DU-PLAN MÉRNÖKI IRODA KFT.
8000 Székesfehérvár Gyümölcs u.4-6.
Telefon: 06 22/512-620; Telefax: 06 22/512-622
E-mail: du-plan@du-plan.hu

ATC 8×6 m -es alumínium rácsostartós tetőrendszer (színpadfedés)

Kivonat az ATC 8×6 m -es tetőrendszer tartószerkezeti ellenőrzéséből

ATC 8×6 m -es tetőrendszer tartószerkezeti ellenőrzése

MELLÉKLETEK:

- ATC 8×6 m -es tetőrendszer elemei 2.oldal
- Számítási mellékletek 12.oldal

Székesfehérvár, 2024. november. 21.

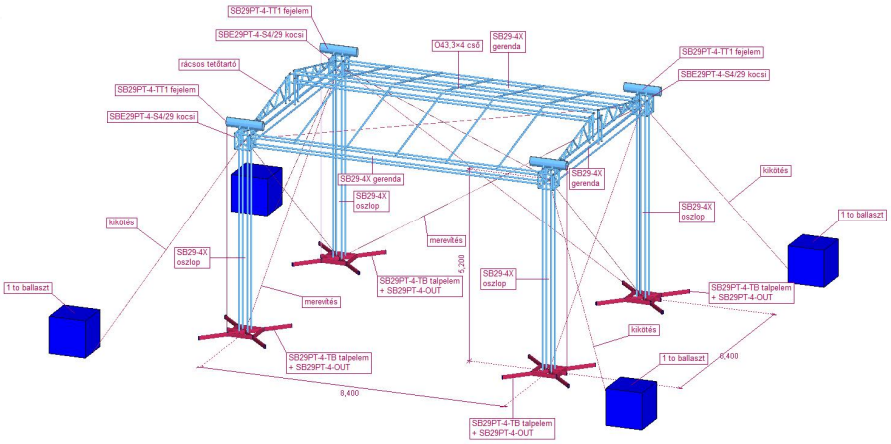
DU-PLAN MÉRNÖKI IRODA KFT.

8000 Székesfehérvár Gyümölcs u.4-6.

Telefon: 06 22/512-620; Telefax: 06 22/512-622

E-mail: du-plan@du-plan.hu

ATC 8×6 m -es alumínium rácsostartós tetőrendszer(színpadfedés) tartószerkezeti ellenőrzése



.....

Molnár István
Építőmérnök
Tartószerkezeti tervező
T-k/07-0888

.....

Szabó Lajos
Okleveles építőmérnök
Tartószerkezeti tervező
Tartószerkezeti szakértő
T/HT/GT/SZÉS1/07-0042

Székesfehérvár, 2024. november 21.

TARTALOMJEGYZÉK

- **Előzmények**
- **A számítási modell**
- **Anyagok szelvények**
- **A szerkezetre ható terhek**
  - önsúly terhek, szerkezet és burkolat
  - meteorológiai terhek, hó, szél
  - függesztett hasznos terhek
  - tehercsoportok, teheresetek, teherkombinációk
- **Eredmények**
- **Összegzés**

MELLÉKLETEK

- ATC 8×6 m-es tetőrendszer elemei 2.oldal
- Számítási mellékletek 12.oldal

ATC 8×6 m -es alumínium rácsostartós tetőrendszer (színpadfedés) tartószerkezeti ellenőrzése

Előzmények:

Tárgyi szerkezet kapcsán Erős Ádám (EVENTSTUDIO Kft., 1116 Budapest, Sztregova utca 1.) felkérte irodánkat (DU-PLAN MÉRNÖKI IRODA KFT. 8000 Székesfehérvár Gyümölcs u. 4-6. Szabó Lajos vezető tervező 07-0042), hogy vizsgálja meg az ATC 8×6 m -es alumínium rácsostartós tetőrendszerek, színpadlefedések megfelelőségét.

A színpadlefedés vizsgálata során a jelenleg érvényes MSZ EN (Eurocode) előírásai alapján jártunk el. Az alkalmazott szabványok:

MSZ EN 1991 - EUROCODE 1: A tartószerkezeteket érő hatások
MSZ EN 1992 - EUROCODE 2: Betonszerkezetek tervezése
MSZ EN 1993 - EUROCODE 3: Acélszerkezetek tervezése
MSZ EN 1995 - EUROCODE 5: Faszerkezetek tervezése
MSZ EN 1996 - EUROCODE 6: Falszerkezetek tervezése
MSZ EN 1997 - EUROCODE 7: Geotechnikai tervezés (alapozás)
MSZ EN 1998 - EUROCODE 8: Tartószerkezetek földrengésállóságának tervezése
MSZ EN 1999 - EUROCODE 9: Alumínium szerkezetek tervezése

MSZ EN 17115:2019 Szórakoztatótechnikai termékek. Műszaki előírások alumínium és acél rácsos tartók tervezésére és gyártása
MSZ EN 13782 Ideiglenes szerkezetek. Sátrak. Biztonság
MSZ EN 16508 Ideiglenes építési szerkezetek. Körbehatároló szerkezetek

24/2020. (VII. 3.) ITM rendelet egyes szórakoztatási célú berendezések, létesítmények és ideiglenes szerkezetek, valamint szórakozási célú sporteszközök biztonságosságáról

Az ATC 8×6 m -es alumínium rácsostartós tetőrendszer vizsgálatához a következő anyagok állnak rendelkezésünkre:

- http://www.atc-truss.com oldalon elérhető információk
- ATC gyártmányú elemek háromdimenziós szerkezeti modelljei
- TÜV tanúsítványok

A számítási modell:

Az ATC 8×6 m -es alumínium rácsostartós tetőrendszer (színpadlefedés) tartószerkezeti ellenőrzéséhez a tartószerkezet számításokat az AxisVmX7 végeselem programmal készítettük el. A modellt másodrendű elmélet alapján számoltuk, így további stabilitási ellenőrző számításokra nincs szükség.

A számítási modellben az alumínium rácsos szerkezetű elemek geometriája a rendelkezésünkre bocsátott dokumentumok alapján lettek definiálva.

A szerkezet főbb elemei: SB29-4X oszlop, SB29-4X gerendák, SBE29PT-4-S4/29 kocsi, SB29PT-4-TT1 fejelem, SB29PT-4-TB talpelem + SB29PT-4-OUT.

Az oszlop és gerendaelemek oldható kötéssel kialakított kapcsolatát a valóságnak megfelelő csuklós kapcsolatként definiáltuk. A talpelemek alatt nyomó-húzó igénybevétel felvételére alkalmas támaszokat definiáltunk.

A szerkezet további merevítésének érdekében az oszlopszerkezetek felső pontját ballasztteherhez való ~45º-os kikötéssel kell biztosítani. A ballaszt helyettesíthető azonos teherbírású cölöpözéssel (karó) is. *A cölöp teherbírása a talaj szerkezetétől nagyban függ azok teherbírását próbaterheléssel lehet meghatározni. Amennyiben erre nincs lehetőség úgy kizárólag a tömeggel történő ballasztozás fogadható el.*

A számítások során figyelembe vettük a színpad hátsó részeire kifeszített rascher hálón ébredő szélteher hatását is. A hátsó és oldalsó rascher hálókat eltávolítható, elhúzható kivitelben kell a szerkezeten megvalósítani. Fixre szeret rascher hálók nem alkalmazhatóak az üzemeltetési megkötések miatt, az előírt szélsebességnél az oldal és hátfali rascher hálókat el kell távolítani a szerkezetről.

Anyagok szelvények:

Anyagok

Az ATC alumínium szerkezetek alapanyaga a gyártó adatszolgáltatása alapján EN AW-6082 T5: $t \leq 5mm$, $f_u = 270$ N/mm^2 (szakító szilárdság) , $f_{0,2} = 230$ N/mm^2 (folyási határ) , $\gamma_{M1} = 1{,}10$, $f_{Rd} = f_{0,2} / \gamma_{M1} = 209$ N/mm^2 (határfeszültség) , E= 70000 N/mm^2 (rugalmassági modulus) , $\rho = 2700$ kg/m^3 (fajsúly)

Alumínium cső 6060/T66: $t \leq 4$ mm ; $f_u = 215$ N/mm^2 (szakító szilárdság) ; $f_{0,2} = 160$ N/mm^2 (folyási határ) ; $\gamma_{M1} = 1{,}10$ $f_{Rd} = f_{0,2} / \gamma M1 = 145$ N/mm^2 (határfeszültség),
E= 70000 N/mm^2 (rugalmassági modulus) , $\rho = 2700$ kg/m^3 (fajsúly)

Szelvények

	Név	Rajz	Gyártás	Alak	h [cm]	b [cm]	tw [cm]	tf [cm]	r_1 [cm]	r_2 [cm]	r_3 [cm]	Ax [cm^2]	Ay [cm^2]	Az [cm^2]
1	O 48x3		Heng.	Cső	4,8	4,8	0,3	0,3	0	0	0	4,24	2,14	2,14
2	O 25x3		Heng.	Cső	2,5	2,5	0,3	0,3	0	0	0	2,07	1,07	1,07
3	100X50X 4		Hajl.	Zárt	10,0	5,0	0,4	0,4	0,8	0,4	0	10,95	2,50	7,10
4	O 10		Heng.	Kör	1,0	1,0	0	0	0	0	0	0,78	0,67	0,67
5	SB29-4X		Heng.	Egyedi	28,8	28,8	0,2	0,2	0	0	0	11,56	0	0
6	top		Más	Egyedi	24,5	15,5	0	0	0	0	0	31,20	3,08	20,02
7	O 48x4		Heng.	Cső	4,8	4,8	0,4	0,4	0	0	0	5,53	2,80	2,80

	Név	Ix [cm^4]	Iy [cm^4]	Iz [cm^4]	Iyz [cm^4]	I_1 [cm^4]	I_2 [cm^4]	α [°]	Iω [cm^6]	$W_{1,el,t}$ [cm^3]	$W_{1,el,b}$ [cm^3]	$W_{2,el,t}$ [cm^3]	$W_{2,el,b}$ [cm^3]
1	O 48x3	21,5	10,8	10,8	0	10,8	10,8	0	0	4,5	4,5	4,5	4,5
2	O 25x3	2,6	1,3	1,3	0	1,3	1,3	0	0	1,0	1,0	1,0	1,0
3	100X50X 4	113,3	134,1	44,9	0	134,1	44,9	0	59	26,8	26,8	18,0	18,0
4	O 10	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0,1	0,1	0,1
5	SB29-4X	61,2	1695,1	1695,1	0	1695,1	1695,1	0	8793	117,7	117,7	117,7	117,7
6	top	2,6	1976,7	969,9	0	1976,7	969,9	0	250900	158,9	163,9	125,1	125,1
7	O 48x4	27,0	13,5	13,5	0	13,5	13,5	0	0	5,6	5,6	5,6	5,6

	Név	$W_{1,pl}$ [cm^3]	$W_{2,pl}$ [cm^3]	i_y [cm]	i_z [cm]	Hy [cm]	Hz [cm]	y_G [cm]	z_G [cm]	y_s [cm]	z_s [cm]	β_y [cm]	β_z [cm]	β_w []	Fp.
1	O 48x3	6,1	6,1	1,6	1,6	4,8	4,8	2,4	2,4	0	0	0	0	0	9
2	O 25x3	1,5	1,5	0,8	0,8	2,5	2,5	1,2	1,2	0	0	0	0	0	9
3	100X50X 4	34,1	20,9	3,5	2,0	5,0	10,0	2,5	5,0	0	0	0	0	0	9
4	O 10	0,2	0,2	0,2	0,2	1,0	1,0	0,5	0,5	0	0	0	0	0	9
5	SB29-4X	138,7	138,7	12,1	12,1	28,8	28,8	14,4	14,4	0	0	0	0	0	9
6	top	219,1	159,9	8,0	5,6	15,5	24,5	7,7	12,1	0	-22,9	46,1	0	0	9
7	O 48x4	7,8	7,8	1,6	1,6	4,8	4,8	2,4	2,4	0	0	0	0	0	9

A szerkezetre ható terhek:

A terhek felvétele során az állandó terhek azon részét melyek a szerkezetek önsúlyából adódnak az AxisVm program a szelvénykeresztmetszetek és az alkalmazott anyagok testsűrűsége alapján számolja. A szerkezetre kerülő ponyva súlya a teljes szerkezetre 2,00 kg/m^2 –ben lett megállapítva.

Ideiglenes szerkezetről lévén szó melyet jellemzően a nyári időszakban használnak csökkentett a sátorszerkezetekre vonatkozó hóteherrel számoltunk. Ideiglenes szerkezetek esetén 8 cm -es vastagságú hóréteg súlya Magyarországon 0,20 / 1,25 = 0,16 kN/m^2.

Amennyiben a szerkezet ponyvafedésén hó halmozódna fel, úgy azt el kell távolítani. Itt jegyeznénk meg, hogy a ponyvaszerkezet kellő feszességéről és megfelelő lejtés viszonyairól minden körülmények között gondoskodni kell, elkerülve a tetőszerkezeten a csapadékból történő esetleges víztócsa kialakulását, melyek jelentős többletterhet jelentenek a szerkezet számra.

A szerkezet számítása során a szélterheket a "MSZ EN 1991 - EUROCODE 1: A tartószerkezeteket érő hatások" szabvány előírásai szerint vettük figyelembe. A szabványban lévő zónabesorolás alapján Magyarország teljes területét egy zóna fedi le melyben a szélsebességet v_{b0}= 23,6 m/s (85 km/óra) értékkel kell figyelembe venni. (MSZ EN 1991-1-4:2007 , NB nemzeti melléklet , Kiegészítő információk , NB1.1. A 4.2. szakasz (1)P bekezdéséhez:). A Magyar Mérnöki Kamara, Kiadványsorozata 59., Segédlet szabadidős létesítmények tartószerkezeti tervezéséhez (Tartószerkezeti Tagozat, FAP-2020/114-TT) 5.3.1. Ideiglenes szerkezetek szélterhelése pontja alapján: A szélterhelés meghatározása általános esetben az MSZ EN 1991-1-4 előírásai alapján végezhető. Azon esetekben, ahol a szélsebesség kiindulási alapértéke $v_{b,0}$ < 28 m/s, ott sátrak (és ezekkel analóg ideiglenes szerkezetek) erőtani vizsgálatához az MSZ EN 13782 egy közelítő teherfelvételt is lehetővé tesz. Így a szélteher torlónyomásának értéke ($q_p(z)$) z_e = 5-10 m referencia magasság mellett 0,600 kN/m^2.

A szabadon álló ~12,5º hajlású, oldalin nyitott nyeregtetőre vonatkozó alaki tényezők: maximum: $c_{p,net}$= +0,148 ↓ (nyomó erő 0,089 kN/m^2) , minimum: $c_{p,net}$= -0,674 ↑ (emelőerő 0,405 kN/m^2) , a szélsúrlódás alaki tényezője c_{fr}= 0,02 (0,012 kN/m^2) . A rácsostartó oszlopokat figyelembe vett szélnyomás értéke 0,1 kN/m^2. A hát és oldalfalat borító racher hálóra ható szélterhet 30% kitöltöttség mellett 0,22 kN/m^2 vettük figyelembe.

A függesztett technikai terhek a tető vízszintes gerendáin 50 kg/fm (0,5 kN/fm). A frontoldali gerendára min. 4 pontban bekötve 300 kg (3,0 kN) teher (hangfal) függeszthető. Opcionálisan a hátsó hídelemre LED fa kerül függesztésre max. 1,0 m -es távolságú kötésekkel 3,0 m -es magassággal, a figyelembe vett teherértéke 150 kg/fm (1,5 kN/fm) A tetőszerkezet egyéb elemeire nem kerül technikai berendezés.

A tetőszerkezet a megfelelő állékonyságát ferde kikötésekkel, lehorgonyzással kell biztosítani. Az tetőszerkezetek lehorgonyzása a fedés oszlopainak ferde kikötésével biztosítható. A kikötések min. 1,0 – 1,0 to teherbírású cövekelések vagy 1 m^3 -es vízzel feltöltött IBC tartályok. A ballasztozáshoz való lekötések min. 1,5 – 1,5 to teherbírású spaniferekkel, acél sodronykötelekkel történik. Az oszlopkikötések esetében a ballaszt helyettesíthető azonos teherbírású cölöpözéssel (karó) is. A cölöp teherbírása a talaj szerkezetétől nagyban függ, azok teherbírását próbaterheléssel lehet meghatározni. Amennyiben erre nincs lehetőség, úgy kizárólag a tömeggel történő ballasztolás fogadható el.

Az alkalmazott teheresetek és tehercsoportok

Teheresetek

	Név	Csoport	Csoport típusa
1	szerkezet önsúly	állandó terhek	állandó
2	ponyva	állandó terhek	állandó
3	technikai teher 1	Technikai teher	esetleges
4	technikai teher LED	Technikai teher	esetleges
5	hó	hó	esetleges
6	szél 1	szél	esetleges
7	szél 1 + takarás	szél	esetleges
8	szél 2	szél	esetleges
9	szél 2 + takarás	szél	esetleges

Tehercsoportok (Eurocode-H)

	Csoport	Típus	$\gamma_{G,sup}$	$\gamma_{G,inf}$	ξ	γ	Ψ_0	Ψ_1	Ψ_2	Additív
1	állandó terhek	állandó	1,350	1,000	0,850					1
2	technikai teher	esetleges				1,500	1,000	0,500	0	0
3	hó	esetleges				1,500	0,500	0,200	0	0
4	szél	esetleges				1,500	0,600	0,200	0	0

Egyedi kombinációk teheresetenként

	Név	Típus	szerkezet önsúly (állandó terhek)	ponyva (állandó terhek)	technikai teher 1 (Technikai teher)	technikai teher LED (Technikai teher)	hó	szél 1 + takarás (szél)	szél 1 (szél)	szél 2 + takarás (szél)	szél 2 (szél)	szél csak váz (szél)
1	ULS teher	ULS	1,35	1,35	0	1,50	0,90	0	0	0	0	0
2	SLS alakváltozás	SLS	1,00	1,00	1,00	0	1,00	0	0	0	0	0
3	50 km/h szél1 + takarás	ULS	1,00	1,00	1,00	0	0	0,52	0	0	0	0
4	50 km/h szél2 + takarás	ULS	1,00	1,00	1,00	0	0	0	0	0,52	0	0
5	85 km/h szél1	ULS	1,00	1,00	1,00	0	0	0	1,50	0	0	0
6	85 km/h szél2	ULS	1,00	1,00	1,00	0	0	0	0	0	1,50	0
7	csak váz 120 km/h	ULS	1,00	1,00	1,00	0	0	0	0	0	0	2,00

Eredmények:

Az előző pontban leírt szerkezet a figyelembe vett terhelések mellett a szerkezet egészére tekintve a jelenleg érvényes MSZ EN (Eurocode) szabványsor alakváltozási, stabilitási és szilárdsági feltételeit üzemeltetési megkötésekkel képes kielégíteni. A szerkezet használatából fakadóan a legkézenfekvőbb a szél hatásából eredő terhekre, az üzemeltetési szélsebességre előírt korlátozások. A szélsebesség korrekt mérésének lehetőségéről a tető magasságában kell gondoskodni.

Az ATC 8×6 m -es alumínium rácsos tetőrendszerek (színpadlefedés) a jelenleg érvényes MSZ EN (Eurocode) szabványsor alakváltozási, stabilitási és szilárdsági feltételeit üzemeltetési megkötések mellett kielégíti.

Az ATC gyártmányú alumínium szerkezeti elemekből és acél kapcsolóelemekből a gyártói utasításoknak megfelelően összeállított színpadlefedések, a fenti terhelések és rögzítés mellett a szélsebességi korlátozások betartásával biztonságosan üzemeltethető.

További szükséges beavatkozási lépések 4 db azaz 4 to –ás ballasztozás esetén:

A mennyiben a szélsebesség mérése a tető gerincmagasságában történik úgy:

- 50 km/h -ás szélsebességnél az oldal és hátfali takarást el kell távolítani a szerkezetről
- Az oldal és hátfalai takarások eltávolítását követően a rögzített tetőrendszer az MSZ EN (Eurocode) Magyarországra érvényes átlagos 85 km/h -ás szélsebességnek is képes ellenállni.
- az oldalfali takarások és tetőponyva eltávolítása esetén a csupasz vázszerkezet a 120 km/h -ás szélsebességnek is képes ellenállni.

A mennyiben a szélsebesség mérése nem meghatározott magasságban történik úgy:

- 40 km/h -ás szélsebességnél az oldal és hátfali takarást el kell távolítani a szerkezetről
- Az oldal és hátfalai takarások eltávolítását követően a rögzített tetőrendszer az MSZ EN (Eurocode) Magyarországra érvényes átlagos 85 km/h -ás szélsebességnek is képes ellenállni.
- az oldalfali takarások és tetőponyva eltávolítása esetén a csupasz vázszerkezet a 120 km/h -ás szélsebességnek is képes ellenállni.

Összegzés

Erős Ádám (EVENTSTUDIO Kft., 1116 Budapest, Sztregova utca 1.) felkérésének eleget téve az alumínium szerkezetű ATC 8×6 m -es tetőrendszer, (színpadlefedés) tartószerkezeti ellenőrzését a rendelkezésünkre bocsátott adatok, az általunk készített számítási modell alapján elvégeztük.

A szerkezetről egyértelműen megállapítható, hogy a jelenleg érvényes MSZ EN (Eurocode) szabványsor alakváltozási, stabilitási és szilárdsági feltételeit üzemeltetési megkötések mellett kielégíti. A szerkezet megfelelő szilárdsági tartalékokkal rendelkezik.

Az alumínium szerkezeti elemekből és acél kapcsolóelemekből (lásd mellékletek) a gyártói utasításoknak megfelelően összeállított színpadlefedés az üzemeltetési megkötések mellett biztonságosan használható.

Figyelem! : A fenti ellenőrző számítások ép, sérülésmentes szerkezeti elemekre készültek. A szerkezetbe sérült, torzult geometriájú, repedt, törött elemet tilos beépíteni. A színpadlefedés szerkezetébe kizárólag ép szerkezeti elemek építhetőek be.

Molnár István
Építőmérnök
Tartószerkezetei tervező
T-k/07-0888

Szabó Lajos
Okleveles építőmérnök
Tartószerkezetei tervező
Tartószerkezetei szakértő
T/HT/GT/SZÉS-1/07-0042

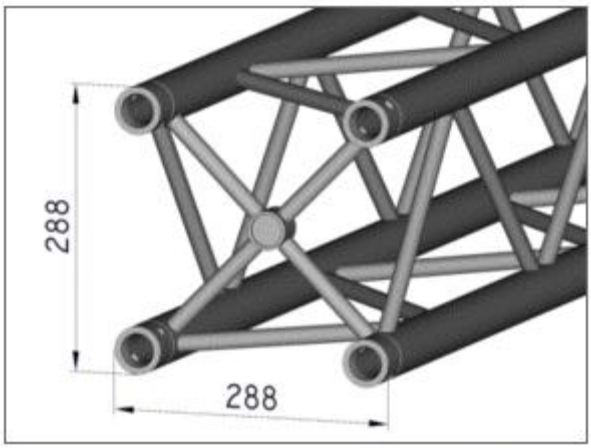
Székesfehérvár, 2024. november 21.

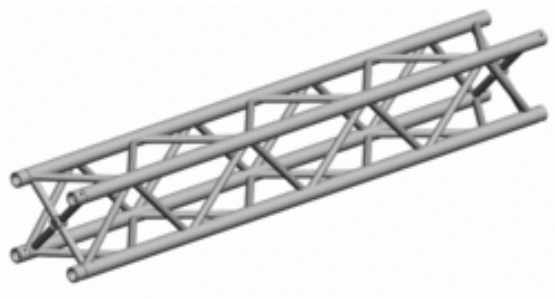
MELLÉKLETEK

- ATC 8×6 m -es tetőrendszer elemei 2.oldal
- Számítási mellékletek 12.oldal

ATC 8×6 m-es tetőrendszer elemei

SB29-4X oszlop és gerenda

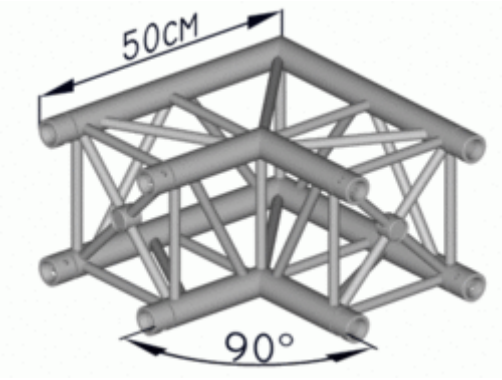




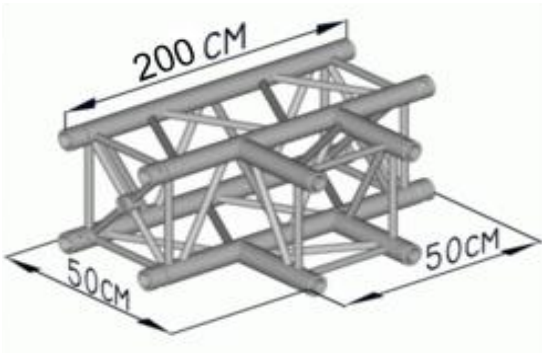
Abmessungen	
Höhe	288 mm
Breite	288 mm
Hauptgurte	Ø 48 x 2 mm
Fachwerk	Ø 18 x 2 mm

Eigengewicht von Standardelementen							
Meter	0,50	1,00	1,50	2,00	2,50	3,00	4,00
Kilo	4,00	6,50	8,10	11,60	14,20	16,80	22,00

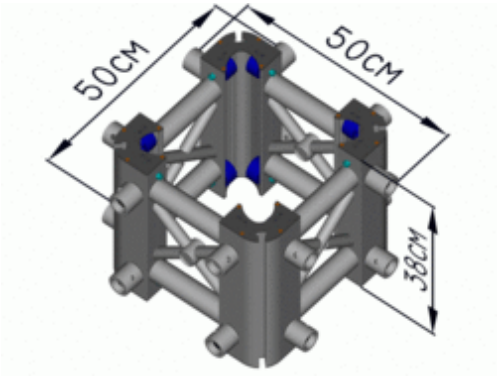
SBE29-4X-90 sarokelem



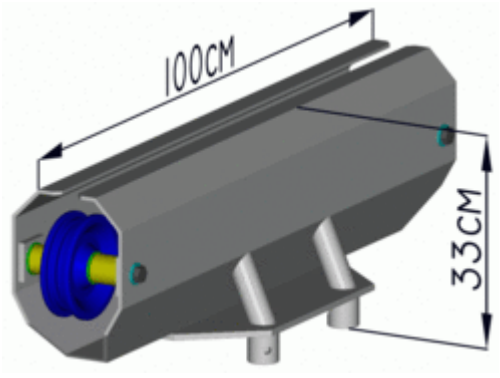
SBE29-4X-T (2000/500) „T” elem



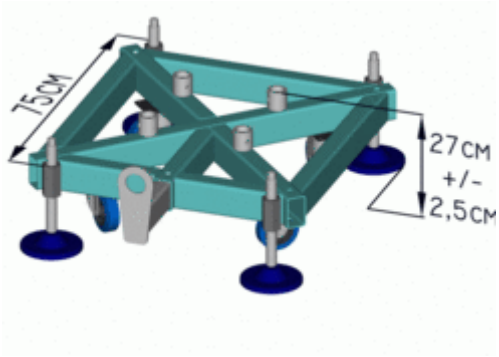
SBE29P-4-S4/29 kocsi



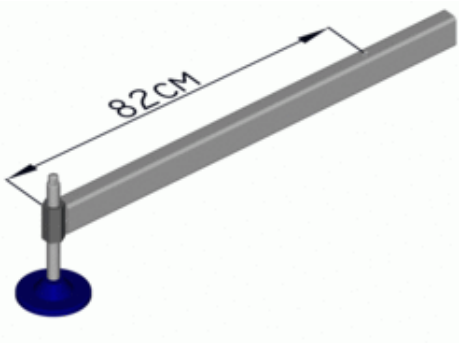
SB29PT-4-TT1 fejelem



SB29PT-4-TB talpelem



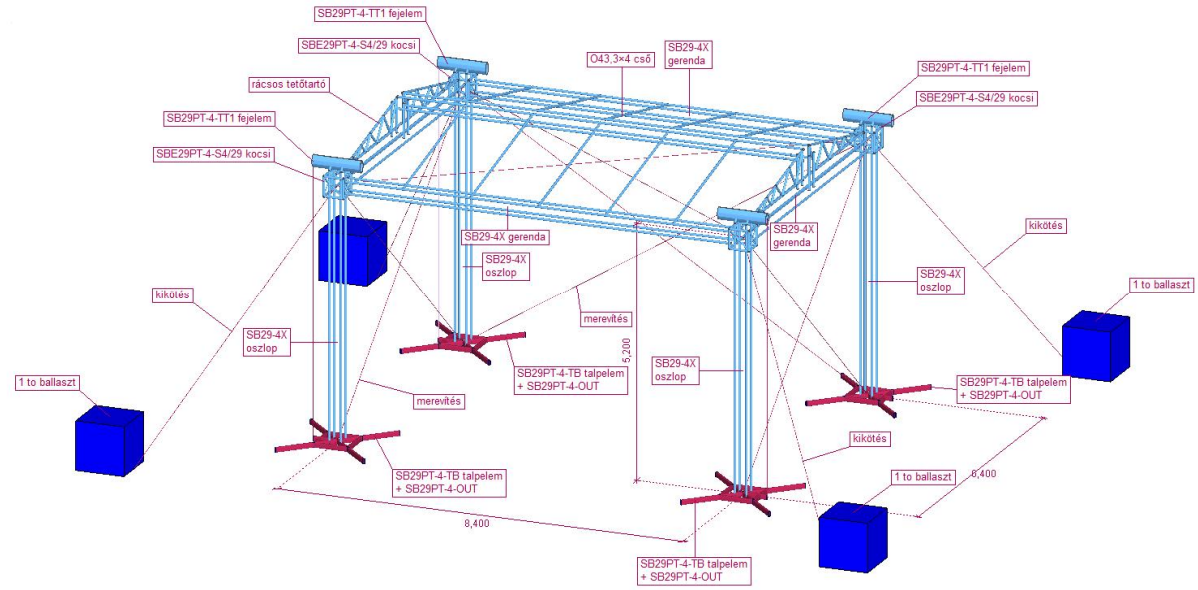
SB29PT-4-OUT talpelem támasz



1000 l-es Standard IBC tartály fa raklapon

Számítási melléklet

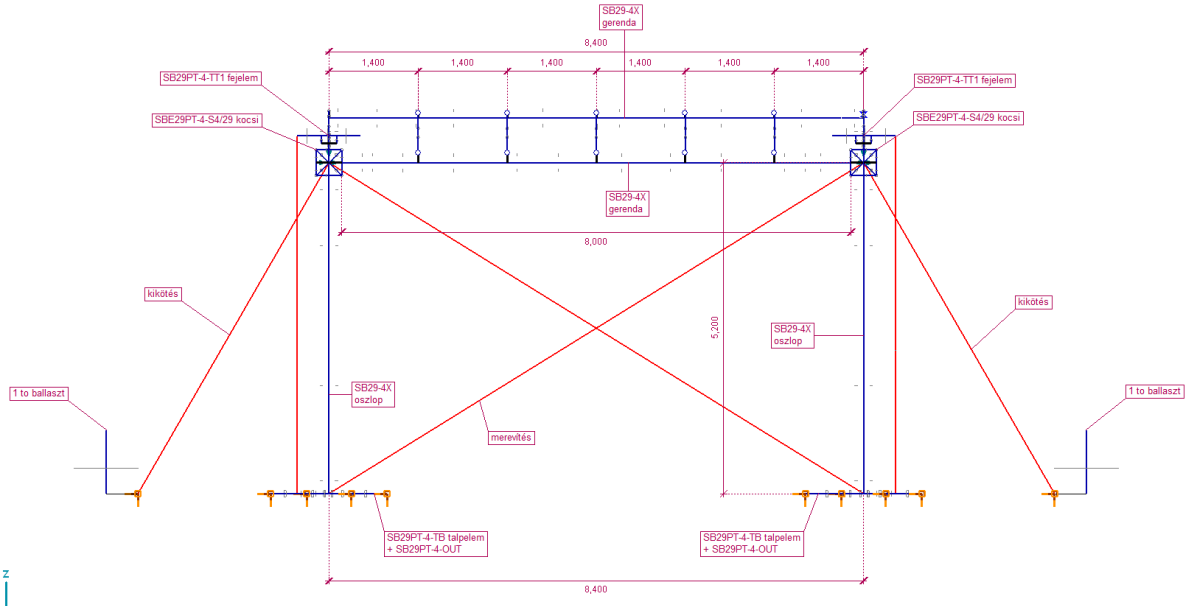
Geometria: ATC 10 × 8 m fedés



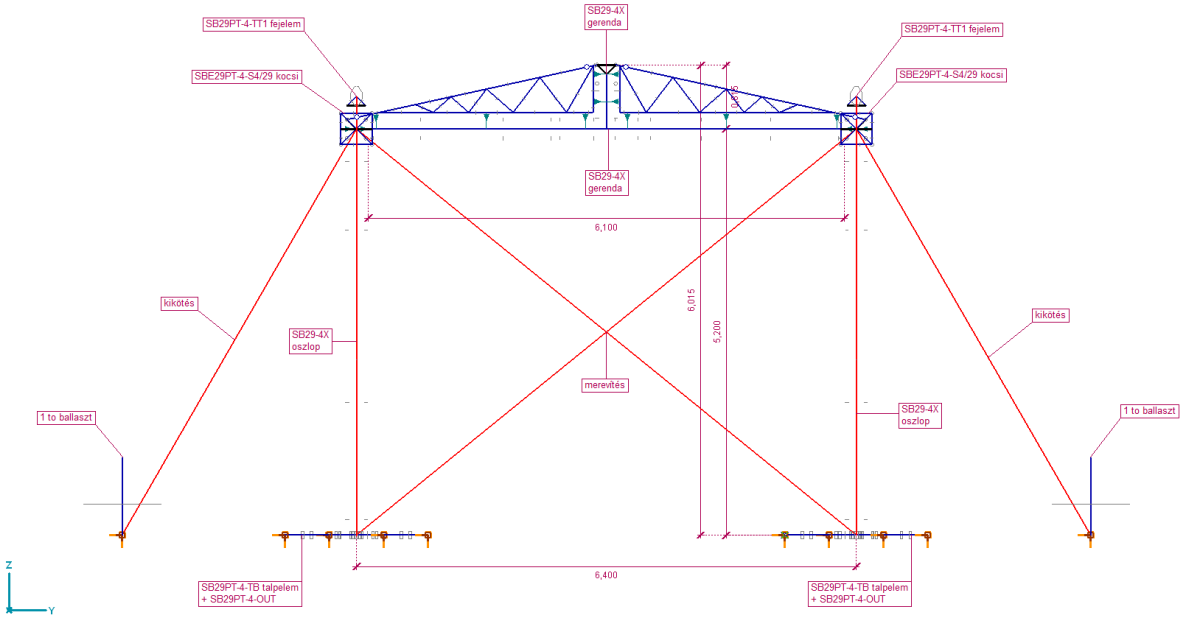
A tetőszerkezet SB29-4X gerendaelemekből épül fel, a tetőtartók is SB29-4X gerendaelemek. A tetőmerevítők Ø48,3×4 csövek. A lábat SB29PT-4-OUT elemekkel kiegészített SB29PT-4-TB talpelembe állított SB29-4X oszlopelemek és SB29PT-4-TT1 fejelem alkotja A tetőszerkezet lábainál a mozgatható kocsik 1,5 to teherbírású kötélelemekkel (acél sodrony v. spanifer) kerül lekötésre. A leterhelése, 4 db 1-1 to ballaszttal történik.

Tetőrendszer elemei: SB29-4X gerendák, Ø48×3 cső, háromszög rácsos tetőtartó
Lábrendszer: SB29-4X oszlop, SB29PT-4-TT1 fejelem,
SB29PT-4-TB talpelem + SB29PT-4-OUT
Kiegészítő elemek: kapcsolóelemek, bilincsek, racsnik, sodronyok
Jellemző szelvényméretek: öv rudak Ø48,3×2, rács rudak Ø18×2

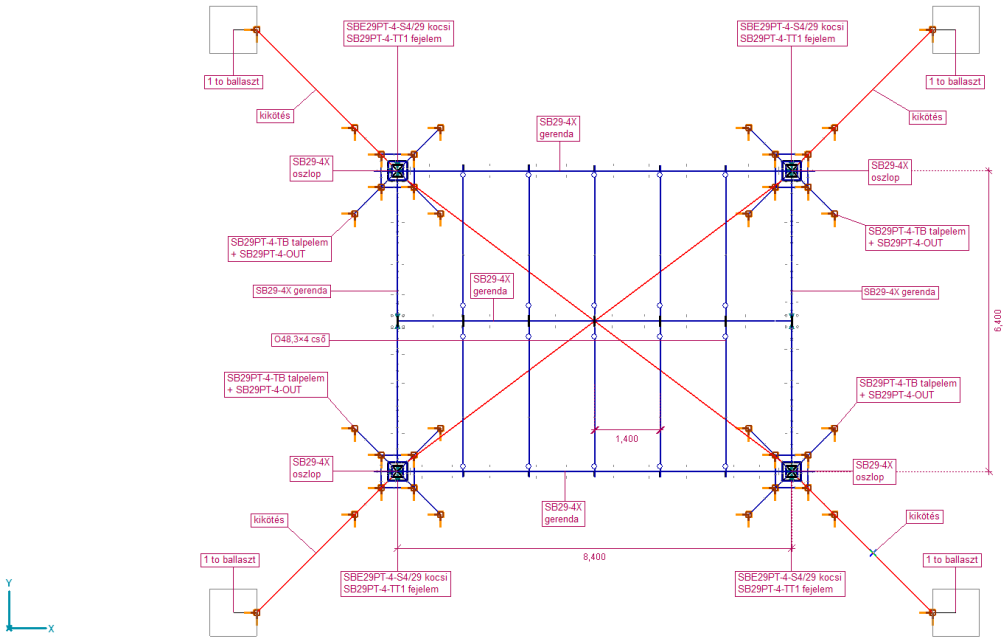
Tartóváz geometria:
Elölnézet



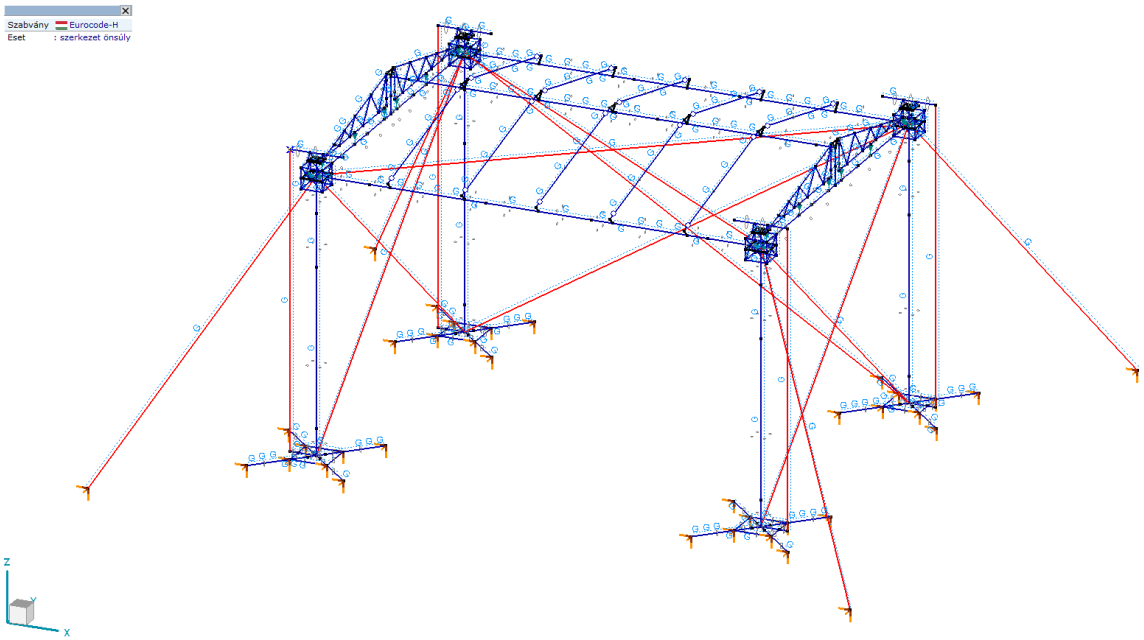
Oldalnézet



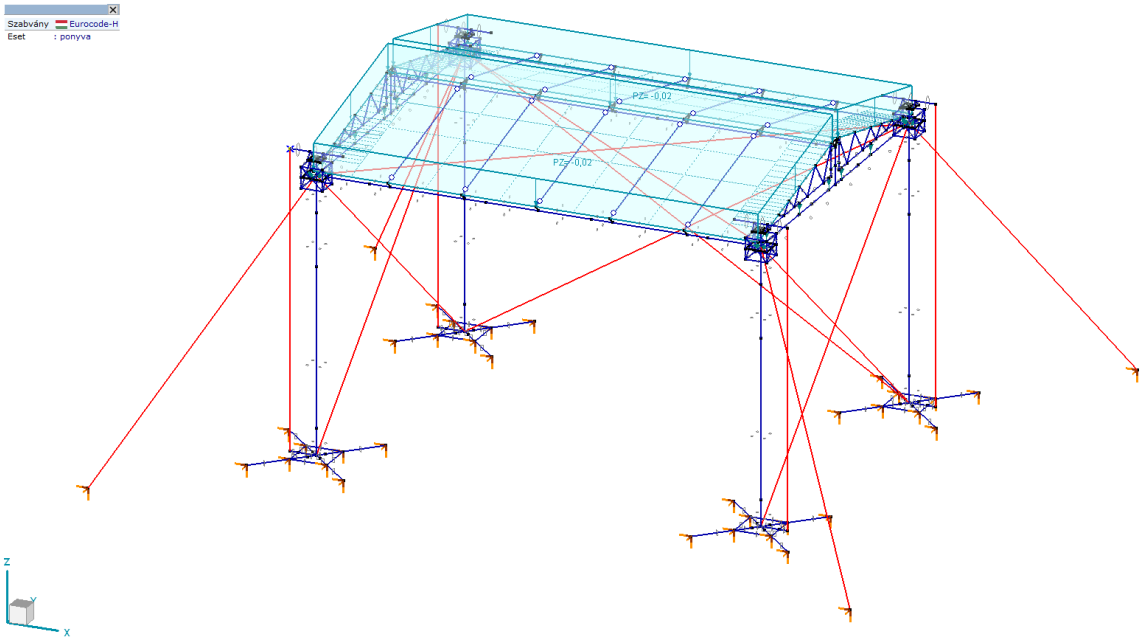
Felülnézet



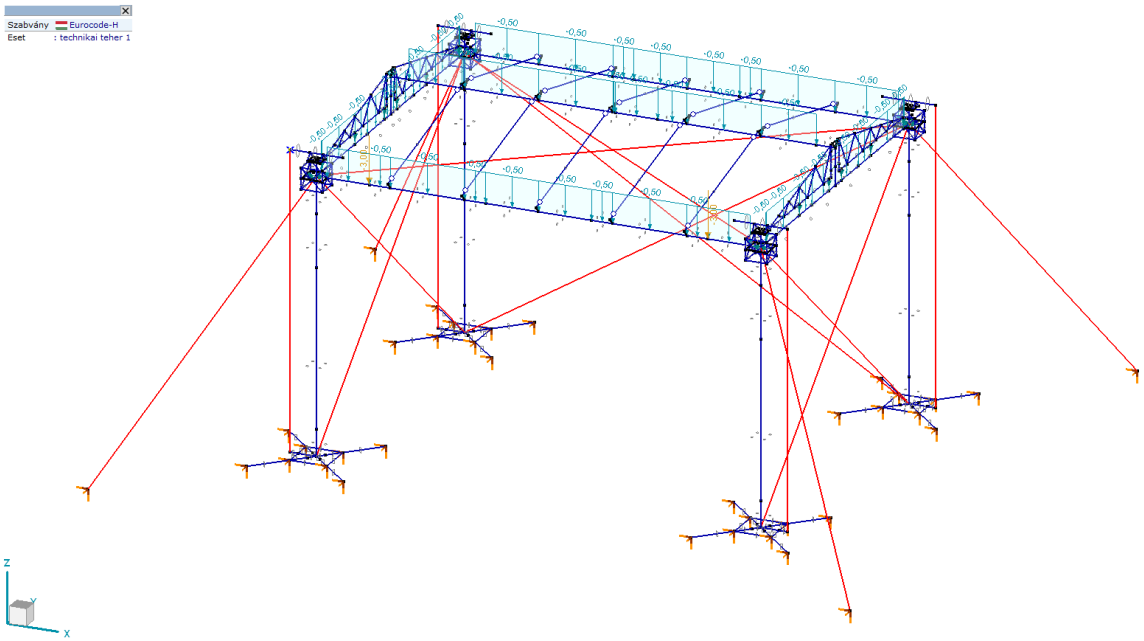
Terhek



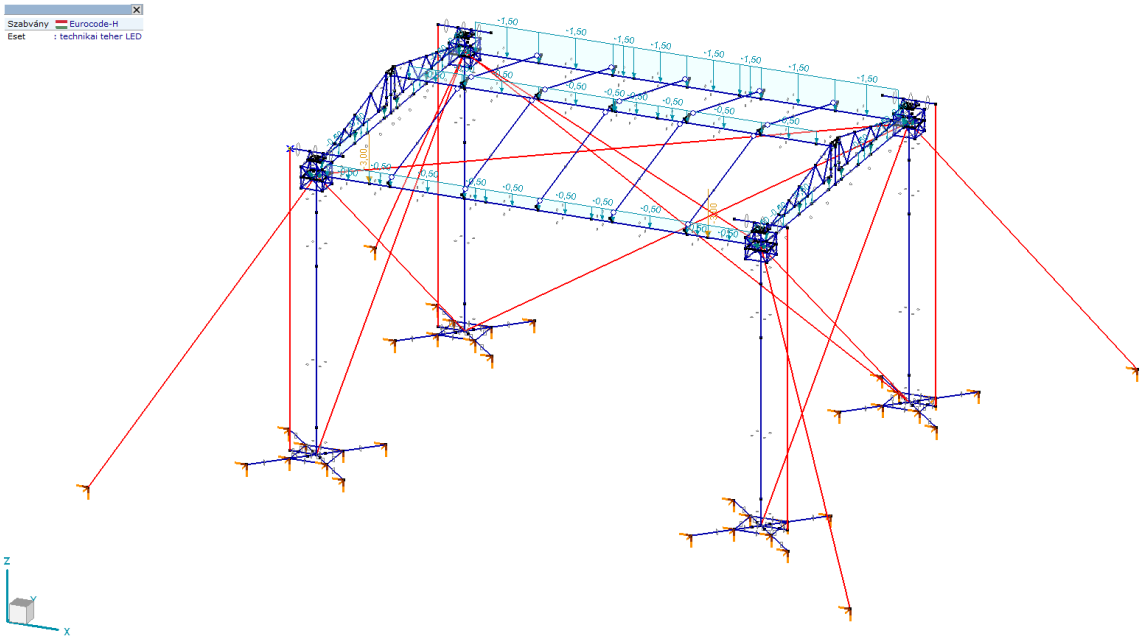
állandó teher, önsúly



állandó teher, ponyva 0,02 kN/m^2

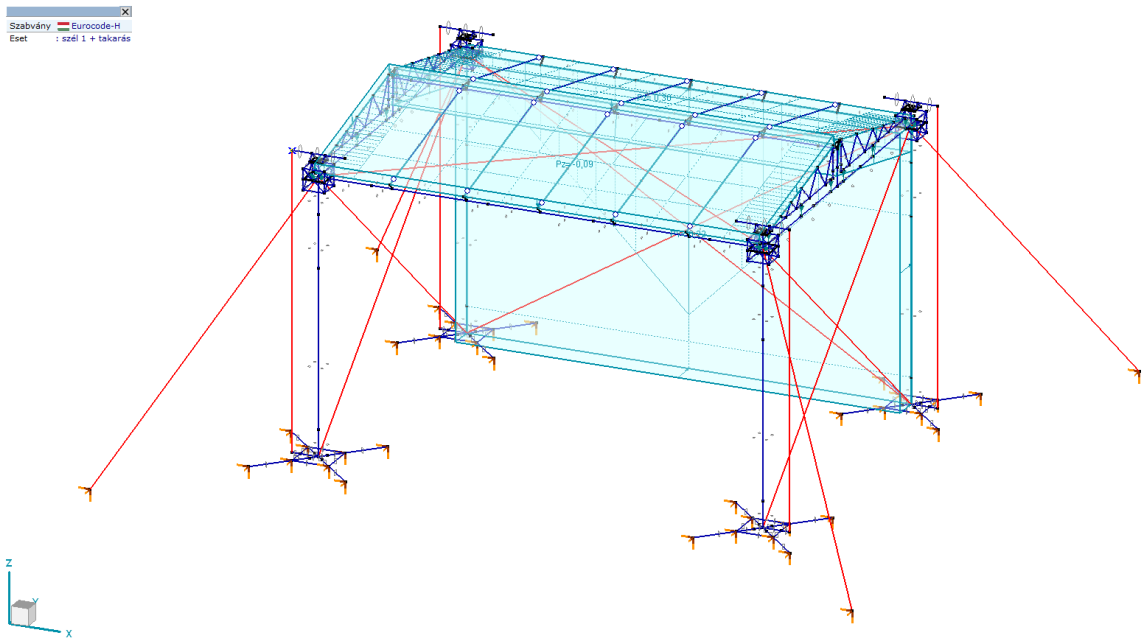


esetleges teher, technikai teher 1



esetleges teher, technikai teher LED

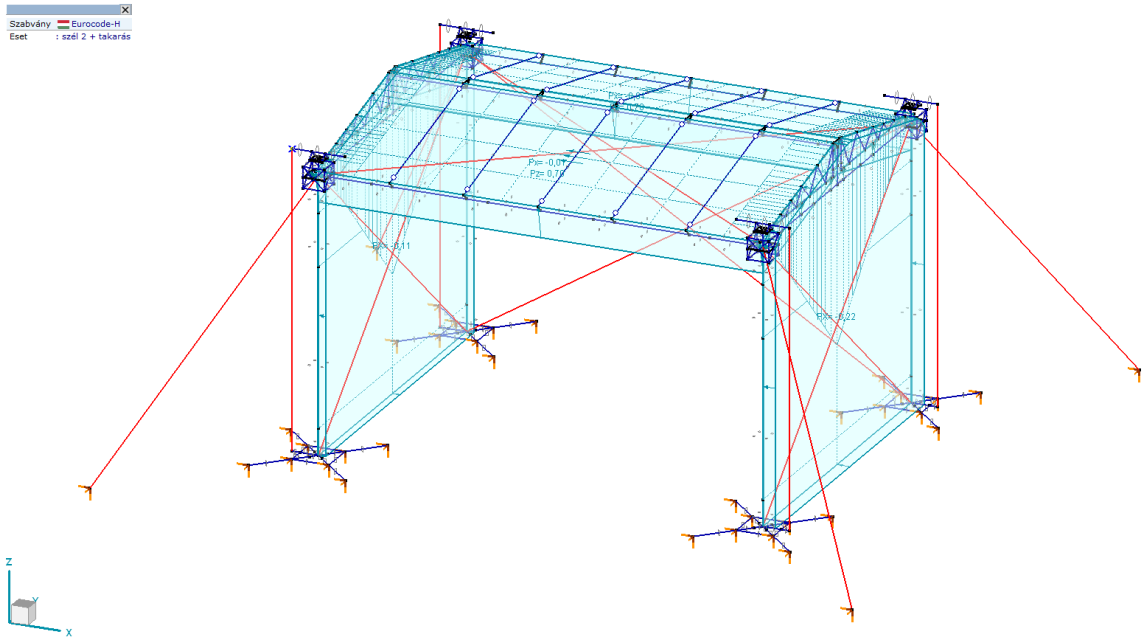
A függesztett technikai terhek a tető vízszintes gerendáin 50 kg/fm (0,5 kN/fm). A frontoldali gerendára min. 4 pontban bekötve 300 kg (3,0 kN) teher (hangfal) függeszthető. Opcionálisan a hátsó hídelemre LED fa kerül függesztésre max. 1,0 m -es távolságú kötésekkel 3,0 m -es magassággal, a figyelembe vett teherértéke 150 kg/fm (1,5 kN/fm) A tetőszerkezet egyéb elemeire nem kerül technikai berendezés.



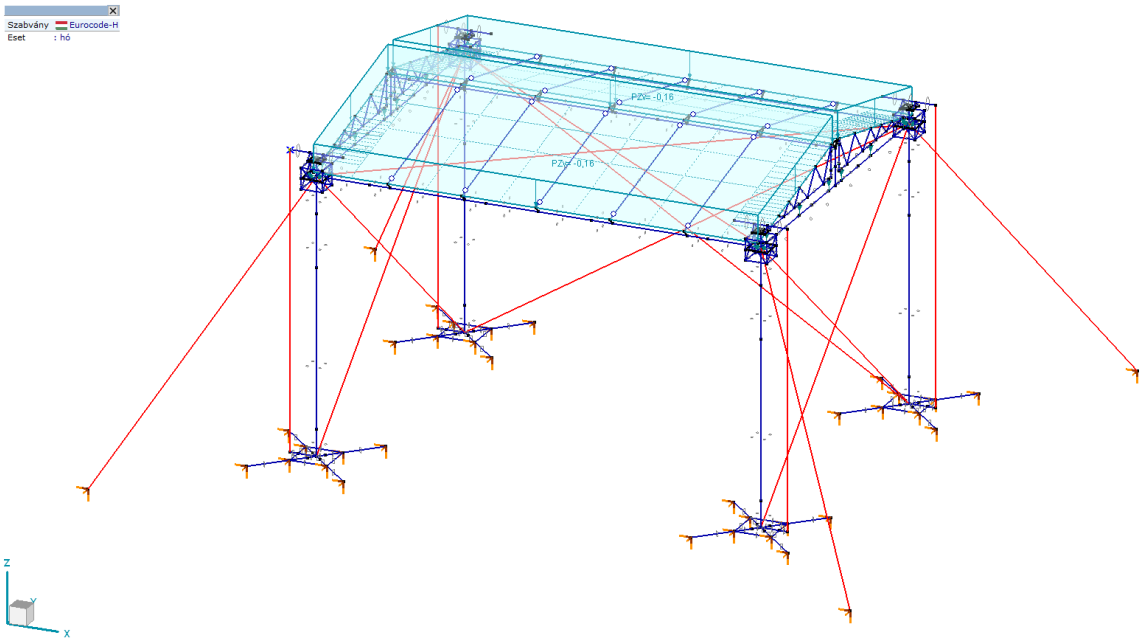
meteorológiai teher, keresztirányú szél

A szélteher torlónyomásának értéke MSZ EN 13782 közelítő teherfelvétel alapján, z= 5,0-10,0 m referencia magasság mellett 0,600 kN/m^2. A szabadon álló ~12,5º hajlású, oldalin nyitott nyeregtetőre vonatkozó alaki tényezők: maximum: $c_{p,net}$= +0,148 ↓ (nyomó erő 0,089 kN/m^2) , minimum: $c_{p,net}$= -0,674 ↑ (emelőerő 0,405 kN/m^2) , a szélsúrlódás alaki tényezője c_{fr}= 0,02 (0,012 kN/m^2) . A rácsostartó oszlopokat figyelembe vett szélnyomás értéke 0,1 kN/m^2. A hát és oldalfalat borító racher hálóra ható szélterhet 30% kitöltöttség mellett 0,22 kN/m^2 vettük figyelembe.

A szélterhelés mértékének csökkentését a teherkombinációknál alkalmazott teherszorzókkal módosítjuk.



meteorológiai teher, hosszirányú szél

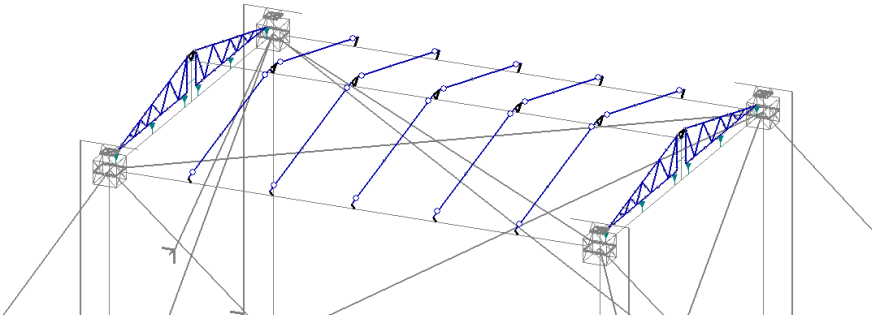


meteorológiai teher, hóteher a tetőn

Ideiglenes szerkezetről lévén szó melyet jellemzően a nyári időszakban használnak csökkentett a sátorszerkezetekre vonatkozó hóteherrel számoltunk. Ideiglenes szerkezetek esetén 8 cm -es vastagságú hóréteg súlya Magyarországon 0,20 / 1,25 = 0,16 kN/m^2. Amennyiben a szerkezet ponyvafedésén hó halmozódna fel, úgy azt el kell távolítani.

Eredmények

Tető csőtartó (Ø48×4 cső, 6060/T66)



Csomóponti elmozdulások [Nemlin., SLS alakváltozás [1] (1,000), tető]

	fX [rad]	fY [rad]	fZ [rad]	fR [rad]
—	—	—	—	—
153	**-0,01412**	0	0,00001	0,01412
47	**0,01460**	0	-0,00001	0,01460
291	0,00051	**-0,01143**	0,00014	0,01144
229	0,00051	**0,01151**	-0,00014	0,01152
243	-0,01757	0,01002	**-0,00313**	0,02046
297	-0,01971	-0,00991	**0,00310**	0,02228
315	*	*	*	**0**
153	-0,01412	0	0,00001	**0,01412**

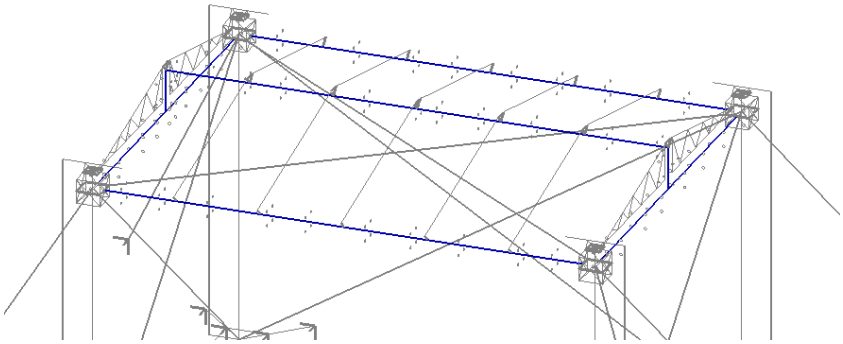
maximális alakváltozás = 0,01460 rad < 0,0225 rad (L/150 alacsony igényszint)
A tartószerkezet alakváltozása megfelelő!

Rúd feszültségek [Nemlin., ULS teher1 [1] (1,000), tető]

	Smin [kN/cm²]	Smax [kN/cm²]	Vmin [kN/cm²]	Vmax [kN/cm²]	Somin [kN/cm²]	Somax [kN/cm²]	Vyátl [kN/cm²]	Vzátl [kN/cm²]
—	—	—	—	—	—	—	—	—
376	**-7,06**	*	*	*	*	*	*	*
309	**0,91**	1,24	0	0,16	0,94	1,27	0,07	0
344	**0,91**	1,26	0	0,16	0,94	1,29	-0,07	0
321	-1,61	**-1,61**	0	0,46	1,61	1,80	0,08	-0,04
376	*	**6,65**	*	*	*	*	*	*
280	*	*	**0**	*	*	*	*	*
280	*	*	**0**	*	*	*	*	*
280	-6,02	5,99	0	**0**	0,02	6,02	0	0
284	*	*	*	**0,54**	*	*	*	*
281	-5,79	5,79	0	0,02	**0**	5,79	0	0,01
321	-1,61	-1,61	0	0,46	**1,61**	1,80	0,08	-0,04
388	-0,07	0,06	0	0,06	0	**0,12**	-0,01	0
376	*	*	*	*	*	**7,06**	*	*
396	*	*	*	*	*	*	**-0,23**	*
367	*	*	*	*	*	*	**0,23**	*
320	*	*	*	*	*	*	*	**-0,25**
376	-0,23	-0,22	0	0,24	0,22	0,47	0	**0,08**

a szerkezeti elemek feszültségei So_{max} = 7,06 kN/cm² < f_{Rd} = 14,50 kN/cm²
A szerkezeti elemek szilárdságilag megfelelőek!

Gerendák (SB29-4X)



Csomóponti elmozdulások [Nemlin., SLS alakváltozás [1] (1,000), gerendák]

	fX [rad]	fY [rad]	fZ [rad]	fR [rad]
—	—	—	—	—
153	**-0,01412**	0	0,00001	0,01412
47	**0,01460**	0	-0,00001	0,01460
107	0,00018	**-0,01177**	0,00016	0,01177
56	0,00018	**0,01185**	-0,00016	0,01185
698	-0,00227	-0,00824	**-0,00298**	0,00905
545	-0,00218	0,00829	**0,00298**	0,00907
203	0,00077	0,00004	0	**0,00077**
153	-0,01412	0	0,00001	**0,01412**

maximális alakváltozás = 0,01460 rad < 0,0225 rad (L/150 alacsony igényszint)

A tartószerkezet alakváltozása megfelelő!

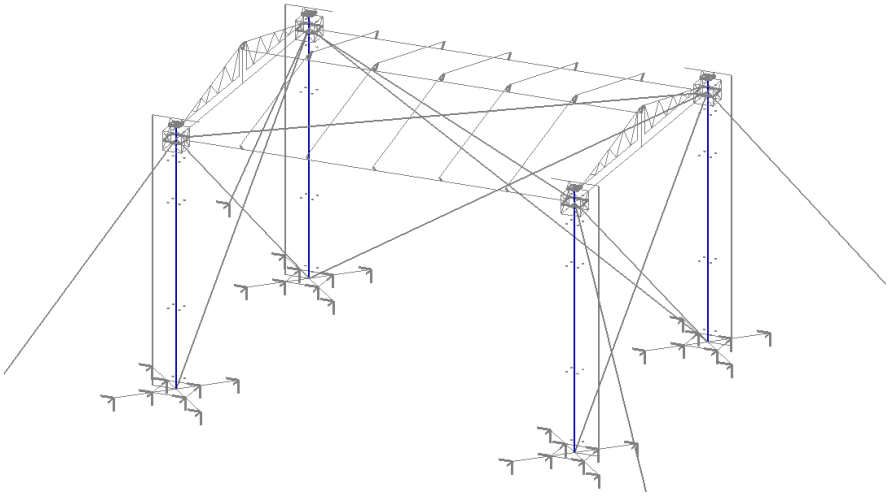
Rúd feszültségek [Nemlin., Burkoló (ULS), részletek]

	K	min. max.	Smin [kN/cm^2]	Smax [kN/cm^2]	Vyátl [kN/cm^2]	Vzátl [kN/cm^2]
—	—	—	—	—	—	—
316	Smin	min	**-10,38**	10,37	0,12	-0,91
410		max	**0,78**	0,91	0	-0,57
275	Smax	min	-0,50	**-0,30**	0	-0,37
316		max	-10,38	**10,37**	0,12	-0,91
402	Vyátl	min	-3,50	3,37	**-0,49**	-0,24
408		max	-6,92	6,97	**0,49**	-0,46
316	Vzátl	min	-10,38	10,37	0,12	**-0,91**
408		max	-10,38	10,37	-0,12	**0,91**

a szerkezeti elemek feszültségei $S_{min-max}$ = 10,38 kN/cm^2 < f_{Rd} = 20,90 kN/cm^2

A szerkezeti elemek szilárdságilag megfelelőek!

Oszlopok (SB29PT-4)



Csomóponti elmozdulások [Nemlin., SLS alakváltozás [1] (1,000), oszlop]

	fX [rad]	fY [rad]	fZ [rad]	fR [rad]
—	—	—	—	—
71	**-0,00193**	-0,00532	-0,00207	0,00603
169	**0,00202**	-0,00357	0,00202	0,00457
71	-0,00193	**-0,00532**	-0,00207	0,00603
2	-0,00189	**0,00532**	0,00208	0,00602
71	-0,00193	-0,00532	**-0,00207**	0,00603
2	-0,00189	0,00532	**0,00208**	0,00602
136	-0,00017	-0,00013	0	**0,00022**
71	-0,00193	-0,00532	-0,00207	**0,00603**

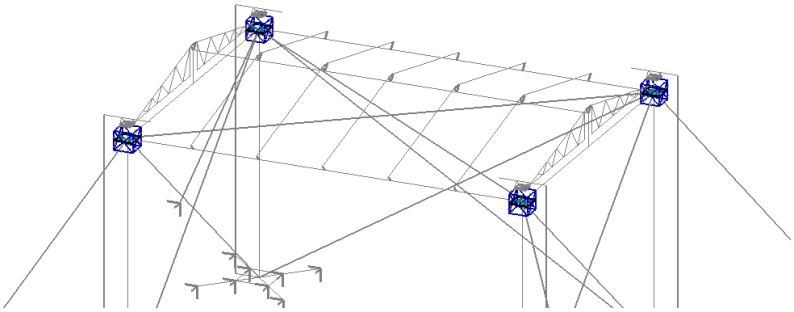
maximális alakváltozás = 0,00603 rad < 0,0225 rad (L/150 alacsony igényszint)
A tartószerkezet alakváltozása megfelelő!

Rúd feszültségek [Nemlin., Burkoló (ULS), oszlop]

	K	min. max.	Smin [kN/cm^2]	Smax [kN/cm^2]	Vyátl [kN/cm^2]	Vzátl [kN/cm^2]
—	—	—	—	—	—	—
266	Smin	min	**-10,89**	7,06	0,04	-0,21
188		max	**0,05**	0,08	0,01	0,10
189	Smax	min	-2,09	**-1,75**	-0,05	-0,22
266		max	-10,89	**7,06**	0,04	-0,21
188	Vyátl	min	-2,33	1,25	**-0,13**	-0,03
255		max	-2,34	1,26	**0,13**	-0,03
189	Vzátl	min	-4,86	1,01	-0,05	**-0,22**
266		max	-4,83	4,94	-0,02	**0,10**

a szerkezeti elemek feszültségei $S_{min-max}$ = 10,89 kN/cm^2 < f_{Rd} = 20,90 kN/cm^2
A szerkezeti elemek szilárdságilag megfelelőek!

Kocsi (SBE29PT-4-S4/29)



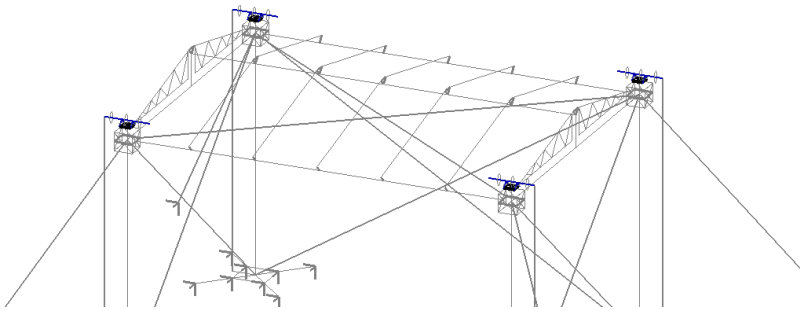
Rúd feszültségek [Nemlin., Burkoló (ULS), kocsi]

	K	min. max.	Smin [kN/cm²]	Smax [kN/cm²]	Somin [kN/cm²]	Somax [kN/cm²]
—	—	—	—	—	—	—
149	Smin	min	**-0,01**	0	0	0,01
150		max	**0**	0	0	0
145	Smax	min	0	**0**	0	0
146		max	0	**0,01**	0	0,01
260	Somin	min	0	0	**0**	0
145		max	0	0	**0**	0
194	Somax	min	0	0	0	**0**
146		max	0	0,01	0	**0,01**

a szerkezeti elemek feszültségei $S_{min\text{-}max} = 0{,}01$ kN/cm² < $f_{Rd} = 20{,}90$ kN/cm²

A szerkezeti elemek szilárdságilag megfelelőek!

Fejelem (SB29PT-4-TT1)



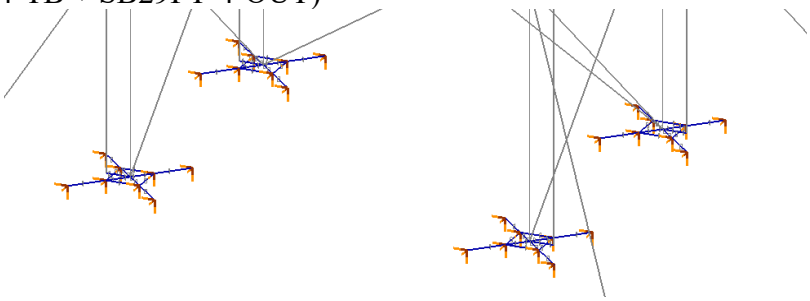
Rúd feszültségek [Nemlin., Burkoló (ULS), top]

	K	min. max.	Smin [kN/cm²]	Smax [kN/cm²]	Somin [kN/cm²]	Somax [kN/cm²]
—	—	—	—	—	—	—
202	Smin	min	**-4,73**	-0,39	0,58	4,74
204		max	**1,17**	1,89	1,23	2,06
202	Smax	min	-3,07	**-2,05**	2,16	3,34
204		max	0,22	**2,84**	0,27	2,90
207	Somin	min	0	0	**0**	0
202		max	-3,07	-2,05	**2,16**	3,34
63	Somax	min	0	0	0	**0**
202		max	-4,73	-0,39	0,47	**4,76**

a szerkezeti elemek feszültségei $S_{min\text{-}max} = 4{,}76$ kN/cm² < $f_{Rd} = 20{,}90$ kN/cm²

A szerkezeti elemek szilárdságilag megfelelőek!

Talp (SB29PT-4-TB + SB29PT-4-OUT)



Rúd feszültségek [Nemlin., Burkoló (ULS), talp]

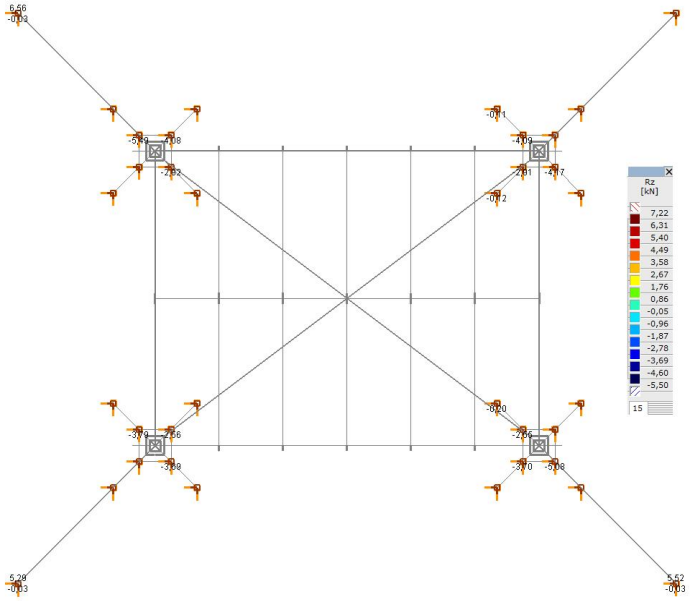
	K	min. max.	Smin [kN/cm²]	Smax [kN/cm²]	Somin [kN/cm²]	Somax [kN/cm²]
—	—	—	—	—	—	—
179	Smin	min	**-9,33**	9,31	0,01	9,37
243		max	**0,15**	0,18	0,15	0,18
49	Smax	min	-0,09	**-0,07**	0,08	0,84
179		max	-9,33	**9,31**	0,01	9,37
185	Somin	min	0	0	**0**	0
243		max	0,15	0,18	**0,15**	0,18
172	Somax	min	0	0	0	**0**
179		max	-9,33	9,31	0,01	**9,37**

a szerkezeti elemek feszültségei $S_{min\text{-}max} = 9{,}37$ kN/cm² < $f_{Rd} = 20{,}90$ kN/cm²

A szerkezeti elemek szilárdságilag megfelelőek!

Csomóponti támaszerők [Nemlin., Burkoló (ULS), támaszok]

	Cspt.	X [m]	Y [m]	Z [m]	Típus	K	min. max.	Eset	Rx [kN]	Ry [kN]	Rz [kN]
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
28	171	11,400	9,400	0	Glob.	Rx	min	85 km/h szél2 [1] (1,000)	**-4,17**	-4,17	7,22
19	124	-3,000	9,400	0	Glob.		max	85 km/h szél2 [1] (1,000)	**3,79**	-3,79	6,56
28	171	11,400	9,400	0	Glob.	Ry	min	85 km/h szél2 [1] (1,000)	-4,17	**-4,17**	7,22
10	73	11,400	-3,000	0	Glob.		max	85 km/h szél2 [1] (1,000)	-3,20	**3,20**	5,52
29	172	8,750	6,750	0	Glob.	Rz	min	ULS teher1 [1] (1,000)	0,76	0,71	**-5,50**
28	171	11,400	9,400	0	Glob.		max	85 km/h szél2 [1] (1,000)	-4,17	-4,17	**7,22**

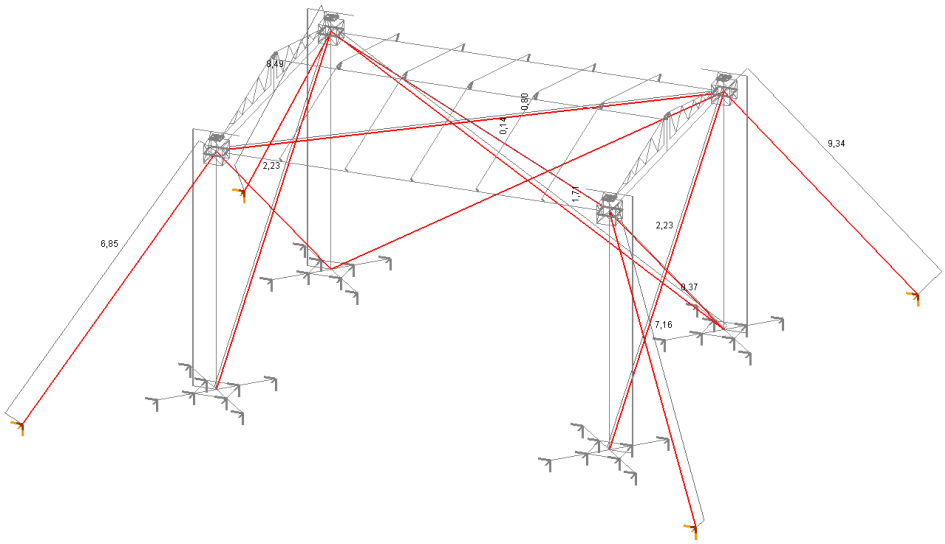


A szerkezet letámasztásainál a támaszreakciók és a telepítési felület minőségének megfelelő méretű terhelosztó alátéteket kell alkalmazni, a mértékadó nyomó teher 7,22 kN.

Javasolt alátétméretek a gyári talpak alatt:
-laza füves, homokos területen: az oszloptalpak alatt egyenként min. 50×50cm alapú 5cm vastag terhelosztó lemez szükséges, (pl.: keményfa rétegelt lapok)
-térkő burkolaton (8cm-es térkő, alatta tömörített ágyazattal): nem szükséges terhelosztó alátét, azonban a felfelvési felület kiegyenlítése és az elcsúszási biztonság fokozás a érdekében a gyári talpak alatt min. 8 mm vastagságú szövetbetététes gumilemez alátét szükséges
-betonon (15cm vastag vasalatlan betonfelületnél): nem szükséges terhelosztó alátét, azonban a felfelvési felület kiegyenlítése és az elcsúszási biztonság fokozása érdekében a gyári talpak alatt min. 8 mm vastagságú szövetbetététes gumilemez alátét szükséges

Rácsrúd igénybevételek [Nemlin., Burkoló (ULS), kötés]

	Sz.	Szelvénynév	Hossz [m]	min. max.	Eset	Nx [kN]
—	—	—	—	—	—	—
7	4	O 10	6,711	Nx max	85 km/h szél2 [1] (1,000)	**9,34**



A tetőszerkezet a megfelelő állékonyságát ferde kikötésekkel, lehorgonyzással kell biztosítani. Az tetőszerkezetek lehorgonyzása a fedés oszlopainál és a ferde kikötéseknél biztosítható. A fedés oszlopainak felső pontjai ferde kikötésekkel kerülnek biztosítására. A kikötések min. 1,0 – 1,0 to teherbírású cövekelések vagy 1 m^3 -es vízzel feltöltött IBC tartályok. A ballasztozáshoz való lekötések min. 1,5 – 1,5 to teherbírású spaniferekkel, acél sodronykötelekkel történik.