Szent István Egyetem

Ybl Miklós Építéstudományi Kar

SZAKDOLGOZAT

Németh Balázs

SZENT ISTVÁN
EGYETEM

Dr.Dombay Gábor PhD.
intézetigazgató, főiskolai tanár

YBL

YBL MIKLÓS ÉPÍTÉSTUDOMÁNYI KAR, BUDAPEST
Építőmérnöki Intézet
Cím: 1146 Budapest, Thököly út 74.
Tel.:+36-1-252-1270
e-mail: epitomernoki.intezet@ybl.szie.hu

SZAKDOLGOZAT KIÍRÁS
2015

Németh Balázs

Nappali Építőmérnök szakos
hallgató részére

A feladat címe: Kéthajós csarnok tervezése

Belső konzulens: Horváth Katalin mérnöktanár

Külső konzulens: -

A szakdolgozat beadási határideje: 2015. június 05., péntek $12^{\underline{00}}$

Budapest, 2015. május 28.

Dr. Dombay Gábor
intézetigazgató

SZENT ISTVÁN
EGYETEM

Dr.Dombay Gábor PhD.
intézetigazgató, főiskolai tanár

YBL

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

Németh Balázs

Nappali Építőmérnök
hallgató részére

Kéthajós csarnok tervezése

című szakdolgozatához

Feladat leírása

Megtervezendő egy kéthajós, hőszigetelt csarnok.
Vizsgálandó a főhajó tetőszerkezet megoldásának lehetőségei, acélszerkezet és faszerkezet alkalmazása esetén.

Geometriai kialakítás, terhek

A csarnok hét keretállásból áll, a keretállások távolsága 6,00 m (**1 – 7** tengelyek).
A csarnok főhajó oszlopok tengelytávolsága 14,00 m (**A** és **B** tengelyek), a mellékhajó oszlopok tengelytávolsága 11,00 m (**B – C** tengelyek).
A csarnok főhajó minimális belmagassága ~8,00 m.
A csarnok főhajó váll tengely magassága ~9,50 m, a gerincmagasság ~10,50 m, a tető szerkezete rácsos kialakítású lejtése ~12%.
A mellékhajók váll tengely magassága ~5,90 m, a tető lejtése ~12%.

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

Budapest, 2015. május 28.

Horváth Katalin.
Horváth Katalin
belső konzulens

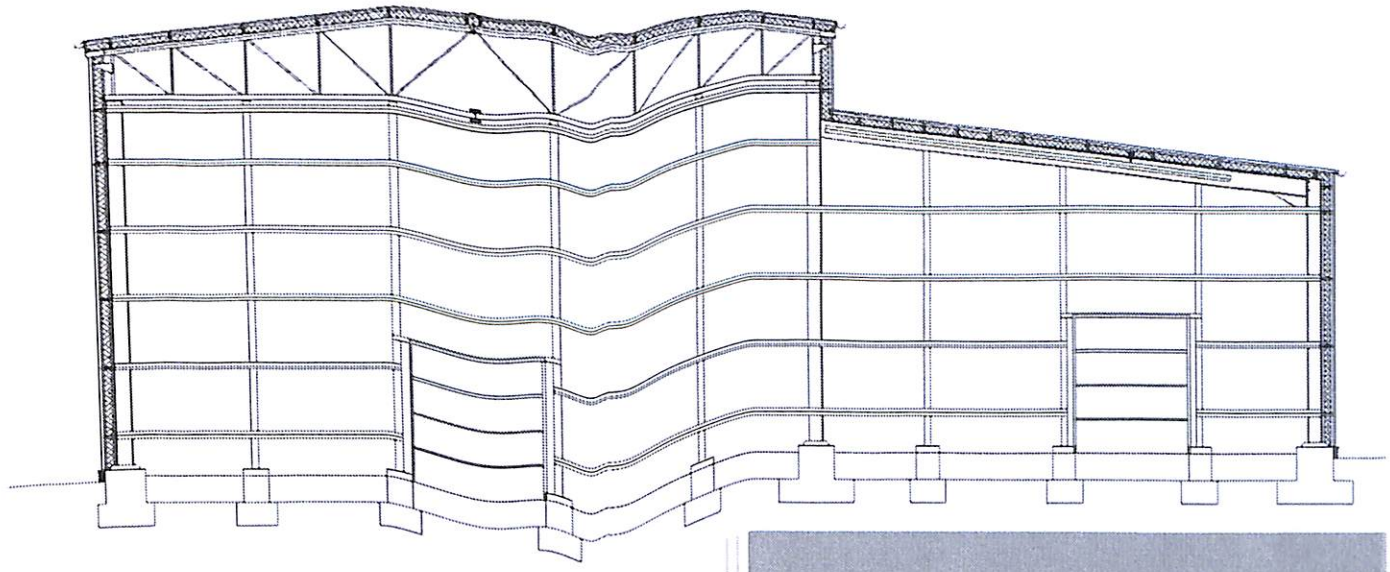
2015

SZAKDOLGOZAT

SZENT ISTVÁN EGYETEM

YBL

YBL MIKLÓS ÉPÍTÉSTUDOMÁNYI KAR, BUDAPES



Németh Balázs

Németh Balázs

Tartalomjegyzék

Műszaki leírás:

I. Tervezési feladat ismertetése ..... 6.
II. Alapadatok: ..... 6.
II.1. Geometriai adatok ..... 6.
II.2. Anyagminőségek ..... 6.
II.3. Talajadatok, talajvíz adatok ..... 6.
II.4. Felhasznált szabványok, irodalom, programok ..... 7.
III. Acél rácsos tartó, gerendák, oszlopok ..... 7.
III.1. Statikai váz, kialakítás ..... 7.
III.2. Szelvények, csavarozott, hegesztett kapcsolatok ..... 7.
III.3. Lindab elemek, kialakítása ..... 8.
III.4. Csarnok merevítése ..... 8.
III.5. Lehorgonyzás, alapozás ..... 8.
III.6. Felület védelem ..... 8.
IV. Lindab profilos rácsos tartó ..... 9.
IV.1. Geometriai adatok ..... 9.
IV.2. Anyagminőség ..... 9.
IV.3. Szelvények ..... 9.
V. Szeglemezes rácsos tartó ..... 9.
V.1. Geometriai adatok ..... 9.
V.2. Anyagminőség ..... 9.
V.3. Rúd keresztmetszetek ..... 9.

Acél rácsos tartó statikai számítása

I. Kiindulási adatok ..... 10.
I.1. Geometria, helyszínadatok ..... 10.
I.2. Anyagminőség ..... 10.
I.3. Felhasznált szabvány, szoftver ..... 10.
II. Terhek meghatározása ..... 10.
II.1. Állandó terhek ..... 10.
II.2. Állandó jellegű hasznos teher (gépészet) ..... 11.
II.3. Esetleges terhek ..... 11.
II.3.1. Hasznos teher ..... 11.
II.3.2. Hóteher ..... 11.
II.3.3. Szélteher ..... 12.
III. Trapézlemez méretezése ..... 12.
III.1. Statikai váz ..... 12.
III.2. Terhek ..... 12.
III.2.1. Állandó terhek ..... 13.
III.2.2. Hóteher ..... 13.
III.2.3. Szélteher ..... 2. oldal

III.3. Teherkombinációk trapézlemezre ..... 14.
III.4. Dimroof segítségével történő méretezés ..... 15.
IV. Z szelemen méretezése ..... 16.
IV.1. Statikai váz ..... 16.
IV.2. Terhek ..... 16.
IV.2.1. Állandó terhek ..... 16.
IV.2.2. Hóteher ..... 16.
IV.2.3. Szélteher ..... 16.
IV.3. Teherkombinációk Z szelemenre ..... 20.
IV.4. Dimroof segítségével történő méretezés ..... 24.
V. Rácsos tartó méretezése ..... 25.
V.1. Statikai váz ..... 25.
V.2. Terhek ..... 25.
V.2.1. Állandó terhek ..... 25.
V.2.1.1. Rácsos tartó önsúlya ..... 25.
V.2.1.2. Burkolat önsúlya ..... 25.
V.2.1.3. Állandó jellegű hasznos teher ..... 25.
V.2.2. Esetleges terhek ..... 26.
V.2.2.1. Hóteher ..... 26.
V.2.2.2. Szélteher ..... 26.
V.3. Teherkombinációk rácsos tartóra ..... 36.
V.4. Csomópontok, rácsrudak méretezése ..... 37.
V.4.1. Nyomott rudak ..... 37.
V.4.1.1. Övrúd ..... 37.
V.4.1.2. Rácsrúd ..... 38.
V.4.2. Húzott rudak ..... 41.
V.4.2.1. Övrúd ..... 41.
V.4.2.2. Rácsrúd ..... 41.
V.4.3. Csomópontok ..... 42.
V.4.4. Helyszíni illesztések ..... 73.
V.4.4.1. Húzott öv helyszíni illesztése ..... 73.
V.5. Lehajlás ellenőrzése ..... 74.

Mellékhajó és egyéb szerkezetek statikai számítása

I. Kiindulási adatok ..... 76.
I.1. Geometria, helyszínadatok ..... 76.
I.2. Felhasznált szabvány, szoftver ..... 76.
II. Terhek meghatározása ..... 76.
II.1. Állandó terhek ..... 76.
II.2. Állandó jellegű hasznos terhek (gépészet) ..... 77.
II.3. Esetleges terhek ..... 77.
II.3.1. Hasznos teher ..... 77.

II.3.2. Hóteher ... 77.
II.3.3. Szélteher ... 77.
III. Trapézlemez méretezése ... 79.
III.1. Statikai váz ... 79.
III.2. Terhek ... 79.
III.2.1. Állandó teher ... 79.
III.2.2. Hóteher ... 79.
III.2.3. Szélteher ... 79.
III.3. Teherkombinációk trapézlemezre ... 80.
III.4. Dimroof segítségével történő méretezés ... 82.
IV. Z szelemen méretezése ... 83.
IV.1. Statikai váz ... 83.
IV.2. Terhek ... 83.
IV.2.1. Állandó terhek ... 83.
IV.2.2. Hóteher ... 83.
IV.2.3. Szélteher ... 84.
IV.3. Teherkombinációk Z szelemenre ... 87.
IV.4. Dimroof segítségével történő méretezés ... 91.
V. Keret méretezése ... 92.
V.1. Statikai váz ... 92.
V.2. Terhek ... 92.
V.2.1. Állandó terhek ... 92.
V.2.1.1. Önsúly ... 92.
V.2.1.2. Burkolat ... 92.
V.2.1.3. Állandó jellegű hasznos teher ... 92.
V.2.2. Hóteher ... 92.
V.2.3. Szélteher ... 93.
V.3. Teherkombinációk a teljes keretállásra ... 97.
V.4. Gerendák és oszlopok méretezése ... 100.
V.4.1. Első-másodrendű számítás ... 100.
V.4.2. Geometriai imperfekció ... 100.
V.4.2.1. Helyettesítő erő ... 100.
V.4.2.2. Imperfekcióból származó igénybevételek ... 101.
V.4.3. Keresztmetszetek méretezése ... 101.
V.4.3.1. Keresztmetszeti adatok ... 101.
V.4.3.2. Tiszta igénybevételek ... 101.
V.4.3.3. Interakciók ... 102.
V.4.3.4. Lehajlás, kihajlás ellenőrzése ... 102.
V.4.3.5. Stabilitásvizsgálat ... 102.
VI. Falvázoszlop méretezése ... 106.
VI.1. Statikai váz ... 106.
VI.2. Anyagminőség ... 106.
VI.3. Keresztmetszet ... 106.

Műszaki leírás

I. Tervezési feladat ismertetése:

Tervezendő két hajós csarnok, melynek főhajó felett rácsos tartó, míg a mellékhajó felett melegen hengerelt I szelvényű gerenda tartja a tető elemeit. Az oszlopok szintén melegen hengerelt I szelvényű rudak. Továbbá méretezendők az alapok közelítő módszerrel. Ezen felül a rácsos tartó több féle anyagból történő számítása illetve ezek gazdaságossági szempontból történő összehasonlítása.

II. Alapadatok:

II.1. Geometriai adatok:

Keretállások száma:		7 db
Keretállások távolsága:		6 m
Főhajó:	fesztávolsága:	14 m
	oszlop magassága:	8,35 m
	rácsos tartó első rúdjának hossza:	1 m
	tető hajlásszöge:	7°
Mellékhajó:	fesztávolsága:	11 m
	vállmagasság:	5,90 m
	tető hajlásszöge:	7°

A csarnok hőszigetelt, alapterülete 36mx25m=900 m². A csarnokon 2db 3,00mx2,75m-es ajtó van a fő- illetve mellékhajón, míg a főhajó oldalán 12db 1,20mx1,20m-es ablak, a mellékhajó oldalán 10db 1,20mx1,20m-es ablak kerül elhelyezésre. Összesen 4db ajtó és 22 db ablak készül. A fő- és mellékhajó nincs elválasztva szerelt fallal egy légtért képeznek.

II.2. Anyagminőségek:

acél elemek anyag minősége:	S 235
csavar minőségek:	4.6, 5.6, 8.8
beton minőség:	C 25/30
beton acél minőség:	B 500B

II.3. Talajadatok, talajvíz adatok:

A talajmechanikai szakvélemény alapján a talajrétegződés:

Megnevezés	ρ_d [t/m³]	ρ_n [t/m³]	ψ [°]	c [kPa]	E[MN/m²]	Réteghatárok
Humusz	-	-	-	-	-	0,00m-0,40m
Iszapos homokos kavics	1,80	2,10	34	0	55	0,40m-5,40m
Sovány agyag	1,75	1,98	15	95	9	5,40m-6,90m
Homok	1,80	2,00	25	0	25	6,90m-10,00m

A helyszínen a fúráskor megütött talajvíz szintje: 8,00 m.

II.4. Felhasznált szabványok, irodalom, programok:

Szabványok:

- MSZ EN 1990 Eurocode 0 – A tartószerkezeti tervezés alapjai
- MSZ EN 1991 Eurocode 1 – Terhek és hatások
- MSZ EN 1992 Eurocode 2 – Betonszerkezetek tervezése
- MSZ EN 1993 Eurocode 3 – Acélszerkezetek tervezése

Szakirodalom:

- Acélszerkezetek Tervezés Eurocode alapján 1. általános eljárások
- Acélszerkezetek Tervezés Eurocode alapján 2. speciális eljárások
- Vasbeton szerkezetek Tervezés Eurocode alapján

Programok:

- Axis VM 12
- AutoCAD 2012
- Dimroof (Lindab programja)
- Dimtruss (Lindab programja)
- RoofCon (MiTek programja)
- TrussCon (MiTek programja)

III. Acél rácsos tartó, gerendák, oszlopok:

III.1. Statikai váz, kialakítás:

Az oszlopok alul befogottak felül a rácsos tartóhoz csuklósan, míg a szélső oszlop a gerendához sarok mereven a közbenső oszlop a gerendához szintén csuklósan kapcsolódik.
A statikai váz ábrája a statikai számításban megtalálható.

III.2. Szelvények, csavarozott, hegesztett kápcsolatok:

Szelvények:

- Gerenda: IPE 400
- Oszlop: HEA 320
- Falvázoszlop: HEB 140
- Rácsos tartó:
  - 120x60x6,3 zártszelvény
  - 120x60x8,0 zártszelvény
  - 42,2x6,3 csőszelvény
  - 38x5,0 csőszelvény
  - 28x5,0 csőszelvény
- Szélrács: ϕ8 köracél
- Szelemen tartó bak: U 100

A csavaros kapcsolatok kialakítása a terveken látható. A csatlakozó elemeket össze kell fúrni.
Az acélszerkezetek hegesztési munkáit minősítette hegesztő végezheti. A hegesztett varratokat penetrációs eljárással és szemrevételezéssel ellenőrizni kell.

III.3. Lindab elemek, kialakítása:

Méretezésük a Lindab DiMroof nevű szoftverének segítségével történt.

Felhasznált elemek:

- szelemen: Z200/2.0
- burkolat: LTP 45/0.5 trapézlemez

A Lindab elemek rögzítését a gyártó által előírt technológiai utasításoknak megfelelően kell elvégezni.

A Lindab elemek kialakítását a AC-04 számú terv tartalmazza.

III.4. Csarnok merevítése:

A merevítési rendszer a csarnok legszélső mezőiben illetve a szélrács a tető, a hosszkötés a fal síkjába kerül kialakításra.

A merevítési rendszer kialakítását a AC-05 számú terv tartalmazza.

A szélrács szelvényei:

- húzott rudak: ϕ 18 köracél
- nyomott rudak: L 90x90x8.0

A hosszkötés szelvényei:

- húzott rudak: ϕ 14 köracél
- nyomott rudak: L 80x80x7.0

A keretállások rögzítése a merevítő rendszerhez a helyszínen csavarozott kapcsolatokkal történik a keretállásokra hegesztett csomólemezek segítségével, amiket az előregyártás során keretállás elemeihez hegesztenek.

III.5. Lehorgonyzás, alapozás:

Lehorgonyzó csavarok:

Csavar minőség: **5.6**

Az csavaranya és az alátét a csavarminőségnek megfelelőek.

Alapok:

Alkalmazandó beton minőség: **C20/25**

Az alapozás pontalapokkal lesznek kialakítva melyeknek közelítő méretezése a statikai számításban megtalálhatók és közéjük talpgerenda került betervezésre a süllyedés és a süllyedés különbségek elkerülése érdekében.

III.6. Felület védelem:

Felület előkészítés: Sa 2,5

Rétegfelépítés:

1. réteg 75 µm szürke Gehopon Ex-Zink
2. réteg 75 µm vörösbarna Gehopon EXE1-820+EX34
3. réteg 50 µm Wierengen ACU M8+DX4

Acélszerkezetek színe: Briliáns kék RAL 5007

Acélszerkezetek tűzvédelme: **60 perces** tűzállóság biztosítása PROTHERM STEEL tűzvédő bevonattal (vagy egyenértékű bevonattal)

IV. Lindab profilos rácsos tartó:

Számítását a Lindab által kiadott DIMtruss szoftverrel végeztem.

IV.1. Geometriai adatok:

Geometriája azonos az acél rácsos tartóval illetve statikai váza közel azonos, amennyire a technológiája engedi. A pontos geometriát a LI-01 számú terv mutatja. A egyéb szerkezetek (oszlopok, gerendák) nem változnak.

IV.2. Anyagminőség:

A szelvények anyagminőségét a gyártó garantálja. A szerkezet csavarozott kapcsolataihoz **M12 5.6** csavarokat kell használni.

IV.3. Szelvények:

Felhasznált szelvények:

- C 250/3.00
- C 200/2.50
- C 120/2.50
- C 120/2.00

V. Szeglemezes rácsos tartó:

Számítását a MiTek által kiadott TrussCon, RoofCon szoftverekkel végeztem.

V.1. Geometriai adatok:

Geometriája azonos az acél rácsos tartóval illetve statikai váza közel azonos, amennyire a technológiája engedi. A pontos geometriát a FA-01 számú terv mutatja. A egyéb szerkezetek (oszlopok, gerendák) nem változnak.

V.2. Anyagminőség:

A felhasznált rácsrudak és övrudak anyag minősége: **C 24** puhafa. A kapcsolatokat a MiTek szeglemezeivel kell préseléssel elvégezni.

V.3. Rúd keresztmetszetek:

Felhasznált keresztmetszetek:

- 60x200 mm
- 60x150 mm
- 60x100 mm

Acél rácsos tartó statikai számítása

I. Kiindulási adatok

I.1. Geometria, helyszínadatok

A geometria a vázlat rajzon látható.

Helyszínadatok:

* terepviszony: szeles
* terep kategória: II.

I.2. Anyagminőség

S235

I.3. Felhasznált szabvány, szoftver:

* EC0
* EC3
* AXISVM
* DIMroof

II. Terhek meghatározása

γ_G= 1,35

II.1. Állandó terhek

Tartószerkezet önsúlya:				
Szelemen:	Z200/2.0	G_z=	0,0579	kN/m
Rácsostartó:	CHS	G_{RT}=	6,33	kN

Rétegrend:		
- LTP 45/0,7 trapéz lemez	g_{TL}^k=	0,068 kN/m^2
- (Z 200/2,5 'Z' szelemen)	g_{HSZ}^k=	0,18 kN/m^2
- 15 cm hőszigetelés	g_{SZ}^k=	0,014 kN/m^2
- Technológiai fólia	g_{TL}^k=	0,068 kN/m^2
- LTP 45/0,7 trapéz lemez	g_{rr}=	0,33 kN/m^2

$\gamma_{gép}$= 1,35

II.2. Állandó jellegű hasznos teher (gépészet)

$g_{gép}^k$= 0,45 kN/m^2

II.3. Esetleges terhek

II.3.1. Hasznos teher

Egyidejűségi tényezője Ψ_0=0, tehát nem kell figyelembe venni.

II.3.2. Hóteher

$\Psi_{0,s}$= 0,5
γ_s= 1,5

S_k= 1,25 kN/m^2
$S=\mu_i*C_e*C_t*S_k$= 0,8 kN/m^2

μ_i= 0,80
C_e= 0,80
C_t= 1,00

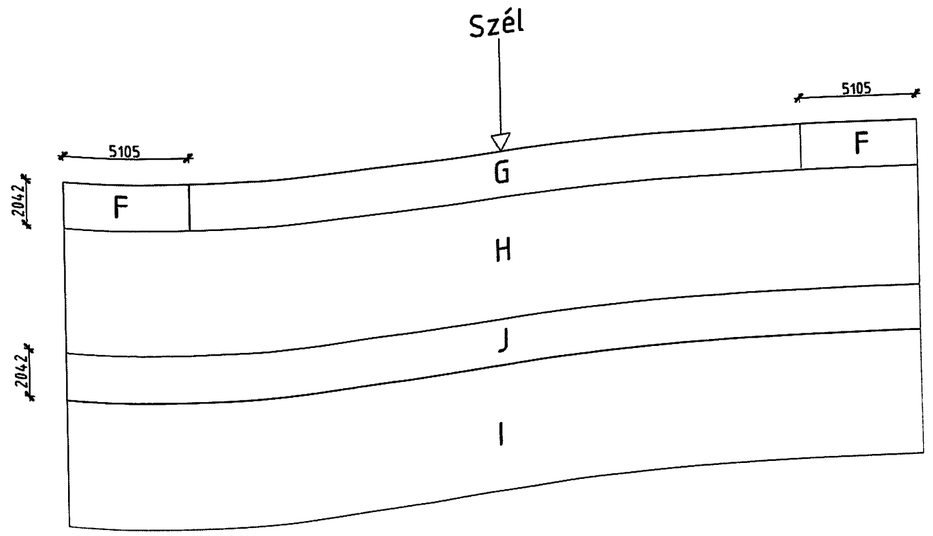
II.3.3. Szélteher

γ_w= 1,50 Ψ_0= 0,60

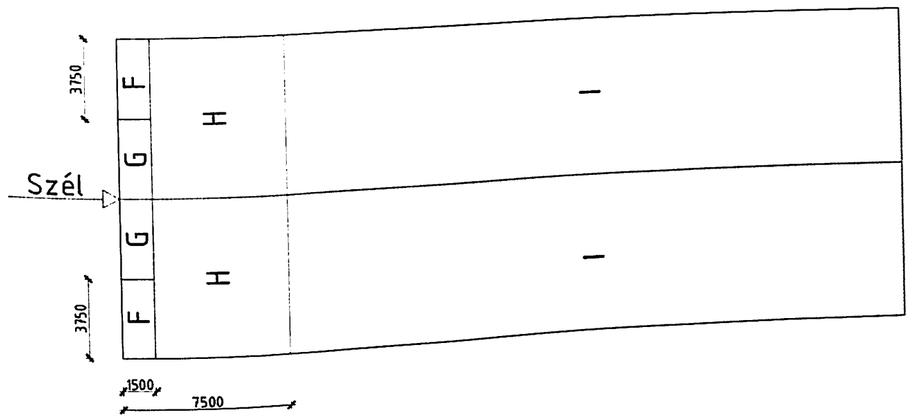
torlónyomás csúcsértéke:
q_p= 0,5993 kN/m^2 (Z=h= 10,21 m)

keresztirányú szél: (b_1= 37,00 m)
hosszirányú szél: (b_2= 15,00 m)
keresztirányú szél: e_1= 20,42 m
hosszirányú szél: e_2= 15,00 m

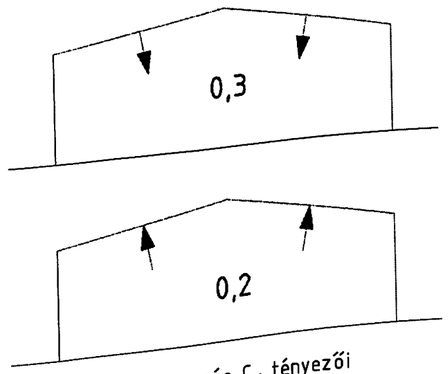
Külső nyomás:
keresztirányú szél:



hosszirányú szél:



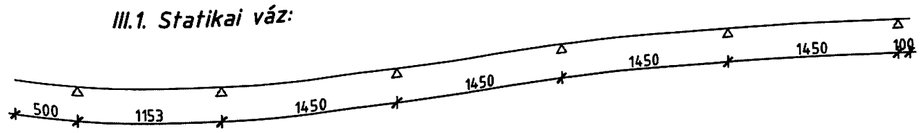
Belső nyomás:



Belső nyomás C_{pi} tényezői

III. Trapézlemez méretezése:

III.1. Statikai váz:



III.2. Terhek: γ_G= 1,35 t= 1,00 m

III.2.1. Állandó terhek: (önsúly)

$p_{g,TL}{}^{k} = t * g_{TL}{}^{k}$ = 0,068 kN/m

A tető hajlásszöge 10°-nál kisebb, ezért a terhek redukálását a biztonság javára elhanyagolom.

III.2.2. Hóteher: γ_s= 1,50 ψ_0= 0,50
rendkívüli hóteher esetén: $\gamma_{s,rk}$= 2,00 t= 1,00 m

$p_s^k = t*S$= 0,80 kN/m

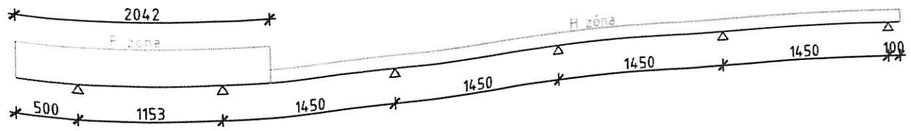
III.2.3. Szélteher: γ_w= 1,50 ψ_0= 0,60
t= 1,00 m

Belső nyomás:
A külső trapézlemezre a belső nyomás nem hat.

Külső nyomás:
Keresztirányú szél:
F zóna:
szívás: $C_{pe,sz}^F$= 1,54 $p_{w,sz}^{k,F} = t*q_p*C_{pe}$= 0,923 kN/m
nyomás: $C_{pe,ny}^F$= 0,04 $p_{w,ny}^{k,F} = t*q_p*C_{pe}$= 0,024 kN/m

H zóna:
szívás: $C_{pe,sz}^H$= 0,54 $p_{w,sz}^{k,H} = t*q_p*C_{pe}$= 0,324 kN/m
nyomás: $C_{pe,ny}^H$= 0,04 $p_{w,ny}^{k,H} = t*q_p*C_{pe}$= 0,024 kN/m

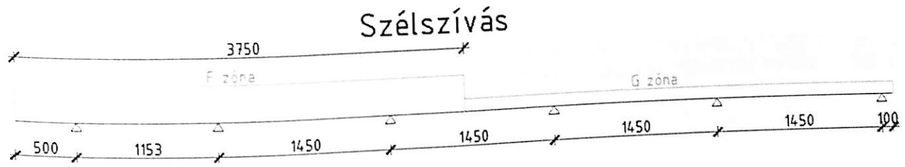
Szélszívás



Szélnyomás

Hosszirányú szél:
F zóna:
szívás: $C_{pe,sz}^F$= 1,84 $p_{w,sz}^{k,F} = t*q_p*C_{pe}$= 1,103 kN/m

G zóna:
szívás: $C_{pe,sz}^G$= 1,64 $p_{w,sz}^{k,G} = t*q_p*C_{pe}$= 0,983 kN/m



III.3. Teherkombinációk trapézlemezre:

önsúly+hó+szélnyomás (külső keresztirányú):

1. SLS

$p_{qp}=p_g^k+p_s^k+\Psi_0*p_w^k=$ 0,88 kN/m

2. ULS

$p_{Ed}=\gamma_g*p_g^k+\gamma_s*p_s^k+\gamma_w*\Psi_0*p_w^k=$ 1,31 kN/m

önsúly+szélszívás (külső keresztirányú):

3. SLS

$p_{qp}^F=p_g^k-p_w^{kF}=$ -0,85 kN/m
$p_{qp}^H=p_g^k-p_w^{kH}=$ -0,26 kN/m

4. ULS

$p_{Ed}^F=\gamma_g*p_g^k-\gamma_w*p_w^{kF}=$ -1,29 kN/m
$p_{Ed}^H=\gamma_g*p_g^k-\gamma_w*p_w^{kH}=$ -0,39 kN/m

önsúly+szélszívás (külső hosszirányú):

5. SLS

$p_{qp}^F=p_g^k-p_w^{kF}=$ -1,03 kN/m
$p_{qp}^G=p_g^k-p_w^{kG}=$ -0,91 kN/m

6. ULS

$p_{Ed}^F=\gamma_g*p_g^k-\gamma_w*p_w^{kF}=$ -1,56 kN/m
$p_{Ed}^G=\gamma_g*p_g^k-\gamma_w*p_w^{kG}=$ -1,38 kN/m

önsúly+rendkívüli hóteher:

7. SLS

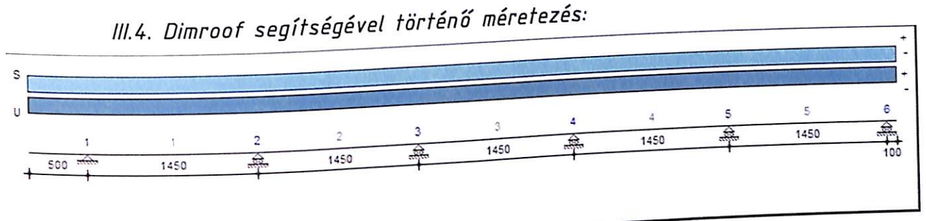
$p_{qp}=p_g^k+p_s=$ 0,87 kN/m

8. ULS

$p_{Ed}=\gamma_g*p_g^k+\gamma_{s,rk}*p_s=$ 1,69 kN/m

Mértékadó teherkombináció az önsúly+hosszirányú szélszívás kombinációja (5. tk.) használati határállapotra (SLS).
Mértékadó teherkombináció a rendkívüli hóteher kombinációja (8. tk.) teherbírási határállapotra (ULS).

III.4. Dimroof segítségével történő méretezés:



Alapbeállítások

Funkció: Tető
Ország: Magyarország
Szabvány: Eurocode
Szelvény: LTP 45 — Perforáció
Elhelyezés: Szokásos (keskeny)
Átfedés: 1 hullám
Statikai rendszer: Folytatólagos
Gyártó:

Terhek

No.	Típus	Kezdöp.	Végp.	Kezdöint.	Végint.	Széless.	ULS / SLS
1	U			-1,03			SLS
2	U			1,69			ULS

Támaszok

No.	Pozíció [mm]	Típus	Széless. [mm]	L1 [mm]	L2 [mm]
Alapértékek			66	150	150
1	0	C	66	500	-
2	1450	C	66	-	-
3	2900	C	66	-	-
4	4350	C	66	-	-
5	5800	C	66	-	100
6	7250	C	66	-	

Nyílások

No.	Méret [mm]	Vtg.1 [mm]	Vtg.2 [mm]
	1500	0,5	-
1	1450	0,5	-
2	1450	0,5	-
3	1450	0,5	-
4	1450	0,5	-
5	1450	0,5	-

Csuklók

Pozíció [mm]: 10%

Lehajlás-számítás paraméterei

Határ Nyílás L / 200 — Határ Konzol L / 200 — Lehaj. típus: Maximális

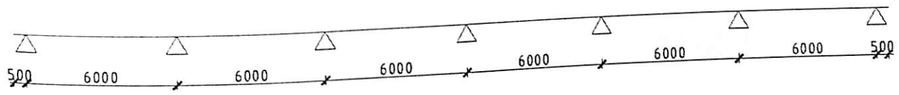
Eredmények

ULS 43% SLS 44%

Alkalmazott tarpézlemez: *LTP 45/0,5*

IV. Z szelemen méretezése

IV.1. Statikai váz:



IV.2. Terhek:

IV.2.1. Állandó terhek

γ_G= 1,35

Különböző terhelő sávok széleségei:

1.eset: t_1= 1,080 m
2.eset: t_2= 1,302 m
3.eset: t_3= 1,450 m

1. eset

$p_{g,z,1}^{k} = t_1 * g_{rr} + g_z$ = 0,414 kN/m

2. eset

$p_{g,z,2}^{k} = t_2 * g_{rr} + g_z$ = 0,488 kN/m

3. eset

$p_{g,z,3}^{k} = t_3 * g_{rr} + g_z$ = 0,536 kN/m

IV.2.2. Hóteher:

rendkívüli hóteher esetén:

γ_s= 1,50
$\gamma_{s,rk}$= 1,75

Ψ_0= 0,50
t_1= 1,080 m
t_2= 1,302 m
t_3= 1,450 m

1. eset

$p_{s,z,1}^{k} = t_1 * p_s^{k}$ = 0,864 kN/m

2. eset

$p_{s,z,2}^{k} = t_2 * p_s^{k}$ = 1,042 kN/m

3. eset

$p_{s,z,3}^{k} = t_3 * p_s^{k}$ = 1,160 kN/m

IV.2.3. Szélteher:

γ_w= 1,50

Ψ_0= 0,60
t_1= 1,080 m
t_2= 1,302 m
t_3= 1,450 m

Belső nyomás:

1. eset

$C_{pi,sz}$= 0,3

$p_{wi,sz,1}^{k} = t_1 * q_p * C_{pi}$ = 0,194 kN/m

$C_{pi,ny}$= 0,2

$p_{wi,ny,1}^{k} = t_1 * q_p * C_{pi}$ = 0,129 kN/m

2. eset

$C_{pi,sz}$= 0,3 $p_{wi,sz,2}^{k}=t_2*q_p*C_{pi}$= 0,234 kN/m

$C_{pi,ny}$= 0,2 $p_{wi,ny,2}^{k}=t_2*q_p*C_{pi}$= 0,156 kN/m

3. eset

$C_{pi,sz}$= 0,3 $p_{wi,sz,3}^{k}=t_3*q_p*C_{pi}$= 0,261 kN/m

$C_{pi,ny}$= 0,2 $p_{wi,ny,3}^{k}=t_3*q_p*C_{pi}$= 0,174 kN/m

Külső nyomás:

Keresztirányú szél:

1. eset

F zóna:

szívás: $C_{pe,sz}^{F}$= 1,54 $p_{w,sz,1}^{k,F}=t_1*q_p*C_{pe}$= 0,997 kN/m

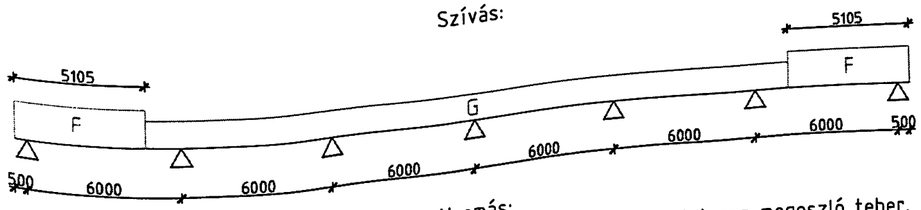
nyomás: $C_{pe,ny}^{F}$= 0,04 $p_{w,ny,1}^{k,F}=t_1*q_p*C_{pe}$= 0,026 kN/m

G zóna:

szívás: $C_{pe,sz}^{G}$= 1,12 $p_{w,sz,1}^{k,G}=t_1*q_p*C_{pe}$= 0,725 kN/m

nyomás: $C_{pe,ny}^{G}$= 0,04 $p_{w,ny,1}^{k,G}=t_1*q_p*C_{pe}$= 0,026 kN/m

Szívás:



Nyomás:

Mindhárom esetben a nyomás a szelemen teljes hosszán egy egyenletesen megoszló teher.

2. eset

t_F= 1,022 m

t_G= 1,022 m

t_H= 0,280 m

F zóna:

szívás: $C_{pe,sz}^{F}$= 1,54 $p_{w,sz,2}^{k,F}=t_F*q_p*C_{pe}$= 0,943 kN/m

nyomás: $C_{pe,ny}^{F}$= 0,04 $p_{w,ny,2}^{k,F}=t_F*q_p*C_{pe}$= 0,024 kN/m

G zóna:

szívás: $C_{pe,sz}^{G}$= 1,12 $p_{w,sz,2}^{k,G}=t_G*q_p*C_{pe}$= 0,686 kN/m

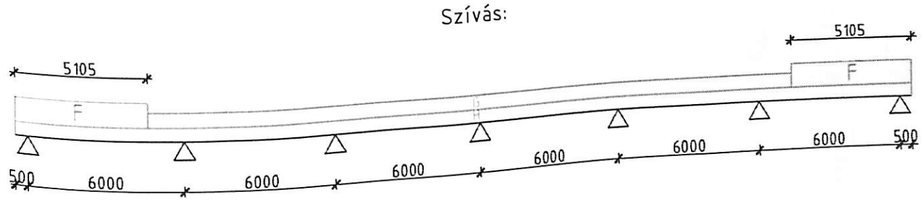
nyomás: $C_{pe,ny}^{G}$= 0,04 $p_{w,ny,2}^{k,G}=t_G*q_p*C_{pe}$= 0,024 kN/m

H zóna:

szívás: $C_{pe,sz}^{H}$= 0,54 $p_{w,sz,2}^{k,H}=t_H*q_p*C_{pe}$= 0,091 kN/m

nyomás: $C_{pe,ny}^{H}$= 0,04 $p_{w,ny,2}^{k,H}=t_H*q_p*C_{pe}$= 0,007 kN/m

Szívás:



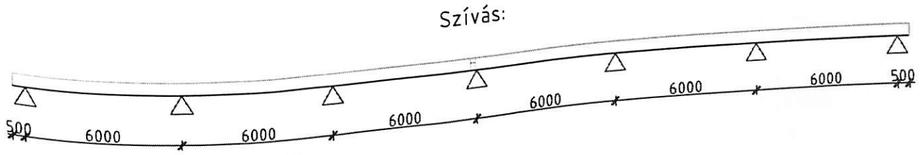
3. eset

H zóna:

szívás: $C_{pe,sz}^{H}$= 0,54 $p_{w,sz,3}^{k,H}=t_3*q_p*C_{pe}$= 0,469 kN/m

nyomás: $C_{pe,ny}^{H}$= 0,04 $p_{w,ny,3}^{k,H}=t_3*q_p*C_{pe}$= 0,035 kN/m

Szívás:



Hosszirányú szél:

1. eset

F zóna:

szívás: $C_{pe,sz}^{F}$= 1,84 $p_{w,sz,1}^{k,F}=t_1*q_p*C_{pe}$= 1,191 kN/m

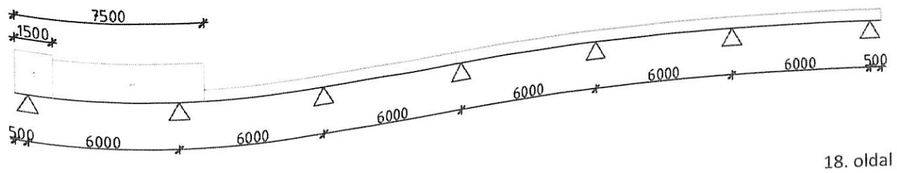
H zóna:

szívás: $C_{pe,sz}^{H}$= 0,68 $p_{w,sz,1}^{k,H}=t_1*q_p*C_{pe}$= 0,440 kN/m

I zóna:

szívás: $C_{pe,sz}^{I}$= 0,58 $p_{w,sz,1}^{k,I}=t_1*q_p*C_{pe}$= 0,375 kN/m

Szívás:



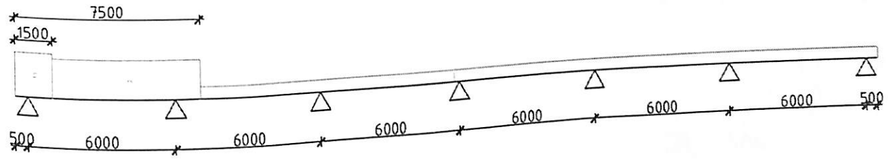
2. eset

F zóna:
szívás: $C_{pe,sz}^{F}$ = 1,84 $p_{w,sz,2}^{k,F} = t_2 * q_p * C_{pe}$ = 1,436 kN/m

H zóna:
szívás: $C_{pe,sz}^{H}$ = 0,68 $p_{w,sz,2}^{k,H} = t_2 * q_p * C_{pe}$ = 0,531 kN/m

I zóna:
szívás: $C_{pe,sz}^{I}$ = 0,58 $p_{w,sz,2}^{k,I} = t_2 * q_p * C_{pe}$ = 0,453 kN/m

Szívás:



3. eset

t_F = 1,399 m
t_G = 0,051 m

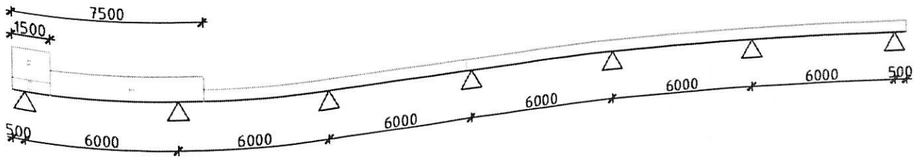
F zóna:
szívás: $C_{pe,sz}^{F}$ = 1,84 $p_{w,sz,3}^{k,F} = t_F * q_p * C_{pe}$ = 1,543 kN/m

G zóna:
szívás: $C_{pe,sz}^{G}$ = 1,64 $p_{w,sz,3}^{k,G} = t_G * q_p * C_{pe}$ = 0,050 kN/m

H zóna:
szívás: $C_{pe,sz}^{H}$ = 0,68 $p_{w,sz,3}^{k,H} = t_3 * q_p * C_{pe}$ = 0,591 kN/m

I zóna:
szívás: $C_{pe,sz}^{I}$ = 0,58 $p_{w,sz,3}^{k,I} = t_3 * q_p * C_{pe}$ = 0,504 kN/m

Szívás:



IV.3. Teherkombinációk Z szelemenre:

1. eset

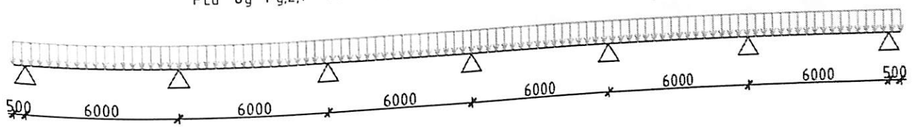
önsúly+hó+szénymás (keresztirányú-külső+belső):

1. SLS

$$p_{qp}=p_{g,Z,1}{}^{k}+p_{s,Z,1}{}^{k}+\Psi_0*(p_{w,ny,1}{}^{k}+p_{wi,sz,1}{}^{k})= \quad 1,410 \quad kN/m$$

2. ULS

$$p_{Ed}=\gamma_g*p_{g,Z,1}{}^{k}+\gamma_s*p_{s,Z,1}{}^{k}+\gamma_w*\Psi_0*(p_{w,ny,1}{}^{k}+p_{wi,sz,1}{}^{k})= \quad 2,053 \quad kN/m$$



önsúly+szélszívás (kersztirányú-külső+belső):

3. SLS

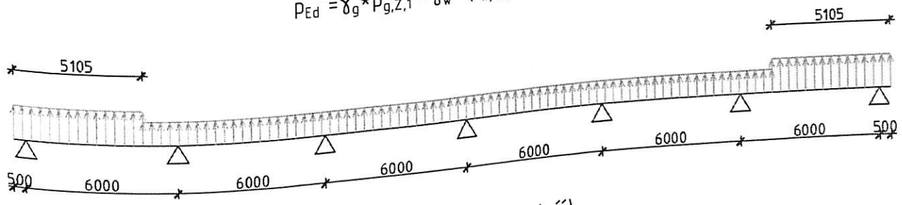
$$p_{qp}{}^{F}=p_{g,Z,1}{}^{k}-(p_{w,sz1}{}^{kF}+p_{wi,ny1}{}^{k})= \quad -0,712 \quad kN/m$$

$$p_{qp}{}^{G}=p_{g,Z,1}{}^{k}-(p_{w,sz,1}{}^{kG}+p_{wi,ny,1}{}^{k})= \quad -0,440 \quad kN/m$$

4. ULS

$$p_{Ed}{}^{F}=\gamma_g*p_{g,Z,1}{}^{k}-\gamma_w*(p_{w,sz,1}{}^{kF}+p_{wi,ny,1}{}^{k})= \quad -1,130 \quad kN/m$$

$$p_{Ed}{}^{G}=\gamma_g*p_{g,Z,1}{}^{k}-\gamma_w*(p_{w,sz,1}{}^{kG}+p_{wi,ny,1}{}^{k})= \quad -0,722 \quad kN/m$$



önsúly+szélszívás (hosszirányú-külső+belső):

5. SLS

$$p_{qp}{}^{F}=p_{g,Z,1}{}^{k}-(p_{w,sz,1}{}^{kF}+p_{wi,ny,1}{}^{k})= \quad -0,906 \quad kN/m$$

$$p_{qp}{}^{H}=p_{g,Z,1}{}^{k}-(p_{w,sz,1}{}^{kH}+p_{wi,ny,1}{}^{k})= \quad -0,155 \quad kN/m$$

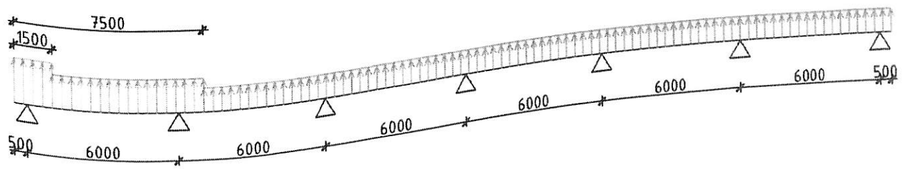
$$p_{qp}{}^{I}=p_{g,Z,1}{}^{k}-(p_{w,sz,1}{}^{kI}+p_{wi,ny,1}{}^{k})= \quad -0,091 \quad kN/m$$

6. ULS

$$p_{Ed}{}^{F}=\gamma_g*p_{g,Z,1}{}^{k}-\gamma_w*(p_{w,sz,1}{}^{kF}+p_{wi,ny,1}{}^{k})= \quad -1,421 \quad kN/m$$

$$p_{Ed}{}^{H}=\gamma_g*p_{g,Z,1}{}^{k}-\gamma_w*(p_{w,sz,1}{}^{kH}+p_{wi,ny,1}{}^{k})= \quad -0,295 \quad kN/m$$

$$p_{Ed}{}^{I}=\gamma_g*p_{g,Z,1}{}^{k}-\gamma_w*(p_{w,sz,1}{}^{kI}+p_{wi,ny,1}{}^{k})= \quad -0,198 \quad kN/m$$



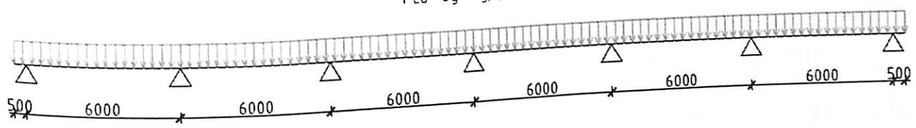
önsúly+rendkívüli hóteher:

7. SLS

$p_{qp}=p_{g,Z,1}^{k}+p_{s,Z,1}^{k}=$ 1,278 kN/m

8. ULS

$p_{Ed}=\gamma_g*p_{g,Z,1}^{k}+\gamma_{s,rk}*p_{s,Z,1}^{k}=$ 2,071 kN/m



2. eset

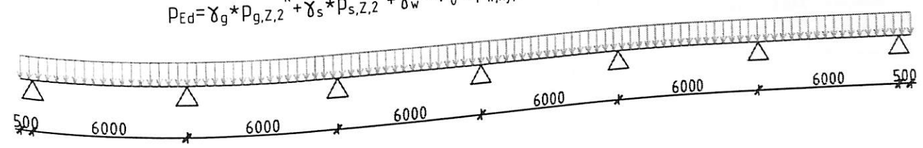
önsúly+hó+szényomás (keresztirányú-külső+belső):

9. SLS

$p_{qp}=p_{g,Z,2}^{k}+p_{s,Z,2}^{k}+\Psi_0*(p_{w,ny,2}^{kF+H}+p_{wi,sz,2}^{k})=$ 1,688 kN/m

10. ULS

$p_{Ed}=\gamma_g*p_{g,Z,2}^{k}+\gamma_s*p_{s,Z,2}^{k}+\gamma_w*\Psi_0*(p_{w,ny,2}^{kF+H}+p_{wi,sz,2}^{k})=$ 2,459 kN/m



önsúly+szélszívás (kersztirányú-külső+belső):

11. SLS

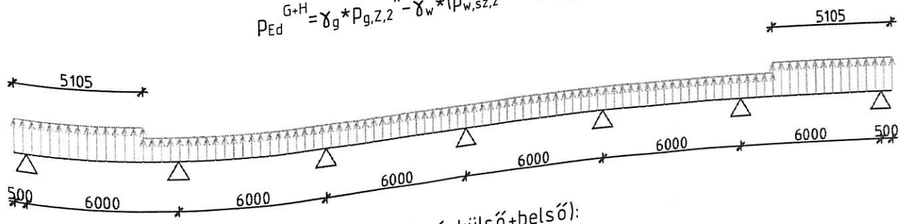
$p_{qp}^{F+H}=p_{g,Z,2}^{k}-(p_{w,sz2}^{kF+H}+p_{wi,ny2}^{k})=$ -0,702 kN/m

$p_{qp}^{G+H}=p_{g,Z,1}^{k}-(p_{w,sz,1}^{kG+H}+p_{wi,ny,1}^{k})=$ -0,445 kN/m

12. ULS

$p_{Ed}^{F+H}=\gamma_g*p_{g,Z,2}^{k}-\gamma_w*(p_{w,sz,2}^{kF+H}+p_{wi,ny,2}^{k})=$ -1,127 kN/m

$p_{Ed}^{G+H}=\gamma_g*p_{g,Z,2}^{k}-\gamma_w*(p_{w,sz,2}^{kG+H}+p_{wi,ny,2}^{k})=$ -0,741 kN/m



önsúly+szélszívás (hosszirányú-külső+belső):

13. SLS

$p_{qp}^{F}=p_{g,Z,2}^{k}-(p_{w,sz,2}^{kF}+p_{wi,ny,2}^{k})=$ -1,104 kN/m

$p_{qp}^{H}=p_{g,Z,2}^{k}-(p_{w,sz,2}^{kH}+p_{wi,ny,2}^{k})=$ -0,199 kN/m

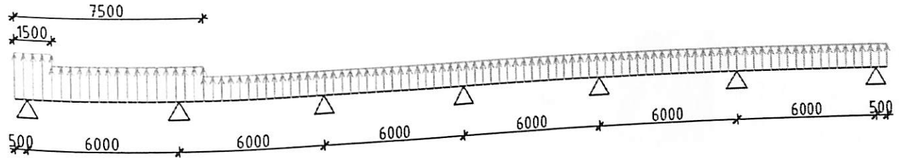
$p_{qp}^{I}=p_{g,Z,2}^{k}-(p_{w,sz,2}^{kI}+p_{wi,ny,2}^{k})=$ -0,121 kN/m

14. ULS

$p_{Ed}^{F} = \gamma_g * p_{g,Z,2}^{k} - \gamma_w * (p_{w,sz,2}^{kF} + p_{wi,ny,2}^{k}) =$ -1,729 kN/m

$p_{Ed}^{H} = \gamma_g * p_{g,Z,2}^{k} - \gamma_w * (p_{w,sz,2}^{kH} + p_{wi,ny,2}^{k}) =$ -0,372 kN/m

$p_{Ed}^{I} = \gamma_g * p_{g,Z,2}^{k} - \gamma_w * (p_{w,sz,2}^{kI} + p_{wi,ny,2}^{k}) =$ -0,255 kN/m



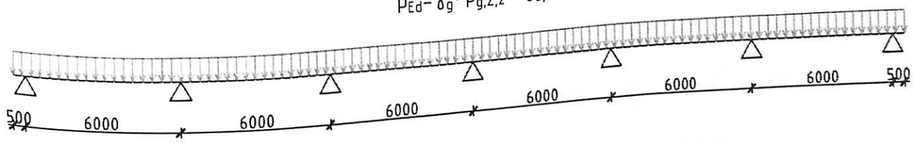
önsúly+rendkívüli hóteher:

15. SLS

$p_{qp} = p_{g,Z,2}^{k} + p_{s,Z,2}^{k} =$ 1,529 kN/m

16. ULS

$p_{Ed} = \gamma_g * p_{g,Z,2}^{k} + \gamma_{s,rk} * p_{s,Z,2}^{k} =$ 2,481 kN/m



3. eset

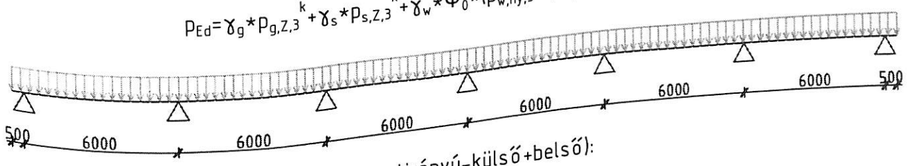
önsúly+hó+szényomás (keresztirányú-külső+belső):

17. SLS

$p_{qp} = p_{g,Z,3}^{k} + p_{s,Z,3}^{k} + \Psi_0 * (p_{w,ny,3}^{k} + p_{wi,sz,3}^{k}) =$ 1,874 kN/m

18. ULS

$p_{Ed} = \gamma_g * p_{g,Z,3}^{k} + \gamma_s * p_{s,Z,3}^{k} + \gamma_w * \Psi_0 * (p_{w,ny,3}^{k} + p_{wi,sz,3}^{k}) =$ 2,730 kN/m



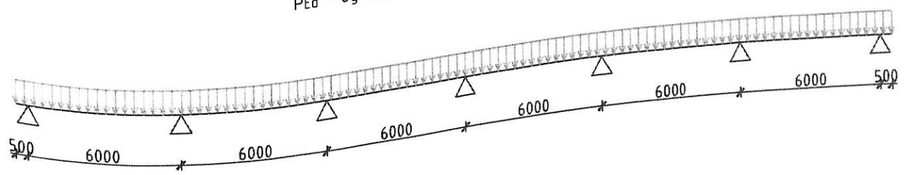
önsúly+szélszívás (kersztirányú-külső+belső):

19. SLS

$p_{qp}^{H} = p_{g,Z,3}^{k} - (p_{w,sz3}^{kH} + p_{wi,ny3}^{k}) =$ -0,107 kN/m

20. ULS

$p_{Ed}^{H} = \gamma_g * p_{g,Z,3}^{k} - \gamma_w * (p_{w,sz,3}^{kH} + p_{wi,ny,3}^{k}) =$ -0,240 kN/m



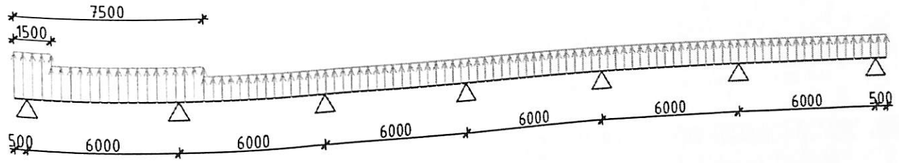
önsúly+szélszívás (hosszirányú-külső+belső):

21. SLS

$$p_{qp}^{F+G} = p_{g,Z,3}^{k} - (p_{w,sz,3}^{kF+G} + p_{wi,ny,3}^{k}) = -1{,}230 \text{ kN/m}$$
$$p_{qp}^{H} = p_{g,Z,3}^{k} - (p_{w,sz,3}^{kH} + p_{wi,ny,3}^{k}) = -0{,}228 \text{ kN/m}$$
$$p_{qp}^{l} = p_{g,Z,3}^{k} - (p_{w,sz,3}^{kl} + p_{wi,ny,3}^{k}) = -0{,}141 \text{ kN/m}$$

22. ULS

$$p_{Ed}^{F+G} = \gamma_g * p_{g,Z,3}^{k} - \gamma_w * (p_{w,sz,3}^{kF+G} + p_{wi,ny,3}^{k}) = -1{,}926 \text{ kN/m}$$
$$p_{Ed}^{H} = \gamma_g * p_{g,Z,3}^{k} - \gamma_w * (p_{w,sz,3}^{kH} + p_{wi,ny,3}^{k}) = -0{,}423 \text{ kN/m}$$
$$p_{Ed}^{l} = \gamma_g * p_{g,Z,3}^{k} - \gamma_w * (p_{w,sz,3}^{kl} + p_{wi,ny,3}^{k}) = -0{,}293 \text{ kN/m}$$



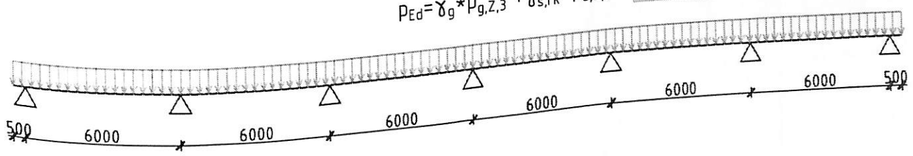
önsúly+rendkívüli hóteher:

23. SLS

$$p_{qp} = p_{g,Z,3}^{k} + p_{s,Z,3}^{k} = 1{,}696 \text{ kN/m}$$

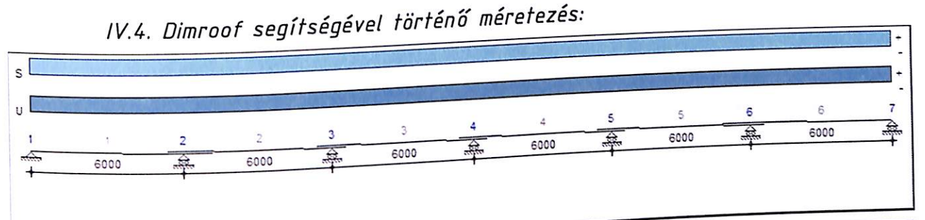
24. ULS

$$p_{Ed} = \gamma_g * p_{g,Z,3}^{k} + \gamma_{s,rk} * p_{s,Z,3}^{k} = 2{,}754 \text{ kN/m}$$



Mértékadó teherkombináció az önsúly+hó+szélnyomás kombinációja (17. tk.) használati határállapotra (SLS).
Mértékadó teherkombináció a rendkívüli hóteher kombinációja (24. tk.) teherbírási határállapotra (ULS).

IV.4. Dimroof segítségével történő méretezés:



Alapbeállítások

Funkció: Z-gerenda
Ország: Magyarország
Szabvány: Eurocode
Biztonsági osztály: 1 2 3
Megtámasztó rudak:

Szelvény: Z 200 — Perforáció
Elhelyezés:
Átfedés:
Statikai rendszer: Átfedéses Standard
Gyártó: Magyarország

Oldalsó támasz: Felső öv / Mindkét öv
Lemez: Szelvény: LTP 45 — Vastagság: 0,5
Csavar: Típus — Lemez: 4,8 — Átfedés: 4,8 — Támasz: 5,5
Táv: Minden második völgyben

Terhek

No.	Típus	Kezdöp.	Végp.	Kezdöint.	Végint.	Széless.	ULS / SLS
				1,87			SLS
1	U			2,75			ULS
2	U						

Támaszok

No.	Pozíció [mm]	Típus	Széless. [mm]	L1 [mm]	L2 [mm]
Alapértékek			0		
1	0	H	0	-	-
2	6000	O	0	600	1200
3	12000	O	0	600	600
4	18000	O	0	600	600
5	24000	O	0	600	600
6	30000	O	0	1200	600
7	36000	H	0	-	-

Nyílások

No.	Méret [mm]	Vtg.1 [mm]	Vtg.2 [mm]
	6000	2,0	
1	6000	2,0	-
2	6000	2,0	-
3	6000	2,0	-
4	6000	2,0	-
5	6000	2,0	-
6	6000	2,0	-

Toldóelem

Vtg. [mm]
1,0
-
-
-
-
-
-

Lehajlás-számítás paraméterei

Határ Nyílás L / 200 — Határ Konzol L / 200 — Lehaj. típus: Maximális

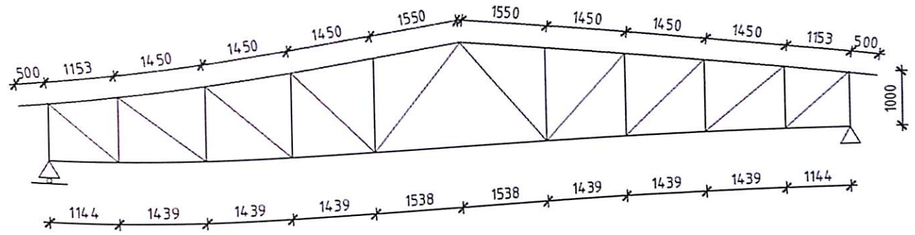
Eredmények

ULS 62% SLS 48%

Alkalmazott szelemen: *Z 200/2,0*

V. Rácsostartó méretezése

V.1. Statikai váz:



V.2. Terhek:

V.2.1. Állandó terhek: γ_G= 1,35

Keretállás távolsága: k= 6,00 m

Z szelemen terhelő mezői:
t_1= 1,080 m
t_2= 1,302 m
t_3= 1,450 m
t_4= 1,650 m

V.2.1.1. Rácsos tartó önsúlya:

G_{RT}= 6,33 kN

V.2.1.2. Burkolat önsúlya:

$F_{burkolat,1}^{k}=(k*t_1*g_{rr})+(k*g_Z)$= 0,743 kN
$F_{burkolat,2}^{k}=(k*t_2*g_{rr})+(k*g_Z)$= 0,896 kN
$F_{burkolat,3}^{k}=(k*t_3*g_{rr})+(k*g_Z)$= 0,997 kN
$F_{burkolat,4}^{k}=(k*t_4*g_{rr})+(k*g_Z)$= 1,135 kN

V.2.1.3. Állandó jellegű hasznos teher:

t= 1,750 m

$F_k=k*t*g_{gép}^{k}$= 4,725 kN

V.2.2. Esetleges terhek: γ= 1,50

Tető hajlászöge: α= 7,00 °

Z szelemen terhelő mezőinek merőleges vetülete:

$t_{1,vetület}$=	1,072	m
$t_{2,vetület}$=	1,292	m
$t_{3,vetület}$=	1,439	m
$t_{4,vetület}$=	1,638	m

V.2.2.1. Hóteher: Ψ_0= 0,50

Renkívüli hóteher esetén: γ_{rk}= 2,00

$F_{s,1}^k = k*t_{1,vetület}*S$=	5,145	kN
$F_{s,2}^k = k*t_{2,vetület}*S$=	6,203	kN
$F_{s,3}^k = k*t_{3,vetület}*S$=	6,908	kN
$F_{s,4}^k = k*t_{4,vetület}*S$=	7,861	kN

V.2.2.2. Szélteher:

Szélteherre a második keretállás lesz a mértékadó.

Különbözű terhelésű csomópotok számítása:

Belső nyomás:

Keretállás távolsága: k= 6,00 m

Z szelemen terhelő mezői:

t_1=	1,080	m
t_2=	1,302	m
t_3=	1,450	m
t_4=	1,650	m

1. eset

$C_{pi,sz}$= 0,3 $F_{wi,sz,1}^k = k*t_1*q_p*C_{pi}$= 1,165 kN

$C_{pi,ny}$= 0,2 $F_{wi,ny,1}^k = k*t_1*q_p*C_{pi}$= 0,777 kN

2. eset

$C_{pi,sz}$= 0,3 $F_{wi,sz,2}^k = k*t_2*q_p*C_{pi}$= 1,405 kN

$C_{pi,ny}$= 0,2 $F_{wi,ny,2}^k = k*t_2*q_p*C_{pi}$= 0,936 kN

3. eset

$C_{pi,sz}$= 0,3 $F_{wi,sz,3}^k = k*t_3*q_p*C_{pi}$= 1,564 kN

$C_{pi,ny}$= 0,2 $F_{wi,ny,3}^k = k*t_3*q_p*C_{pi}$= 1,043 kN

4. eset

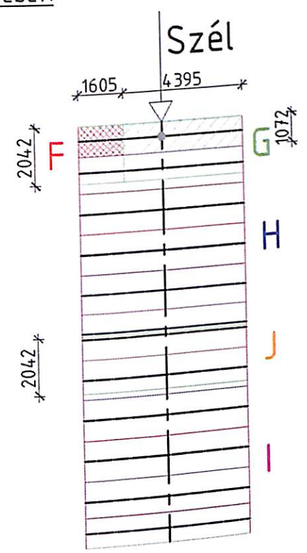
$C_{pi,sz}$= 0,3 $F_{wi,sz,4}^{k}=k*t_4*q_p*C_{pi}$= 1,780 kN

$C_{pi,ny}$= 0,2 $F_{wi,ny,4}^{k}=k*t_4*q_p*C_{pi}$= 1,187 kN

Külső nyomás:

Keresztirányú szél:

1/A eset:



F zóna:

k_F= 1,605 m

α= 7,00 °

$t_{F,vetület}$= 1,072 m

$t_F=t_{F,vetület}/\cos\alpha$= 1,080 m

T_F= 1,733 m^2

szívás: $C_{pe,sz}^{F}$= 1,54

nyomás: $C_{pe,ny}^{F}$= 0,04

$F_{w,sz}^{k,F}=T_F*q_p*C_{pe,sz}^{F}$= 1,600 kN

$F_{w,ny}^{k,F}=T_F*q_p*C_{pe,ny}^{F}$= 0,042 kN

G zóna:

k_G= 4,395 m

α= 7,00 °

$t_{G,vetület}$= 1,072 m

$t_G=t_{G,vetület}/\cos\alpha$= 1,080 m

T_G= 4,747 m^2

szívás: $C_{pe,sz}^{G}$= 1,12

nyomás: $C_{pe,ny}^{G}$= 0,04

$F_{w,sz}^{k,G}=T_G*q_p*C_{pe,sz}^{G}$= 3,186 kN

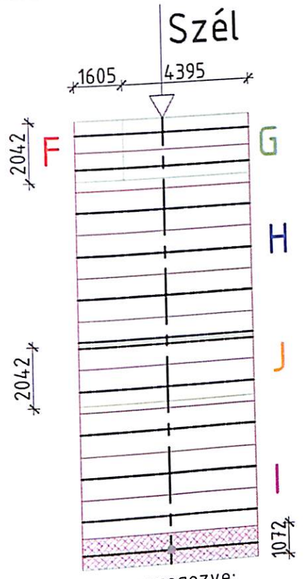
$F_{w,ny}^{k,G}=T_G*q_p*C_{pe,ny}^{G}$= 0,114 kN

Csomópontra összegezve:

$\Sigma F_{w,sz}^{k}$= 4,79 kN

$\Sigma F_{w,ny}^{k}$= 0,16 kN

1/B eset:



Csomopontra osszegezve:

$\Sigma F_{w,sz}^{k}$ = 2,17 kN

I zóna:

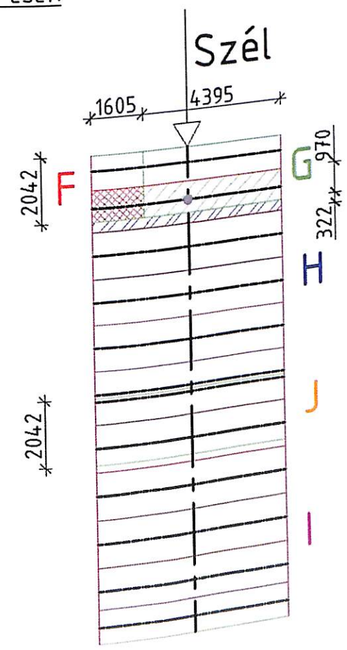
	k_I=	6,000	m
	α=	7,00	°
	$t_{I,vetület}$=	1,072	m
	$t_I=t_{I,vetület}/\cos\alpha$=	1,080	m
	T_I=	6,480	m^2
szívás:	$C_{pe,sz}^{I}$=	0,56	
szívás:	$C_{pe,sz}^{I}$=	0,48	

$F_{w,sz}^{k,I}=T_I*q_p*C_{pe,sz}^{I}$= 2,175 kN

$F_{w,sz}^{k,I}=T_I*q_p*C_{pe,sz}^{I}$= 1,864 kN

$\Sigma F_{w,sz}^{k}$ = 1,86 kN

2/A eset:



F zóna:

	k_F=	1,605	m
	α=	7,00	°
	$t_{F,vetület}$=	0,970	m
	$t_F=t_{F,vetület}/\cos\alpha$=	0,977	m
	T_F=	1,569	m^2
szívás:	$C_{pe,sz}^{F}$=	1,54	
nyomás:	$C_{pe,ny}^{F}$=	0,04	

$F_{w,sz}^{k,F}=T_F*q_p*C_{pe,sz}^{F}$= 1,448 kN

$F_{w,ny}^{k,F}=T_F*q_p*C_{pe,ny}^{F}$= 0,038 kN

G zóna:

k_G=	4,395	m	
α=	7,00	°	
$t_{G,vetület}$=	0,970	m	
$t_G=t_{G,vetület}/\cos\alpha$=	0,977	m	
T_G=	4,295	m^2	

szívás:	$C_{pe,sz}^{G}$=	1,12	
nyomás:	$C_{pe,ny}^{G}$=	0,04	
$F_{w,sz}^{k,G}=T_G*q_p*C_{pe,sz}^{G}$=		2,883	kN
$F_{w,ny}^{k,G}=T_G*q_p*C_{pe,ny}^{G}$=		0,103	kN

Csomópontra összegezve:
$\Sigma F_{w,sz}^{k}$= 4,96 kN

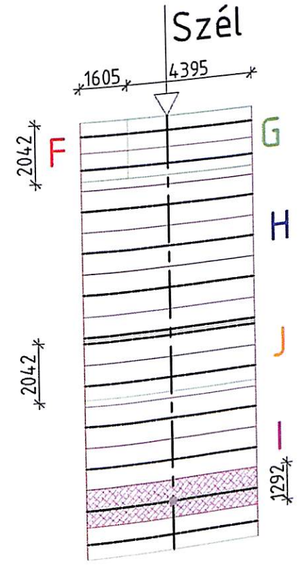
H zóna:

k_H=	6,000	m	
α=	7,00	°	
$t_{H,vetület}$=	0,322	m	
$t_H=t_{H,vetület}/\cos\alpha$=	0,324	m	
T_H=	1,947	m^2	

szívás:	$C_{pe,sz}^{H}$=	0,54	
nyomás:	$C_{pe,ny}^{H}$=	0,04	
$F_{w,sz}^{k,H}=T_H*q_p*C_{pe,sz}^{H}$=		0,630	kN
$F_{w,ny}^{k,H}=T_H*q_p*C_{pe,ny}^{H}$=		0,047	kN

$\Sigma F_{w,ny}^{k}$= 0,19 kN

2/B eset:



I zóna:

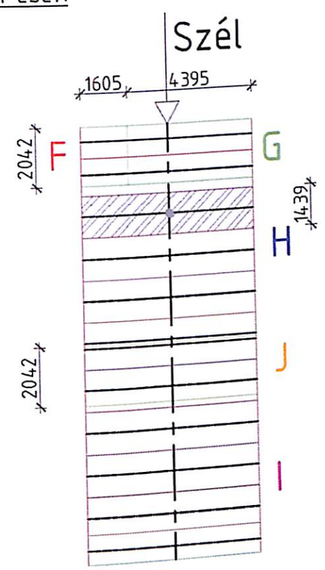
k_I=	6,000	m	
α=	7,00	°	
$t_{I,vetület}$=	1,292	m	
$t_I=t_{I,vetület}/\cos\alpha$=	1,302	m	
T_I=	7,810	m^2	

szívás:	$C_{pe,sz}^{I}$=	0,56	
szívás:	$C_{pe,sz}^{I}$=	0,48	
$F_{w,sz}^{k,I}=T_I*q_p*C_{pe,sz}^{I}$=		2,621	kN
$F_{w,sz}^{k,I}=T_I*q_p*C_{pe,sz}^{I}$=		2,247	kN

$\Sigma F_{w,sz}^{k}$= 2,25 kN

Csomópontra összegezve:
$\Sigma F_{w,sz}^{k}$= 2,62 kN

3/A eset:



H zóna:

k_H=	6,000	m
α=	7,00	°
$t_{H,vetület}$=	1,439	m
$t_H=t_{H,vetület}/\cos\alpha$=	1,450	m
T_H=	8,699	m^2

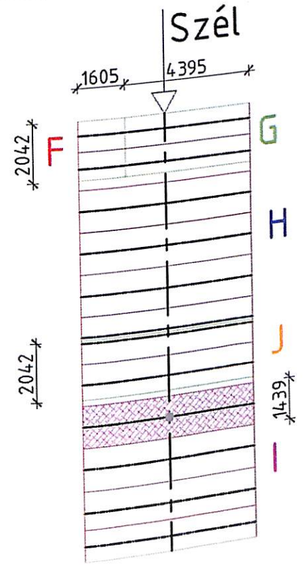
szívás:	$C_{pe,sz}^{H}$=	0,54	
nyomás:	$C_{pe,ny}^{H}$=	0,04	
$F_{w,sz}^{k,H}=T_H*q_p*C_{pe,sz}^{H}$=		2,815	kN
$F_{w,ny}^{k,H}=T_H*q_p*C_{pe,sz}^{H}$=		0,209	kN

Csomópontra összegezve:

$\Sigma F_{w,sz}^{k}$= 2,82 kN

$\Sigma F_{w,ny}^{k}$= 0,21 kN

3/B eset:



I zóna:

k_I=	6,000	m
α=	7,00	°
$t_{I,vetület}$=	1,439	m
$t_I=t_{I,vetület}/\cos\alpha$=	1,450	m
T_I=	8,699	m^2

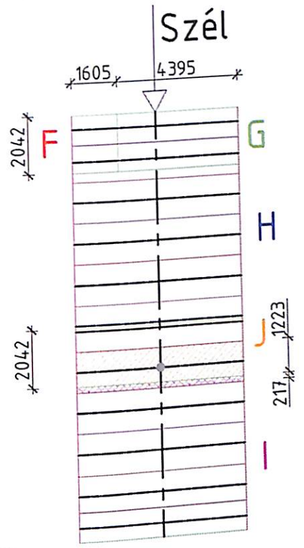
szívás:	$C_{pe,sz}^{I}$=	0,56	
szívás:	$C_{pe,sz}^{I}$=	0,48	
$F_{w,sz}^{k,I}=T_I*q_p*C_{pe,sz}^{I}$=		2,919	kN
$F_{w,sz}^{k,I}=T_I*q_p*C_{pe,sz}^{I}$=		2,502	kN

Csomópontra összegezve:

$\Sigma F_{w,sz}^{k}$= 2,92 kN

$\Sigma F_{w,sz}^{k}$= 2,50 kN

3/C eset:



J zóna:

k_J=	6,000	m	
α=	7,00	°	
$t_{J,vetület}$=	1,223	m	
$t_J=t_{J,vetület}/\cos\alpha$=	1,232	m	
T_J=	7,393	m^2	
szívás: $C_{pe,sz}^{J}$=	0,04		
szívás: $C_{pe,sz}^{J}$=	0,48		
$F_{w,sz}^{k,J}=T_J*q_p*C_{pe,sz}^{J}$=	0,177	kN	
$F_{w,sz}^{k,J}=T_J*q_p*C_{pe,sz}^{J}$=	2,127	kN	

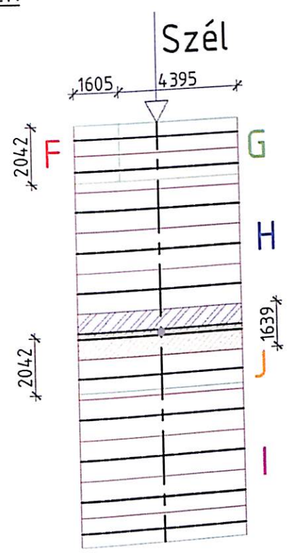
I zóna:

k_I=	6,000	m
α=	7,00	°
$t_{I,vetület}$=	0,217	m
$t_I=t_{I,vetület}/\cos\alpha$=	0,219	m
T_I=	1,312	m^2
szívás: $C_{pe,sz}^{I}$=	0,56	
szívás: $C_{pe,sz}^{I}$=	0,48	
$F_{w,sz}^{k,I}=T_I*q_p*C_{pe,sz}^{I}$=	0,440	kN
$F_{w,sz}^{k,I}=T_I*q_p*C_{pe,sz}^{I}$=	0,377	kN

Csomópontra összegezve:
$\Sigma F_{w,sz}^{k}$ = 0,62 kN

$\Sigma F_{w,sz}^{k}$ = 2,50 kN

4 eset:



H zóna:

k_H=	6,000	m	
α=	7,00	°	
$t_{H,vetület}$=	0,820	m	
$t_H=t_{H,vetület}/\cos\alpha$=	0,826	m	
T_H=	4,954	m^2	
szívás: $C_{pe,sz}^{H}$=	0,54		
nyomás: $C_{pe,ny}^{H}$=	0,04		
$F_{w,sz}^{k,H}=T_H*q_p*C_{pe,sz}^{H}$=	1,603	kN	
$F_{w,ny}^{k,H}=T_H*q_p*C_{pe,sz}^{H}$=	0,119	kN	

J zóna:

k_J=	6,000	m	
α=	7,00	°	
$t_{J,vetület}$=	0,820	m	
$t_J=t_{J,vetület}/\cos\alpha$=	0,826	m	
T_J=	4,954	m^2	
szívás: $C_{pe,sz}^{J}$=	0,04		
szívás: $C_{pe,sz}^{J}$=	0,48		
$F_{w,sz}^{k,J}=T_J*q_p*C_{pe,sz}^{J}$=	0,119	kN	
$F_{w,sz}^{k,J}=T_J*q_p*C_{pe,sz}^{J}$=	1,425	kN	

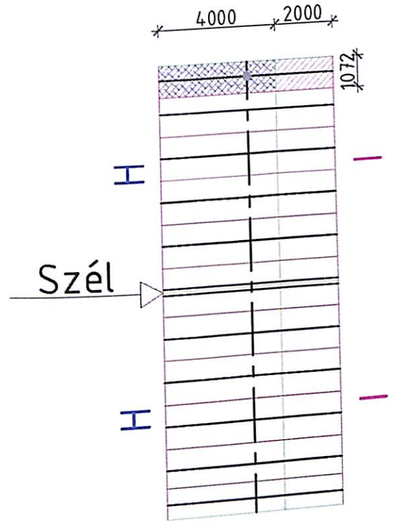
Csomópontra összegezve:

$\Sigma F_{w,sz}^{k}$= 1,72 kN

$\Sigma F_{w,sz}^{k}$= 1,31 kN

Hosszirányú szél:

1. eset



H zóna:

k_H=	4,000	m
α=	7,00	°
$t_{H,vetület}$=	1,072	m
$t_H=t_{H,vetület}/\cos\alpha$=	1,080	m
T_H=	4,320	m^2

szívás: $C_{pe,sz}^{H}$= 0,68

$F_{w,sz}^{k,H}=T_H*q_p*C_{pe,sz}^{H}$= 1,761 kN

I zóna:

k_I=	2,000	m
α=	7,00	°
$t_{I,vetület}$=	1,072	m
$t_I=t_{I,vetület}/\cos\alpha$=	1,080	m
T_I=	2,160	m^2

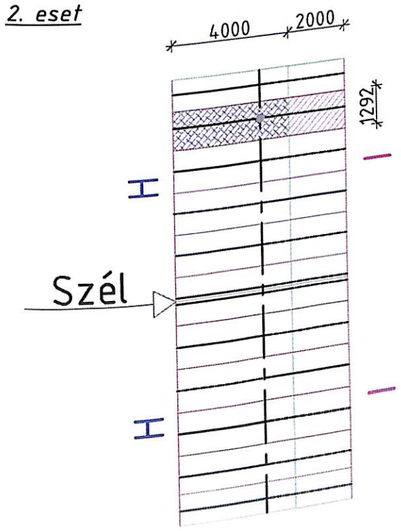
szívás: $C_{pe,sz}^{I}$= 0,58

$F_{w,sz}^{k,I}=T_I*q_p*C_{pe,sz}^{I}$= 0,751 kN

Csomópontra összegezve:

$\Sigma F_{w,sz}^{k}$= 2,51 kN

2. eset



H zóna:

k_H=	4,000	m
α=	7,00	°
$t_{H,vetület}$=	1,292	m
$t_H=t_{H,vetület}/\cos\alpha$=	1,302	m
T_H=	5,207	m^2

szívás: $C_{pe,sz}^{H}$= 0,68

$F_{w,sz}^{k,H}=T_H*q_p*C_{pe,sz}^{H}$= 2,122 kN

I zóna:

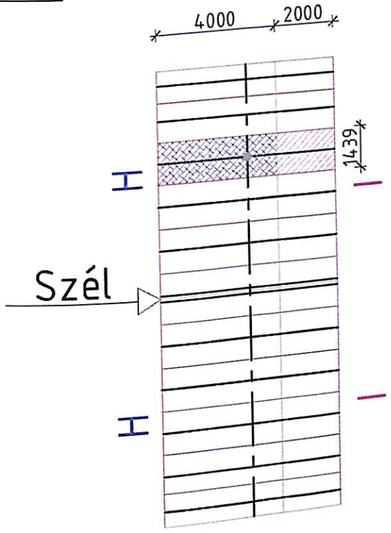
k_I= 2,000 m
α= 7,00 °
$t_{I,vetület}$= 1,292 m
$t_I = t_{I,vetület}/\cos\alpha$= 1,302 m
T_I= 2,603 m²

szívás: $C_{pe,sz}^{I}$= 0,58

$F_{w,sz}^{k,I} = T_I * q_p * C_{pe,sz}^{I}$= 0,905 kN

Csomópontra összegezve:
$\Sigma F_{w,sz}^{k}$= 3,03 kN

3. eset



H zóna:

k_H= 4,000 m
α= 7,00 °
$t_{H,vetület}$= 1,439 m
$t_H = t_{H,vetület}/\cos\alpha$= 1,450 m
T_H= 5,799 m²

szívás: $C_{pe,sz}^{H}$= 0,68

$F_{w,sz}^{k,H} = T_H * q_p * C_{pe,sz}^{H}$= 2,363 kN

I zóna:

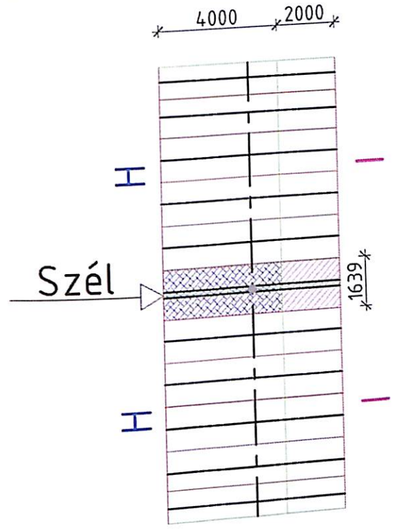
k_I= 2,000 m
α= 7,00 °
$t_{I,vetület}$= 1,439 m
$t_I = t_{I,vetület}/\cos\alpha$= 1,450 m
T_I= 2,900 m²

szívás: $C_{pe,sz}^{I}$= 0,58

$F_{w,sz}^{k,I} = T_I * q_p * C_{pe,sz}^{I}$= 1,008 kN

Csomópontra összegezve:
$\Sigma F_{w,sz}^{k}$= 3,37 kN

4. eset



H zóna:

k_H=	4,000	m
α=	7,00	°
$t_{H,vetület}$=	1,639	m
$t_H=t_{H,vetület}/\cos\alpha$=	1,651	m
T_H=	6,605	m^2

szívás: $C_{pe,sz}^{H}$= 0,68

$F_{w,sz}^{k,H}=T_H*q_p*C_{pe,sz}^{H}$= 2,692 kN

I zóna:

k_I=	2,000	m
α=	7,00	°
$t_{I,vetület}$=	1,639	m
$t_I=t_{I,vetület}/\cos\alpha$=	1,651	m
T_I=	3,303	m^2

szívás: $C_{pe,sz}^{I}$= 0,58

$F_{w,sz}^{k,I}=T_I*q_p*C_{pe,sz}^{I}$= 1,148 kN

Csomópontra összegezve:

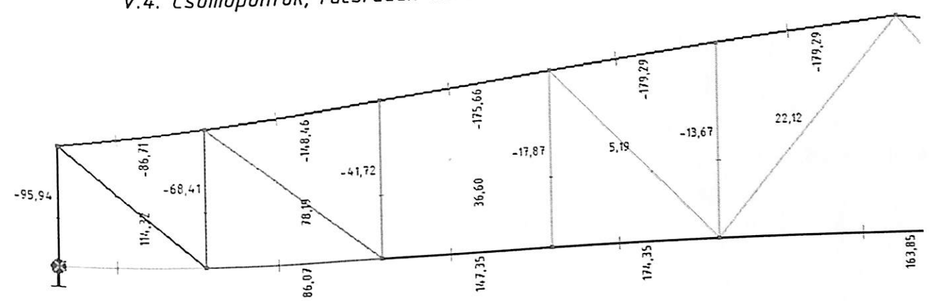
$\Sigma F_{w,sz}^{k}$= 3,84 kN

V.3. Teherkombinációk rácsos tartóra:

1. tk: önsúly+burkolat+gépészet SLS
2. tk: önsúly+burkolat+gépészet ULS
3. tk: önsúly+burkolat+gépészet+totál hó SLS
4. tk: önsúly+burkolat+gépészet+totál hó ULS
5. tk: önsúly+burkolat+gépészet+totál hó+külső keresztirányú nyomás bal SLS
6. tk: önsúly+burkolat+gépészet+totál hó+külső keresztirányú nyomás bal ULS
7. tk: önsúly+burkolat+gépészet+totál hó+külső keresztirányú nyomás jobb SLS
8. tk: önsúly+burkolat+gépészet+totál hó+külső keresztirányú nyomás jobb ULS
9. tk: önsúly+burkolat+gépészet+totál hó+K.K. nyomás bal+belső szívás SLS
10. tk: önsúly+burkolat+gépészet+totál hó+K.K. nyomás bal+belső szívás ULS
11. tk: önsúly+burkolat+gépészet+totál hó+K.K. nyomás jobb+belső szívás SLS
12. tk: önsúly+burkolat+gépészet+totál hó+K.K. nyomás jobb+belső szívás ULS
13. tk: önsúly+burkolat+fél hó bal+K.K. nyomás bal+belső szívás SLS
14. tk: önsúly+burkolat+fél hó bal+K.K. nyomás bal+belső szívás ULS
15. tk: önsúly+burkolat+fél hó jobb+K.K. nyomás jobb+belső szívás SLS
16. tk: önsúly+burkolat+fél hó jobb+K.K. nyomás jobb+belső szívás ULS
17. tk: önsúly+burkolat+K.K. szívás bal+belső nyomás SLS
18. tk: önsúly+burkolat+K.K. szívás bal+belső nyomás ULS
19. tk: önsúly+burkolat+K.K. szívás jobb+belső nyomás SLS
20. tk: önsúly+burkolat+K.K. szívás jobb+belső nyomás ULS
21. tk: önsúly+burkolat+K.K. szívás bal SLS
22. tk: önsúly+burkolat+K.K. szívás bal ULS
23. tk: önsúly+burkolat+K.K. szívás jobb SLS
24. tk: önsúly+burkolat+K.K. szívás jobb ULS
25. tk: önsúly+burkolat+gépészet+rendkivűli hó SLS
26. tk: önsúly+burkolat+gépészet+rendkivűli hó ULS
27. tk: önsúly+burkolat+külső hosszirányú szívás+ belső nyomás SLS
28. tk: önsúly+burkolat+külső hosszirányú szívás+ belső nyomás ULS

Mértékadó teherkombináció az *5. tk.* használati határállapotra (SLS), a *6. tk.* teherbírási határállapotra (ULS).

V.4. Csomópontok, rácsrudak méretezése:



Mértékadó rúderők. [kN]

V.4.1. Nyomott rudak:

V.4.1.1. Övrúd:

Szelvény: RHS 120X60X6,3

L=	1,55	m	γ_{M0}=	1,00	
A=	2046	mm^2	γ_{M1}=	1,00	
f_y=	235	N/mm^2	ν=	0,90	
E=	210000	N/mm^2	α=	0,21	('a' kihajlási görbe)
I=	2904000	mm^4	i=	37,67	mm

$L_{cr}= \nu * L$

$L_{cr}=$ 1395 mm

$N_{cr}= (E*I*\pi^2)/L_{cr}^2$

$N_{cr}=$ 3092,91 kN

$N_{c,Rk}= A*fy/\gamma_{M0}$

$N_{c,Rk}=$ 480,81 kN

$\phi= (1+\alpha*(\bar{\lambda}-0,2)+\bar{\lambda}^2)/2$

$\phi=$ 0,5981

$N_{b,Rd}= (\chi*A*f_y)/\gamma_{M1}$

$N_{b,Rd}=$ 458,83 kN

$\lambda= L_{cr}/i$

$\lambda=$ 37,0279 < 150

Megfelel

$\bar{\lambda} = \sqrt{(N_{c,Rk}/N_{cr})}$

$\bar{\lambda} =$ 0,3943

$\chi= 1/(\phi+\sqrt{(\phi^2-\bar{\lambda}^2)})$

$\chi=$ 0,9543

$N_{b,Rd} \geq N_{Ed}=$ 179,29 kN

Megfelel

V.4.1.2. Rácsrúd:

Szelvény: CHS 42,4X6,3

L= 1,00 m
A= 714 mm^2
f_y= 235 N/mm^2
E= 210000 N/mm^2
I= 120000 mm^4

γ_{M0}= 1,00
γ_{M1}= 1,00
ν= 0,90
α= 0,21 ('a' kihajlási görbe)
i= 12,96 mm

$L_{cr}= \nu * L$
L_{cr}= 900 mm

$\lambda= L_{cr}/i$
λ= 69,4226 < 150
Megfelel

$N_{cr}= (E*I*\pi^2)/L_{cr}^2$
N_{cr}= 307,0544 kN

$\bar{\lambda}= \sqrt{(N_{c,Rk}/N_{cr})}$
$\bar{\lambda}$= 0,7392

$N_{c,Rk}= A*fy/\gamma_{M0}$
$N_{c,Rk}$= 167,79 kN

$\chi= 1/(\phi+\sqrt{(\phi^2-\bar{\lambda}^2)})$
χ= 0,8286

$\phi= (1+\alpha*(\bar{\lambda}-0,2)+\bar{\lambda}^2)/2$
ϕ= 0,8298

$N_{b,Rd}= (\chi*A*f_y)/\gamma_{M1}$
$N_{b,Rd}$= 139,02 kN ≥ N_{Ed}= 95,94 kN
Megfelel

Szelvény: CHS 42,4X6,3

L= 1,14 m
A= 714 mm^2
f_y= 235 N/mm^2
E= 210000 N/mm^2
I= 120000 mm^4

γ_{M0}= 1,00
γ_{M1}= 1,00
ν= 0,90
α= 0,21 ('a' kihajlási görbe)
i= 12,96 mm

$L_{cr}= \nu * L$
L_{cr}= 1026 mm

$\lambda= L_{cr}/i$
λ= 79,1418 < 150
Megfelel

$N_{cr}= (E*I*\pi^2)/L_{cr}^2$
N_{cr}= 236,2684 kN

$N_{c,Rk}= A*fy/\gamma_{M0}$

$N_{c,Rk}=$ 167,79 kN

$\bar{\lambda} = \sqrt{(N_{c,Rk}/N_{cr})}$

$\bar{\lambda} =$ 0,8427

$\phi= (1+\alpha*(\bar{\lambda}-0,2)+\bar{\lambda}^2)/2$

$\phi=$ 0,9226

$\chi= 1/(\phi+\sqrt{(\phi^2-\bar{\lambda}^2)})$

$\chi=$ 0,7704

$N_{b,Rd}= (\chi*A*f_y)/\gamma_{M1}$

$N_{b,Rd}=$ 129,27 kN ≥ $N_{Ed}=$ 68,41 kN

Megfelel

Szelvény: CHS 38X5,0

$L=$ 1,317 m

$A=$ 518 mm^2

$f_y=$ 235 N/mm^2

$E=$ 210000 N/mm^2

$I=$ 72000 mm^4

$\gamma_{M0}=$ 1,00

$\gamma_{M1}=$ 1,00

$\nu=$ 0,90

$\alpha=$ 0,21 ('a' kihajlási görbe)

$i=$ 11,79 mm

$L_{cr}= \nu*L$

$L_{cr}=$ 1185 mm

$\lambda= L_{cr}/i$

$\lambda=$ 100,537 < 150

Megfelel

$N_{cr}= (E*I*\pi^2)/L_{cr}^2$

$N_{cr}=$ 106,2172 kN

$\bar{\lambda} = \sqrt{(N_{c,Rk}/N_{cr})}$

$\bar{\lambda} =$ 1,0705

$N_{c,Rk}= A*fy/\gamma_{M0}$

$N_{c,Rk}=$ 121,73 kN

$\chi= 1/(\phi+\sqrt{(\phi^2-\bar{\lambda}^2)})$

$\chi=$ 0,6163

$\phi= (1+\alpha*(\bar{\lambda}-0,2)+\bar{\lambda}^2)/2$

$\phi=$ 1,1644

$N_{b,Rd}= (\chi*A*f_y)/\gamma_{M1}$

$N_{b,Rd}=$ 75,03 kN ≥ $N_{Ed}=$ 41,72 kN

Megfelel

Szelvény: CHS 38X5,0

L= 1,494 m
A= 518 mm^2
f_y= 235 N/mm^2
E= 210000 N/mm^2
I= 72000 mm^4

γ_{M0}= 1,00
γ_{M1}= 1,00
ν= 0,90
α= 0,21 ('a' kihajlási görbe)
i= 11,79 mm

$L_{cr}= \nu * L$
L_{cr}= 1345 mm

$\lambda= L_{cr}/i$
λ= 114,049 < 150
Megfelel

$N_{cr}= (E*I*\pi^2)/L_{cr}^2$
N_{cr}= 82,54016 kN

$\bar{\lambda} = \sqrt{(N_{c,Rk}/N_{cr})}$
$\bar{\lambda}$ = 1,2144

$N_{c,Rk}= A*fy/\gamma_{M0}$
$N_{c,Rk}$= 121,73 kN

$\chi= 1/(\phi+\sqrt{(\phi^2-\bar{\lambda}^2)})$
χ= 0,5210

$\phi= (1+\alpha*(\bar{\lambda}-0,2)+\bar{\lambda}^2)/2$
ϕ= 1,3439

$N_{b,Rd}= (\chi*A*f_y)/\gamma_{M1}$
$N_{b,Rd}$= 63,42 kN ≥ N_{Ed}= 17,87 kN
Megfelel

Szelvény: CHS 38X5,0

L= 1,671 m
A= 518 mm^2
f_y= 235 N/mm^2
E= 210000 N/mm^2
I= 72000 mm^4

γ_{M0}= 1,00
γ_{M1}= 1,00
ν= 0,90
α= 0,21 ('a' kihajlási görbe)
i= 11,79 mm

$L_{cr}= \nu * L$
L_{cr}= 1504 mm

$\lambda= L_{cr}/i$
λ= 127,561 < 150
Megfelel

$N_{cr}= (E*I*\pi^2)/L_{cr}^2$
N_{cr}= 65,9802 kN

$\bar{\lambda} = \sqrt{(N_{c,Rk}/N_{cr})}$
$\bar{\lambda}$ = 1,3583

$N_{c,Rk}= A*fy/\gamma_{M0}$
$N_{c,Rk}$= 121,73 kN

$\phi = (1+\alpha*(\bar{\lambda}-0,2)+\bar{\lambda}^2)/2$ $\chi = 1/(\phi+\sqrt{(\phi^2-\bar{\lambda}^2)})$

$\phi =$ 1,5441 $\chi =$ 0,4389

$N_{b,Rd} = (\chi*A*f_y)/\gamma_{M1}$

$N_{b,Rd} =$ 53,43 kN ≥ $N_{Ed} =$ 13,67 kN

Megfelel

V.4.2. Húzott rudak:

V.4.2.1. Övrúd:

Szelvény: RHS 120X60X8,0

$A =$ 2527 mm^2 $\gamma_{M0} =$ 1,00

$f_y =$ 235 N/mm^2

$N_{t,Rd} = A*fy/\gamma_{M0}$

$N_{t,Rd} =$ 593,85 kN ≥ $N_{Ed} =$ 174,35 kN

Megfelel

V.4.2.2. Rácsrúd:

Szelvény: CHS 42,4X6,3

$A =$ 714 mm^2 $\gamma_{M0} =$ 1,00

$f_y =$ 235 N/mm^2

$N_{t,Rd} = A*fy/\gamma_{M0}$

$N_{t,Rd} =$ 167,79 kN ≥ $N_{Ed} =$ 114,32 kN

Megfelel

Szelvény: CHS 38X5,0

$A =$ 518 mm^2 $\gamma_{M0} =$ 1,00

$f_y =$ 235 N/mm^2

$N_{t,Rd} = A*fy/\gamma_{M0}$

$N_{t,Rd} =$ 121,73 kN ≥ $N_{Ed} =$ 78,19 kN

Megfelel

Szelvény: CHS 28X5,0

$A =$ 361 mm^2 $\gamma_{M0} =$ 1,00

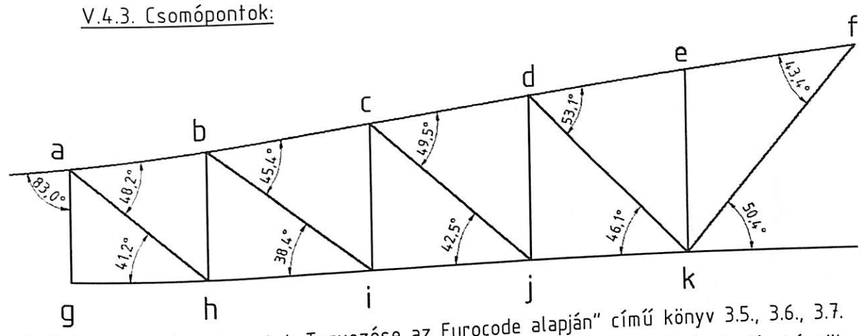
$f_y =$ 235 N/mm^2

$N_{t,Rd} = A*fy/\gamma_{M0}$

$N_{t,Rd} =$ 84,84 kN ≥ $N_{Ed} =$ 36,60 kN

Megfelel

V.4.3. Csomópontok:



A számítás az "Acélszekezetek Tervezése az Eurocode alapján" című könyv 3.5., 3.6., 3.7. táblázatai alapján illetve az MSZ EN 1993-1-8 2005 szabvány 7.10. táblázat alapján készül.
A varratok ellenőrzése az "Acélszerkezetek Tervezése az Eurocode alapján" című könyv képletei szerint készül.

"a" csomópont: hézagos

övrúd (0):	120x60x6,3
nyomott rúd (1):	42,4x6,3
húzott rúd (2):	42,4x6,3

b_0=	60	mm
h_0=	120	mm
t_0=	6,3	mm
d_1=	42,4	mm
t_1=	6,3	mm
d_2=	42,4	mm
t_2=	6,3	mm
A_0=	2046	mm^2
A_1=	714	mm^2
A_2=	714	mm^2

$N_{0,Ed}$=	86,71	kN			
$N_{1,Ed}$=	95,94	kN			
$N_{2,Ed}$=	114,32	kN			
θ_1=	83,0	°	=	1,4486	rad
θ_2=	48,2	°	=	0,8412	rad
g=	11,3	mm			
ε=	1,00				
γ_{M0}=	1,00				
γ_{M5}=	1,00				
f_y=	235	N/mm^2			

Geometriai feltételek:

nyomott rácsrúd:

d_1/t_1=	6,73	≤35	megfelel
d_1/t_1=	6,73	≤35	megfelel
d_1=	42,4	mm <	50*ε= 50
d_1/t_1=	6,73	1. km. osztály	

húzott rácsrúd:

d_2/t_2=	6,73	≤50	megfelel

övrúd:

b_0/t_0=	9,52	≤35	megfelel
h_0/t_0=	19,05	≤35	megfelel
h_0/b_0=	2,00	≥0,5	megfelel
h_0/b_0=	2,00	≤2	megfelel

c_f= 47,4 mm < 33*ε= 33
c_f/t_0= 7,52
1. km. osztály

c_f= 107,4 mm < 33*ε= 33
c_f/t_0= 17,05
1. km. osztály

övrúd és nyomott rácsrúd:

d_1/b_0=	0,71	≥0,4	megfelel
d_1/b_0=	0,71	≤0,8	megfelel

övrúd és húzott rácsrúd:

d_2/b_0=	0,71	≥0,4	megfelel
d_2/b_0=	0,71	≤0,8	megfelel

húzott és nyomott rácsrúd:

$d_1+d_2/2*d_1$=	1,00	>0,6	megfelel
$d_1+d_2/2*d_1$=	1,00	<1,3	megfelel
b_0/t_0=	9,52	≥15	nem felel meg

Vizsgálni kell a többi tönkremeneteli módot is!

rácsrúdak bekötési hézaga:

β=	0,71			
g/b_0=	0,19	≥0,5*(1-β)=	0,15	megfelel
g/b_0=	0,19	≤1,5*(1-β)=	0,44	megfelel

csomópont ellenállása:

1. övrúd övlemezének képlékeny törése:

γ=	4,76					
$\sigma_{0,Ed}$=	42,38	N/mm²				
k_n=	1,0000					
			>	$N_{1,Ed}$=	95,94	kN
$N_{1,Rd}$=	101,29	kN	>	$N_{2,Ed}$=	114,32	kN
$N_{2,Rd}$=	134,87	kN	Megfelel			

2. övrúd nyírási tönkremenetele:

A_v=	1512	mm²	V_{Ed}=	95,22	kN
			$V_{pl,Rd}$=	205,14	kN

$N_{1,Rd}$=	162,33	kN	>	$N_{1,Ed}$=	95,94	kN
$N_{2,Rd}$=	216,13	kN	>	$N_{2,Ed}$=	114,32	kN
$N_{0,Rd}$=	345,74	kN	>	$N_{0,Ed}$=	86,71	kN
			Megfelel			

3. rácsrúd szakadása:

$d_{eff,1}$=	42,4	mm				
$d_{eff,2}$=	42,4	mm				
$N_{1,Rd}$=	167,91	kN	>	$N_{1,Ed}$=	95,94	kN
$N_{2,Rd}$=	167,91	kN	>	$N_{2,Ed}$=	114,32	kN
			Megfelel			

4. kiszakadás az övből:

$\beta \leq 1-1/\gamma$	feltétel teljesül					
$d_{e,p,1}$=	42,4	mm				
$d_{e,p,2}$=	42,4	mm				
$N_{1,Rd}$=	115,14	kN	>	$N_{1,Ed}$=	95,94	kN
$N_{2,Rd}$=	178,81	kN	>	$N_{2,Ed}$=	114,32	kN
			Megfelel			

varrat fajlagos ellenállása:

nyomott:

f_u=	360	N/mm^2		λ_E=	93,9	
f_y=	235	N/mm^2		l_0=	1000	mm
a=	4	mm		i=	12,96	mm
A=	714	mm^2		$\bar{\lambda}$=	0,8217	
γ_{M2}=	1,25			κ=	0,7823	('a'görbe)
γ_{M0}=	1,00					
β_w=	0,80					
				$N_{b,Rd}$=	131,26	kN
				K=	133,70	mm
$f_{vw,d}$=	207,85	N/mm^2				
$F_{w,Rd}$=	831,38	N/mm	<	$N_{b,Rd}/K$=	981,77	N/mm
			Nem felel meg			
				N_{Ed}=	95,94	kN
				K=	133,70	mm
$f_{vw,d}$=	207,85	N/mm^2				
$F_{w,Rd}$=	831,38	N/mm	>	$N_{b,Rd}/K$=	717,58	N/mm
			Megfelel			

húzott:

f_u=	360	N/mm^2
f_y=	235	N/mm^2
a=	4	mm
A=	714	mm^2
γ_{M2}=	1,25	
γ_{M0}=	1,00	
β_w=	0,80	

				$N_{t,Rd}$=	167,79	kN
				K=	156,84	mm
$f_{vw,d}$=	207,85	N/mm^2		$N_{t,Rd}/K$=	1069,82	N/mm
$F_{w,Rd}$=	831,38	N/mm	<			
Nem felel meg						
				N_{Ed}=	114,32	kN
				K=	156,84	mm
$f_{vw,d}$=	207,85	N/mm^2		$N_{t,Rd}/K$=	728,90	N/mm
$F_{w,Rd}$=	831,38	N/mm	>			
			Megfelel			

"b" csomópont: hézagos

övrúd (0):	120x60x6,3
nyomott rúd (1):	42,4x6,3
húzott rúd (2):	38x5,0

b_0=	60	mm
h_0=	120	mm
t_0=	6,3	mm
d_1=	42,4	mm
t_1=	6,3	mm
d_2=	38,0	mm
t_2=	5,0	mm
A_0=	2046	mm^2
A_1=	714	mm^2
A_2=	518	mm^2

$N_{0,Ed}$=	148,46	kN			
$N_{1,Ed}$=	68,41	kN			
$N_{2,Ed}$=	78,19	kN			
θ_1=	83,0	°	=	1,4486	rad
θ_2=	45,4	°	=	0,7924	rad
g=	18,5	mm			
ε=	1,00				
γ_{M0}=	1,00				
γ_{M5}=	1,00				
f_y=	235	N/mm^2			

Geometriai feltételek:

nyomott rácsrúd:

d_1/t_1=	6,73	≤35	megfelel
d_1/t_1=	6,73	≤35	megfelel
d_1=	42,4	mm	$50*\varepsilon$= 50
d_1/t_1=	6,73	<	

1. km. osztály

húzott rácsrúd:

d_2/t_2=	7,60	≤50	megfelel

övrúd:

b_0/t_0=	9,52	≤35	megfelel
h_0/t_0=	19,05	≤35	megfelel
h_0/b_0=	2,00	≥0,5	megfelel
h_0/b_0=	2,00	≤2	megfelel

c_f=	47,4	mm			
c_f/t_0=	7,52		<	33*ε=	33

1. km. osztály

c_f=	107,4	mm			
c_f/t_0=	17,05		<	33*ε=	33

1. km. osztály

övrúd és nyomott rácsrúd:

d_1/b_0=	0,71	≥0,4	megfelel
d_1/b_0=	0,71	≤0,8	megfelel

övrúd és húzott rácsrúd:

d_2/b_0=	0,63	≥0,4	megfelel
d_2/b_0=	0,63	≤0,8	megfelel

húzott és nyomott rácsrúd:

$d_1+d_2/2*d_1$=	0,95	>0,6	megfelel
$d_1+d_2/2*d_1$=	0,95	<1,3	megfelel
b_0/t_0=	9,52	≥15	nem felel meg

Vizsgálni kell a többi tönkremeneteli módot is!

rácsrúdak bekötési hézaga:

β=	0,67			
g/b_0=	0,31	≥0,5*(1-β)=	0,17	megfelel
g/b_0=	0,31	≤1,5*(1-β)=	0,50	megfelel

csomópont ellenállása:

1. övrúd övlemezének képlékeny törése:

γ=	4,76						
$\sigma_{0,Ed}$=	72,56	N/mm^2					
k_n=	1,0000						
					$N_{1,Ed}$=	68,41	kN
$N_{1,Rd}$=	96,04	kN	>				
$N_{2,Rd}$=	133,87	kN	>		$N_{2,Ed}$=	78,19	kN
			Megfelel				

2. övrúd nyírási tönkremenetele:

A_v=	1512	mm^2		V_{Ed}=	67,90	kN
				$V_{pl,Rd}$=	205,14	kN
$N_{1,Rd}$=	162,33	kN	>	$N_{1,Ed}$=	68,41	kN
$N_{2,Rd}$=	226,28	kN	>	$N_{2,Ed}$=	78,19	kN
$N_{0,Rd}$=	361,90	kN	>	$N_{0,Ed}$=	148,46	kN
			Megfelel			

3. rácsrúd szakadása:

$d_{eff,1}$=	42,4	mm				
$d_{eff,2}$=	38	mm				
$N_{1,Rd}$=	167,91	kN	>	$N_{1,Ed}$=	68,41	kN
$N_{2,Rd}$=	121,82	kN	>	$N_{2,Ed}$=	78,19	kN
			Megfelel			

4. kiszakadás az övből:

$\beta \leq 1-1/\gamma$	feltétel teljesül					
$d_{e,p,1}$=	42,4	mm				
$d_{e,p,2}$=	38	mm				
$N_{1,Rd}$=	115,14	kN	>	$N_{1,Ed}$=	68,41	kN
$N_{2,Rd}$=	172,29	kN	>	$N_{2,Ed}$=	78,19	kN
			Megfelel			

varrat fajlagos ellenállása:

nyomott:

f_u=	360	N/mm^2		λ_E=	93,9	
f_y=	235	N/mm^2		l_0=	1140	mm
a=	4	mm		i=	12,96	mm
A=	714	mm^2		$\bar{\lambda}$=	0,9368	
γ_{M2}=	1,25			κ=	0,7088	('a'görbe)
γ_{M0}=	1,00					
β_w=	0,80					
				$N_{b,Rd}$=	118,93	kN
				K=	133,70	mm
$f_{vw,d}$=	207,85	N/mm^2	<	$N_{b,Rd}/K$=	889,53	N/mm
$F_{w,Rd}$=	831,38	N/mm	Nem felel meg			
				N_{Ed}=	68,41	kN
				K=	133,70	mm
$f_{vw,d}$=	207,85	N/mm^2	>	$N_{b,Rd}/K$=	511,67	N/mm
$F_{w,Rd}$=	831,38	N/mm	Megfelel			

húzott:

f_u=	360	N/mm^2
f_y=	235	N/mm^2
a=	3	mm
A=	518	mm^2
γ_{M2}=	1,25	
γ_{M0}=	1,00	
β_w=	0,80	

					$N_{t,Rd}$=	121,73	kN
					K=	144,54	mm
$f_{vw,d}$=	207,85	N/mm^2					
$F_{w,Rd}$=	623,54	N/mm	<	$N_{t,Rd}/K$=	842,19	N/mm	
			Nem felel meg				
					N_{Ed}=	78,19	kN
					K=	144,54	mm
$f_{vw,d}$=	207,85	N/mm^2					
$F_{w,Rd}$=	623,54	N/mm	>	$N_{t,Rd}/K$=	540,96	N/mm	
			Megfelel				

"c" csomópont: hézagos

övrúd (0):	120x60x6,3
nyomott rúd (1):	38x5,0
húzott rúd (2):	28x5,0

b_0=	60	mm
h_0=	120	mm
t_0=	6,3	mm
d_1=	38,0	mm
t_1=	5,0	mm
d_2=	28,0	mm
t_2=	5,0	mm
A_0=	2046	mm^2
A_1=	518	mm^2
A_2=	361	mm^2

$N_{0,Ed}$=	175,66	kN				
$N_{1,Ed}$=	41,72	kN				
$N_{2,Ed}$=	36,60	kN				
θ_1=	83,0	°	=	1,4486	rad	
θ_2=	49,5	°	=	0,8639	rad	
g=	21,1	mm				
ε=	1,00					
γ_{M0}=	1,00					
γ_{M5}=	1,00					
f_y=	235	N/mm^2				

Geometriai feltételek:

nyomott rácsrúd:

d_1/t_1=	7,60	≤35	megfelel
d_1/t_1=	7,60	≤35	megfelel
d_1=	38,0	mm	
		< $50*\varepsilon$= 50	
d_1/t_1=	7,60	1. km. osztály	

húzott rácsrúd:

d_2/t_2=	5,60	≤50	megfelel

övrúd:

b_0/t_0=	9,52	≤35	megfelel
h_0/t_0=	19,05	≤35	megfelel
h_0/b_0=	2,00	≥0,5	megfelel
h_0/b_0=	2,00	≤2	megfelel

c_f=	47,4	mm			
c_f/t_0=	7,52		<	33*ε=	33

1. km. osztály

c_f=	107,4	mm			
c_f/t_0=	17,05		<	33*ε=	33

1. km. osztály

övrúd és nyomott rácsrúd:

d_1/b_0=	0,63	≥0,4	megfelel
d_1/b_0=	0,63	≤0,8	megfelel

övrúd és húzott rácsrúd:

d_2/b_0=	0,47	≥0,4	megfelel
d_2/b_0=	0,47	≤0,8	megfelel

húzott és nyomott rácsrúd:

$d_1+d_2/2*d_1$=	0,87	>0,6	megfelel
$d_1+d_2/2*d_1$=	0,87	<1,3	megfelel
b_0/t_0=	9,52	≥15	nem felel meg

Vizsgálni kell a többi tönkremeneteli módot is!

rácsrúdak bekötési hézaga:

β=	0,55			
g/b_0=	0,35	≥0,5*(1-β)=	0,23	megfelel
g/b_0=	0,35	≤1,5*(1-β)=	0,68	megfelel

csomópont ellenállása:

1. övrúd övlemezének képlékeny törése:

γ=	4,76	
$\sigma_{0,Ed}$=	85,86	N/mm^2
k_n=	1,0000	

			>	$N_{1,Ed}$=	41,72	kN
$N_{1,Rd}$=	78,84	kN	>	$N_{2,Ed}$=	36,60	kN
$N_{2,Rd}$=	102,90	kN	Megfelel			

2. övrúd nyírási tönkremenetele:

A_v=	1512	mm^2		V_{Ed}=	41,41 kN
				$V_{pl,Rd}$=	205,14 kN
$N_{1,Rd}$=	162,33	kN	>	$N_{1,Ed}$=	41,72 kN
$N_{2,Rd}$=	211,89	kN	>	$N_{2,Ed}$=	36,60 kN
$N_{0,Rd}$=	371,88	kN	>	$N_{0,Ed}$=	175,66 kN
			Megfelel		

3. rácsrúd szakadása:

$d_{eff,1}$=	38	mm			
$d_{eff,2}$=	28	mm			
$N_{1,Rd}$=	121,82	kN	>	$N_{1,Ed}$=	41,72 kN
$N_{2,Rd}$=	84,90	kN	>	$N_{2,Ed}$=	36,60 kN
			Megfelel		

4. kiszakadás az övből:

$\beta \leq 1-1/\gamma$ feltétel teljesül

$d_{e,p,1}$=	38	mm			
$d_{e,p,2}$=	28	mm			
$N_{1,Rd}$=	103,19	kN	>	$N_{1,Ed}$=	41,72 kN
$N_{2,Rd}$=	114,46	kN	>	$N_{2,Ed}$=	36,60 kN
			Megfelel		

varrat fajlagos ellenállása:

nyomott:

f_u=	360	N/mm^2		λ_E=	93,9
f_y=	235	N/mm^2		l_0=	1317 mm
a=	3	mm		i=	11,79 mm
A=	518	mm^2		$\bar{\lambda}$=	1,1896
γ_{M2}=	1,25			κ=	0,5369 ('a'görbe)
γ_{M0}=	1,00				
β_w=	0,80				
				$N_{b,Rd}$=	65,36 kN
				K=	119,83 mm
$f_{vw,d}$=	207,85	N/mm^2		$N_{b,Rd}/K$=	545,41 N/mm
$F_{w,Rd}$=	623,54	N/mm	>		
			Megfelel		

húzott:

f_u=	360	N/mm^2
f_y=	235	N/mm^2
a=	3	mm
A=	361	mm^2
γ_{M2}=	1,25	
γ_{M0}=	1,00	
β_w=	0,80	

				$N_{t,Rd}$=	84,84	kN
				K=	102,33	mm
$f_{vw,d}$=	207,85	N/mm^2				
$F_{w,Rd}$=	623,54	N/mm	<	$N_{t,Rd}/K$=	829,03	N/mm
			Nem felel meg			
				N_{Ed}=	36,60	kN
				K=	102,33	mm
$f_{vw,d}$=	207,85	N/mm^2				
$F_{w,Rd}$=	623,54	N/mm	>	$N_{t,Rd}/K$=	357,67	N/mm
			Megfelel			

"d" csomópont:	hézagos
övrúd (0):	120x60x6,3
nyomott rúd (1):	38x5,0
húzott rúd (2):	28x5,0

b_0=	60	mm
h_0=	120	mm
t_0=	6,3	mm
d_1=	38,0	mm
t_1=	5,0	mm
d_2=	28,0	mm
t_2=	5,0	mm
A_0=	2046	mm^2
A_1=	518	mm^2
A_2=	361	mm^2

$N_{0,Ed}$=	179,29	kN			
$N_{1,Ed}$=	17,87	kN			
$N_{2,Ed}$=	5,19	kN			
θ_1=	83,0	°	=	1,4486	rad
θ_2=	53,1	°	=	0,9268	rad
g=	15,8	mm			
ε=	1,00				
γ_{M0}=	1,00				
γ_{M5}=	1,00				
f_y=	235	N/mm^2			

Geometriai feltételek:

nyomott rácsrúd:

d_1/t_1=	7,60	≤35	megfelel
d_1/t_1=	7,60	≤35	megfelel
d_1=	38,0	mm	
d_1/t_1=	7,60	<	50∗ε= 50

1. km. osztály

húzott rácsrúd:

d_2/t_2=	5,60	≤50	megfelel

övrúd:

b_0/t_0=	9,52	≤35	megfelel
h_0/t_0=	19,05	≤35	megfelel
h_0/b_0=	2,00	≥0,5	megfelel
h_0/b_0=	2,00	≤2	megfelel

c_f=	47,4	mm			
c_f/t_0=	7,52		<	33∗ε=	33

1. km. osztály

c_f=	107,4	mm			
c_f/t_0=	17,05		<	33∗ε=	33

1. km. osztály

övrúd és nyomott rácsrúd:

d_1/b_0=	0,63	≥0,4	megfelel
d_1/b_0=	0,63	≤0,8	megfelel

övrúd és húzott rácsrúd:

d_2/b_0=	0,47	≥0,4	megfelel
d_2/b_0=	0,47	≤0,8	megfelel

húzott és nyomott rácsrúd:

$d_1+d_2/2*d_1$=	0,87	>0,6	megfelel
$d_1+d_2/2*d_1$=	0,87	<1,3	megfelel
b_0/t_0=	9,52	≥15	nem felel meg

Vizsgálni kell a többi tönkremeneteli módot is!

rácsrúdak bekötési hézaga:

β=	0,55			
g/b_0=	0,26	≥0,5∗(1-β)=	0,23	megfelel
g/b_0=	0,26	≤1,5∗(1-β)=	0,68	megfelel

csomópont ellenállása:

1. övrúd övlemezének képlékeny törése:

γ=	4,76					
$\sigma_{0,Ed}$=	87,63	N/mm^2				
k_n=	1,0000					
			>	$N_{1,Ed}$=	17,87	kN
$N_{1,Rd}$=	78,84	kN	>	$N_{2,Ed}$=	5,19	kN
$N_{2,Rd}$=	97,85	kN	Megfelel			

2. övrúd nyírási tönkremenetele:

A_v= 1512 mm^2

V_{Ed}= 17,74 kN
$V_{pl,Rd}$= 205,14 kN

$N_{1,Rd}$=	162,33	kN	>	$N_{1,Ed}$=	17,87 kN
$N_{2,Rd}$=	201,48	kN	>	$N_{2,Ed}$=	5,19 kN
$N_{0,Rd}$=	376,58	kN	>	$N_{0,Ed}$=	179,29 kN
			Megfelel		

3. rácsrúd szakadása:

$d_{eff,1}$= 38 mm
$d_{eff,2}$= 28 mm

$N_{1,Rd}$=	121,82	kN	>	$N_{1,Ed}$=	17,87 kN
$N_{2,Rd}$=	84,90	kN	>	$N_{2,Ed}$=	5,19 kN
			Megfelel		

4. kiszakadás az övből:

$\beta \leq 1-1/\gamma$ feltétel teljesül

$d_{e,p,1}$= 38 mm
$d_{e,p,2}$= 28 mm

$N_{1,Rd}$=	103,19	kN	>	$N_{1,Ed}$=	17,87 kN
$N_{2,Rd}$=	105,80	kN	>	$N_{2,Ed}$=	5,19 kN
			Megfelel		

varrat fajlagos ellenállása:

nyomott:

f_u= 360 N/mm^2
f_y= 235 N/mm^2
a= 3 mm
A= 518 mm^2
γ_{M2}= 1,25
γ_{M0}= 1,00
β_w= 0,80

$f_{vw,d}$= 207,85 N/mm^2
$F_{w,Rd}$= 623,54 N/mm

			>	λ_E=	93,9
				l_0=	1494 mm
				i=	11,79 mm
				$\bar{\lambda}$=	1,3495
				κ=	0,4444 ('a'görbe)
				$N_{b,Rd}$=	54,10 kN
				K=	119,83 mm
			>	$N_{b,Rd}/K$=	451,45 N/mm
			Megfelel		

húzott:

f_u=	360	N/mm^2
f_y=	235	N/mm^2
a=	3	mm
A=	361	mm^2
γ_{M2}=	1,25	
γ_{M0}=	1,00	
β_w=	0,80	

$f_{vw,d}$=	207,85	N/mm^2		$N_{t,Rd}$=	84,84	kN
$F_{w,Rd}$=	623,54	N/mm		K=	99,31	mm
			<	$N_{t,Rd}$/K=	854,24	N/mm
			Nem felel meg			
				N_{Ed}=	5,19	kN
				K=	99,31	mm
$f_{vw,d}$=	207,85	N/mm^2				
$F_{w,Rd}$=	623,54	N/mm	>	$N_{b,Rd}$/K=	52,26	N/mm
			Megfelel			

"e" csomópont: "Y" csomópont

övrúd (0): 120x60x6,3

nyomott rúd (1): 38x5,0

b_0=	60	mm
h_0=	120	mm
t_0=	6,3	mm
d_1=	38,0	mm
t_1=	5,0	mm
A_0=	2046	mm^2
A_1=	518	mm^2

$N_{0,Ed}$=	179,29	kN			
$N_{1,Ed}$=	13,67	kN			
θ_1=	83,0	°	=	1,4486	rad
ε=	1,00				
γ_{M0}=	1,00				
γ_{M5}=	1,00				
f_y=	235	N/mm^2			

Geometriai feltételek:

nyomott rácsrúd:

d_1/t_1=	7,60	≤35	megfelel
d_1/t_1=	7,60	≤35	megfelel
d_1=	38,0	mm	
d_1/t_1=	7,60	<	50*ε= 50

1. km. osztály

övrúd:

b_0/t_0=	9,52	≤35	megfelel	
h_0/t_0=	19,05	≤35	megfelel	
h_0/b_0=	2,00	≥0,5	megfelel	
h_0/b_0=	2,00	≤2	megfelel	
c_f=	47,4	mm		
c_f/t_0=	7,52	<	33*ε=	33
	1. km. osztály			
c_f=	107,4	mm		
c_f/t_0=	17,05	<	33*ε=	33
	1. km. osztály			

övrúd és nyomott rácsrúd:

d_1/b_0=	0,63	≥0,25	megfelel

kiegészítő geometriai feltétel:

b_0/t_0=	9,52	≥10	nem felel meg

Vizsgálni kell a többi tönkremeneteli módot is!

csomópont ellenállása:

1. övrúd övlemezének képlékeny törése:

β=	0,63	<	0,85

Csak ezt a tönkremeneteli módot kell vizsgálni

γ=	4,76					
$\sigma_{0,Ed}$=	87,63	N/mm²				
k_n=	1,00					
η=	0,63					
$N_{1,Rd}$=	74,44	kN	>	$N_{1,Ed}$=	13,67	kN
Megfelel						

varrat fajlagos ellenállása:

nyomott:

f_u=	360	N/mm²	λ_E=	93,9	
f_y=	235	N/mm²	l_0=	1671	mm
a=	3	mm	i=	11,79	mm
A=	518	mm²	$\bar{\lambda}$=	1,5094	
γ_{M2}=	1,25		κ=	0,3687	('a'görbe)
γ_{M0}=	1,00				
β_w=	0,80				
			$N_{b,Rd}$=	44,88	kN
$f_{vw,d}$=	207,85	N/mm²	K=	119,83	mm
$F_{w,Rd}$=	623,54	N/mm	> $N_{b,Rd}$/K=	374,55	N/mm
Megfelel					

"f" csomópont: "Y" csomópont

övrúd (0): 120x60x6,3
húzott rúd (2): 28x5,0

$N_{0,Ed}$=	179,29	kN				
$N_{2,Ed}$=	22,12	kN				
θ_2=	42,4	°	=	0,7400	rad	
ε=	1,00					
γ_{M0}=	1,00					
γ_{M5}=	1,00					
f_y=	235	N/mm^2				

b_0=	60	mm
h_0=	120	mm
t_0=	6,3	mm
d_2=	28,0	mm
t_2=	5,0	mm
A_0=	2046	mm^2
A_2=	361	mm^2

Geometriai feltételek:
húzott rácsrúd:

d_2/t_2=	5,60	≤35		megfelel	
d_2/t_2=	5,60	≤35		megfelel	
d_2=	28,0	mm			
d_2/t_2=	5,60		<	$50*\varepsilon$=	50

1. km. osztály

övrúd:

b_0/t_0=	9,52	≤35		megfelel	
h_0/t_0=	19,05	≤35		megfelel	
h_0/b_0=	2,00	≥0,5		megfelel	
h_0/b_0=	2,00	≤2		megfelel	
c_f=	47,4	mm			
c_f/t_0=	7,52		<	$33*\varepsilon$=	33

1. km. osztály

c_f=	107,4	mm			
c_f/t_0=	17,05		<	$33*\varepsilon$=	33

1. km. osztály

övrúd és húzott rácsrúd:

d_2/b_0=	0,47	≥0,25	megfelel

kiegészítő geometriai feltétel:

b_0/t_0=	9,52	≥10	nem felel meg

Vizsgálni kell a többi tönkremeneteli módot is!

csomópont ellenállása:

1. övrúd övlemezének képlékeny törése:

β= 0,47 < 0,85

Csak ezt a tönkremeneteli módot kell vizsgálni

γ= 4,76

$\sigma_{0,Ed}$= 87,63 N/mm^2

k_n= 0,98

η= 0,47

$N_{1,Rd}$= 85,98 kN > $N_{1,Ed}$= 22,12 kN

Megfelel

varrat fajlagos ellenállása:

húzott:

f_u= 360 N/mm^2

f_y= 235 N/mm^2

a= 3 mm

A= 361 mm^2

γ_{M2}= 1,25

γ_{M0}= 1,00

β_w= 0,80

$N_{t,Rd}$= 84,84 kN

K= 108,93 mm

$f_{vw,d}$= 207,85 N/mm^2

$F_{w,Rd}$= 623,54 N/mm

$N_{t,Rd}/K$= 778,80 N/mm

< Nem felel meg

N_{Ed}= 22,12 kN

K= 108,93 mm

$f_{vw,d}$= 207,85 N/mm^2

$F_{w,Rd}$= 623,54 N/mm

$N_{b,Rd}/K$= 203,07 N/mm

> Megfelel

"g" csomópont: "T" csomópont

övrúd (0): 120x60x8,0
nyomott rúd (1): 42,4x6,3

$N_{0,Ed}$=	0,00	kN				
$N_{1,Ed}$=	95,94	kN				
θ_1=	90,0	°	=	1,5708	rad	
ε=	1,00					
γ_{M0}=	1,00					
γ_{M5}=	1,00					
f_y=	235	N/mm^2				

b_0=	60	mm
h_0=	120	mm
t_0=	8,0	mm
d_1=	42,2	mm
t_1=	6,3	mm
A_0=	2527	mm^2
A_1=	714	mm^2

Geometriai feltételek:

nyomott rácsrúd:

d_1/t_1=	6,70	≤35	megfelel
d_1/t_1=	6,70	≤35	megfelel
d_1=	42,2	mm < $50*\varepsilon$=	50
d_1/t_1=	6,70	1. km. osztály	

övrúd:

b_0/t_0=	7,50	≤35	megfelel
h_0/t_0=	15,00	≤35	megfelel
h_0/b_0=	2,00	≥0,5	megfelel
h_0/b_0=	2,00	≤2	megfelel
c_f=	44	mm < $33*\varepsilon$=	33
c_f/t_0=	5,50	1. km. osztály	
c_f=	104	mm < $33*\varepsilon$=	33
c_f/t_0=	13,00	1. km. osztály	

övrúd és nyomott rácsrúd:

d_1/b_0=	0,70	≥0,25	megfelel

kiegészítő geometriai feltétel:

b_0/t_0=	7,50	≥10	nem felel meg

Vizsgálni kell a többi tönkremeneteli módot is!

csomópont ellenállása:

1. övrúd övlemezének képlékeny törése:

β= 0,70 < 0,85

Csak ezt a tönkremeneteli módot kell vizsgálni

γ= 3,75

$\sigma_{0,Ed}$= 0,00 N/mm^2

k_n= 1,00

η= 0,70

$N_{1,Rd}$= 142,76 kN > $N_{1,Ed}$= 95,94 kN

Megfelel

varrat fajlagos ellenállása:

nyomott:

f_u= 360 N/mm^2

f_y= 235 N/mm^2

a= 4 mm

A= 714 mm^2

γ_{M2}= 1,25

γ_{M0}= 1,00

β_w= 0,80

λ_E= 93,9

l_0= 1000 mm

i= 12,96 mm

$\bar{\lambda}$= 0,8217

κ= 0,7823 ('a'görbe)

$N_{b,Rd}$= 131,26 kN

K= 133,20 mm

$f_{vw,d}$= 207,85 N/mm^2

$F_{w,Rd}$= 831,38 N/mm

$N_{b,Rd}/K$= 985,45 N/mm < N_{Ed}= 95,94 kN

Nem felel meg

K= 133,20 mm

$f_{vw,d}$= 207,85 N/mm^2

$F_{w,Rd}$= 831,38 N/mm

$N_{b,Rd}/K$= 720,27 N/mm >

Megfelel

"h" csomópont: hézagos

övrúd (0): 120x60x8,0
nyomott rúd (1): 42,4x6,3
húzott rúd (2): 42,4x6,3

b_0=	60	mm
h_0=	120	mm
t_0=	8,0	mm
d_1=	42,2	mm
t_1=	6,3	mm
d_2=	42,4	mm
t_2=	6,3	mm
A_0=	2527	mm^2
A_1=	714	mm^2
A_2=	714	mm^2

$N_{0,Ed}$=	86,71	kN		
$N_{1,Ed}$=	68,41	kN		
$N_{2,Ed}$=	114,32	kN		
θ_1=	90,0	°	=	1,5708 rad
θ_2=	41,2	°	=	0,7191 rad
g=	15,2	mm		
ε=	1,00			
γ_{M0}=	1,00			
γ_{M5}=	1,00			
f_y=	235	N/mm^2		

Geometriai feltételek:

nyomott rácsrúd:

d_1/t_1=	6,70	≤35	megfelel
d_1/t_1=	6,70	≤35	megfelel
d_1=	42,2	mm	$50*\varepsilon$= 50
d_1/t_1=	6,70	<	1. km. osztály

húzott rácsrúd:

d_2/t_2=	6,73	≤50	megfelel

övrúd:

b_0/t_0=	7,50	≤35	megfelel
h_0/t_0=	15,00	≤35	megfelel
h_0/b_0=	2,00	≥0,5	megfelel
h_0/b_0=	2,00	≤2	megfelel
c_f=	44	mm	$33*\varepsilon$= 33
c_f/t_0=	5,50	<	1. km. osztály
c_f=	104	mm	$33*\varepsilon$= 33
c_f/t_0=	13,00	<	1. km. osztály

övrúd és nyomott rácsrúd:

d_1/b_0=	0,70	≥0,4	megfelel
d_1/b_0=	0,70	≤0,8	megfelel

övrúd és húzott rácsrúd:

d_2/b_0=	0,71	≥0,4	megfelel
d_2/b_0=	0,71	≤0,8	megfelel

húzott és nyomott rácsrúd:

$d_1+d_2/2*d_1$=	1,00	>0,6	megfelel
$d_1+d_2/2*d_1$=	1,00	<1,3	megfelel
b_0/t_0=	7,50	≥15	nem felel meg

Vizsgálni kell a többi tönkremeneteli módot is!

rácsrúdak bekötési hézaga:

β=	0,71			
g/b_0=	0,25	≥0,5*(1-β)=	0,15	megfelel
g/b_0=	0,25	≤1,5*(1-β)=	0,44	megfelel

csomópont ellenállása:

1. övrúd övlemezének képlékeny törése:

γ=	3,75					
$\sigma_{0,Ed}$=	34,31	N/mm²				
k_n=	1,0000					
					$N_{1,Ed}$=	68,41 kN
$N_{1,Rd}$=	143,53	kN	>		$N_{2,Ed}$=	114,32 kN
$N_{2,Rd}$=	217,90	kN	>			
			Megfelel			

2. övrúd nyírási tönkremenetele:

A_v=	1920	mm²			V_{Ed}=	75,30 kN
					$V_{pl,Rd}$=	260,50 kN
					$N_{1,Ed}$=	68,41 kN
			>		$N_{2,Ed}$=	114,32 kN
$N_{1,Rd}$=	204,60	kN	>		$N_{0,Ed}$=	86,71 kN
$N_{2,Rd}$=	310,61	kN	>			
$N_{0,Rd}$=	451,28	kN	Megfelel			

3. rácsrúd szakadása:

$d_{eff,1}$=	42,2	mm				
$d_{eff,2}$=	42,4	mm			$N_{1,Ed}$=	68,41 kN
			>		$N_{2,Ed}$=	114,32 kN
$N_{1,Rd}$=	166,98	kN	>			
$N_{2,Rd}$=	167,91	kN	Megfelel			

4. kiszakadás az övből:

$\beta \leq 1-1/\gamma$	feltétel teljesül	
$d_{e,p,1}$=	42,2	mm
$d_{e,p,2}$=	42,4	mm

$N_{1,Rd}$=	143,90	kN	>	$N_{1,Ed}$=	68,41	kN
$N_{2,Rd}$=	276,37	kN	>	$N_{2,Ed}$=	114,32	kN
			Megfelel			

varrat fajlagos ellenállása:

nyomott:

f_u=	360	N/mm^2		λ_E=	93,9	
f_y=	235	N/mm^2		l_0=	1140	mm
a=	4	mm		i=	12,96	mm
A=	714	mm^2		$\bar{\lambda}$=	0,9368	
γ_{M2}=	1,25			κ=	0,7088	('a'görbe)
γ_{M0}=	1,00					
β_w=	0,80			$N_{b,Rd}$=	118,93	kN
				K=	133,20	mm
$f_{vw,d}$=	207,85	N/mm^2		$N_{b,Rd}/K$=	892,86	N/mm
$F_{w,Rd}$=	831,38	N/mm	<			
			Nem felel meg			
				N_{Ed}=	68,41	kN
				K=	133,20	mm
$f_{vw,d}$=	207,85	N/mm^2		$N_{b,Rd}/K$=	513,59	N/mm
$F_{w,Rd}$=	831,38	N/mm	>			
			Megfelel			

húzott:

f_u=	360	N/mm^2				
f_y=	235	N/mm^2				
a=	4	mm				
A=	714	mm^2				
γ_{M2}=	1,25					
γ_{M0}=	1,00					
β_w=	0,80					
				$N_{t,Rd}$=	167,79	kN
				K=	169,59	mm
$f_{vw,d}$=	207,85	N/mm^2		$N_{t,Rd}/K$=	989,39	N/mm
$F_{w,Rd}$=	831,38	N/mm	<			
			Nem felel meg			
				N_{Ed}=	114,32	kN
				K=	169,59	mm
$f_{vw,d}$=	207,85	N/mm^2		$N_{b,Rd}/K$=	674,10	N/mm
$F_{w,Rd}$=	831,38	N/mm	>			
			Megfelel			

"i" csomópont: hézagos

övrúd (0): 120x60x8,0
nyomott rúd (1): 38x5,0
húzott rúd (2): 38x5,0

b_0=	60	mm
h_0=	120	mm
t_0=	8,0	mm
d_1=	38,0	mm
t_1=	5,0	mm
d_2=	38,0	mm
t_2=	5,0	mm
A_0=	2527	mm^2
A_1=	518	mm^2
A_2=	518	mm^2

$N_{0,Ed}$=	147,35	kN			
$N_{1,Ed}$=	41,72	kN			
$N_{2,Ed}$=	71,19	kN			
θ_1=	90,0	°	=	1,5708	rad
θ_2=	38,4	°	=	0,6702	rad
g=	26,1	mm			
ε=	1,00				
γ_{M0}=	1,00				
γ_{M5}=	1,00				
f_y=	235	N/mm^2			

Geometriai feltételek:

nyomott rácsrúd:

d_1/t_1=	7,60	≤35		megfelel
d_1/t_1=	7,60	≤35		megfelel
d_1=	38,0	mm	<	$50*\varepsilon$= 50
d_1/t_1=	7,60			1. km. osztály

húzott rácsrúd:

d_2/t_2=	7,60	≤50	megfelel

övrúd:

b_0/t_0=	7,50	≤35		megfelel
h_0/t_0=	15,00	≤35		megfelel
h_0/b_0=	2,00	≥0,5		megfelel
h_0/b_0=	2,00	≤2		megfelel
c_f=	44	mm	<	$33*\varepsilon$= 33
c_f/t_0=	5,50			1. km. osztály
c_f=	104	mm	<	$33*\varepsilon$= 33
c_f/t_0=	13,00			1. km. osztály

övrúd és nyomott rácsrúd:

d_1/b_0=	0,63	≥0,4	megfelel
d_1/b_0=	0,63	≤0,8	megfelel

övrúd és húzott rácsrúd:

d_2/b_0=	0,63	≥0,4	megfelel
d_2/b_0=	0,63	≤0,8	megfelel

húzott és nyomott rácsrúd:

$d_1+d_2/2*d_1$=	1,00	>0,6	megfelel
$d_1+d_2/2*d_1$=	1,00	<1,3	megfelel
b_0/t_0=	7,50	≥15	nem felel meg

Vizsgálni kell a többi tönkremeneteli módot is!

rácsrúdak bekötési hézaga:

β=	0,63			
g/b_0=	0,44	≥0,5*(1-β)=	0,18	megfelel
g/b_0=	0,44	≤1,5*(1-β)=	0,55	megfelel

csomópont ellenállása:

1. övrúd övlemezének képlékeny törése:

γ= 3,75

$\sigma_{0,Ed}$= 58,31 N/mm^2

k_n= 1,0000

$N_{1,Rd}$=	128,94	kN	>	$N_{1,Ed}$=	41,72	kN
$N_{2,Rd}$=	207,58	kN	>	$N_{2,Ed}$=	71,19	kN
			Megfelel			

2. övrúd nyírási tönkremenetele:

A_v= 1920 mm^2

				V_{Ed}=	44,22	kN
				$V_{pl,Rd}$=	260,50	kN
			>	$N_{1,Ed}$=	41,72	kN
$N_{1,Rd}$=	204,60	kN	>	$N_{2,Ed}$=	71,19	kN
$N_{2,Rd}$=	329,38	kN	>	$N_{0,Ed}$=	147,35	kN
$N_{0,Rd}$=	461,26	kN	Megfelel			

3. rácsrúd szakadása:

$d_{eff,1}$=	38	mm				
$d_{eff,2}$=	38	mm		$N_{1,Ed}$=	41,72	kN
			>	$N_{2,Ed}$=	71,19	kN
$N_{1,Rd}$=	121,82	kN	>			
$N_{2,Rd}$=	121,82	kN	Megfelel			

4. kiszakadás az övből:

β≤1-1/γ	feltétel teljesül	
$d_{e,p,1}$=	38	mm
$d_{e,p,2}$=	38	mm

$N_{1,Rd}$=	129,58	kN	>	$N_{1,Ed}$=	41,72	kN
$N_{2,Rd}$=	272,23	kN	>	$N_{2,Ed}$=	71,19	kN
			Megfelel			

varrat fajlagos ellenállása:

nyomott:

f_u=	360	N/mm^2	λ_E=	93,9	
f_y=	235	N/mm^2	l_0=	1314	mm
a=	3	mm	i=	11,79	mm
A=	518	mm^2	$\bar{\lambda}$=	1,1869	
γ_{M2}=	1,25		κ=	0,5116	('a'görbe)
γ_{M0}=	1,00				
β_w=	0,80				

$N_{b,Rd}$=	62,28	kN				
K=	119,38	mm				
$N_{b,Rd}/K$=	521,67	N/mm				
$f_{vw,d}$=	207,85	N/mm^2				
$F_{w,Rd}$=	623,54	N/mm	>			
			Megfelel			

húzott:

f_u=	360	N/mm^2
f_y=	235	N/mm^2
a=	3	mm
A=	518	mm^2
γ_{M2}=	1,25	
γ_{M0}=	1,00	
β_w=	0,80	

				$N_{t,Rd}$=	121,73	kN
				K=	169,59	mm
				$N_{t,Rd}/K$=	717,79	N/mm
$f_{vw,d}$=	207,85	N/mm^2	<			
$F_{w,Rd}$=	623,54	N/mm	Nem felel meg			
				N_{Ed}=	71,19	kN
				K=	169,59	mm
				$N_{b,Rd}/K$=	419,78	N/mm
$f_{vw,d}$=	207,85	N/mm^2	>			
$F_{w,Rd}$=	623,54	N/mm	Megfelel			

"j" csomópont: hézagos

övrúd (0):	120x60x8,0	$N_{0,Ed}$=	174,35	kN			
nyomott rúd (1):	38x5,0	$N_{1,Ed}$=	17,87	kN			
húzott rúd (2):	28x5,0	$N_{2,Ed}$=	36,60	kN			
		θ_1=	90,0	°	=	1,5708	rad
		θ_2=	42,5	°	=	0,7418	rad
b_0=	60 mm	g=	25,8	mm			
h_0=	120 mm	ε=	1,00				
t_0=	8,0 mm	γ_{M0}=	1,00				
d_1=	38,0 mm	γ_{M5}=	1,00				
t_1=	5,0 mm	f_y=	235	N/mm^2			
d_2=	28,0 mm						
t_2=	5,0 mm						
A_0=	2527 mm^2						
A_1=	518 mm^2						
A_2=	361 mm^2						

Geometriai feltételek:

nyomott rácsrúd:

d_1/t_1=	7,60	≤35	megfelel
d_1/t_1=	7,60	≤35	megfelel
d_1=	38,0	mm	
d_1/t_1=	7,60	< 50*ε=	50
	1. km. osztály		

húzott rácsrúd:

d_2/t_2=	5,60	≤50	megfelel

övrúd:

b_0/t_0=	7,50	≤35	megfelel
h_0/t_0=	15,00	≤35	megfelel
h_0/b_0=	2,00	≥0,5	megfelel
h_0/b_0=	2,00	≤2	megfelel
c_f=	44	mm	
c_f/t_0=	5,50	< 33*ε=	33
	1. km. osztály		
c_f=	104	mm	
c_f/t_0=	13,00	< 33*ε=	33
	1. km. osztály		

övrúd és nyomott rácsrúd:

d_1/b_0=	0,63	≥0,4	megfelel
d_1/b_0=	0,63	≤0,8	megfelel

övrúd és húzott rácsrúd:

d_2/b_0=	0,47	≥0,4	megfelel
d_2/b_0=	0,47	≤0,8	megfelel

húzott és nyomott rácsrúd:

$d_1+d_2/2*d_1$=	0,87	>0,6	megfelel
$d_1+d_2/2*d_1$=	0,87	<1,3	megfelel
b_0/t_0=	7,50	≥15	nem felel meg

Vizsgálni kell a többi tönkremeneteli módot is!

rácsrúdak bekötési hézaga:

β=	0,55			
g/b_0=	0,43	≥0,5*(1-β)=	0,23	megfelel
g/b_0=	0,43	≤1,5*(1-β)=	0,68	megfelel

csomópont ellenállása:

1. övrúd övlemezének képlékeny törése:

γ=	3,75					
$\sigma_{0,Ed}$=	68,99	N/mm^2				
k_n=	1,0000					
$N_{1,Rd}$=	111,97	kN	>	$N_{1,Ed}$=	17,87	kN
$N_{2,Rd}$=	165,74	kN	>	$N_{2,Ed}$=	36,60	kN

Megfelel

2. övrúd nyírási tönkremenetele:

A_v=	1920	mm^2		V_{Ed}=	24,73	kN
				$V_{pl,Rd}$=	260,50	kN
$N_{1,Rd}$=	204,60	kN	>	$N_{1,Ed}$=	17,87	kN
$N_{2,Rd}$=	302,84	kN	>	$N_{2,Ed}$=	36,60	kN
$N_{0,Rd}$=	464,80	kN	>	$N_{0,Ed}$=	174,35	kN

Megfelel

3. rácsrúd szakadása:

$d_{eff,1}$=	38	mm				
$d_{eff,2}$=	28	mm				
$N_{1,Rd}$=	121,82	kN	>	$N_{1,Ed}$=	17,87	kN
$N_{2,Rd}$=	84,90	kN	>	$N_{2,Ed}$=	36,60	kN

Megfelel

4. kiszakadás az övből:

β≤1-1/γ	feltétel teljesül	
$d_{e,p,1}$=	38	mm
$d_{e,p,2}$=	28	mm

$N_{1,Rd}$=	129,58	kN	>	$N_{1,Ed}$=	17,87	kN
$N_{2,Rd}$=	175,26	kN	>	$N_{2,Ed}$=	36,60	kN
			Megfelel			

varrat fajlagos ellenállása:

nyomott:

f_u=	360	N/mm^2	λ_E=	93,9	
f_y=	235	N/mm^2	l_0=	1494	mm
a=	3	mm	i=	11,79	mm
A=	518	mm^2	$\bar{\lambda}$=	1,3495	
γ_{M2}=	1,25		κ=	0,4444	('a'görbe)
γ_{M0}=	1,00				
β_w=	0,80		$N_{b,Rd}$=	54,10	kN
			K=	119,38	mm
$f_{vw,d}$=	207,85	N/mm^2	$N_{b,Rd}/K$=	453,15	N/mm
$F_{w,Rd}$=	623,54	N/mm	>		
			Megfelel		

húzott:

f_u=	360	N/mm^2				
f_y=	235	N/mm^2				
a=	3	mm				
A=	361	mm^2				
γ_{M2}=	1,25					
γ_{M0}=	1,00			$N_{t,Rd}$=	84,84	kN
β_w=	0,80			K=	110,16	mm
				$N_{t,Rd}/K$=	770,11	N/mm
$f_{vw,d}$=	207,85	N/mm^2	<			
$F_{w,Rd}$=	623,54	N/mm	Nem felel meg			
				N_{Ed}=	36,60	kN
				K=	110,16	mm
				$N_{b,Rd}/K$=	332,24	N/mm
$f_{vw,d}$=	207,85	N/mm^2	>			
$F_{w,Rd}$=	623,54	N/mm	Megfelel			

"k" csomópont:	"KT" csomópont					
övrúd (0):	120x60x8,0	$N_{0,Ed}$=	174,35	kN		
nyomott rúd (1):	38x5,0	$N_{1,Ed}$=	13,67	kN		
húzott rúd (2):	28x5,0	$N_{2,Ed}$=	5,19	kN		
húzott rúd (3):	28x5,0	$N_{3,Ed}$=	22,12	kN		
		θ_1=	90,0	°	=	1,5708 rad
b_0=	60 mm	θ_2=	46,1	°	=	0,8046 rad
h_0=	120 mm	θ_3=	50,4	°	=	0,8796 rad
t_0=	8,0 mm	g_{1-2}=	19,4	mm		
d_1=	38,0 mm	g_{1-3}=	12,5	mm		
t_1=	5,0 mm	ε=	1,00			
d_2=	28,0 mm	γ_{M0}=	1,00			
t_2=	5,0 mm	γ_{M5}=	1,00			
d_3=	28,0 mm	f_y=	235	N/mm^2		
t_3=	5,0 mm					
A_0=	2527 mm^2					
A_1=	518 mm^2					
A_2=	361 mm^2					
A_3=	361 mm^2					

Geometriai feltételek:

nyomott rácsrúd:

d_1/t_1=	7,60	≤35	megfelel
d_1/t_1=	7,60	≤35	megfelel
d_1=	38,0	mm	
d_1/t_1=	7,60	< $50*\varepsilon$= 50	
	1. km. osztály		

húzott rácsrúd:

d_2/t_2=	5,60	≤50	megfelel
d_3/t_3=	5,60	≤50	megfelel

övrúd:

b_0/t_0=	7,50	≤35	megfelel
h_0/t_0=	15,00	≤35	megfelel
h_0/b_0=	2,00	≥0,5	megfelel
h_0/b_0=	2,00	≤2	megfelel
c_f=	44	mm	
c_f/t_0=	5,50	< $33*\varepsilon$= 33	
	1. km. osztály		

c_f= 104 mm

c_f/t_0= 13,00 < 33*ε= 33

1. km. osztály

övrúd és nyomott rácsrúd:

d_1/b_0= 0,63 ≥0,4 megfelel

d_1/b_0= 0,63 ≤0,8 megfelel

övrúd és húzott rácsrúd:

d_2/b_0= 0,47 ≥0,4 megfelel

d_2/b_0= 0,47 ≤0,8 megfelel

d_3/b_0= 0,47 ≥0,4 megfelel

d_3/b_0= 0,47 ≤0,8 megfelel

húzott és nyomott rácsrúd:

$d_1+d_2/2*d_1$= 0,87 >0,6 megfelel

$d_1+d_2/2*d_1$= 0,87 <1,3 megfelel

$d_1+d_3/2*d_1$= 0,87 >0,6 megfelel

$d_1+d_3/2*d_1$= 0,87 <1,3 megfelel

b_0/t_0= 7,50 ≥15 nem felel meg

Vizsgálni kell a többi tönkremeneteli módot is!

rácsrúdak bekötési hézaga:

β= 0,52

g_{1-2}/b_0= 0,32 ≥0,5*(1-β)= 0,24 megfelel

g_{1-2}/b_0= 0,32 ≤1,5*(1-β)= 0,72 megfelel

g_{1-3}/b_0= 0,21 ≥0,5*(1-β)= 0,24 nem felel meg

g_{1-3}/b_0= 0,21 ≤1,5*(1-β)= 0,72 megfelel

"KT" csomópont rúderői:

$N_{1,Ed}*\sin\theta_1+N_{3,Ed}*\sin\theta_3 \leq N_{1,Ed}*\sin\theta_1$

-3,37 ≤ 13,67 megfelel

N2,Ed*sinθ2≤N1,Ed*sinθ1

-3,74 ≤ 13,67 megfelel

csomópont ellenállása:

1. övrúd övlemezének képlékeny törése:

γ= 3,75

$\sigma_{0,Ed}$= 68,99 N/mm^2

k_n= 1,0000

$N_{1,Rd}$= 106,32 kN > $N_{1,Ed}$= 13,67 kN

$N_{2,Rd}$= 147,55 kN > $N_{2,Ed}$= 5,19 kN

$N_{3,Rd}$= 137,98 kN > $N_{3,Ed}$= 22,12 kN

Megfelel

2. övrúd nyírási tönkremenetele:

A_v=	1920	mm^2		V_{Ed}=	17,04	kN
				$V_{pl,Rd}$=	260,50	kN
$N_{1,Rd}$=	204,60	kN	>	$N_{1,Ed}$=	13,67	kN
$N_{2,Rd}$=	283,94	kN	>	$N_{2,Ed}$=	5,19	kN
$N_{3,Rd}$=	265,53	kN	>	$N_{3,Ed}$=	22,12	kN
$N_{0,Rd}$=	465,65	kN	>	$N_{0,Ed}$=	174,35	kN
			Megfelel			

3. rácsrúd szakadása:

$d_{eff,1}$=	38	mm				
$d_{eff,2}$=	28	mm				
$d_{eff,3}$=	28	mm				
$N_{1,Rd}$=	121,82	kN	>	$N_{1,Ed}$=	13,67	kN
$N_{2,Rd}$=	84,90	kN	>	$N_{2,Ed}$=	5,19	kN
$N_{3,Rd}$=	84,90	kN	>	$N_{3,Ed}$=	22,12	kN
			Megfelel			

4. kiszakadás az övből:

$\beta \leq 1-1/\gamma$	feltétel teljesül					
$d_{e,p,1}$=	38	mm				
$d_{e,p,2}$=	28	mm				
$d_{e,p,3}$=	28	mm				
$N_{1,Rd}$=	129,58	kN	>	$N_{1,Ed}$=	13,67	kN
$N_{2,Rd}$=	158,20	kN	>	$N_{2,Ed}$=	5,19	kN
$N_{3,Rd}$=	142,37	kN	>	$N_{3,Ed}$=	22,12	kN
			Megfelel			

varrat fajlagos ellenállása:

nyomott: f_u=	360	N/mm^2		λ_E=	93,9	
f_y=	235	N/mm^2		l_0=	1671	mm
a=	3	mm		i=	11,79	mm
A=	518	mm^2		$\bar{\lambda}$=	1,5094	
γ_{M2}=	1,25			κ=	0,3687	('a'görbe)
γ_{M0}=	1,00					
β_w=	0,80					
				$N_{b,Rd}$=	44,88	kN
$f_{vw,d}$=	207,85	N/mm^2		K=	133,20	mm
$F_{w,Rd}$=	623,54	N/mm	>	$N_{b,Rd}/K$=	336,95	N/mm
			Megfelel			

húzott(2):

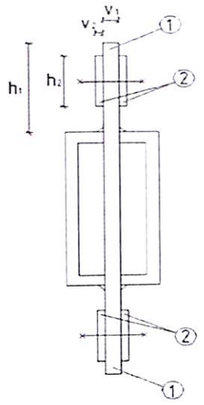
f_u=	360	N/mm^2					
f_y=	235	N/mm^2					
a=	3	mm					
A=	361	mm^2					
γ_{M2}=	1,25						
γ_{M0}=	1,00						
β_w=	0,80						
				$N_{t,Rd}$=	84,84	kN	
$f_{vw,d}$=	207,85	N/mm^2		K=	107,75	mm	
$F_{w,Rd}$=	623,54	N/mm	<	$N_{t,Rd}/K$=	787,33	N/mm	
			Nem felel meg				
				N_{Ed}=	5,19	kN	
$f_{vw,d}$=	207,85	N/mm^2		K=	107,75	mm	
$F_{w,Rd}$=	623,54	N/mm	>	$N_{b,Rd}/K$=	48,17	N/mm	
			Megfelel				

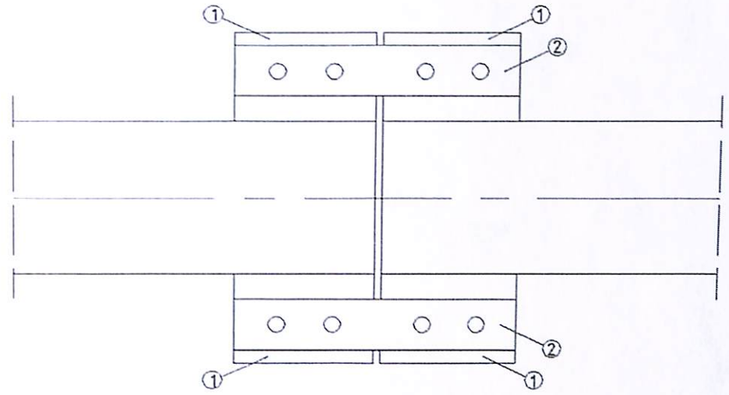
húzott(3):

f_u=	360	N/mm^2					
f_y=	235	N/mm^2					
a=	3	mm					
A=	361	mm^2					
γ_{M2}=	1,25						
γ_{M0}=	1,00						
β_w=	0,80						
				$N_{t,Rd}$=	84,84	kN	
$f_{vw,d}$=	207,85	N/mm^2		K=	101,49	mm	
$F_{w,Rd}$=	623,54	N/mm	<	$N_{t,Rd}/K$=	835,90	N/mm	
			Nem felel meg				
				N_{Ed}=	22,12	kN	
$f_{vw,d}$=	207,85	N/mm^2		K=	101,49	mm	
$F_{w,Rd}$=	623,54	N/mm	>	$N_{b,Rd}/K$=	217,95	N/mm	
			Megfelel				

V.4.4. Helyszíni illesztések:

V.4.4.1. Húzott öv helyszíni illesztése:





N_{Ed}=	163,85	kN	f_u=	360	N/mm^2
v_1=	10	mm	f_y=	235	N/mm^2
d=	12	mm	γ_{M2}=	1,25	
d_0=	13	mm	γ_{M1}=	1,00	
h_2=	40	mm			

hevederek:

h_1=	$(((N_{Ed}*\gamma_{M2})/(2*0,9*f_u))+d_0)/v_1$		h_1=	$N_{Ed}/(2*v_1*f_y)$	
h_1=	32,91	mm	h_1=	34,86	mm
h_1=	35	mm	h_1=	35	mm

h_1= 70 mm

v_2=	$(((N_{Ed}*\gamma_{M2})/(4*0,9*f_u))+d_0)/h_2$		v_2=	$N_{Ed}/(4*h_2*f_y)$	
v_2=	4,28	mm	v_2=	4,36	mm
v_2=	5	mm	v_2=	5	mm

v_2= 5 mm

csavarok:

csavarminőség: 4.6 f_{ub}= 400 N/mm^2

A= 113 mm^2

e_2=	20	mm			
p_2=	40	mm	szélső csavar:	k_1=	2,5
e_1=	30	mm			
p_1=	40	mm	szélső csavar:	α_b=	1

$F_{b,Rd}$=	86,40	kN			
$F_{v,Rd}$=	43,39	kN			
			n=	3,78	
F_{Rd}=	43,39	kN	n=	4	db

varrat:

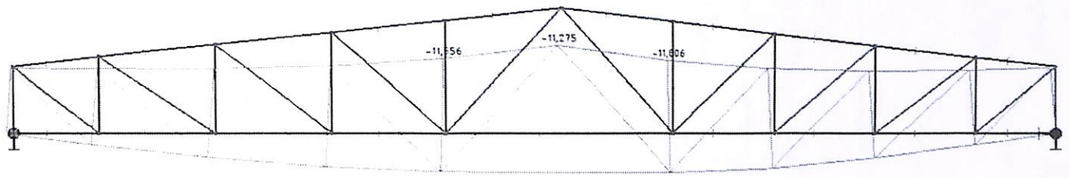
N_{Ed}=	163,85	kN			
l=	94	mm	γ_{M2}=	1,25	
a=	3	mm	β_w=	0,80	
f_u=	360	N/mm^2			
l_{eff}=	88	mm			
A_w=	1056	mm^2			
τ_{II}=	155,16	N/mm^2			
$\sqrt{(3*\tau_{II}^2)}$=	268,75	N/mm^2	<	$f_u/\beta_w*\gamma_{M2}$= 360	N/mm^2

Megfelel

V.5. Lehajlás ellenőrzése:

l=	14000	mm			
l/300=	46,67	mm	e_z=	11,81	mm

Megfelel



Rúdak	E [N/mm^2]	A [mm^2]	S_0 [kN]	S_1	l [mm]	e [mm]
2-12	210000	2046	-57,12	-0,39	1153	0,05978
12-10	210000	2046	-98,56	-0,77	1450	0,25611
10-8	210000	2046	-117,86	-1,06	1450	0,42161
8-6	210000	2046	-122,05	-1,28	1450	0,52722
6-1	210000	2046	-122,05	-1,28	1550	0,56358
1-14	210000	2046	-124,88	-2,01	1550	0,90552
14-16	210000	2046	-124,88	-2,01	1450	0,84709
16-18	210000	2046	-122,39	-1,65	1450	0,68151
18-20	210000	2046	-103,46	-1,21	1450	0,42247
20-5	210000	2046	-60,45	-0,62	1153	0,10058
2-3	210000	714	-62,16	-0,39	1000	0,16168
2-13	210000	714	75,3	0,52	1519	0,39668
13-12	210000	714	-44,51	-0,34	1140	0,11506
12-11	210000	518	52,47	0,48	1836	0,42509
11-10	210000	518	-27,52	-0,3	1317	0,09996
10-9	210000	361	25,97	0,39	1951	0,26066
9-8	210000	518	-12,47	-0,26	1494	0,04453
8-7	210000	361	6	0,32	2074	0,05253
7-6	210000	518	-7,62	0	1671	0
7-1	210000	361	11,11	-0,3	2413	-0,1061
1-15	210000	361	15,5	0,82	2413	0,40455
15-14	210000	518	-9,24	-1	1671	0,14194
15-16	210000	361	3,56	0,51	2074	0,04967
16-17	210000	518	-12,13	-0,41	1494	0,0683
17-18	210000	361	25,47	0,6	1951	0,39329
18-19	210000	518	-28,75	-0,46	1317	0,16012
19-20	210000	518	54,47	0,75	1836	0,68951
20-21	210000	714	-47,4	-0,53	1140	0,191
21-5	210000	714	79,7	0,81	1519	0,65401
5-4	210000	714	-66,67	-0,61	1000	0,27123
3-13	210000	2527	0	0	1144	0
13-11	210000	2527	56,7	0,39	1439	0,05996
11-9	210000	2527	97,82	0,77	1439	0,20425
9-7	210000	2527	116,98	1,05	1439	0,33307
7-15	210000	2527	114,06	1,47	3077	0,9722
15-17	210000	2527	121,48	1,64	1439	0,54024
17-19	210000	2527	102,69	1,2	1439	0,33415
19-21	210000	2527	60	0,64	1439	0,10413
21-4	210000	2527	0	0	1144	0
					Σ=	10,54 mm

Mellékhajó és egyéb szerkezetek statikai számítása

I. Kiindulási adatok

I.1. Geometria, helyszínadatok

A geometria a vázlat rajzon látható.

Helyszínadatok:

* terepviszony: szeles
* terep kategória: II.

I.2. Anyagminőség

S235

I.3. Felhasznált szabvány, szoftver:

* EC0
* EC2
* EC3
* AXISVM
* DIMroof

II. Terhek meghatározása

II.1. Állandó terhek γ_G= 1,35

Tartószerkezet önsúlya:

Szelemen:	Z200/2.0	G_z=	0,0579	kN/m
Gerenda tartó:	IPE 400	G_{RT}=	0,663	kN/m

Rétegrend:

- LTP 45/0,7 trapéz lemez	g_{TL}^k=	0,068	kN/m^2
- (Z 200/2,5 'Z' szelemen)			
- 15 cm hőszigetelés	g_{HSZ}^k=	0,18	kN/m^2
- Technológiai fólia	g_{SZ}^k=	0,014	kN/m^2
- LTP 45/0,7 trapéz lemez	g_{TL}^k=	0,068	kN/m^2
	g_{rr}=	0,33	kN/m^2

II.2. Állandó jellegű hasznos teher (gépészet) $\gamma_{gép}$= 1,35

$g_{gép}^k$= 0,45 kN/m^2

II.3. Esetleges terhek

II.3.1. Hasznos teher

Egyidejűségi tényezője Ψ_0=0, tehát nem kell figyelembe venni.

II.3.2. Hóteher

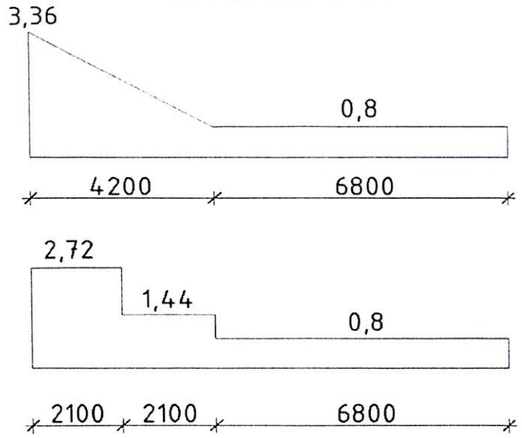
$\Psi_{0,s}$= 0,5
γ_s= 1,5

μ_1=	0,80	h=	2,10	m	μ_s=	0,00	
μ_2=	3,36	l_s=	4,20	m	μ_w=	3,36	
C_e=	0,80	b_1=	14,00	m	γ=	2,00	kN/m^3
C_t=	1,00	b_2=	11,00	m			

S_k= 1,25 kN/m^2

$S=\mu_1*C_e*C_t*S_k$= 0,8 kN/m^2

Hófelhalmozódás



$S=\mu_2*C_e*C_t*S_k$= 3,36 kN/m^2

μ_2= 2,72
μ_2= 1,44

$S=\mu_2*C_e*C_t*S_k$= 2,72 kN/m^2

$S=\mu_2*C_e*C_t*S_k$= 1,44 kN/m^2

II.3.3. Szélteher

γ_w= 1,50 Ψ_0= 0,60

torlónyomás csúcsértéke:

q_p= 0,5993 kN/m^2 (Z=h= 7,25 m)

keresztirányú szél: (b_1= 37,00 m)

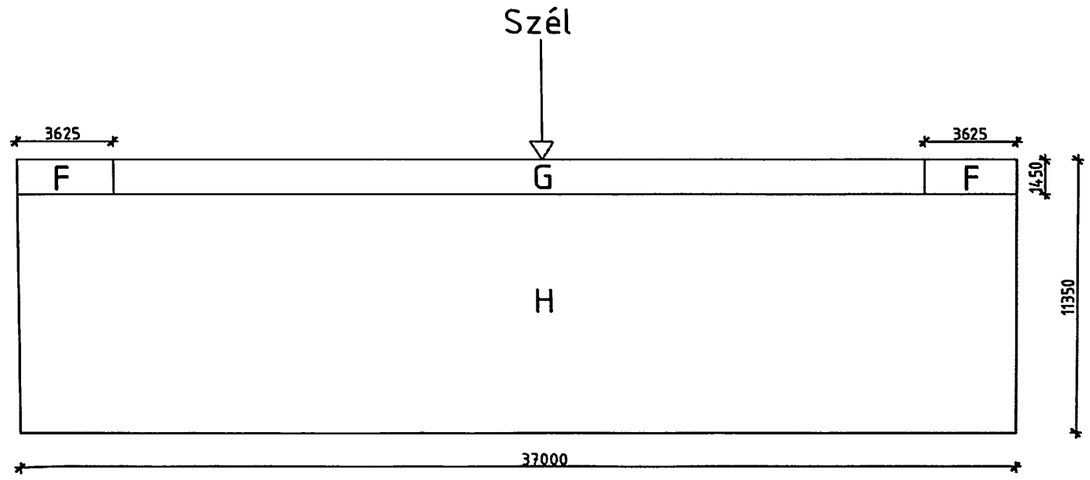
hosszirányú szél: (b_2= 11,35 m)

keresztirányú szél: e_1= 14,50 m

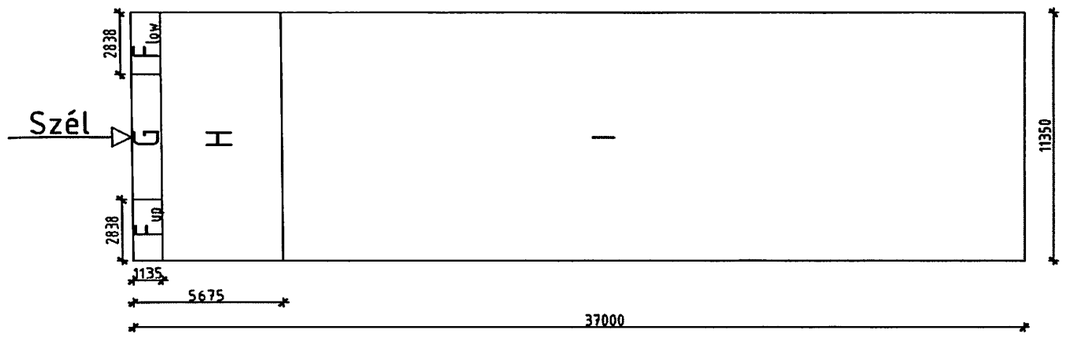
hosszirányú szél: e_2= 11,35 m

Külső nyomás:

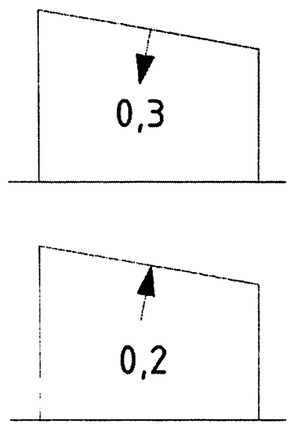
keresztirányú szél:



hosszirányú szél:



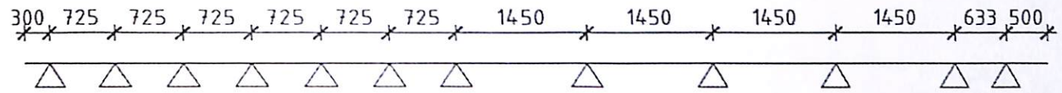
Belső nyomás:



Belső nyomás C_{pi} tényezői

III. Trapézlemez méretezése:

III.1. Statikai váz:



III.2. Terhek:

III.2.1. Állandó terhek: (önsúly) γ_G= 1,35 t= 1,00 m

$p_{g,TL}{}^{k} = t * g_{TL}{}^{k}$= 0,068 kN/m

A tető hajlásszöge 10°-nál kisebb, ezért a terhek redukálását a biztonság javára elhanyagolom.

III.2.2. Hóteher: γ_s= 1,50 Ψ_0= 0,50

rendkívüli hóteher esetén: $\gamma_{s,rk}$= 2,00 t= 1,00 m

Rendkívüli hóteher esetén a hófelhalmózódás nem vehető figyelembe.

$p_{s,1}{}^{k} = t * S$= 0,80 kN/m

hófelhalmozódás: $p_{s,2}{}^{k} = t * S$= 3,36 kN/m

III.2.3. Szélteher: γ_w= 1,50 Ψ_0= 0,60

t= 1,00 m

Belső nyomás:

A külső trapézlemezre a belső nyomás nem hat.

Külső nyomás:

Keresztirányú szél:

F zóna:

szívás: $C_{pe,sz}{}^{F}$= 1,99 $p_{w,sz}{}^{k,F} = t * q_p * C_{pe}$= 1,193 kN/m

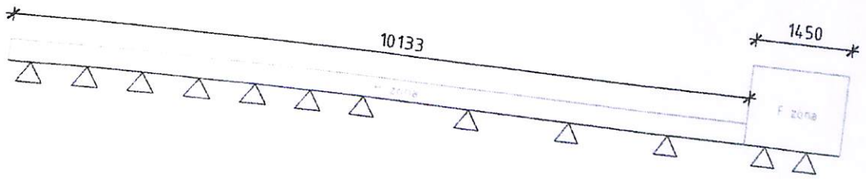
nyomás: $C_{pe,ny}{}^{F}$= 0,04 $p_{w,ny}{}^{k,F} = t * q_p * C_{pe}$= 0,024 kN/m

H zóna:

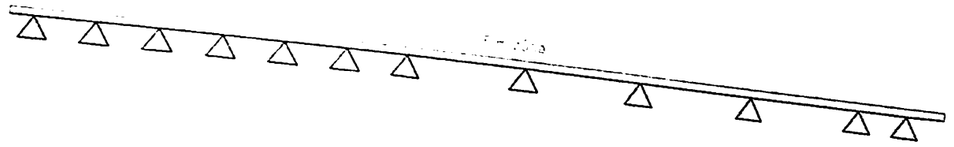
szívás: $C_{pe,sz}{}^{H}$= 0,54 $p_{w,sz}{}^{k,H} = t * q_p * C_{pe}$= 0,324 kN/m

nyomás: $C_{pe,ny}{}^{H}$= 0,04 $p_{w,ny}{}^{k,H} = t * q_p * C_{pe}$= 0,024 kN/m

Szélszívás



Szélnyomás



Hosszirányú szél:

F_{up} zóna:

szívás: $C_{pe,sz}^{Fup}$= 2,54 $p_{w,sz}^{k,F}=t*q_p*C_{pe}$= 1,522 kN/m

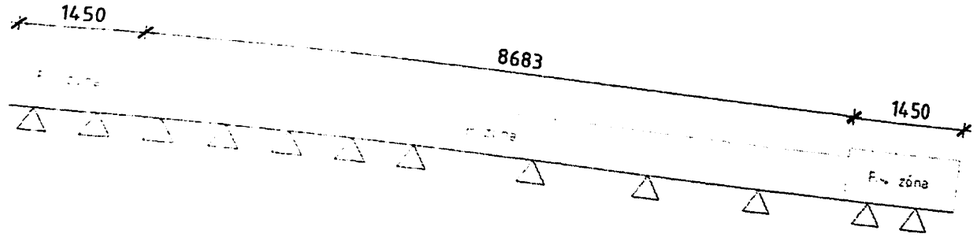
F_{low} zóna:

szívás: $C_{pe,sz}^{Flow}$= 2,3 $p_{w,sz}^{k,F}=t*q_p*C_{pe}$= 1,378 kN/m

G zóna:

szívás: $C_{pe,sz}^{G}$= 1,93 $p_{w,sz}^{k,G}=t*q_p*C_{pe}$= 1,157 kN/m

Szélszívás



III.3. Teherkombinációk trapézlemezre:

önsúly+hó+szélnyomás (külső keresztirányú):

1. SLS

$p_{qp}=p_g^k+p_s^k+\Psi_0*p_w^k$= 0,88 kN/m

2. ULS

$p_{Ed}=\gamma_g*p_g^k+\gamma_s*p_s^k+\gamma_w*\Psi_0*p_w^k$= 1,31 kN/m

önsúly+szélszívás (külső keresztirányú):

3. SLS

$p_{qp}^F=p_g^k-p_w^{kF}$= -1,12 kN/m

$p_{qp}^H=p_g^k-p_w^{kH}$= -0,26 kN/m

4. ULS

$p_{Ed}^F=\gamma_g*p_g^k-\gamma_w*p_w^{kF}$= -1,70 kN/m

$p_{Ed}^H=\gamma_g*p_g^k-\gamma_w*p_w^{kH}$= -0,39 kN/m

önsúly+szélszívás (külső hosszirányú):

5. SLS

$p_{qp}^{Fup} = p_g^k - p_w^{kFup} =$ -1,45 kN/m

$p_{qp}^{Flow} = p_g^k - p_w^{kFlow} =$ -1,31 kN/m

$p_{qp}^{G} = p_g^k - p_w^{kG} =$ -1,09 kN/m

6. ULS

$p_{Ed}^{Fup} = \gamma_g * p_g^k - \gamma_w * p_w^{kFup} =$ -2,19 kN/m

$p_{Ed}^{Flow} = \gamma_g * p_g^k - \gamma_w * p_w^{kFlow} =$ -1,98 kN/m

$p_{Ed}^{G} = \gamma_g * p_g^k - \gamma_w * p_w^{kG} =$ -1,64 kN/m

önsúly+rendkívüli hóteher:

7. SLS

$p_{qp} = p_g^k + p_{s,1}^k =$ 0,87 kN/m

8. ULS

$p_{Ed} = \gamma_g * p_g^k + \gamma_{s,rk} * p_{s,1}^k =$ 1,69 kN/m

önsúly+hófelhalmozódás:

9. SLS

$p_{qp} = p_g^k + p_{s,1}^k =$ 0,87 kN/m

$p_{qp} = p_g^k + p_{s,2}^k =$ 3,43 kN/m

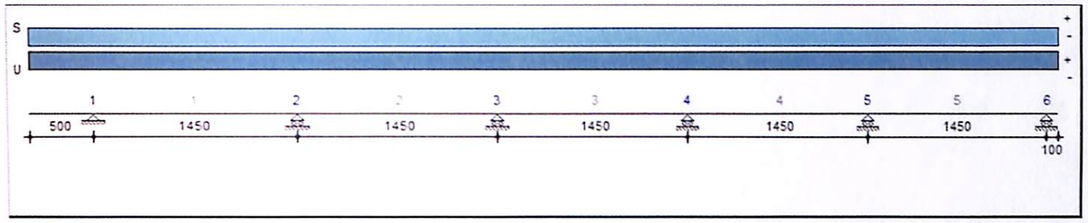
10. ULS

$p_{Ed} = \gamma_g * p_g^k + \gamma_s * p_{s,1}^k =$ 1,29 kN/m

$p_{Ed} = \gamma_g * p_g^k + \gamma_s * p_{s,2}^k =$ 5,13 kN/m

Mértékadó teherkombináció az önsúly+hosszirányú szélszívás kombinációja (5. tk.) használati határállapotra (SLS).
Mértékadó teherkombináció a rendkívüli hóteher kombinációja (8. tk.) teherbírási határállapotra (ULS).

III.4. Dimroof segítségével történő méretezés:



Alapbeállítások

Funkció: Tető
Ország: Magyarország
Szabvány: Eurocode

Szelvény: LTP 45 — Perforáció
Elhelyezés: Szokásos (keskeny)
Átfedés: 1 hullám
Statikai rendszer: Folytatólagos
Gyártó:

Terhek

No.	Típus	Kezdöp.	Végp.	Kezdöint.	Végint.	Széless.	ULS / SLS
1	L	-300	1150	-1,45	-1,45		SLS
2	L	1150	9833	-1,09	-1,09		SLS
3	L	9833	11283	-1,31	-1,31		SLS
4	U			1,69			ULS

Geometria — Hézug

	Támaszok					Nyílások				Csuklók
No.	Pozíció [mm]	Típus	Széless. [mm]	L1 [mm]	L2 [mm]	No.	Méret [mm]	Vtg.1 [mm]	Vtg.2 [mm]	Pozíció [mm]
Alapértékek			50	150	150		725	0,5	-	10%
1	0	C	50	300	-	1	725	0,5	-	
2	725	C	50	-	-	2	725	0,5	-	
3	1450	C	50	-	-	3	725	0,5	-	
4	2175	C	50	-	-	4	725	0,5	-	
5	2900	C	50	-	-	5	725	0,5	-	
6	3625	C	50	-	-	6	725	0,5	-	
7	4350	C	50	-	-	7	1450	0,5	-	
8	5800	C	50	-	-	8	1450	0,5	-	
9	7250	C	50	-	-	9	1450	0,5	-	
10	8700	C	50	-	-	10	1450	0,5	-	
11	10150	C	50	-	-	11	633	0,5	-	
12	10783	C	50	-	500					

Lehajlás-számítás paraméterei

Határ Nyílás L / 200 — Határ Konzol L / 200 — Lehaj. típus: Maximális

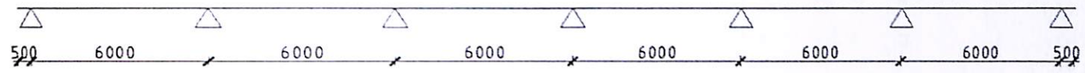
Eredmények

ULS 41% SLS 33%

Alkalmazott tarpézlemez: *LTP 45/0,5*

IV. Z szelemen méretezése

IV.1. Statikai váz:



IV.2. Terhek:

IV.2.1. Állandó terhek γ_G= 1,35

Különböző terhelő sávok széleségei:

1.eset: t_1= 0,725 m

2.eset: t_2= 1,450 m

3.eset: t_3= 0,814 m

1. eset

$p_{g,Z,1}^{k} = t_1 * g_{rr} + g_Z$ = 0,297 kN/m

2. eset

$p_{g,Z,2}^{k} = t_2 * g_{rr} + g_Z$ = 0,536 kN/m

3. eset

$p_{g,Z,3}^{k} = t_3 * g_{rr} + g_Z$ = 0,327 kN/m

IV.2.2. Hóteher: γ_s= 1,50 Ψ_0= 0,50

rendkívüli hóteher esetén: $\gamma_{s,rk}$= 1,75

t_1= 0,725 m

t_2= 1,450 m

t_3= 0,814 m

1. eset

$p_{s,Z,1}^{k} = t_1 * p_s^{k}$ = 0,580 kN/m

2. eset

$p_{s,Z,2}^{k} = t_2 * p_s^{k}$ = 1,160 kN/m

3. eset

$p_{s,Z,3}^{k} = t_3 * p_s^{k}$ = 0,651 kN/m

hófelhalmozódás:

A hófelhalmozódás csak az első terhelősávval (t_1) rendelkező szelement érinti.

1. eset

$p_{s,Z,1}^{k} = t_1 * p_s^{k}$ = 1,972 kN/m

IV.2.3. Szélteher: γ_w= 1,50 Ψ_0= 0,60

t_1= 0,725 m

t_2= 1,450 m

t_3= 0,814 m

Belső nyomás:

1. eset

$C_{pi,sz}$= 0,3 $p_{wi,sz,1}^{k}=t_1*q_p*C_{pi}$= 0,130 kN/m

$C_{pi,ny}$= 0,2 $p_{wi,ny,1}^{k}=t_1*q_p*C_{pi}$= 0,087 kN/m

2. eset

$C_{pi,sz}$= 0,3 $p_{wi,sz,2}^{k}=t_2*q_p*C_{pi}$= 0,261 kN/m

$C_{pi,ny}$= 0,2 $p_{wi,ny,2}^{k}=t_2*q_p*C_{pi}$= 0,174 kN/m

3. eset

$C_{pi,sz}$= 0,3 $p_{wi,sz,3}^{k}=t_3*q_p*C_{pi}$= 0,146 kN/m

$C_{pi,ny}$= 0,2 $p_{wi,ny,3}^{k}=t_3*q_p*C_{pi}$= 0,098 kN/m

Külső nyomás:

Keresztirányú szél:

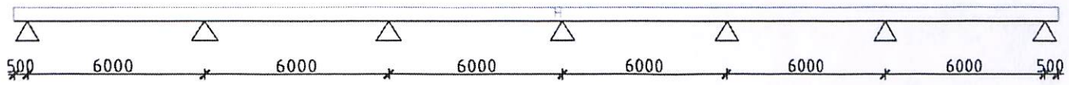
1. eset

H zóna:

szívás: $C_{pe,sz}^{H}$= 0,54 $p_{w,sz,1}^{k,H}=t_1*q_p*C_{pe}$= 0,350 kN/m

nyomás: $C_{pe,ny}^{H}$= 0,04 $p_{w,ny,1}^{k,H}=t_1*q_p*C_{pe}$= 0,026 kN/m

Szívás:



Nyomás:

Mindhárom esetben a nyomás a szelemen teljes hosszán egy egyenletesen megoszló teher.

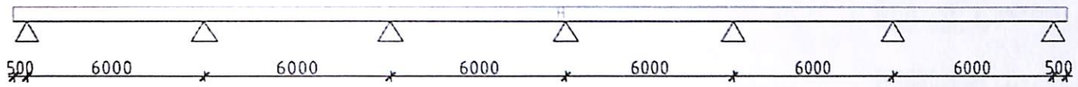
2. eset

H zóna:

szívás: $C_{pe,sz}^{H}$= 0,54 $p_{w,sz,2}^{k,H}=t_2*q_p*C_{pe}$= **0,469** kN/m

nyomás: $C_{pe,ny}^{H}$= 0,04 $p_{w,ny,2}^{k,H}=t_2*q_p*C_{pe}$= **0,035** kN/m

Szívás:



3. eset

F zóna:

szívás: $C_{pe,sz}^{F}$= 1,99 $p_{w,sz,3}^{k,F}=t_3*q_p*C_{pe}$= **0,971** kN/m

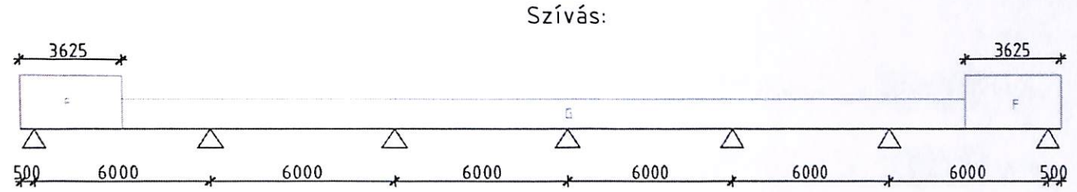
nyomás: $C_{pe,ny}^{F}$= 0,04 $p_{w,ny,3}^{k,F}=t_3*q_p*C_{pe}$= **0,020** kN/m

G zóna:

szívás: $C_{pe,sz}^{F}$= 1,12 $p_{w,sz,3}^{k,F}=t_3*q_p*C_{pe}$= **0,546** kN/m

nyomás: $C_{pe,ny}^{F}$= 0,04 $p_{w,ny,3}^{k,F}=t_3*q_p*C_{pe}$= **0,020** kN/m

Szívás:



Hosszirányú szél:

1. eset

F_{up} zóna:

szívás: $C_{pe,sz}^{Fup}$= 2,54 $p_{w,sz,1}^{k,Fup}=t_1*q_p*C_{pe}$= **1,104** kN/m

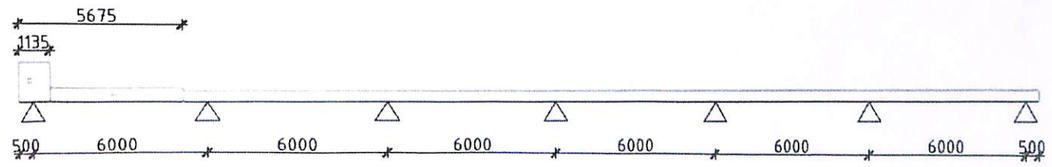
H zóna:

szívás: $C_{pe,sz}^{H}$= 0,64 $p_{w,sz,1}^{k,H}=t_1*q_p*C_{pe}$= **0,278** kN/m

I zóna:

szívás: $C_{pe,sz}^{I}$= 0,54 $p_{w,sz,1}^{k,I}=t_1*q_p*C_{pe}$= **0,235** kN/m

Szívás:



2. eset

t_{Flow}= 1,145 m

t_G= 0,305 m

F_{low} zóna:

szívás: $C_{pe,sz}^{Flow}$= 2,3 $p_{w,sz,3}^{k,Flow}=t_F*q_p*C_{pe}$= **1,578** kN/m

G zóna:

szívás: $C_{pe,sz}^{G}$= 1,93 $p_{w,sz,3}^{k,G}=t_G*q_p*C_{pe}$= **0,353** kN/m

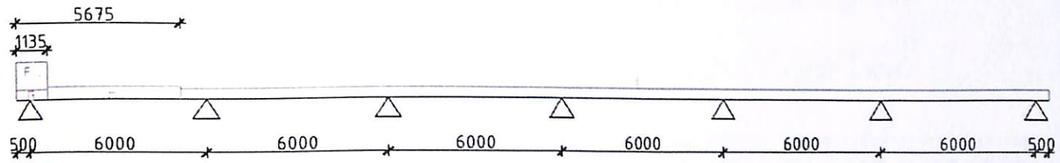
H zóna:

szívás: $C_{pe,sz}^{H}$= 0,64 $p_{w,sz,2}^{k,H}=t_2*q_p*C_{pe}$= **0,556** kN/m

I zóna:

szívás: $C_{pe,sz}^{I}$= 0,54 $p_{w,sz,2}^{k,I}=t_2*q_p*C_{pe}$= **0,469** kN/m

Szívás:



3. eset

F_{low} zóna:

szívás: $C_{pe,sz}^{Flow}$= 2,3 $p_{w,sz,3}^{k,Flow}=t_3*q_p*C_{pe}$= **1,122** kN/m

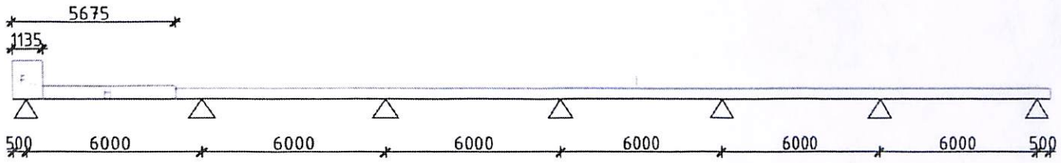
H zóna:

szívás: $C_{pe,sz}^{H}$= 0,64 $p_{w,sz,3}^{k,H}=t_3*q_p*C_{pe}$= **0,312** kN/m

I zóna:

szívás: $C_{pe,sz}^{I}$= 0,54 $p_{w,sz,3}^{k,I}=t_3*q_p*C_{pe}$= **0,263** kN/m

Szívás:



IV.3. Teherkombinációk Z szelemenre:

1. eset

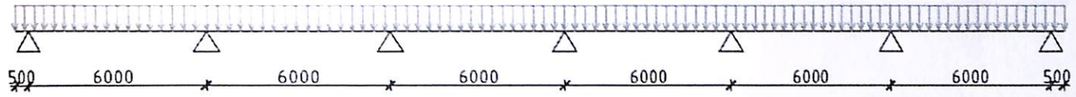
önsúly+hó+szénynomás (keresztirányú-külső+belső):

1. SLS

$$p_{qp}=p_{g,Z,1}{}^{k}+p_{s,Z,1}{}^{k}+\Psi_0*(p_{w,ny,1}{}^{k}+p_{wi,sz,1}{}^{k})=$$ **0,971** kN/m

2. ULS

$$p_{Ed}=\gamma_g*p_{g,Z,1}{}^{k}+\gamma_s*p_{s,Z,1}{}^{k}+\gamma_w*\Psi_0*(p_{w,ny,1}{}^{k}+p_{wi,sz,1}{}^{k})=$$ **1,412** kN/m



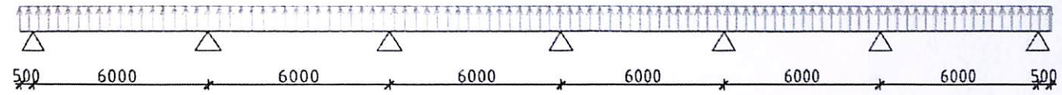
önsúly+szélszívás (kersztirányú-külső+belső):

3. SLS

$$p_{qp}{}^{H}=p_{g,Z,1}{}^{k}-(p_{w,sz1}{}^{kH}+p_{wi,ny1}{}^{k})=$$ **-0,139** kN/m

4. ULS

$$p_{Ed}{}^{H}=\gamma_g*p_{g,Z,1}{}^{k}-\gamma_w*(p_{w,sz,1}{}^{kH}+p_{wi,ny,1}{}^{k})=$$ **-0,253** kN/m



önsúly+szélszívás (hosszirányú-külső+belső):

5. SLS

$$p_{qp}{}^{Fup}=p_{g,Z,1}{}^{k}-(p_{w,sz,1}{}^{kFup}+p_{wi,ny,1}{}^{k})=$$ **-0,893** kN/m

$$p_{qp}{}^{H}=p_{g,Z,1}{}^{k}-(p_{w,sz,1}{}^{kH}+p_{wi,ny,1}{}^{k})=$$ **-0,068** kN/m

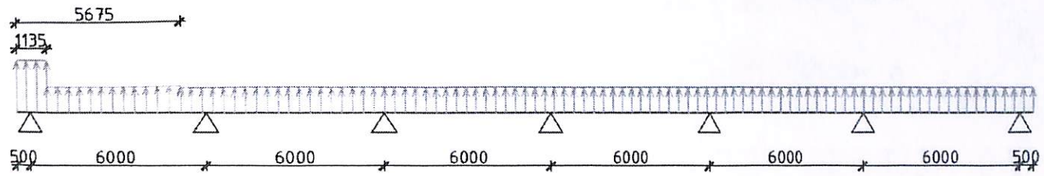
$$p_{qp}{}^{I}=p_{g,Z,1}{}^{k}-(p_{w,sz,1}{}^{kI}+p_{wi,ny,1}{}^{k})=$$ **-0,024** kN/m

6. ULS

$$p_{Ed}{}^{Fup}=\gamma_g*p_{g,Z,1}{}^{k}-\gamma_w*(p_{w,sz,1}{}^{kFup}+p_{wi,ny,1}{}^{k})=$$ **-1,385** kN/m

$$p_{Ed}{}^{H}=\gamma_g*p_{g,Z,1}{}^{k}-\gamma_w*(p_{w,sz,1}{}^{kH}+p_{wi,ny,1}{}^{k})=$$ **-0,146** kN/m

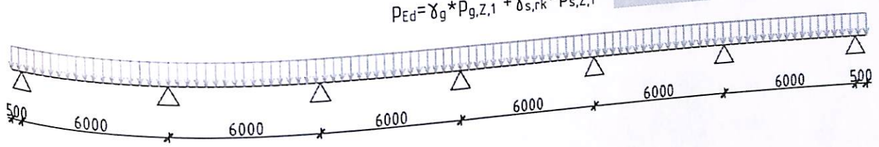
$$p_{Ed}{}^{I}=\gamma_g*p_{g,Z,1}{}^{k}-\gamma_w*(p_{w,sz,1}{}^{kI}+p_{wi,ny,1}{}^{k})=$$ **-0,081** kN/m



önsúly+rendkívüli hóteher:

7. SLS $p_{qp}=p_{g,Z,1}^{k}+p_{s,Z,1}^{k}=$ 0,877 kN/m

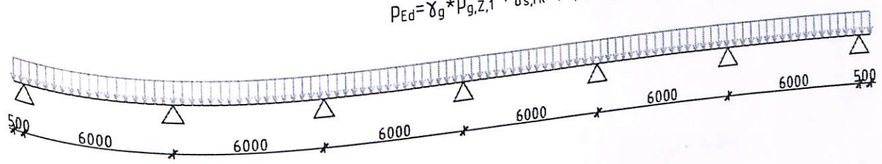
8. ULS $p_{Ed}=\gamma_g*p_{g,Z,1}^{k}+\gamma_{s,rk}*p_{s,Z,1}^{k}=$ 1,416 kN/m



önsúly+hófelhalmózódás:

9. SLS $p_{qp}=p_{g,Z,1}^{k}+p_{s,Z,1}^{k}=$ 2,269 kN/m

10. ULS $p_{Ed}=\gamma_g*p_{g,Z,1}^{k}+\gamma_{s,rk}*p_{s,Z,1}^{k}=$ 3,359 kN/m

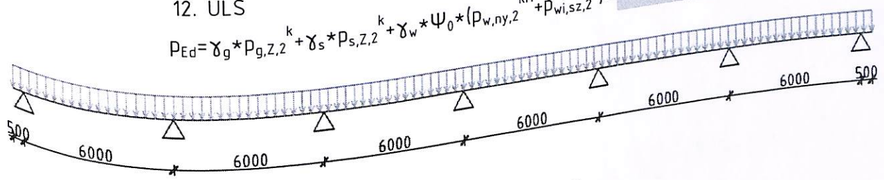


2. eset

önsúly+hó+szényomás (keresztirányú-külső+belső):

11. SLS $p_{qp}=p_{g,Z,2}^{k}+p_{s,Z,2}^{k}+\Psi_0*(p_{w,ny,2}^{kH}+p_{wi,sz,2}^{k})=$ 1,874 kN/m

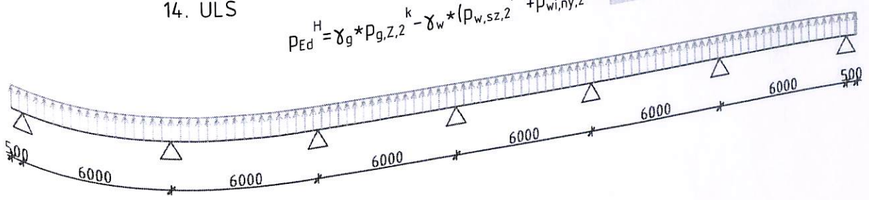
12. ULS $p_{Ed}=\gamma_g*p_{g,Z,2}^{k}+\gamma_s*p_{s,Z,2}^{k}+\gamma_w*\Psi_0*(p_{w,ny,2}^{kH}+p_{wi,sz,2}^{k})=$ 2,730 kN/m



önsúly+szélszívás (kersztirányú-külső+belső):

13. SLS $p_{qp}^{H}=p_{g,Z,2}^{k}-(p_{w,sz2}^{kH}+p_{wi,ny2}^{k})=$ -0,107 kN/m

14. ULS $p_{Ed}^{H}=\gamma_g*p_{g,Z,2}^{k}-\gamma_w*(p_{w,sz,2}^{kH}+p_{wi,ny,2}^{k})=$ -0,240 kN/m



önsúly+szélszívás (hosszirányú-külső+belső):

15. SLS

$p_{qp}^{Flow+G} = p_{g,Z,2}^{k} - (p_{w,sz,2}^{kFlow+G} + p_{wi,ny,2}^{k}) =$ -1,568 kN/m

$p_{qp}^{H} = p_{g,Z,2}^{k} - (p_{w,sz,2}^{kH} + p_{wi,ny,2}^{k}) =$ -0,194 kN/m

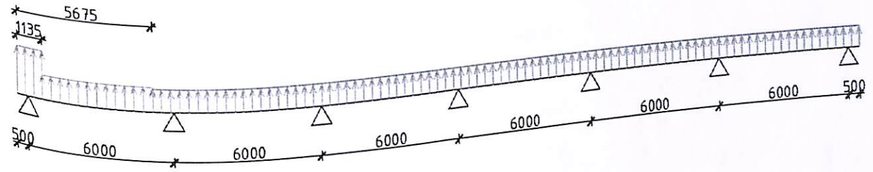
$p_{qp}^{I} = p_{g,Z,2}^{k} - (p_{w,sz,2}^{kI} + p_{wi,ny,2}^{k}) =$ -0,107 kN/m

16. ULS

$p_{Ed}^{Flow+G} = \gamma_g * p_{g,Z,2}^{k} - \gamma_w * (p_{w,sz,2}^{kFlow+G} + p_{wi,ny,2}^{k}) =$ -2,433 kN/m

$p_{Ed}^{H} = \gamma_g * p_{g,Z,2}^{k} - \gamma_w * (p_{w,sz,2}^{kH} + p_{wi,ny,2}^{k}) =$ -0,371 kN/m

$p_{Ed}^{I} = \gamma_g * p_{g,Z,2}^{k} - \gamma_w * (p_{w,sz,2}^{kI} + p_{wi,ny,2}^{k}) =$ -0,240 kN/m



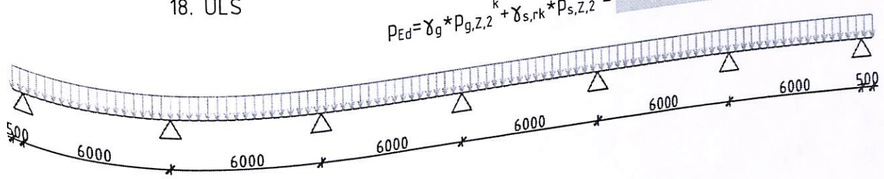
önsúly+rendkívüli hóteher:

17. SLS

$p_{qp} = p_{g,Z,2}^{k} + p_{s,Z,2}^{k} =$ 1,696 kN/m

18. ULS

$p_{Ed} = \gamma_g * p_{g,Z,2}^{k} + \gamma_{s,rk} * p_{s,Z,2}^{k} =$ 2,754 kN/m



3. eset

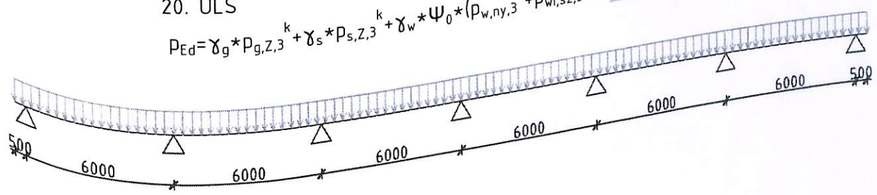
önsúly+hó+szényomás (keresztirányú-külső+belső):

19. SLS

$p_{qp} = p_{g,Z,3}^{k} + p_{s,Z,3}^{k} + \Psi_0 * (p_{w,ny,3}^{k} + p_{wi,sz,3}^{k}) =$ 1,077 kN/m

20. ULS

$p_{Ed} = \gamma_g * p_{g,Z,3}^{k} + \gamma_s * p_{s,Z,3}^{k} + \gamma_w * \Psi_0 * (p_{w,ny,3}^{k} + p_{wi,sz,3}^{k}) =$ 1,567 kN/m



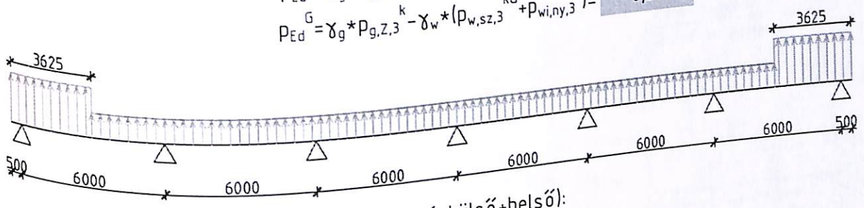
önsúly+szélszívás (kersztirányú-külső+belső):

21. SLS

$$p_{qp}^{F} = p_{g,Z,3}^{k} - (p_{w,sz3}^{kF} + p_{wi,ny3}^{k}) = -0{,}742 \text{ kN/m}$$
$$p_{qp}^{G} = p_{g,Z,3}^{k} - (p_{w,sz3}^{kG} + p_{wi,ny3}^{k}) = -0{,}317 \text{ kN/m}$$

22. ULS

$$p_{Ed}^{F} = \gamma_g * p_{g,Z,3}^{k} - \gamma_w * (p_{w,sz,3}^{kF} + p_{wi,ny,3}^{k}) = -1{,}162 \text{ kN/m}$$
$$p_{Ed}^{G} = \gamma_g * p_{g,Z,3}^{k} - \gamma_w * (p_{w,sz,3}^{kG} + p_{wi,ny,3}^{k}) = -0{,}525 \text{ kN/m}$$



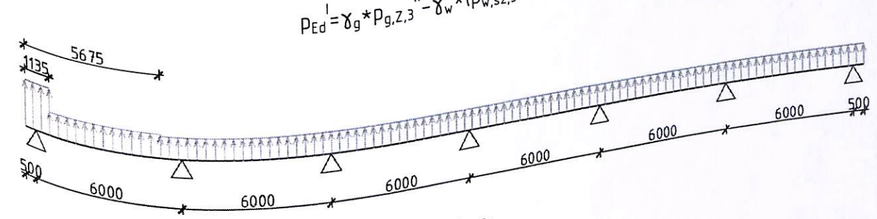
önsúly+szélszívás (hosszirányú-külső+belső):

23. SLS

$$p_{qp}^{Flow} = p_{g,Z,3}^{k} - (p_{w,sz,3}^{kFlow} + p_{wi,ny,3}^{k}) = -0{,}893 \text{ kN/m}$$
$$p_{qp}^{H} = p_{g,Z,3}^{k} - (p_{w,sz,3}^{kH} + p_{wi,ny,3}^{k}) = -0{,}083 \text{ kN/m}$$
$$p_{qp}^{I} = p_{g,Z,3}^{k} - (p_{w,sz,3}^{kI} + p_{wi,ny,3}^{k}) = -0{,}034 \text{ kN/m}$$

24. ULS

$$p_{Ed}^{F+G} = \gamma_g * p_{g,Z,3}^{k} - \gamma_w * (p_{w,sz,3}^{kF+G} + p_{wi,ny,3}^{k}) = -1{,}389 \text{ kN/m}$$
$$p_{Ed}^{H} = \gamma_g * p_{g,Z,3}^{k} - \gamma_w * (p_{w,sz,3}^{kH} + p_{wi,ny,3}^{k}) = -0{,}174 \text{ kN/m}$$
$$p_{Ed}^{I} = \gamma_g * p_{g,Z,3}^{k} - \gamma_w * (p_{w,sz,3}^{kI} + p_{wi,ny,3}^{k}) = -0{,}101 \text{ kN/m}$$



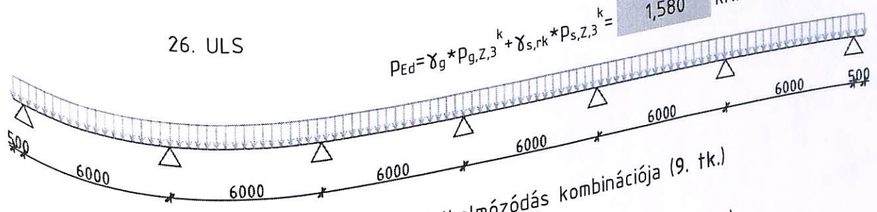
önsúly+rendkívüli hóteher:

25. SLS

$$p_{qp} = p_{g,Z,3}^{k} + p_{s,Z,3}^{k} = 0{,}978 \text{ kN/m}$$

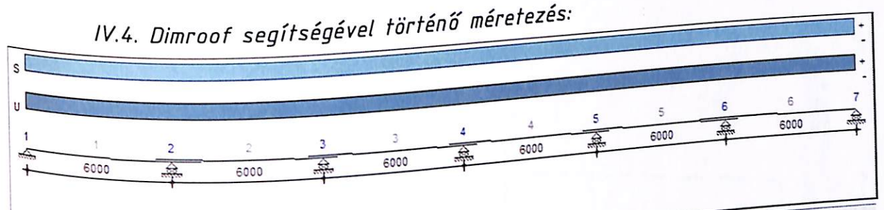
26. ULS

$$p_{Ed} = \gamma_g * p_{g,Z,3}^{k} + \gamma_{s,rk} * p_{s,Z,3}^{k} = 1{,}580 \text{ kN/m}$$



Mértékadó teherkombináció a hófelhalmózódás kombinációja (9. tk.) használati határállapotra (SLS).
Mértékadó teherkombináció a hófelhalmozódás kombinációja (10. tk.) teherbírási határállapotra (ULS).

IV.4. Dimroof segítségével történő méretezés:



Alapbeállítások

Funkció: Z-gerenda
Ország: Magyarország
Szabvány: Eurocode
Biztonsági osztály: 1 2 3
Megtámasztó rudak:

Szelvény: Z 200 — Perforáció — Átfedés — Elhelyezés
Statikai rendszer: Átfedéses Standard
Gyártó: Magyarország

Oldalsó támasz: Felső öv / Mindkét öv
Lemez — Szelvény: LTP 45 — Vastagság: 0,5
Csavar — Típus — Lemez: 4,8 — Átfedés: 4,8 — Támasz: 5,5
Táv: Minden második völgyben

Terhek

No.	Típus	Kezdöp.	Végp.	Kezdöint.	Végint.	Széless.	ULS / SLS
1	U			2,27			SLS
2	U			3,36			ULS

Támaszok

No.	Pozíció [mm]	Típus	Széless. [mm]	L1 [mm]	L2 [mm]
Alapértékek			0		
1	0	H	0	-	-
2	6000	O	0	600	1200
3	12000	O	0	600	600
4	18000	O	0	600	600
5	24000	O	0	600	600
6	30000	O	0	1200	-
7	36000	H	0	-	

Nyílások

No.	Méret [mm]	Vtg.1 [mm]	Vtg.2 [mm]
	6000	2,0	
1	6000	2,0	-
2	6000	2,0	-
3	6000	2,0	-
4	6000	2,0	-
5	6000	2,0	-
6	6000	2,0	

Toldóelem — Vtg. [mm]: 1,0

	-
	-
	-
	-
	-
	-

Lehajlás-számítás paraméterei

Határ Nyílás L / 200 — Határ Konzol L / 200 — Lehaj. típus: Maximális

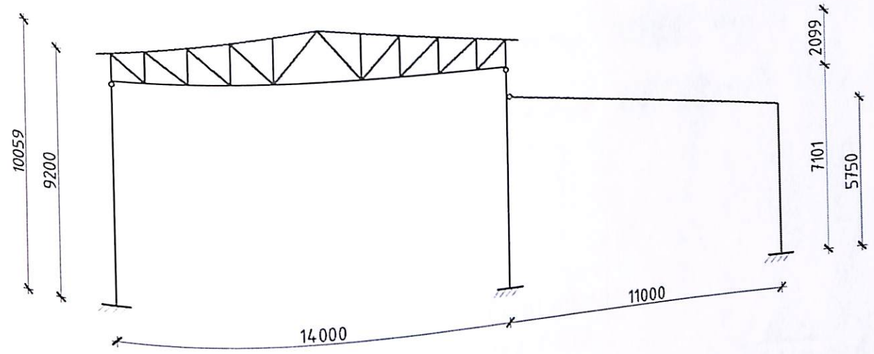
Eredmények

ULS 75% SLS 59%

Alkalmazott szelemen: *Z 200/2,0*

V. Keret méretezése

V.1. Statikai váz:



V.2. Terhek:

V.2.1. Állandó terhek: γ_G= 1,35

t= 6,00 m
$t_{Z,1}$= 0,725 m
$t_{Z,2}$= 1,450 m

V.2.1.1. Önsúly:

$G_{gerenda}$= 0,663 kN/m
G_{oszlop}= 0,976 kN/m

V.2.1.2. Burkolat:

$p_{burkolat}^{k} = (t * g_{rr}) + (t * g_Z / t_{Z1})$ = 2,46 kN/m
$p_{burkolat}^{k} = (t * g_{rr}) + (t * g_Z / t_{Z2})$ = 2,22 kN/m

V.2.1.3. Állandó jellegű hasznos teher:

$p_{gép}^{k} = t * g_{gép}^{k}$ = 2,70 kN/m

Ψ_0= 0,50

V.2.2. Hóteher:

γ_s= 1,50
γ_{rk}= 2,00

Renkívüli hóteher esetén: $p_s^k = t * p_s^k$ = 4,80 kN/m

hófelhalmozódás: $p_s^k = t * p_s^k$ = 20,16 kN/m

V.2.3. Szélteher: γ_w= 1,50 ψ_0= 0,60

Belső nyomás:

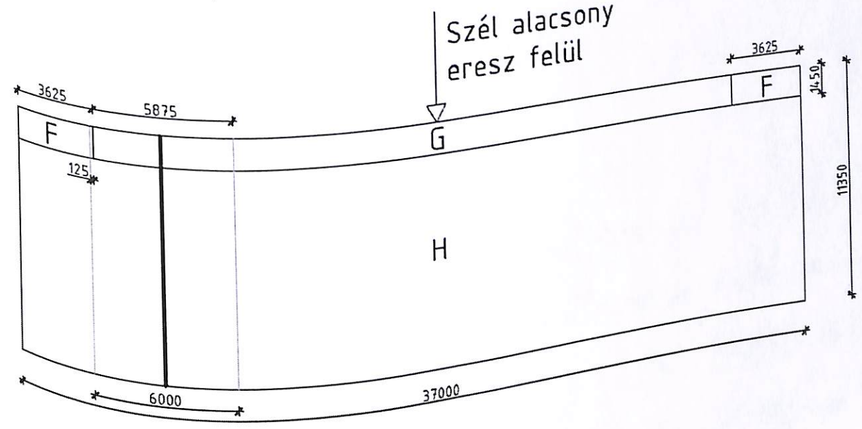
$C_{pi,sz}$= 0,3 $p_{wi,sz,}^{k} = t * q_p * C_{pi}$= 1,079 kN/m

$C_{pi,ny}$= 0,2 $p_{wi,ny,1}^{k} = t * q_p * C_{pi}$= 0,719 kN/m

Külső nyomás:

Tetőre:

Keresztirányú szél:



t_F= 0,125 m

t_G= 5,875 m

F zóna:

szívás: $C_{pe,sz}^{F}$= 1,99 $p_{w,sz}^{k,F} = t_F * q_p * C_{pe}$= 0,149 kN/m

G zóna:

szívás: $C_{pe,sz}^{G}$= 1,12 $p_{w,sz}^{k,G} = t_G * q_p * C_{pe}$= 3,943 kN/m

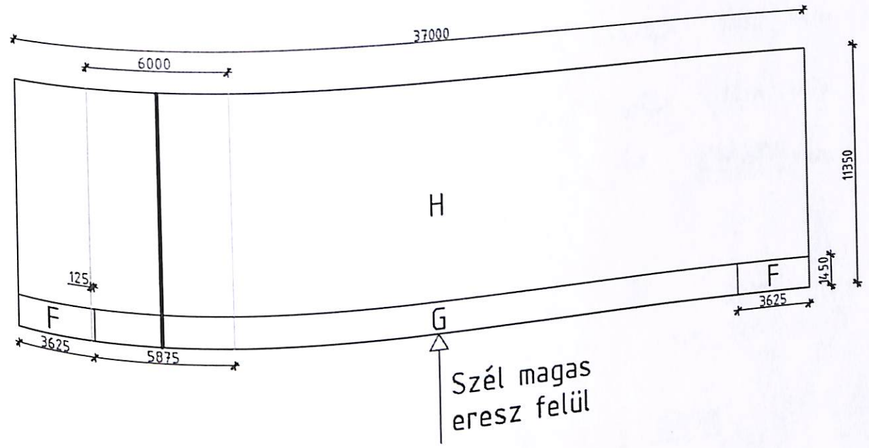
Σ: $p_{w,sz}^{k,F+G}$= 4,092 kN/m

H zóna:

szívás: $C_{pe,sz}^{H}$= 0,54 $p_{w,sz}^{k,H} = t * q_p * C_{pe}$= 1,942 kN/m

F,G,H zóna:

nyomás: $C_{pe,sz}^{F,G,H}$= 0,04 $p_{w,sz}^{k,H} = t * q_p * C_{pe}$= 0,144 kN/m



t_F= 0,125 m
t_G= 5,875 m

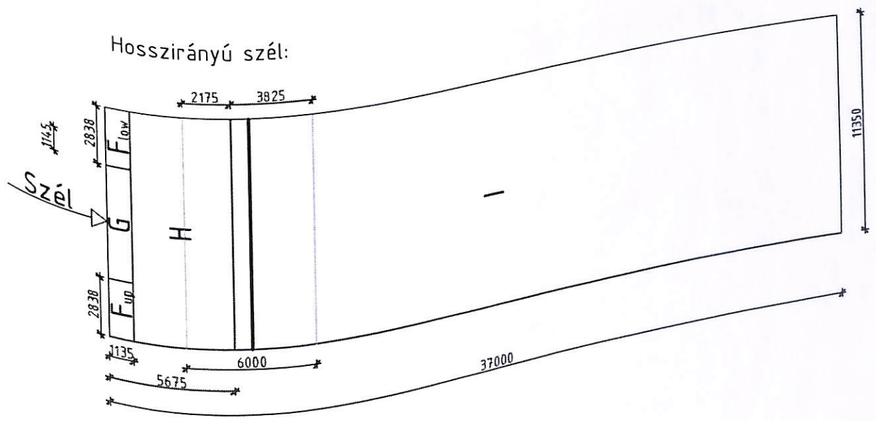
F zóna:
szívás: $C_{pe,sz}^{F}$= 2,46 $p_{w,sz}^{k,F}=t_F*q_p*C_{pe}$= 0,184 kN/m

G zóna:
szívás: $C_{pe,sz}^{G}$= 1,3 $p_{w,sz}^{k,G}=t_G*q_p*C_{pe}$= 4,577 kN/m

$\Sigma: p_{w,sz}^{k,F+G}$= 4,761 kN/m

H zóna:
szívás: $C_{pe,sz}^{H}$= 0,82 $p_{w,sz}^{k,H}=t*q_p*C_{pe}$= 2,949 kN/m

Hosszirányú szél:



t_H= 2,175 m
t_I= 3,825 m

H zóna:

szívás: $C_{pe,sz}^{H}$ = 0,64 $p_{w,sz}^{k,H} = t_H * q_p * C_{pe}$ = 0,834 kN/m

I zóna:

szívás: $C_{pe,sz}^{I}$ = 0,54 $p_{w,sz}^{k,I} = t_I * q_p * C_{pe}$ = 1,238 kN/m

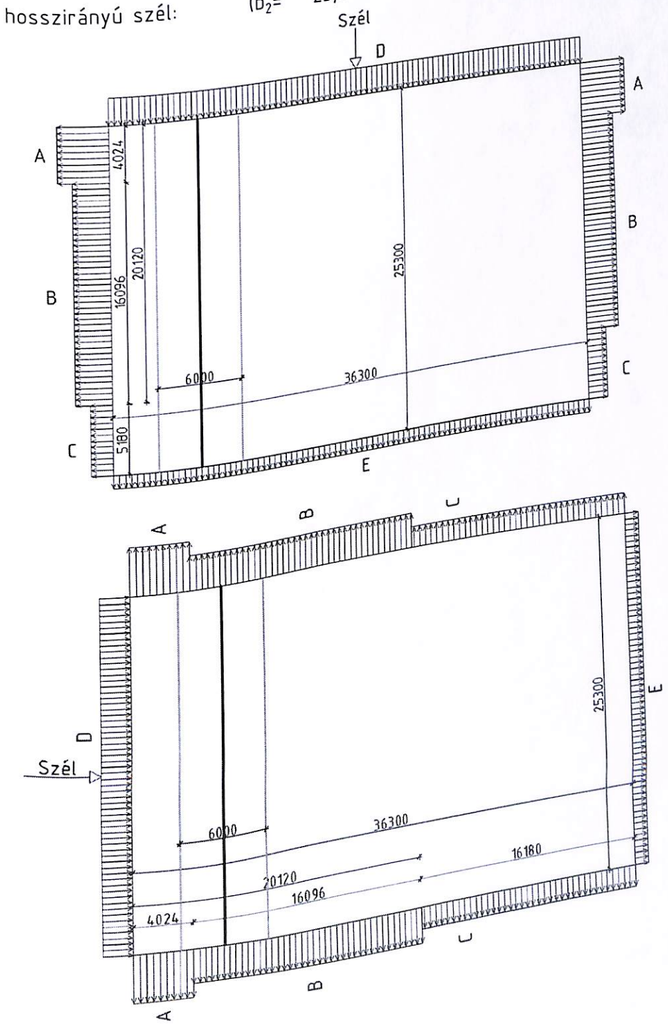
$\Sigma: p_{w,sz}^{k,F+G}$ = 2,072 kN/m

Falra:

keresztirányú szél: (Z=h= 10,06 m) e_1= 20,12 m

hosszirányú szél: (b_1= 36,30 m) e_2= 20,12 m

(b_2= 25,30 m)



keresztirányú szél

h= 10,06 m h/d= 0,40
d= 25,00 m

D zóna:

nyomás: $C_{pe,sz}^{D}$= 0,73 $p_{w,sz}^{k,D}=t*q_p*C_{pe}$= 2,625 kN/m

E zóna:

szívás: $C_{pe,ny}^{E}$= 0,37 $p_{w,ny}^{k,E}=t*q_p*C_{pe}$= 1,330 kN/m

hosszirányú szél

A zóna: t_A= 0,87 m

nyomás: $C_{pe,sz}^{A}$= 1,2 $p_{w,sz}^{k,A}=t_A*q_p*C_{pe}$= 0,629 kN/m

B zóna: t_B= 5,13 m

szívás: $C_{pe,ny}^{B}$= 0,8 $p_{w,ny}^{k,B}=t_B*q_p*C_{pe}$= 0,419 kN/m

Σ: $p_{w,sz}^{k,A+B}$= 1,048 kN/m

V.3. Teherkombinációk a teljes keretreállásra:

1. tk: önsúly+burkolat+gépészet SLS
2. tk: önsúly+burkolat+gépészet ULS
3. tk: önsúly+burkolat+gépészet+totál hó SLS
4. tk: önsúly+burkolat+gépészet+totál hó ULS
5. tk: önsúly+burkolat+gépészet+totál hó+külső keresztirányú nyomás bal SLS
6. tk: önsúly+burkolat+gépészet+totál hó+külső keresztirányú nyomás bal ULS
7. tk: önsúly+burkolat+gépészet+totál hó+külső keresztirányú nyomás jobb SLS
8. tk: önsúly+burkolat+gépészet+totál hó+külső keresztirányú nyomás jobb ULS
9. tk: önsúly+burkolat+gépészet+totál hó+K.K. nyomás bal+belső szívás SLS
10. tk: önsúly+burkolat+gépészet+totál hó+K.K. nyomás bal+belső szívás ULS
11. tk: önsúly+burkolat+gépészet+totál hó+K.K. nyomás jobb+belső szívás SLS
12. tk: önsúly+burkolat+gépészet+totál hó+K.K. nyomás jobb+belső szívás ULS
13. tk: önsúly+burkolat+fél hó bal+K.K. nyomás bal+belső szívás SLS
14. tk: önsúly+burkolat+fél hó bal+K.K. nyomás bal+belső szívás ULS
15. tk: önsúly+burkolat+fél hó jobb+K.K. nyomás jobb+belső szívás SLS
16. tk: önsúly+burkolat+fél hó jobb+K.K. nyomás jobb+belső szívás ULS
17. tk: önsúly+burkolat+K.K. szívás bal+belső nyomás SLS
18. tk: önsúly+burkolat+K.K. szívás bal+belső nyomás ULS
19. tk: önsúly+burkolat+K.K. szívás jobb+belső nyomás SLS
20. tk: önsúly+burkolat+K.K. szívás jobb+belső nyomás ULS
21. tk: önsúly+burkolat+K.K. szívás bal SLS
22. tk: önsúly+burkolat+K.K. szívás bal ULS
23. tk: önsúly+burkolat+K.K. szívás jobb SLS
24. tk: önsúly+burkolat+K.K. szívás jobb ULS
25. tk: önsúly+burkolat+gépészet+rendkivűli hó SLS
26. tk: önsúly+burkolat+gépészet+rendkivűli hó ULS
27. tk: önsúly+burkolat+külső hosszirányú szívás+ belső nyomás SLS
28. tk: önsúly+burkolat+külső hosszirányú szívás+ belső nyomás ULS
29. tk: önsúly+burkolat+hófelhalmozódás SLS
30. tk: önsúly+burkolat+hófelhalmozódás ULS

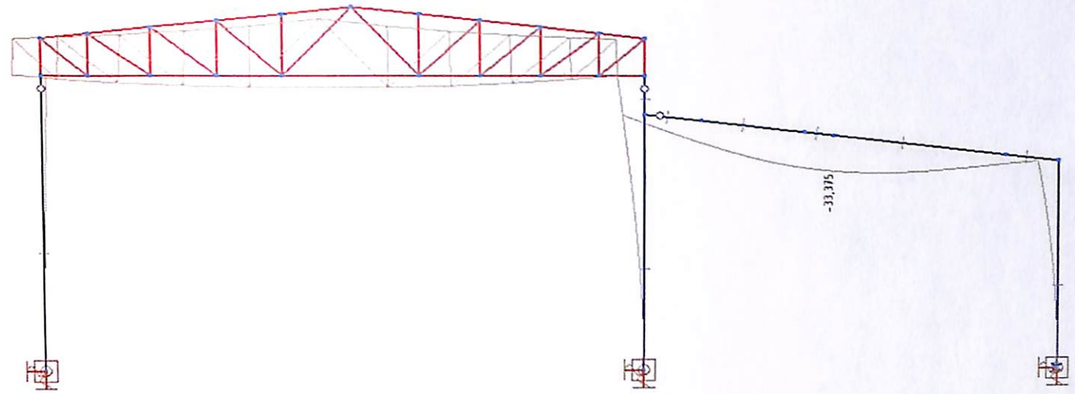
Mértékadó teherkombinációk:

lehajlás: ***11. tk.***

igénybevételek: ***12. tk.***

Lehajlás, kihajlás:

e_z: [mm]



Min eZ

8. rúd

Eset: TH+KKnyJ+Bsz SLS, SLS

eX [mm] =	-24,411
eY [mm] =	0
eZ [mm] =	**-33,375**
fX [rad] =	0
fY [rad] =	-0,00051
fZ [rad] =	0
eR [mm] =	41,349
fR [rad] =	0,00051

OK

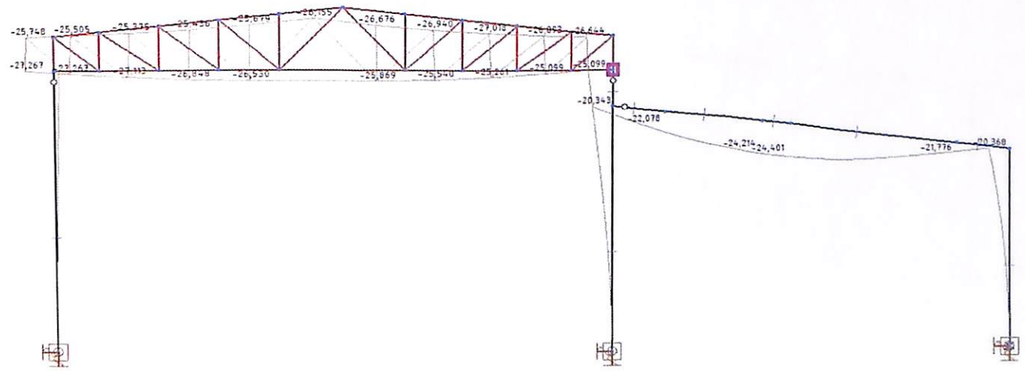
4. cspt.

Eset: TH+KKnyJ+Bsz SLS, SLS

eX [mm] =	**-25,099**
eY [mm] =	0
eZ [mm] =	-0,371
fX [rad] =	0
fY [rad] =	-0,00433
fZ [rad] =	0
eR [mm] =	25,101
fR [rad] =	0,00433

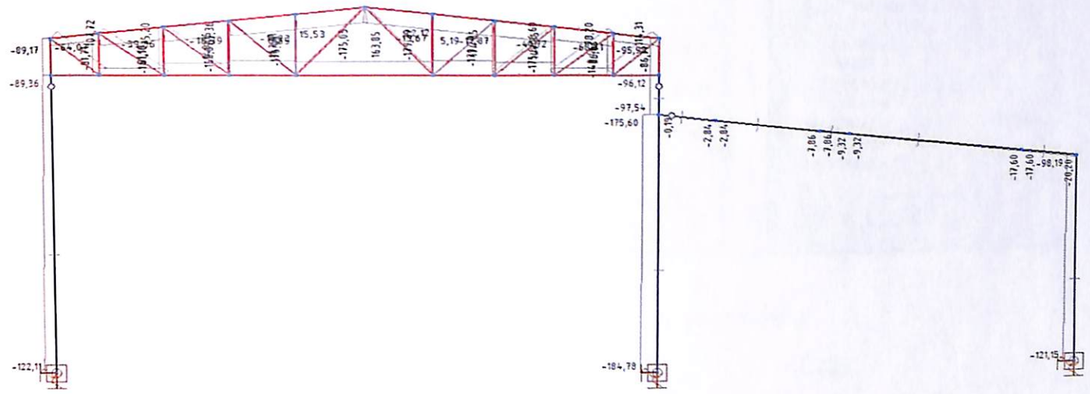
OK

e_x: [mm]

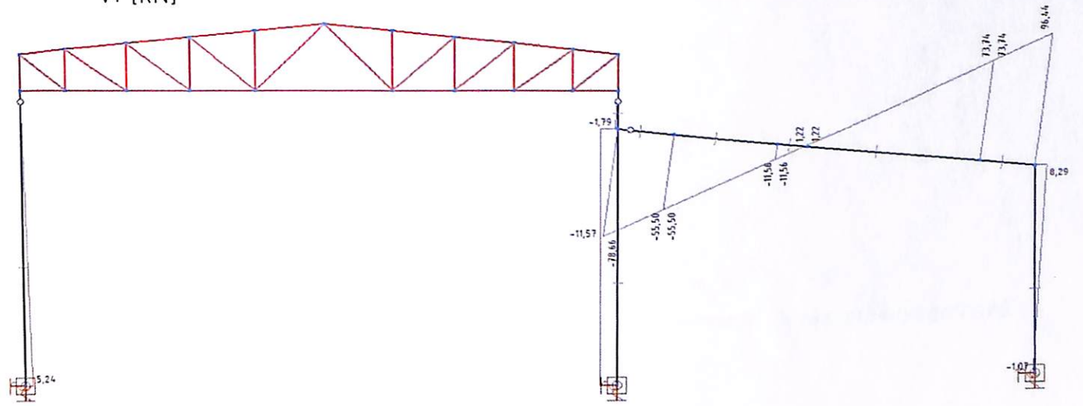


Igénybevételek:

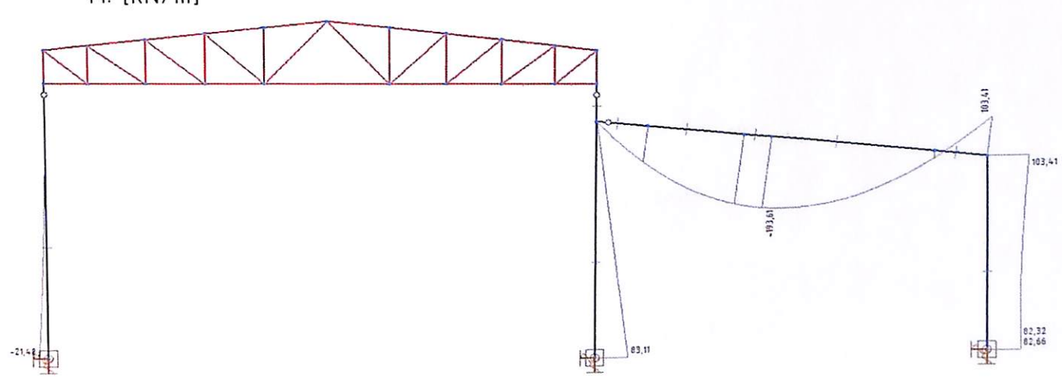
N: [kN]

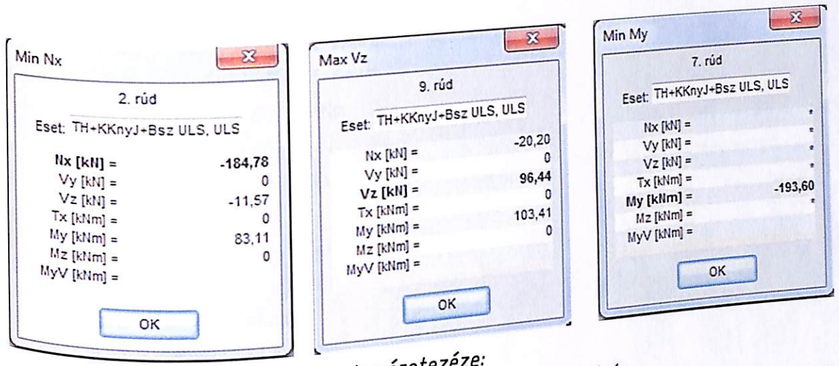


V: [kN]



M: [kN/m]





V.4. Gerenga és oszlopok méretezése:

Anyagminőség: S235

Szelvények:
gerenda: IPE 400
oszlop: HEA 320

V.4.1. Első-másodrendű számítás:

H_{Ed}= 11,57 kN
V_{Ed}= 184,78 kN
h= 8,2 m
$\delta_{H,Ed}$= 36 mm

α_{cr}= $(H_{Ed}/V_{Ed})*(h/\delta_{H,Ed})$= 14,3 >10

másodrendű hatás elhanyagolható

V.4.2. Geometriai imperfekció:

H_{Ed}= 11,57 kN
V_{Ed}= 184,78 kN

H_{Ed} ≥ $V_{Ed}*0,15$
11,57 < 27,72

imperfekció vizsgálandó

V.4.2.1. Helyettesítő erő:

m= 3
h= 8,2 m
Φ_0= 0,005

α_m= 0,8165
α_h= 0,6667

Φ= 0,0027
$\Phi*V_{Ed}$= 0,50 kN

V.4.2.2. Imperfekcióból származó igénybevételek:

Gerendán:

M_i= 0,84 kNm
V_i= 0,50 kN
N_i= 0,49 kN

Oszlpon:

M_i= 1,91 kNm
V_i= 0,08 kN
N_i= 0,13 kN

V.4.3. Keresztmetszetek méretezése:

V.4.3.1. Keresztmetszeti adatok:

IPE 400: (gerenda)

A= 8446 mm^2
A_v= 4269 mm^2
I_y= 2,313E+08 mm^4
$W_{pl,y}$= 1307000 mm^3
f_y= 235 N/mm^2
γ_{m0}= 1,00
h_w= 331 mm
t_w= 8,6 mm

HEA 320: (oszlop)

A= 12440 mm^2
A_v= 4113 mm^2
I_y= 2,293E+08 mm^4
$W_{pl,y}$= 1628000 mm^3
f_y= 235 N/mm^2
γ_{m0}= 1,00
h_w= 225 mm
t_w= 9 mm

V.4.3.2. Tiszta igénybevételek:

Hajlítás:

IPE 400
$M_{Rd}= W_{pl,y}*f_y/\gamma_{m0}$= 307,15 kNm
V
M_{Ed}= 194,45 kNm
Megfelel

HEA 320
$M_{Rd}= W_{pl,y}*f_y/\gamma_{m0}$= 382,58 kNm
V
M_{Ed}= 105,32 kNm
Megfelel

Nyírás:

IPE 400
$V_{Rd}= A_v*f_y/\sqrt{3}*\gamma_{m0}$= 579,21 kN
V
V_{Ed}= 96,94 kN
Megfelel

HEA 320
$V_{Rd}= A_v*f_y/\sqrt{3}*\gamma_{m0}$= 558,04 kN
V
V_{Ed}= 11,65 kN
Megfelel

Normálerő:

IPE 400
$N_{Rd}= A*f_y/\gamma_{m0}$= 1984,81 kN
V
N_{Ed}= 20,69 kN
Megfelel

HEA 320
$N_{Rd}= A*f_y/\gamma_{m0}$= 2923,40 kN
V
N_{Ed}= 184,91 kN
Megfelel

V.4.3.3. Interakciók:

Hajlítás+normálerő:

IPE 400

$0,25*N_{Rd}$= 496,20 kN

V

N_{Ed}= 20,69 kN

Nem kell vizsgálni

$0,5*h_w*t_w*f_y/\gamma_{m0}$= 334,48 kN

V

N_{Ed}= 20,69 kN

Nem kell vizsgálni

HEA 320

$0,25*N_{Rd}$= 730,85 kN

V

N_{Ed}= 184,91 kN

Nem kell vizsgálni

$0,5*h_w*t_w*f_y/\gamma_{m0}$= 237,94 kN

V

N_{Ed}= 184,91 kN

Nem kell vizsgálni

Hajlítás+nyírás:

IPE 400

$0,5*V_{Rd}$= 289,60 kN

V

V_{Ed}= 96,94 kN

Nem kell vizsgálni

HEA 320

$0,5*V_{Rd}$= 279,02 kN

V

V_{Ed}= 11,65 kN

Nem kell vizsgálni

V.4.3.4. Lehajlás, kihajlás ellenőrzése:

L= 11000 mm

e_{eng}=L/300= 36,66667 mm

e_z= 33,38 mm

>

Megfelel

H= 8200 mm

H/150= 54,67 mm

e_x= 25,10 mm

>

Megfelel

V.4.3.5. Stabilitásvizsgálat: HEA 320

Oszlop kihajlásvizsgálata keret síkjában: (y)

A= 12440 mm^2

i_y= 135,80 mm

γ_{m1}= 1,00

ν_y= 2,00

λ_E= 93,90

H=l= 8200 mm

$\lambda_y=(\nu_y*l)/i_y$= 120,7658

$\overline{\lambda}_y=\lambda_y/\lambda_E$= 1,2861

>>

X_y= 0,4340 "b" görbe

$N_{b,Rd,y}=\chi_y*A*f_y/\gamma_{m1}=$ 997,6198 kN ≥ $N_{Ed}=$ 68,95 kN

Megfelel

Oszlop kihajlásvizsgálata keret síkjára merőlegesen: (z)

A= 12440 mm^2
$i_z=$ 74,90 mm
$\gamma_{m1}=$ 1,00
$\nu_z=$ 0,70
$\lambda_E=$ 93,90
H=l= 8200 mm

$\lambda_z=(\nu_z*l)/i_z=$ 76,63551

$\overline{\lambda}_z=\lambda_z/\lambda_E=$ 0,8161 >> $\chi_z=$ 0,6521 "c" görbe

$N_{b,Rd,z}=\chi_z*A*f_y/\gamma_{m1}=$ 1906,349 kN ≥ $N_{Ed}=$ 184,91 kN

Megfelel

IPE 400

Gerenda kihajlásvizsgálata keret síkjában: (y)

A= 8446 mm^2
$i_y=$ 165,50 mm
$\gamma_{m1}=$ 1,00
$\nu_y=$ 1,00
$\lambda_E=$ 93,90
l= 11083 mm

$\lambda_y=(\nu_y*l)/i_y=$ 66,96677

$\overline{\lambda}_y=\lambda_y/\lambda_E=$ 0,7132 >> $\chi_y=$ 0,8408 "a" görbe

$N_{b,Rd,y}=\chi_y*A*f_y/\gamma_{m1}=$ 1668,828 kN ≥ $N_{Ed}=$ 68,95 kN

Megfelel

Gerenda kihajlásvizsgálata keret síkjára merőlegesen: (z)

A= 8446 mm^2
$i_z=$ 39,00 mm
$\gamma_{m1}=$ 1,00
$\nu_z=$ 1,00
$\lambda_E=$ 93,90
l= 1450 mm

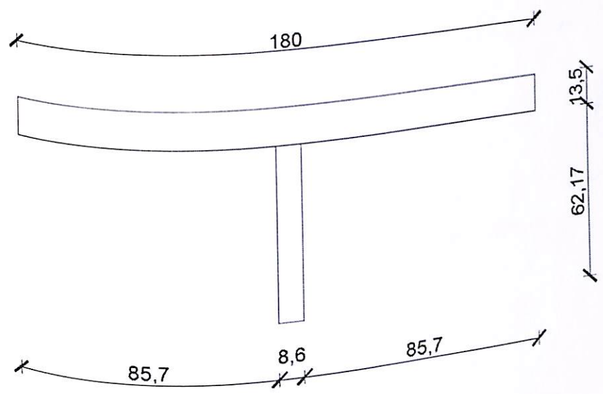
$\lambda_z=(\nu_z*l)/i_z=$ 37,17949

$\overline{\lambda}_z=\lambda_z/\lambda_E=$ 0,3959 >> $\chi_z=$ 0,9277 "b" görbe

$N_{b,Rd,z}=\chi_z*A*f_y/\gamma_{m1}=$ 1841,308 kN ≥ $N_{Ed}=$ 68,95 kN

Megfelel

Kifordulás vizsgálat keret síkjára merőlegesen: IPE 400



$A_{fz}=$ 2964,66 mm^2
$I_{fz}=$ 6,56E+06 mm^4
$i_{fz}=$ 47,06 mm
$L_c=$ 1450 mm
$\lambda_E=$ 93,90
$M_{c,Rd}=$ 307,15 kNm
$M_{y,Ed}=$ 194,45 kNm
$k_c=$ 0,91
$k_{fl}=$ 1,10

$\overline{\lambda}_f=(k_c*L_c)/(i_{fz}*\lambda_E)=$ 0,2986 ≤ $\overline{\lambda}_{co}*M_{c,Rd}/M_{y,Ed}=$ 0,7898

Kifordulás nem alakul ki!

Kifordulási ellenállás: $\chi=$ 0,9747 "c" görbe

$\overline{\lambda}_f=k_c*L_c/i_{fz}*\lambda_E=$ 0,2986 >>

$M_{b,Rd}=k_{fl}*\chi*M_{c,Rd}=$ 329,31 kNm

Kihajlás kifordulás interakciója:

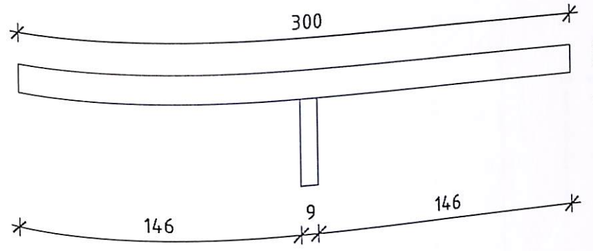
$C_{my}=$ 0,9
$k_{yy}=$ 0,9057
$k_{zy}=$ 0,5434

$C_{my}*[1+(\overline{\lambda}_y-0,2)*N_{Ed}*\gamma_{m1}/\chi_y*A*f_y]=$ 0,9057
$C_{my}*[1+0,8*N_{Ed}*\gamma_{m1}/\chi_y*A*f_y]=$ 0,9089

$\eta=N_{Ed}/N_{b,Rd,y}+k_{yy}*M_{Ed}/M_{b,Rd}=$ 0,5472 < 1,00 *Megfelel*

$\eta=N_{Ed}/N_{b,Rd,z}+k_{zy}*M_{Ed}/M_{b,Rd}=$ 0,3321 < 1,00 *Megfelel*

Kifordulás vizsgálat keret síkjára merőlegesen: HEA 320



A_{fz}=	5068,5	mm^2
I_{fz}=	3,49E+07	mm^4
i_{fz}=	82,99	mm
L_c=	1500	mm
λ_E=	93,90	
$M_{c,Rd}$=	382,58	kNm
$M_{y,Ed}$=	105,32	kNm
ψ=	0,7993	
k_c=	0,94	
k_{fl}=	1,10	

$\overline{\lambda}_f=(k_c*L_c)/(i_{fz}*\lambda_E)$= 0,1805 ≤ $\overline{\lambda}_{co}*M_{c,Rd}/M_{y,Ed}$= 1,8163

Kifordulás nem alakul ki!

Kifordulási ellenállás: χ= 1,0000 "c" görbe

$\overline{\lambda}_f=k_c*L_c/i_{fz}*\lambda_E$= 0,1805 >>

$M_{b,Rd}=k_{fl}*\chi*M_{c,Rd}$= 420,84 kNm

Kihajlás kifordulás interakciója:

C_{my}= 0,9
k_{yy}= 0,9542
k_{zy}= 0,5725

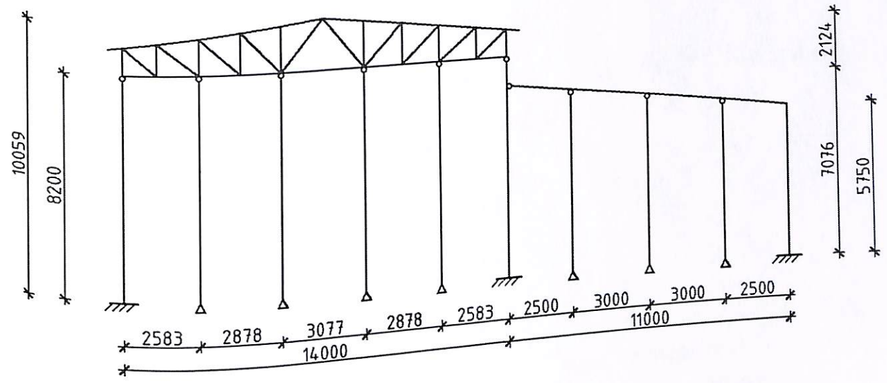
$C_{my}*[1+(\overline{\lambda}_y-0,2)*N_{Ed}*\gamma_{m1}/\chi_y*A*f_y]$= 1,0425
$C_{my}*[1+0,8*N_{Ed}*\gamma_{m1}/\chi_y*A*f_y]$= 0,9542

$\eta=N_{Ed}/N_{b,Rd,y}+k_{yy}*M_{Ed}/M_{b,Rd}$= 0,42 < 1,00 ***Megfelel***

$\eta=N_{Ed}/N_{b,Rd,z}+k_{zy}*M_{Ed}/M_{b,Rd}$= 0,24 < 1,00 ***Megfelel***

VI. Falvázoszlop méretezése:

VI.1. Statikai váz:



VI.2. Anyagminőség:

S235

VI.3. Keresztmetszet:

HEA 160

VI.4. Állandó terhek:

VI.4.1. Falvázoszlop önsúly:

g_{oszlop}^{k} = 0,304 kN/m

γ_G = 1,35

VI.4.2. Burkolat önsúly:

t =	4,5	m^2	a =	3,00	m
g_{kTL} =	0,068	kN/m^2	b =	1,50	m
g_{bTL} =	0,068	kN/m^2	n =	6	db
g_{HSZ} =	0,18	kN/m^2			
g_{SZ} =	0,014	kN/m^2			
g_Z =	0,0579	kN/m			

$g_{burkolat}^{k} = [t*(g_{kTL}+g_{bTL}+g_{HSZ}+g_{SZ})]+(a*g_Z)$ = 1,66 kN

$\Sigma G^k = g_{oszlop}^{k} + n*g_{burkolat}^{k}$ = 10,26 kN

$N_{Ed} = \gamma_G * \Sigma G^k$ = 13,85 kN

VI.5. Esteleges terhek:

VI.5.1. Szélteher:

γ_w= 1,50
h= 8,2 m

$w_e^k = q_p * C_{pe,D}$= 0,44 kN/m²
$p_{w,e}^k = w_e^k * a$= 1,31 kN/m

$p_{wd} = \gamma_w * p_{w,e}^k$= 1,97 kN/m

$M_{Ed} = p_{wd} * h^2/8$= 16,55 kNm

$V_{Ed} = p_{wd} * h/2$= 8,07 kN

VI.6. Keresztmetszet méretezése:

VI.6.1. Teherbírási határállapot:

HEA 160:

A= 3877 mm²
A_v= 1320 mm²

$W_{pl,y}$= 245100 mm³
f_y= 235 N/mm²
γ_{m0}= 1,00

Hajlítás:
$M_{Rd} = W_{pl,y} * f_y/\gamma_{m0}$= 57,60 kNm
V
M_{Ed}= 16,55 kNm
Megfelel

Normálerő:
$N_{Rd} = A * f_y/\gamma_{m0}$= 911,10 kN
V
N_{Ed}= 13,85 kN
Megfelel

Nyírás:
$V_{Rd} = A_v * f_y/\sqrt{3} * \gamma_{m0}$= 179,09 kN
V
V_{Ed}= 8,07 kN
Megfelel

Kölcsönhatást nem kell vizsgálni.

VI.6.2. Használhatósági határállapot:

q= 1,31 kN/m
l= 8,2 m
E= 210000 N/mm²
I_y= 1,673E+07 mm⁴

$e_x = 5 * q * l^4/384 * E * I$= 21,992 mm

<

l/300= 27,33 mm

Megfelel

VI.6.3. Stabilitás vizsgálatok:

Kihajlás vizsgálat y tengelyre:

A=	3877	mm^2
i_y=	65,70	mm
γ_{m1}=	1,00	
ν_y=	1,00	
λ_E=	93,90	
l=	8200	mm
f_y=	235	N/mm^2

$\lambda_y=(\nu_y*l)/i_y$= 124,81

$\overline{\lambda}_y=\lambda_y/\lambda_E$= 1,3292 >> χ_y= 0,4137 "b" görbe

$N_{b,Rd,y}=\chi_y*A*f_y/\gamma_{m1}$= 376,92 kN ≥ N_{Ed}= 13,85 kN

Megfelel

Kihajlás vizsgálat z tengelyre:

A=	3877	mm^2
i_z=	39,80	mm
γ_{m1}=	1,00	
ν_z=	1,00	
λ_E=	93,90	
l=	1500	mm
f_y=	235	N/mm^2

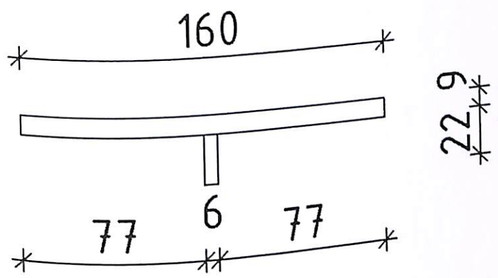
$\lambda_z=(\nu_z*l)/i_z$= 37,6884

$\overline{\lambda}_z=\lambda_z/\lambda_E$= 0,4014 >> χ_z= 0,8965 "c" görbe

$N_{b,Rd,z}=\chi_z*A*f_y/\gamma_{m1}$= 816,7967 kN ≥ N_{Ed}= 13,85 kN

Megfelel

Kifordulás vizsgálat:



A_{fz}=	1572	mm^2
I_{fz}=	3,07E+06	mm^4
i_{fz}=	44,21	mm
L_c=	1500	mm
λ_E=	93,90	
$M_{c,Rd}$=	57,60	kNm
$M_{y,Ed}$=	16,55	kNm
k_c=	0,94	
k_{fl}=	1,10	

$\lambda_f=(k_c*L_c)/(i_{fz}*\lambda_E)$= 0,3397 ≤ $\lambda_{co}*M_{c,Rd}/M_{y,Ed}$= 1,7405

Kifordulás nem alakul ki!

Kifordulási ellenállás:

$\overline{\lambda_f}=k_c*L_c/i_{fz}*\lambda_E$= 0,3397 >> χ= 0,9285 "c" görbe

$M_{b,Rd}=k_{fl}*\chi*M_{c,Rd}$= 58,83 kNm

Kihajlás kifordulás interakciója:

C_{my}=	0,9	$C_{my}*[1+(\overline{\lambda_y}-0,2)*N_{Ed}*\gamma_{m1}/\chi_y*A*f_y]$=	0,9373
k_{yy}=	0,9373	$C_{my}*[1+0,8*N_{Ed}*\gamma_{m1}/\chi_y*A*f_y]$=	0,9373
k_{zy}=	0,5624		

$\eta=N_{Ed}/N_{b,Rd,y}+k_{yy}*M_{Ed}/M_{b,Rd}$= 0,3004 < 1,00 ***Megfelel***

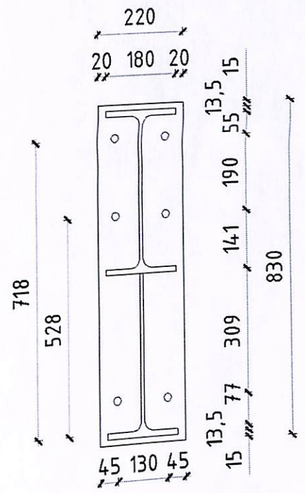
$\eta=N_{Ed}/N_{b,Rd,z}+k_{zy}*M_{Ed}/M_{b,Rd}$= 0,1751 < 1,00 ***Megfelel***

VII. Csomópontok méretezése:

VII.1. Keretsarok csomópont méretezése:

Adatok:

alapanyag:	f_y=	235	N/mm^2	S235
	f_u=	360	N/mm^2	
csavarok:	f_{yb}=	900	N/mm^2	M20 8.8
	f_{ub}=	1000	N/mm^2	
	d=	20	mm	
	d_0=	22	mm	
	A=	314	mm^2	
	A_s=	245	mm^2	
	d_m=	32,4	mm	
homloklemez vtg:	t_{fc}=	12	mm	
	γ_{m0}=	1,00		
	γ_{m2}=	1,25		



Húzott csavarok ellenállása:

Húzási ellenállás:

$F_{t,Rd}=0,9*A_s*f_{ub}/\gamma_{m0}$= 220,50 kN

n_{csavar}= 2 db

Kigombolódási ellenállás:

t_p= 15,5 mm

$B_{p,Rd}=0,5*\pi*d_m*t_p*f_u/\gamma_{m2}$= 227,19 kN

2 csavar nyírási ellenállása:

n= 2 db

V_{Ed}= 96,44 kN

$F_{v,Rd}=n*0,6*f_{ub}*A/\gamma_{m2}$= 301,44 kN > *Megfelel*

Gerenda homoklemezének ellenállása:

Felső csavarsor ellenőrzése:

w=	130	mm
t_{wc}=	8,6	mm
a_c=	4	mm
a_f=	6	mm

m= $w/2-t_{wc}/2-0,8*a_c*\sqrt{2}$= 56,17 mm

m_2= $e_f-0,8*a_f*\sqrt{2}$= 48,21 mm

e_f= 55 mm

e= 45 mm

3m= 168,52 mm

p= 190 mm

λ_1= m/m+e= 0,555 α= 5,25
λ_2= m_2/m+e= 0,477

effektív hossz:
kör alakú töréskép: $l_{eff,c}=\pi m+p=$ 366,48 mm
nem kör alakú töréskép: $l_{eff,nc}=0,5p+\alpha m-(2m+0,625e)=$ 249,44 mm

l_{eff}= 249,44 mm

homloklemez teherbírása:

$M_{pl,Rd}=0,25*l_{eff}*t^2_{fc}*f_y/\gamma_{m0}=$ 2,110 kNm

T elem 1. tönkremeneteli módja:

$F_{T,1,Rd}=4M_{pl,Rd}/m=$ 150,266 kN

T elem 2. tönkremeneteli módja:

$F_{T,2,Rd}=2M_{pl,Rd}+e\Sigma F_{t,Rd}/(m+e)=$ 200,37 kN

T elem 3. tönkremeneteli módja:

$F_{T,3,Rd}=\Sigma F_{t,Rd}=$ 441 kN

$F_{T,Rd}$= 150,27 kN

Utolsó csavarsor ellenőrzése:
effektív hossz:
kör alakú töréskép: $l_{eff,c}=\pi m+p=$ 366,48 mm
nem kör alakú töréskép: $l_{eff,nc}=2m+0,625e+0,5p=$ 235,47 mm

l_{eff}= 235,47 mm

homloklemez teherbírása:

$M_{pl,Rd}=0,25*l_{eff}*t^2_{fc}*f_y/\gamma_{m0}=$ 1,992 kNm

T elem 1. tönkremeneteli módja:

$F_{T,1,Rd}=4M_{pl,Rd}/m=$ 141,852 kN

T elem 2. tönkremeneteli módja:

$F_{T,2,Rd}=2M_{pl,Rd}+e\Sigma F_{t,Rd}/(m+e)=$ 200,13 kN

T elem 3. tönkremeneteli módja:

$F_{T,3,Rd}=\Sigma F_{t,Rd}=$ 441 kN

$F_{T,Rd}=$ 141,85 kN

teljes homloklemez hajlítási ellenállása:

$z_1=$ 718 mm $z_2=$ 528 mm

$M_{j,Rd}=\Sigma z_i*F_{T,Rdi}=$ 182,789 kNm $M_{j,Ed}/M_{j,Rd}=$ 0,5657 < 1,00 *Megfelel*

$M_{j,Ed}=$ 103,41 kNm

Oszlop övének ellenállása:

Felső csavarsor ellenőrzése:

$w=$ 130 mm
$t_{wc}=$ 9 mm
$r_c=$ 27 mm
$p=$ 190 mm
$m=$ $w/2-t_{wc}/2-0,8*r_c=$ 38,90 mm
$n=$ $0,25m=$ 9,73 mm
$e=$ 40 mm
$e_1=$ 80 mm

effektív hossz:

kör alakú töréskép: $l_{eff,c,min}=\min(2\pi m;\pi m+e_1)=$ 244,42 mm
nem kör alakú töréskép: $l_{eff,nc,min}=\min(4m+1,25e;e_1+2m+0,625e)=$ 182,80 mm

kör alakú töréskép: $l_{eff,c,min}=\min(\pi m+p;2e_1+p)=$ 312,21 mm
nem kör alakú töréskép: $l_{eff,nc,min}=\min(2m+0,625e+0,5p;e_1+0,5p)=$ 175,00 mm

$l_{eff}=$ 175,00 mm

A kör alakú töréskép nem mértékadó.

t_p= 15,5 mm

$M_{pl,Rd}=0,25*l_{eff}*t^2_p*f_y/\gamma_{m0}$= 2,470 kNm

T elem 1. tönkremeneteli módja:

$F_{T,1,Rd}=4M_{pl,Rd}/m$= 253,992 kN

T elem 2. tönkremeneteli módja:

$F_{T,2,Rd}=2M_{pl,Rd}+n\Sigma F_{t,Rd}/(m+n)$= 93,14 kN

T elem 3. tönkremeneteli módja:

$F_{T,3,Rd}=\Sigma F_{t,Rd}$= 441 kN

$F_{T,Rd}$= 93,14 kN

Második csavarsor ellenőrzése:

effektív hossz:
kör alakú töréskép: $l_{eff,c,min}=\min(\pi m+p;2e_1+p)$= 312,21 mm
nem kör alakú töréskép: $l_{eff,nc,min}=\min(2m+0,625e+0,5p;e_1+0,5p)$= 175,00 mm

l_{eff}= 175,00 mm

$M_{pl,Rd}=0,25*l_{eff}*t^2_p*f_y/\gamma_{m0}$= 2,470 kNm

T elem 1. tönkremeneteli módja:

$F_{T,1,Rd}=4M_{pl,Rd}/m$= 253,992 kN

T elem 2. tönkremeneteli módja:

$F_{T,2,Rd}=2M_{pl,Rd}+n\Sigma F_{t,Rd}/(m+n)$= 93,14 kN

T elem 3. tönkremeneteli módja:

$F_{T,3,Rd}=\Sigma F_{t,Rd}$= 441 kN

$F_{T,Rd}$= 93,14 kN

teljes homloklemez hajlítási ellenállása:

z_1= 718 mm z_2= 528 mm

$M_{j,Rd}=\Sigma z_i * F_{T,Rdi}$= 116,053 kNm $M_{j,Ed}/M_{j,Rd}$= 0,8911 < 1,00

Megfelel

$M_{j,Ed}$= 103,41 kNm

Oszlop gerincének nyomási ellenállása:

z= 623 mm

$F_{c,wc,Ed}=M_{j,Ed}/z$= 165,99 kN

t_{fb}= 13,5 mm

$b_{eff,c,wc}=t_{fb}+2\sqrt{2}a_p+5(t_{fc}+s)+t_p$= 254,97 mm

a_p= 6 mm

t_{fc}= 15,5 mm

$s=r_c$= 27 mm

β=1

A_{vc}= 4113 mm^2

$\omega=1/(\sqrt{(1+1,3(b_{eff,c,wc}*t_{wc}/A_{vc})^2)}$= 0,84

t_{wc}= 9 mm

d= 225 mm

h= 310 mm

$\sigma_{c,Ed}=(N_{Ed}/N_{Rd}+M_{Ed}/M_{Rd})*d/h-f_y$= 0,2457 f_y

k_{wc}= 1,00

$\sigma_{c,Ed}<0,7f_y$ >>

E= 210000 N/mm^2

gerinc karcsúsága:

$d_{wc}=h_c-(t_{fc}+2r_c)$= 240,5 mm

$\overline{\lambda_p}$= $0,932\sqrt{(b_{eff,c,wc}*d_{wc}*f_y/E*t^2_{wc})}$= 0,8578 > 0,72

ρ= 0,89

$F_{c,wc,Rd}=\rho*\omega*b_{eff,c,wc}*t_{wc}*f_y/\gamma_{m0}$= 406,75 kN > $F_{c,wc,Ed}$= 165,99 kN

Megfelel

$b_{eff,c,wc}=l_{eff1}+l_{eff2}$= 350,00 mm

$\omega=1/(\sqrt{(1+1,3(b_{eff,c,wc}*t_{wc}/A_{vc})^2)}$= 0,75

$F_{c,wc,Rd}=*\omega*b_{eff,c,wc}*t_{wc}*f_y/\gamma_{m0}$= 557,59 kN > $F_{c,wc,Ed}$= 165,99 kN

Megfelel

Oszlop gerincének nyírási ellenállása: $\varepsilon=$ 1,00

$d/t_w=$ 25,00 < $69\varepsilon=$ 69 $d=$ 225 mm, $t_w=$ 9 mm

$V_{wp,Rd}=0,9f_y*A_{vc}/\sqrt{3}*\gamma_{m0}=$ 502,24 kN > $V_{Ed}=$ 96,44 kN

Megfelel

VII.2. Talpcsomópont méretezése:

Adatok:

alapanyag: $f_y=$ 235 N/mm² S235 — HEA 320: $b_{fc}=$ 300 mm, $h_c=$ 310 mm, $t_{fc}=$ 15,5 mm, $t_{wc}=$ 9 mm

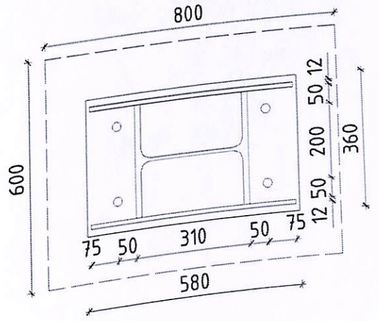
csavarok: $f_{yb}=$ 300 N/mm², $f_{ub}=$ 500 N/mm² ***M24 5.6***, $d=$ 24 mm, $d_0=$ 25 mm, $A_s=$ 353 mm²

beton: $f_{ck}=$ 20 N/mm² C20/25, $f_{cd}=$ 13,33 N/mm²

talplemez vtg: $t_p=$ 25 mm, $b_p=$ 360 mm, $h_p=$ 580 mm

$\gamma_{m0}=$ 1,00

$\gamma_{m2}=$ 1,25



$M_{Ed}=$ 83,11 kNm

$N_{Ed}=$ -184,78 kN

$e=$ 80 mm

$w=$ 200 mm

$e_x=$ 50 mm

$m_x=$ 43,21 mm

$a=$ 6 mm

Nyomott T elem ellenőrzése:

$k_j=\sqrt{(a_1*b_1/a*b)}=$ 1,5162

$a_1'=$ 800 mm

$b_1'=$ 600 mm

$a_1=$ 800 mm

$b_1=$ 600 mm

$a=$ 580 mm

$b=$ 360 mm

$a_r=$ 110 mm

$b_r=$ 120 mm

$h=$ 650 mm

$f_j=\beta_j*k_j*f_{cd}=$ 13,47 N/mm^2 $\beta_j=$ 0,6667

$c=\sqrt{(t*(f_y/(3*f_j*\gamma_{m0})))}=$ 12,06 mm

$b_{eff}=2*c+t_f=$ 39,61 mm

$l_{eff}=$ 360 mm

$f_j=2*f_{cd}=$ 26,66 N/mm^2

$F_{c,Rd}=f_j*b_{eff}*l_{eff}=$ 380,18 kN

Húzott T elem ellenőrzése:

$l_{eff1}=$ 180 mm

$M_{pl1Rd}=0,25*l_{eff1}*t^2_p*f_y/\gamma_{m0}=$ 6,61 kNm

$F_{T1-2Rd}=2*M_{pl1Rd}/m_x=$ 305,91 kN $F_{T,Rd}=$ 203,94 kN

$F_{t3Rd}=\min(F_{t,Rd,b};F_{pl,Rd})=$ 203,9375 kN n= 2 db

$F_{t,Rd,b}=n*0,9*f_{ub}*A_s/\gamma_{m2}=$ 254,16 kN

$F_{pl,Rd}=b_p*t^2_p*fy/6*m_x*\gamma_{m0}=$ 203,937 kN

Oszloptalp nyomatéki ellenállása

$z=$ 352,25 mm

$z_c=$ 155 mm

$z_T=$ 197,25 mm

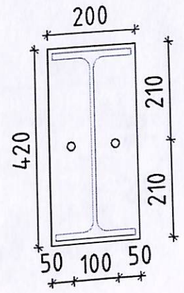
$e=$ -450 mm

$M_{j,Rd}=\min(F_{T,Rd}*z/(z_c/e+1);-F_{c,Rd}*z/(z_T/e-1))=$ 93,09 kNm < M_{Ed} *Megfelel*

VII.3. Oszlop-gerenda kapcsolatának méretezése:

csavarok száma: 2 db

csavarminőség: 5.6



V_{Ed}=	95,09	kN
F_{Ed}=	47,55	kN
f_{ub}=	500	N/mm^2
f_u=	360	N/mm^2
t=	12	mm
n=	1	
γ_{M2}=	1,25	
k_1=	2,50	
α_b=	1,00	

$F_{v,Rd}=n*0,6*f_{ub}*A/\gamma_{M2}$ -▷

$F_{b,Rd}=k_1*\alpha_b*f_u*d*t/\gamma_{M2}$ -▷

$d=\sqrt{((4*F_{Ed}*\gamma_{M2})/(n*0,6*f_{ub}*\pi))}$= 15,88 mm

$d=(F_{Ed}*\gamma_{M2})/(k_1*\alpha_b*f_u*t)$= 5,50 mm

d_{min}= 15,88 mm

-▷ d= 16 mm *M16 5.6*

d_0= 18 mm

k_1= 2,5

α_b= 1

csavarkép ellenőrzése:

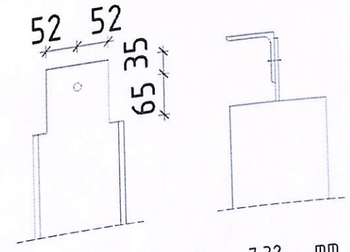
e_2= 50 mm

e_1= 210 mm

VII.4. Falvázoszlop felső kapcsolatának méretezése:

csavarok száma: 1 db

csavarminőség: 4.6



V_{Ed}=	8,07	kN
F_{Ed}=	8,07	kN
f_{ub}=	400	N/mm^2
f_u=	360	N/mm^2
t=	6	mm
n=	1	
γ_{M2}=	1,25	
k_1=	2,50	
α_b=	1,00	

$F_{v,Rd}=n*0,6*f_{ub}*A/\gamma_{M2}$ -▷

$F_{b,Rd}=k_1*\alpha_b*f_u*d*t/\gamma_{M2}$ -▷

$d=\sqrt{((4*F_{Ed}*\gamma_{M2})/(n*0,6*f_{ub}*\pi))}$= 7,32 mm

$d=(F_{Ed}*\gamma_{M2})/(k_1*\alpha_b*f_u*t)$= 1,87 mm

d_{min}= 7,32 mm

-▷ d= 12 mm *M12 4.6*

d_0= 13 mm

k_1= 2,5

α_b= 1

csavarkép ellenőrzése:

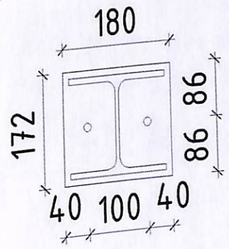
e_2= 35 mm

e_1= 52 mm

VII.3. Falvázoszlop alsó kapcsolatának méretezése:

csavarok száma: 2 db

csavarminőség: 5.6



V_{Ed}=	8,07	kN
F_{Ed}=	4,04	kN
f_{ub}=	500	N/mm^2
f_u=	360	N/mm^2
t=	10	mm
n=	1	
γ_{M2}=	1,25	
k_1=	2,50	
α_b=	1,00	

$F_{v,Rd}=n*0,6*f_{ub}*A/\gamma_{M2}$ -▷

$F_{b,Rd}=k_1*\alpha_b*f_u*d*t/\gamma_{M2}$ -▷

$d=\sqrt{((4*F_{Ed}*\gamma_{M2})/(n*0,6*f_{ub}*\pi))}$= 4,63 mm

$d=(F_{Ed}*\gamma_{M2})/(k_1*\alpha_b*f_u*t)$= 0,56 mm

d_{min}= 4,63 mm

-▷ d= 12 mm *M12 5.6*

d_0= 13 mm

csavarkép ellenőrzése:

k_1= 2,5

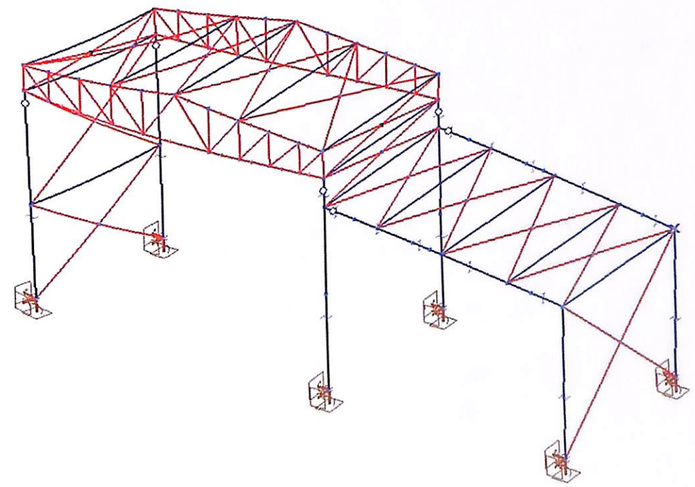
α_b= 1

e_2= 40 mm

e_1= 86 mm

VIII. Merevítés méretezése:

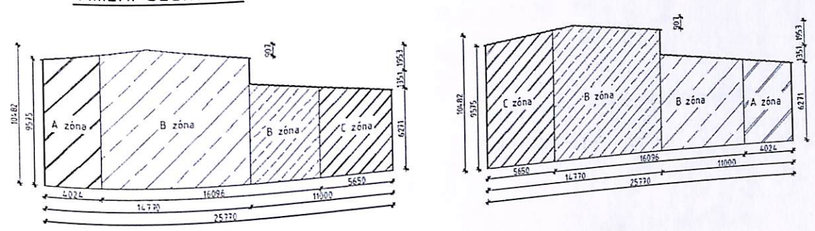
VIII.1. Statikaiváz:



VIII.2. Terhek:

γ_w= 1,50

VIII.2.1. Szélteher:



$C_{pi,ny}$=	0,2	$C_{pe,sz}^{A}$=	1,2	$p_{w,sz}^{k,A}=\gamma_w*q_p*C_{pe}$=	1,259	kN/m^2
$C_{pi,ny}$=	0,2	$C_{pe,sz}^{B}$=	0,8	$p_{w,sz}^{k,B}=\gamma_w*q_p*C_{pe}$=	0,899	kN/m^2
$C_{pi,ny}$=	0,2	$C_{pe,sz}^{C}$=	0,5	$p_{w,sz}^{k,C}=\gamma_w*q_p*C_{pe}$=	0,629	kN/m^2

T_A= 39,52 m^2
$T_{B,f}$= 108,59 m^2
$T_{B,m}$= 39,02 m^3
T_C= 37,39 m^2

R_A= 49,74 kN
R_B= 97,62 kN
R_B= 35,08 kN
R_C= 23,53 kN

1. eset: Főhajó csomópontjainak terhe: 5 db
csomópontok száma:
F_f= 14,74 kN

Mellékhajó csomópontjainak terhe
csomópontok száma: 5 db
F_m= 5,86 kN

T_A= 37,39 m^2
$T_{B,m}$= 39,02 m^2
$T_{B,f}$= 108,59 m^3
T_C= 39,52 m^2

R_A= 47,06 kN
R_B= 35,08 kN
R_B= 97,62 kN
R_C= 24,87 kN

2. eset: Főhajó csomópontjainak terhe: 5 db
csomópontok száma:
F_f= 12,25 kN

Mellékhajó csomópontjainak terhe
csomópontok száma: 5 db
F_m= 8,21 kN

$C_{pi,sz}$= 0,3 $C_{pe,ny}^{D}$= 0,73 $p_{w,sz}^{k,D}=\gamma_w*q_p*C_{pe}$= 0,926 kN/m^2

$T_{D,f}$= 148,11 m^2 $R_{D,f}$= 137,14 kN

$T_{D,m}$= 76,41 m^2 $R_{D,m}$= 70,75 kN

3. eset: Főhajó csomópontjainak terhe: Mellékhajó csomópontjainak terhe

csomópontok száma: 5 db csomópontok száma: 5 db

F_f= 13,71 kN F_m= 7,07 kN

A szélnyomás eredő ereje a legnagyobb ezért azt tekintem mértékadónak.

VIII.2.2. Imperfekcióból származó igénybevétel:

Rácsos tartó szélrácsára:

L= 15,00 m

m= 4

$\alpha_m=\sqrt{(0,5*(1+1/m))}$= 0,7906

$e_0=\alpha_m*L/500$= 23,72 mm

N_{Ed}= 179,29 kN

δ_d= 0,00 mm

$Q_d=\Sigma N_{Ed,i}*4*((e_0+\delta_d)/L)$= 4,54 kN

Gerenda szélrácsára:

L= 11,00 m

m= 4

$\alpha_m=\sqrt{(0,5*(1+1/m))}$= 0,7906

$e_0=\alpha_m*L/500$= 17,39 mm

N_{Ed}= 98,19 kN

δ_d= 0,00 mm

$Q_d=\Sigma N_{Ed,i}*4*((e_0+\delta_d)/L)$= 2,48 kN/m

Főhajó hoszkötésére:

R_{Ed}= 122,11 kN
m= 3
h= 8,2 m
Φ_0= 0,005

α_m= 0,8165
α_h= 0,6667

ϕ= 0,0027
$\phi * R_{Ed}$= 0,33 kN

Mellékhajó hoszkötésére:

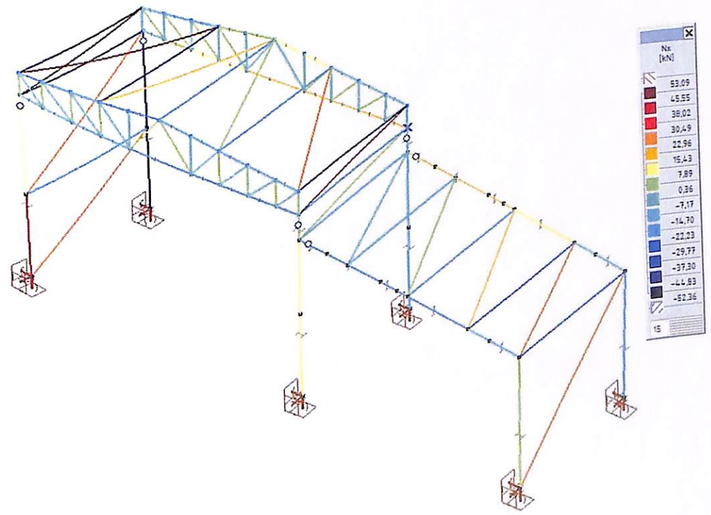
R_{Ed}= 121,15 kN
m= 3
h= 5,75 m
Φ_0= 0,005

α_m= 0,8165
α_h= 0,6667

ϕ= 0,0027
$\phi * R_{Ed}$= 0,33 kN

VIII.3. Mértékadó igénybevételek, méretezés:

		szélrács	hosszkötés
legjobban húzott rúd:	N_{Ed}	53,08 kN	28,98 kN
legjobban nyomott rúd:	N_{Ed}	52,36 kN	37,88 kN



Szélrács:

Húzott rúd méretezése:

Szelvény: ϕ18

A= 254 mm^2

f_y= 235 N/mm^2

γ_{M0}= 1,00

$N_{t,Rd}$= A*fy/γ_{M0}

$N_{t,Rd}$= 59,69 kN ≥ N_{Ed}= 53,08 kN

Megfelel

Nyomott rúd méretezése:

Szelvény: L 90x90x9.0

L= 6 m

A= 1550 mm^2

f_y= 235 N/mm^2

E= 210000 N/mm^2

I= 1160000 mm^4

γ_{M0}= 1,00

γ_{M1}= 1,00

ν= 0,90

α= 0,34 ('b' kihajlási görbe)

i= 27,36 mm

L_{cr}= ν*L

L_{cr}= 5400 mm

λ= L_{cr}/i

λ= 197,392 < 250

Megfelel

N_{cr}= $(E*I*\pi^2)/L_{cr}^2$

N_{cr}= 82,44978 kN

$\bar{\lambda}$ = $\sqrt{(N_{c,Rk}/N_{cr})}$

$\bar{\lambda}$ = 2,1019

$N_{c,Rk}$= A*fy/γ_{M0}

$N_{c,Rk}$= 364,25 kN

χ= $1/(\phi+\sqrt{(\phi^2-\bar{\lambda}^2)})$

χ= 0,1917

ϕ= $(1+\alpha*(\bar{\lambda}-0,2)+\bar{\lambda}^2)/2$

ϕ= 3,0322

$N_{b,Rd}$= (χ*A*f_y)/γ_{M1}

$N_{b,Rd}$= 69,81 kN ≥ N_{Ed}= 52,36 kN

Megfelel

Hosszkötés:

Húzott rúd méretezése:

Szelvény: φ14

A=	154	mm^2	γ_{M0}=	1,00	
f_y=	235	N/mm^2			
$N_{t,Rd}$=	A*fy/γ_{M0}				
$N_{t,Rd}$=	36,19	kN	≥	N_{Ed}= 28,98	kN
			Megfelel		

Nyomott rúd méretezése:

Szelvény: L 80x80x8.0

L=	6	m	γ_{M0}=	1,00	
A=	1230	mm^2	γ_{M1}=	1,00	
f_y=	235	N/mm^2	ν=	0,90	
E=	210000	N/mm^2	α=	0,34	('b' kihajlási görbe)
I=	723000	mm^4	i=	24,24	mm

L_{cr}= ν*L
L_{cr}= 5400 mm

N_{cr}= $(E*I*\pi^2)/L_{cr}^2$
N_{cr}= 51,38896 kN

λ= L_{cr}/i
λ= 222,729 < 250
Megfelel

$N_{c,Rk}$= A*fy/γ_{M0}
$N_{c,Rk}$= 289,05 kN

$\bar{\lambda}$ = $\sqrt{(N_{c,Rk}/N_{cr})}$
$\bar{\lambda}$ = 2,3717

ϕ= $(1+\alpha*(\bar{\lambda}-0,2)+\bar{\lambda}^2)/2$
ϕ= 3,6816

χ= $1/(\phi+\sqrt{(\phi^2-\bar{\lambda}^2)})$
χ= 0,1539

$N_{b,Rd}$= $(\chi*A*f_y)/\gamma_{M1}$
$N_{b,Rd}$= 44,49 kN ≥ N_{Ed}= 37,88 kN
Megfelel

Csavarok méretezése:

Szélrács:

V_{Ed}=	53,08	kN
F_{Ed}=	26,54	kN
f_{ub}=	500	N/mm^2
f_u=	360	N/mm^2
t=	6	mm
n=	1	
γ_{M2}=	1,25	
k_1=	2,50	
α_b=	1,00	

csavarok száma: 2 db
csavarminőség: 5.6

$F_{v,Rd}=n*0,6*f_{ub}*A/\gamma_{M2}$ -▷
$F_{b,Rd}=k_1*\alpha_b*f_u*d*t/\gamma_{M2}$ -▷

$d=\sqrt{((4*F_{Ed}*\gamma_{M2})/(n*0,6*f_{ub}*\pi))}$= 11,87 mm
$d=(F_{Ed}*\gamma_{M2})/(k_1*\alpha_b*f_u*t)$= 6,14 mm

d_{min}= 11,87 mm

-▷ d= 12 mm ***M12 5.6***
d_0= 13 mm

csavarkép ellenőrzése:

e_2=	30	mm
e_1=	40	mm

k_1= 2,5
α_b= 1

Hosszkötés:

V_{Ed}=	37,88	kN
F_{Ed}=	18,94	kN
f_{ub}=	500	N/mm^2
f_u=	360	N/mm^2
t=	6	mm
n=	1	
γ_{M2}=	1,25	
k_1=	2,50	
α_b=	1,00	

csavarok száma: 2 db
csavarminőség: 5.6

$F_{v,Rd}=n*0,6*f_{ub}*A/\gamma_{M2}$ -▷
$F_{b,Rd}=k_1*\alpha_b*f_u*d*t/\gamma_{M2}$ -▷

$d=\sqrt{((4*F_{Ed}*\gamma_{M2})/(n*0,6*f_{ub}*\pi))}$= 10,02 mm
$d=(F_{Ed}*\gamma_{M2})/(k_1*\alpha_b*f_u*t)$= 4,38 mm

d_{min}= 10,02 mm

-▷ d= 12 mm ***M12 5.6***
d_0= 13 mm

csavarkép ellenőrzése:

e_2=	30	mm
e_1=	40	mm

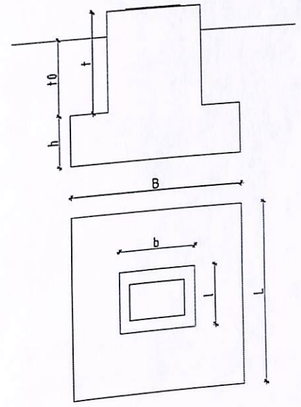
k_1= 2,5
α_b= 1

IX. Alapozás méretezése közelítő számítással:

IX.1. 'A' jelű oszlopok alapjának méretezése:

M_{Ed}=	21,48	kNm
$F_{y,Ed}$=	122,11	kN
$F_{x,Ed}$=	5,24	kN
B=	1,10	m
L=	1,10	m
h=	0,50	m
b=	0,80	m
l=	0,60	m
t=	0,75	m
t_0=	0,50	m
h_v=	0,00	m
c'_k=	0,00	kPa
φ'_k=	34,00	°
α=	0,00	°

M_k=	14,32	kNm
$F_{y,k}$=	86,55	kN
$F_{x,k}$=	3,49	kN



Alaptest súlya: γ_b= 25,00 kN/m^3

$G_a=(b*l*t+B*L*h)*\gamma_b$= 24,13 kN

Alaptest feletti föld súlya: γ_a= 18,00 kN/m^3

$G_f=(B*L-b*l)*t_0*\gamma_a$= 6,57 kN

Alaptest ható felhajtó erő: γ_v= 10,00 kN/m^3

$F_v=B*L*h_v*\gamma_v$= 0,00 kN

γ_G= 1,35

Alapozási síkra jutó igénybevételek:

		alapérték:		tervezési érték:	
függőleges erő:	V_k=	117,25	kN	V_d=	163,55 kN
vízszintes erő:	H_k=	14,95	kN	H_d=	22,42 kN

külpontosság:

$e_{B,k}=(H_k*(h+t))/V_k$=	0,16	m
$e_{L,k}$=	0,00	m

Alap dolgozó területe:

$B'=B-2*e_{B,k}$=	0,78 m
$L'=L-2*e_{L,k}$=	1,1 m
$A'=B'*L'$=	0,858 m^2

teherbírási tényezők:

$N_q=e^{\pi*tg\varphi'_k}*tg^2(45+\varphi'_k/2)=$ 15,65

$N_c=(N_q-1)*ctg\ \varphi'_k=$ 21,72

$N_\gamma=2*(N_q-1)*tg\ \varphi'_k=$ 19,77

alaki tényezők:

$S_q=1+B'/L'*\sin\ \varphi'_k=$ 1,40

$S_c=(S_q*N_q-1)/(N_q-1)=$ 1,42

$S_\gamma=1-0,3*B'/L'=$ 0,79

alapferdeségi tényezők:

$b_q=b_\gamma=(1-\alpha*tg\ \varphi'_k)^2=$ 1,00

$b_c=(b_q*N_q-1)/(N_q-1)=$ 1,00

ferdeségi tényezők:

$f=H_k/(V_k+B'*L'*c'_k*ctg\ \varphi'_k)=$ 0,13

$m=(2+(B'/L'))/(1+B'/L')=$ 1,59

$i_q=(1-f)^m=$ 0,81

$i_c=(i_q*N_q-1)/(N_q-1)=$ 0,79

$i_\gamma=(1-f)^{m+1}=$ 0,70

hatékony takarási feszültség:

$q'=\Sigma t_i*\gamma_i=$ 18,00 kPa

alap alatti térfogatsúly:

$\gamma'=$ 18,00 kN/m^3

$R_k=A'*(q'*N_q*b_q*s_q*i_q+c'_k*N_c*b_c*s_c*i_c+0,5*\gamma'*B'*N_\gamma*b_\gamma*s_\gamma*i_\gamma)=$ 337,87 kN

ellenőrzés: $\gamma_R=$ 1,40

$R_d=R_k/\gamma_R=$ 241,34 kN

$V_d=$ 163,55 kN < Megfelel

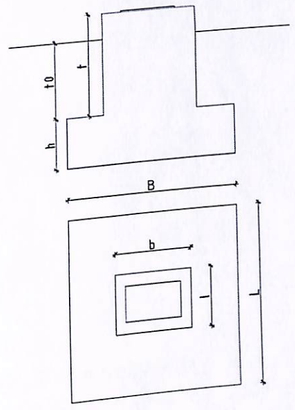
globális biztonság:

$R_k/V_k=$ 2,88

IX.2. 'B' jelű oszlopok alapjának méretezése:

M_{Ed}=	83,11	kNm
$F_{y,Ed}$=	184,78	kN
$F_{x,Ed}$=	11,57	kN
B=	1,70	m
L=	1,70	m
h=	0,50	m
b=	0,80	m
l=	0,60	m
t=	0,75	m
t_0=	0,50	m
h_v=	0,00	m
c'_k=	0,00	kPa
φ'_k=	34,00	°
α=	0,00	°

M_k=	57,97	kNm
$F_{y,k}$=	129,47	kN
$F_{x,k}$=	8,07	kN



Alaptest súlya:

γ_b= 25,00 kN/m^3

$G_a=(b*l*t+B*L*h)*\gamma_b$= 45,13 kN

Alaptest feletti föld súlya:

γ_a= 18,00 kN/m^3

$G_f=(B*L-b*l)*t_0*\gamma_a$= 21,69 kN

Alaptest ható felhajtó erő:

γ_v= 10,00 kN/m^3

$F_v=B*L*h_v*\gamma_v$= 0,00 kN

γ_G= 1,35

Alapozási síkra jutó igénybevételek:

		alapérték:		tervezési érték:	
függőleges erő:	V_k=	196,29	kN	V_d=	274,98 kN
vízszintes erő:	H_k=	54,45	kN	H_d=	78,06 kN

külpontosság:

$e_{B,k}=(H_k*(h+t))/V_k$= 0,35 m

$e_{L,k}$= 0,00 m

Alap dolgozó területe:

$B'=B-2*e_{B,k}$= 1 m

$L'=L-2*e_{L,k}$= 1,7 m

$A'=B'*L'$= 1,7 m^2

teherbírási tényezők:

$N_q=e^{\pi*tg\varphi'_k}*tg^2(45+\varphi'_k/2)=$ 15,65

$N_c=(N_q-1)*ctg\ \varphi'_k=$ 21,72

$N_\gamma=2*(N_q-1)*tg\ \varphi'_k=$ 19,77

alaki tényezők:

$S_q=1+B'/L'*\sin\ \varphi'_k=$ 1,33

$S_c=(S_q*N_q-1)/(N_q-1)=$ 1,35

$S_\gamma=1-0,3*B'/L'=$ 0,82

alapferdeségi tényezők:

$b_q=b_\gamma=(1-\alpha*tg\ \varphi'_k)^2=$ 1,00

$b_c=(b_q*N_q-1)/(N_q-1)=$ 1,00

ferdeségi tényezők:

$f=H_k/(V_k+B'*L'*c'_k*ctg\ \varphi'_k)=$ 0,28

$m=(2+(B'/L'))/(1+B'/L')=$ 1,63

$i_q=(1-f)^m=$ 0,59

$i_c=(i_q*N_q-1)/(N_q-1)=$ 0,56

$i_\gamma=(1-f)^{m+1}=$ 0,43

hatékony takarási feszültség:

$q'=\Sigma t_i*\gamma_i=$ 18,00 kPa

alap alatti térfogatsúly:

$\gamma'=$ 18,00 kN/m^3

$R_k=A'*(q'*N_q*b_q*s_q*i_q+c'_k*N_c*b_c*s_c*i_c+0,5*\gamma'*B'*N_\gamma*b_\gamma*s_\gamma*i_\gamma)=$ 480,89 kN

ellenőrzés: $\gamma_R=$ 1,40

$V_d=$ 274,98 kN < $R_d=R_k/\gamma_R=$ 343,50 kN

Megfelel

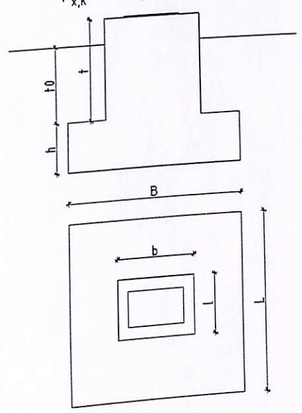
globális biztonság:

$R_k/V_k=$ 2,45

IX.3. 'C' jelű oszlopok alapjának méretezése:

M_{Ed}=	82,66	kNm
$F_{y,Ed}$=	121,15	kN
$F_{x,Ed}$=	1,07	kN
B=	1,60	m
L=	1,60	m
h=	0,50	m
b=	0,80	m
l=	0,60	m
t=	0,75	m
t_0=	0,50	m
h_v=	0,00	m
c'_k=	0,00	kPa
φ'_k=	34,00	°
α=	0,00	°

M_k=	57,03	kNm
$F_{y,k}$=	85,99	kN
$F_{x,k}$=	0,36	kN



Alaptest súlya: γ_b= 25,00 kN/m^3

$G_a=(b*l*t+B*L*h)*\gamma_b$= 41,00 kN

Alaptest feletti föld súlya: γ_a= 18,00 kN/m^3

$G_f=(B*L-b*l)*t_0*\gamma_a$= 18,72 kN

Alaptest ható felhajtó erő: γ_v= 10,00 kN/m^3

$F_v=B*L*h_v*\gamma_v$= 0,00 kN

γ_G= 1,35

Alapozási síkra jutó igénybevételek:

	alapérték:		tervezési érték:	
függőleges erő:	V_k=	145,71 kN	V_d=	201,77 kN
vízszintes erő:	H_k=	45,98 kN	H_d=	67,20 kN

külpontosság:

$e_{B,k}=(H_k*(h+t))/V_k$= 0,40 m

$e_{L,k}$= 0,00 m

Alap dolgozó területe:

$B'=B-2*e_{B,k}$= 0,8 m

$L'=L-2*e_{L,k}$= 1,6 m

$A'=B'*L'$= 1,28 m^2

teherbírási tényezők:

$N_q=e^{\pi*tg\varphi'_k}*tg^2(45+\varphi'_k/2)=$ 15,65

$N_c=(N_q-1)*ctg\ \varphi'_k=$ 21,72

$N_\gamma=2*(N_q-1)*tg\ \varphi'_k=$ 19,77

alaki tényezők:

$S_q=1+B'/L'*\sin\ \varphi'_k=$ 1,28

$S_c=(S_q*N_q-1)/(N_q-1)=$ 1,30

$S_\gamma=1-0,3*B'/L'=$ 0,85

alapferdeségi tényezők:

$b_q=b_\gamma=(1-\alpha*tg\ \varphi'_k)^2=$ 1,00

$b_c=(b_q*N_q-1)/(N_q-1)=$ 1,00

ferdeségi tényezők:

$f=H_k/(V_k+B'*L'*c'_k*ctg\ \varphi'_k)=$ 0,32

$m=(2+(B'/L'))/(1+B'/L')=$ 1,67

$i_q=(1-f)^m=$ 0,53

$i_c=(i_q*N_q-1)/(N_q-1)=$ 0,50

$i_\gamma=(1-f)^{m+1}=$ 0,36

hatékony takarási feszültség:

$q'=\Sigma t_i*\gamma_i=$ 18,00 kPa

alap alatti térfogatsúly:

$\gamma'=$ 18,00 kN/m^3

$R_k=A'*(q'*N_q*b_q*s_q*i_q+c'_k*N_c*b_c*s_c*i_c+0,5*\gamma'*B'*N_\gamma*b_\gamma*s_\gamma*i_\gamma)=$ 301,63 kN

ellenőrzés: $\gamma_R=$ 1,40

$V_d=$ 201,77 kN < $R_d=R_k/\gamma_R=$ 215,45 kN

Megfelel

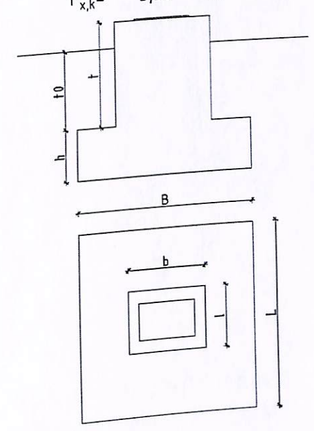
globális biztonság:

$R_k/V_k=$ 2,07

IX.4. Falvázoszlopok alapjának méretezése:

$F_{y,Ed}$=	13,85	kN
$F_{x,Ed}$=	8,07	kN
B=	0,80	m
L=	0,80	m
h=	0,50	m
b=	0,50	m
l=	0,50	m
t=	0,75	m
t_0=	0,50	m
h_v=	0,00	m
c'_k=	0,00	kPa
φ'_k=	34,00	°
α=	0,00	°

$F_{y,k}$= 10,26 kN
$F_{x,k}$= 5,38 kN



Alaptest súlya: γ_b= 25,00 kN/m^3

$G_a=(b*l*t+B*L*h)*\gamma_b$= 12,69 kN

Alaptest feletti föld súlya: γ_a= 18,00 kN/m^3

$G_f=(B*L-b*l)*t_0*\gamma_a$= 3,51 kN

Alaptest ható felhajtó erő: γ_v= 10,00 kN/m^3

$F_v=B*L*h_v*\gamma_v$= 0,00 kN

γ_G= 1,35

Alapozási síkra jutó igénybevételek:

	alapérték:		tervezési érték:	
függőleges erő:	V_k= 26,45	kN	V_d= 35,71	kN
vízszintes erő:	H_k= 5,38	kN	H_d= 8,07	kN

külpontosság:

$e_{B,k}=(H_k*(h+t))/V_k$= 0,26 m
$e_{L,k}$= 0,00 m

Alap dolgozó területe:

$B'=B-2*e_{B,k}$= 0,28 m
$L'=L-2*e_{L,k}$= 0,8 m
$A'=B'*L'$= 0,224 m^2

teherbírási tényezők:

$N_q=e^{\pi*tg\varphi'_k}*tg^2(45+\varphi'_k/2)=$ 15,65

$N_c=(N_q-1)*ctg\ \varphi'_k=$ 21,72

$N_\gamma=2*(N_q-1)*tg\ \varphi'_k=$ 19,77

alaki tényezők:

$S_q=1+B'/L'*\sin\ \varphi'_k=$ 1,20

$S_c=(S_q*N_q-1)/(N_q-1)=$ 1,21

$S_\gamma=1-0,3*B'/L'=$ 0,90

alapferdeségi tényezők:

$b_q=b_\gamma=(1-\alpha*tg\ \varphi'_k)^2=$ 1,00

$b_c=(b_q*N_q-1)/(N_q-1)=$ 1,00

ferdeségi tényezők:

$f=H_k/(V_k+B'*L'*c'_k*ctg\ \varphi'_k)=$ 0,20

$m=(2+(B'/L'))/(1+B'/L')=$ 1,74

$i_q=(1-f)^m=$ 0,67

$i_c=(i_q*N_q-1)/(N_q-1)=$ 0,65

$i_\gamma=(1-f)^{m+1}=$ 0,54

hatékony takarási feszültség:

$q'=\Sigma t_i*\gamma_i=$ 18,00 kPa

alap alatti térfogatsúly:

$\gamma'=$ 18,00 kN/m^3

$R_k=A'*(q'*N_q*b_q*s_q*i_q+c'_k*N_c*b_c*s_c*i_c+0,5*\gamma'*B'*N_\gamma*b_\gamma*s_\gamma*i_\gamma)=$ 56,15 kN

ellenőrzés: $\gamma_R=$ 1,40

$V_d=$ 35,71 kN < $R_d=R_k/\gamma_R=$ 40,11 kN

Megfelel

globális biztonság:

$R_k/V_k=$ 2,12

BRIEF DOCUMENTATION FOR THE STRUCTURAL DESIGN OF LINDABTRUSS

Szakdolgozat01
2015.03.30.

****
INPUT DATA
****

*** Main dimensions

Span:	14000 mm
Eave height:	1000 mm
Ridge height:	calculated
Slope:	7 deg
Eave type and size:	overhang: 500 mm
Supports:	roller on the left, hinge on the right
Purlin distribution:	1153 mm + 4 × 1450 mm + 100 mm
Purlin positions are measured:	on the roof

*** Chords, brace members, bolts

Basic upper chord profile:	C250-3.00
Upper chord bolt distances (from outside to inside):	50 mm + 2 × 75 mm + 50 mm
Lateral supports along upper chord:	at purlins
Basic lower chord profile:	C200-2.50
Lower chord bolt distances (from outside to inside):	50 mm + 2 × 50 mm + 50 mm
Lateral supports along lower chord:	user defined
Load distance at lower chord:	325 mm
Basic brace member profile:	C120-2.00
Columns:	vertical, at every purlin
Column shift:	no shift
Bolt diamater and grade:	M12, 5.6

*** Profiles
See the drawings.

*** Load cases

Load case: önsúly in load group: Dead load			
type: 2, acting at:	Left UpperChord,	p1:	2.93 kN/m
type: 2, acting at:	Right UpperChord,	p1:	2.93 kN/m
Load case: gépészet in load group: Services			
type: 2, acting at:	Left LowerChord,	p1:	2.70 kN/m
type: 2, acting at:	Right LowerChord,	p1:	2.70 kN/m
Load case: hóteher in load group: Snow load			
type: 3, acting at:	Left UpperChord,	p1:	4.80 kN/m
type: 3, acting at:	Right UpperChord,	p1:	4.80 kN/m

Load case: szélteher in load group: Wind load
type: 1, acting at: Left UpperChord, p1: 0.14 kN/m
type: 1, acting at: Right UpperChord, p1: -1.73 kN/m

*** Load combinations
Combinations are in accordance with: Eurocode EN
The applied partial and combination factors as follows:

Dead load	Permanent	gam_G,inf=1,00	zeta =0,85	gam_G,sup=1,35	gam_G,A=1,00			
Services	Permanent	gam_G,inf=0,00	zeta =0,85	gam_G,sup=1,35	gam_G,A=1,00			
Snow load	Variable	gam_Q =1,50	psi_0=0,60	psi_1 =0,20	psi_2 =0,00			
Wind load	Variable	gam_Q =1,50	psi_0=0,50	psi_1 =0,50	psi_2 =0,00			
Temperature load	Variable	gam_Q =1,50	psi_0=0,60	psi_1 =0,50	psi_2 =0,00			

*** Checkpoints
Checkpoint density used in calculation: average

****
ACTIVE LOAD COMBINATIONS
****

*** ULS combinations

ULS #1	1,00×"önsúly	" + 0,00×"gépészet	" + 0,90×"hóteher	" + 1,50×"szélteher "	
ULS #2	1,35×"önsúly	" + 0,00×"gépészet	" + 0,90×"hóteher	" + 1,50×"szélteher "	
ULS #3	1,00×"önsúly	" + 1,35×"gépészet	" + 0,90×"hóteher	" + 1,50×"szélteher "	
ULS #4	1,35×"önsúly	" + 1,35×"gépészet	" + 0,90×"hóteher	" + 1,50×"szélteher "	
ULS #5	1,00×"önsúly	" + 0,00×"gépészet	" + 0,00×"hóteher	" + 1,50×"szélteher "	
ULS #6	1,35×"önsúly	" + 0,00×"gépészet	" + 0,00×"hóteher	" + 1,50×"szélteher "	
ULS #7	1,00×"önsúly	" + 1,35×"gépészet	" + 0,00×"hóteher	" + 1,50×"szélteher "	
ULS #8	1,35×"önsúly	" + 1,35×"gépészet	" + 0,00×"hóteher	" + 1,50×"szélteher "	
ULS #9	1,00×"önsúly	" + 0,00×"gépészet	" + 1,50×"hóteher	" + 0,75×"szélteher "	
ULS #10	1,35×"önsúly	" + 0,00×"gépészet	" + 1,50×"hóteher	" + 0,75×"szélteher "	
ULS #11	1,00×"önsúly	" + 1,35×"gépészet	" + 1,50×"hóteher	" + 0,75×"szélteher "	
ULS #12	1,35×"önsúly	" + 1,35×"gépészet	" + 1,50×"hóteher	" + 0,75×"szélteher "	
ULS #13	1,00×"önsúly	" + 0,00×"gépészet	" + 1,50×"hóteher	" + 0,00×"szélteher "	
ULS #14	1,35×"önsúly	" + 0,00×"gépészet	" + 1,50×"hóteher	" + 0,00×"szélteher "	
ULS #15	1,00×"önsúly	" + 1,35×"gépészet	" + 1,50×"hóteher	" + 0,00×"szélteher "	
ULS #16	1,35×"önsúly	" + 1,35×"gépészet	" + 1,50×"hóteher	" + 0,00×"szélteher "	
ULS #17	1,00×"önsúly	" + 0,00×"gépészet	" + 0,00×"hóteher	" + 0,00×"szélteher "	

ULS #18	1,35×"önsúly	" + 0,00×"gépészet	" + 0,00×"hóteher " + 0,00×"szélteher "
ULS #19	1,00×"önsúly	" + 1,35×"gépészet	" + 0,00×"hóteher " + 0,00×"szélteher "
ULS #20	1,35×"önsúly	" + 1,35×"gépészet	" + 0,00×"hóteher " + 0,00×"szélteher "

*** SLS combinations

SLS #1	1,00×"önsúly	" + 1,00×"gépészet	" + 0,60×"hóteher " + 1,00×"szélteher "
SLS #2	1,00×"önsúly	" + 1,00×"gépészet	" + 0,00×"hóteher " + 1,00×"szélteher "
SLS #3	1,00×"önsúly	" + 1,00×"gépészet	" + 1,00×"hóteher " + 0,50×"szélteher "
SLS #4	1,00×"önsúly	" + 1,00×"gépészet	" + 1,00×"hóteher " + 0,00×"szélteher "
SLS #5	1,00×"önsúly	" + 1,00×"gépészet	" + 0,00×"hóteher " + 0,00×"szélteher "

****
MAX/MIN INTERNAL FORCES, DISPLACEMENTS FROM LOAD CASES
****

elem #	Nmin [kN]	Nmax [kN]	Vmin [kN]	Vmax [kN]	Mmin [kNm]	Mmax [kNm]	dxmin [mm]	dxmax [mm]	dymin [mm]	dymax [mm]
1	-0.05	0.59	-17.62	1.16	-0.56	0.04	-1.96	0.35	-0.00	0.03
2	-0.05	0.59	-1.31	19.21	-0.56	0.04	-1.96	0.35	-0.03	0.00
3	-17.62	1.16	-0.59	0.05	-0.25	0.20	-1.96	0.35	-0.07	0.03
4	-20.57	1.45	-0.59	0.05	-0.25	0.20	-1.96	0.35	-0.16	0.01
5	0.00	0.15	-1.19	-0.00	-0.55	0.00	-1.15	0.25	-0.10	0.92
6	-2.59	0.19	-1.19	16.22	-0.81	0.20	-1.03	0.24	-0.16	0.01
7	-0.10	1.18	-1.36	0.13	-1.66	0.16	-1.96	0.35	-1.79	0.20
8	-5.20	0.42	-2.73	32.70	-0.49	5.16	-1.02	0.24	-0.52	0.05
9	-4.44	50.17	-0.89	0.08	-0.50	0.50	-1.96	0.35	-1.79	0.20
10	-36.31	3.17	-6.68	0.75	-1.76	4.67	-0.97	0.23	-2.30	0.25
11	-3.26	36.85	-2.99	33.93	-2.16	3.86	-1.96	0.35	-2.17	0.24
12	-37.59	3.38	-1.40	0.13	-0.67	0.61	-1.94	0.35	-2.30	0.25
13	-41.52	3.71	-2.78	24.32	-2.36	2.25	-0.82	0.21	-2.65	0.29
14	-3.39	38.25	-3.66	0.39	-1.51	3.19	-1.94	0.35	-4.24	0.48
15	-4.15	34.69	-0.25	0.03	-0.16	0.20	-1.82	0.34	-4.24	0.48
16	-65.13	6.54	-1.09	0.26	-0.17	2.05	-0.79	0.21	-4.72	0.55
17	-6.56	64.78	-2.28	18.69	-1.67	1.47	-1.82	0.34	-4.51	0.52
18	-19.23	2.36	-0.17	0.03	-0.10	0.09	-1.79	0.34	-4.72	0.55
19	-66.80	6.85	-2.29	11.08	-0.17	2.24	-0.69	0.19	-4.94	0.58
20	-6.59	64.95	-0.54	0.08	-0.11	1.37	-1.79	0.34	-6.25	0.78
21	-3.10	14.82	-0.04	0.01	-0.03	0.04	-1.57	0.31	-6.25	0.78
22	-76.36	8.85	-0.24	0.08	-0.16	2.20	-0.68	0.19	-6.48	0.83
23	-8.86	75.82	-2.03	9.53	-0.19	1.53	-1.57	0.31	-6.35	0.80
24	-10.08	2.34	-0.07	0.02	-0.04	0.04	-1.55	0.31	-6.48	0.83
25	-76.82	9.15	-2.45	2.90	-0.40	2.27	-0.68	0.18	-6.61	0.86
26	-8.88	75.89	-0.56	0.31	-0.18	1.49	-1.55	0.31	-7.27	1.03
27	-3.31	3.41	-0.02	0.01	-0.01	0.02	-1.29	0.28	-7.27	1.03
28	-78.83	11.11	-0.02	0.22	-0.39	2.45	-0.77	0.18	-7.37	1.04

29	-11.15	78.23	-2.10	1.93	0.06	0.91	-1.29	0.28	-7.30	1.05
30	-4.79	1.09	0.00	0.02	-0.01	0.01	-1.28	0.28	-7.37	1.05
31	-11.16	78.22	-4.25	-1.76	-0.21	0.91	-1.28	0.28	-7.34	1.07
32	2.18	5.28	0.00	0.01	-0.01	0.01	-1.26	0.28	-7.49	1.22
33	-13.23	76.12	0.00	0.07	-0.20	0.61	-1.26	0.28	-7.59	1.29
34	-78.57	11.05	-1.95	0.64	-0.15	2.46	-0.95	0.19	-7.48	1.22
35	-76.13	13.44	-4.94	-1.88	-0.94	0.74	-0.97	0.19	-7.48	1.25
36	-75.55	13.44	-9.28	-2.03	-1.56	0.44	-0.98	0.19	-7.48	1.27
37	-75.55	12.55	-5.22	9.28	-1.56	0.27	-0.99	0.19	-7.48	1.29
38	-76.13	12.55	-3.49	4.94	-0.94	-0.03	-1.02	0.20	-7.48	1.32
39	-13.23	76.12	0.00	0.07	-0.10	0.61	-0.98	0.23	-7.59	1.43
40	-4.77	5.28	-0.0	0.01	-0.01	0.01	-1.02	0.23	-7.49	1.43
41	-78.57	15.83	-0.02	1.95	-0.74	2.46	-1.19	0.26	-7.48	1.47
42	-16.07	78.22	-3.7	4.25	-0.38	0.91	-0.71	0.18	-7.34	1.44
43	-4.79	2.21	-0.01	0.02	-0.01	0.02	-1.19	0.26	-7.37	1.47
44	-16.09	78.23	-1.93	-0.71	-0.51	0.91	-0.69	0.18	-7.30	1.44
45	1.25	3.41	0.00	0.02	-0.02	0.01	-1.28	0.28	-7.27	1.45
46	-78.83	15.58	-0.15	0.28	-0.73	2.45	-1.28	0.28	-7.37	1.47
47	-17.67	75.89	0.14	0.56	-0.50	1.49	-0.67	0.17	-7.27	1.45
48	-76.82	16.95	-2.90	-0.99	-0.60	2.27	-1.29	0.29	-6.61	1.39
49	-10.08	0.91	-0.00	0.07	-0.04	0.04	-1.29	0.29	-6.48	1.38
50	-17.67	75.82	-9.53	1.05	-0.32	1.53	-0.41	0.11	-6.35	1.36
51	-1.69	14.82	-0.01	0.04	-0.04	0.03	-1.28	0.29	-6.25	1.35
52	-76.36	16.84	0.01	0.24	-0.60	2.20	-1.30	0.29	-6.48	1.38
53	-16.43	64.95	-0.10	0.54	-0.35	1.37	-0.39	0.11	-6.25	1.35
54	-66.80	15.75	-11.08	1.29	-0.60	2.24	-1.28	0.29	-4.94	1.11
55	-19.23	3.94	-0.03	0.17	-0.09	0.10	-1.27	0.29	-4.72	1.07
56	-16.41	64.78	-18.69	3.84	-1.67	1.47	-0.17	0.05	-4.51	1.02
57	-65.13	15.24	-0.10	1.09	-0.54	2.05	-1.27	0.29	-4.72	1.07
58	-7.21	34.69	-0.05	0.25	-0.20	0.16	-1.17	0.27	-4.24	0.97
59	-10.89	38.25	-0.81	3.66	-1.51	3.19	-0.14	0.05	-4.24	0.97
60	-41.52	10.34	-24.32	5.19	-2.36	2.25	-1.17	0.27	-2.65	0.62
61	-37.59	8.94	-0.32	1.40	-0.61	0.67	-1.14	0.27	-2.30	0.54
62	-10.57	36.85	-33.93	8.13	-2.16	3.86	-0.02	0.01	-2.17	0.51
63	-36.31	8.92	-1.41	6.68	-1.76	4.67	-1.14	0.27	-2.30	0.54
64	-11.99	50.17	-0.22	0.89	-0.50	0.50	-0.99	0.23	-1.79	0.42
65	-2.04	1.18	-0.30	1.36	-1.66	0.37	-0.00	0.00	-1.79	0.42
66	-5.20	1.49	-32.70	8.00	-1.21	5.16	-0.99	0.23	-0.52	0.13
67	-20.57	5.32	-0.14	0.59	-0.20	0.25	-0.95	0.22	-0.16	0.04
68	-1.90	0.59	-19.21	5.02	-0.56	0.14	-0.00	0.00	-0.03	0.01
69	-0.14	0.59	-4.64	17.62	-0.56	0.14	0.00	0.00	-0.01	0.03
70	-2.59	0.70	-16.22	4.15	-0.81	0.26	-0.95	0.22	-0.16	0.04
71	-17.62	4.64	-0.14	0.59	-0.20	0.25	-0.94	0.22	-0.07	0.03
72	-0.00	0.15	-0.44	1.19	-0.55	0.20	-0.94	0.22	-0.21	0.92

****
MAXIMAL UTILIZATIONS IN ULS
****

elem #	utilization	combination	position	governing check
1	35.81 %	ULS #16	0.00 %	joint shear
2	39.37 %	ULS #16	100.00 %	joint shear
3	62.09 %	ULS #16	100.00 %	brace, interaction of flexural buckling and bending - 1
4	67.70 %	ULS #16	90.27 %	brace, interaction of flexural buckling and bending - 1
5	2.05 %	ULS #12	100.00 %	overhang, axial tension and bending - 2
6	23.28 %	ULS #16	100.00 %	joint shear
7	13.66 %	ULS #16	100.00 %	chord, axial tension and bending - 2
8	48.04 %	ULS #16	0.00 %	joint shear
9	92.77 %	ULS #16	100.00 %	brace, axial tension and bending - 2
10	56.83 %	ULS #16	0.00 %	chord, interaction of flexural buckling and lateral-torsional buckling
11	71.78 %	ULS #16	100.00 %	joint shear
12	95.46 %	ULS #16	100.00 %	brace, axial compression and bending - 1
13	34.76 %	ULS #16	0.00 %	joint shear
14	48.09 %	ULS #16	0.00 %	chord, axial tension and bending - 1
15	84.06 %	ULS #16	0.00 %	brace end connection, bearing resistance
16	70.82 %	ULS #16	0.00 %	chord, interaction of flexural buckling and lateral-torsional buckling
17	38.39 %	ULS #16	0.00 %	joint shear
18	89.58 %	ULS #16	95.43 %	brace, axial compression and bending - 1
19	15.64 %	ULS #16	0.00 %	joint shear
20	49.62 %	ULS #16	0.00 %	chord, axial tension and bending - 1
21	64.60 %	ULS #16	0.00 %	brace end connection, bearing resistance
22	82.73 %	ULS #16	0.00 %	chord, interaction of flexural buckling and lateral-torsional buckling
23	19.30 %	ULS #16	0.00 %	joint shear
24	45.15 %	ULS #16	100.00 %	brace, interaction of flexural buckling and bending - 1
25	3.79 %	ULS #16	100.00 %	joint shear
26	56.66 %	ULS #16	0.00 %	chord, axial tension and bending - 1
27	13.33 %	ULS #16	0.00 %	brace, axial tension and bending - 2
28	86.16 %	ULS #16	100.00 %	chord, interaction of flexural buckling and lateral-torsional buckling
29	3.67 %	ULS #16	100.00 %	joint shear
30	21.84 %	ULS #10	5.22 %	brace, interaction of flexural buckling and bending - 1
31	9.95 %	ULS #4	0.00 %	joint shear
32	21.31 %	ULS #4	100.00 %	brace, axial tension and bending - 2
33	49.14 %	ULS #16	100.00 %	chord, axial tension and bending - 1
34	85.40 %	ULS #16	0.00 %	chord, interaction of flexural buckling and lateral-torsional buckling
35	8.72 %	ULS #12	0.00 %	joint shear
36	13.94 %	ULS #12	100.00 %	joint shear
37	13.23 %	ULS #16	0.00 %	joint shear
38	8.06 %	ULS #16	100.00 %	joint shear

39	49.14 %	ULS #16	100.00 %	chord, axial tension and bending - 1
40	17.43 %	ULS #16	94.82 %	brace, axial tension and bending - 2
41	85.40 %	ULS #16	100.00 %	chord, interaction of flexural buckling and lateral-torsional buckling
42	8.36 %	ULS #16	0.00 %	joint shear
43	21.32 %	ULS #14	0.00 %	brace, interaction of flexural buckling and bending - 1
44	4.47 %	ULS #4	100.00 %	joint shear
45	15.18 %	ULS #12	0.00 %	brace, axial tension and bending - 2
46	86.16 %	ULS #16	0.00 %	chord, interaction of flexural buckling and lateral-torsional buckling
47	56.66 %	ULS #16	100.00 %	chord, axial tension and bending - 1
48	4.35 %	ULS #12	0.00 %	joint shear
49	45.15 %	ULS #16	100.00 %	brace, interaction of flexural buckling and bending - 1
50	19.30 %	ULS #16	0.00 %	joint shear
51	64.60 %	ULS #16	0.00 %	brace end connection, bearing resistance
52	82.73 %	ULS #16	100.00 %	chord, interaction of flexural buckling and lateral-torsional buckling
53	49.62 %	ULS #16	100.00 %	chord, axial tension and bending - 1
54	15.64 %	ULS #16	100.00 %	joint shear
55	89.58 %	ULS #16	95.43 %	brace, axial compression and bending - 1
56	38.39 %	ULS #16	0.00 %	joint shear
57	70.82 %	ULS #16	100.00 %	chord, interaction of flexural buckling and lateral-torsional buckling
58	84.06 %	ULS #16	0.00 %	brace end connection, bearing resistance
59	48.09 %	ULS #16	100.00 %	chord, axial tension and bending - 1
60	34.76 %	ULS #16	0.00 %	joint shear
61	95.46 %	ULS #16	94.53 %	brace, axial compression and bending - 1
62	71.78 %	ULS #16	100.00 %	joint shear
63	56.83 %	ULS #16	100.00 %	chord, interaction of flexural buckling and lateral-torsional buckling
64	92.77 %	ULS #16	93.73 %	brace, axial tension and bending - 2
65	13.66 %	ULS #16	0.00 %	chord, axial tension and bending - 2
66	48.04 %	ULS #16	100.00 %	joint shear
67	67.70 %	ULS #16	100.00 %	brace, interaction of flexural buckling and bending - 1
68	39.37 %	ULS #16	0.00 %	joint shear
69	35.81 %	ULS #16	0.00 %	joint shear
70	23.28 %	ULS #16	0.00 %	joint shear
71	62.09 %	ULS #16	100.00 %	brace, interaction of flexural buckling and bending - 1
72	2.03 %	ULS #16	0.00 %	overhang, axial tension and bending - 2

Maximal ULS utilization: ***95.46 %***

****
MAXIMAL UTILIZATIONS IN SLS
****

Displacement limit: L/300

SLS #1 : 25.83 %
SLS #2 : 16.11 %
SLS #3 : 33.69 %
SLS #4 : 35.06 %
SLS #5 : 18.80 %

Maximal SLS utilization: 35.06 %

****
OUTPUT DATA FOR FURTHER CHECKS
****

*** Max/min reaction forces

Left support, horizontal reactions:	Rxmin=	0.0 kN	Rxmax=	0.0 kN
Left support, vertical reactions:	Rymin=	0.0 kN	Rymax=	111.6 kN
Right support, horizontal reactions:	Rxmin=	-0.0 kN	Rxmax=	2.6 kN
Right support, vertical reactions:	Rymin=	0.0 kN	Rymax=	111.6 kN

*** Internal forces on lower chord connection

Max N, simultaneous V and M:	N= 232.08 kN,	V=	0.00 kN,	M=	1.70 kNm
Min N, simultaneous V and M:	N= 26.97 kN,	V=	0.10 kN,	M=	0.23 kNm
Max V, simultaneous N and M:	N= 166.56 kN,	V=	0.10 kN,	M=	1.18 kNm
Min V, simultaneous N and M:	N= 46.81 kN,	V=	0.00 kN,	M=	0.38 kNm
Max M, simultaneous N and V:	N= 232.08 kN,	V=	0.00 kN,	M=	1.70 kNm
Min M, simultaneous N and V:	N= 26.97 kN,	V=	0.10 kN,	M=	0.23 kNm

*** Internal forces on ridge connection

Internal forces from the left

Max N, simultaneous V and M:	N= -26.30 kN,	V=	-8.74 kN,	M=	-0.55 kNm
Min N, simultaneous V and M:	N=-230.35 kN,	V=	-28.28 kN,	M=	-5.46 kNm
Max V, simultaneous N and M:	N= -46.46 kN,	V=	-5.71 kN,	M=	-0.96 kNm
Min V, simultaneous N and M:	N=-220.26 kN,	V=	-29.80 kN,	M=	-5.26 kNm
Max M, simultaneous N and V:	N= -26.30 kN,	V=	-8.74 kN,	M=	-0.55 kNm
Min M, simultaneous N and V:	N=-230.35 kN,	V=	-28.28 kN,	M=	-5.46 kNm

Internal forces from the right

Max N, simultaneous V and M:	N= -27.64 kN,	V=	-2.12 kN,	M=	-0.55 kNm
Min N, simultaneous V and M:	N=-230.35 kN,	V=	28.28 kN,	M=	-5.46 kNm

Max V, simultaneous N and M: N=-230.35 kN, V= 28.28 kN, M= -5.46 kNm
Min V, simultaneous N and M: N= -27.64 kN, V= -2.12 kN, M= -0.55 kNm
Max M, simultaneous N and V: N= -27.64 kN, V= -2.12 kN, M= -0.55 kNm
Min M, simultaneous N and V: N=-230.35 kN, V= 28.28 kN, M= -5.46 kNm

*** Internal forces on eaves
Internal forces on the the left eave
Max N, simultaneous V and M: N= 0.34 kN, V= -2.81 kN, M= -1.30 kNm
Min N, simultaneous V and M: N= 0.09 kN, V= -0.73 kN, M= -0.34 kNm
Max V, simultaneous N and M: N= 0.09 kN, V= -0.73 kN, M= -0.34 kNm
Min V, simultaneous N and M: N= 0.34 kN, V= -2.81 kN, M= -1.30 kNm
Max M, simultaneous N and V: N= 0.09 kN, V= -0.73 kN, M= -0.34 kNm
Min M, simultaneous N and V: N= 0.34 kN, V= -2.81 kN, M= -1.30 kNm

Internal forces on the the right eave
Max N, simultaneous V and M: N= 0.34 kN, V= 2.78 kN, M= -1.29 kNm
Min N, simultaneous V and M: N= 0.09 kN, V= 0.08 kN, M= -0.04 kNm
Max V, simultaneous N and M: N= 0.34 kN, V= 2.78 kN, M= -1.29 kNm
Min V, simultaneous N and M: N= 0.09 kN, V= 0.08 kN, M= -0.04 kNm
Max M, simultaneous N and V: N= 0.09 kN, V= 0.08 kN, M= -0.04 kNm
Min M, simultaneous N and V: N= 0.34 kN, V= 2.78 kN, M= -1.29 kNm

TSz : Szakdolgozat

Tartó statikai számítását a TrussCon szoftver végezte

Version : 2013 SR2

Szoftver fejlesztője: Construction Software Center Europe (tel +46 910-87930)
Box 709
S-931 27 Skellefteå, SWEDEN

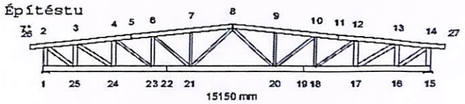
MiTek szeglemezek magyarországi forgalmazója:
I.G.M.-H Kft
2011 Budakalász Iparos u. 2.
Tel: +36-26/342-675; Web: www.igmh.hu
Email: igminfo@igmh.hu

A STATIKAI SZÁMÍTÁS A CE 1224-CPD-0174 MINŐSÍTÉSŰ MiTek SZEGLEMEZEKKEL TÖRTÉNT.
A SZÁMÍTÁS KIZÁRÓLAG A MiTek SZEGLEMEZEK BEÉPÍTÉSE ESETÉN ÉRVÉNYES.

A Számítást készítette:
Ybl, Mechanika Tanszék

Projekt adatok
Tartó jel : F1
Projekt : Szent István Egyetem Ybl Miklós Építéstu
Szeglemezes tartó

Truss F1
TSz : Szakdolgozat
Tartó jel :
Rajz szám: : 1



Általános projekt paraméterek

A tartószek. tervezésének alapjai	: MSZ EN 1990:2002 + NM (Eurocode-0)
Faszerkezetek tervezése	: MSZ EN 1995-1-1:2004 + NM (Eurocode-5)
Állandó és hasznos terhek	: MSZ EN 1991-1-1:2002 + NM (Eurocode-1)
Hó teher	: MSZ EN 1991-1-3:2002 + NM (Eurocode-1)
Szél teher	: MSZ EN 1991-1-4:2005 + NM (Eurocode-1)

Gyártás vizsgálat: Nem
Szervíz osztály : 2
Teher-megosz. tény. : 1.1
Rétegek száma : 3
Tartó táv : 6000 mm

Az eltérő faanyag jellemzőket részletesen ld. a
"Faanyag jellemzők" címszó alatt.

a tartó geometriai jellemzőit ld. a mellékelt rajzokon.

Az igénybevételek számítása elsőrendű elmélet alapján történik.
A számítás figyelembe veszi a nyírási alakváltozást.
Az igénybevételek egy tartóra vonatkoznak,
a támaszreakciók az összesre együtt.

TSz : Szakdolgozat

Általános terhek

Állandó terhek

Felső öv bal 1	=	600 N/m²
Felső öv jobb	=	600 N/m²
Alsó öv 1	=	500 N/m²
Vert. vég bal	=	500 N/m²
Vert. vég jobb	=	500 N/m²

Szerkezet önsúlya

Felső öv bal 1	=	148 N/m
Felső öv jobb	=	148 N/m
Alsó öv 1	=	148 N/m
Vert. vég bal	=	111 N/m
Vert. vég jobb	=	111 N/m
Misc.	=	139 N/m
Tartó súly	=	233 kg/db

Hó teher

Alap érték	= 1250	[N/m²]
Magasság	= 600	[m]
Hó fogó	Nem	
Hó a csúngöe.-nél bal	Nem	
jobb	Nem	

Szél teher

Alap érték = 1089 N/m²
Építmény méretei (mm): L=36000,W=15150,H=10500

Különleges terhek

Extra pont teher

Elhelyezések

Poz	Cs.p.	Mér.	Faa. csop.	Név	Felső	Extra tulajdonságok	
1	6	738	Felső öv bal			Nem	Nem
3	9	705	Felső öv jobb			Nem	Nem
5	26	100	Felső öv bal			Nem	Nem
6	27	-100	Felső öv jobb			Nem	Nem

Pont terhek értékei

Pos	Rot °	Vert N	Hori N	Nyom kNm	Teher eset Type
1		1000	0	0.00	Szervíz t. az öveken, bal
3		1000	0	0.00	Szervíz t. az öveken, jobb
5,6		1000	0	0.00	Szervíz t. az ereszen

TSz : Szakdolgozat

Teher Kombinációk

Nincs	Állítás	Fejléc		
1	ULS		P	1,35 * Állandó teher
2	ULS		L	1,35 * Állandó teher + 1,5*Ha.t1 + Ha.t3
3	ULS		S	1,35 * Állandó teher + 1.5*Hó t. + Ha.t
4	ULS		S	1,35 * Állandó teher + 1.5*Hó t. bal + Ha.t
5	ULS		S	1,35 * Állandó teher + 1.5*Hó t. jobb + Ha.t
6	ULS		S	1,35 * Állandó teher + 1.5*Hó t. + Ha.t + Szél bal
7	ULS		S	1,35 * Állandó teher + 1.5*Hó t. + Ha.t + Szél jobb
8	ULS		S	1,35 * Állandó teher + 1.5*Hó t. bal + Ha.t + Szél bal
9	ULS		S	1,35 * Állandó teher + 1.5*Hó t. bal + Ha.t + Szél jobb
10	ULS		S	1,35 * Állandó teher + 1.5*Hó t. jobb + Ha.t + Szél bal
11	ULS		S	1,35*Állandó teher + 1.5*Hó t. jobb + Ha.t + Szél jobb
12	ULS		S	1,35 * Állandó teher + Hó t. + Ha.t + 1.5*Szél bal
13	ULS		S	1,35 * Állandó teher + Hó t. + Ha.t + 1.5*Szél jobb
14	ULS		S	1,35 * Állandó teher + Hó t. bal + Ha.t + 1.5*Szél bal
15	ULS		S	1,35 * Állandó teher + Hó t. bal + Ha.t + 1.5*Szél jobb
16	ULS		S	1,35 * Állandó teher + Hó t. jobb + Ha.t + 1.5*Szél bal
17	ULS		S	1,35*Állandó teher + Hó t. jobb + Ha.t + 1.5*Szél jobb
18	ULS		S	1,00 * Állandó teher + 1.5*Szél szél az oromfalon
19	ULS		I	Állandó + Hasznos f.öv bal
20	ULS		I	Állandó + Hasznos f.öv jobb
21	ULS		I	Állandó + Hasznos caüngő ereszen
22	SLS			Állandó teher + Hó t.(d) + Ha.t, Winst
23	SLS			Állandó teher + Hó t.(d) + Ha.t, Wfin
24	SLS			Állandó teher + Hó t. bal(d) + Ha.t, Winst
25	SLS			Állandó teher + Hó t. bal(d) + Ha.t, Wfin
26	SLS			Állandó teher + Hó t. jobb(d) + Ha.t, Winst
27	SLS			Állandó teher + Hó t. jobb(d) + Ha.t, Wfin
28	SLS			Állandó teher + Hó t.(d) + Ha.t + Szél bal, Winst
29	SLS			Állandó teher + Hó t.(d) + Ha.t + Szél bal, Wfin
30	SLS			Állandó teher + Hó t.(d) + Ha.t + Szél jobb, Winst
31	SLS			Állandó teher + Hó t.(d) + Ha.t + Szél jobb, Wfin
32	SLS			Állandó teher + Hó t. bal(d) + Ha.t + Szél bal, Winst
33	SLS			Állandó teher + Hó t. bal(d) + Ha.t + Szél bal, Wfin
34	SLS			Állandó teher + Hó t. bal(d) + Ha.t + Szél jobb, Winst
35	SLS			Állandó teher + Hó t. bal(d) + Ha.t + Szél jobb, Wfin
36	SLS			Állandó teher + Hó t. jobb(d) + Ha.t + Szél bal, Winst
37	SLS			Állandó teher + Hó t. jobb(d) + Ha.t + Szél bal, Wfin
38	SLS			Állandó teher + Hó t. jobb(d) + Ha.t + Szél jobb, Winst
39	SLS			Állandó teher + Hó t. jobb(d) + Ha.t + Szél jobb, Wfin
40	SLS			Állandó teher + Hó t. + Ha.t + Szél bal(d), Winst
41	SLS			Állandó teher + Hó t. + Ha.t + Szél bal(d), Wfin
42	SLS			Állandó teher + Hó t. bal + Ha.t + Szél bal(d), Winst
43	SLS			Állandó teher + Hó t. bal + Ha.t + Szél bal(d), Wfin
44	SLS			Állandó teher + Hó t. bal + Ha.t + Szél jobb(d), Winst
45	SLS			Állandó teher + Hó t. bal + Ha.t + Szél jobb(d), Wfin
46	SLS			Állandó teher + Hó t. jobb + Ha.t + Szél bal(d), Winst
47	SLS			Állandó teher + Hó t. jobb + Ha.t + Szél bal(d), Wfin
48	SLS			Állandó teher + Hó t. jobb + Ha.t + Szél jobb(d), Winst
49	SLS			Állandó teher + Hó t. jobb + Ha.t + Szél jobb(d), Wfin
50	SLS			Állandó teher + Szél az oromfalon, Winst
51	SLS			Állandó teher + Szél az oromfalon, Wfin

DUPLICATE LOAD COMBINATIONS

2	ULS	L	1,35 * Állandó teher + Ha.t1 + 1,5*Ha.t3

TSz : Szakdolgozat

Paanyag jellemzők
CNr: Kontrol tényező (1 = komb. hajl. és norm. igényb., 2 = nyíró erő)
CSI: Kombinált Feszültség Index, TK: Teher Kombináció, SeC : Service class

Fa csoport	tól- ig	Dimens TE	CNr	kMod	gM	méretek mm		szög	megtám. mm	Max CSI	Diff.data SeC	SaC
Felsö öv bal 1	5- 26	6	1	0.90	1.30	60x 200	C24		400	0.58		
Felsö öv bal 1	5- 8	6	1	0.90	1.30	60x 200	C24		400	0.74		
Felsö öv jobb	11- 8	7	1	0.90	1.30	60x 200	C24		400	0.74		
Felsö öv jobb	11- 27	7	1	0.90	1.30	60x 200	C24		400	0.58		
Alsó öv 1	19- 15	7	1	0.90	1.30	60x 200	C24		Full	0.78		
Alsó öv 1	19- 22	7	1	0.90	1.30	60x 200	C24		Full	0.88		
Alsó öv 1	22- 1	6	1	0.90	1.30	60x 200	C24		Full	0.76		
Vert. vég bal	1- 2	7	1	0.90	1.30	60x 150	C24		None	0.58		
Vert. vég jobb	14- 15	6	1	0.90	1.30	60x 150	C24		None	0.59		
Rácsrúd 1	3- 25	6	1	0.90	1.30	60x 150	C24		None	0.37		
Rácsrúd 1	13- 16	7	1	0.90	1.30	60x 150	C24		None	0.37		
Rácsrúd 2	4- 24	3	1	0.90	1.30	60x 150	C24		None	0.31		
Rácsrúd 2	12- 17	3	1	0.90	1.30	60x 150	C24		None	0.32		
Rácsrúd 3	6- 23	3	1	0.90	1.30	60x 100	C24		None	0.26		
Rácsrúd 3	10- 18	3	1	0.90	1.30	60x 100	C24		None	0.26		
Rácsrúd 4	7- 21	8	1	0.90	1.30	60x 100	C24		None	0.11		
Rácsrúd 4	9- 20	11	1	0.90	1.30	60x 100	C24		None	0.11		
Rácsrúd 5	8- 20	17	1	0.90	1.30	60x 100	C24		None	0.22		
Rácsrúd 5	8- 21	14	1	0.90	1.30	60x 100	C24		None	0.22		
Rácsrúd 6	6- 21	11	1	0.90	1.30	60x 100	C24		None	0.13		
Rácsrúd 6	10- 20	8	1	0.90	1.30	60x 100	C24		None	0.13		
Rácsrúd 7	4- 23	7	1	0.90	1.30	60x 100	C24		None	0.26		
Rácsrúd 7	12- 18	6	1	0.90	1.30	60x 150	C24		None	0.26		
Rácsrúd 8	3- 24	6	1	0.90	1.30	60x 150	C24		None	0.43		
Rácsrúd 8	13- 17	7	1	0.90	1.30	60x 150	C24		None	0.43		
Rácsrúd 9	2- 25	6	1	0.90	1.30	60x 150	C24		None	0.54		
Rácsrúd 9	14- 16	7	1	0.90	1.30	60x 150	C24		None	0.54		

Szeglemez

Kötőelem típ.	Készít	Általános minőségi tanusítvány
M16H	MiTek Industries Ltd.	1224-CPD-0174,DV006/7
M14	MiTek Industries Ltd.	1224-CPD-0174,DV005/2

csomóp. jel	szegl. típ	méret szél.	hossz	Max fesz.	szeg dbsz.	tip
1	M16H	133	266	0.88		
2	M14	303	333	0.84		
3	M16H	190	333	0.81		
4	M16H	152	266	0.87		
5	M16H	190	233	0.71		
6	M16H	133	166	0.95		
7	M16H	76	166	0.33		
8	M14	228	400	0.67		
9	M16H	76	166	0.33		
10	M16H	133	166	0.93		
11	M16H	190	233	0.71		
12	M16H	152	266	0.88		
13	M16H	190	333	0.81		
14	M14	303	333	0.84		
15	M16H	133	266	0.88		
16	M16H	190	333	0.95		
17	M16H	190	333	0.76		
18	M16H	152	200	0.88		
19	M16H	190	333	0.90		
20	M16H	152	333	0.71		
21	M16H	152	333	0.72		
22	M16H	190	333	0.87		
23	M16H	152	200	0.89		
24	M16H	190	333	0.76		
25	M16H	190	333	0.95		

Kötőelem max. elhelyezési tolerancia: 8 mm

TrussCon from Construction Software Center Europe - Calc. performed by: Ybl, Mechanika Tanszék - Date: 20150323 - Time: 11.16 - License no: 16049

TSz : Szakdolgozat

További koncentrált teher minden teherkombinációban

cs.p.	méret.	Fa csoport	TE jel	Vert N	Hori N	Nyom kNm
6	738	Felső öv bal	19	1050	0	0.00
9	705	Felső öv jobb	20	1050	0	0.00
26	100	Felső öv bal	21	1050	0	0.00
27	-100	Felső öv jobb	21	1050	0	0.00

max/min támaszreakció a teherbírási határállapotban (N)

Támasz reakciók az összes darabra.

Csomóp. sz	irány		TK P (No)	TK L (No)	TK M (No)	TK S (No)	TK I (No)
1	Vert	Max:	73551 (1)	73551 (2)	0 (0)	146588 (6)	74601 (21)
		Min:	73551 (1)	73551 (2)	0 (0)	-6388 (18)	73908 (20)
15	Hori	Max:	0 (1)	0 (2)	0 (0)	-14596 (13)	0 (19)
		Min:	0 (1)	0 (2)	0 (0)	0 (3)	0 (19)
15	Vert	Max:	73552 (1)	73552 (2)	0 (0)	146587 (7)	74602 (21)
		Min:	73552 (1)	73552 (2)	0 (0)	-6388 (18)	73908 (19)

Csom. No	Aktuál mm	kih lemezzel	szük. mm	tartó TK	Area	kc90	Req. supp. mm	TK
1	300	-	256	6	17160	1.50	0	
15	300	-	256	7	17160	1.50	0	

max lehajlás a használhatósági határállapotban (mm)

csomóp./ rúd	igényb. Vert	Hori	(TK)	LF S Vert	Hori	LF L Vert	Hori	LF M Vert	Hori	LF K Vert	Hori	LF SK Vert	Hori
20- 21	40.3	-3.9	(30)	27.6	-2.6	0.0	0.0	0.0	0.0	12.7	-1.4	0.0	0.0
8- 9	36.9	-5.7	(30)	24.7	-3.8	0.0	0.0	0.0	0.0	12.2	-1.9	0.0	0.0
9- 10	36.8	-5.9	(30)	24.6	-4.0	0.0	0.0	0.0	0.0	12.2	-2.0	0.0	0.0
8- 20	36.9	-4.0	(30)	24.9	-2.6	0.0	0.0	0.0	0.0	12.1	-1.4	0.0	0.0
9- 20	36.7	-4.7	(30)	24.6	-3.1	0.0	0.0	0.0	0.0	12.1	-1.6	0.0	0.0
8- 21	36.7	-3.6	(28)	24.9	-2.5	0.0	0.0	0.0	0.0	11.8	-1.1	0.0	0.0
7- 8	36.7	-1.9	(28)	24.7	-1.3	0.0	0.0	0.0	0.0	12.0	-0.6	0.0	0.0
6- 7	36.6	-1.6	(28)	24.6	-1.2	0.0	0.0	0.0	0.0	12.0	-0.5	0.0	0.0
7- 21	36.5	-2.8	(28)	24.6	-2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11.9	-0.9	0.0	0.0

max/min támaszreakció (N)a használhatósági határállapotban

Támasz reakciók az összes darabra.

csomóp. jel	irány		(TK)
1	Vert	Max: 146760	(28)
		Min: 13902	(51)
15	Hori	Max: -9731	(44)
		Min: 0	(22)
15	Vert	Max: 146759	(30)
		Min: 13902	(51)

TrussCon from Construction Software Center Europe - Calc. performed by: Ybl, Mechanika Tanszék. - Date: 20150323 - Time: 11:16 - License no: 16049

Költségbecslés:

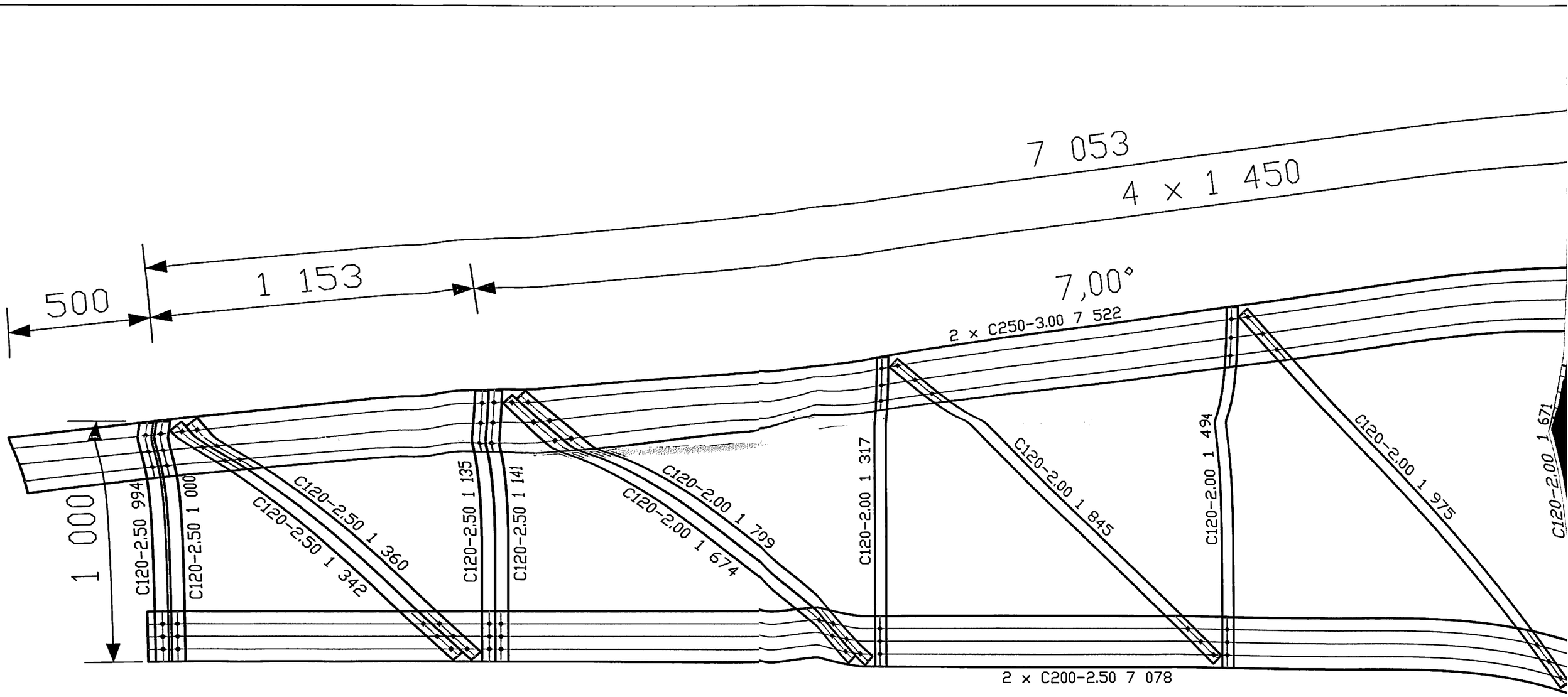
A rácsos tartó típusok költségei árbecslések alapján, súly illetve négyzetméter átlagárakkal számolt összegek. Ezek az árak nem végleges árak csak nagyságrendi összehasonlítást tesznek lehetővé. Az árak csak az előállításra vonatkoznak, a szállítási költséget nem tartalmaznak, sem a beszerelés költségeit.

Egy keretállásra számolt költség:

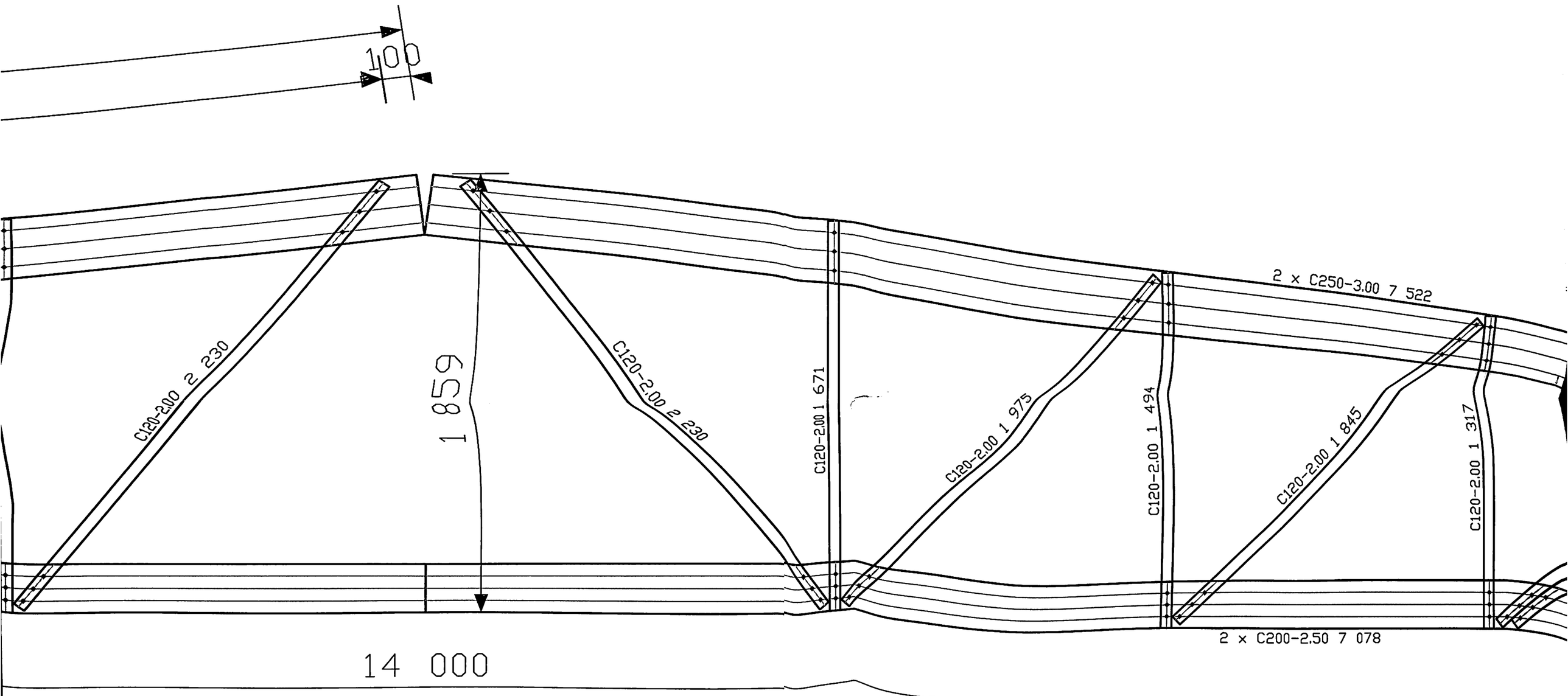
Típus	*Költség [HUF]*
Acél rácsos tartó	600 000
Lindab profilos rácsos tartó	280 000
Szeglemezes rácsos tartó	320 000

Következtetés:

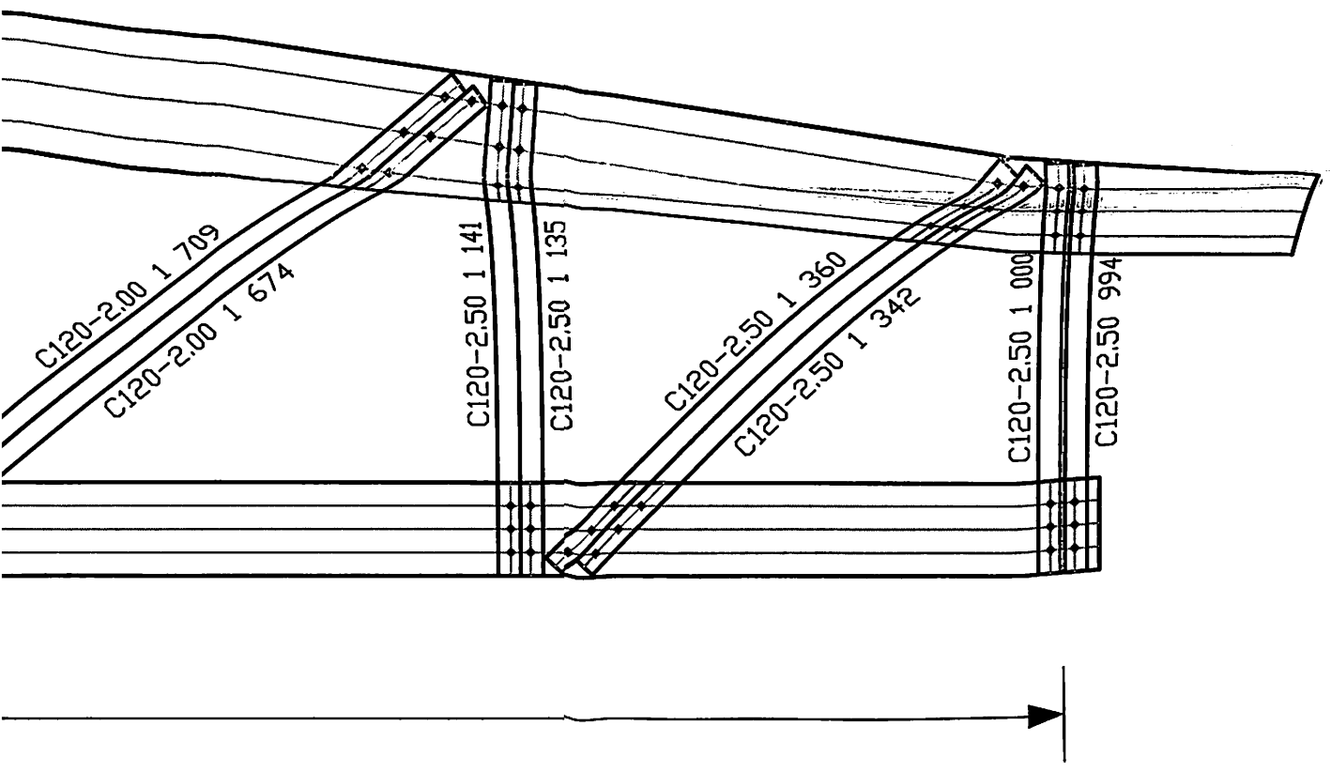
A tartók rácsozása, amennyire az egyes technológia megengedte azonos kialakítású, tehát megközelítőleg azonos igénybevételek jutnak rudakra. Bár a szeglemezes és a Lindab „rácsos tartók" nem rácsos tartóként viselkednek inkább keretként mivel nyomatékokkal is számolunk a rudakban és a csomópontokban.
A Lindab profilos rácsos tartó pont 14 m-es fesztáv körül a leggazdaságosabb a gyártó szerint. Az összegeket nézve ezt hozzávetőlegesen beigazolódott. A szeglemezes és a Lindab tartó azonos árkategória a szállítási költség függvényében mindkettő gazdaságos megoldás lehet. Az acél rácsos tartó előnye viszont abban rejlik, hogy utólagos megerősítése egyszerűbb illetve építészeti szempontból jobban beleillik a környezetébe, bár költsége körülbelül a kétszerese.
Ezen költségek alapján messzebbre menő következtetéseket nem lehet levonni az árak becsült jellege miatt.



Profil kimutatás						
Lindab Profil	(db)	Hossz	Folyóméter súly	össz. súly	Folyóméter ár	Költség
		(mm)	(kg/m)	(kg)	(HUF/m)	(HUF)
C120-2.00	2	1 317	3,61	9,51	1 530,00	4 030,02
C120-2.00	2	1 494	3,61	10,79	1 530,00	4 571,64
C120-2.00	2	1 671	3,61	12,06	1 530,00	5 113,26
C120-2.00	2	1 674	3,61	12,09	1 530,00	5 122,44
C120-2.00	2	1 709	3,61	12,34	1 530,00	5 229,54
C120-2.00	2	1 845	3,61	13,32	1 530,00	5 645,70
C120-2.00	2	1 975	3,61	14,26	1 530,00	6 043,50
C120-2.00	2	2 230	3,61	16,10	1 530,00	6 823,80
C120-2.50	2	994	4,51	8,97	1 870,00	3 717,56
C120-2.50	2	1 000	4,51	9,02	1 870,00	3 740,00
C120-2.50	2	1 135				



Csavar kimutatás						
Csavar	Csavarminöség	Darabszám	Egység súly	Súly	Egység ár	Költség
		(db)	(kg/db)	(kg)	(HUF/pcs.)	(HUF)
M12	5,6	336	0,10	33,60	60,00	20 160,00



Megjegyzés:

Csavar átmérö: M12
Csavarminöség: 5.6

Csavar távolság - Felsö öv
Külsö = 50 mm
Távolság = 75 mm, Sorok = 3
Belsö = 50 mm

Csavar távolság - Alsó öv
Külsö = 50 mm
Távolság = 50 mm, Sorok = 3
Belsö = 50 mm