2}{\pi} \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,05}}} = \frac{68.64}{\pi} \sqrt{\frac{28.00}{10500}} = 1.128 \quad (6.22)$$

$$k_2 = 0.5 (1 + \beta_c (\lambda_{rel,2} - 0.3) + \lambda_{rel,2}^2) = 0.5 (1 + 0.1 (1.128 - 0.3) + 1.128^2) = 1.178 \quad (6.28)$$

$$k_{c,2} = \frac{1}{k_2 + \sqrt{k_2^2 - \lambda_{rel,2}^2}} = \frac{1}{1.178 + \sqrt{1.178^2 - 1.128^2}} = 0.660 \quad (6.26)$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,2} f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,1,d}}{f_{m,1,d}} + \frac{\sigma_{m,2,d}}{f_{m,2,d}} = \frac{0.03}{0.660 \cdot 20.16} + 0.70 \frac{0.00}{20.75} + \frac{0.00}{22.18} = 0.00 \leq 1.00 \quad (6.24) - \text{OK}$$

Keresztirányú csavarodási kihajlás - 6.3.3

LC: '1.35 * öns + 1.35 * Tetőpanel + 1.35 * Szalma bála + 1.50 * 0.50 * Hó + 1.50 * WL, Y+, 4. + 1.50

* 0.50 * Födém hasznos', $k_{mod} = 0.90$, $x = 0.00$ mm

$$I_{ef} = I / \frac{12.5 \cdot M_{max}}{2.5 \cdot M_{max} + 3 \cdot M_2 + 4 \cdot M_3 + 3 \cdot M_4} + 2 \cdot h = 4260 / \frac{12.5 \cdot 0.12}{2.5 \cdot 0.12 + 3 \cdot 0.03 + 4 \cdot 0.06 + 3 \cdot 0.09} + 2 \cdot 450$$

$$= 3456 \text{ mm}$$

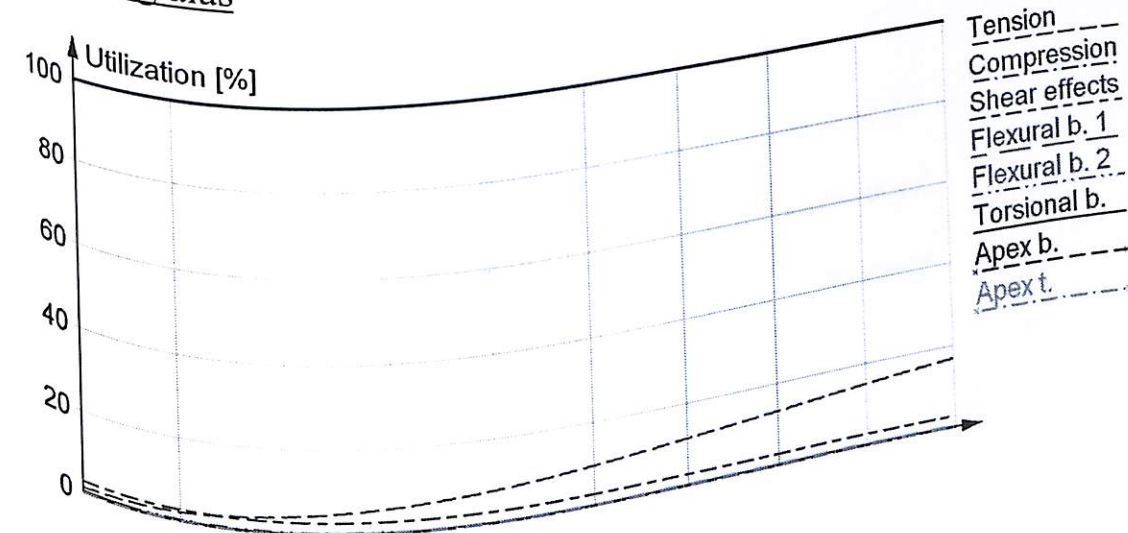
$$\sigma_{m,crit} = \frac{\pi \sqrt{E_{0.05} \cdot I_2 \cdot G_{0.05} \cdot I_1}}{I_{ef} \cdot W_1} = \frac{\pi \sqrt{10500 \cdot 3.727e+08 \cdot 540 \cdot 1.043e+09}}{3456 \cdot 7.256e+06} = 185.99 \text{ N/mm}^2 \quad (6.31)$$

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{f_{m,1,k}}{\sigma_{m,crit}}} = \sqrt{\frac{28.00}{185.99}} = 0.388 \quad (6.30)$$

$$\lambda_{rel,m} = 0.388 \leq 0.75 \rightarrow k_{crit} = 1.000$$

$$\frac{\sigma_{m,1,d}}{k_{crit} \cdot f_{m,1,d}} = \frac{0.00}{1.000 \cdot 20.75} = 0.00 \leq 1.00 \quad (6.33) - \text{OK}$$

$$\left(\frac{\sigma_{m,1,d}}{k_{crit} \cdot f_{m,1,d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,2} \cdot f_{c,0,d}} = \left(\frac{0.00}{1.000 \cdot 20.75} \right)^2 + \frac{0.03}{0.66 \cdot 20.16} = 0.00 \leq 1.00 \quad (6.35) - \text{OK}$$

Összefoglalás

600*600 oszlop

Maximális teherkombináció

GL 28h

(Glued laminated), Service class 1

$$E_{0,05} = 10500 \text{ N/mm}^2 \quad f_{t,90,k} = 0.50 \text{ N/mm}^2$$

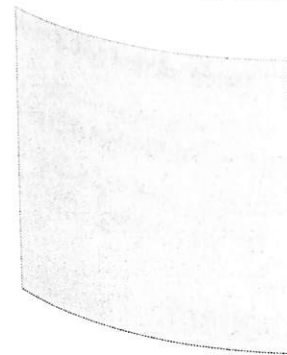
$$G_{0,05} = 540 \text{ N/mm}^2 \quad f_{c,0,k} = 28.00 \text{ N/mm}^2$$

$$Y_M = 1.25 \quad f_{c,90,k} = 2.50 \text{ N/mm}^2$$

$$Y_{M,acc./seis.} = 1.00 \quad f_{v,k} = 3.50 \text{ N/mm}^2$$

$$k_{sys} = 1.00$$

Vizsgált keresztmetszet



$$A = 360000 \text{ mm}^2 \quad f_{t,0,k} = 22.30 \text{ N/mm}^2$$

$$W_1 = 3.600e+07 \text{ mm}^3 \quad f_{m,1,k} = 28.00 \text{ N/mm}^2$$

$$W_2 = 3.600e+07 \text{ mm}^3 \quad f_{m,2,k} = 28.00 \text{ N/mm}^2$$

$$i_1 = 173 \text{ mm}$$

$$i_2 = 173 \text{ mm}$$

$$I_2 = 1.080e+10 \text{ mm}^4$$

$$I_t = 1.822e+10 \text{ mm}^4$$

Hajlítás és központos húzás kombinációja - 6.2.3

Nem releváns

Hajlítás és rostirányú központos nyomás - 6.1.4, 6.2.4

$$LC: 1.35 \cdot \text{öns} + 1.35 \cdot \text{Tetőpanel} + 1.35 \cdot \text{Szalma bála} + 1.50 \cdot 0.50 \cdot Hó + 1.50 \cdot 0.60 \cdot \text{WL, Y+, 4.} + 1.50 \cdot \text{Födém hasznos'}, \quad k_{mod} = 0.90, \quad x = 3899.99 \text{ mm}$$

$$\sigma_{c,0,d} = 1.34 \text{ N/mm}^2 \leq f_{c,0,d} = 20.16 \text{ N/mm}^2$$

(6.2) - OK

$$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}}\right)^2 + \frac{\sigma_{m,1,d}}{f_{m,1,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,2,d}}{f_{m,2,d}} = \left(\frac{1.34}{20.16}\right)^2 + \frac{12.15}{20.16} + 0.70 \frac{0.00}{20.16} = 0.61 \leq 1.00 \quad (6.19) - \text{OK}$$

$$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}}\right)^2 + k_m \frac{\sigma_{m,1,d}}{f_{m,1,d}} + \frac{\sigma_{m,2,d}}{f_{m,2,d}} = \left(\frac{1.34}{20.16}\right)^2 + 0.70 \frac{12.15}{20.16} + \frac{0.00}{20.16} = 0.43 \leq 1.00 \quad (6.20) - \text{OK}$$

Nyírás és csavarás kombinációja - 6.1.7, 6.1.8

$$\text{LC: } 1.35 \cdot \text{öns} + 1.35 \cdot \text{Tetőpanel} + 1.35 \cdot \text{Szalma bála} + 1.50 \cdot \text{Hó} + 1.50 \cdot 0.60 \cdot \text{WL, Y+, 4.} + 1.50$$

$$\cdot 0.50 \cdot \text{Födém hasznos'}, k_{\text{mod}} = 0.90, x = 3900.01 \text{ mm}$$

$$\tau_d = 1.61 \text{ N/mm}^2 \leq f_{v,d} = 2.52 \text{ N/mm}^2 \quad (6.13) - \text{OK}$$

Hajlítási kihajlás erős tengely körül - 6.3.2

$$\text{LC: } 1.35 \cdot \text{öns} + 1.35 \cdot \text{Tetőpanel} + 1.35 \cdot \text{Szalma bála} + 1.50 \cdot 0.50 \cdot \text{Hó} + 1.50 \cdot 0.60$$

$$\cdot \text{WL, Y+, 4.} + 1.50 \cdot \text{Födém hasznos'}, k_{\text{mod}} = 0.90, x = 3899.99 \text{ mm}$$

$$\beta_c = 0.1 \quad (6.29)$$

$$\lambda_1 = \frac{l_0}{i_1} = \frac{3900}{173} = 22.52$$

$$\lambda_{\text{rel},1} = \frac{\lambda_1}{\pi} \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,05}}} = \frac{22.52}{\pi} \sqrt{\frac{28.00}{10500}} = 0.370 \quad (6.21)$$

$$k_1 = 0.5 (1 + \beta_c (\lambda_{\text{rel},1} - 0.3) + \lambda_{\text{rel},1}^2) = 0.5 (1 + 0.1 (0.370 - 0.3) + 0.370^2) = 0.572 \quad (6.27)$$

$$k_{c,1} = \frac{1}{k_1 + \sqrt{k_1^2 - \lambda_{\text{rel},1}^2}} = \frac{1}{0.572 + \sqrt{0.572^2 - 0.370^2}} = 0.992 \quad (6.25)$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,1,d}}{f_{m,1,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,2,d}}{f_{m,2,d}} = \frac{1.34}{0.992 \cdot 20.16} + \frac{12.15}{20.16} + 0.70 \cdot \frac{0.00}{20.16} = 0.67 \leq 1.00 \quad (6.23) - \text{OK}$$

Hajlítási kihajlás gyenge tengely körül - 6.3.2

$$\text{LC: } 1.35 \cdot \text{öns} + 1.35 \cdot \text{Tetőpanel} + 1.35 \cdot \text{Szalma bála} + 1.50 \cdot 0.50 \cdot \text{Hó} + 1.50 \cdot 0.60$$

$$\cdot \text{WL, Y+, 4.} + 1.50 \cdot \text{Födém hasznos'}, k_{\text{mod}} = 0.90, x = 3899.99 \text{ mm}$$

$$\beta_c = 0.1 \quad (6.29)$$

$$\lambda_2 = \frac{l_0}{i_2} = \frac{3900}{173} = 22.52$$

$$\lambda_{\text{rel},2} = \frac{\lambda_2}{\pi} \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,05}}} = \frac{22.52}{\pi} \sqrt{\frac{28.00}{10500}} = 0.370 \quad (6.22)$$

$$k_2 = 0.5 (1 + \beta_c (\lambda_{\text{rel},2} - 0.3) + \lambda_{\text{rel},2}^2) = 0.5 (1 + 0.1 (0.370 - 0.3) + 0.370^2) = 0.572 \quad (6.28)$$

$$k_{c,2} = \frac{1}{k_2 + \sqrt{k_2^2 - \lambda_{\text{rel},2}^2}} = \frac{1}{0.572 + \sqrt{0.572^2 - 0.370^2}} = 0.992 \quad (6.26)$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,1,d}}{f_{m,1,d}} + \frac{\sigma_{m,2,d}}{f_{m,2,d}} = \frac{1.34}{0.992 \cdot 20.16} + 0.70 \cdot \frac{12.15}{20.16} + \frac{0.00}{20.16} = 0.49 \leq 1.00 \quad (6.24) - \text{OK}$$

Keresztirányú csavarodási kihajlás - 6.3.3

$$\text{LC: } 1.35 \cdot \text{öns} + 1.35 \cdot \text{Tetőpanel} + 1.35 \cdot \text{Szalma bála} + 1.50 \cdot 0.50 \cdot \text{Hó} + 1.50 \cdot 0.60$$

$$\cdot \text{WL, Y+, 4.} + 1.50 \cdot \text{Födém hasznos'}, k_{\text{mod}} = 0.90, x = 3899.99 \text{ mm}$$

$$l_{ef} = l / \frac{12.5 \cdot M_{max}}{2.5 \cdot M_{max} + 3 \cdot M_2 + 4 \cdot M_3 + 3 \cdot M_4} - 0.5 \cdot h$$

$$= 3900 / \frac{12.5 \cdot 437.43}{2.5 \cdot 437.43 + 3 \cdot 111.04 + 4 \cdot 220.95 + 3 \cdot 329.75} - 0.5 \cdot 600 = 2054 \text{ mm}$$

$$\sigma_{m,crit} = \frac{\pi \sqrt{E_{0.05} \cdot I_2 \cdot G_{0.05} \cdot I_1}}{l_{ef} \cdot W_1} = \frac{\pi \sqrt{10500 \cdot 1.080e+10 \cdot 540 \cdot 1.822e+10}}{2054 \cdot 3.600e+07} = 1419.39 \text{ N/mm}^2 \quad (6.31)$$

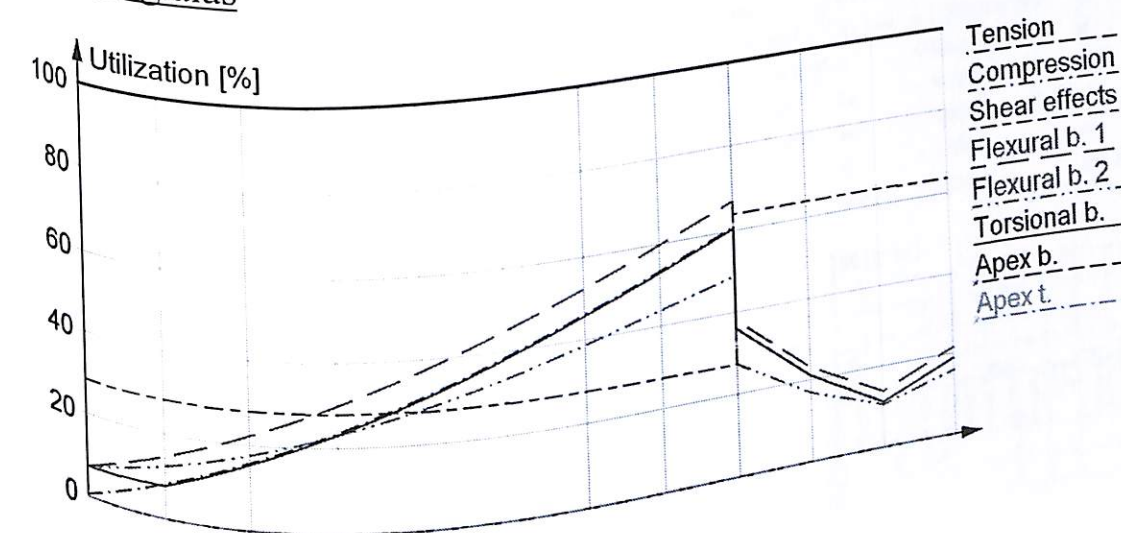
$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{f_{m,1,k}}{\sigma_{m,crit}}} = \sqrt{\frac{28.00}{1419.39}} = 0.140 \quad (6.30)$$

$$\lambda_{rel,m} = 0.140 \leq 0.75 \rightarrow k_{crit} = 1.000$$

$$\frac{\sigma_{m,1,d}}{k_{crit} \cdot f_{m,1,d}} = \frac{12.15}{1.000 \cdot 20.16} = 0.60 \leq 1.00 \quad (6.33) - \text{OK}$$

$$\left(\frac{\sigma_{m,1,d}}{k_{crit} \cdot f_{m,1,d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,2} \cdot f_{c,0,d}} = \left(\frac{12.15}{1.000 \cdot 20.16} \right)^2 + \frac{1.34}{0.99 \cdot 20.16} = 0.43 \leq 1.00 \quad (6.35) - \text{OK}$$

Összefoglalás



4. Csomópontok méretezése:

Belső erők minimum maximuma:

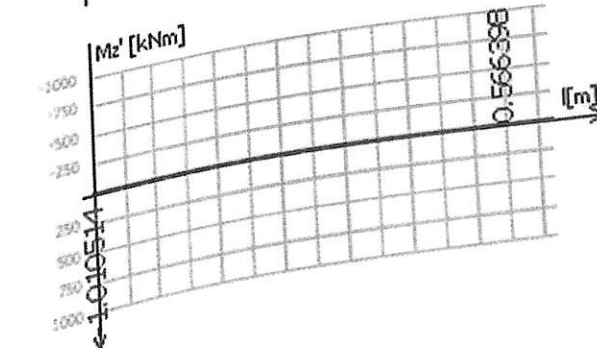
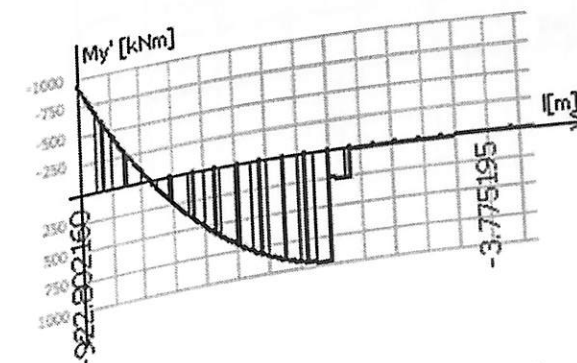
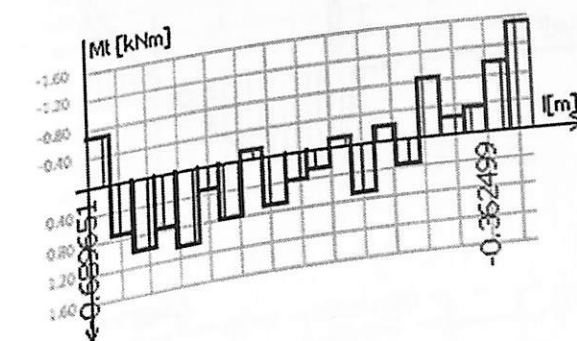
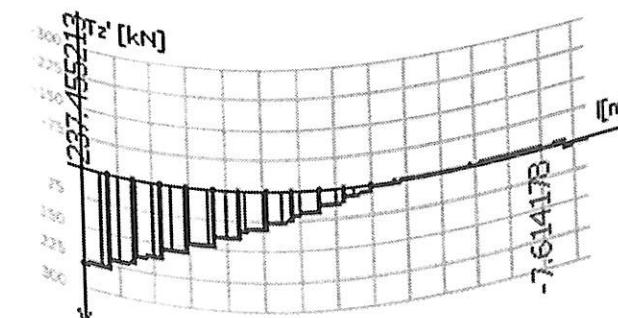
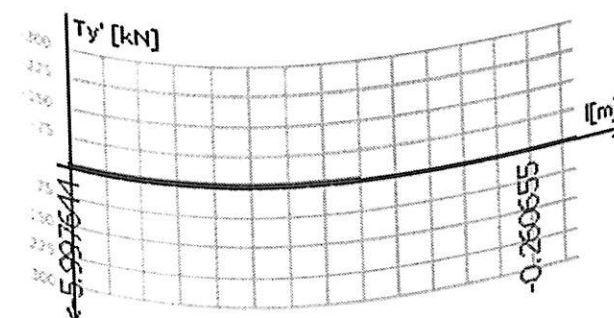
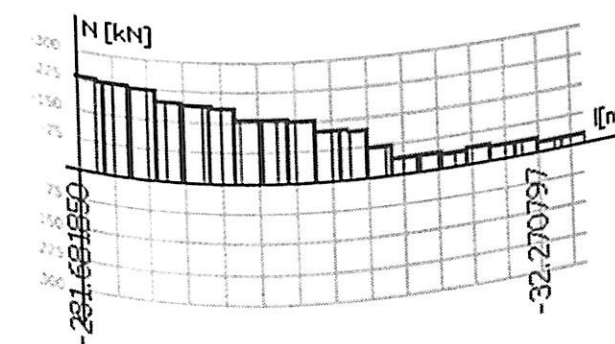
Belső erő maximális teherkombinációból: (Tz'+) - (28.8 m)

Timber sections Glulam
2000.0x300.0
x = 0.00 m

A	= 600000 mm ²	Iz	= 4500000000 mm ⁴	alpha1	= 0.0000°	I2	= 4500000000 mm ⁴
P	= 4600 mm	Wz	= 300000000 mm ³	I1	= 2.000e+11 mm ⁴	W2 min	= 300000000 mm ³
(Yg	= 0.0000 mm)	iz	= 86.60 mm	W1 min	= 2000000000 mm ³	W2 max	= 300000000 mm ³
(Zg	= 0.0000 mm)	Sz	= 22571036 mm ³	W1 max	= 2000000000 mm ³	i2	= 86.60 mm
Iy	= 2.000e+11 mm ⁴	It	= 16298375999 mm ⁴	i1	= 577.4 mm	S2	= 22571036 mm ³
Wy	= 2000000000 mm ³	Wt	= 54330406 mm ³	S1	= 1500000000 mm ³	So2	= 22565011 mm ³
iy	= 577.4 mm	Igamma	= 1.361e+15 mm ⁶	So1	= 149995322 mm ³	c2	= 1.504
Sy	= 1500000000 mm ³	Iyz	= 0.0000 mm ⁴	c1	= 1.500	Rho 2	= 0.8333
				Rho 1	= 0.8334	alpha2	= 90.00°

Timber sections Glulam
1500.0x300.0
x = 28.84 m

A	= 450000 mm ²	Iz	= 3375000000 mm ⁴	alpha1	= 0.0000°	I2	= 3375000000 mm ⁴
P	= 3600 mm	Wz	= 225000000 mm ³	I1	= 84375000000 mm ⁴	W2 min	= 225000000 mm ³
(Yg	= 0.0000 mm)	iz	= 86.60 mm	W1 min	= 1125000000 mm ³	W2 max	= 225000000 mm ³
(Zg	= 0.0000 mm)	Sz	= 16875000 mm ³	W1 max	= 1125000000 mm ³	i2	= 86.60 mm
Iy	= 8437500000 mm ⁴	It	= 11798356625 mm ⁴	i1	= 433.0 mm	S2	= 16875000 mm ³
Wy	= 1125000000 mm ³	Wt	= 39352568 mm ³	S1	= 84375000 mm ³	So2	= 16875000 mm ³
iy	= 433.0 mm	Igamma	= 5.345e+14 mm ⁶	So1	= 84375000 mm ³	c2	= 1.500
Sy	= 843750000 mm ³	Iyz	= 0.0000 mm ⁴	c1	= 1.500	Rho 2	= 0.8333
				Rho 1	= 0.8334		

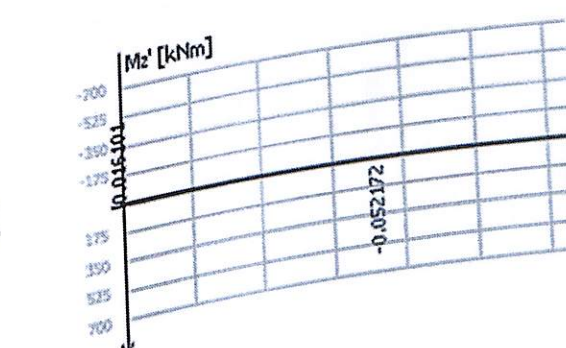
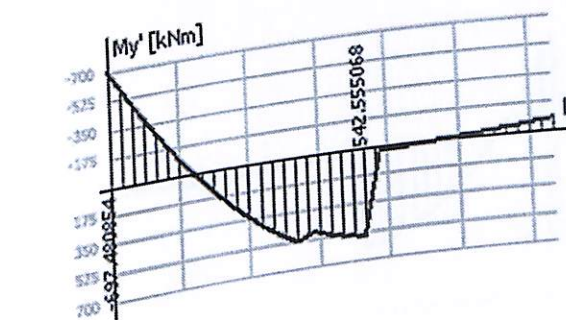
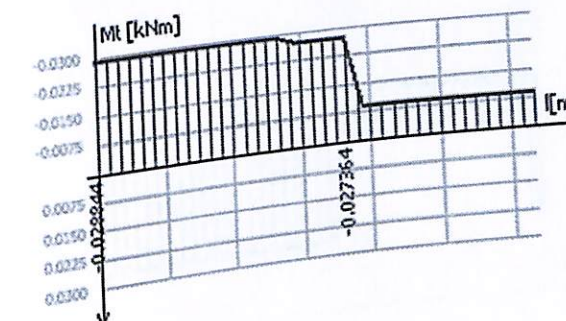
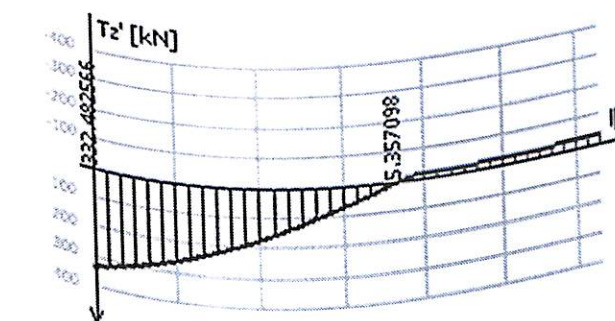
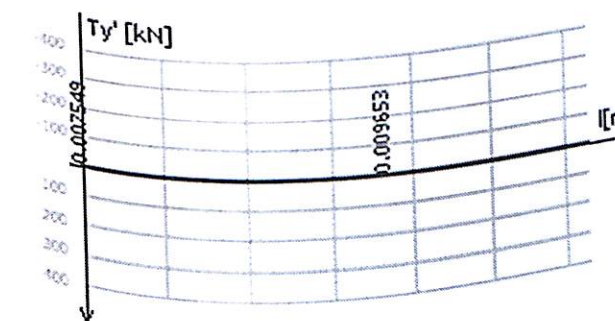
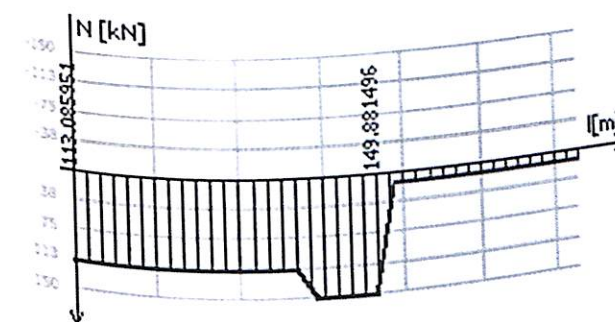


Belső erő maximális teherkombinációból: (Tz'+) - (12.6 m)



Timber sections Glulam
1000.0x600.0
at both ends

A	= 600000 mm ²	Iz	= 18000000000 mm ⁴	alpha1	= 0.0000°	alpha2	= 90.00°
P	= 3200 mm	Wz	= 60000000 mm ³	I1	= 50000000000 mm ⁴	I2	= 18000000000 mm ⁴
(Yg	= 0.0000 mm)	iz	= 173.2 mm	W1 min	= 100000000 mm ³	W2 min	= 60000000 mm ³
(Zg	= 0.0000 mm)	Sz	= 45041192 mm ³	W1 max	= 100000000 mm ³	W2 max	= 60000000 mm ³
Iy	= 50000000000 mm ⁴	It	= 45060258367 mm ⁴	i1	= 288.7 mm	i2	= 173.2 mm
Wy	= 100000000 mm ³	Wt	= 85119830 mm ³	S1	= 75000000 mm ³	S2	= 45041192 mm ³
iy	= 288.7 mm	Igamma	= 3.487e+14 mm ⁶	So1	= 74994962 mm ³	So2	= 45034205 mm ³
Sy	= 75000000 mm ³	Iyz	= 0.0000 mm ⁴	c1	= 1.500	c2	= 1.501
				Rho 1	= 0.8333	Rho 2	= 0.8333

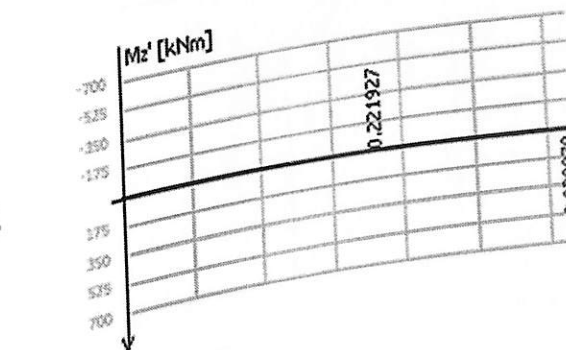
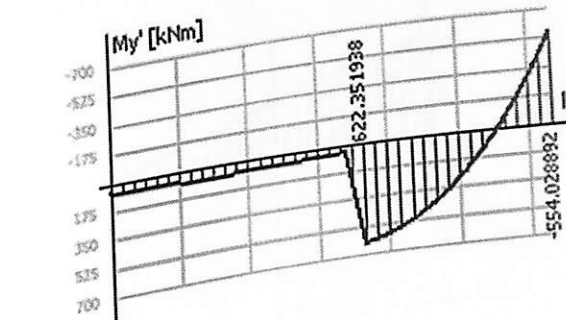
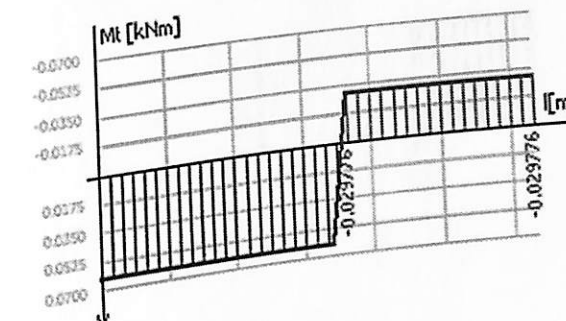
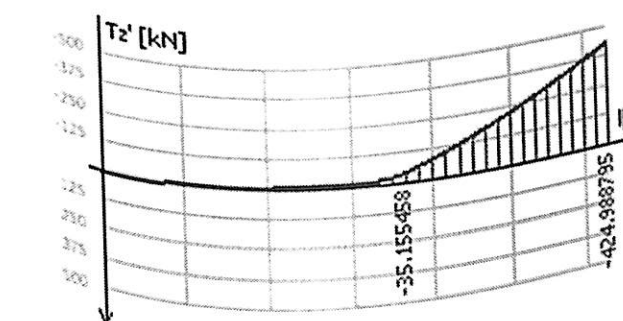
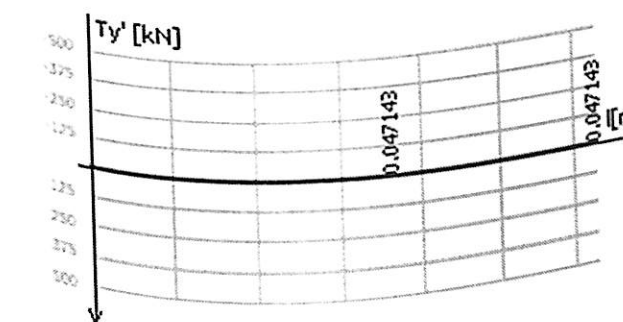
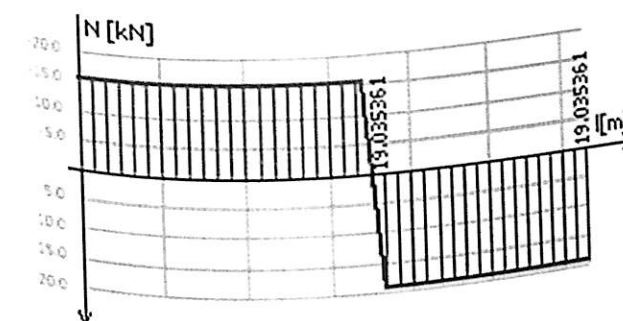


Belső erő maximális teherkombinációból: (Tz'-) - (12.6 m)

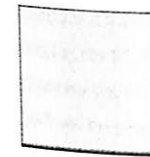


Timber sections Glulam
1000.0x600.0
at both ends

A	= 600000 mm ²	Iz	= 18000000000 mm ⁴	alpha1	= 0.0000°	alpha2	= 90.00°
P	= 3200 mm	Wz	= 60000000 mm ³	I1	= 50000000000 mm ⁴	I2	= 18000000000 mm ⁴
(Yg	= 0.0000 mm)	iz	= 173.2 mm	W1 min	= 100000000 mm ³	W2 min	= 60000000 mm ³
(Zg	= 0.0000 mm)	Sz	= 45041192 mm ³	W1 max	= 100000000 mm ³	W2 max	= 60000000 mm ³
Iy	= 50000000000 mm ⁴	It	= 45060258367 mm ⁴	i1	= 288.7 mm	i2	= 173.2 mm
Iy	= 50000000000 mm ⁴	Wt	= 85119830 mm ³	S1	= 75000000 mm ³	S2	= 45041192 mm ³
Wy	= 100000000 mm ³	Igamma	= 3.487e+14 mm ⁶	So1	= 74994962 mm ³	So2	= 45034205 mm ³
iy	= 288.7 mm	Iyz	= 0.0000 mm ⁴	c1	= 1.500	c2	= 1.501
Sy	= 75000000 mm ³			Rho 1	= 0.8333	Rho 2	= 0.8333

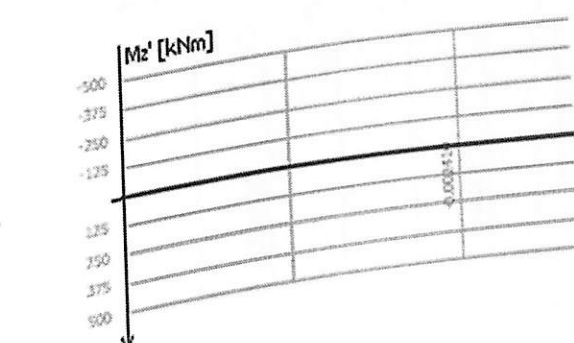
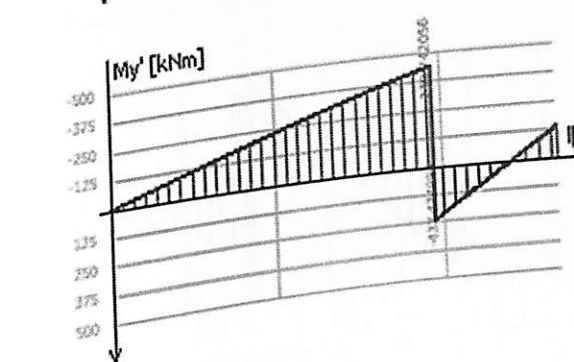
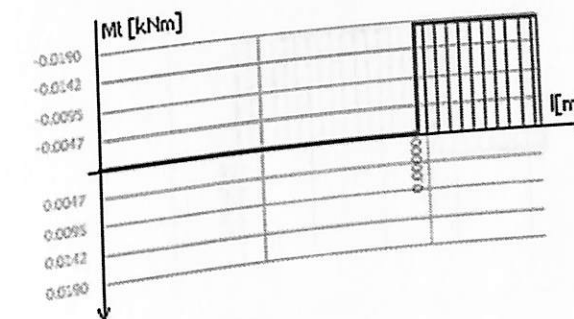
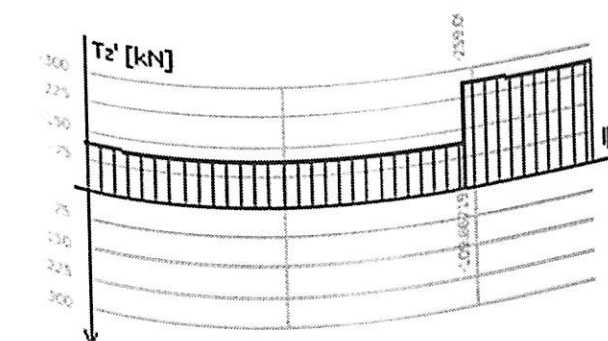
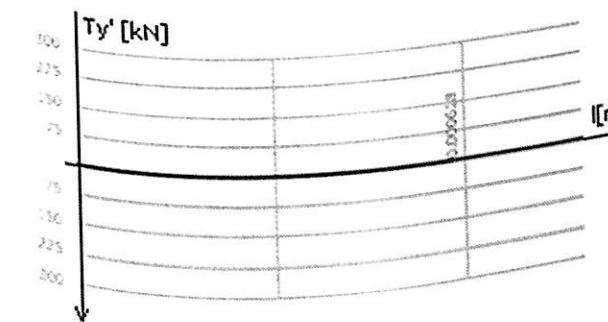
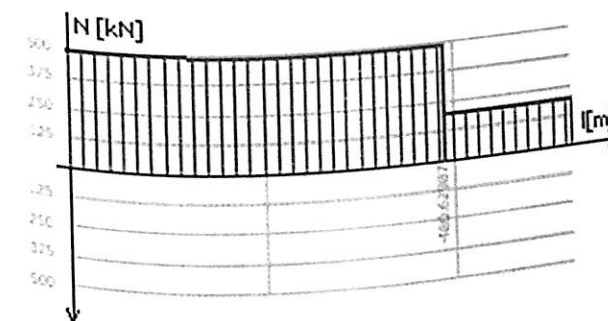


Belső erő maximális teherkombinációból: (Tz'-) - (5.35 m)



Timber sections Glulam
600.0x600.0
at both ends

A	= 360000 mm ²	Iz	= 10800000000 mm ⁴	alpha1	= 0.0000°	alpha2	= 90.00°
P	= 2400 mm	Wz	= 36000000 mm ³	I1	= 10800000000 mm ⁴	I2	= 10800000000 mm ⁴
(Yg	= 0.0000 mm)	iz	= 173.2 mm	W1 min	= 36000000 mm ³	W2 min	= 36000000 mm ³
(Zg	= 0.0000 mm)	Sz	= 27014453 mm ³	W1 max	= 36000000 mm ³	W2 max	= 36000000 mm ³
Iy	= 10800000000 mm ⁴	It	= 18218803136 mm ⁴	i1	= 173.2 mm	i2	= 173.2 mm
Wy	= 36000000 mm ³	Wt	= 45059042 mm ³	S1	= 27014453 mm ³	S2	= 27014453 mm ³
iy	= 173.2 mm	Igamma	= 6.270e+12 mm ⁶	So1	= 27014453 mm ³	So2	= 27014453 mm ³
Sy	= 27014453 mm ³	Iyz	= 0.0000 mm ⁴	c1	= 1.501	c2	= 1.501
				Rho 1	= 0.8333	Rho 2	= 0.8333

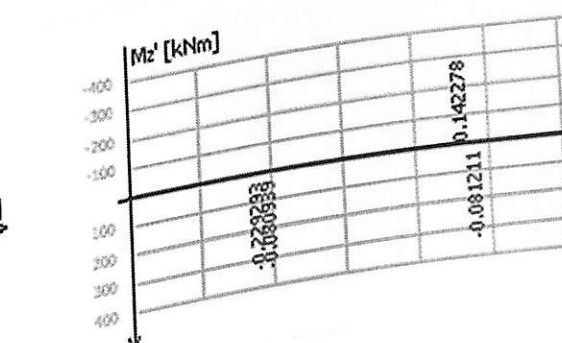
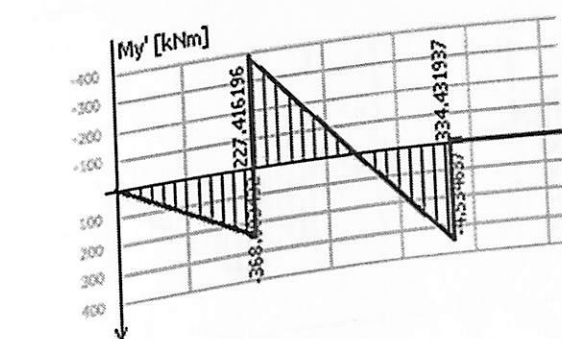
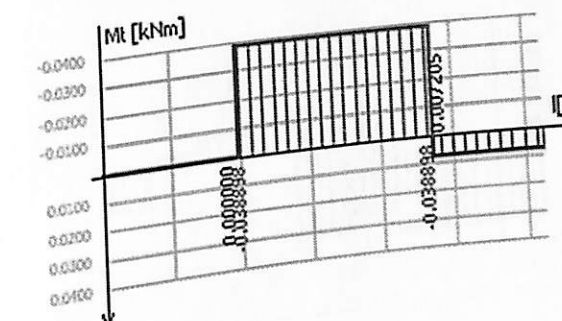
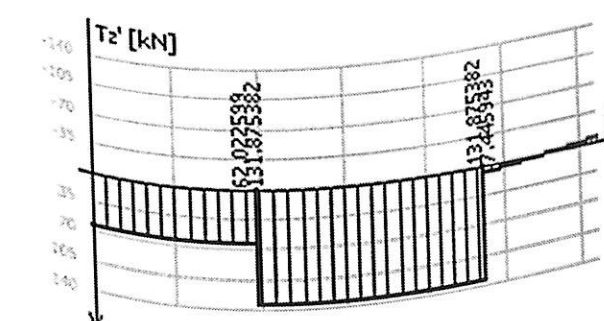
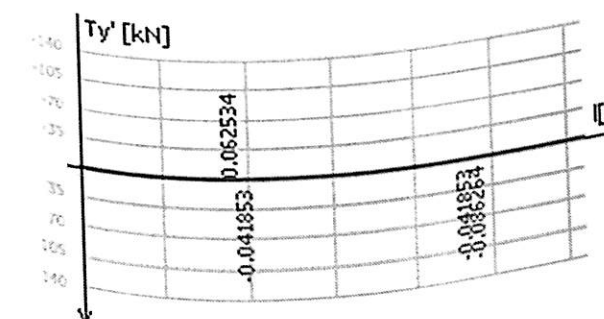
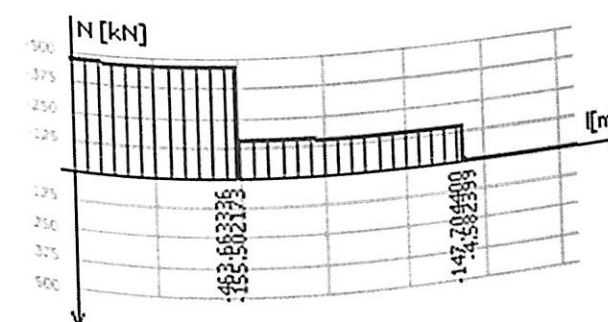


Belső erő maximális teherkombinációból: (Tz'+) - (12.5 m)



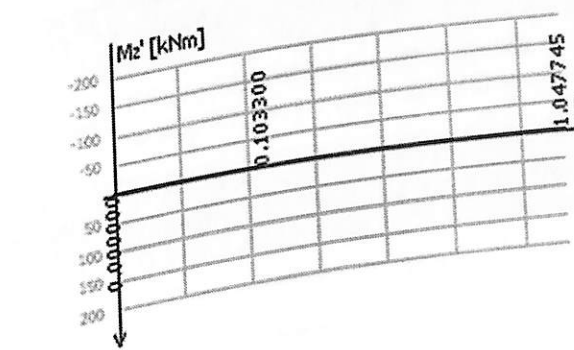
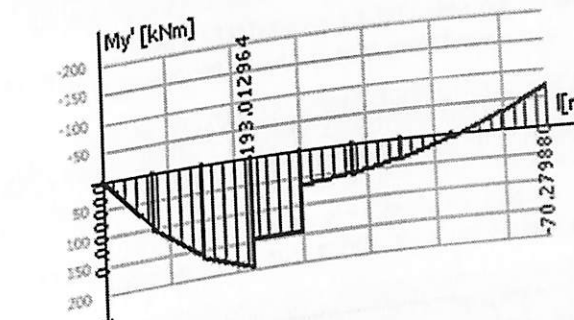
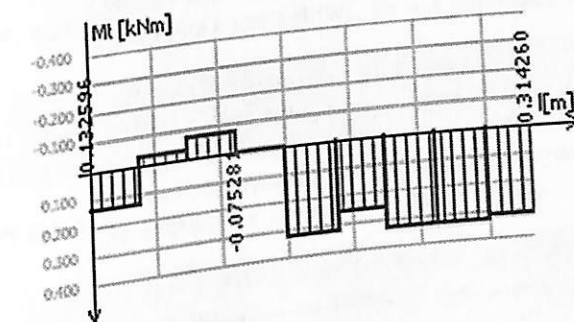
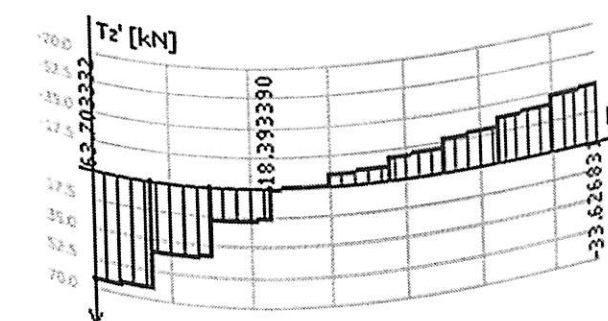
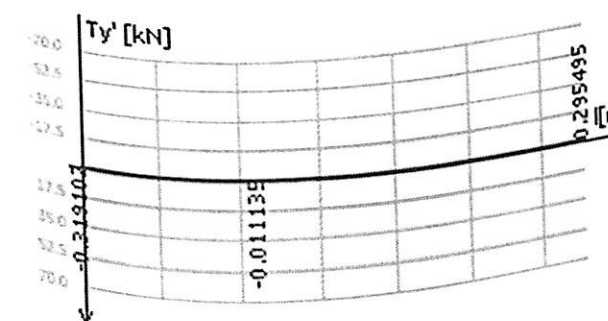
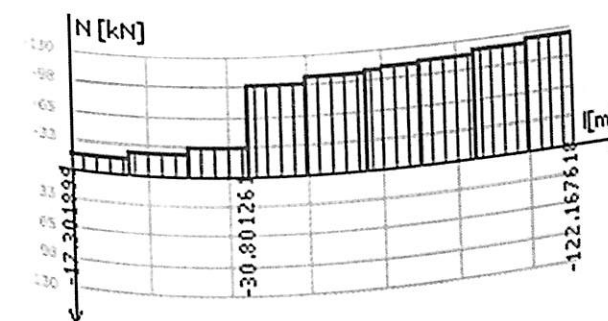
Timber sections Glulam
800.0x300.0
at both ends

A	= 240000 mm ²	Iz	= 1800000000 mm ⁴	alpha1	= 0.0000°	I1	= 12800000000 mm ⁴	alpha2	= 90.00°	I2	= 1800000000 mm ⁴
P	= 2200 mm	Wz	= 12000000 mm ³	I1 min	= 32000000 mm ³	W1 min	= 32000000 mm ³	I2 min	= 12000000 mm ³	W2 min	= 12000000 mm ³
(Yg	= 0.0000 mm)	iz	= 86.60 mm	I1 max	= 32000000 mm ³	W1 max	= 32000000 mm ³	I2 max	= 12000000 mm ³	W2 max	= 12000000 mm ³
(Zg	= 0.0000 mm)	Sz	= 9011507 mm ³	i1	= 230.9 mm	i2	= 86.60 mm	S2	= 9011507 mm ³	S2	= 9011507 mm ³
Iy	= 12800000000 mm ⁴	It	= 5499114839 mm ⁴	S1	= 24000000 mm ³	So1	= 24000000 mm ³	c2	= 1.502	Rho 2	= 0.8333
Wy	= 32000000 mm ³	Wt	= 18791859 mm ³	So1	= 24000000 mm ³	c1	= 1.500				
iy	= 230.9 mm	Igamma	= 5.434e+13 mm ⁶	Rho 1	= 0.8333						
Sy	= 24000000 mm ³	Iyz	= 0.0000 mm ⁴								



Belső erő maximális teherkombinációból: (Tz'+) - (13.3 m)

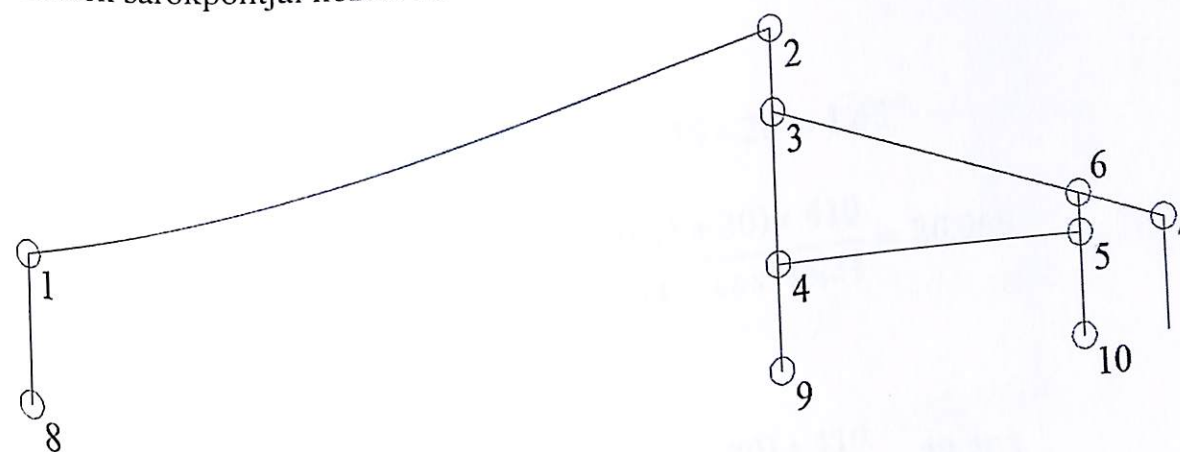
 Timber sections Glulam 215x900 at both ends	A	= 193500 mm ²	Iz	= 745378125 mm ⁴	alpha1	= 0.0000°	alpha2	= 90.00°
	P	= 2230 mm	Wz	= 6933750 mm ³	I1	= 13061250000 mm ⁴	I2	= 745378125 mm ⁴
	(Yg	= 0.0000 mm)	iz	= 62.07 mm	W1 min	= 29025000 mm ³	W2 min	= 6933750 mm ³
	(Zg	= 0.0000 mm)	Sz	= 5210244 mm ³	W1 max	= 29025000 mm ³	W2 max	= 6933750 mm ³
	Iy	= 13061250000 mm ⁴	It	= 2532623968 mm ⁴	i1	= 259.8 mm	i2	= 62.07 mm
	Wy	= 29025000 mm ³	Wt	= 11806747 mm ³	S1	= 21771499 mm ³	S2	= 5210244 mm ³
	iy	= 259.8 mm	Igamma	= 3.967e+13 mm ⁶	So1	= 21770359 mm ³	So2	= 5209185 mm ³
	Sy	= 21771499 mm ³	Iyz	= 0.0000 mm ⁴	c1	= 1.500	c2	= 1.503
					Rho 1	= 0.8334	Rho 2	= 0.8333



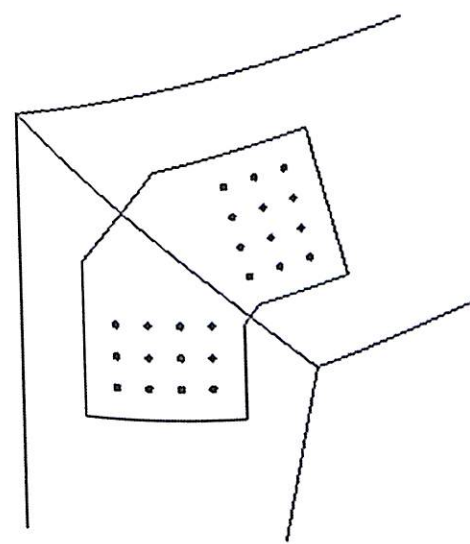
Belső erők minimum-maximum értéke táblázatban összefoglalva:

Max.	ID	N	Ty'	Tz'	Mt	My'	Mz	x	Comb
		kN	kN	kN	kNm	kNm	kNm	m	
N (+)	C.42.1	245.840	-3.677	-139.058	-1.860	-783.976	7.264	5.600	1.35*öns + 1.35*Tetőpanel + 1.35*Szalma bála + 1.50*Hó + 1.50*0.60*WL, Y+, 4. + 1.50*0.50*Födém hasznos
Ty' (+)	C.1.1	-12.501	9.831	-12.992	0.016	36.511	15.139	9.420	1.35*öns + 1.35*Tetőpanel + 1.35*Szalma bála + 1.50*0.50*Hó + 1.50*WL, Y+, 4. + 1.50*0.50*Födém hasznos
Tz' (+)	B.35.1	113.086	0.008	332.483	-0.029	-697.481	0.016	0.000	1.35*öns + 1.35*Tetőpanel + 1.35*Szalma bála + 1.50*0.50*Hó + 1.50*0.60*WL, Y+, 4. + 1.50*Födém hasznos
Mt (+)	C.24.1	-103.410	-0.940	-109.422	3.420	179.184	1.943	3.900	1.35*öns + 1.35*Tetőpanel + 1.35*Szalma bála + 1.50*0.50*Hó + 1.50*WL, X+, 2. + 1.50*0.50*Födém hasznos
My' (+)	B.46.1	-119.268	1.587	10.488	-0.000	1283.725	-1.223	15.861	1.35*öns + 1.35*Tetőpanel + 1.35*Szalma bála + 1.50*Hó + 1.50*0.60*WL, Y+, 4. + 1.50*0.50*Födém hasznos
Mz' (+)	C.51.1	-175.815	-2.603	4.933	0.000	0.811	16.374	6.290	1.35*öns + 1.35*Tetőpanel + 1.35*Szalma bála + 1.50*Hó + 1.50*0.60*WL, Y+, 4. + 1.50*0.50*Födém hasznos
N (-)	C.9.1	-547.071	-0.087	17.247	0.000	0.000	0.000	0.000	1.35*öns + 1.35*Tetőpanel + 1.35*Szalma bála + 1.50*0.60*WL, Y+, 4. + 1.50*0.50*Födém hasznos
Ty' (-)	C.10.1	-10.757	-9.880	-12.074	-0.056	33.669	-15.350	9.420	1.35*öns + 1.35*Tetőpanel + 1.35*Szalma bála + 1.50*0.50*Hó + 1.50*WL, Y+, 4. + 1.50*0.50*Födém hasznos
Tz' (-)	B.31.1	19.035	0.047	-424.989	-0.030	-554.029	-0.030	12.630	1.35*öns + 1.35*Tetőpanel + 1.35*Szalma bála + 1.50*0.50*Hó + 1.50*0.60*WL, Y-, 4. + 1.50*Födém hasznos
Mt (-)	B.40.1	1.007	0.197	6.395	-3.441	-6.424	-0.612	27.396	1.35*öns + 1.35*Tetőpanel + 1.35*Szalma bála + 1.50*Hó + 1.50*0.50*Hó + 1.50*WL, Y-, 2. + 1.50*0.50*Födém hasznos
My' (-)	B.41.1	-231.682	-5.998	237.455	-0.690	-922.802	-1.011	0.000	1.35*öns + 1.35*Tetőpanel + 1.35*Szalma bála + 1.50*Hó + 1.50*0.60*WL, Y+, 4. + 1.50*0.50*Födém hasznos
Mz' (-)	C.10.1	-10.757	-9.880	-12.074	-0.056	33.669	-15.350	9.420	1.35*öns + 1.35*Tetőpanel + 1.35*Szalma bála + 1.50*0.50*Hó + 1.50*WL, Y+, 4. + 1.50*0.50*Födém hasznos

A csarnok sarokpontjai között vannak merev csomópont kialakítások, és csuklós kialakítások.



4.1. 1. Fa-acél kapcsolat befogásként méretezve



A kapcsolatot terhelő erők eredő ereje:

$$F_{Ed} = 326,92 \text{ kN}$$

Alkalmazott csavar átmérő, és szakító szilárdság karakterisztikus értéke:

$$f_{uk} = 800 \text{ N/mm}^2$$

$$d = 20 \text{ mm}$$

Fa sűrűség karakterisztikus értéke, anyagra vonatkozó parciális tényező és módosító tényező:

$$\gamma_M = 1,25$$

$$\rho_k = 410 \text{ kg/m}^3$$

$$k_{mod} = 0,7$$

Csavarok képlékeny nyomatékának karakterisztikus értéke:

$$M_{y,Rk} = 0,3 \cdot 800 \cdot 20^{2,6} = 579280,928 \text{ Nmm}$$

Beágyazási szilárdság karakterisztikus értéke:

Gerendára nézve:

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

$$\alpha_g = 46,34$$

$$f_{h,g,k} = \frac{0,082 \cdot (1 - 0,01 \cdot 20) \cdot 410}{1,65 \cdot \sin^2 46,34 + \cos^2 46,34} = 20,069$$

Oszlopra nézve:

$$\alpha_o = 29,66$$

$$f_{h,o,k} = \frac{0,082 \cdot (1 - 0,01 \cdot 20) \cdot 410}{1,65 \cdot \sin^2 29,66 + \cos^2 29,66} = 23,203$$

Fa-fa kétszer nyírt kapcsolat méretezése

$$\min \begin{cases} 0,5 \cdot 20,069 \cdot 300 \cdot 20 = 60206,107 \\ 1,15 \cdot \sqrt{2 \cdot 579280,928 \cdot 20,069 \cdot 20} = 24798,882 \\ 0,5 \cdot 23,203 \cdot 300 \cdot 20 = 69608,36 \\ 1,15 \cdot \sqrt{2 \cdot 579280,928 \cdot 23,203 \cdot 20} = 26665,058 \end{cases}$$

Kétszer nyírt kapcsolóelemek esetén egy nyírt sík tervezési teherbírása:

$$F_{v,Rd} = \frac{24798,882}{1,25} \cdot 0,7 \cdot 2 = 27,774747 \text{ kN}$$

Kapcsolatban lévő csavarok darabszámának meghatározása:

$$\frac{326,92}{27,77} = 11,77 \rightarrow 12 \text{ db csavar}$$

Kapcsolatban működő nyomaték szétosztása a csavarokra:

$$M_{Ed} = 890,59 \text{ kNm}$$

$$y_1 = 100 \text{ mm}$$

$$y_2 = 300 \text{ mm}$$

$$z = 200 \text{ mm}$$

$$F_{z,Ed}^M = \frac{890,59}{6 * 100^2 + 6 * 300^2 + 8 * 200^2} * 300 = 0,29$$

$$F_{y,Ed}^M = \frac{890,59}{6 * 100^2 + 6 * 300^2 + 8 * 200^2} * 200 = 0,194$$

Legjobban igénybe vett csavar:

$$\frac{236,52}{12} + 0,29 = 20,0$$

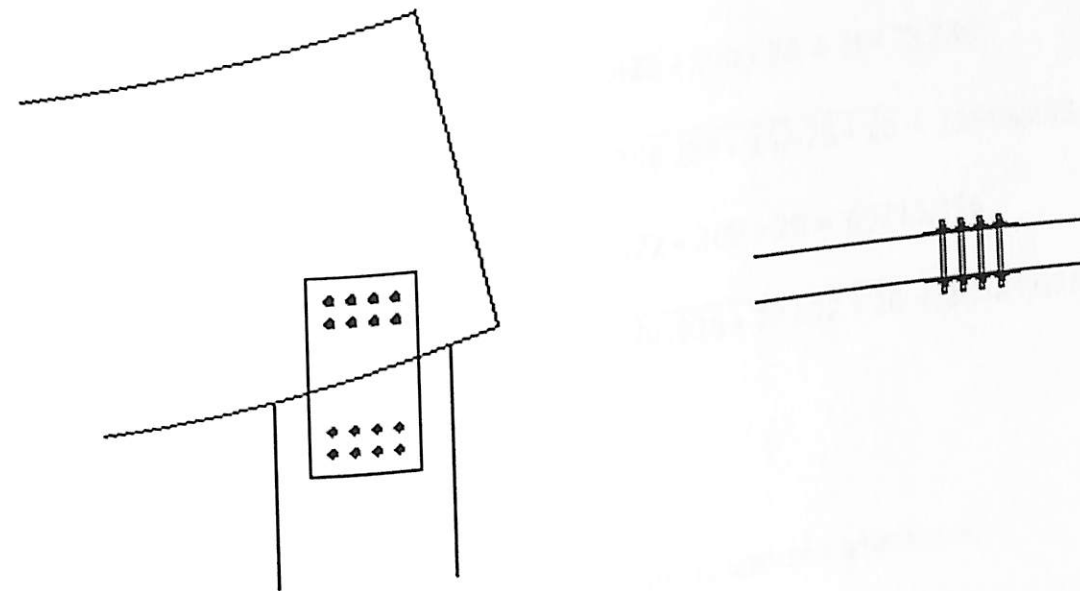
$$\frac{225,69}{12} + 0,194 = 19,0$$

$$F_{Ed,1csavarra} = \sqrt{20,0^2 + 19,0^2} = 27,58 \text{ kN}$$

$$27,58 \text{ kN} \leq 27,77 \text{ kN}$$

Megfelel a kapcsolat

4.2. 2. Fa-acél kapcsolat csuklóként méretezve



A kapcsolatot terhelő erők eredő ereje:

$$F_{Ed} = 193,5 \text{ kN}$$

Alkalmazott csavar átmérő, és szakító szilárdság karakterisztikus értéke:

$$f_{uk} = 800 \text{ N/mm}^2$$

$$d = 20 \text{ mm}$$

Fa sűrűség karakterisztikus értéke, anyagra vonatkozó parciális tényező és módosító tényező:

$$\gamma_M = 1,25$$

$$k_{mod} = 0,7$$

$$\rho_k = 410 \text{ kg/m}^3$$

Csavarok képlékeny nyomatékának karakterisztikus értéke:

$$M_{y,Rk} = 0,3 \cdot 800 \cdot 20^{2,6} = 579280,928 \text{ Nmm}$$

Beágyazási szilárdság karakterisztikus értéke:
Gerendára nézve:

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

$$\alpha_g = 73,67$$

$$f_{h,g,k} = \frac{0,082 \cdot (1 - 0,01 \cdot 20) \cdot 410}{1,65 \cdot \sin^2 73,67 + \cos^2 73,67} = 16,825$$

Oszlopra nézve:
 $\alpha_o = 149,67$

$$f_{h,o,k} = \frac{0,082 * (1 - 0,01 * 20) * 410}{1,65 * \sin^2 149,67 + \cos^2 149,67} = 23,072$$

Fa-acél kétszer nyírt kapcsolat méretezése

$$\min \begin{cases} 0,5 * 16,825 * 300 * 20 = 50473,738 \\ 1,15 * \sqrt{2 * 579280,928 * 16,825 * 20} = 22706,205 \\ 0,5 * 23,072 * 300 * 20 = 69215,356 \\ 1,15 * \sqrt{2 * 579280,928 * 23,072 * 20} = 26589,676 \end{cases}$$

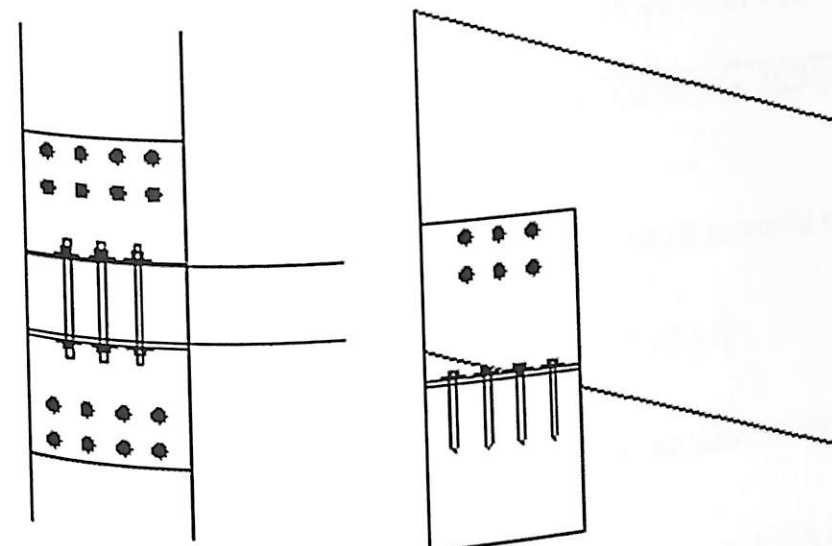
Kétszer nyírt kapcsolóelemek esetén egy nyírt sík tervezési teherbírása:

$$F_{v,Rd} = \frac{22706,205}{1,25} * 0,7 * 2 = 26,589676 \text{ kN}$$

Kapcsolatban lévő csavarok darabszámának meghatározása:

$$\frac{193,5}{26,59} = 7,28 \rightarrow 8 \text{ db csavar}$$

4.3. 3. Fa-acél kapcsolatcsuklósként méretezve



A kapcsolatot terhelő erők eredő ereje:

$$F_y = 181,68 \text{ kN}$$

$$F_z = 85,56 \text{ kN}$$

Alkalmazott csavar átmérő, és szakító szilárdság karakterisztikus értéke:

$$f_{uk} = 800 \text{ N/mm}^2$$

$$d = 20 \text{ mm}$$

Fa sűrűség karakterisztikus értéke, anyagra vonatkozó parciális tényező és módosító tényező:

$$\gamma_M = 1,2$$

$$k_{mod} = 0,7$$

$$\rho_k = 410 \text{ kg/m}^3$$

Csavarok képlékeny nyomatékának karakterisztikus értéke:

$$M_{y,Rk} = 0,3 * 800 * 20^{2,6} = 579280,928 \text{ Nmm}$$

Beágyazási szilárdság karakterisztikus értéke:
Gerendára nézve:

$$k_{90} = 1,35 + 0,015 * 20 = 1,65$$

$$\alpha_g = 18$$

$$f_{h,g,k} = \frac{0,082 * (1 - 0,01 * 20) * 410}{1,65 * \sin^2 18 + \cos^2 18} = 25,32$$

Szelemenre nézve:
 $\alpha_o = 90$

$$f_{h,o,k} = \frac{0,082 * (1 - 0,01 * 20) * 410}{1,65 * \sin^2 90 + \cos^2 90} = 16,3$$

Acél-gerenda kétszer nyírt kapcsolat:

$$\min \begin{cases} 0,5 * 25,32 * 215 * 20 = 54438 \\ 1,15 * \sqrt{2 * 579280,928 * 25,32 * 20} = 27855,07 \end{cases}$$

Kétszer nyírt kapcsolóelemek esetén egy nyírt sík tervezési teherbírása:

$$F_{v,Rd} = \frac{27855,07}{1,25} * 0,7 * 2 * 10^{-3} = 31,198 \text{ kN}$$

Kapcsolatban lévő csavarok darabszámának meghatározása:

$$\frac{181,68}{31,2} = 5,82 \rightarrow 6 \text{ db csavar}$$

Acél-szelemen egyszer nyírt kapcsolat:

$$\min \begin{cases} 0,4 * 16,3 * 460 * 20 = 59984 \\ 1,15 * \sqrt{2 * 579280,928 * 16,3 * 20} = 22349,42 \end{cases}$$

Egyszer nyírt kapcsolóelemek esetén egy nyírt sík tervezési teherbírása:

$$F_{v,Rd} = \frac{22349,42}{1,25} * 0,7 * 10^{-3} = 12,52 \text{ kN}$$

Kapcsolatban lévő csavarok darabszámának meghatározása:

$$\frac{181,68}{12,52} = 14,51 \rightarrow 16 \text{ db csavar}$$

Függőlege erők felvétele:

$$v = 50 \text{ mm}$$

$$c = \frac{50}{\sin 18} = 161,8 \text{ mm}$$

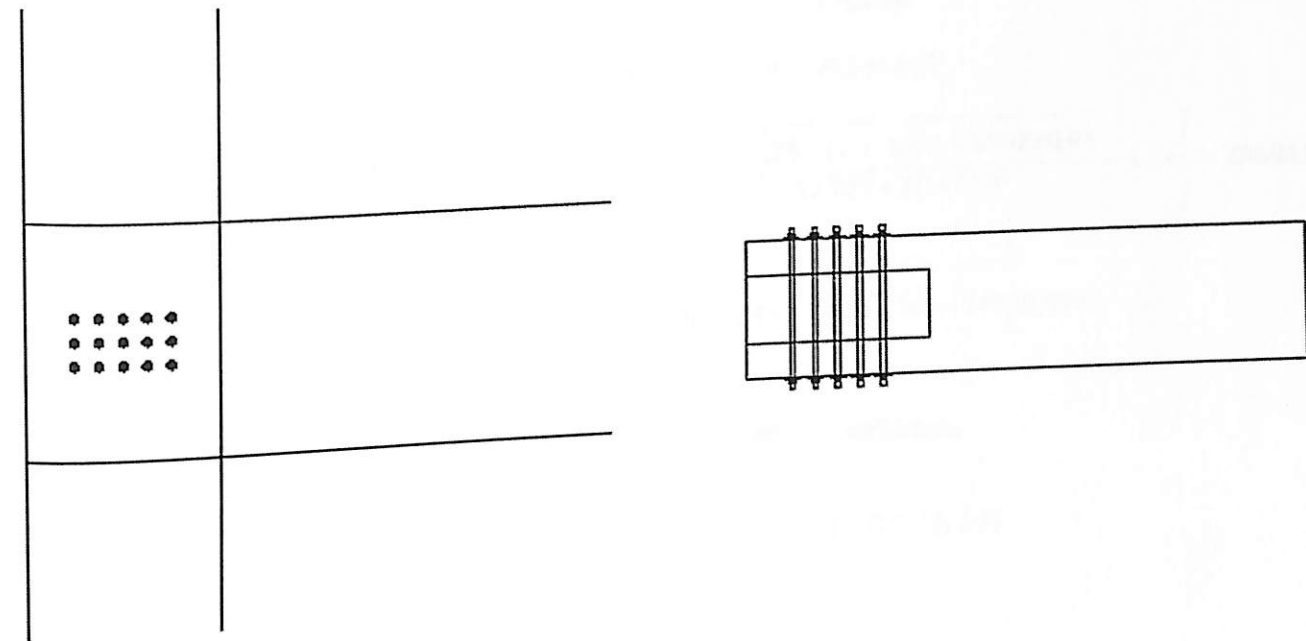
$$f_{c,90,d} = \frac{3}{1,25} * 0,7 = 1,68 \text{ N/mm}^2$$

$$F_{z,Rd} = 161,8 * 215 * 1,68 * 1,75 * 10^{-3} = 102,27 \text{ kN}$$

$$102,27 \text{ kN} > 85,56 \text{ kN}$$

Megfelel!

4.4. 4. Fa-fa kapcsolat befogásként méretezve



A kapcsolatot terhelő erők eredő ereje:

$$F_{Ed} = 383,41 \text{ kN}$$

Alkalmazott csavar átmérő, és szakító szilárdság karakterisztikus értéke:

$$d = 20 \text{ mm}$$

$$f_{uk} = 800 \text{ N/mm}^2$$

Fa sűrűség karakterisztikus értéke, anyagra vonatkozó parciális tényező és módosító tényező:

$$\rho_k = 410 \text{ kg/m}^3$$

$$k_{mod} = 0,7$$

$$\gamma_M = 1,2$$

Csavarok képlékeny nyomatékának karakterisztikus értéke:

$$M_{y,Rk} = 0,3 * 800 * 20^{2,6} = 579280,928 \text{ Nmm}$$

Beágyazási szilárdság karakterisztikus értéke:

Gerendára nézve:

$$k_{90} = 1,35 + 0,015 * 20 = 1,65$$

$$\alpha_g = 63,15$$

$$f_{h,g,k} = \frac{0,082 * (1 - 0,01 * 20) * 410}{1,65 * \sin^2 63,15 + \cos^2 63,15} = 17,725$$

Oszlopra nézve:

$$\alpha_o = 26,85$$

$$f_{h,o,k} = \frac{0,082 * (1 - 0,01 * 20) * 410}{1,65 * \sin^2 26,85 + \cos^2 26,85} = 23,747$$

Fa-fa kétszer nyírt kapcsolat méretezése

$$\begin{aligned}
 &17,725 * 150 * 20 = 53175,018 \\
 &0,5 * 23,747 * 300 * 20 = 71241,661 \\
 &\min \left\{ 1,05 * \frac{17,725 * 150 * 20}{2 + 1,34} * \left[\sqrt{2 * 1,34 * (1 + 1,34) + \frac{4 * 1,34 * (2 + 1,34) * 579280,93}{17,725 * 20 * 150^2}} - 1,34 \right] = 23596,853 \right. \\
 &\quad \left. 1,15 * \sqrt{\frac{2 * 1,34}{1 + 1,34}} * \sqrt{2 * 579280,928 * 17,725 * 20} = 24940,684 \right\}
 \end{aligned}$$

Kétszer nyírt kapcsolóelemek esetén egy nyírt sík tervezési teherbírása:

$$F_{v,Rd} = \frac{23596,853}{1,25} * 0,7 * 2 = 26,428476 \text{ kN}$$

Kapcsolatban lévő csavarok darabszámának meghatározása:

$$\frac{383,41}{26,428} = 14,5 \rightarrow 15 \text{ db csavar}$$

Kapcsolatban működő nyomaték szétosztása a csavarokra:

$$M_{Ed} = 433,9 \text{ kNm}$$

$$y_1 = 100 \text{ mm}$$

$$y_2 = 200 \text{ mm}$$

$$z = 100 \text{ mm}$$

$$F_{z,Ed}^M = \frac{433,9}{6 * 100^2 + 6 * 200^2 + 10 * 100^2} * 200 = 0,217$$

$$F_{y,Ed}^M = \frac{433,9}{6 * 100^2 + 6 * 200^2 + 10 * 100^2} * 100 = 0,087$$

Legjobban igénybe vett csavar:

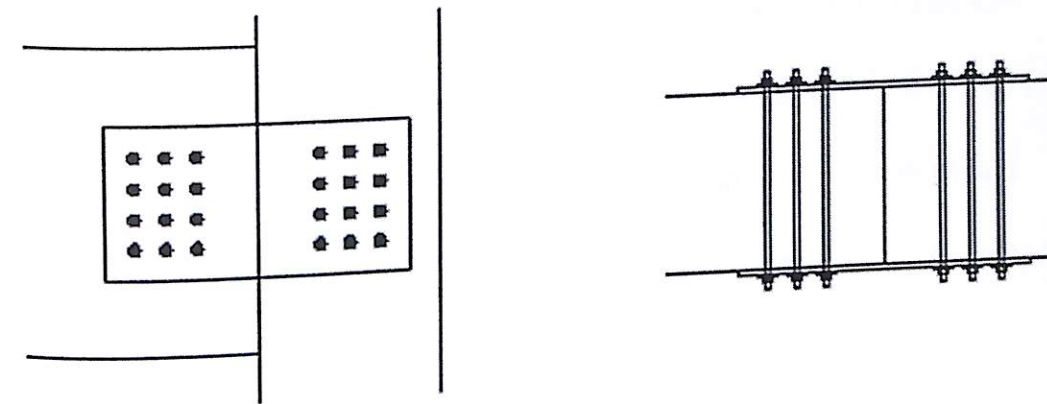
$$\frac{341,53}{15} + 0,217 = 22,99$$

$$\frac{173,32}{15} + 0,087 = 11,64$$

$$F_{Ed,1csavarra} = \sqrt{22,99^2 + 11,64^2} = 25,77 \text{ kN}$$

25,77 kN ≤ 26,43 kN
Megfelel a kapcsolat

4.5. 5. Fa-acél kapcsolat befogásként méretezve



A kapcsolatot terhelő erők eredő ereje:

$$F_{Ed} = 294,967 \text{ kN}$$

Alkalmazott csavar átmérő, és szakító szilárdság karakterisztikus értéke:

$$d = 20 \text{ mm}$$

$$f_{uk} = 800 \text{ N/mm}^2$$

Fa sűrűség karakterisztikus értéke, anyagra vonatkozó parciális tényező és módosító tényező:

$$\rho_k = 410 \text{ kg/m}^3$$

$$k_{mod} = 0,7$$

$$\gamma_M = 1,25$$

Csavarok képlékeny nyomatékának karakterisztikus értéke:

$$M_{y,Rk} = 0,3 * 800 * 20^{2,6} = 579280,928 \text{ Nmm}$$

Beágyazási szilárdság karakterisztikus értéke:
Gerendára nézve:

$$k_{90} = 1,35 + 0,015 * 20 = 1,65$$

$$\alpha_g = 54,03$$

$$f_{h,g,k} = \frac{0,082 * (1 - 0,01 * 20) * 410}{1,65 * \sin^2 54,03 + \cos^2 54,03} = 18,864$$

Oszlopra nézve:

$$\alpha_o = 35,97$$

$$f_{h,o,k} = \frac{0,082 * (1 - 0,01 * 20) * 410}{1,65 * \sin^2 35,97 + \cos^2 35,97} = 21,969$$

Fa-fa kétszer nyírt kapcsolat méretezése

$$\min \begin{cases} 0,5 * 18,864 * 600 * 20 = 113186,414 \\ 1,15 * \sqrt{2 * 579280,928 * 18,864 * 20} = 24043,295 \\ 0,5 * 21,969 * 600 * 20 = 131816,661 \\ 1,15 * \sqrt{2 * 579280,928 * 21,969 * 20} = 25946,691 \end{cases}$$

Kétszer nyírt kapcsolóelemek esetén egy nyírt sík tervezési teherbírása:

$$F_{v,Rd} = \frac{24043,295}{1,25} * 0,7 * 2 = 26,92849 \text{ kN}$$

Kapcsolatban lévő csavarok darabszámának meghatározása:

$$\frac{294,967}{26,93} = 10,95 \rightarrow 12 \text{ db csavar}$$

Kapcsolatban működő nyomaték szétosztása a csavarokra:

$$M_{Ed} = 483,76 \text{ kNm}$$

$$y_1 = 50 \text{ mm}$$

$$y_2 = 150 \text{ mm}$$

$$z = 100 \text{ mm}$$

$$F_{z,Ed}^M = \frac{483,76}{6 * 50^2 + 6 * 150^2 + 8 * 100^2} * 150 = 0,315$$

$$F_{y,Ed}^M = \frac{483,76}{6 * 50^2 + 6 * 150^2 + 8 * 100^2} * 100 = 0,21$$

Legjobban igénybe vett csavar:

$$\frac{238,74}{12} + 0,315 = 20,21$$

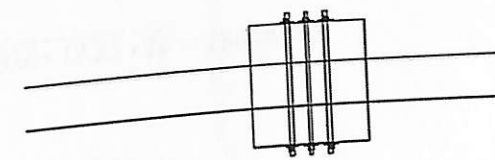
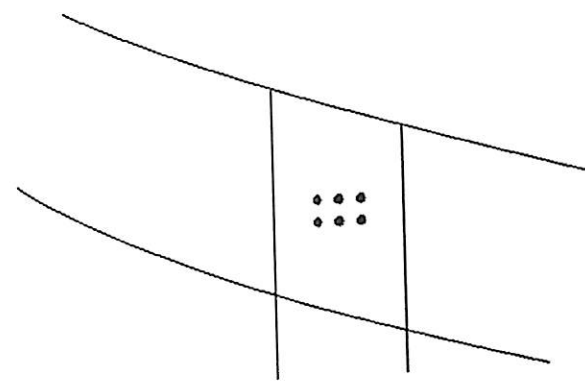
$$\frac{173,23}{12} + 0,21 = 14,65$$

$$F_{Ed,1csavarra} = \sqrt{20,21^2 + 14,65^2} = 24,96 \text{ kN}$$

$$24,96 \text{ kN} \leq 26,93 \text{ kN}$$

Megfelel a kapcsolat

4.6. 6. Fa-fa kapcsolat befogásként méretezve



A kapcsolatot terhelő erők eredő ereje:

$$F_{Ed} = 126,05 \text{ kN}$$

Alkalmazott csavar átmérő, és szakító szilárdság karakterisztikus értéke: $d = 20 \text{ mm}$
 $f_{uk} = 800 \text{ N/mm}^2$

Fa sűrűség karakterisztikus értéke, anyagra vonatkozó parciális tényező és módosító tényező:
 $\rho_k = 410 \text{ kg/m}^3$ $k_{mod} = 0,7$ $\gamma_M = 1,25$

Csavarok képlékeny nyomatékának karakterisztikus értéke:
 $M_{y,Rk} = 0,3 * 800 * 20^{2,6} = 579280,928 \text{ Nmm}$

Beágyazási szilárdság karakterisztikus értéke:
 Gerendára nézve:

$$k_{90} = 1,35 + 0,015 * 20 = 1,65$$

$$\alpha_g = 58,78$$

$$f_{h,g,k} = \frac{0,082 * (1 - 0,01 * 20) * 410}{1,65 * \sin^2 58,78 + \cos^2 58,78} = 18,23$$

Oszlopra nézve:
 $\alpha_o = 166,78$

$$f_{h,o,k} = \frac{0,082 * (1 - 0,01 * 20) * 410}{1,65 * \sin^2 166,78 + \cos^2 166,78} = 26,012$$

Fa-fa kétszer nyírt kapcsolat méretezése

$$\begin{aligned}
 &18,23 * 192,5 * 20 = 70185,508 \\
 &0,5 * 26,012 * 215 * 20 = 55925,242 \\
 &\min \left\{ 1,05 * \frac{18,23 * 192,5 * 20}{2 + 1,427} * \left[\sqrt{2 * 1,427 * (1 + 1,427) + \frac{4 * 1,427 * (2 + 1,427) * 579280,93}{18,23 * 20 * 192,5^2}} - 1,427 \right] = 292, \right. \\
 &\quad \left. 1,15 * \frac{2 * 1,427}{1 + 1,427} * \sqrt{2 * 579280,928 * 18,23 * 20} = 25630,047 \right\}
 \end{aligned}$$

Kétszer nyírt kapcsolóelemek esetén egy nyírt sík tervezési teherbírása:

$$F_{v,Rd} = \frac{25630,047}{1,25} * 0,7 * 2 = 28,705653 \text{ kN}$$

Kapcsolatban lévő csavarok darabszámának meghatározása:

$$\frac{126,05}{28,71} = 4,39 \rightarrow 6 \text{ db csavar}$$

Kapcsolatban működő nyomaték szétosztása a csavarokra:

$$M_{Ed} = 258,54 \text{ kNm}$$

$$y_1 = 100 \text{ mm}$$

$$z = 50 \text{ mm}$$

$$F_{z,Ed}^M = \frac{258,54}{4 * 100^2 + 6 * 50^2} * 100 = 0,789$$

$$F_{y,Ed}^M = \frac{258,54}{4 * 100^2 + 6 * 50^2} * 50 = 0,394$$

Legjobb igénybe vett csavar:

$$\frac{107,8}{6} + 0,789 = 18,76$$

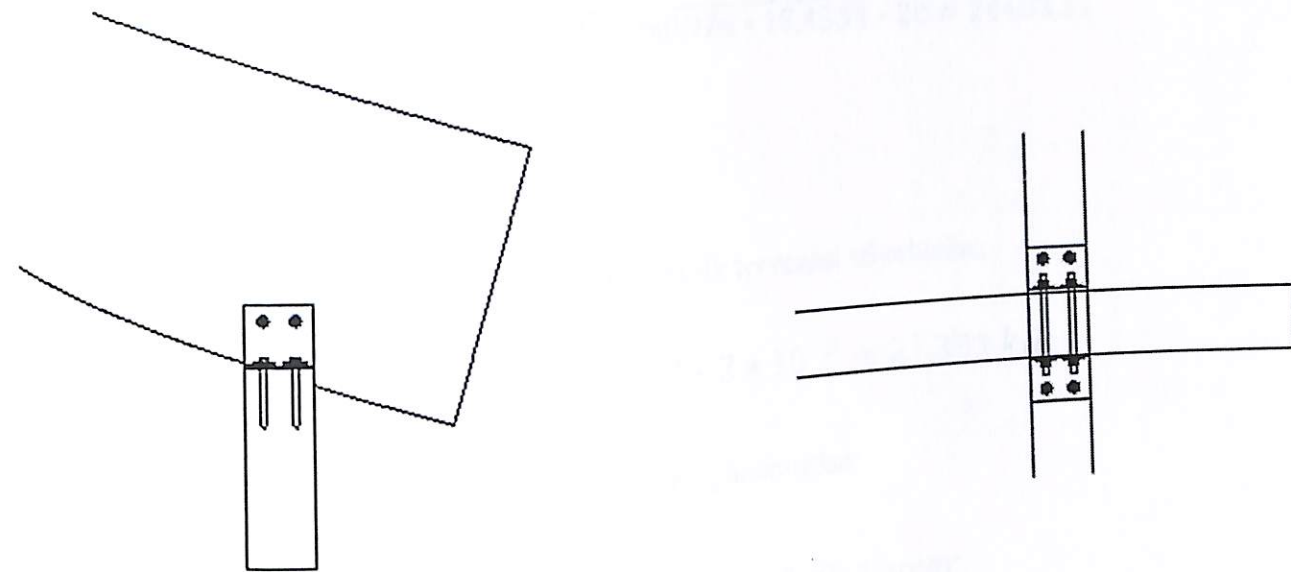
$$\frac{65,33}{6} + 0,394 = 11,28$$

$$F_{Ed,1csavarra} = \sqrt{18,76^2 + 11,28^2} = 21,89 \text{ kN}$$

$$21,89 \text{ kN} \leq 28,71 \text{ kN}$$

Megfelel a kapcsolat

4.7. 7. Fa-acél kapcsolat csuklóként méretve



A kapcsolatot terhelő erők eredő ereje:

$$F_{Ed} = 24,75 \text{ kN}$$

Alkalmazott csavar átmérő, és szakító szilárdság karakterisztikus értéke:

$$f_{uk} = 800 \text{ N/mm}^2$$

$$d = 20 \text{ mm}$$

Fa sűrűség karakterisztikus értéke, anyagra vonatkozó parciális tényező és módosító tényező:

$$\gamma_M = 1,25$$

$$k_{mod} = 0,7$$

$$\rho_k = 410 \text{ kg/m}^3$$

Csavarok képlékeny nyomatékának karakterisztikus értéke:

$$M_{y,Rk} = 0,3 \cdot 800 \cdot 20^{2,6} = 579280,928 \text{ Nmm}$$

Beágyazási szilárdság karakterisztikus értéke:
Gerendára nézve:

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

$$\alpha_g = 129,77$$

$$f_{h,g,k} = \frac{0,082 \cdot (1 - 0,01 \cdot 20) \cdot 410}{1,65 \cdot \sin^2 129,77 + \cos^2 129,77} = 19,4334$$

Fa-acél kétszer nyírt kapcsolat méretezése

$$\min \begin{cases} 0,5 * 19,4334 * 215 * 20 = 41781,81 \\ 1,15 * \sqrt{2 * 579280,928 * 19,4334 * 20} = 24403,21 \end{cases}$$

Kétszer nyírt kapcsolóelemek esetén egy nyírt sík tervezési teherbírása:

$$F_{v,Rd} = \frac{24403,21}{1,25} * 0,7 * 2 * 10^{-3} = 27,331 \text{ kN}$$

Kapcsolatban lévő csavarok darabszámának meghatározása:

$$\frac{24,75}{27,331} = 0,91 \rightarrow 2 \text{ db csavar}$$

Szarufa acél kapcsolat méretezése:

Beágyazási szilárdság karakterisztikus értéke:
Gerendára nézve:

$$k_{90} = 1,35 + 0,015 * 20 = 1,65$$

$$\alpha_g = 90$$

$$f_{h,g,k} = \frac{0,082 * (1 - 0,01 * 20) * 410}{1,65 * \sin^2 129,77 + \cos^2 129,77} = 16,3$$

Fa-acél egyszer nyírt kapcsolat méretezése

$$\min \begin{cases} 0,4 * 16,3 * 215 * 20 = 36335 \\ 1,15 * \sqrt{2 * 579280,928 * 16,3 * 20} = 22349,42 \end{cases}$$

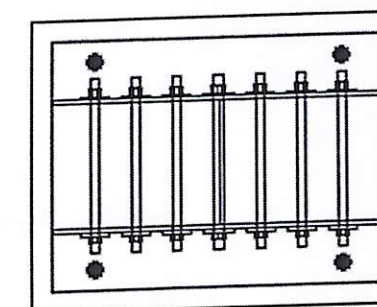
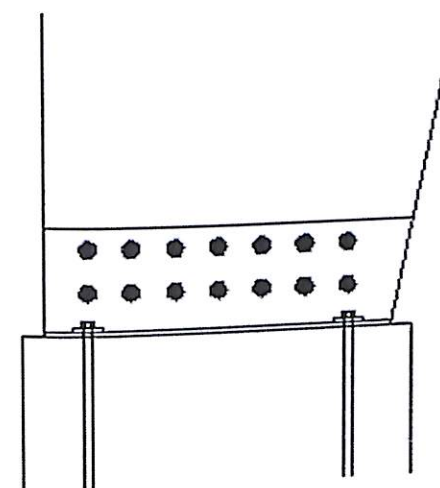
Egyszer nyírt kapcsolóelemek esetén egy nyírt sík tervezési teherbírása:

$$F_{v,Rd} = \frac{22349,42}{1,25} * 0,7 * 10^{-3} = 12,516 \text{ kN}$$

Kapcsolatban lévő csavarok darabszámának meghatározása:

$$\frac{24,75}{12,52} = 1,98 \rightarrow 2 \text{ db csavar}$$

4.8. 8. Oszlop alap kapcsolat



A kapcsolatot terhelő erők eredő ereje:

$$F_{Ed} = 379,65 \text{ kN}$$

Alkalmazott csavar átmérő, és szakító szilárdság karakterisztikus értéke:

$$d = 20 \text{ mm}$$

$$f_{uk} = 800 \text{ N/mm}^2$$

Fa sűrűség karakterisztikus értéke, anyagra vonatkozó parciális tényező és módosító tényező:

$$\rho_k = 410 \text{ kg/m}^3$$

$$k_{mod} = 0,7$$

$$\gamma_M = 1,25$$

Csavarok képlékeny nyomatékának karakterisztikus értéke:

$$M_{y,Rk} = 0,3 * 800 * 20^{2,6} = 579280,928 \text{ Nmm}$$

Beágyazási szilárdság karakterisztikus értéke:

Gerendára nézve:

$$k_{90} = 1,35 + 0,015 * 20 = 1,65$$

$$\alpha_g = 156,65$$

$$f_{h,g,k} = \frac{0,082 * (1 - 0,01 * 20) * 410}{1,65 * \sin^2 156,65 + \cos^2 156,65} = 24,41$$

Fa-acél kétszer nyírt kapcsolat méretezése

$$\min \begin{cases} 0,5 * 24,41 * 300 * 20 = 73230 \\ 1,15 * \sqrt{2 * 579280,928 * 24,41 * 20} = 27349,94 \end{cases}$$

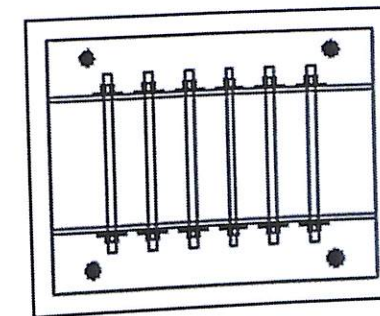
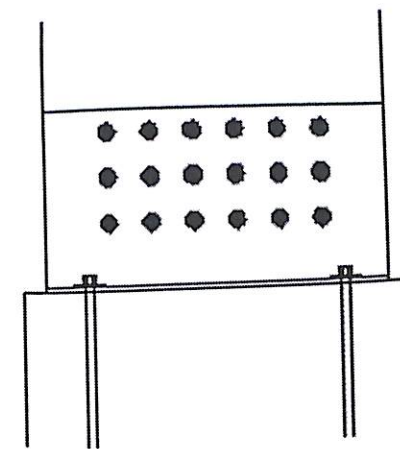
Kétszer nyírt kapcsolóelemek esetén egy nyírt sík tervezési teherbírása:

$$F_{v,Rd} = \frac{27349,94}{1,25} * 0,7 * 2 * 10^{-3} = 30,63 \text{ kN}$$

Kapcsolatban lévő csavarok darabszámának meghatározása:

$$\frac{379,65}{30,63} = 12,39 \rightarrow 14 \text{ db csavar}$$

4.9. 9. Oszlop alap kapcsolat:



A kapcsolatot terhelő erők eredő ereje:

$$F_{Ed} = 550,98 \text{ kN}$$

Alkalmazott csavar átmérő, és szakító szilárdság karakterisztikus értéke:

$$d = 20 \text{ mm}$$

$$f_{uk} = 800 \text{ N/mm}^2$$

Fa sűrűség karakterisztikus értéke, anyagra vonatkozó parciális tényező és módosító tényező:

$$\rho_k = 410 \text{ kg/m}^3$$

$$k_{\text{mod}} = 0,7$$

$$\gamma_M = 1,25$$

Csavarok képlékeny nyomatékának karakterisztikus értéke:

$$M_{y,Rk} = 0,3 * 800 * 20^{2,6} = 579280,928 \text{ Nmm}$$

Beágyazási szilárdság karakterisztikus értéke:

Gerendára nézve:

$$k_{90} = 1,35 + 0,015 * 20 = 1,65$$

$$\alpha_g = 173,17$$

$$f_{h,g,k} = \frac{0,082 * (1 - 0,01 * 20) * 410}{1,65 * \sin^2 173,17 + \cos^2 173,17} = 26,65$$

Fa-acél kétszer nyírt kapcsolat méretezése

$$\min \begin{cases} 0,5 * 26,65 * 300 * 20 = 79950 \\ 1,15 * \sqrt{2 * 579280,928 * 26,65 * 20} = 28571,92 \end{cases}$$

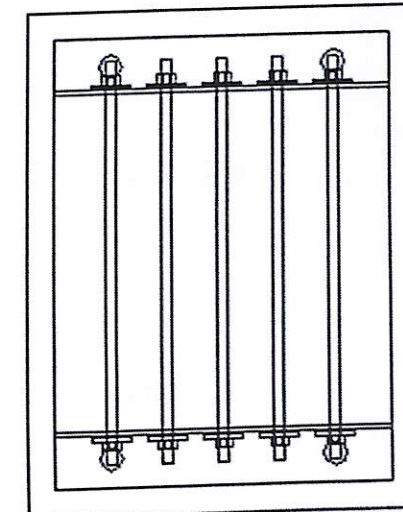
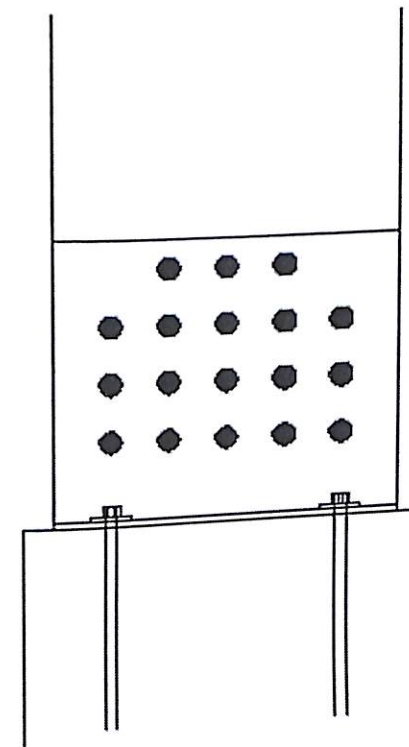
Kétszer nyírt kapcsolóelemek esetén egy nyírt sík tervezési teherbírása:

$$F_{v,Rd} = \frac{28571,92}{1,25} * 0,7 * 2 * 10^{-3} = 32 \text{ kN}$$

Kapcsolatban lévő csavarok darabszámának meghatározása:

$$\frac{550,98}{32} = 17,22 \rightarrow 18 \text{ db csavar}$$

4.10. 10. Oszlop alap kapcsolat:



A kapcsolatot terhelő erők eredő ereje:

$$F_{Ed} = 525,02 \text{ kN}$$

Alkalmazott csavar átmérő, és szakító szilárdság karakterisztikus értéke:

$$d = 20 \text{ mm}$$

$$f_{uk} = 800 \text{ N/mm}^2$$

Fa sűrűség karakterisztikus értéke, anyagra vonatkozó parciális tényező és módosító tényező:

$$\rho_k = 410 \text{ kg/m}^3$$

$$k_{mod} = 0,7$$

$$\gamma_M = 1,25$$

Csavarok képlékeny nyomatékának karakterisztikus értéke:

$$M_{y,Rk} = 0,3 * 800 * 20^{2,6} = 579280,928 \text{ Nmm}$$

Beágyazási szilárdság karakterisztikus értéke:
Gerendára nézve:

$$k_{90} = 1,35 + 0,015 * 20 = 1,65$$

$$\alpha_g = 167,41$$

$$f_{h,g,k} = \frac{0,082 * (1 - 0,01 * 20) * 410}{1,65 * \sin^2 167,41 + \cos^2 167,41} = 26,09$$

Fa-acél kétszer nyírt kapcsolat méretezése

$$\min \begin{cases} 0,5 * 26,09 * 600 * 20 = 156540 \\ 1,15 * \sqrt{2 * 579280,928 * 26,09 * 20} = 28275,45 \end{cases}$$

Kétszer nyírt kapcsolóelemek esetén egy nyírt sík tervezési teherbírása:

$$F_{v,Rd} = \frac{28275,45}{1,25} * 0,7 * 2 * 10^{-3} = 31,67 \text{ kN}$$

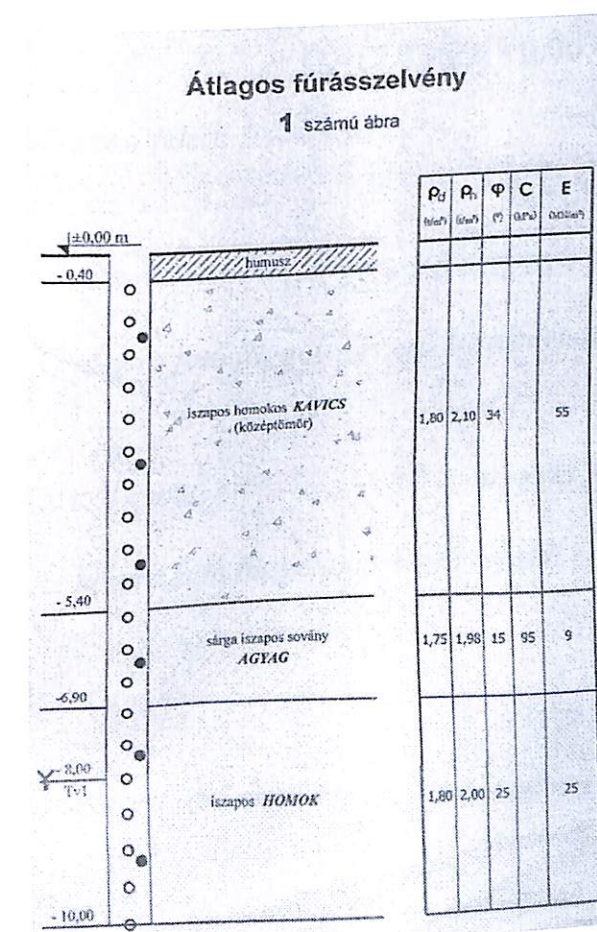
Kapcsolatban lévő csavarok darabszámának meghatározása:

$$\frac{525,02}{31,67} = 16,58 \rightarrow 18 \text{ db csavar}$$

5. Alapozás méretezése:

5.1. A tengely oszlopok alatti alaptest méretezése:

Fúrásszelvény:



Kiindulási adatok:

Alaptest betonminősége:

C20/25 $\gamma_b = 25 \text{ kN/m}^3$

Alapozási sík:

A.s. = -1,6 m

Alaptestre ható erők:

 $G_{v,k} = -348,135 \text{ kN}$ $G_{h,k} = 149,29 \text{ kN}$

Alaptest geometriai méretei:

 $B = 2,0 \text{ m}$ $b = 90 \text{ cm}$ $L = 2,0 \text{ m}$ $l = 70 \text{ cm}$ $H = 80 \text{ cm}$ $h = 80 \text{ cm}$

Számítás:

Alaptest súlya:

$$G_a = (B * L * H + b * l * h) * \gamma_b$$

$$G_a = (2,0 * 2,0 * 0,80 + 0,90 * 0,70 * 0,80) * 25 = 92,6 \text{ kN}$$

Alaptest feletti föld súlya

$$G_f = (B * L - b * l) * \sum t_i * \gamma_i$$

$$G_f = (2,0 * 2,0 - 0,90 * 0,70) * (0,4 * 0 + 0,4 * 18) = 24,26 \text{ kN}$$

Az alapra jutó függőleges erő karakterisztikus értéke:

$$V_k = G_{v,k} + G_a + G_f$$

$$V_k = 348,135 + 92,6 + 24,26 = 465 \text{ kN}$$

Az alapra jutó függőleges erő tervezési értéke:

$$V_d = \gamma_g * V_k$$

$$V_d = 1,35 * 465 = 627,75 \text{ kN}$$

Az alapra jutó vízszintes erő karakterisztikus értéke:

$$H_k = G_{h,k}$$

$$H_k = 149,29 \text{ kN}$$

Az alapra jutó Vízszintes erő tervezési értéke:

$$H_d = \gamma_g * H_k$$

$$H_d = 1,35 * 149,29 = 201,54 \text{ kN}$$

Eredő helye:

$$e_{B,k} = \frac{M_{k,o}}{V_k}$$

$$e_{B,k} = \frac{149,29 * 1,6}{465} = 0,51 \text{ m}$$

Az alap törési ellenállása:

Az alap dolgozó geometriai méretei:

$$B' = B - 2 * e_{B,k} = 2,0 - 2 * 0,51 = 0,98 \text{ m}$$

$$L' = L = 2,0$$

Teherbírási tényezők:

$$N_q = e^{\pi \cdot \operatorname{tg} \varphi'} \cdot \operatorname{tg}^2 \left(45^\circ + \frac{\varphi'}{2} \right) = e^{\pi \cdot \operatorname{tg} 34^\circ} \cdot \operatorname{tg}^2 \left(45^\circ + \frac{34^\circ}{2} \right) = 29,44$$

$$N_y = 2 \cdot (N_q - 1) \cdot \operatorname{tg} \varphi' = 2 \cdot (29,44 - 1) \cdot \operatorname{tg} 34^\circ = 38,37$$

$$N_c = (N_q - 1) \cdot \operatorname{ctg} \varphi' = (29,44 - 1) \cdot \operatorname{ctg} 34^\circ = 42,16$$

Alaki tényezők:

$$s_q = 1 + \left(\frac{B'}{L'} \right) \cdot \sin \varphi' = 1 + \left(\frac{0,98}{2,0} \right) \cdot \sin 34^\circ = 1,27$$

$$s_y = 1 - 0,3 \cdot \left(\frac{B'}{L'} \right) = 1 - 0,3 \cdot \left(\frac{0,98}{2,0} \right) = 0,853$$

$$s_c = \frac{(s_q \cdot N_q - 1)}{N_q - 1} = \frac{(1,27 \cdot 29,44 - 1)}{29,44 - 1} = 1,28$$

Teher ferdeségi tényezők:

$$f = \frac{H_k}{V_k + B' \cdot L' \cdot c'_k \cdot \operatorname{ctg} \varphi'} = \frac{149,29}{465 + 0,98 \cdot 2,0 \cdot 0 \cdot \operatorname{ctg} 34^\circ} = 0,32$$

$$m_B = \frac{2 + \left(\frac{B'}{L'} \right)}{1 + \left(\frac{B'}{L'} \right)} = \frac{2 + \left(\frac{0,98}{2,0} \right)}{1 + \left(\frac{0,98}{2,0} \right)} = 1,67$$

$m = m_B$ H erő B-vel párhuzamos

$$i_q = (1 - f)^m = (1 - 0,32)^{1,67} = 0,5252$$

$$i_c = \frac{(i_q \cdot N_q - 1)}{N_q - 1} = \frac{(0,5252 \cdot 29,44 - 1)}{29,44 - 1} = 0,5085$$

$$i_y = (1 - f)^{m+1} = (1 - 0,32)^{1,67+1} = 0,3571$$

Az alap ferdeségi tényezője:

$$b_q = b_c = b_y = 1,00$$

Az alap alsó síkja vízszintes

Hatékony takarási feszültség:

$$q' = \sum t_i \cdot \gamma_i$$

$$q' = 0,4 \cdot 0 + 0,4 \cdot 18 + 0,8 \cdot 18 = 21,6 \text{ kN/m}^2$$

Kohézió:

$$c'_k = 0$$

Az alap alatti térfogatsúly:

$$\gamma' = 18 \text{ kN/m}^3$$

Talajtörési ellenállás karakterisztikus értéke:

$$R_k = B' * L' * (c'_k * N_c * b_c * s_c * i_c + q' * N_q * b_q * s_q * i_q + 0,5 * \gamma' * N_\gamma * B' * b_\gamma * s_\gamma * i_\gamma)$$

$$R_k = 0,98 * 2,0 * (0 * 42,16 * 1,00 * 1,28 * 0,5085 + 21,6 * 29,44 * 1,00 * 1,27 * 0,5252 + 0,5 * 18 * 38,37 * 0,98 * 1,00 * 0,853 * 0,3571) = 1033,38 \text{ kN}$$

Talajtörési ellenállás tervezési értéke:

$$R_d = \frac{R_k}{\gamma_R} = \frac{1033,38}{1,4} = 738,13 \text{ kN}$$

Ellenőrzés:

$$V_d = 627,75 \text{ kN} \leq R_d = 738,13 \text{ kN}$$

Megfelel!

5.2. B tengely oszlopok alatti alaptest méretezése:

Kiindulási adatok:

Alaptest betonminősége:

$$C20/25 \quad \gamma_b = 25 \text{ kN/m}^3$$

Alapozási sík:

$$A.s. = -1,6 \text{ m}$$

Alaptestre ható erők:

$$G_{v,k} = -507,42 \text{ kN}$$

$$G_{h,k} = 56,78 \text{ kN}$$

Alaptest geometriai méretei:

$$B = 1,6 \text{ m} \quad b = 90 \text{ cm}$$

$$L = 1,6 \text{ m} \quad l = 70 \text{ cm}$$

$$H = 80 \text{ cm} \quad h = 80 \text{ cm}$$

Számítás:

Alaptest súlya:

$$G_a = (B * L * H + b * l * h) * \gamma_b$$

$$G_a = (1,6 * 1,6 * 0,50 + 0,90 * 0,70 * 0,80) * 25 = 44,6 \text{ kN}$$

Alaptest feletti föld súlya

$$G_f = (B * L - b * l) * \sum t_i * \gamma_i$$

$$G_f = (1,6 * 1,6 - 0,90 * 0,70) * (0,4 * 0 + 0,4 * 18) = 13,89 \text{ kN}$$

Az alapra jutó függőleges erő karakterisztikus értéke:

$$V_k = G_{v,k} + G_a + G_f$$

$$V_k = 507,42 + 44,6 + 13,89 = 565,91 \text{ kN}$$

Az alapra jutó függőleges erő tervezési értéke:

$$V_d = \gamma_g * V_k$$

$$V_d = 1,35 * 565,91 = 763,98 \text{ kN}$$

Az alapra jutó vízszintes erő karakterisztikus értéke:

$$H_k = G_{h,k}$$

$$H_k = 56,78 \text{ kN}$$

Az alapra jutó Vízszintes erő tervezési értéke:

$$H_d = \gamma_g * H_k$$

$$H_d = 1,35 * 56,78 = 76,68 \text{ kN}$$

Eredő helye:

$$e_{B,k} = \frac{M_{k,o}}{V_k}$$

$$e_{B,k} = \frac{56,78 * 1,3}{565,91} = 0,13 \text{ m}$$

Az alap törési ellenállása:

Az alap dolgozó geometriai méretei:

$$B' = B - 2 * e_{B,k} = 1,6 - 2 * 0,13 = 1,34 \text{ m}$$

$$L' = L = 1,6$$

Teherbírási tényezők:

$$N_q = e^{\pi \cdot \operatorname{tg} \varphi'} \cdot \operatorname{tg}^2 \left(45^\circ + \frac{\varphi'}{2} \right) = e^{\pi \cdot \operatorname{tg} 34^\circ} \cdot \operatorname{tg}^2 \left(45^\circ + \frac{34^\circ}{2} \right) = 29,44$$

$$N_y = 2 \cdot (N_q - 1) \cdot \operatorname{tg} \varphi' = 2 \cdot (29,44 - 1) \cdot \operatorname{tg} 34^\circ = 38,37$$

$$N_c = (N_q - 1) \cdot \operatorname{ctg} \varphi' = (29,44 - 1) \cdot \operatorname{ctg} 34^\circ = 42,16$$

Alaki tényezők:

$$s_q = 1 + \left(\frac{B'}{L'} \right) \cdot \sin \varphi' = 1 + \left(\frac{1,34}{1,6} \right) \cdot \sin 34^\circ = 1,4683$$

$$s_y = 1 - 0,3 \cdot \left(\frac{B'}{L'} \right) = 1 - 0,3 \cdot \left(\frac{1,34}{1,6} \right) = 0,7488$$

$$s_c = \frac{(s_q \cdot N_q - 1)}{N_q - 1} = \frac{(1,4683 \cdot 29,44 - 1)}{29,44 - 1} = 1,4848$$

Teher ferdeségi tényezők:

$$f = \frac{H_k}{V_k + B' \cdot L' \cdot c'_k \cdot \operatorname{ctg} \varphi'} = \frac{56,78}{565,91 + 1,34 \cdot 1,6 \cdot 0 \cdot \operatorname{ctg} 34^\circ} = 0,101$$

$$m_B = \frac{2 + \left(\frac{B'}{L'} \right)}{1 + \left(\frac{B'}{L'} \right)} = \frac{2 + \left(\frac{1,34}{1,6} \right)}{1 + \left(\frac{1,34}{1,6} \right)} = 1,544$$

m=m_B H erő B-vel párhuzamos

$$i_q = (1 - f)^m = (1 - 0,101)^{1,544} = 0,8484$$

$$i_c = \frac{(i_q \cdot N_q - 1)}{N_q - 1} = \frac{(0,8484 \cdot 29,44 - 1)}{29,44 - 1} = 0,843$$

$$i_y = (1 - f)^{m+1} = (1 - 0,101)^{1,544+1} = 0,7621$$

Az alap ferdeségi tényezője:

$$b_q = b_c = b_y = 1,00$$

Az alap alsó síkja vízszintes

Hatékony takarási feszültség:

$$q' = \sum t_i \cdot \gamma_i$$

$$q' = 0,4 \cdot 0 + 0,4 \cdot 18 + 0,5 \cdot 18 = 16,2 \text{ kN/m}^2$$

Kohézió:

$$c'_k = 0$$

Az alap alatti térfogatsúly:

$$\gamma' = 18 \text{ kN/m}^3$$

Talajtörési ellenállás karakterisztikus értéke:

$$R_k = B' * L' * (c'_k * N_c * b_c * s_c * i_c + q' * N_q * b_q * s_q * i_q + 0,5 * \gamma' * N_\gamma * B' * b_\gamma * s_\gamma * i_\gamma)$$

$$R_k = 1,34 * 1,6 * (0 * 42,16 * 1,00 * 1,4848 * 0,843 + 16,2 * 29,44 * 1,00 * 1,4683 * 0,8484 + 0,5 * 18 * 38,37 * 1,34 * 1,00 * 0,7488 * 0,7621) = 1839,94 \text{ kN}$$

Talajtörési ellenállás tervezési értéke:

$$R_d = \frac{R_k}{\gamma_R} = \frac{1839,94}{1,4} = 1314,24 \text{ kN}$$

Ellenőrzés:

$$V_d = 763,98 \text{ kN} \leq R_d = 1314,24 \text{ kN}$$

Megfelel!

5.3. C tengely oszlopok alatti alaptest méretezése

Kiindulási adatok:

Alaptest betonminősége:

$$\text{C20/25} \quad \gamma_b = 25 \text{ kN/m}^3$$

Alapozási sík:

$$\text{A.s.} = -1,6 \text{ m}$$

Alaptestre ható erők:

$$G_{v,k} = -512,39 \text{ kN}$$

$$G_{h,k} = 114,45 \text{ kN}$$

Alaptest geometriai méretei:

$$B = 1,6 \text{ m}$$

$$b = 90 \text{ cm}$$

$$L = 1,6 \text{ m}$$

$$l = 70 \text{ cm}$$

$$H = 80 \text{ cm}$$

$$h = 80 \text{ cm}$$

Számítás:

Alaptest súlya:

$$G_a = (B * L * H + b * l * h) * \gamma_b$$

$$G_a = (1,6 * 1,6 * 0,80 + 0,90 * 0,70 * 0,80) * 25 = 63,8 \text{ kN}$$

Alaptest feletti föld súlya

$$G_f = (B * L - b * l) * \sum t_i * \gamma_i$$

$$G_f = (1,6 * 1,6 - 0,90 * 0,70) * (0,4 * 0 + 0,4 * 18) = 13,89 \text{ kN}$$

Az alapra jutó függőleges erő karakterisztikus értéke:

$$V_k = G_{v,k} + G_a + G_f$$

$$V_k = 512,39 + 63,8 + 13,89 = 590,08 \text{ kN}$$

Az alapra jutó függőleges erő tervezési értéke:

$$V_d = \gamma_g * V_k$$

$$V_d = 1,35 * 590,08 = 796,61 \text{ kN}$$

Az alapra jutó vízszintes erő karakterisztikus értéke:

$$H_k = G_{h,k}$$

$$H_k = 114,45 \text{ kN}$$

Az alapra jutó Vízszintes erő tervezési értéke:

$$H_d = \gamma_g * H_k$$

$$H_d = 1,35 * 114,45 = 154,51 \text{ kN}$$

Eredő helye:

$$e_{B,k} = \frac{M_{k,o}}{V_k}$$

$$e_{B,k} = \frac{114,45 * 1,6}{590,08} = 0,32 \text{ m}$$

Az alap törési ellenállása:

Az alap dolgozó geometriai méretei:

$$B' = B - 2 * e_{B,k} = 1,6 - 2 * 0,32 = 0,96 \text{ m}$$

$$L' = L = 1,6$$

Teherbírási tényezők:

$$N_q = e^{\pi \cdot \tan \varphi'} \cdot \tan^2 \left(45^\circ + \frac{\varphi'}{2} \right) = e^{\pi \cdot \tan 34^\circ} \cdot \tan^2 \left(45^\circ + \frac{34^\circ}{2} \right) = 29,44$$

$$N_y = 2 \cdot (N_q - 1) \cdot \tan \varphi' = 2 \cdot (29,44 - 1) \cdot \tan 34^\circ = 38,37$$

$$N_c = (N_q - 1) \cdot \cot \varphi' = (29,44 - 1) \cdot \cot 34^\circ = 42,16$$

Alaki tényezők:

$$s_q = 1 + \left(\frac{B'}{L'} \right) \cdot \sin \varphi' = 1 + \left(\frac{0,96}{1,6} \right) \cdot \sin 34^\circ = 1,3355$$

$$s_y = 1 - 0,3 \cdot \left(\frac{B'}{L'} \right) = 1 - 0,3 \cdot \left(\frac{0,96}{1,6} \right) = 0,82$$

$$s_c = \frac{(s_q \cdot N_q - 1)}{N_q - 1} = \frac{(1,3355 \cdot 29,44 - 1)}{29,44 - 1} = 1,3472$$

Tehérferdeségi tényezők:

$$f = \frac{H_k}{V_k + B' \cdot L' \cdot c'_k \cdot \cot \varphi'} = \frac{114,45}{590,08 + 0,96 \cdot 1,6 \cdot 0 \cdot \cot 34^\circ} = 0,20$$

$$m_B = \frac{2 + \left(\frac{B'}{L'} \right)}{1 + \left(\frac{B'}{L'} \right)} = \frac{2 + \left(\frac{0,96}{1,6} \right)}{1 + \left(\frac{0,96}{1,6} \right)} = 1,625$$

m=m_B

H erő B-vel párhuzamos

$$i_q = (1 - f)^m = (1 - 0,20)^{1,625} = 0,6959$$

$$i_c = \frac{(i_q \cdot N_q - 1)}{N_q - 1} = \frac{(0,6959 \cdot 29,44 - 1)}{29,44 - 1} = 0,6852$$

$$i_y = (1 - f)^{m+1} = (1 - 0,20)^{1,625+1} = 0,5567$$

Az alap ferdeségi tényezője:

$$b_q = b_c = b_y = 1,00$$

Az alap alsó síkja vízszintes

Hatékony takarási feszültség:

$$q' = \sum t_i \cdot \gamma_i$$

$$q' = 0,4 \cdot 0 + 0,4 \cdot 18 + 0,8 \cdot 18 = 21,6 \text{ kN/m}^2$$

Kohézió:

$$c'_k = 0$$

Az alap alatti térfogatsúly:

$$\gamma' = 18 \text{ kN/m}^3$$

Talajtörési ellenállás karakterisztikus értéke:

$$R_k = B' * L' * (c'_k * N_c * b_c * s_c * i_c + q' * N_q * b_q * s_q * i_q + 0,5 * \gamma' * N_\gamma * B' * b_\gamma * s_\gamma * i_\gamma)$$

$$R_k = 0,96 * 1,6 * (0 * 42,16 * 1,00 * 1,3472 * 0,6852 + 21,6 * 29,44 * 1,00 * 1,3355 * 0,6959 + 0,5 * 18 * 38,37 * 0,96 * 1,00 * 0,82 * 0,5567) = 1140,22 \text{ kN}$$

Talajtörési ellenállás tervezési értéke:

$$R_d = \frac{R_k}{\gamma_R} = \frac{1140,22}{1,4} = 814,44 \text{ kN}$$

Ellenőrzés:

$$V_d = 796,61 \text{ kN} \leq R_d = 814,44 \text{ kN}$$

Megfelel!

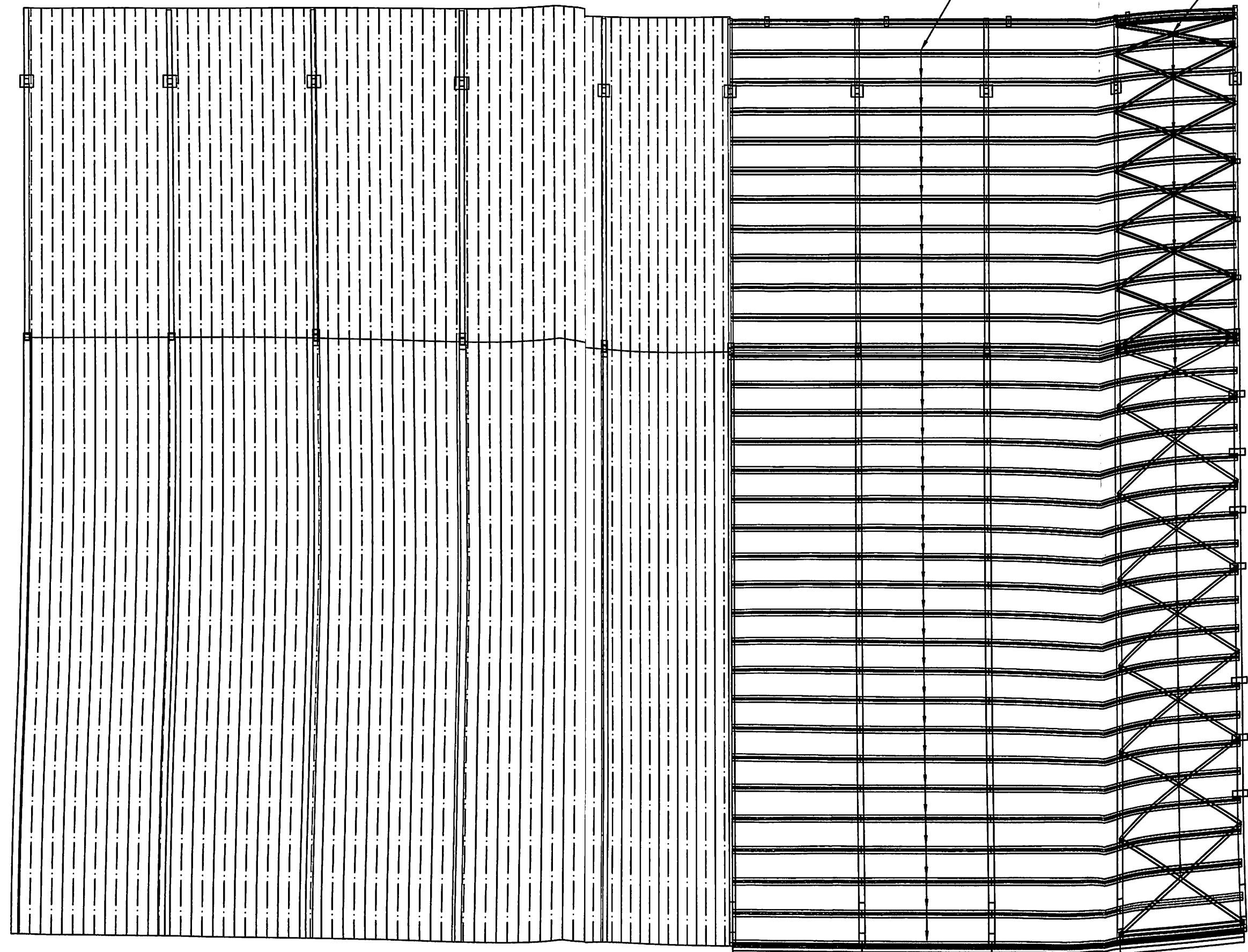
**Fa anyagszükséglet
egy keretállásra (készül 10 db)**

Tételszám	Megnevezés	Darabszám	Szelvény méret	Hossz	Egységnyi súly	Összes súly
			mm x mm	mm	kg/m ³	kg
1	Oszlop	1	1859x300	6533	410	1493,82
2	Gerenda	1	1990x300	28363	410	6942,41
3	Oszlop	1	800x300	11828	410	1163,88
4	Gerenda	1	900x215	17325	410	1374,48
5	Gerenda	1	1000x600	12730	410	3131,58
6	Oszlop	1	600x600	5924	410	874,38
7	Oszlop	1	450x215	3318	410	131,62
			Összesen a lovardára			
8	Szarufa	192	450x215	13000	410	99010,08
9	Szarufa	48	450x215	6500	410	12376,26

—Szarufa

-Szélrács

Tetöpanel—



6.06

6.10

6.10

6.10

3.55_

3.20.

3.55

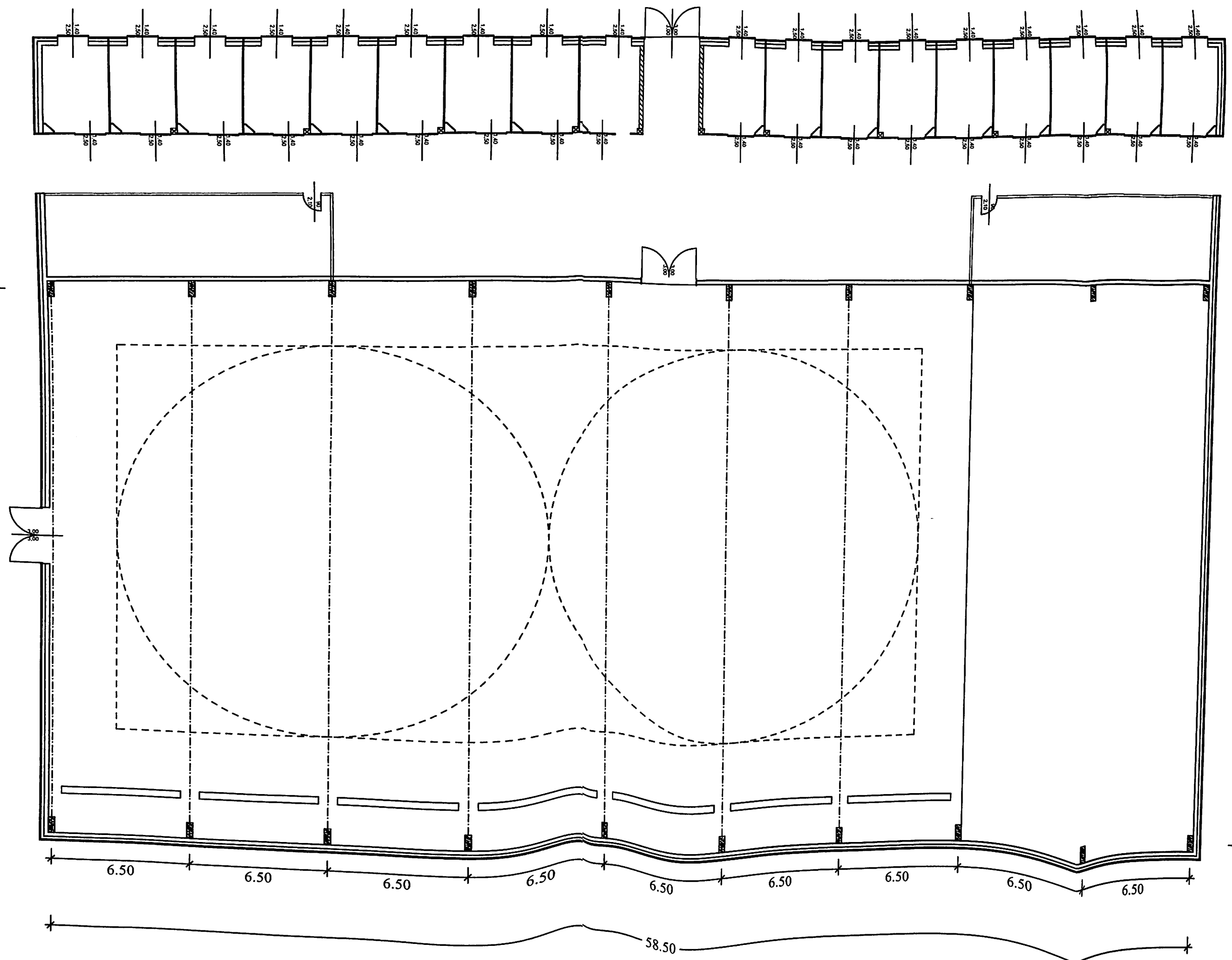
6.10

6.10

6-10

6.06

12.63



28.00

44.03

12.63

3.40

58.50

4+

Keleti homlokzat

Változó keresztmetszetű RRfa gerenda

Tetőpanel

Szarufa 215x450

Szélrács

1,44m kiosztás

Falvázartató

Hőszigetelt fal

Változó keresztmetszetű RRfa oszlop

6.50

6.50

6.50

6.50

6.50

6.50

6.50

6.50

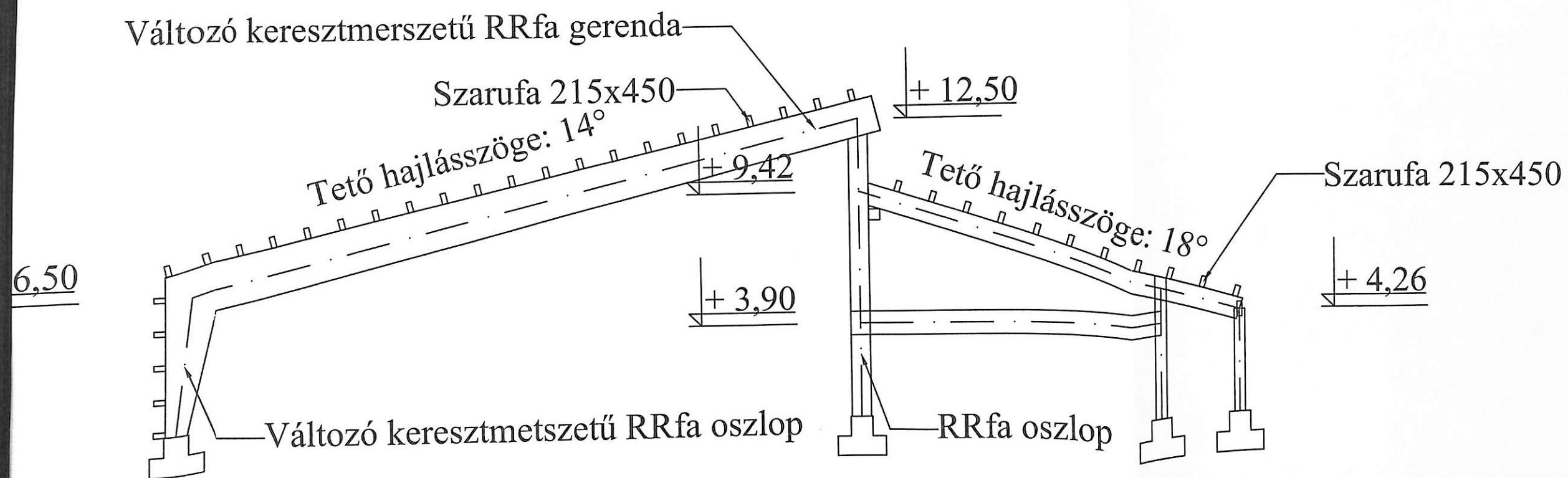
6.50

Üvegfal

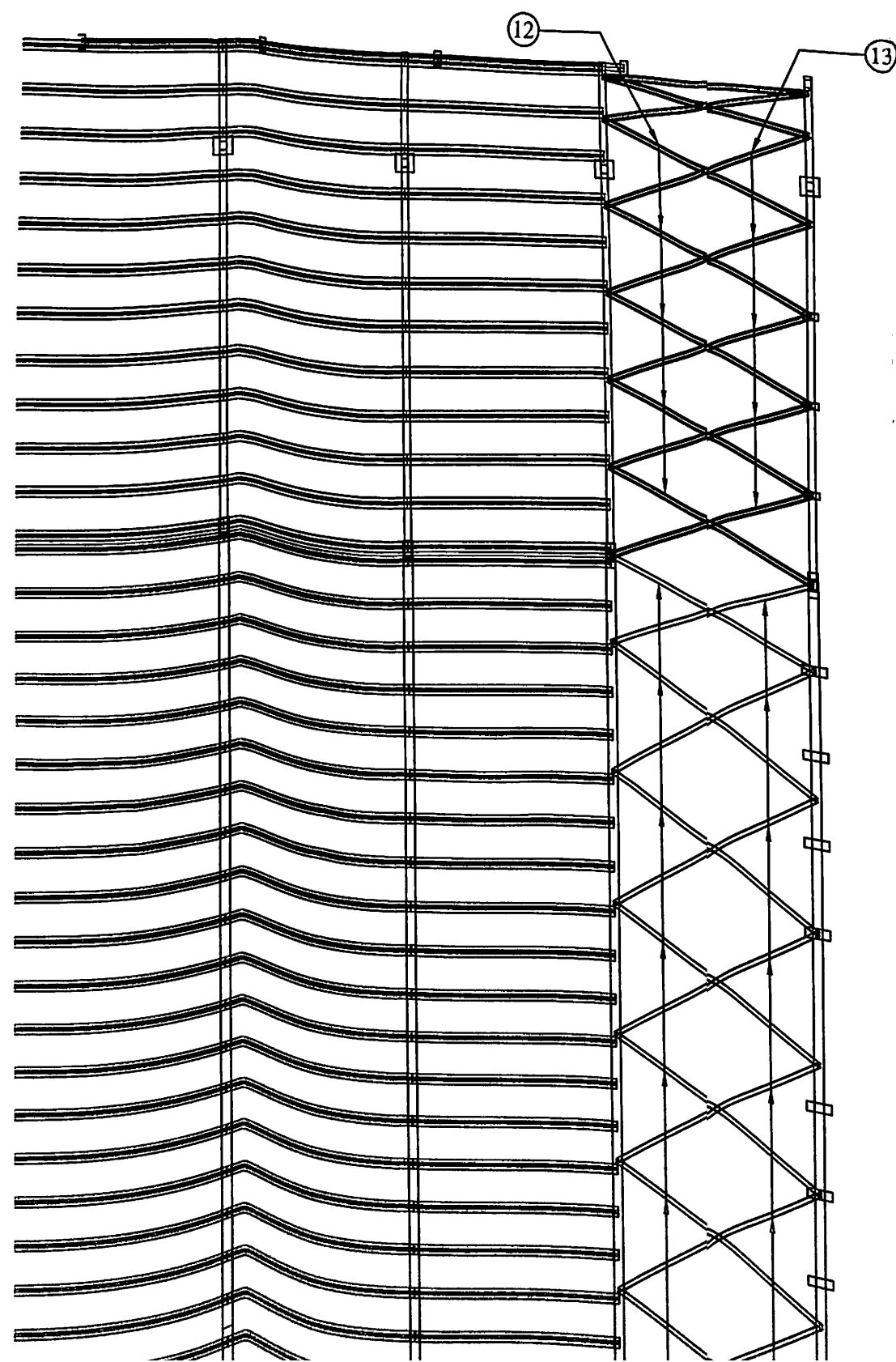
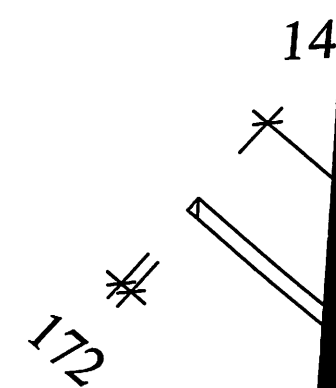
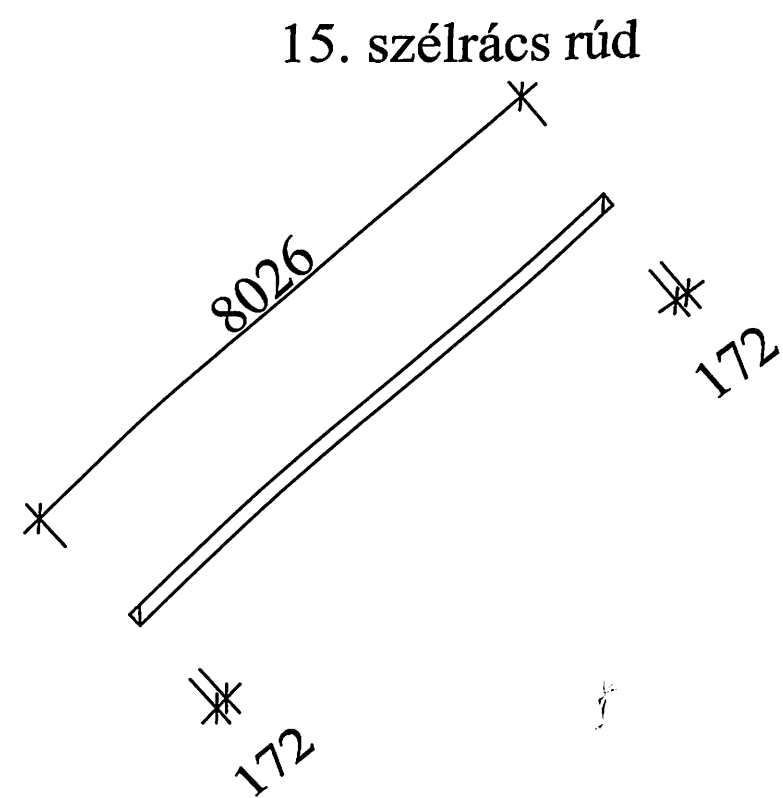
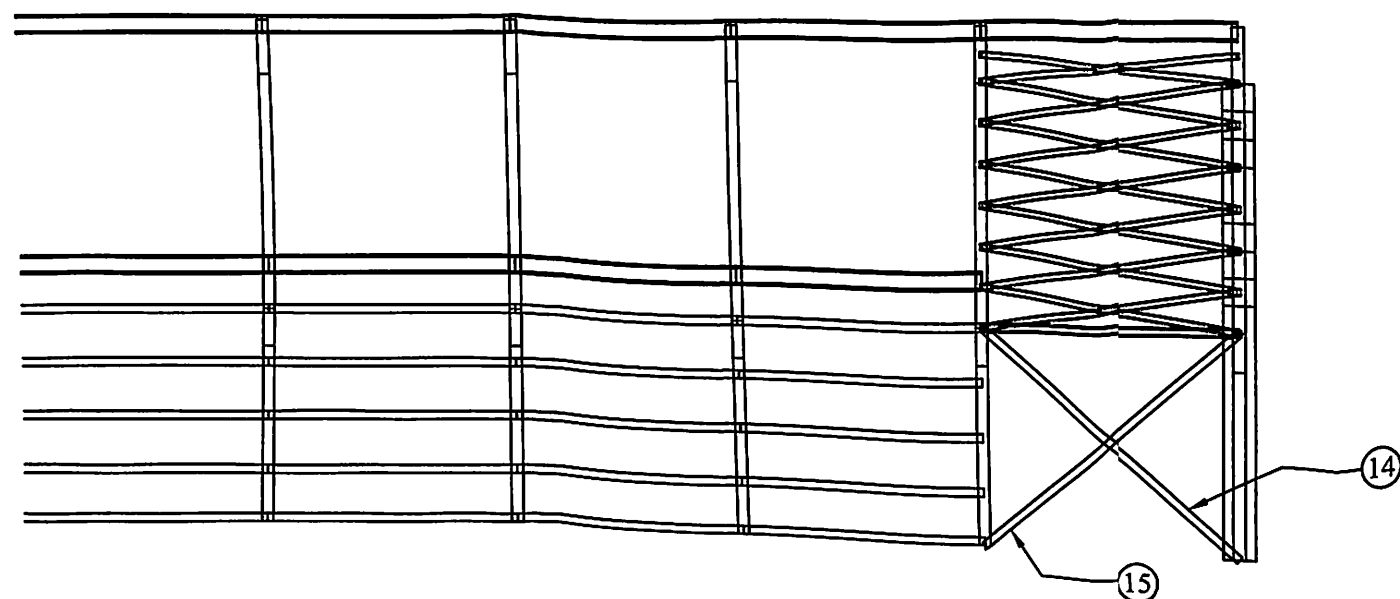
Szarufa 215x450

Szélrács

1,40m kiosztás

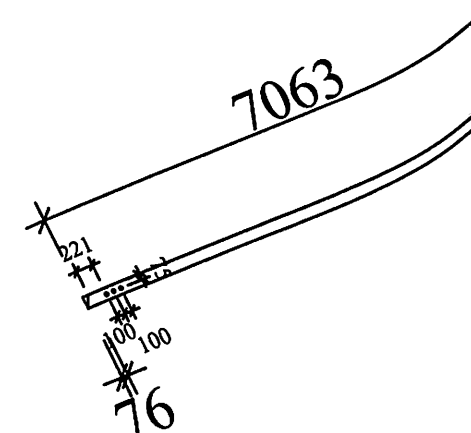
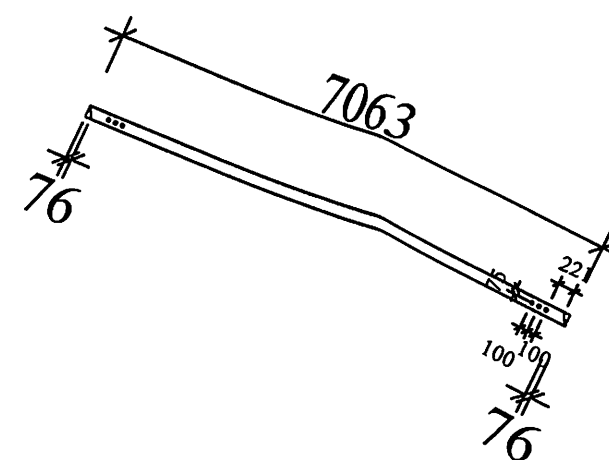


SZIE-YMÉK Mechanika és tartószerkezet szakcs.		
Faszerkezetű lovarda tervezés		M=1:200
Vázlatterv		2016.06.03.
Tervező	Konzulens	A-0
Molnár Zsolt	Horváth Katalin	



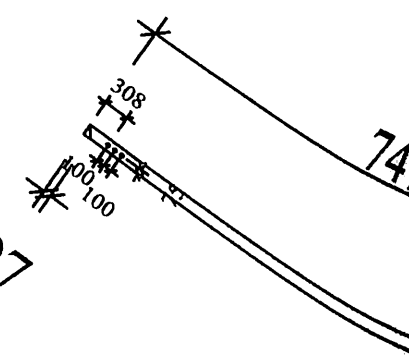
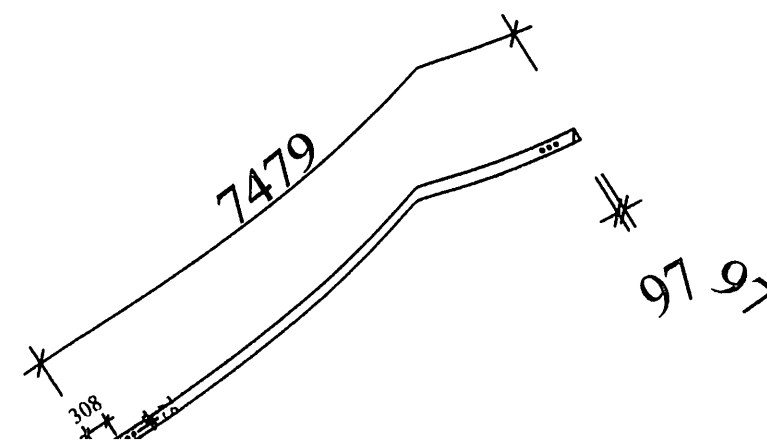
12. szélrács rúd

13. szélrács rúd

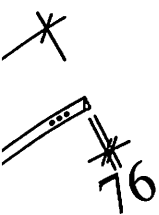
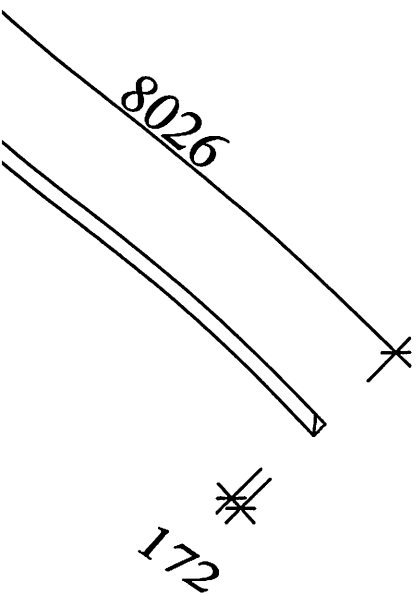


10. szélrács rúd

11.



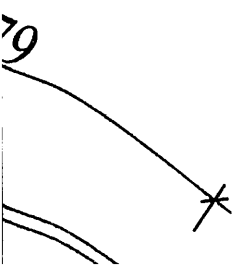
szélrács rúd



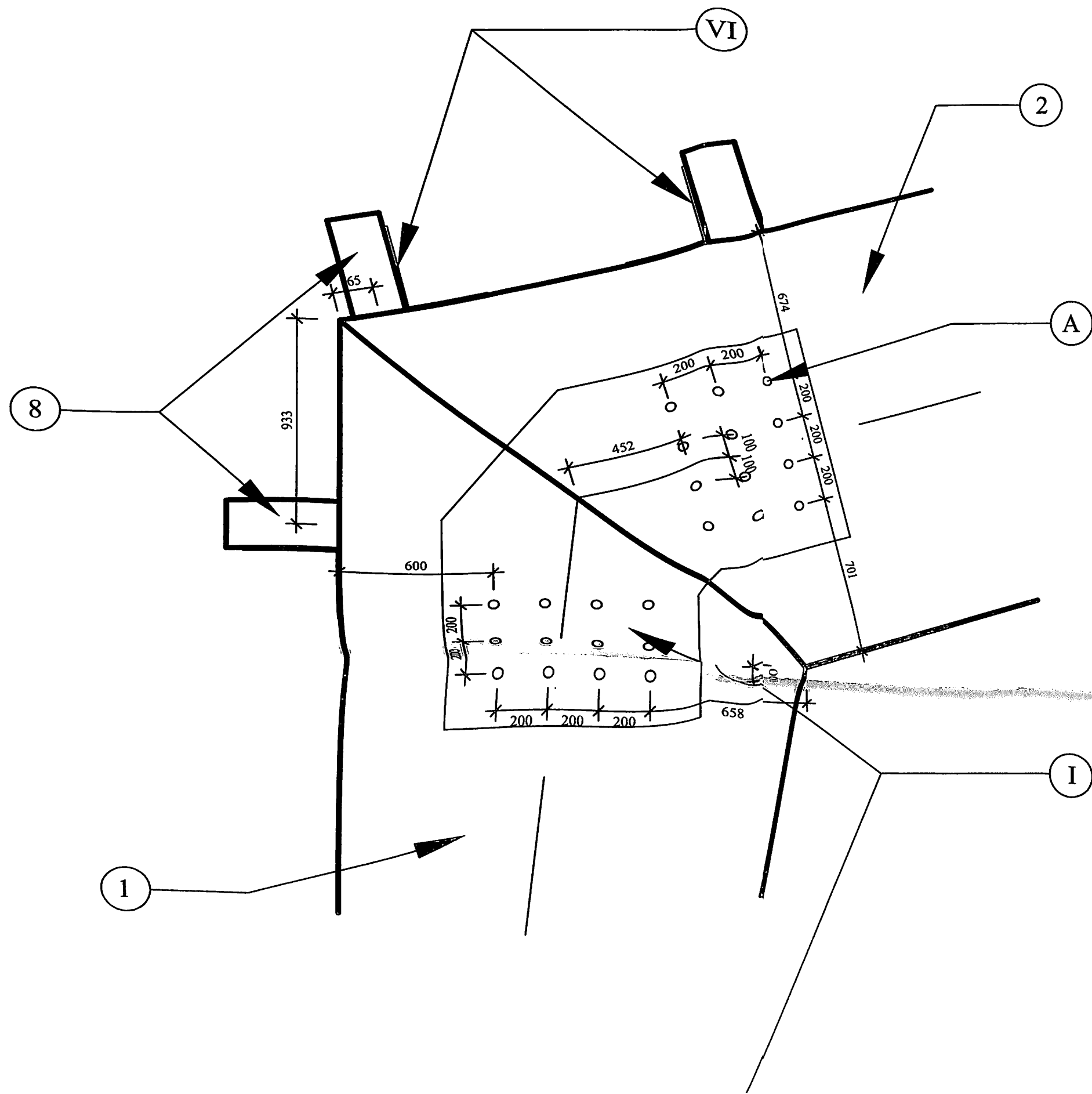
Megjegyzés:

- 12-es 13-as szélrács gerendákhoz a XI. acéllal csatlakozik
- 10-es 11-es szélrács gerendákhoz a XII. acéllal csatlakozik
- Együtt kezelendő az A-1, A-2, A-4, A-5-ös tervekkel
- Szélrács a lovarda mindkét végén készül
- Anyag kimutatás külön csatolt lapon található

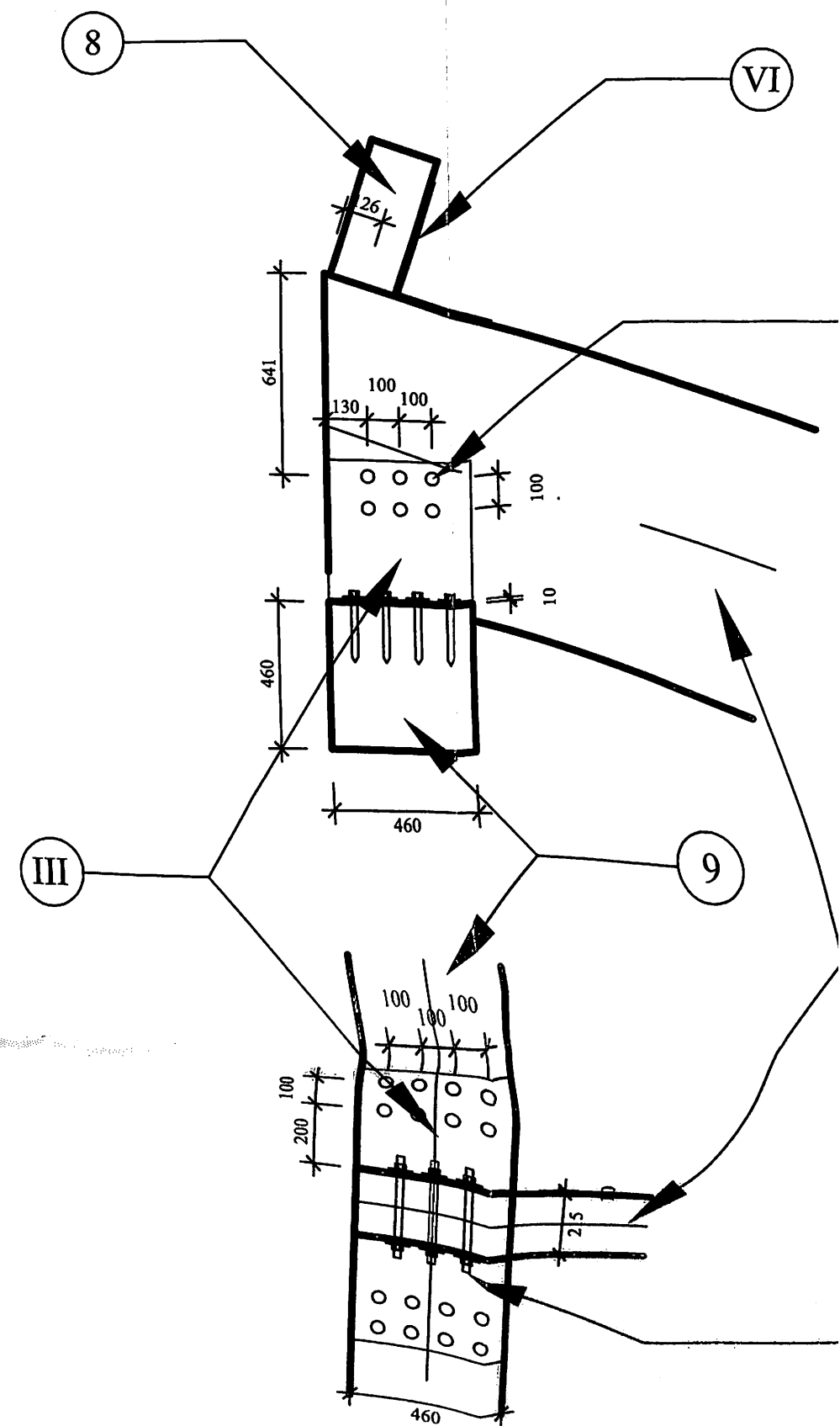
szélrács rúd



1. csomópont

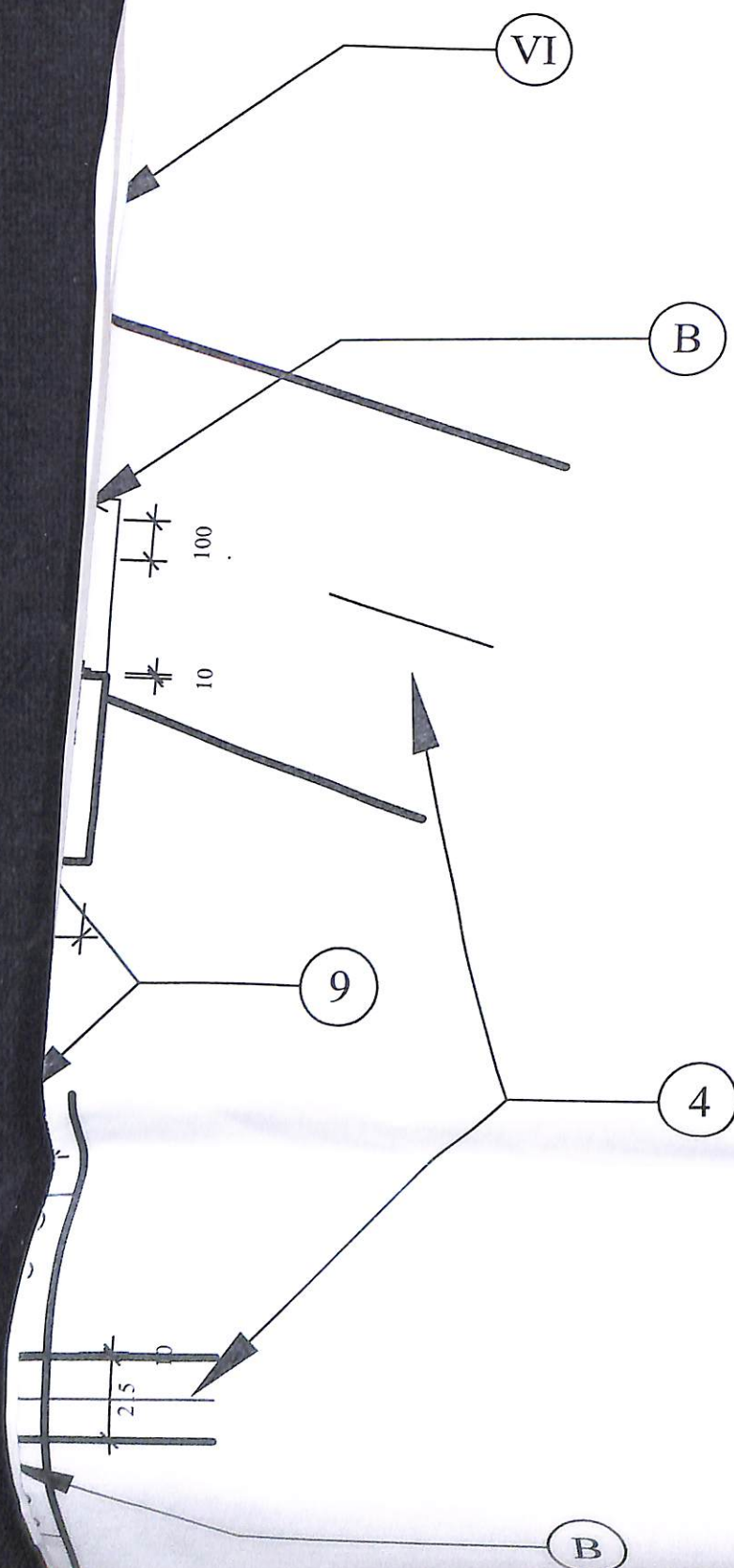


3. csomópont

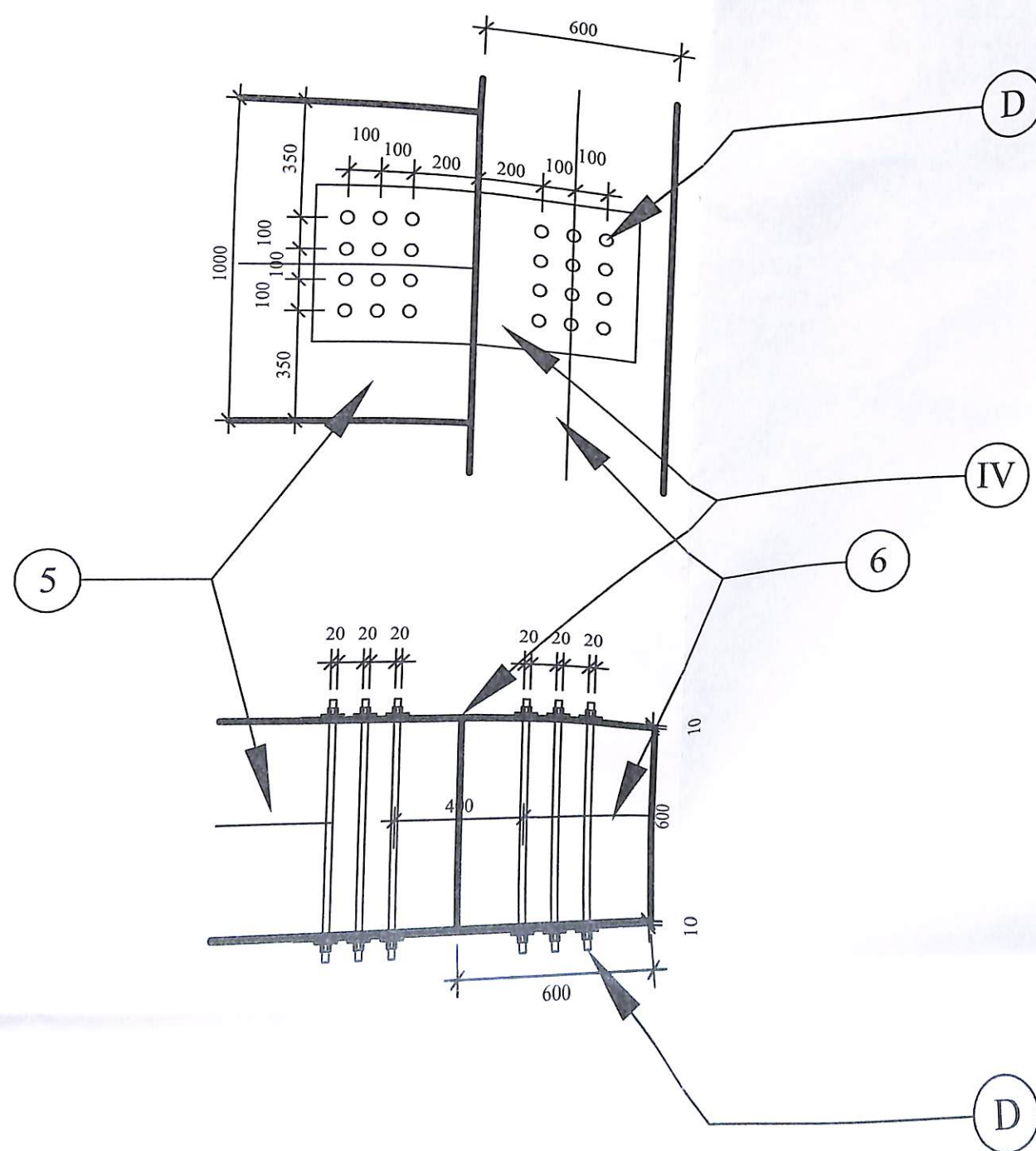




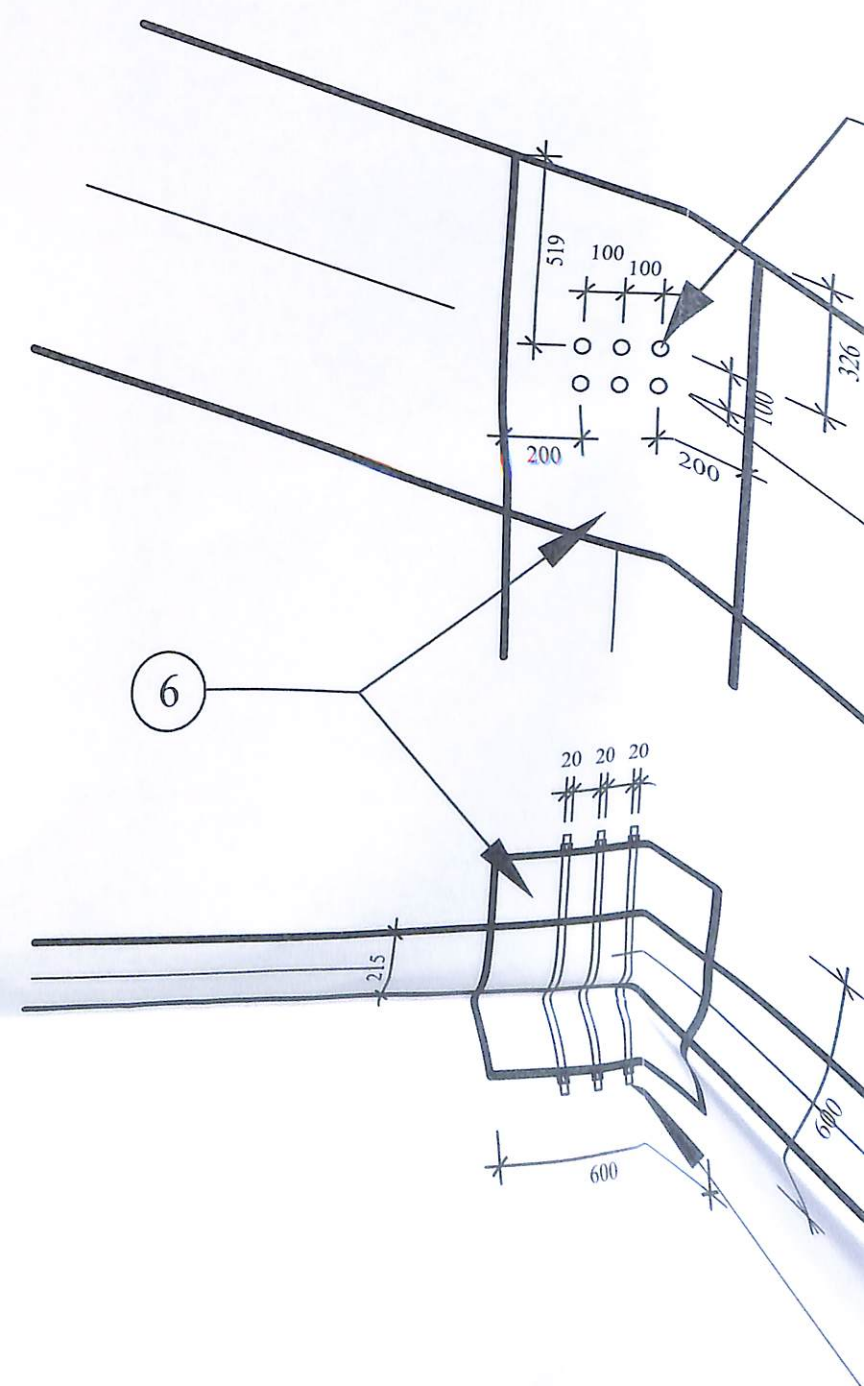
omópont



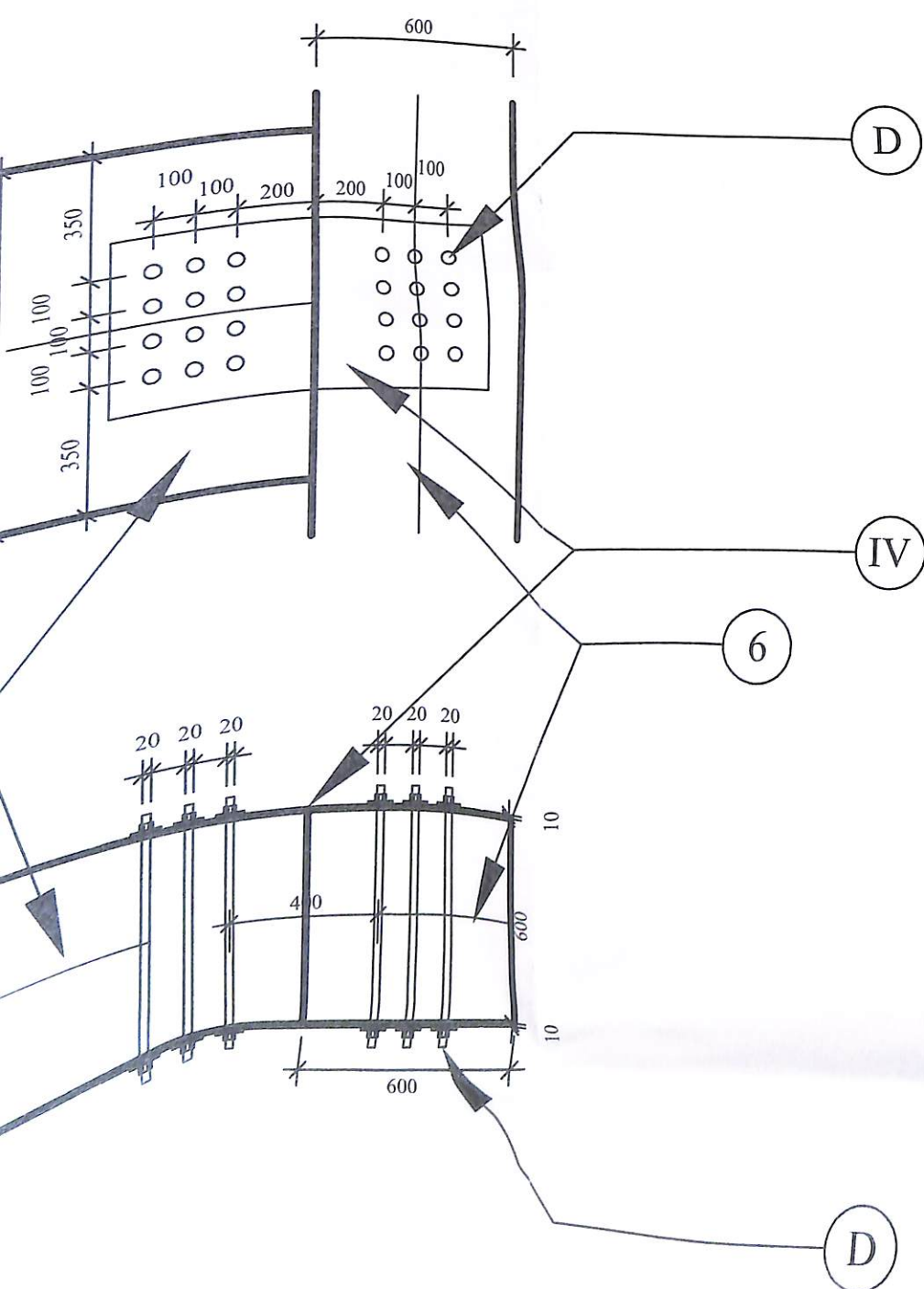
5. csomópont



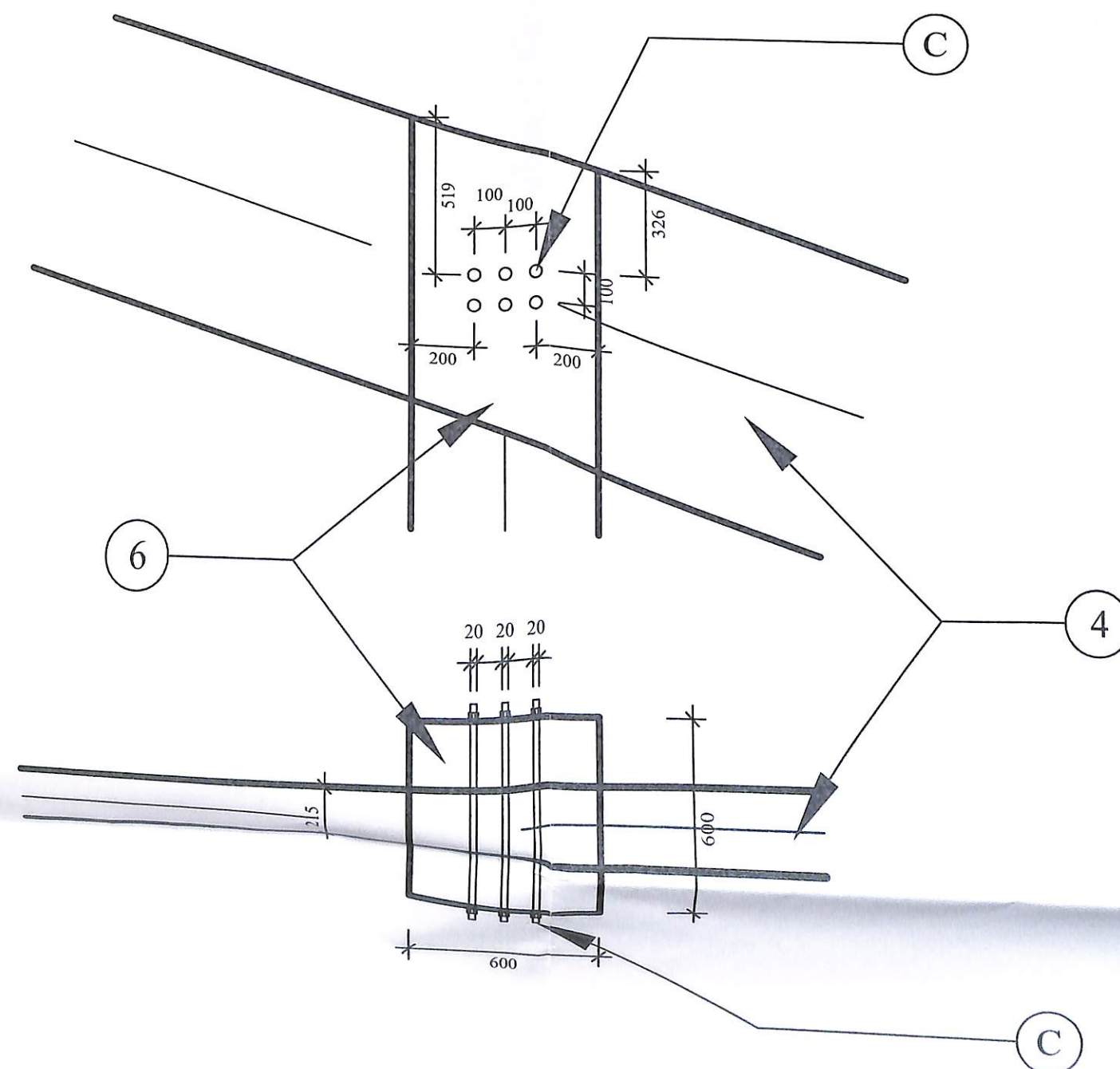
6. csomópont



5. csomópont

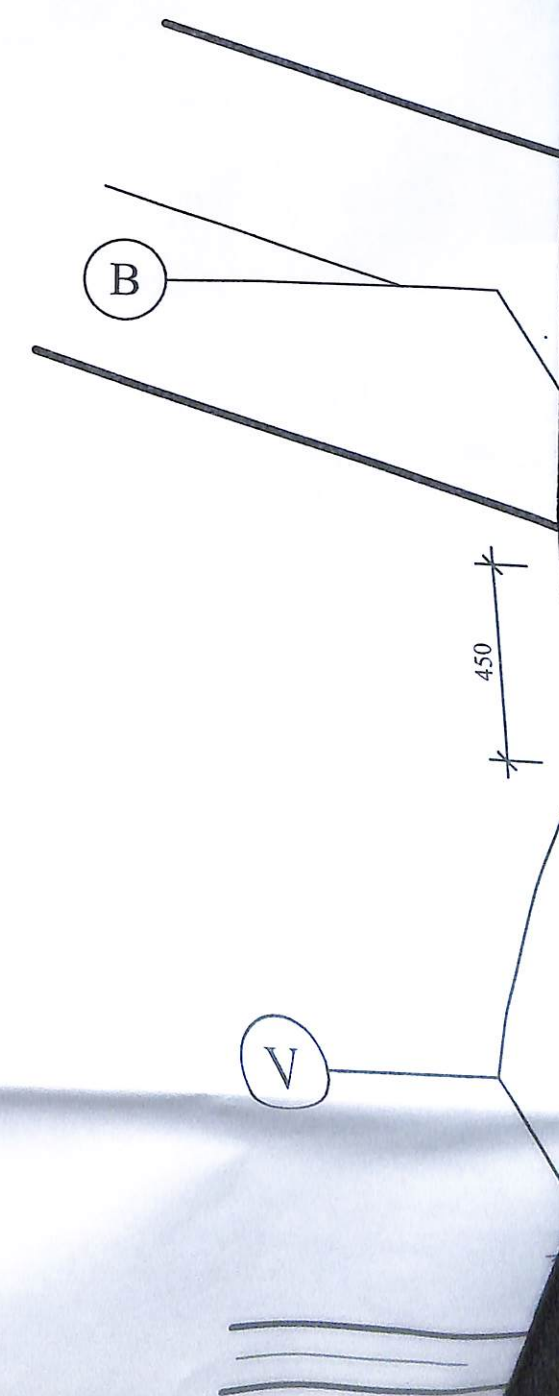


6. csomópont

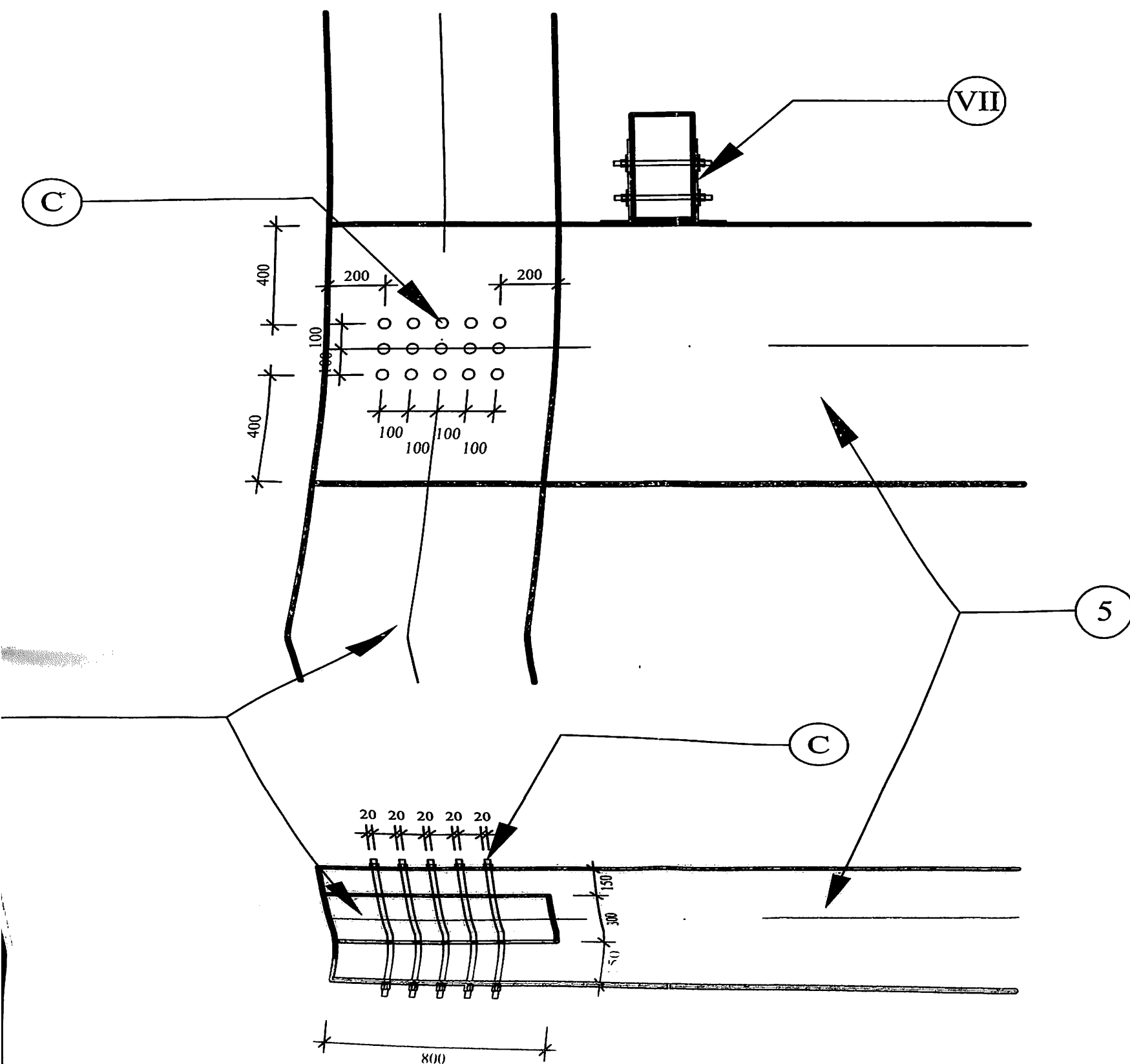


7.

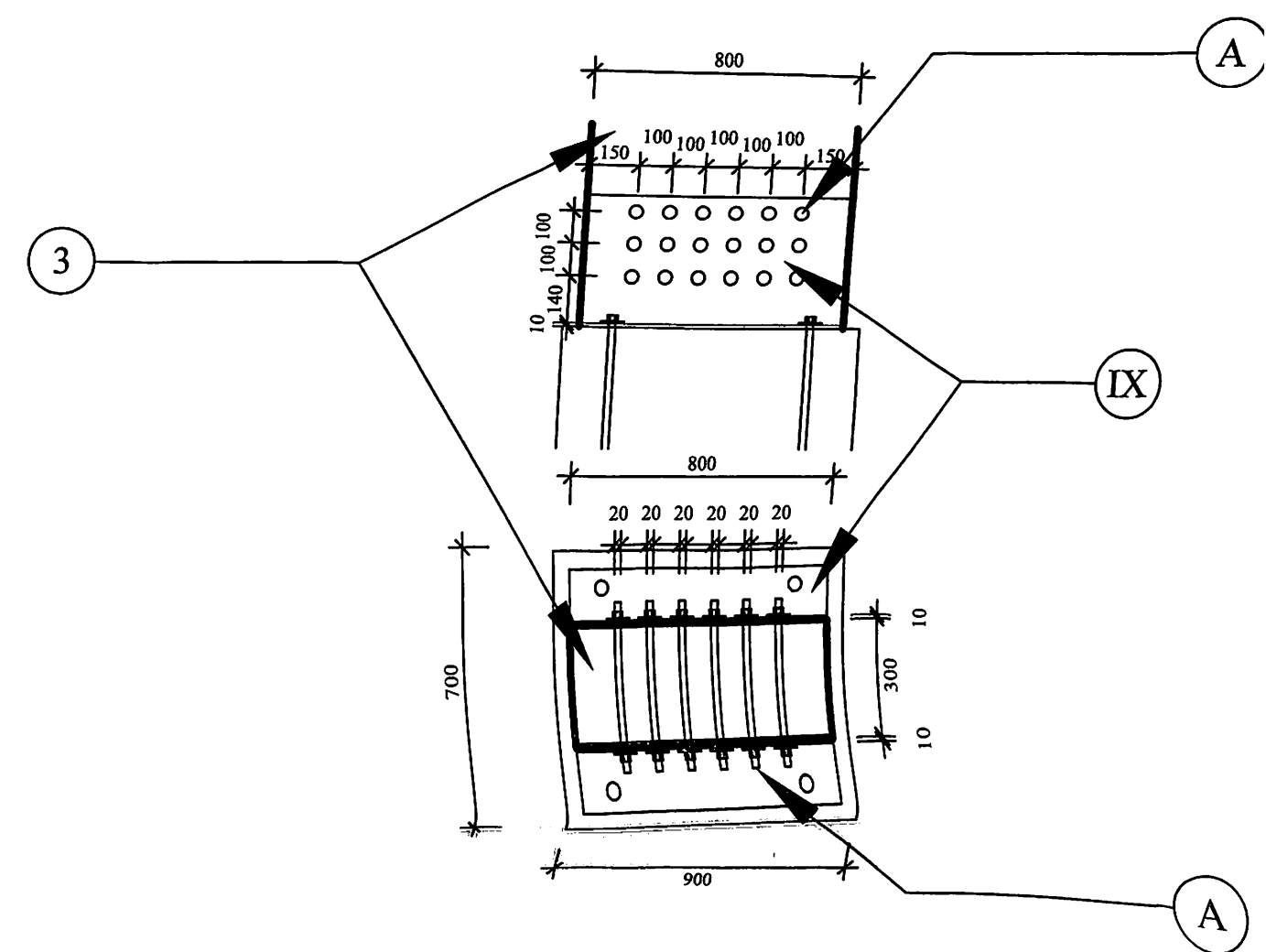
VI



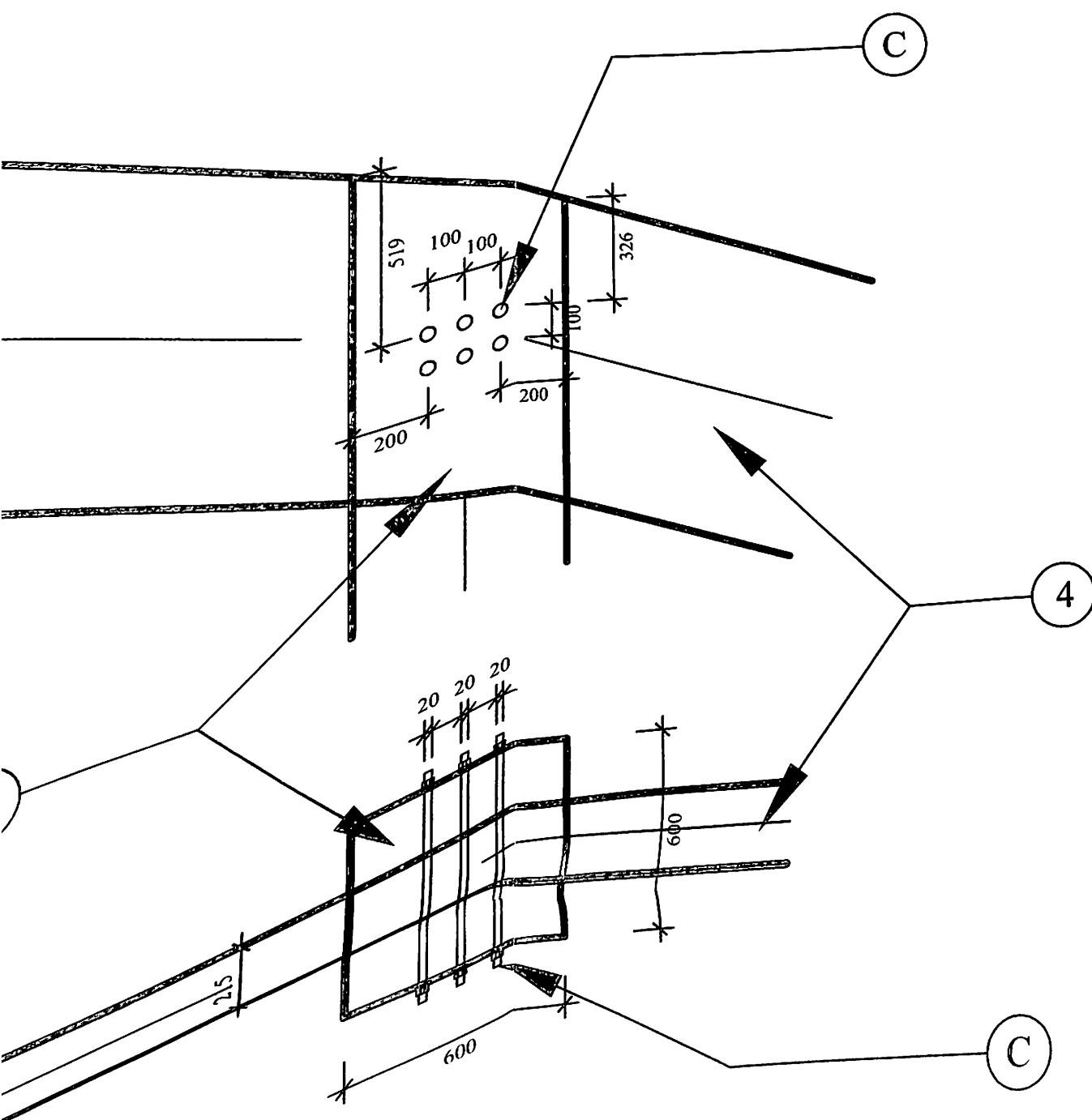
4. csomópont



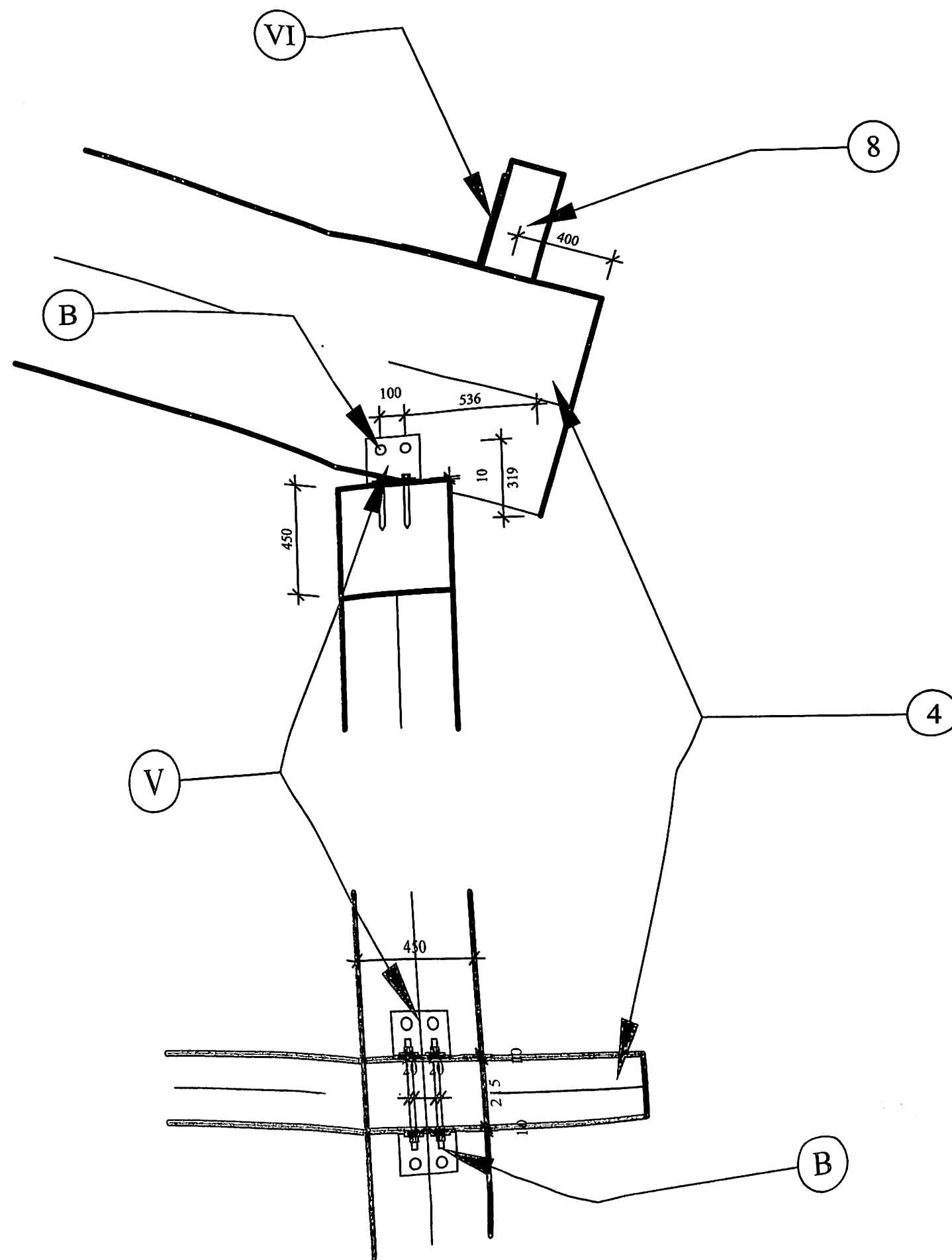
9. csomópont



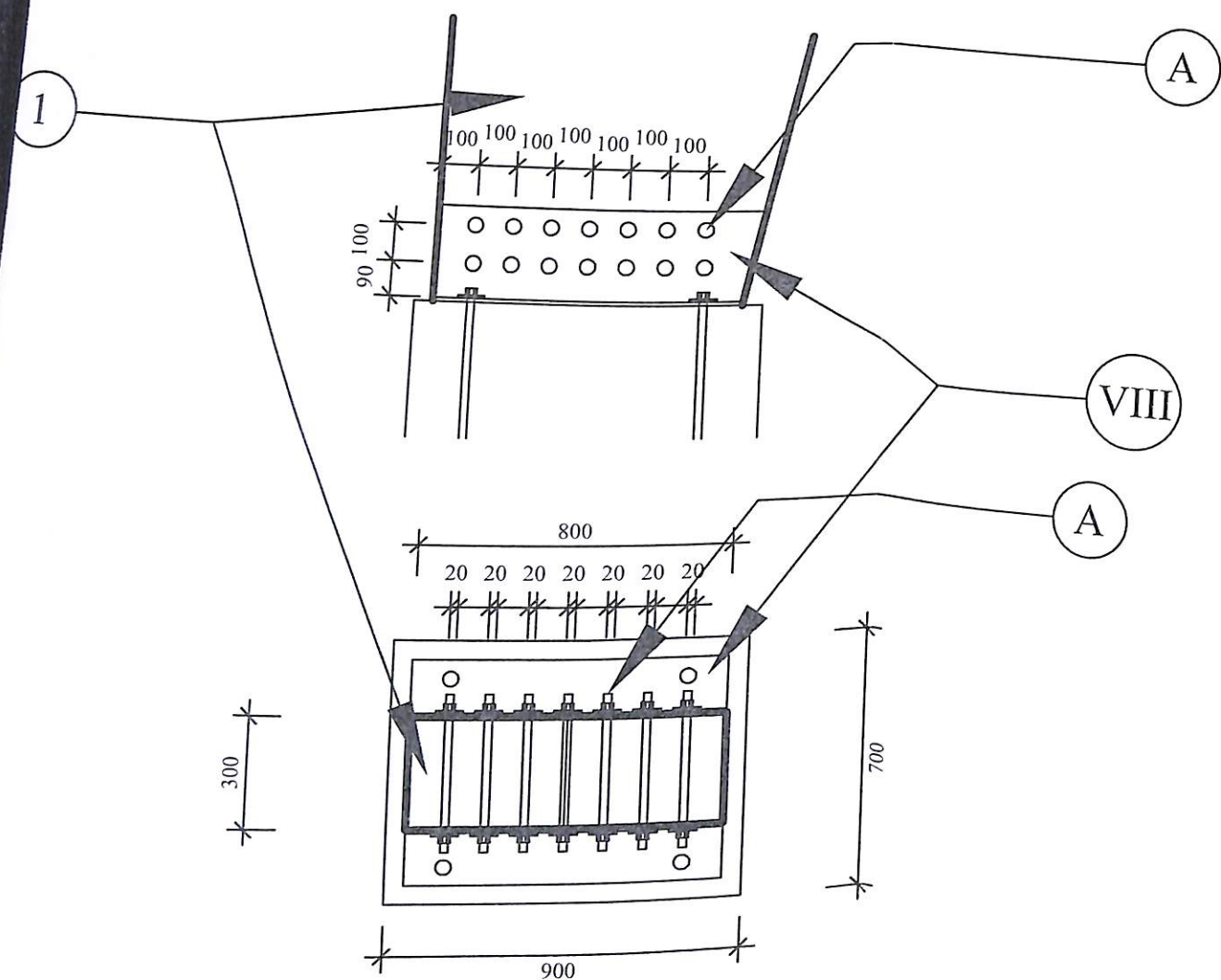
6. csomópont



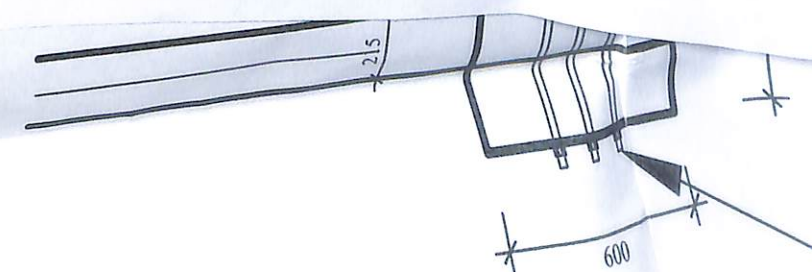
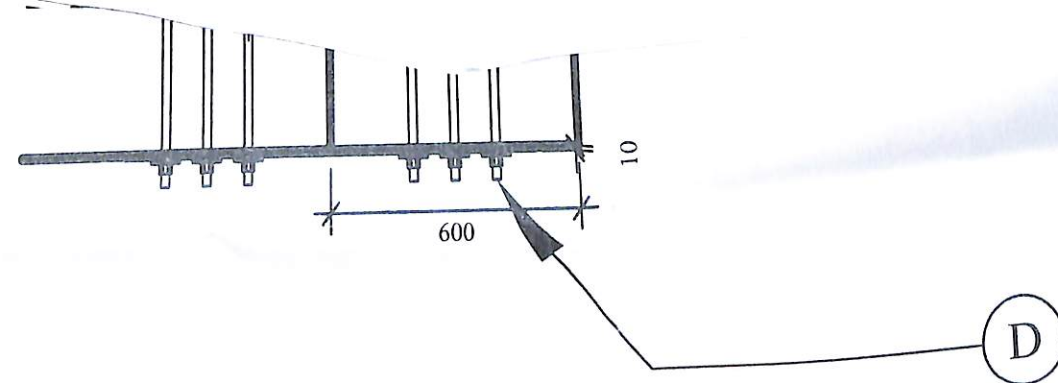
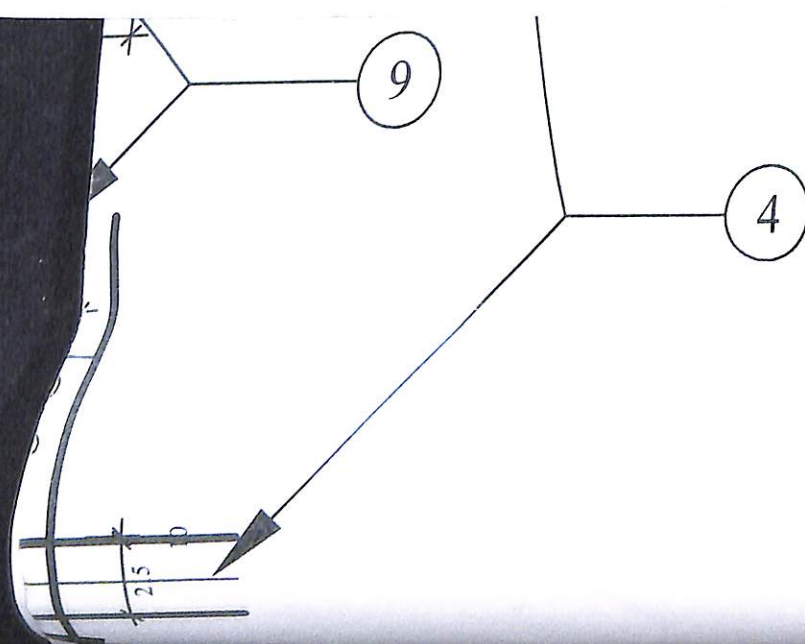
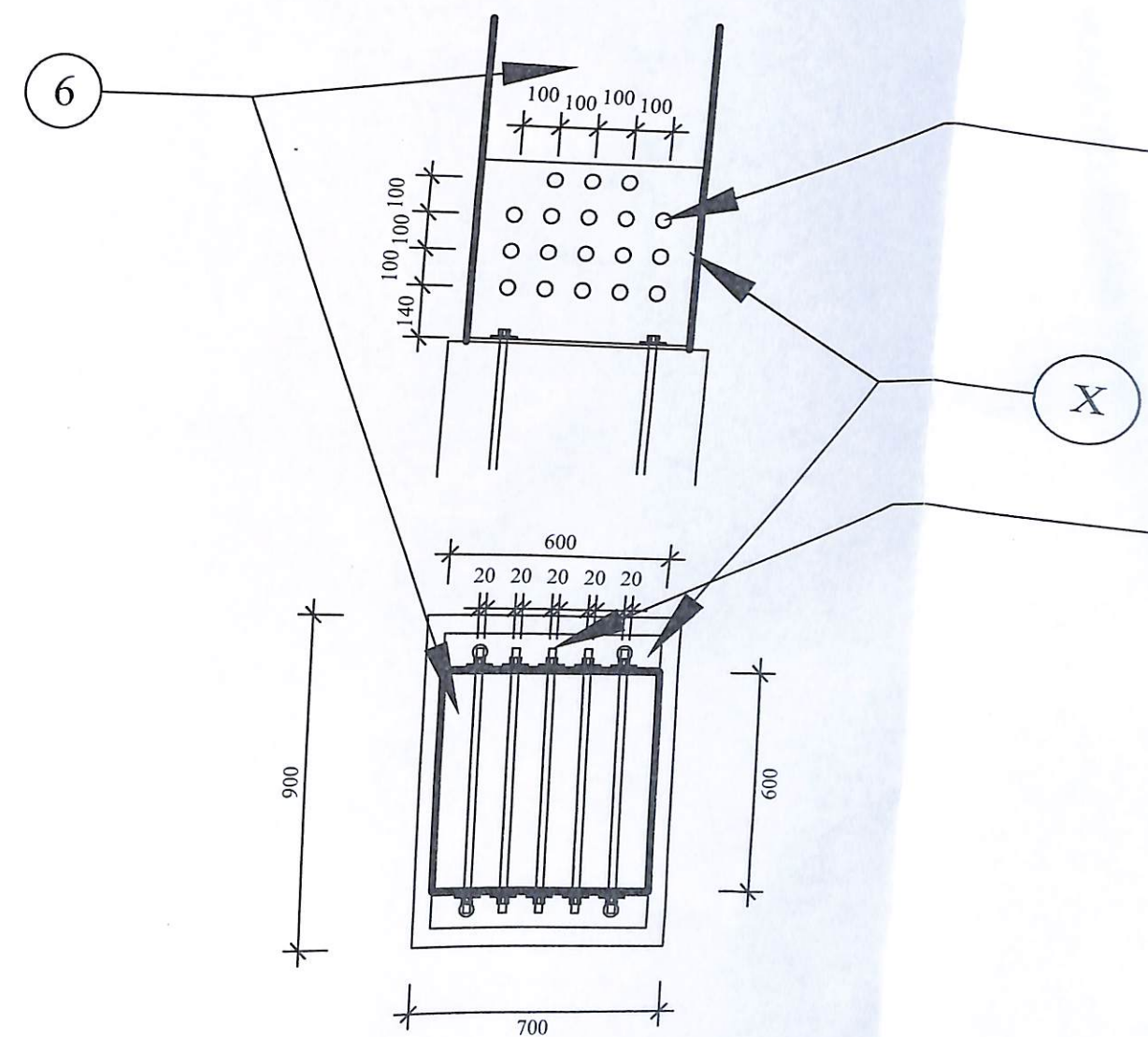
7. csomópont



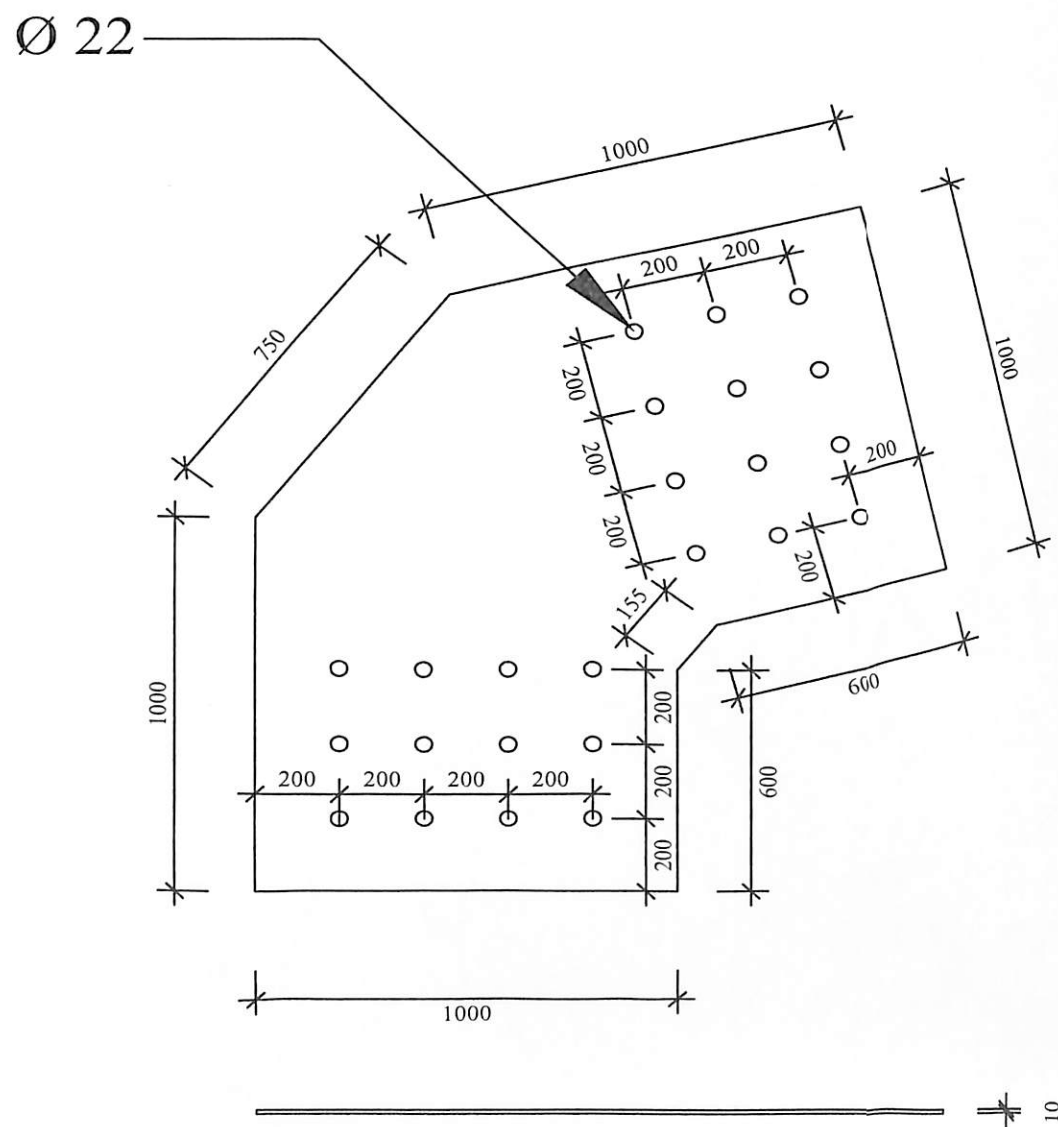
8. csomópont



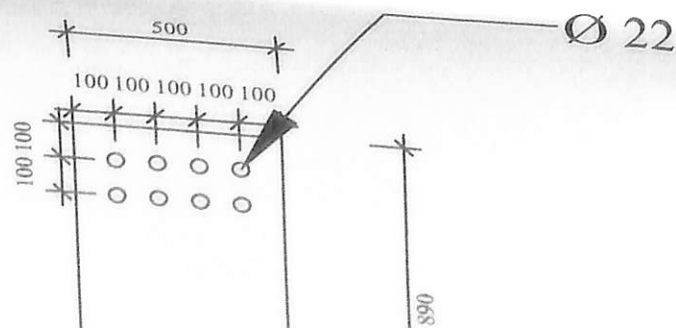
10. csomópont



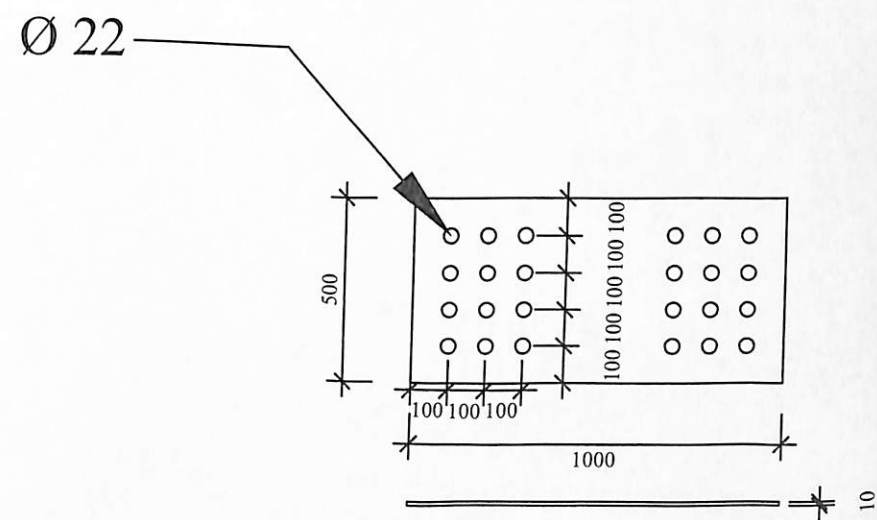
I. lemez



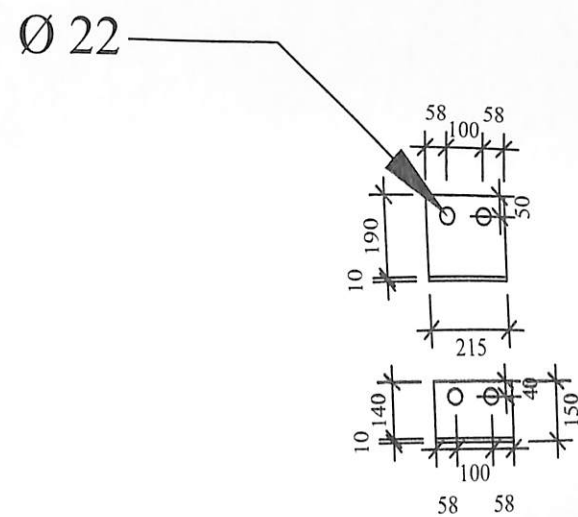
II. Ilemez



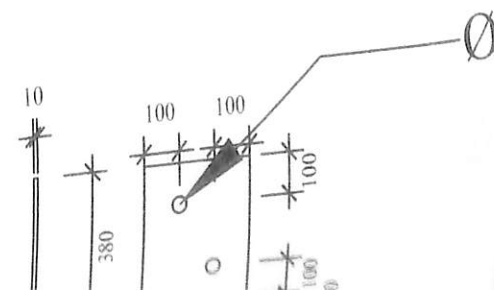
IV. lemez



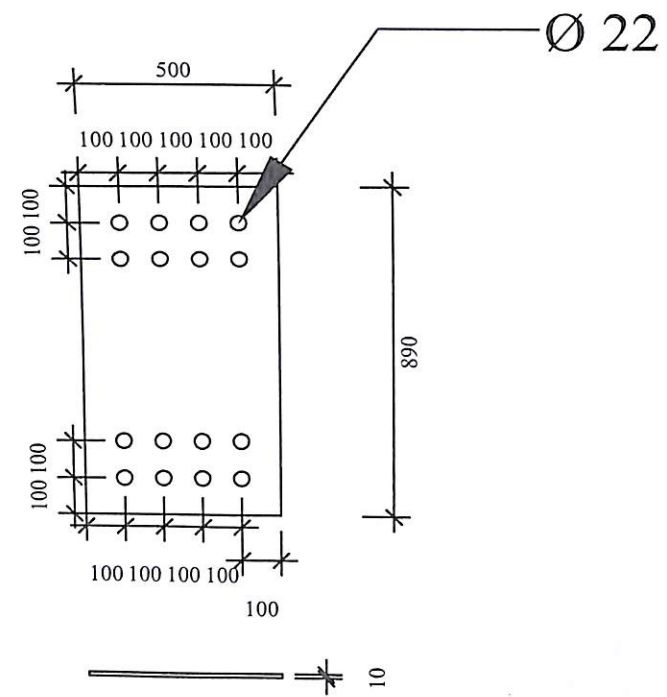
V. lemez



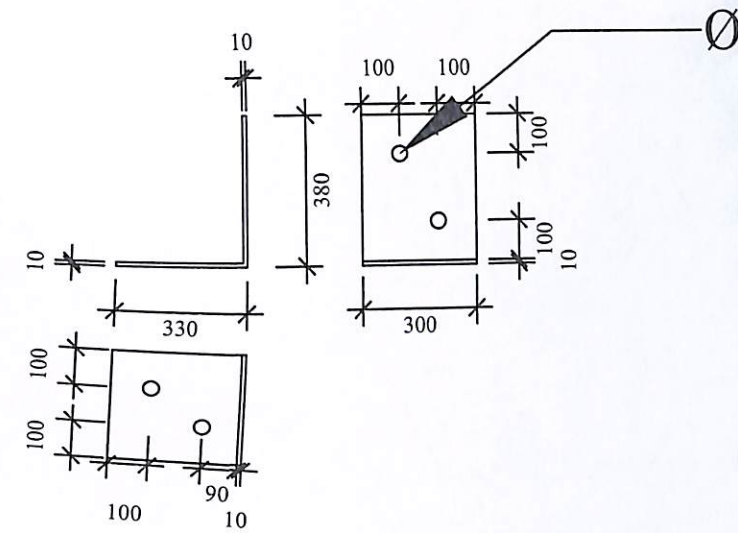
VI. IemeZ



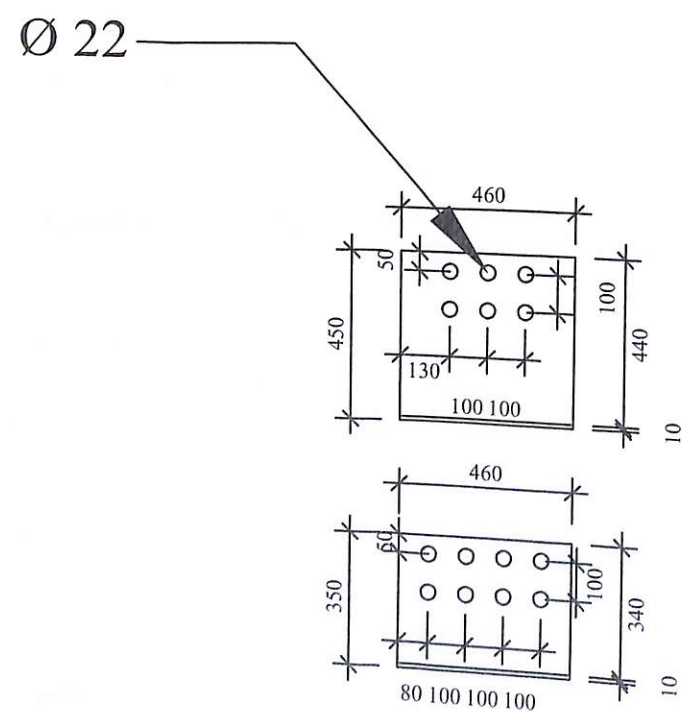
II. lemez



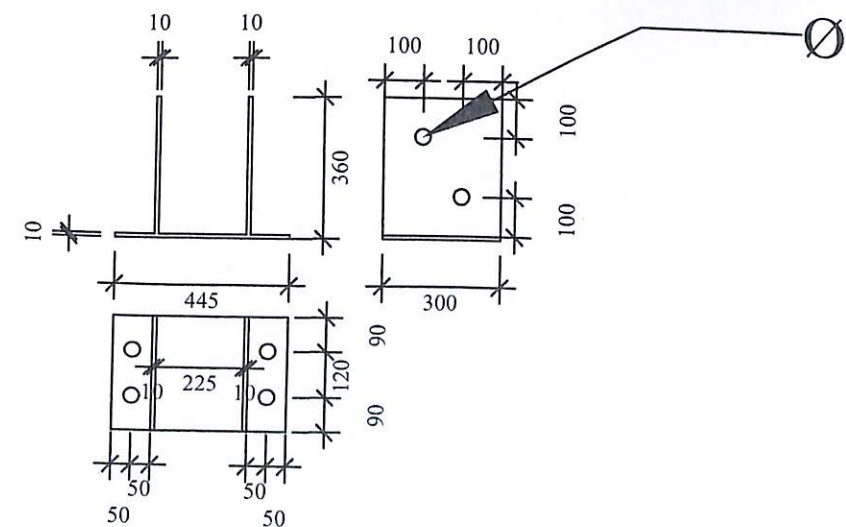
VI. lemez



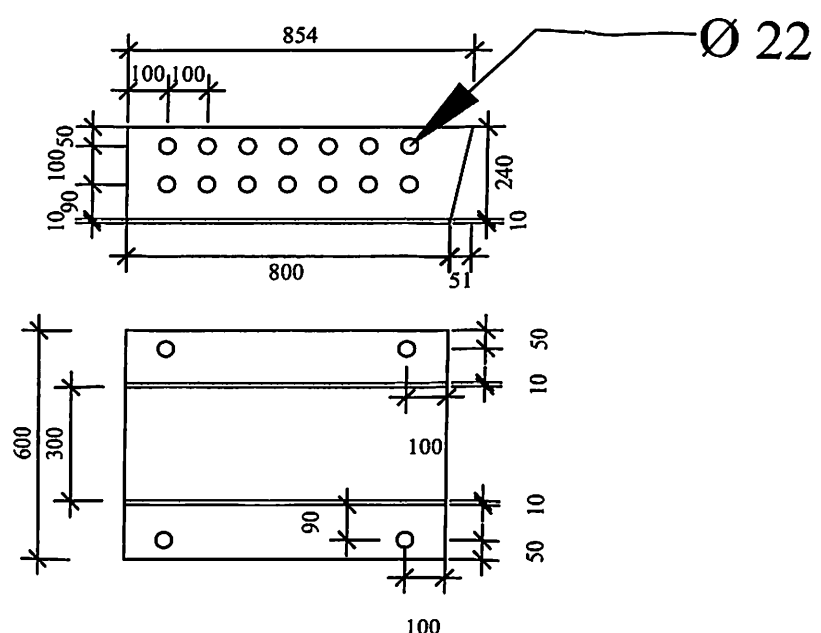
III. lemez



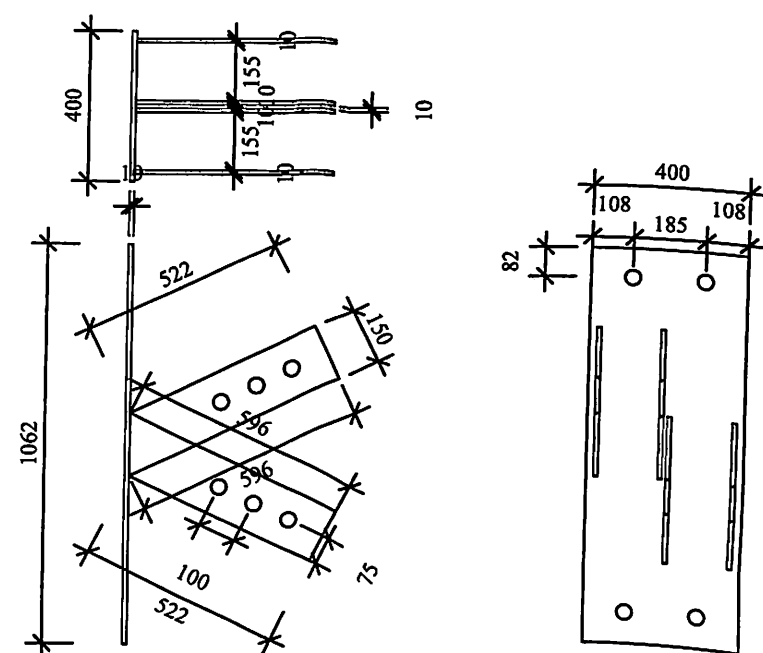
VII. lemez



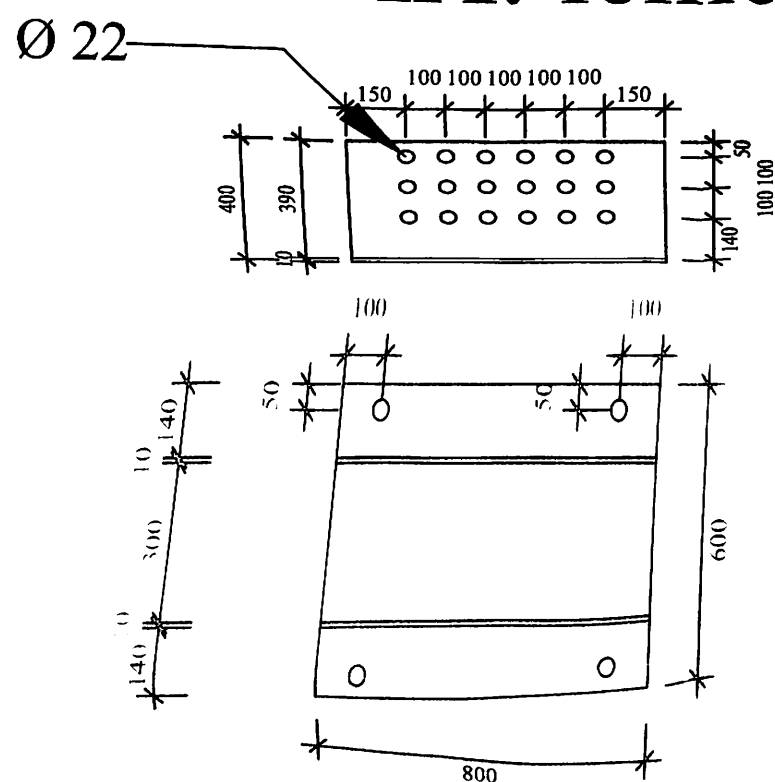
VIII. lemez



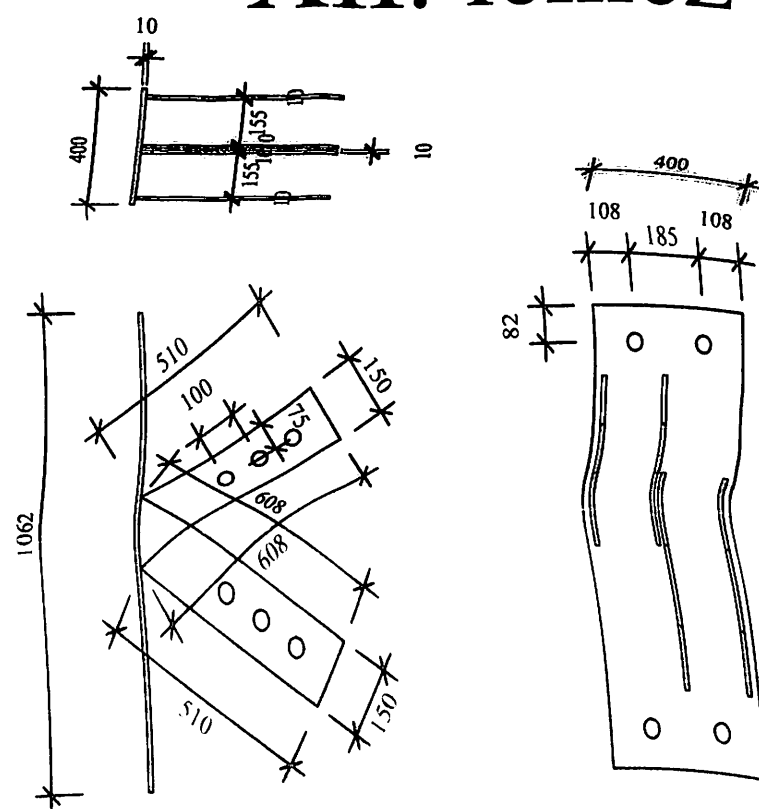
XI. lemez



IX. lemez

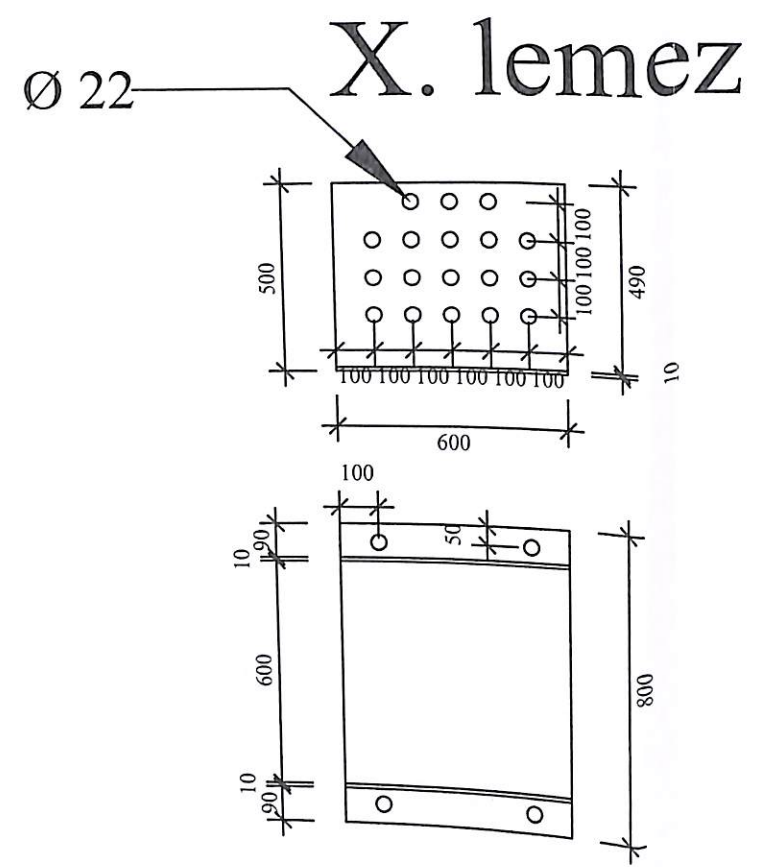


XII. lemez



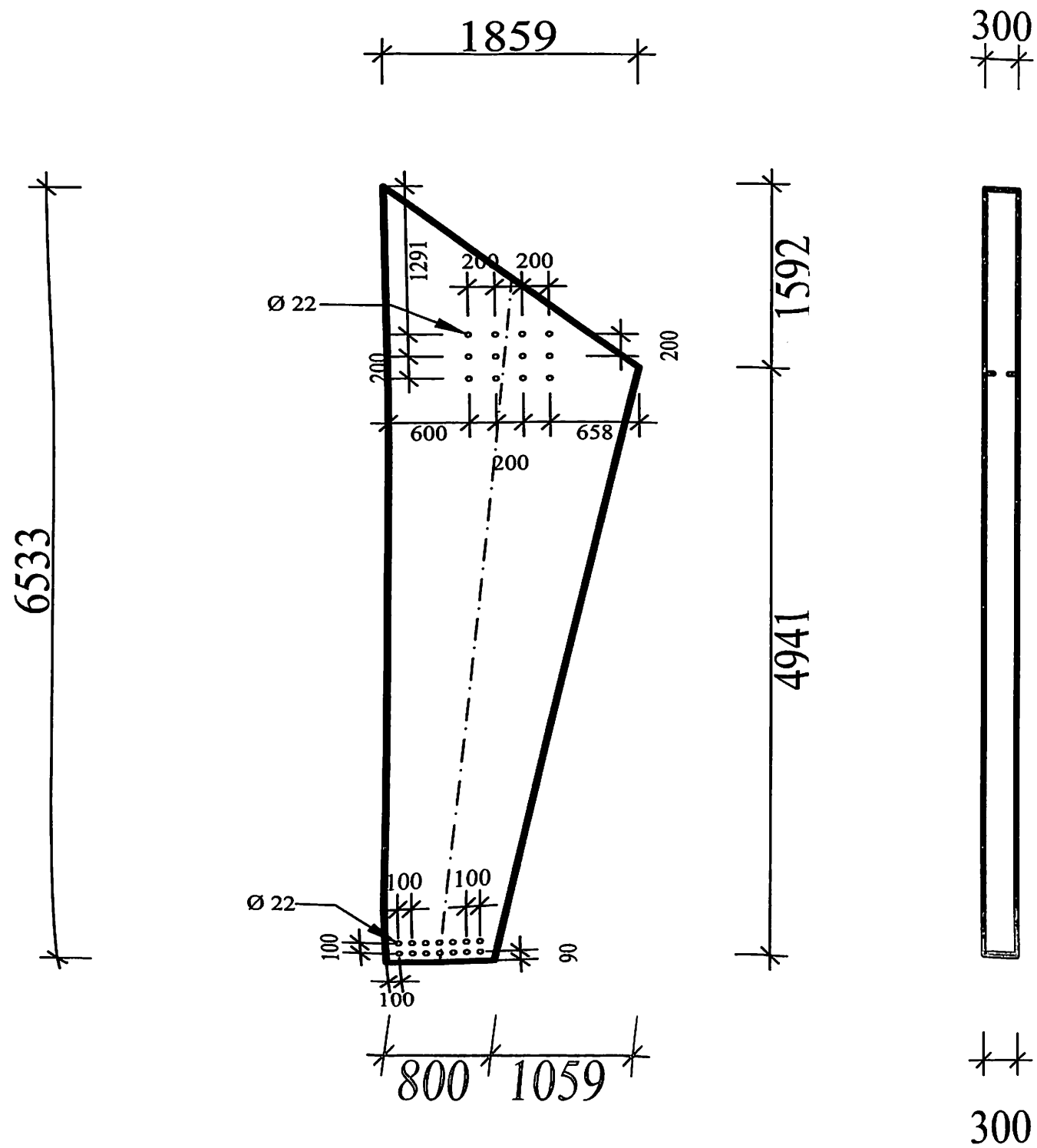
I. lemez

IV. lemez

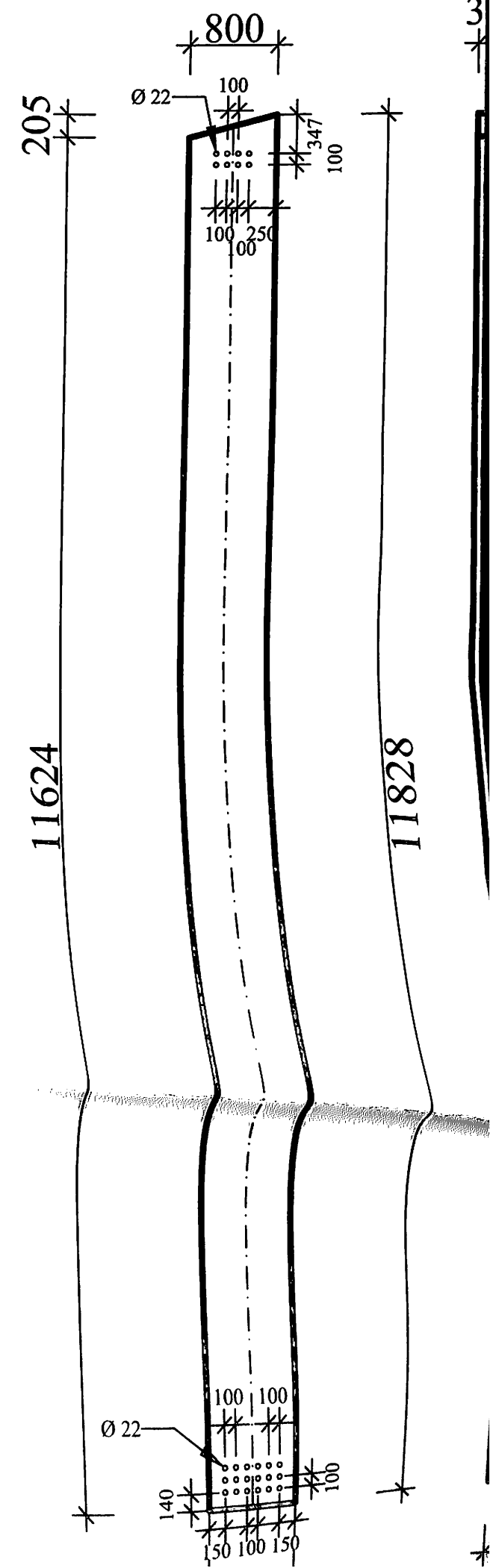


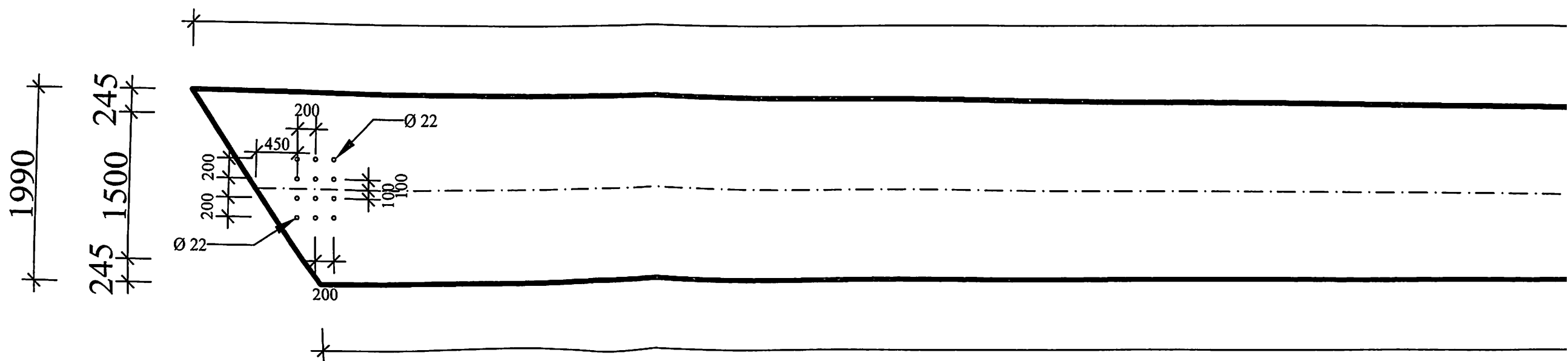
Acél anyagszükséglet egy keretállásra (készül 10 db)					
Tételszám	Darab	Szelvény méret	Hossz	Egységnyi súly	Össz súly
		mm x mm	mm	kg/m ³	kg
I	2	1675x10	1841	7850	242,07
II	2	500x10	890	7850	34,93
III	2	460x10	800	7850	28,89
IV	2	500x10	1000	7850	39,25
V	2	215x10	350	7850	5,91
VI	39	300x10	710	7850	16,72
VII	9	300x10	1145	7850	26,96
VIII	1	854x10	1080	7850	72,4
IX	1	800x10	1380	7850	86,66
X	1	600x10	1780	7850	83,84
XI	10	400x10	2254	7850	70,78
XII	12	400x10	2278	7850	71,53
Csavar					
A	72	M20	421		
B	26	M20	345		
C	21	M20	700		
D	42	M20	722		

1. oszlop



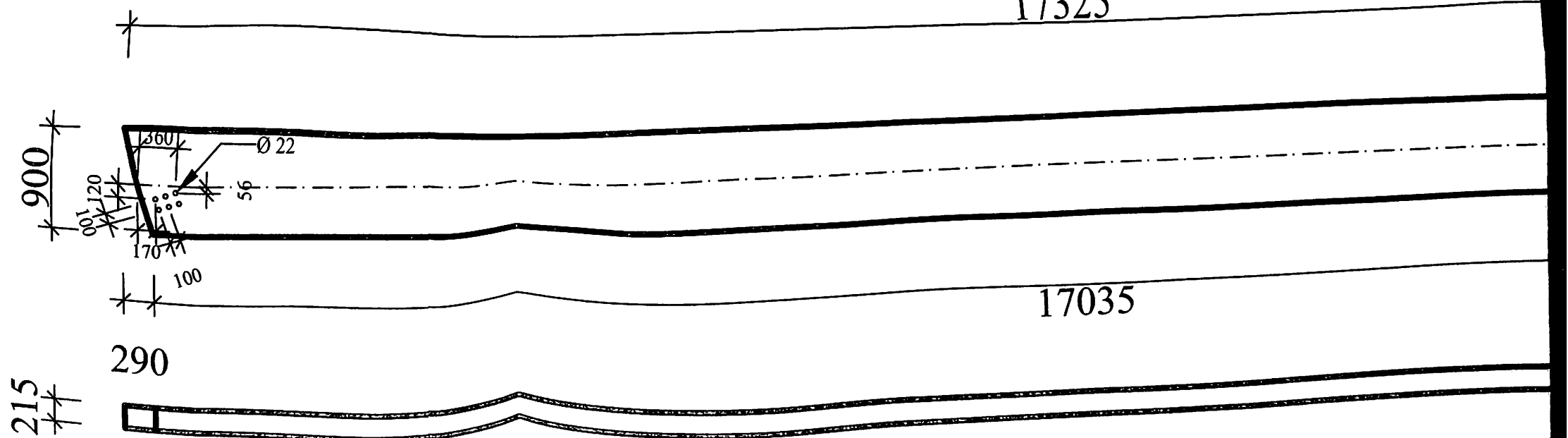
3. oszlop





300

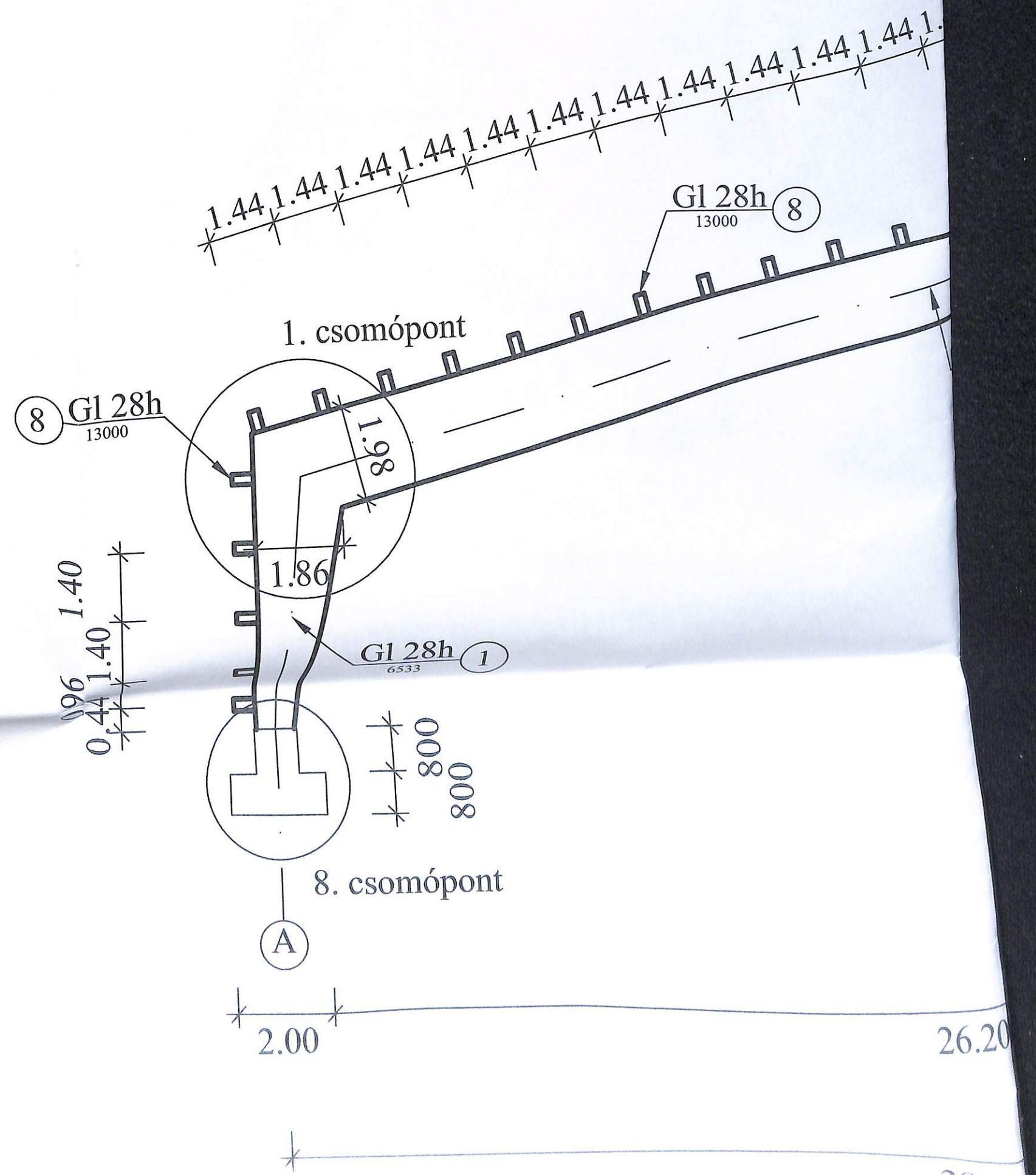
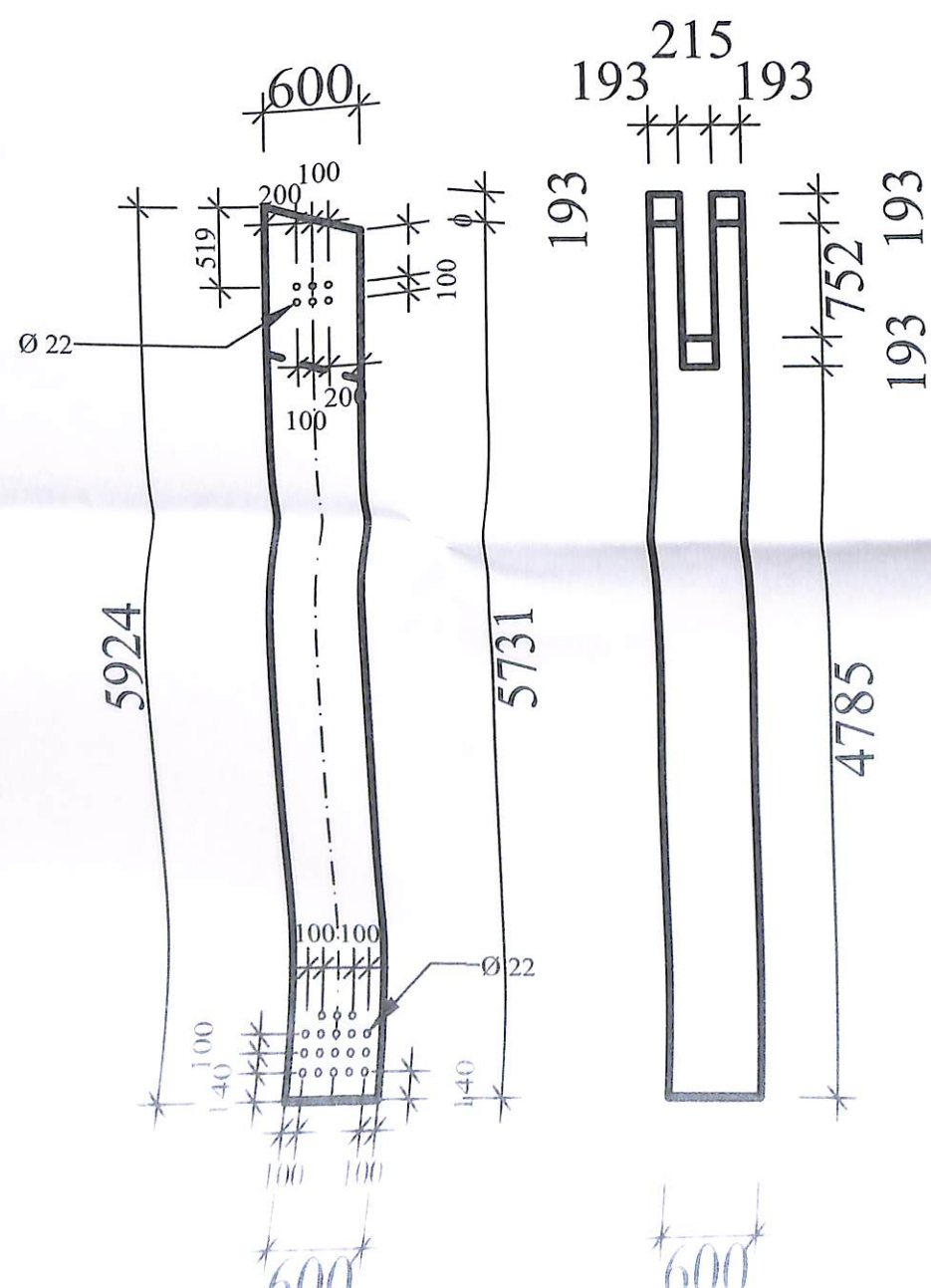
4. gerenda
17325



215

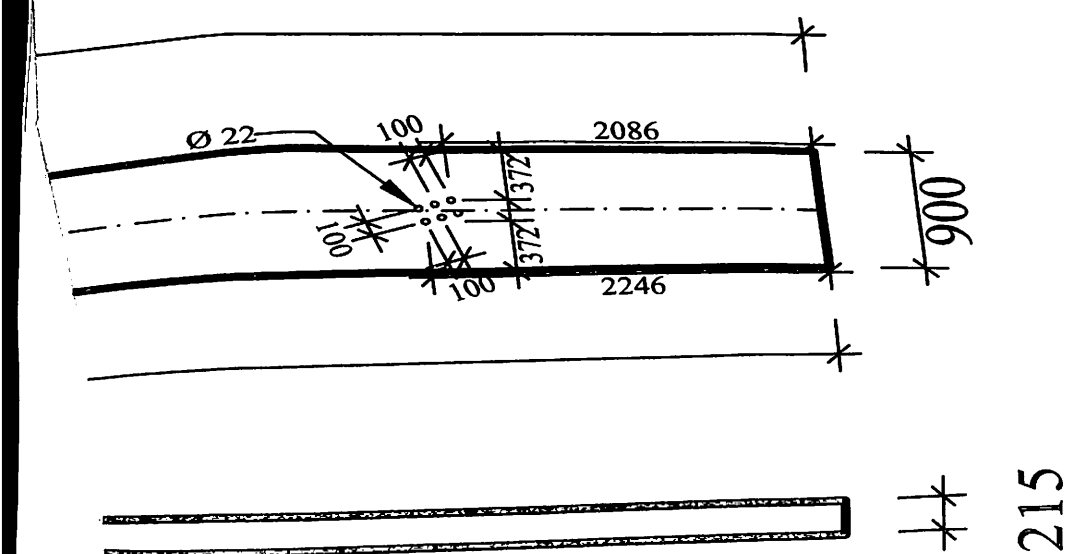
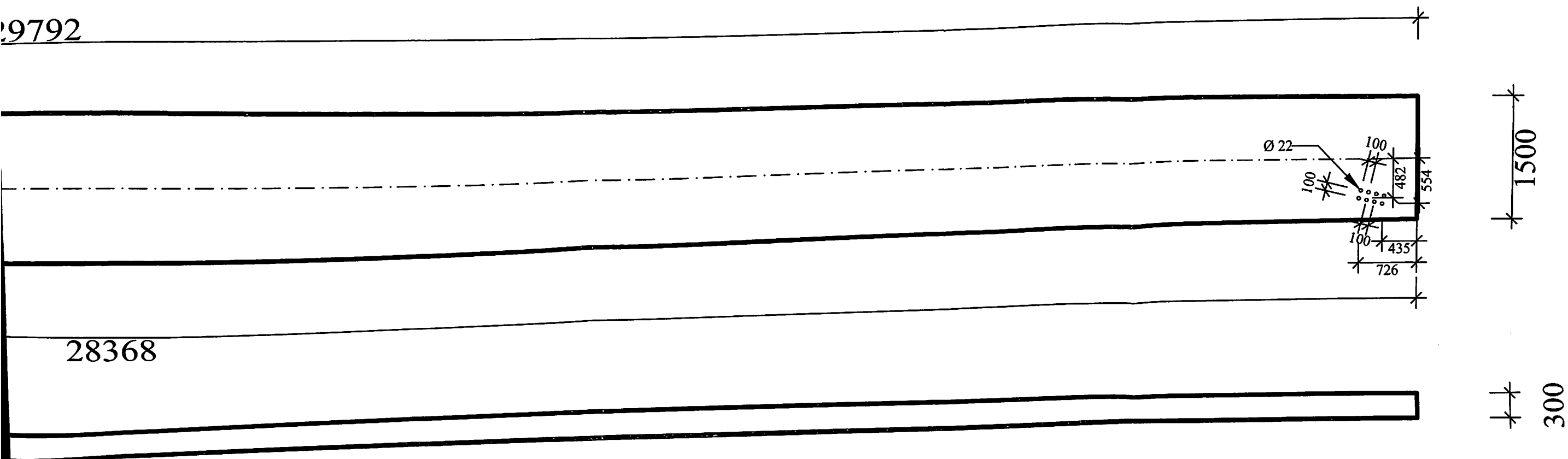
5. gerenda

6. oszlop



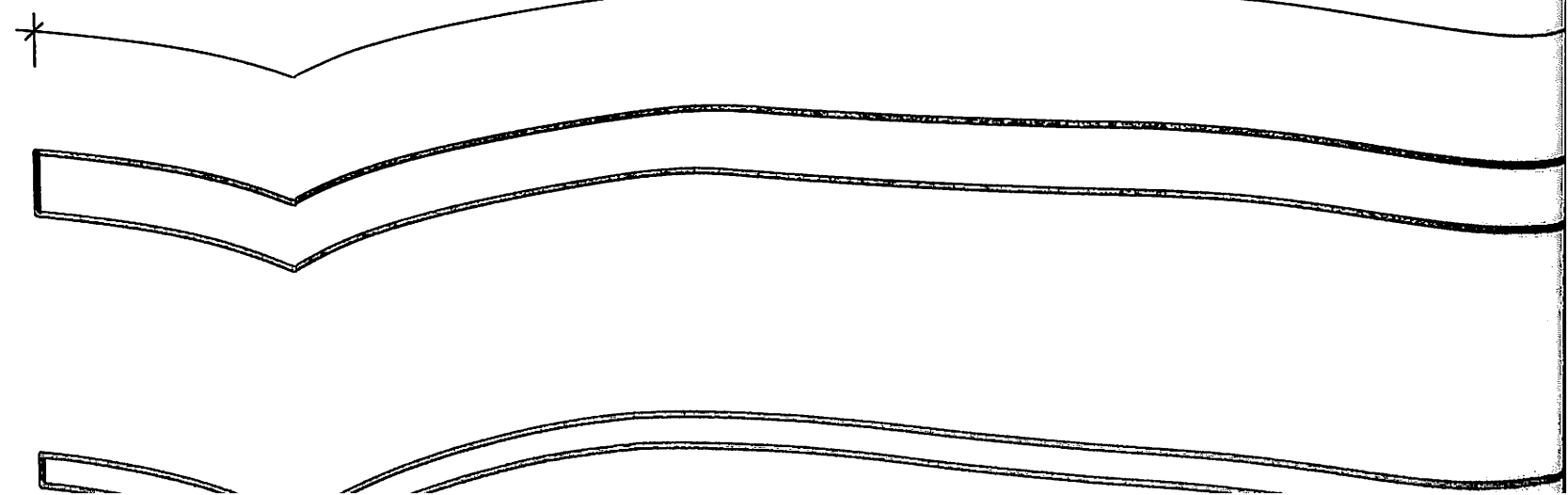
. gerenda

9792

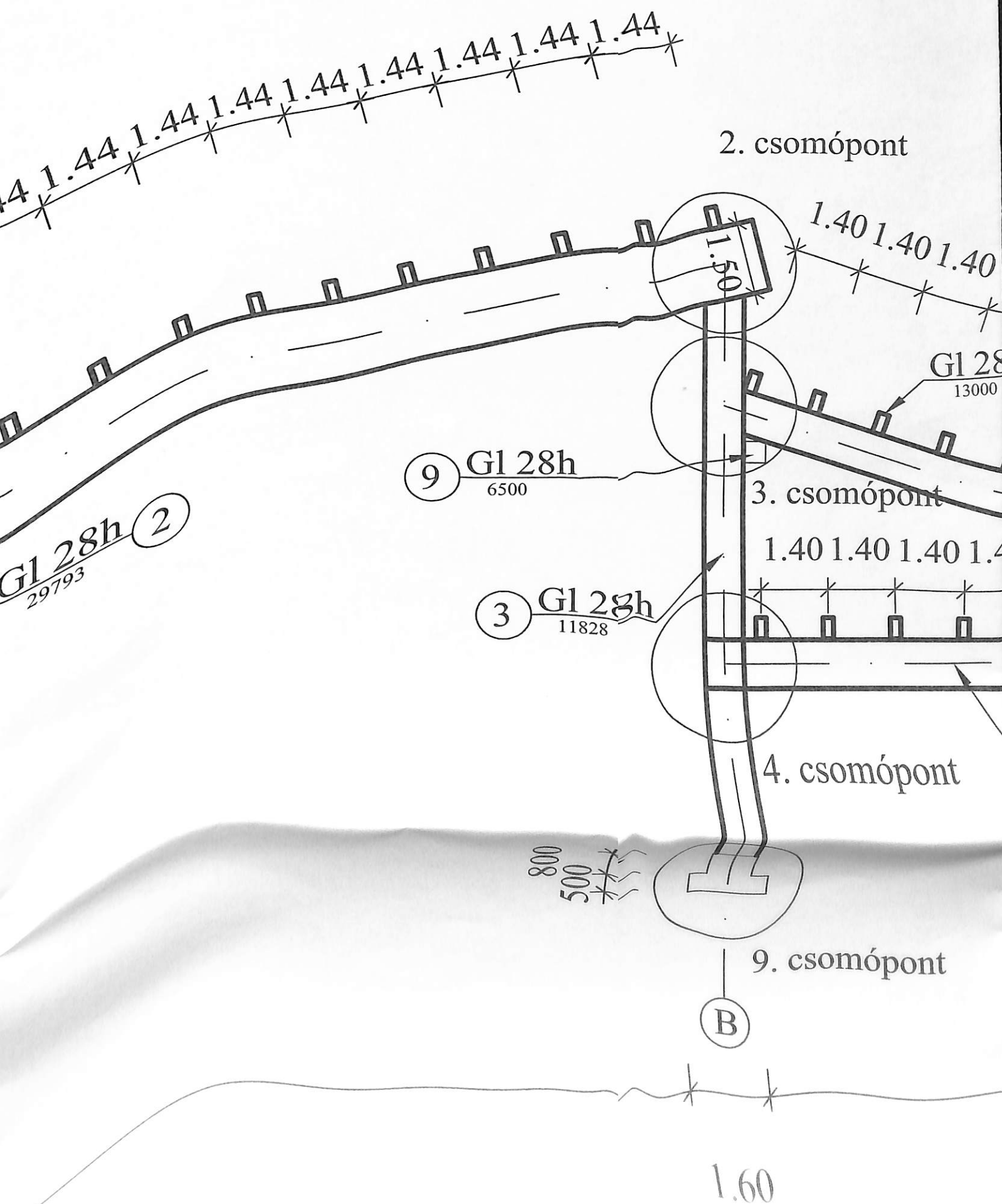


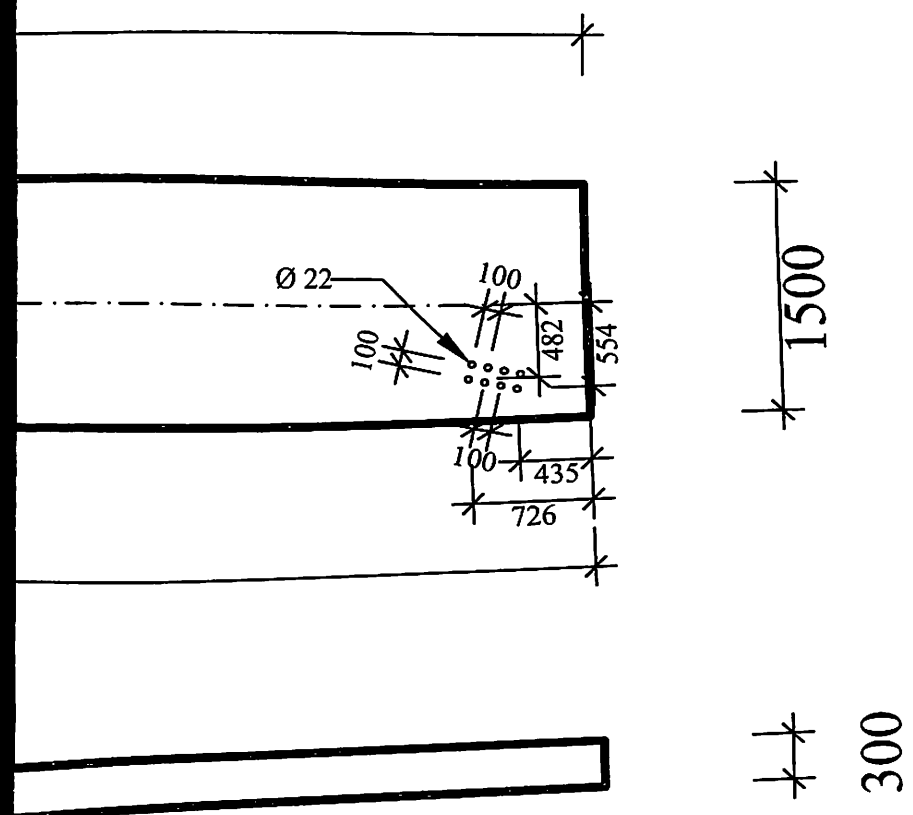
8. szarufa

13000

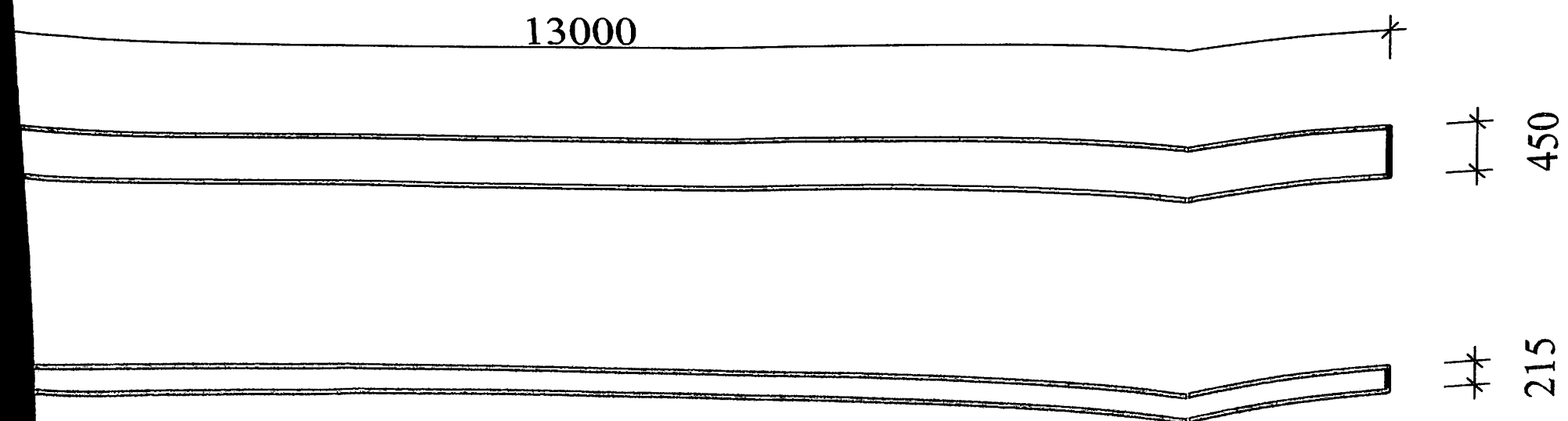


Lovarda keresztmetszet M=1:

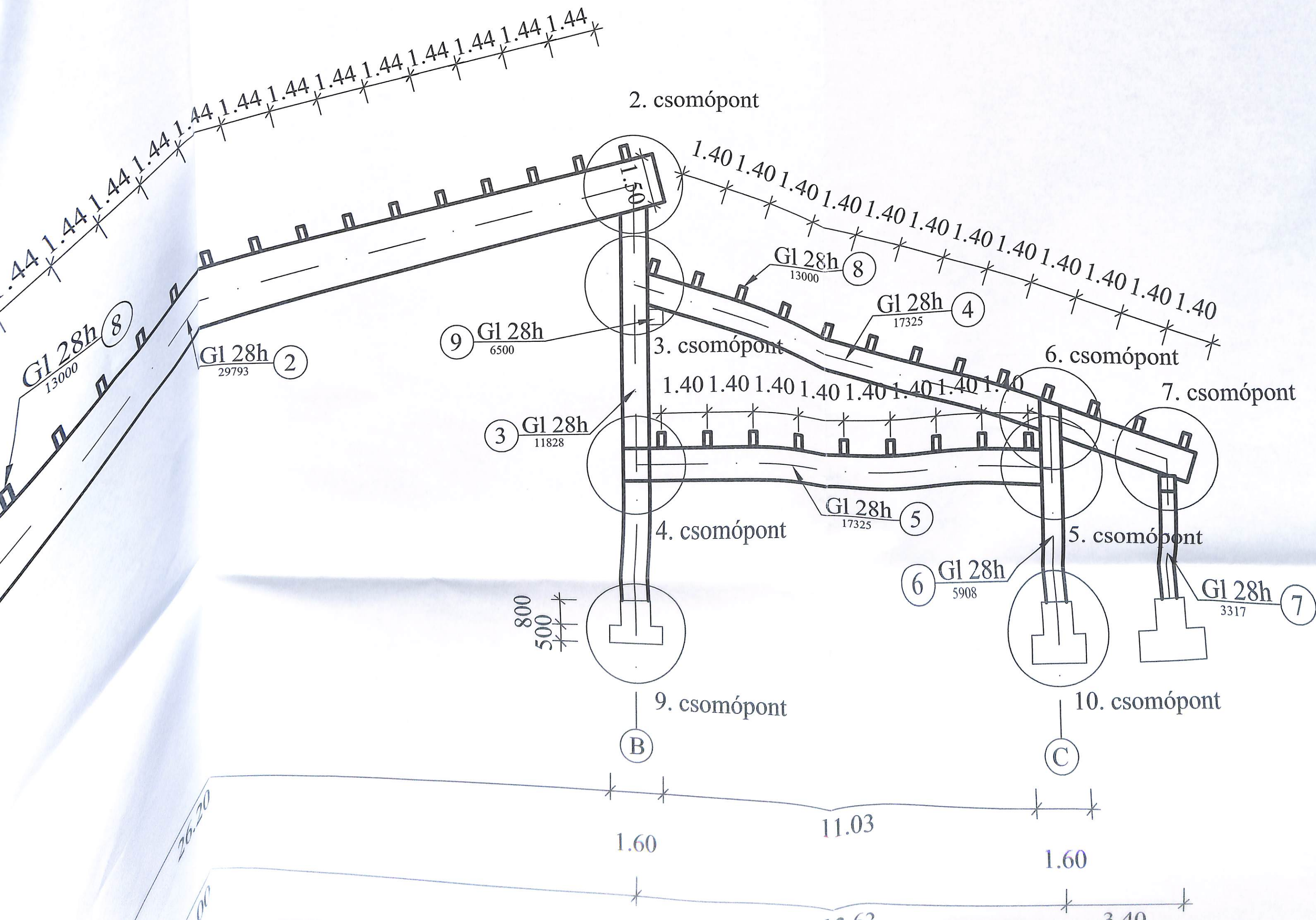


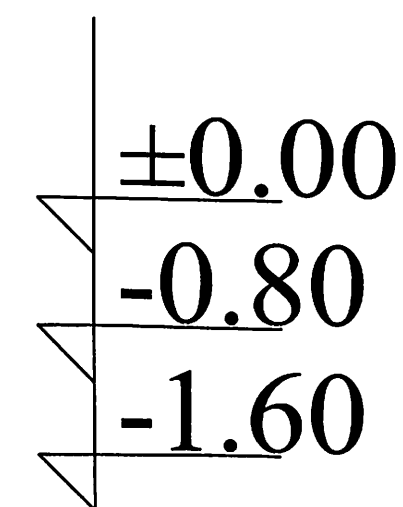
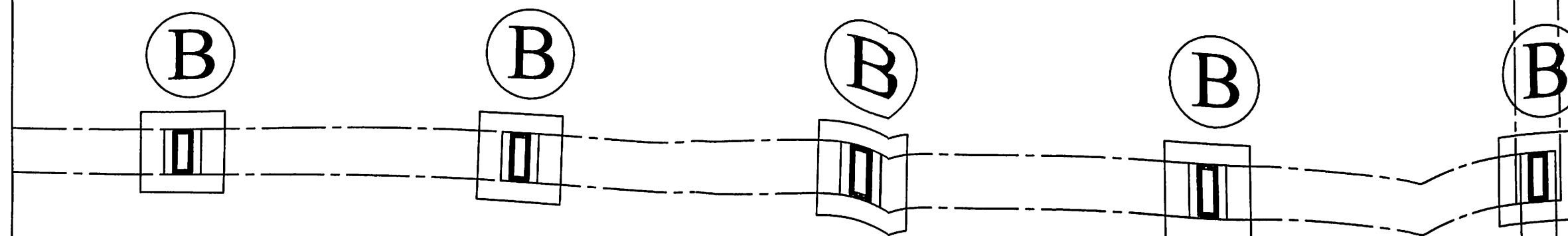
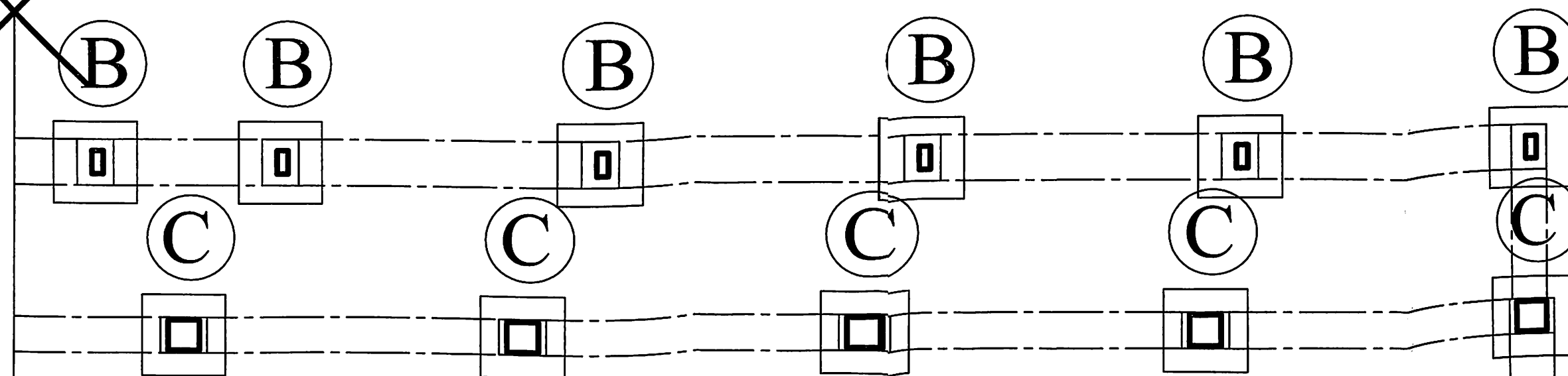
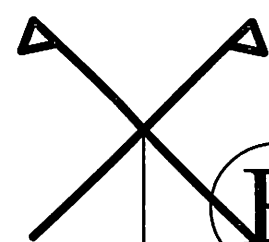


8. szarufa

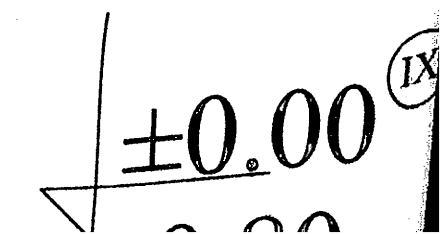


Lovarda keresztmetszet M=1:100

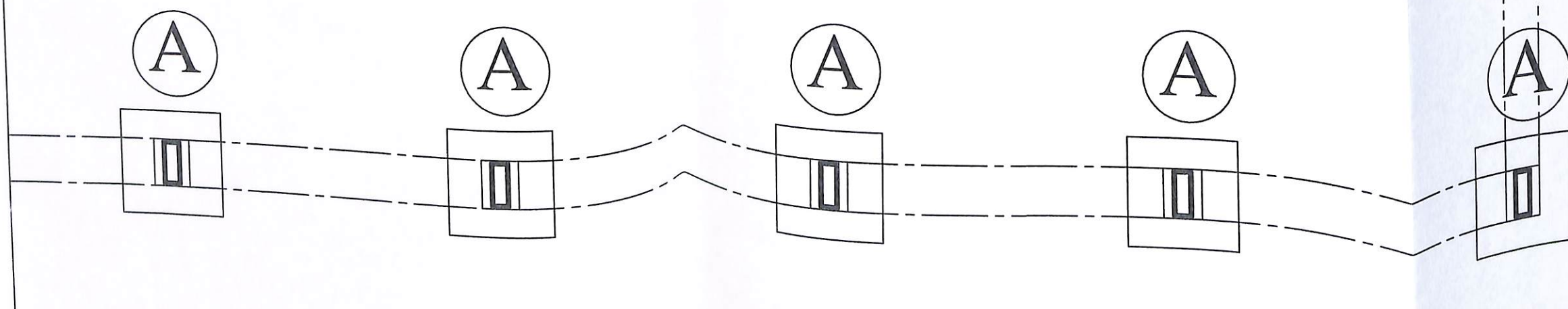




VIII

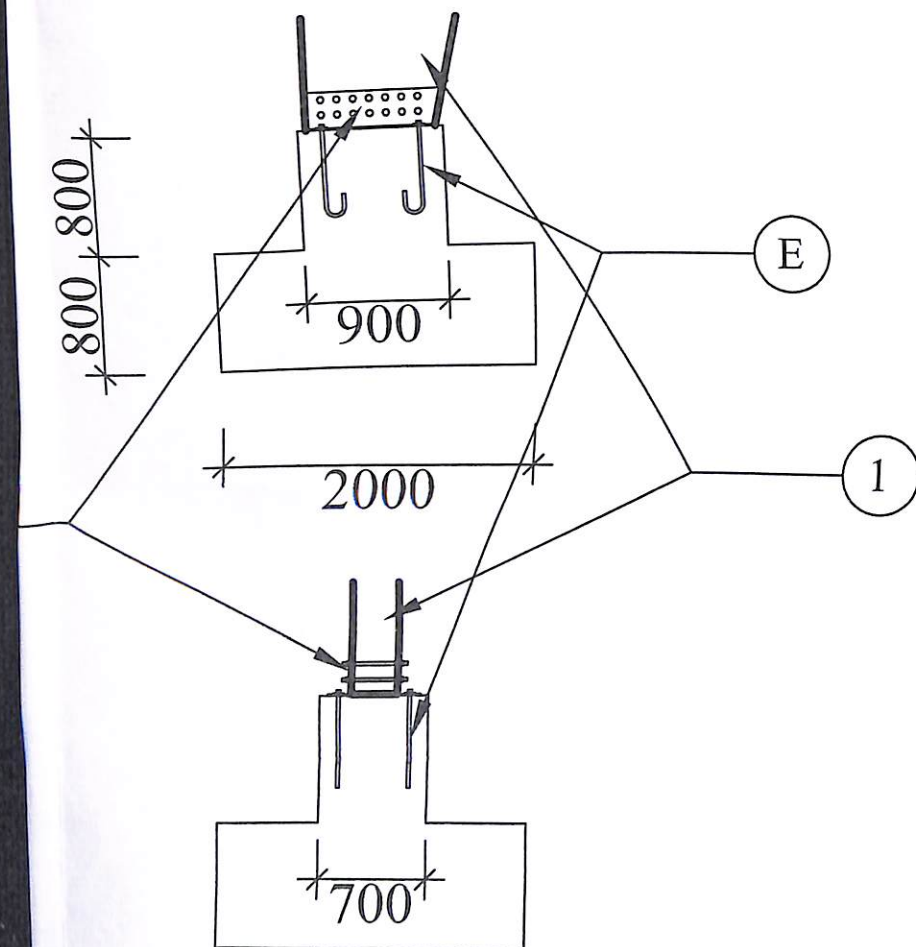


± 0.00 ^(IX)
 -0.80
 -1.30

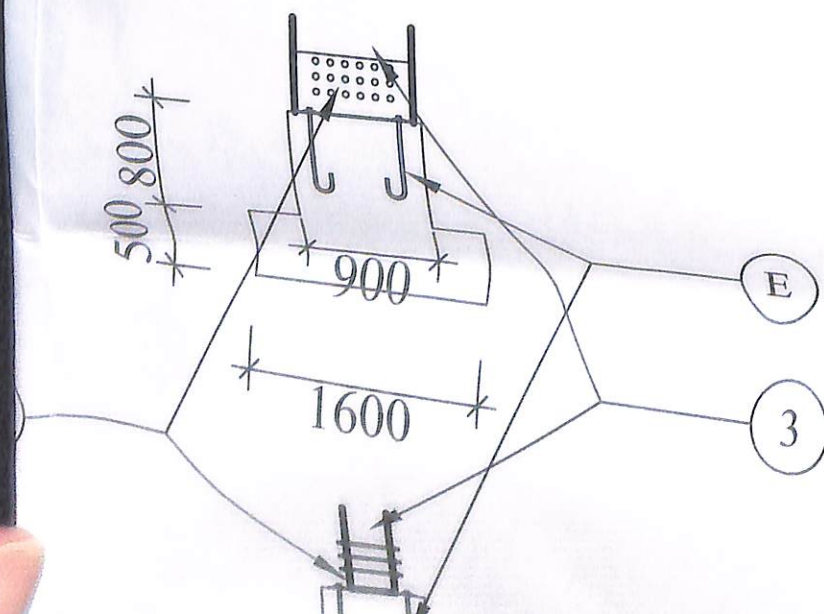


± 0.00 ^(X)
 -0.80
 -1.60

A alaptest



B alaptest



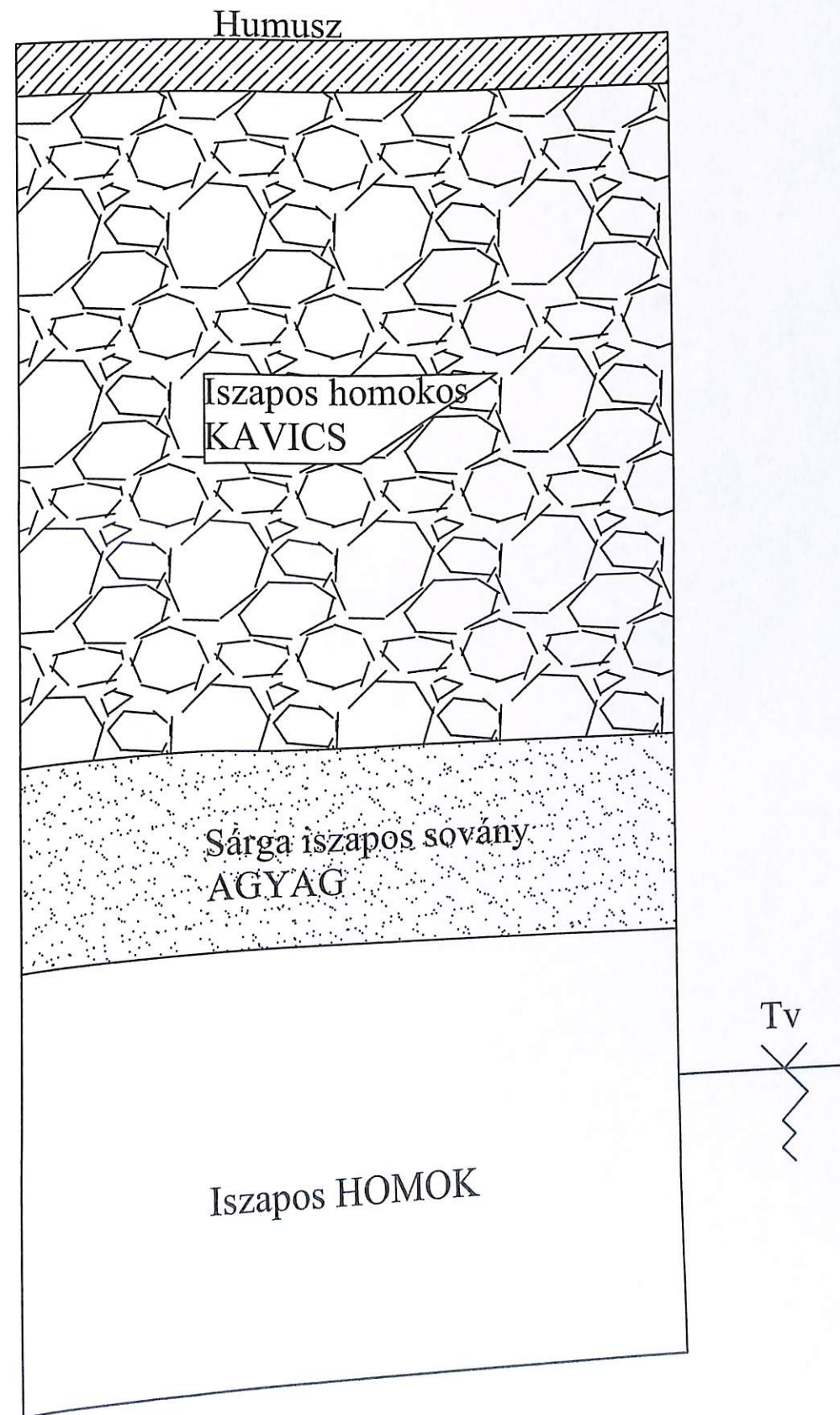
±0.00
-0.40

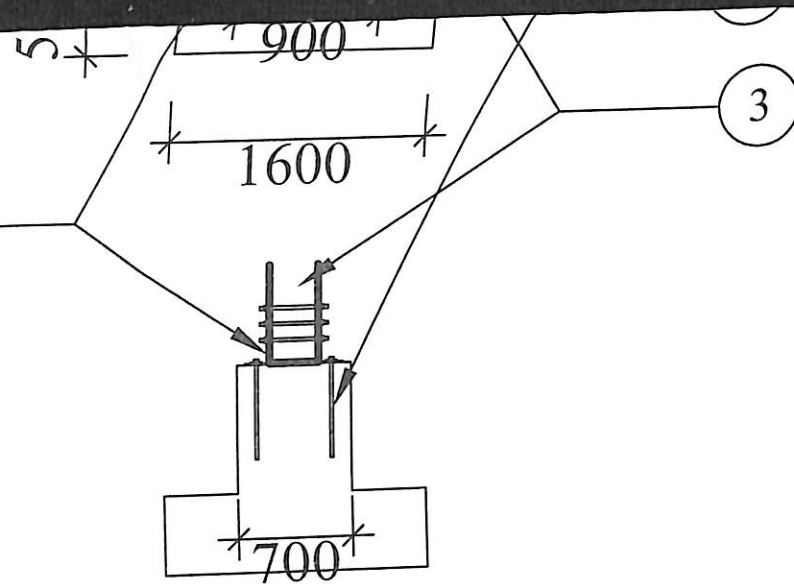
-5.40

-6.90

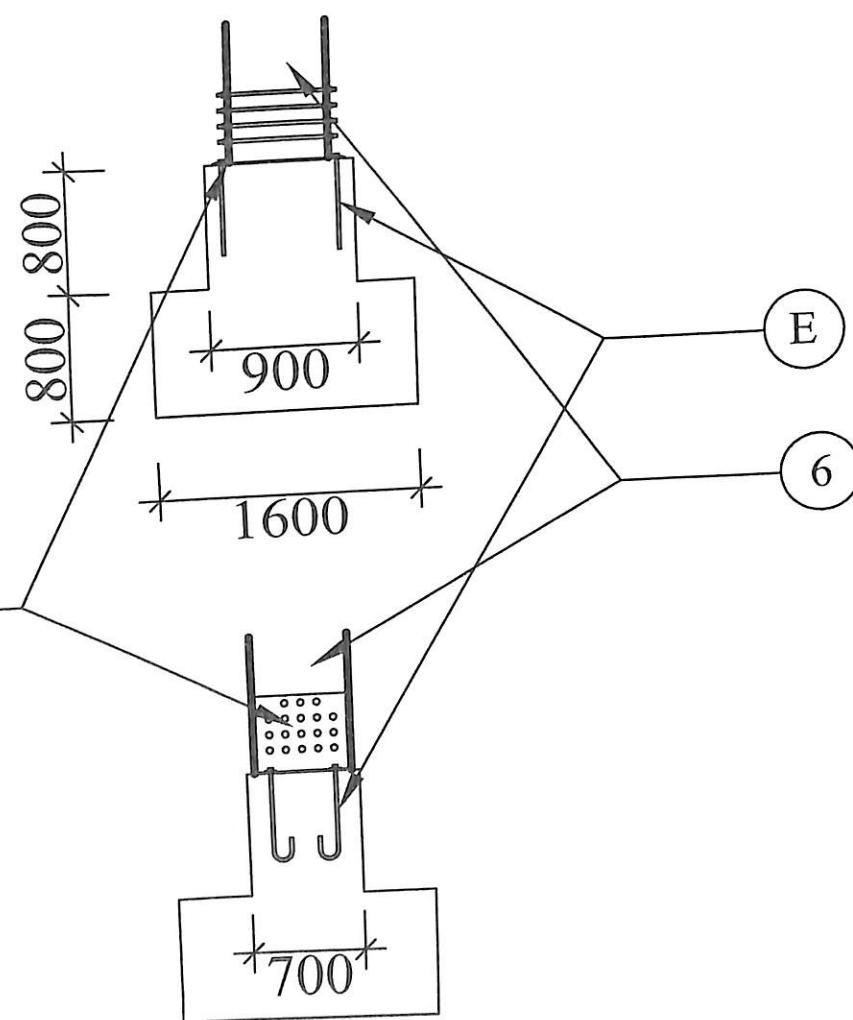
-8.00

-10.00





C alaptest



Megjegyzés:

- ± 0.00 szint megegyezik az alapozás felső síkjával
- Együtt kezelendő az A-1, A-2, A-3, A-5-ös tervekkel
- Anyag kimutatás külön csatolt lapon található

SzIE-YMÉK Mechanika és tartószek szakcs.		
Faszerkezetű lovarda tervezés		M=1:50 M=1:100
Alapozás	2016.06.03.	
Tervező Molnár Zsolt	Konzulens Horváth Katalin	A-4