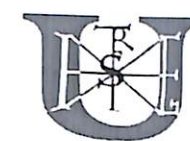


SZENT ISTVÁN EGYETEM
YBL MIKLÓS ÉPÍTÉSTUDOMÁNYI KAR

SZAKDOLGOZAT

Utasi Gábor
2015



SZENT ISTVÁN
EGYETEM

Dr. Dombay Gábor PhD.
intézetigazgató, főiskolai tanár



YBL MIKLÓS ÉPÍTÉSTUDOMÁNYI KAR, BUDAPEST

Építőmérnöki Intézet

Cím: 1146 Budapest, Thököly út 74.

Tel.: +36-1-252-1270

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

SZAKDOLGOZAT KIÍRÁS 2015

Utasi Gábor

Nappali Építőmérnök szakos
hallgató részére

A feladat címe: Acélszerkezetű csarnokok (bemutató terem és kiszolgáló helyiség) tervezése

Belső konzulens: Horváth Katalin mérnöktanár

Külső konzulens: -

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

Budapest, 2015. május 28.

Dr. Dombay Gábor
intézetigazgató



SZENT ISTVÁN
EGYETEM

Dr. Dombay Gábor PhD.
intézetigazgató, főiskolai tanár



YBL MIKLÓS ÉPÍTÉSTUDOMÁNYI KAR, BUDAPEST

Építőmérnöki Intézet

Cím: 1146 Budapest, Thököly út 74.

Tel.: +36-1-252-1270

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

Részletes feladatkiírás

Utasi Gábor

Nappali Építőmérnök
hallgató részére

Acélszerkezetű csarnokok (bemutató terem és kiszolgáló helyiség) tervezése

című szakdolgozatához

Feladat leírása

Megtervezendő két egyhajós csarnokrészből (bemutató terem és kiszolgáló helyiség) álló, acélszerkezetű, hőszigetelt bemutató csarnok.

Geometria kialakítás, terhek

A bemutató csarnokrész négy keretállásból áll, a keretállások távolsága 6,00 m (1 – 4 tengelyek).

A csarnokrész oszlopok tengelytávolsága 18,00 m (A és B tengelyek), belmagassága 5,00 m, a gerincmagasság ~7,50 m, a váll tengely magassága ~6,00 m, a tető szerkezete rácsos kialakítású lejtése ~12%.

A kiszolgáló csarnokrész négy keretállásból áll, a keretállások távolsága 6,00 m (5 – 8 tengelyek).

A csarnokrész oszlopok tengelytávolsága 12,00 m (C és D tengelyek), a gerincmagasság ~4,50 m, a váll tengely magassága ~3,00 m, a tető lejtése ~12%.

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

Budapest, 2015. május 28.

Horváth Katalin
Horváth Katalin
belső konzulens

SZENT ISTVÁN EGYETEM YBL MIKLÓS
ÉPÍTÉSTUDOMÁNYI KAR

SZAKDOLGOZAT

DOKUMENTÁCIÓ

UTASI GÁBOR

2015.06.01.

Tartalomjegyzék

Műszaki leírás	9. oldal
1.) Szakdolgozat feladatának ismertetése	10. oldal
2.) Tervezés alapadatai	10. oldal
2.1.) Geometriai adatok	10. oldal
2.2.) Terhelési adatok	11. oldal
2.3.) Anyagminőségek	11. oldal
2.4.) Talajviszonyok, talajvízviszonyok	12. oldal
2.5.) Felhasznált szabványok, irodalom és programok	12. oldal
3.) Az acél szerkezetű csarnokok	12. oldal
3.1.) Szerkezet kialakítása, statikai váza	12. oldal
3.2.) Szelvények, csavarozott kapcsolatok, hegesztett kapcsolatok	13. oldal
3.3.) Lindab elemek	13. oldal
3.4.) Csarnokok merevítése	15. oldal
3.5.) Lehorgonyzás, alapozás	15. oldal
3.6.) Felületvédelem	16. oldal
4.) Fából kialakított rácsos szaruzat	16. oldal
5.) Lindab C profil elemmel kialakított rácsos szaruzat	16. oldal
Rácsostartós csarnok statikai számítása	17. oldal
I.) Kiindulási adatok	17. oldal
I.1.) Helyszíni adatok	17. oldal
I.2.) Geometria	17. oldal
I.3.) Anyag	17. oldal
I.4.) Anyagminőség	18. oldal
I.5.) Felhasznált szabványok, irodalom, alkalmazott programok	18. oldal
II.) Terhek meghatározása	18. oldal
II.1.) Állandó terhek	18. oldal
II.2.) Állandó jellegű hasznos terhek	19. oldal
II.3.) Esetleges terhek	19. oldal
II.3.1.) Hasznos teher	19. oldal
II.3.2.) Hóteher	19. oldal
II.3.3.) Szélteher	19. oldal
III.) Trapézlemez méretezése – Tető	20. oldal
III.1.) Statikai váz	20. oldal
III.2.) Terhek	21. oldal
III.2.1.) Állandó teher	21. oldal
III.2.2.) Hóteher	21. oldal
III.2.3.) Szélteher	21. oldal
III.2.3.1.) Szélteher keresztirányú – külső	23. oldal
III.2.3.2.) Szélteher hosszirányú – külső	24. oldal
III.3.) Teherkombinációk trapézlemezre – Tető	24. oldal
III.3.1.) Önsúly + hó + szélnyomás (külső – keresztirányú)	24. oldal
III.3.2.) Önsúly + szélszívás (külső – keresztirányú)	24. oldal
III.3.3.) Önsúly + szélszívás (külső – hosszirányú)	24. oldal
III.3.4.) Rendkívüli hóteher	24. oldal
III.4.) Trapézlemez – Tető méretezése DimRoof programmal	25. oldal
III.4.1.) Rendkívüli hóteher	25. oldal
IV.) Trapézlemez méretezése – Fal	26. oldal
IV.1.) Statikai váz	26. oldal

IV.2.) Terhek	26. oldal
IV.2.1.) Szélteher	26. oldal
IV.2.1.1.) Szélteher belső nyomás – szívás	26. oldal
IV.2.1.2.) Szélteher keresztirányú – külső	26. oldal
IV.2.1.3.) Szélteher hosszirányú – külső	27. oldal
IV.3.) Teherkombinációk trapézlemezre – Fal	28. oldal
IV.3.1.) Szélnyomás (keresztirányú – külső + belső)	28. oldal
IV.3.2.) Szélszívás (keresztirányú – külső + belső)	28. oldal
IV.3.3.) Szélszívás (hosszirányú – külső + belső)	28. oldal
IV.4.) Trapézlemez – Fal méretezése DimRoof programmal	29. oldal
IV.4.1.) Szélszívás (hosszirányú – külső + belső)	29. oldal
V.) Z szelemen méretezése – Tető	30. oldal
V.1.) Statikai váz	30. oldal
V.2.) Terhek	30. oldal
V.2.1.) Állandó teher	30. oldal
V.2.2.) Hóteher	30. oldal
V.2.3.) Szélteher	30. oldal
V.2.3.1.) Szélteher belső nyomás – szívás	30. oldal
V.2.3.2.) Szélteher keresztirányú – külső	31. oldal
V.2.3.3.) Szélteher hosszirányú – külső	35. oldal
V.3.) Teherkombinációk Z szelemenre – Tető	38. oldal
V.3.1.) Önsúly + hó + szélnyom. (keresztir. – külső + belső)	38. oldal
V.3.2.) Önsúly + szélszívás (keresztirányú – külső + belső)	38. oldal
V.3.3.) Önsúly + szélszívás (hosszirányú – külső + belső)	39. oldal
V.3.4.) Rendkívüli hóteher	39. oldal
V.4.) Z szelemen – Tető méretezése DimRoof programmal	40. oldal
V.4.1.) Önsúly + hó + szélnyom. (keresztir. – külső + belső)	40. oldal
VI.) Z szelemen méretezése – Fal	41. oldal
VI.1.) Statikai váz	41. oldal
VI.2.) Terhek	41. oldal
VI.2.1.) Szélteher	41. oldal
VI.2.1.1.) Szélteher belső nyomás – szívás	41. oldal
VI.2.1.2.) Szélteher keresztirányú – külső	41. oldal
VI.2.1.3.) Szélteher hosszirányú – külső	42. oldal
VI.3.) Teherkombinációk Z szelemenre – Fal	43. oldal
VI.3.1.) Szélnyomás (keresztirányú – külső + belső)	43. oldal
VI.3.2.) Szélszívás (keresztirányú – külső + belső)	43. oldal
VI.3.3.) Szélszívás (hosszirányú – külső + belső)	43. oldal
VI.4.) Z szelemen – Fal méretezése DimRoof programmal	44. oldal
VI.4.1.) Szélszívás (hosszirányú – külső + belső)	44. oldal
VII.) Rácsostartó méretezése	45. oldal
VII.1.) Statikai váz	45. oldal
VII.2.) Anyagminőség	45. oldal
VII.3.) Keresztmetszet	45. oldal
VII.4.) Terhek	45. oldal
VII.4.1.) Állandó terhek	45. oldal
VII.4.2.) Állandó jellegű hasznos teher	45. oldal
VII.4.3.) Hóteher	45. oldal
VII.4.4.) Szélteher	46. oldal
VII.4.4.1.) Szélteher belső nyomás – szívás	46. oldal
VII.4.4.2.) Szélteher keresztirányú – külső	46. oldal
VII.4.4.3.) Szélteher hosszirányú – külső	52. oldal
VII.5.) Teherkombinációk rácsos tartóra	55. oldal
VII.6.) Rácsos tartó lehajlás számítása	56. oldal

VII.7.) Rácsostartó méretezése	57. oldal
VII.7.1.) Nyomott és húzott övrudak méretezése	58. oldal
VII.7.2.) Nyomott és húzott rácsrudak méretezése	59. oldal
VII.7.3.) Csomópontok ellenőrzése	63. oldal
VIII.) Oszlop méretezése	96. oldal
VIII.1.) Statikai váz	96. oldal
VIII.2.) Anyagminőség	96. oldal
VIII.3.) Keresztmetszet	96. oldal
VIII.4.) Terhek	96. oldal
VIII.4.1.) Rácsostartóról átadódó teher	96. oldal
VIII.4.2.) Állandó terhek	96. oldal
VIII.4.2.1.) Oszlop önsúlya	96. oldal
VIII.4.2.2.) Burkolat önsúlya	96. oldal
VIII.4.2.3.) Szelemen önsúlya	96. oldal
VIII.4.3.) Szélteher	97. oldal
VIII.4.3.1.) Szélteher belső nyomás – szívás	97. oldal
VIII.5.) Terhek meghatározása	97. oldal
VIII.5.1.) Állandó terhek + Rácsos tartóról átadódó teher	97. oldal
VIII.5.2.) Szélből adódó teher, y-y irányban	98. oldal
VIII.5.3.) Szélből adódó teher, z-z irányban	98. oldal
VIII.6.) Igénybevételi ábrák	98. oldal
VIII.7.) Keresztmetszetek méretezése	99. oldal
VIII.7.1.) Megfelelő szerkezeti ellenállások számítása	99. oldal
VIII.7.2.) Ellenőrzés	99. oldal
VIII.7.3.) Kölcsönhatás vizsgálata	99. oldal
VIII.8.) Lehajlás vizsgálata	100. oldal
VIII.9.) Oszlop stabilitás vizsgálata	100. oldal
VIII.9.1.) Kihajlás vizsgálata keret síkjában, y tengely körül	100. oldal
VIII.9.2.) Kihajlás vizsgálata k. síkjára merőleg., z tengely körül	101. oldal
VIII.9.3.) Kifordulás vizsgálata k. síkjára merőleg., z tengely körül	101. oldal
VIII.9.4.) Kihajlás és kifordulás interakciója	102. oldal
IX.) Az oszlop csomópontjainak kapcsolatai	102. oldal
IX.1.) Az oszlop – alap csp.-jának kapcsolata	102. oldal
IX.2.) Az oszlop – rácsostartó csp.-jának kapcsolata	105. oldal
X.) Falvázoszlop méretezése	107. oldal
X.1.) Statikai váz	107. oldal
X.2.) Anyagminőség	107. oldal
X.3.) Terhek	107. oldal
X.3.1.) Állandó terhek	107. oldal
X.3.1.1.) Oszlop önsúlya	107. oldal
X.3.1.2.) Burkolat önsúlya	107. oldal
X.3.1.3.) Szelemen önsúlya	107. oldal
X.3.2.) Szélteher	107. oldal
X.4.) Terhek meghatározása	108. oldal
X.4.1.) Állandó terhek	108. oldal
X.4.2.) Szélből adódó teher	108. oldal
X.5.) Igénybevételi ábrák	108. oldal
X.6.) Keresztmetszetek méretezése	109. oldal
X.6.1.) Megfelelő szerkezeti ellenállások számítása	109. oldal
X.6.2.) Ellenőrzés	109. oldal
X.6.3.) Kölcsönhatás vizsgálata	110. oldal
X.7.) Lehajlás vizsgálata	110. oldal
X.8.) Oszlop stabilitás vizsgálata	110. oldal
X.8.1.) Kihajlás vizsgálata keret síkjában, z tengely körül	110. oldal

X.8.2.) Kihajlás vizsgál. a k. síkjára merőleg., y tengely körül	111. oldal
X.8.3.) Kifordulás vizsgál. a keret síkjában, z tengely körül	111. oldal
X.8.4.) Kihajlás és kifordulás interakciója	111. oldal
XI.) A falvázoszlop csomópontjainak kapcsolatai	112. oldal
XI.1.) A falvázoszloposzlop – alap csp.-jának kapcsolata	112. oldal
XI.2.) A falvázoszloposzlop – rácsostartó csp.-jának kapcsolata	113. oldal
XII.) Merevítőrendszer – szélrács méretezése	115. oldal
XII.1.) Statikai váz, különböző nézetekből	115. oldal
XII.2.) Anyagminőség	115. oldal
XII.3.) Terhek	116. oldal
XII.3.1.) Szélteher	116. oldal
XII.3.2.) A falvázoszlopról átadódó teher	117. oldal
XII.3.3.) Imperfekcióból adódó teher	118. oldal
XII.4.) Végleges terhek összegzése a csomópontokra	119. oldal
XII.5.) Igénybevételi ábra	120. oldal
XII.6.) Szélrács méretezése	121. oldal
XII.6.1.) Húzott rúd	121. oldal
XII.6.2.) Nyomott rúd	121. oldal
XII.6.3.) Szélrács csomópontjának kapcsolata	122. oldal
XIII.) Merevítőrendszer – hossz-kötés méretezése	123. oldal
XIII.1.) Statikai váz, különböző nézetekből	123. oldal
XIII.2.) Anyagminőség	123. oldal
XIII.3.) Terhek	123. oldal
XIII.3.1.) Szélteher	123. oldal
XIII.3.2.) A szélrács támaszáról átadódó teher	124. oldal
XIII.3.3.) Imperfekcióból adódó teher	124. oldal
XIII.4.) Végleges terhek összegzése a csomópontokra	124. oldal
XIII.5.) Igénybevételi ábra	125. oldal
XIII.6.) Hossz-kötés méretezése	125. oldal
XIII.6.1.) Húzott rúd	125. oldal
XIII.6.2.) Nyomott rúd	126. oldal
XIII.6.3.) Hossz-kötés csomópontjának kapcsolata	126. oldal
XIV.) Alapozás	128. oldal
XIV.1.) Oszlop síkalapozásának tervezése	128. oldal
XIV.1.1.) Síkalap alatti talajtörés ellenőrzése	129. oldal
XIV.2.) Falvázoszlop síkalapozásának tervezése	131. oldal
XIV.2.1.) Síkalap alatti talajtörés ellenőrzése	132. oldal
Melegen hengerelt szelvényű csarnok statikai számítása	135. oldal
I.) Kiindulási adatok	135. oldal
I.1.) Helyszíni adatok	135. oldal
I.2.) Geometria	135. oldal
I.3.) Anyag	135. oldal
I.4.) Anyagminőség	135. oldal
I.5.) Felhasznált szabványok, irodalom, alkalmazott programok	135. oldal
II.) Terhek meghatározása	136. oldal
II.1.) Állandó terhek	136. oldal
II.2.) Állandó jellegű hasznos terhek	136. oldal
II.3.) Esetleges terhek	136. oldal
II.3.1.) Hasznos teher	136. oldal
II.3.2.) Hóteher	137. oldal
II.3.2.1.) Rendkívüli hófelhalmozódás	137. oldal
II.3.3.) Szélteher	138. oldal

III.) Trapézlemez méretezése – Tető	139. oldal
III.1.) Statikai váz	139. oldal
III.2.) Terhek	139. oldal
III.2.1.) Állandó teher	139. oldal
III.2.2.) Hóteher	139. oldal
III.2.2.1.) Rendkívüli hófelhalmozódás	139. oldal
III.2.3.) Szélteher	139. oldal
III.2.3.1.) Szélteher keresztirányú – külső	139. oldal
III.2.3.2.) Szélteher hosszirányú – külső	141. oldal
III.3.) Teherkombinációk trapézlemezre – Tető	142. oldal
III.3.1.) Önsúly + rendk. hófelh. + szélly. (külső – keresztir.)	142. oldal
III.3.2.) Önsúly + szélszívás (külső – keresztirányú)	142. oldal
III.3.3.) Önsúly + szélszívás (külső – hosszirányú)	143. oldal
III.3.4.) Rendkívüli hóteher	143. oldal
III.4.) Trapézlemez – Tető méretezése DimRoof programmal	143. oldal
III.4.1.) Önsúly + rendk. hófelh. + szélly. (külső – keresztir.)	144. oldal
IV.) Trapézlemez méretezése – Fal	144. oldal
IV.1.) Statikai váz	144. oldal
IV.2.) Terhek	144. oldal
IV.2.1.) Szélteher	144. oldal
IV.2.1.1.) Szélteher belső nyomás – szívás	144. oldal
IV.2.1.2.) Szélteher keresztirányú – külső	145. oldal
IV.2.1.3.) Szélteher hosszirányú – külső	146. oldal
IV.3.) Teherkombinációk trapézlemezre – Fal	146. oldal
IV.3.1.) Széllyomás (keresztirányú – külső + belső)	146. oldal
IV.3.2.) Szélszívás (keresztirányú – külső + belső)	146. oldal
IV.3.3.) Szélszívás (hosszirányú – külső + belső)	147. oldal
IV.4.) Trapézlemez – Fal méretezése DimRoof programmal	147. oldal
IV.4.1.) Szélszívás (hosszirányú – külső + belső)	148. oldal
V.) Z szelemen méretezése – Tető	148. oldal
V.1.) Statikai váz	148. oldal
V.2.) Terhek	148. oldal
V.2.1.) Állandó teher	148. oldal
V.2.2.) Hóteher	148. oldal
V.2.2.1.) Rendkívüli hófelhalmozódás	148. oldal
V.2.3.) Szélteher	148. oldal
V.2.3.1.) Szélteher belső nyomás – szívás	149. oldal
V.2.3.2.) Szélteher keresztirányú – külső	152. oldal
V.2.3.3.) Szélteher hosszirányú – külső	155. oldal
V.3.) Teherkombinációk Z szelemenre – Tető	155. oldal
V.3.1.) Önsúly + rendk. hófelh. + szélly. (külső – keresztir.)	156. oldal
V.3.2.) Önsúly + szélszívás (keresztirányú – külső + belső)	157. oldal
V.3.3.) Önsúly + szélszívás (hosszirányú – külső + belső)	157. oldal
V.3.4.) Rendkívüli hóteher	158. oldal
V.4.) Z szelemen – Tető méretezése DimRoof programmal	158. oldal
V.4.1.) Önsúly + rendk. hófelh. + szélly. (külső – keresztir.)	159. oldal
VI.) Z szelemen méretezése – Fal	159. oldal
VI.1.) Statikai váz	159. oldal
VI.2.) Terhek	159. oldal
VI.2.1.) Szélteher	159. oldal
VI.2.1.1.) Szélteher belső nyomás – szívás	159. oldal
VI.2.1.2.) Szélteher keresztirányú – külső	160. oldal
VI.2.1.3.) Szélteher hosszirányú – külső	161. oldal
VI.3.) Teherkombinációk Z szelemenre – Fal	

VI.3.1.) Szélnyomás (keresztirányú – külső + belső)	161. oldal
VI.3.2.) Szélszívás (keresztirányú – külső + belső)	161. oldal
VI.3.3.) Szélszívás (hosszirányú – külső + belső)	161. oldal
VI.4.) Z szelemen – Fal méretezése DimRoof programmal	162. oldal
VI.4.1.) Szélszívás (hosszirányú – külső + belső)	162. oldal
VII.) Főtartó keret méretezése	163. oldal
VII.1.) Statikai váz	163. oldal
VII.2.) Anyagminőség	163. oldal
VII.3.) Keresztmetszet	163. oldal
VII.4.) Terhek	163. oldal
VII.4.1.) Állandó terhek	163. oldal
VII.4.1.1.) Keret önsúly	163. oldal
VII.4.1.2.) Burkolat önsúly	164. oldal
VII.4.2.) Állandó jellegű hasznos teher	164. oldal
VII.4.3.) Hóteher	164. oldal
VII.4.3.1.) Rendkívüli hófelhalmozódás	164. oldal
VII.4.4.) Szélteher	164. oldal
VII.4.4.1.) Szélteher 1KK és Szélteher 2 KK	166. oldal
VII.4.4.2.) Szélteher 3 HK	168. oldal
VII.4.4.3.) Szélteher 4BNY	168. oldal
VII.4.4.4.) Szélteher 5BSZ	168. oldal
VII.5.) Teherkombinációk	170. oldal
VIII.) Első- Másodrendű számítás	170. oldal
IX.) Geometriai imperfekció	170. oldal
IX.1.) Helyettesítő erő	171. oldal
X.) Keresztmetszetek ellenőrzése	171. oldal
X.1.) Igénybevételi ábrák	172. oldal
X.2.) Mértékadó elemek, helyek meghatározása	173. oldal
X.3.) Megfelelő szerkezeti ellenállások számítása	173. oldal
X.4.) Ellenőrzés	174. oldal
X.5.) Kölcsönhatás vizsgálata	175. oldal
XI.) Főtartó keret, oszlop stabilitás vizsgálata	175. oldal
XI.1.) Keretoszlop	175. oldal
XI.1.1.) Kihajlás vizsgál. a keret síkjában, y tengely körül	176. oldal
XI.1.2.) Kihajlás vizsgál. a keret síkjára merőleg., z teng. körül	176. oldal
XI.1.2.1.) Oszlop felső szakasza a 2. falváztartóig	176. oldal
XI.1.2.2.) Oszlop alsó szakasza a 2. falváztartóig	177. oldal
XI.1.3.) Kifordulás vizsgál. a keret síkjára merőleg., z teng. körül	177. oldal
XI.1.4.) Kihajlás és kifordulás interakciója	178. oldal
XI.2.) Keretgerenda	178. oldal
XI.2.1.) Kihajlás vizsgál. a keret síkjában, y tengely körül	178. oldal
XI.2.2.) Kihajlás vizsgál. a keret síkjára merőleg., z teng. körül	178. oldal
XI.2.2.1.) Gerenda szélső szakasza a 2. szelemenig	179. oldal
XI.2.3.) Kifordulás vizsgál. a keret síkjára merőleg., z teng. körül	179. oldal
XI.2.4.) Kihajlás és kifordulás interakciója	180. oldal
XII.) A keret csomópontjainak kapcsolatai	180. oldal
XII.1.) A keretoszlop – alap csomópontjának kapcsolata	182. oldal
XII.2.) A keretgerenda – keretoszlop kapcsolata	189. oldal
XII.3.) A gerenda - gerinc kapcsolata	192. oldal
XIII.) Falvázoszlop méretezése	192. oldal
XIII.1.) Statikai váz	192. oldal
XIII.2.) Anyagminőség	192. oldal
XIII.3.) Terhek	192. oldal
XIII.3.1.) Állandó terhek	192. oldal

XIII.3.1.1.) Oszlop önsúlya	192. oldal
XIII.3.1.2.) Burkolat önsúlya	192. oldal
XIII.3.1.3.) Szelemen önsúlya	193. oldal
XIII.3.2.) Szélteher	193. oldal
XIII.4.) Terhek meghatározása	193. oldal
XIII.4.1.) Állandó terhek	193. oldal
XIII.4.2.) Szélből adódó teher	193. oldal
XIII.5.) Igénybevételi ábrák	194. oldal
XIII.6.) Keresztmetszetek méretezése	194. oldal
XIII.6.1.) Megfelelő szerkezeti ellenállások számítása	194. oldal
XIII.6.2.) Ellenőrzés	195. oldal
XIII.6.3.) Kölcsönhatás vizsgálata	195. oldal
XIII.7.) Lehajlás vizsgálata	195. oldal
XIII.8.) Oszlop stabilitás vizsgálata	195. oldal
XIII.8.1.) Kihajlás vizsgálat a keret síkjában, z tengely körül	195. oldal
XIII.8.2.) Kihajlás vizsg. a keret síkjára merőleg., y teng. körül	196. oldal
XIII.8.3.) Kifordulás vizsgálat a keret síkjában, z tengely körül	196. oldal
XIII.8.4.) Kihajlás és kifordulás interakciója	197. oldal
XIV.) A falvázoszlop csomópontjainak kapcsolatai	197. oldal
XIV.1.) A falvázoszlop – alap csomópontjának kapcsolata	197. oldal
XIV.2.) A falvázoszlop – rácsostartó csomópontjának kapcsolata	199. oldal
XV.) Merevítőrendszer – szélrács méretezése	200. oldal
XV.1.) Statikai váz, különböző nézetekből	200. oldal
XV.2.) Anyagminőség	200. oldal
XV.3.) Terhek	201. oldal
XV.3.1.) Szélteher	201. oldal
XV.3.2.) A falvázoszlopról átadódó teher	202. oldal
XV.3.3.) Imperfekcióból adódó teher	202. oldal
XV.4.) Végleges terhek összegzése a csomópontokra	203. oldal
XV.5.) Igénybevételi ábra	203. oldal
XV.6.) Szélrács méretezése	204. oldal
XV.6.1.) Húzott rúd	204. oldal
XV.6.2.) Nyomott rúd	204. oldal
XV.6.3.) Szélrács csomópontjainak kapcsolata	205. oldal
XVI.) Merevítőrendszer – hossz-kötés méretezése	206. oldal
XV.1.) Statikai váz, különböző nézetekből	206. oldal
XV.2.) Anyagminőség	206. oldal
XV.3.) Terhek	206. oldal
XV.3.1.) Szélteher	206. oldal
XV.3.2.) A szélrács támaszáról átadódó teher	207. oldal
XV.3.3.) Imperfekcióból adódó teher	207. oldal
XV.4.) Végleges terhek összegzése a csomópontokra	208. oldal
XV.5.) Igénybevételi ábra	208. oldal
XV.6.) Hossz-kötés méretezése	208. oldal
XV.6.1.) Húzott rúd	208. oldal
XV.6.2.) Nyomott rúd	209. oldal
XV.6.3.) Hossz-kötés csomópontjainak kapcsolata	209. oldal
XVII.) Alapozás	211. oldal
XVII.1.) Oszlop síkalapozásának tervezése	211. oldal
XVII.1.1.) Síkalap alatti talajtörés ellenőrzése	212. oldal
XVII.2.) Falvázoszlop síkalapozásának tervezése	214. oldal
XVII.2.1.) Síkalap alatti talajtörés ellenőrzése	215. oldal

Melléklet **218. oldal****TrussCon és RoofCon nevű programmal készített, Szeglemezes
fa szerkezetű Rácsostartó dokumentációja** **219. oldal**

1.) A számítást készítette	219. oldal
2.) Projekt adatok	219. oldal
3.) Általános projekt adatok	219. oldal
4.) Általános terhek	220. oldal
4.1.) Állandó terhek	220. oldal
4.2.) Hó teher	220. oldal
4.3.) Szélteher	220. oldal
4.4.) Különleges terhek	221. oldal
4.5.) Pont terhek értékei	221. oldal
5.) Teherkombinációk	221. oldal
6.) Faanyag jellemzők	223. oldal
7.) Szeglemez	223. oldal
8.) További koncentrált teher minden teherkombinációban	224. oldal
9.) Max/Min támaszreakció a teherbírási határállapotban	224. oldal
10.) Max lehajlás a használhatósági határállapotban	225. oldal
11.) Max/Min támaszreakció a használhatósági határállapotban	225. oldal

**Lindab DimTruss nevű programmal, C profilokból készített
Rácsostartó dokumentációja** **227. oldal**

1.) Bemenő adatok	227. oldal
1.1.) Szerkezet méretei	227. oldal
1.2.) Övek, rácsrudak és a csavarok méretei, minősége	227. oldal
2.) Terhek	227. oldal
3.) Teherkombinációk	228. oldal
3.1.) Ellenőrzés	228. oldal
3.2.) ULS teherkombinációk	228. oldal
3.3.) SLS teherkombinációk	229. oldal
4.) Min/Max igénybevételek, elmozdulások	229. oldal
5.) Maximális kihasználtság ULS	231. oldal
6.) Maximális kihasználtság SLS	234. oldal
7.) Min/Max reakció erők	234. oldal
8.) Belső erők az öv kapcsolatainál	235. oldal
9.) Belső erők a gerinc kapcsolatainál a bal oldalon	235. oldal
10.) Belső erők a gerinc kapcsolatainál a jobb oldalon	235. oldal
11.) Belső erők a szélső rács-eresz kapcsolatainál a bal oldalon	235. oldal
12.) Belső erők a szélső rács-eresz kapcsolatainál a jobb oldalon	235. oldal

Műszaki leírás

Különböző szerkezetekből készült, bemutatóterem és
kiszolgáló csarnok kivitelezéséhez

Készítette:



Utasi Gábor

Dátum:

2015.06.01.

1.) Szakdolgozat feladatának ismertetése:

Megtervezendő két egymás mellé építendő, de külön álló, acél oszlopokkal rendelkező, különböző anyagokból készült szaruzatú, hőszigetelt csarnoképület teljes statikai-, illetve közelítő alapozás számításával együtt. Ahol az egyik csarnok bemutató teremként, míg a másik csarnok kiszolgáló helyiségként üzemel, külön bejáratokkal ellátva.

2.) Tervezés alapadatai:**2.1.) Geometriai adatok:**

A bal oldali, nagyobbik paraméterekkel rendelkező csarnoképület rácsos szaruzatának számítása különböző anyagokból készül el. (Négyzet alakú zártszelvényből, fából, és Lindab C profil lemezből.) De csak a négyzet alakú zártszelvény kerül kivitelezésre. Az oszlopok, azok melegen hengerelt HEA szelvényből készülnek.

A jobb oldali, kisebbik paraméterekkel rendelkező csarnoképület szaruzata az melegen hengerelt IPE szelvényből, míg az oszlopok, azok HEA szelvényből készülnek.

A két csarnoképület külön 4-4 keretállásból áll, együtt véve 8-ból, ahol a keretállások távolsága 6,0 méter.

A rácsos szaruzatból készülő csarnok belmagassága 7,10 m; rácsostartó alsó síkjának magassága 5,0 méter; oszlopainak tengelytávolsága 18,0 méter.

A melegen hengerelt gerendából készülő csarnoképület belmagassága 3,5 méter; vállmagassága 3,0 méter; oszlopainak tengelytávolsága 12,0 méter.

A csarnoképületek hőszigeteltek.

A $\pm 0,00$ szint a padlóvonal szint. Az alaptestek ehhez a szinthez képest 15 cm-t ki vannak emelve.

A nagyobbik csarnoképületbe a bejutást 1-1 db az épület két hosszfalán elhelyezett 3,0 x 3,0 méter nagyságú ipari kapu biztosítja, aminek a közepén egy kisebb méretű 1,0x2,4 méteres ajtó is található.

A kisebbik csarnoképületbe a bejutást 1-1 az épület két hosszfalán elhelyezett 2,4x2,4 méter nagyságú forgó ajtó illetve a mellettük lévő 1-1 db 1,0x2,4 méter nagyságú ajtó biztosítja.

2.2.) Terhelési adatok:

A csarnoképületek terhelései az állandó terhekből (rétegrend önsúlyából, szerkezetek önsúlyából), állandó jellegű hasznos terhekből (gépészet), és esetleges terhekből (szélteher, hóteher) áll.

Mivel a kisebbik épület mellett van közvetlen a nagyobbik épület, így a kisebbik csarnoképületnél a hóterhet rendkívüli hófelhalmozódásként kell figyelembe venni a két épület tövéénél kialakuló (hó)-zug miatt.

Az esetleges terheknél (szélteher, hóteher) figyelembe lett véve, hogy az épületek magassága nem haladja meg a tengerszint feletti 400 métert.

2.3.) Anyagminőségek:

- | | | |
|---------------------------|-------------------------------|--------------------------------|
| - Idomacélok anyaga: S235 | $f_y = 235 \text{ N/mm}^2$ | $f_u = 360 \text{ N/mm}^2$ |
| - Csavaranyag minősége: | | |
| 4.6 | $f_{yb} = 240 \text{ N/mm}^2$ | $f_{ub} = 400 \text{ N/mm}^2$ |
| 5.6 | $f_{yb} = 300 \text{ N/mm}^2$ | $f_{ub} = 500 \text{ N/mm}^2$ |
| 8.8 | $f_{yb} = 640 \text{ N/mm}^2$ | $f_{ub} = 800 \text{ N/mm}^2$ |
| 10.9 | $f_{yb} = 900 \text{ N/mm}^2$ | $f_{ub} = 1000 \text{ N/mm}^2$ |
| - Beton minősége: | | |
| C20/25 | $f_{ck} = 240 \text{ N/mm}^2$ | $f_{cd} = 400 \text{ N/mm}^2$ |

2.4.) Talajviszonyok, talajvízviszonyok:

A talajfeltárások során, a fúrások alapján a talajrétegződés a következő:

Megnevezés	Mélységi adat	ρ_d (t/m ³)	ρ_n (t/m ³)	φ (°)	c (kN/m ²)	E (MN/m ²)
b. humusz	0,00 m - 0,30 m	1,65	-	-	-	-
s. iszapos homokliszt	0,30 m - 5,10 m	1,90	2,10	32	10	25
s. homokos kavics	5,10 m - 8,00 m	1,95	2,00	34	-	60
b. sovány agyag	8,00 m - 10,00 m	1,70	1,85	-	105	12

A helyszíni feltárások során a talajvíz a felszín alatt 7,00 méteres mélységben jelentkezett.

2.5.) Felhasznált szabványok, irodalom és programok:

- EN 1990 Eurocode 0 – A tartószerkezeti tervezés alapjai
- EN 1991 Eurocode 1 – Terhek és hatások
- EN Eurocode 3 – Acélszerkezetek méretezése
- EN Eurocode 7 – Geotechnikai tervezés
- Lindab katalógusok
- Autocad 2010
- AxisVM 12
- DimRoof v3.5
- DimTruss
- RoofCon
- TrussCon
- Microsoft Office Word 2007
- Microsoft Office Excel 2007

3.) Az acél szerkezetű csarnokok:**3.1.) Szerkezet kialakítása, statikai váza:**

A nagyobbik, rácsos szaruzattal készülő csarnok oszlop-rácsos szaruzat kapcsolata csuklósan lett kialakítva. Oszlop-alap kapcsolata befogott kialakítású.

A falvázoszlop csomópontjai alul-felül csuklós kialakításúak.

A kisebbik, melegen hengerelt szerkezetű csarnok oszlop-gerenda kapcsolata sarok merev kialakítású. Oszlop-alap kapcsolata befogott kialakítású.

A falvázoszlop csomópontjai alul-felül csuklós kialakításúak.

3.2.) Szelvények, csavarozott kapcsolatok, hegesztett kapcsolatok:

A nagyobbik csarnok fő acél elemei:

- Oszlop:	HEA 220		
- Falvázoszlop:	HEA 140		
- Övek:	100x100x6		
- Rácsrudak:	70x70x5; 40x40x5	50x50x6,3;	50x50x5;

A kisebbik csarnok fő acél elemei:

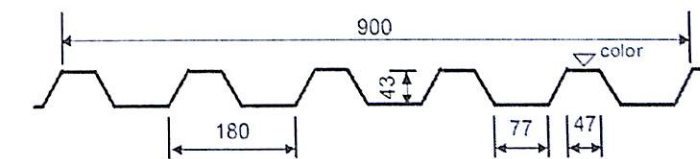
- Oszlop:	HEA 280
- Falvázoszlop:	HEA 140
- Gerenda:	IPE 400

A csavaros kapcsolatok kialakítását lásd a csatolt terveken. A csatlakozó elemeket össze kell fűzni.

Az acélszerkezetek hegesztési munkáit minősített hegesztő végezheti. A hegesztési varratokat szemrevételezéssel és penetrációs eljárással ellenőrizni kell.

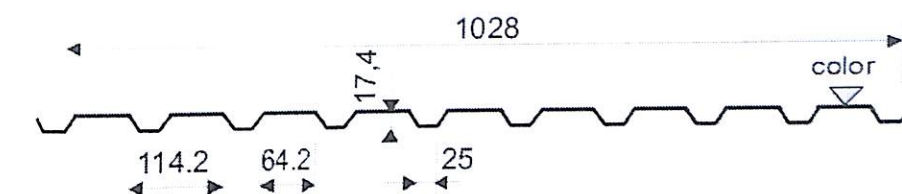
3.3.) Lindab elemek:

Méretezése a Lindab által kiadott DimRoof v3.5 programmal lett elvégezve.

Alkalmazott szelvények:Trapézlemez (Tető)

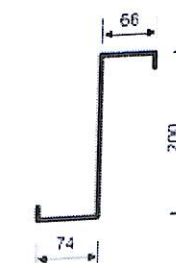
A tető felső és alsó trapézlemeze a rácsos szaruzatú csarnok esetén: LTP45/0,6

A tető felső és alsó trapézlemeze a melegen hengerelt csarnok esetén: LTP45/0,5

Trapézlemez (Oldalfal)

Az oldalfal trapézlemeze kívül és belül a rácsos szaruzatú csarnok esetén: LVP20/0,5

Az oldalfal trapézlemeze kívül és belül a melegen hengerelt csarnok esetén: LVP20/0,4

Z szelemenek:

Mindkét csarnoképület tető szelemenje: Z200/2,5 mm
Mindkét csarnoképület oldalfal szelemenje: Z200/1,0 mm

A Lindab tartószerkezeti elemeit és csomópontjait az AC-02 tervrajzszerű tervrajzon lehet látni.

3.4.) A csarnokok merevítése:

A csarnokokban a két szélső mezőben került kialakításra mind a szélrács, mind pedig a hosszkötés, vagyis a merevítések.

A merevítések kialakításait az AC-04 és AC-05 jelű tervrajzszerű tervrajzon lehet látni.

A nagyobbik, rácsos szaruzattal rendelkező csarnoképület esetén a szélrácsra, $\varnothing 18$ melegen hengerelt tömör acél körszelvény lett alkalmazva, legnagyobb húzóerőre méretezve. Míg legnagyobb nyomóerőre L80x80x10 melegen hengerelt egyenlőszárú szögacél lett méretezve.

Az oldalfali hosszkötés esetén $\varnothing 30$ melegen hengerelt tömör acél körszelvény lett alkalmazva, legnagyobb húzóerőre méretezve. Illetve legnagyobb nyomóerőre L100x100x12 melegen hengerelt egyenlőszárú szögacél lett méretezve, alkalmazva.

A kisebbik, melegen hengerelt csarnoképület esetén a szélrácsra, $\varnothing 8$ melegen hengerelt tömör acél körszelvény lett alkalmazva, legnagyobb húzóerőre méretezve. Míg legnagyobb nyomóerőre L80x80x10 melegen hengerelt egyenlőszárú szögacél lett méretezve.

Az oldalfali hosszkötés esetén $\varnothing 22$ melegen hengerelt tömör acél körszelvény lett alkalmazva, legnagyobb húzóerőre méretezve. Illetve legnagyobb nyomóerőre L80x80x10 melegen hengerelt egyenlőszárú szögacél lett méretezve, alkalmazva.

Ezeknek a szerkezeteknek, amelyek csomólemezekhez kapcsolódnak, a kialakítása csavarokkal történik. A csavarok anyagminősége: 5.6

A csomólemezeket, a keretállásokra, hegesztett kapcsolattal kell kialakítani.

3.5.) Lehorgonyzás, alapozás:

A lehorgonyzó csavarok anyagminősége:

Nagyobbik csarnok esetén:	5.6
Kisebbik csarnok esetén:	5.6; 10.9

A csavaralátét és a csavaranya minősége megfelel a csavar minőségének.

Az alaptestek méretei, csak közelítő alapozás számítással lettek meghatározva a törőképlet segítségével.

Az alaptestek pontalapok, amely az ALA-01 tervrajzszerű terven látható.

A falvázoszlopok alatti alaptesteket csak a két csarnok egymástól nem védett oldalán kell elhelyezni. Az egymás melletti résznél lévő falvázoszlop alatti alaptesteket egy talplemezre kell hegeszteni és a padlóhoz kell ledűbelezni, HILTI nehézítő csavarokkal.

Az alaptesteket talpgerendával kell összekötni a süllyedés csökkenése illetve a süllyedés azonos mértéke miatt.

Az alapozási sík: -1,35 m –en található.

Az alaptestek betonminősége: C20/25

3.6.) Felületvédelem:

Felület előkészítés: Sa 2,5 fokozat

Rétegfelépítés:

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

Acélszerkezet színe: Briliáns kék RAL 5007

Acélszerkezet tűzvédelme: 1 órás tűzállóság biztosítása PROTHERM STEEL tűzvédő bevonattal (vagy azzal, egyenértékű anyaggal)

4.) Fából kialakított rácsos szaruzat:

Anyagminőség: C24 Vastagság: 75 mm x 4 → 4db-ot kell egymás mellé tenni.

Az elemeket szeglemezzel kell egymáshoz rögzíteni.

A számítási mellékletben megtalálható a pontos kialakítás, és a méreteket mutató rajz.

5.) Lindab C profil elemmel kialakított rácsos szaruzat:

Övek mérete: C300-3,0

Rácsrudak mérete: C250-3,0 Az 1-2-3-4. rácsrudak kettőzve vannak.

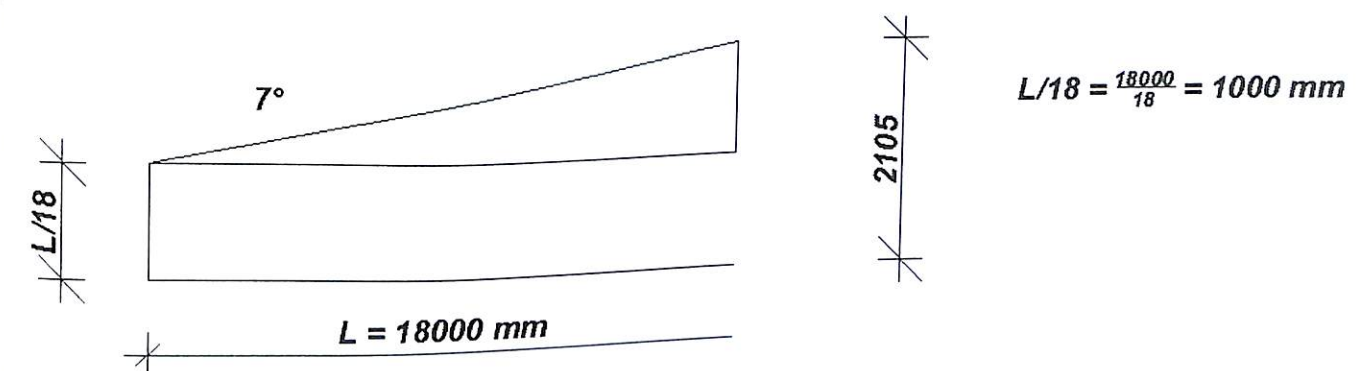
A számítási mellékletben megtalálható a pontos kialakítás, és a méreteket mutató rajz.

Rácsostartós csarnok statikai számítása**I.) Kiindulási adatok:****I.1.) Helyszíni adatok:**

Terepkategória:	IV. osztály
Terepviszony:	szokásos
Tengerszint feletti magasság:	358,0 mAf

I.2.) Geometria:

Keretoszlopok tengelytávolsága	„L” :	18,00 m
Rácsos tartó alsó síkjának magassága	„H” :	5,00 m
Keretállások távolsága	„t” :	6,00 m
Keretállások száma		4 db
Tető hajlásszöge		7°

**I.3.) Anyag:**

Héjazat:	LINDAB trapézlemez
Szelemen:	LINDAB Z200
Rácsos szaruzat:	RHS
Keret oszlop:	HEA 220

I.4.) Anyagminőség:

S235

I.5.) Felhasznált szabványok, irodalom, alkalmazott programok:

Eurocode 0 – A tartószerkezeti tervezés alapjai

Eurocode 1 - Terhek és hatások

Eurocode 3 – Acélszerkezetek méretezése

Eurocode 7 – Geotechnikai tervezés

Autocad RoofCon

AxisVM 12 TrussCon

DimRoof v3.5 DimTruss

Lindab katalógusok

II.) Terhek meghatározása:**II.1.) Állandó terhek:**

$$\gamma_G^{\text{sup}} = 1,35$$

$$\gamma_G^{\text{inf}} = 1,0$$

- Tartószerkezetek önsúlya:

Rácsos tartó: RHS

Rétegrend:

- Tető önsúlya:

$$q_{\text{TL}}^{\text{k}}: \text{trapézlemez LTP45/0,7} \quad 0,068 \text{ kN/m}^2$$

$$g_{\text{Z}}^{\text{k}}: \text{Z szelemen 200/2,5} \quad 0,0724 \text{ kN/m}$$

$$q_{\text{Hsz}}^{\text{k}}: \text{hőszigetelés } \sim 15 \text{ cm} \quad 0,225 \text{ kN/m}^2$$

$$q_{\text{F}}^{\text{k}}: \text{párazáró fólia} \quad 0,014 \text{ kN/m}^2$$

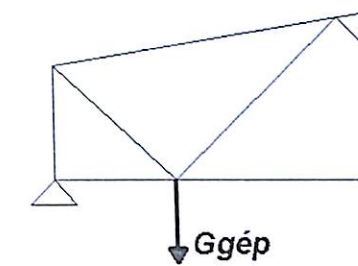
$$q_{\text{TL}}^{\text{k}}: \text{trapézlemez LTP45/0,7} \quad 0,068 \text{ kN/m}^2$$

$$\Sigma q = 0,375 \text{ kN/m}^2$$

II.2.) Állandó jellegű hasznos terhek (gépészet):

$$\gamma_{\text{gép}} = 1,35$$

$$q_{\text{gép}}^k = 0,45 \text{ kN/m}^2$$

II.3.) Esetleges terhek:II.3.1.) Hasznos teher:

„H” (nem járható tető) $q_k = 0,4 \rightarrow \psi = 0 \rightarrow$ nem kell számolni vele

II.3.2.) Hóteher: MSZEN 1991-1-3

$$\psi_{0,s} = 0,5$$

$$\gamma = 1,5$$

$$s^k = \mu_i \times c_e \times c_t \times s_k = 0,8 \times 1,0 \times 1,0 \times 1,25 = 1,0 \text{ kN/m}^2$$

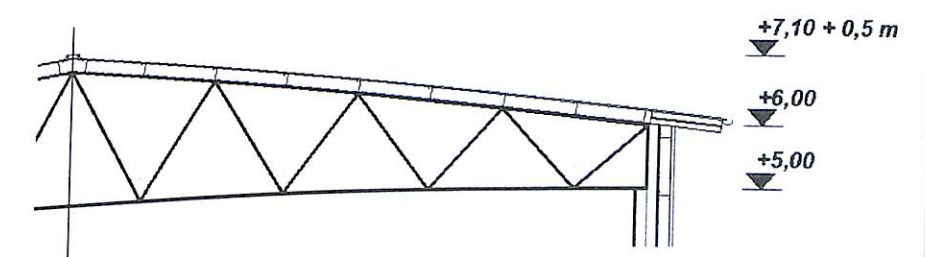
II.3.3.) Szélteher: MSZEN 1991-1-4

$$\gamma_w = 1,5$$

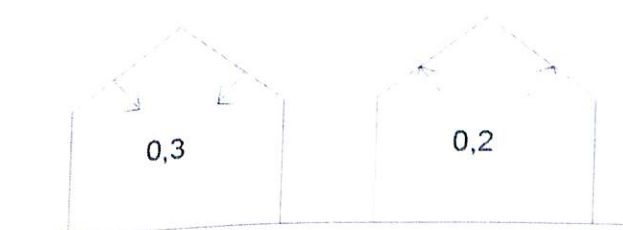
$$\psi_{0,w} = 0,6$$

$$W = c \times q_p$$

$$q_p = 0,2955 \text{ kN/m}^2$$



Belső nyomás: C_{pi}



Külső nyomás: C_{pe}

Keresztirányú:

$$e = \min(b; 2h)$$

$$b = 19,0 \text{ m}$$

$$2h + 0,5\text{m} = 2 \times 7,105 + 0,5 \text{ m} =$$

$$= \underline{14,71 \text{ m}}$$

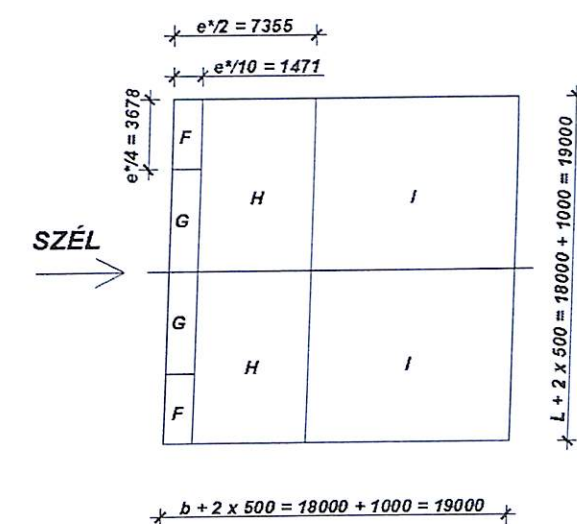
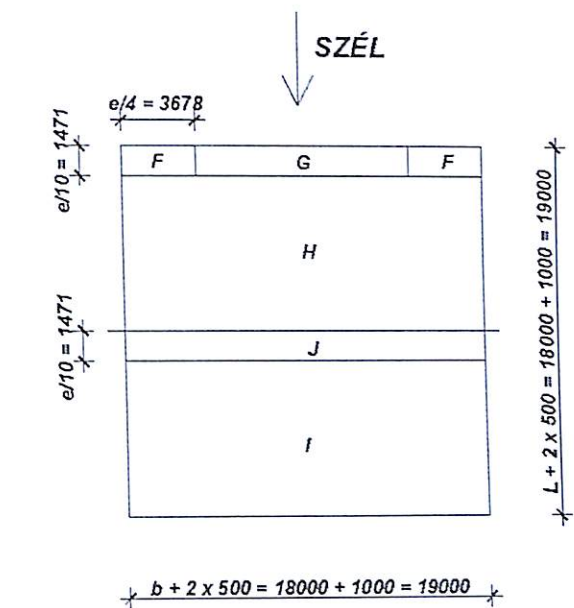
Hosszirányú:

$$e^* = \min(b; 2h)$$

$$b = 19,00 \text{ m}$$

$$2h + 0,5\text{m} = 2 \times 7,105 + 0,5 \text{ m} =$$

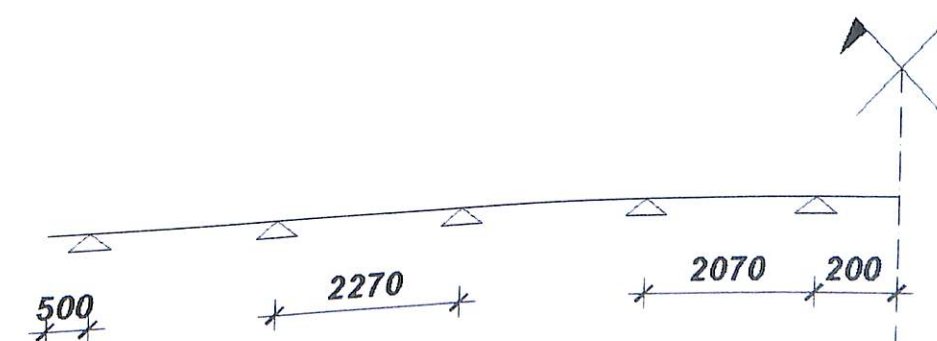
$$= \underline{14,71 \text{ m}}$$



III.) Trapézlemez méretezése - Tető:

LTP45/0,7

III.1.) Statikai váz: $t = 1\text{fm}$



III.2.) Terhek:III.2.1.) Állandó teher: $\gamma_G = 1,35$ $t = 1\text{ fm}$

$$p_{g,\perp}^k = t \times \cos \alpha \times q_{TL}^k = 1,0 \times \cos 7^\circ \times 0,068 = 0,067 \text{ kN/m}$$

III.2.2.) Hóteher: $\gamma_S = 1,5$ $\psi_0 = 0,5$ $t = 1\text{ fm}$

$$p_{s,\perp}^k = t \times \cos^2 \alpha \times s^k = 1,0 \times \cos^2 7^\circ \times 1,0 = 0,985 \text{ kN/m}$$

III.2.3.) Szélteher: $\gamma_w = 1,5$ $\psi_0 = 0,6$ $t = 1\text{ fm}$

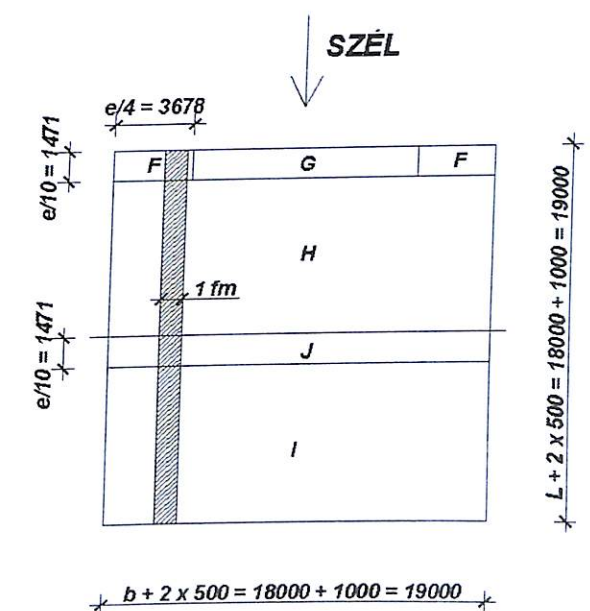
Belső nyomás itt most nincsen!

III.2.3.1.) Szélteher keresztirányú-külső: $C_{pe,1}$

$$p_w^{0^k} = t \times W = t \times (q_p \times C_{pe,1})$$

$$t = 1,0 \text{ fm}$$

$$q_p = 0,2955 \text{ kN/m}^2$$

F zóna:

$$\text{Szívás: } -2,5 \rightarrow C_{pe,sz}^F = -2,4 \rightarrow \text{interpolálva}$$

$$-2,0$$

$$\text{Nyomás: } 0,0 \rightarrow C_{pe,ny}^F = 0,04 \rightarrow \text{interpolálva}$$

$$+0,2$$

H zóna:

Szívás: $-1,2 \rightarrow C_{pe,sz}^H = -1,02 \rightarrow$ interpolálva
 $-0,3$

Nyomás: $0,0 \rightarrow C_{pe,ny}^H = 0,04 \rightarrow$ interpolálva
 $+0,2$

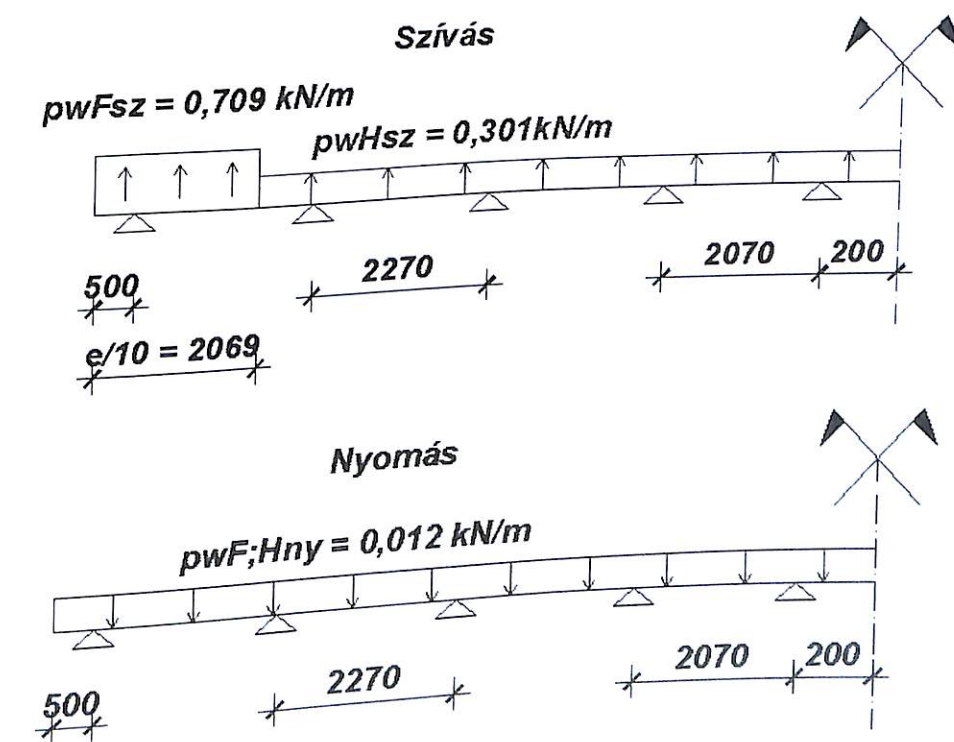
Az I és J zóna $C_{pe,1}$ tényezői kisebbek $\rightarrow$ nem mértékadó

$$p_{wF,sz}^{0^k} = t \times W = t \times (q_p \times C_{peF}) = 1,0 \times 0,2955 \times (-)2,4 = -0,709 \text{ kN/m}$$

$$p_{wF,ny}^{0^k} = t \times W = t \times (q_p \times C_{peF}) = 1,0 \times 0,2955 \times 0,04 = 0,012 \text{ kN/m}$$

$$p_{wH,sz}^{0^k} = t \times W = t \times (q_p \times C_{peH}) = 1,0 \times 0,2955 \times (-)1,02 = -0,301 \text{ kN/m}$$

$$p_{wH,ny}^{0^k} = t \times W = t \times (q_p \times C_{peH}) = 1,0 \times 0,2955 \times 0,04 = 0,012 \text{ kN/m}$$

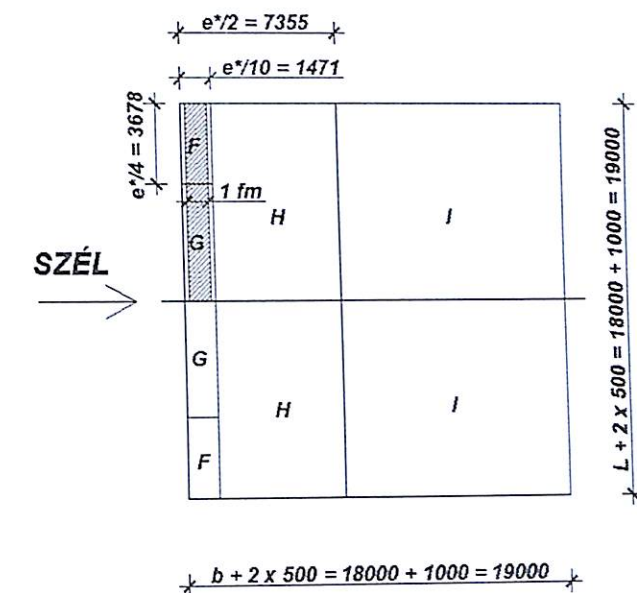


III.2.3.2.) Szélteher hosszirányú-külső: $C_{pe,1}$

$$p_w^{90^\circ k} = t \times W = t \times (q_p \times C_{pe,1})$$

$$t = 1,0 \text{ fm}$$

$$q_p = 0,2955 \text{ kN/m}^2$$



F zóna:

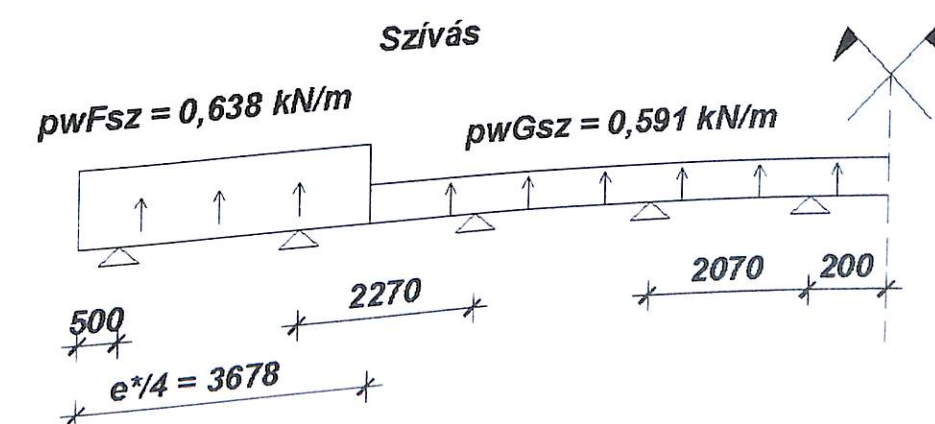
$$\text{Szívás: } \begin{matrix} -2,2 \\ -2,0 \end{matrix} \rightarrow C_{pe,sz}^F = -2,16 \rightarrow \text{interpolálva}$$

G zóna:

$$\text{Szívás: } \rightarrow C_{pe,sz}^G = -2,0$$

$$p_{wFsz}^{90^\circ k} = t \times W = t \times (q_p \times C_{peF}) = 1,0 \times 0,2955 \times (-2,16) = -0,638 \text{ kN/m}$$

$$p_{wGsz}^{90^\circ k} = t \times W = t \times (q_p \times C_{peG}) = 1,0 \times 0,2955 \times (-2,0) = -0,591 \text{ kN/m}$$



III.3.) Teherkombinációk trapézlemezre - Tető:**III.3.1.) Önsúly + hó + szélnyomás (külső-keresztirányú):**1. SLS

$$p_{qp}^{F,H} = p_g^k + p_s^k + \psi_0 \times p_{wny}^{0^{\circ}k} =$$

$$= 0,067 + 0,985 + 0,6 \times 0,012 = \mathbf{1,059 \text{ kN/m}}$$

2. ULS

$$p_{Ed}^{F,H} = \gamma_G \times p_g^k + \gamma_s \times p_s^k + \psi_0 \times \gamma_w \times p_{wny}^{0^{\circ}k} =$$

$$= 1,35 \times 0,067 + 1,5 \times 0,985 + 0,6 \times 1,5 \times 0,012 = \mathbf{1,579 \text{ kN/m}}$$

III.3.2.) Önsúly + szélszívás (külső-keresztirányú):3. SLS

$$p_{qp}^F = p_g^k - p_{wszF}^{0^{\circ}k} = 0,067 - (-)0,709 = \mathbf{-0,642 \text{ kN/m}}$$

$$p_{qp}^H = p_g^k - p_{wszH}^{0^{\circ}k} = 0,067 - (-)0,301 = \mathbf{-0,234 \text{ kN/m}}$$

4. ULS

$$p_{Ed}^F = \gamma_G \times p_g^k - \gamma_w \times p_{wszF}^{0^{\circ}k} = 1,0 \times 0,067 - 1,5 \times (-)0,709 = \mathbf{-1,00 \text{ kN/m}}$$

$$p_{Ed}^H = \gamma_G \times p_g^k - \gamma_w \times p_{wszH}^{0^{\circ}k} = 1,0 \times 0,067 - 1,5 \times (-)0,301 = \mathbf{-0,385 \text{ kN/m}}$$

III.3.3.) Önsúly + szélszívás (külső-hosszirányú):5. SLS

$$p_{qp}^F = p_g^k - p_{wszF}^{90^{\circ}k} = 0,067 - (-)0,638 = \mathbf{-0,571 \text{ kN/m}}$$

$$p_{qp}^G = p_g^k - p_{wszG}^{90^{\circ}k} = 0,067 - (-)0,591 = \mathbf{-0,524 \text{ kN/m}}$$

6. ULS

$$p_{Ed}^F = \gamma_G \times p_g^k - \gamma_w \times p_{wszF}^{90^{\circ}k} = 1,0 \times 0,067 - 1,5 \times (-)0,638 = \mathbf{-0,890 \text{ kN/m}}$$

$$p_{Ed}^G = \gamma_G \times p_g^k - \gamma_w \times p_{wszG}^{90^{\circ}k} = 1,0 \times 0,067 - 1,5 \times (-)0,591 = \mathbf{-0,820 \text{ kN/m}}$$

III.3.4.) Rendkívüli hóteher:7. SLS

$$p_{qp} = p_g^k + p_s^k = 0,067 + 0,985 = \mathbf{1,052 \text{ kN/m}}$$

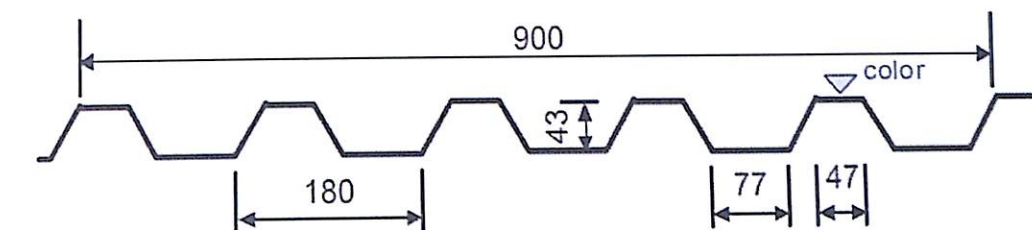
8. ULS

$$p_{Ed}^{F,H} = \gamma_G \times p_g^k + \gamma_s \times p_s^k = 1,0 \times 0,067 + 2,0 \times 0,985 = \mathbf{2,037 \text{ kN/m}}$$

A mértékadó terhet a rendkívüli hóteher adja!

III.4.) Trapézlemez - Tető méretezése DimRoof programmal:

III.4.1.) Rendkívüli hóteher:



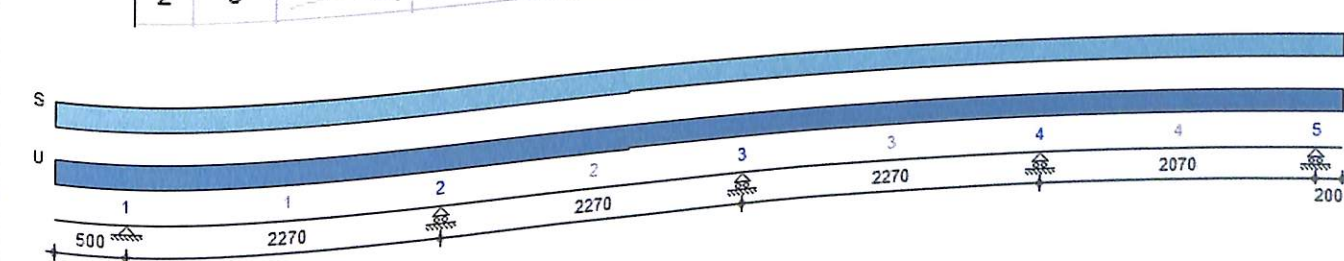
Szerkezeti beállítások			
Szelvény	Statikai rendszer	Oldalsó támasz	
LTP 45	Folytatódó	☐ Felső öv ☐ Mindkét öv	
Elhelyezés	Átfedés	Gyártó	
Szokásos (keskeny)	1 hullám		

Geometria								
Támaszok						Nyílások		
No.	Pozíció [mm]	Típus	Széless. [mm]	L1 [mm]	L2 [mm]	No.	Méret [mm]	Vtg.1 [mm]
Alapértékek			66	500	200		2270	0,5
1	0	C	66	500	-	1	2270	0,6
2	2270	C	66	-	-	2	2270	0,6
3	4540	C	66	-	-	3	2270	0,6
4	6810	C	66	-	-	4	2070	0,6
5	8880	C	66	-	200			

Lehajlás-számítás paramétere			
Határ	L / 200	Határ	L / 150
Nyílás		Konzol	
		Lehaj. típus	Maximális

Terhek						
No.	Típus	Kezdőp.	Végp.	Kezdőint. [kN/m2]	Végint.	Széless.
1	U			2,04		
2	U			1,05		

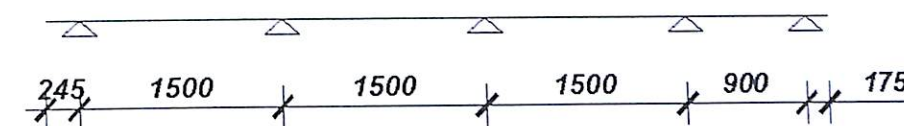
Eredmények		
ULS	73%	SLS
	67%	



ULS = 73%; SLS = 67% < 100% → megfelel!
 Tehát az alkalmazott Trapézlemez - Tető: LTP45/0,6

IV.) Trapézlemez méretezése - Fal:

LVP20/0,7

IV.1.) Statikai váz: $t = 1\text{ fm}$ IV.2.) Terhek:IV.2.1.) Szélteher: $\gamma_w = 1,5$ $\psi_0 = 0,6$ IV.2.1.1.) Szélteher belső nyomás - szívás:

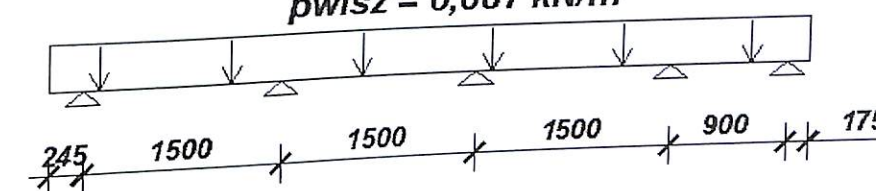
$$C_{pi,ny} = +0,2 \quad C_{pi,sz} = -0,3 \quad t = 1,0 \text{ fm} \quad q_p = 0,2955 \text{ kN/m}^2$$

$$p_{w,isz}^k = t \times q_p \times C_{pi,sz} = 1,0 \times 0,2955 \times (-)0,3 = -0,087 \text{ kN/m}$$

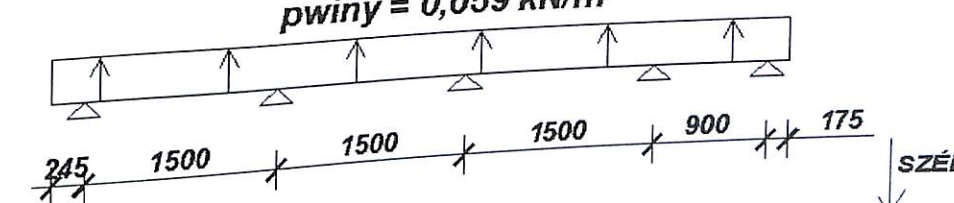
$$p_{w,iny}^k = t \times q_p \times C_{pi,ny} = 1,0 \times 0,2955 \times 0,2 = 0,059 \text{ kN/m}$$

Szívás

$$p_{w,isz} = 0,087 \text{ kN/m}$$

**Nyomás**

$$p_{w,iny} = 0,059 \text{ kN/m}$$

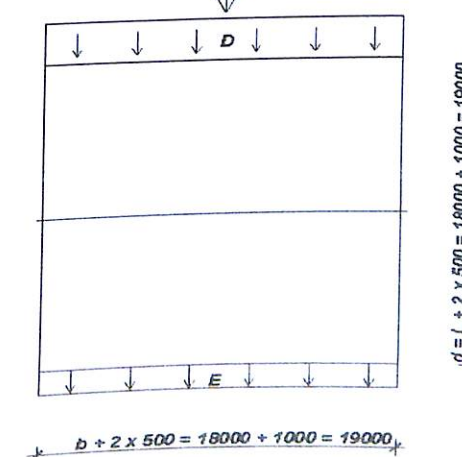
IV.2.1.2.) Szélteher keresztirányú-külső: $C_{pe,1}$

$$p_w^{0^k} = t \times W = t \times (q_p \times C_{pe,1})$$

$$q_p = 0,2955 \text{ kN/m}^2$$

$$t = 1,0 \text{ fm}$$

$$h/d = 7105/19000 = 0,374$$



D zóna:

$$\begin{aligned} \text{Nyomás: } & +1,0 \rightarrow C_{pe,ny}^D = +1,00 \\ & +1,0 \end{aligned}$$

E zóna:

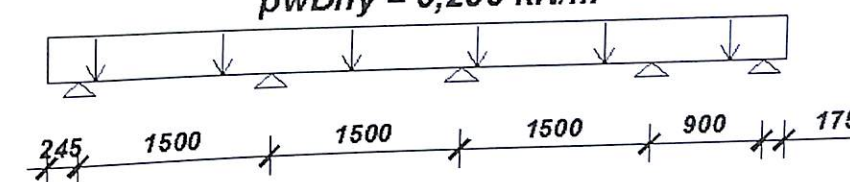
$$\begin{aligned} \text{Szívás: } & -0,5 \rightarrow C_{pe,sz}^E = -0,33 \rightarrow \text{interpolálva} \\ & -0,3 \end{aligned}$$

$$p_{wD,ny}^{0^{\circ}k} = t \times W = t \times (q_p \times C_{peD}) = 1,0 \times 0,2955 \times 1,00 = 0,296 \text{ kN/m}$$

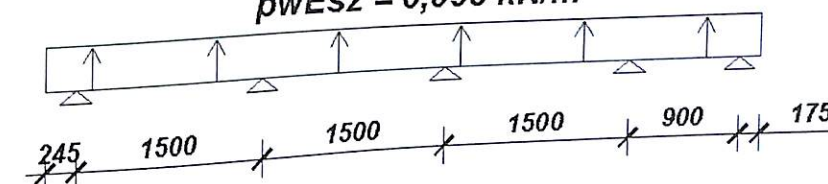
$$p_{wE,sz}^{0^{\circ}k} = t \times W = t \times (q_p \times C_{peE}) = 1,0 \times 0,2955 \times (-)0,33 = -0,098 \text{ kN/m}$$

Nyomás

$$p_{wDny} = 0,296 \text{ kN/m}$$

**Szívás**

$$p_{wEsz} = 0,098 \text{ kN/m}$$

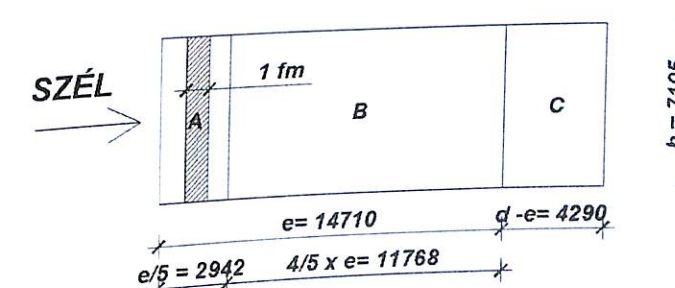
IV.2.1.3.) Szélteher hosszirányú-külső: $C_{pe,1}$ $e < d$ esetén

$$14,71 \text{ m} < 19,00 \text{ m}$$

A zóna:

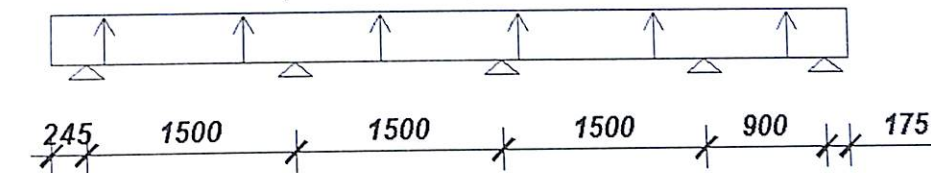
$$\begin{aligned} \text{Szívás: } & -1,4 \rightarrow C_{pe,sz}^A = -1,40 \\ & -1,4 \end{aligned}$$

$$p_{wA,sz}^{90^{\circ}k} = t \times W = t \times (q_p \times C_{peA}) = 1,0 \times 0,2955 \times (-)1,4 = -0,414 \text{ kN/m}$$



Szívás

$$p_{wAsz} = 0,414 \text{ kN/m}$$

**IV.3.) Teherkombinációk trapézlemezre - Fal:****IV.3.1.) Szélnyomás (keresztirányú-külső + belső):**1. SLS

$$p_{qp}^D = (p_{wnyD}^{0^{\circ}k} + p_{wisz}^k) = (0,296 + (-)0,087) = 0,383 \text{ kN/m}$$

2. ULS

$$p_{Ed}^D = \gamma_w \times (p_{wnyD}^{0^{\circ}k} + p_{wisz}^k) = 1,5 \times (0,296 + (-)0,087) = 0,575 \text{ kN/m}$$

IV.3.2.) Szélszívás (keresztirányú-külső + belső):3. SLS

$$p_{qp}^E = (p_{wszE}^{0^{\circ}k} + p_{winy}^k) = ((-)0,098 + 0,059) = -0,157 \text{ kN/m}$$

4. ULS

$$p_{Ed}^E = \gamma_w \times (p_{wszE}^{0^{\circ}k} + p_{winy}^k) = 1,5 \times ((-)0,098 + 0,059) = -0,236 \text{ kN/m}$$

IV.3.3.) Szélszívás (hosszirányú-külső + belső):5. SLS

$$p_{qp}^A = (p_{wszA}^{90^{\circ}k} + p_{winy}^k) = ((-)0,414 + 0,059) = -0,473 \text{ kN/m}$$

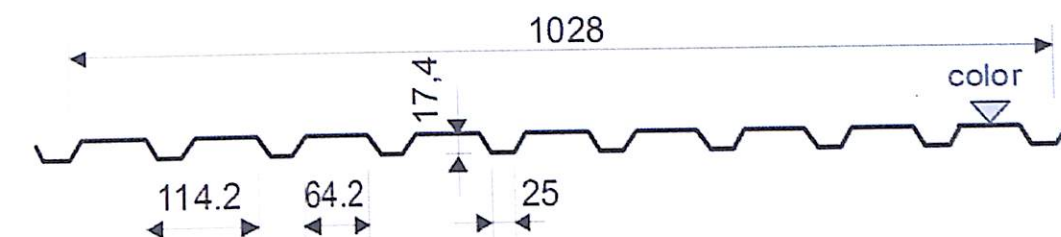
6. ULS

$$p_{Ed}^A = \gamma_w \times (p_{wszA}^{90^{\circ}k} + p_{winy}^k) = 1,5 \times ((-)0,414 + 0,059) = -0,710 \text{ kN/m}$$

A mértékadó terhet a szélszívás (hosszirányú-külső + belső) adja!

IV.4.) Trapézlemez - Fal méretezése DimRoof programmal

IV.4.1.) Szélszívás (hosszirányú-külső + belső):



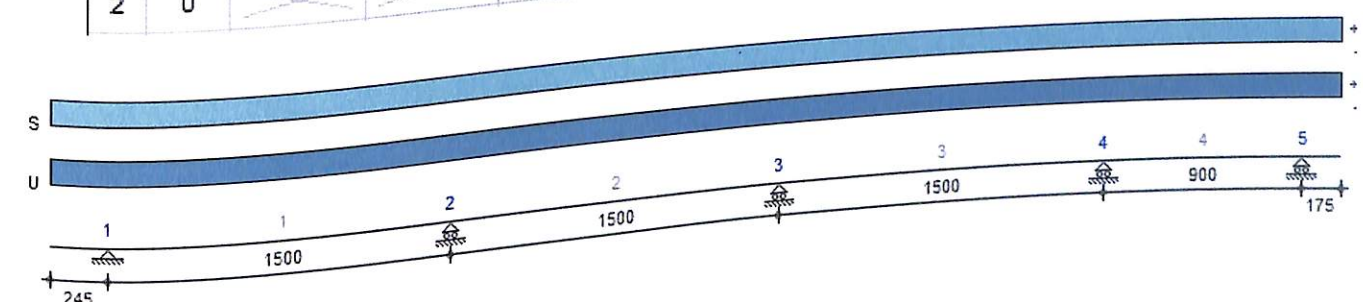
Szerkezeti beállítások			
Szelvény	Statikai rendszer	Oldalsó támasz	
LVP 20	Folytatólagos	☐ Felső öv ☐ Mindkét öv	
Elhelyezés	Átfedés	Gyártó	
Szokásos (széles)			

Geometria								
Támaszok						Nyílások		
No.	Pozíció [mm]	Típus	Széless. [mm]	L1 [mm]	L2 [mm]	No.	Méret [mm]	Vtg.1 [mm]
Alapértékek			50	245	175		1500	0,5
1	0	C	50	245	-	1	1500	0,5
2	1500	C	50	-	-	2	1500	0,5
3	3000	C	50	-	-	3	1500	0,5
4	4500	C	50	-	-	4	900	0,5
5	5400	C	50	-	175			

Lehajlás-számítás paraméterei			
Határ Nyílás	L / 200	Határ Konzol	L / 150
		Lehaj. típus	Maximális

Terhek							ULS
No.	Típus	Kezdőp.	Végp.	Kezdőint. [kN/m2]	Végint.	Széless.	SLS
1	U			-0,71			ULS
2	U			-0,47			SLS

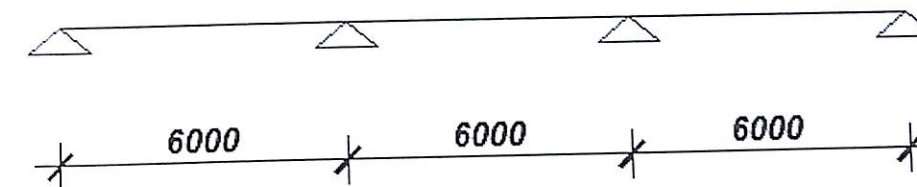
Eredmények	
ULS	34%
SLS	94%



ULS = 34%; SLS = 94% < 100% → megfelel!
 Tehát az alkalmazott Trapézlemez - Fal: LVP20/0,5

V.) Z szelemen méretezése - Tető:

Z 200/2,5

V.1.) Statikai váz: $t = 2,25 \text{ fm}$ V.2.) Terhek:V.2.1.) Állandó teher: $\gamma_G = 1,35$ $t = 2,25 \text{ fm}$

$$\begin{aligned}
 p_g^{k,\perp} &= t \times [(q_{TL}^k + q_{Hsz}^k + q_F^k + q_{TL}^k) \times \cos \alpha] + g_z^k \times \cos \alpha = \\
 &= 2,25 \times [(0,068 + 0,225 + 0,014 + 0,068) \times \cos 7^\circ] + 0,0724 \times \cos 7^\circ = \\
 &= 0,837 + 0,072 = \mathbf{0,909 \text{ kN/m}}
 \end{aligned}$$

V.2.2.) Hóteher: $\gamma_S = 1,5$ $\psi_0 = 0,5$ $t = 2,25 \text{ fm}$

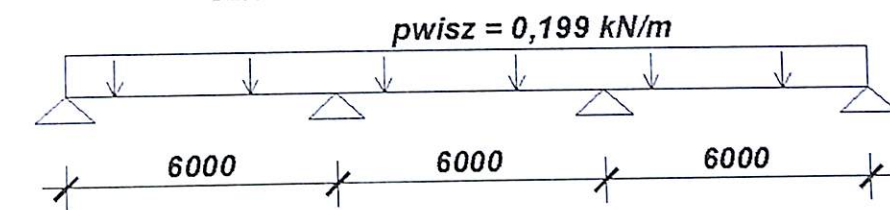
$$p_{s,\perp}^k = t \times \cos^2 \alpha \times s^k = 2,25 \times \cos^2 7^\circ \times 1,0 = \mathbf{2,233 \text{ kN/m}}$$

V.2.3.) Szélteher: $\gamma_w = 1,5$ $\psi_0 = 0,6$ $t = 2,25 \text{ fm}$ V.2.3.1.) Szélteher belső nyomás - szívás: $C_{pi,ny} = +0,2$ $C_{pi,sz} = -0,3$ $t = 2,25 \text{ fm}$ $q_p = 0,2955 \text{ kN/m}^2$

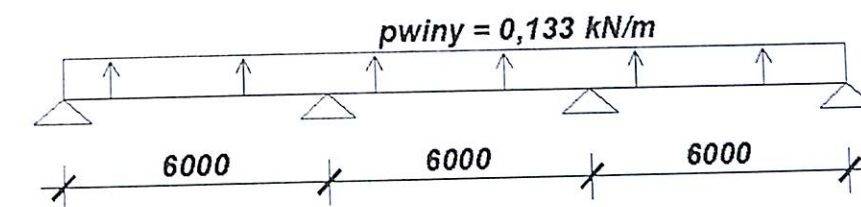
$$p_{w,isz}^k = t \times q_p \times C_{pi,sz} = 2,25 \times 0,2955 \times (-0,3) = \mathbf{-0,199 \text{ kN/m}}$$

$$p_{w,iny}^k = t \times q_p \times C_{pi,ny} = 2,25 \times 0,2955 \times 0,2 = \mathbf{0,133 \text{ kN/m}}$$

Szívás



Nyomás

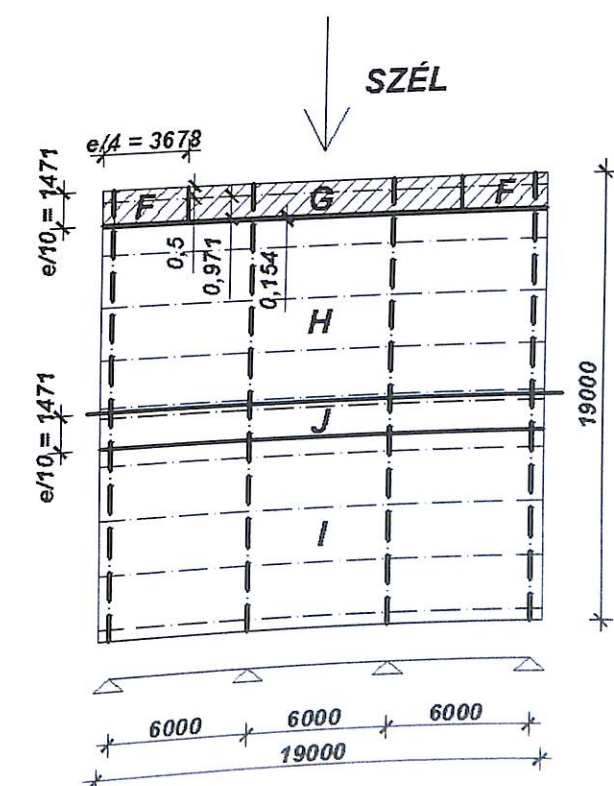
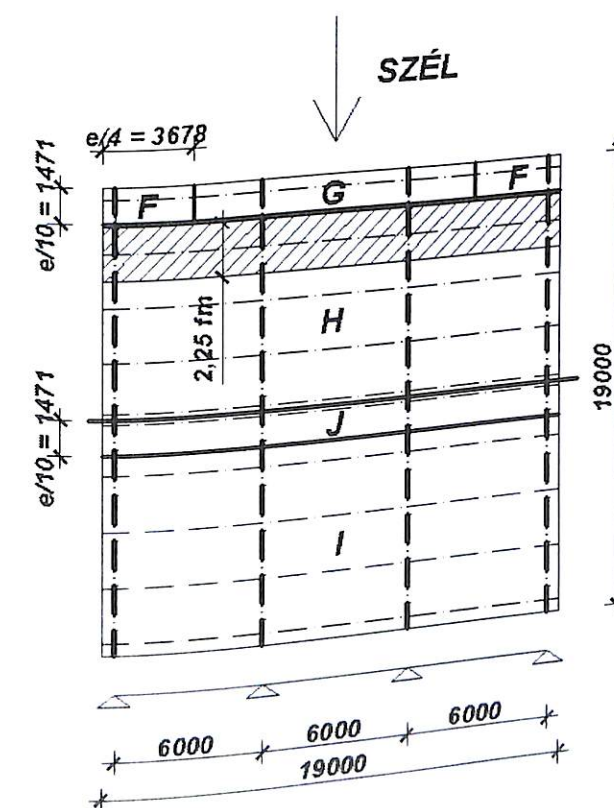
V.2.3.2.) Szélteher keresztirányú-külső: $C_{pe,10}$

$$p_w^{0k} = t \times W = t \times (q_p \times C_{pe,10})$$

$$q_p = 0,2955 \text{ kN/m}^2$$

1.eset:
 $t = 2,25 \text{ fm}$

2.eset:
 $t_1 = 0,5 \text{ fm}$
 $t_2 = 0,971 \text{ fm}$
 $t_3 = 0,154 \text{ fm}$



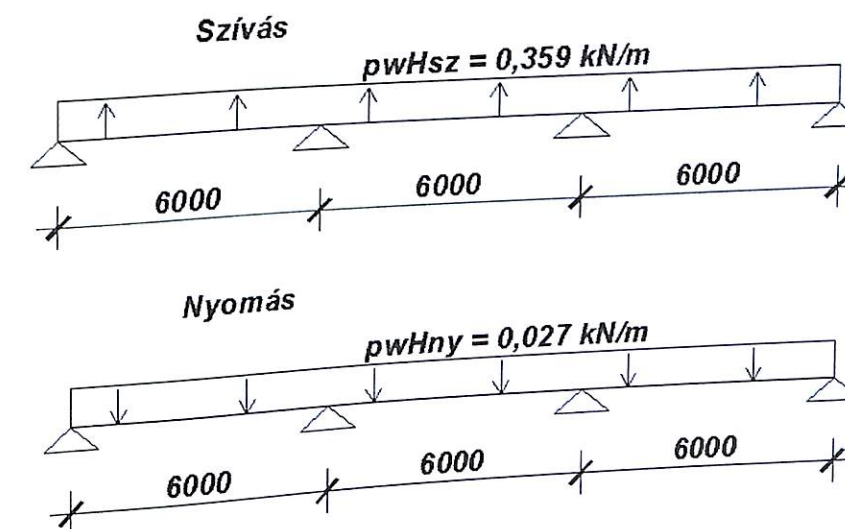
1.esetH zóna:

Szívás: $-0,6 \rightarrow C_{pe,sz}^H = -0,54 \rightarrow \text{interpolálva}$
 $-0,3$

Nyomás: $0,0 \rightarrow C_{pe,ny}^H = 0,04 \rightarrow \text{interpolálva}$
 $+0,2$

$$p_{wH,sz}^{0^k} = t \times W = t \times (q_p \times C_{peH}) = 2,25 \times 0,2955 \times (-)0,54 = -0,359 \text{ kN/m}$$

$$p_{wH,ny}^{0^k} = t \times W = t \times (q_p \times C_{peH}) = 2,25 \times 0,2955 \times 0,04 = 0,027 \text{ kN/m}$$

2.eset:H zóna:

Szívás: $-0,6 \rightarrow C_{pe,sz}^H = -0,54 \rightarrow \text{interpolálva}$
 $-0,3$

Nyomás: $0,0 \rightarrow C_{pe,ny}^H = 0,04 \rightarrow \text{interpolálva}$
 $+0,2$

F zóna:

$$\begin{array}{l} \text{Szívás:} \quad -1,7 \rightarrow C_{pe,sz}^F = -1,54 \rightarrow \text{interpolálva} \\ \quad \quad \quad -0,9 \end{array}$$

$$\begin{array}{l} \text{Nyomás:} \quad 0,0 \rightarrow C_{pe,ny}^F = 0,04 \rightarrow \text{interpolálva} \\ \quad \quad \quad +0,2 \end{array}$$

G zóna:

$$\begin{array}{l} \text{Szívás:} \quad -1,2 \rightarrow C_{pe,sz}^G = -1,12 \rightarrow \text{interpolálva} \\ \quad \quad \quad -0,8 \end{array}$$

$$\begin{array}{l} \text{Nyomás:} \quad 0,0 \rightarrow C_{pe,ny}^G = 0,04 \rightarrow \text{interpolálva} \\ \quad \quad \quad +0,2 \end{array}$$

$$p_{wH3,sz}^{0^{\circ}K} = t \times W = t_3 \times (q_p \times C_{peH}) = 0,154 \times 0,2955 \times (-)0,54 = -0,025 \text{ kN/m}$$

$$p_{wH3,ny}^{0^{\circ}K} = t \times W = t_3 \times (q_p \times C_{peH}) = 0,154 \times 0,2955 \times 0,04 = 0,002 \text{ kN/m}$$

$$p_{wF1,sz}^{0^{\circ}K} = t \times W = t_1 \times (q_p \times C_{peF}) = 0,5 \times 0,2955 \times (-)1,54 = -0,228 \text{ kN/m}$$

$$p_{wF2,sz}^{0^{\circ}K} = t \times W = t_2 \times (q_p \times C_{peF}) = 0,971 \times 0,2955 \times (-)1,54 = -0,442 \text{ kN/m}$$

$$p_{wF1,ny}^{0^{\circ}K} = t \times W = t_1 \times (q_p \times C_{peF}) = 0,5 \times 0,2955 \times 0,04 = 0,006 \text{ kN/m}$$

$$p_{wF2,ny}^{0^{\circ}K} = t \times W = t_2 \times (q_p \times C_{peF}) = 0,971 \times 0,2955 \times 0,04 = 0,011 \text{ kN/m}$$

$$p_{wG1,sz}^{0^{\circ}K} = t \times W = t_1 \times (q_p \times C_{peG}) = 0,5 \times 0,2955 \times (-)1,12 = -0,165 \text{ kN/m}$$

$$p_{wG2,sz}^{0^{\circ}K} = t \times W = t_2 \times (q_p \times C_{peG}) = 0,971 \times 0,2955 \times (-)1,12 = -0,321 \text{ kN/m}$$

$$p_{wG1,ny}^{0^{\circ}K} = t \times W = t_1 \times (q_p \times C_{peG}) = 0,5 \times 0,2955 \times 0,04 = 0,006 \text{ kN/m}$$

$$p_{wG2,ny}^{0^{\circ}K} = t \times W = t_2 \times (q_p \times C_{peG}) = 0,971 \times 0,2955 \times 0,04 = 0,011 \text{ kN/m}$$

F zóna + H zóna:

$$p_{wF1+F2+H3,sz}^{0^{\circ}k} = p_{wF1,sz}^{0^{\circ}k} + p_{wF2,sz}^{0^{\circ}k} + p_{wH3,sz}^{0^{\circ}k} =$$

$$= (-)0,228 + (-)0,442 + (-)0,025 = -0,695 \text{ kN/m}$$

$$p_{wF1+F2+H3,ny}^{0^{\circ}k} = p_{wF1,ny}^{0^{\circ}k} + p_{wF2,ny}^{0^{\circ}k} + p_{wH3,ny}^{0^{\circ}k} =$$

$$= 0,006 + 0,011 + 0,002 = 0,019 \text{ kN/m}$$

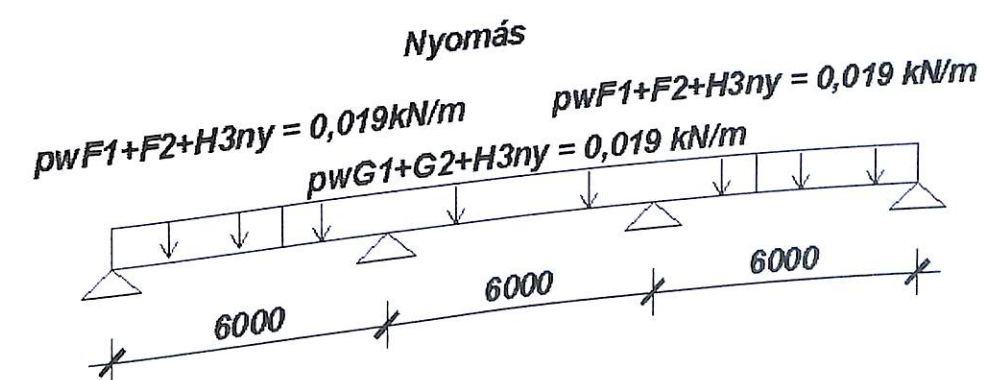
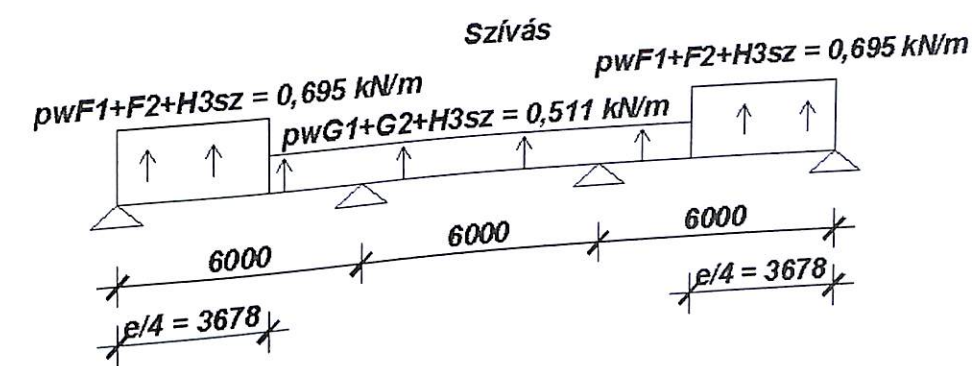
G zóna + H zóna:

$$p_{wG1+G2+H3,sz}^{0^{\circ}k} = p_{wG1,sz}^{0^{\circ}k} + p_{wG2,sz}^{0^{\circ}k} + p_{wH3,sz}^{0^{\circ}k} =$$

$$= (-)0,165 + (-)0,321 + (-)0,025 = -0,511 \text{ kN/m}$$

$$p_{wG1+G2+H3,ny}^{0^{\circ}k} = p_{wG1,ny}^{0^{\circ}k} + p_{wG2,ny}^{0^{\circ}k} + p_{wH3,ny}^{0^{\circ}k} =$$

$$= 0,006 + 0,011 + 0,002 = 0,019 \text{ kN/m}$$



V.2.3.3.) Szélteher hosszirányú-külső: $C_{pe,10}$

$$p_w^{90^\circ k} = t \times W = t \times (q_p \times C_{pe})$$

$$q_p = 0,2955 \text{ kN/m}^2$$

1.eset:

$$t_1 = 2,25 \text{ fm}$$

$$t_2 = 1,125 \text{ fm}$$

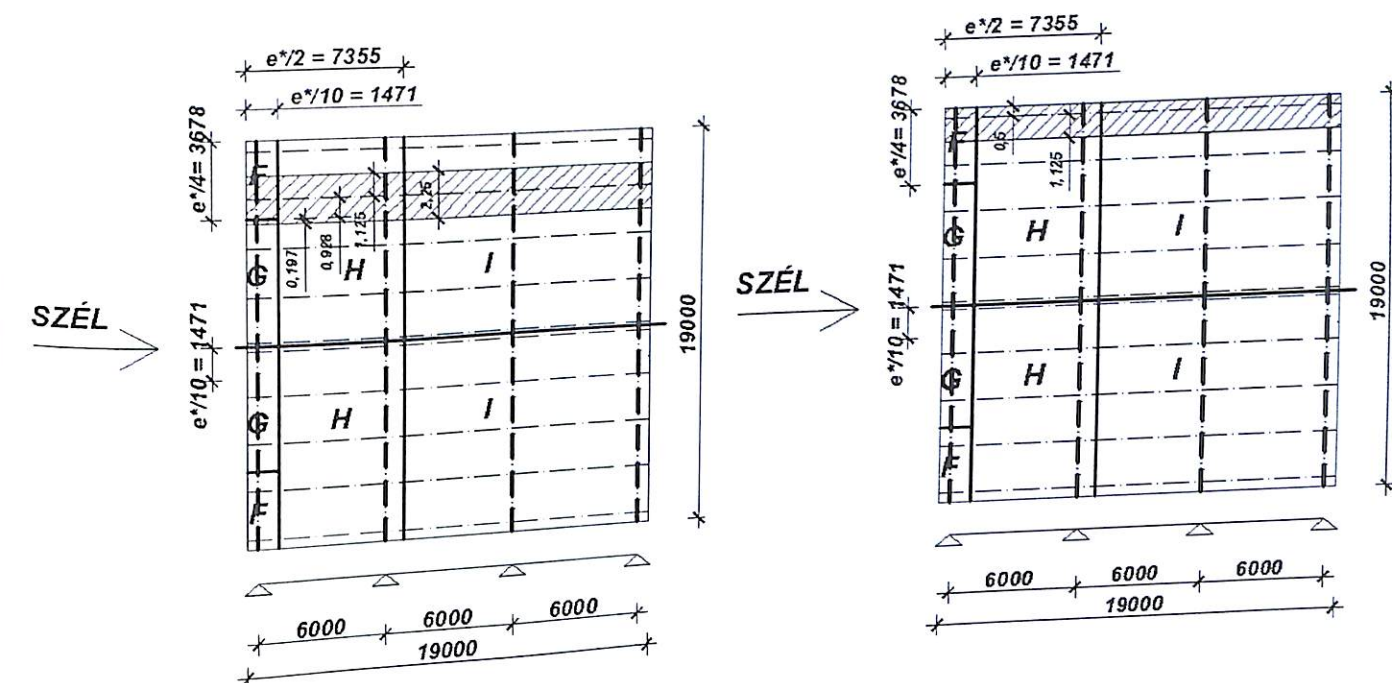
$$t_3 = 0,928 \text{ fm}$$

$$t_4 = 0,197 \text{ fm}$$

2.eset:

$$t_5 = 0,5 \text{ fm}$$

$$t_6 = 1,125 \text{ fm}$$



1.eset

I zóna:

$$\text{Szívás: } -0,5 \rightarrow C_{pe,sz}^I = -0,50$$

$$-0,5$$

H zóna:

$$\text{Szívás: } -0,7 \rightarrow C_{pe,sz}^H = -0,68 \rightarrow \text{interpolálva}$$

$$-0,6$$

F zóna:

$$\begin{array}{l} \text{Szívás:} \quad -1,6 \quad \rightarrow \quad C_{pe,sz}^F = -1,54 \quad \rightarrow \text{interpolálva} \\ \quad \quad \quad -1,3 \end{array}$$

G zóna:

$$\begin{array}{l} \text{Szívás:} \quad -1,3 \quad \rightarrow \quad C_{pe,sz}^G = -1,30 \\ \quad \quad \quad -1,3 \end{array}$$

$$p_{w1,sz}^{90^\circ k} = t \times W = t_1 \times (q_p \times C_{pe1}) = 2,25 \times 0,2955 \times (-)0,50 = -0,332 \text{ kN/m}$$

$$p_{wH1,sz}^{90^\circ k} = t \times W = t_1 \times (q_p \times C_{peH}) = 2,25 \times 0,2955 \times (-)0,68 = -0,452 \text{ kN/m}$$

$$p_{wF2,sz}^{90^\circ k} = t \times W = t_2 \times (q_p \times C_{peF}) = 1,125 \times 0,2955 \times (-)1,54 = -0,512 \text{ kN/m}$$

$$p_{wF3,sz}^{90^\circ k} = t \times W = t_3 \times (q_p \times C_{peF}) = 0,928 \times 0,2955 \times (-)1,54 = -0,422 \text{ kN/m}$$

$$p_{wG4,sz}^{90^\circ k} = t \times W = t_4 \times (q_p \times C_{peG}) = 0,197 \times 0,2955 \times (-)1,30 = -0,076 \text{ kN/m}$$

F zóna + G zóna:

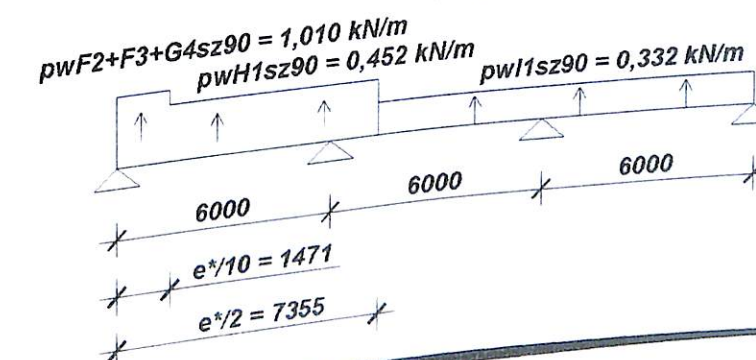
$$\begin{aligned} p_{wF2+F3+G4,sz}^{90^\circ k} &= p_{wF2,sz}^{90^\circ k} + p_{wF3,sz}^{90^\circ k} + p_{wG4,sz}^{90^\circ k} = \\ &= (-)0,512 + (-)0,422 + (-)0,076 = -1,010 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

H zóna:

$$p_{wH1,sz}^{90^\circ k} = t \times W = t_1 \times (q_p \times C_{peH}) = 2,25 \times 0,2955 \times (-)0,68 = -0,452 \text{ kN/m}$$

I zóna:

$$p_{w1,sz}^{90^\circ k} = t \times W = t_1 \times (q_p \times C_{pe1}) = 2,25 \times 0,2955 \times (-)0,50 = -0,332 \text{ kN/m}$$



2.eset

Az F; H; I; zónák ($C_{pe,10}$) külső nyomási tényezői megegyeznek az

1. esetben feltüntetett értékekkel!

$$p_{wl5,sz}^{90^\circ k} = t \times W = t_5 \times (q_p \times C_{peI}) = 0,5 \times 0,2955 \times (-)0,50 = -0,074 \text{ kN/m}$$

$$p_{wl6,sz}^{90^\circ k} = t \times W = t_6 \times (q_p \times C_{peI}) = 1,125 \times 0,2955 \times (-)0,50 = -0,166 \text{ kN/m}$$

$$p_{wH5,sz}^{90^\circ k} = t \times W = t_5 \times (q_p \times C_{peH}) = 0,5 \times 0,2955 \times (-)0,68 = -0,100 \text{ kN/m}$$

$$p_{wH6,sz}^{90^\circ k} = t \times W = t_6 \times (q_p \times C_{peH}) = 1,125 \times 0,2955 \times (-)0,68 = -0,226 \text{ kN/m}$$

$$p_{wF5,sz}^{90^\circ k} = t \times W = t_5 \times (q_p \times C_{peF}) = 0,5 \times 0,2955 \times (-)1,54 = -0,228 \text{ kN/m}$$

$$p_{wF6,sz}^{90^\circ k} = t \times W = t_6 \times (q_p \times C_{peF}) = 1,125 \times 0,2955 \times (-)1,54 = -0,512 \text{ kN/m}$$

F zóna:

$$p_{wF5+F6,sz}^{90^\circ k} = p_{wF5,sz}^{90^\circ k} + p_{wF6,sz}^{90^\circ k} = (-)0,228 + (-)0,512 = -0,740 \text{ kN/m}$$

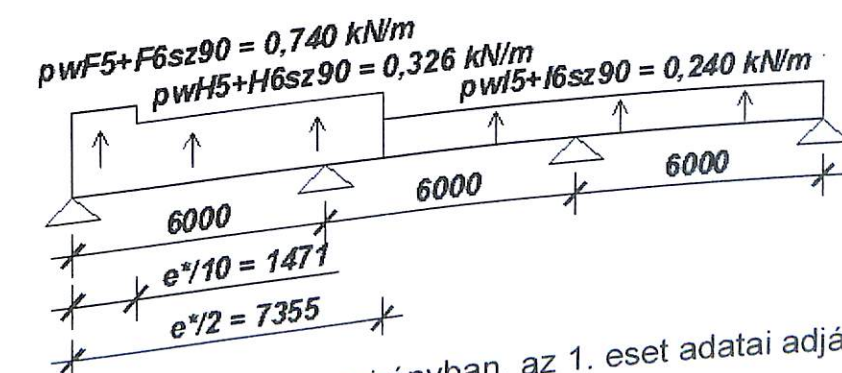
H zóna:

$$p_{wH5+H6,sz}^{90^\circ k} = p_{wH5,sz}^{90^\circ k} + p_{wH6,sz}^{90^\circ k} = (-)0,100 + (-)0,226 = -0,326 \text{ kN/m}$$

I zóna:

$$p_{wl5+l6,sz}^{90^\circ k} = p_{wl5,sz}^{90^\circ k} + p_{wl6,sz}^{90^\circ k} = (-)0,074 + (-)0,166 = -0,240 \text{ kN/m}$$

Szívás



A mértékadó szélterhet hosszirányban, az 1. eset adatai adják!

V.3.) Teherkombinációk Z szelemenre -Tető:V.3.1.) Önsúly + hó + szélnyomás (keresztirányú–külső + belső):1.eset1. SLS

$$p_{qp}^H = p_g^k + p_s^k + \psi_0 \times (p_{wnyH}^{0^k} + p_{wysz}^k) =$$

$$= 0,909 + 2,233 + 0,6 \times (0,027 + (-)0,199) = \mathbf{3,278 \text{ kN/m}}$$

2. ULS

$$p_{Ed}^H = \gamma_G \times p_g^k + \gamma_s \times p_s^k + \psi_0 \times \gamma_w \times (p_{wnyH}^{0^k} + p_{wysz}^k) =$$

$$= 1,35 \times 0,909 + 1,5 \times 2,233 + 0,6 \times 1,5 \times (0,027 + (-)0,199) = \mathbf{4,780 \text{ kN/m}}$$

2.eset1. SLS

$$p_{qp}^{F,G,H} = p_g^k + p_s^k + \psi_0 \times (p_{wnyF,G,H}^{0^k} + p_{wysz}^k) =$$

$$= 0,909 + 2,233 + 0,6 \times (0,019 + (-)0,199) = \mathbf{3,273 \text{ kN/m}}$$

2. ULS

$$p_{Ed}^{F,G,H} = \gamma_G \times p_g^k + \gamma_s \times p_s^k + \psi_0 \times \gamma_w \times (p_{wnyF,G,H}^{0^k} + p_{wysz}^k) =$$

$$= 1,35 \times 0,909 + 1,5 \times 2,233 + 0,6 \times 1,5 \times (0,019 + (-)0,199) = \mathbf{4,773 \text{ kN/m}}$$

V.3.2.) Önsúly + szélszívás (keresztirányú–külső + belső):1.eset3. SLS

$$p_{qp}^H = p_g^k - (p_{wszH}^{0^k} + p_{winy}^k) = 0,909 - ((-)0,359 + 0,133) = \mathbf{0,417 \text{ kN/m}}$$

4. ULS

$$p_{Ed}^H = \gamma_G \times p_g^k - \gamma_w \times (p_{wszH}^{0^k} + p_{winy}^k) =$$

$$= 1,0 \times 0,909 - 1,5 \times ((-)0,359 + 0,133) = \mathbf{0,171 \text{ kN/m}}$$

2.eset3. SLS

$$p_{qp}^F = p_g^k - (p_{wszF}^{0^k} + p_{winy}^k) = 0,909 - ((-)0,695 + 0,133) = \mathbf{0,081 \text{ kN/m}}$$

$$p_{qp}^G = p_g^k - (p_{wszG}^{0^k} + p_{winy}^k) = 0,909 - ((-)0,511 + 0,133) = \mathbf{0,265 \text{ kN/m}}$$

4. ULS

$$p_{Ed}^F = \gamma_G \times p_g^k - \gamma_w \times (p_{wszF}^{0^\circ k} + p_{winy}^k) =$$

$$= 1,0 \times 0,909 - 1,5 \times ((-)0,695 + 0,133) = -0,333 \text{ kN/m}$$

$$p_{Ed}^G = \gamma_G \times p_g^k - \gamma_w \times (p_{wszG}^{0^\circ k} + p_{winy}^k) =$$

$$= 1,0 \times 0,909 - 1,5 \times ((-)0,511 + 0,133) = -0,057 \text{ kN/m}$$

V.3.3.) Önsúly + szélszívás (hosszirányú-külső + belső):5. SLS

$$p_{qp}^{F,G} = p_g^k - (p_{wszF}^{90^\circ k} + p_{winy}^k) = 0,909 - ((-)1,010 + 0,133) = -0,234 \text{ kN/m}$$

$$p_{qp}^H = p_g^k - (p_{wszH}^{90^\circ k} + p_{winy}^k) = 0,909 - ((-)0,452 + 0,133) = 0,324 \text{ kN/m}$$

$$p_{qp}^I = p_g^k - (p_{wszI}^{90^\circ k} + p_{winy}^k) = 0,909 - ((-)0,332 + 0,133) = 0,444 \text{ kN/m}$$

6. ULS

$$p_{Ed}^F = \gamma_G \times p_g^k - \gamma_w \times (p_{wszF}^{90^\circ k} + p_{winy}^k) =$$

$$= 1,0 \times 0,909 - 1,5 \times ((-)1,010 + 0,133) = -0,806 \text{ kN/m}$$

$$p_{Ed}^H = \gamma_G \times p_g^k - \gamma_w \times (p_{wszH}^{90^\circ k} + p_{winy}^k) =$$

$$= 1,0 \times 0,909 - 1,5 \times ((-)0,452 + 0,133) = -0,032 \text{ kN/m}$$

$$p_{Ed}^I = \gamma_G \times p_g^k - \gamma_w \times (p_{wszI}^{90^\circ k} + p_{winy}^k) =$$

$$= 1,0 \times 0,909 - 1,5 \times ((-)0,332 + 0,133) = 0,212 \text{ kN/m}$$

V.3.4.) Rendkívüli hőteher:7. SLS

$$p_{qp} = p_g^k + p_s^k = 0,909 + 2,233 = 3,142 \text{ kN/m}$$

8. ULS

$$p_{Ed}^{F,H} = \gamma_G \times p_g^k + \gamma_s \times p_s^k = 1,0 \times 0,909 + 1,75 \times 2,233 = 4,817 \text{ kN/m}$$

A rendkívüli hőterhet jelen esetben a régi MSZ szerinti biztonsági tényezővel szoroztam, nem pedig az EC szabvány szerint! Ha EC szabvány szerint lenne számolva, akkor irreálisan nagy Z szelemt kellene alkalmazni azért, hogy megfeleljen teherbírásra!

A mértékadó terhet az önsúly + hó + szélnyomás (keresztirányú-külső + belső) 1. eset adja!

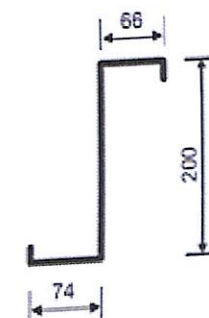
V.4.) Z szelemen - Tető méretezése DimRoof programmal:

V.4.1.) Önsúly + hó + szélnyomás (keresztirányú-külső + belső):

1.eset

Szerkezeti beállítások									
Szelvény	Z 200	Statikai rendszer	Átfedésses Standard	Oldalsó támasz	Felső öv	Lemez	Szelvény	Vastagság	Csavar
Elhelyezés	Átfedés	Gyártó	Magyarország	Mindkét öv	LTP 45	0,6	Típus	4,8	4,8
							Táv	Minden második völgyben	Támasz

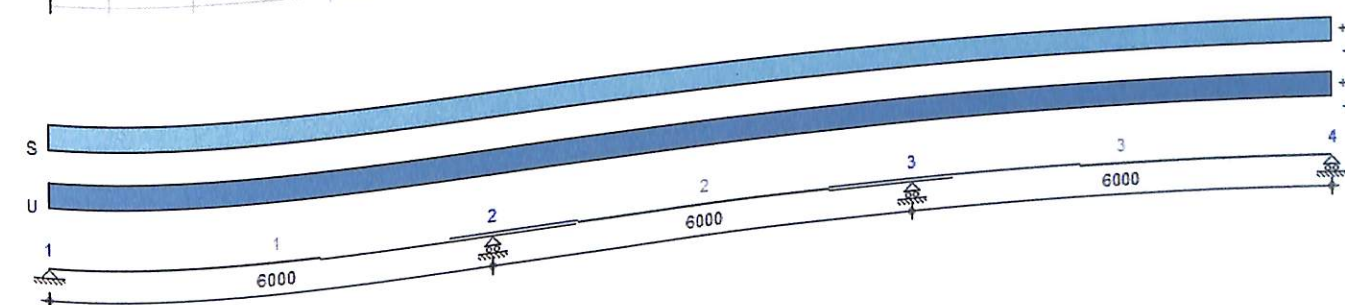
Geometria								
Támaszok						Nyílások		
No.	Pozíció [mm]	Típus	Széless. [mm]	L1 [mm]	L2 [mm]	No.	Méret [mm]	Vtg.1 [mm]
Alapértékek			100				6000	2,5
1	0	H	100	-	-	1	6000	2,5
2	6000	O	100	600	1200	2	6000	2,5
3	12000	O	100	1200	600	3	6000	2,5
4	18000	H	100	-	-			



Lehajlás-számítás paraméterei			
Határ Nyílás	L / 200	Határ Konzol	L / 150
		Lehaj. típus	Maximális

Terhek							
No.	Típus	Kezdőp.	Végp.	Kezdőint. [kN/m]	Végint.	Széless.	ULS
1	U			4,78			ULS
2	U			3,28			SLS

Eredmények			
ULS	92%	SLS	73%

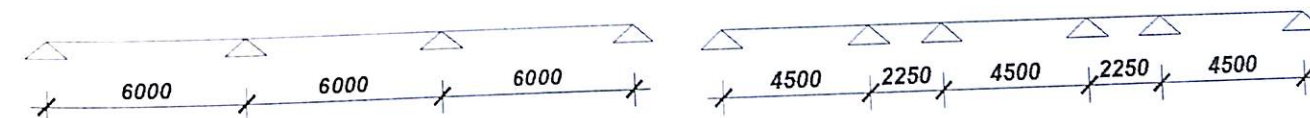


ULS = 92%; SLS = 73% < 100% → megfelelő!

Tehát az alkalmazott Z szelemen: Z200/2,5

VI.) Z szelemen méretezése - Fal:

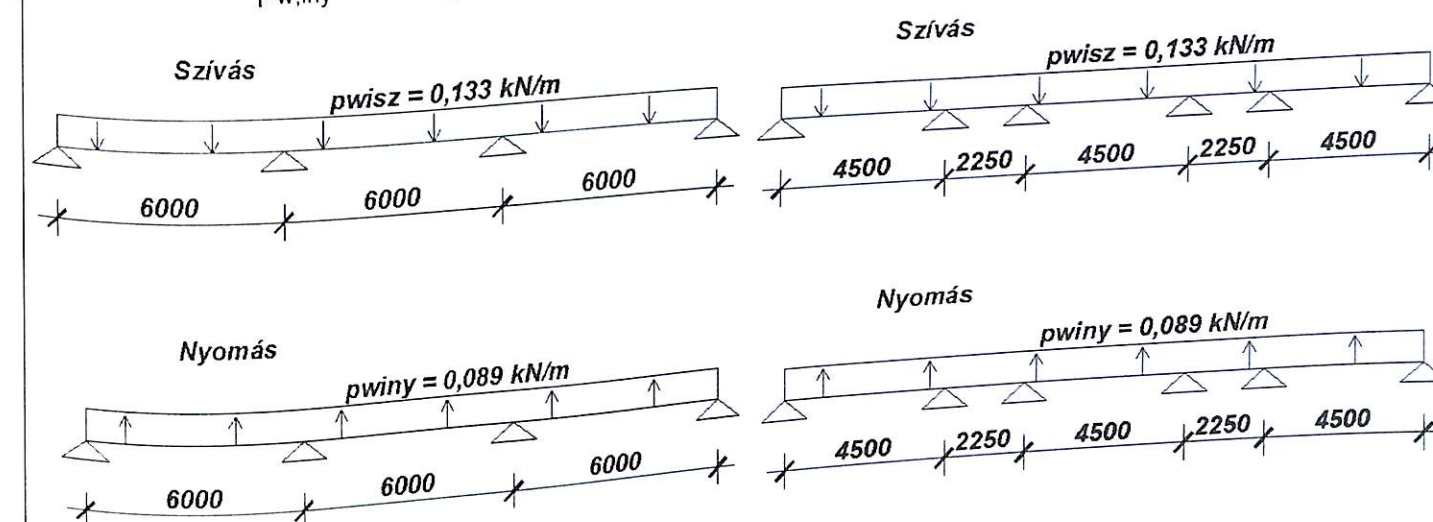
LTP200/2,5

VI.1.) Statikai váz: $t = 1,5 \text{ fm}$ Keresztirány:Hosszirány:VI.2.) Terhek:VI.2.1.) Szélteher: $\gamma_w = 1,5$ $\psi_0 = 0,6$ VI.2.1.1.) Szélteher belső nyomás - szívás:

$$C_{pi,ny} = +0,2 \quad C_{pi,sz} = -0,3 \quad t = 1,5 \text{ fm} \quad q_p = 0,2955 \text{ kN/m}^2$$

$$p_{w,isz}^k = t \times q_p \times C_{pi,sz} = 1,5 \times 0,2955 \times (-0,3) = -0,133 \text{ kN/m}$$

$$p_{w,iny}^k = t \times q_p \times C_{pi,ny} = 1,5 \times 0,2955 \times 0,2 = 0,089 \text{ kN/m}$$

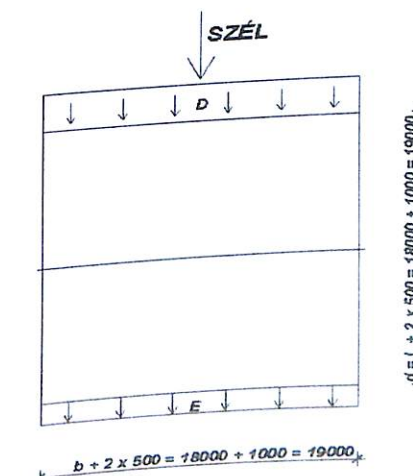
VI.2.1.2.) Szélteher keresztirányú-külső: $C_{pe,10}$

$$p_w^{0^k} = t \times W = t \times (q_p \times C_{pe,1})$$

$$q_p = 0,2955 \text{ kN/m}^2$$

$$t = 1,5 \text{ fm}$$

$$h/d = 7,105/19,0 = 0,374$$



D zóna:

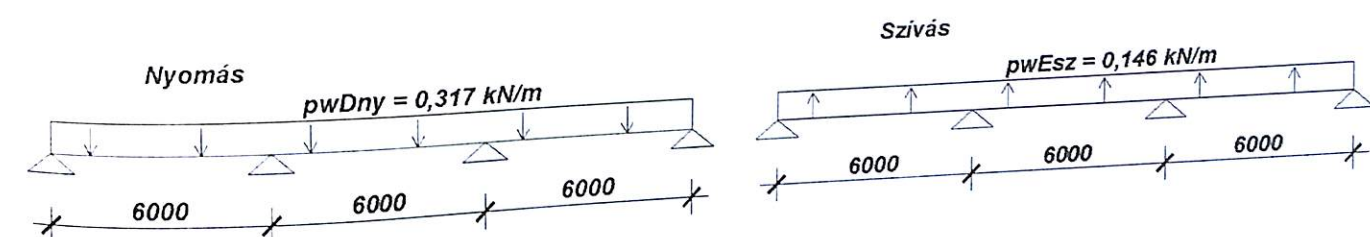
$$\begin{array}{l} \text{Nyomás:} \quad +0,8 \rightarrow C_{pe,ny}^D = +0,716 \rightarrow \text{interpolálva} \\ \quad \quad \quad +0,7 \end{array}$$

E zóna:

$$\begin{array}{l} \text{Szívás:} \quad -0,5 \rightarrow C_{pe,sz}^E = -0,33 \rightarrow \text{interpolálva} \\ \quad \quad \quad -0,3 \end{array}$$

$$p_{wD,ny}^{0^\circ k} = t \times W = t \times (q_p \times C_{peD}) = 1,5 \times 0,2955 \times 0,716 = \mathbf{0,317 \text{ kN/m}}$$

$$p_{wE,sz}^{0^\circ k} = t \times W = t \times (q_p \times C_{peE}) = 1,5 \times 0,2955 \times (-)0,33 = \mathbf{-0,146 \text{ kN/m}}$$

VI.2.1.3.) Szélteher hosszirányú-külső: $C_{pe,10}$ $e < d$ esetén

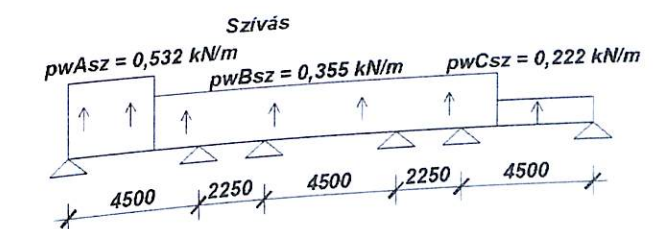
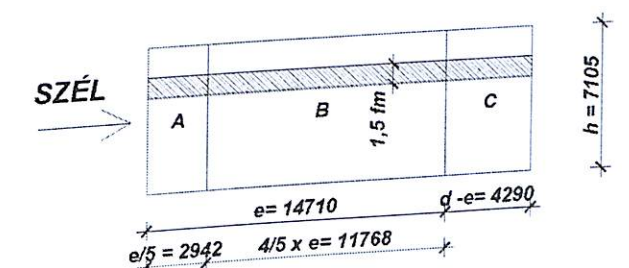
$$14,71 \text{ m} < 19,00 \text{ m}$$

$$h/d = 7,105/19,0 = 0,37$$

$$\text{A zóna:} \quad C_{pe,sz}^A = -1,2$$

$$\text{B zóna:} \quad C_{pe,sz}^B = -0,8$$

$$\text{C zóna:} \quad C_{pe,sz}^C = -0,5$$



$$p_{wA,sz}^{90^\circ k} = t \times W = t \times (q_p \times C_{peA}) = 1,5 \times 0,2955 \times (-)1,2 = \mathbf{-0,532 \text{ kN/m}}$$

$$p_{wB,sz}^{90^\circ k} = t \times W = t \times (q_p \times C_{peB}) = 1,5 \times 0,2955 \times (-)0,8 = \mathbf{-0,355 \text{ kN/m}}$$

$$p_{wC,sz}^{90^\circ k} = t \times W = t \times (q_p \times C_{peC}) = 1,5 \times 0,2955 \times (-)0,5 = \mathbf{-0,222 \text{ kN/m}}$$

Mivel ennek a csarnoképületnek mindkét irányban megegyezik a mérete 19,0-19,0 m. Tehát négyzet alaprajzú. Ezért ha a szél a másik irányból fúj, abban az esetben a terhek ugyan ezek lesznek, csak a támaszok kiosztása változik 6,0 m-re. De ez a teherkombináció számításába nem szól bele.

VI.3.) Teherkombinációk Z szelemenre - Fal:

VI.3.1.) Szélnyomás (keresztirányú-külső + belső):

1. SLS

$$p_{qp}^D = (p_{wnyD}^{0^{\circ}k} + p_{wsz}^k) = (0,317 + (-)0,133) = 0,450 \text{ kN/m}$$

2. ULS

$$p_{Ed}^D = \gamma_w \times (p_{wnyD}^{0^{\circ}k} + p_{wsz}^k) = 1,5 \times (0,317 + (-)0,133) = 0,675 \text{ kN/m}$$

VI.3.2.) Szélszívás (keresztirányú-külső + belső):

3. SLS

$$p_{qp}^E = (p_{wszE}^{0^{\circ}k} + p_{winy}^k) = ((-)0,146 + 0,089) = -0,235 \text{ kN/m}$$

4. ULS

$$p_{Ed}^E = \gamma_w \times (p_{wszE}^{0^{\circ}k} + p_{winy}^k) = 1,5 \times ((-)0,146 + 0,089) = -0,353 \text{ kN/m}$$

VI.3.3.) Szélszívás (hosszirányú-külső + belső):

5. SLS

$$p_{qp}^A = (p_{wszA}^{90^{\circ}k} + p_{winy}^k) = ((-)0,532 + 0,089) = -0,621 \text{ kN/m}$$

$$p_{qp}^B = (p_{wszB}^{90^{\circ}k} + p_{winy}^k) = ((-)0,355 + 0,089) = -0,444 \text{ kN/m}$$

$$p_{qp}^C = (p_{wszC}^{90^{\circ}k} + p_{winy}^k) = ((-)0,222 + 0,089) = -0,311 \text{ kN/m}$$

6. ULS

$$p_{Ed}^A = \gamma_w \times (p_{wszA}^{90^{\circ}k} + p_{winy}^k) = 1,5 \times ((-)0,532 + 0,089) = -0,932 \text{ kN/m}$$

$$p_{Ed}^B = \gamma_w \times (p_{wszB}^{90^{\circ}k} + p_{winy}^k) = 1,5 \times ((-)0,355 + 0,089) = -0,666 \text{ kN/m}$$

$$p_{Ed}^C = \gamma_w \times (p_{wszC}^{90^{\circ}k} + p_{winy}^k) = 1,5 \times ((-)0,222 + 0,089) = -0,467 \text{ kN/m}$$

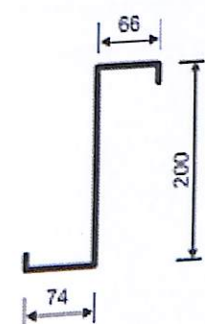
A mértékadó terhet a szélszívás (hosszirányú-külső + belső) adja!
Ezt a mértékadó terhet a 6,0 m-es támasz kiosztásra fogom tenni, mert ez fogja a nagyobb ULS, SLS (%-os) értékeket (kihasználtságot) adni!

VI.4.) Z szelemen - Fal méretezése DimRoof programmal:

VI.4.1.) Szélszívás (hosszirányú-külső + belső):

Szerkezeti beállítások									
Szevény	Z 200	Státikai rendszer	Átfedésses Standard	Oldalsó támasz	Felső öv	Lemez	Szevény	Vastagság	0,6
Elhelyezés	Átfedés	Gyártó	Magyarország	Oldalsó támasz	Mindkét öv	Csavar	Lemez	Átfedés	Támasz
						Típus	4,8	4,8	5,5
						Táv	Minden második völgyben		

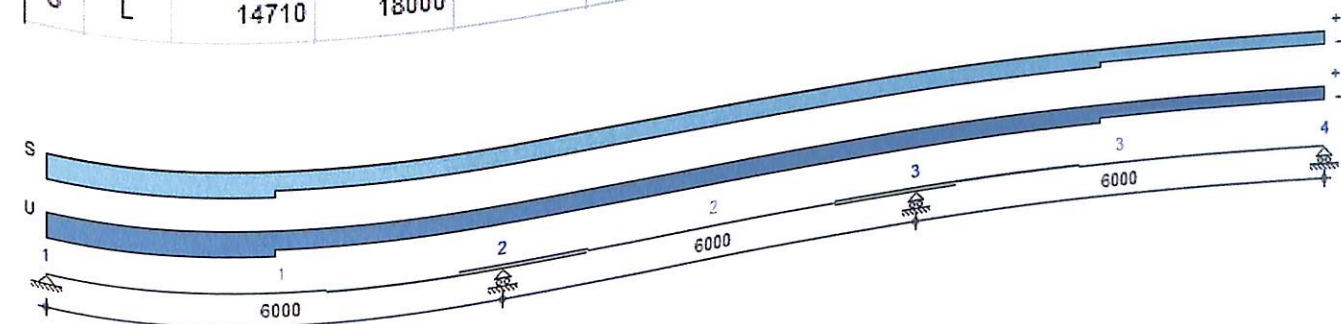
Geometria									
Támaszok						Nyílások			
No.	Pozíció [mm]	Típus	Széless. [mm]	L1 [mm]	L2 [mm]	No.	Méret [mm]	Vtg.1 [mm]	
Alapértékek			100				6000	1,0	
1	0	H	100	-	-	1	6000	1,0	
2	6000	O	100	600	1200	2	6000	1,0	
3	12000	O	100	1200	600	3	6000	1,0	
4	18000	H	100	-	-				



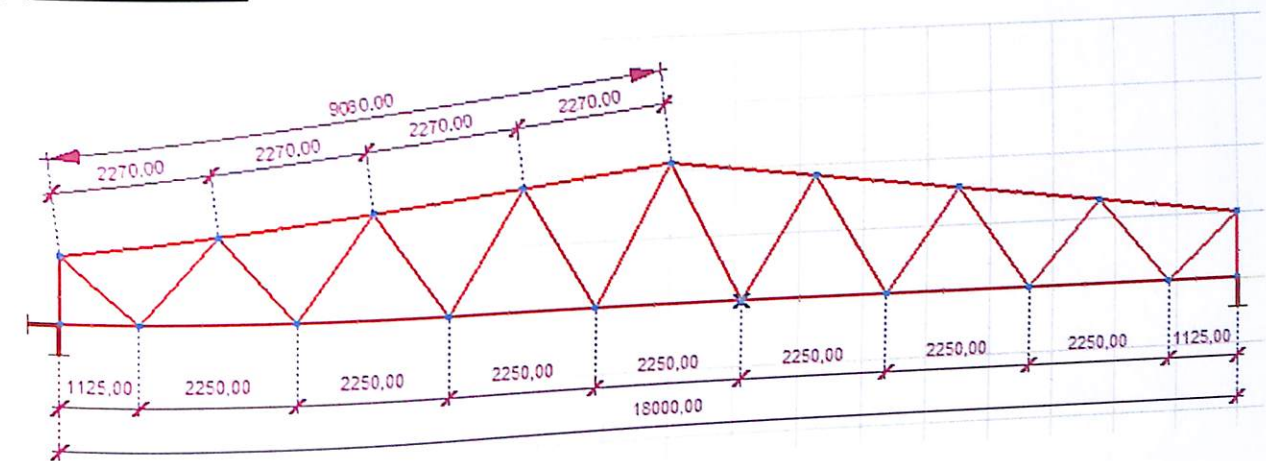
Lehajlás-számítás paraméterei			
Határ Nyílás	L / 200	Határ Konzol	L / 150
		Lehaj. típus	Maximális

Terhek							ULS	SLS
No.	Típus	Kezdőp. [mm]	Végp. [mm]	Kezdőint. [kN/m]	Végint. [kN/m]	Széless.		
1	L	0	2942	-0,93	-0,93		ULS	
2	L	2942	14710	-0,67	-0,67		ULS	
3	L	14710	18000	-0,47	-0,47		SLS	
4	L	0	2942	-0,62	-0,62		SLS	
5	L	2942	14710	-0,44	-0,44		SLS	
6	L	14710	18000	-0,31	-0,31		SLS	

Eredmények			
ULS	81%	SLS	40%



ULS = 81%; SLS = 40% < 100% → megfelelt
Tehát az alkalmazott Z szelemen: Z200/1,0

VII.) Rácsos tartó méretezése:VII.1.) Statikai váz: A 2. keretállást vizsgálom!VII.2.) Anyagminőség:

S235

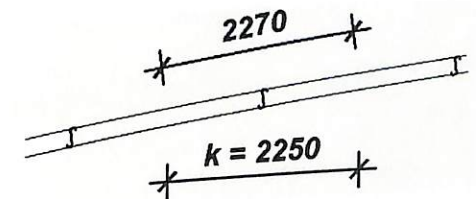
VII.3.) Keresztmetszet:

Rácsos tartó: RHS

VII.4.) Terhek:VII.4.1.) Állandó terhek:

$$\gamma_G = 1,35 \quad k = 2,250 \text{ m} \quad t = 6,0 \text{ m}$$

$$T = k \times t = 2,250 \times 6,0 = 13,50 \text{ m}^2$$



$$P_{rt}^k = T \times \Sigma q + t \times g_z = 13,50 \times 0,375 + 6,0 \times 0,0724 = 5,50 \text{ kN}$$

VII.4.2.) Állandó jellegű hasznos teher:

$$\gamma_{gép} = 1,35 \quad T = 13,50 \text{ m}^2$$

$$G_{gép}^k = T \times q_{gép}^k = 13,50 \times 0,45 = 6,08 \text{ kN}$$

VII.4.3.) Hóteher:

$$\gamma_s = 1,5$$

$$\psi_0 = 0,5$$

$$T = 13,50 \text{ m}^2$$

$$P_s^k = T \times s^k = 13,50 \times 1,0 = 13,50 \text{ kN}$$

VII.4.4.) Szélteher:

$\gamma_w = 1,5$

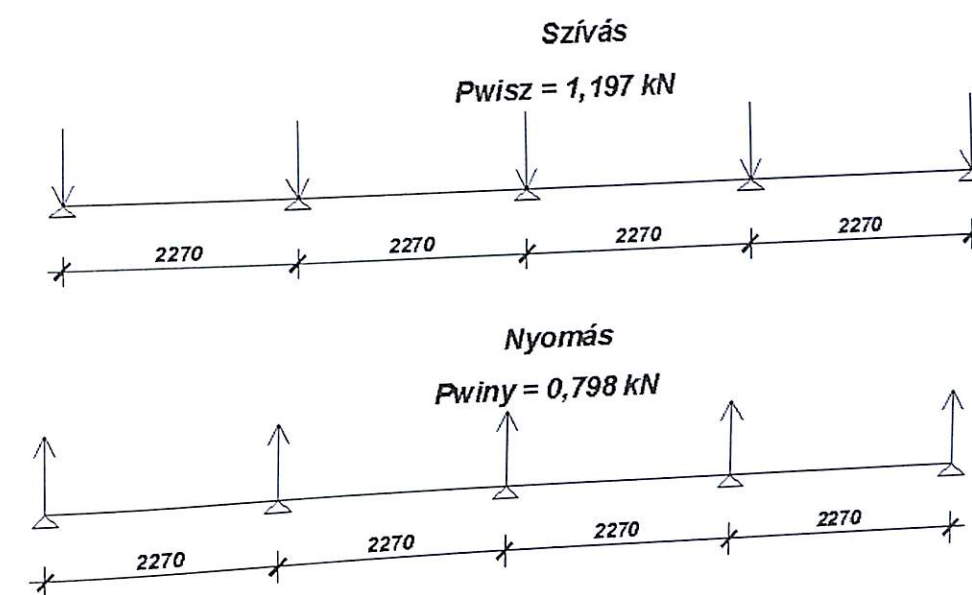
$\psi_0 = 0,6$

VII.4.4.1.) Szélteher belső nyomás - szívás:

$$C_{pi,ny} = +0,2 \quad C_{pi,sz} = -0,3 \quad T = 13,50 \text{ m}^2 \quad q_p = 0,2955 \text{ kN/m}^2$$

$$P_{w,isz}^k = T \times q_p \times C_{pi,sz} = 13,50 \times 0,2955 \times (-)0,3 = -1,197 \text{ kN}$$

$$P_{w,iny}^k = T \times q_p \times C_{pi,ny} = 13,50 \times 0,2955 \times 0,2 = 0,798 \text{ kN}$$

VII.4.4.2.) Szélteher keresztirányú-külső: $C_{pe,10}$

A 2. keretálláson vizsgálom a szelemen és keretállás csomópontjait!

$$P_w^{0^k} = T \times W = T \times (q_p \times C_{pe,10})$$

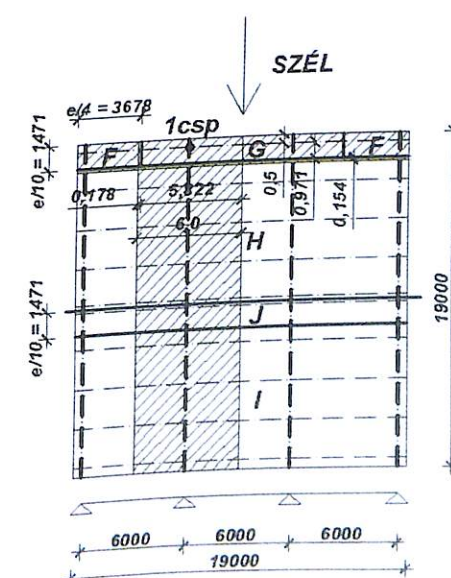
$$q_p = 0,2955 \text{ kN/m}^2 \quad T = k \times t$$

1. csomópont:

$$T_{F1} = 0,5 \times 0,178 + 0,971 \times 0,178 = 0,262 \text{ m}^2$$

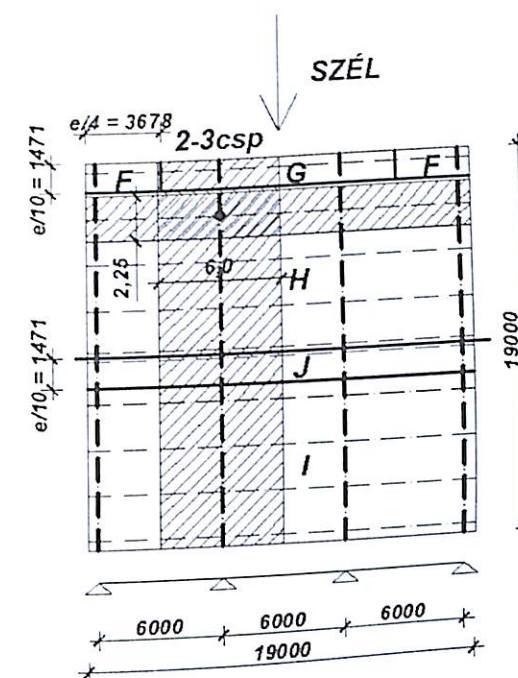
$$T_{G1} = 0,5 \times 5,822 + 0,971 \times 5,822 = 8,564 \text{ m}^2$$

$$T_{H1} = 0,154 \times 6,0 = 0,924 \text{ m}^2$$

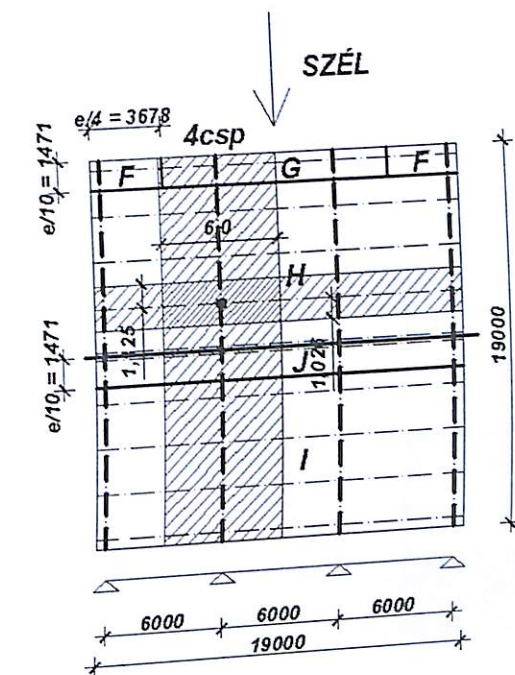


2-3.csomópont:

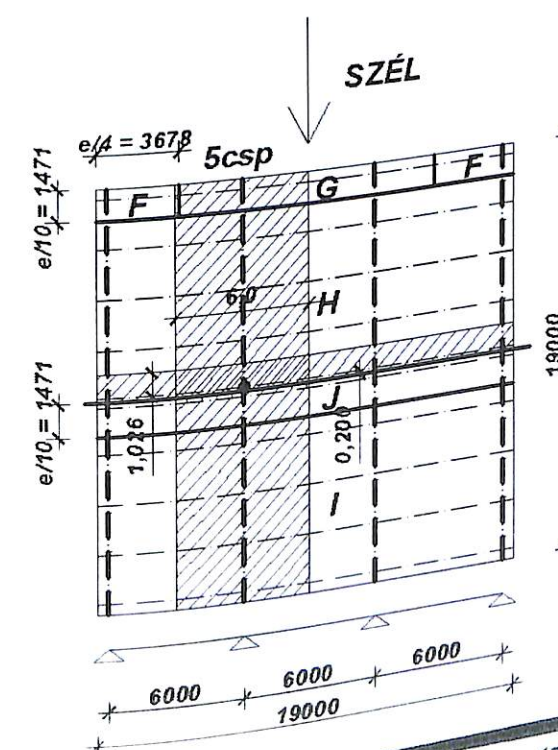
$$T_{H2-3} = 2,25 \times 6,0 = 13,500 \text{ m}^2$$

4.csomópont:

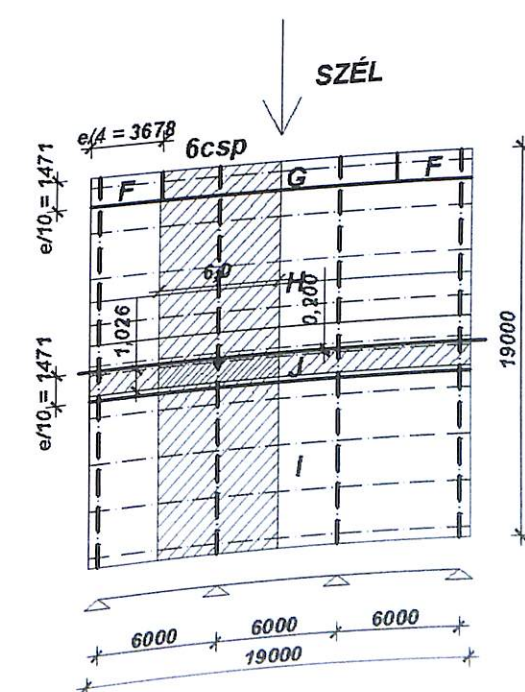
$$T_{H4} = 1,125 \times 6,0 + 1,026 \times 6,0 = 12,906 \text{ m}^2$$

5.csomópont:

$$T_{H5} = 1,026 \times 6,0 + 0,200 \times 6,0 = 7,356 \text{ m}^2$$

6.csomópont:

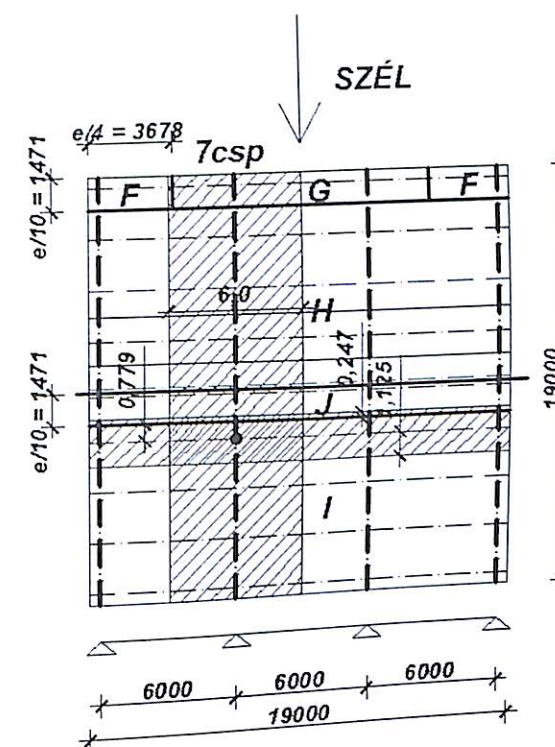
$$T_{J6} = 1,026 \times 6,0 + 0,200 \times 6,0 = 7,356 \text{ m}^2$$



7.csomópont:

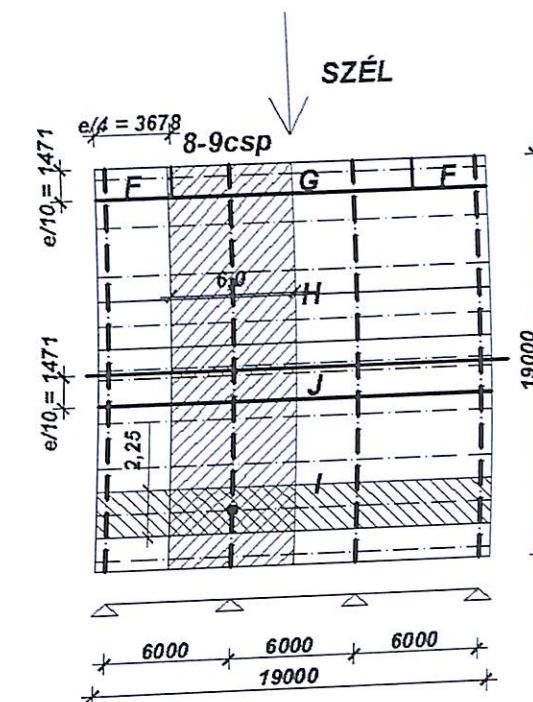
$$T_{J7} = 0,247 \times 6,0 = 1,482 \text{ m}^2$$

$$T_{I7} = 0,779 \times 6,0 + 1,125 \times 6,0 = 11,424 \text{ m}^2$$



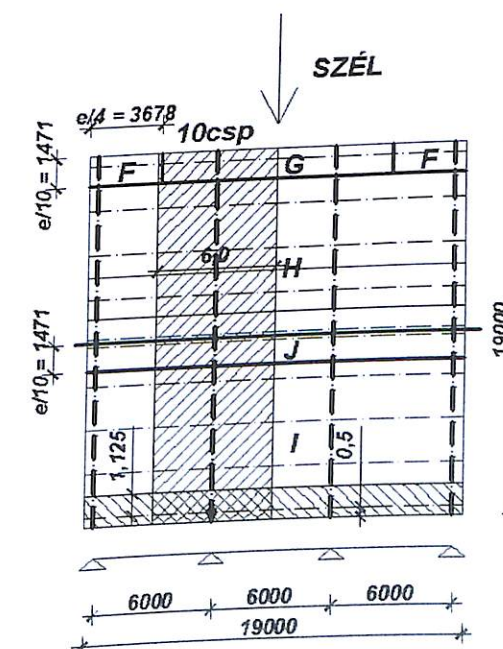
8-9.csomópont:

$$T_{I8-9} = 2,250 \times 6,0 = 13,500 \text{ m}^2$$



10.csomópont:

$$T_{I10} = 1,125 \times 6,0 + 0,5 \times 6,0 = 9,750 \text{ m}^2$$



F zóna:

$$\begin{aligned} & -1,7 \rightarrow C_{pe,sz}^F = -1,54 \rightarrow \text{interpolálva} \\ & \text{Szívás: } -0,9 \end{aligned}$$

Nyomás: 0,0 → $C_{pe,ny}^F = 0,04$ → interpolálva
+0,2

G zóna:

Szívás: -1,2 → $C_{pe,sz}^G = -1,12$ → interpolálva
-0,8

Nyomás: 0,0 → $C_{pe,ny}^G = 0,04$ → interpolálva
+0,2

H zóna:

Szívás: -0,6 → $C_{pe,sz}^H = -0,54$ → interpolálva
-0,3

Nyomás: 0,0 → $C_{pe,ny}^H = 0,04$ → interpolálva
+0,2

J zóna:

Szívás: +0,2 → $C_{pe,10,sz1}^J = -0,04$ → interpolálva
-1,0

Szívás: -0,6 → $C_{pe,10,sz2}^J = -0,48$ → interpolálva
0,0

I zóna:

$$\begin{array}{l} \text{Szívás:} \quad -0,6 \rightarrow C_{pe,sz}^I = -0,56 \rightarrow \text{interpolálva} \\ \quad \quad \quad -0,4 \end{array}$$

$$\begin{array}{l} \text{Szívás:} \quad -0,6 \rightarrow C_{pe,ny}^I = -0,48 \rightarrow \text{interpolálva} \\ \quad \quad \quad 0,0 \end{array}$$

$$\begin{aligned} P_{w,e,sz}^{1csp, 0^\circ k} &= T_{F1} \times (q_p \times C_{pe,10,sz}^F) + T_{G1} \times (q_p \times C_{pe,10,sz}^G) + \\ &\quad + T_{H1} \times (q_p \times C_{pe,10,sz}^H) = \\ &= 0,262 \times (0,2955 \times (-)1,54) + 8,564 \times (0,2955 \times (-)1,12) + \\ &\quad + 0,924 \times (0,2955 \times (-)0,54) = \mathbf{-3,699 \text{ kN}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_{w,e,ny}^{1csp, 0^\circ k} &= T_{F1} \times (q_p \times C_{pe,10,ny}^F) + T_{G1} \times (q_p \times C_{pe,10,ny}^G) + \\ &\quad + T_{H1} \times (q_p \times C_{pe,10,ny}^H) = \\ &= 0,262 \times (0,2955 \times 0,04) + 8,564 \times (0,2955 \times 0,04) + \\ &\quad + 0,924 \times (0,2955 \times 0,04) = \mathbf{0,115 \text{ kN}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_{w,e,sz}^{2-3csp, 0^\circ k} &= T_{H2-3} \times (q_p \times C_{pe,10,sz}^H) = \\ &= 13,50 \times (0,2955 \times (-)1,12) = \mathbf{-4,468 \text{ kN}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_{w,e,ny}^{2-3csp, 0^\circ k} &= T_{H2-3} \times (q_p \times C_{pe,10,ny}^H) = \\ &= 13,50 \times (0,2955 \times 0,04) = \mathbf{0,160 \text{ kN}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_{w,e,sz}^{4csp, 0^\circ k} &= T_{H4} \times (q_p \times C_{pe,10,sz}^H) = \\ &= 12,906 \times (0,2955 \times (-)1,12) = \mathbf{-4,271 \text{ kN}} \end{aligned}$$

$$P_{w,e,ny}^{4csp, 0^{\circ}k} = T_{H4} \times (q_p \times C_{pe,10,ny}^{H_1}) =$$

$$= 12,906 \times (0,2955 \times 0,04) = \mathbf{0,153 \text{ kN}}$$

$$P_{w,e,sz}^{5csp, 0^{\circ}k} = T_{H5} \times (q_p \times C_{pe,10,sz}^{H_1}) =$$

$$= 7,356 \times (0,2955 \times (-)1,12) = \mathbf{-2,435 \text{ kN}}$$

$$P_{w,e,ny}^{5csp, 0^{\circ}k} = T_{H5} \times (q_p \times C_{pe,10,ny}^{H_1}) =$$

$$= 7,356 \times (0,2955 \times 0,04) = \mathbf{0,087 \text{ kN}}$$

$$P_{w,e,ny}^{6csp, 0^{\circ}k} = T_{J6} \times (q_p \times C_{pe,10,ny}^{J_1}) =$$

$$= 7,356 \times (0,2955 \times (-)0,04) = \mathbf{-0,087 \text{ kN}}$$

$$P_{w,e,sz}^{6csp, 0^{\circ}k} = T_{J6} \times (q_p \times C_{pe,10,sz}^{J_1}) =$$

$$= 7,356 \times (0,2955 \times (-)0,48) = \mathbf{-1,043 \text{ kN}}$$

$$P_{w,e,sz}^{7csp, 0^{\circ}k} = T_{J7} \times (q_p \times C_{pe,10,ny}^{J_1}) + T_{I7} \times (q_p \times C_{pe,10,sz}^{J_1}) =$$

$$= 1,482 \times (0,2955 \times (-)0,04) + 11,424 \times (0,2955 \times (-)0,56) +$$

$$= \mathbf{-1,908 \text{ kN}}$$

$$P_{w,e,sz}^{7csp, 0^{\circ}k} = T_{J7} \times (q_p \times C_{pe,10,sz}^{J_1}) + T_{I7} \times (q_p \times C_{pe,10,sz}^{J_1}) =$$

$$= 1,482 \times (0,2955 \times (-)0,48) + 11,424 \times (0,2955 \times (-)0,48) +$$

$$= \mathbf{-1,831 \text{ kN}}$$

$$P_{w,e,sz}^{8-9csp, 0^\circ k} = T_{l8-9} \times (q_p \times C_{pe,10,sz}^I) =$$

$$= 13,50 \times (0,2955 \times (-)0,56) = -2,234 \text{ kN}$$

$$P_{w,e,sz}^{8-9csp, 0^\circ k} = T_{l8-9} \times (q_p \times C_{pe,10,sz}^I) =$$

$$= 13,50 \times (0,2955 \times (-)0,48) = -1,915 \text{ kN}$$

$$P_{w,e,sz}^{10csp, 0^\circ k} = T_{l10} \times (q_p \times C_{pe,10,sz}^I) =$$

$$= 9,75 \times (0,2955 \times (-)0,56) = -1,613 \text{ kN}$$

$$P_{w,e,sz}^{10csp, 0^\circ k} = T_{l10} \times (q_p \times C_{pe,10,sz}^I) =$$

$$= 9,75 \times (0,2955 \times (-)0,48) = -1,383 \text{ kN}$$

VII.4.4.3.) Szélteher hosszirányú-külső: $C_{pe,10}$

A 2. keretálláson vizsgálom a szelemen és keretállás csomópontjait!

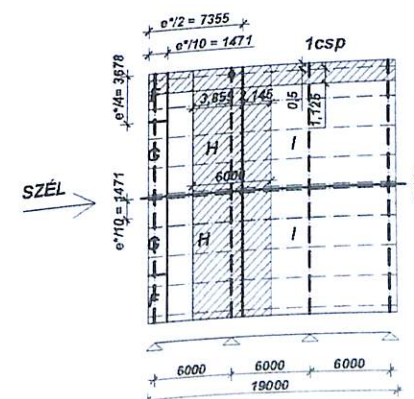
$$P_w^{90^\circ k} = T \times W = T \times (q_p \times C_{pe,10})$$

$$q_p = 0,2955 \text{ kN/m}^2 \quad T = k \times t$$

1. csomópont:

$$T_{H1} = 0,5 \times 3,855 + 1,125 \times 3,855 = 6,264 \text{ m}^2$$

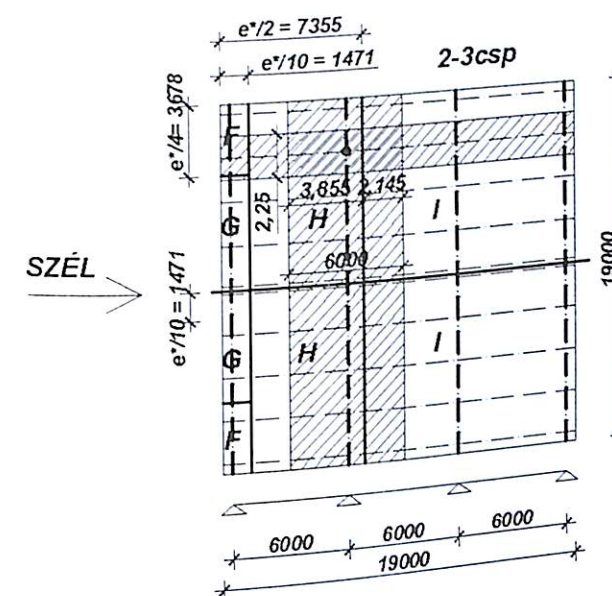
$$T_{I1} = 0,5 \times 2,145 + 1,125 \times 2,145 = 3,486 \text{ m}^2$$



2-3. csomópont:

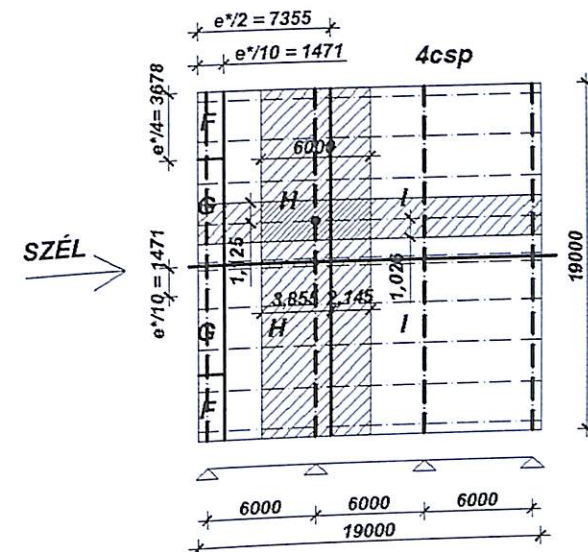
$$T_{H2-3} = 2,25 \times 3,855 = 8,674 \text{ m}^2$$

$$T_{I2-3} = 2,25 \times 2,145 = 4,826 \text{ m}^2$$

4. csomópont:

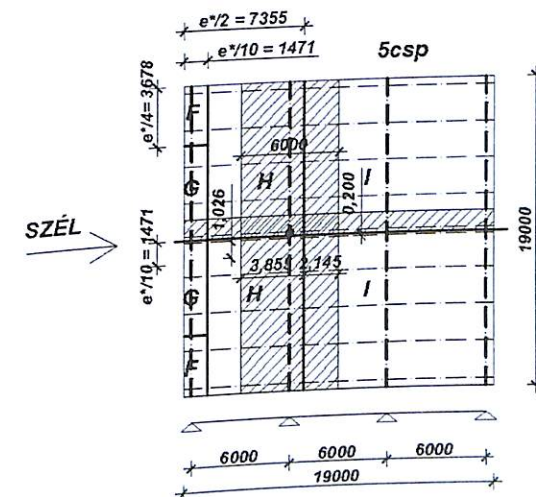
$$T_{H4} = 1,125 \times 3,855 + 1,026 \times 3,855 = 8,292 \text{ m}^2$$

$$T_{I4} = 1,125 \times 2,145 + 1,026 \times 2,145 = 4,614 \text{ m}^2$$

5. csomópont:

$$T_{H5} = 1,125 \times 3,855 + 1,026 \times 3,855 = 4,726 \text{ m}^2$$

$$T_{I5} = 1,125 \times 2,145 + 1,026 \times 2,145 = 2,630 \text{ m}^2$$



Mivel a gerincre nézve szimmetrikus az egész tetőszerkezet. Így az értékek is megegyeznek! Mintha a tükörképe lenne!

6.csp = 5.csp	$T_{H5} = 4,726 \text{ m}^2$	$T_{I5} = 2,630 \text{ m}^2$
7.csp = 4.csp	$T_{H7} = 8,292 \text{ m}^2$	$T_{I7} = 4,614 \text{ m}^2$
8-9.csp = 2-3.csp	$T_{H2-3} = 8,674 \text{ m}^2$	$T_{I2-3} = 4,826 \text{ m}^2$
10.csp = 1.csp	$T_{H1} = 6,264 \text{ m}^2$	$T_{I1} = 3,486 \text{ m}^2$

H zóna:

$$\begin{array}{l} \text{Szívás:} \quad -0,7 \rightarrow C_{pe,sz}^H = -0,68 \rightarrow \text{interpolálva} \\ \quad \quad \quad -0,6 \end{array}$$

I zóna:

$$\begin{array}{l} \text{Szívás:} \quad -0,5 \rightarrow C_{pe,sz}^I = -0,50 \\ \quad \quad \quad -0,5 \end{array}$$

$$\begin{aligned} P_{w,e,sz}^{1csp, 90^\circ k} &= T_{H1} \times (q_p \times C_{pe,10,sz}^H) + T_{I1} \times (q_p \times C_{pe,10,sz}^I) = \\ &= 6,264 \times (0,2955 \times (-)0,68) + 3,486 \times (0,2955 \times (-)0,50) = \\ &= \mathbf{-1,774 \text{ kN}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_{w,e,sz}^{2-3csp, 90^\circ k} &= T_{H2} \times (q_p \times C_{pe,10,sz}^H) + T_{I2} \times (q_p \times C_{pe,10,sz}^I) = \\ &= 8,674 \times (0,2955 \times (-)0,68) + 4,826 \times (0,2955 \times (-)0,50) = \\ &= \mathbf{-2,456 \text{ kN}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_{w,e,sz}^{4csp, 90^\circ k} &= T_{H4} \times (q_p \times C_{pe,10,sz}^H) + T_{I4} \times (q_p \times C_{pe,10,sz}^I) = \\ &= 8,292 \times (0,2955 \times (-)0,68) + 4,614 \times (0,2955 \times (-)0,50) = \\ &= \mathbf{-2,348 \text{ kN}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_{w,e,sz}^{5csp, 90^\circ k} &= T_{H5} \times (q_p \times C_{pe,10,sz}^H) + T_{I5} \times (q_p \times C_{pe,10,sz}^I) = \\ &= 4,726 \times (0,2955 \times (-)0,68) + 2,630 \times (0,2955 \times (-)0,50) = \\ &= \mathbf{-1,338 \text{ kN}} \end{aligned}$$

Mivel a gerince nézve szimmetrikus az egész tetőszerkezet. Így az értékek is megegyeznek! Mintha a tükörképe lenné!

$$P_{w,e,sz}^{6csp, 90^\circ k} = P_{w,e,sz}^{5csp, 90^\circ k} = \mathbf{-1,338 \text{ kN}}$$

$$P_{w,e,sz}^{7csp, 90^\circ k} = P_{w,e,sz}^{4csp, 90^\circ k} = \mathbf{-2,348 \text{ kN}}$$

$$P_{w,e,sz}^{8-9csp, 90^\circ k} = P_{w,e,sz}^{2-3csp, 90^\circ k} = \mathbf{-2,456 \text{ kN}}$$

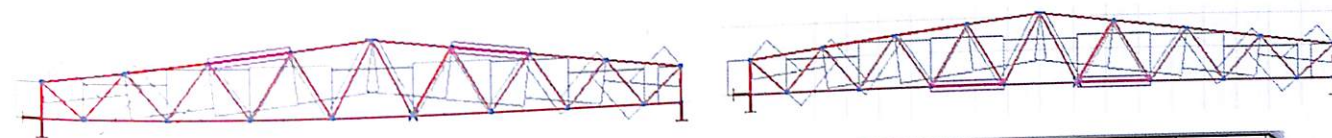
$$P_{w,e,sz}^{10csp, 90^\circ k} = P_{w,e,sz}^{1csp, 90^\circ k} = \mathbf{-1,774 \text{ kN}}$$

VII.5.) Teherkombinációk rácsos tartóra:

A terheket bevitettem az AxisVM12 nevű programba és ott határoztam meg a teherkombinációkat!

Név	Típus	Onsúly	Állandó teher	Gépészet	Hő TÖTÁL	Hő FÉL TÖTÁL 1	Hő FÉL TÖTÁL 2	Hő RENDKÖVÜL	Szél KK1	Szél KK1 szm	Szél KK2	Szél KK2 szm	Szél HK3	Szél BNY	Szél BSZ
1	Tx	SLS	1,00	1,00	1,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	Tx	ULS	1,35	1,35	1,35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	Tx	SLS	1,00	1,00	1,00	1,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	Tx	ULS	1,35	1,35	1,35	1,50	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	Tx	SLS	1,00	1,00	1,00	0	1,00	0	0	0	0	0	0	0	0
6	Tx	ULS	1,35	1,35	1,35	0	1,50	0	0	0	0	0	0	0	0
7	Tx	SLS	1,00	1,00	0	0	0	2,00	0	0	0	0	0	0	0,60
8	Tx	ULS	1,00	1,00	0	0	0	0	0,60	0	0	0	0	0	0,90
9	Tx	SLS	1,00	1,00	1,00	0	0	0	0,90	0	0	0	0	0	0,60
10	Tx	ULS	1,35	1,35	1,35	0	0	0	0	0	0,60	0	0	0	0,90
11	Tx	SLS	1,00	1,00	1,00	0	0	0	0	0	0,90	0	0	0	0,60
12	Tx	ULS	1,35	1,35	1,35	0	0	0	0	0	0	0	0,60	0	0,90
13	Tx	SLS	1,00	1,00	1,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0,60	0
14	Tx	ULS	1,35	1,35	1,35	0	0	0	0,60	0	0	0	0	0	0,90
15	Tx	SLS	1,00	1,00	1,00	0	0	0	0,90	0	0	0	0	0	0,60
16	Tx	ULS	1,35	1,35	1,35	0	0	0	0	0	0,60	0	0	0	0,90
17	Tx	SLS	1,00	1,00	1,00	0	0	0	0	0	0	0	0,60	0	0,90
18	Tx	ULS	1,35	1,35	1,35	0	0	0	0	0	0	0	0	0,60	0,90
19	Tx	SLS	1,00	1,00	1,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,60
20	Tx	ULS	1,35	1,35	1,35	0	0	0	0,60	0	0	0	0	0	0,90
21	Tx	SLS	1,00	1,00	1,00	1,00	0	0	0,90	0	0,60	0	0	0	0,60
22	Tx	ULS	1,35	1,35	1,35	1,50	0	0	0	0	0,90	0	0	0	0,90
23	Tx	SLS	1,00	1,00	1,00	0	0	0	0	0	0	0	0,60	0	0,60
24	Tx	ULS	1,35	1,35	1,35	1,00	0	0	0	0	0	0	0	0,60	0
25	Tx	SLS	1,00	1,00	1,00	1,50	0	0	0,60	0	0	0	0	0	0,90
26	Tx	ULS	1,35	1,35	1,35	1,00	0	0	0,90	0	0,60	0	0	0	0,60
27	Tx	SLS	1,00	1,00	1,00	1,50	0	0	0	0	0,90	0	0	0	0,90
28	Tx	ULS	1,35	1,35	1,35	1,50	0	0	0	0	0	0	0,60	0	0,60
29	Tx	SLS	1,00	1,00	1,00	1,50	0	0	0	0	0	0	0	0,90	0
30	Tx	ULS	1,35	1,35	1,35	1,50	0	0	0	0	0,60	0	0	0	0,60
31	Tx	SLS	1,00	1,00	1,00	1,00	0	0	0	0	0,90	0	0	0	0,60
32	Tx	ULS	1,35	1,35	1,35	1,50	0	0	0	0	0	0	0	0	0,60
33	Tx	SLS	1,00	1,00	1,00	0	1,00	0	0	0,60	0	0	0	0	0,90
34	Tx	ULS	1,35	1,35	1,35	0	1,50	0	0	0,90	0	0	0	0,60	0,60
35	Tx	SLS	1,00	1,00	1,00	0	1,00	0	0	0	0	0	0,60	0	0,90
36	Tx	ULS	1,35	1,35	1,35	0	1,50	0	0	0,60	0	0	0	0	0,90
37	Tx	SLS	1,00	1,00	1,00	0	1,00	0	0	0,90	0	0,60	0	0	0,60
38	Tx	ULS	1,35	1,35	1,35	0	1,50	0	0	0	0	0,90	0	0	0,90
39	Tx	SLS	1,00	1,00	1,00	0	1,00	0	0	0	0	0	0,60	0	0,60
40	Tx	ULS	1,35	1,35	1,35	0	1,50	0	0	0	0	0	0	0,90	0,90
41	Tx	SLS	1,00	1,00	1,00	0	1,50	0	0	0	0	0	0	1,00	0
42	Tx	ULS	1,35	1,35	1,35	0	1,50	0	1,00	0	0	0	0	0	1,50
43	Tx	SLS	1,00	1,00	1,00	0	0	1,50	0	0	0	0,60	0	0	0,60
44	Tx	ULS	1,35	1,35	1,35	0	0	0	0	0	0	0,90	0	0	0,90
45	Tx	SLS	1,00	1,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,60
46	Tx	ULS	1,00	1,00	0	0	0	0	0	0,60	0	0	0	0	0,90
47	Tx	SLS	1,00	1,00	1,00	1,00	0	0	0	0,90	0	0	0	0,60	0
48	Tx	ULS	1,35	1,35	1,35	1,50	0	0	0	0,60	0	0	0	0	0,90
49	Tx	SLS	1,00	1,00	1,00	0	0	0	0	0,90	0	0	0	0	0,60
50	Tx	ULS	1,35	1,35	1,35	0	0	0	0	0,60	0	0	0	0	0,90
51	Tx	SLS	1,00	1,00	1,00	0	0	0	0	0,90	0	0	0	0,60	0
52	Tx	ULS	1,35	1,35	1,35	0	0	0	0	0,60	0	0	0	0	0,90
53	Tx	SLS	1,00	1,00	1,00	1,00	0	0	0	0,90	0	0	0	0	0,60
54	Tx	ULS	1,35	1,35	1,35	1,50	0	0	0	0,60	0	0	0	0	0,90
55	Tx	SLS	1,00	1,00	1,00	0	1,00	0	0	0,90	0	0	0	0,60	0
56	Tx	ULS	1,34	1,35	1,35	0	0	1,50	0	0	0,90	0	0	1,00	0
57	Tx	SLS	1,00	1,00	1,00	0	0	0	0	1,00	0	0	0	1,50	0
58	Tx	ULS	1,35	1,35	1,35	0	0	0	0	0	0,60	0	0	0	0,60
59	Tx	SLS	1,00	1,00	1,00	0	0	0	0	0	0,90	0	0	0	0,90
60	Tx	ULS	1,35	1,35	1,35	0	0	0	0	0	0	0,60	0	0	0,60
61	Tx	SLS	1,00	1,00	0	0	0	1,00	0	0	0	0	0,60	0	0,90
62	Tx	ULS	1,00	1,00	0	0	0	0	1,50	0	0	0	0	0,60	0
63	Tx	SLS	1,00	1,00	1,00	0	0	0	0	0	0	0	0,60	0,60	0
64	Tx	ULS	1,35	1,35	1,35	0	0	0	0	0	0	0,60	0	0	0,90
65	Tx	SLS	1,00	1,00	1,35	0	0	1,50	0	0	0	0	0,60	0	0,60
66	Tx	ULS	1,35	1,35	1,35	0	0	0	0	0	0	0,60	0	0,60	0
67	Tx	SLS	1,00	1,00	1,35	0	0	0	0	0	0	0,60	0	0,60	0
68	Tx	ULS	1,35	1,35	1,35	0	0	0	0	0	0	0,60	0	0,60	0
69	Tx	SLS	1,00	1,00	1,00	0	0	0	0	0	0	0,60	0	0,60	0
70	Tx	ULS	1,35	1,35	1,35	0	0	0	0	0	0	0,60	0	0,60	0
71	Tx	SLS	1,00	1,00	1,00	0	0	0	0	0	0	0,90	0	0	0
72	Tx	ULS	1,35	1,35	1,35	1,00	0	1,00	0	0	0	0	0	0	0
73	Tx	SLS	1,00	1,00	1,00	1,50	0	1,50	0	0	0	0	0	0	0
74	Tx	ULS	1,35	1,35	1,35	0	0	1,00	0	0	0	0	0	0	0
75	Tx	SLS	1,00	1,00	1,00	0	0	1,50	0	0	0	0	0	0	0
76	Tx	ULS	1,35	1,35	1,35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
77	Tx	SLS	1,00	1,00	1,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
78	Tx	ULS	1,35	1,35	1,35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

A 24. és a szimmetria miatt a 48. teherkombináció adja a mértékadó terheket!



Min Nx

10. rácsrúd

Eset: 24. Tk, ULS (a, b)

Nx [kN] = -344,74

OK

Max Nx

17. rácsrúd

Eset: 24. Tk, ULS (a, b)

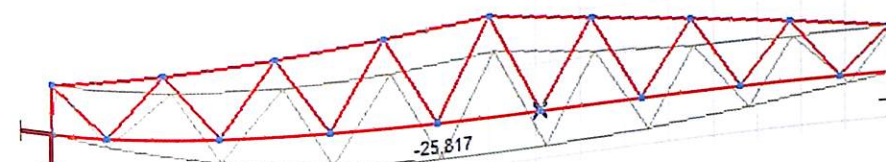
Nx [kN] = 347,93

OK

VII.6.) Rácsos tartó lehajlás számítása:

A.) AxisVM12 alapján:

AxisVM12 – vel számolt lehajlás: $e_z = 25,817 \text{ mm}$



Min eZ

7. cspt.

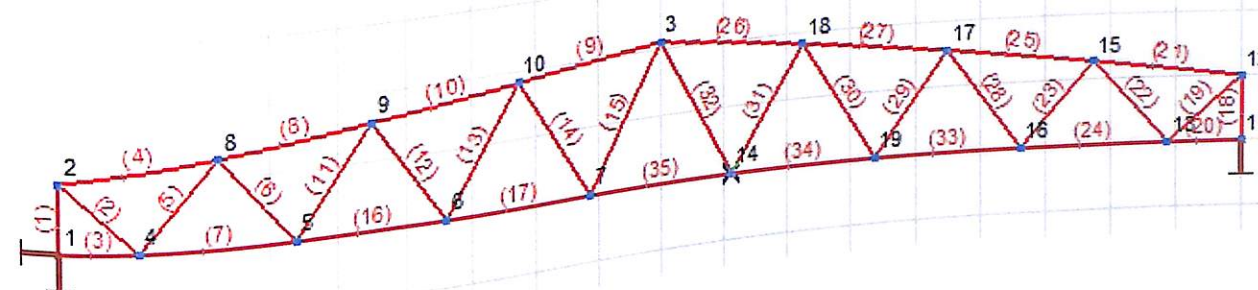
Eset: 23. Tk, SLS Karakterisztik

eX [mm] = 3,070

eY [mm] = 0

eZ [mm] = -25,817

B.) Munkatétellel való lehajlás számítás:



Rácsos tartó lehajlása						Rácsrúd száma	Szelvéynév
Rúd	Sfi(N)	Sqi	AI(mm ²)	si(mm)	W(mm)		
S1-2	-116240	-0,50	1278	1000	0,217	1	70x70x5
S2-4	127130	0,66	1278	1505	0,471	2	70x70x5
S1-4	0	0,00	2225	1125	0,000	3	100x100x6
S2-8	-95740	-0,50	2225	2267	0,232	4	100x100x6
S4-8	-103910	-0,59	2225	1701	0,465	5	50x50x6,3
S5-8	59160	0,47	1067	1701	0,257	6	50x50x5
S4-5	163730	0,88	878	2250	0,694	7	100x100x6
S8-9	-204380	-1,20	2225	2267	1,190	8	100x100x6
S3-10	-237090	-2,02	2225	2267	2,324	9	100x100x6
S9-10	-241430	-1,68	2225	2267	1,968	10	100x100x6
S5-9	-46670	-0,44	878	1917	0,214	11	50x50x5
S6-9	22930	0,37	678	1917	0,114	12	40x40x5

S6-10	-14080	-0,35	678	2147	0,074	13	40x40x5
S7-10	-21770	0,30	678	2147	-0,098	14	40x40x5
S3-7	28490	-0,29	678	2387	-0,139	15	40x40x5
S5-6	230240	1,45	2225	2250	1,608	16	100x100x6
S6-7	243560	1,85	2225	2250	2,170	17	100x100x6
S11-12	-116240	-0,50	1278	1000	0,217	18	70x70x5
S12-13	127130	0,66	1278	1505	0,471	19	70x70x5
S11-13	0	0,00	2225	1125	0,000	20	100x100x6
S12-15	-95740	-0,50	2225	2267	0,232	21	100x100x6
S13-15	-103910	-0,59	1067	1701	0,465	22	50x50x6,3
S15-16	59160	0,47	878	1701	0,257	23	50x50x5
S13-16	163730	0,88	2225	2250	0,694	24	100x100x6
S15-17	-204380	-1,20	2225	2267	1,190	25	100x100x6
S3-18	-237090	-2,02	2225	2267	2,324	26	100x100x6
S17-18	-241430	-1,68	2225	2267	1,968	27	100x100x6
S16-17	-46670	-0,44	878	1917	0,214	28	50x50x5
S17-19	22930	0,37	678	1917	0,114	29	40x40x5
S18-19	-14080	-0,35	678	2147	0,074	30	40x40x5
S14-18	-21770	0,30	678	2147	-0,098	31	40x40x5
S3-14	28490	-0,29	678	2387	-0,139	32	40x40x5
S16-19	230240	1,45	2225	2250	1,608	33	100x100x6
S14-19	243560	1,85	2225	2250	2,170	34	100x100x6
S7-14	224650	2,14	2225	2250	2,315	35	100x100x6
					25,833		
E=	210000	N/mm ²	$W = ((Sfi \times Sqi)/(Ai \times E)) \times si$				

Munkatétellel számolt lehajlás: $e_z = 25,833 \text{ mm}$

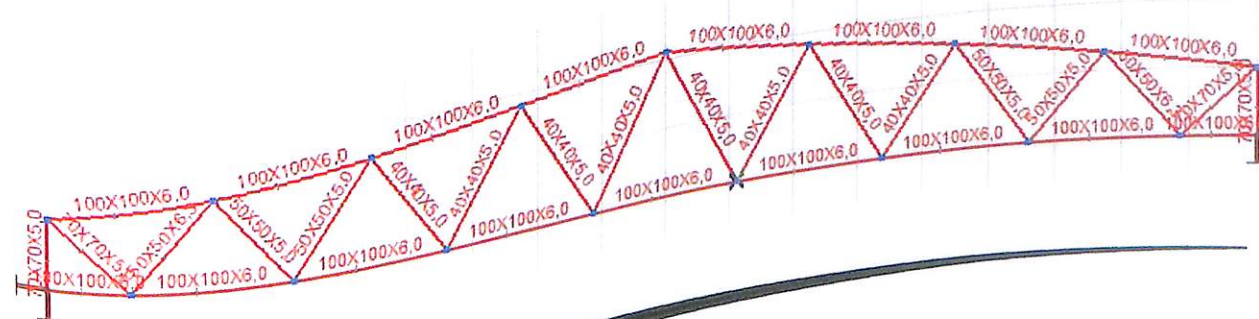
Lehajlásra a megengedett: $L/300 = 18000 \text{ mm} / 300 = 60,00 \text{ mm}$

AxisVM12: $60,00 \text{ mm} < 25,817 \text{ mm} \rightarrow \text{megfelel!}$

Munkatétel: $60,00 \text{ mm} < 25,833 \text{ mm} \rightarrow \text{megfelel!}$

Jól látszik, hogy a két módszerrel készített lehajlás számítás közel megegyezik!

VII.7.) Rácsos tartó méretezése:



Rúderő, rúdhossz táblázat

Rúd száma			Rúdhossz (m)	Rúderő (kN)	Azonos rudak a szimm. miatt
Felső öv	Alsó öv	Rácsrúd			
		1	1,000	-166,39	18
		2	1,505	181,32	19
	3		1,125	0	20
			2,267	-136,54	21
4		5	1,701	-148,86	22
		6	1,701	84,19	23
			2,250	233,96	24
	7		2,267	-291,81	25
8			2,267	-338,49	26
9			2,267	-344,74	27
10			1,197	-67,01	28
		11	1,197	32,91	29
		12	2,147	-20,87	30
		13	2,147	-31,89	31
		14	2,387	40,87	32
		15	2,250	328,95	33
	16		2,250	347,93	34
	17		2,250	320,83	
	35				

Mivel a szerkezet szimmetrikus, ezért a továbbiakban csak a rácsos tartó felével foglalkozom! A kiszámolt értékek megegyeznek a másik oldalon lévő megfelelő sorszámú rudak értékeivel!

Valamint anyagminőség és keresztmetszeti terület illetve kihajlási hosszaik tekintetében az övrúdak is és rácsrudak is azonosak, ezért a VII.6.1 és VII.6.2-es pontokban csak a legnagyobb erőkre ellenőrzöm le a szelvényeket. Így a kisebb értékű erővel rendelkező rudak is biztosan meg fognak felelni, ellenőrzésük nem szükséges!

VII.7.1.) Nyomott és húzott övrúdak ellenőrzése:

Nyomott felső övrúd:

RHS 100x100x6,0

$$N_{Ed} = 344,74 \text{ kN} \quad A_x = 2225 \text{ mm}^2 \quad I = 326,2 \times 10^4 \text{ mm}^2$$

$$L_{cR} = 0,9 \times L = 0,9 \times 2,267 = 2,04 \text{ m}$$

$$N_{cR} = E \times I \times \pi^2 / L_{cR}^2 \times 10^3 = 210000 \times 326,2 \times 10^4 \times \pi^2 / 2040^2 \times 10^3 = 1624,58 \text{ kN}$$

$$N_{c,Rk} = A_x \times f_y \times 10^{-3} = 2225 \times 235 \times 10^{-3} = 522,88 \text{ kN}$$

$$\bar{\lambda} = \sqrt{N_{c,Rk} / N_{cR}} = \sqrt{522,88 / 1624,58} = 0,5673$$

$$0,5673 \rightarrow \chi = 0,9012 \text{ („a” görbe)} \rightarrow \text{interpolálva}$$

$$N_{b,Rd} = \chi \times A_x \times f_y / \gamma_{M1} \times 10^3 =$$

$$= 0,9012 \times 2225 \times 235 / 1,00 \times 10^3 = 471,21 \text{ kN}$$

Ellenőrzés:

$$N_{Ed} = 344,74 \text{ kN} < N_{b,Rd} = 471,21 \text{ kN} \rightarrow \text{megfelel!}$$

Húzott alsó övrúd:

RHS 100x100x6,0

$$N_{Ed} = 347,93 \text{ kN} \quad A_x = 2225 \text{ mm}^2$$

$$N_{t,Rd} = A \times f_y / \gamma_{M0} \times 10^3$$

$$N_{t,Rd} = 2225 \times 235 / 1,00 \times 10^3 = 522,88 \text{ kN}$$

Ellenőrzés:

$$N_{Ed} = 347,93 \text{ kN} < N_{t,Rd} = 522,88 \text{ kN} \rightarrow \text{megfelel!}$$

VII.7.2.) Nyomott és húzott rácsrudak ellenőrzése:

1.) RHS 70x70x5,0

Nyomott rácsrúd:

$$N_{Ed} = 166,39 \text{ kN} \quad A_x = 1278 \text{ mm}^2 \quad I = 89,6 \times 10^4 \text{ mm}^2$$

$$L_{cR} = 1,0 \times L = 1,0 \times 1,000 = 1,000 \text{ m}$$

$$N_{cR} = E \times I \times \pi^2 / L_{cR}^2 \times 10^3 =$$

$$= 210000 \times 89,6 \times 10^4 \times \pi^2 / 1000^2 \times 10^3 = 1857,06 \text{ kN}$$

$$N_{c,Rk} = A_x \times f_y \times 10^{-3} = 1278 \times 235 \times 10^{-3} = 300,33 \text{ kN}$$

$$\bar{\lambda} = \sqrt{N_{c,Rk} / N_{cR}} = \sqrt{300,33 / 1857,06} = 0,4021$$

$$\chi = 0,9522 \text{ („a” görbe)} \rightarrow \text{interpolálva}$$

$$N_{b,Rd} = \chi \times A_x \times f_y / \gamma_{M1} \times 10^3 =$$

$$= 0,9522 \times 1278 \times 235 / 1,00 \times 10^3 = 285,97 \text{ kN}$$

Ellenőrzés:

$$N_{Ed} = 166,39 \text{ kN} < N_{b,Rd} = 285,97 \text{ kN} \rightarrow \text{megfelel!}$$

Húzott rácsrúd:

$$N_{Ed} = 181,32 \text{ kN} \quad A_x = 1278 \text{ mm}^2$$

$$N_{t,Rd} = A_x \times f_y / \gamma_{M0} \times 10^3 = 1278 \times 235 / 1,00 \times 10^3 = 300,33 \text{ kN}$$

Ellenőrzés:

$$N_{Ed} = 181,32 \text{ kN} < N_{t,Rd} = 300,33 \text{ kN} \rightarrow \text{megfelel!}$$

2.) RHS 50x50x6,3

Nyomott rácsrúd:

$$N_{Ed} = 149,67 \text{ kN} \quad A_x = 1067 \text{ mm}^2 \quad I = 33,9 \times 10^4 \text{ mm}^2$$

$$L_{cR} = 1,0 \times L = 1,0 \times 1,701 = 1,701 \text{ m}$$

$$N_{cR} = E \times I \times \pi^2 / L_{cR}^2 \times 10^3 =$$

$$= 210000 \times 33,9 \times 10^4 \times \pi^2 / 1701^2 \times 10^3 = 242,83 \text{ kN}$$

$$N_{c,Rk} = A_x \times f_y \times 10^{-3} = 1067 \times 235 \times 10^{-3} = 250,75 \text{ kN}$$

$$\bar{\lambda} = \sqrt{N_{c,Rk} / N_{cR}} = \sqrt{250,75 / 242,83} = 1,0326$$

$$\chi = 0,6429 \text{ („a” görbe)} \rightarrow \text{interpolálva}$$

$$N_{b,Rd} = \chi \times A_x \times f_y / \gamma_{M1} \times 10^3 =$$

$$= 0,6429 \times 1067 \times 235 / 1,00 \times 10^3 = 161,20 \text{ kN}$$

Ellenőrzés:

$$N_{Ed} = 148,86 \text{ kN} < N_{b,Rd} = 161,20 \text{ kN} \rightarrow \text{megfelel!}$$

3.) RHS 50x50x5,0

Nyomott rácsrúd:

$$N_{Ed} = 67,01 \text{ kN} \quad A_x = 878 \text{ mm}^2 \quad I = 29,5 \times 10^4 \text{ mm}^2$$

$$L_{cR} = 1,0 \times L = 1,0 \times 1,197 = 1,197 \text{ m}$$

$$N_{cR} = E \times I \times \pi^2 / L_{cR}^2 \times 10^3 =$$

$$= 210000 \times 29,5 \times 10^4 \times \pi^2 / 1197^2 \times 10^3 = 426,73 \text{ kN}$$

$$N_{c,Rk} = A_x \times f_y \times 10^{-3} = 878 \times 235 \times 10^{-3} = 206,33 \text{ kN}$$

$$\bar{\lambda} = \sqrt{N_{c,Rk} / N_{cR}} = \sqrt{206,33 / 426,73} = 0,6954$$

$$0,6954 \rightarrow \chi = 0,8496 \text{ („a” görbe)} \rightarrow \text{interpolálva}$$

$$N_{b,Rd} = \chi \times A_x \times f_y / \gamma_{M1} \times 10^3 =$$

$$= 0,8496 \times 878 \times 235 / 1,00 \times 10^3 = 175,30 \text{ kN}$$

Ellenőrzés:

$$N_{Ed} = 67,01 \text{ kN} < N_{b,Rd} = 175,30 \text{ kN} \rightarrow \text{megfelel!}$$

Húzott rácsrúd:

$$N_{Ed} = 84,19 \text{ kN} \quad A_x = 878 \text{ mm}^2$$

$$N_{t,Rd} = A_x \times f_y / \gamma_{M0} \times 10^3 = 878 \times 235 / 1,00 \times 10^3 = 206,33 \text{ kN}$$

Ellenőrzés:

$$N_{Ed} = 84,19 \text{ kN} < N_{t,Rd} = 206,33 \text{ kN} \rightarrow \text{megfelel!}$$

4.) RHS 40x40x5,0

Nyomott rácsrúd:

$$N_{Ed} = 31,89 \text{ kN} \quad A_x = 678 \text{ mm}^2 \quad I = 13,8 \times 10^4 \text{ mm}^2$$

$$L_{cR} = 1,0 \times L = 1,0 \times 2,147 = 2,147 \text{ m}$$

$$N_{cR} = E \times I \times \pi^2 / L_{cR}^2 \times 10^3 =$$

$$= 210000 \times 13,8 \times 10^4 \times \pi^2 / 2147^2 \times 10^3 = 62,05 \text{ kN}$$

$$N_{c,Rk} = A_x \times f_y \times 10^{-3} = 678 \times 235 \times 10^{-3} = 159,33 \text{ kN}$$

$$\bar{\lambda} = \sqrt{N_{c,Rk} / N_{cR}} = \sqrt{159,33 / 62,05} = 1,6024$$

$$1,6024 \rightarrow \chi = 0,3324 \text{ („a” görbe)} \rightarrow \text{interpolálva}$$

$$N_{b,Rd} = \chi \times A_x \times f_y / \gamma_{M1} \times 10^3 =$$

$$= 0,3324 \times 678 \times 235 / 1,00 \times 10^3 = 52,96 \text{ kN}$$

Ellenőrzés:

$$N_{Ed} = 31,89 \text{ kN} < N_{b,Rd} = 52,96 \text{ kN} \rightarrow \text{megfelel!}$$

Húzott rácsrúd:

$$N_{Ed} = 40,87 \text{ kN} \quad A_x = 678 \text{ mm}^2$$

$$N_{t,Rd} = A_x \times f_y / \gamma_{M0} \times 10^3 = 678 \times 235 / 1,00 \times 10^3 = 159,33 \text{ kN}$$

Ellenőrzés:

$$N_{Ed} = 40,87 \text{ kN} < N_{t,Rd} = 159,33 \text{ kN} \rightarrow \text{megfelel!}$$

VII.7.3.) Csomópontok ellenőrzése: Anyagminőség: S235

B. csomópont:

$f_y = 235 \text{ N/mm}^2$	$f_u = 360 \text{ N/mm}^2$	$\beta_w = 0,80$	$\varepsilon = 1,0$
$b_0 = 100 \text{ mm}$	$b_1 = 70 \text{ mm}$	$b_2 = 70 \text{ mm}$	$q = 31,0 \text{ m}$
$h_0 = 100 \text{ mm}$	$h_1 = 70 \text{ mm}$	$h_2 = 70 \text{ mm}$	$p = 92,0 \text{ mm}$
$t_0 = 6,0 \text{ mm}$	$t_1 = 5,0 \text{ mm}$	$t_2 = 5,0 \text{ mm}$	$\gamma_{M5} = 1,0$
$\gamma_{M2} = 1,25$			
$a = 0,7 \times 5,0 = 3,5 \sim 3,0 \text{ mm}$			

Szerkesztési szabályok:Nyomott rácsrúd:

$$h_1/b_1 = 70/70 = 1 > 0,5 \text{ és } < 2,0$$

Keresztmetszet osztályozása:

$$c_f = h_1 - 2 \times t_1 = 70 - 2 \times 5,0 = 60,0 \text{ mm}$$

$$c_f/t_1 = 60,0/5,0 = 12,0 < 33 \times \varepsilon = 33 \rightarrow 1.\text{km.-i o.} \rightarrow \text{megfelel!}$$

Húzott rácsrúd:

$$b_2/t_2 = h_2/t_2 = 70/5,0 = 14,0 < 35 \rightarrow \text{megfelel!}$$

$$h_2/b_2 = 70/70 = 1 > 0,5 \text{ és } < 2,0 \rightarrow \text{megfelel!}$$

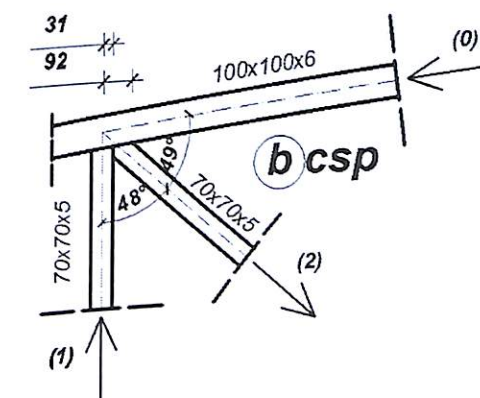
Övrúd:

$$h_0/b_0 = 100/100 = 1 > 0,5 \text{ és } < 2,0 \rightarrow \text{megfelel!}$$

Keresztmetszet osztályozása:

$$c_f = h_0 - 2 \times t_0 = 100 - 2 \times 6,0 = 88,0 \text{ mm}$$

$$c_f/t_0 = 88,0/6,0 = 14,67 < 33 \times \varepsilon = 33 \rightarrow 1.\text{km.-i o.} \rightarrow \text{megfelel!}$$



→ megfelel!

Övrúd és nyomott rácsrúd:

$$b_1/b_0 = 70/100 = 0,70 > 0,35 \quad \rightarrow \text{megfelel!}$$

Övrúd és húzott rácsrúd:

$$b_2/b_0 = 70/100 = 0,70 > 0,35 \quad \rightarrow \text{megfelel!}$$

Rácsrudak bekötési átfedése

$$\lambda_{ov} = q/p \times 100 = 31,0/92,0 \times 100 = 33,70\%$$

$$25\% < 33,70\% < 100\% \quad \rightarrow \text{megfelel!}$$

$$b_2/b_1 = 70/70 = 1 > 0,75 \quad \rightarrow \text{megfelel}$$

Csomópont ellenállása:

Rácsrúd szakadása:

$$\text{átfedés: } 25\% < 33,70\% < 50\%$$

$$b_{eff} = 10/b_0/t_0 \times (f_{y0} \times t_0 / f_{y2} \times t_2) \times b_2 =$$

$$= 10/100/6,0 \times (235 \times 6,0/235 \times 5,0) \times 70 = 50,4 \text{ mm}$$

$$b_{eff} = 50,4 \text{ mm} < b_2 = 60 \text{ mm} \quad \rightarrow \quad b_{eff} = 50,4 \text{ mm}$$

$$b_{e,ov} = 10/b_1/t_1 \times (f_{y1} \times t_1 / f_{y2} \times t_2) \times b_2 =$$

$$= 10/70/5,0 \times (235 \times 5,0/235 \times 5,0) \times 70 = 50 \text{ mm}$$

$$b_{e,ov} = 50,0 \text{ mm} \leq b_2 = 70 \text{ mm} \quad \rightarrow \quad b_{e,ov} = 50 \text{ mm}$$

$$N_{2,Rd} = (f_{y1} \times t_1 \times (b_{eff} + b_{e,ov} + \lambda_{ov}/50 \times (2 \times h_1 - 4 \times t_1))/\gamma_{M5}) \times 10^{-3} =$$

$$= (235 \times 5,0 \times (50,4 + 50,0 + 33,70/50 \times (2 \times 70 - 4 \times 5,0)))/1,0 \times 10^{-3} =$$

$$= 213,00 \text{ kN}$$

Ellenőrzés:

$$N_{2,Rd} = 213,00 \text{ kN} > N_{2,Ed} = 181,32 \text{ kN} \quad \rightarrow \text{megfelel}$$

Rácsrudakat bekötő varratok ellenállásának ellenőrzése:

Nyomott rácsrúd:

Varrat fajlagos ellenállása:

$$f_{vw,d} = f_u / (\beta_w \times \gamma_{M2} \times \sqrt{3}) = 360 / (0,80 \times 1,25 \times \sqrt{3}) = 207,85 \text{ N/mm}^2$$

$$F_{w,Rd} = f_{vw,d} \times a = 207,85 \times 3 = 623,55 \text{ N/mm}$$

Varratot terhelő fajlagos erő a rácsrúd nyomási ellenállásából számítva:

$$N_{Ed} = 166390 \text{ N}$$

$$K = 2 \times (b_1 + h_1) = 2 \times (70 + 70) = 280,0 \text{ mm}$$

$$N_{b,Rd}/K = 166390/280,0 = 594,25 \text{ N/mm}$$

Varrat ellenőrzése:

$$N_{b,Rd}/K = 594,25 \text{ N/mm} < F_{w,Rd} = 623,55 \text{ N/mm} \rightarrow \text{megfelel!}$$

Húzott rácsrúd:

Varrat fajlagos ellenállása:

$$f_{vw,d} = f_u / (\beta_w \times \gamma_{M2} \times \sqrt{3}) = 360 / (0,80 \times 1,25 \times \sqrt{3}) = 207,85 \text{ N/mm}^2$$

$$F_{w,Rd} = f_{vw,d} \times a = 207,85 \times 3 = 623,55 \text{ N/mm}$$

Varratot terhelő fajlagos erő a rácsrúd húzási ellenállásából számítva:

$$N_{Ed} = 181320 \text{ N}$$

$$K = 2 \times (b_2 + h_2/\theta_2) = 2 \times (70 + 70/\sin 49^\circ) = 325,50 \text{ mm}$$

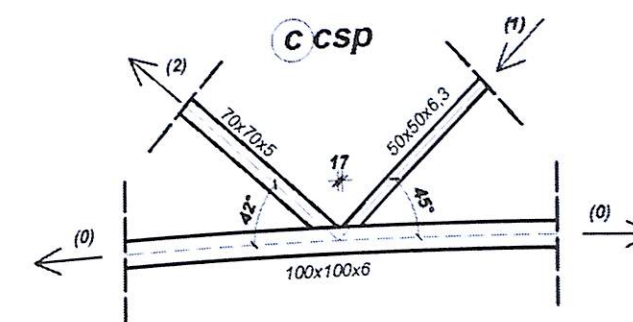
$$N_{t,Rd}/K = 181320/325,50 = 557,05 \text{ N/mm}$$

Varrat ellenőrzése:

$$N_{t,Rd}/K = 557,05 \text{ N/mm} < F_{w,Rd} = 623,55 \text{ N/mm} \rightarrow \text{megfelel!}$$

C. csomópont:

$f_y = 235 \text{ N/mm}^2$	$f_u = 360 \text{ N/mm}^2$	$\beta_w = 0,80$	$\varepsilon = 1,0$
$b_0 = 100 \text{ mm}$	$b_1 = 50 \text{ mm}$	$b_2 = 70 \text{ mm}$	$g = 17 \text{ mm}$
$h_0 = 100 \text{ mm}$	$h_1 = 50 \text{ mm}$	$h_2 = 70 \text{ mm}$	
$t_0 = 6,0 \text{ mm}$	$t_1 = 6,3 \text{ mm}$	$t_2 = 5,0 \text{ mm}$	$\gamma_{M5} = 1,0$
$\gamma_{M2} = 1,25$	$\theta_1 = 45^\circ$	$\theta_2 = 42^\circ$	
$a_1 = 0,7 \times 6,3 = 4,4 \sim 4,0 \text{ mm}$			
$a_2 = 0,7 \times 5,0 = 3,5 \sim 3,0 \text{ mm}$			

Szerkesztési szabályok:Nyomott rácsrúd:

$$b_1/t_1 = h_1/t_1 = 50/6,3 = 7,94 < 35 \quad \rightarrow \quad \text{megfelel!}$$

$$h_1/b_1 = 50/50 = 1 > 0,5 \text{ és } < 2,0 \quad \rightarrow \quad \text{megfelel!}$$

Keresztmetszet osztályozása:

$$c_f = h_1 - 2 \times t_1 = 50 - 2 \times 6,3 = 37,4 \text{ mm}$$

$$c_f/t_1 = 37,4/6,3 = 5,94 < 33 \times \varepsilon = 33 \rightarrow 1.\text{km.-i o.} \quad \rightarrow \quad \text{megfelel!}$$

Húzott rácsrúd:

$$b_2/t_2 = h_2/t_2 = 70/5,0 = 14,0 < 35 \quad \rightarrow \quad \text{megfelel!}$$

$$h_2/b_2 = 70/70 = 1 > 0,5 \text{ és } < 2,0 \quad \rightarrow \quad \text{megfelel!}$$

Övrúd:

$$h_0/b_0 = 100/100 = 1 > 0,5 \text{ és } < 2,0 \quad \rightarrow \quad \text{megfelel!}$$

Keresztmetszet osztályozása:

$$c_f = h_0 - 2 \times t_0 = 100 - 2 \times 6,0 = 88,0 \text{ mm}$$

$$c_f/t_0 = 88,0/6,0 = 14,67 < 33 \times \varepsilon = 33 \rightarrow 1.\text{km.-i o.} \quad \rightarrow \quad \text{megfelel!}$$

Övrúd és nyomott rácsrúd:

$$b_1/b_0 = 50/100 = 0,5 > 0,35$$

→ megfelel!

$$b_1/b_0 = 50/100 = 0,5 > 0,1 + 0,01 \times (100/6) = 0,27 \rightarrow \text{megfelel!}$$

Övrúd és húzott rácsrúd:

$$b_2/b_0 = 70/100 = 0,7 > 0,35$$

→ megfelel!

$$b_2/b_0 = 70/100 = 0,7 > 0,1 + 0,01 \times (100/6,0) = 0,27 \rightarrow \text{megfelel!}$$

Húzott és nyomott rácsrúd:

$$(b_1 + b_2)/(2 \times b_1) = (50 + 70)/(2 \times 50) = 1,2 > 0,6 \rightarrow \text{megfelel!}$$

$$(b_1 + b_2)/(2 \times b_1) = (50 + 60)/(2 \times 50) = 1,2 < 1,3 \rightarrow \text{megfelel!}$$

$$b_0/t_0 = 100/6,0 = 16,67 \geq 15 \rightarrow \text{megfelel!}$$

Rácsrudak bekötése közötti hézag:

$$\beta = (b_1 + b_2 + h_1 + h_2)/4 \times b_0 = (50 + 70 + 50 + 70)/4 \times 100 = 0,60$$

$$g_{\min} = t_1 + t_2 = 6,3 + 5,0 = 11,3 \text{ mm}$$

$$g/b_0 = 17/100 = 0,17 < 1,5 \times (1 - \beta) = 1,5 \times (1 - 0,60) = 0,60$$

$$g/b_0 = 17/100 = 0,17 < 0,5 \times (1 - \beta) = 0,5 \times (1 - 0,60) = 0,20$$

$$t_1 + t_2 = 6,3 + 5,0 = 11,3 \text{ mm} < g = 17 \text{ mm} \rightarrow \text{megfelel!}$$

Csomópont ellenállása:Övrúd felületének képlékeny törése:

$$\gamma = b_0/(2 \times t_0) = 100/(2 \times 6,0) = 8,33$$

$$k_n = 1,0$$

Ellenőrzés:

$$N_{1,Rd} = \frac{8,9 \times \sqrt{\gamma} \times k_n \times f_{y0} \times t_0^2}{\sin \theta_1} \times \frac{\left(\frac{b_1 + b_2 + h_1 + h_2}{4 \times b_0} \right)}{\gamma_{M5}} =$$

$$= \frac{8,9 \times \sqrt{8,33} \times 1,0 \times 235 \times 6,0^2}{\sin 45^\circ} \times \frac{\left(\frac{50+70+50+70}{4 \times 100}\right)}{1,0} =$$

$$= 184,39 \text{ kN} > 148,86 \text{ kN} \rightarrow \text{megfelel!}$$

Ellenőrzés:

$$N_{2,Rd} = \frac{8,9 \times \sqrt{\gamma} \times k_n \times f_{y0} \times t_0^2}{\sin \theta_2} \times \frac{\left(\frac{b_1 + b_2 + h_1 + h_2}{4 \times b_0}\right)}{\gamma_{M5}} =$$

$$= \frac{8,9 \times \sqrt{8,33} \times 1,0 \times 235 \times 6,0^2}{\sin 42^\circ} \times \frac{\left(\frac{50+70+50+70}{4 \times 100}\right)}{1,0} =$$

$$= 194,86 \text{ kN} > 181,32 \text{ kN} \rightarrow \text{megfelel!}$$

Rácsrudakat bekötő varratok ellenállásának ellenőrzése:Nyomott rácsrúd:Varrat fajlagos ellenállása:

$$f_{vw,d} = f_u / (\beta_w \times \gamma_{M2} \times \sqrt{3}) = 360 / (0,80 \times 1,25 \times \sqrt{3}) = 207,85 \text{ N/mm}^2$$

$$F_{w,Rd} = f_{vw,d} \times a_1 = 207,85 \times 4 = 831,40 \text{ N/mm}$$

Varratot terhelő fajlagos erő a rácsrúd nyomási ellenállásából számítva:

$$N_{Ed} = 148860 \text{ N}$$

$$K = 2 \times (b_1 + h_1 / \theta_1) = 2 \times (50 + 50 / \sin 45^\circ) = 241,42 \text{ mm}$$

$$N_{b,Rd} / K = 148860 / 241,42 = 616,60 \text{ N/mm}$$

Varrat ellenőrzése:

$$N_{b,Rd} / K = 616,60 \text{ N/mm} < F_{w,Rd} = 831,40 \text{ N/mm} \rightarrow \text{megfelel!}$$

Húzott rácsrúd:

Varrat fajlagos ellenállása:

$$f_{w,d} = f_u / (\beta_w \times \gamma_{M2} \times \sqrt{3}) = 360 / (0,80 \times 1,25 \times \sqrt{3}) = 207,85 \text{ N/mm}^2$$

$$F_{w,Rd} = f_{w,d} \times a_2 = 207,85 \times 3 = 623,55 \text{ N/mm}$$

Varratot terhelő fajlagos erő a rácsrúd húzási ellenállásából számítva:

$$N_{Ed} = 181320 \text{ N}$$

$$K = 2 \times (b_2 + h_2 / \theta_2) = 2 \times (70 + 70 / \sin 42^\circ) = 349,23 \text{ mm}$$

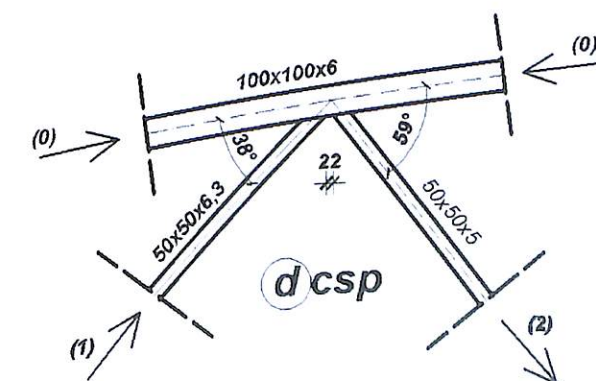
$$N_{t,Rd} / K = 181320 / 349,23 = 519,20 \text{ N/mm}$$

Varrat ellenőrzése:

$$N_{t,Rd} / K = 519,20 \text{ N/mm} < F_{w,Rd} = 623,55 \text{ N/mm} \rightarrow \text{megfelel!}$$

D. csomópont:

$f_y = 235 \text{ N/mm}^2$	$f_u = 360 \text{ N/mm}^2$	$\beta_w = 0,80$	$\varepsilon = 1,0$
$b_0 = 100 \text{ mm}$	$b_1 = 50 \text{ mm}$	$b_2 = 50 \text{ mm}$	$g = 22 \text{ mm}$
$h_0 = 100 \text{ mm}$	$h_1 = 50 \text{ mm}$	$h_2 = 50 \text{ mm}$	
$t_0 = 6,0 \text{ mm}$	$t_1 = 6,3 \text{ mm}$	$t_2 = 5,0 \text{ mm}$	$\gamma_{M5} = 1,0$
$\gamma_{M2} = 1,25$	$\theta_1 = 38^\circ$	$\theta_2 = 59^\circ$	
$a = 0,7 \times 5,0 = 3,5 \sim 3,0 \text{ mm}$			



Szerkesztési szabályok:

Nyomott rácsrúd:

$$b_1 / t_1 = h_1 / t_1 = 50 / 6,3 = 7,94 < 35$$

$$h_1 / b_1 = 50 / 50 = 1 > 0,5 \text{ és } < 2,0$$

$\rightarrow$ megfelel!

$\rightarrow$ megfelel!

Keresztmetszet osztályozása:

$$c_f = h_1 - 2 \times t_1 = 50 - 2 \times 6,3 = 37,4 \text{ mm}$$

$$c_f/t_1 = 37,4/6,3 = 5,94 < 33 \times \varepsilon = 33 \rightarrow 1.\text{km.-i o.} \rightarrow \text{megfelel!}$$

Húzott rácsrúd:

$$b_2/t_2 = h_2/t_2 = 50/5,0 = 10,0 < 35 \rightarrow \text{megfelel!}$$

$$h_2/b_2 = 50/50 = 1 > 0,5 \text{ és } < 2,0 \rightarrow \text{megfelel!}$$

Övrúd:

$$h_0/b_0 = 100/100 = 1 > 0,5 \text{ és } < 2,0 \rightarrow \text{megfelel!}$$

Keresztmetszet osztályozása:

$$c_f = h_0 - 2 \times t_0 = 100 - 2 \times 6,0 = 88,0 \text{ mm}$$

$$c_f/t_0 = 88,0/6,0 = 14,67 < 33 \times \varepsilon = 33 \rightarrow 1.\text{km.-i o.} \rightarrow \text{megfelel!}$$

Övrúd és nyomott rácsrúd:

$$b_1/b_0 = 50/100 = 0,5 > 0,35 \rightarrow \text{megfelel!}$$

$$b_1/b_0 = 50/100 = 0,5 > 0,1 + 0,01 \times (100/6) = 0,27 \rightarrow \text{megfelel!}$$

Övrúd és húzott rácsrúd:

$$b_2/b_0 = 50/100 = 0,5 > 0,35 \rightarrow \text{megfelel!}$$

$$b_2/b_0 = 50/100 = 0,5 > 0,1 + 0,01 \times (100/6,0) = 0,27 \rightarrow \text{megfelel!}$$

Húzott és nyomott rácsrúd:

$$(b_1 + b_2)/(2 \times b_1) = (50 + 50)/(2 \times 50) = 1,0 > 0,6 \rightarrow \text{megfelel!}$$

$$(b_1 + b_2)/(2 \times b_1) = (50 + 50)/(2 \times 50) = 1,0 < 1,3 \rightarrow \text{megfelel!}$$

$$b_0/t_0 = 100/6,0 = 16,67 \geq 15 \rightarrow \text{megfelel!}$$

Rácsrudak bekötése közötti hézag:

$$\beta = (b_1 + b_2 + h_1 + h_2)/4 \times b_0 = (50 + 50 + 50 + 50)/4 \times 100 = 0,50$$

$$g_{\min} = t_1 + t_2 = 6,3 + 5,0 = 11,3 \text{ mm}$$

$$g/b_0 = 22/100 = 0,22 < 1,5 \times (1 - \beta) = 1,5 \times (1 - 0,50) = 0,75$$

$$g/b_0 = 22/100 = 0,22 < 0,5 \times (1 - \beta) = 0,5 \times (1 - 0,50) = 0,25$$

$$t_1 + t_2 = 6,3 + 5,0 = 11,3 \text{ mm} < g = \underline{22 \text{ mm}} \rightarrow \text{megfelel!}$$

Csomópont ellenállása:

Övrúd felületének képlékeny törése:

$$\gamma = b_0/(2 \times t_0) = 100/(2 \times 6,0) = 8,33$$

$$k_n = \min \left(1,0 ; 1,3 - \frac{0,4 \times \frac{\sigma_{0,Ed}}{f_{y,0}}}{\beta} \right) = 1,3 - \frac{0,4 \times 0,558}{0,50} = 0,854$$

$$\sigma_{0,Ed} = \frac{N_{0,Ed}}{A_0} = \frac{291,81 \cdot 10^3}{2225} = 131,15 \text{ N/mm}^2$$

$$\frac{\sigma_{0,Ed}}{f_{y,0}} = \frac{131,15}{235} = 0,558$$

Ellenőrzés:

$$N_{1,Rd} = \frac{8,9 \times \sqrt{\gamma} \times k_n \times f_{y0} \times t_0^2}{\sin \theta_1} \times \frac{\left(\frac{b_1 + b_2 + h_1 + h_2}{4 \times b_0} \right)}{\gamma_{M5}} =$$

$$= \frac{8,9 \times \sqrt{8,33} \times 0,854 \times 235 \times 6,0^2}{\sin 38^\circ} \times \frac{\left(\frac{50+50+50+50}{4 \times 100} \right)}{1,0} =$$

$$= \underline{150,72 \text{ kN}} > 148,86 \text{ kN} \rightarrow \text{megfelel!}$$

Ellenőrzés:

$$N_{2,Rd} = \frac{8,9 \times \sqrt{\gamma} \times k_n \times f_{y0} \times t_0^2}{\sin \theta_2} \times \frac{\left(\frac{b_1 + b_2 + h_1 + h_2}{4 \times b_0} \right)}{\gamma_{M5}} =$$

$$= \frac{8,9 \times \sqrt{8,33} \times 0,854 \times 235 \times 6,0^2}{\sin 59^\circ} \times \frac{\left(\frac{50+50+50+50}{4 \times 100} \right)}{1,0} =$$

$$= 108,25 \text{ kN} > 84,19 \text{ kN} \rightarrow \text{megfelel!}$$

Rácsrudakat bekötő varratok ellenállásának ellenőrzése:Nyomott rácsrúd:Varrat fajlagos ellenállása:

$$f_{vw,d} = f_u / (\beta_w \times \gamma_{M2} \times \sqrt{3}) = 360 / (0,80 \times 1,25 \times \sqrt{3}) = 207,85 \text{ N/mm}^2$$

$$F_{w,Rd} = f_{vw,d} \times a = 207,85 \times 3 = 623,55 \text{ N/mm}$$

Varratot terhelő fajlagos erő a rácsrúd nyomási ellenállásából számítva:

$$N_{Ed} = 148860 \text{ N}$$

$$K = 2 \times (b_1 + h_1 / \theta_1) = 2 \times (50 + 50 / \sin 32^\circ) = 288,71 \text{ mm}$$

$$N_{b,Rd} / K = 148860 / 288,71 = 515,60 \text{ N/mm}$$

Varrat ellenőrzése:

$$N_{b,Rd} / K = 515,60 \text{ N/mm} < F_{w,Rd} = 623,55 \text{ N/mm} \rightarrow \text{megfelel!}$$

Húzott rácsrúd:Varrat fajlagos ellenállása:

$$f_{vw,d} = f_u / (\beta_w \times \gamma_{M2} \times \sqrt{3}) = 360 / (0,80 \times 1,25 \times \sqrt{3}) = 207,85 \text{ N/mm}^2$$

$$F_{w,Rd} = f_{vw,d} \times a = 207,85 \times 3 = 623,55 \text{ N/mm}$$

Varratot terhelő fajlagos erő a rácsrúd húzási ellenállásából számítva:

$$N_{Ed} = 84190 \text{ N}$$

$$K = 2 \times (b_2 + h_2/\theta_2) = 2 \times (50 + 50/\sin 59^\circ) = 216,66 \text{ mm}$$

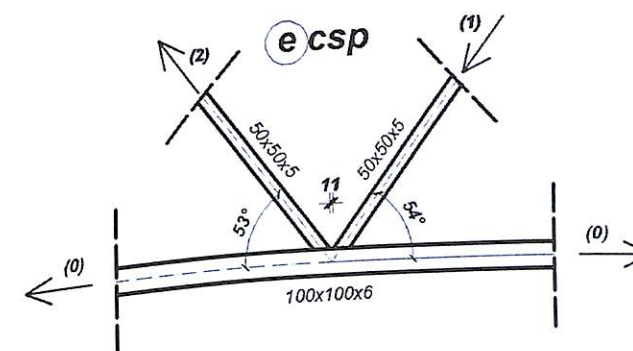
$$N_{t,Rd}/K = 84190/216,66 = 388,58 \text{ N/mm}$$

Varrat ellenőrzése:

$$N_{t,Rd}/K = 388,58 \text{ N/mm} < F_{w,Rd} = 623,55 \text{ N/mm} \rightarrow \text{megfelel!}$$

E. csomópont:

$f_y = 235 \text{ N/mm}^2$	$f_u = 360 \text{ N/mm}^2$	$\beta_w = 0,80$	$\varepsilon = 1,0$
$b_0 = 100 \text{ mm}$	$b_1 = 50 \text{ mm}$	$b_2 = 50 \text{ mm}$	$g = 11 \text{ mm}$
$h_0 = 100 \text{ mm}$	$h_1 = 50 \text{ mm}$	$h_2 = 50 \text{ mm}$	
$t_0 = 6,0 \text{ mm}$	$t_1 = 5,0 \text{ mm}$	$t_2 = 5,0 \text{ mm}$	$\gamma_{M5} = 1,0$
$\gamma_{M2} = 1,25$	$\theta_1 = 54^\circ$	$\theta_2 = 53^\circ$	
$a = 0,7 \times 5,0 = 3,5 \sim 3,0 \text{ mm}$			



Szerkesztési szabályok:

Nyomott rácsrúd:

$$b_1/t_1 = h_1/t_1 = 50/5,0 = 10,0 < 35$$

$$h_1/b_1 = 50/50 = 1 > 0,5 \text{ és } < 2,0$$

$\rightarrow$ megfelel!

$\rightarrow$ megfelel!

Keresztmetszet osztályozása:

$$c_f = h_1 - 2 \times t_1 = 50 - 2 \times 5,0 = 40 \text{ mm}$$

$$c_f/t_1 = 40,0/5,0 = 8,0 < 33 \times \varepsilon = 33 \rightarrow 1.\text{km.-i o.} \rightarrow \text{megfelel!}$$

Húzott rácsrúd:

$$b_2/t_2 = h_2/t_2 = 50/5,0 = 10,0 < 35 \quad \rightarrow \quad \text{megfelel!}$$

$$h_2/b_2 = 50/50 = 1 > 0,5 \text{ és } < 2,0 \quad \rightarrow \quad \text{megfelel!}$$

Övrúd:

$$h_0/b_0 = 100/100 = 1 > 0,5 \text{ és } < 2,0 \quad \rightarrow \quad \text{megfelel!}$$

Keresztmetszet osztályozása:

$$c_f = h_0 - 2 \times t_0 = 100 - 2 \times 6,0 = 88,0 \text{ mm}$$

$$c_f/t_0 = 88,0/6,0 = 14,67 < 33 \times \varepsilon = 33 \rightarrow 1.\text{km.-i o.} \quad \rightarrow \quad \text{megfelel!}$$

Övrúd és nyomott rácsrúd:

$$b_1/b_0 = 50/100 = 0,5 > 0,35 \quad \rightarrow \quad \text{megfelel!}$$

$$b_1/b_0 = 50/100 = 0,5 > 0,1 + 0,01 \times (100/6) = 0,27 \quad \rightarrow \quad \text{megfelel!}$$

Övrúd és húzott rácsrúd:

$$b_2/b_0 = 50/100 = 0,5 > 0,35 \quad \rightarrow \quad \text{megfelel!}$$

$$b_2/b_0 = 50/100 = 0,5 > 0,1 + 0,01 \times (100/6,0) = 0,27 \quad \rightarrow \quad \text{megfelel!}$$

Húzott és nyomott rácsrúd:

$$(b_1 + b_2)/(2 \times b_1) = (50 + 50)/(2 \times 50) = 1,0 > 0,6 \quad \rightarrow \quad \text{megfelel!}$$

$$(b_1 + b_2)/(2 \times b_1) = (50 + 50)/(2 \times 50) = 1,0 < 1,3 \quad \rightarrow \quad \text{megfelel!}$$

$$b_0/t_0 = 100/6,0 = 16,67 \geq 15 \quad \rightarrow \quad \text{megfelel!}$$

Rácsrudak bekötése közötti hézag:

$$\beta = (b_1 + b_2 + h_1 + h_2)/4 \times b_0 = (50 + 50 + 50 + 50)/4 \times 100 = 0,50$$

$$g_{\min} = t_1 + t_2 = 5,0 + 5,0 = 10,0 \text{ mm}$$

$$g/b_0 = 11/100 = 0,11 < 1,5 \times (1 - \beta) = 1,5 \times (1 - 0,50) = 0,75$$

$$g/b_0 = 11/100 = 0,11 < 0,5 \times (1 - \beta) = 0,5 \times (1 - 0,50) = 0,25$$

$$t_1 + t_2 = 5,0 + 5,0 = 10,0 \text{ mm} < g = 11 \text{ mm} \rightarrow \text{megfelel!}$$

Csomópont ellenállása:

Övrúd felületének képlékeny törése:

$$\gamma = b_0 / (2 \times t_0) = 100 / (2 \times 6,0) = 8,33$$

$$k_n = 1,0$$

Ellenőrzés:

$$N_{1,Rd} = \frac{8,9 \times \sqrt{\gamma} \times k_n \times f_{y0} \times t_0^2}{\sin \theta_1} \times \frac{\left(\frac{b_1 + b_2 + h_1 + h_2}{4 \times b_0} \right)}{\gamma_{M5}} =$$

$$= \frac{8,9 \times \sqrt{8,33} \times 1,0 \times 235 \times 6,0^2}{\sin 54^\circ} \times \frac{\left(\frac{50+50+50+50}{4 \times 100} \right)}{1,0} =$$

$$= 134,31 \text{ kN} > 67,01 \text{ kN} \rightarrow \text{megfelel!}$$

Ellenőrzés:

$$N_{2,Rd} = \frac{8,9 \times \sqrt{\gamma} \times k_n \times f_{y0} \times t_0^2}{\sin \theta_2} \times \frac{\left(\frac{b_1 + b_2 + h_1 + h_2}{4 \times b_0} \right)}{\gamma_{M5}} =$$

$$= \frac{8,9 \times \sqrt{8,33} \times 1,0 \times 235 \times 6,0^2}{\sin 53^\circ} \times \frac{\left(\frac{50+50+50+50}{4 \times 100} \right)}{1,0} =$$

$$= 136,05 \text{ kN} > 84,19 \text{ kN} \rightarrow \text{megfelel!}$$

Rácsrudakat bekötő varratok ellenállásának ellenőrzése:

Nyomott rácsrúd:

Varrat fajlagos ellenállása:

$$f_{vw,d} = f_u / (\beta_w \times \gamma_{M2} \times \sqrt{3}) = 360 / (0,80 \times 1,25 \times \sqrt{3}) = 207,85 \text{ N/mm}^2$$

$$F_{w,Rd} = f_{vw,d} \times a = 207,85 \times 3 = 623,55 \text{ N/mm}$$

Varratot terhelő fajlagos erő a rácsrúd nyomási ellenállásából számítva:

$$N_{Ed} = 67010 \text{ N}$$

$$K = 2 \times (b_1 + h_1/\theta_1) = 2 \times (50 + 50/\sin 54^\circ) = 223,61 \text{ mm}$$

$$N_{b,Rd}/K = 67010/223,61 = \mathbf{299,67 \text{ N/mm}}$$

Varrat ellenőrzése:

$$N_{b,Rd}/K = 299,67 \text{ N/mm} < F_{w,Rd} = 623,55 \text{ N/mm} \rightarrow \text{megfelel!}$$

Húzott rácsrúd:

Varrat fajlagos ellenállása:

$$f_{w,d} = f_u/(\beta_w \times \gamma_{M2} \times \sqrt{3}) = 360/(0,80 \times 1,25 \times \sqrt{3}) = 207,85 \text{ N/mm}^2$$

$$F_{w,Rd} = f_{w,d} \times a = 207,85 \times 3 = 623,55 \text{ N/mm}$$

Varratot terhelő fajlagos erő a rácsrúd húzási ellenállásából számítva:

$$N_{Ed} = 84190 \text{ N}$$

$$K = 2 \times (b_2 + h_2/\theta_2) = 2 \times (50 + 50/\sin 53^\circ) = 225,21 \text{ mm}$$

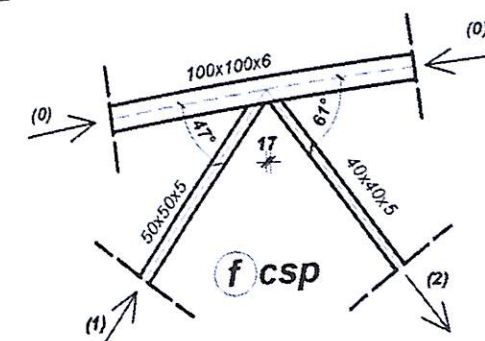
$$N_{t,Rd}/K = 84190/225,21 = \mathbf{373,83 \text{ N/mm}}$$

Varrat ellenőrzése:

$$N_{t,Rd}/K = 373,83 \text{ N/mm} < F_{w,Rd} = 623,55 \text{ N/mm} \rightarrow \text{megfelel!}$$

F. csomópont:

$f_y = 235 \text{ N/mm}^2$	$f_u = 360 \text{ N/mm}^2$	$\beta_w = 0,80$	$\varepsilon = 1,0$
$b_0 = 100 \text{ mm}$	$b_1 = 50 \text{ mm}$	$b_2 = 40 \text{ mm}$	$g = 17 \text{ mm}$
$h_0 = 100 \text{ mm}$	$h_1 = 50 \text{ mm}$	$h_2 = 40 \text{ mm}$	
$t_0 = 6,0 \text{ mm}$	$t_1 = 5,0 \text{ mm}$	$t_2 = 5,0 \text{ mm}$	$\gamma_{M5} = 1,0$
$\gamma_{M2} = 1,25$	$\theta_1 = 47^\circ$	$\theta_2 = 61^\circ$	
$a = 0,7 \times 5,0 = 3,5 \sim 3,0 \text{ mm}$			

Szerkesztési szabályok:Nyomott rácsrúd:

$$b_1/t_1 = h_1/t_1 = 50/5,0 = 10 < 35$$

$$h_1/b_1 = 50/50 = 1 > 0,5 \text{ és } < 2,0$$

→ megfelel!

→ megfelel!

Keresztmetszet osztályozása:

$$c_f = h_1 - 2 \times t_1 = 50 - 2 \times 5,0 = 40,0 \text{ mm}$$

$$c_f/t_1 = 40,0/5,0 = 8,0 < 33 \times \varepsilon = 33 \rightarrow 1.\text{km.-i o.} \rightarrow \text{megfelel!}$$

Húzott rácsrúd:

$$b_2/t_2 = h_2/t_2 = 40/5,0 = 8,0 < 35$$

$$h_2/b_2 = 40/40 = 1 > 0,5 \text{ és } < 2,0$$

→ megfelel!

→ megfelel!

Övrúd:

$$h_0/b_0 = 100/100 = 1 > 0,5 \text{ és } < 2,0$$

→ megfelel!

Keresztmetszet osztályozása:

$$c_f = h_0 - 2 \times t_0 = 100 - 2 \times 6,0 = 88,0 \text{ mm}$$

$$c_f/t_0 = 88,0/6,0 = 14,67 < 33 \times \varepsilon = 33 \rightarrow 1.\text{km.-i o.} \rightarrow \text{megfelel!}$$

Övrúd és nyomott rácsrúd:

$$b_1/b_0 = 50/100 = 0,5 > 0,35$$

→ megfelel!

$$b_1/b_0 = 50/100 = 0,5 > 0,1 + 0,01 \times (100/6) = 0,27 \rightarrow \text{megfelel!}$$

Övrúd és húzott rácsrúd:

$$b_2/b_0 = 40/100 = 0,4 > 0,35$$

→ megfelel!

$$b_2/b_0 = 40/100 = 0,4 > 0,1 + 0,01 \times (100/6,0) = 0,27 \rightarrow \text{megfelel!}$$

Húzott és nyomott rácsrúd:

$$(b_1 + b_2)/(2 \times b_1) = (50 + 40)/(2 \times 50) = 0,9 > 0,6 \rightarrow \text{megfelel!}$$

$$(b_1 + b_2)/(2 \times b_1) = (50 + 40)/(2 \times 50) = 0,9 < 1,3 \rightarrow \text{megfelel!}$$

$$b_0/t_0 = 100/6,0 = 16,67 \geq 15 \rightarrow \text{megfelel!}$$

Rácsrudak bekötése közötti hézag:

$$\beta = (b_1 + b_2 + h_1 + h_2)/4 \times b_0 = (50 + 40 + 50 + 40)/4 \times 100 = 0,45$$

$$g_{\min} = t_1 + t_2 = 5,0 + 5,0 = 10,0 \text{ mm}$$

$$g/b_0 = 17/100 = 0,17 < 1,5 \times (1 - \beta) = 1,5 \times (1 - 0,45) = 0,825$$

$$g/b_0 = 17/100 = 0,17 < 0,5 \times (1 - \beta) = 0,5 \times (1 - 0,45) = 0,275$$

$$t_1 + t_2 = 5,0 + 5,0 = 10,0 \text{ mm} < g = \underline{17 \text{ mm}} \rightarrow \text{megfelel!}$$

Csomópont ellenállása:Övrúd felületének képlékeny törése:

$$\gamma = b_0/(2 \times t_0) = 100/(2 \times 6,0) = 8,33$$

$$k_n = \min \left(1,0 ; 1,3 - \frac{0,4 \times \frac{\sigma_{0,Ed}}{f_{y,0}}}{\beta} \right) = 1,3 - \frac{0,4 \times 0,659}{0,45} = 0,714$$

$$\sigma_{0,Ed} = \frac{N_{0,Ed}}{A_0} = \frac{344,74 \cdot 10^3}{2225} = 154,95 \text{ N/mm}^2$$

$$\frac{\sigma_{0,Ed}}{f_{y,0}} = \frac{154,95}{235} = 0,659$$

Ellenőrzés:

$$N_{1,Rd} = \frac{8,9 \times \sqrt{\gamma} \times k_n \times f_{y0} \times t_0^2}{\sin \theta_1} \times \frac{\left(\frac{b_1 + b_2 + h_1 + h_2}{4 \times b_0} \right)}{\gamma_{M5}} =$$

$$= \frac{8,9 \times \sqrt{8,33} \times 0,714 \times 235 \times 6,0^2}{\sin 47^\circ} \times \frac{\left(\frac{50+40+50+40}{4 \times 100} \right)}{1,0} =$$

$$= 95,47 \text{ kN} > 67,01 \text{ kN} \rightarrow \text{megfelel!}$$

Ellenőrzés:

$$N_{2,Rd} = \frac{8,9 \times \sqrt{\gamma} \times k_n \times f_{y0} \times t_0^2}{\sin \theta_2} \times \frac{\left(\frac{b_1 + b_2 + h_1 + h_2}{4 \times b_0} \right)}{\gamma_{M5}} =$$

$$= \frac{8,9 \times \sqrt{8,33} \times 0,714 \times 235 \times 6,0^2}{\sin 61^\circ} \times \frac{\left(\frac{50+40+50+40}{4 \times 100} \right)}{1,0} =$$

$$= 79,83 \text{ kN} > 32,91 \text{ kN} \rightarrow \text{megfelel!}$$

Rácsrudakat bekötő varratok ellenállásának ellenőrzése:

Nyomott rácsrúd:

Varrat fajlagos ellenállása:

$$f_{vw,d} = f_u / (\beta_w \times \gamma_{M2} \times \sqrt{3}) = 360 / (0,80 \times 1,25 \times \sqrt{3}) = 207,85 \text{ N/mm}^2$$

$$F_{w,Rd} = f_{vw,d} \times a = 207,85 \times 3 = 623,55 \text{ N/mm}$$

Varratot terhelő fajlagos erő a rácsrúd nyomási ellenállásából számítva:

$$N_{Ed} = 67010 \text{ N}$$

$$K = 2 \times (b_1 + h_1/\theta_1) = 2 \times (50 + 50/\sin 47^\circ) = 236,73 \text{ mm}$$

$$N_{b,Rd}/K = 67010/236,73 = \mathbf{283,06 \text{ N/mm}}$$

Varrat ellenőrzése:

$$N_{b,Rd}/K = 283,06 \text{ N/mm} < F_{w,Rd} = 623,55 \text{ N/mm} \rightarrow \text{megfelel!}$$

Húzott rácsrúd:

Varrat fajlagos ellenállása:

$$f_{vw,d} = f_u / (\beta_w \times \gamma_{M2} \times \sqrt{3}) = 360 / (0,80 \times 1,25 \times \sqrt{3}) = 207,85 \text{ N/mm}^2$$

$$F_{w,Rd} = f_{vw,d} \times a = 207,85 \times 3 = 623,55 \text{ N/mm}$$

Varratot terhelő fajlagos erő a rácsrúd húzási ellenállásából számítva:

$$N_{Ed} = 32910 \text{ N}$$

$$K = 2 \times (b_2 + h_2/\theta_2) = 2 \times (40 + 40/\sin 61^\circ) = 201,94 \text{ mm}$$

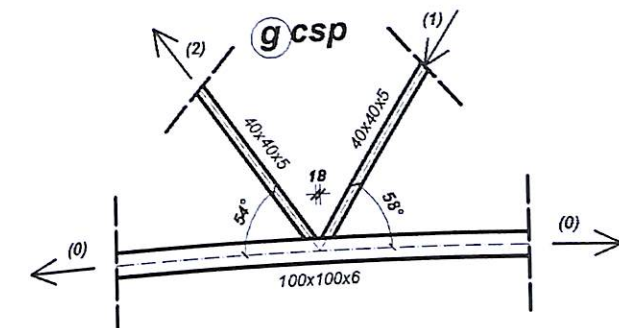
$$N_{t,Rd}/K = 32910/201,94 = \mathbf{162,97 \text{ N/mm}}$$

Varrat ellenőrzése:

$$N_{t,Rd}/K = 162,97 \text{ N/mm} < F_{w,Rd} = 623,55 \text{ N/mm} \rightarrow \text{megfelel!}$$

G. csomópont:

$f_y = 235 \text{ N/mm}^2$	$f_u = 360 \text{ N/mm}^2$	$\beta_w = 0,80$	$\varepsilon = 1,0$
$b_0 = 100 \text{ mm}$	$b_1 = 40 \text{ mm}$	$b_2 = 40 \text{ mm}$	$g = 18 \text{ mm}$
$h_0 = 100 \text{ mm}$	$h_1 = 40 \text{ mm}$	$h_2 = 40 \text{ mm}$	
$t_0 = 6,0 \text{ mm}$	$t_1 = 5,0 \text{ mm}$	$t_2 = 5,0 \text{ mm}$	$\gamma_{M5} = 1,0$
$\gamma_{M2} = 1,25$	$\theta_1 = 58^\circ$	$\theta_2 = 54^\circ$	
$a = 0,7 \times 5,0 = 3,5 \sim 3,0 \text{ mm}$			

Szerkesztési szabályok:Nyomott rácsrúd:

$$b_1/t_1 = h_1/t_1 = 40/5,0 = 8,0 < 35$$

$$h_1/b_1 = 40/40 = 1 > 0,5 \text{ és } < 2,0$$

→ megfelel!

→ megfelel!

Keresztmetszet osztályozása:

$$c_f = h_1 - 2 \times t_1 = 40 - 2 \times 5,0 = 30 \text{ mm}$$

$$c_f/t_1 = 30,0/5,0 = 6,0 < 33 \times \varepsilon = 33 \rightarrow 1.\text{km.-i o.} \rightarrow \text{megfelel!}$$

Húzott rácsrúd:

$$b_2/t_2 = h_2/t_2 = 40/5,0 = 7,0 < 35$$

$$h_2/b_2 = 40/40 = 1 > 0,5 \text{ és } < 2,0$$

→ megfelel!

→ megfelel!

Övrúd:

$$h_0/b_0 = 100/100 = 1 > 0,5 \text{ és } < 2,0 \rightarrow \text{megfelel!}$$

Keresztmetszet osztályozása:

$$c_f = h_0 - 2 \times t_0 = 100 - 2 \times 6,0 = 88,0 \text{ mm}$$

$$c_f/t_0 = 88,0/6,0 = 14,67 < 33 \times \varepsilon = 33 \rightarrow 1.\text{km.-i o.} \rightarrow \text{megfelel!}$$

Övrúd és nyomott rácsrúd:

$$b_1/b_0 = 40/100 = 0,4 > 0,35$$

→ megfelel!

$$b_1/b_0 = 40/100 = 0,4 > 0,1 + 0,01 \times (100/6) = 0,27 \rightarrow \text{megfelel!}$$

Övrúd és húzott rácsrúd:

$$b_2/b_0 = 40/100 = 0,4 > 0,35$$

→ megfelel!

$$b_2/b_0 = 40/100 = 0,4 > 0,1 + 0,01 \times (100/6,0) = 0,27 \rightarrow \text{megfelel!}$$

Húzott és nyomott rácsrúd:

$$(b_1 + b_2)/(2 \times b_1) = (40 + 40)/(2 \times 40) = 1,0 > 0,6 \rightarrow \text{megfelel!}$$

$$(b_1 + b_2)/(2 \times b_1) = (40 + 40)/(2 \times 40) = 1,0 < 1,3 \rightarrow \text{megfelel!}$$

$$b_0/t_0 = 100/6,0 = 16,67 \geq 15 \rightarrow \text{megfelel!}$$

Rácsrudak bekötése közötti hézag:

$$\beta = (b_1 + b_2 + h_1 + h_2)/4 \times b_0 = (40 + 40 + 40 + 40)/4 \times 100 = 0,40$$

$$g_{\min} = t_1 + t_2 = 5,0 + 5,0 = 10,0 \text{ mm}$$

$$g/b_0 = 18/100 = 0,18 < 1,5 \times (1 - \beta) = 1,5 \times (1 - 0,40) = 0,90$$

$$g/b_0 = 18/100 = 0,18 < 0,5 \times (1 - \beta) = 0,5 \times (1 - 0,40) = 0,30$$

$$t_1 + t_2 = 5,0 + 5,0 = 10,0 \text{ mm} < g = \underline{18 \text{ mm}} \rightarrow \text{megfelel!}$$

Csomópont ellenállása:Övrúd felületének képlékeny törése:

$$\gamma = b_0/(2 \times t_0) = 100/(2 \times 6,0) = 8,33$$

$$k_n = 1,0$$

Ellenőrzés:

$$N_{1,Rd} = \frac{8,9 \times \sqrt{\gamma} \times k_n \times f_{y0} \times t_0^2}{\sin \theta_1} \times \frac{\left(\frac{b_1 + b_2 + h_1 + h_2}{4 \times b_0} \right)}{\gamma_{M5}} =$$

$$= \frac{8,9 \times \sqrt{8,33} \times 1,0 \times 235 \times 6,0^2}{\sin 58^\circ} \times \frac{\left(\frac{40+40+40+40}{4 \times 100}\right)}{1,0} =$$

$$= 102,50 \text{ kN} > 20,87 \text{ kN} \rightarrow \text{megfelel!}$$

Ellenőrzés:

$$N_{2,Rd} = \frac{8,9 \times \sqrt{\gamma} \times k_n \times f_{y0} \times t_0^2}{\sin \theta_2} \times \frac{\left(\frac{b_1 + b_2 + h_1 + h_2}{4 \times b_0}\right)}{\gamma_{M5}} =$$

$$= \frac{8,9 \times \sqrt{8,33} \times 1,0 \times 235 \times 6,0^2}{\sin 54^\circ} \times \frac{\left(\frac{40+40+40+40}{4 \times 100}\right)}{1,0} =$$

$$= 107,44 \text{ kN} > 32,91 \text{ kN} \rightarrow \text{megfelel!}$$

Rácsrudakat bekötő varratok ellenállásának ellenőrzése:

Nyomott rácsrúd:

Varrat fajlagos ellenállása:

$$f_{vw,d} = f_u / (\beta_w \times \gamma_{M2} \times \sqrt{3}) = 360 / (0,80 \times 1,25 \times \sqrt{3}) = 207,85 \text{ N/mm}^2$$

$$F_{w,Rd} = f_{vw,d} \times a = 207,85 \times 3 = 623,55 \text{ N/mm}$$

Varratot terhelő fajlagos erő a rácsrúd nyomási ellenállásából számítva:

$$N_{Ed} = 20870 \text{ N}$$

$$K = 2 \times (b_1 + h_1 / \theta_1) = 2 \times (40 + 40 / \sin 58^\circ) = 174,33 \text{ mm}$$

$$N_{b,Rd} / K = 20872 / 174,33 = 119,73 \text{ N/mm}$$

Varrat ellenőrzése:

$$N_{b,Rd} / K = 119,73 \text{ N/mm} < F_{w,Rd} = 623,55 \text{ N/mm} \rightarrow \text{megfelel!}$$

Húzott rácsrúd:

Varrat fajlagos ellenállása:

$$f_{vw,d} = f_u / (\beta_w \times \gamma_{M2} \times \sqrt{3}) = 360 / (0,80 \times 1,25 \times \sqrt{3}) = 207,85 \text{ N/mm}^2$$

$$F_{w,Rd} = f_{vw,d} \times a = 207,85 \times 3 = 623,55 \text{ N/mm}$$

Varratot terhelő fajlagos erő a rácsrúd húzási ellenállásából számítva:

$$N_{Ed} = 32910 \text{ N}$$

$$K = 2 \times (b_2 + h_2 / \theta_2) = 2 \times (40 + 40 / \sin 54^\circ) = 178,89 \text{ mm}$$

$$N_{t,Rd} / K = 32910 / 178,89 = 183,97 \text{ N/mm}$$

Varrat ellenőrzése:

$$N_{t,Rd} / K = 183,97 \text{ N/mm} < F_{w,Rd} = 623,55 \text{ N/mm} \rightarrow \text{megfelel!}$$

H. csomópont:

$$f_y = 235 \text{ N/mm}^2 \quad f_u = 360 \text{ N/mm}^2$$

$$b_0 = 100 \text{ mm} \quad b_1 = 40 \text{ mm}$$

$$h_0 = 100 \text{ mm} \quad h_1 = 40 \text{ mm}$$

$$t_0 = 6,0 \text{ mm} \quad t_1 = 5,0 \text{ mm}$$

$$\gamma_{M2} = 1,25 \quad \theta_1 = 51^\circ$$

$$a = 0,7 \times 5,0 = 3,5 \sim 3,0 \text{ mm}$$

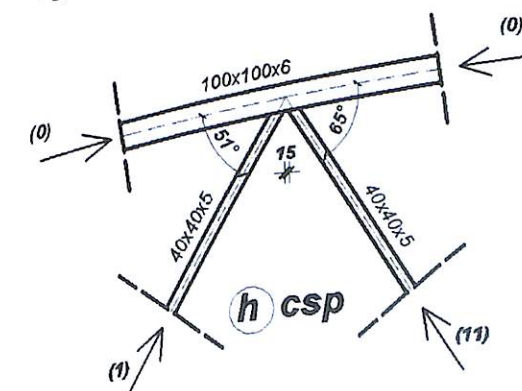
$$\beta_w = 0,80 \quad \varepsilon = 1,0$$

$$b_{11} = 40 \text{ mm} \quad g = 15 \text{ mm}$$

$$h_{11} = 40 \text{ mm}$$

$$t_{11} = 5,0 \text{ mm} \quad \gamma_{M5} = 1,0$$

$$\theta_2 = 65^\circ$$



Szerkesztési szabályok:

Nyomott rácsrúd:

$$b_1/t_1 = h_1/t_1 = 40/5,0 = 8,0 < 35$$

$$h_1/b_1 = 40/40 = 1 > 0,5 \text{ és } < 2,0$$

$\rightarrow$ megfelel!

$\rightarrow$ megfelel!

Keresztmetszet osztályozása:

$$c_f = h_1 - 2 \times t_1 = 40 - 2 \times 5,0 = 30,0 \text{ mm}$$

$$c_f/t_1 = 30,0/5,0 = 6,0 < 33 \times \varepsilon = 33 \rightarrow 1.\text{km.-i o.} \rightarrow \text{megfelel!}$$

Nyomott rácsrúd:

$$b_{11}/t_{11} = h_{11}/t_{11} = 40/5,0 = 8,0 < 35 \rightarrow \text{megfelel!}$$

$$h_{11}/b_{11} = 40/40 = 1 > 0,5 \text{ és } < 2,0 \rightarrow \text{megfelel!}$$

Övrúd:

$$h_0/b_0 = 100/100 = 1 > 0,5 \text{ és } < 2,0 \rightarrow \text{megfelel!}$$

Keresztmetszet osztályozása:

$$c_f = h_0 - 2 \times t_0 = 100 - 2 \times 6,0 = 88,0 \text{ mm}$$

$$c_f/t_0 = 88,0/6,0 = 14,67 < 33 \times \varepsilon = 33 \rightarrow 1.\text{km.-i o.} \rightarrow \text{megfelel!}$$

Övrúd és nyomott rácsrúd:

$$b_1/b_0 = 40/100 = 0,4 > 0,35 \rightarrow \text{megfelel!}$$

$$b_1/b_0 = 40/100 = 0,4 > 0,1 + 0,01 \times (100/6) = 0,27 \rightarrow \text{megfelel!}$$

Övrúd és nyomott rácsrúd:

$$b_{11}/b_0 = 40/100 = 0,4 > 0,35 \rightarrow \text{megfelel!}$$

$$b_{11}/b_0 = 40/100 = 0,4 > 0,1 + 0,01 \times (100/6,0) = 0,27 \rightarrow \text{megfelel!}$$

Nyomott és nyomott rácsrúd:

$$(b_1 + b_{11})/(2 \times b_1) = (40 + 40)/(2 \times 40) = 1,0 > 0,6 \rightarrow \text{megfelel!}$$

$$(b_1 + b_{11})/(2 \times b_1) = (40 + 40)/(2 \times 40) = 1,0 < 1,3 \rightarrow \text{megfelel!}$$

$$b_0/t_0 = 100/6,0 = 16,67 \geq 15 \rightarrow \text{megfelel!}$$

Rácsrudak bekötése közötti hézag:

$$\beta = (b_1 + b_{11} + h_1 + h_{11})/4 \times b_0 = (40 + 40 + 40 + 40)/4 \times 100 = 0,40$$

$$g_{\min} = t_1 + t_{11} = 5,0 + 5,0 = 10,0 \text{ mm}$$

$$g/b_0 = 15/100 = 0,15 < 1,5 \times (1 - \beta) = 1,5 \times (1 - 0,40) = 0,90$$

$$g/b_0 = 15/100 = 0,15 < 0,5 \times (1 - \beta) = 0,5 \times (1 - 0,40) = 0,30$$

$$t_1 + t_{11} = 5,0 + 5,0 = 10,0 \text{ mm} < g = \underline{15 \text{ mm}} \rightarrow \text{megfelel!}$$

Csomópont ellenállása:

Övrúd felületének képlékeny törése:

$$\gamma = b_0/(2 \times t_0) = 100/(2 \times 6,0) = 8,33$$

$$k_n = \min \left(1,0 ; 1,3 - \frac{0,4 \times \frac{\sigma_{0,Ed}}{f_{y,0}}}{\beta} \right) = 1,3 - \frac{0,4 \times 0,659}{0,40} = 0,641$$

$$\sigma_{0,Ed} = \frac{N_{0,Ed}}{A_0} = \frac{344,74 \cdot 10^3}{2225} = 154,95 \text{ N/mm}^2$$

$$\frac{\sigma_{0,Ed}}{f_{y,0}} = \frac{154,95}{235} = 0,659$$

Ellenőrzés:

$$N_{1,Rd} = \frac{8,9 \times \sqrt{\gamma} \times k_n \times f_{y,0} \times t_0^2}{\sin \theta_1} \times \frac{\left(\frac{b_1 + b_{11} + h_1 + h_{11}}{4 \times b_0} \right)}{\gamma_{M5}} =$$

$$= \frac{8,9 \times \sqrt{8,33} \times 0,641 \times 235 \times 6,0^2}{\sin 51^\circ} \times \frac{\left(\frac{40+40+40+40}{4 \times 100} \right)}{1,0} =$$

$$= \underline{71,70 \text{ kN}} > 20,87 \text{ kN} \rightarrow \text{megfelel!}$$

Ellenőrzés:

$$\begin{aligned}
 N_{11,Rd} &= \frac{8,9 \times \sqrt{\gamma} \times k_n \times f_{y0} \times t_0^2}{\sin \theta_{11}} \times \frac{\left(\frac{b_1 + b_{11} + h_1 + h_{11}}{4 \times b_0} \right)}{\gamma_{M5}} = \\
 &= \frac{8,9 \times \sqrt{8,33} \times 0,641 \times 235 \times 6,0^2}{\sin 65^\circ} \times \frac{\left(\frac{40+40+40+40}{4 \times 100} \right)}{1,0} = \\
 &= 61,48 \text{ kN} > 31,89 \text{ kN} \rightarrow \text{megfelel!}
 \end{aligned}$$

Rácsrudakat bekötő varratok ellenállásának ellenőrzése:

Nyomott rácsrúd:

Varrat fajlagos ellenállása:

$$\begin{aligned}
 f_{vw,d} &= f_u / (\beta_w \times \gamma_{M2} \times \sqrt{3}) = 360 / (0,80 \times 1,25 \times \sqrt{3}) = 207,85 \text{ N/mm}^2 \\
 F_{w,Rd} &= f_{vw,d} \times a = 207,85 \times 3 = 623,55 \text{ N/mm}
 \end{aligned}$$

Varratot terhelő fajlagos erő a rácsrúd nyomási ellenállásából számítva:

$$\begin{aligned}
 N_{Ed} &= 20870 \text{ N} \\
 K &= 2 \times (b_1 + h_1 / \theta_1) = 2 \times (40 + 40 / \sin 51^\circ) = 182,94 \text{ mm} \\
 N_{b,Rd} / K &= 20870 / 182,94 = 114,08 \text{ N/mm}
 \end{aligned}$$

Varrat ellenőrzése:

$$N_{b,Rd} / K = 114,08 \text{ N/mm} < F_{w,Rd} = 623,55 \text{ N/mm} \rightarrow \text{megfelel!}$$

Nyomott rácsrúd:

Varrat fajlagos ellenállása:

$$\begin{aligned}
 f_{vw,d} &= f_u / (\beta_w \times \gamma_{M2} \times \sqrt{3}) = 360 / (0,80 \times 1,25 \times \sqrt{3}) = 207,85 \text{ N/mm}^2 \\
 F_{w,Rd} &= f_{vw,d} \times a = 207,85 \times 3 = 623,55 \text{ N/mm}
 \end{aligned}$$

Varratot terhelő fajlagos erő a rácsrúd nyomási ellenállásából számítva:

$$N_{Ed} = 31890 \text{ N}$$

$$K = 2 \times (b_{11} + h_{11}/\theta_{11}) = 2 \times (40 + 40/\sin 65^\circ) = 193,14 \text{ mm}$$

$$N_{b,Rd}/K = 31890/193,14 = 165,11 \text{ N/mm}$$

Varrat ellenőrzése:

$$N_{b,Rd}/K = 165,11 \text{ N/mm} < F_{w,Rd} = 623,55 \text{ N/mm} \rightarrow \text{megfelel!}$$

I. csomópont:

$$f_y = 235 \text{ N/mm}^2$$

$$b_0 = 100 \text{ mm}$$

$$h_0 = 100 \text{ mm}$$

$$t_0 = 6,0 \text{ mm}$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

$$a = 0,7 \times 5,0 = 3,5 \sim 3,0 \text{ mm}$$

$$f_u = 360 \text{ N/mm}^2$$

$$b_{11} = 40 \text{ mm}$$

$$h_{11} = 40 \text{ mm}$$

$$t_{11} = 5,0 \text{ mm}$$

$$\theta_{11} = 58^\circ$$

$$\beta_w = 0,80$$

$$b_2 = 40 \text{ mm}$$

$$h_2 = 40 \text{ mm}$$

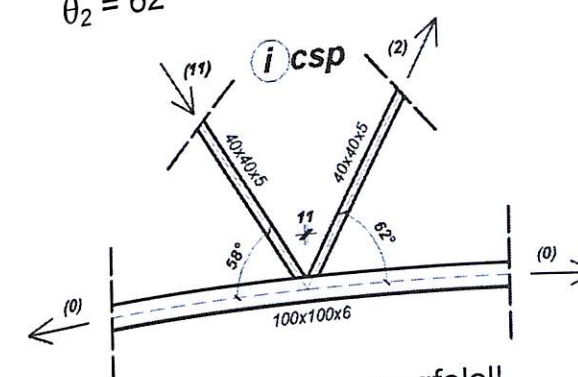
$$t_2 = 5,0 \text{ mm}$$

$$\theta_2 = 62^\circ$$

$$\varepsilon = 1,0$$

$$g = 11 \text{ mm}$$

$$\gamma_{M5} = 1,0$$



→ megfelel!

→ megfelel!

Szerkesztési szabályok:

Nyomott rácsrúd:

$$b_{11}/t_{11} = h_{11}/t_{11} = 40/5,0 = 8,0 < 35$$

$$h_{11}/b_{11} = 40/40 = 1 > 0,5 \text{ és } < 2,0$$

Keresztmetszet osztályozása:

$$c_f = h_{11} - 2 \times t_{11} = 40 - 2 \times 5,0 = 30 \text{ mm}$$

$$c_f/t_{11} = 30,0/5,0 = 6,0 < 33 \times \varepsilon = 33 \rightarrow 1.\text{km.-i o.} \rightarrow \text{megfelel!}$$

Húzott rácsrúd:

$$b_2/t_2 = h_2/t_2 = 40/5,0 = 7,0 < 35 \rightarrow \text{megfelel!}$$

$$h_2/b_2 = 40/40 = 1 > 0,5 \text{ és } < 2,0 \rightarrow \text{megfelel!}$$

Övrúd:

$$h_0/b_0 = 100/100 = 1 > 0,5 \text{ és } < 2,0 \rightarrow \text{megfelel!}$$

Keresztmetszet osztályozása:

$$c_f = h_0 - 2 \times t_0 = 100 - 2 \times 6,0 = 88,0 \text{ mm}$$

$$c_f/t_0 = 88,0/6,0 = 14,67 < 33 \times \varepsilon = 33 \rightarrow 1.\text{km.-i o.} \rightarrow \text{megfelel!}$$

Övrúd és nyomott rácsrúd:

$$b_{11}/b_0 = 40/100 = 0,4 > 0,35 \rightarrow \text{megfelel!}$$

$$b_{11}/b_0 = 40/100 = 0,4 > 0,1 + 0,01 \times (100/6) = 0,27 \rightarrow \text{megfelel!}$$

Övrúd és húzott rácsrúd:

$$b_2/b_0 = 40/100 = 0,4 > 0,35 \rightarrow \text{megfelel!}$$

$$b_2/b_0 = 40/100 = 0,4 > 0,1 + 0,01 \times (100/6,0) = 0,27 \rightarrow \text{megfelel!}$$

Húzott és nyomott rácsrúd:

$$(b_{11} + b_2)/(2 \times b_{11}) = (40 + 40)/(2 \times 40) = 1,0 > 0,6 \rightarrow \text{megfelel!}$$

$$(b_{11} + b_2)/(2 \times b_{11}) = (40 + 40)/(2 \times 40) = 1,0 < 1,3 \rightarrow \text{megfelel!}$$

$$b_0/t_0 = 100/6,0 = 16,67 \geq 15 \rightarrow \text{megfelel!}$$

Rácsrudak bekötése közötti hézag:

$$\beta = (b_{11} + b_2 + h_{11} + h_2)/4 \times b_0 = (40 + 40 + 40 + 40)/4 \times 100 = 0,40$$

$$g_{\min} = t_{11} + t_2 = 5,0 + 5,0 = 10,0 \text{ mm}$$

$$g/b_0 = 11/100 = 0,11 < 1,5 \times (1 - \beta) = 1,5 \times (1 - 0,40) = 0,90$$

$$g/b_0 = 11/100 = 0,11 < 0,5 \times (1 - \beta) = 0,5 \times (1 - 0,40) = 0,30$$

$$t_{11} + t_2 = 5,0 + 5,0 = 10,0 \text{ mm} < g = 18 \text{ mm} \rightarrow \text{megfelel!}$$

Csomópont ellenállása:Övrúd felületének képlékeny törése:

$$\gamma = b_0 / (2 \times t_0) = 100 / (2 \times 6,0) = 8,33$$

$$k_n = 1,0$$

Ellenőrzés:

$$N_{11,Rd} = \frac{8,9 \times \sqrt{\gamma} \times k_n \times f_{y0} \times t_0^2}{\sin \theta_1} \times \frac{\left(\frac{b_{11} + b_2 + h_{11} + h_2}{4 \times b_0} \right)}{\gamma_{M5}} =$$

$$= \frac{8,9 \times \sqrt{8,33} \times 1,0 \times 235 \times 6,0^2}{\sin 58^\circ} \times \frac{\left(\frac{40+40+40+40}{4 \times 100} \right)}{1,0} =$$

$$= 102,50 \text{ kN} > 31,89 \text{ kN} \rightarrow \text{megfelel!}$$

Ellenőrzés:

$$N_{2,Rd} = \frac{8,9 \times \sqrt{\gamma} \times k_n \times f_{y0} \times t_0^2}{\sin \theta_2} \times \frac{\left(\frac{b_{11} + b_2 + h_{11} + h_2}{4 \times b_0} \right)}{\gamma_{M5}} =$$

$$= \frac{8,9 \times \sqrt{8,33} \times 1,0 \times 235 \times 6,0^2}{\sin 62^\circ} \times \frac{\left(\frac{40+40+40+40}{4 \times 100} \right)}{1,0} =$$

$$= 98,45 \text{ kN} > 40,87 \text{ kN} \rightarrow \text{megfelel!}$$

Rácsrudakat bekötő varratok ellenállásának ellenőrzése:Nyomott rácsrúd:Varrat fajlagos ellenállása:

$$f_{vw,d} = f_u / (\beta_w \times \gamma_{M2} \times \sqrt{3}) = 360 / (0,80 \times 1,25 \times \sqrt{3}) = 207,85 \text{ N/mm}^2$$

$$F_{w,Rd} = f_{vw,d} \times a = 207,85 \times 3 = 623,55 \text{ N/mm}$$

Varratot terhelő fajlagos erő a rácsrúd nyomási ellenállásából számítva:

$$N_{Ed} = 31890 \text{ N}$$

$$K = 2 \times (b_1 + h_1/\theta_1) = 2 \times (40 + 40/\sin 58^\circ) = 174,33 \text{ mm}$$

$$N_{b,Rd}/K = 31890/174,33 = \mathbf{182,93 \text{ N/mm}}$$

Varrat ellenőrzése:

$$N_{b,Rd}/K = 182,93 \text{ N/mm} < F_{w,Rd} = 623,55 \text{ N/mm} \rightarrow \text{megfelel!}$$

Húzott rácsrúd:

Varrat fajlagos ellenállása:

$$f_{w,d} = f_u/(\beta_w \times \gamma_{M2} \times \sqrt{3}) = 360/(0,80 \times 1,25 \times \sqrt{3}) = 207,85 \text{ N/mm}^2$$

$$F_{w,Rd} = f_{w,d} \times a = 207,85 \times 3 = 623,55 \text{ N/mm}$$

Varratot terhelő fajlagos erő a rácsrúd húzási ellenállásából számítva:

$$N_{Ed} = 40870 \text{ N}$$

$$K = 2 \times (b_2 + h_2/\theta_2) = 2 \times (40 + 40/\sin 62^\circ) = 170,61 \text{ mm}$$

$$N_{t,Rd}/K = 40870/170,61 = \mathbf{239,55 \text{ N/mm}}$$

Varrat ellenőrzése:

$$N_{t,Rd}/K = 239,55 \text{ N/mm} < F_{w,Rd} = 623,55 \text{ N/mm} \rightarrow \text{megfelel!}$$

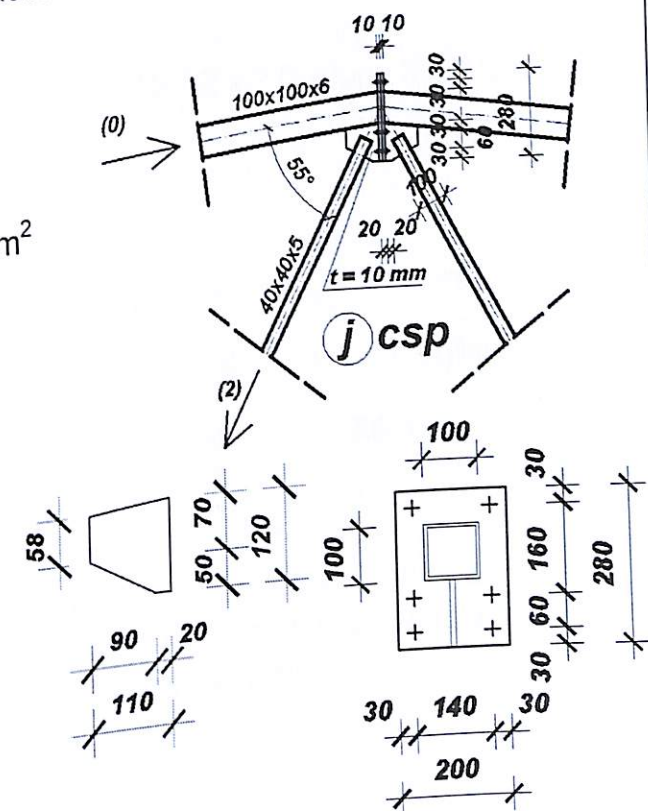
J. csomópont:

$$\begin{aligned}
 f_y &= 235 \text{ N/mm}^2 & f_u &= 360 \text{ N/mm}^2 \\
 \beta_w &= 0,80 & \varepsilon &= 1,0 \\
 b_0 &= 100 \text{ mm} & b_2 &= 40 \text{ mm} \\
 h_0 &= 100 \text{ mm} & h_2 &= 40 \text{ mm} \\
 t_0 &= 6,0 \text{ mm} & t_2 &= 5,0 \text{ mm} \\
 \gamma_{M2} &= 1,25 & \theta_2 &= 55^\circ
 \end{aligned}$$

$$2a \leq t$$

$$2 \times 2,5 = 5,0 \text{ mm} \leq 5,0 \text{ mm}$$

$$a = 2,5 \text{ mm}$$



Rácsrudakat bekötő varratok ellenállásának ellenőrzése:

Húzott rácsrúd:

Varrat fajlagos ellenállása:

$$f_{vw,d} = f_u / (\beta_w \times \gamma_{M2} \times \sqrt{3}) = 360 / (0,80 \times 1,25 \times \sqrt{3}) = 207,85 \text{ N/mm}^2$$

$$F_{w,Rd} = f_{vw,d} \times a = 207,85 \times 2,5 = 519,63 \text{ N/mm}$$

Varratot terhelő fajlagos erő a rácsrúd húzási ellenállásából számítva:

$$N_{Ed} = 40870 \text{ N}$$

$$K = 2 \times (b_2 + h_2 / \sin 55^\circ) = 2 \times (40 + 40 / \sin 55^\circ) = 177,66 \text{ mm}$$

$$N_{t,Rd} / K = 40870 / 177,66 = 230,05 \text{ N/mm}$$

Varrat ellenőrzése:

$$N_{t,Rd} / K = 230,05 \text{ N/mm} < F_{w,Rd} = 519,63 \text{ N/mm} \rightarrow \text{megfelel!}$$

Varrat hosszának meghatározása:

$$A_w = l_{eff} \times a = 2,5 \times l_{eff}$$

$$\tau_{II} = N_{Ed} \times 10^3 / (4 \times a \times l_{eff}) = 40,87 \times 10^3 / (2 \times 2,5 \times l_{eff}) = 8174 / l_{eff}$$

$$\sqrt{(3 \times (\frac{8174}{l_{eff}}))^2} = 14157,78 / l_{eff}$$

$$360 / (0,8 \times 1,25) = 360 > 14157,78 / l_{eff} \rightarrow l_{eff} = 40,0 \text{ mm}$$

$$l_{eff} > \max [30 \text{ mm}; 6 \times a = 6 \times 2,5 = 15 \text{ mm}] \rightarrow \text{megfelel!}$$

$$40,0 = l_0 - 2a \rightarrow 45 = l_0 \rightarrow l_0 = 50 \text{ mm}$$

A csomópont további erőtanai méretezése nem szükséges, mivel az övlemezek találkozásánál nincs teherelölő kapcsolat. Ott nyomás keletkezik.

Alkalmazott csavar: **6 db M12 5.6**

K. csomópont:

$$f_y = 235 \text{ N/mm}^2 \quad f_u = 360 \text{ N/mm}^2 \quad \gamma_{M2} = 1,25 \quad \gamma_{M0} = 1,0 \quad A = 2225 \text{ mm}^2$$

$$\text{Csavar minősége:} \quad f_{ub} = 500 \text{ N/mm}^2 \quad f_{yb} = 300 \text{ N/mm}^2 \quad d_0 = 18 \text{ mm}$$

$$\text{M16 5.6} \rightarrow A_{cs} = 201 \text{ mm}^2 \quad f_u = 360 \text{ N/mm}^2 \quad f_y = 235 \text{ N/mm}^2$$

$$A_{netto} = A - 2 \times (v_1 \times v_2) = 2225 - 2 \times (6,0 \times 12) = 2081,0 \text{ mm}^2$$

$$N_{u,Rd} = (0,9 \times A_{netto} \times f_u) / \gamma_{M2} = (0,9 \times 2081,0 \times 360) / 1,25 \times 10^3 = 539,40 \text{ kN}$$

$$N_{pl,Rd} = (A \times f_y) / \gamma_{M0} = (2225 \times 235) / 1,0 \times 10^3 = 522,88 \text{ kN}$$

$$\min N_{Rd} = 522,88 \text{ kN}$$

Heveder:

$$A_{hev.,netto} \times f_u = N_{Rd}$$

$$2 \times v_2 \times (h_1 - d_0) \times 360 = N_{Rd}$$

$$2 \times 12 \times (h_1 - 18) \times 360 = 522,88 \times 10^3$$

$$h_1 = 78,52 \sim 100 \text{ mm}$$

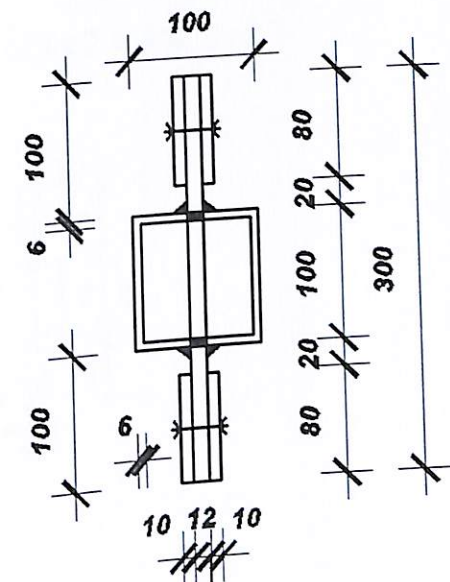
4 db Heveder:

$$A_{\text{hev., netto}} = A_{\text{netto}}$$

$$4 \times v_3 \times (h_2 - d_0) = A_{\text{netto}}$$

$$4 \times v_3 \times (80 - 18) = 2081,0$$

$$v_3 = 8,39 \sim 10 \text{ mm}$$

Csavarkép kialakítása

$$e_1 = 2d_0 = 2 \times 18 = 36 \text{ mm}$$

$$e_2 = 1,5d_0 = 1,5 \times 18 = 27 \text{ mm}$$

$$P_1 = P_2 = 3d_0 = 3 \times 18 = 54 \text{ mm}$$

Alk: 40 mm

Alk: 40 mm

Alk: 60 mm

Egy csavar nyírási ellenállása:

$$F_{v,Rd} = n \times \frac{0,6 \times f_{ub} \times A}{\gamma_{M2}} = 2 \times \frac{0,6 \times 500 \times 201}{1,25} \times 10^{-3} = 96,48 \text{ kN}$$

Egy csavar palástnyomási ellenállása:

$$F_{b,Rd} = k_1 \times \frac{\alpha_b \times f_u \times d \times t}{\gamma_{M2}} = 2,5 \times \frac{0,741 \times 360 \times 16 \times 12}{1,25} \times 10^{-3} = 102,44 \text{ kN}$$

$$k_1 \text{ szélső csavar esetén: } \min(2,8 \times e_2/d_0 - 1,7; 2,5)$$

$$\min(2,8 \times 40/18 - 1,7 = 4,52; 2,5)$$

$$\alpha_B \text{ szélső csavar esetén: } \min(e_1/3 \times d_0; f_{ub}/f_u; 1,00)$$

$$\min(40/3 \times 18 = 0,741; 500/360 = 1,389; 1,00)$$

$$\min F_{Rd} = 96,48 \text{ kN}$$

Csavar darabszám meghatározás:

$$n \geq \frac{N_{Rd}}{F_{Rd}} = \frac{522,88}{96,48} = 5,42 \text{ db} \rightarrow 3-3 \text{ db csavar kell felülre, és}$$

3-3 db csavar kell alulra is!

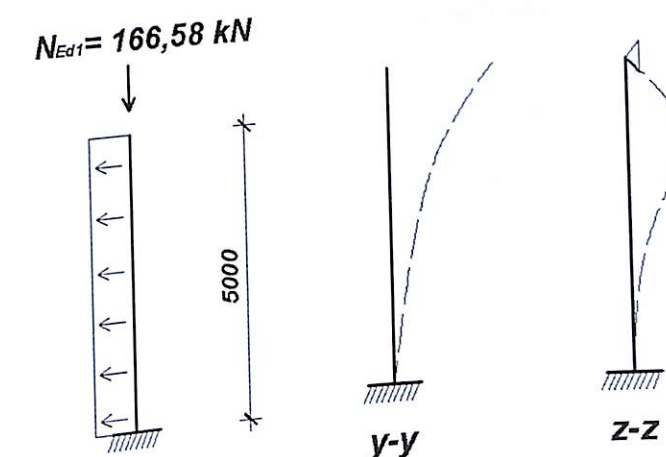
VIII.) Oszlop méretezése:VIII.1.) Statikai váz: A 2. oszlopot vizsgálom!

$$v_{y-y} = 2,0$$

$$v_{z-z} = 0,7$$

$$L = 5,0 \text{ m}$$

$$N_{Ed1} = 166,58 \text{ kN}$$

VIII.2.) Anyagminőség:

S235

VIII.3.) Keresztmetszet:

$$(v \times L)/i \leq 150,0 \rightarrow (2 \times 5000)/i = 150,0 \rightarrow i = 91,7 \text{ mm} \rightarrow \text{HEA 220}$$

VIII.4.) Terhek:VIII.4.1.) Rácsos tartóról átadódó teher:

$$N_{Ed1} = 166,58 \text{ kN}$$

VIII.4.2.) Állandó terhek:

$$\gamma_G = 1,35$$

VIII.4.2.1.) Oszlop önsúlya:

$$g_{\text{oszlop}}^k = 0,505 \text{ kN/m}$$

$$\gamma_G = 1,35$$

VIII.4.2.2.) Burkolat önsúlya:

$$g_{\text{burkolat}}^k = 0,375 \text{ kN/m}^2$$

$$\gamma_G = 1,35$$

VIII.4.2.3.) Szelemen önsúlya:

$$g_{\text{szelemen}}^k = 0,029 \text{ kN/m}$$

$$\rightarrow \text{Z200/1,0}$$

VIII.4.3.) Szélteher: $C_{pe,10}$

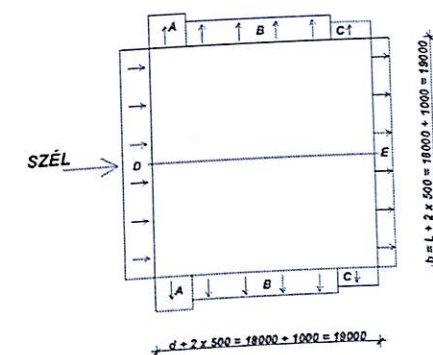
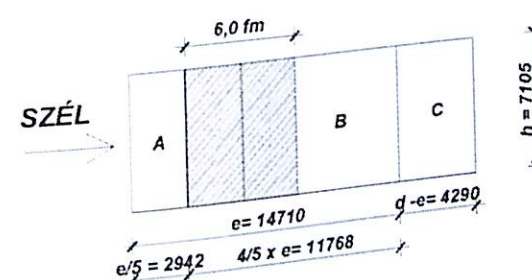
$\gamma_w = 1,5$

B zóna:

$C_{pe,ny}^B = -0,8$

Mivel a szélszívásnak nagyobb $C_{pe,10}$ tényezője van, mint a

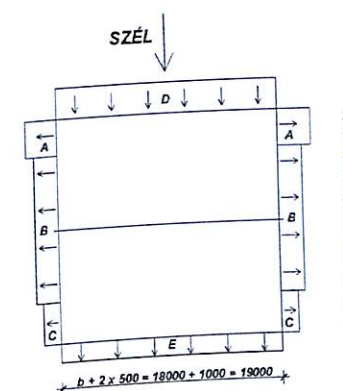
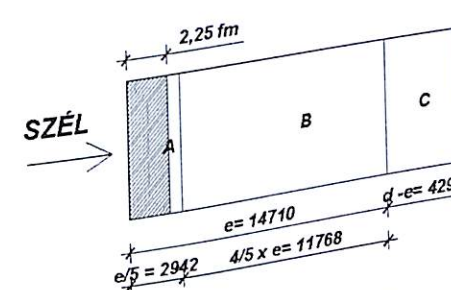
szélnyomásnak, ezért ezzel számolok a továbbiakban!



$$w_{e,k90^\circ} = q_p \times C_{pe,10,B} = 0,2955 \times (-0,8) = -0,236 \text{ kN/m}^2$$

A zóna:

$C_{pe,sz}^A = -1,20$



$$w_{e,k0^\circ} = q_p \times C_{pe,A} = 0,2955 \times (-1,2) = -0,355 \text{ kN/m}^2$$

VIII.4.3.1.) Szélteher belső nyomás - szívás:

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

$q_p = 0,2955 \text{ kN/m}^2$

$$w_{e,ny,k0^\circ} = q_p \times C_{pi,sz} = 0,2955 \times 0,2 = 0,059 \text{ kN/m}^2$$

VIII.5.) Terhek meghatározása:

VIII.5.1.) Állandó terhek + Rácsos tartóról átadódó teher:

Terhelő mező:

$$a = 6,0 \text{ m} \quad b = 1,5 \text{ m} \quad c = 5,0 \text{ m}$$

$$p_{burkolat} = ((a \times b) \times g_{burkolat}^k + a \times g_{szelemen}^k) = (6,0 \times 1,5) \times 0,375 + 6,0 \times 0,029 = 3,55 \text{ kN}$$

$$N_{Ed2} = (g_{oszlop}^k \times c + (n \times p_{burkolat}^k)) \times \gamma_G =$$

$$= (0,505 \times 5,0 + (5 \times 3,55)) \times 1,35 = 27,37 \text{ kN}$$

$$N_{Ed} = N_{Ed1} + N_{Ed2} = 166,58 + 27,37 = 193,95 \text{ kN}$$

VIII.5.2.) Szélből adódó teher, y-y irányban:

Terhelő mező:

$$a = 6,0 \text{ m} \quad w_e^{k90^\circ} = -0,236 \text{ kN/m}^2 \quad w_{e,ny}^{k0^\circ} = 0,059 \text{ kN/m}^2$$

$$p_{w,e}^k = ((-0,236 + 0,059) \times 6,0 = -1,770 \text{ kN/m}$$

$$p_{w,e}^d = p_{w,e}^k \times \gamma_w = -1,770 \times 1,5 = -2,655 \text{ kN/m}$$

$$M_{yEd} = (p_{w,e}^d \times L^2)/2 = ((-2,655 \times 5,0^2)/2 = 33,19 \text{ kNm}$$

$$V_{zEd} = p_{w,e}^d \times L = (-2,655 \times 5,0 = 13,28 \text{ kN}$$

VIII.5.3.) Szélből adódó teher, z-z irányban:

Terhelő mező:

$$d = 2,25 \text{ m} \quad w_e^{k0^\circ} = -0,355 \text{ kN/m}^2 \quad w_{e,ny}^{k0^\circ} = 0,059 \text{ kN/m}^2$$

$$p_{w,e}^k = ((-0,355 + 0,059) \times 2,25 = -0,932 \text{ kN/m}$$

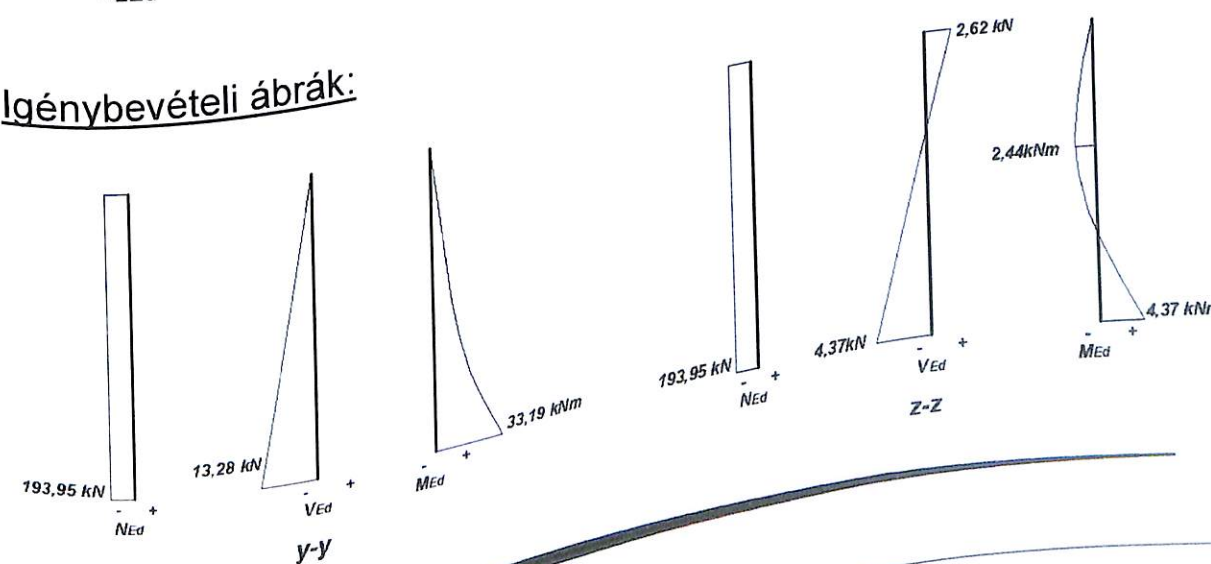
$$p_{w,e}^d = p_{w,e}^k \times \gamma_w = -0,932 \times 1,5 = -1,397 \text{ kN/m}$$

$$M_{zEd} = 4,37 \text{ kNm}$$

$$V_{zEd}^a = 4,37 \text{ kN}$$

$$V_{zEd}^f = 2,62 \text{ kN}$$

VIII.6.) Igénybevételi ábrák:



VIII.7.) Keresztmetszetek méretezése:

$$M_{yEd} = 33,19 \text{ kNm} \quad M_{zEd} = 4,37 \text{ kNm}$$

$$N_{Ed} = 193,95 \text{ kN}$$

$$V_{zEd} = 13,28 \text{ kN}$$

HEA 220 → 1.o. km.-et

VIII.7.1.) Megfelelő szerkezeti ellenállások számítása: $\gamma_{M0} = 1,0$

$$\text{HEA 220} \rightarrow W_{pl,y} = 5,685 \times 10^5 \text{ mm}^3; A_v = 2070 \text{ mm}^2; A = 6434 \text{ mm}^2$$

Hajlítás:

$$M_{pl,Rd} = (W_{pl,y} \times f_y) / \gamma_{M0} \times 10^{-6}$$

$$M_{pl,Rd,HEA} = (5,685 \times 10^5 \times 235) / 1,00 \times 10^{-6} = 133,60 \text{ kNm}$$

Nyírás:

$$V_{pl,Rd} = (A_v \times f_y) / 3^{1/2} \times \gamma_{M0} \times 10^{-3}$$

$$V_{pl,Rd,HEA} = (2070 \times 235) / 3^{1/2} \times 1,0 \times 10^{-3} = 280,85 \text{ kN}$$

Nyomás:

$$N_{pl,Rd} = (A \times f_y) / \gamma_{M0} \times 10^{-3}$$

$$N_{pl,Rd,HEA} = (6434 \times 235) / 1,0 \times 10^{-3} = 1511,99 \text{ kN}$$

VIII.7.2.) Ellenőrzés:

$$M_{yEd} = 33,19 \text{ kNm} < 133,60 \text{ kNm}$$

$$V_{Ed} = 13,28 \text{ kN} < 280,85 \text{ kN}$$

$$N_{Ed} = 193,95 \text{ kN} < 1511,99 \text{ kN}$$

- megfelel hajlításra!
- megfelel nyírásra!
- megfelel nyomásra!

VIII.7.3.) Kölcsönhatás vizsgálata:

$$V_{Ed} = 13,28 \text{ kN} < 0,5 \times 280,85 = 140,43 \text{ kN}$$

- Nem kell vizsgálni hajlítás és nyírás kölcsönhatását.

$$N_{Ed} = 193,95 \text{ kN} < 0,25 \times 1511,99 = 378,00 \text{ kN} \rightarrow \text{Nem kell vizsgálni hajlítás és normálerő kölcsönhatását.}$$

Kéttengelyű hajlítás esetén:

$$(N_{Ed}/N_{pl,Rd}) + (M_{yEd}/M_{pl,Rd}) + (M_{zEd}/M_{pl,Rd}) \leq 1,0$$

$$(193,95/1511,99) + (33,19/133,60) + (4,37/133,60) = 0,409 \leq 1,0 \rightarrow \text{megfelel!}$$

VIII.8.) Lehajlás vizsgálata:

$$E = 210000 \text{ N/mm}^2 \quad I_y = 5,410 \times 10^7 \text{ mm}^4$$

$$x = (1 \times q \times l^4) / (8 \times E \times I_y) =$$

$$= (1 \times 2,655 \times 5000^4) / (8 \times 210000 \times 5,410 \times 10^7) = 18,26 \text{ mm}$$

$$l/250 = 5000/250 = 20,0 \text{ mm} > 18,26 \text{ mm} \rightarrow \text{megfelel!}$$

VIII.9.) Oszlop stabilitásvizsgálata:

VIII.9.1.) Kihajlás vizsgálat keret síkjában, y tengely körül:

$$\text{Alul befogott - felül szabad: } v = 2,0 \quad l_0 = 5,0 \text{ m}$$

$$\text{HEA 220} \rightarrow I_y = 5,410 \times 10^7 \text{ mm}^4 \quad i_y = 91,7 \text{ mm}$$

$$A = 6434 \text{ mm}^2$$

$$L = l_0 \times v = 5,0 \times 2,0 = 10,0 \text{ m}$$

$$\lambda_{y1} = L/i_y = 10000/91,7 = 109,05$$

$$\Delta_{y1} = \lambda_{y1}/\lambda_E = 109,05/93,9 = 1,1613 \rightarrow \text{c görbe}$$

$$\chi_y = 0,5002 \rightarrow \text{interpolálva}$$

$$N_{pl,Rd,HEA} = ((6434 \times 235)/1,0) \times 10^{-3} = 1511,99 \text{ kN}$$

$$N_{b,Rd,y} = 0,5002 \times 1511,99 = 756,30 \text{ kN} > N_{Ed} = 193,95 \text{ kN} \rightarrow \text{megfelel!}$$

VIII.9.2.) Kihajlás vizsgálat keret síkjára merőlegesen, z tengely körül:

$$\begin{aligned} \text{Alul befogott - felül csuklós: } v &= 0,7 & l_0 &= 5,0 \text{ m} \\ \text{HEA 220} &\rightarrow & I_z &= 1,955 \times 10^7 \text{ mm}^4 & i_z &= 55,1 \text{ mm} \\ && A &= 6434 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$L = l_0 \times v = 5,0 \times 0,7 = 3,5 \text{ m}$$

$$\lambda_{z1} = L/i_z = 3500/55,1 = 63,52$$

$$\lambda_E = 93,9 \times 1,00 = 93,9;$$

$$\Delta_{z1} = \lambda_{z1}/\lambda_E = 63,52/93,9 = 0,6765 \rightarrow \text{b görbe}$$

$$\chi_z = 0,6391 \rightarrow \text{interpolálva}$$

$$N_{pl,Rd,HEA} = ((6434 \times 235)/1,0) \times 10^{-3} = 1511,99 \text{ kN}$$

$$N_{b,Rd,z} = 0,6391 \times 1511,99 = 966,31 \text{ kN} > N_{Ed} = 193,95 \text{ kN} \rightarrow \text{megfelel!}$$

VIII.9.3.) Kifordulás vizsgálat a keret síkjára merőlegesen, z tengely körül:

$$A_{fz} = 220 \times 11,0 + (188/6) \times 7,0 = 2639,33 \text{ mm}^2$$

$$I_{fz} = \frac{11,0 \times 220^3}{12} + \frac{31,33 \times 7^3}{12} = 9,761 \times 10^6 \text{ mm}^4$$

$$i_{fz} = \sqrt{\frac{9,761 \times 10^6}{2639,33}} = 60,81 \text{ mm}$$

$$\Delta_{c0} = 0,5$$

$$k_c = 0,91$$

$$M_{pl,Rd,HEA} = ((5,685 \times 10^5 \times 235)/1,00) \times 10^{-6} = 133,60 \text{ kNm}$$

$$\Delta_{c0} \times (M_{c,Rd}/M_{Ed}) = 0,5 \times (133,60/33,19) = 2,01$$

$$\lambda_f = \frac{k_c \times L_c}{i_{fz} \times l_e} = \frac{0,91 \times 1500}{60,81 \times 93,9} = 0,239 < 2,01 \rightarrow \text{Nem következik be kifordulás!}$$

VIII.9.4.) Kihajlás és kifordulás interakciója:

Method 2: $C_{my} = 0,9$

$$C_{my} \times [1 + (\lambda_y - 0,2) \times \frac{NEd \times \gamma M1}{\chi_y \times A \times f_y}] =$$

$$= 0,9 \times [1 + (1,1613 - 0,2) \times \frac{193950 \times 1,0}{0,5002 \times 6434 \times 235}] = 1,12$$

 $k_{yy} = \min$

$$C_{my} \times (1 + 0,8 \times \frac{NEd \times \gamma M1}{\chi_y \times A \times f_y}) = 0,9 \times (1 + 0,8 \times \frac{193950 \times 1,0}{0,5002 \times 6434 \times 235}) = 1,08$$

$$k_{zy} = 0,6 \times k_{yy} = 0,6 \times 1,08 = 0,65$$

$$\eta = \frac{NEd}{N_{b,Rd,y}} + k_{yy} \times \frac{MEd}{M_{b,Rd}} = \frac{193,95}{756,30} + 1,08 \times \frac{33,19}{133,60} = 0,525 < 1,0$$

$$\eta = \frac{NEd}{N_{b,Rd,z}} + k_{yz} \times \frac{MEd}{M_{b,Rd}} = \frac{193,95}{966,31} + 0,65 \times \frac{33,19}{133,60} = 0,362 < 1,0$$

Az oszlop kihajlás és kifordulás interakciójára megfelel!

IX.) Az oszlop csomópontjainak kapcsolatai:

IX.1.) Az oszlop-alap csomópontjának kapcsolata:

$$M_{j,Ed} = 33,19 \text{ kNm}; \quad N_{Ed} = 193,95 \text{ kN}; \quad V_{Ed} = 13,2 \text{ kN}$$

$$M16 \text{ 5.6} \rightarrow A_s = 157 \text{ mm}^2; \quad f_{yb} = 300 \text{ N/mm}^2; \quad f_{ub} = 500 \text{ N/mm}^2$$

$$d = 16 \text{ mm}; \quad d_0 = 18 \text{ mm}; \quad A = 201 \text{ mm}^2$$

$$S235 \rightarrow f_y = 235 \text{ N/mm}^2; \quad f_u = 360 \text{ N/mm}^2$$

$$HEA 220 \rightarrow h = 210 \text{ mm}; \quad t_w = 7 \text{ mm}; \quad b = 220 \text{ mm}; \quad t_f = 11 \text{ mm}$$

$$C20/25 \rightarrow f_{cd} = 13,3 \text{ N/mm}^2; \quad f_{ck} = 20 \text{ N/mm}^2; \quad \gamma = 1,5$$

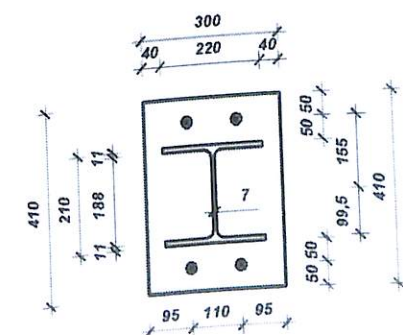
$$\text{Talplemez} \rightarrow b_p = 300 \text{ mm}; \quad h = 410 \text{ mm}; \quad t_p = 30 \text{ mm}$$

$$2 \times a < t \rightarrow 2 \times 3 = 6 < 7 \rightarrow a = 3,0 \text{ mm}$$

$$e = \frac{MEd}{NEd} = \frac{33,19}{193,95} = 171,11 \text{ mm}$$

$$z = 155 + 99,5 = 254,5 \text{ mm}$$

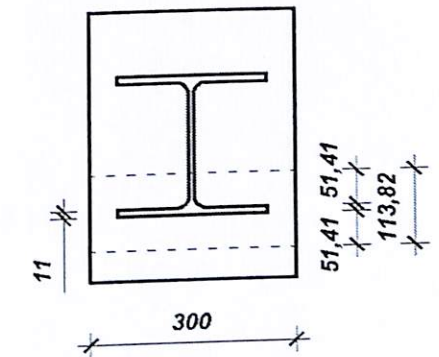
$$f_j = 2/3 \times \frac{3 \times f_{ck}}{1,5} = 2/3 \times \frac{3 \times 20}{1,5} = 26,67 \text{ N/mm}^2$$



$$c = t_p \times \sqrt{\frac{f_y}{3 \times f_j}} = 30 \times \sqrt{\frac{235}{3 \times 26,67}} = 51,41 \text{ mm}$$

$$b_{\text{eff}} = 2 \times c + t_f = 2 \times 51,41 + 11 = 113,83 \text{ mm}$$

$$l_{\text{eff}} = 300 \text{ mm}$$



A nyomott T elem ellenállása:

$$\begin{aligned} F_{C,Rd} &= (f_j \times l_{\text{eff}} \times b_{\text{eff}}) \times 10^{-3} = \\ &= (26,67 \times 300 \times 113,83) \times 10^{-3} = \mathbf{910,75 \text{ kN}} \end{aligned}$$

A húzott T elem ellenállása:

$$\begin{aligned} M_{pl,1,Rd} &= (0,25 \times l_{\text{eff}} \times t_p^2 \times (f_y/\gamma_{M0})) \times 10^{-6} = \\ &= (0,25 \times 150 \times 30^2 \times (235/1)) \times 10^{-6} = \mathbf{7,93 \text{ kNm}} \end{aligned}$$

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

$$m_x = 50 - 0,8 \times a \times \sqrt{2} = 50 - 0,8 \times 3 \times \sqrt{2} = 46,61 \text{ mm}$$

$$e = 95 \text{ mm}; \quad w = 110 \text{ mm}; \quad b_p = 300 \text{ mm}$$

l_{eff} az alábbiak közül a legkisebb:

$$2 \times \pi \times m_x = 2 \times \pi \times 46,61 = 292,86 \text{ mm}$$

$$\pi \times m_x + w = \pi \times 46,61 + 110 = 256,43 \text{ mm}$$

$$\pi \times m_x + 2 \times e = \pi \times 46,61 + 2 \times 95 = 336,43 \text{ mm}$$

$$4 \times m_x + 1,25 \times e_x = 4 \times 46,61 + 1,25 \times 50 = 248,94 \text{ mm}$$

$$e + 2 \times m_x + 0,625 \times e_x = 95 + 2 \times 46,61 + 0,625 \times 50 = 219,47 \text{ mm}$$

$$0,5 \times b_p = 0,5 \times 300 = \mathbf{150 \text{ mm}}$$

$$0,5 \times w + 2 \times m_x + 0,625 \times e_x = 0,5 \times 110 + 2 \times 46,61 + 0,625 \times 50 = 179,47 \text{ mm}$$

$$l_{\text{eff}} = \mathbf{150 \text{ mm}}$$

$$F_{t,Rd} = 2 \times \frac{0,9 \times f_{ub} \times A_s}{1,25} = 2 \times \frac{0,9 \times 500 \times 157}{1,25} = \mathbf{113,04 \text{ kN}}$$

$$F_{T,1-2,Rd} = 2 \times M_{pl,1,Rd}/m_x = (2 \times 7,93 \times 10^6)/46,61 = \mathbf{340,27 \text{ kN}}$$

Talplemez hajlítási ellenállása:

$$W_{el} = \frac{300 \times 30^2}{6} = 45000 \text{ mm}^3$$

$$F_{pl,Rd} = (W_{el} \times f_y) / (m_x \times \gamma_{M0}) = \frac{45000 \times 235}{46,61 \times 1,00} = 226,88 \text{ kN}$$

$$F_{t,Rd} = 113,04 \text{ kN}$$

Az oszloptalp nyomatéki ellenállása:

$$M_{j,Rd} = \frac{F_{T,Rd} \times z}{\frac{z_c}{-e} + 1} \times 10^{-6} = \frac{113,04 \times 10^3 \times 254,5}{\frac{99,5}{-171,11} + 1} \times 10^{-6} = 68,74 \text{ kNm}$$

$$M_{j,Rd} = \frac{-F_{C,Rd} \times z}{\frac{z_T}{-e} - 1} \times 10^{-6} = \frac{-910,75 \times 10^3 \times 254,5}{\frac{155}{-171,11} - 1} \times 10^{-6} = 121,62 \text{ kNm}$$

$$M_{j,Rd} = 68,74 \text{ kNm}$$

A kapcsolat nyírási ellenállása:

$$F_{v,Rd} = n \times \frac{0,6 \times f_{ub} \times A}{\gamma_{M2}} = 4 \times \frac{0,6 \times 500 \times 201}{1,25} = 192,96 \text{ kN}$$

Ellenőrzés:

$$M_{j,Rd} = 68,74 \text{ kNm}$$

$$F_{v,Rd} = 192,96 \text{ kN}$$

$$\begin{array}{lcl} > & M_{Ed} = 33,19 \text{ kNm} & \rightarrow \text{megfelel!} \\ > & F_{v,Ed} = 13,28 \text{ kN} & \rightarrow \text{megfelel!} \end{array}$$

Alkalmazott csavar: **4 db M16 5.6**
 A csomópontnál alkalmazott varratok gyökmérete kétoldali sarokvarrattal: **a = 3,0 mm**
 Az alkalmazott laposvasak vastagsága **10 mm**. A pontos méretei a tervrajzon látható.
 Az alkalmazott talplemez vastagsága **30 mm**. A pontos méretei a tervrajzon látható.

IX.2.) Az oszlop-rácsostartó csomópontjának kapcsolata:

A. csomópont:

$$f_y = 235 \text{ N/mm}^2 \quad f_u = 360 \text{ N/mm}^2 \quad \beta_w = 0,80 \quad \gamma_{M2} = 1,25$$

$$b_1 = 70 \text{ mm} \quad h_1 = 70 \text{ mm} \quad t_1 = 5,0 \text{ mm} \quad V_{zEd}^f = 2,62 \text{ kN}$$

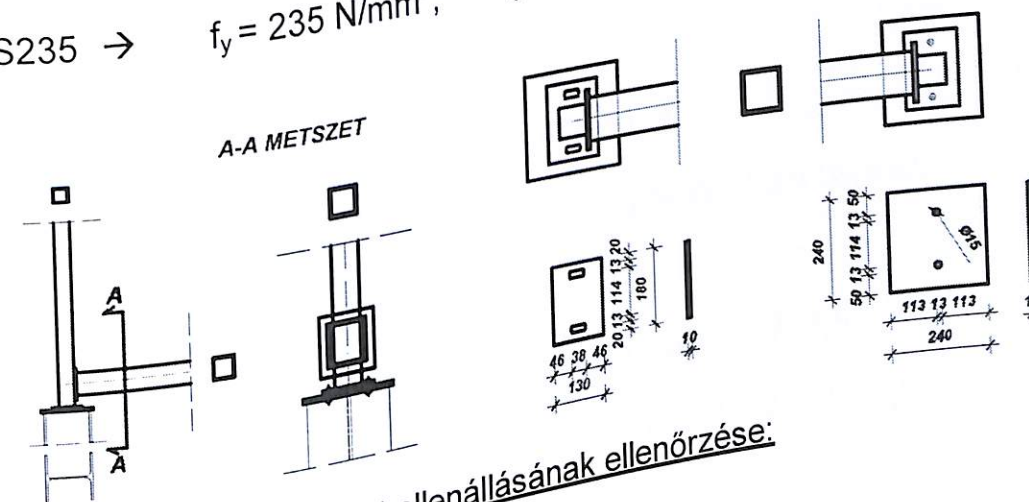
$$a < 0,7 \times t = 3,0 < 0,7 \times 6 = 4,2 \text{ mm} \rightarrow a = 3,0 \text{ mm}$$

$$2 \times a < t \rightarrow 2 \times 3 = 6 < 7,0 \text{ mm} \rightarrow a = 3,0 \text{ mm}$$

$$M12 \ 5.6 \rightarrow f_{yb} = 300 \text{ N/mm}^2; \quad f_{ub} = 500 \text{ N/mm}^2 \quad A = 113 \text{ mm}^2$$

$$d = 12 \text{ mm}; \quad d_0 = 13 \text{ mm};$$

$$S235 \rightarrow f_y = 235 \text{ N/mm}^2; \quad f_u = 360 \text{ N/mm}^2$$



Rácsrudat bekötő varrat ellenállásának ellenőrzése:

Nyomott rácsrúd:

Varrat fajlagos ellenállása:

$$f_{vw,d} = f_u / (\beta_w \times \gamma_{M2} \times \sqrt{3}) = 360 / (0,80 \times 1,25 \times \sqrt{3}) = 207,85 \text{ N/mm}^2$$

$$F_{w,Rd} = f_{vw,d} \times a = 207,85 \times 3 = 623,55 \text{ N/mm}$$

Varratot terhelő fajlagos erő a rácsrúd nyomási ellenállásából számítva:

$$N_{Ed} = 166390 \text{ N}$$

$$K = 2 \times (b_1 + h_1 / \theta_1) = 2 \times (70 + 70 / \sin 90^\circ) = 280 \text{ mm}$$

$$N_{b,Rd} / K = 166390 / 280 = 594,25 \text{ N/mm}$$

Varrat ellenőrzése:

$$N_{b,Rd} / K = 594,25 \text{ N/mm} < F_{w,Rd} = 623,55 \text{ N/mm} \rightarrow \text{megfelel!}$$

Csavar ellenőrzése:

Csavarkép kialakítása

$$\begin{aligned} e_1 &= 2d_0 = 2 \times 13 = 26 \text{ mm} \\ e_2 &= 1,5d_0 = 1,5 \times 13 = 19,5 \text{ mm} \\ P_1 &= P_2 = 3d_0 = 3 \times 13 = 39 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Alk: } 50 \text{ mm} \\ \text{Alk: } 113 \text{ mm} \\ \text{Alk: } 114 \text{ mm} \end{aligned}$$

Egy csavar nyírási ellenállása:

$$\begin{aligned} F_{v,Rd} &= n \times (0,6 \times f_{ub} \times A \times 10^{-3}) / \gamma_{M2} = \\ &= 1 \times (0,6 \times 500 \times 113 \times 10^{-3}) / 1,25 = 27,12 \text{ kN} \end{aligned}$$

Egy csavar palástnyomási ellenállása:

$$\begin{aligned} F_{b,Rd} &= k_1 \times (\alpha_B \times f_u \times d \times t \times 10^{-3}) / \gamma_{M2} = \\ &= 2,5 \times (1,0 \times 360 \times 12 \times 10 \times 10^{-3}) / 1,25 = 86,4 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$k_1 \text{ szélső csavar esetén: } \min(2,8 \times e_2/d_0 - 1,7; 2,5) \\ \min(2,8 \times 113/13 - 1,7 = 22,64; \underline{2,5})$$

$$\alpha_B \text{ szélső csavar esetén: } \min(e_1/3 \times d_0; f_{ub}/f_u; 1,00) \\ \min(50/3 \times 13 = 1,282; 500/360 = 1,389; \underline{1,00})$$

$$\min F_{Rd} = 27,12 \text{ kN} \times 2 = \underline{54,24 \text{ kN}}$$

$$V_{Ed} = 2,62 \text{ kN} < F_{Rd} = 54,24 \text{ kN} \rightarrow \text{megfelel!}$$

Alkalmazott csavar: **2 db M12 5.6**
 A csomópontnál alkalmazott varratok gyökmérete: **a = 3,0 mm**
 A csomópontnál alkalmazott varratok gyökmérete kétoldali sarokvarrattal: **a = 3,0 mm**
 Az alkalmazott laposvasak vastagsága **10 mm**. A pontos méretei a tervrajzon látható!

X.) Falvázoszlop méretezése:X.1.) Statikai váz:

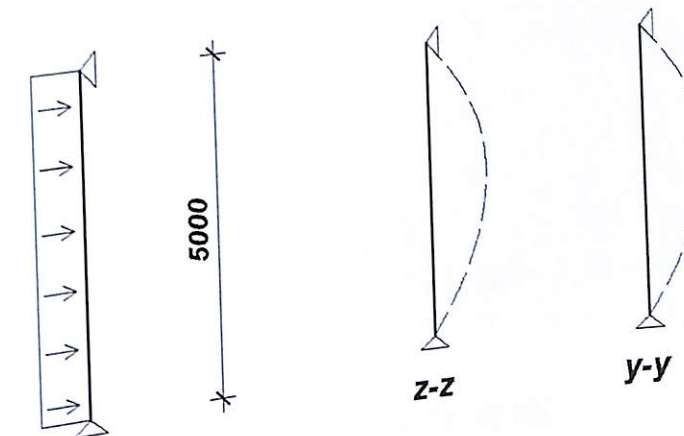
Az 2. falvázoszlopot vizsgálom!

$$v_{z-z} = 1,0$$

$$v_{y-y} = 1,0$$

$$L = 5,0 \text{ m}$$

$$\text{HEA } 140$$

X.2.) Anyagminőség:

$$\text{S235}$$

X.3.) Terhek:X.3.1.) Állandó terhek:

$$\gamma_G = 1,35$$

X.3.1.1.) Oszlop önsúlya:

$$g_{\text{oszlop}}^k = 0,247 \text{ kN/m}$$

$$\gamma_G = 1,35$$

X.3.1.2.) Burkolat önsúlya:

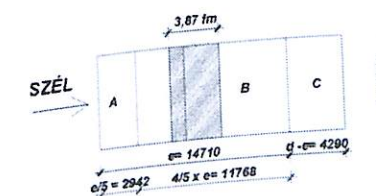
$$g_{\text{burkolat}}^k = 0,375 \text{ kN/m}^2$$

X.3.1.3.) Szelemen önsúlya:

$$\gamma_G = 1,35$$

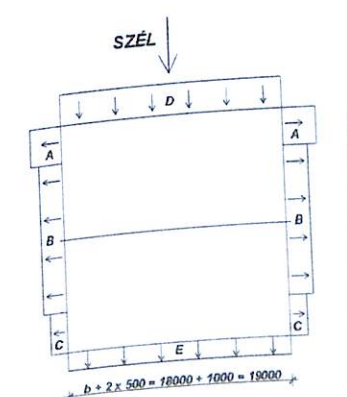
$$\rightarrow \text{Z200/1,0}$$

$$g_{\text{szelemen}}^k = 0,029 \text{ kN/m}$$

X.3.2.) Szélteher: $C_{pe,10}$ $\gamma_w = 1,5$
Mivel a szélszívásnak nagyobb $C_{pe,10}$ tényezője van, mint a szélnyomásnak, ezért ezzel számolok a továbbiakban!

$$B \text{ zóna: } C_{pe,ny}^B = -0,8$$

$$w_{e,B}^k = q_p \times C_{pe,10,B} = 0,2955 \times (-0,8) = -0,236 \text{ kN/m}^2$$



X.4.) Terhek meghatározása:X.4.1.) Állandó terhek:Terhelő mező:

$$a = 3,87 \text{ m} \quad b = 1,5 \text{ m} \quad c = 5,0 \text{ m}$$

$$p_{\text{burkolat}} = ((a \times b) \times g_{\text{burkolat}}^k + a \times g_{\text{szelemen}}^k) =$$

$$= (3,87 \times 1,5) \times 0,375 + 3,87 \times 0,029 = 2,29 \text{ kN}$$

$$N_{\text{Ed}} = (g_{\text{oszlop}}^k \times c + (n \times p_{\text{burkolat}}^k)) \times \gamma_G =$$

$$= (0,247 \times 5,0 + (5 \times 2,29)) \times 1,35 = 17,12 \text{ kN}$$

X.4.2.) Szélből adódó teher:

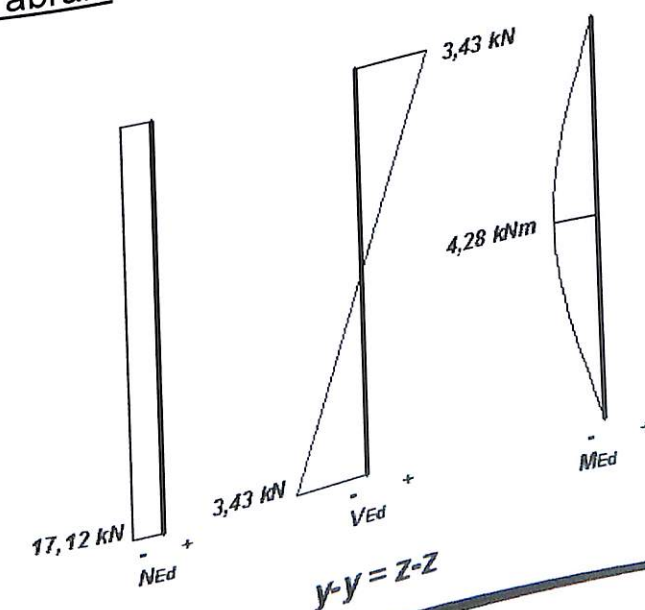
$$w_{e,B}^k = -0,236 \text{ kN/m}^2 \quad t = 3,87 \text{ fm}$$

$$p_{w,e,B}^k = (-)0,236 \times 3,87 = -0,913 \text{ kN/m}$$

$$p_{w,e,B}^d = p_{w,e}^k \times \gamma_w = -0,913 \times 1,5 = -1,370 \text{ kN/m}$$

$$M_{\text{Ed}} = (p_{w,e}^d \times L^2)/8 = ((-)1,370 \times 5,0^2)/8 = 4,28 \text{ kNm}$$

$$V_{\text{Ed}} = (p_{w,e}^d \times L)/2 = ((-)1,370 \times 5,0)/2 = 3,43 \text{ kN}$$

X.5.) Igénybevételi ábrák:

X.6.) Keresztmetszetek méretezése:

$$M_{yEd} = 4,28 \text{ kNm}$$

$$N_{Ed} = 17,12 \text{ kN}$$

$$V_{Ed} = 3,43 \text{ kN}$$

HEA 140 → 1.o. km.-et

X.6.1.) Megfelelő szerkezeti ellenállások számítása:

$$\gamma_{M0} = 1,0$$

$$\text{HEA 140} \rightarrow W_{pl,y} = 1,735 \times 10^5 \text{ mm}^3; A_v = 1010 \text{ mm}^2; A = 3142 \text{ mm}^2$$

Hajlítás:

$$M_{pl,Rd} = ((W_{pl,y} \times f_y) / \gamma_{M0}) \times 10^{-6}$$

$$M_{pl,Rd,HEA} = ((1,735 \times 10^5 \times 235) / 1,00) \times 10^{-6} = 40,77 \text{ kNm}$$

Nyírás:

$$V_{pl,Rd} = ((A_v \times f_y) / 3^{1/2} \times \gamma_{M0}) \times 10^{-3}$$

$$V_{pl,Rd,HEA} = ((1010 \times 235) / 3^{1/2} \times 1,0) \times 10^{-3} = 137,03 \text{ kN}$$

Nyomás:

$$N_{pl,Rd} = ((A \times f_y) / \gamma_{M0}) \times 10^{-3}$$

$$N_{pl,Rd,HEA} = ((3142 \times 235) / 1,0) \times 10^{-3} = 738,37 \text{ kN}$$

X.6.2.) Ellenőrzés:

$$M_{yEd} = 4,28 \text{ kNm} < 40,77 \text{ kNm}$$

$$V_{Ed} = 3,43 \text{ kN} < 137,03 \text{ kN}$$

$$N_{Ed} = 17,12 \text{ kN} < 738,37 \text{ kN}$$

- megfelel hajlításra!
- megfelel nyírásra!
- megfelel nyomásra!

X.6.3.) Kölcsönhatás vizsgálata:

$$V_{Ed} = 3,43 \text{ kN} < 0,5 \times 137,03 = 68,52 \text{ kN} \rightarrow \text{Nem kell vizsgálni hajlítás és nyírás kölcsönhatását.}$$

$$N_{Ed} = 17,12 \text{ kN} < 0,25 \times 738,37 = 184,59 \text{ kN} \rightarrow \text{Nem kell vizsgálni hajlítás és normálerő kölcsönhatását.}$$

X.7.) Lehajlás vizsgálata:

$$E = 210000 \text{ N/mm}^2$$

$$I_y = 1,033 \times 10^7 \text{ mm}^4$$

$$x = (5 \times q \times l^4) / (384 \times E \times I_y) =$$

$$= (5 \times 1,370 \times 5000^4) / (384 \times 210000 \times 1,033 \times 10^7) = 5,14 \text{ mm}$$

$$l/250 = 5000/250 = 20,0 \text{ mm} > 5,14 \text{ mm} \rightarrow \text{megfelel!}$$

X.8.) Oszlop stabilitásvizsgálata:X.8.1.) Kihajlás vizsgálat a keret síkjában, z tengely körül:

$$\text{Alul - felül csuklós: } v = 1,0 \quad l_0 = 5,0 \text{ m}$$

$$\text{HEA 140} \rightarrow I_z = 3,893 \times 10^7 \text{ mm}^4 \quad i_z = 35,2 \text{ mm}$$

$$A = 3142 \text{ mm}^2$$

$$L = l_0 \times v = 5,0 \times 1,0 = 5,0 \text{ m}$$

$$\lambda_{z1} = L/i_z = 5000/35,2 = 142,05$$

$$\lambda_{z1} = \lambda_{z1} / \lambda_E = 142,05 / 93,9 = 1,513$$

$$\chi_z = 0,3105$$

$$N_{pl,Rd,HEA} = ((3142 \times 235) / 1,0) \times 10^{-3} = 738,37 \text{ kN}$$

$$N_{b,Rd,z} = 0,3105 \times 738,37 = 229,26 \text{ kN} > N_{Ed} = 17,12 \text{ kN} \rightarrow \text{megfelel!}$$

X.8.2.) Kihajlás vizsgálat a keret síkjára merőlegesen, y tengely körül:

$$\begin{aligned} \text{Alul - felül csuklós: } v &= 1,0 & l_0 &= 5,0 \text{ m} \\ \text{HEA 140} &\rightarrow & I_y &= 1,033 \times 10^7 \text{ mm}^4 & i_y &= 57,3 \text{ mm} \\ && A &= 6434 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$L = l_0 \times v = 5,0 \times 1,0 = 5,0 \text{ m}$$

$$\lambda_{y1} = L/i_y = 5000/57,3 = 87,26$$

$$\lambda_E = 93,9 \times 1,00 = 93,9;$$

$$\Delta_{y1} = \lambda_{y1}/\lambda_E = 87,26/93,9 = 0,9293 \rightarrow \text{b görbe}$$

$$\lambda_y = 0,6424 \rightarrow \text{interpolálva}$$

$$N_{pl,Rd,HEA} = ((3142 \times 235)/1,0) \times 10^{-3} = 738,37 \text{ kN}$$

$$N_{b,Rd,y} = 0,6424 \times 738,37 = 474,33 \text{ kN} > N_{Ed} = 17,12 \text{ kN} \rightarrow \text{megfelel!}$$

X.8.3.) Kifordulás vizsgálat a keret síkjában, z tengely körül:

$$A_{fz} = 140 \times 8,5 + (116/6) \times 5,5 = 1296,33 \text{ mm}^2$$

$$I_{fz} = \frac{8,5 \times 140^3}{12} + \frac{19,33 \times 5,5^3}{12} = 1,944 \times 10^6 \text{ mm}^4$$

$$i_{fz} = \sqrt{\frac{1,944 \times 10^6}{1296,33}} = 38,72 \text{ mm}$$

$$\Delta_{c0} = 0,5$$

$$k_c = 0,94$$

$$M_{pl,Rd,HEA} = ((1,735 \times 10^5 \times 235)/1,00) \times 10^{-6} = 40,77 \text{ kNm}$$

$$\Delta_{c0} \times (M_{c,Rd}/M_{Ed}) = 0,5 \times (40,77/4,28) = 4,76$$

$$\lambda_f = \frac{k_c \times L_c}{i_{fz} \times \lambda_E} = \frac{0,94 \times 1500}{38,72 \times 93,9} = 0,388 < 4,76 \rightarrow \text{Nem következik be kifordulás!}$$

X.8.4.) Kihajlás és kifordulás interakciója:

$$\text{Method 2: } C_{my} = 0,9$$

$$C_{my} \times [1 + (\lambda_y - 0,2) \times \frac{N_{Ed} \times \gamma_{M1}}{\chi_y \times A \times f_y}] =$$

$$= 0,9 \times [1 + (0,9293 - 0,2) \times \frac{17120 \times 1,0}{0,6424 \times 3142 \times 235}] = 0,924$$

$$k_{yy} = \min$$

$$c_{my} \times (1 + 0,8 \times \frac{NEd \times \gamma_{M1}}{\chi_y \times A \times f_y}) = 0,9 \times (1 + 0,8 \times \frac{17120 \times 1,0}{0,6424 \times 3142 \times 235}) = 0,926$$

$$k_{zy} = 0,6 \times k_{yy} = 0,6 \times 0,924 = 0,554$$

$$\eta = \frac{NEd}{N_{b,Rd,y}} + k_{yy} \times \frac{MEd}{M_{b,Rd}} = \frac{17,12}{474,33} + 0,924 \times \frac{4,28}{40,77} = 0,133 < 1,0$$

$$\eta = \frac{NEd}{N_{b,Rd,z}} + k_{yz} \times \frac{MEd}{M_{b,Rd}} = \frac{17,12}{229,26} + 0,554 \times \frac{4,28}{40,77} = 0,133 < 1,0$$

Az oszlop kihajlás és kifordulás interakciójára megfelel!

XI.) A falvázoszlop csomópontjainak kapcsolatai:

XI.1.) A falvázoszlop-alap csomópontjának kapcsolata:

$$f_y = 235 \text{ N/mm}^2$$

$$f_u = 360 \text{ N/mm}^2$$

$$\beta_w = 0,80$$

$$a = 3,0 \text{ mm}$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

$$V_{Ed} = 3,43 \text{ kN}$$

$$M12 \ 5.6 \rightarrow f_{yb} = 300 \text{ N/mm}^2;$$

$$f_{ub} = 500 \text{ N/mm}^2;$$

$$A = 113 \text{ mm}^2$$

$$d = 12 \text{ mm};$$

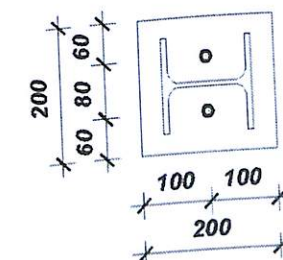
$$d_0 = 13 \text{ mm};$$

$$S235 \rightarrow f_y = 235 \text{ N/mm}^2;$$

$$f_u = 360 \text{ N/mm}^2$$

$$\rightarrow a = 3,0 \text{ mm}$$

$$2 \times a < t \rightarrow 2 \times 3 = 6 > 5,5$$



Csavar ellenőrzése:

Csavarkép kialakítása

$$e_1 = 2d_0 = 2 \times 13 = 26 \text{ mm}$$

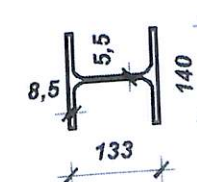
$$e_2 = 1,5d_0 = 1,5 \times 13 = 19,5 \text{ mm}$$

$$p_1 = p_2 = 3d_0 = 3 \times 13 = 39 \text{ mm}$$

$$\text{Alk: } 60 \text{ mm}$$

$$\text{Alk: } 100 \text{ mm}$$

$$\text{Alk: } 80 \text{ mm}$$



Egy csavar nyírési ellenállása:

$$F_{v,Rd} = n \times ((0,6 \times f_{ub} \times A \times 10^{-3}) / \gamma_{M2}) = 1 \times ((0,6 \times 500 \times 113 \times 10^{-3}) / 1,25) = 27,12 \text{ kN}$$

Egy csavar palástnyomási ellenállása:

$$F_{b,Rd} = k_1 \times ((\alpha_b \times f_u \times d \times t \times 10^{-3})) / \gamma_{M2} =$$

$$= 2,5 \times ((1,0 \times 360 \times 12 \times 30 \times 10^{-3})) / 1,25 = 259,2 \text{ kN}$$

$$k_1 \text{ szélső csavar esetén: } \min(2,8 \times e_2/d_0 - 1,7; 2,5)$$

$$\min(2,8 \times 100/13 - 1,7 = 19,84; \underline{2,5})$$

$$\alpha_b \text{ szélső csavar esetén: } \min(e_1/3 \times d_0; f_{ub}/f_u; 1,00)$$

$$\min(60/3 \times 13 = 1,538; 500/360 = 1,389; \underline{1,00})$$

$$\min F_{Rd} = 27,12 \text{ kN} \times 2 = \underline{54,24 \text{ kN}}$$

$$V_{Ed} = 3,43 \text{ kN} < F_{Rd} = 54,24 \text{ kN} \rightarrow \text{megfelel!}$$

Alkalmazott csavar: **2 db M12 5.6**
 A csomópontnál alkalmazott varratok gyökmérete kétoldali
 sarokvarrattal: **a = 3 mm**
 Az alkalmazott talplemez vastagsága **30 mm**. A pontos méretei a
 tervrajzon látható.

XI.2.) A falvázoszlop-rácsostartó csomópontjának kapcsolata:

$$f_y = 235 \text{ N/mm}^2 \quad f_u = 360 \text{ N/mm}^2 \quad \beta_w = 0,80 \quad \gamma_{M2} = 1,25$$

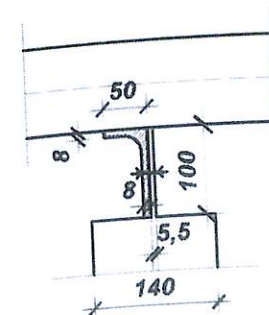
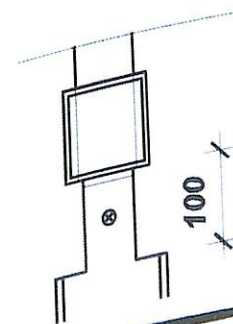
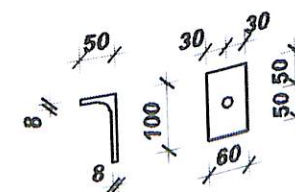
$$a < 0,7 \times t = 3,0 < 0,7 \times 6 = 4,2 \text{ mm} \rightarrow a = 3,0 \text{ mm}$$

$$\text{M12 5.6} \rightarrow f_{yb} = 300 \text{ N/mm}^2; \quad f_{ub} = 500 \text{ N/mm}^2$$

$$d = 12 \text{ mm}; \quad d_0 = 13 \text{ mm};$$

$$\text{S235} \rightarrow f_y = 235 \text{ N/mm}^2; \quad f_u = 360 \text{ N/mm}^2$$

$$V_{Ed} = 3,43 \text{ kN} \quad A = 113 \text{ mm}^2$$



Csavar ellenőrzése:Csavarkép kialakítása

$$e_1 = 2d_0 = 2 \times 13 = 26 \text{ mm}$$

$$e_2 = 1,5d_0 = 1,5 \times 13 = 19,5 \text{ mm}$$

Alk: 30 mm
Alk: 50 mm

Egy csavar nyírási ellenállása:

$$F_{v,Rd} = n \times (0,6 \times f_{ub} \times A \times 10^{-3}) / \gamma_{M2} =$$

$$= 1 \times (0,6 \times 500 \times 113 \times 10^{-3}) / 1,25 = 27,12 \text{ kN}$$

Egy csavar palástnyomási ellenállása:

$$F_{b,Rd} = k_1 \times ((\alpha_B \times f_u \times d \times t \times 10^{-3})) / \gamma_{M2} =$$

$$= 2,5 \times ((0,769 \times 360 \times 12 \times 5,5 \times 10^{-3})) / 1,25 = 37,83 \text{ kN}$$

$$k_1 \text{ szélső csavar esetén: } \min(2,8 \times e_2/d_0 - 1,7; 2,5)$$

$$\min(2,8 \times 50/13 - 1,7 = 9,07; 2,5)$$

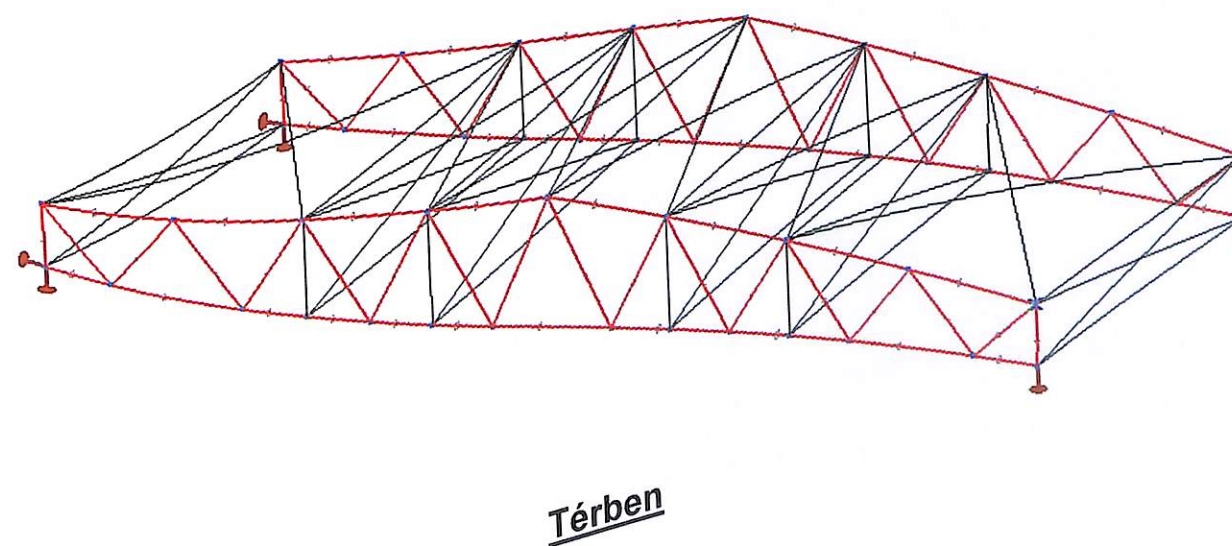
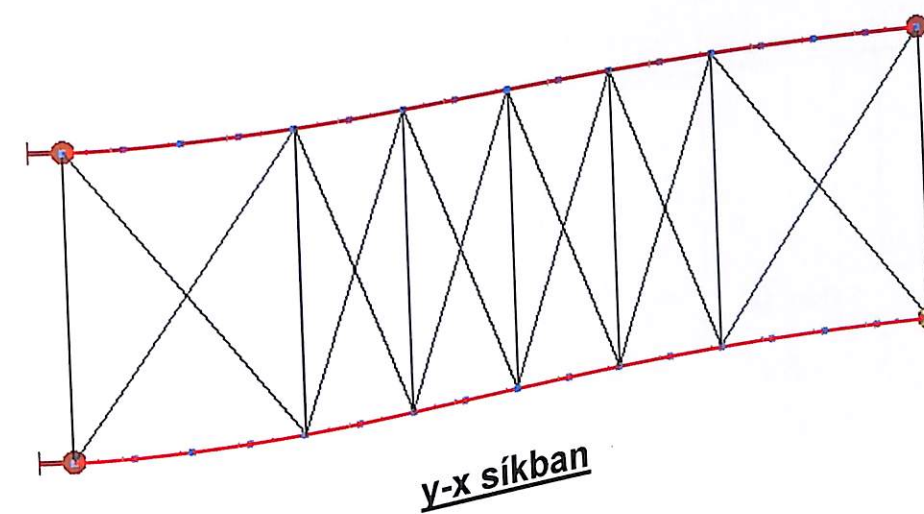
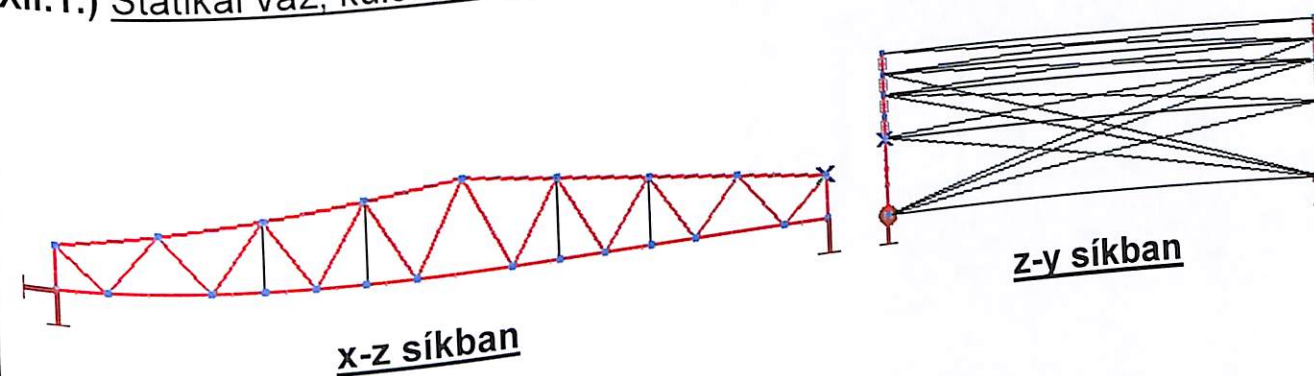
$$\alpha_B \text{ szélső csavar esetén: } \min(e_1/3 \times d_0; f_{ub}/f_u; 1,00)$$

$$\min(30/3 \times 13 = 0,769; 500/360 = 1,389; 1,00)$$

$$\min F_{Rd} = 27,12 \text{ kN}$$

$$V_{Ed} = 3,43 \text{ kN} < F_{Rd} = 27,12 \text{ kN} \rightarrow \text{megfelel!}$$

Alkalmazott csavar: **1 db M12 5.6**
A csomópontnál alkalmazott varratok gyökmérete: **a = 3 mm**
Az alkalmazott L acél szelvény mérete: **50.100.8** Szélessége: **60 mm**

XII.) Merveítőrendszer-szélrács méretezése:**XII.1.) Statikai váz, különböző nézetekből:****XII.2.) Anyagminőség:**

S235

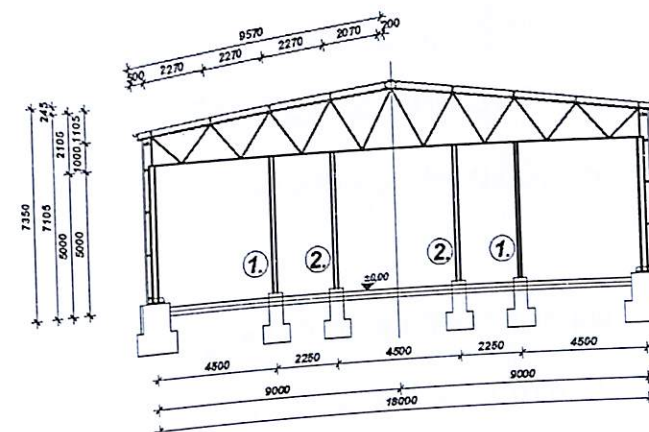
- 115 -

XII.3.) Terhek:

XII.3.1.) Szélteher: $C_{pe,10}$ $\gamma_w = 1,5$

$$p_w^{0^k} = t \times W = t \times (q_p \times C_{pe,10})$$

$$q_p = 0,2955 \text{ kN/m}^2$$



$$I. = 1,64 \text{ m}^2$$

$$II/a. = 0,39 \text{ m}^2$$

$$II/b. = 2,65 \text{ m}^2$$

$$III. = 3,61 \text{ m}^2$$

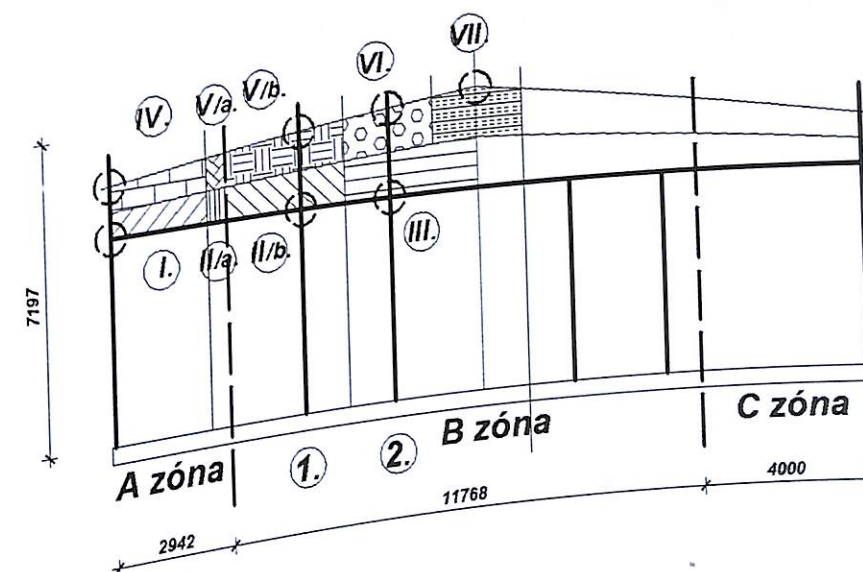
$$IV. = 1,64 \text{ m}^2$$

$$V/a. = 0,39 \text{ m}^2$$

$$V/b. = 2,65 \text{ m}^2$$

$$VI. = 3,61 \text{ m}^2$$

$$VII. = 2,56 \text{ m}^2$$



A zóna:

$$C_{pe,sz}^A = -1,20$$

B zóna:

$$C_{pe,ny}^B = -0,8$$

$$w_{eA}^k = q_p \times C_{pe,10,A} = 0,2955 \times (-1,2) = -0,355 \text{ kN/m}^2$$

$$w_{eB}^k = q_p \times C_{pe,10,B} = 0,2955 \times (-0,8) = -0,236 \text{ kN/m}^2$$

$$P_{w,eA}^k I. = (-0,355) \times 1,64 = -0,582 \text{ kN}$$

$$P_{w,eA}^k II/a. = (-0,355) \times 0,39 = -0,138 \text{ kN}$$

$$P_{w,eB}^k II/b. = (-0,236) \times 2,65 = -0,625 \text{ kN}$$

$$P_{w,eB}^k III. = (-0,236) \times 3,61 = -0,852 \text{ kN}$$

$$P_{w,eA}^k IV. = (-0,355) \times 1,64 = -0,582 \text{ kN}$$

$$P_{w,eA}^k V/a. = (-0,355) \times 0,39 = -0,138 \text{ kN}$$

$$P_{w,eB}^k V/b. = (-0,236) \times 2,65 = -0,625 \text{ kN}$$

$$P_{w,eB}^k VI. = (-0,236) \times 3,61 = -0,852 \text{ kN}$$

$$P_{w,eB}^k VII. = (-0,236) \times 2,56 = -0,604 \text{ kN}$$

$$P_{w,e}^k A^I = (-)0,355 \times 1,64 = -0,582 \text{ kN} \quad P_{w,e}^k A;B^V = (-)0,138 + (-)0,625 = -0,763 \text{ kN}$$

$$P_{w,e}^k A;B^{II} = (-)0,138 + (-)0,625 = -0,763 \text{ kN}$$

$$P_{w,e}^k B^{III} = (-)0,236 \times 3,61 = -0,852 \text{ kN} \quad P_{w,e}^k B^{VI} = (-)0,236 \times 3,61 = -0,852 \text{ kN}$$

$$P_{w,e}^k A^{IV} = (-)0,355 \times 1,64 = -0,582 \text{ kN} \quad P_{w,e}^k B^{VII} = (-)0,236 \times 2,56 = -0,604 \text{ kN}$$

$$P_{w,EdA}^I = (-)0,58 \times 1,5 = -0,873 \text{ kN} \quad P_{w,EdA;B}^V = (-)0,763 \times 1,5 = -1,145 \text{ kN}$$

$$P_{w,EdA;B}^{II} = (-)0,763 \times 1,5 = -1,145 \text{ kN} \quad P_{w,EdB}^{VI} = (-)0,852 \times 1,5 = -1,278 \text{ kN}$$

$$P_{w,EdB}^{III} = (-)0,852 \times 1,5 = -1,278 \text{ kN} \quad P_{w,EdB}^{VII} = (-)0,604 \times 1,5 = -0,906 \text{ kN}$$

$$P_{w,EdA}^{IV} = (-)0,582 \times 1,5 = -0,873 \text{ kN}$$

XII.3.2.) A falvázoszlopokról átadódó teher:

1. falvázoszlop

$$\text{B zóna:} \quad C_{pe,ny}^B = -0,8$$

$$\text{A zóna:} \quad C_{pe,sz}^A = -1,20$$

$$w_e^k B = q_p \times C_{pe,10,B} = 0,2955 \times (-)0,8 = -0,236 \text{ kN/m}^2$$

$$w_e^k A = q_p \times C_{pe,10,A} = 0,2955 \times (-)1,2 = -0,355 \text{ kN/m}^2$$

$$p_{w,e}^k B = (-)0,236 \times 2,68 = -0,632 \text{ kN/m}$$

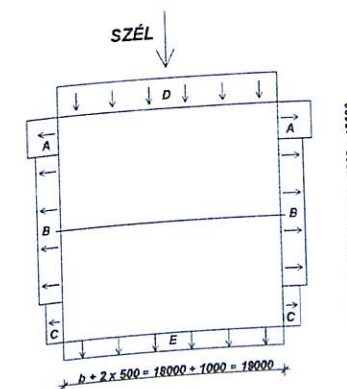
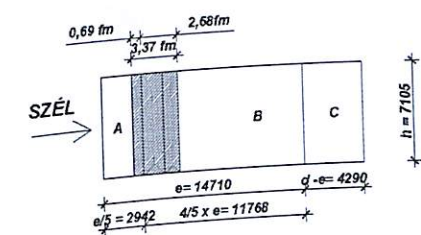
$$p_{w,e}^d B = p_{w,e}^k \times \gamma_w = -0,632 \times 1,5 = -0,949 \text{ kN/m}$$

$$p_{w,e}^k A = (-)0,355 \times 0,69 = -0,245 \text{ kN/m}$$

$$p_{w,e}^d A = p_{w,e}^k \times \gamma_w = -0,245 \times 1,5 = -0,368 \text{ kN/m}$$

$$p_{w,e}^d A;B = (-)0,949 + (-)0,368 = -1,317 \text{ kN/m}$$

$$V_{Ed}^1 = (p_{w,e}^d \times L)/2 = ((-)1,317 \times 5,0)/2 = -3,29 \text{ kN}$$

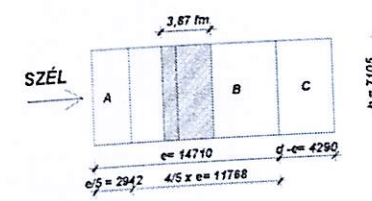


2. falvázoszlop

$$p_{w,e}^k_B = (-)0,236 \times 3,87 = -0,913 \text{ kN/m}$$

$$p_{w,e}^d_B = p_{w,e}^k \times \gamma_w = -0,913 \times 1,5 = -1,370 \text{ kN/m}$$

$$V_{Ed}^2 = (p_{w,e}^d \times L)/2 = ((-1,370 \times 5,0)/2) = -3,43 \text{ kN}$$

XII.3.3.) Imperfekcióból adódó teher:

Helyettesítő imperfekciós módszer:

Geometriai imperfekció:

- Kezdeti görbeség amplitúdója:

m – megtámasztott elemek száma

$$m = 4 \text{ db}$$

$$\alpha_m = \sqrt{0,5 \times \left(1 + \frac{1}{m}\right)} = \sqrt{0,5 \times \left(1 + \frac{1}{4}\right)} = 0,791$$

L – merevítő rendszer hossza

$$L = 18000 \text{ mm}$$

e_0 – a kezdeti görbeség amplitúdója

$$e_0 = \alpha_m \times (L/500) = 0,791 \times (18000/500) = 28,48$$

Imperfekciós teher:

$$\delta_q = L/2500 = 18000/2500 = 7,2$$

q_d – megoszló teher az imperfekcióból

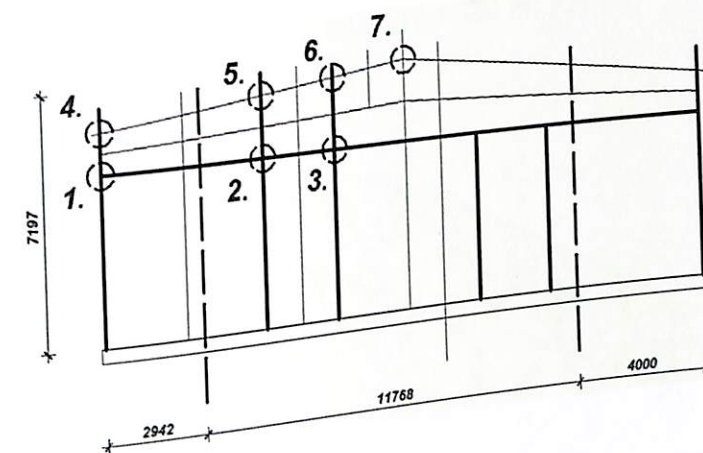
N – a merevített elemben fellépő nyomóerő $N = 347,93 \text{ kN}$

$$q_d = m \times N_{Ed} \times 8 \times ((e_0 + \delta_q)/L^2) =$$

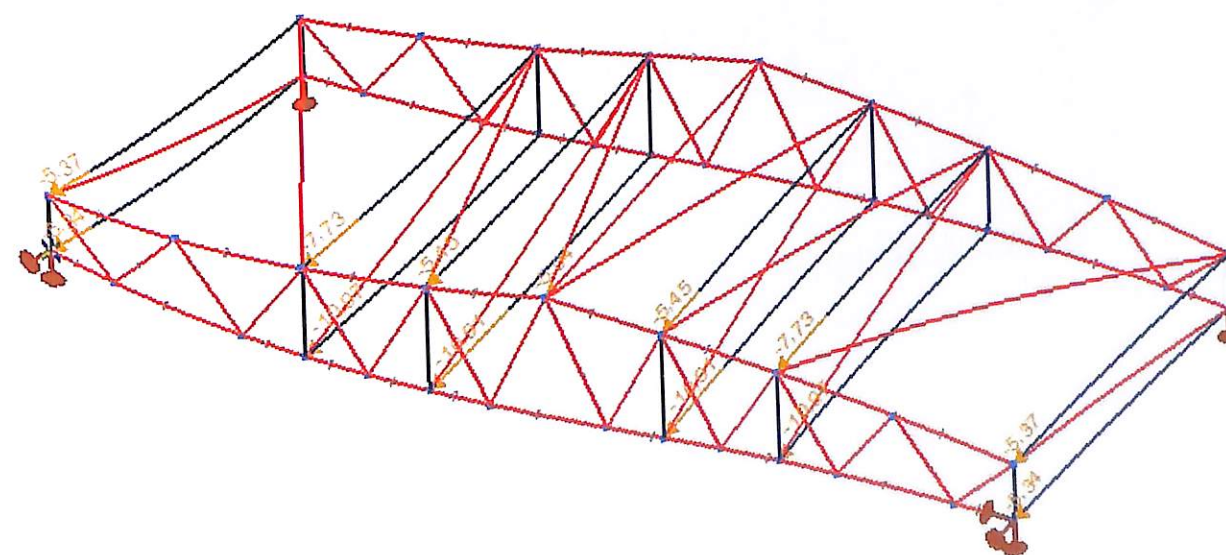
$$= 4 \times 347,93 \times 10^3 \times 8 \times ((28,48 + 7,2)/18000^2) = 1,226 \text{ kN/m}$$

$$q_{Ed} = q_d \times \gamma = 1,226 \times 1,5 = 1,839 \text{ kN/m}$$

XII.4.) Végleges terhek összegzése a csomópontokra:

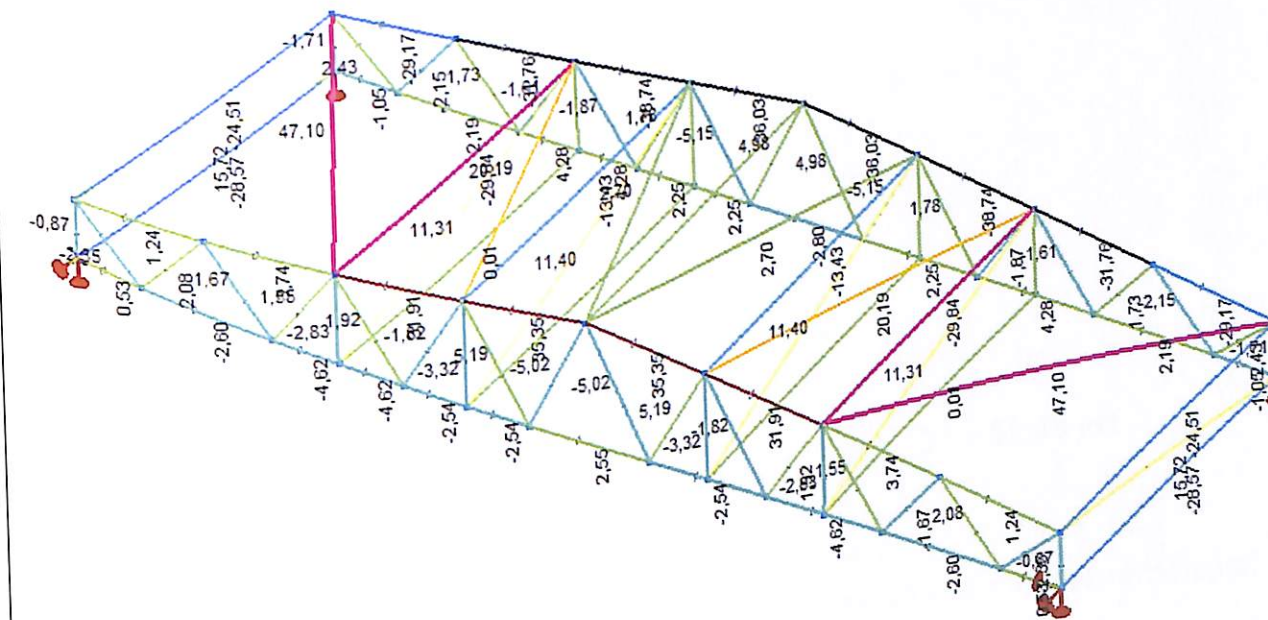


1. $P_{Ed} = P_{w,EdA}^I + t \times q_{Ed} = (-)0,873 + 2,428 \times 1,839 = -5,338 \text{ kN}$
2. $P_{Ed} = P_{w,EdA;B}^{II} + t \times q_{Ed} + V_{Ed}^1 = (-)1,145 + 3,552 \times 1,839 + (-)3,29 = -10,967 \text{ kN}$
3. $P_{Ed} = P_{w,EdB}^{III} + t \times q_{Ed} + V_{Ed}^2 = (-)1,278 + 3,375 \times 1,839 + (-)3,43 = -10,915 \text{ kN}$
4. $P_{Ed} = P_{w,EdA}^{IV} + t \times q_{Ed} = (-)0,873 + 2,445 \times 1,839 = -5,369 \text{ kN}$
5. $P_{Ed} = P_{w,EdA;B}^V + t \times q_{Ed} = (-)1,145 + 3,579 \times 1,839 = -7,727 \text{ kN}$
6. $P_{Ed} = P_{w,EdB}^{VI} + t \times q_{Ed} = (-)1,278 + 2,267 \times 1,839 = -5,447 \text{ kN}$
7. $P_{Ed} = P_{w,EdB}^{VII} + t \times q_{Ed} = (-)0,906 + 2,250 \times 1,839 = -5,044 \text{ kN}$

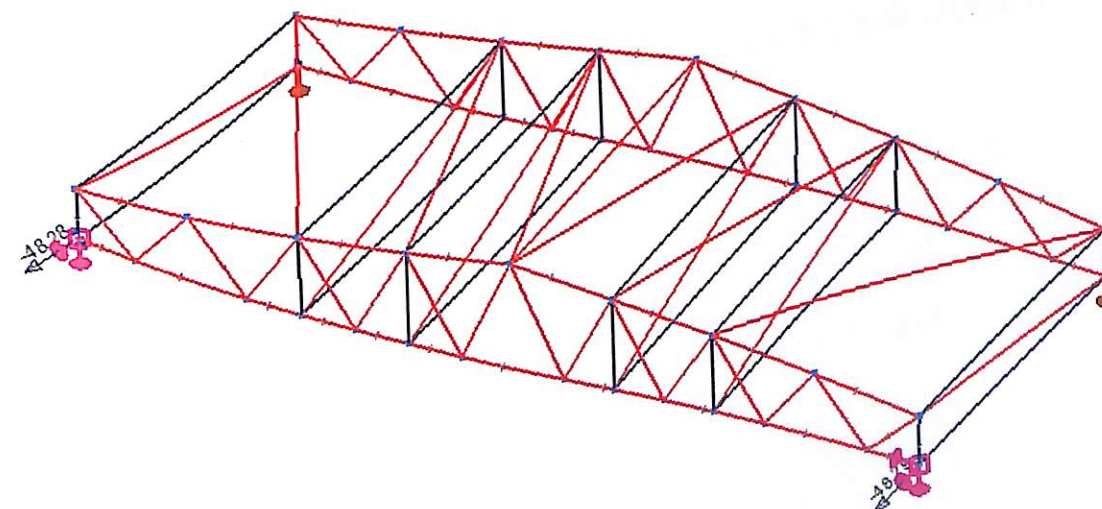


XII.5.) Igénybevételi ábra:

Húzott rúd: 47,10 kN
Nyomott rúd: 29,84 kN



Húzott-Nyomott rúd



y irányú támaszerő

Min Ry

1. támasz

Eset: IMPERFEKCIÓ

Rx [kN] =	-48,28
Ry [kN] =	*
Rz [kN] =	*
Rxx [kNm] =	*
Ryy [kNm] =	*
Rzz [kNm] =	*
Rr [kN] =	*
Rrr [kNm] =	*

OK

XII.6.) Szélrács méretezése:**XII.6.1.) Húzott rúd:**

$$N_x = 47,10 \text{ kN}$$

Feltételezett Acél körszelvény: $\varnothing 18$

Ellenőrzés húzásra:

$$N_{pl,Rd} = (A \times f_y) / \gamma_{M0} = ((254,47 \times 235) / 1,0) \times 10^{-3} = 59,86 \text{ kN}$$

$$47,10 / 59,86 = 0,79 < 1,0 \rightarrow \text{megfelel 79\% -os kihasználtsággal!}$$

XII.6.2.) Nyomott rúd:

$$N_x = 29,84 \text{ kN}$$

Feltételezett melegen hengerelt egyenlő szárú L acél: 80.80.10

Kihajlás vizsgálat:

$$l_0 = 6,0 \text{ m}$$

$$v = 1,0$$

$$L_{80.80.10}$$

$$\rightarrow i_y = 24,1 \text{ mm}$$

$$A = 1510 \text{ mm}^2$$

$$L/i_y = 6000 / 24,1 = 248,96 < 250,0$$

$\rightarrow$ megfelel!

$$L = l_0 \times v = 6,0 \times 1,0 = 6,0 \text{ m}$$

$$\lambda_E = 93,9 \times 1,00 = 93,9;$$

$$\lambda_{y1} = \lambda_{y1} / \lambda_E = 248,96 / 93,9 = 2,651$$

$\rightarrow$ b görbe

$$\chi_y = 0,1347$$

$\rightarrow$ interpolálva

$$N_{pl,Rd,HEA} = ((1510 \times 235) / 1,0) \times 10^{-3} = 354,85 \text{ kN}$$

$$N_{b,Rd,y} = 0,1347 \times 354,85 = 47,80 \text{ kN} > N_{Ed} = 29,84 \text{ kN} \rightarrow \text{megfelel!}$$

XII.6.3.) Szélrács csomópontjának kapcsolata:

$$\begin{aligned}
 f_y &= 235 \text{ N/mm}^2 & f_u &= 360 \text{ N/mm}^2 & \beta_w &= 0,80 & a &= 4,0 \text{ mm} \\
 \gamma_{M2} &= 1,25 & V_{Ed} &= 47,10 \text{ kN} & t &= 10,0 \text{ mm} & t_{\delta v} &= 6,0 \text{ mm} \\
 M12 \ 5.6 \rightarrow & f_{yb} = 300 \text{ N/mm}^2; & f_{ub} &= 500 \text{ N/mm}^2 & A &= 113 \text{ mm}^2 \\
 & d = 12 \text{ mm}; & d_0 &= 13 \text{ mm}; \\
 S235 \rightarrow & f_y = 235 \text{ N/mm}^2; & f_u &= 360 \text{ N/mm}^2
 \end{aligned}$$

Csavar ellenőrzése:

Csavarkép kialakítása

$$\begin{aligned}
 e_1 &= 1,2d_0 = 1,2 \times 13 = 26 \text{ mm} \\
 e_2 &= 1,2d_0 = 1,2 \times 13 = 26 \text{ mm} \\
 e_2 &= 2,2d_0 = 1,2 \times 13 = 28,6 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Alk: 40 mm
Alk: 30 mm
Alk: 40 mm

Egy csavar nyírási ellenállása:

$$\begin{aligned}
 F_{v,Rd} &= n \times ((0,6 \times f_{ub} \times A \times 10^{-3}) / \gamma_{M2}) = \\
 &= 1 \times ((0,6 \times 500 \times 113 \times 10^{-3}) / 1,25) = 27,12 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

Egy csavar palástnyomási ellenállása:

$$\begin{aligned}
 F_{b,Rd} &= k_1 \times ((\alpha_b \times f_u \times d \times t_{\delta v} \times 10^{-3}) / \gamma_{M2}) = \\
 &= 2,5 \times ((1,0 \times 360 \times 12 \times 6 \times 10^{-3}) / 1,25) = 51,84 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

$$k_1 \text{ szélső csavar esetén: } \min(2,8 \times e_2 / d_0 - 1,7; 2,5) \\
 \min(2,8 \times 30 / 13 - 1,7 = 4,76; \underline{2,5})$$

$$\alpha_B \text{ szélső csavar esetén: } \min(e_1 / 3 \times d_0; f_{ub} / f_u; 1,00) \\
 \min(40 / 3 \times 13 = 1,026; 500 / 360 = 1,389; \underline{1,00})$$

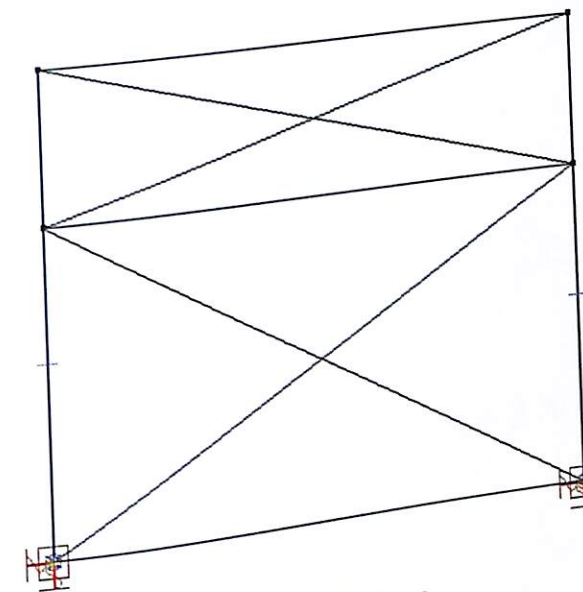
$$\min F_{Rd} = 27,12 \text{ kN} \times 2 = \underline{54,24 \text{ kN}}$$

$$V_{Ed} = 47,10 \text{ kN} < F_{Rd} = 54,24 \text{ kN} \rightarrow \text{megfelel!}$$

Alkalmazott csavar: **2 db M12 5.6**

A csomópontnál alkalmazott varratok gyökmérete kétoldali sarokvarrattal: **a = 4 mm**

Az alkalmazott csomólemez vastagsága **10 mm**. A pontos méretei a tervrajzon látható.

XIII.) Mervítőrendszer-hosszkötés méretezése:**XIII.1.) Statikai váz:**y-x síkban**XIII.2.) Anyagminőség:**

S235

XIII.3.) Terhek:**XIII.3.1.) Szélteher:** $C_{pe,10}$

$\gamma_w = 1,5$

$$p_w^{0^{\circ}k} = t \times W = t \times (q_p \times C_{pe,10})$$

$$q_p = 0,2955 \text{ kN/m}^2$$

$$t = 2,25 \text{ m}$$

A zóna:

$C_{pe,sz}^A = -1,20$

Belső nyomás:

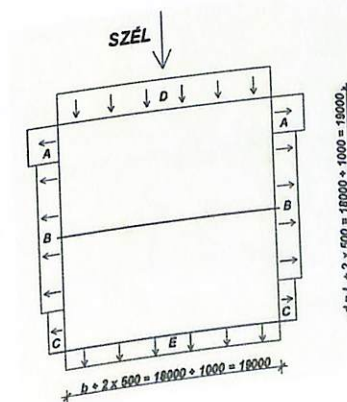
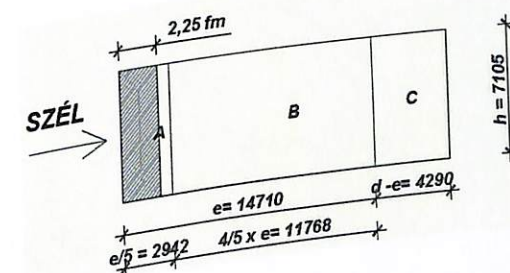
$C_{pe,bnyA} = 0,2$

$$w_{e,k0^{\circ}} = q_p \times C_{peA} = 0,2955 \times (-1,2) = -0,355 \text{ kN/m}^2$$

$$w_{e,bny} = q_p \times C_{peA} = 0,2955 \times 0,2 = 0,059 \text{ kN/m}^2$$

$$p_{w,e}^k = ((-0,355 + 0,059) \times 2,25) = -0,932 \text{ kN/m}$$

$$p_{w,e}^d = p_{w,e}^k \times \gamma_w = -0,932 \times 1,5 = -1,397 \text{ kN/m}$$



XIII.3.2.) A szélrács támaszáról átadódó teher:

$$N_x = 48,28 \text{ kN}$$

XIII.3.3.) Imperfekcióból adódó teher:

$$L = 5,0 \text{ m}$$

$$N_{Ed} = 193,95 \text{ kN}$$

$$m = 4 \text{ db}$$

$$\alpha_m = \sqrt{0,5 \times \left(1 + \frac{1}{m}\right)} = \sqrt{0,5 \times \left(1 + \frac{1}{4}\right)} = 0,791$$

$$\alpha_h = 2/\sqrt{L} = 2/\sqrt{5,0} = 0,894$$

$$\varnothing_0 = L/200 = 5,0/200 = 0,025$$

$$\varnothing = \varnothing_0 \times \alpha_h \times \alpha_m = 0,025 \times 0,894 \times 0,791 = 0,018$$

$$e_0 = \varnothing \times L = 0,018 \times 5,0 = 0,09 \text{ m}$$

$$q_d = 8 \times (N_{Ed}/L^2) \times e_0 \times 10^{-3} = 8 \times (193,95/5,0^2) \times 0,09 = 5,57 \text{ kN/m}$$

$$Q_d = 4 \times (N_{Ed}/L) \times e_0 \times 10^{-3} = 4 \times (193,95/5,0) \times 0,09 = 13,96 \text{ kN}$$

$$q_{Ed} = q_d \times \gamma = 5,57 \times 1,5 = 8,38 \text{ kN/m}$$

$$Q_{Ed} = Q_d \times \gamma = 13,96 \times 1,5 = 20,94 \text{ kN}$$

XIII.4.) Végleges terhek összegzése a csomópontokra:

Szélső oszlopra megoszló teher:

$$p_{w,e}^d + q_{Ed} = (-)1,397 + 8,38 = 9,78 \text{ kN/m}$$

Felső csomópontra koncentrált erő:

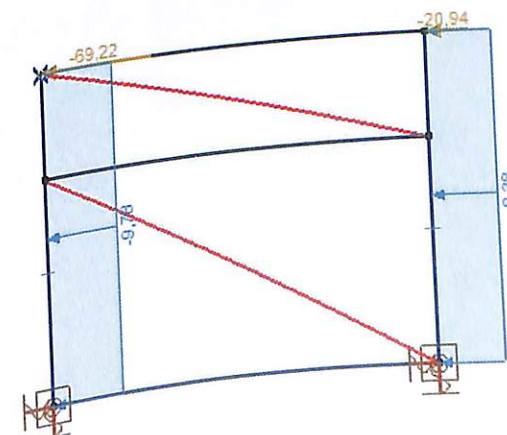
$$N_x + Q_{Ed} = 48,28 + 20,94 = 69,22 \text{ kN}$$

Közbenső oszlopra megoszló teher:

$$q_{Ed} = 8,38 \text{ kN/m}$$

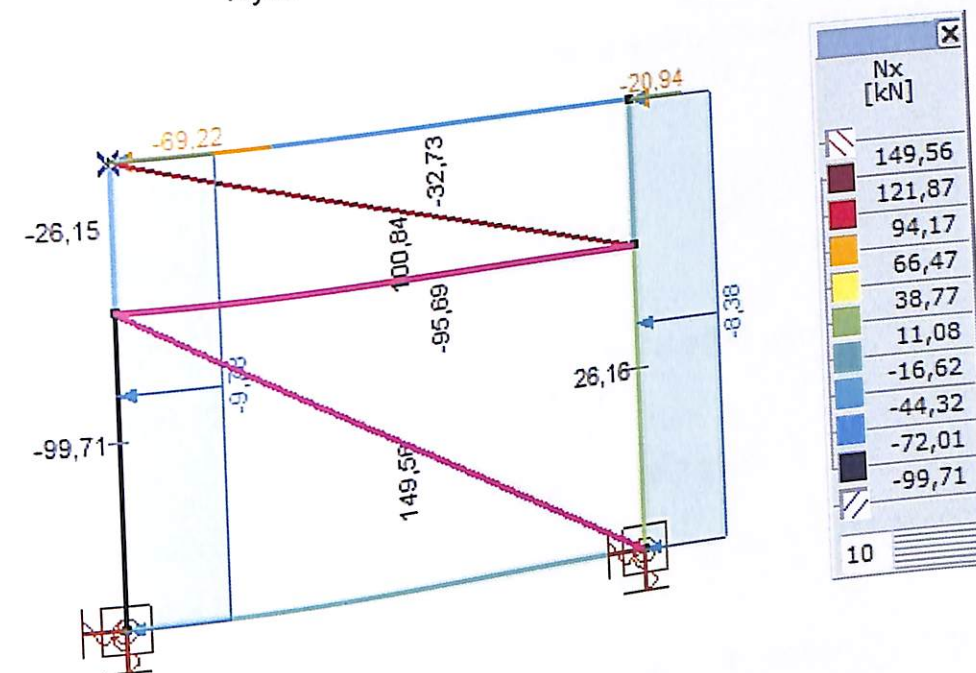
Felső csomópontra koncentrált erő:

$$Q_{Ed} = 20,94 \text{ kN}$$



XIII.5.) Igénybevételi ábra:

Húzott rúd: 149,56 kN
Nyomott rúd: 95,69 kN



XIII.6.) Hosszkötés méretezése:

XIII.6.1.) Húzott rúd:

$N_x = 149,56 \text{ kN}$

Feltételezett Acél körszelvény: $\varnothing 30$

Ellenőrzés húzásra:

$$N_{pl,Rd} = (A \times f_y) / \gamma_{M0} = ((706,86 \times 235) / 1,0) \times 10^{-3} = 166,11 \text{ kN}$$

$$149,56 / 166,11 = 0,90 < 1,0 \rightarrow \text{megfelel 90\% -os kihasználtsággal!}$$

XIII.6.2.) Nyomott rúd:

$$N_x = 95,69 \text{ kN}$$

Feltételezett melegen hengerelt egyenlő szárú L acél: 100.100.12

Kihajlás vizsgálat:

$$l_0 = 6,0 \text{ m} \quad v = 1,0$$

$$L100.100.12 \rightarrow i_y = 30,2 \text{ mm} \quad A = 2270 \text{ mm}^2$$

$$L/i_y = 6000/30,2 = 198,68 < 250,0 \rightarrow \text{megfelel!}$$

$$L = l_0 \times v = 6,0 \times 1,0 = 6,0 \text{ m}$$

$$\lambda_E = 93,9 \times 1,00 = 93,9;$$

$$\lambda_{y1} = \lambda_{y1}/\lambda_E = 198,68/93,9 = 2,1158 \rightarrow \text{b görbe}$$

$$\chi_y = 0,1895 \rightarrow \text{interpolálva}$$

$$N_{pl,Rd,HEA} = ((2270 \times 235)/1,0) \times 10^{-3} = 533,45 \text{ kN}$$

$$N_{b,Rd,y} = 0,1895 \times 533,45 = 101,09 \text{ kN} > N_{Ed} = 95,69 \text{ kN} \rightarrow \text{megfelel!}$$

XIII.6.3.) Hosszkötés csomópontjának kapcsolata:

$$f_y = 235 \text{ N/mm}^2 \quad f_u = 360 \text{ N/mm}^2 \quad \beta_w = 0,80 \quad a = 3,0 \text{ mm}$$

$$\gamma_{M2} = 1,25 \quad V_{Ed} = 149,56 \text{ kN} \quad t_{ger} = 7,0 \text{ mm}$$

$$M16 \ 5.6 \rightarrow f_{yb} = 300 \text{ N/mm}^2; \quad f_{ub} = 500 \text{ N/mm}^2 \quad A = 201 \text{ mm}^2$$

$$d = 16 \text{ mm}; \quad d_0 = 18 \text{ mm};$$

$$S235 \rightarrow f_y = 235 \text{ N/mm}^2; \quad f_u = 360 \text{ N/mm}^2$$

Csavar ellenőrzése:Csavarkép kialakítása

$$\begin{aligned}
 e_1 &= 1,2d_0 = 1,2 \times 18 = 21,6 \text{ mm} & \text{Alk: 50 mm} \\
 e_2 &= 1,2d_0 = 1,2 \times 18 = 21,6 \text{ mm} & \text{Alk: 25 mm} \\
 p_1 &= 2,2d_0 = 2,2 \times 18 = 39,6 \text{ mm} & \text{Alk: 60 mm} \\
 p_2 &= 2,4d_0 = 2,4 \times 18 = 43,2 \text{ mm} & \text{Alk: 50 mm}
 \end{aligned}$$

Egy csavar nyírási ellenállása:

$$\begin{aligned}
 F_{v,Rd} &= n \times ((0,6 \times f_{ub} \times A \times 10^{-3})) / \gamma_{M2} = \\
 &= 1 \times ((0,6 \times 500 \times 201 \times 10^{-3})) / 1,25 = 48,24 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

Egy csavar palástnyomási ellenállása:

$$\begin{aligned}
 F_{b,Rd} &= k_1 \times ((\alpha_b \times f_u \times d \times t_{ger} \times 10^{-3})) / \gamma_{M2} = \\
 &= 2,19 \times ((0,926 \times 360 \times 16 \times 7 \times 10^{-3})) / 1,25 = 65,41 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

$$k_1 \text{ szélső csavar esetén: } \min(2,8 \times e_2/d_0 - 1,7; 2,5) \\
 \min(2,8 \times 25/18 - 1,7 = 2,19; 2,5)$$

$$\alpha_B \text{ szélső csavar esetén: } \min(e_1/3 \times d_0; f_{ub}/f_u; 1,00) \\
 \min(50/3 \times 18 = 0,926; 500/360 = 1,389; 1,00)$$

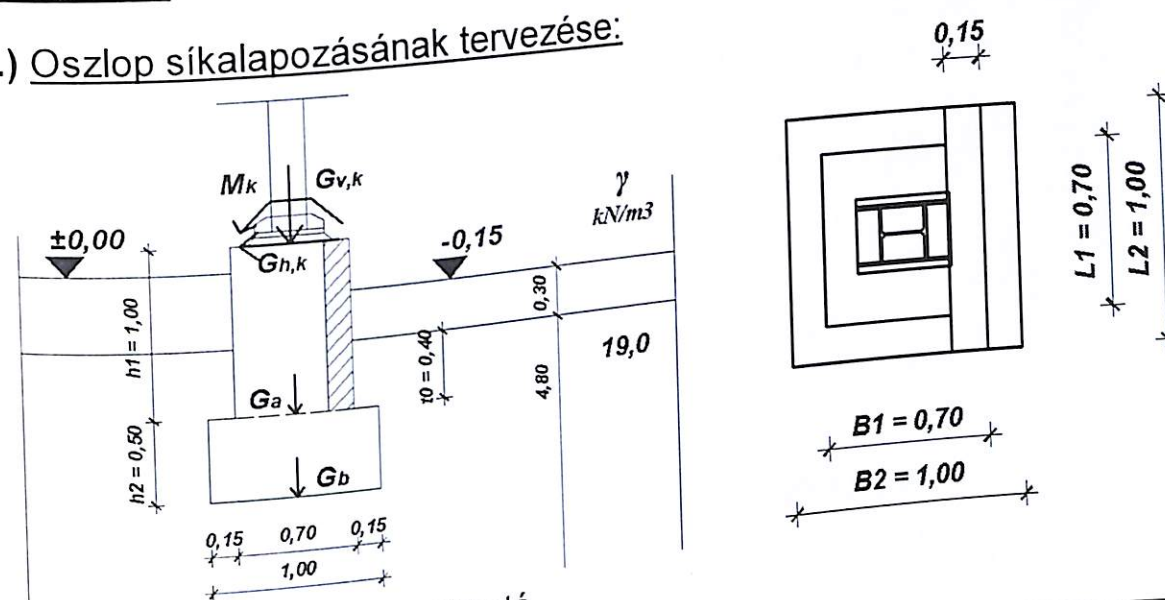
$$\min F_{Rd} = 48,24 \text{ kN} \times 4 = 192,96 \text{ kN}$$

$$V_{Ed} = 149,56 \text{ kN} < F_{Rd} = 192,96 \text{ kN} \rightarrow \text{megfelel!}$$

Alkalmazott csavar: **4 db M16 5.6**
 A csomópontnál alkalmazott varratok gyökmérete kétoldali sarokvarrattal: **a = 3 mm**
 Az alkalmazott csomólemez vastagsága **10 mm**. A pontos méretei a tervrajzon látható.

XIV.) Alapozás

XIV.1.) Oszlop sikalapozásának tervezése:



A talajvíz 7,0 m mélyen található.

Megnevezés	Mélységi adat	ρ_d (t/m ³)	ρ_n (t/m ³)	φ (°)	c (kN/m ²)	E (MN/m ²)
b. humusz	0,00 m - 0,30 m	1,65	-	-	-	-
s. iszapos homokliszt	0,30 m - 5,10 m	1,90	2,10	32	10	25
s. homokos kavics	5,10 m - 8,00 m	1,95	2,00	34	-	60
b. sovány agyag	8,00 m - 10,00 m	1,70	1,85	-	105	12

A felső alaptest súlya:

$$G_a = B_1 \times L_1 \times h_1 \times \gamma_b = 0,70 \times 0,70 \times 1,00 \times 25 = 12,25 \text{ kN}$$

Az alsó alaptest súlya:

$$G_b = B_2 \times L_2 \times h_2 \times \gamma_b = 1,00 \times 1,00 \times 0,50 \times 25 = 12,50 \text{ kN}$$

Az alaptest feletti föld súlya:

$$G_f = (B_2 \times L_2 - B_1 \times L_1 - b_1 \times L_2) \times t_0 \times \gamma_a =$$

$$= (1,00 \times 1,00 - 0,70 \times 0,70) \times 0,40 \times 19,0 = 3,88 \text{ kN}$$

Az oszlopról átvitt nyomóerő karakterisztikus értéke:

$$G_{v,k} = 136,65 \text{ kN}$$

Az oszlopról átvitt nyíróerő karakterisztikus értéke:

$$G_{h,k} = 8,85 \text{ kN}$$

Az oszlopról átvitt nyomaték karakterisztikus értéke:

$$M_k = 22,13 \text{ kNm}$$

XIV.1.1.) Síkalap alatti talajtörés ellenőrzése:Az alapra jutó igénybevétel:Függőleges erő karakterisztikus érték:

$$V_k = G_{v,k} + G_a + G_b + G_f = 136,65 + 12,25 + 12,50 + 3,88 = \\ = 165,28 \text{ kN}$$

Függőleges erő tervezési érték:

$$V_d = \gamma_G \times V_k = \gamma_G \times (G_{v,k} + G_a + G_b + G_f) = \\ = 1,35 \times (136,65 + 12,25 + 12,50 + 3,88) = 223,13 \text{ kN}$$

Vízszintes erő karakterisztikus érték:

$$H_k = G_{h,k} = 8,85 \text{ kN}$$

Vízszintes erő tervezési érték:

$$H_d = \gamma_G \times H_k = 1,35 \times 8,85 = 11,95 \text{ kN}$$

Az eredő helye az alapsíkon:

$$e_{B,k} = M_k / V_k = (M_k + G_{h,k} \times 1,50) / V_k = \\ = (22,13 + 8,85 \times 1,50) / 165,28 = 0,214 \text{ m}$$

Az alap talajtörési ellenállása:Az alap dolgozó szélessége:

$$B' = B_2 - 2 \times e_{B,k} = 1,00 - 2 \times 0,214 = 0,572 \text{ m}$$

Az alap dolgozó hossza:

$$L' = L_2 - 2 \times e_{B,k} = 1,00 - 2 \times 0,214 = 0,572 \text{ m}$$

Az alap dolgozó területe:

$$A' = B' \times L' = 0,572 \times 0,572 = 0,327 \text{ m}^2$$

A teherbírási tényezők:

$$N_q = e^{-\pi \operatorname{ctg} \varphi'_k} \times \operatorname{tg}^2 \times (45^\circ + \varphi'_k/2) = e^{-\pi \operatorname{ctg} 32^\circ} \times \operatorname{tg}^2 \times (45^\circ + 32^\circ/2) = 23,14$$

$$N_c = (N_q - 1) \times \operatorname{ctg} \varphi'_k = (23,14 - 1) \times \operatorname{ctg} 32^\circ = 35,43$$

$$N_\gamma = 2 \times (N_q - 1) \times \operatorname{tg} \varphi'_k = 2 \times (23,14 - 1) \times \operatorname{tg} 32^\circ = 27,67$$

Az alaki tényezők:

$$s_q = 1 + (B'/L') \times \sin \varphi'_k = 1 + (0,572/0,572) \times \sin 32^\circ = 1,53$$

$$s_c = (s_q \times N_q - 1) / (N_q - 1) = (1,53 \times 23,14 - 1) / (23,14 - 1) = 1,55$$

$$s_\gamma = 1 - 0,3 \times (B'/L') = 1 - 0,3 \times (0,572/0,572) = 0,70$$

Alapferdeségi tényező:

$$b_q = b_\gamma = (1 - \alpha \times \operatorname{tg} \varphi'_k)^2 = (1 - 0 \times \operatorname{tg} 32^\circ)^2 = 1,0$$

$$b_c = (b_q \times N_q - 1) / (N_q - 1) = (1,0 \times 23,14 - 1) / (23,14 - 1) = 1,0$$

A ferdeségi tényező paraméterei:

$$f = H_k / (V_k + B' \times L' \times c_k' \times \operatorname{ctg} \varphi'_k) =$$

$$= 8,85 / (165,28 + 0,572 \times 0,572 \times 10 \times \operatorname{ctg} 32^\circ) = 0,052$$

$$m_B = (2 + (B'/L')) / (1 + (B'/L')) = (2 + (0,572/0,572)) / (1 + (0,572/0,572)) = 1,50$$

A ferdeségi tényezők:

$$i_q = (1 - f)^m = (1 - 0,052)^{1,50} = 0,923$$

$$i_c = (i_q \times N_q - 1) / (N_q - 1) = (0,923 \times 23,14 - 1) / (23,14 - 1) = 0,919$$

$$i_\gamma = (1 - f)^{m+1} = (1 - 0,052)^{1,50+1} = 0,875$$

Hatékony takarási feszültség:

$$q' = (h_2 + t_0) \times \rho \times g = (0,50 + 0,40) \times 1,90 \times 10 = 17,10 \text{ kN/m}^2$$

Alaptest alatti térfogatsúly:

$$\gamma' = \rho \times g = 1,90 \times 10 = 19,0 \text{ kN/m}^3$$

A talajtörési ellenállás karakterisztikus értéke:

$$R_k = A' \times (q' \times N_q \times b_q \times s_q \times i_q + c_k' \times N_c \times b_c \times s_c \times i_c + \\ + 0,5 \times \gamma_a \times B' \times N_\gamma \times b_\gamma \times s_\gamma \times i_\gamma)$$

$$R_k = 0,327 \times (17,10 \times 23,14 \times 1,0 \times 1,53 \times 0,923 + 10 \times 35,43 \times 1,0 \times \\ \times 1,55 \times 0,919 + 0,5 \times 19,0 \times 0,572 \times 27,67 \times 1,0 \times 0,70 \times 0,875)$$

$$R_k = 377,87 \text{ kN}$$

A talajtörési ellenállás tervezési értéke:

$$R_d = R_k / \gamma_R = 377,87 / 1,40 = 269,91 \text{ kN}$$

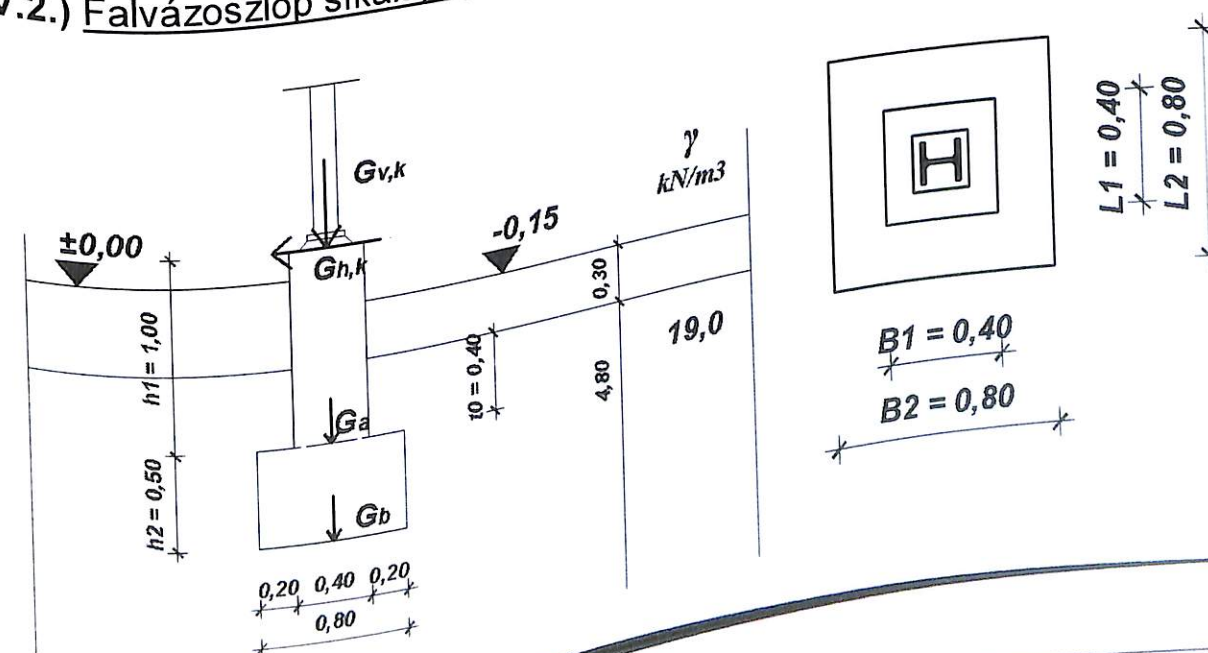
Ellenőrzés:

$$V_d = 223,13 \text{ kN} < R_d = 269,91 \text{ kN}$$

Értékelés:

$$R_k / V_k = 377,87 / 165,28 = 2,29 \rightarrow \text{Megfelel, némi tartalékkal!}$$

XIV.2.) Falvázoszlop síkalapozásának tervezése:



A talajvíz 7,0 m mélyen található.

Megnevezés	Mélységi adat	ρ_d (t/m ³)	ρ_n (t/m ³)	φ (°)	c (kN/m ²)	E (MN/m ²)
b. humusz	0,00 m - 0,30 m	1,65	-	-	-	-
s. iszapos homokliszt	0,30 m - 5,10 m	1,90	2,10	32	10	25
s. homokos kavics	5,10 m - 8,00 m	1,95	2,00	34	-	60
b. sovány agyag	8,00 m - 10,00 m	1,70	1,85	-	105	12

A felső alaptest súlya:

$$G_a = B_1 \times L_1 \times h_1 \times \gamma_b = 0,40 \times 0,40 \times 1,00 \times 25 = 4,00 \text{ kN}$$

Az alsó alaptest súlya:

$$G_b = B_2 \times L_2 \times h_2 \times \gamma_b = 0,80 \times 0,80 \times 0,50 \times 25 = 8,00 \text{ kN}$$

Az alaptest feletti föld súlya:

$$G_f = (B_2 \times L_2 - B_1 \times L_1 - b_1 \times L_2) \times t_0 \times \gamma_a =$$

$$= (0,80 \times 0,80 - 0,40 \times 0,40) \times 0,40 \times 19,0 = 3,65 \text{ kN}$$

Az oszlopról átvihető nyomóerő karakterisztikus értéke:

$$G_{v,k} = 12,68 \text{ kN}$$

Az oszlopról átvihető nyíróerő karakterisztikus értéke:

$$G_{h,k} = 2,28 \text{ kN}$$

XIV.2.1.) Síkalap alatti talajtörés ellenőrzése:

Az alapra jutó igénybevétel:

Függőleges erő karakterisztikus érték:

$$V_k = G_{v,k} + G_a + G_b + G_f = 12,68 + 4,00 + 8,00 + 3,65 =$$

$$= 28,33 \text{ kN}$$

Függőleges erő tervezési érték:

$$V_d = \gamma_G \times V_k = \gamma_G \times (G_{v,k} + G_a + G_b + G_f) =$$

$$= 1,35 \times (12,68 + 4,00 + 8,00 + 3,65) = 38,25 \text{ kN}$$

Vízszintes erő karakterisztikus érték:

$$H_k = G_{h,k} = 2,28 \text{ kN}$$

Vízszintes erő tervezési érték:

$$H_d = \gamma_G \times H_k = 1,35 \times 2,28 = 3,08 \text{ kN}$$

Az eredő helye az alapsíkon:

$$e_{B,k} = M_k / V_k = (G_{h,k} \times 1,00) / V_k = \\ = (2,28 \times 1,50) / 28,33 = 0,121 \text{ m}$$

Az alap talajtörési ellenállása:

Az alap dolgozó szélessége:

$$B' = B_2 - 2 \times e_{B,k} = 0,80 - 2 \times 0,121 = 0,558 \text{ m}$$

Az alap dolgozó hossza:

$$L' = L_2 - 2 \times e_{B,k} = 0,80 - 2 \times 0,121 = 0,558 \text{ m}$$

Az alap dolgozó területe:

$$A' = B' \times L' = 0,558 \times 0,558 = 0,311 \text{ m}^2$$

A teherbírási tényezők:

$$N_q = e^{-\pi \times \text{tg} \varphi'_k} \times \text{tg}^2 \times (45^\circ + \varphi'_k / 2) = e^{-\pi \times \text{tg} 32^\circ} \times \text{tg}^2 \times (45^\circ + 32^\circ / 2) = 23,14$$

$$N_c = (N_q - 1) \times \text{ctg} \varphi'_k = (23,14 - 1) \times \text{ctg} 32^\circ = 35,43$$

$$N_\gamma = 2 \times (N_q - 1) \times \text{tg} \varphi'_k = 2 \times (23,14 - 1) \times \text{tg} 32^\circ = 27,67$$

Az alaki tényezők:

$$s_q = 1 + ((B' / L') \times \sin \varphi'_k) = 1 + ((0,558 / 0,558) \times \sin 32^\circ) = 1,53$$

$$s_c = (s_q \times N_q - 1) / (N_q - 1) = (1,53 \times 23,14 - 1) / (23,14 - 1) = 1,55$$

$$s_\gamma = 1 - 0,3 \times (B' / L') = 1 - 0,3 \times (0,558 / 0,558) = 0,70$$

Alapferdeségi tényező:

$$b_q = b_\gamma = (1 - \alpha \times \text{tg} \varphi'_k)^2 = (1 - 0 \times \text{tg} 32^\circ)^2 = 1,0$$

$$b_c = (b_q \times N_q - 1) / (N_q - 1) = (1,0 \times 23,14 - 1) / (23,14 - 1) = 1,0$$

A ferdeségi tényező paraméterei:

$$f = H_k / (V_k + B' \times L' \times c_k' \times \operatorname{ctg} \varphi'_k) =$$

$$= 2,28 / (28,33 + 0,558 \times 10 \times \operatorname{ctg} 32^\circ) = 0,068$$

$$m_B = (2 + (B'/L')) / (1 + (B'/L')) = (2 + (0,558/0,558)) / (1 + (0,558/0,558)) = 1,50$$

A ferdeségi tényezők:

$$i_q = (1 - f)^m = (1 - 0,068)^{1,50} = 0,899$$

$$i_c = (i_q \times N_q - 1) / (N_q - 1) = (0,899 \times 23,14 - 1) / (23,14 - 1) = 0,894$$

$$i_\gamma = (1 - f)^{m+1} = (1 - 0,068)^{1,50+1} = 0,838$$

Hatékony takarási feszültség:

$$q' = (h_2 + t_0) \times \rho \times g = (0,50 + 0,40) \times 1,90 \times 10 = 17,10 \text{ kN/m}^2$$

Alaptest alatti térfogatsúly:

$$\gamma' = \rho \times g = 1,90 \times 10 = 19,0 \text{ kN/m}^3$$

A talajtörési ellenállás karakterisztikus értéke:

$$R_k = A' \times (q' \times N_q \times b_q \times s_q \times i_q + c_k' \times N_c \times b_c \times s_c \times i_c +$$

$$+ 0,5 \times \gamma'_a \times B' \times N_\gamma \times b_\gamma \times s_\gamma \times i_\gamma)$$

$$R_k = 0,311 \times (17,10 \times 23,14 \times 1,0 \times 1,53 \times 0,899 + 10 \times 35,43 \times 1,0 \times$$

$$\times 1,55 \times 0,894 + 0,5 \times 19,0 \times 0,558 \times 27,67 \times 1,0 \times 0,70 \times 0,838)$$

$$R_k = 348,71 \text{ kN}$$

A talajtörési ellenállás tervezési értéke:

$$R_d = R_k / \gamma_R = 348,71 / 1,40 = 249,08 \text{ kN}$$

Ellenőrzés:

$$V_d = 38,25 \text{ kN} < R_d = 249,08 \text{ kN}$$

Értékelés:

$$R_k / V_k = 348,71 / 28,33 = 12,31 \rightarrow \text{Megfelel, de!}$$

A fv.oszlopok alatti alaptesteket csak a két csarnok egymástól nem védett oldalán kell elkészíteni! A másik oldalon a fv.oszlopokat talplemezre kell hegeszteni és a padlóhoz kell dűbelezni HILTI nehézítő csavarokkal!

Melegen hengerelt csarnok statikai számítása**I.) Kiindulási adatok:****I.1.) Helyszíni adatok:**

Terepkategória:	IV. osztály
Terepviszony:	szokásos
Tengerszint feletti magasság:	358,0 mAf

I.2.) Geometria:

Keretroszlopok tengelytávolsága	„L” :	12,00 m
Váll tengelymagassága	„H” :	3,00 m
Keretállások távolsága	„t” :	6,00 m
Keretállások száma		4 db
Tető hajlásszöge		7°

I.3.) Anyag:

Héjazat:	LINDAB trapézlemez
Szelemen:	LINDAB Z200
Rácsos szaruzat:	IPE 500
Keret oszlop:	HEA 360

I.4.) Anyagminőség:

S235

I.5.) Felhasznált szabványok, irodalom, alkalmazott programok:

Eurocode 0 – A tartószerkezeti tervezés alapjai	Autocad
Eurocode 1 - Terhek és hatások	AxisVM 12
Eurocode 3 – Acélszerkezetek méretezése	DimRoof v3.5
Eurocode 7–Geotechnikai tervezés	Lindab katalógusok

II.) Terhek meghatározása:**II.1.) Állandó terhek:**

$$\gamma_G^{\text{sup}} = 1,35$$

$$\gamma_G^{\text{inf}} = 1,0$$

- Tartószerkezetek önsúlya:

Keret gerenda:

IPE500

→

$$g_1 = 0,906 \text{ kN/m}$$

Rétegtrend:

- Tető önsúlya:

q_{TL}^k : trapézlemez LTP45/0,7

$$0,068 \text{ kN/m}^2$$

g_z^k : Z szelemen 250/2,5

$$0,0832 \text{ kN/m}$$

q_{Hsz}^k : hőszigetelés ~ 15 cm

$$0,225 \text{ kN/m}^2$$

q_F^k : párazáró fólia

$$0,014 \text{ kN/m}^2$$

q_{TL}^k : trapézlemez LTP45/0,7

$$0,068 \text{ kN/m}^2$$

$$\Sigma q = 0,375 \text{ kN/m}^2$$

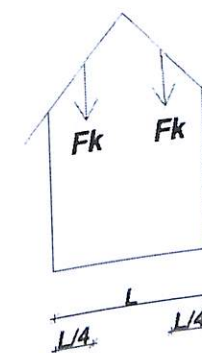
$$+ g_1 = 0,906 \text{ kN/m}$$

$$\Sigma g = 0,989 \text{ kN/m}$$

II.2.) Állandó jellegű hasznos terhek (gépeszet):

$$\gamma_{\text{gép}} = 1,35$$

$$F_k = 5 \text{ kN}$$

**II.3.) Esetleges terhek:****II.3.1.) Hasznos teher:**

„H” (nem járható tető) $q_k = 0,4 \rightarrow \psi = 0 \rightarrow$ nem kell számolni vele

II.3.2.) Hóteher: MSZEN 1991-1-3

$$\psi_{0,s} = 0,5$$

$$\gamma = 1,5$$

$$s^k = \mu_i \times c_e \times c_t \times s_k = 0,8 \times 1,0 \times 1,0 \times 1,25 = 1,0 \text{ kN/m}^2$$

II.3.2.1) Rendkívüli hófelhalmozódás:

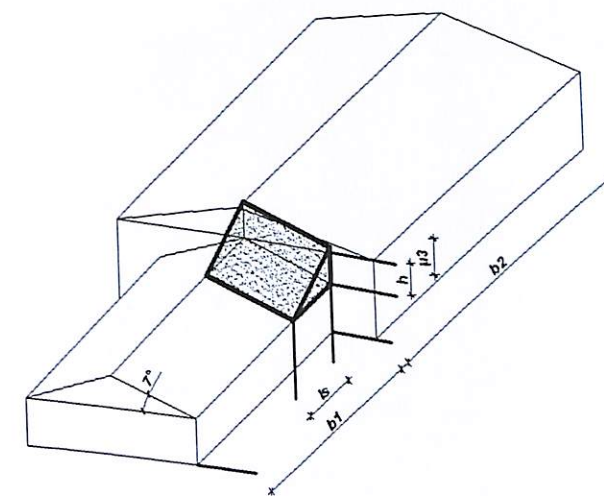
$$l_s = \min(5h; b_1; 15,0 \text{ m})$$

$$5 \times h = 5 \times 2,75 = 13,75 \text{ m}$$

$$b_1 = 18,0 \text{ m}$$

$$15,0 \text{ m}$$

$$l_s = 13,75 \text{ m}$$



$$b = \max(b_1; b_2) = 18,0 \text{ m}$$

$$\mu_3 = \min(2h/s^k; 2b/l_s; 8,0)$$

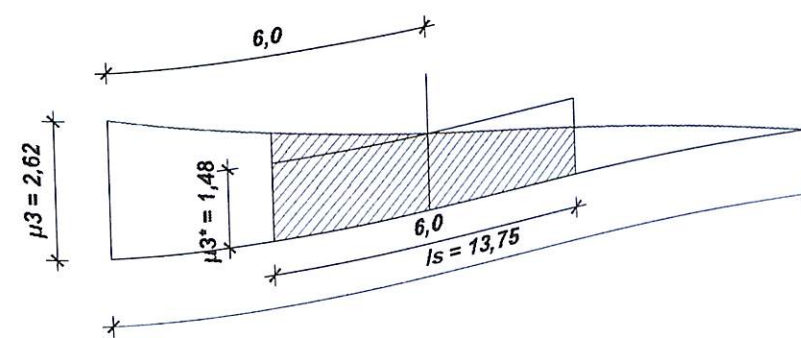
$$(2 \times h)/s_k = (2 \times 2,75)/1,25 = 4,4$$

$$\mu_3 = 2,62$$

$$(2 \times b)/l_s = (2 \times 18,0)/13,75 = 2,62$$

$$8,0$$

$$\mu_3^* = 1,48$$



A 2. keretállást vizsgálom. Itt nagyobb a terhelési sáv, nagyobb terhek jönnek ki.

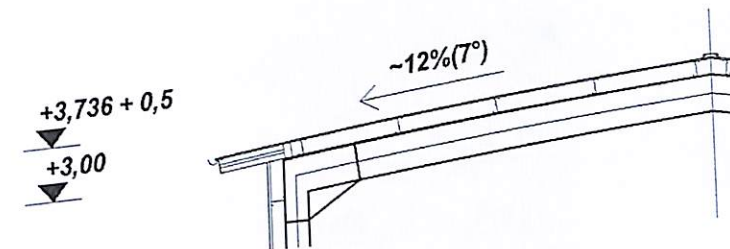
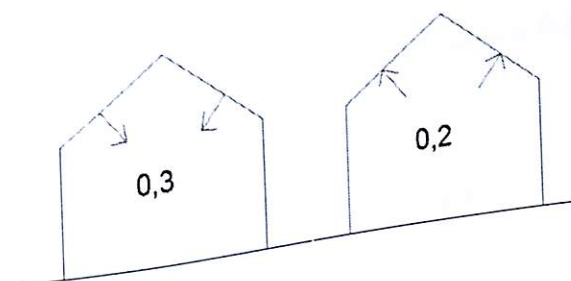
$$s_r^k = \mu_3^* \times c_e \times c_t \times s_k = 1,48 \times 1,0 \times 1,0 \times 1,25 = 1,85 \text{ kN/m}^2$$

II.3.3.) Szélteher: MSZEN 1991-1-4

$$\gamma_w = 1,5 \quad \psi_{0,w} = 0,6$$

$$W = c \times q_p$$

$$q_p = 0,2955 \text{ kN/m}^2$$

Belső nyomás: C_{pi} Külső nyomás: C_{pe}

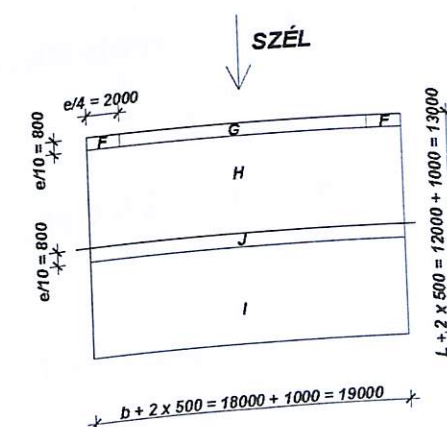
Keresztirányú:

$$e = \min(b; 2h)$$

$$b = 19,0 \text{ m}$$

$$2h + 0,5 \text{ m} = 2 \times 3,736 + 0,5 \text{ m} = 7,97 \text{ m}$$

$$= \underline{7,97 \sim 8,0 \text{ m}}$$



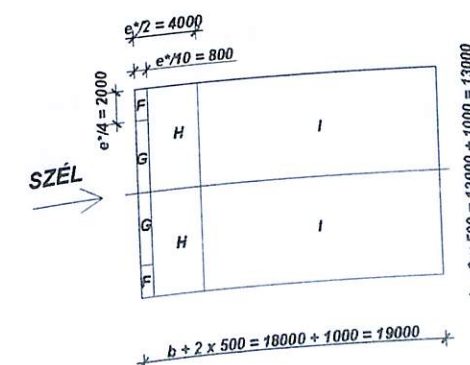
Hosszirányú:

$$e^* = \min(b; 2h)$$

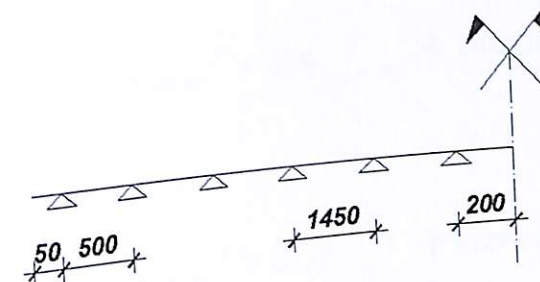
$$b = 13,00 \text{ m}$$

$$2h + 0,5 \text{ m} = 2 \times 3,736 + 0,5 \text{ m} = 7,97 \text{ m}$$

$$= \underline{7,97 \sim 8,0 \text{ m}}$$



LTP45/0,7

III.) Trapézlemez méretezése - Tető:III.1.) Statikai váz: $t = 1 \text{ fm}$ III.2.) Terhek:III.2.1.) Állandó: $\gamma_G = 1,35$ $t = 1 \text{ fm}$

$$p_{g, \perp}^k = t \times \cos \alpha \times q_{\pi}^k = 1,0 \times \cos 7^\circ \times 0,068 = 0,067 \text{ kN/m}$$

III.2.2.) Hóteher: $\gamma_S = 1,5$ $\psi_0 = 0,5$ $t = 1 \text{ fm}$

$$p_{s, \perp}^k = t \times \cos^2 \alpha \times s^k = 1,0 \times \cos^2 7^\circ \times 1,0 = 0,985 \text{ kN/m}$$

III.2.2.1.) Rendkívüli hófelhalmozódás: $\gamma_S = 1,5$ $\psi_0 = 0,5$ $t = 1 \text{ fm}$

$$p_{s, r, \perp}^k = t \times \cos^2 \alpha \times s_r^k = 1,0 \times \cos^2 7^\circ \times 1,85 = 1,823 \text{ kN/m}$$

III.2.3.) Szélteher: $\gamma_w = 1,5$ $\psi_0 = 0,6$ $t = 1 \text{ fm}$

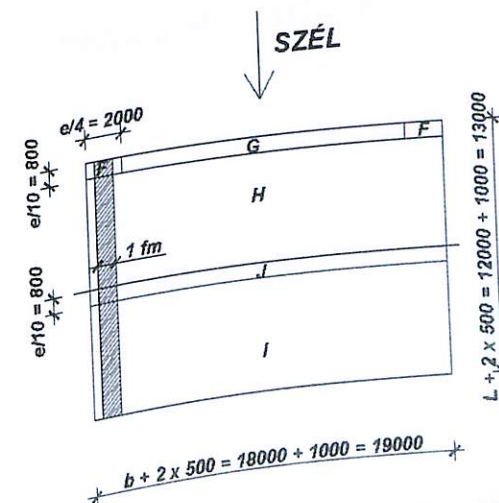
Belső nyomás itt most nincs!

III.2.3.1.) Szélteher keresztirányú-külső: $C_{pe,1}$

$$p_w^{0^\circ k} = t \times W = t \times (q_p \times C_{pe,1})$$

 $t = 1,0 \text{ fm}$

$$q_p = 0,2955 \text{ kN/m}^2$$



F zóna:

$$\text{Szívás: } -2,5 \rightarrow C_{pe,sz}^F = -2,4 \rightarrow \text{interpolálva}$$

$$\text{Nyomás: } -2,0 \rightarrow C_{pe,ny}^F = 0,04 \rightarrow \text{interpolálva}$$

$$0,0$$

$$+0,2$$

H zóna:

$$\text{Szívás: } -1,2 \rightarrow C_{pe,sz}^H = -1,02 \rightarrow \text{interpolálva}$$

$$-0,3$$

$$\text{Nyomás: } 0,0 \rightarrow C_{pe,ny}^H = 0,04 \rightarrow \text{interpolálva}$$

$$+0,2$$

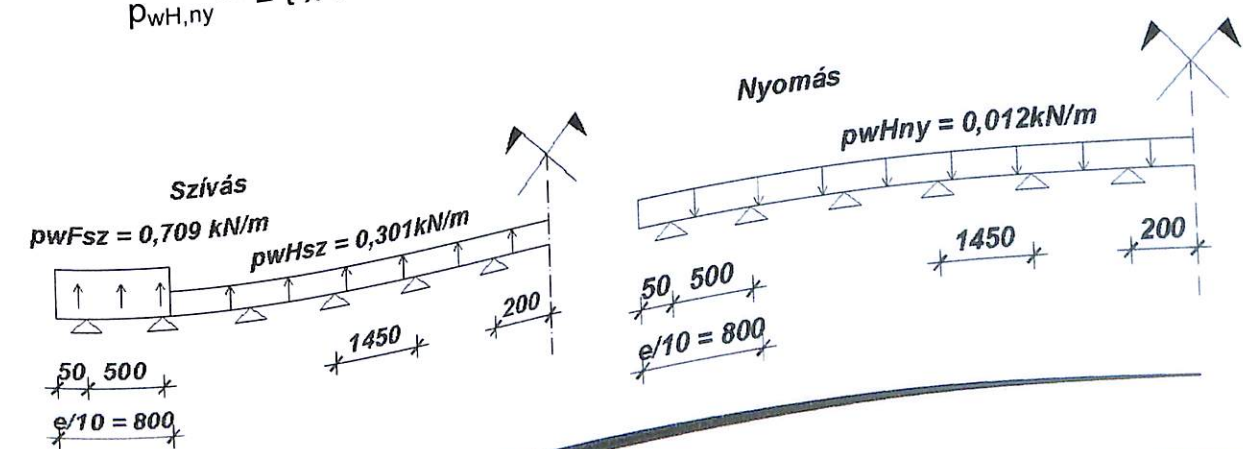
Az I és J zóna $C_{pe,1}$ tényezői kisebbek $\rightarrow$ nem mértékadó

$$p_{wF,sz}^{0^{\circ}K} = t \times W = t \times (q_p \times C_{peF}) = 1,0 \times 0,2955 \times (-2,4) = -0,709 \text{ kN/m}$$

$$p_{wF,ny}^{0^{\circ}K} = t \times W = t \times (q_p \times C_{peF}) = 1,0 \times 0,2955 \times 0,04 = 0,012 \text{ kN/m}$$

$$p_{wH,sz}^{0^{\circ}K} = t \times W = t \times (q_p \times C_{peH}) = 1,0 \times 0,2955 \times (-1,02) = -0,301 \text{ kN/m}$$

$$p_{wH,ny}^{0^{\circ}K} = t \times W = t \times (q_p \times C_{peH}) = 1,0 \times 0,2955 \times 0,04 = 0,012 \text{ kN/m}$$



III.2.3.2.) Szélteher hosszirányú-külső: $C_{pe,1}$

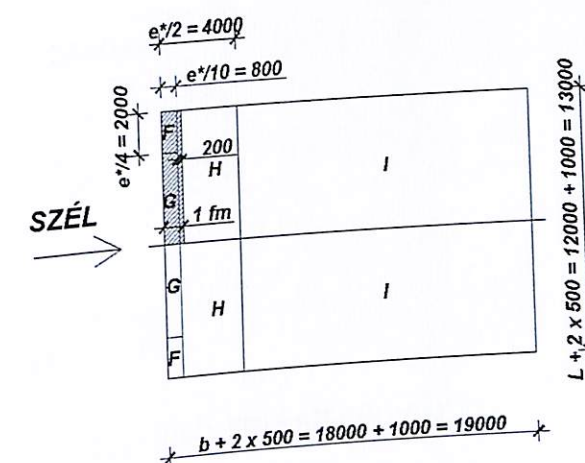
$$p_w^{90^\circ k} = t \times W = t \times (q_p \times C_{pe,1})$$

$$t = 1,0 \text{ fm}$$

$$t_1 = 0,8 \text{ m}$$

$$t_2 = 0,2 \text{ m}$$

$$q_p = 0,2955 \text{ kN/m}^2$$



F zóna:

$$\text{Szívás: } -2,2 \rightarrow C_{pe,sz}^F = -2,16 \rightarrow \text{interpolálva}$$

$$-2,0$$

G zóna:

$$\text{Szívás: } \rightarrow C_{pe,sz}^G = -2,0$$

H zóna:

$$\text{Szívás: } \rightarrow C_{pe,sz}^H = -1,2$$

$$p_{wFsz}^{90^\circ k} = t \times W = t_1 \times (q_p \times C_{peF}) = 0,8 \times 0,2955 \times (-2,16) = -0,511 \text{ kN/m}$$

$$p_{wGsz}^{90^\circ k} = t \times W = t_1 \times (q_p \times C_{peG}) = 0,8 \times 0,2955 \times (-2,0) = -0,473 \text{ kN/m}$$

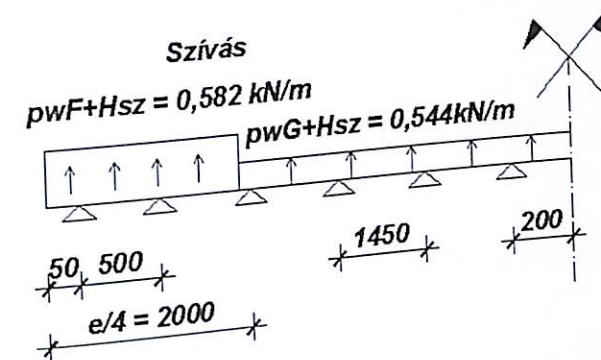
$$p_{wHsz}^{90^\circ k} = t \times W = t_2 \times (q_p \times C_{peH}) = 0,2 \times 0,2955 \times (-1,2) = -0,071 \text{ kN/m}$$

F zóna + H zóna:

$$p_{wF+H,sz}^{90^\circ k} = p_{wFsz}^{90^\circ k} + p_{wHsz}^{90^\circ k} = (-0,511) + (-0,071) = -0,582 \text{ kN/m}$$

G zóna + H zóna:

$$p_{wF+H,sz}^{90^\circ k} = p_{wFsz}^{90^\circ k} + p_{wHsz}^{90^\circ k} = (-0,473) + (-0,071) = -0,544 \text{ kN/m}$$



III.3.) Teherkombinációk trapézlemezre - Tető:

III.3.1.) Önsúly + rendk. hófelhalm. + szélnyomás (külső-keresztirányú):

9. SLS
 $p_{qp}^{F,H} = p_g^k + p_s^k + \psi_0 \times p_{wny}^{0^\circ k} =$
 $= 0,067 + 1,823 + 0,6 \times 0,012 = 1,897 \text{ kN/m}$

10. ULS
 $p_{Ed}^{F,H} = \gamma_G \times p_g^k + \gamma_s \times p_s^k + \psi_0 \times \gamma_w \times p_{wny}^{0^\circ k} =$
 $= 1,35 \times 0,067 + 1,5 \times 1,823 + 0,6 \times 1,5 \times 0,012 = 2,836 \text{ kN/m}$

III.3.2.) Önsúly + szélszívás (külső-keresztirányú):

11. SLS
 $p_{qp}^F = p_g^k - p_{wszF}^{0^\circ k} = 0,067 - (-)0,709 = -0,642 \text{ kN/m}$

$p_{qp}^H = p_g^k - p_{wszH}^{0^\circ k} = 0,067 - (-)0,301 = -0,234 \text{ kN/m}$

12. ULS
 $p_{Ed}^F = \gamma_G \times p_g^k - \gamma_w \times p_{wszF}^{0^\circ k} = 1,0 \times 0,067 - 1,5 \times (-)0,709 = -1,00 \text{ kN/m}$

$p_{Ed}^H = \gamma_G \times p_g^k - \gamma_w \times p_{wszH}^{0^\circ k} = 1,0 \times 0,067 - 1,5 \times (-)0,301 = -0,385 \text{ kN/m}$

III.3.3.) Önsúly + szélszívás (külső-hosszirányú):

13. SLS
 $p_{qp}^{F,H} = p_g^k - p_{wszF+H}^{90^\circ k} = 0,067 - (-)0,582 = -0,515 \text{ kN/m}$

$p_{qp}^{G,H} = p_g^k - p_{wszG+H}^{90^\circ k} = 0,067 - (-)0,544 = -0,477 \text{ kN/m}$

14. ULS
 $p_{Ed}^{F,H} = \gamma_G \times p_g^k - \gamma_w \times p_{wszF+H}^{90^\circ k} = 1,0 \times 0,067 - 1,5 \times (-)0,582 = -0,806 \text{ kN/m}$

$p_{Ed}^{G,H} = \gamma_G \times p_g^k - \gamma_w \times p_{wszG+H}^{90^\circ k} = 1,0 \times 0,067 - 1,5 \times (-)0,544 = -0,749 \text{ kN/m}$

III.3.4.) Rendkívüli hőteher:

15. $\frac{SLS}{p_{qp}} = p_g^k + p_s^k = 0,067 + 0,985 = 1,052 \text{ kN/m}$

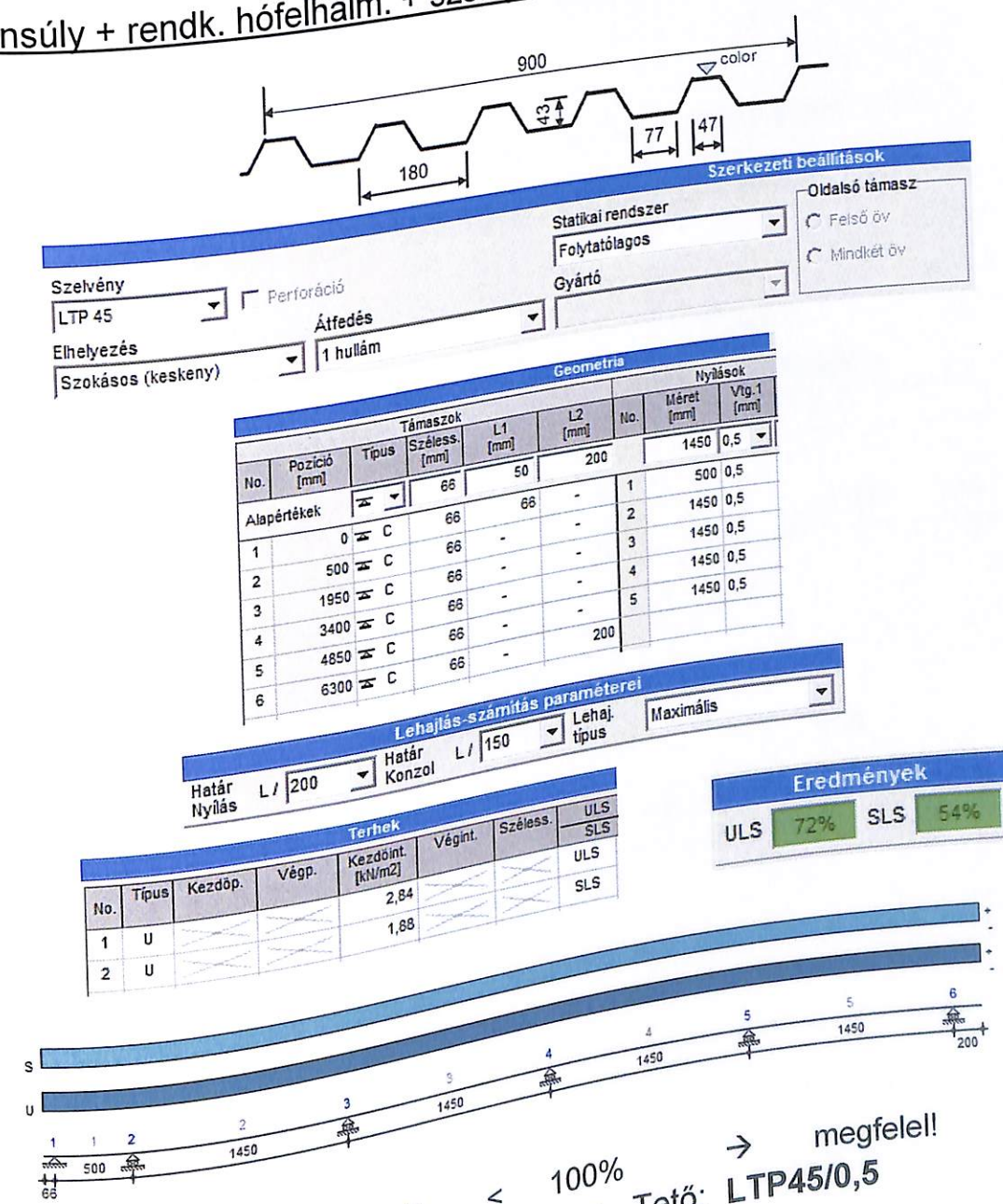
16. $\frac{ULS}{p_{Ed}^{F,H}}$

$$p_{Ed}^{F,H} = \gamma_G \times p_g^k + \gamma_s \times p_s^k = 1,0 \times 0,067 + 2,0 \times 0,985 = 2,037 \text{ kN/m}$$

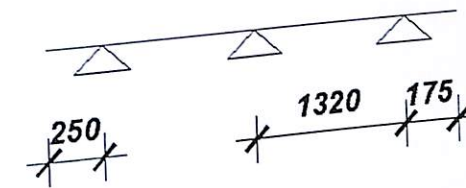
A mértékadó terhet az önsúly+hó+szélnyomás (külső-keresztirányú) adja!

III.4.) Trapézlemez - Tető méretezése DimRoof programmal:

III.4.1.) Önsúly + rendk. hófelhalm. + szélnyomás (külső-keresztirányú):

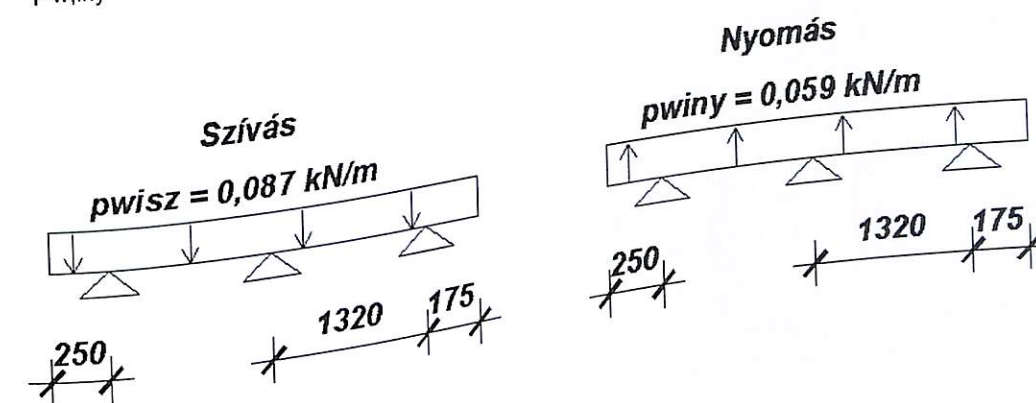


LVP20/0,7

IV.) Trapézlemez méretezése - Fal:IV.1.) Statikai váz: $t = 1\text{ fm}$ IV.2.) Terhek:IV.2.1.) Szélteher: $\gamma_w = 1,5$ $\psi_0 = 0,6$ IV.2.1.1.) Szélteher belső nyomás - szívás:
 $C_{pi,ny} = +0,2$ $C_{pi,sz} = -0,3$ $t = 1,0\text{ fm}$ $q_p = 0,2955\text{ kN/m}^2$

$$p_{w,isz}^k = t \times q_p \times C_{pi,sz} = 1,0 \times 0,2955 \times (-0,3) = -0,087\text{ kN/m}$$

$$p_{w,iny}^k = t \times q_p \times C_{pi,ny} = 1,0 \times 0,2955 \times 0,2 = 0,059\text{ kN/m}$$

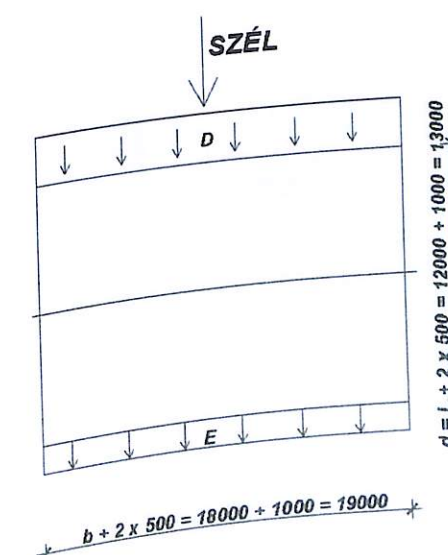
IV.2.1.2.) Szélteher keresztirányú-külső: $C_{pe,1}$

$$p_w^{0^{\circ}k} = t \times W = t \times (q_p \times C_{pe,1})$$

$$q_p = 0,2955\text{ kN/m}^2$$

$$t = 1,0\text{ fm}$$

$$h/d = 4010/13000 = 0,308$$



D zóna:

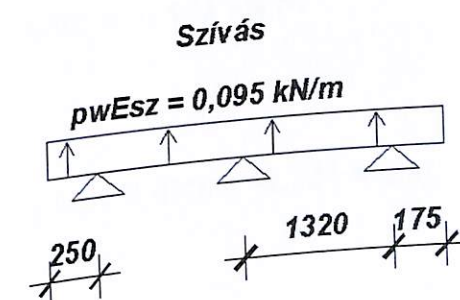
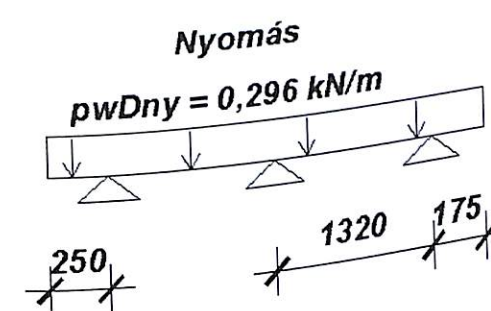
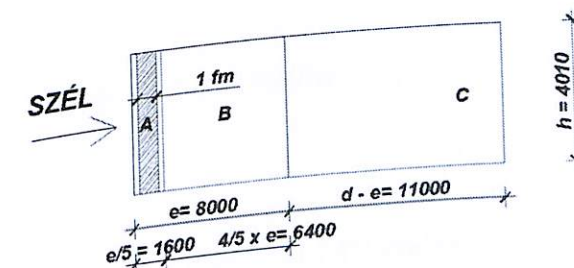
$$\begin{array}{l} \text{Nyomás:} \\ +1,0 \end{array} \rightarrow C_{pe,ny}^D = +1,00$$

E zóna:

$$\begin{array}{l} \text{Szívás:} \\ -0,5 \\ -0,3 \end{array} \rightarrow C_{pe,sz}^E = -0,32$$

$$p_{wD,ny}^{0^\circ k} = t \times W = t \times (q_p \times C_{peD}) = 1,0 \times 0,2955 \times 1,00 = 0,296 \text{ kN/m}$$

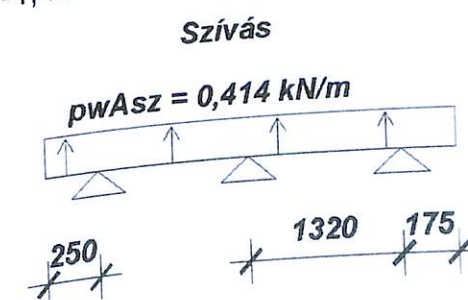
$$p_{wE,sz}^{0^\circ k} = t \times W = t \times (q_p \times C_{peE}) = 1,0 \times 0,2955 \times (-0,32) = -0,095 \text{ kN/m}$$

IV.2.1.3.) Szélteher hosszirányú-külső: $C_{pe,1}$  $e < d$ esetén

$$8,0 \text{ m} < 19,00 \text{ m}$$

A zóna:

$$\begin{array}{l} \text{Szívás:} \\ -1,4 \end{array} \rightarrow C_{pe,sz}^A = -1,40$$



$$p_{wA,sz}^{90^\circ k} = t \times W = t \times (q_p \times C_{peA}) = 1,0 \times 0,2955 \times (-1,4) = -0,414 \text{ kN/m}$$

IV.3.) Teherkombinációk trapézlemezre - Fal:

IV.3.1.) Szélnyomás (keresztirányú-külső + belső):

7. SLS

$$p_{qp}^D = (p_{wnyD}^{0^\circ k} + p_{wsz}^k) = (0,296 + (-)0,087) = 0,383 \text{ kN/m}$$

8. ULS

$$p_{Ed}^D = \gamma_w \times (p_{wnyD}^{0^\circ k} + p_{wsz}^k) = 1,5 \times (0,296 + (-)0,087) = 0,575 \text{ kN/m}$$

IV.3.2.) Szélszívás (keresztirányú-külső + belső):

9. SLS

$$p_{qp}^E = (p_{wszE}^{0^\circ k} + p_{winy}^k) = ((-)0,095 + 0,059) = -0,154 \text{ kN/m}$$

10. ULS

$$p_{Ed}^E = \gamma_w \times (p_{wszE}^{0^\circ k} + p_{winy}^k) = 1,5 \times ((-)0,095 + 0,059) = -0,231 \text{ kN/m}$$

IV.3.3.) Szélszívás (hosszirányú-külső + belső):

11. SLS

$$p_{qp}^A = (p_{wszA}^{90^\circ k} + p_{winy}^k) = ((-)0,414 + 0,059) = -0,473 \text{ kN/m}$$

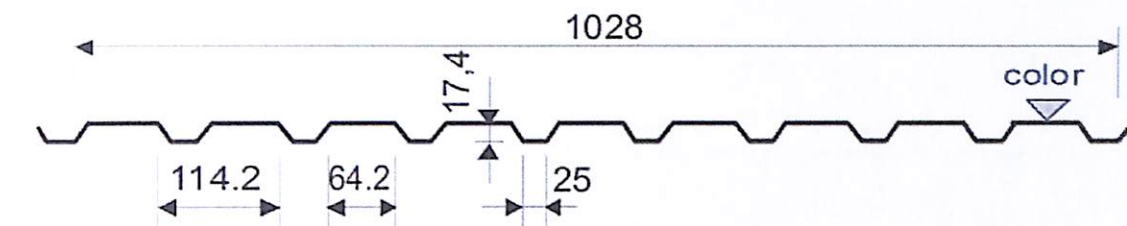
12. ULS

$$p_{Ed}^A = \gamma_w \times (p_{wszA}^{90^\circ k} + p_{winy}^k) = 1,5 \times ((-)0,414 + 0,059) = -0,710 \text{ kN/m}$$

A mértékadó terhet az szélszívás (hosszirányú-külső + belső) adja!

IV.4.) Trapézlemez - Fal méretezése DimRoof programmal:

IV.4.1.) Szélszívás (hosszirányú-külső + belső):



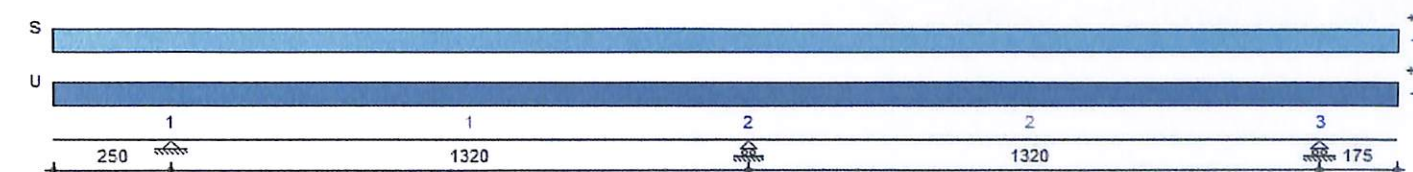
Szerkezeti beállítások			
Szelvény	Statikai rendszer	Oldalsó támasz	
LVP 20	Folytatólagos	☐ Felső öv ☐ Mindkét öv	
Elhelyezés	Átfedés	Gyártó	
Szokásos (széles)			

Geometria								
Támaszok						Nyílások		
No.	Pozíció [mm]	Típus	Széless. [mm]	L1 [mm]	L2 [mm]	No.	Méret [mm]	Vtg.1 [mm]
Alapértékek			50	250	175		1320	0,4
1	0	C	50	250	-	1	1320	0,4
2	1320	C	50	-	-	2	1320	0,4
3	2640	C	50	-	175			

Lehajlás-számítás paraméterei			
Határ Nyílás	L / 200	Határ Konzol	L / 150
		Lehaj. típus	Maximális

No.	Típus	Kezdőp.	Végp.	Kezdőint. [kN/m2]	Végint.	Széless.	ULS	SLS
1	U			-0,71			ULS	
2	U			-0,47			SLS	

Eredmények			
ULS	45%	SLS	84%

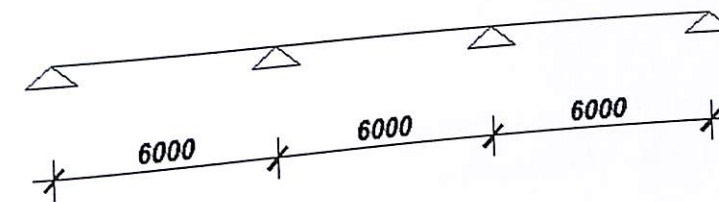


ULS = 45%; SLS = 84% < 100%
Tehát az alkalmazott Trapézlemez - Fal:

→ megfelel!
LVP20/0,4

V.) Z szelemen méretezése - Tető:

Z 250/2,5

V.1.) Statikai váz: $t = 1,45 \text{ fm}$ 

V.2.) Terhek:

 $\gamma_G = 1,35$ $t = 1,45 \text{ fm}$

V.2.1.) Állandó terhek:

$$\begin{aligned}
 p_{g, \perp}^k &= t \times [(q_{TL}^k + q_{Hsz}^k + q_F^k + q_{TL}^k) \times \cos \alpha] + g_z^k \times \cos \alpha = \\
 &= 1,45 \times [(0,068 + 0,225 + 0,014 + 0,068) \times \cos 7^\circ] + 0,0832 \times \cos 7^\circ = \\
 &= 0,540 + 0,083 = \mathbf{0,623 \text{ kN/m}}
 \end{aligned}$$

V.2.2.) Hóteher:

 $\gamma_S = 1,5$ $\psi_0 = 0,5$ $t = 1,45 \text{ fm}$

$$p_{s, \perp}^k = t \times \cos^2 \alpha \times s^k = 1,45 \times \cos^2 7^\circ \times 1,0 = \mathbf{1,428 \text{ kN/m}}$$

V.2.2.1.) Rendkívüli hófelhalmozódás:

 $\gamma_S = 1,5$ $\psi_0 = 0,5$ $t = 1,45 \text{ fm}$

$$p_{s, r, \perp}^k = t \times \cos^2 \alpha \times s_r^k = 1,45 \times \cos^2 7^\circ \times 1,85 = \mathbf{2,643 \text{ kN/m}}$$

V.2.3.) Szélteher:

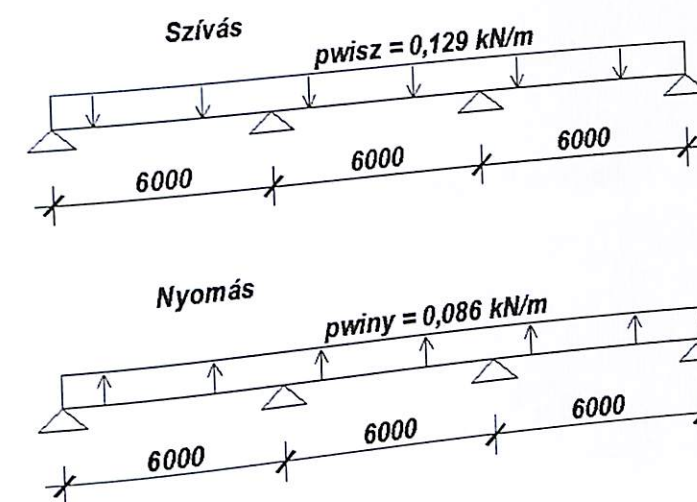
 $\gamma_w = 1,5$ $\psi_0 = 0,6$ $t = 1,45 \text{ fm}$

V.2.3.1.) Szélteher belső nyomás - szívás:

 $C_{pi, ny} = +0,2$ $C_{pi, sz} = -0,3$ $t = 1,45 \text{ fm}$ $q_p = 0,2955 \text{ kN/m}^2$

$$p_{w, isz}^k = t \times q_p \times C_{pi, sz} = 1,45 \times 0,2955 \times (-)0,3 = \mathbf{-0,129 \text{ kN/m}}$$

$$p_{w, iny}^k = t \times q_p \times C_{pi, ny} = 1,45 \times 0,2955 \times 0,2 = \mathbf{0,086 \text{ kN/m}}$$



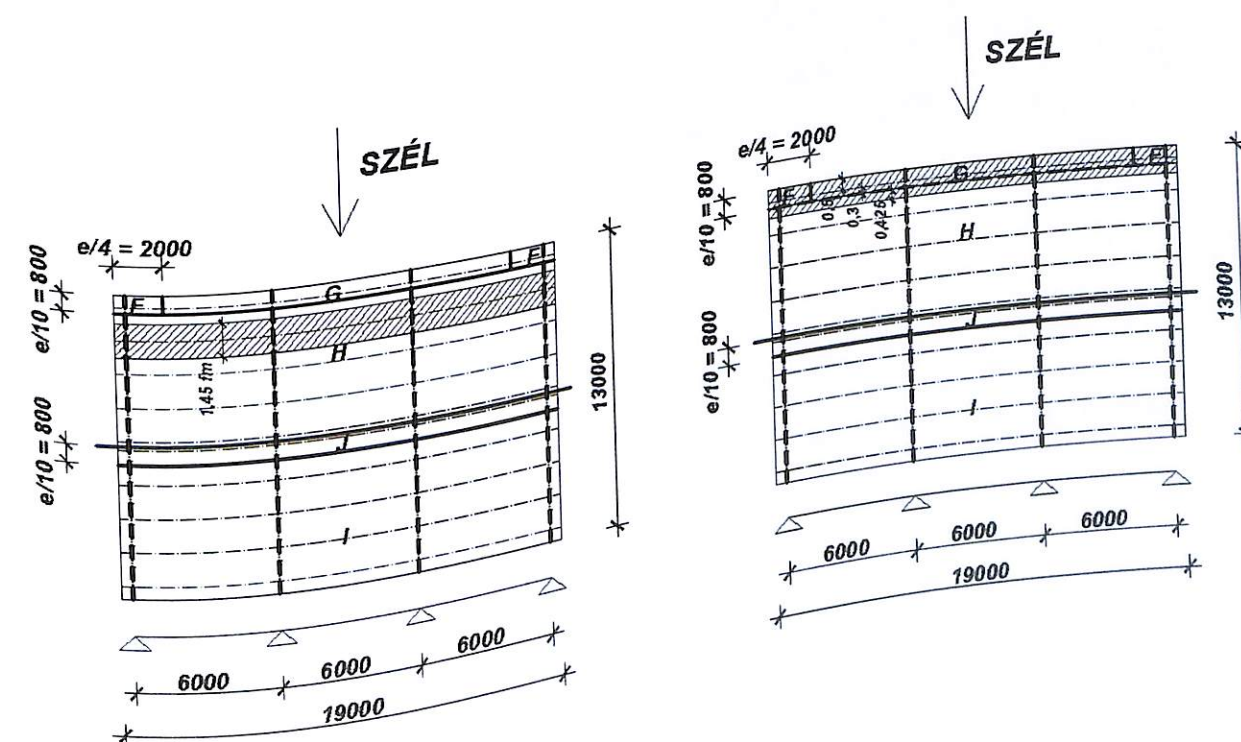
V.2.3.2.) Szélteher keresztirányú-külső: $C_{pe,10}$

$$p_w^{0^\circ k} = t \times W = t \times (q_p \times C_{pe,10})$$

$$q_p = 0,2955 \text{ kN/m}^2$$

1.eset:
 $t = 1,45 \text{ fm}$

2.eset:
 $t_1 = 0,5 \text{ fm}$
 $t_2 = 0,3 \text{ fm}$
 $t_3 = 0,425 \text{ fm}$



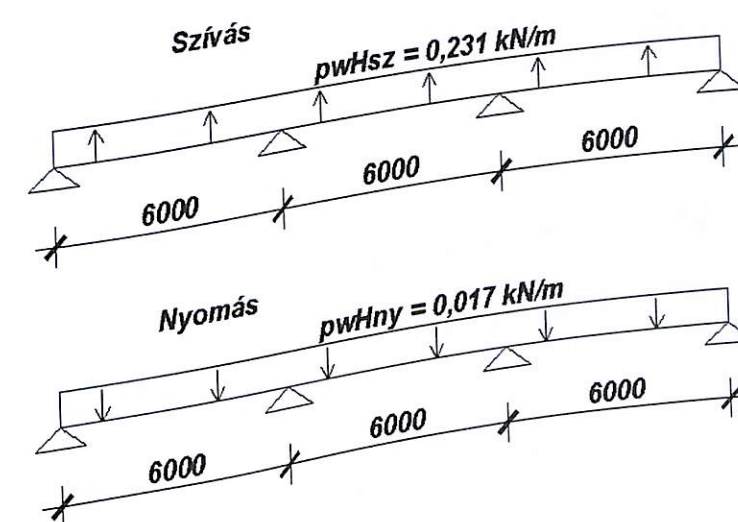
1.esetH zóna:

Szívás: $-0,6 \rightarrow C_{pe,sz}^H = -0,54 \rightarrow \text{interpolálva}$
 $-0,3$

Nyomás: $0,0 \rightarrow C_{pe,ny}^H = 0,04 \rightarrow \text{interpolálva}$
 $+0,2$

$$p_{wH,sz}^{0^{\circ}K} = t \times W = t \times (q_p \times C_{peH}) = 1,45 \times 0,2955 \times (-)0,54 = -0,231 \text{ kN/m}$$

$$p_{wH,ny}^{0^{\circ}K} = t \times W = t \times (q_p \times C_{peH}) = 1,45 \times 0,2955 \times 0,04 = 0,017 \text{ kN/m}$$

2.eset:H zóna:

Szívás: $-0,6 \rightarrow C_{pe,sz}^H = -0,54 \rightarrow \text{interpolálva}$
 $-0,3$

Nyomás: $0,0 \rightarrow C_{pe,ny}^H = 0,04 \rightarrow \text{interpolálva}$
 $+0,2$

F zóna:

$$\begin{array}{l} \text{Szívás:} \quad -1,7 \rightarrow C_{pe,sz}^F = -1,54 \rightarrow \text{interpolálva} \\ \quad \quad \quad -0,9 \end{array}$$

$$\begin{array}{l} \text{Nyomás:} \quad 0,0 \rightarrow C_{pe,ny}^F = 0,04 \rightarrow \text{interpolálva} \\ \quad \quad \quad +0,2 \end{array}$$

G zóna:

$$\begin{array}{l} \text{Szívás:} \quad -1,2 \rightarrow C_{pe,sz}^G = -1,12 \rightarrow \text{interpolálva} \\ \quad \quad \quad -0,8 \end{array}$$

$$\begin{array}{l} \text{Nyomás:} \quad 0,0 \rightarrow C_{pe,ny}^G = 0,04 \rightarrow \text{interpolálva} \\ \quad \quad \quad +0,2 \end{array}$$

$$p_{wH3,sz}^{0^{\circ}K} = t \times W = t_3 \times (q_p \times C_{peH}) = 0,425 \times 0,2955 \times (-)0,54 = -0,068 \text{ kN/m}$$

$$p_{wH3,ny}^{0^{\circ}K} = t \times W = t_3 \times (q_p \times C_{peH}) = 0,425 \times 0,2955 \times 0,04 = 0,005 \text{ kN/m}$$

$$p_{wF1,sz}^{0^{\circ}K} = t \times W = t_1 \times (q_p \times C_{peF}) = 0,5 \times 0,2955 \times (-)1,54 = -0,228 \text{ kN/m}$$

$$p_{wF2,sz}^{0^{\circ}K} = t \times W = t_2 \times (q_p \times C_{peF}) = 0,3 \times 0,2955 \times (-)1,54 = -0,137 \text{ kN/m}$$

$$p_{wF1,ny}^{0^{\circ}K} = t \times W = t_1 \times (q_p \times C_{peF}) = 0,5 \times 0,2955 \times 0,04 = 0,006 \text{ kN/m}$$

$$p_{wF2,ny}^{0^{\circ}K} = t \times W = t_2 \times (q_p \times C_{peF}) = 0,3 \times 0,2955 \times 0,04 = 0,004 \text{ kN/m}$$

$$p_{wG1,sz}^{0^{\circ}K} = t \times W = t_1 \times (q_p \times C_{peG}) = 0,5 \times 0,2955 \times (-)1,12 = -0,165 \text{ kN/m}$$

$$p_{wG2,sz}^{0^{\circ}K} = t \times W = t_2 \times (q_p \times C_{peG}) = 0,3 \times 0,2955 \times (-)1,12 = -0,099 \text{ kN/m}$$

$$p_{wG1,ny}^{0^{\circ}K} = t \times W = t_1 \times (q_p \times C_{peG}) = 0,5 \times 0,2955 \times 0,04 = 0,006 \text{ kN/m}$$

$$p_{wG2,ny}^{0^{\circ}K} = t \times W = t_2 \times (q_p \times C_{peG}) = 0,3 \times 0,2955 \times 0,04 = 0,004 \text{ kN/m}$$

F zóna + H zóna:

$$p_{wF1+F2+H3,sz}^{0^{\circ}k} = p_{wF1,sz}^{0^{\circ}k} + p_{wF2,sz}^{0^{\circ}k} + p_{wH3,sz}^{0^{\circ}k} =$$

$$= (-)0,228 + (-)0,137 + (-)0,068 = -0,433 \text{ kN/m}$$

$$p_{wF1+F2+H3,ny}^{0^{\circ}k} = p_{wF1,ny}^{0^{\circ}k} + p_{wF2,ny}^{0^{\circ}k} + p_{wH3,ny}^{0^{\circ}k} =$$

$$= 0,006 + 0,004 + 0,005 = 0,015 \text{ kN/m}$$

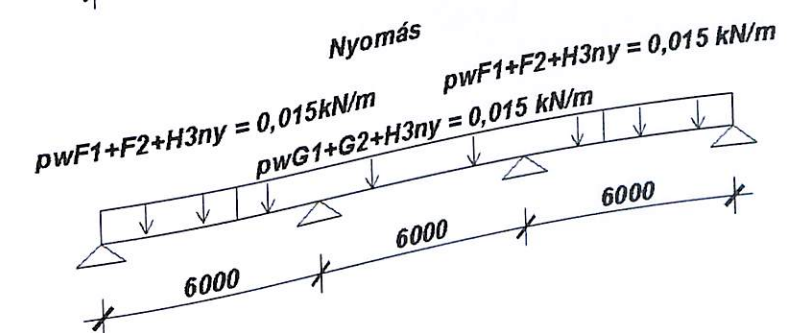
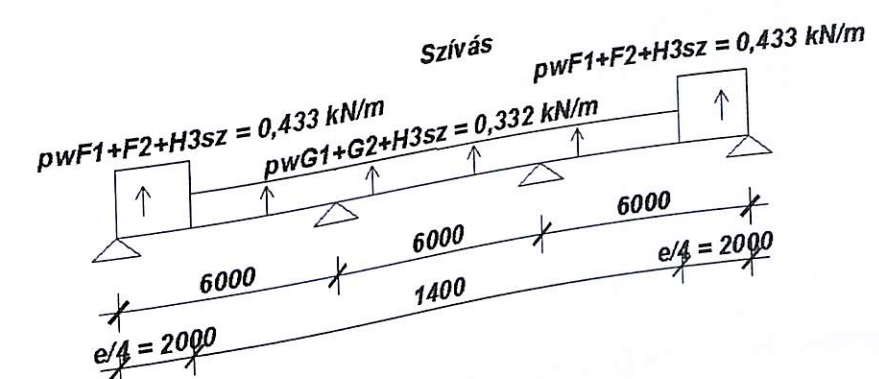
G zóna + H zóna:

$$p_{wG1+G2+H3,sz}^{0^{\circ}k} = p_{wG1,sz}^{0^{\circ}k} + p_{wG2,sz}^{0^{\circ}k} + p_{wH3,sz}^{0^{\circ}k} =$$

$$= (-)0,165 + (-)0,099 + (-)0,068 = -0,332 \text{ kN/m}$$

$$p_{wG1+G2+H3,ny}^{0^{\circ}k} = p_{wG1,ny}^{0^{\circ}k} + p_{wG2,ny}^{0^{\circ}k} + p_{wH3,ny}^{0^{\circ}k} =$$

$$= 0,006 + 0,04 + 0,005 = 0,015 \text{ kN/m}$$

V.2.3.3.) Szélteher hosszirányú-külső: $C_{pe,10}$

$$p_w^{90^{\circ}k} = t \times W = t \times (q_p \times C_{pe})$$

$$q_p = 0,2955 \text{ kN/m}^2$$

1.eset:

$t_1 = 1,45 \text{ fm}$

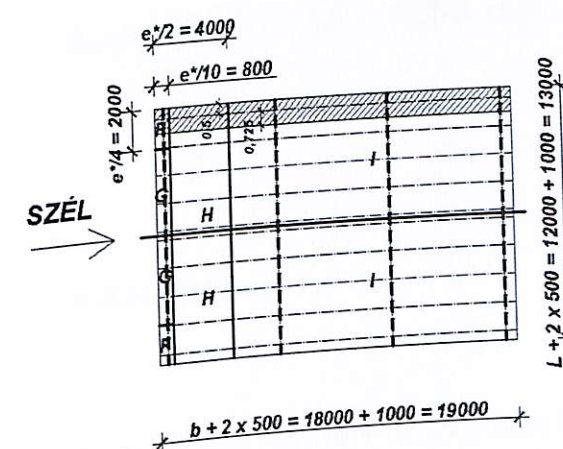
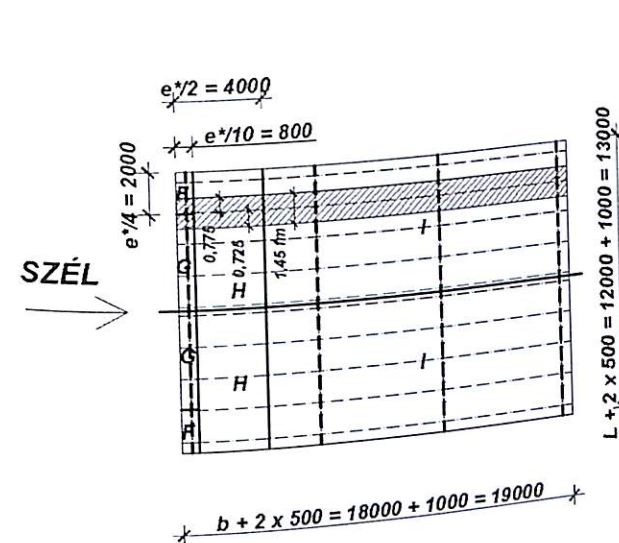
$t_2 = 0,775 \text{ fm}$

$t_3 = 0,725 \text{ fm}$

2.eset:

$t_4 = 0,5 \text{ fm}$

$t_5 = 0,725 \text{ fm}$

1.esetI zóna:

$-0,5 \rightarrow C_{pe,sz}^I = -0,50$

Szívás:

$-0,5$

H zóna:

$-0,7 \rightarrow C_{pe,sz}^H = -0,68 \rightarrow \text{interpolálva}$

Szívás:

$-0,6$

F zóna:

$-1,6 \rightarrow C_{pe,sz}^F = -1,54 \rightarrow \text{interpolálva}$

Szívás:

$-1,3$

G zóna:

$-1,3 \rightarrow C_{pe,sz}^G = -1,30$

Szívás:

$-1,3$

$$p_{wl1,sz}^{90^\circ k} = t \times W = t_1 \times (q_p \times C_{pe1}) = 1,45 \times 0,2955 \times (-)0,50 = -0,214 \text{ kN/m}$$

$$p_{wH1,sz}^{90^\circ k} = t \times W = t_1 \times (q_p \times C_{peH}) = 1,45 \times 0,2955 \times (-)0,68 = -0,291 \text{ kN/m}$$

$$p_{wF2,sz}^{90^\circ k} = t \times W = t_2 \times (q_p \times C_{peF}) = 0,775 \times 0,2955 \times (-)1,54 = -0,353 \text{ kN/m}$$

$$p_{wG3,sz}^{90^\circ k} = t \times W = t_3 \times (q_p \times C_{peG}) = 0,725 \times 0,2955 \times (-)1,30 = -0,278 \text{ kN/m}$$

F zóna + G zóna:

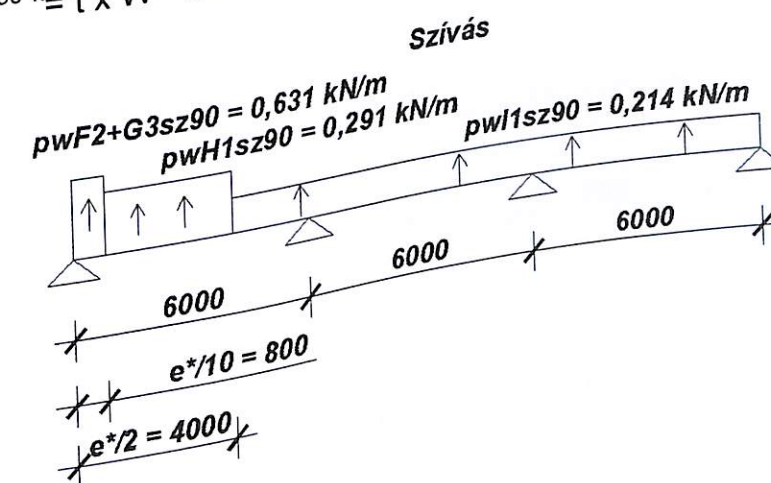
$$p_{wF2+G3,sz}^{90^\circ k} = p_{wF2,sz}^{90^\circ k} + p_{wG3,sz}^{90^\circ k} = (-)0,353 + (-)0,278 = -0,631 \text{ kN/m}$$

H zóna:

$$p_{wH1,sz}^{90^\circ k} = t \times W = t_1 \times (q_p \times C_{peH}) = 1,45 \times 0,2955 \times (-)0,68 = -0,291 \text{ kN/m}$$

I zóna:

$$p_{wl1,sz}^{90^\circ k} = t \times W = t_1 \times (q_p \times C_{pe1}) = 1,45 \times 0,2955 \times (-)0,50 = -0,214 \text{ kN/m}$$



2.eset

Az F; H; I; zónák ($C_{pe,10}$) külső nyomási tényezői megegyeznek az 1. esetben feltüntetett értékekkel!

$$p_{wl4,sz}^{90^\circ k} = t \times W = t_4 \times (q_p \times C_{pe1}) = 0,5 \times 0,2955 \times (-)0,50 = -0,074 \text{ kN/m}$$

$$p_{wl5,sz}^{90^\circ k} = t \times W = t_5 \times (q_p \times C_{pe1}) = 0,725 \times 0,2955 \times (-)0,50 = -0,107 \text{ kN/m}$$

$$p_{wH4,sz}^{90^\circ k} = t \times W = t_4 \times (q_p \times C_{peH}) = 0,5 \times 0,2955 \times (-)0,68 = -0,100 \text{ kN/m}$$

$$p_{wH5,sz}^{90^\circ k} = t \times W = t_5 \times (q_p \times C_{peH}) = 0,725 \times 0,2955 \times (-)0,68 = -0,146 \text{ kN/m}$$

$$p_{wF4,sz}^{90^\circ k} = t \times W = t_4 \times (q_p \times C_{peF}) = 0,5 \times 0,2955 \times (-)1,54 = -0,228 \text{ kN/m}$$

$$p_{wF5,sz}^{90^\circ k} = t \times W = t_5 \times (q_p \times C_{peF}) = 0,725 \times 0,2955 \times (-)1,54 = -0,330 \text{ kN/m}$$

F zóna:

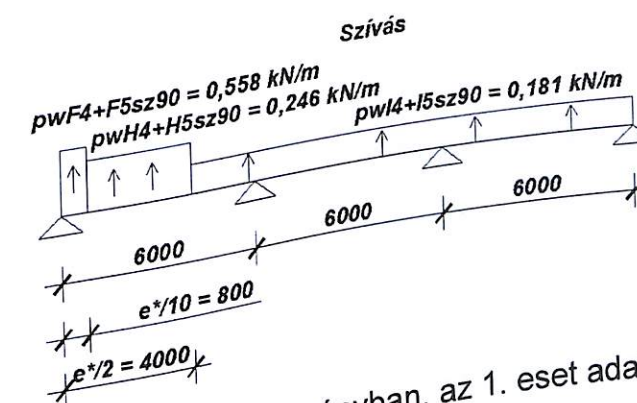
$$p_{wF4+F5,sz}^{90^\circ k} = p_{wF4,sz}^{90^\circ k} + p_{wF5,sz}^{90^\circ k} = (-)0,228 + (-)0,330 = -0,558 \text{ kN/m}$$

H zóna:

$$p_{wH4+H5,sz}^{90^\circ k} = p_{wH4,sz}^{90^\circ k} + p_{wH5,sz}^{90^\circ k} = (-)0,100 + (-)0,146 = -0,246 \text{ kN/m}$$

I zóna:

$$p_{wI4+I5,sz}^{90^\circ k} = p_{wI4,sz}^{90^\circ k} + p_{wI5,sz}^{90^\circ k} = (-)0,074 + (-)0,107 = -0,181 \text{ kN/m}$$



A mértékadó szélterhet hosszirányban, az 1. eset adatai adják!

V.3.) Teherkombinációk Z szelemenre -Tető:

V.3.1.) Önsúly + rendk. hófelham.+szélnyomás (keresztirányú-külső + belső):

1.eset

$$9. \text{ SLS} \quad p_{qp}^H = p_g^k + p_s^k + \psi_0 \times (p_{wnyH}^{0^\circ k} + p_{wisz}^k) =$$

$$= 0,623 + 2,643 + 0,6 \times (0,017 + (-)0,129) = 3,354 \text{ kN/m}$$

10. ULS

$$p_{Ed}^H = \gamma_G \times p_g^k + \gamma_s \times p_s^k + \psi_0 \times \gamma_w \times (p_{wnyH}^{0^k} + p_{wisz}^k) =$$

$$= 1,35 \times 0,623 + 1,5 \times 2,643 + 0,6 \times 1,5 \times (0,017 + (-)0,129) = 4,935 \text{ kN/m}$$

2. eset

5. SLS

$$p_{qp}^{F;G;H} = p_g^k + p_s^k + \psi_0 \times (p_{wnyF;G;H}^{0^k} + p_{wisz}^k) =$$

$$= 0,623 + 2,643 + 0,6 \times (0,015 + (-)0,129) = 3,352 \text{ kN/m}$$

6. ULS

$$p_{Ed}^{F;G;H} = \gamma_G \times p_g^k + \gamma_s \times p_s^k + \psi_0 \times \gamma_w \times (p_{wnyF;G;H}^{0^k} + p_{wisz}^k) =$$

$$= 1,35 \times 0,623 + 1,5 \times 2,643 + 0,6 \times 1,5 \times (0,015 + (-)0,129) = 4,935 \text{ kN/m}$$

V.3.2.) Önsúly + szélszívás (keresztirányú-külső + belső):

1. eset

7. SLS

$$p_{qp}^H = p_g^k - (p_{wszH}^{0^k} + p_{winy}^k) = 0,623 - ((-)0,231 + 0,086) = 0,306 \text{ kN/m}$$

8. ULS

$$p_{Ed}^H = \gamma_G \times p_g^k - \gamma_w \times (p_{wszH}^{0^k} + p_{winy}^k) =$$

$$= 1,0 \times 0,623 - 1,5 \times ((-)0,231 + 0,086) = 0,148 \text{ kN/m}$$

2. eset

11. SLS

$$p_{qp}^F = p_g^k - (p_{wszF}^{0^k} + p_{winy}^k) = 0,623 - ((-)0,433 + 0,086) = 0,104 \text{ kN/m}$$

$$p_{qp}^G = p_g^k - (p_{wszG}^{0^k} + p_{winy}^k) = 0,623 - ((-)0,332 + 0,086) = 0,205 \text{ kN/m}$$

12. ULS

$$p_{Ed}^F = \gamma_G \times p_g^k - \gamma_w \times (p_{wszF}^{0^k} + p_{winy}^k) =$$

$$= 1,0 \times 0,623 - 1,5 \times ((-)0,433 + 0,086) = -0,156 \text{ kN/m}$$

$$p_{Ed}^G = \gamma_G \times p_g^k - \gamma_w \times (p_{wszG}^{0^k} + p_{winy}^k) =$$

$$= 1,0 \times 0,623 - 1,5 \times ((-)0,332 + 0,086) = -0,004 \text{ kN/m}$$

V.3.3.) Önsúly + szélszívás (hosszirányú-külső + belső):

13. SLS

$$p_{qp}^{F,G} = p_g^k - (p_{wszF}^{90^\circ k} + p_{winy}^k) = 0,623 - ((-0,631 + 0,086) = -0,094 \text{ kN/m}$$

$$p_{qp}^H = p_g^k - (p_{wszH}^{90^\circ k} + p_{winy}^k) = 0,623 - ((-0,291 + 0,086) = 0,246 \text{ kN/m}$$

$$p_{qp}^I = p_g^k - (p_{wszI}^{90^\circ k} + p_{winy}^k) = 0,623 - ((-0,214 + 0,086) = 0,323 \text{ kN/m}$$

14. ULS

$$p_{Ed}^F = \gamma_G \times p_g^k - \gamma_w \times (p_{wszF}^{90^\circ k} + p_{winy}^k) =$$

$$= 1,0 \times 0,623 - 1,5 \times ((-0,631 + 0,086) = -0,453 \text{ kN/m}$$

$$p_{Ed}^H = \gamma_G \times p_g^k - \gamma_w \times (p_{wszH}^{90^\circ k} + p_{winy}^k) =$$

$$= 1,0 \times 0,623 - 1,5 \times ((-0,291 + 0,086) = 0,058 \text{ kN/m}$$

$$p_{Ed}^I = \gamma_G \times p_g^k - \gamma_w \times (p_{wszI}^{90^\circ k} + p_{winy}^k) =$$

$$= 1,0 \times 0,623 - 1,5 \times ((-0,214 + 0,086) = 0,173 \text{ kN/m}$$

V.3.4.) Rendkívüli hőteher:

15. SLS

$$p_{qp} = p_g^k + p_s^k = 0,623 + 1,428 = 2,051 \text{ kN/m}$$

16. ULS

$$p_{Ed}^{F,H} = \gamma_G \times p_g^k + \gamma_s \times p_s^k = 1,0 \times 0,623 + 2,0 \times 1,428 = 3,479 \text{ kN/m}$$

A mértékadó terhet az önsúly + rendk. hófelham. + szélnyomás
(keresztirányú-külső + belső) 1. eset adja!

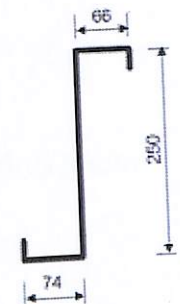
V.4.) Z szelemen méretezése DimRoof programmal:

V.4.1.) Önsúly + hó + szélnyomás (keresztirányú-külső + belső):

1.eset

Szerkezeti beállítások			
Szelvény	Z 200	Statikai rendszer	Átfedésszerű Standard
Ehelyezés	Átfedés	Oldalsó támasz	Felső öv
			Mindkét öv
		Gyártó	Magyarországi
		Lemez	Szelvény
		Vastagság	LTP 20
		Táv	0,5
		Csavar	Lemez
		Átfedés	4,8
		Támasz	5,5
		Táv	Minden második völgyben

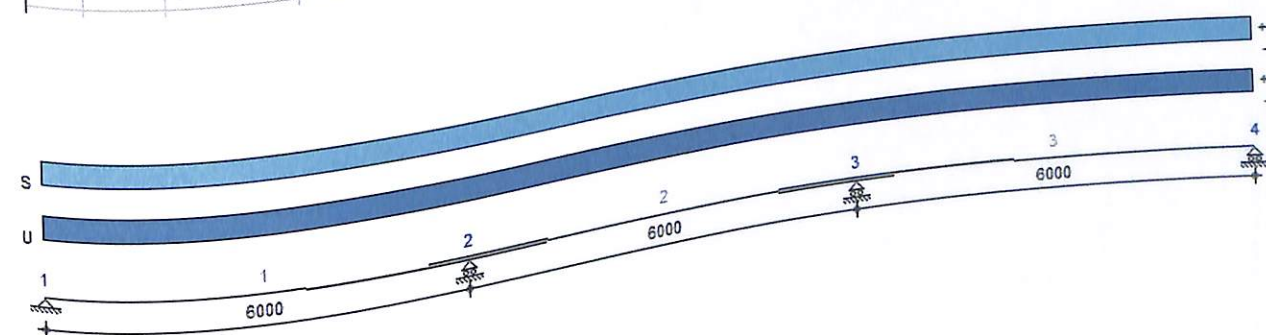
Geometria						
Támaszok					Nyílások	
No.	Pozíció [mm]	Típus	Széless. [mm]	L1 [mm]	L2 [mm]	Vtg.1 [mm]
Alapértékek			100			6000 2,5
1	0	H	100	-	-	6000 2,5
2	6000	O	100	600	1200	6000 2,5
3	12000	O	100	1200	600	6000 2,5
4	18000	H	100	-	-	



Lehajlás-számítás paraméterei			
Határ Nyílás	L / 200	Határ Konzol	L / 150
		Lehaj. típus	Maximális

Terhek						
No.	Típus	Kezdőp.	Végp.	Kezdőint. [kN/m]	Végint.	Széless.
1	U			4,93		
2	U			3,35		

Eredmények	
ULS	95%
SLS	75%



ULS = 95%; SLS = 75% < 100% → megfelelő!

Tehát az alkalmazott Z szelemen: Z200/2,5

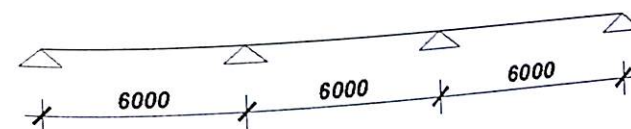
VI.) Z szelemen méretezése - Fal:

LTP200/2,5

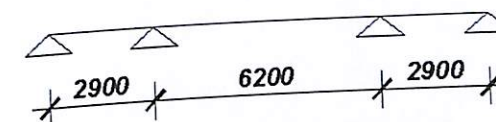
VI.1.) Statikai váz:

 $t = 1,32 \text{ fm}$

Keresztirány:



Hosszirány:



VI.2.) Terhek:

VI.2.1.) Szélteher:

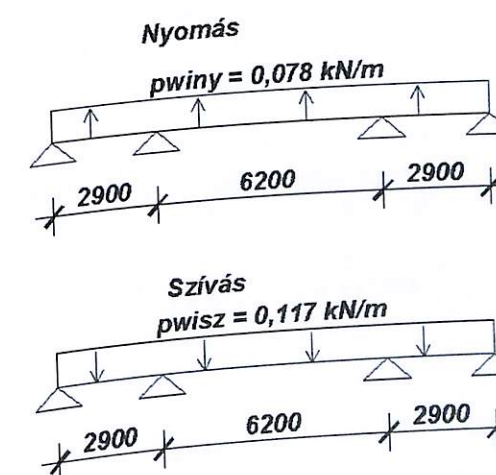
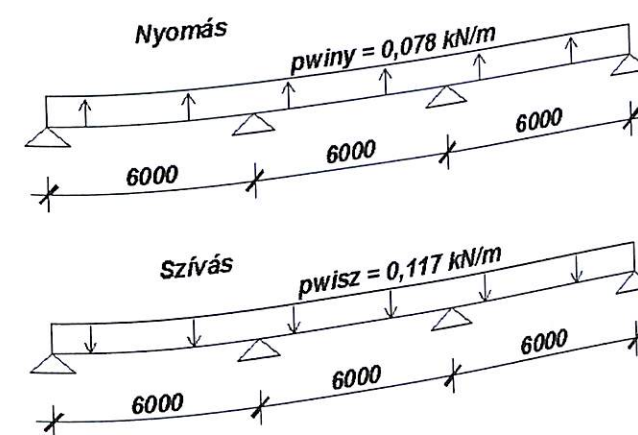
 $\gamma_w = 1,5$ $\psi_0 = 0,6$

VI.2.1.1.) Szélteher belső nyomás - szívás:

 $C_{pi,ny} = +0,2$ $C_{pi,sz} = -0,3$ $t = 1,32 \text{ fm}$ $q_p = 0,2955 \text{ kN/m}^2$

$$p_{w,isz}^k = t \times q_p \times C_{pi,sz} = 1,32 \times 0,2955 \times (-0,3) = -0,117 \text{ kN/m}$$

$$p_{w,iny}^k = t \times q_p \times C_{pi,ny} = 1,32 \times 0,2955 \times 0,2 = 0,078 \text{ kN/m}$$

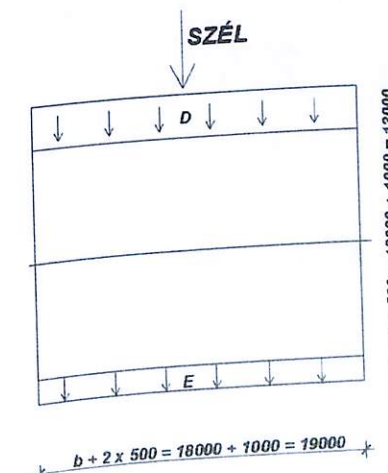
VI.2.1.2.) Szélteher keresztirányú-külső: $C_{pe,10}$

$$p_w^{0^{\circ}k} = t \times W = t \times (q_p \times C_{pe,1})$$

$$q_p = 0,2955 \text{ kN/m}^2$$

$$t = 1,32 \text{ fm}$$

$$h/d = 4010/13000 = 0,308$$



D zóna:

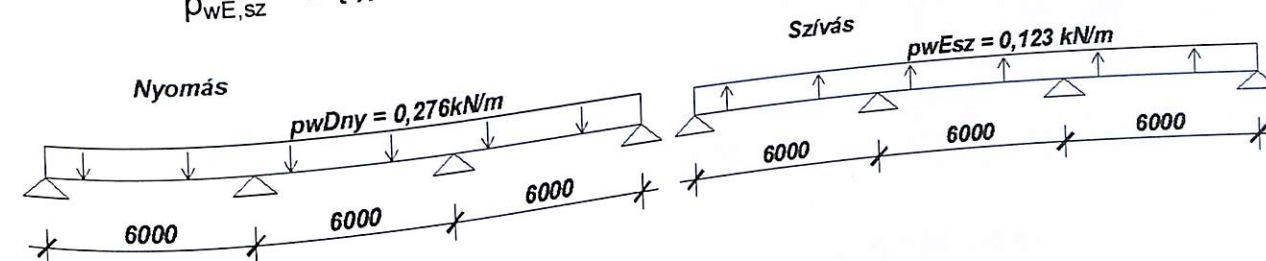
$$\begin{array}{l} \text{Nyomás:} \\ +0,8 \rightarrow C_{pe,ny}^D = +0,708 \rightarrow \text{interpolálva} \\ +0,7 \end{array}$$

E zóna:

$$\begin{array}{l} \text{Szívás:} \\ -0,5 \rightarrow C_{pe,sz}^E = -0,315 \rightarrow \text{interpolálva} \\ -0,3 \end{array}$$

$$p_{wD,ny}^{0^\circ k} = t \times W = t \times (q_p \times C_{peD}) = 1,32 \times 0,2955 \times 0,708 = 0,276 \text{ kN/m}$$

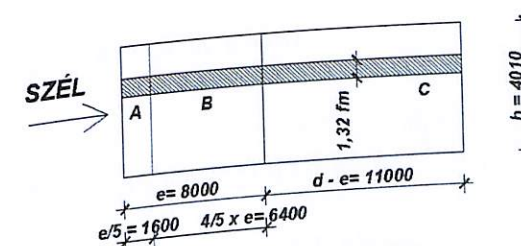
$$p_{wE,sz}^{0^\circ k} = t \times W = t \times (q_p \times C_{peE}) = 1,32 \times 0,2955 \times (-0,315) = -0,123 \text{ kN/m}$$



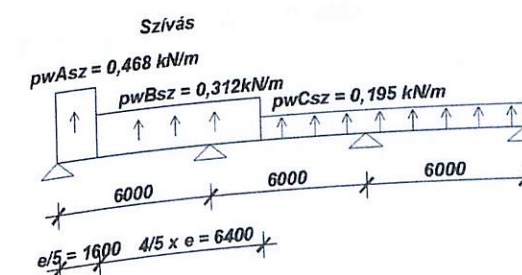
VI.2.1.3.) Szélteher hosszirányú-külső: $C_{pe,10}$

 $e < d$ esetén

$$8,0 \text{ m} < 19,00 \text{ m}$$



$$\begin{array}{l} \text{A zóna:} \\ \text{B zóna:} \\ \text{C zóna:} \end{array} \quad \begin{array}{l} C_{pe,sz}^A = -1,20 \\ C_{pe,sz}^B = -0,8 \\ C_{pe,sz}^C = -0,5 \end{array}$$



$$p_{wA,sz}^{90^\circ k} = t \times W = t \times (q_p \times C_{peA}) = 1,32 \times 0,2955 \times (-1,2) = -0,468 \text{ kN/m}$$

$$p_{wB,sz}^{90^\circ k} = t \times W = t \times (q_p \times C_{peB}) = 1,32 \times 0,2955 \times (-0,8) = -0,312 \text{ kN/m}$$

$$p_{wC,sz}^{90^\circ k} = t \times W = t \times (q_p \times C_{peC}) = 1,32 \times 0,2955 \times (-0,5) = -0,195 \text{ kN/m}$$

VI.3.) Teherkombinációk Z szelemenre - Fal:

VI.3.1.) Szélnyomás (keresztirányú-külső + belső):

7. SLS
 $p_{qp}^D = (p_{wnyD}^{0^{\circ}k} + p_{wisz}^k) = (0,276 + (-)0,117) = 0,393 \text{ kN/m}$

8. ULS
 $p_{Ed}^D = \gamma_w \times (p_{wnyD}^{0^{\circ}k} + p_{wisz}^k) = 1,5 \times (0,276 + (-)0,117) = 0,590 \text{ kN/m}$

VI.3.2.) Szélszívás (keresztirányú-külső + belső):

9. SLS
 $p_{qp}^E = (p_{wszE}^{0^{\circ}k} + p_{winy}^k) = ((-)0,123 + 0,078) = -0,201 \text{ kN/m}$

10. ULS
 $p_{Ed}^E = \gamma_w \times (p_{wszE}^{0^{\circ}k} + p_{winy}^k) = 1,5 \times ((-)0,123 + 0,078) = -0,302 \text{ kN/m}$

VI.3.3.) Szélszívás (hosszirányú-külső + belső):

11. SLS
 $p_{qp}^A = (p_{wszA}^{90^{\circ}k} + p_{winy}^k) = ((-)0,468 + 0,078) = -0,546 \text{ kN/m}$
 $p_{qp}^B = (p_{wszB}^{90^{\circ}k} + p_{winy}^k) = ((-)0,312 + 0,078) = -0,390 \text{ kN/m}$
 $p_{qp}^C = (p_{wszC}^{90^{\circ}k} + p_{winy}^k) = ((-)0,195 + 0,078) = -0,273 \text{ kN/m}$

12. ULS
 $p_{Ed}^A = \gamma_w \times (p_{wszA}^{90^{\circ}k} + p_{winy}^k) = 1,5 \times ((-)0,468 + 0,078) = -0,819 \text{ kN/m}$
 $p_{Ed}^B = \gamma_w \times (p_{wszB}^{90^{\circ}k} + p_{winy}^k) = 1,5 \times ((-)0,312 + 0,078) = -0,585 \text{ kN/m}$
 $p_{Ed}^C = \gamma_w \times (p_{wszC}^{90^{\circ}k} + p_{winy}^k) = 1,5 \times ((-)0,195 + 0,078) = -0,410 \text{ kN/m}$

A mértékadó terhet a szélszívás (hosszirányú-külső + belső) adja!

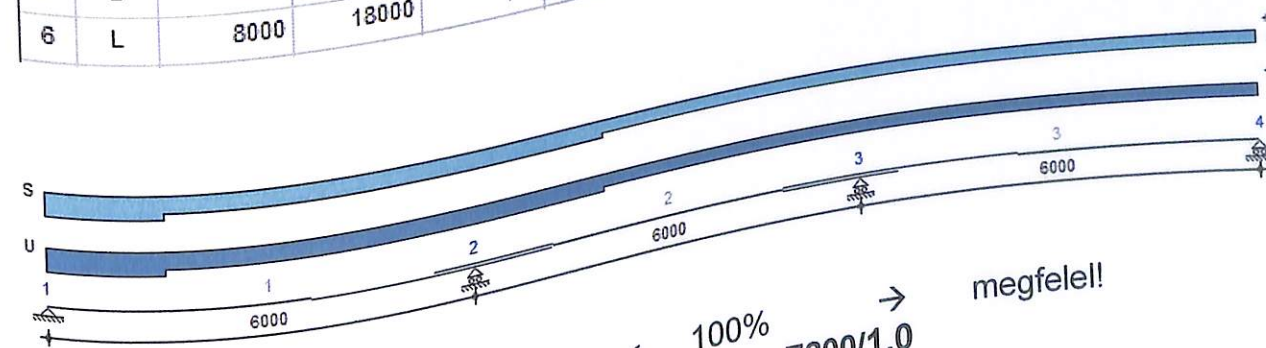
Ennél a csarnok épületnél, ha a szélterhet a másik irányból nézem, akkor a terhei nagyon kis mértékben térnek el. És mivel a mértékadó terhet ott is a szélszívás (hosszirányú-külső + belső) adná, ami viszont meg is egyezne ezzel. Ezért az itt kijött terhet a 6,0 m-es támaszközü tartóra teszem rá. Így ez foglya adni a nagyobb ULS, SLS (%-os) értéket (kihasználtságot).

VI.4.1.) Szélszívás (hosszirányú-külső + belső):

A diagram of a stepped profile. The top horizontal edge has a width of 66. The bottom horizontal edge has a width of 74. The total height of the profile is 200. The profile consists of a vertical line on the left, a horizontal line at the top, and a vertical line on the right.

Terhek							ULS
No.	Típus	Kezdőp. [mm]	Végp. [mm]	Kezdőint. [kN/m]	Végint. [kN/m]	Széless.	SLS
1	L	0	1600	-0,82	-0,82		ULS
2	L	1600	8000	-0,58	-0,58		ULS
3	L	8000	18000	-0,41	-0,41		ULS
4	L	0	1600	-0,55	-0,55		SLS
5	L	1600	8000	-0,39	-0,39		SLS
6	L	8000	18000	-0,27	-0,27		SLS

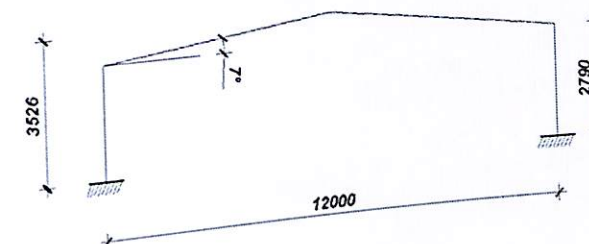
Eredmények	
ULS	62%
SLS	32%



$ULS = 62\%$; $SLS = 32\%$
 Tehát az alkalmazott Z szelemen: $100\% \rightarrow$ megfelel!
 $Z_{200/1,0}$

VII.) Főtartó keret méretezése:

VII.1.) Statikai váz: A 2. keretállást vizsgálom!



VII.2.) Anyagminőség:

S235

VII.3.) Keresztmetszet:

gerenga szelvény: IPE

oszlop szelvény: HEA

VII.4.) Terhek:

VII.4.1.) Állandó terhek:

VII.4.1.1.) Keret önsúly:

gerenga szelvény: IPE 500

oszlop szelvény: HEA 360

$$\rightarrow g_1 = 0,907 \text{ kN/m}$$

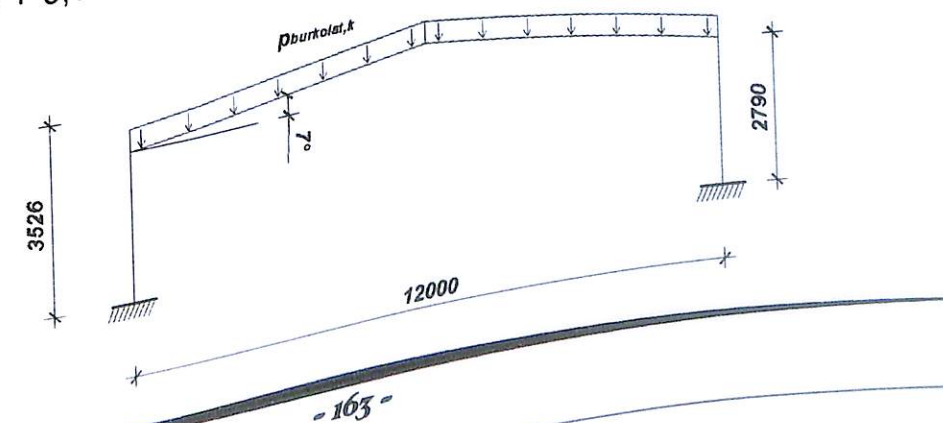
$$\rightarrow g_2 = 1,121 \text{ kN/m}$$

VII.4.1.2.) Burkolat önsúly: $\gamma_G = 1,35$ $t = 6,0 \text{ fm}$ $t_z = 1,45 \text{ m}$

$$p_{\text{burk.}^k} = [t \times (q_{TL} + g_{Hsz} + g_{sz} + q_{TL})] + [(t \times g_z)/t_z] =$$

$$= [6,0 \times (0,068 + 0,225 + 0,014 + 0,068)] + [(6,0 \times 0,0832)/1,45] =$$

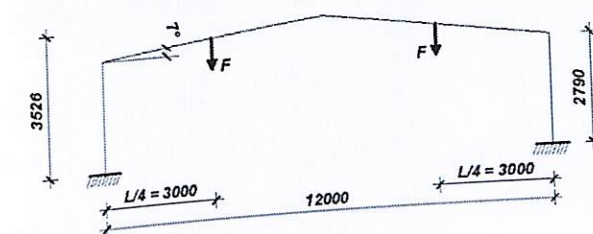
$$= 2,25 + 0,344 = 2,594 \text{ kN/m}$$



VII.4.2.) Állandó jellegű hasznos teher:

$\gamma_{\text{gép}} = 1,35$

$F_k = 5 \text{ kN}$



VII.4.3.) Hóteher:

$\gamma_s = 1,5$

$\psi_0 = 0,5$

$t = 6,0 \text{ fm}$

$p_{s,k} = t \times s^k = 6,0 \times 1,0 = 6,0 \text{ kN/m}$

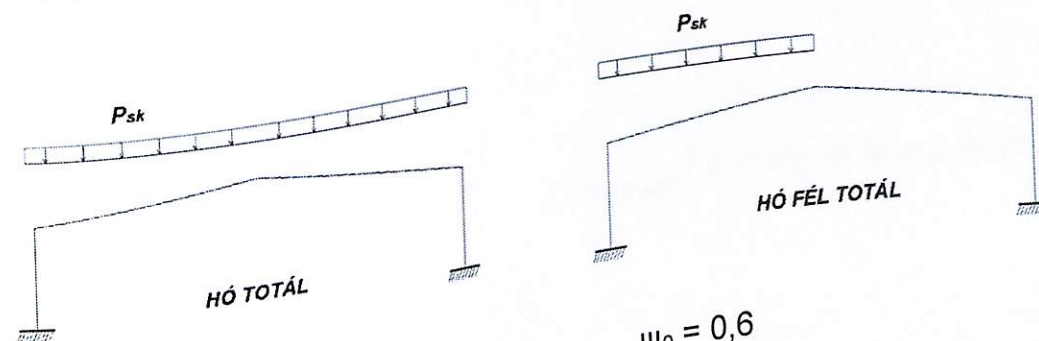
VII.4.3.1.) Rendkívüli hófelhalmozódás:

$\gamma_s = 1,5$

$\psi_0 = 0,5$

$t = 6,0 \text{ fm}$

$p_{s,r,k} = t \times s_r^k = 6,0 \times 1,85 = 11,1 \text{ kN/m}$



VII.4.4.) Szélteher:

$\gamma_w = 1,5$

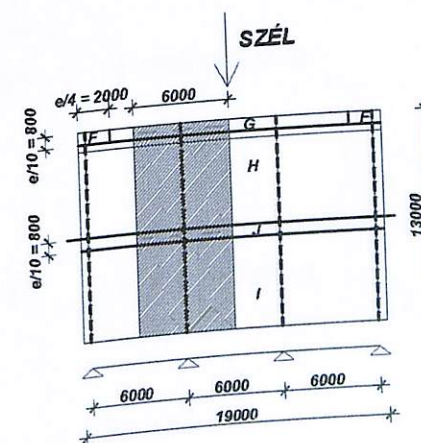
$\psi_0 = 0,6$

VII.4.4.1.) Szélteher 1 KK és Szélteher 2 KK: $C_{pe,10}$

$p_w^{0^{\circ}K} = t \times W = t \times (q_p \times C_{pe,10})$

$q_p = 0,2955 \text{ kN/m}^2$

$t = 6,0 \text{ m}$



G zóna:

$-1,2$



$C_{pe,sz}^G = -1,12$

 $\rightarrow$ interpolálva

Szívás:

$-0,8$



-164°

Nyomás: 0,0 → $C_{pe,ny}^G = 0,04$ → interpolálva
+0,2

H zóna:

Szívás: -0,6 → $C_{pe,sz}^H = -0,54$ → interpolálva
-0,3

Nyomás: 0,0 → $C_{pe,ny}^H = 0,04$ → interpolálva
+0,2

J zóna:

Szívás: +0,2 → $C_{pe,10,sz1}^J = -0,04$ → interpolálva
-1,0

Szívás: -0,6 → $C_{pe,10,sz2}^J = -0,48$ → interpolálva
0,0

I zóna:

Szívás: -0,6 → $C_{pe,sz}^I = -0,56$ → interpolálva
-0,4

Szívás: -0,6 → $C_{pe,ny}^I = -0,48$ → interpolálva
0,0

$$p_{wG,sz}^{0^k} = t \times q_p \times C_{peG} = 6,0 \times 0,2955 \times (-)1,12 = -1,986 \text{ kN/m}$$

$$p_{wG,ny}^{0^k} = t \times q_p \times C_{peG} = 6,0 \times 0,2955 \times 0,04 = 0,071 \text{ kN/m}$$

$$p_{wH,sz}^{0^k} = t \times q_p \times C_{peH} = 6,0 \times 0,2955 \times (-)0,54 = -0,957 \text{ kN/m}$$

$$p_{wH,ny}^{0^k} = t \times q_p \times C_{peH} = 6,0 \times 0,2955 \times 0,04 = 0,071 \text{ kN/m}$$

$$p_{wJ,sz1}^{0^{\circ}k} = t \times q_p \times C_{peJ} = 6,0 \times 0,2955 \times (-)0,04 = -0,071 \text{ kN/m}$$

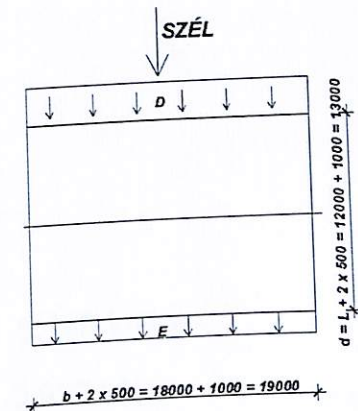
$$p_{wJ,sz2}^{0^{\circ}k} = t \times q_p \times C_{peJ} = 6,0 \times 0,2955 \times (-)0,48 = -0,851 \text{ kN/m}$$

$$p_{wI,sz1}^{0^{\circ}k} = t \times q_p \times C_{peI} = 6,0 \times 0,2955 \times (-)0,56 = -0,993 \text{ kN/m}$$

$$p_{wI,sz2}^{0^{\circ}k} = t \times q_p \times C_{peI} = 6,0 \times 0,2955 \times (-)0,48 = -0,851 \text{ kN/m}$$

FAL

$$h/d = 4010/13000 = 0,308$$

D zóna:

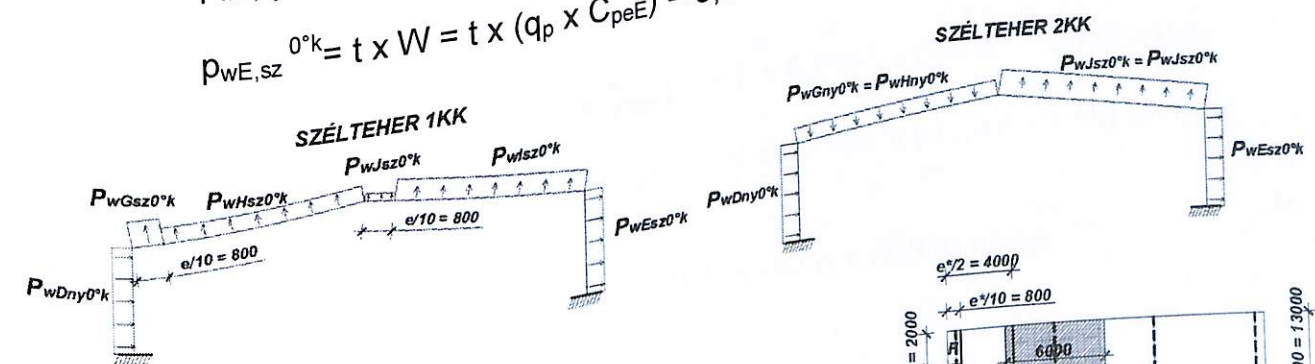
$$\begin{array}{l} \text{Nyomás:} \\ +0,8 \\ +0,7 \end{array} \rightarrow C_{pe,ny}^D = +0,708 \rightarrow \text{interpolálva}$$

E zóna:

$$\begin{array}{l} \text{Szívás:} \\ -0,5 \\ -0,3 \end{array} \rightarrow C_{pe,sz}^E = -0,315 \rightarrow \text{interpolálva}$$

$$p_{wD,ny}^{0^{\circ}k} = t \times W = t \times (q_p \times C_{peD}) = 6,0 \times 0,2955 \times 0,708 = 1,255 \text{ kN/m}$$

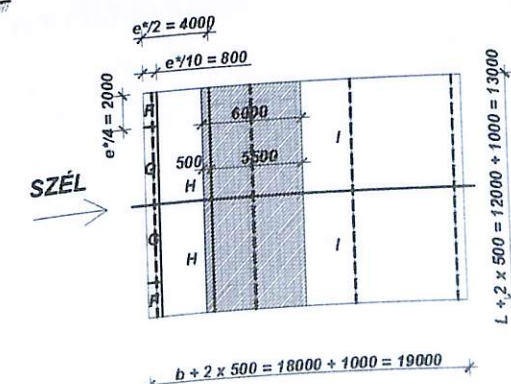
$$p_{wE,sz}^{0^{\circ}k} = t \times W = t \times (q_p \times C_{peE}) = 6,0 \times 0,2955 \times (-)0,315 = -0,558 \text{ kN/m}$$

VII.4.4.2.) Szélteher 3 HK: $C_{pe,10}$

$$p_w^{90^{\circ}k} = t \times W = t \times (q_p \times C_{pe,10})$$

$$q_p = 0,2955 \text{ kN/m}^2$$

$$t_1 = 0,5 \text{ m} \quad t_2 = 5,5 \text{ m}$$



H zóna:

$$\begin{array}{l} \text{Szívás:} \quad -0,7 \rightarrow C_{pe,sz}^H = -0,68 \rightarrow \text{interpolálva} \\ \quad \quad \quad -0,6 \end{array}$$

I zóna:

$$\begin{array}{l} \text{Szívás:} \quad -0,5 \rightarrow C_{pe,sz}^I = -0,50 \\ \quad \quad \quad -0,5 \end{array}$$

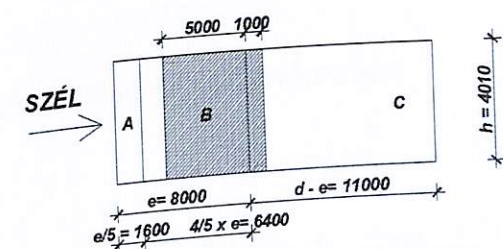
$$p_{wH,sz}^{90^\circ k} = t \times q_p \times C_{peH} = 0,5 \times 0,2955 \times (-)0,68 = -0,100 \text{ kN/m}$$

$$p_{wI,sz}^{90^\circ k} = t \times q_p \times C_{peI} = 5,5 \times 0,2955 \times (-)0,56 = -0,910 \text{ kN/m}$$

$$p_{wH+I,sz}^{90^\circ k} = (-)0,100 \text{ kN/m} + (-)0,910 \text{ kN/m} = -1,010 \text{ kN/m}$$

FAL

$$t_1 = 5,0 \text{ m} \quad t_2 = 1,0 \text{ m}$$

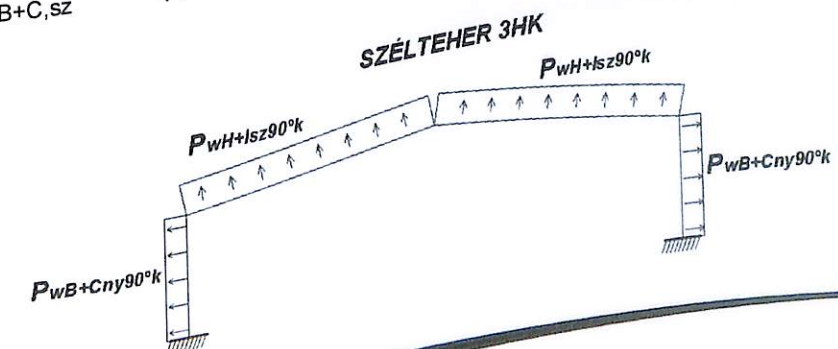


$$\begin{array}{l} \text{B zóna:} \quad C_{pe,sz}^B = -0,8 \\ \text{C zóna:} \quad C_{pe,sz}^C = -0,5 \end{array}$$

$$p_{wB,sz}^{90^\circ k} = t \times W = t \times (q_p \times C_{peB}) = 5,0 \times 0,2955 \times (-)0,8 = -1,182 \text{ kN/m}$$

$$p_{wC,sz}^{90^\circ k} = t \times W = t \times (q_p \times C_{peC}) = 1,0 \times 0,2955 \times (-)0,5 = -0,148 \text{ kN/m}$$

$$p_{wB+C,sz}^{90^\circ k} = (-)1,182 \text{ kN/m} + (-)0,148 \text{ kN/m} = -1,330 \text{ kN/m}$$

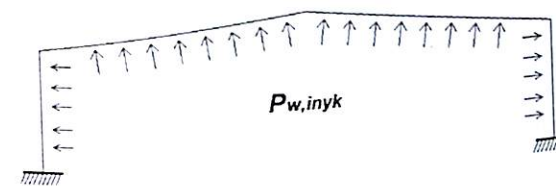


SZÉLTEHER 3HK

 $p_{wH+I,sz}^{90^\circ k}$ $p_{wB+Cny}^{90^\circ k}$ $p_{wB+Cny}^{90^\circ k}$

VII.4.4.3.) Szélteher 4 BNY: $C_{pi} = +0,2$

SZÉLTEHER 4BNY

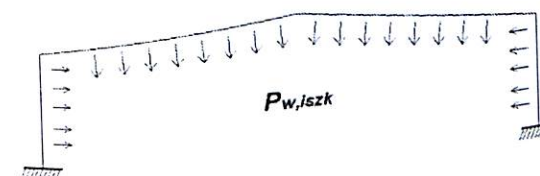


$$p_{w,i}^{ny,k} = t \times qp \times 0,2 =$$

$$= 6,0 \times 0,2955 \times 0,2 = 0,355 \text{ kN/m}$$

VII.4.4.4.) Szélteher 5 BSZ: $C_{pi} = -0,3$

SZÉLTEHER 4BSZ



$$p_{w,i}^{sz,k} = t \times qp \times (-0,3) =$$

$$= 6,0 \times 0,2955 \times (-0,3) = -0,532 \text{ kN/m}$$

VII.5.) Teherkombinációk:

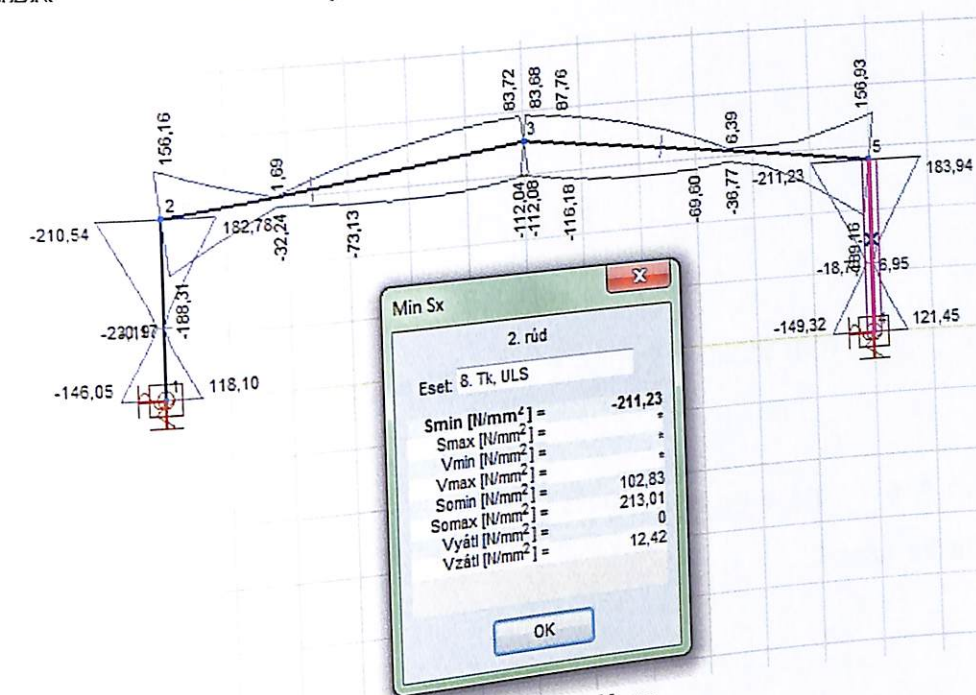
A terheket bevittam az AxisVM12 nevű programba és ott határoztam meg a teherkombinációkat!

Név	Típus	Önsúly	Burkolat	Gépészet	Hő TOTÁL	Hő FÉL TOTÁL	Rendkívüli Hő teher	Szél 1KK	Szél 2KK	Szél 3HK	Szél 4BNY	Szél 5BSZ	Imperfekció
1	TK	1,00	1,00	1,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	TK	1,35	1,35	1,35	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	TK	1,00	1,00	1,00	1,50	0	0	0	0,60	0	0	0,60	0
4	TK	1,35	1,35	1,35	1,00	0	0	0	0,60	0	0	0,60	0
5	TK	1,00	1,00	1,35	1,50	0	0	0	0,60	0	0	0,60	0
6	TK	1,35	1,35	1,00	1,00	0	0	0	0,90	0	0	0	0
7	TK	1,00	1,35	1,35	0	1,50	0	1,00	0	0	0	0	0
8	TK	1,35	1,35	1,00	0	0	0	1,50	0	0	1,00	0	0
9	TK	1,00	1,35	1,35	0	0	0	1,00	0	0	1,50	0	0
10	TK	1,35	1,35	0	0	0	0	1,50	0	0	0	0	0
11	TK	1,00	1,00	0	0	0	0	2,00	0	0	0	0	0
12	TK	1,00	1,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	TK	1,00	1,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	TK	1,00	1,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	TK	1,00	1,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	TK	1,00	1,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

A 8-as teherkombináció adja a mértékadó terheket!

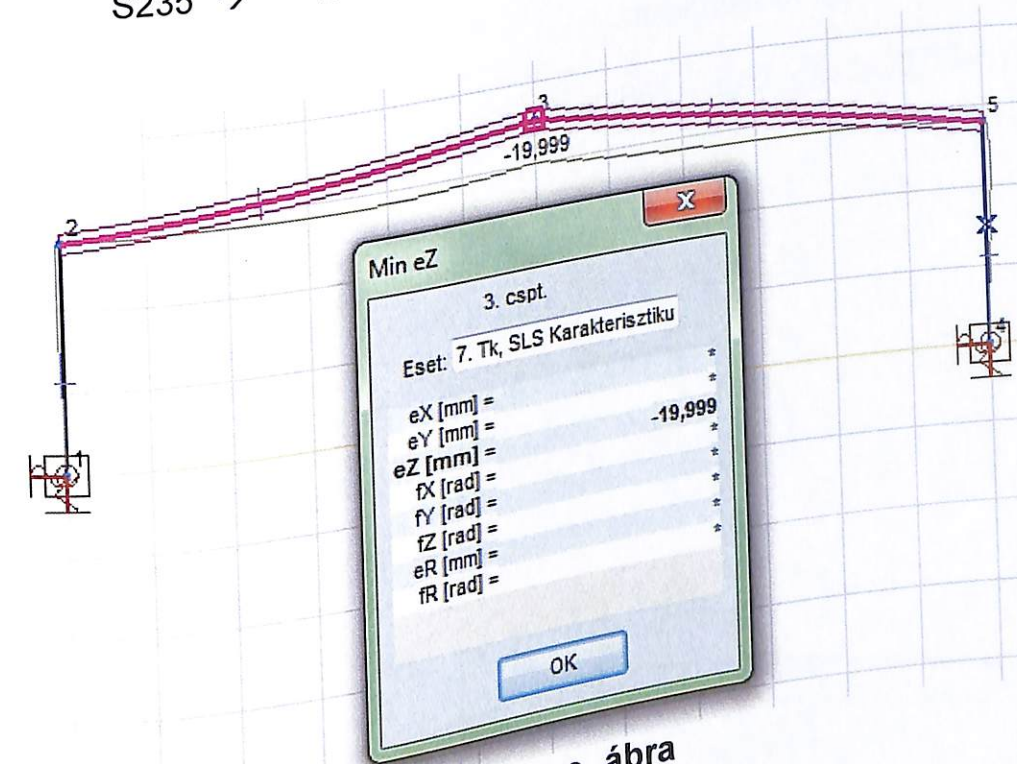
A lehajlás és a feszültségi ábrák alapján a keresztmetszetet csökkenteni lehet!

Alkalmazott szelvények: IPE 400 és HEA 280



Feszültség ábra

S235 → $235 \text{ N/mm}^2 > 211,23 \text{ N/mm}^2 \rightarrow$ megfelel!

Lehajlás e_z ábra

Lehajlás vizsgálata:
 $e_z = 20,0 \text{ mm} < L/300 = 12000/300 = 40 \text{ mm} \rightarrow$ megfelel lehajlásra!

VIII.) Első- Másodrendű számítás:

$$V_{Ed} = 137,89 + 135,54 = 273,43 \text{ kN}$$

$$H_{Ed} = 120,94 - 115,78 = 5,16 \text{ kN}$$

$$\delta_{H,Ed} = (ex_1 + ex_2)/2 = (3,347 - 2,890)/2 = 0,229 \text{ mm}$$

$$h = 2,79 \text{ m}$$

$$\alpha_{cr} = \left(\frac{H_{Ed}}{V_{Ed}}\right) \times \left(\frac{h}{\delta_{H,Ed}}\right) = \frac{5,16}{273,43} \times \frac{2790}{0,229} = 229,92 > 10 \rightarrow \text{A másodrendű hatás elhanyagolható!}$$

IX.) Geometriai Imperfekció:

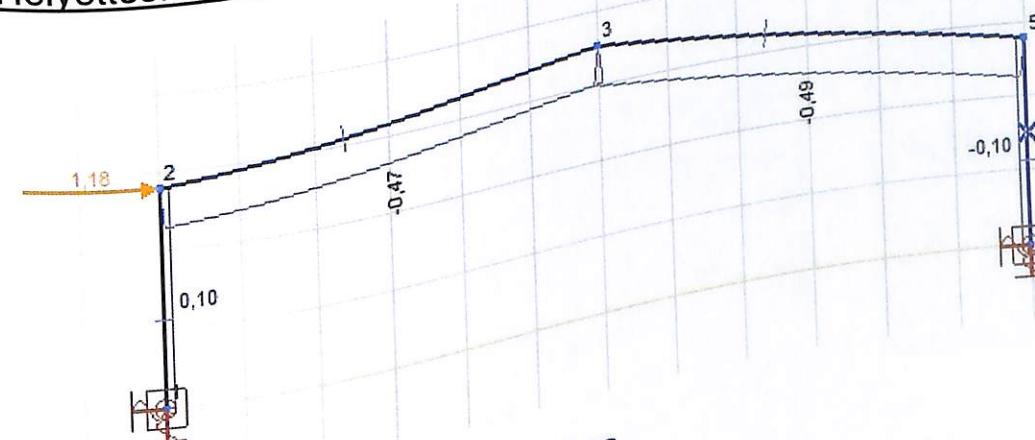
$$H_{Ed} = 5,16 \text{ kN} < 0,15 \times V_{Ed} = 0,15 \times 273,43 = 41,01 \text{ kN} \rightarrow \text{Az imperfekciót figyelembe kell venni!}$$

$$\alpha_m = \sqrt{0,5x \left(1 + \frac{1}{m}\right)} = \sqrt{0,5x \left(1 + \frac{1}{2}\right)} = 0,866 \quad \alpha_h = 2/\sqrt{h} = 2/\sqrt{2,79} = 1,197 > 1,0$$

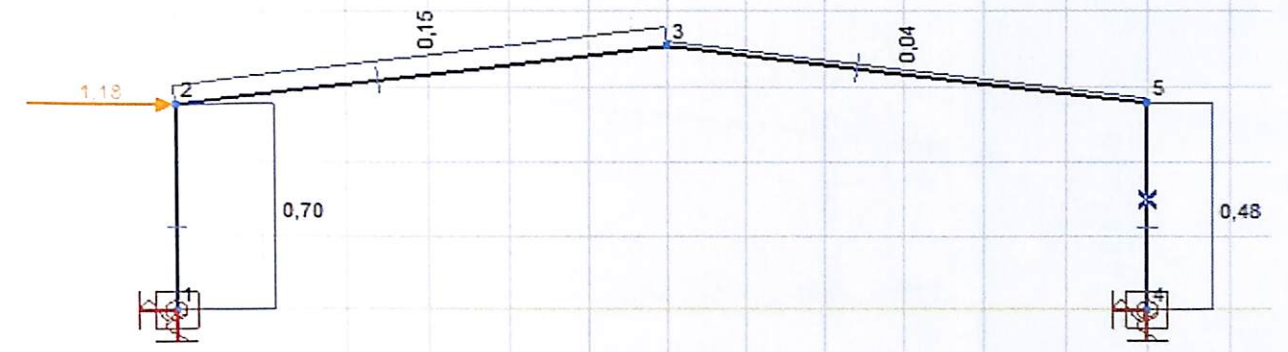
$$\varnothing_0 = 0,005$$

$$\varnothing = \varnothing_0 \times \alpha_h \times \alpha_m = 0,005 \times 1,0 \times 0,866 = 4,33 \times 10^{-3}$$

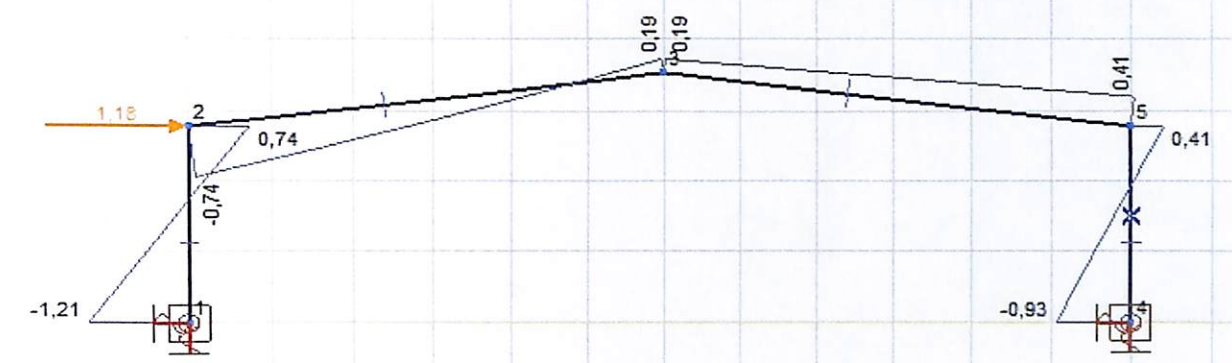
$$\varnothing \times V_{Ed} = 4,33 \times 10^{-3} \times 273,43 = 1,18 \text{ kN}$$

IX.1.) Helyettesítő erő:

Nx ábra



Vz ábra

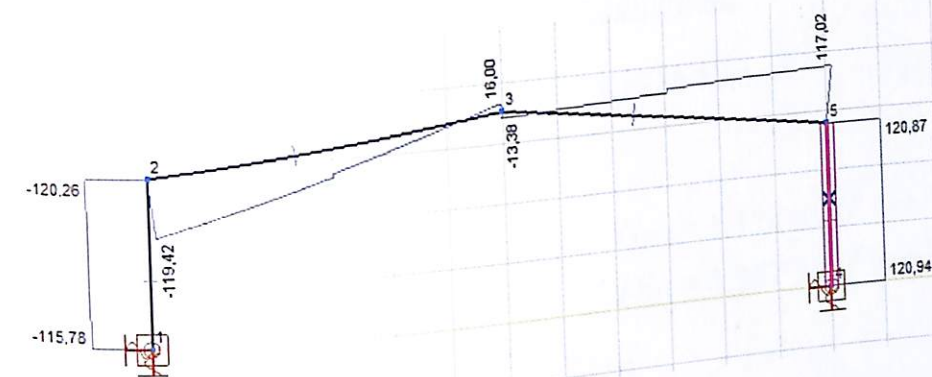


My ábra

X.) Keresztmetszetek ellenőrzése:**X.1.) Igénybevételi ábrák:**

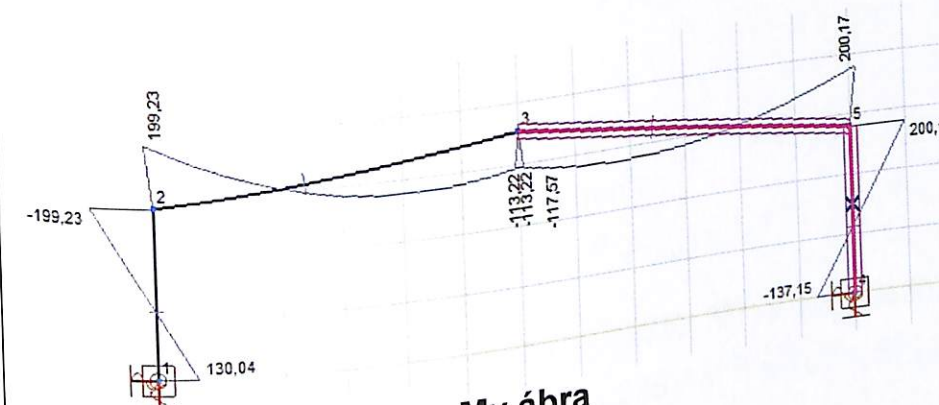
Nx ábra

Min Nx	
1. rúd	
Eset: 8. Tk, ULS	
Nx [kN] =	-137,89
Vy [kN] =	0
Vz [kN] =	-115,78
Tx [kNm] =	0
My [kNm] =	130,04
Mz [kNm] =	0
MyV [kNm] =	0
OK	



Vz ábra

Max Vz	
2. rúd	
Eset: 8. Tk, ULS	
Nx [kN]	*
Vy [kN]	*
Vz [kN]	120,94
Tx [kNm]	*
My [kNm]	*
Mz [kNm]	*
MyV [kNm]	*
OK	



My ábra

Max My	
2. rúd	
Eset: 8. Tk, ULS	
Nx [kN]	*
Vy [kN]	*
Vz [kN]	*
Tx [kNm]	*
My [kNm]	200,17
Mz [kNm]	*
MyV [kNm]	*
OK	

Az adott igénybevételnél kapott megfelelő értékeket és az adott imperfekciónál keletkezett értékeket össze kell adni!

X.2.) Mértékadó elemek, helyek meghatározása:

- 1.) $M_{y,max} = 200,58 \text{ kNm}$
 $V_{z,HEA280} = 121,35 \text{ kN}$
 $N_{x,HEA280} = 132,82 \text{ kN}$
- 2.) $V_{z,max,IPE400} = 119,27 \text{ kN}$
 $M_y = 198,48 \text{ kNm}$
 $N_{x,IPE400} = 136,28 \text{ kN}$
- 3.) $N_{x,max,HEA280} = 137,79 \text{ kN}$
 $V_{z,HEA280} = 115,08 \text{ kN}$
 $M_y = 128,83 \text{ kNm}$
- 4.) $V_{z,max,HEA280} = 121,42 \text{ kN}$
 $M_y = 138,08 \text{ kNm}$
 $N_{x,HEA280} = 135,64 \text{ kN}$
- 5.) $N_{x,max,IPE400} = 136,62 \text{ kN}$
 $V_{z,IPE400} = 117,06 \text{ kN}$
 $M_y = 200,58 \text{ kNm}$

X.3.) Megfelelő szerkezeti ellenállások számítása:

Anyag: S235 $f_y = 235 \text{ N/mm}^2$ $\gamma_{M0} = 1,00$

Hajlítás:

$$\begin{aligned} \text{HEA 280} &\rightarrow W_{pl,y} = 1,112 \times 10^6 \text{ mm}^3 \\ \text{IPE 400} &\rightarrow W_{pl,y} = 1,307 \times 10^6 \text{ mm}^3 \end{aligned}$$

$$M_{pl,Rd} = (W_{pl,y} \times f_y) / \gamma_{M0}$$

$$M_{pl,Rd,HEA} = ((1,112 \times 10^6 \times 235) / 1,00) \times 10^{-6} = 261,32 \text{ kNm}$$

$$M_{pl,Rd,IPE} = ((1,307 \times 10^6 \times 235) / 1,00) \times 10^{-6} = 307,15 \text{ kNm}$$

Nyírás:

$$A_{v,HEA280} = 3174 \text{ mm}^2$$

$$A_{v,IPE400} = 4269 \text{ mm}^2$$

$$V_{pl,Rd} = (A_v \times f_y) / 3^{1/2} \times \gamma_{M0}$$

$$V_{pl,Rd,HEA} = ((3174 \times 235) / 3^{1/2}) \times 10^{-3} = 430,64 \text{ kN}$$

$$V_{pl,Rd,IPE} = ((4269 \times 235) / 3^{1/2}) \times 10^{-3} = 579,21 \text{ kN}$$

Nyomás:

$$A_{HEA280} = 9726 \text{ mm}^2$$

$$A_{IPE400} = 8446 \text{ mm}^2$$

$$N_{pl,Rd} = (A \times f_y) / \gamma_{M0}$$

$$N_{pl,Rd,HEA} = (9726 \times 235) \times 10^{-3} = 2285,61 \text{ kN}$$

$$N_{pl,Rd,IPE} = (8446 \times 235) \times 10^{-3} = 1984,81 \text{ kN}$$

X.4.) Ellenőrzés:

Mindenhol a maximumot kiválasztom és azt ellenőrzöm le! Így a kisebb értékű eredmények is biztosan megfelelnek!

$$M_y = 200,58 \text{ kNm} < 261,32 \text{ kNm és } 307,15 \text{ kNm} \rightarrow \text{megfelel hajlításra!}$$

$$V_{z,HEA280} = 121,42 \text{ kN} < 430,64 \text{ kN} \rightarrow \text{megfelel nyírásra!}$$

$$N_{x,HEA280} = 137,79 \text{ kN} < 2285,61 \text{ kN} \rightarrow \text{megfelel nyomásra!}$$

X.5.) Kölcsönhatás vizsgálata:1) $M_{\max}$ -hoz tartozó értékekkel:

$$V_{z,\max}^{\text{HEA280}} = 121,35 < 0,5 \times 430,64 = 215,32 \text{ kN} \rightarrow \text{Nem kell vizsgálni hajlítás és nyírás kölcsönhatását.}$$

$$N_{x,\max}^{\text{HEA280}} = 132,38 \text{ kN} < 0,25 \times 2285,61 = 571,40 \text{ kN} \rightarrow \text{Nem kell vizsgálni hajlítás és normálerő kölcsönhatását.}$$

$$V_{z,\max}^{\text{IPE400}} = 117,06 \text{ kN} < 0,5 \times 579,21 = 289,61 \text{ kN} \rightarrow \text{Nem kell vizsgálni hajlítás és nyírás kölcsönhatását.}$$

$$N_{x,\max}^{\text{IPE400}} = 136,62 \text{ kN} < 0,25 \times 1984,81 = 496,20 \text{ kN} \rightarrow \text{Nem kell vizsgálni hajlítás és normálerő kölcsönhatását.}$$

2) $V_{\max}$ -hoz tartozó értékekkel:

$$V_{z,\max}^{\text{IPE400}} = 119,27 \text{ kN} < 0,5 \times 579,21 = 289,61 \text{ kN} \rightarrow \text{Nem kell vizsgálni hajlítás és nyírás kölcsönhatását.}$$

$$N_{x,\max}^{\text{IPE400}} = 136,28 \text{ kN} < 0,25 \times 1984,81 = 496,20 \text{ kN} \rightarrow \text{Nem kell vizsgálni hajlítás és normálerő kölcsönhatását.}$$

$$V_{z,\max}^{\text{HEA280}} = 121,42 \text{ kN} < 0,5 \times 430,64 = 215,32 \text{ kN} \rightarrow \text{Nem kell vizsgálni hajlítás és nyírás kölcsönhatását.}$$

$$N_{x,\max}^{\text{HEA280}} = 135,64 \text{ kN} < 0,25 \times 2285,61 = 571,40 \text{ kN} \rightarrow \text{Nem kell vizsgálni hajlítás és normálerő kölcsönhatását.}$$

3) $N_{\max}$ -hoz tartozó értékekkel:

$$V_{z,\max}^{\text{HEA280}} = 115,08 < 0,5 \times 430,64 = 215,32 \text{ kN} \rightarrow \text{Nem kell vizsgálni hajlítás és nyírás kölcsönhatását.}$$

$$N_{x,\max}^{\text{HEA280}} = 137,79 \text{ kN} < 0,25 \times 2285,61 = 571,40 \text{ kN} \rightarrow \text{Nem kell vizsgálni hajlítás és normálerő kölcsönhatását.}$$

$$V_{z,max}^{IPE400} = 117,06 < 0,5 \times 579,21 = 289,61 \text{ kN} \rightarrow \text{Nem kell vizsgálni hajlítás és nyírás kölcsönhatását.}$$

$$N_{x,max}^{IPE400} = 136,62 \text{ kN} < 0,25 \times 1984,81 = 496,20 \text{ kN} \rightarrow \text{Nem kell vizsgálni hajlítás és normálerő kölcsönhatását.}$$

XI.) Főtartó keret, oszlop stabilitásvizsgálata:

XI.1.) Keretoszlop:

XI.1.1.) Kihajlás vizsgálat keret síkjában, y tengely körül:

Befogott keret:	H = 2790 mm	→	L = 12000 mm
	HEA 280	→	$I_y = 1,3670 \times 10^8 \text{ mm}^4$
	IPE 400	→	$I_y = 2,3130 \times 10^8 \text{ mm}^4$
	$A_{HEA} = 9726 \text{ mm}^2$		$i_y = 118,6 \text{ mm}$

$$v_y = \sqrt{1 + 0,35 \times (c + 6 \times \alpha) - 0,017 \times (c + 6 \times \alpha)^2} =$$

$$\sqrt{1 + 0,35 \times (2,54 + 6 \times 0,00039) - 0,017 \times (2,54 + 6 \times 0,00039)^2} = 1,344$$

$$c = \frac{I_o \times L}{I_g \times H} = \frac{1,3670 \times 10^8 \times 12000}{2,3130 \times 10^8 \times 2790} = 2,54 < 10,0$$

$$\alpha = \frac{I_o \times 4}{L^2 \times A} = \frac{1,3670 \times 10^8 \times 4}{12000^2 \times 9726} = 0,00039 < 0,2$$

$$L = l_o \times v = 2,790 \times 1,344 = 3,75 \text{ m}$$

$$\lambda_{y1} = L/i_y = 3750/118,6 = 31,62$$

$$\Delta_{y1} = \lambda_{y1}/\lambda_E = 31,62/93,9 = 0,3367$$

$$\chi_y = 0,9501 \rightarrow \text{interpolálva}$$

$$N_{pl,Rd,HEA} = (9726 \times 235) \times 10^{-3} = 2285,61 \text{ kN}$$

$$N_{b,Rd,y} = 0,9501 \times 2285,61 = 2171,56 \text{ kN} > N_{Ed} = 137,79 \text{ kN} \rightarrow \text{megfelel!}$$

XI.1.2.) Kihajlás vizsgálat keret síkjára merőlegesen, z tengely körül:**XI.1.2.1) Oszlop felső szakasza a 2. falváztartóig:**

$$\begin{aligned} \text{Alul - felül csuklós: } v &= 1,0 & l_0 &= 1,275 \text{ m} \\ \text{HEA 280} &\rightarrow & I_z &= 4,763 \times 10^7 \text{ mm}^4 & i_z &= 70,0 \text{ mm} \\ && A &= 9726 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$L = l_0 \times v = 1,275 \times 1,0 = 1,275 \text{ m}$$

$$\lambda_{z1} = L/i_z = 1275/70,0 = 18,21$$

$$\lambda_E = 93,9 \times 1,00 = 93,9;$$

$$\underline{\lambda_{z1}} = \lambda_{z1}/\lambda_E = 18,21/93,9 = 0,1939 \rightarrow \text{c görbe}$$

$$\chi_z = 1,00 \rightarrow \text{interpolálva}$$

$$N_{pl,Rd,HEA} = (9726 \times 235) \times 10^{-3} = 2285,61 \text{ kN}$$

$$N_{b,Rd,z} = 1,0 \times 2285,61 = 2285,61 \text{ kN} > N_{Ed} = 137,79 \text{ kN} \rightarrow \text{megfelel!}$$

XI.1.2.2.) Oszlop alsó szakasza a 2. falváztartóig:

$$\begin{aligned} \text{Alul befogott - felül csuklós: } v &= 0,7 & l_0 &= 1,515 \text{ m} \\ \text{HEA 280} &\rightarrow & I_z &= 4,763 \times 10^7 \text{ mm}^4 & i_z &= 70,0 \text{ mm} \\ && A &= 9726 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$L = l_0 \times v = 1,515 \times 0,7 = 1,061 \text{ m}$$

$$\lambda_{z1} = L/i_z = 1061/70,0 = 15,16$$

$$\lambda_E = 93,9 \times 1,00 = 93,9;$$

$$\underline{\lambda_{z1}} = \lambda_{z1}/\lambda_E = 15,16/93,9 = 0,1614 \rightarrow \text{c görbe}$$

$$\chi_z = 1,00 \rightarrow \text{interpolálva}$$

$$N_{pl,Rd,HEA} = (9726 \times 235) \times 10^{-3} = 2285,61 \text{ kN}$$

$$N_{b,Rd,z} = 1,0 \times 2285,61 = 2285,61 \text{ kN} > N_{Ed} = 137,79 \text{ kN} \rightarrow \text{megfelel!}$$

XI.1.3.) Kifordulás vizsgálat a keret síkjára merőlegesen, z tengely körül:

$$A_{fz} = 280 \times 13,0 + (244/6) \times 8,0 = 3965,33 \text{ mm}^2$$

$$I_{fz} = \frac{13,0 \times 280^3}{12} + \frac{40,67 \times 8^3}{12} = 2,378 \times 10^7 \text{ mm}^4$$

$$i_{fz} = \sqrt{\frac{2,378 \times 10^7}{3965,33}} = 77,44 \text{ mm}$$

$$\psi = 46,04/200,58 = 0,229$$

$$\lambda_{c0} = 0,5$$

$$k_c = 1/(1,33 - 0,33 \times 0,229) = 0,7972$$

$$M_{pl,Rd,HEA} = ((1,112 \times 10^6 \times 235)/1,00) \times 10^{-6} = 261,32 \text{ kNm}$$

$$\lambda_{c0} \times (M_{c,Rd}/M_{Ed}) = 0,5 \times (261,32/200,58) = 0,651$$

$$\lambda_f = \frac{k_c \times L_c}{i_{fz} \times l_e} = \frac{0,7972 \times 1275}{77,44 \times 93,9} = 0,140 < 0,651 \rightarrow \text{Nem következik be kifordulás!}$$

XI.1.4.) Kihajlás és kifordulás interakciója:

$$\text{Method 2: } c_{my} = 0,9$$

$$c_{my} \times [1 + (\lambda_y - 0,2) \times \frac{NEd \times \gamma_{M1}}{\chi_y \times A \times f_y}] =$$

$$= 0,9 \times [1 + (0,3367 - 0,2) \times \frac{137790 \times 1,0}{0,9501 \times 9726 \times 235}] = 0,907$$

$$k_{yy} = \min$$

$$c_{my} \times (1 + 0,8 \times \frac{NEd \times \gamma_{M1}}{\chi_y \times A \times f_y}) = 0,9 \times (1 + 0,8 \times \frac{137790 \times 1,0}{0,9501 \times 9726 \times 235}) = 0,945$$

$$k_{zy} = 0,6 \times k_{yy} = 0,6 \times 0,907 = 0,544$$

$$\eta = \frac{NEd}{N_{b,Rd,y}} + k_{yy} \times \frac{MEd}{M_{b,Rd}} = \frac{137,79}{2171,56} + 0,907 \times \frac{200,58}{261,32} = 0,760 < 1,0$$

$$\eta = \frac{NEd}{N_{b,Rd,z}} + k_{yz} \times \frac{MEd}{M_{b,Rd}} = \frac{137,79}{2285,61} + 0,544 \times \frac{200,58}{261,32} = 0,478 < 1,0$$

Az oszlop kihajlás és kifordulás interakciójára megfelel!

XI.2.) Keretgerenda:XI.2.1.) Kihajlás vizsgálat a keret síkjában, y tengely körül:

Befogott keret:	H = 2790 mm	L = 12000 mm
	HEA 280	$I_y = 1,3670 \times 10^8 \text{ mm}^4$
	IPE 400	$I_y = 2,3130 \times 10^8 \text{ mm}^4$
	$A_{\text{IPE}} = 8446 \text{ mm}^2$	$i_y = 165,5 \text{ mm}$
	$v_y = 1,0$	

$$L = l_0 \times v = 12,0 \times 1,0 = 12,0 \text{ m}$$

$$\lambda_{y1} = L/i_y = 12000/165,5 = 72,51$$

$$\lambda_{y1} = \lambda_{y1}/\lambda_E = 72,51/93,9 = 0,7722 \rightarrow \text{a görbe}$$

$$\chi_y = 0,8101 \rightarrow \text{interpolálva}$$

$$N_{\text{pl,Rd,IPE}} = (8446 \times 235) \times 10^{-3} = 1984,81 \text{ kN}$$

$$N_{\text{b,Rd,y}} = 0,8101 \times 1984,81 = 1607,89 \text{ kN} > N_{\text{Ed}} = 136,62 \text{ kN} \rightarrow \text{megfelel!}$$

XI.2.2.) Kihajlás vizsgálat a keret síkjára merőlegesen, z tengely körül:XI.2.2.1.) Gerenda szélső szakasza a 2. szelemenig:

Csuklós - csuklós:	$v = 1,0$	$l_0 = 1,495 \text{ m}$
IPE 400	$I_z = 1,318 \times 10^7 \text{ mm}^4$	$i_z = 39,0 \text{ mm}$
		$A = 8446 \text{ mm}^2$

$$L = l_0 \times v = 1,495 \times 1,0 = 1,495 \text{ m}$$

$$\lambda_{z1} = L/i_z = 1495/39,0 = 38,33$$

$$\lambda_{z1} = \lambda_{z1}/\lambda_E = 38,33/93,9 = 0,4082 \rightarrow \text{b görbe}$$

$$\chi_z = 0,9227 \rightarrow \text{interpolálva}$$

$$N_{\text{pl,Rd,IPE}} = (8446 \times 235) \times 10^{-3} = 1984,81 \text{ kN}$$

$$N_{\text{b,Rd,z}} = 0,9227 \times 1984,81 = 1831,38 \text{ kN} > N_{\text{Ed}} = 136,62 \text{ kN} \rightarrow \text{megfelel!}$$

XI.2.3.) Kifordulás vizsgálat a keret síkjára merőlegesen z tengely körül:

$$A_{fz} = 180 \times 13,5 + (373/6) \times 8,6 = 2964,63 \text{ mm}^2$$

$$I_{fz} = \frac{13,5 \times 180^3}{12} + \frac{62,16 \times 8,6^3}{12} = 6,564 \times 10^6 \text{ mm}^4$$

$$i_{fz} = \sqrt{\frac{6,564 \times 10^6}{2964,63}} = 47,05 \text{ mm}$$

$$l_{c0} = 0,5$$

$$k_c = 0,90$$

$$M_{pl,Rd,IPE} = ((1,307 \times 10^6 \times 235)/1,00) \times 10^{-6} = 307,15 \text{ kNm}$$

$$l_{c0} \times (M_{c,Rd}/M_{Ed}) = 0,5 \times (307,15/200,58) = 0,7656$$

$$I_f = \frac{k_c \times L_c}{i_{fz} \times l_e} = \frac{0,90 \times 1460}{47,05 \times 93,9} = 0,2974 < 0,7656 \rightarrow \text{Nem következik be kifordulás!}$$

XI.2.4.) Kihajlás és kifordulás interakciója:

Method 2: $c_{my} = 0,9$

$$c_{my} \times [1 + (\lambda_y - 0,2) \times \frac{NEd \times \gamma_{M1}}{\chi_y \times A \times f_y}] =$$

$$= 0,9 \times [1 + (0,7722 - 0,2) \times \frac{136620 \times 1,0}{0,8101 \times 8446 \times 235}] = 0,944$$

$$k_{yy} = \min$$

$$c_{my} \times (1 + 0,8 \times \frac{NEd \times \gamma_{M1}}{\chi_y \times A \times f_y}) = 0,9 \times (1 + 0,8 \times \frac{136620 \times 1,0}{0,8101 \times 8446 \times 235}) = 0,961$$

$$k_{zy} = 0,6 \times k_{yy} = 0,6 \times 0,938 = 0,563$$

$$\eta = \frac{NEd}{N_{b,Rd,y}} + k_{yy} \times \frac{MEd}{M_{b,Rd}} = \frac{136,62}{1607,89} + 0,938 \times \frac{200,58}{307,15} = 0,697 < 1,0$$

$$\eta = \frac{NEd}{N_{b,Rd,z}} + k_{yz} \times \frac{MEd}{M_{b,Rd}} = \frac{136,62}{1832,38} + 0,563 \times \frac{200,58}{307,15} = 0,442 < 1,0$$

Az oszlop kihajlás és kifordulás interakciójára megfelel!

XII.) A keret csomópontjainak kapcsolatai:**XII.1.) A keretoszlop-alap csomópontjának kapcsolata:**

$$\begin{aligned}
 M_{j,Ed} &= 138,08 \text{ kNm}; & N_{Ed} &= 135,64 \text{ kN}; & V_{Ed} &= 121,42 \text{ kN} \\
 M24 \ 10.9 &\rightarrow A_s = 353 \text{ mm}^2; & f_{yb} &= 900 \text{ N/mm}^2; & f_{ub} &= 1000 \text{ N/mm}^2 \\
 & & d &= 24 \text{ mm}; & d_0 &= 25 \text{ mm}; & A &= 452 \text{ mm}^2 \\
 S235 &\rightarrow f_y = 235 \text{ N/mm}^2; & f_u &= 360 \text{ N/mm}^2 \\
 HEA 280 &\rightarrow h = 270 \text{ mm}; & t_w &= 8,0 \text{ mm}; & b &= 280 \text{ mm}; & t_f &= 13 \text{ mm} \\
 C20/25 &\rightarrow f_{cd} = 13,3 \text{ N/mm}^2; & f_{ck} &= 20 \text{ N/mm}^2; & \gamma &= 1,5 \\
 Talplemez &\rightarrow b_p = 350 \text{ mm}; & h &= 470 \text{ mm}; & t_p &= 40 \text{ mm} \\
 2 \times a \leq t &\rightarrow 2 \times 4 = 8 \leq 8 \rightarrow a = 4,0 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$e = \frac{M_{Ed}}{N_{Ed}} = \frac{138,08}{135,64} = 1017,99 \text{ mm}$$

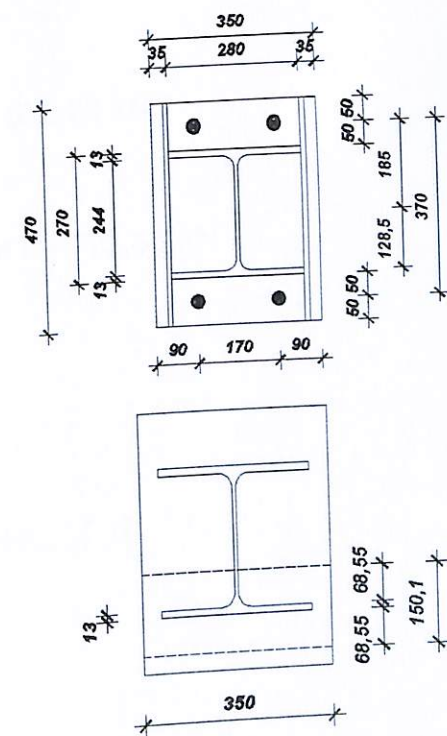
$$z = 185,0 + 128,5 = 313,5 \text{ mm}$$

$$f_j = 2/3 \times \frac{3 \times f_{ck}}{1,5} = 2/3 \times \frac{3 \times 20}{1,5} = 26,67 \text{ N/mm}^2$$

$$c = t_p \times \sqrt{\frac{f_y}{3 \times f_j}} = 40 \times \sqrt{\frac{235}{3 \times 26,67}} = 68,55 \text{ mm}$$

$$b_{eff} = 2 \times c + t_f = 2 \times 68,55 + 13 = 150,1 \text{ mm}$$

$$l_{eff} = 350 \text{ mm}$$

**A nyomott T elem ellenállása:**

$$\begin{aligned}
 F_{C,Rd} &= (f_j \times l_{eff} \times b_{eff}) \times 10^{-3} = \\
 &= (26,67 \times 350 \times 150,1) \times 10^{-3} = 1401,11 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

A húzott T elem ellenállása:

$$\begin{aligned}
 M_{pl,1,Rd} &= (0,25 \times l_{eff} \times t_p^2 \times (f_y / \gamma_{M0})) \times 10^{-6} = \\
 &= (0,25 \times 175 \times 40^2 \times (235/1)) \times 10^{-6} = 16,45 \text{ kNm}
 \end{aligned}$$

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

$$m_x = 50 - 0,8 \times a \times \sqrt{2} = 50 - 0,8 \times 4 \times \sqrt{2} = 45,47 \text{ mm}$$

$$e = 90 \text{ mm};$$

$$w = 170 \text{ mm};$$

$$b_p = 350 \text{ mm}$$

l_{eff} az alábbiak közül a legkisebb:

$$2 \times \pi \times m_x = 2 \times \pi \times 45,47 = 285,70 \text{ mm}$$

$$\pi \times m_x + w = \pi \times 45,47 + 170 = 312,85 \text{ mm}$$

$$\pi \times m_x + 2 \times e = \pi \times 45,47 + 2 \times 90 = 322,85 \text{ mm}$$

$$4 \times m_x + 1,25 \times e_x = 4 \times 45,47 + 1,25 \times 50 = 244,38 \text{ mm}$$

$$e + 2 \times m_x + 0,625 \times e_x = 90 + 2 \times 45,47 + 0,625 \times 50 = 212,19 \text{ mm}$$

$$0,5 \times b_p = 0,5 \times 350 = \underline{175 \text{ mm}}$$

$$0,5 \times w + 2 \times m_x + 0,625 \times e_x = 0,5 \times 170 + 2 \times 45,47 + 0,625 \times 50 = 207,19 \text{ mm}$$

$$l_{\text{eff}} = \underline{175 \text{ mm}}$$

$$F_{t,Rd} = 2 \times \frac{0,9 \times f_{ub} \times A_s}{1,25} = 2 \times \frac{0,9 \times 1000 \times 353}{1,25} = 508,32 \text{ kN}$$

$$F_{T,1-2,Rd} = 2 \times M_{pl,1,Rd} / m_x = (2 \times 16,45 \times 10^6) / 45,47 = 723,55 \text{ kN}$$

Talplemez hajlítási ellenállása:

$$W_{el} = \frac{350 \times 40^2}{6} = 93333,33 \text{ mm}^3$$

$$F_{pl,Rd} = (W_{el} \times f_y) / (m_x \times \gamma_{M0}) = \frac{93333,33 \times 235}{45,47 \times 1,00} = \underline{482,37 \text{ kN}}$$

$$F_{t,Rd} = \underline{482,37 \text{ kN}}$$

Az oszloptalp nyomatéki ellenállása:

$$M_{j,Rd} = \frac{F_{T,Rd} \times z}{\frac{z}{e} + 1} \times 10^{-6} = \frac{482,37 \times 10^3 \times 313,5}{\frac{128,5}{-1017,99} + 1} \times 10^{-6} = \underline{173,07 \text{ kNm}}$$

$$M_{j,Rd} = \frac{-F_{C,Rd} \times z}{\frac{z}{e} - 1} \times 10^{-6} = \frac{-1401,11 \times 10^3 \times 313,5}{\frac{185}{-1017,99} - 1} \times 10^{-6} = 371,70 \text{ kNm}$$

$$M_{j,Rd} = \underline{173,07 \text{ kNm}}$$

A kapcsolat nyírási ellenállása:

$$F_{v,Rd} = n \times \frac{0,6 \times f_{ub} \times A}{\gamma_{M2}} = 4 \times \frac{0,6 \times 1000 \times 452}{1,25} = 867,84 \text{ kN}$$

Ellenőrzés:

$$\begin{array}{ll} M_{j,Rd} = 173,07 \text{ kNm} & > M_{Ed} = 138,08 \text{ kNm} \rightarrow \text{megfelel!} \\ F_{v,Rd} = 867,84 \text{ kN} & > F_{v,Ed} = 121,42 \text{ kN} \rightarrow \text{megfelel!} \end{array}$$

Alkalmazott csavar: **4 db M24 10.9**

A csomópontnál alkalmazott varratok gyökmérete kétoldali sarokvarrattal: **a = 4,0 mm**

Az alkalmazott laposvasak vastagsága **10 mm**. A pontos méretei a tervrajzon látható.

Az alkalmazott talplemez vastagsága **40 mm**. A pontos méretei a tervrajzon látható.

XII.2.) A keretgerenda - keretoszlop kapcsolata:

$$\begin{array}{ll} M_{j,Ed} = 200,58 \text{ kNm}; & V_{Ed} = 121,35 \text{ kN} \\ M20 10.9 \rightarrow A_s = 245 \text{ mm}^2; & f_{yb} = 900 \text{ N/mm}^2; f_{ub} = 1000 \text{ N/mm}^2 \\ d = 20 \text{ mm} & d_0 = 22 \text{ mm}; A = 314 \text{ mm}^2 \end{array}$$

$$S235 \rightarrow f_y = 235 \text{ N/mm}^2; f_u = 360 \text{ N/mm}^2$$

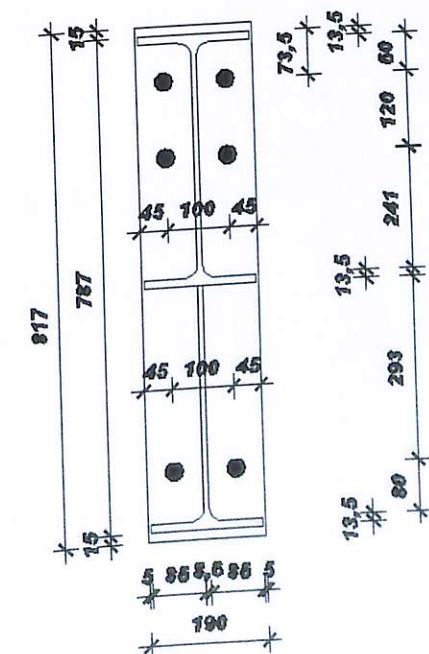
$$\begin{array}{ll} \text{IPE 400;} & \\ \text{HEA 280} & \rightarrow t_{min} = 13 \text{ mm} \end{array}$$

$$2,5 \times d_0 = 2,5 \times 22 = 55 \text{ mm} \sim 60 \text{ mm}$$

$$3,5 \times d_0 = 3,5 \times 22 = 77 \text{ mm} \sim 80 \text{ mm}$$

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

$$a = 5 \text{ mm}$$



A húzott csavarok ellenállása:

$$F_{t,Rd} = \frac{0,9 \times f_{ub} \times A_s}{\gamma_{M2}} = \frac{0,9 \times 1000 \times 245}{1,25} = 176,4 \text{ kN}$$

Kigombolódási ellenállás:

$$B_{p,Rd} = \frac{0,6 \times \pi \times d_m \times t_{min} \times f_u}{\gamma_{M2}} = \frac{0,6 \times \pi \times 32,4 \times 13 \times 360}{1,25} = 228,65 \text{ kN}$$

A csavar nyírási ellenállása:

$$F_{v,Rd} = n \times \frac{0,6 \times f_{ub} \times A}{\gamma_{M2}} = 2 \times \frac{0,6 \times 1000 \times 314}{1,25} = 301,44 \text{ kN}$$

A gerenda homloklemezének ellenállása:

A gerenda öve alatti első csavarsor ellenőrzése:

$$m = w/2 - t_{wc}/2 - 0,8 \times r_c = 100/2 - 8,6/2 - 0,8 \times 5 \times \sqrt{2} = 40,04 \text{ mm}$$

$$p = 3 \times m = 3 \times 40,04 = 120,10 \text{ mm} \sim 120,0 \text{ mm}$$

$$n = e = 45 \text{ mm}$$

$$e_f = 73,5 \text{ mm};$$

$$m_2 = e_f - 0,8 \times a_f \times \sqrt{2} = 73,5 - 0,8 \times 5 \times \sqrt{2} = 67,84 \text{ mm}$$

$$\lambda_1 = m/(m + e) = 40,04/(40,04 + 45) = 0,471$$

$$\lambda_2 = m_2/(m + e) = 67,84/(40,04 + 45) = 0,798$$

$$\alpha = 5,5$$

$$l_{eff} = 0,5 \times p + \alpha \times m - (2 \times m - 0,625 \times e) =$$

$$= 0,5 \times 120,0 + 5,5 \times 40,04 - (2 \times 40,04 + 0,625 \times 45) = 172,02 \text{ mm}$$

Homloklemez nyomatékai teherbírása: $t = 20 \text{ mm}$

$$M_{pl,1,Rd} = M_{pl,2,Rd} = 0,25 \times l_{eff} \times t_{fc}^2 \times (f_y/\gamma_{M0}) =$$

$$= 0,25 \times 172,02 \times 20^2 \times (235/1) = 4,04 \text{ kNm}$$

A T elem 1. tönkremeneteli módja:

$$F_{t,1,Rd} = 4 \times M_{pl,1,Rd}/m = (4 \times 4,04 \times 10^6)/40,04 = 403,60 \text{ kN}$$

A T elem 2. tönkremeneteli módja:

$$F_{t,2,Rd} = \frac{2 \times M_{pl,1,Rd} + n \times \sum F_{t,Rd}}{m + n} = \frac{2 \times 4,04 \times 10^6 + 45 \times 2 \times 176,4 \times 10^3}{40,04 + 45} = \underline{281,70 \text{ kN}}$$

A T elem 3. tönkremeneteli módja:

$$F_{t,3,Rd} = \sum F_{t,Rd} = 2 \times 176,4 = 352,8 \text{ kN}$$

A mértékadó tönkremeneteli mód a 2. Vagyis $F_{t,2,Rd} = \underline{281,70 \text{ kN}}$

A gerenda öve alatti második (utolsó) csavarsor ellenőrzése:

$$l_{eff} = 0,5 \times p + 2 \times m + 0,625 \times e = 0,5 \times 120,0 + 2 \times 40,04 + 0,625 \times 45 = 168,21 \text{ mm}$$

Homloklemez nyomatéki teherbírása: $t = 20 \text{ mm}$

$$M_{pl,1,Rd} = M_{pl,2,Rd} = 0,25 \times l_{eff} \times t_{fc}^2 \times (f_y/\gamma_{M0}) = 0,25 \times 168,21 \times 20^2 \times (235/1) = 3,95 \text{ kNm}$$

A T elem 1. tönkremeneteli módja:

$$F_{t,1,Rd} = 4 \times M_{pl,1,Rd}/m = (4 \times 3,95 \times 10^6)/40,04 = 394,61 \text{ kN}$$

A T elem 2. tönkremeneteli módja:

$$F_{t,2,Rd} = \frac{2 \times M_{pl,1,Rd} + n \times \sum F_{t,Rd}}{m + n} = \frac{2 \times 3,95 \times 10^6 + 45 \times 2 \times 176,4 \times 10^3}{40,04 + 45} = \underline{279,60 \text{ kN}}$$

A T elem 3. tönkremeneteli módja:

$$F_{t,3,Rd} = \sum F_{t,Rd} = 2 \times 176,4 = 352,8 \text{ kN}$$

A mértékadó tönkremeneteli mód a 2. Vagyis $F_{t,2,Rd} = \underline{279,60 \text{ kN}}$

A teljes homloklemez hajlítási ellenállása:

$$z_1 = 787 - (15 + 13,5 + 60) - (13,5 + 15/2) = 719,5 \text{ mm};$$

$$z_2 = z_1 - 120 = 719,5 - 120 = 599,5 \text{ mm}$$

$$M_{j,Rd} = \sum z \times F_{t,Rd} = 0,7195 \times 281,70 + 0,5995 \times 279,60 = 370,30 \text{ kNm}$$

$$M_{Ed} = 200,58 \text{ kNm} < M_{j,Rd} = 370,30 \text{ kNm} \rightarrow \text{megfelel!}$$

Az oszlop övének ellenállása:

A felső (utolsó) csavarsor ellenőrzése:

$$m = w/2 - t_{wc}/2 - 0,8 \times r_c = 100/2 - 8,0/2 - 0,8 \times 24 = 26,8 \text{ mm}$$

$$p = 3 \times m = 3 \times 26,8 = 80,4 \text{ mm} \rightarrow 120,0 \text{ mm}$$

$$e_1 = 95 \text{ mm};$$

$$e = 45 \text{ mm}$$

$$n = 1,25 \times m = 1,25 \times 26,8 = 33,50 \text{ mm}$$

$l_{eff,1}$ a következők közül a kisebb:

$$l_{eff,1} = 4 \times m + 1,25 \times e = 4 \times 26,8 + 1,25 \times 45 = 163,45 \text{ mm}$$

$$l_{eff,1} = e_1 + 2 \times m + 0,625 \times e = 95 + 2 \times 26,8 + 0,625 \times 45 = 176,73 \text{ mm}$$

$l_{eff,2}$ a következők közül a kisebb:

$$l_{eff,2} = 0,5 \times p + 2 \times m + 0,625 \times e = 0,5 \times 120,0 + 2 \times 26,8 + 0,625 \times 45 = 141,73 \text{ mm}$$

$$l_{eff,2} = e_1 + 0,5 \times p = 95 + 0,5 \times 120,0 = 155,0 \text{ mm}$$

$$l_{eff} = 141,73 \text{ mm}$$

Az övlemez határnyomatéka: $t_{\text{öv}} = 14 \text{ mm}$

$$M_{\text{pl},1,\text{Rd}} = M_{\text{pl},2,\text{Rd}} = 0,25 \times l_{\text{eff},2} \times t_{\text{öv}}^2 \times (f_y / \gamma_{\text{M0}}) = \\ = 0,25 \times 141,73 \times 13^2 \times (235/1) = 1,41 \text{ kNm}$$

A T elem 1. tönkremeneteli módja:

$$F_{\text{t},1,\text{Rd}} = 4 \times M_{\text{pl},1,\text{Rd}} / m = (4 \times 1,41 \times 10^6) / 26,8 = \underline{210,45 \text{ kN}}$$

A T elem 2. tönkremeneteli módja:

$$F_{\text{t},2,\text{Rd}} = \frac{2 \times M_{\text{pl},1,\text{Rd}} + n \times \sum F_{\text{t},\text{Rd}}}{m + n} = \\ = \frac{2 \times 1,41 \times 10^6 + 45 \times 2 \times 176,4 \times 10^3}{26,8 + 45} = 260,39 \text{ kN}$$

A T elem 3. tönkremeneteli módja:

$$F_{\text{t},3,\text{Rd}} = \sum F_{\text{t},\text{Rd}} = 2 \times 176,4 = 352,8 \text{ kN}$$

A mértékadó tönkremeneteli mód a 1. Vagyis $F_{\text{t},1,\text{Rd}} = \underline{210,45 \text{ kN}}$

A második csavarsor ellenőrzése:

$$l_{\text{eff},2} = 0,5 \times p + 2 \times m + 0,625 \times e = \\ = 0,5 \times 120,0 + 2 \times 26,8 + 0,625 \times 45 = 141,73 \text{ mm}$$

$$t_{\text{öv}} = 13 \text{ mm}$$

Az övlemez határnyomatéka:

$$M_{\text{pl},1,\text{Rd}} = M_{\text{pl},2,\text{Rd}} = 0,25 \times l_{\text{eff},2} \times t_{\text{öv}}^2 \times (f_y / \gamma_{\text{M0}}) = \\ = 0,25 \times 141,73 \times 13^2 \times (235/1) = 1,41 \text{ kNm}$$

A T elem 1. tönkremeneteli módja:

$$F_{\text{t},1,\text{Rd}} = 4 \times M_{\text{pl},1,\text{Rd}} / m = (4 \times 1,41 \times 10^6) / 26,8 = \underline{210,45 \text{ kN}}$$

A T elem 2. tönkremeneteli módja:

$$F_{t,2,Rd} = \frac{2 \times M_{pl,1,Rd} + n \times \sum F_{t,Rd}}{m + n} =$$

$$= \frac{2 \times 1,41 \times 10^6 + 45 \times 2 \times 176,4 \times 10^3}{26,8 + 45} = 260,39 \text{ kN}$$

A T elem 3. tönkremeneteli módja:

$$F_{t,3,Rd} = \sum F_{t,Rd} = 2 \times 176,4 = 352,8 \text{ kN}$$

A mértékadó tönkremeneteli mód a 1. Vagyis $F_{t,1,Rd} = 210,45 \text{ kN}$

A teljes homloklemez hajlítási ellenállása:

$$z_1 = 787 - (15 + 13,5 + 60) - (13,5 + 15/2) = 719,5 \text{ mm};$$

$$z_2 = z_1 - 120 = 719,5 - 120 = 599,5 \text{ mm}$$

$$M_{j,Rd} = \sum z \times F_{t,Rd} = 0,7195 \times 210,45 + 0,5995 \times 210,45 = 277,58 \text{ kNm}$$

$$M_{Ed} = 200,58 \text{ kNm} < M_{j,Rd} = 277,58 \text{ kNm} \rightarrow \text{megfelel!}$$

Az oszlop gerincének ellenállása:

Az oszlop gerincében a nyomás a kapcsolatra ható mértékadó nyomatékból:

$$F_{c,wc,Ed} = M_{j,Ed}/z = 200,58/0,6595 = 304,14 \text{ kN}$$

A hatékony szélesség:

$$b_{eff,c,wc} = t_{fb} + 2 \times \sqrt{2} \times a_p + 5 \times (t_{fc} + r) + t_p =$$

$$= 13,5 + 2 \times \sqrt{2} \times 5 + 5 \times (13 + 24) + 20 = 237,64 \text{ mm}$$

$$\beta = 1,00$$

$$\omega = \frac{1}{\sqrt{1 + 1,3 \times (b_{eff,c,wc} \times t_{wc} / A_{vc})^2}} = \frac{1}{\sqrt{1 + 1,3 \times (237,64 \times \frac{8,0}{3174})^2}} = 0,826$$

$$\sigma = \left(\frac{N_{Ed}}{N_{Rd}} + \frac{M_{Ed}}{M_{Rd}} \right) \times \frac{d}{h} \times f_y =$$

$$= \left(\frac{137,79}{2285,61} + \frac{200,58}{261,32} \right) \times \frac{196}{270} \times f_y = 0,600 \times f_y \rightarrow k_{wc} = 1,00$$

$$\Delta_p = 0,932 \times \sqrt{\frac{b_{eff,c,wc} \times d_{wc} \times f_y}{E \times t_{wc}}} = 0,932 \times \sqrt{\frac{237,64 \times 196 \times 235}{210000 \times 8,0^2}} = 0,841$$

$$\rho = (\Delta_p - 0,2) / \Delta_p^2 = (0,841 - 0,2) / 0,841^2 = 0,906$$

$$F_{c,wc,Rd} = \frac{\rho \times w \times k_{wc} \times b_{eff,c,wc} \times t_{wc} \times f_y}{\gamma_{M0}} =$$

$$= \frac{0,906 \times 0,841 \times 1 \times 237,64 \times 8,0 \times 235}{1,00} = 340,41 \text{ kN}$$

$$F_{c,wc,Ed} = 304,14 \text{ kN} < F_{c,wc,Rd} = 340,41 \text{ kN} \rightarrow \text{megfelel!}$$

$$b_{eff,c,wc} = l_{eff,1} + l_{eff,2} = 141,73 + 141,73 = 283,46 \text{ mm}$$

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

$$= \frac{1}{\sqrt{1 + 1,3 \times (283,46 \times \frac{8,0}{3174})^2}} = 0,775$$

$$F_{c,wc,Rd} = \frac{w \times k_{wc} \times b_{eff,c,wc} \times t_{wc} \times f_y}{\gamma_{M0}} =$$

$$= \frac{0,775 \times 1 \times 283,46 \times 8,0 \times 235}{1,00} = 413,04 \text{ kN}$$

$$F_{c,wc,Ed} = 304,14 \text{ kN} < F_{c,wc,Rd} = 413,04 \text{ kN} \rightarrow \text{megfelel!}$$

Az oszlop gerincének nyírási teherbírása:

$$d/t_w = 196/8,0 = 24,5 < 69 \times \epsilon = 69 \times 1 = 69$$

$$V_{wp,Rd} = \frac{0,9 \times f_y \times A_{vc}}{\sqrt{3} \times \gamma_{M0}} = \frac{0,9 \times 235 \times 3174}{\sqrt{3} \times 1,0} = 387,58 \text{ kN}$$

$$V_{wp,Rd} = 387,58 \text{ kN} > V_{Ed} = 121,35 \text{ kN} \rightarrow \text{megfelel!}$$

Alkalmazott csavar: **6 db M20 10.9**

A csomópontnál alkalmazott varratok gyökmérete kétoldali sarokvarrattal: **a = 5,0 mm**

Az alkalmazott homloklemez vastagsága **20 mm**. A pontos méretei a tervrajzon látható.

XII.3.) A gerenda - gerinc kapcsolata:

$$M_{j,Ed} = 113,03 \text{ kNm}$$

$$M16 \ 8.8$$

$$\rightarrow A_s = 157 \text{ mm}^2; f_{yb} = 640 \text{ N/mm}^2; f_{ub} = 800 \text{ N/mm}^2$$

$$S235$$

$$IPE \ 400$$

$$\rightarrow f_y = 235 \text{ N/mm}^2; f_u = 360 \text{ N/mm}^2$$

$$d = 16 \text{ mm}; t_{fc} = 20 \text{ mm}$$

$$2,5 \times d_0 = 2,5 \times 18 = 45 \text{ mm} \sim 60 \text{ mm}$$

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

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

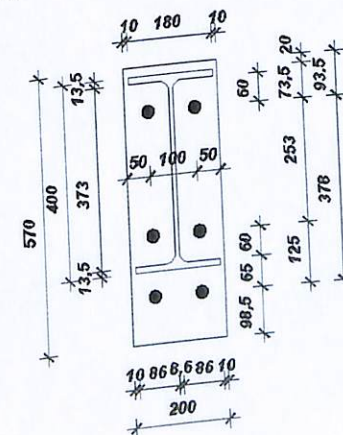
A gerenda homloklemezének ellenállása:

A gerenda öve feletti alsó csavar ellenőrzése:

$$m = w/2 - t_{wc}/2 - 0,8 \times a \times \sqrt{2} = 100/2 - 8,6/2 - 0,8 \times 4 \times \sqrt{2} = 41,17 \text{ mm}$$

$$e_f = 73,5 \text{ mm}$$

$$n = e = 50 \text{ mm}$$



$$m_2 = e_f - 0,8 \times a_f \times \sqrt{2} = 73,5 - 0,8 \times 4 \times \sqrt{2} = 68,97 \text{ mm}$$

$$\lambda_1 = m / (m + e) = 41,17 / (41,17 + 50) = 0,452$$

$$\lambda_2 = m_2 / (m + e) = 68,97 / (41,17 + 50) = 0,756$$

$$\alpha = 5,6$$

Effektív hossz számítása:

Nem kör alakú töréskép esetén:

$$l_{\text{eff}} = \alpha \times m = 5,6 \times 41,17 = 230,55 \text{ mm}$$

Kör alakú töréskép esetén:

$$l_{\text{eff}} = 2\pi \times m = 2 \times \pi \times 41,17 = 258,68 \text{ mm}$$

A mértékadó effektív hossz: $l_{\text{eff}} = 230,55 \text{ mm}$

A homloklemez nyomatéki teherbírása:

$$t_{fc} = 20 \text{ mm}$$

$$M_{pl,1,Rd} = M_{pl,2,Rd} = 0,25 \times l_{\text{eff}} \times t_{fc}^2 \times (f_y / \gamma_{M0}) =$$

$$= 0,25 \times 230,55 \times 20^2 \times (235/1) = 5,42 \text{ kNm}$$

$$F_{t,Rd} = \frac{0,9 \times f_{ub} \times A_s}{1,25} = \frac{0,9 \times 800 \times 157}{1,25} = 90,43 \text{ kN}$$

A T elem 1. tönkremeneteli módja:

$$F_{t,1,Rd} = 4 \times M_{pl,1,Rd} / m = (4 \times 5,42 \times 10^6) / 41,17 = 526,60 \text{ kN}$$

A T elem 2. tönkremeneteli módja:

$$F_{t,2,Rd} = \frac{2 \times M_{pl,1,Rd} + n \times \sum F_{t,Rd}}{m + n} =$$

$$= \frac{2 \times 5,42 \times 10^6 + 50 \times 2 \times 90,43 \times 10^3}{41,17 + 50} = 218,09 \text{ kN}$$

A T elem 3. tönkremeneteli módja:

$$F_{t,3,Rd} = \sum F_{t,Rd} = 2 \times 90,43 = \underline{180,86 \text{ kN}}$$

A mértékadó tönkremeneteli mód a 3. Vagyis $F_{t,2,Rd} = 180,86 \text{ kN}$

A gerenda öve alatti (külső) csavar esetén:

$$l_{eff} = e_1 + \alpha \times m - (2 \times m + 0,625 \times e) =$$

$$= 100 + 5,6 \times 41,17 - (2 \times 41,17 + 0,625 \times 50) = 216,96 \text{ mm}$$

A homloklemez nyomatéki teherbírása: $t_{fc} = 20 \text{ mm}$

$$M_{pl,1,Rd} = M_{pl,2,Rd} = 0,25 \times l_{eff} \times t_{fc}^2 \times (f_y / \gamma_{M0}) =$$

$$= 0,25 \times 216,96 \times 20^2 \times (235/1) = 5,10 \text{ kNm}$$

A T elem 1. tönkremeneteli módja:

$$F_{T,1,Rd} = 4 \times M_{pl,1,Rd} / m = (4 \times 5,10 \times 10^6) / 41,17 = 495,51 \text{ kN}$$

A T elem 2. tönkremeneteli módja:

$$F_{T,2,Rd} = \frac{2 \times M_{pl,1,Rd} + n \times \sum F_{t,Rd}}{m + n} =$$

$$= \frac{2 \times 5,10 \times 10^6 + 50 \times 2 \times 90,43 \times 10^3}{41,17 + 50} = 211,07 \text{ kN}$$

A T elem 3. tönkremeneteli módja:

$$F_{T,3,Rd} = \sum F_{t,Rd} = 2 \times 90,43 = \underline{180,86 \text{ kN}}$$

A mértékadó tönkremeneteli mód a 3. Vagyis $F_{t,2,Rd} = 180,86 \text{ kN}$

A teljes homloklemez hajlítási ellenállása - az alsó és a felső csavarsor teherbírásának figyelembevételével: $z = 378 \text{ mm}$

$$M_{j,Rd} = \sum z \times F_{t,Rd} = 0,378 \times (180,86 + 180,86) = 136,73 \text{ kNm}$$

A teherbírás ellenőrzése:

$$M_{j,Ed} = 113,03 \text{ kN} < M_{j,Rd} = 136,73 \text{ kN} \rightarrow \text{megfelel!}$$

Alkalmazott csavar: **6 db M16 8.8**

A csomópontnál alkalmazott varratok gyökmérete kétoldali sarokvarrattal: **$a = 4,0 \text{ mm}$**

Az alkalmazott homloklemez vastagsága **20 mm**. A pontos méretei a tervrajzon látható.

XIII.) Falvázoszlop méretezése:

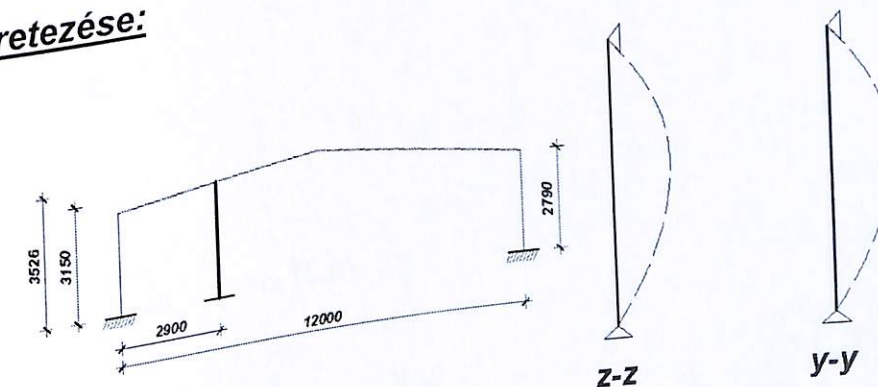
XIII.1.) Statikai váz:

$$v_{z-z} = 1,0$$

$$v_{y-y} = 1,0$$

$$L = 3,15 \text{ m}$$

HEA 140



XIII.2.) Anyagminőség:

S235

XIII.3.) Terhek:

XIII.3.1.) Állandó terhek:

$$\gamma_G = 1,35$$

XIII.3.1.1.) Oszlop önsúlya:

$$g_{\text{oszlop}}^k = 0,247 \text{ kN/m}$$

$$\gamma_G = 1,35$$

XIII.3.1.2.) Burkolat önsúlya:

$$g_{\text{burkolat}}^k = 0,375 \text{ kN/m}^2$$

XIII.3.1.3.) Szelemen önsúly:

$$g_{\text{szelemen}}^k = 0,029 \text{ kN/m} \rightarrow Z200/1,0$$

XIII.3.2.) Szélteher: $C_{pe,10}$

$$\gamma_w = 1,5$$

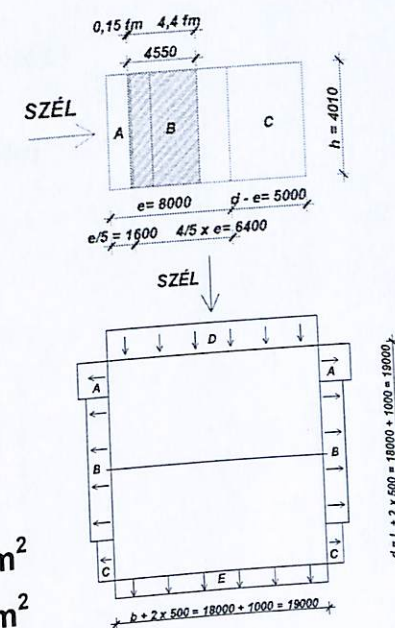
Mivel a szélszívásnak nagyobb $C_{pe,10}$ tényezője van, mint a szélnyomásnak, ezért ezzel számolok a továbbiakban!

$$\text{A zóna: } C_{pe,ny}^A = -1,2$$

$$\text{B zóna: } C_{pe,ny}^B = -0,8$$

$$w_{e,A}^k = q_p \times C_{pe,10,A} = 0,2955 \times (-1,2) = -0,355 \text{ kN/m}^2$$

$$w_{e,B}^k = q_p \times C_{pe,10,B} = 0,2955 \times (-0,8) = -0,236 \text{ kN/m}^2$$



XIII.4.) Terhek meghatározása:

XIII.4.1.) Állandó terhek:

Terhelő mező:

$$a = 4,55 \text{ m} \quad b = 1,32 \text{ m} \quad c = 3,15 \text{ m}$$

$$p_{\text{burkolat}} = ((a \times b) \times g_{\text{burkolat}}^k + a \times g_{\text{szelemen}}^k) = (4,55 \times 1,32) \times 0,375 + 4,55 \times 0,029 = 2,38 \text{ kN}$$

$$N_{Ed} = (g_{\text{oszlop}}^k \times c + (n \times p_{\text{burkolat}}^k)) \times \gamma_G = (0,247 \times 3,15 + (3 \times 2,38)) \times 1,35 = 10,69 \text{ kN}$$

XIII.4.2.) Szélből adódó teher:

$$w_{e,A}^k = -0,355 \text{ kN/m}^2 \quad w_{e,B}^k = -0,236 \text{ kN/m}^2 \quad t_1 = 0,15 \text{ m} \quad t_2 = 4,40 \text{ m}$$

$$p_{w,e}^k = (-0,355 \times 0,15) = -0,053 \text{ kN/m}$$

$$p_{w,e}^d = p_{w,e}^k \times \gamma_w = -0,053 \times 1,5 = -0,080 \text{ kN/m}$$

$$p_{w,e}^k{}_B = (-)0,236 \times 4,4 = -1,038 \text{ kN/m}$$

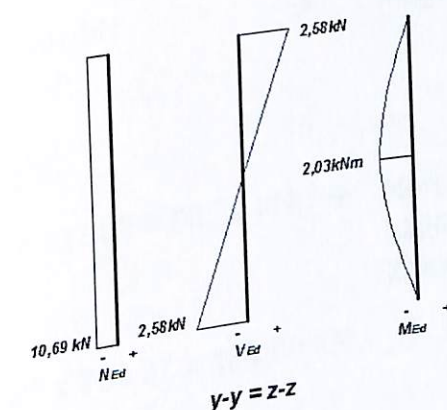
$$p_{w,e}^d{}_B = p_{w,e}^k{}_B \times \gamma_w = -1,038 \times 1,5 = -1,56 \text{ kN/m}$$

$$p_{w,e}^d = p_{w,e}^d{}_A + p_{w,e}^d{}_B = (-)0,080 + (-)1,56 = -1,64 \text{ kN/m}$$

$$M_{Ed} = (p_{w,e}^d \times L^2)/8 = ((-)1,64 \times 3,15^2)/8 = 2,03 \text{ kNm}$$

$$V_{Ed} = (p_{w,e}^d \times L)/2 = ((-)1,64 \times 3,15)/2 = 2,58 \text{ kN}$$

XIII.5.) Igénybevételi ábrák:



XIII.6.) Keresztmetszetek méretezése:

$$M_{yEd} = 2,03 \text{ kNm}$$

$$N_{Ed} = 10,69 \text{ kN}$$

$$V_{Ed} = 2,58 \text{ kN}$$

HEA 140 → 1.o. km.-et

XIII.6.1.) Megfelelő szerkezeti ellenállások számítása:

$$\text{HEA 140} \rightarrow W_{pl,y} = 1,735 \times 10^5 \text{ mm}^3; A_v = 1010 \text{ mm}^2; A = 3142 \text{ mm}^2$$

Hajlítás:

$$M_{pl,Rd} = ((W_{pl,y} \times f_y) / \gamma_{M0}) \times 10^{-6}$$

$$M_{pl,Rd,HEA} = ((1,735 \times 10^5 \times 235) / 1,00) \times 10^{-6} = 40,77 \text{ kNm}$$

Nyírás:

$$V_{pl,Rd} = ((A_v \times f_y) / 3^{1/2} \times \gamma_{M0}) \times 10^{-3}$$

$$V_{pl,Rd,HEA} = ((1010 \times 235) / 3^{1/2} \times 1,0) \times 10^{-3} = 137,03 \text{ kN}$$

Nyomás:

$$N_{pl,Rd} = ((A \times f_y) / \gamma_{M0}) \times 10^{-3}$$

$$N_{pl,Rd,HEA} = ((3142 \times 235) / 1,0) \times 10^{-3} = 738,37 \text{ kN}$$

XIII.6.2.) Ellenőrzés:

$$M_{yEd} = 2,03 \text{ kNm} < 40,77 \text{ kNm}$$

→ megfelel hajlításra!

$$V_{Ed} = 2,58 \text{ kN} < 137,03 \text{ kN}$$

→ megfelel nyírásra!

$$N_{Ed} = 10,69 \text{ kN} < 738,37 \text{ kN}$$

→ megfelel nyomásra!

XIII.6.3.) Kölcsönhatás vizsgálata:

$$V_{Ed} = 2,58 \text{ kN} < 0,5 \times 137,03 = 68,52 \text{ kN} \rightarrow \text{Nem kell vizsgálni hajlítás és nyírás kölcsönhatását.}$$

$$N_{Ed} = 10,69 \text{ kN} < 0,25 \times 738,37 = 184,59 \text{ kN} \rightarrow \text{Nem kell vizsgálni hajlítás és normálerő kölcsönhatását.}$$

XIII.7.) Lehajlás vizsgálata:

$$E = 210000 \text{ N/mm}^2 \quad I_y = 1,033 \times 10^7 \text{ mm}^4$$

$$x = (5 \times q \times l^4) / (384 \times E \times I_y) =$$

$$= (5 \times 1,64 \times 3150^4) / (384 \times 210000 \times 1,033 \times 10^7) = 0,97 \text{ mm}$$

$$l/250 = 3150/250 = 12,6 \text{ mm} > 0,97 \text{ mm} \rightarrow \text{megfelel!}$$

XIII.8.) Oszlop stabilitásvizsgálata:XIII.8.1.) Kihajlás vizsgálat a keret síkjában, z tengely körül:

$$\text{Alul - felül csuklós: } v = 1,0 \quad l_0 = 3,15 \text{ m}$$

$$\text{HEA 140} \rightarrow I_z = 3,893 \times 10^7 \text{ mm}^4 \quad i_z = 35,2 \text{ mm}$$

$$A = 3142 \text{ mm}^2$$

$$L = l_0 \times v = 3,15 \times 1,0 = 3,15 \text{ m}$$

$$\lambda_{z1} = L/i_z = 3150/35,2 = 89,49$$

$$\lambda_E = 93,9 \times 1,00 = 93,9$$

$$\Delta_{z1} = \lambda_{z1} / \lambda_E = 89,49 / 93,9 = 0,9530 \rightarrow \text{c görbe}$$

$$\chi_z = 0,5680 \rightarrow \text{interpolálva}$$

$$N_{pl,Rd,HEA} = ((3142 \times 235) / 1,0) \times 10^{-3} = 738,37 \text{ kN}$$

$$N_{b,Rd,z} = 0,5680 \times 738,37 = 419,39 \text{ kN} > N_{Ed} = 10,69 \text{ kN} \rightarrow \text{megfelel!}$$

XIII.8.2.) Kihajlás vizsgálat a keret síkjára merőlegesen, y tengely körül:

$$\begin{aligned} \text{Alul - felül csuklós: } v &= 1,0 & l_0 &= 3,15 \text{ m} \\ \text{HEA 140} &\rightarrow & i_y &= 57,3 \text{ mm} \\ && I_y &= 1,033 \times 10^7 \text{ mm}^4 \\ && A &= 6434 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$L = l_0 \times v = 3,15 \times 1,0 = 3,15 \text{ m}$$

$$\lambda_{y1} = L / i_y = 3150 / 57,3 = 54,97$$

$$\Delta_{y1} = \lambda_{y1} / \lambda_E = 54,97 / 93,9 = 0,5854 \rightarrow \text{b görbe}$$

$$\chi_y = 0,8440 \rightarrow \text{interpolálva}$$

$$N_{pl,Rd,HEA} = ((3142 \times 235) / 1,0) \times 10^{-3} = 738,37 \text{ kN}$$

$$N_{b,Rd,y} = 0,8440 \times 738,37 = 623,18 \text{ kN} > N_{Ed} = 10,69 \text{ kN} \rightarrow \text{megfelel!}$$

XIII.8.3.) Kifordulás vizsgálat a keret síkjában, z tengely körül:

$$A_{fz} = 140 \times 8,5 + (116/6) \times 5,5 = 1296,33 \text{ mm}^2$$

$$I_{fz} = \frac{8,5 \times 140^3}{12} + \frac{19,33 \times 10^3}{12} = 1,945 \times 10^6 \text{ mm}^4$$

$$i_{fz} = \sqrt{\frac{1,945 \times 10^6}{1296,33}} = 38,73 \text{ mm}$$

$$\Delta_{c0} = 0,5$$

$$k_c = 0,94$$

$$M_{pl,Rd,HEA} = ((1,735 \times 10^5 \times 235) / 1,00) \times 10^{-6} = 40,77 \text{ kNm}$$

$$\Delta_{c0} \times (M_{c,Rd} / M_{Ed}) = 0,5 \times (40,77 / 2,03) = 10,04$$

$$\lambda_f = \frac{k_c \times L_c}{i_{fz} \times l_e} = \frac{0,94 \times 1320}{38,73 \times 93,9} = 0,341 < 10,04 \rightarrow \text{Nem következik be kifordulás!}$$

XIII.8.4.) Kihajlás és kifordulás interakciója:Method 2: $c_{my} = 0,9$

$$c_{my} \times \left[1 + (\lambda_y - 0,2) \times \frac{NEd \times \gamma_{M1}}{\chi_y \times A \times f_y} \right] =$$

$$= 0,9 \times \left[1 + (0,5854 - 0,2) \times \frac{10690 \times 1,0}{0,8440 \times 3142 \times 235} \right] = 0,906$$

 $k_{yy} = \min$

$$c_{my} \times \left(1 + 0,8 \times \frac{NEd \times \gamma_{M1}}{\chi_y \times A \times f_y} \right) = 0,9 \times \left(1 + 0,8 \times \frac{10690 \times 1,0}{0,8440 \times 3142 \times 235} \right) = 0,912$$

$$k_{zy} = 0,6 \times k_{yy} = 0,6 \times 0,906 = 0,544$$

$$\eta = \frac{NEd}{N_{b,Rd,y}} + k_{yy} \times \frac{MEd}{M_{b,Rd}} = \frac{10,69}{607,01} + 0,906 \times \frac{2,03}{40,77} = 0,063 < 1,0$$

$$\eta = \frac{NEd}{N_{b,Rd,z}} + k_{yz} \times \frac{MEd}{M_{b,Rd}} = \frac{10,69}{607,01} + 0,544 \times \frac{2,03}{40,77} = 0,045 < 1,0$$

Az oszlop kihajlás és kifordulás interakciójára megfelel!

XIV.) A falvázoszlop csomópontjainak kapcsolatai:**XIV.1.) A falvázoszlop-alap csomópontjának kapcsolata:**

$$f_y = 235 \text{ N/mm}^2 \quad f_u = 360 \text{ N/mm}^2 \quad \beta_w = 0,80 \quad a = 3,0 \text{ mm}$$

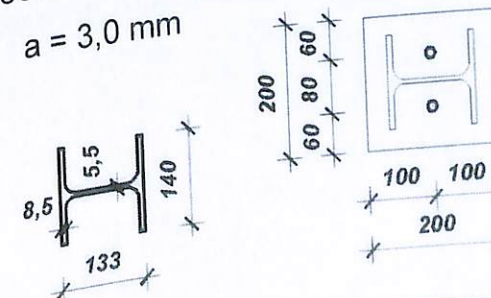
$$\gamma_{M2} = 1,25 \quad V_{Ed} = 2,58 \text{ kN}$$

$$M12 \ 5.6 \rightarrow f_{yb} = 300 \text{ N/mm}^2; \quad f_{ub} = 500 \text{ N/mm}^2 \quad A = 113 \text{ mm}^2$$

$$d = 12 \text{ mm}; \quad d_0 = 13 \text{ mm};$$

$$S235 \rightarrow f_y = 235 \text{ N/mm}^2; \quad f_u = 360 \text{ N/mm}^2$$

$$2 \times a < t \rightarrow 2 \times 3 = 6 > 5,5 \quad \rightarrow a = 3,0 \text{ mm}$$



Csavar ellenőrzése:Csavarkép kialakítása

$$e_1 = 2d_0 = 2 \times 13 = 26 \text{ mm}$$

$$e_2 = 1,5d_0 = 1,5 \times 13 = 19,5 \text{ mm}$$

$$P_1 = P_2 = 3d_0 = 3 \times 13 = 39 \text{ mm}$$

Alk: 60 mm
Alk: 100 mm
Alk: 80 mm

Egy csavar nyírási ellenállása:

$$F_{v,Rd} = n \times ((0,6 \times f_{ub} \times A \times 10^{-3})) / \gamma_{M2} =$$

$$= 1 \times ((0,6 \times 500 \times 113 \times 10^{-3})) / 1,25 = 27,12 \text{ kN}$$

Egy csavar palástnyomási ellenállása:

$$F_{b,Rd} = k_1 \times ((\alpha_b \times f_u \times d \times t \times 10^{-3})) / \gamma_{M2} =$$

$$= 2,5 \times ((1,0 \times 360 \times 12 \times 10 \times 10^{-3})) / 1,25 = 86,4 \text{ kN}$$

$$k_1 \text{ szélső csavar esetén: } \min(2,8 \times e_2/d_0 - 1,7; 2,5)$$

$$\min(2,8 \times 100/13 - 1,7 = 19,84; 2,5)$$

$$\alpha_B \text{ szélső csavar esetén: } \min(e_1/3 \times d_0; f_{ub}/f_u; 1,00)$$

$$\min(60/3 \times 13 = 1,538; 500/360 = 1,389; 1,00)$$

$$\min F_{Rd} = 27,12 \text{ kN} \times 2 = 54,24 \text{ kN}$$

$$V_{Ed} = 2,58 \text{ kN} < F_{Rd} = 54,24 \text{ kN} \rightarrow \text{megfelel!}$$

Alkalmazott csavar: **2 db M12 5.6**

A csomópontnál alkalmazott varratok gyökmérete kétoldali sarokvarrattal: **a = 3 mm**

Az alkalmazott talplemez vastagsága **30 mm**. A pontos méretei a tervrajzon látható.

XIV.2.) A falvázoszlop-rácsostartó csomópontjának kapcsolata:

$$f_y = 235 \text{ N/mm}^2 \quad f_u = 360 \text{ N/mm}^2 \quad \beta_w = 0,80 \quad \gamma_{M2} = 1,25$$

$$a < 0,7 \times t = 3,0 < 0,7 \times 6 = 4,2 \text{ mm} \rightarrow a = 3,0 \text{ mm} \quad V_{Ed} = 2,58 \text{ kN}$$

$$\text{M12 5.6} \rightarrow f_{yb} = 300 \text{ N/mm}^2; \quad f_{ub} = 500 \text{ N/mm}^2$$

$$d = 12 \text{ mm}; \quad d_0 = 13 \text{ mm}; \quad A = 113 \text{ mm}^2$$

$$\text{S235} \rightarrow f_y = 235 \text{ N/mm}^2; \quad f_u = 360 \text{ N/mm}^2$$

Csavar ellenőrzése:

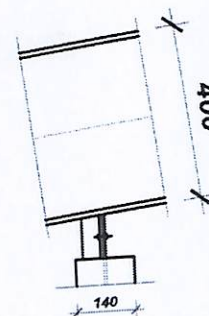
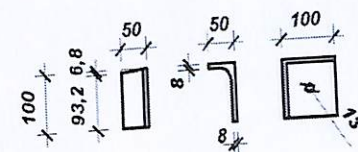
Csavarkép kialakítása

$$e_1 = 2d_0 = 2 \times 13 = 26 \text{ mm}$$

$$e_2 = 1,5d_0 = 1,5 \times 13 = 19,5 \text{ mm}$$

Alk: 30 mm

Alk: 50 mm



Egy csavar nyírési ellenállása:

$$F_{v,Rd} = n \times (0,6 \times f_{ub} \times A \times 10^{-3}) / \gamma_{M2} =$$

$$= 1 \times (0,6 \times 500 \times 113 \times 10^{-3}) / 1,25 = 27,12 \text{ kN}$$

Egy csavar palástnyomási ellenállása:

$$F_{b,Rd} = k_1 \times ((\alpha_B \times f_u \times d \times t \times 10^{-3}) / \gamma_{M2} =$$

$$= 2,5 \times ((0,769 \times 360 \times 12 \times 5,5 \times 10^{-3}) / 1,25 = 36,54 \text{ kN}$$

$$k_1 \text{ szélső csavar esetén: } \min(2,8 \times e_2 / d_0 - 1,7; 2,5)$$

$$\min(2,8 \times 50 / 13 - 1,7 = 9,07; 2,5)$$

$$\alpha_B \text{ szélső csavar esetén: } \min(e_1 / 3 \times d_0; f_{ub} / f_u; 1,00)$$

$$\min(30 / 3 \times 13 = 0,769; 500 / 360 = 1,389; 1,00)$$

$$\min F_{Rd} = 27,12 \text{ kN}$$

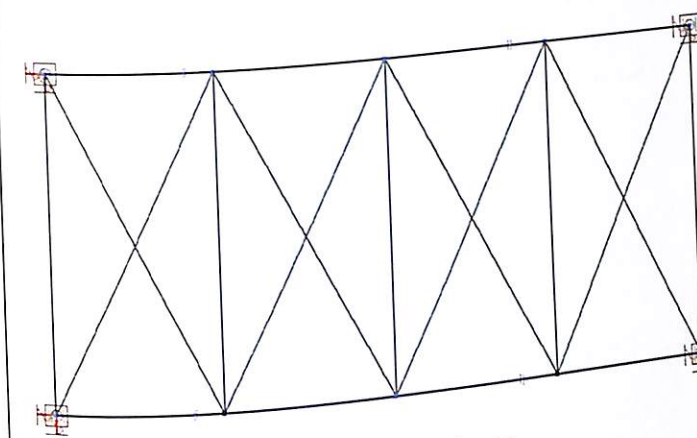
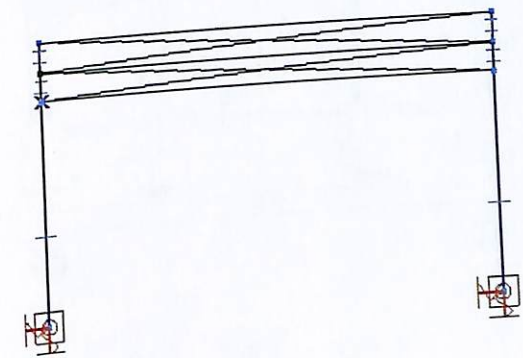
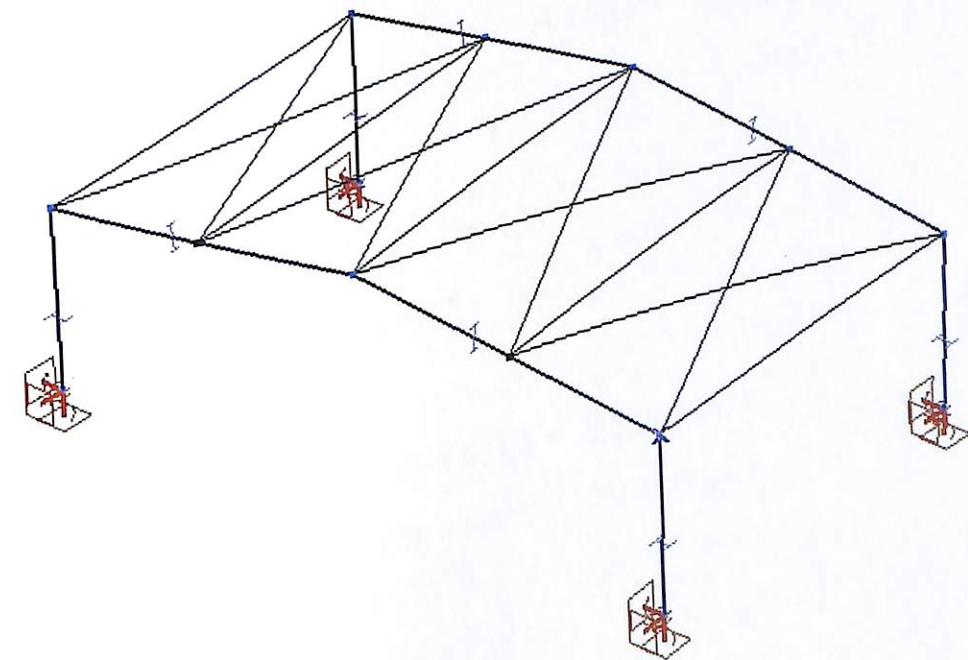
$$V_{Ed} = 2,58 \text{ kN}$$

$$F_{Rd} = 27,12 \text{ kN} \rightarrow \text{megfelel!}$$

Alkalmazott csavar: 1 db M12 5.6

A csomópontnál alkalmazott varratok gyökmérete: a = 3 mm

Az alkalmazott L acél szelvény mérete: 50.100.8 Szélessége: 100 mm

XV.) Merevítőrendszer-szélrács méretezése:**XV.1.) Statikai váz különböző nézetekből:**y-x síkbanz-y síkbanTérben**XV.2.) Anyagminőség:**

S235

XV.3.) Terhek:

XV.3.1.) Szélteher: $C_{pe,10}$ $\gamma_w = 1,5$

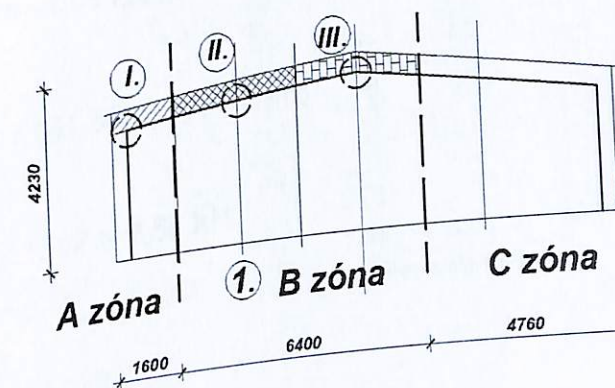
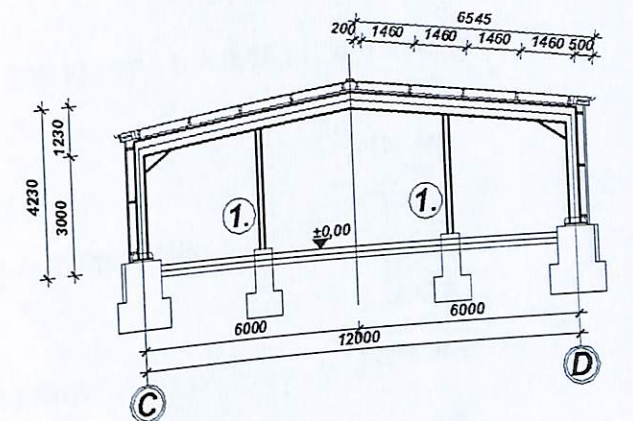
$$p_w^{0^k} = t \times W = t \times (q_p \times C_{pe,10})$$

$$q_p = 0,2955 \text{ kN/m}^2$$

$$I. = 0,81 \text{ m}^2$$

$$II. = 1,57 \text{ m}^2$$

$$III. = 1,56 \text{ m}^2$$



A zóna:

$$C_{pe,sz}^A = -1,20$$

B zóna:

$$C_{pe,ny}^B = -0,8$$

$$w_{e,A}^k = q_p \times C_{pe,10,A} = 0,2955 \times (-)1,2 = -0,355 \text{ kN/m}^2$$

$$w_{e,B}^k = q_p \times C_{pe,10,B} = 0,2955 \times (-)0,8 = -0,236 \text{ kN/m}^2$$

$$P_{w,e}^k A^I = (-)0,355 \times 0,81 = -0,288 \text{ kN}$$

$$P_{w,e}^k B^{II} = (-)0,236 \times 1,57 = -0,371 \text{ kN}$$

$$P_{w,e}^k B^{III} = (-)0,236 \times 1,56 = -0,368 \text{ kN}$$

$$P_{w,EdA}^I = (-)0,288 \times 1,5 = -0,432 \text{ kN}$$

$$P_{w,EdB}^{II} = (-)0,371 \times 1,5 = -0,557 \text{ kN}$$

$$P_{w,EdB}^{III} = (-)0,368 \times 1,5 = -0,552 \text{ kN}$$

XV.3.2.) A falvázoszlopról átadódó teher:

$$w_{e,A}^k = -0,355 \text{ kN/m}^2 \quad w_{e,B}^k = -0,236 \text{ kN/m}^2 \quad t_1 = 0,15 \text{ m} \quad t_2 = 4,40 \text{ m}$$

$$p_{w,e}^k A = (-)0,355 \times 0,15 = -0,053 \text{ kN/m}$$

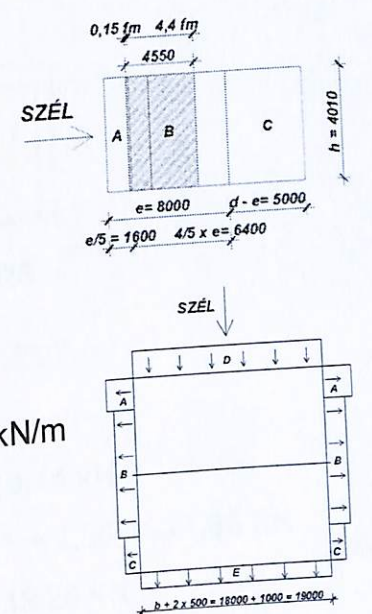
$$p_{w,e}^d A = p_{w,e}^k \times \gamma_w = -0,053 \times 1,5 = -0,080 \text{ kN/m}$$

$$p_{w,e}^k B = (-)0,236 \times 4,4 = -1,038 \text{ kN/m}$$

$$p_{w,e}^d B = p_{w,e}^k \times \gamma_w = -1,038 \times 1,5 = -1,56 \text{ kN/m}$$

$$p_{w,e}^d = p_{w,e}^d A + p_{w,e}^d B = (-)0,080 + (-)1,56 = -1,64 \text{ kN/m}$$

$$V_{Ed} = (p_{w,e}^d \times L)/2 = ((-)1,64 \times 3,15)/2 = 2,58 \text{ kN}$$

**XV.3.3.) Imperfekcióból adódó teher:**

$$L = 12,0 \text{ m}$$

$$N_{Ed} = 119,92 \text{ kN}$$

m – megtámasztott elemek száma

$$m = 4 \text{ db}$$

$$\alpha_m = \sqrt{0,5 \times \left(1 + \frac{1}{m}\right)} = \sqrt{0,5 \times \left(1 + \frac{1}{4}\right)} = 0,791$$

$$\alpha_h = 2/\sqrt{L} = 2/\sqrt{12,0} = 0,577$$

$$\varnothing_0 = L/200 = 12,0/200 = 0,060$$

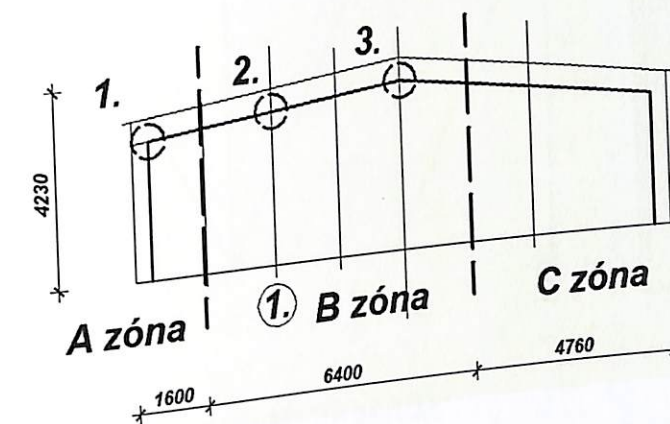
$$\varnothing = \varnothing_0 \times \alpha_h \times \alpha_m = 0,060 \times 0,577 \times 0,791 = 0,026$$

$$e_0 = \varnothing \times L = 0,026 \times 12,0 = 0,312 \text{ m}$$

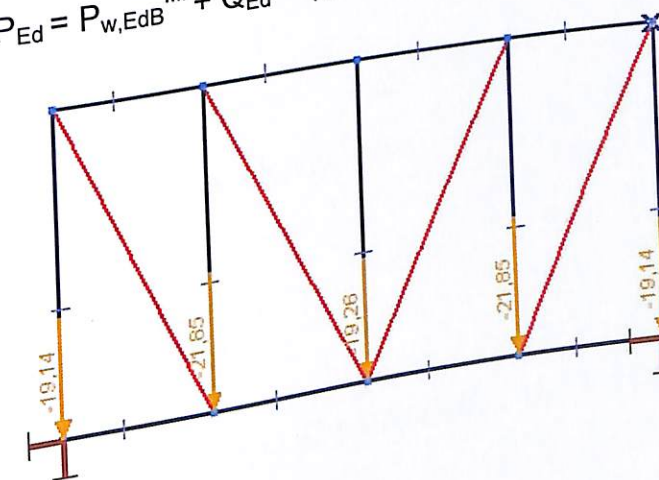
$$Q_d = 4 \times (N_{Ed}/L) \times e_0 \times 10^{-3} = 4 \times (119,92/12,0) \times 0,312 = 12,47 \text{ kN}$$

$$Q_{Ed} = Q_d \times \gamma = 12,47 \times 1,5 = 18,71 \text{ kN}$$

XV.4.) Végleges terhek összegzése a csomópontokra:

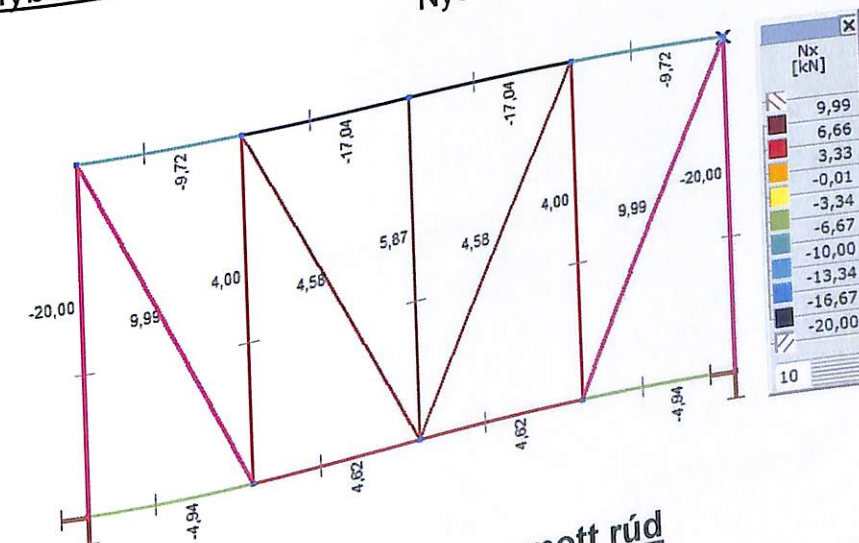


1. $P_{Ed} = P_{w,EdA}^I + Q_{Ed} = (-)0,432 + 18,71 = -19,14 \text{ kN}$
2. $P_{Ed} = P_{w,EdB}^{II} + Q_{Ed} + V_{Ed} = (-)0,557 + 18,71 + 2,58 = -21,85 \text{ kN}$
3. $P_{Ed} = P_{w,EdB}^{III} + Q_{Ed} = (-)0,552 + 18,71 = -19,26 \text{ kN}$

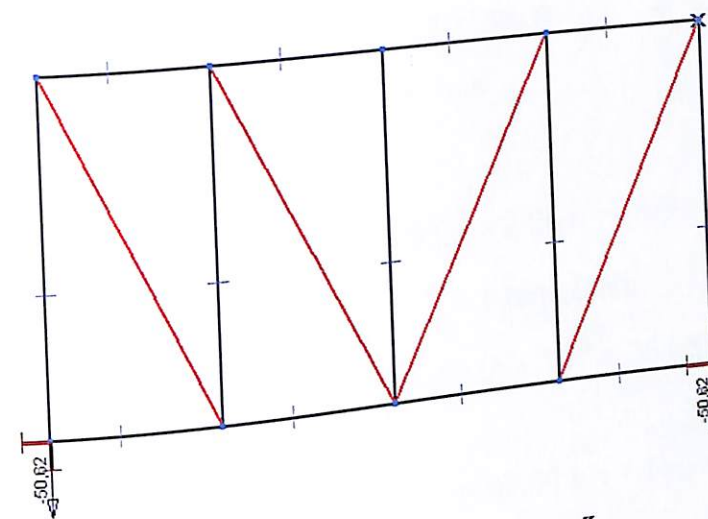


XV.5.) Igénybevételi ábra:

Húzott rúd: 10,0 kN
Nyomott rúd: 20,0 kN



Húzott-Nyomott rúd



y irányú támaszerő

Min Rz	
1. támasz	
Eset: ST1	
Rx [kN]	*
Ry [kN]	*
Rz [kN]	-50,62
Rox [kNm]	*
Roy [kNm]	*
Rzz [kNm]	*
Rr [kN]	*
Rrr [kNm]	*
OK	

XV.6.) Szélrács méretezése:

XV.6.1.) Húzott rúd:

$$N_x = 10,0 \text{ kN}$$

Feltételezett Acél körszelvény: $\emptyset 8$

Ellenőrzés húzásra:

$$N_{pl,Rd} = (A \times f_y) / \gamma_{M0} = ((50,27 \times 235) / 1,0) \times 10^{-3} = 11,81 \text{ kN}$$

$$10,0 / 11,81 = 0,85 < 1,0 \rightarrow \text{megfelel 85\%-os kihasználtsággal!}$$

XV.6.2.) Nyomott rúd:

$$N_x = 20,0 \text{ kN}$$

Feltételezett melegem hengerelt egyenlő szárú L acél: 80.80.10

Kihajlás vizsgálat:

$$l_0 = 6,0 \text{ m}$$

$$L80.80.10$$

$$v = 1,0$$

$$i_y = 24,1 \text{ mm}$$

$$A = 1510 \text{ mm}^2$$

$$L/i_y = 6000/24,1 = 248,96 < 250,0 \rightarrow \text{megfelel!}$$

$$L = l_0 \times v = 6,0 \times 1,0 = 6,0 \text{ m}$$

$$\lambda_E = 93,9 \times 1,00 = 93,9;$$

$$\lambda_{y1} = \lambda_{y1}/\lambda_E = 248,96/93,9 = 2,651 \rightarrow \text{b görbe}$$

$$\chi_y = 0,1347 \rightarrow \text{interpolálva}$$

$$N_{pl,Rd,HEA} = ((1510 \times 235)/1,0) \times 10^{-3} = 354,85 \text{ kN}$$

$$N_{b,Rd,y} = 0,1347 \times 354,85 = 47,80 \text{ kN} > N_{Ed} = 20,0 \text{ kN} \rightarrow \text{megfelel!}$$

XV.6.3.) Szélrács csomópontjának kapcsolata:

$$\begin{array}{llll} f_y = 235 \text{ N/mm}^2 & f_u = 360 \text{ N/mm}^2 & \beta_w = 0,80 & a = 4,0 \text{ mm} \\ \gamma_{M2} = 1,25 & V_{Ed} = 10,0 \text{ kN} & t = 10,0 \text{ mm} & t_{ger} = 8,6 \text{ mm} \\ M12 \text{ 5.6} \rightarrow & f_{yb} = 300 \text{ N/mm}^2; & f_{ub} = 500 \text{ N/mm}^2 & A = 113 \text{ mm}^2 \\ & d = 12 \text{ mm}; & d_0 = 13 \text{ mm}; & \\ S235 \rightarrow & f_y = 235 \text{ N/mm}^2; & f_u = 360 \text{ N/mm}^2 & \end{array}$$

Csavar ellenőrzése:

Csavarkép kialakítása

$$\begin{array}{l} e_1 = 1,2d_0 = 1,2 \times 13 = 15,6 \text{ mm} \\ e_2 = 1,2d_0 = 1,2 \times 13 = 15,6 \text{ mm} \\ p_1 = 2,2d_0 = 2,2 \times 13 = 28,6 \text{ mm} \end{array}$$

$$\begin{array}{l} \text{Alk: } 40 \text{ mm} \\ \text{Alk: } 30 \text{ mm} \\ \text{Alk: } 40 \text{ mm} \end{array}$$

Egy csavar nyírási ellenállása:

$$\begin{aligned} F_{v,Rd} &= n \times ((0,6 \times f_{ub} \times A \times 10^{-3}) / \gamma_{M2}) = \\ &= 1 \times ((0,6 \times 500 \times 113 \times 10^{-3}) / 1,25) = 27,12 \text{ kN} \end{aligned}$$

Egy csavar palástnyomási ellenállása:

$$\begin{aligned} F_{b,Rd} &= k_1 \times ((\alpha_b \times f_u \times d \times t_{ger} \times 10^{-3}) / \gamma_{M2}) = \\ &= 2,5 \times ((1,0 \times 360 \times 12 \times 8,6 \times 10^{-3}) / 1,25) = 74,30 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$k_1 \text{ szélső csavar esetén: } \min(2,8 \times e_2/d_0 - 1,7; 2,5)$$

$$\min(2,8 \times 40/13 - 1,7 = 6,92; 2,5)$$

$$\alpha_B \text{ szélső csavar esetén: } \min(e_1/3 \times d_0; f_{ub}/f_u; 1,00)$$

$$\min(40/3 \times 13 = 1,026; 500/360 = 1,389; 1,00)$$

$$\min F_{Rd} = 27,12 \times 2 = 54,24 \text{ kN}$$

$$V_{Ed} = 10,0 \text{ kN} < F_{Rd} = 54,24 \text{ kN} \rightarrow \text{megfelel!}$$

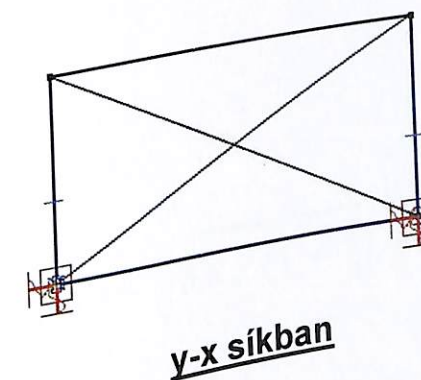
Alkalmazott csavar: **2 db M12 5.6**

A csomópontnál alkalmazott varratok gyökmérete kétoldali sarokvarrattal: **a = 4 mm**

Az alkalmazott csomólemez vastagsága **10 mm**. A pontos méretei a tervrajzon látható.

XVI.) Merevítőrendszer-hosszkötés méretezése:

XVI.1.) Statikai váz:



XVI.2.) Anyagminőség:

S235

XVI.3.) Terhek:

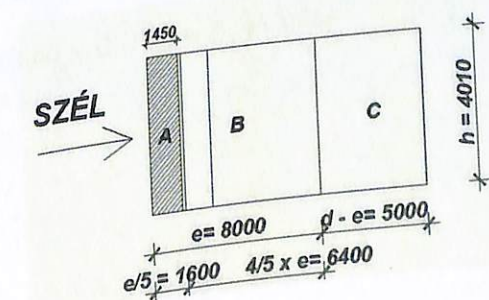
$$\gamma_w = 1,5$$

XVI.3.1.) Szélteher: $C_{pe,10}$

$$p_w^{0^{\circ}k} = t \times W = t \times (q_p \times C_{pe,10})$$

$$q_p = 0,2955 \text{ kN/m}^2$$

$$t = 1,45 \text{ m}$$



A zóna: $C_{pe,sz}^A = -1,20$

Belső nyomás: $C_{pe,bny}^A = 0,20$

$$w_e^{k0} = q_p \times C_{peA} = 0,2955 \times ((-1,2 + 0,20)) = -0,414 \text{ kN/m}^2$$

$$p_{w,e}^k = (-)0,414 \times 1,45 = -0,600 \text{ kN/m}$$

$$p_{w,e}^d = p_{w,e}^k \times \gamma_w = -0,600 \times 1,5 = -0,900 \text{ kN/m}$$

XVI.3.2.) A szélrács támaszáról átadódó teher:

$$N_x = 50,62 \text{ kN}$$

XVI.3.3.) Imperfekcióból adódó teher:

$$L = 3,0 \text{ m}$$

$$N_{Ed} = 137,89 \text{ kN}$$

$$m = 4 \text{ db}$$

$$\alpha_m = \sqrt{0,5 \times (1 + \frac{1}{m})} = \sqrt{0,5 \times (1 + \frac{1}{4})} = 0,791$$

$$\alpha_h = 2/\sqrt{L} = 2/\sqrt{3,0} = 1,154$$

$$\varnothing_0 = L/200 = 3,0/200 = 0,015$$

$$\varnothing = \varnothing_0 \times \alpha_h \times \alpha_m = 0,015 \times 1,154 \times 0,791 = 0,014$$

$$e_0 = \varnothing \times L = 0,014 \times 3,0 = 0,043 \text{ m}$$

$$q_d = 8 \times (N_{Ed}/L^2) \times e_0 \times 10^{-3} = 8 \times (137,89/3,0^2) \times 0,043 = 5,27 \text{ kN/m}$$

$$Q_d = 4 \times (N_{Ed}/L) \times e_0 \times 10^{-3} = 4 \times (137,89/3,0) \times 0,043 = 7,91 \text{ kN}$$

$$q_{Ed} = q_d \times \gamma = 5,27 \times 1,5 = 7,91 \text{ kN/m}$$

$$Q_{Ed} = Q_d \times \gamma = 7,91 \times 1,5 = 11,87 \text{ kN}$$

XVI.4.) Végleges terhek összegzése:

Szélső oszlopra megoszló teher:

$$p_{w,e}^d + q_{Ed} = (-)0,900 + 7,91 = 8,81 \text{ kN/m}$$

Felső csomópontra koncentrált erő:

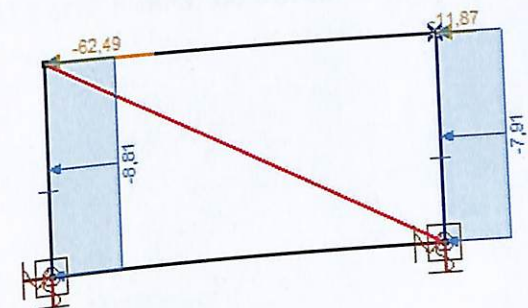
$$N_x + Q_{Ed} = 50,62 + 11,87 = 62,49 \text{ kN}$$

Közbenső oszlopra megoszló teher:

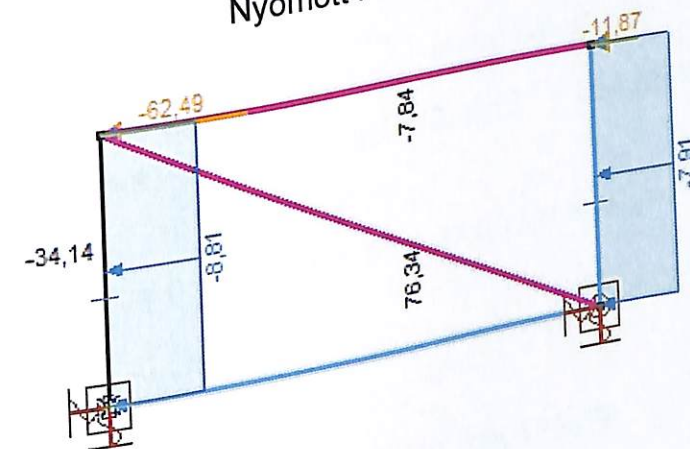
$$q_{Ed} = 7,91 \text{ kN/m}$$

Felső csomópontra koncentrált erő:

$$Q_{Ed} = 11,87 \text{ kN}$$

**XVI.5.) Igénybevételi ábra:**

Húzott rúd: 76,34 kN
Nyomott rúd: 7,84 kN



Nx [kN]
76,34
64,07
51,79
39,52
27,24
14,96
2,69
-9,59
-21,87
-34,14
10

XVI.6.) Hosszkötés méretezése:**XVI.6.1.) Húzott rúd:**

$$N_x = 76,34$$

Feltételezett Acél körszelvény: $\emptyset 22$

Ellenőrzés húzásra:

$$N_{pl,Rd} = (A \times f_y) / \gamma_{M0} = ((380,13 \times 235) / 1,0) \times 10^{-3} = 89,33 \text{ kN}$$

$$76,34 / 89,33 = 0,85 < 1,0 \rightarrow \text{megfelel 85\% -os kihasználtsággal}$$

XVI.6.2.) Nyomott rúd:

$$N_x = 7,84 \text{ kN}$$

Feltételezett melegen hengerelt egyenlő szárú L acél: 80.80.10

Kihajlás vizsgálat:

$$l_0 = 6,0 \text{ m} \quad v = 1,0$$

$$L80.80.10 \rightarrow i_y = 24,1 \text{ mm} \quad A = 1510 \text{ mm}^2$$

$$L/i_y = 6000/24,1 = 248,96 < 250,0 \rightarrow \text{megfelel!}$$

$$L = l_0 \times v = 6,0 \times 1,0 = 6,0 \text{ m}$$

$$\lambda_E = 93,9 \times 1,00 = 93,9;$$

$$\Delta_{y1} = \lambda_{y1}/\lambda_E = 248,96/93,9 = 2,651 \rightarrow \text{b görbe}$$

$$\chi_y = 0,1347 \rightarrow \text{interpolálva}$$

$$N_{pl,Rd,HEA} = ((1510 \times 235)/1,0) \times 10^{-3} = 354,85 \text{ kN}$$

$$N_{b,Rd,y} = 0,1347 \times 354,85 = 47,80 \text{ kN} > N_{Ed} = 7,84 \text{ kN} \rightarrow \text{megfelel!}$$

XVI.6.3.) Hosszkötés csomópontjának kapcsolata:

$$f_y = 235 \text{ N/mm}^2 \quad f_u = 360 \text{ N/mm}^2 \quad \beta_w = 0,80 \quad a = 4,0 \text{ mm}$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

$$V_{Ed} = 76,34 \text{ kN}$$

$$t_{ger} = 8,0 \text{ mm}$$

$$M16 \ 5.6 \rightarrow f_{yb} = 300 \text{ N/mm}^2; \quad f_{ub} = 500 \text{ N/mm}^2 \quad A = 201 \text{ mm}^2$$

$$d = 16 \text{ mm}; \quad d_0 = 18 \text{ mm};$$

$$S235 \rightarrow f_y = 235 \text{ N/mm}^2; \quad f_u = 360 \text{ N/mm}^2$$

Csavar ellenőrzése:Csavarkép kialakítása

$$e_1 = 1,2d_0 = 1,2 \times 18 = 21,6 \text{ mm}$$

$$e_2 = 1,2d_0 = 1,2 \times 18 = 21,6 \text{ mm}$$

$$p_1 = 2,2d_0 = 2,2 \times 18 = 39,6 \text{ mm}$$

Alk: 60 mm
Alk: 30 mm
Alk: 60 mm

Egy csavar nyírási ellenállása:

$$F_{v,Rd} = n \times ((0,6 \times f_{ub} \times A \times 10^{-3})) / \gamma_{M2} =$$

$$= 1 \times ((0,6 \times 500 \times 201 \times 10^{-3})) / 1,25 = 48,24 \text{ kN}$$

Egy csavar palástnyomási ellenállása:

$$F_{b,Rd} = k_1 \times ((\alpha_b \times f_u \times d \times t_{ger} \times 10^{-3})) / \gamma_{M2} =$$

$$= 2,5 \times ((0,741 \times 360 \times 16 \times 8 \times 10^{-3})) / 1,25 = 68,29 \text{ kN}$$

$$k_1 \text{ szélső csavar esetén: } \min(2,8 \times e_2/d_0 - 1,7; 2,5)$$

$$\min(2,8 \times 40/18 - 1,7 = 4,52; 2,5)$$

$$\alpha_b \text{ szélső csavar esetén: } \min(e_1/3 \times d_0; f_{ub}/f_{u1}; 1,00)$$

$$\min(40/3 \times 18 = 0,741; 500/360 = 1,389; 1,00)$$

$$\min F_{Rd} = 48,24 \text{ kN} \times 2 = 96,48 \text{ kN}$$

$$V_{Ed} = 76,34 \text{ kN} < F_{Rd} = 96,48 \text{ kN} \rightarrow \text{megfelel!}$$

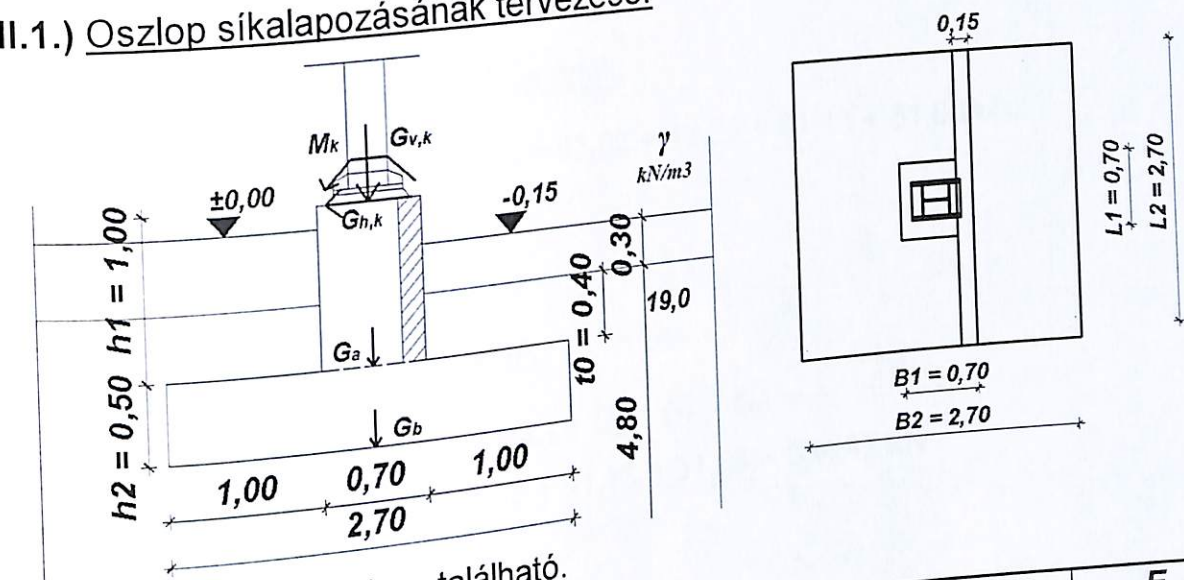
Alkalmazott csavar: **2 db M16 5.6**

A csomópontnál alkalmazott varratok gyökmérete kétoldali sarokvarrattal: **a = 4 mm**

Az alkalmazott csomólemez vastagsága **10 mm**. A pontos méretei a tervrajzon látható.

XVII.) Alapozás

XVII.1.) Oszlop síkalapozásának tervezése:



A talajvíz 7,0 m mélyen található.

Megnevezés	Mélységi adat	ρ_d (t/m ³)	ρ_n (t/m ³)	φ (°)	c (kN/m ²)	E (MN/m ²)
b. humusz	0,00 m - 0,30 m	1,65	-	-	-	-
s. iszapos homokliszt	0,30 m - 5,10 m	1,90	2,10	32	10	25
s. homokos kavics	5,10 m - 8,00 m	1,95	2,00	34	-	60
b. sovány agyag	8,00 m - 10,00 m	1,70	1,85	-	105	12

A felső alaptest súlya:

$$G_a = B_1 \times L_1 \times h_1 \times \gamma_b = 0,70 \times 0,70 \times 1,00 \times 25 = 12,25 \text{ kN}$$

Az alsó alaptest súlya:

$$G_b = B_2 \times L_2 \times h_2 \times \gamma_b = 2,70 \times 2,70 \times 0,50 \times 25 = 91,13 \text{ kN}$$

Az alaptest feletti föld súlya:

$$G_f = (B_2 \times L_2 - B_1 \times L_1 - b_1 \times L_2) \times t_0 \times \gamma_a = (2,70 \times 2,70 - 0,70 \times 0,70) \times 0,40 \times 19,0 = 51,68 \text{ kN}$$

Az oszlopról áthatódó nyomóerő karakterisztikus értéke:

$$G_{v,k} = 93,03 \text{ kN}$$

Az oszlopról áthatódó nyíróerő karakterisztikus értéke:

$$G_{h,k} = 82,86 \text{ kN}$$

Az oszlopról áthatódó nyomaték karakterisztikus értéke:

$$M_k = 93,95 \text{ kNm}$$

XVII.1.1.) Síkalap alatti talajtörés ellenőrzése:

Az alapra jutó igénybevétel:

Függőleges erő karakterisztikus érték:

$$V_k = G_{v,k} + G_a + G_b + G_f = 93,03 + 12,25 + 91,13 + 51,68 = 248,09 \text{ kN}$$

Függőleges erő tervezési érték:

$$V_d = \gamma_G \times V_k = \gamma_G \times (G_{v,k} + G_a + G_b + G_f) = 1,35 \times (93,03 + 12,25 + 91,13 + 51,68) = 334,92 \text{ kN}$$

Vízszintes erő karakterisztikus érték:

$$H_k = G_{h,k} = 82,86 \text{ kN}$$

Vízszintes erő tervezési érték:

$$H_d = \gamma_G \times H_k = 1,35 \times 82,86 = 111,86 \text{ kN}$$

Az eredő helye az alapsíkon:

$$e_{B,k} = M_k / V_k = (M_k + G_{h,k} \times 1,00) / V_k = (93,95 + 82,86 \times 1,50) / 248,09 = 0,879 \text{ m}$$

Az alap talajtörési ellenállása:

Az alap dolgozó szélessége:

$$B' = B_2 - 2 \times e_{B,k} = 2,70 - 2 \times 0,879 = 0,942 \text{ m}$$

Az alap dolgozó hossza:

$$L' = L_2 - 2 \times e_{B,k} = 2,70 - 2 \times 0,879 = 0,942 \text{ m}$$

Az alap dolgozó területe:

$$A' = B' \times L' = 0,942 \times 0,942 = 0,887 \text{ m}^2$$

A teherbírási tényezők:

$$N_q = e^{-\pi \times \text{tg} \varphi'_k} \times \text{tg}^2 \times (45^\circ + \varphi'_k/2) = e^{-\pi \times \text{tg} 32^\circ} \times \text{tg}^2 \times (45^\circ + 32^\circ/2) = 23,14$$

$$N_c = (N_q - 1) \times \text{ctg} \varphi'_k = (23,14 - 1) \times \text{ctg} 32^\circ = 35,43$$

$$N_\gamma = 2 \times (N_q - 1) \times \text{tg} \varphi'_k = 2 \times (23,14 - 1) \times \text{tg} 32^\circ = 27,67$$

Az alaki tényezők:

$$s_q = 1 + ((B'/L') \times \sin \varphi'_k) = 1 + ((0,942/0,942) \times \sin 32^\circ) = 1,53$$

$$s_c = (s_q \times N_q - 1) / (N_q - 1) = (1,53 \times 23,14 - 1) / (23,14 - 1) = 1,55$$

$$s_\gamma = 1 - 0,3 \times (B'/L') = 1 - 0,3 \times (0,942/0,942) = 0,70$$

Alapferdeségi tényező:

$$b_q = b_\gamma = (1 - \alpha \times \text{tg} \varphi'_k)^2 = (1 - 0 \times \text{tg} 32^\circ)^2 = 1,0$$

$$b_c = (b_q \times N_q - 1) / (N_q - 1) = (1,0 \times 23,14 - 1) / (23,14 - 1) = 1,0$$

A ferdeségi tényező paraméterei:

$$f = H_k / (V_k + B' \times L' \times c_k' \times \text{ctg} \varphi'_k) =$$

$$= 82,86 / (248,09 + 0,942 \times 0,942 \times 10 \times \text{ctg} 32^\circ) = 0,316$$

$$m_B = (2 + (B'/L')) / (1 + (B'/L')) = (2 + (0,942/0,942)) / (1 + (0,942/0,942)) = 1,50$$

A ferdeségi tényezők:

$$i_q = (1 - f)^m = (1 - 0,316)^{1,50} = 0,566$$

$$i_c = (i_q \times N_q - 1) / (N_q - 1) = (0,566 \times 23,14 - 1) / (23,14 - 1) = 0,546$$

$$i_\gamma = (1 - f)^{m+1} = (1 - 0,316)^{1,50+1} = 0,387$$

Hatékony takarási feszültség:

$$q' = (h_2 + t_0) \times \rho \times g = (0,50 + 0,40) \times 1,90 \times 10 = 17,10 \text{ kN/m}^2$$

Alaptest alatti térfogatsúly:

$$\gamma' = \rho \times g = 1,90 \times 10 = 19,0 \text{ kN/m}^3$$

A talajtörési ellenállás karakterisztikus értéke:

$$R_k = A' \times (q' \times N_q \times b_q \times s_q \times i_q + c_k' \times N_c \times b_c \times s_c \times i_c + 0,5 \times \gamma_a \times B' \times N_\gamma \times b_\gamma \times s_\gamma \times i_\gamma)$$

$$R_k = 0,887 \times (17,10 \times 23,14 \times 1,0 \times 1,53 \times 0,566 + 10 \times 35,43 \times 1,0 \times 1,55 \times 0,546 + 0,5 \times 19,0 \times 0,942 \times 27,67 \times 1,0 \times 0,70 \times 0,387)$$

$$R_k = 629,40 \text{ kN}$$

A talajtörési ellenállás tervezési értéke:

$$R_d = R_k / \gamma_R = 629,40 / 1,40 = 449,57 \text{ kN}$$

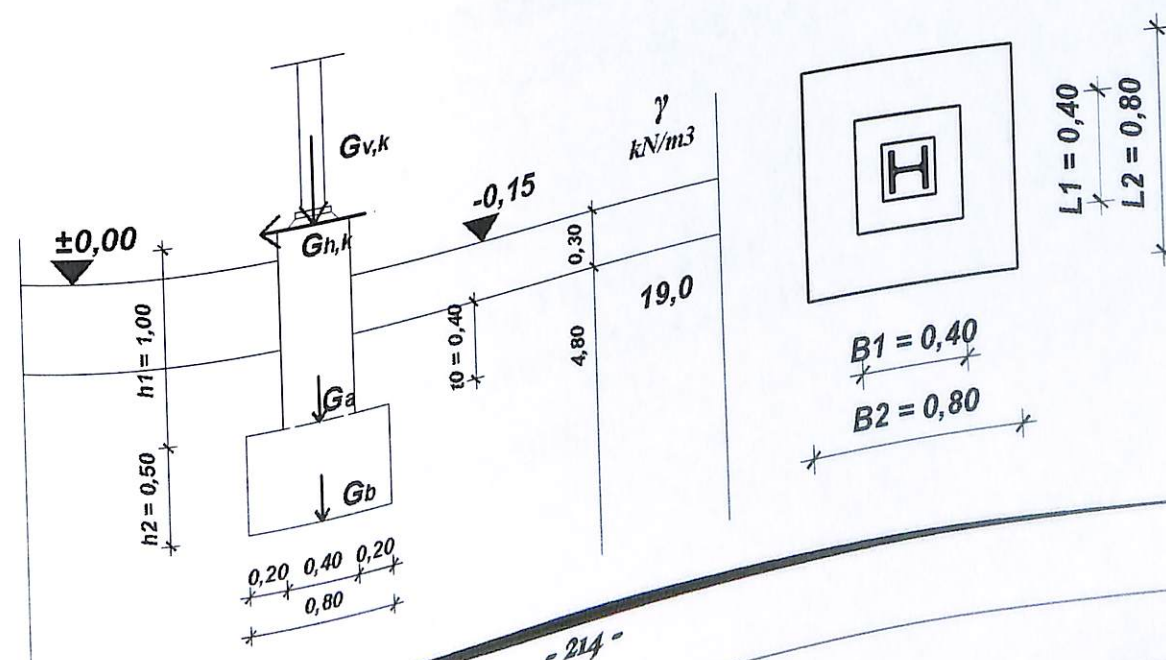
Ellenőrzés:

$$V_d = 334,92 \text{ kN} < R_d = 449,57 \text{ kN}$$

Értékelés:

$$R_k / V_k = 629,40 / 248,09 = 2,54 \rightarrow \text{Megfelel, némi tartalékkal!}$$

XVII.2.) Falvázoszlop síkalapozásának tervezése:



A talajvíz 7,0 m mélyen található.

Megnevezés	Mélységi adat	ρ_d (t/m ³)	ρ_n (t/m ³)	φ (°)	c (kN/m ²)	E (MN/m ²)
b. humusz	0,00 m - 0,30 m	1,65	-	-	-	-
s. iszapos homokliszt	0,30 m - 5,10 m	1,90	2,10	32	10	25
s. homokos kavics	5,10 m - 8,00 m	1,95	2,00	34	-	60
b. sovány agyag	8,00 m - 10,00 m	1,70	1,85	-	105	12

A felső alaptest súlya:

$$G_a = B_1 \times L_1 \times h_1 \times \gamma_b = 0,40 \times 0,40 \times 1,0 \times 25 = 4,00 \text{ kN}$$

Az alsó alaptest súlya:

$$G_b = B_2 \times L_2 \times h_2 \times \gamma_b = 0,80 \times 0,80 \times 0,50 \times 25 = 8,00 \text{ kN}$$

Az alaptest feletti föld súlya:

$$G_f = (B_2 \times L_2 - B_1 \times L_1 - b_1 \times L_2) \times t_0 \times \gamma_a =$$

$$= (0,80 \times 0,80 - 0,40 \times 0,40) \times 0,40 \times 19,0 = 3,65 \text{ kN}$$

Az oszlopról átvihető nyomóerő karakterisztikus értéke:

$$G_{v,k} = 7,92 \text{ kN}$$

Az oszlopról átvihető nyíróerő karakterisztikus értéke:

$$G_{h,k} = 1,72 \text{ kN}$$

XVII.2.1.) Síkalap alatti talajtörés ellenőrzése:

Az alapra jutó igénybevétel:

Függőleges erő karakterisztikus érték:

$$V_k = G_{v,k} + G_a + G_b + G_f = 7,92 + 4,00 + 8,00 + 3,65 =$$

$$= 23,57 \text{ kN}$$

Függőleges erő tervezési érték:

$$V_d = \gamma_G \times V_k = \gamma_G \times (G_{v,k} + G_a + G_b + G_f) =$$

$$= 1,35 \times (7,92 + 4,00 + 8,00 + 3,65) = 31,82 \text{ kN}$$

Vízszintes erő karakterisztikus érték:

$$H_k = G_{h,k} = 1,72 \text{ kN}$$

Vízszintes erő tervezési érték:

$$H_d = \gamma_G \times H_k = 1,35 \times 1,72 = 2,32 \text{ kN}$$

Az eredő helye az alapsíkon:

$$\begin{aligned} e_{B,k} &= M_k / V_k = (G_{h,k} \times 1,00) / V_k = \\ &= (1,72 \times 1,50) / 23,57 = 0,109 \text{ m} \end{aligned}$$

Az alap talajtörési ellenállása:

Az alap dolgozó szélessége:

$$B' = B_2 - 2 \times e_{B,k} = 0,80 - 2 \times 0,109 = 0,582 \text{ m}$$

Az alap dolgozó hossza:

$$L' = L_2 - 2 \times e_{B,k} = 0,80 - 2 \times 0,109 = 0,582 \text{ m}$$

Az alap dolgozó területe:

$$A' = B' \times L' = 0,582 \times 0,582 = 0,339 \text{ m}^2$$

A teherbírási tényezők:

$$N_q = e^{-\pi \times \text{tg} \varphi'_k} \times \text{tg}^2 \times (45^\circ + \varphi'_k / 2) = e^{-\pi \times \text{tg} 32^\circ} \times \text{tg}^2 \times (45^\circ + 32^\circ / 2) = 23,14$$

$$N_c = (N_q - 1) \times \text{ctg} \varphi'_k = (23,14 - 1) \times \text{ctg} 32^\circ = 35,43$$

$$N_\gamma = 2 \times (N_q - 1) \times \text{tg} \varphi'_k = 2 \times (23,14 - 1) \times \text{tg} 32^\circ = 27,67$$

Az alak tényezők:

$$s_q = 1 + ((B'/L') \times \sin \varphi'_k) = 1 + ((0,582/0,582) \times \sin 32^\circ) = 1,53$$

$$s_c = (s_q \times N_q - 1) / (N_q - 1) = (1,53 \times 23,14 - 1) / (23,14 - 1) = 1,55$$

$$s_\gamma = 1 - 0,3 \times (B'/L') = 1 - 0,3 \times (0,582/0,582) = 0,70$$

Alapferdeségi tényező:

$$b_q = b_\gamma = (1 - \alpha \times \text{tg} \varphi'_k)^2 = (1 - 0 \times \text{tg} 32^\circ)^2 = 1,0$$

$$b_c = (b_q \times N_q - 1) / (N_q - 1) = (1,0 \times 23,14 - 1) / (23,14 - 1) = 1,0$$

A ferdeségi tényező paraméterei:

$$f = H_k / (V_k + B' \times L' \times c_k' \times \text{ctg} \varphi'_k) =$$

$$= 1,72 / (23,57 + 0,582 \times 0,582 \times 10 \times \operatorname{ctg} 32^\circ) = 0,059$$

$$m_B = (2 + (B'/L')) / (1 + (B'/L')) = (2 + (0,582/0,582)) / (1 + (0,582/0,582)) = 1,50$$

A ferdeségi tényezők:

$$i_q = (1 - f)^m = (1 - 0,059)^{1,50} = 0,913$$

$$i_c = (i_q \times N_q - 1) / (N_q - 1) = (0,913 \times 23,14 - 1) / (23,14 - 1) = 0,909$$

$$i_\gamma = (1 - f)^{m+1} = (1 - 0,059)^{1,50+1} = 0,859$$

Hatékony takarási feszültség:

$$q' = (h_2 + t_0) \times \rho \times g = (0,50 + 0,40) \times 1,90 \times 10 = 17,10 \text{ kN/m}^2$$

Alaptest alatti térfogatsúly:

$$\gamma' = \rho \times g = 1,90 \times 10 = 19,0 \text{ kN/m}^3$$

A talajtörési ellenállás karakterisztikus értéke:

$$R_k = A' \times (q' \times N_q \times b_q \times s_q \times i_q + c_k' \times N_c \times b_c \times s_c \times i_c +$$

$$+ 0,5 \times \gamma_a \times B' \times N_\gamma \times b_\gamma \times s_\gamma \times i_\gamma)$$

$$R_k = 0,339 \times (17,10 \times 23,14 \times 1,0 \times 1,53 \times 0,913 + 10 \times 35,43 \times 1,0 \times$$

$$\times 1,55 \times 0,909 + 0,5 \times 19,0 \times 0,582 \times 27,67 \times 1,0 \times 0,70 \times 0,859)$$

$$R_k = 387,79 \text{ kN}$$

A talajtörési ellenállás tervezési értéke:

$$R_d = R_k / \gamma_R = 387,79 / 1,40 = 276,99 \text{ kN}$$

Ellenőrzés:

$$V_d = 31,82 \text{ kN} < R_d = 267,99 \text{ kN}$$

Értékelés:

$$R_k / V_k = 387,79 / 23,57 = 16,45 \rightarrow \text{Megfelel, de!}$$

A fv.oszlopok alatti alaptesteket csak a két csarnok egymástól nem védett oldalán kell elkészíteni! A másik oldalon a fv.oszlopokat talplemezre kell hegeszteni és a padlóhoz kell dűbelezni HILTI nehézítő csavarokkal!

MELLÉKLET

A Rácsos tartóval rendelkező csarnok, rácsos szaruzatának
számítása Szeglemezes fa szerkezettel illetve Lindab C profil
elemmel

TrussCon és RoofCon nevű programmal készített, Szeglemezes fa szerkezetű Rácsostartó dokumentációja

Version: 2013 SR2

Szoftver fejlesztője: Construction Software Center Europe (tel +46 910-87930) Box 709
S-931 27 Skellefteå, SWEDEN

MiTék 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.

1.) A Számítást készítette:

Utasi Gábor TrussCon; RoofCon szoftver

2.) Projekt adatok

Tartó jel: F1
Projekt: Utasi Gábor
Szent István Egyetem Ybl Miklós Építéstudományi Kar
Mechanika és Tartószerkezetek Szakcsoport
2015.06.01.
TSz: Szakdolgozat
Tartó jel:
Rajz szám: 1



3.) Általános projekt paraméterek

A tartószerkezet 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
Téher-megosz. tény.:	1.1
Rétegek száma:	4
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 támszreakciók az összesre együtt.

4.) Általános terhek

4.1.) Állandó terhek

Felső öv bal 1	=	600 N/m ²
Felső öv jobb	=	600 N/m ²
Alsó öv 1	=	500 N/m ²
Vert. véa bal	=	500 N/m ²
Vert. véa jobb	=	500 N/m ²

4.2.) Hó teher

Alap érték = 1250 [N/m²]

Magasság = 600 [m]

Hó fogó: Nem

Hó a csüngőe.-nél bal: Nem

jobb: Nem

4.3.) Szél teher

Alap érték = 409 N/m²

Építmény méretei (mm): L=18000,

W=18000, H=7350

4.4.) Különleges terhek

Extra pont teher
Elhelyezések

Poz	Cs.p.	Mér.	Faa. csop.	Név	Felső	Extra tulajdonságok	
						Nem	Nem
1	3	1450		Felső öv bal		Nem	Nem
3	7	1583		Felső öv jobb		Nem	Nem
5	21	100		Felső öv bal		Nem	Nem
6	22	-100		Felső öv jobb		Nem	Nem

4.5.) Pont terhek értékei

Pos	Rot °	Vert N	Hori N	Nyom kNm	Téher 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

5.) Teher Kombinációk

Nincs Állítás Fejléc

1	ULS	P	1,35 x Állandó teher
2	ULS	L	1,35 x Állandó teher + 1,5xHa.t1 + Ha.t3
3	ULS	S	1,35 x Állandó teher + 1,5xHó t. + Ha.t
4	ULS	S	1,35 x Állandó teher + 1,5xHó t. bal + Ha.t
5	ULS	S	1,35 x Állandó teher + 1,5xHó t. jobb + Ha.t
6	ULS	S	1,35 x Állandó teher + 1,5xHó t. + Ha.t + Szél bal
7	ULS	S	1,35 x Állandó teher + 1,5xHó t. + Ha.t + Szél jobb
8	ULS	S	1,35 x Állandó teher + 1,5xHó t. bal + Ha.t + Szél bal
9	ULS	S	1,35 x Állandó teher + 1,5xHó t. bal + Ha.t + Szél jobb
10	ULS	S	1,35 x Állandó teher + 1,5xHó t. jobb + Ha.t + Szél bal
11	ULS	S	1,35 x Állandó teher + 1,5xHó t. jobb + Ha.t + Szél jobb
12	ULS	S	1,35xÁllandó teher + 1,5xHó t. jobb + Ha.t + 1,5xSzél bal
13	ULS	S	1,35 x Állandó teher + Hó t. + Ha.t + 1,5xSzél jobb
14	ULS	S	1,35 x Állandó teher + Hó t. bal + Ha.t + 1,5xSzél bal
15	ULS	S	1,35 x Állandó teher + Hó t. bal + Ha.t + 1,5xSzél jobb
16	ULS	S	1,35 x Állandó teher + Hó t. jobb + Ha.t + 1,5xSzél bal

17	ULS	S	1,35xÁllandó teher + Hó t. jobb + Ha.t + 1,5xSzél jobb
18	ULS	S	1,00xÁllandó teher + 1,5xSzél szél az oromfalon
19	ULS	I	Állandó + Hasznos f. öv bal
20	ULS	I	Állandó + Hasznos f. öv jobb
21	ULS	I	Állandó + Hasznos csüngő 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 x Állandó teher + 1,5xHa.t1 + Ha.t3

6.) Faanyag 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	Dimens től-ig	kMod	gM	mérték mm	szög mm	megtám. mm	Max Diff.data		
							CSI	SeC	SaC
Felső öv bal 1	4- 21	6 1	0.90	1.30	75x 200	C24	400	0.69	
Felső öv bal 1	4- 6	6 1	0.90	1.30	75x 200	C24	400	0.69	
Felső öv jobb	8- 6	7 1	0.90	1.30	75x 200	C24	400	0.70	
Felső öv jobb	8- 22	7 1	0.90	1.30	75x 200	C24	Full	0.78	
Alsó öv 1	14- 11	7 1	0.90	1.30	75x 200	C24	Full	0.76	
Alsó öv 1	14- 15	7 1	0.90	1.30	75x 200	C24	Full	0.77	
Alsó öv 1	15- 18	6 1	0.90	1.30	75x 200	C24	Full	0.78	
Alsó öv 1	18- 1	6 1	0.90	1.30	75x 200	C24	None	0.30	
Vert. vég bal	1- 2	6 1	0.90	1.30	75x 200	C24	None	0.30	
Vert. vég jobb	10- 11	7 1	0.90	1.30	75x 200	C24	None	0.44	
Rácsrúd 1	2- 20	6 1	0.90	1.30	75x 200	C24	None	0.44	
Rácsrúd 1	10- 12	7 1	0.90	1.30	75x 200	C24	None	0.38	
Rácsrúd 2	3- 20	6 1	0.90	1.30	75x 200	C24	None	0.38	
Rácsrúd 2	9- 12	7 1	0.90	1.30	75x 100	C24	None	0.23	
Rácsrúd 3	3- 19	7 1	0.90	1.30	75x 100	C24	None	0.23	
Rácsrúd 3	9- 13	6 1	0.90	1.30	75x 100	C24	None	0.31	
Rácsrúd 4	5- 19	3 1	0.90	1.30	75x 100	C24	None	0.31	
Rácsrúd 4	7- 13	3 1	0.90	1.30	75x 100	C24	None	0.17	
Rácsrúd 5	5- 17	8 1	0.90	1.30	75x 100	C24	None	0.16	
Rácsrúd 5	7- 16	11 1	0.90	1.30	75x 100	C24	None	0.20	
Rácsrúd 6	6- 16	11 1	0.90	1.30	75x 100	C24	None	0.20	
Rácsrúd 6	6- 17	8 1	0.90	1.30	75x 100	C24	None	0.20	

7.) Szeglemez

Általános minőségi tanúsítvány

Kötőelem típ. Készít

M16H MiTek Industries Ltd. 1224-CPD-0174,DV006/7
 M14 MiTek Industries Ltd. 1224-CPD-0174,DV005/2

csomópont jel.	szeglemez tip.	méret		Max	szeg
		szél.	hossz		
1	M16H	133	166	0,79	
2	M16H	190	467	0,79	

3	M16H	152	333	0,92
4	M16H	190	233	0,88
5	M16H	152	200	0,83
6	M14	228	400	0,63
7	M16H	152	200	0,79
8	M16H	190	233	0,63
9	M16H	152	333	0,83
10	M16H	190	467	0,87
11	M16H	133	166	0,93
12	M16H	190	467	0,79
13	M16H	152	200	0,88
14	M14	228	533	0,86
15	M14	228	533	0,76
16	M16H	152	266	0,60
17	M16H	152	266	0,60
18	M14	228	533	0,75
19	M16H	152	200	0,86
20	M16H	190	467	0,88

Kötőelem max. elhelyezési tolerancia: 8 mm

8.) További koncentrált teher minden teherkombinációban

			TE	Vert	Hori	Nyom
csp.	méret	Fa csoport	jel	N	N	kNm
3	1450	Felső öv bal	19	1050	0	0,00
7	1583	Felső öv jobb	20	1050	0	0,00
21	100	Felső öv bal	21	1050	0	0,00
22	-100	Felső öv jobb	21	1050	0	0,00

9.) Max/Min támaszreakció a teherbírási határállapotban (N)

Támasz reakciók az összes darabra.

csp. sz.	irány	TK P (No)	TK L (No)	TK M (No)	TK S (No)	TK I (No)
1	Hori Max:	0 (1)	0 (2)	0 (0)	-4884 (13)	0 (19)
	Min:	0 (1)	0 (2)	0 (0)	0 (3)	0 (19)
1	Vert Max:	87055 (1)	87055 (2)	0 (0)	176773 (6)	88105(21)
	Min:	87055 (1)	87055 (2)	0 (0)	35222 (18)	87311(20)
11	Vert Max:	87056 (1)	87056 (2)	0 (0)	176772 (7)	88106(21)
	Min:	87056 (1)	87056 (2)	0 (0)	35224 (18)	87311(19)

cs.p. No	Aktuál mm	kih lemezzel	szük. tartó mm TK Area	Req. supp. kc90 mm
1	350	-	147 6 15525	1,50 0
11	350	-	147 7 15525	1,50 0

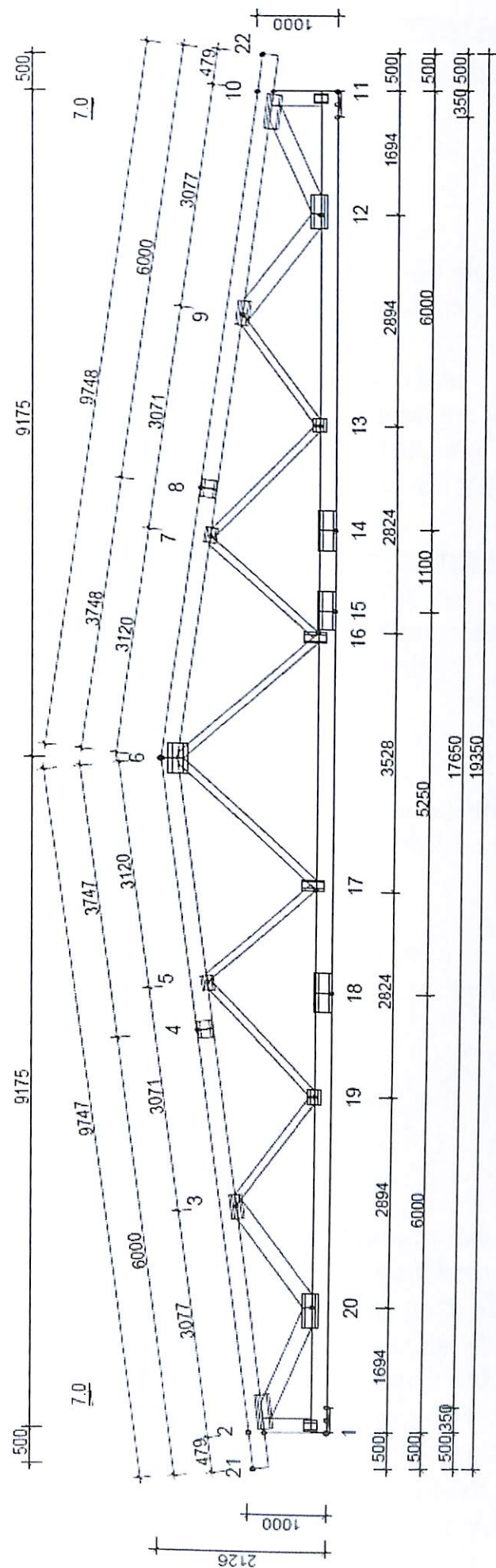
10.) Max lehajlás a használhatósági határállapotban (mm)

csp./rúd	igényb. (TK)		LF S		LF L		LF M		LF K		LF SK	
	Vert	Hori	Vert	Hori	Vert	Hori	Vert	Hori	Vert	Hori	Vert	Hori
16-17	56.8	4.8 (28)	38.2	3.1	0.0	0.0	0.0	0.0	18.6	1.7	0.0	0.0
5-6	53.2	6.9 (28)	34.9	4.5	0.0	0.0	0.0	0.0	18.3	2.4	0.0	0.0
6-16	53.3	4.5 (30)	35.5	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	17.9	1.5	0.0	0.0
6-7	53.4	2.8 (30)	35.1	1.9	0.0	0.0	0.0	0.0	18.3	0.9	0.0	0.0
6-17	53.2	5.1 (28)	35.4	3.3	0.0	0.0	0.0	0.0	17.9	1.8	0.0	0.0
15-16	53.1	5.7 (30)	35.4	3.8	0.0	0.0	0.0	0.0	17.7	1.9	0.0	0.0
17-18	52.5	3.1 (28)	34.9	2.4	0.0	0.0	0.0	0.0	17.6	1.3	0.0	0.0
14-15	52.0	6.4 (30)	34.7	4.2	0.0	0.0	0.0	0.0	17.3	2.1	0.0	0.0
7-16	51.7	3.3 (30)	34.4	2.3	0.0	0.0	0.0	0.0	17.3	1.1	0.0	0.0

11.) Max/Min támaszreakció (N) a használhatósági határállapotban

Támasz reakciók az összes darabra.

csp. jel.	irány	(TK)
1	Hori Max: 3256	(40)
	Min: 0	(22)
1	Vert Max: 175885	(28)
	Min: 44977	(51)
11	Vert Max: 175885	(30)
	Min: 44978	(51)



A statikai számítás a CE 1224-CPD-0174 minősítésű MITek szeglemezekkel történt.
A számítás kizárólag a MITek szeglemezek beépítése esetén érvényes.

Faanyag:		Vastagság 75 mm		4-szeres	
Tartó Jel	Magasság mm	Minőség	Támasz mm	Téher N/m²	
1-2	200	C24	None	500	4 x 75
6-21	200	C24	400	600	6000
6-22	200	C24	400	600	2
10-11	200	C24	None	600	2
11-1	200	C24	Full	500	
2-20	200	C24	None	500	
10-12	200	C24	None	500	
3-20	200	C24	None	500	
9-12	200	C24	None	500	
3-19	100	C24	None	500	
9-13	100	C24	None	500	
5-19	100	C24	None	500	
7-13	100	C24	None	500	
5-17	100	C24	None	500	
7-16	100	C24	None	500	
6-16	100	C24	None	500	
6-17	100	C24	None	500	

Általános irányelvek:

A tartót számító számítógépes szoftver:
"TRUSSCON", LIC.NO: 16049
Igénybevételek az alábbiak alapján:
1 - rendű elmélettel számolva
Fa szabvány: MSZ EN 1995-1-1 + NM (Eurocode-5)
Téher szabvány: MSZ EN 1991 + NM (Eurocode-1)

Lindab DimTruss nevű programmal, C profilokból készített
Rácsostartó dokumentációja

1.) Bemenő adatok:**1.1.) Szerkezet méretei:**

Hossz: 18000 mm
Oldal magasság: 1500 mm
Hajlásszög: 7°
Eresz túlnyúlás: 500 mm
Supports: hinge on the left, roller on the right
Rácsozás kiosztása: 1368 mm + 5 × 1500 mm + 200 mm
Purlin positions are measured: on the roof

1.2.) Övek, rácsrudak és a csavar méretei, minősége:

Felső öv: C300-3.00

Upper chord bolt distances (from outside to inside): 50 mm+2×100 mm+50 mm
Lateral supports along upper chord: at purlins
Purlin support size: 160 mm

Alsó öv: C300-3.00

Lower chord bolt distances (from outside to inside): 50 mm+2×100mm+50 mm
Lateral supports along lower chord: user defined
Load distance at lower chord: 100 mm

Rácsrudak: C250-3.00

Columns: perpendicular to upper chord, at every purlin
Column shift: no shift

Csavar: M12, 5.6

2.) Terhek:

Load case: Önsúly in load group: Dead load
type: 2, acting at: Left UpperChord, p1: 2.40 kN/m
type: 2, acting at: Right UpperChord, p1: 2.40 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: Hó in load group: Snow load
type: 3, acting at: Left UpperChord, p1: 6.00 kN/m
type: 3, acting at: Right UpperChord, p1: 6.00 kN/m

Load case: Szél in load group: Wind load
type: 1, acting at: Left UpperChord, p1: 0.07 kN/m
type: 1, acting at: Right UpperChord, p1: -0.85 kN/m

3.) Teherkombinációk:

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

3.1.) Ellenőrzés:

Checkpoint density used in calculation: average

ACTIVE LOAD COMBINATIONS

3.2.) ULS Teherkombinációk:

ULS #1	1,00×"Önsúly	" + 0,00×"Gépészet	" + 0,90×"Hó	" + 1,50×"Szél"
ULS #2	1,35×"Önsúly	" + 0,00×"Gépészet	" + 0,90×"Hó	" + 1,50×"Szél"
ULS #3	1,00×"Önsúly	" + 1,35×"Gépészet	" + 0,90×"Hó	" + 1,50×"Szél"
ULS #4	1,35×"Önsúly	" + 1,35×"Gépészet	" + 0,90×"Hó	" + 1,50×"Szél"
ULS #5	1,00×"Önsúly	" + 0,00×"Gépészet	" + 0,00×"Hó	" + 1,50×"Szél"
ULS #6	1,35×"Önsúly	" + 0,00×"Gépészet	" + 0,00×"Hó	" + 1,50×"Szél"
ULS #7	1,00×"Önsúly	" + 1,35×"Gépészet	" + 0,00×"Hó	" + 1,50×"Szél"
ULS #8	1,35×"Önsúly	" + 1,35×"Gépészet	" + 0,00×"Hó	" + 1,50×"Szél"
ULS #9	1,00×"Önsúly	" + 0,00×"Gépészet	" + 1,50×"Hó	" + 0,75×"Szél"
ULS #10	1,35×"Önsúly	" + 0,00×"Gépészet	" + 1,50×"Hó	" + 0,75×"Szél"
ULS #11	1,00×"Önsúly	" + 1,35×"Gépészet	" + 1,50×"Hó	" + 0,75×"Szél"
ULS #12	1,35×"Önsúly	" + 1,35×"Gépészet	" + 1,50×"Hó	" + 0,75×"Szél"
ULS #13	1,00×"Önsúly	" + 0,00×"Gépészet	" + 1,50×"Hó	" + 0,00×"Szél"
ULS #14	1,35×"Önsúly	" + 0,00×"Gépészet	" + 1,50×"Hó	" + 0,00×"Szél"
ULS #15	1,00×"Önsúly	" + 1,35×"Gépészet	" + 1,50×"Hó	" + 0,00×"Szél"
ULS #16	1,35×"Önsúly	" + 1,35×"Gépészet	" + 1,50×"Hó	" + 0,00×"Szél"
ULS #17	1,00×"Önsúly	" + 0,00×"Gépészet	" + 0,00×"Hó	" + 0,00×"Szél"
ULS #18	1,35×"Önsúly	" + 0,00×"Gépészet	" + 0,00×"Hó	" + 0,00×"Szél"
ULS #19	1,00×"Önsúly	" + 1,35×"Gépészet	" + 0,00×"Hó	" + 0,00×"Szél"
ULS #20	1,35×"Önsúly	" + 1,35×"Gépészet	" + 0,00×"Hó	" + 0,00×"Szél"

3.3.) SLS Teherkombinációk:

SLS #1	1,00×"Önsúly	" + 1,00×"Gépészet	" + 0,60×"Hó	" + 1,00×"Szél"
SLS #2	1,00×"Önsúly	" + 1,00×"Gépészet	" + 0,00×"Hó	" + 1,00×"Szél"
SLS #3	1,00×"Önsúly	" + 1,00×"Gépészet	" + 1,00×"Hó	" + 0,50×"Szél"
SLS #4	1,00×"Önsúly	" + 1,00×"Gépészet	" + 1,00×"Hó	" + 0,00×"Szél"
SLS #5	1,00×"Önsúly	" + 1,00×"Gépészet	" + 0,00×"Hó	" + 0,00×"Szél"

4.) Min/Max igénybevételek, elmozdulások:

elem	Nmin [kN]	Nmax [kN]	Vmin [kN]	Vmax [kN]	Mmin [kNm]	Mmax [kNm]	dxmin [mm]	dxmax [mm]	dymín [mm]	dymax [mm]
1	-0.04	1.18	-26.09	0.67	-1.26	0.04	-0.00	0.00	-0.00	0.04
2	0.48	1.18	-0.84	31.01	-1.26	0.04	0.00	0.00	-0.04	0.00
3	-26.09	0.67	-1.18	0.04	-0.80	0.61	-0.06	1.29	-0.08	0.04
4	-32.55	0.91	-1.17	0.04	-0.80	0.60	-0.06	1.31	-0.18	0.01
5	0.95	2.35	-1.55	0.07	-3.05	0.12	0.00	0.00	-2.09	0.08
6	-0.00	0.18	-1.50	-0.00	-0.73	0.00	-0.06	1.29	-0.08	0.85
7	-1.50	-0.00	-0.18	0.00	-0.00	0.04	-0.07	1.65	-0.04	0.91
8	-4.17	0.12	-0.68	24.25	-1.53	0.14	-0.06	1.31	-0.18	0.01
9	-8.61	0.27	-1.64	50.90	-1.27	10.52	-0.06	1.36	-0.65	0.02
10	-5.52	0.00	-0.68	0.00	-0.00	0.16	-0.07	1.78	-0.18	0.01
11	-2.55	75.41	-1.86	0.06	-1.44	0.16	-0.06	1.36	-2.09	0.08
12	-51.50	1.72	-11.15	0.06	-1.44	1.57	-0.06	1.50	-2.51	0.10
13	-0.70	52.47	-1.84	0.46	-3.64	8.96	-0.06	1.50	-2.53	0.10
14	-63.39	2.17	-2.37	0.09	-1.68	9.13	0.00	0.02	-2.53	0.10
15	-8.52	0.00	-1.05	0.00	-0.24	1.58	-0.06	1.50	-2.53	0.10
16	-52.82	1.81	-1.82	43.72	-5.47	4.74	-0.07	1.86	-2.51	0.10
17	-0.52	47.10	-8.39	0.33	-3.48	7.45	0.00	0.12	-4.41	0.19
18	-2.48	57.89	-0.91	0.04	-0.78	0.91	-0.07	1.53	-4.41	0.19
19	-86.44	3.25	-3.41	0.20	-0.56	3.83	-0.07	1.59	-4.77	0.20
20	-2.20	86.21	-1.50	34.30	-4.26	3.54	-0.07	1.59	-4.77	0.20
21	-35.90	1.60	-0.50	0.03	-0.40	0.38	-0.09	1.88	-4.77	0.20
22	-8.93	-0.00	-1.10	-0.00	-0.25	0.00	-0.09	1.60	-5.03	0.22
23	-85.85	3.28	-1.50	23.56	-1.20	3.29	-0.07	1.60	-6.46	0.30
24	-2.03	82.33	-1.40	0.08	-0.08	3.14	-0.00	0.32	-6.46	0.30
25	-2.01	30.14	-0.18	0.01	-0.16	0.22	-0.07	1.60	-6.59	0.31
26	-103.02	4.43	-1.21	0.16	-0.12	3.07	-0.07	1.60	-6.60	0.31
27	-3.37	102.40	-1.42	21.10	-0.13	3.65	-0.00	1.58	-6.60	0.31
28	-22.39	1.50	-0.27	0.02	-0.24	0.24	-0.09	1.80	-6.78	0.32
29	-8.87	-0.00	-1.09	0.00	-0.25	3.35	-0.07	0.55	-7.77	0.39
30	-102.20	4.45	-1.45	12.31	-0.17	3.41	-0.01	1.58	-7.77	0.39
31	-3.21	99.94	-1.16	0.07	-0.11	0.14	-0.07	1.58	-7.77	0.39
32	-1.88	15.53	-0.09	0.01	-0.08	0.14	-0.07	1.58	-7.77	0.39

33	-110.46	5.45	-0.84	0.14	-0.16	3.21	-0.07	1.58	-7.82	0.40
34	-4.40	109.74	-1.39	10.89	-0.17	3.06	-0.01	0.57	-7.85	0.39
35	-11.62	1.66	-0.09	0.02	-0.09	0.09	-0.07	1.48	-7.85	0.40
36	-8.87	-0.00	-1.09	0.00	-0.25	0.00	-0.09	1.60	-7.82	0.40
37	-109.47	5.47	-1.63	1.90	-0.25	2.11	-0.07	1.48	-7.93	0.41
38	-4.21	108.42	-0.65	0.26	-0.15	2.97	-0.02	0.80	-8.44	0.47
39	-1.97	1.40	-0.02	0.01	-0.01	0.05	-0.07	1.47	-8.44	0.47
40	-110.18	6.46	0.05	0.70	-0.23	2.99	-0.07	1.47	-8.46	0.47
41	-6.35	0.82	0.01	0.02	-0.02	0.02	-0.07	1.31	-8.47	0.48
42	-5.40	109.27	-1.31	0.46	0.08	2.12	-0.02	0.82	-8.47	0.48
43	-8.87	-0.00	-1.09	-0.00	-0.25	0.00	-0.07	1.33	-8.46	0.47
44	-5.49	108.48	-5.84	-1.91	-0.16	2.13	-0.02	0.84	-8.50	0.48
45	2.11	6.30	0.01	0.02	-0.02	0.04	-0.06	1.10	-8.55	0.52
46	-109.07	6.47	-1.81	0.58	-0.12	2.76	-0.07	1.31	-8.54	0.52
47	-6.30	106.11	-0.05	0.05	-0.14	1.33	-0.04	1.04	-8.61	0.55
48	-106.01	7.51	-7.32	-1.26	-0.93	0.67	-0.06	1.10	-8.54	0.53
49	-5.61	0.00	-0.69	0.00	-0.00	0.16	-0.08	1.07	-8.54	0.53
50	-105.32	7.51	-12.93	-1.33	-3.18	0.44	-0.06	1.07	-8.54	0.55
51	-105.32	6.96	-3.11	12.93	-3.18	0.22	-0.06	1.04	-8.54	0.56
52	-5.61	0.81	-0.00	0.69	-0.16	0.00	-0.07	1.03	-8.54	0.56
53	-106.01	6.96	-2.30	7.32	-0.93	0.52	-0.06	1.02	-8.54	0.57
54	-6.30	106.11	-0.05	0.05	-0.08	1.33	-0.05	1.24	-8.61	0.61
55	-2.99	7.22	-0.02	0.02	-0.04	0.03	-0.05	1.24	-8.55	0.61
56	-109.07	8.43	0.31	1.81	-0.67	2.76	-0.05	0.99	-8.54	0.62
57	-7.43	108.48	-2.72	6.64	-0.38	2.13	-0.05	1.27	-8.50	0.61
58	-7.62	109.27	-1.31	1.45	-0.51	2.12	-0.05	1.29	-8.47	0.61
59	-6.35	1.42	-0.03	0.02	-0.04	0.03	-0.06	1.27	-8.47	0.62
60	-8.87	1.28	-0.00	1.09	-0.00	0.25	-0.03	0.78	-8.46	0.62
61	-8.76	108.42	0.10	0.65	-0.49	2.97	-0.07	1.52	-8.44	0.62
62	-1.69	1.88	-0.01	0.02	-0.05	0.01	-0.05	1.29	-8.44	0.62
63	-110.18	8.45	-0.70	0.16	-0.25	2.99	-0.03	0.78	-8.46	0.62
64	-8.74	109.74	-10.89	-0.02	-0.23	3.06	-0.07	1.54	-7.85	0.61
65	-11.62	1.03	0.00	0.09	-0.09	0.09	-0.07	1.52	-7.85	0.61
66	-109.47	9.39	-1.90	1.32	-0.30	2.11	-0.01	0.62	-7.93	0.61
67	-8.87	1.28	-0.00	1.09	-0.00	0.25	-0.01	0.60	-7.82	0.60
68	-8.69	99.94	-0.07	1.16	-0.33	3.41	-0.09	1.75	-7.77	0.61
69	-0.07	15.53	-0.00	0.09	-0.14	0.08	-0.07	1.54	-7.77	0.61
70	-110.46	9.39	0.02	0.84	-0.29	3.21	-0.01	0.60	-7.82	0.60
71	-8.84	102.40	-21.10	1.29	-0.34	3.65	-0.09	1.77	-6.60	0.54
72	-22.39	1.37	-0.01	0.27	-0.24	0.24	-0.09	1.75	-6.60	0.54
73	-102.20	9.35	-12.31	0.08	-0.27	3.35	0.00	0.51	-6.78	0.55
74	-8.87	1.28	-0.00	1.09	-0.00	0.25	0.00	0.50	-6.59	0.54
75	-7.61	82.33	-0.09	1.40	-0.32	3.14	-0.11	1.94	-6.46	0.53

76	-1.86	30.14	-0.01	0.18	-0.22	0.16	-0.09	1.77	-6.46	0.53
77	-103.02	9.34	-0.02	1.21	-0.29	3.07	0.00	0.50	-6.59	0.54
78	-7.94	86.21	-34.30	2.94	-4.26	3.54	-0.11	1.97	-4.74	0.40
79	-35.90	3.05	-0.04	0.50	-0.38	0.40	-0.11	1.94	-4.77	0.41
80	-85.85	8.28	-23.56	1.51	-1.20	3.29	0.01	0.50	-5.03	0.43
81	-8.93	1.28	-0.00	1.10	-0.00	0.25	0.01	0.50	-4.77	0.41
82	-5.01	57.89	-0.08	0.91	-0.91	0.78	-0.11	1.97	-4.41	0.38
83	-4.55	47.10	-0.76	8.39	-3.48	7.45	-0.12	2.06	-4.41	0.38
84	-86.44	8.24	-0.25	3.41	-0.56	3.83	0.00	0.56	-4.77	0.41
85	-63.39	6.08	-0.22	2.37	-1.58	1.68	-0.12	2.06	-2.53	0.22
86	-52.82	5.33	-43.72	3.83	-5.47	4.74	0.00	0.59	-2.89	0.25
87	-5.07	52.47	-54.82	5.30	-4.49	9.13	-0.12	2.08	-2.53	0.22
88	-8.52	1.23	-0.00	1.05	-0.00	0.24	0.00	0.59	-2.51	0.22
89	-51.50	5.11	-1.03	11.15	-3.64	8.96	-0.01	0.73	-2.51	0.22
90	-7.28	75.41	-0.18	1.86	-1.57	1.44	-0.12	2.08	-2.09	0.18
91	-0.23	2.35	-0.14	1.55	-3.05	0.28	-0.12	2.09	-2.09	0.18
92	-8.61	0.97	-50.90	4.96	-1.27	10.52	-0.01	0.78	-0.65	0.06
93	-32.55	3.33	-0.11	1.17	-0.60	0.80	-0.12	2.09	-0.18	0.02
94	-0.12	1.18	-31.01	3.20	-1.26	0.13	-0.12	2.09	-0.04	0.00
95	-0.12	1.18	-2.71	26.09	-1.26	0.13	-0.12	2.09	-0.00	0.04
96	-26.09	2.71	-0.12	1.18	-0.61	0.80	-0.12	2.09	-0.08	0.04
97	-5.52	0.79	-0.00	0.68	-0.16	-0.00	-0.01	0.78	-0.18	0.02
98	-4.17	0.45	-24.25	2.46	-1.53	0.18	-0.01	0.79	-0.18	0.02
99	-0.00	0.18	-0.22	1.50	-0.73	0.10	-0.02	0.91	-0.08	0.85
100	-1.50	0.22	-0.00	0.18	-0.04	0.00	-0.02	0.91	-0.08	0.91

5.) Maximális kihasználtság ULS:

elem	utilization	combination	position	governing check
1	31.99 %	ULS #16	100.00 %	joint shear
2	38.42 %	ULS #16	100.00 %	joint shear
3	59.30 %	ULS #16	0.00 %	brace end connection, shear resistance
4	74.76 %	ULS #16	0.00 %	brace end connection, shear resistance
5	9.40 %	ULS #16	100.00 %	chord, axial tension and bending - 2
6	1.72 %	ULS #12	100.00 %	overhang, axial tension and bending - 2
7	2.18 %	ULS #12	0.00 %	purlinsupport, axial compression and bending - 1
8	30.13 %	ULS #16	100.00 %	joint shear
9	64.70 %	ULS #16	100.00 %	joint shear
10	7.71 %	ULS #10	0.00 %	purlinsupport, axial compression and bending - 1
11	90.94 %	ULS #16	100.00 %	brace end connection, shear resistance
12	65.86 %	ULS #16	0.00 %	chord, interaction of flexural buckling and lateral-torsional buckling

13	69.77 %	ULS #16	100.00 %	joint shear
14	83.01 %	ULS #16	100.00 %	brace, axial compression and bending - 1
15	11.89 %	ULS #10	56.52 %	purlinsupport, axial compression and bending - 1
16	54.20 %	ULS #16	0.00 %	joint shear
17	35.53 %	ULS #16	0.00 %	chord, axial tension and bending - 1
18	74.25 %	ULS #16	0.00 %	brace end connection, bearing resistance
19	71.82 %	ULS #16	0.00 %	chord, interaction of flexural buckling and lateral-torsional buckling
20	42.37 %	ULS #16	100.00 %	joint shear
21	83.25 %	ULS #16	0.00 %	brace end connection, shear resistance
22	12.46 %	ULS #12	100.00 %	purlinsupport, axial compression and bending - 1
23	28.88 %	ULS #16	0.00 %	joint shear
24	33.84 %	ULS #16	0.00 %	chord, axial tension and bending - 1
25	70.29 %	ULS #16	100.00 %	brace end connection, shear resistance
26	81.17 %	ULS #16	0.00 %	chord, interaction of flexural buckling and lateral-torsional buckling
27	25.87 %	ULS #16	0.00 %	joint shear
28	49.61 %	ULS #16	0.00 %	brace end connection, shear resistance
29	12.38 %	ULS #12	100.00 %	purlinsupport, axial compression and bending - 1
30	14.88 %	ULS #16	0.00 %	joint shear
31	39.81 %	ULS #16	0.00 %	chord, axial tension and bending - 1
32	35.61 %	ULS #16	100.00 %	brace end connection, shear resistance
33	87.19 %	ULS #16	0.00 %	chord, interaction of flexural buckling and lateral-torsional buckling
34	13.17 %	ULS #16	0.00 %	joint shear
35	22.83 %	ULS #16	0.00 %	brace end connection, shear resistance
36	12.38 %	ULS #12	56.52 %	purlinsupport, axial compression and bending - 1
37	1.91 %	ULS #16	0.00 %	joint shear
38	41.13 %	ULS #16	0.00 %	chord, axial tension and bending - 1
39	3.05 %	ULS #16	0.00 %	brace, axial tension and bending - 2
40	85.70 %	ULS #16	100.00 %	chord, interaction of flexural buckling and lateral-torsional buckling
41	12.53 %	ULS #10	0.00 %	brace end connection, shear resistance
42	0.94 %	ULS #7	100.00 %	joint shear
43	12.38 %	ULS #12	100.00 %	purlinsupport, axial compression and bending - 1
44	9.50 %	ULS #12	100.00 %	joint shear
45	20.03 %	ULS #12	0.00 %	brace end connection, bearing resistance

46	84.35 %	ULS #16	0.00 %	chord, interaction of flexural buckling and lateral-torsional buckling
47	35.46 %	ULS #16	0.00 %	chord, axial tension and bending - 1
48	10.96 %	ULS #12	100.00 %	joint shear
49	7.84 %	ULS #10	43.48 %	purlinsupport, axial compression and bending - 1
50	16.35 %	ULS #12	100.00 %	joint shear
51	16.64 %	ULS #16	0.00 %	joint shear
52	7.81 %	ULS #14	0.00 %	purlinsupport, axial compression and bending - 1
53	11.28 %	ULS #16	0.00 %	joint shear
54	35.37 %	ULS #16	0.00 %	chord, axial tension and bending - 1
55	20.71 %	ULS #16	0.00 %	brace end connection, bearing resistance
56	84.60 %	ULS #16	100.00 %	chord, interaction of flexural buckling and lateral-torsional buckling
57	9.78 %	ULS #16	100.00 %	joint shear
58	1.23 %	ULS #2	0.00 %	joint shear
59	12.10 %	ULS #14	0.00 %	brace end connection, shear resistance
60	12.35 %	ULS #16	100.00 %	purlinsupport, axial compression and bending - 1
61	41.34 %	ULS #16	100.00 %	chord, axial tension and bending - 1
62	4.26 %	ULS #2	100.00 %	brace end connection, shear resistance
63	85.92 %	ULS #16	0.00 %	chord, interaction of flexural buckling and lateral-torsional buckling
64	12.29 %	ULS #12	0.00 %	joint shear
65	22.29 %	ULS #10	0.00 %	brace end connection, shear resistance
66	2.33 %	ULS #10	100.00 %	joint shear
67	12.35 %	ULS #14	56.52 %	purlinsupport, axial compression and bending - 1
68	40.10 %	ULS #16	100.00 %	chord, axial tension and bending - 1
69	33.22 %	ULS #16	100.00 %	brace end connection, shear resistance
70	87.71 %	ULS #16	100.00 %	chord, interaction of flexural buckling and lateral-torsional buckling
71	24.99 %	ULS #16	100.00 %	joint shear
72	47.65 %	ULS #16	0.00 %	brace end connection, shear resistance
73	13.88 %	ULS #16	100.00 %	joint shear
74	12.35 %	ULS #16	56.52 %	purlinsupport, axial compression and bending - 1
75	35.79 %	ULS #16	100.00 %	chord, axial tension and bending - 1
76	69.22 %	ULS #16	100.00 %	brace end connection, shear resistance
77	82.65 %	ULS #16	100.00 %	chord, interaction of flexural buckling and lateral-torsional buckling
78	45.44 %	ULS #16	0.00 %	joint shear

79	82.17 %	ULS #16	0.00 %	brace end connection, shear resistance
80	28.40 %	ULS #16	0.00 %	joint shear
81	12.43 %	ULS #14	100.00 %	purlinsupport, axial compression and bending - 1
82	78.15 %	ULS #16	0.00 %	brace end connection, bearing resistance
83	34.66 %	ULS #16	100.00 %	chord, axial tension and bending - 1
84	73.49 %	ULS #16	100.00 %	chord, interaction of flexural buckling and lateral-torsional buckling
85	86.04 %	ULS #16	100.00 %	brace, axial compression and bending - 1
86	57.34 %	ULS #16	0.00 %	joint shear
87	69.39 %	ULS #16	100.00 %	joint shear
88	11.86 %	ULS #14	100.00 %	purlinsupport, axial compression and bending - 1
89	65.38 %	ULS #16	100.00 %	chord, interaction of flexural buckling and lateral-torsional buckling
90	90.67 %	ULS #16	100.00 %	brace end connection, shear resistance
91	9.87 %	ULS #16	0.00 %	chord, axial tension and bending - 2
92	64.17 %	ULS #16	100.00 %	joint shear
93	74.27 %	ULS #16	0.00 %	brace end connection, shear resistance
94	38.00 %	ULS #16	100.00 %	joint shear
95	31.72 %	ULS #16	100.00 %	joint shear
96	58.81 %	ULS #16	0.00 %	brace end connection, shear resistance
97	7.69 %	ULS #16	43.48 %	purlinsupport, axial compression and bending - 1
98	29.87 %	ULS #16	100.00 %	joint shear
99	1.72 %	ULS #14	0.00 %	overhang, axial tension and bending - 2
100	2.17 %	ULS #14	0.00 %	purlinsupport, axial compression and bending - 1

Maximális ULS kihasználtság: **90,94 %**

6.) Maximális kihasználtság SLS:

Lehajlási korlát: L/300

SLS #1	:	20.22 %
SLS #2	:	11.62 %
SLS #3	:	26.42 %
SLS #4	:	26.88 %
SLS #5	:	12.53 %

Maximális SLS kihasználtság: **26,88 %**

7.) Min/Max reakció erők:

Left support, horizontal reactions: Rxmin= -0.0 kN Rxmax= 1.6 kN
 Left support, vertical reactions: Rymin= 0.0 kN Rymax= 150.5 kN

Right support, horizontal reactions: $R_{x\min} = 0.0 \text{ kN}$ $R_{x\max} = 0.0 \text{ kN}$
Right support, vertical reactions: $R_{y\min} = 0.0 \text{ kN}$ $R_{y\max} = 149.1 \text{ kN}$

8.) Belső erők az alsó öv kapcsolatainál:

Max N, simultaneous V and M: $N = 285.30 \text{ kN}$, $V = -0.07 \text{ kN}$, $M = 3.11 \text{ kNm}$
Min N, simultaneous V and M: $N = 33.32 \text{ kN}$, $V = 0.07 \text{ kN}$, $M = 0.41 \text{ kNm}$
Max V, simultaneous N and M: $N = 33.32 \text{ kN}$, $V = 0.07 \text{ kN}$, $M = 0.41 \text{ kNm}$
Min V, simultaneous N and M: $N = 285.30 \text{ kN}$, $V = -0.07 \text{ kN}$, $M = 3.11 \text{ kNm}$
Max M, simultaneous N and V: $N = 285.30 \text{ kN}$, $V = -0.07 \text{ kN}$, $M = 3.11 \text{ kNm}$
Min M, simultaneous N and V: $N = 33.32 \text{ kN}$, $V = 0.07 \text{ kN}$, $M = 0.41 \text{ kNm}$

9.) Belső erők a gerinc kapcsolatainál a bal oldalon:

Max N, simultaneous V and M: $N = -31.18 \text{ kN}$, $V = -7.21 \text{ kN}$, $M = -0.95 \text{ kNm}$
Min N, simultaneous V and M: $N = -283.27 \text{ kN}$, $V = -33.97 \text{ kN}$, $M = -8.93 \text{ kNm}$
Max V, simultaneous N and M: $N = -42.44 \text{ kN}$, $V = -5.21 \text{ kN}$, $M = -1.28 \text{ kNm}$
Min V, simultaneous N and M: $N = -277.64 \text{ kN}$, $V = -34.96 \text{ kN}$, $M = -8.77 \text{ kNm}$
Max M, simultaneous N and V: $N = -31.18 \text{ kN}$, $V = -7.21 \text{ kN}$, $M = -0.95 \text{ kNm}$
Min M, simultaneous N and V: $N = -283.27 \text{ kN}$, $V = -33.97 \text{ kN}$, $M = -8.93 \text{ kNm}$

10.) Belső erők a gerinc kapcsolatainál a jobb oldalon:

Max N, simultaneous V and M: $N = -32.00 \text{ kN}$, $V = 0.55 \text{ kN}$, $M = -0.95 \text{ kNm}$
Min N, simultaneous V and M: $N = -283.07 \text{ kN}$, $V = 35.58 \text{ kN}$, $M = -8.93 \text{ kNm}$
Max V, simultaneous N and M: $N = -283.07 \text{ kN}$, $V = 35.58 \text{ kN}$, $M = -8.93 \text{ kNm}$
Min V, simultaneous N and M: $N = -32.00 \text{ kN}$, $V = 0.55 \text{ kN}$, $M = -0.95 \text{ kNm}$
Max M, simultaneous N and V: $N = -32.00 \text{ kN}$, $V = 0.55 \text{ kN}$, $M = -0.95 \text{ kNm}$
Min M, simultaneous N and V: $N = -283.07 \text{ kN}$, $V = 35.58 \text{ kN}$, $M = -8.93 \text{ kNm}$

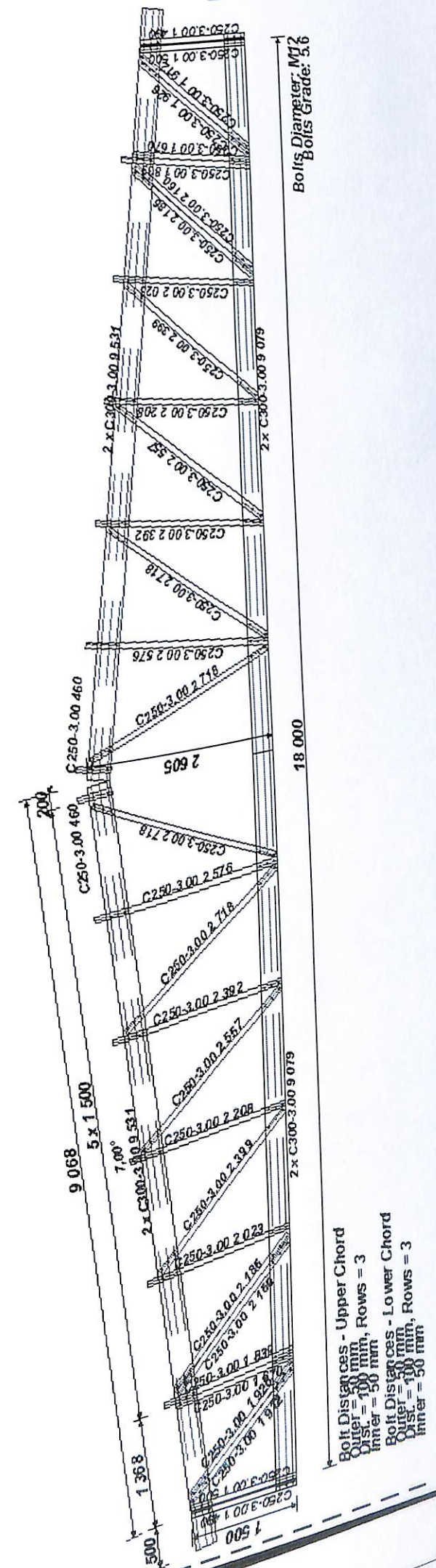
11.) Belső erők a szélső rács-eresz kapcsolatainál a bal oldalon:

Max N, simultaneous V and M: $N = 0.38 \text{ kN}$, $V = -3.07 \text{ kN}$, $M = -1.49 \text{ kNm}$
Min N, simultaneous V and M: $N = 0.07 \text{ kN}$, $V = -0.60 \text{ kN}$, $M = -0.29 \text{ kNm}$
Max V, simultaneous N and M: $N = 0.07 \text{ kN}$, $V = -0.60 \text{ kN}$, $M = -0.29 \text{ kNm}$
Min V, simultaneous N and M: $N = 0.38 \text{ kN}$, $V = -3.07 \text{ kN}$, $M = -1.49 \text{ kNm}$
Max M, simultaneous N and V: $N = 0.07 \text{ kN}$, $V = -0.60 \text{ kN}$, $M = -0.29 \text{ kNm}$
Min M, simultaneous N and V: $N = 0.38 \text{ kN}$, $V = -3.07 \text{ kN}$, $M = -1.49 \text{ kNm}$

12.) Belső erők a szélső rács-eresz kapcsolatainál a jobb oldalon:

Max N, simultaneous V and M: $N = 0.38 \text{ kN}$, $V = 2.90 \text{ kN}$, $M = -1.41 \text{ kNm}$
Min N, simultaneous V and M: $N = 0.07 \text{ kN}$, $V = 0.60 \text{ kN}$, $M = -0.29 \text{ kNm}$
Max V, simultaneous N and M: $N = 0.38 \text{ kN}$, $V = 3.06 \text{ kN}$, $M = -1.48 \text{ kNm}$
Min V, simultaneous N and M: $N = 0.07 \text{ kN}$, $V = 0.28 \text{ kN}$, $M = -0.14 \text{ kNm}$
Max M, simultaneous N and V: $N = 0.07 \text{ kN}$, $V = 0.28 \text{ kN}$, $M = -0.14 \text{ kNm}$
Min M, simultaneous N and V: $N = 0.38 \text{ kN}$, $V = 3.06 \text{ kN}$, $M = -1.48 \text{ kNm}$

LINDAB C PROFILÚ RACSOSTARTÓ OLDALNÉZETE M = 1:100



Bolt Distances - Upper Chord
 Outer = 100 mm, Rows = 3
 Inner = 50 mm
 Bolt Distances - Lower Chord
 Outer = 100 mm, Rows = 3
 Inner = 50 mm