

TMDK dolgozat mellékletek

Bordács Dorottya

Pécsi Tudományegyetem
Pollack Mihály Műszaki és Informatikai Kar
Építőmérnök Tanszék

TMDK dolgozat mellékletek

Készítette: Bordács Dorottya

Évfolyam: 5.

Belső konzulens: Kárpáti Kinga

Beosztása: tanszéki oktató

Pécs

2024

Munka:

Tervező: Bordács Dorottya

AXISVM X7 R3h-qf1 · Jogosult felhasználó: Bordács Dorottya
Tetőgerenda modell.axs

Dokumentáció

Oktatási változat

Dokumentáció, Tartalomjegyzék

<i>Tétel</i>	<i>Oldal</i>	<i>Tétel</i>	<i>Oldal</i>
Anyagok	3	Normálerő igénybevétel a rúdszerkezeten	6
Teheresetek	4	Nyíróerő igénybevételek a rúdszerkezeten	6
Súly anyagok szerint	4	Nyomatéki igénybevételek a rúdszerkezeten	7
Tehercsoportok (Eurocode-H)	4	Szarufa igénybevételei	7
Drótváz nézet	5	Talpgerenda igénybevételei	8
3D nézet anyagjelöléssel	5		

Oktatási változat

Munka:

Tervező: Bordács Dorottya
Modell: Tetőgerenda modell.axs

Anyagok

1 C22

Típus: Fa (Puha)	Eurocode-H, EN 338:2009	Lineáris
	Anyag  Kontúr 	$E_x = 1000 \text{ kN/cm}^2$ $E_y = 33 \text{ kN/cm}^2$ $\nu = 0,20$ $\alpha_T = 8\text{E-}6 \text{ 1/}^\circ\text{C}$ $\rho = 410 \text{ kg/m}^3$ $E_{0,05} = 670 \text{ kN/cm}^2$ $G_{\text{mean}} = 63 \text{ kN/cm}^2$ $f_{mk} = 2,20 \text{ kN/cm}^2$ $f_{t0k} = 1,30 \text{ kN/cm}^2$ $f_{90k} = 0,04 \text{ kN/cm}^2$ $f_{cd} = 2,00 \text{ kN/cm}^2$ $f_{yk} = 0,25 \text{ kN/cm}^2$ $f_{vk} = 0,38 \text{ kN/cm}^2$ $k_{cr} = 0,67$

2 C30/37

Típus: Beton	Eurocode-H, EN 206	Lineáris
	Anyag  Kontúr 	$E = 3280 \text{ kN/cm}^2$ $\nu = 0,20$ $\alpha_T = 1\text{E-}5 \text{ 1/}^\circ\text{C}$ $\rho = 2500 \text{ kg/m}^3$ $f_{ck} = 3,00 \text{ kN/cm}^2$ $\gamma_c = 1,500$ $\alpha_{cc} = 1,00$ $\phi_t = 2,00$

3 Solid Clay Brick M2.5 G

Típus: Falazat	Eurocode-H, EN 1996-1-1	Lineáris	
	Anyag  Kontúr 	$E = 363 \text{ kN/cm}^2$ $\nu = 0,15$ $\alpha_T = 5\text{E-}6 \text{ 1/}^\circ\text{C}$ $\rho = 1850 \text{ kg/m}^3$ $f_b = 1,00 \text{ kN/cm}^2$ $f_k = 0,36 \text{ kN/cm}^2$ $f_{vk0} = 0,02 \text{ kN/cm}^2$ $f_{xk1} = 0,01 \text{ kN/cm}^2$ $f_{xk2} = 0,02 \text{ kN/cm}^2$ $\phi_\infty = 1,00$ $\gamma_M = 2,000$	Állóhézag: Kitöltött

Név: Anyag neve; **Típus:** Anyag típusa; **Modell:** Anyagmodell; **E_x:** Rugalmassági modulus lokális x irányban; **E_y:** Rugalmassági modulus lokális y irányban; **ν:** Poisson tényező; **α_T:** Hőtágulási együttható; **ρ:** Sűrűség; **Anyag:** Anyag színe; **Kontúr:** Anyag konturszíne;

Munka:

Tervező: Bordács Dorottya
Modell: Tetőgerenda modell.axs

Teheresetek

	Név	Csoport	Csoport típusa
1	Önsúly	Önsúly	állandó
2	Cserépteher	Cserépteher	állandó
3	Szél [Kombinált] X+.S.O	Szél	Szél
4	Szél [Kombinált] X+.S.P	Szél	Szél
5	Szél [Kombinált] X+.S.S	Szél	Szél
6	Szél [Kombinált] X-.S.O	Szél	Szél
7	Szél [Kombinált] X-.S.P	Szél	Szél
8	Szél [Kombinált] X-.S.S	Szél	Szél
9	Szél [Kombinált] Y+.P.O	Szél	Szél
10	Szél [Kombinált] Y+.P.P	Szél	Szél
11	Szél [Kombinált] Y+.P.S	Szél	Szél
12	Szél [Kombinált] Y+.S.O	Szél	Szél
13	Szél [Kombinált] Y+.S.P	Szél	Szél
14	Szél [Kombinált] Y+.S.S	Szél	Szél
15	Szél [Kombinált] Y-.S.O	Szél	Szél
16	Szél [Kombinált] Y-.S.P	Szél	Szél
17	Szél [Kombinált] Y-.S.S	Szél	Szél
18	Szél [Kombinált] Y-.P.O	Szél	Szél
19	Szél [Kombinált] Y-.P.P	Szél	Szél
20	Szél [Kombinált] Y-.P.S	Szél	Szél
21	Hó UD	Hó	Hó
22	Hó DX+	Hó	Hó
23	Hó DX-	Hó	Hó
24	Hó DY+	Hó	Hó
25	Hó DY-	Hó	Hó
26	Hó DX+Y+	Hó	Hó
27	Hó DX+Y-	Hó	Hó
28	Hó DX-Y+	Hó	Hó
29	Hó DX-Y-	Hó	Hó
30	Hó UD_EX	RendkHó	Rendkívüli hó
31	Hó DX+EX	RendkHó	Rendkívüli hó
32	Hó DX-EX	RendkHó	Rendkívüli hó
33	Hó DY+EX	RendkHó	Rendkívüli hó
34	Hó DY-EX	RendkHó	Rendkívüli hó
35	Hó DX+Y+EX	RendkHó	Rendkívüli hó
36	Hó DX+Y-EX	RendkHó	Rendkívüli hó
37	Hó DX-Y+EX	RendkHó	Rendkívüli hó
38	Hó DX-Y-EX	RendkHó	Rendkívüli hó

Név: Tehereset neve; Csoport: Tehercsoport; Csoport típusa: Tehercsoport típusa;

Súly anyagok szerint

	Anyag neve	ρ [kg/m ³]	ΣV [m ³]	ΣG [kg]
1	C22	410	51,686	21191,134
2	C30/37	2500	121,011	302527,668
3	Solid Clay Brick M2.5 G	1850	3,300	6104,325
	Összesen		175,996	329823,126

p: Sűrűség; ΣV : Össztérfogat; ΣG : Össztömeg;

Tehercsoportok (Eurocode-H)

	Csoport	Típus	$\gamma_{G,sup}$	$\gamma_{G,inf}$	ξ	γ	Ψ_0	Ψ_1	Ψ_2	Additív
1	Önsúly	állandó	1,350	1,000	0,850					✓
2	Szél	Szél				1,500	0,600	0,200	0	
3	Hó	Hó				1,500	0,500	0,200	0	
4	RendkHó	Rendkívüli hó								
5	Cserépteher	állandó	1,350	1,000	0,850					✓

Csoport: Tehercsoport; Ψ_0 , Ψ_1 , Ψ_2 : Pszi tényező; Additív: Egyidejűleg is működő teheresetek;

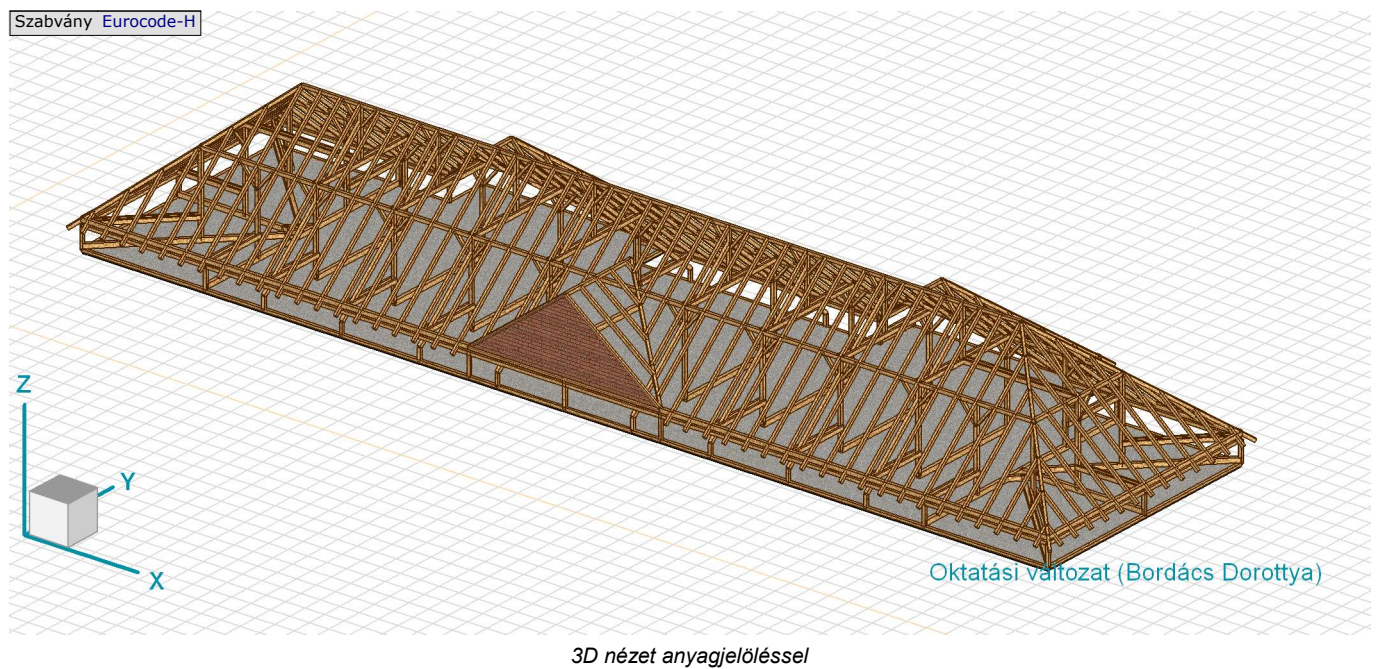
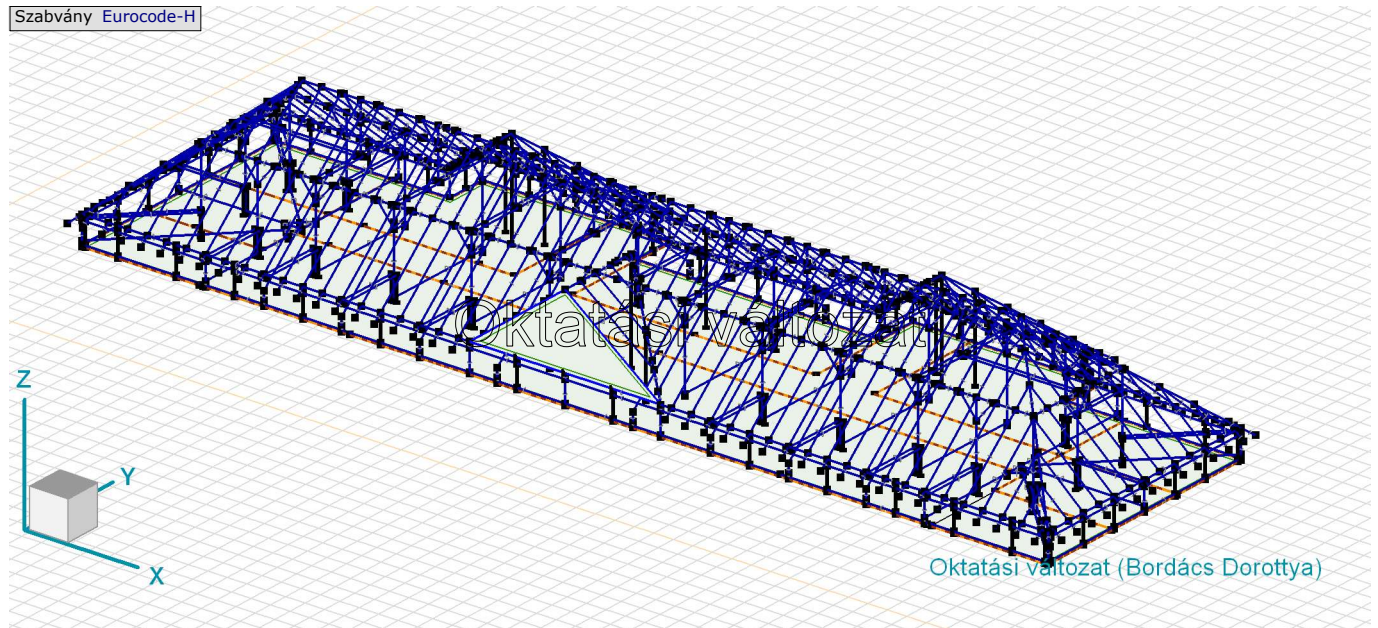
Munka:

Tervező: Bordács Dorottya

Modell: **Tetőgerenda modell.axs**

2024. 12. 07.

5. oldal



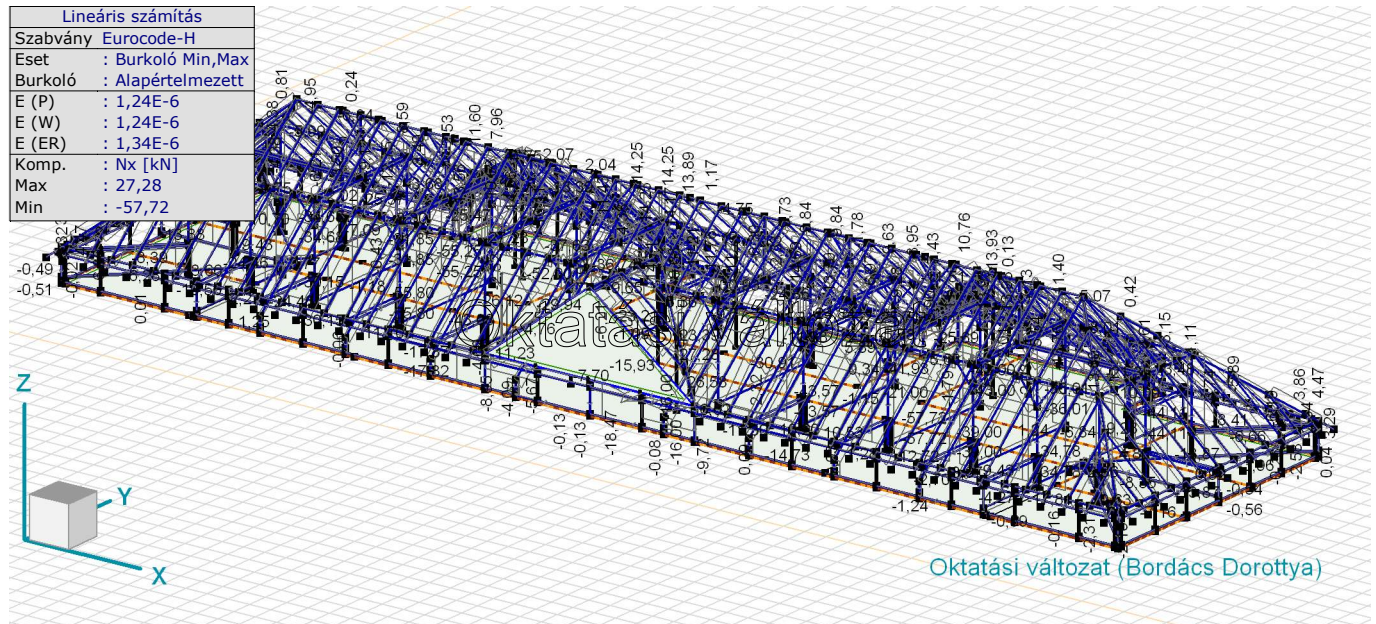
Munka:

Tervező: Bordács Dorottya

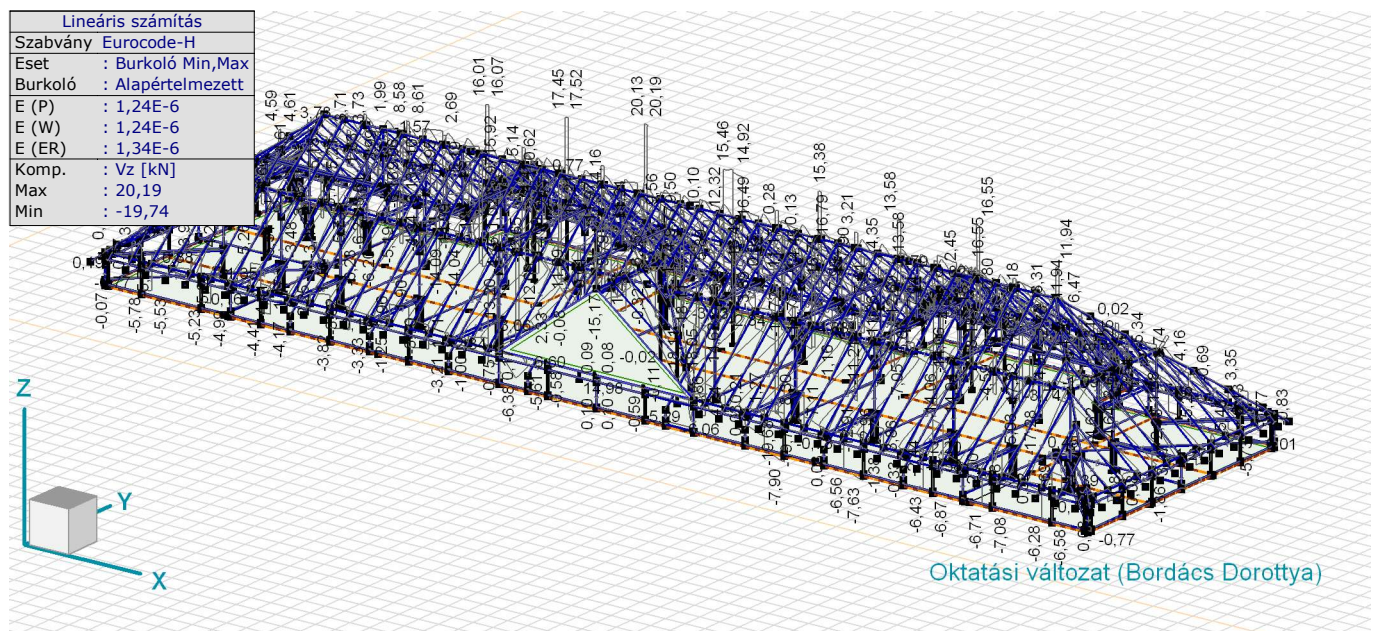
Modell: Tetőgerenda modell.axs

2024. 12. 07.

6. oldal



Normál erő igénybevétele a rúdszerkezeten



Nyíró erő igénybevételek a rúdszerkezeten

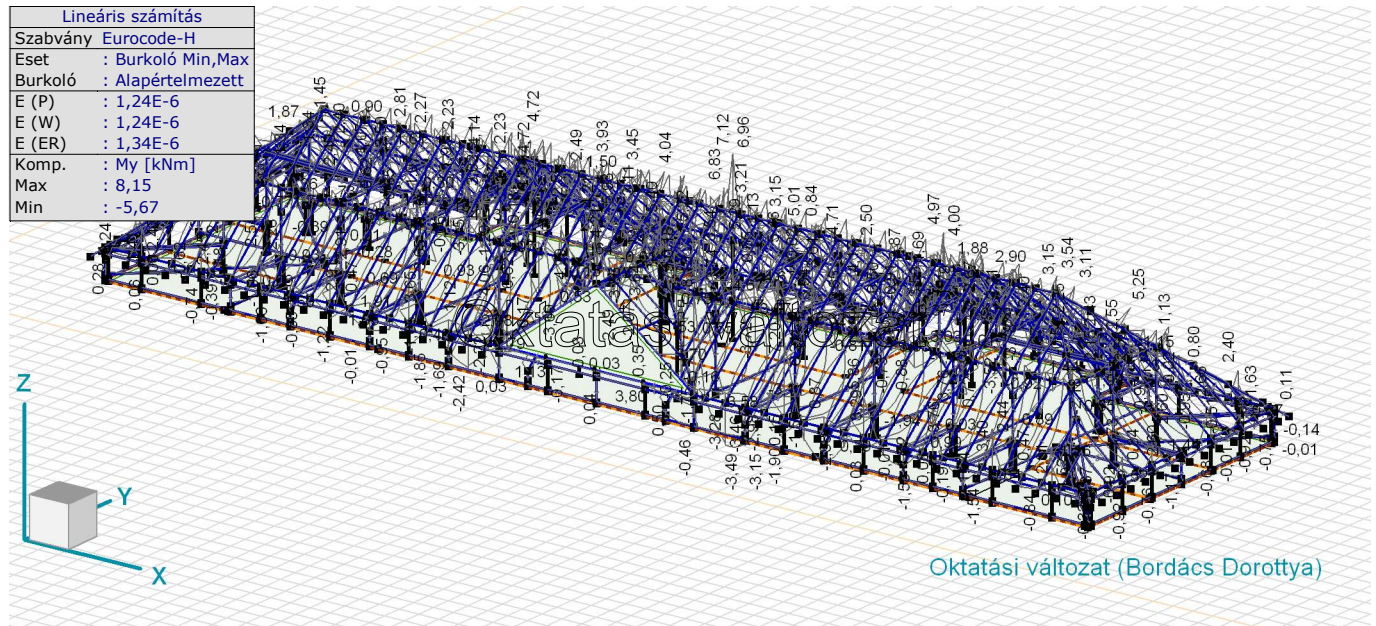
Munka:

Tervező: Bordács Dorottya

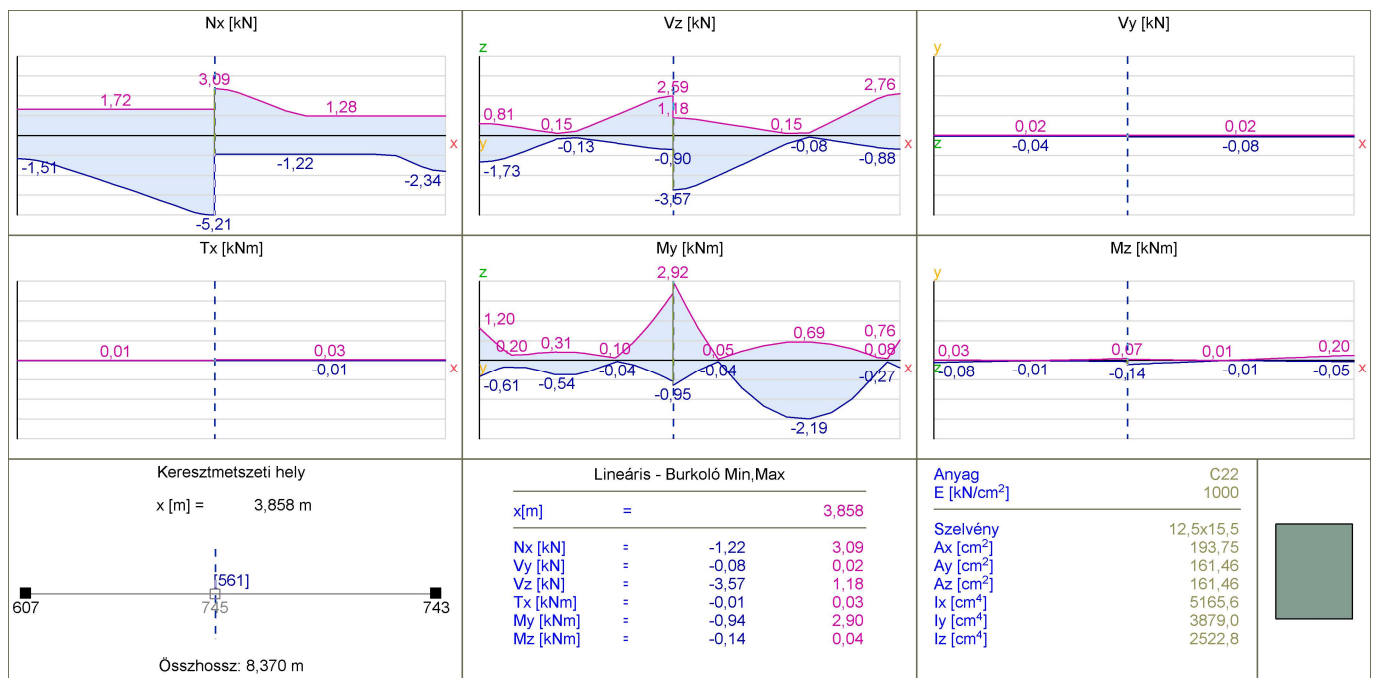
Modell: Tetőgerenda modell.axs

2024. 12. 07.

7. oldal



Nyomatéki igénybevételek a rúdszerkezeten



Szarufa igénybevételei

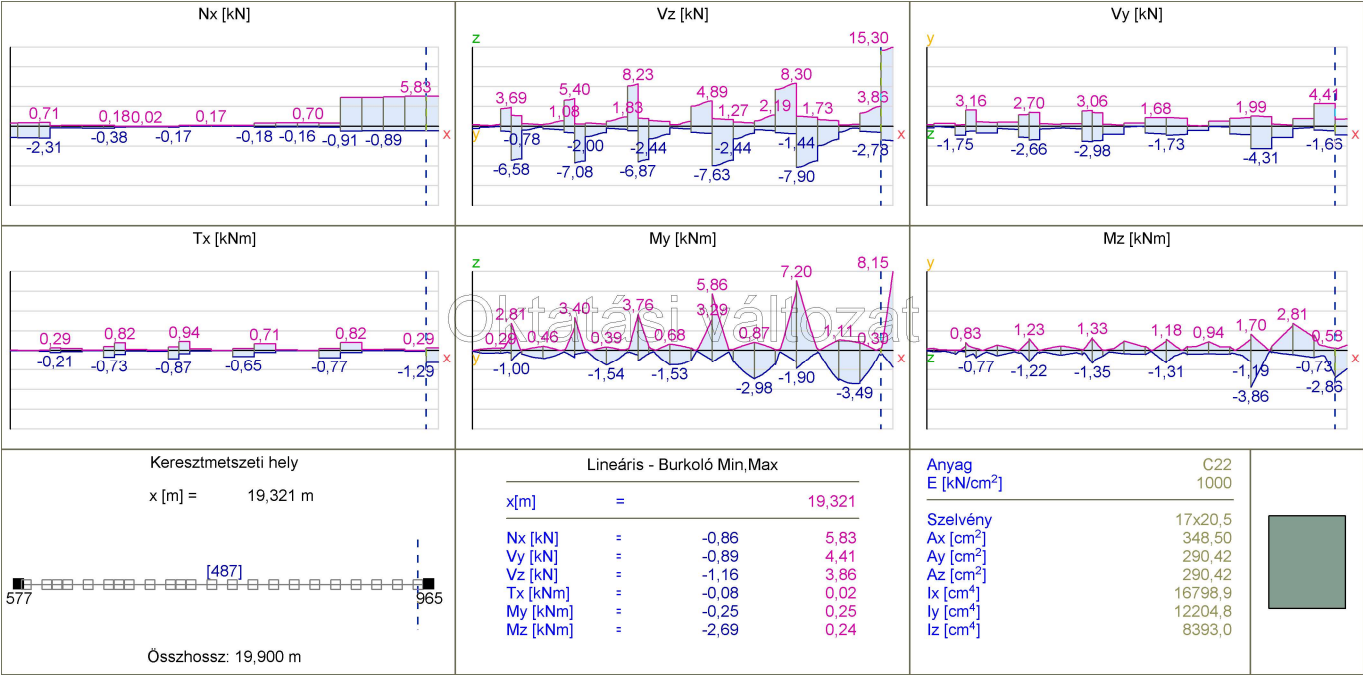
Munka:

Tervező: Bordács Dorottya

Modell: Tetőgerenda modell.axs

2024. 12. 07.

8. oldal



Talpgerenda igénybevételei

A cserépteher számítása:

A cserepek típusa: TONDACH hódfarkú téglavörös tetőcserép

Kiindulási adatok:

Hosszúsága:	38 cm
Szélessége:	18 cm
Fedési hosszúság:	18 cm
Tömege:	1,7 kg



A teherhordó szarufák
hossza: 900 cm

Forrás: www.tondach-shop.hu

Az egy sorba feltehető cserepek száma 18 cm-es fedéssel: $\frac{900 \text{ cm}}{20 \text{ cm}} = 45 \text{ db}$

A szarufák egymástól való vízszintes távolsága: 100 cm
Ebből adódóan minden 900 cm hosszú szarufára mindkét oldalról 3-3
cserép terhelését számoltam. (Egyenletes tehereloszlást feltételezve):

$$45 \cdot (3 \cdot 2) = 270 \text{ db}$$

$$270 \cdot 1.7 \text{ kg} = 459 \text{ kg} \quad \text{ez a tömeg oszlik el 900 cm-en}$$

$$459 \text{ kg} \cdot g = 4.501 \text{ kN}$$

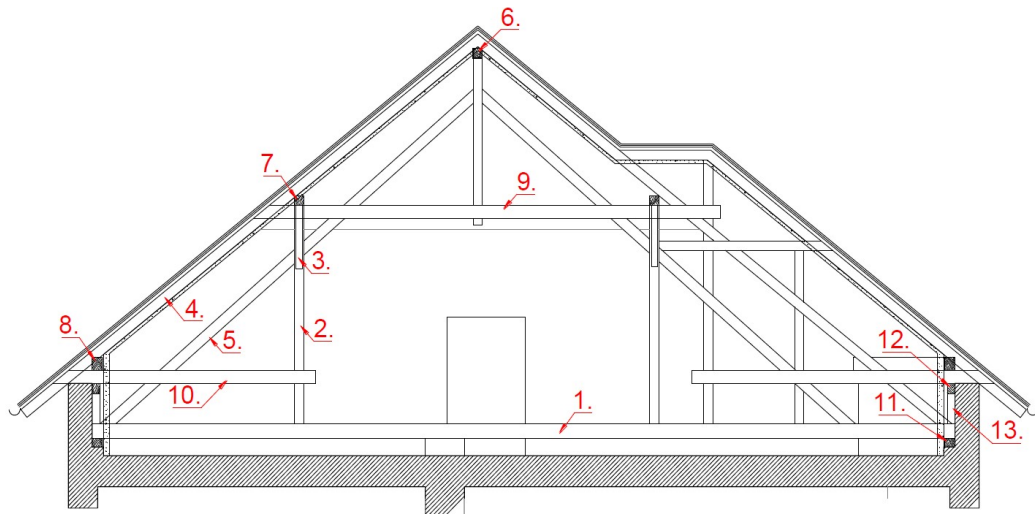
100 cm-re jutó terhelés:

$$\frac{4.501 \text{ kN}}{9 \text{ m}} = 0.5 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Az Axis modellnél ezzel az értékkel (**0.5 kN/m**) számoltam az igénybevételeket a cserépteher teheresetnél.

Ácskapcsolat számítása:

A vizsgált keresztmetszet:

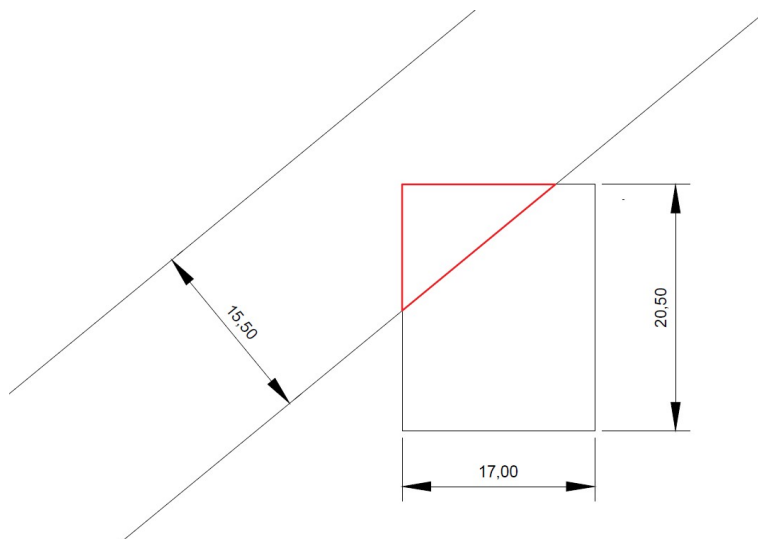


Forrás: faanyagvédelmi dokumentáció a 2015-ös tetőfelújításról

A 8-as és a 4-es számú gerenda találkozásánál vettem fel a metszetet. A 8-as egy 17x20,5 cm méretű talpszelemen, a 4-es pedig egy 12,5x15,5-ös méretekkkel rendelkező szarufa.

Mindkét faanyag C22-es besorolású.

A két elem a következőképpen van kötésben egymással:



A pirossal jelölt háromszög az a rész, ahol az igénybevételek létrejönnek. Ezt a területet a szarufából vágták ki és úgy illesztették rá a talpszelemenre.

Kiindulási adatok:

Szarufa

Szélessége: 12,5 cm
Magassága: 15,5 cm
Hossza: 900 cm

Anyagosztály: C22

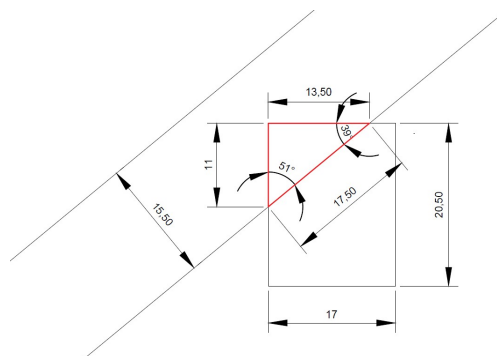
Talpszelemen

Szélessége: 17 cm
Magassága: 20,5 cm

Anyagosztály: C22

Geometriai paraméterek:

$a := 13.5 \text{ cm}$ $\alpha := 90 \text{ deg}$
 $b := 11 \text{ cm}$ $\beta := 39 \text{ deg}$
 $d := 12.5 \text{ cm}$ $\gamma := 51 \text{ deg}$
 $f := 15.5 \text{ cm}$



C22 fa anyag tulajdonságai:

$$f_{c.0.k} := 20 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad f_{c.90.k} := 2.4 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad \text{nyomás}$$

$$f_{t.0.k} := 13 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad f_{t.90.k} := 0.5 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad \text{húzás}$$

$$f_{v.k} := 2.4 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad \text{nyírás}$$

Szarufa méretezése:

Nyomásra

$$A_{szf.ny} := a \cdot \sin(\beta) \cdot d = 106.198 \text{ cm}^2$$

$$F_{max.szf.ny} := A_{szf.ny} \cdot f_{c.0.k} = 212.396 \text{ kN}$$

$$F_{max.szf.ny} = 212.396 \text{ kN} \quad \blacksquare > \blacksquare \quad F_{szf} := 15.3 \text{ kN}$$

megfelel!

A keletkező feszültségek a szarufában:

$$\sigma_{max.sz.f.ny} := \frac{F_{max.sz.f.ny}}{A_{sz.f.ny}} = 2 \frac{kN}{cm^2} \quad \square > \square \quad \sigma_{sz.f} := \frac{F_{sz.f}}{A_{sz.f.ny}} = 0.144 \frac{kN}{cm^2}$$

megfelel!

Húzásra

$$A_{sz.f.h} := (f - a \cdot \sin(\beta)) \cdot d = 87.552 \text{ cm}^2$$

$$F_{max.sz.f.h} := A_{sz.f.h} \cdot f_{t.0.k} = 113.818 \text{ kN}$$

$$F_{max.sz.f.h} = 113.818 \text{ kN} \quad \square > \square \quad F_{sz.f} := 15.3 \text{ kN}$$

megfelel!

A keletkező feszültségek a szarufában:

$$\sigma_{max.szarufa} := \frac{F_{max.sz.f.h}}{A_{sz.f.h}} = 1.3 \frac{kN}{cm^2} \quad \square > \square \quad \sigma_{szarufa} := \frac{F_{sz.f}}{A_{sz.f.h}} = 0.175 \frac{kN}{cm^2}$$

megfelel!

Talpszelemen méretezése:

Nyomásra

$$A_{tsz.ny} := a \cdot \sin(\beta) \cdot d = 106.198 \text{ cm}^2$$

$$F_{max.tsz.ny} := A_{tsz.ny} \cdot f_{c.90.k} = 25.487 \text{ kN}$$

$$F_{max.tsz.ny} = 25.487 \text{ kN} \quad \square > \square \quad F_{tsz} := 15.3 \text{ kN}$$

megfelel!

A keletkező feszültségek a talpszelemenben:

$$\sigma_{max.tsz} := \frac{F_{max.tsz.ny}}{A_{tsz.ny}} = 0.24 \frac{kN}{cm^2} \quad \square > \square \quad \sigma_{tsz} := \frac{F_{tsz}}{A_{tsz.ny}} = 0.144 \frac{kN}{cm^2}$$

megfelel!

Kihasználtság:

$$\frac{F_{tsz}}{F_{max.tsz.ny}} \cdot 100 = 60.029 \text{ \%}$$

Szelemen-szarufa kapcsolat (összetett igénybevétel):

$$A_{háromszög} := \frac{a \cdot b}{2} = 74.25 \text{ cm}^2$$

$$A_{téglalap} := d \cdot \sqrt{(a^2 + b^2)} = 217.676 \text{ cm}^2$$

$$F_{max} := A_{háromszög} \cdot 2 \cdot f_{v.k} + A_{téglalap} \cdot f_{t.90.k} = 46.524 \text{ kN} \quad \blacksquare > \blacksquare \quad \boxed{F_{tsz}} := 15.3 \text{ kN}$$

megfelel!

Kihasználtság:

$$\frac{F_{tsz}}{F_{max}} \cdot 100 = 32.886 \text{ \%}$$

2.2.1 A szerkezeti (természetes) faanyagok szilárdsági osztályai

A táblázat szerinti jellemzők a 20°C hőmérsékletnek és 65% relatív légnedvességnek megfelelő nedvességtartalmú fára vonatkoznak. (Ekkor a faanyag nettó nedvességtartalma: kb. $w = 12\%$.)

		Fenyő és nyár fafajok												Lombos fafajok						
		C14	C16	C18	C20	C22	C24	C27	C30	C35	C40	C45	C50	D30	D35	D40	D50	D60	D70	
Szilárdsági tulajdonságok [N/mm ²]																				
Hajlítás	$f_{m,k}$	14	16	18	20	22	24	27	30	35	40	45	50	30	35	40	50	60	70	
Rostirányú húzás	$f_{t,0,k}$	8	10	11	12	13	14	16	18	21	24	27	30	18	21	24	30	36	42	
Rostirányra merőleges húzás	$f_{t,90,k}$	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	
Rostirányú nyomás	$f_{c,0,k}$	16	17	18	19	20	21	22	23	25	26	27	29	23	25	26	29	32	34	
Rostirányra merőleges nyomás	$f_{c,90,k}$	2,0	2,2	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9	3,1	3,2	8,0	8,4	8,8	9,7	11	14	
Nyírás	$f_{v,k}$	1,7	1,8	2,0	2,2	2,4	2,5	2,8	3,0	3,4	3,8	3,8	3,8	3,0	3,4	3,8	4,6	5,3	6,0	
Merevségi tulajdonságok [kN/mm ²]																				
A rostirányú rugalmassági modulus középértéke	$E_{0,mean}$	7	8	9	9,5	10	11	12	12	13	14	15	16	10	10	11	14	17	20	
A rostirányú rugalmassági modulus 5%-os kvantilise	$E_{0,05}$	4,7	5,4	6,0	6,4	6,7	7,4	7,7	8,0	8,7	9,4	10	11	8,0	8,7	9,4	12	14	17	
A rostirányra merőleges rugalmassági modulus középértéke	$E_{90,mean}$	0,2	0,3	0,30	0,32	0,3	0,4	0,38	0,40	0,4	0,5	0,5	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,1	1,3	
A nyírási rugalmassági modulus középértéke	G_{mean}	0,4	0,50	0,6	0,6	0,6	0,7	0,7	0,8	0,8	0,9	0,9	1,00	0,60	0,65	0,70	0,88	1,06	1,25	
Sűrűség [kg/m ³]																				
A sűrűség	ρ_k	290	310	320	330	340	350	370	380	400	420	440	460	530	560	590	650	700	900	
A sűrűség középértéke	ρ_{mean}	350	370	380	390	410	420	450	460	480	500	520	550	640	670	700	780	840	1080	
Stabilitási anyagjellemzők [-]																				
Kihajlásvizsgálatnál a k_c tényező számításához	λ_{Euler}	53	55	57				59				60		59			63	67	70	
Kifordulásvizsgálatnál a k_{crit} tényező számításához*	$\lambda_{m,Euler}$	16,2	16,2	16,1	15,8	15,5	15,5	14,9	14,4	13,9	13,5	13,2	12,9	14,3	14,1	13,6	13,6	13,6	13,7	

*Lombos fafajok esetén az értékek csak közelítő számítás esetén alkalmazhatóak

Vizsgált anyag	Méreték [cm]	Tömeg [kg]	Térfogat [cm ³]	Nyomóteher [kN]	Terhelt felület [cm ²]	Nyomófeszültség [kN/cm ²]
1. díszítő tégl	7x7x15	0,859	735	131,6	105	1,253
2. díszítő tégl	7x7x15	0,934	735	89	105	0,848
3. díszítő tégl	7x7x15	0,836	735	80,9	105	0,770
Nagyméretű tömör tégl	6x15x18	2,533	1620	345,5	270	1,280