

ERŐTANI SZÁMÍTÁS

1. KIINDULÁSI ADATOK

1.1. ÉPÍTMÉNY ADATAI

Megtervezendő, ellenőrizendő egy földszintes kialakítású Egészségügyi Szolgáltató Központ átalakítás és bővítés **(Egészségügyi alapellátás infrastrukturális fejlesztése Szerepen)** szerkezeti elemei. A tetőtér nem kerül beépítésre. A meglévő épület alapozása kisméretű téglá sávalap, T50 habarcsba rakva. Födém szerkezete borított gerendás fa födém. A falai kisméretű téglá anyagúak. A tetőszerkezete hagyományos faszervezetű, kétállószerű, kötőgerendás fa, sátozott fedélszék a meglévő, átalakításra váró épületrészen. A szarufák 10/13 cm méretűek, taréjszelemen nincs, középszelemenek, sárgerendák 12/15 cm keresztmetszeti méretűek. A meglévő épületrészen a főállások, 15/15 cm székoszlappal, 10/10 cm könyökfával, vagy 15/15 cm mellszorító gerendával készültek. A bővítményen félnyeregű fedélszék készül 10/15 cm szarufával. A meglévő épületen nagyméretű, utólagos nyílások készülnek, amelyeket acél gerendákkal kell kiváltani.

Építtető: Szerep Község Önkormányzata
4163 Szerep, Nagy utca 53.
Épület helye: 4163 Szerep, Kölcsey utca 6.
Hrsz: 608

ALKALMAZOTT SZABVÁNYOK ÉS SEGÉDLETEK

MSZ-EN-1990:2003 Eurocode-0	A tartószerkezetek tervezésének alapjai
MSZ-EN-1991:2005 Eurocode-1	Terhek és hatások
MSZ-EN-1991:2005 Eurocode-2	Vasbeton szerkezetek tervezése
MSZ-EN-1991:2005 Eurocode-3	Acélszerkezetek tervezése
MSZ-EN 1995:2009 Eurocode-5	Faszervezetek méretezése
MSZ-EN-1997:2006 Eurocode-7	Geotechnikai tervezés

Deák Gy-Erdélyi T.: Terhek és hatások tervezés az Eurocode alapján
Deák Gy-Draskóczy.: Vasbeton szerkezetek, tervezés az Eurocode alapján
Szepsházy Róbert: Geotechnika, tervezés az Eurocode alapján
Dr. Horváth Sándor: Faanyag szerkezetek alkalmazása a magas-és mélyépítésben
Dr Wittmann Gyula: Mérnöki faszervezetek I-II.
Dezső Zs.-Szabó L. : Faszervezetek tervezése az Eurocode 5 alapján
Massányi – Dulácska: Magasépítési tartószerkezetek tervezési és ellenőrzési segédlet
Tapasztalatok és ajánlások tartószerkezetek tervezőinek és kivitelezőinek
Massányi - Dulácska: Statikusok könyve
Statikai kisokos

1.2. ALKALMAZOTT ANYAGOK és ANYAGJELLEMZŐIK

1.2.1. Beton

Alkalmazandó anyagminőség C16/20 -24/kk

$$f_{c,k}=16,0 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{c,d}=13,30 \text{ N/mm}^2$$

1.2.2. Betonacél

Alkalmazandó betonacél minőség: B.500 Bst

$$f_{y,k}=500 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{y,d}=435 \text{ N/mm}^2$$

1.2.3. Faanyag

A faanyag minősége C22. II. oszt.

$$E_{0,05}=6,7 \text{ N/mm}^2$$

$$G_{mean}=0,69 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{mk}=22 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{tük}=13 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{90k}=0,30 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{cük}=20 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{c90k}=2,4 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{vk}=2,40 \text{ N/mm}^2$$

1.2.4. Idomacél

Alkalmazandó acél minőség: S235JR

$$f_{y,k}=235 \text{ N/mm}^2$$

2. TERHEK és HATÁSOK

2.1. ÁLLANDÓ TERHEK

2.1.1. Tetőhéjalás súlyelemzése (cserépfedés)

Rétegrend	Karakterisztikus érték
Tetőcserép	0,80 kN/m ²
3 / 5 lécezés 30 cm-ként	0,08 kN/m ²
Ellenléc	0,01 kN/m ²
Fóliaterítés	0,01 kN/m ²
10*13 cm szaru 0,90 méterenként	szoftver számítja
ÖSSZESEN:	0,90 kN/m²

$$g_{\text{katető,1}}=0,90 \text{ kN/m}^2$$

2.1.2. Tetőhéjalás súlyelemzése (bádogfedés)

Rétegrend	Karakterisztikus érték
1 mm VM Zink fedés	0,07 kN/m ²
Fóliaterítés	0,01 kN/m ²
2,5 cm deszkázat	0,17 kN/m ²
10*15 cm szaru 0,90 méterenként	szoftver számítja
15+5 cm szálal hőszigetelés	0,06 kN/m ²
ÖSSZESEN:	0,32 kN/m²

$$g_{\text{katető,2}}=0,32 \text{ kN/m}^2$$

2.1.3. Födém súlyelemzése

Rétegrend	Karakterisztikus érték
2,5 cm deszkázat	0,16 kN/m ²
15*15 cm fa gerenda	0,15 kN/m ²
15+5 cm szálal hőszigetelés	0,06 kN/m ²
1,5 cm vakolat	0,26 kN/m ²
ÖSSZESEN:	0,63 kN/m²

$$g_{\text{kaföd}}=0,63 \text{ kN/m}^2$$

2.1.4. 45 cm kisméretű téglafalazat súlya

$$g_{k,vf}=9,25 \text{ kN/m}^2$$

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

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

$$\gamma_A=1,00$$

$$\psi_0=\psi_1=\psi_2=1,00$$

2.2. ESETLEGES TERHEK

2.2.1. Hóteher

A hóteher szabvány szerinti alapértéke; $s_k=1,25 \text{ kN/m}^2$ (400 mAf magasságig)
 parciális tényezője tartós (teherbírasi): $\gamma_Q=1,50$
 parciális tényezője tartós (használati): $\gamma_Q=1,00$
 parciális tényezője tartós (rendkívüli): $\gamma_A=1,00$

kombinációs tényezője (egyidejűség): $\psi_0=0,50$

kombinációs tényezője (gyakori): $\psi_1=0,20$

Szél hatását figyelembe vevő tényező: $C_e=1,00$

Hőmérsékleti tényező: $C_t=1,00$

alaki tényezők: $\mu_1=0,75$ (32° tetőhajlásszög)

2.2.2. Szélteher

A szél torlónyomásának alapértéke :
(III. kategória 8,00 méter terepszint feletti magasság)
alaki tényezők

$$q_p(z)=0,545 \text{ kN/m}^2$$

Széltámadta oldal

$$c_{pe,10,1}=+0,46 \text{ (szélnyomás)}$$

$$c_{pe,10,2}=+0,55 \text{ (szélnyomás)}$$

$$c_{pe,10,1} = -0,26 \text{ (szélszívás)}$$

$c_{pe,10,2} = -0,35$ (szélszívás)

Szélárnyékos oldal

$c_{pe,10,1} = -0,42$ (szélszívás)

$$c_{pe,10,2} = -0,45 \text{ (szélszívás)}$$

parciális tényezője tartós (teherbírási)

$\gamma_0=1,50$

parciális tényezője tartós (használatai)

$\gamma_0=1,00$

parciális tényezője tartós (rendkívüli)

$\gamma_A=1,00$

kombinációs tényezője (egyidejűség):

$$\psi_0 = 0,60$$

kombinációs tényezője (gyakori):

$$\psi_1 = 0,50$$

$$\psi_2 = 0,00$$

2.3. HASZNOS TERHEK

2.3.1. Hasznos teher általános födémszakaszon

$q_k = 1,50 \text{ kN/m}^2$ (A. típusú födém, padlás)

parciális tényezője tartós (teherbírási)

$\gamma_O=1,50$

parciális tényezője tartós (használatai)

$\gamma_0 = 1,00$

parciális tényezője tartós (rendkívüli)

$\gamma_A = 1,00$

kombinációs tényezője (egyidejűség):

$$\psi_0 = 0,70$$

kombinációs tényezője (gyakori):

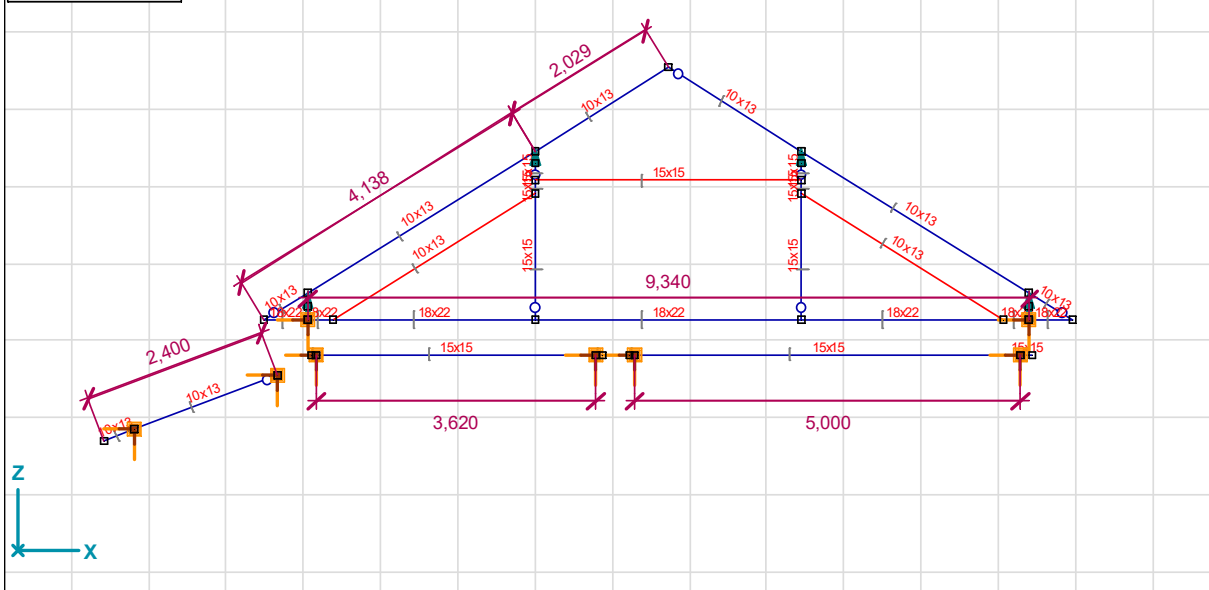
$$\psi_1 = 0,50$$

$$\psi_2 = 0,30$$

3. FA TETŐSZERKEZET ELLENŐRZÉSE

3.1. GEOMETRIAI KIALAKÍTÁS

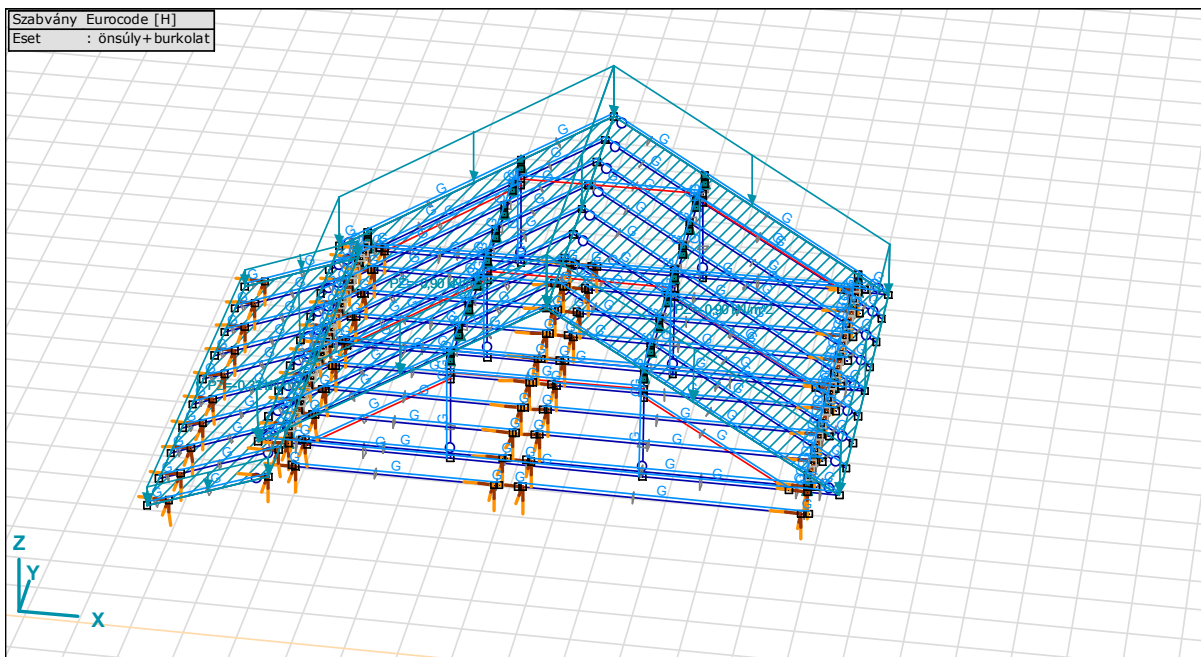
Szabvány	Eurocode [H]
Eset	: ST1
Részlet	: Főállás



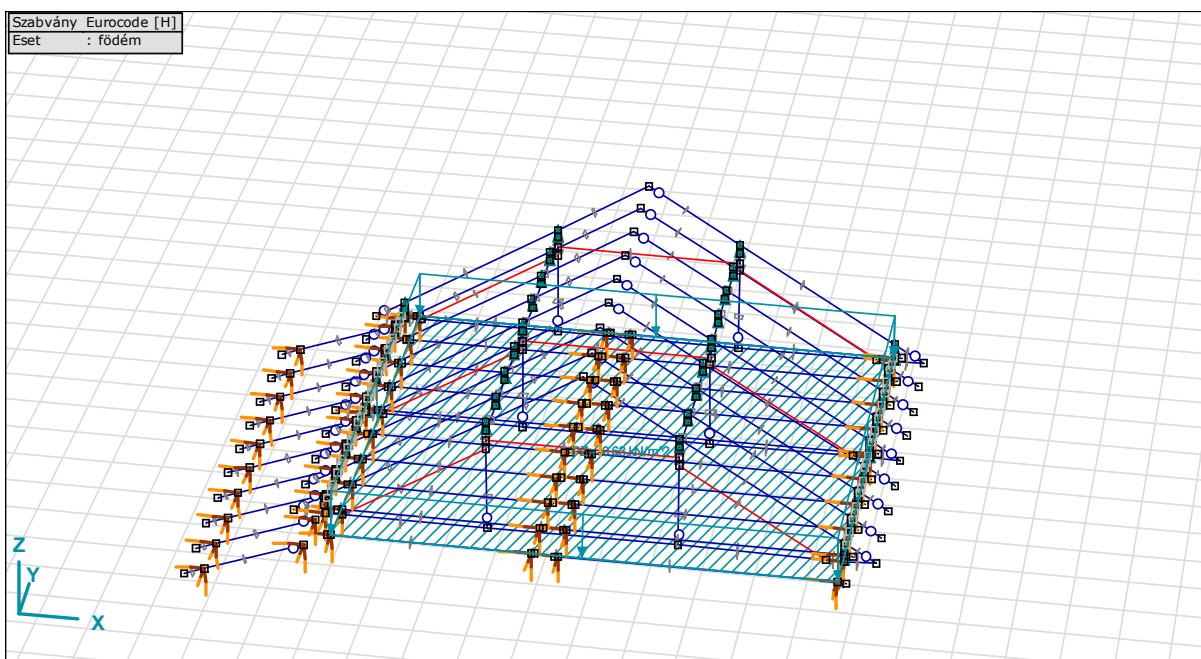
főállás statikai váza

3.2. TERHEK és HATÁSOK

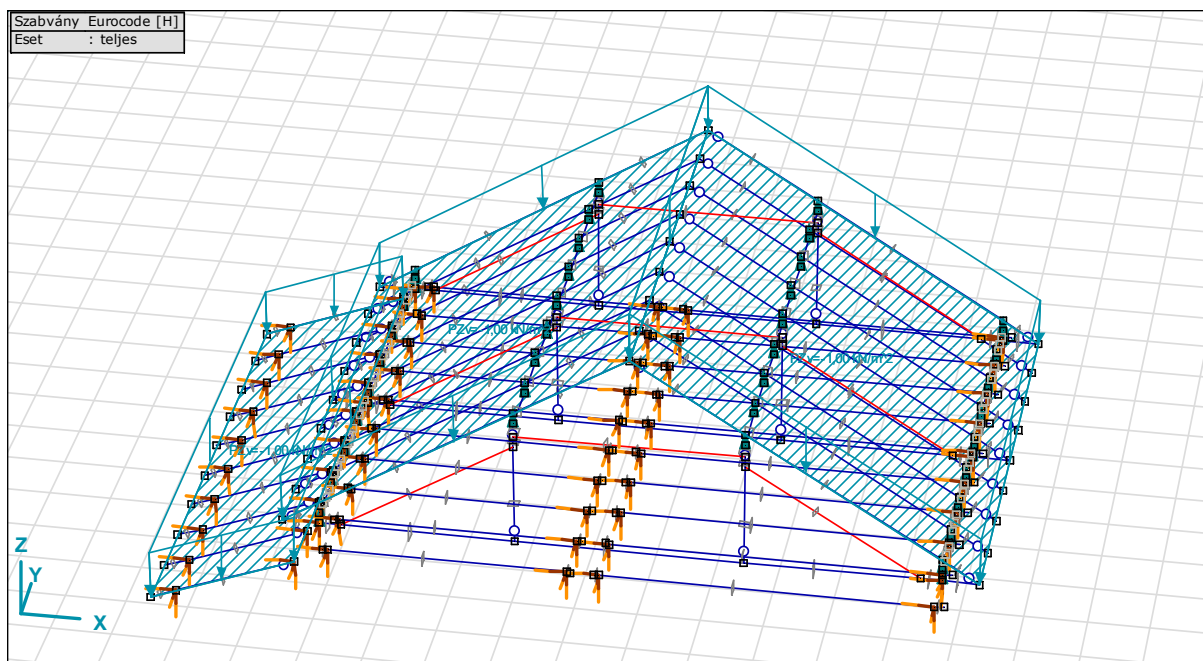
2. pontban foglaltak szerint



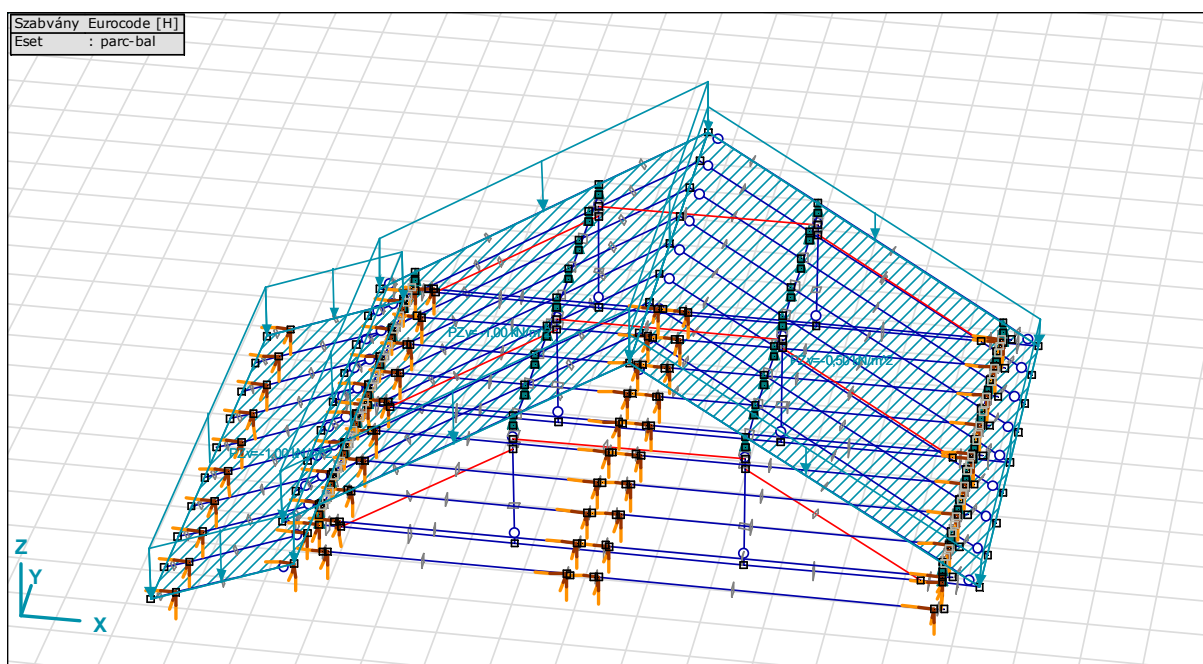
önsúly+héjazat terhelési eset ábrája (állandó)



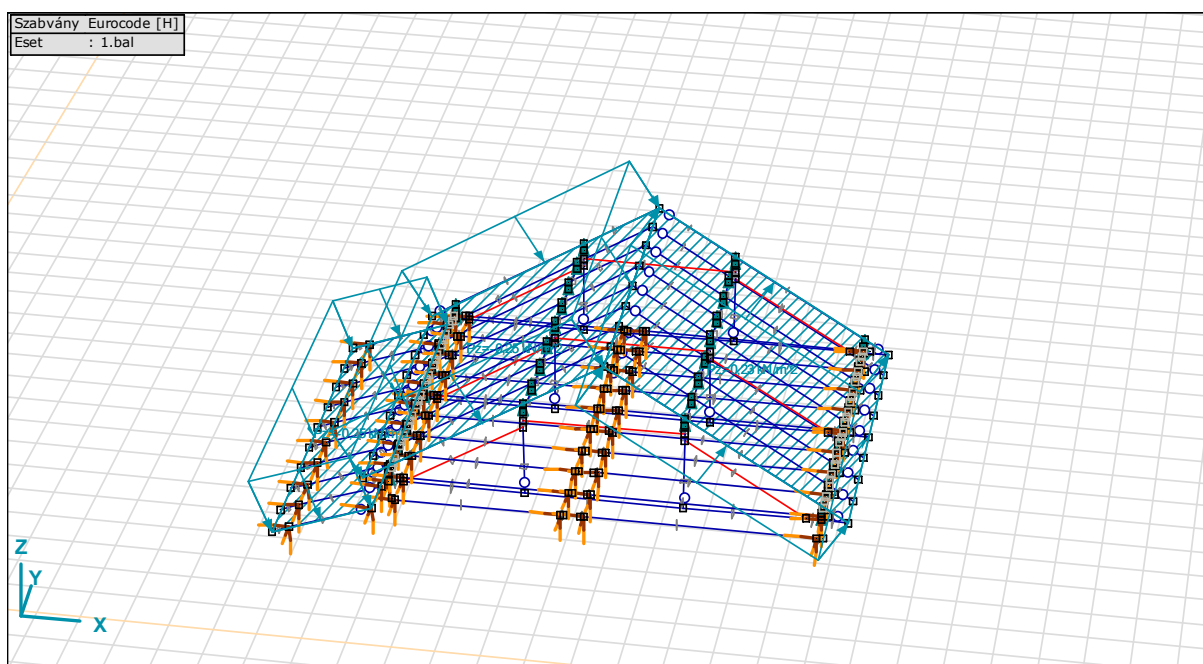
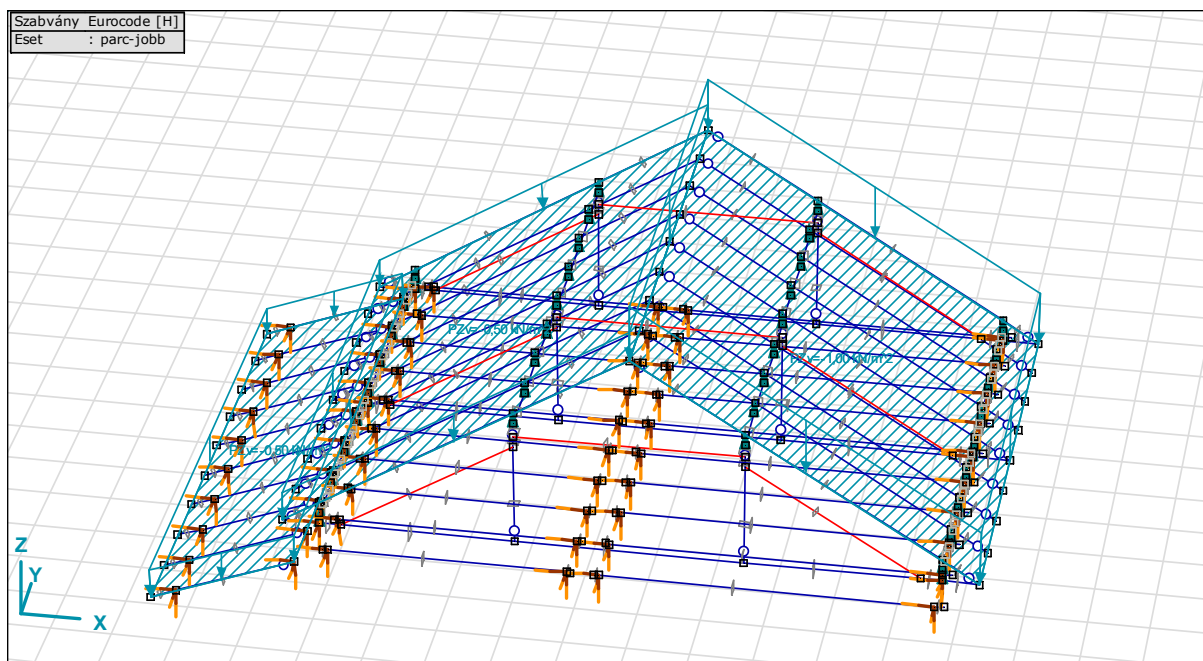
padlás terhelési eset ábrája (állandó)

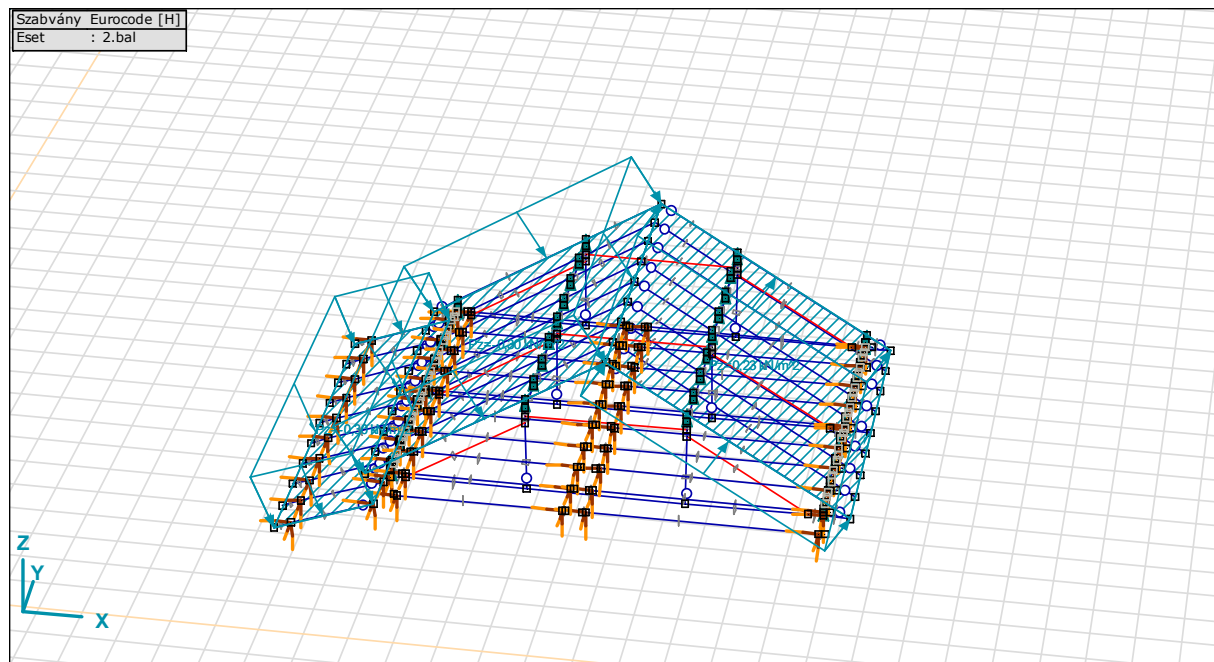


hóteher a teljes szerkezeten 1.terhelési eset ábrája

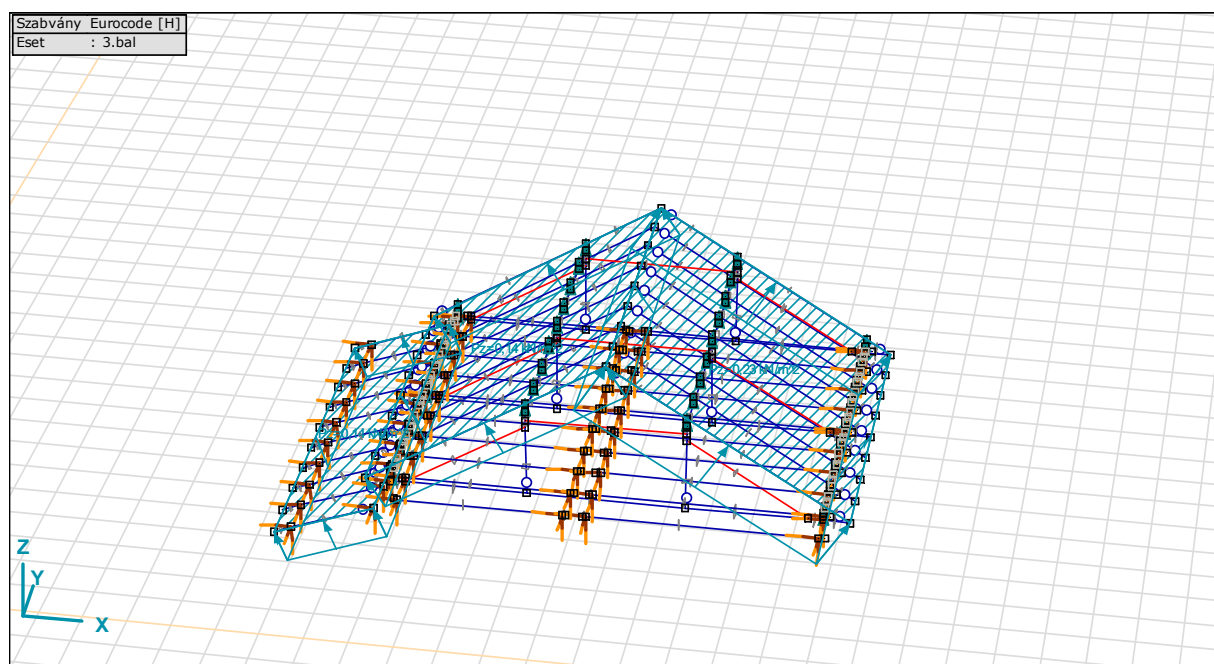


parciális hóteher 1. terhelési eset ábrája

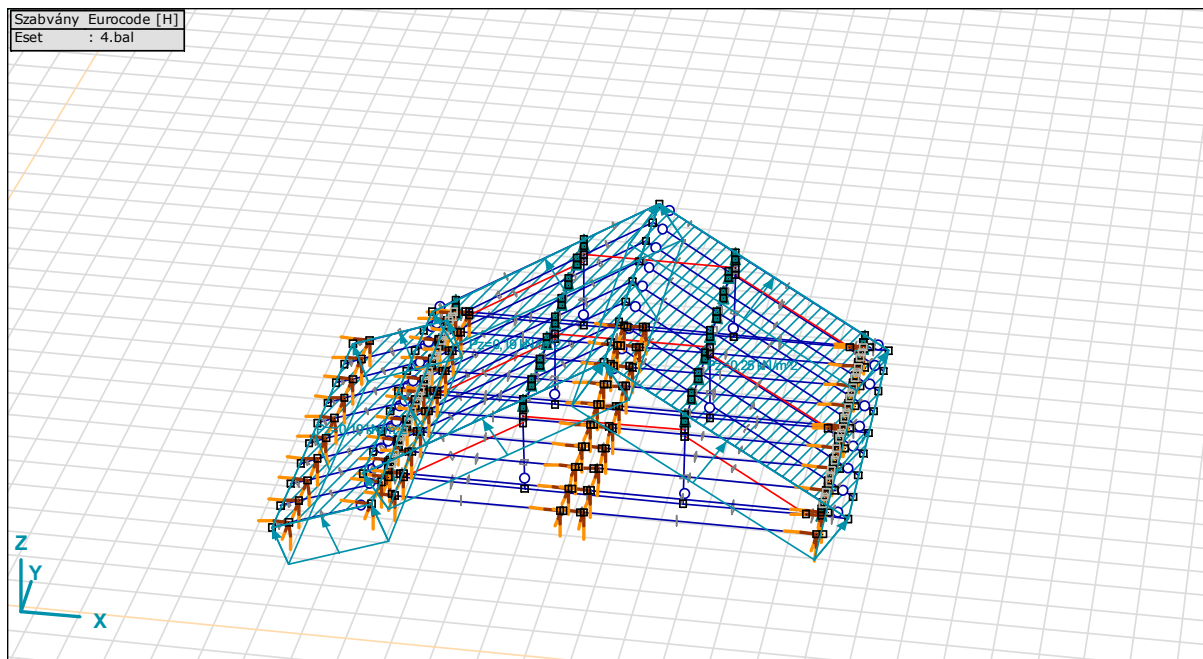




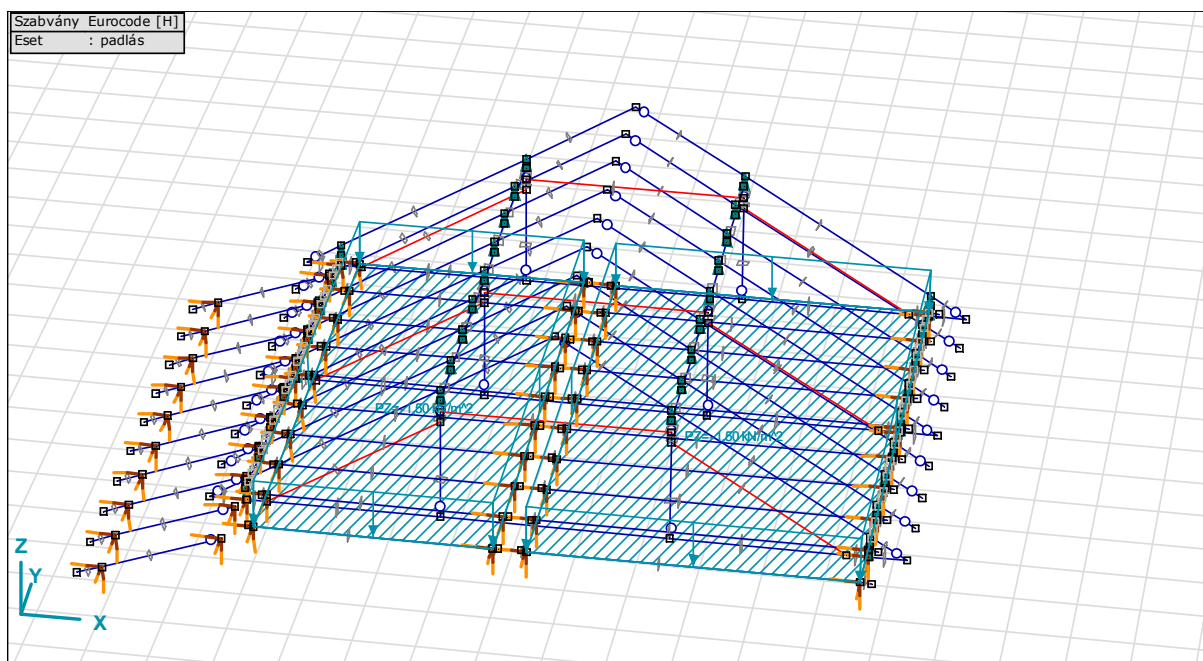
szélteher 2. terhelési eset ábrája



szélteher 3. terhelési eset ábrája



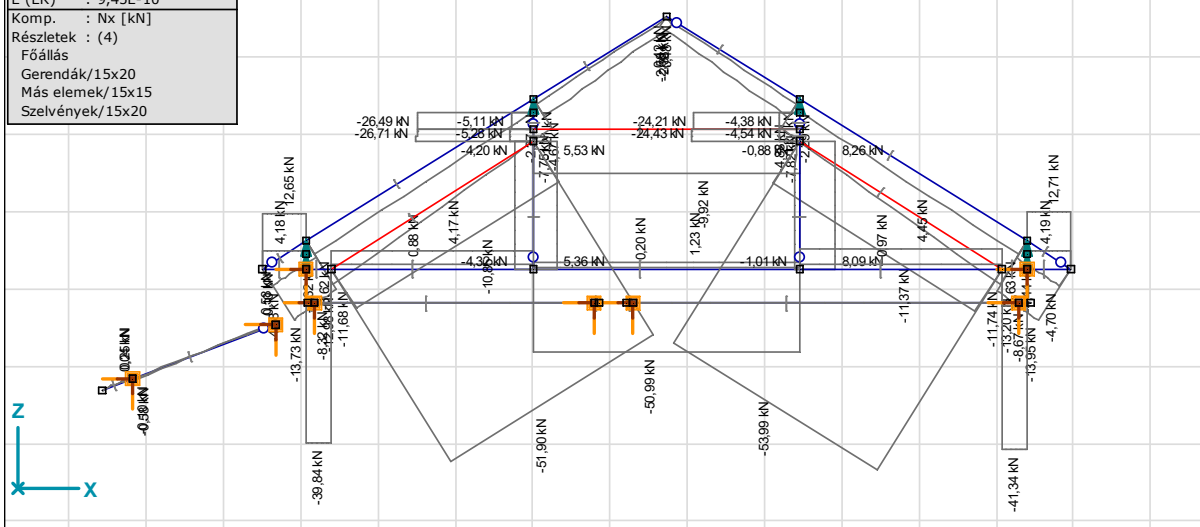
szélteher 4. terhelési eset ábrája



födém hasznos teher terhelési ábrája

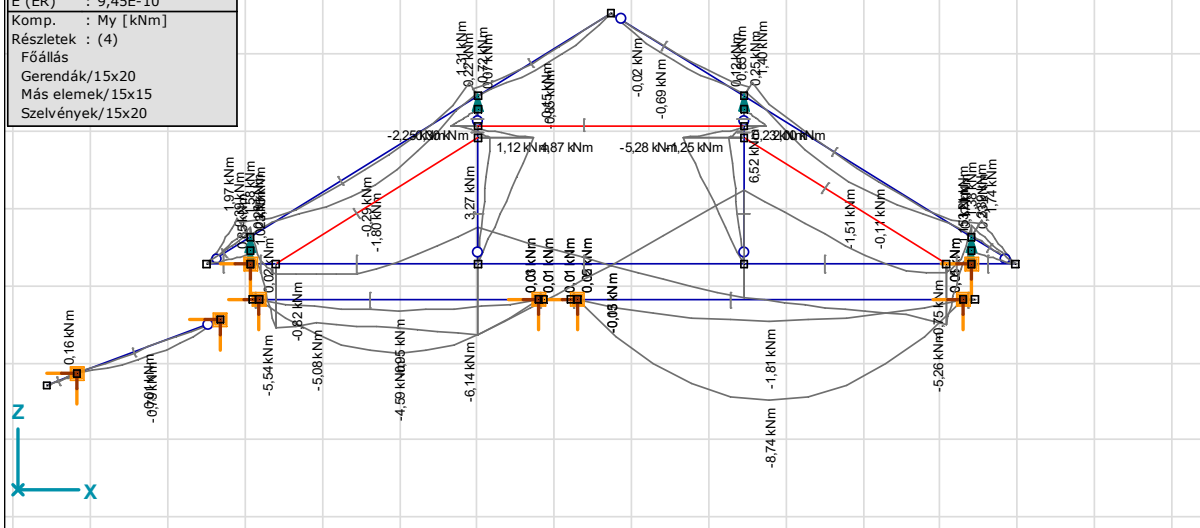
3.3. IGÉNYBEVÉTELEK

Lineáris számítás	
Szabvány	Eurocode [H]
Eset	: Mértékadó Min,Max
Típus	: (ULS összes)
E (P)	: 7,82E-8
E (W)	: 7,82E-8
E (ER)	: 9,45E-10
Komp.	: Nx [kN]
Részletek : (4)	
Fóalás	
Gerendák/15x20	
Más elemek/15x15	
Szélvények/15x20	



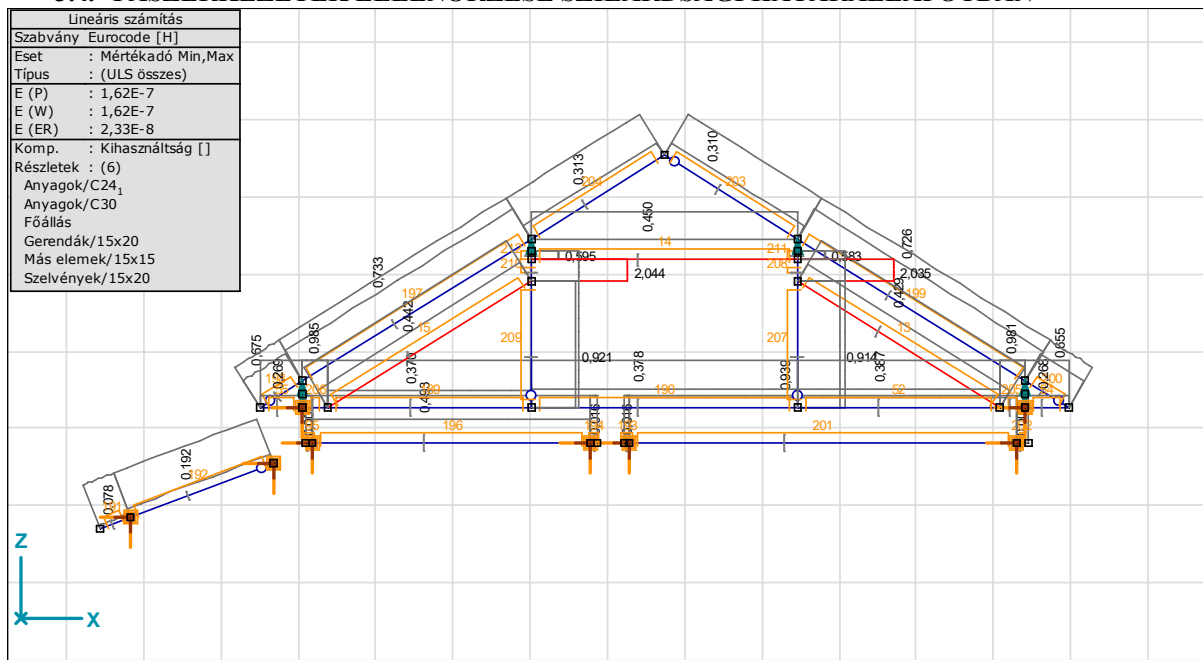
főállás minimál-maximál normálerő ábra

Lineáris számítás	
Szabvány	Eurocode [H]
Eset	: Mértékadó Min,Max
Típus	: (ULS összes)
E (P)	: 7,82E-8
E (W)	: 7,82E-8
E (ER)	: 9,45E-10
Komp.	: My [kNm]
Részletek : (4)	
Fóalás	
Gerendák/15x20	
Más elemek/15x15	
Szálvények/15x20	



főállás mértékadó minimál-maximál nyomatéki ábrája

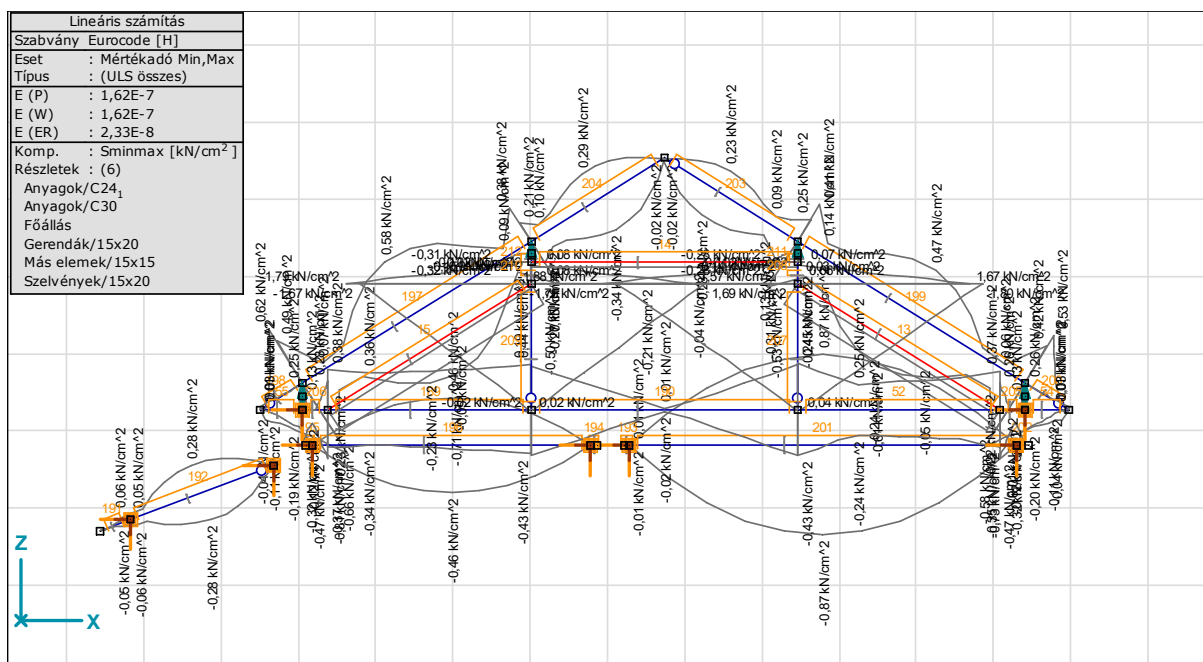
3.4. FASZERKEZETEK ELLENŐRZÉSE SZILÁRDSÁGI HATÁRÁLLAPOTBAN

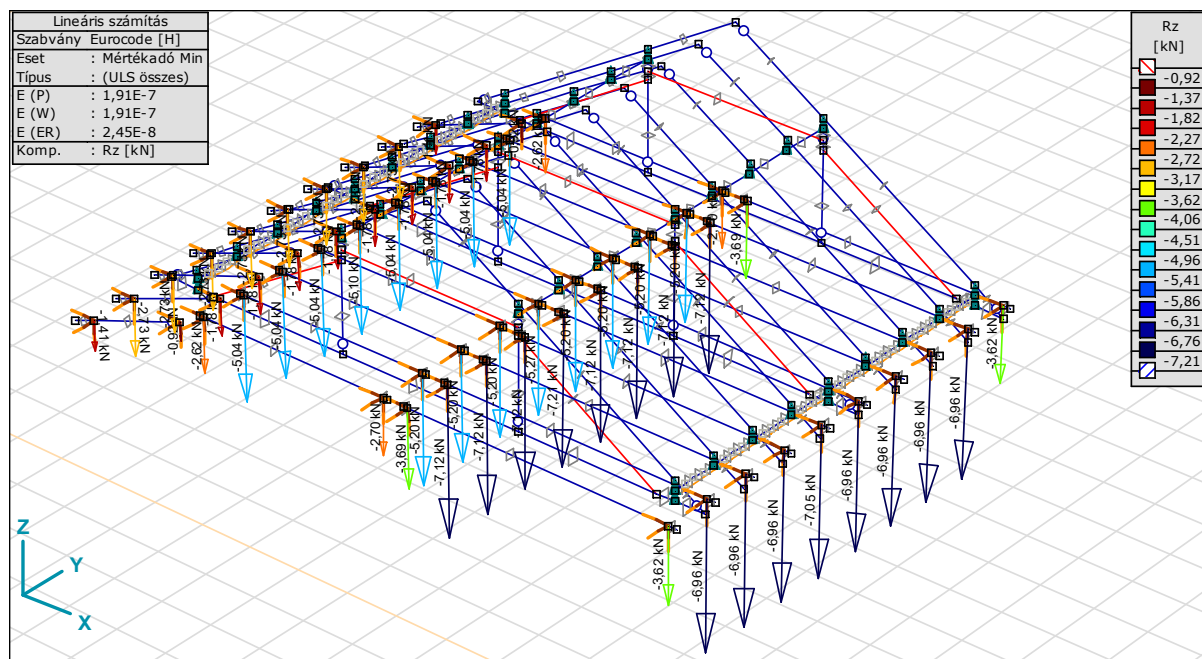


A szaruállás kihasználtsági ábrája (összetett igénybevételekre)

Mivel a maximális kihasználtság összetett igénybevételekre 95%, ezért a keresztmetszetek megfelelnek!

A székoszlop-bakdúc közötti szakasz erősítésre szorul.

f_y (minmax) ábra



födém szerkezet reakció-erő ábrája

$$N_{\text{tető}} = 16,25 \text{ kN/m}$$

$$N_{\text{födém}} = 5,10 \text{ kN} \div 0,90 \text{ m} = 5,66 \text{ kN/m}$$

$$N_{\text{fal}} = 1,35 \cdot 9,25 \text{ kN/m}^2 \cdot 1,40 \text{ m} = 14,45 \text{ kN/m}$$

$$N_{\text{Ed}} = 16,25 \text{ kN/m} + 5,66 \text{ kN/m} + 14,45 \text{ kN/m} = 36,36 \text{ kN/m}$$

$$N_{\text{Ed}} = 36,36 \text{ kN/m} \cdot (3,06 \text{ m} \div 2 + 0,51 \text{ m} + 3,40 \text{ m} \div 2) = 136,0 \text{ kN}$$

$$M_{\text{Ed}} = 0,57 \text{ kNm/m}$$

(födémteherből származó nyomaték)

$$M_{\text{Ed,w}} = 0,00 \text{ kNm/m}$$

(szélteherből származó nyomaték)

$$e_{0,\text{Ed}} = 0,57 \text{ kNm/m} \div 36,36 \text{ kN} = 16,0 \text{ mm/m}$$

$$e_{0,\text{w}} = 0,00 \text{ kNm/m} \div 30,41 \text{ kN} = 0,0 \text{ mm/m}$$

$$e_i = e_{0,\text{Ed}} + e_{0,\text{w}} + e_{\text{init}} = 16 \text{ mm} + 0 \text{ mm} + 5 \text{ mm} = 21 \text{ mm} > 0,05 \cdot 510 = 26 \text{ mm}$$

$$\Phi_i = 1 - 2 \cdot [e_i \div t] = 1 - 2 \cdot [26 \text{ mm} \div 510 \text{ mm}] = 0,90$$

$$N_{\text{Rd}} = A \cdot \Phi_i \cdot f_d = 510 \text{ mm} \cdot 510 \text{ mm} \cdot 0,90 \cdot 0,81 \text{ N/mm}^2 = 190,0 \text{ kN} > N_{\text{Ed}} = 136,0 \text{ kN}$$

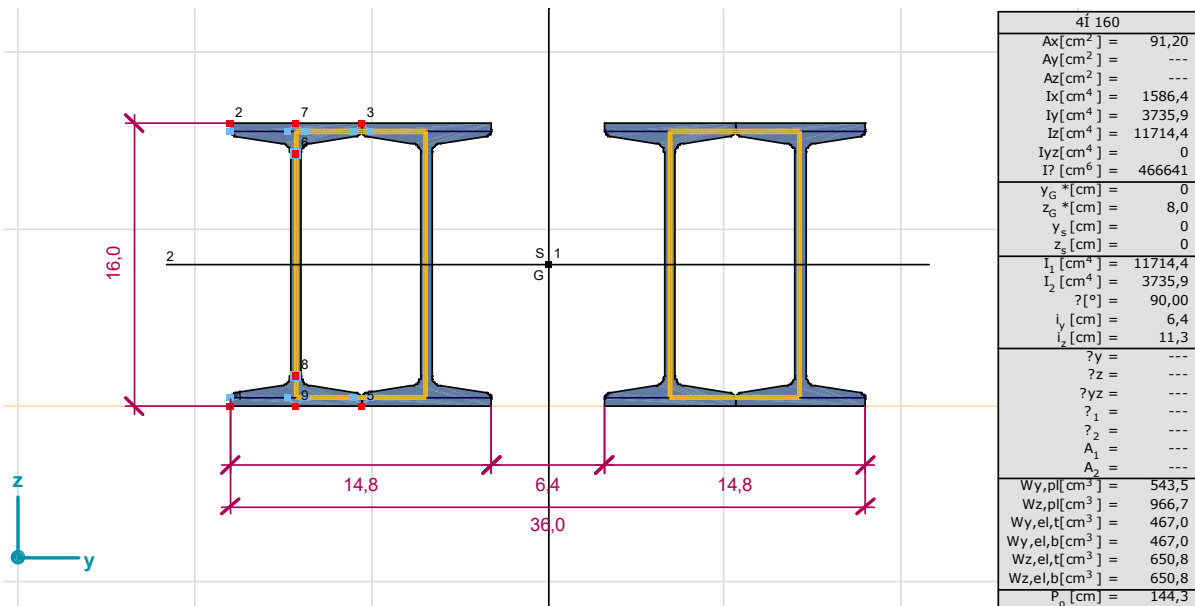
Tehát megfelel!**4.1. Utólagos nyíláskiváltás ellenőrzése I.**

$$N_{\text{tető}} = 16,25 \text{ kN/m}$$

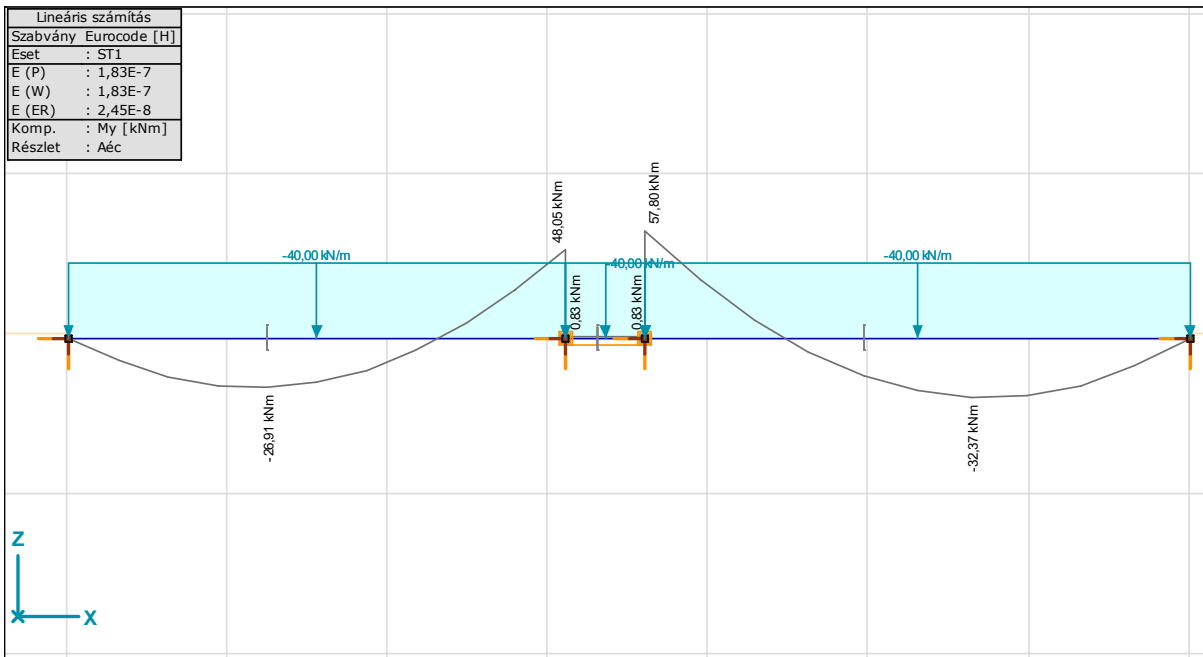
$$N_{\text{födém}} = 5,10 \text{ kN} \div 0,90 \text{ m} = 5,66 \text{ kN/m}$$

$$N_{\text{fal}} = 1,35 \cdot 9,25 \text{ kN/m}^2 \cdot 1,40 \text{ m} = 14,45 \text{ kN/m}$$

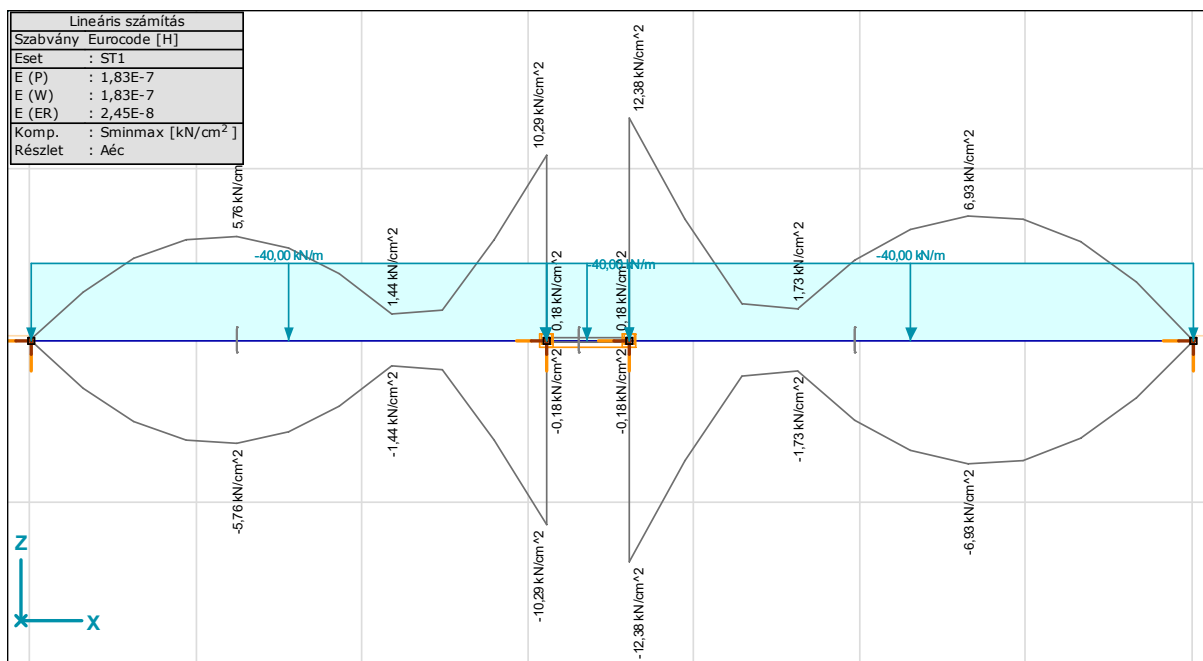
$$Q_{\text{E,d}} = 16,25 \text{ kN/m} + 5,66 \text{ kN/m} + 14,45 \text{ kN/m} = 36,36 \text{ kN/m}$$



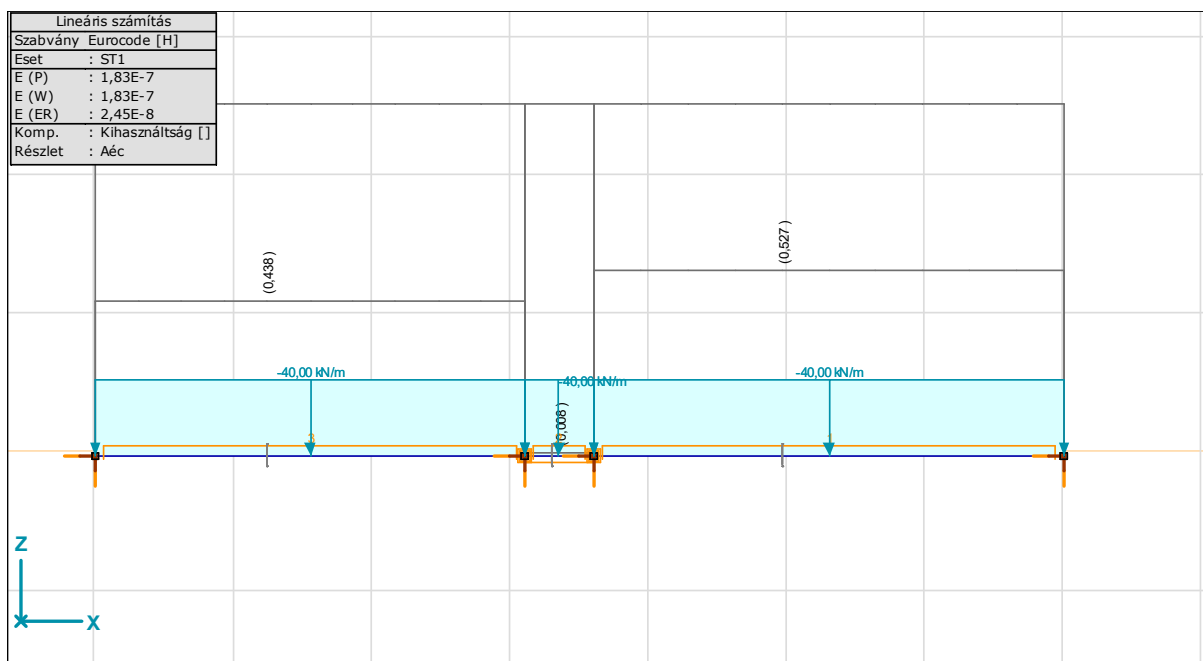
A kiváltó 2*2 db I160 mm gerenda (IPE 160)



Acél kiváltó terhelése és nyomatéki ábrája



$f_{E,d} = 12,40 \text{ kN/cm}^2 < f_{R,u} = 23,50 \text{ kN/cm}^2$ Tehát megfelel!



Az acélgerendák kihasználtsága 53% < 100% összetett igénybevételekre, Tehát megfelel!

4.2. Utólagos nyíláskiváltás ellenőrzése I.

A belső ajtónyílások kiváltói legyenek 2*2 db I100 mm gerendák.

$$N_{\text{tető}} = 16,25 \text{ kN/m}$$

$$N_{\text{földem}} = 5,10 \text{ kN} \div 0,90 \text{ m} = 5,66 \text{ kN/m}$$

$$N_{\text{fal}} = 1,35 * 9,25 \text{ kN/m}^2 * 1,40 \text{ m} = 14,45 \text{ kN/m}$$

$$Q_{E,d} = 16,25 \text{ kN/m} + 5,66 \text{ kN/m} + 14,45 \text{ kN/m} = 36,36 \text{ kN/m}$$

$$M_{E,d} = 36,36 \text{ kN/m} * 1,50^2 \text{ m}^2 \div 8 = 10,25 \text{ kNm}$$

$$M_{R,d} = W_y * f_y = (2 * 2 * 54,70 \text{ cm}^3) * 23,5 \text{ kN/cm} = 51,41 \text{ kNm} > M_{E,d} = 10,25 \text{ kNm} \text{ Tehát megfelel!}$$

$$u_{E,d} = \frac{5 * q * l * l * l}{384 * E * J} = 5 * 0,103 \text{ kN/cm} * (150 \text{ cm})^4 \div [384 * 21000 \text{ kN/cm}^2 * (4 * 328 \text{ cm}^4)] = 2,40 \text{ mm}$$

$$u_{R,d} = 1500 / 500 = 3,00 \text{ mm} > u_{E,d} = 2,40 \text{ mm} \text{ Tehát a 4 db I 120 mm gerenda megfelel!}$$

5. ALAPOZÁS ELLENŐRZÉSE**5.1. SÁVALAPOK ELLENŐRZÉSE**

$$N_{\text{tető}} = 16,25 \text{ kN/m}$$

$$N_{\text{födém}} = 5,10 \text{ kN} \div 0,90 \text{ m} = 5,66 \text{ kN/m}$$

$$N_{\text{fal}} = 1,35 \cdot 9,25 \text{ kN/m}^2 \cdot 4,00 \text{ m} = 49,95 \text{ kN/m}$$

$$N_{\text{alap}} = 1,35 \cdot 0,60 \text{ m} \cdot 1,40 \text{ m} \cdot 22 \text{ kN/m}^3 = 25,00 \text{ kN/m}$$

Az alapra jutó igénybevétel:

$$V_{\text{d, külső}} = 16,25 \text{ kN/m} + 5,66 \text{ kN/m} + 49,95 \text{ kN/m} + 25,00 \text{ kN/m} = 96,86 \text{ kN/m}$$

$$e_{\text{B,k}} = 0,10 \text{ m}$$

$$B' = B - 2 \cdot e_{\text{B,k}} = 0,60 \text{ m} - 2 \cdot 0,10 \text{ m} = 0,40 \text{ m}$$

$$L' = \infty \text{ m (sávalap)}$$

$$s_q = 1,00$$

$$s_\gamma = 1,00$$

$$s_c = 1,00$$

$$i_q = i_c = i_j = 1,00$$

(ferdeségi tényező)

$$N_q = 18,40$$

$$N_c = 30,14$$

$$N_\gamma = 20,09$$

$$s_c = 1,00$$

(alaki tényező)

$$b_c = 1,00$$

(alapferdeségi tényező)

$$q = 1,00 \text{ m} \cdot 18,0 \text{ kN/m}^3 = 18,00 \text{ kN/m}^2$$

$$c_{u,k} = 6,5 \text{ kN/m}^2$$

$$R_k = B' \cdot [c_k \cdot N_c \cdot b_c \cdot s_c \cdot i_c + q \cdot N_q \cdot b_q \cdot s_q \cdot i_q + 0,50 \cdot \gamma' \cdot N_\gamma \cdot B' \cdot b_\gamma \cdot s_\gamma \cdot i_\gamma] =$$

$$R_k = 0,40 \text{ m} \cdot [6,5 \text{ kN/m}^2 \cdot 30,14 \cdot 1,00 \cdot 1,00 \cdot 1,00 + 18,00 \text{ kN/m}^2 \cdot 18,40 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 + 0,5 \cdot 18,0 \text{ kN/m}^3 \cdot 20,09 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0] = 239,77$$

$$R_d = 239,77 \text{ kN/m} \div 1,40 = 171,27 \text{ kN/m} > 96,86 \text{ kN/m} = V_{\text{d,külső}}$$

Tehát 60/90 cm alap megfelelő!

6. FÖLDRENGÉSMÉRETEZÉS

$$\text{Födémek, tető súlya: } (12,15 \text{ m} \cdot 17,60 \text{ m}) \cdot (1,10 \text{ kN/m}^2 + 1,06 \text{ kN/m}^2) = 483,0 \text{ kN}$$

$$\text{Falak súlya: } 9,25 \text{ kN/m}^2 \cdot (17,60 \text{ m} \cdot 3 + 12,15 \text{ m} \cdot 3) \cdot 4,0 \text{ m} = 3\,302,0 \text{ kN}$$

$$\text{Épület önsúlya: } = 3\,785,0 \text{ kN}$$

$$\text{A redukált spektrumérték: } S_{\text{pd}} = 0,20$$

$$\text{Az eltolóerő nagysága: } F = 0,20 \cdot 3\,785 \text{ kN} = 757 \text{ kN}$$

$$\text{Külpontossági növekményszorzó: } 1,06$$

$$\text{A falak nyírt felülete x-irányban: } A_x = 16,52 \text{ m}^2$$

$$\text{A falak nyírt felülete y-irányban: } A_y = 13,41 \text{ m}^2$$

$$\text{A nyírófeszültség: } \tau_{\text{Ed,x}} = 1,06 \cdot 757 \text{ kN} / 16,52 \text{ m}^2 = 0,0046 \text{ kN/cm}^2 < \tau_{\text{Rd}} = 0,005 \text{ kN/cm}^2 \text{ Megfelel!}$$

$$\text{A nyírófeszültség: } \tau_{\text{Ed,y}} = 1,06 \cdot 757 \text{ kN} / 13,41 \text{ m}^2 = 0,0050 \text{ kN/cm}^2 = \tau_{\text{Rd}} = 0,005 \text{ kN/cm}^2 \text{ Megfelel!}$$

Rakamaz, 2016. április 10.

Rudolf Róbert

okleveles építőmérnök

T-T-15-0575/2018, SZÉS-1-T-15-0575/2018