



**Tartószerkezeti szakértői vélemény**

a Budapest, VII. Wesselényi u. 20-22. sz. alatti irodaépületbe  
telepítendő energiahatékonysági hatású berendezések  
elhelyezésének megvalósíthatóságáról

Jelen szakértői vélemény 6 számozott oldalt +7 oldal ellenőrző számítást tartalmaz.



### Előzmények

A **Közbeszerzési és Ellátási Főigazgatóság (KEF)** – a továbbiakban: Megbízó – a kezelésében lévő címbeli irodaházban energiahatékonysági fejlesztéseket szeretne megvalósítani. Ennek keretében – többek között- napelemek és kiegészítő gépészeti berendezések (pl. puffer tartályok) elhelyezésére is sor kerül. Ezek telepítése viszonylag jelentősebb többletterhelést okozhat az alátámasztó szerkezetekre és az épületre nézve. Feladatom annak megvizsgálása, hogy a vizsgált irodaház érintett épületrészei, tartószerkezeti elviselik-e ezeket a meg növekedett igénybevételeket, illetve milyen intézkedések, beavatkozások szükségesek ahhoz, hogy alkalmasak legyenek erre.

### A Megbízó által szolgáltatott adatok

A vizsgálathoz a Megbízó az alábbi dokumentumokat bocsátotta rendelkezésünkre:

- az építés után készült megvalósulási dokumentáció (készítette: MEGALIT Kft.; 1999.) építész műszaki leírását és vonatkozó építész terveit (rétegrendi meghatározásokkal együtt)
- a tervezett telepítések környezetének újonnan készített építész terveit
- a telepítendő napelemek tervezett elhelyezési ábráját és várható tömegüket: 1 tábla 18,6 kg (1559\*1046\*46 mm)

A helyszínt 2017. 03. 07-én én is megtekintettem – a Megbízó képviselőivel együtt – és szemrevételezéssel megállapítottam, hogy az épület érintett részeit és szerkezeteit az átadott tervek megfelelően ábrázolják, ill. a tetőszerkezet szerkezeti méreteit saját mérésekkel pontosítottam.

### Az épület rövid szerkezeti ismertetése

A vizsgált iroda épület földszint + 8 emelet magas, torzított L alakú, magastetős építmény, amely az 1990-es évek második felében épült. Az épület tartószerkezete – a régi építész műszaki leírás szerint – előregyártott, megerősített IMS vázszerkezet, monolit vb. merevítő falakkal és egyéb monolit vb. kiegészítésekkel. A külső kitöltő fal 30 cm vastag POROTRON kézi falazó blokkokból készült. Az irattári szárny monolit vb. tartószerkezettel (födémek és falak) épült.

A magastető ácsszerkezete egyedi kialakítású, több állószékes, előregyártott ROTIP (TTI tervezés) rendszerrel készült. Az eredeti típus rendszer – a leírás alapján – több helyen megerősítésre került.

### Napelemek telepíthetőségének vizsgálata

#### *Kiindulási feltételek*

A Megbízó adatszolgáltatása szerint az épület magastetős felületeinek DK-i, ill. DNY-i tájolású területeire összesen 124 db napelem tábla kerül elhelyezésre. Egyes felületrészeken régebben már kerültek telepítésre napkollektorok is, de ezek elhelyezkedése nem ütközik a most tervezett telepítéssel, tartószerkezeti szempontból sincsenek hatással egymásra.

Az érintett tetőfelületek hajlásszöge  $\approx 25^\circ$ -os. A fedélszék előregyártott ROTIP (TTI tervezés) rendszerrel készült. Ezt kb. 1 m-ként elhelyezett, deszkaelemekből összeállított, rácsos kiosztású keretállások alkotják. A héjazatot közvetlenül alátámasztó szaruzat 2 db  $13 \times 2,2$  cm-es deszkából lett összeállítva, kb. 80 cm-ként hasonló szelvényű alapokkal összehevederezve. Az oszlopok és rácsrudak hasonló kialakítással készültek 2 db  $10 \times 2,2$  elemből. A héjazatot bitumenes zsindelyfedés alkotja, így vizsgált tetőszakasz figyelembe vett rétegrendje a következő:

- VILLAS típusú bitumenes zsindelyfedés héjazat
- hézagmentesen rakott deszkázat ( $v \approx 2,2$  cm)
- $2 \times 13 \times 2,2$  cm keresztmetszetű szarufák  $\sim 1$  m-ként

A fenti bemutatott tetőszakaszokra kerülő napelem táblák alaprajzi mérete – a Megrendelő tájékoztatása szerint –  $\sim 1 \times 1,6$  m, tömegük – a rögzítő rendszerrel együtt –  $\sim 13 \text{ kg/m}^2$ . A táblák szorosan egymás mellé kerülnek fektetésre, közvetlenül a héjazat síkjára, így azzal egy felületet alkotnak.

A helyszíni szemle során megállapítható volt, hogy a tető tartóelemei szerkezeti szempontból megfelelő állapotúak, tartószerkezeti jelegű hibára, süllyedésre utaló sérülések, repedések nem voltak észlelhetőek. A faanyag is – szerkezeti szempontból – megfelelő állagúnak bizonyult, sem mechanikai (pl. beázás), sem biológiai eredetű (rovar, gomba) károsodás nem volt tapasztalható.

#### *A vizsgált területekre vonatkozó terhek és tömegek elemzése*

A vizsgált, fent ismertetett kialakítású, meglévő tetőszerkezet számított önsúly terheire a következő értékek adódtak:  **$0,31 \text{ kN/m}^2$** .

A telepítésre kerülő napelem rendszer össztömege (tartószerkezettel együtt) – figyelembe véve a táblák  $1,6 \text{ m}^2$ -es felületét –  **$0,13 \text{ kN/m}^2$**  terhelést jelent.

A napelemek fektetése a tető síkjában történik, így nem keletkezik olyan kiemelkedés, ami számításba veendő hó felhalmozódási terhet okozna, ezért a hóterhet az eredeti helyzetnek megfelelően lehet figyelembe venni, azaz – a 25°-os tetőhajlásnak megfelelő – **0,80 kN/m<sup>2</sup>** alapértékkel. A szél szempontjából sem jelent változást az ilyen napelem elhelyezés, ezért ebből a hatásból nem alakul ki az eredeti helyzethez képest többletterhelés, értéke **0,33 kN/m<sup>2</sup>**.

Az előbbiekben ismertetett terheket az épület tervezésekor érvényes MSZ szabványok alapján számítottuk, hiszen a TSZ 01-2013 sz. műszaki szabályzat szerint erre megépült épületek esetében lehetőség van.

#### *A héjazatot tartó szaruállások ellenőrző vizsgálata*

A héjazatot – és így a közvetlenül ráfektetett napelemeket – tartó szaruállásokat egy síkbeli modell felvételével az AXIS X4 nevű végeelem program segítségével vizsgáltuk (lásd mellékletben). A számítás eredményeként a maximális normál feszültségként  $\sigma_m = 7,2 \text{ N/mm}^2$  adódott. A megengedett feszültség értéke az alkalmazott MSZ szabvány szerint  $\sigma_H = 21 \cdot 0,07 = 14,7 \text{ N/mm}^2$ , így a tetőszerkezet a napelemek telepítése után is **megfelelő teherbírású!**

#### Kiegyenlítő tartályok telepíthetőségének vizsgálata

##### *Kiindulási feltételek*

A Megbízó adatszolgáltatása szerint az épület VIII. emeletén elhelyezkedő kazánházba 2 db, 1 m<sup>3</sup>-es hasznos térfogattal rendelkező kiegyenlítő tartály kerülne telepítésre. Ezek a tartályok vízzel lennének feltöltve, így tömegük egyenként – önsúlyukkal együtt –  $\approx 1,1$  tonnát tenne ki.

Az érintett födémszakasz tartószerkezete – a régi építész műszaki leírás szerint – előregyártott, megerősített IMS vázszerkezet. Az IMS szerkezeti rendszer lényege (ez egy régebbi jugoszláv szabadalom), előregyártott elemek – ezek a konkrét esetben a metszet rajzok szerint  $\Pi$  alakú vb. tálcák – utófeszítési módszerrel csatlakoznak a függőleges tartóelemekhez (pl. pillérek), a nyíróerőket súrlódás útján adják át, külön konzol vagy gerenda nem készül. Érthetően ez a technológia igen érzékeny a gondos kivitelezésre (felület előkészítés, megfelelő feszítőerő, korrózió védelem!, stb.,) és nagyon nehéz utólag az állapotát megállapítani és szükség esetén javítani. Magyarországon nagyon sok rossz tapasztalat volt ezzel a rendszerrel kapcsolatban, elég talán annyit említeni, hogy az elhíresült „Pécsi magasház” is ezzel a technológiával készült és a nem



megfelelő kivitelezés (a feszítő elemek elégtelen korrózióvédelme) miatt kellett a közelmúltban lebontani.

### *A helyzet értékelése*

A vizsgált irodaházon jelenleg semmi jele sincs bármiféle szerkezeti meghibásodásnak így a földémrendszerről sincs okunk feltételezni, hogy az állékonyságával probléma volna. Viszont semmilyen adatunk sincs teherbírásának kihasználtságával, a teherbírás tartalékával kapcsolatban. A javasolt tartály telepítés szerint viszonylag nagy többlet nyíróerők jelentkeznének a támaszok közelében, amire ez a rendszer viszonylag érzékeny, sajnos azonban nincs információnk arról, hogy ezt a földém képes lenne-e elviselni.

### Javasolt megoldások

A fenti elemzés alapján **tartályok elhelyezését** a tervezett területre **nem javaslom!** Elvileg lennének lehetőségek a szerkezet alkalmassá tételére, de ezek igen jelentős és bonyolult beavatkozásokat igényelnének. Az egyik ilyen lehetséges változtatás az oszlopokon és falakon nyíró erő viselésére közvetlenül alkalmas kapcsolat (pl. konzolok) kialakítása. Ehhez alulról fel kellene tární a földémet és viszonylag jelentős vésési és betonozási munkákat végezni. A másik megoldás az lehetne, hogy a tartályok egy olyan – célszerűen acélanyagú – kiváltó keretre kerülnének elhelyezésre, amely a terheket közvetlenül a függőleges teherhordó elemekre (oszlopok, falak) vinné ki, a földémek terhelése nélkül. Ez viszont erősen korlátozná a helyiség használhatóságát és/vagy a járószintet is megváltoztatná.

A legegyszerűbb megoldásnak az tűnik, hogy a **tartályok más területre kerülnek telepítésre**. Az épületnek vannak olyan részei, ahol a földémek is monolit vb. szerkezetűek (pl. az irattári szárny). Ezekén a helyeken a teherbírás elemzést és az esetleges megerősítéseket is sokkal könnyebben lehetne elvégezni.

### Összefoglalás

A fentiek alapján megállapítható, hogy tervezett – tetősíkra történő – napelem telepítéseknek tartószerkezeti akadálya nincsen, amennyiben azok az kapott adatszolgáltatásokban meghatározott módon kerülnek elhelyezésre.



A kiegyenlítő tartályok tervezett helyekre történő elhelyezése nem javasolható a födém tartószerkezetének bizonytalan teherbírási kapacitása miatt. Célszerű ezeket a berendezéseket másik helyre telepíteni, ahol a födém tartószerkezeti viselkedése jobban kontrolálható.

Budapest, 2017. május 9.

Vértessy Tamás  
okl. építőmérnök  
tartószerkezeti szakértő  
SZÉ1/01-0076

Mellékletek:

Statikai számítás

# Munka: KEF; Wesselényi u. 20-22, Tető részlet

Tervező: Óbuda Építész Stúdió Kft, Vértessy Tamás

AxisVM X4 R1c · Jogosult felhasználó: Óbuda Építész Stúdió Kft  
teto1.axs

Dokumentáció

Dokumentáció

<i>Tétel</i>	<i>Oldal</i>	<i>Tétel</i>	<i>Oldal</i>
Anyagok	3	Terhek: Hó	5
Szelvények	3	Terhek: Szél	5
Egyedi kombinációk teheresetenként	3	Terhek: Napelem, teljes	6
Geometria és szelvények	4	Terhek: Napelem, parciális	6
Terhek: Önsúly	4	Mértékadó normálfeszültségek (min, max)	7



Munka: KEF; Wesselényi u. 20-22, Tető részlet

Tervező: Óbuda Építész Stúdió Kft, Vértessy Tamás




Modell: teto1.axs

2017. 05. 08.

3. oldal



Anyagok

	Név	Típus	Nemzeti szabvány	Modell	$E_x [N/mm^2]$	$E_y [N/mm^2]$	$\nu$	$\alpha_T [1/^\circ C]$	$\rho [kg/m^3]$
1	C22	Fa	Eurocode-H	Lineáris	10000	330	0,20	8E-6	410

	Név	Anyag szín	Kontúr szín	Textúra
1	C22			 Wood 1

**Név:** Anyag neve; **Típus:** Anyag típusa; **Modell:** Anyagmodell;  **$E_x$ :** Rugalmassági modulus lokális x irányban;  **$E_y$ :** Rugalmassági modulus lokális y irányban;  **$\nu$ :** Poisson tényező;  **$\alpha_T$ :** Hőtágulási együttható;  **$\rho$ :** Sűrűség; **Anyag szín:** Anyag színe; **Kontúr szín:** Anyag konturszíne;

Szelvények

	Név	Rajz	Gyártás	Alak	$h [mm]$	$b [mm]$	$tw [mm]$	$tf [mm]$	$r_1 [mm]$	$r_2 [mm]$	$r_3 [mm]$
1	44x130		Más	Tgl.	130,0	44,0	0	0	0	0	0
2	44x100		Más	Tgl.	100,0	44,0	0	0	0	0	0

	Név	$A_x [mm^2]$	$A_y [mm^2]$	$A_z [mm^2]$	$I_x [mm^4]$	$I_y [mm^4]$	$I_z [mm^4]$	$I_{yz} [mm^4]$	$I_1 [mm^4]$	$I_2 [mm^4]$	$\alpha [^\circ]$
1	44x130	5720,00	4766,67	4766,67	2904003,0	8055666,0	922826,6	0	8055666,0	922826,6	0
2	44x100	4400,00	3666,67	3666,67	2053280,0	3666667,0	709866,7	0	3666667,0	709866,6	0

	Név	$I\omega [mm^6]$	$W_{1,el,t} [mm^3]$	$W_{1,el,b} [mm^3]$	$W_{2,el,t} [mm^3]$	$W_{2,el,b} [mm^3]$	$W_{1,pl} [mm^3]$	$W_{2,pl} [mm^3]$	$i_y [mm]$	$i_z [mm]$
1	44x130	8,2E+08	123933,3	123933,3	41946,7	41946,7	185900,0	62920,0	37,5	12,7
2	44x100	2,7E+08	73333,3	73333,3	32266,7	32266,7	110000,0	48400,0	28,9	12,7

	Név	$H_y [mm]$	$H_z [mm]$	$y_G [mm]$	$z_G [mm]$	$y_s [mm]$	$z_s [mm]$	F.p.
1	44x130	44,0	130,0	22,0	65,0	0	0	5
2	44x100	44,0	100,0	22,0	50,0	0	0	5

**Név:** Szelvéynév; **Gyártás:** Gyártási eljárás; **Alak:** Szelvényalak; **h:** Szelvénymagasság; **b:** Szelvény szélesség; **tw:** Gerincvastagság; **tf:** Örvastagság;  **$r_1, r_2, r_3$ :** Lekerekítő sugár; **Ax:** Keresztmetszeti terület; **Ay, Az:** Nyírási keresztmetszet; **Ix:** Csavaró inercia; **Iy, Iz:** Hajlító inercia; **Iyz:** Centrifugális inercia;  **$I_1, I_2$ :** Hajlító főinercia;  **$\alpha$ :** Főirány; **I $\omega$ :** Torzulási inercia;  **$W_{1,el,t}, W_{1,el,b}, W_{2,el,t}, W_{2,el,b}$ :** Rugalmas keresztmetszeti modulus;  **$W_{1,pl}, W_{2,pl}$ :** Képlékeny keresztmetszeti modulus;  **$i_y, i_z$ :** Inerciasugár; **Hy:** Keresztmetszet befoglaló mérete y irányban; **Hz:** Keresztmetszet befoglaló mérete z irányban;  **$y_G$ :** Súlypont y koordinátája;  **$z_G$ :** Súlypont z koordinátája;  **$y_s$ :** Nyírási (csavarási) középpont y koordinátája a súlyponthoz képest;  **$z_s$ :** Nyírási (csavarási) középpont z koordinátája a súlyponthoz képest; **F.p.:** Feszültségpontok száma;

Egyedi kombinációk teheresetenként

	Név	Típus	önsúly	hó	szél	napelem1	napelem2	Megjegyzés
1	kiemelt:hó 1	-	1,20	1,40	0,72	1,20	0	
2	kiemelt: hó 2	-	1,20	1,40	0,72	0	1,20	
3	kiemelt: szél 1	-	1,20	0,84	1,20	1,20	0	
4	kiemelt: szél 2	-	1,20	0,84	1,20	0	1,20	

**Név:** Teherkombináció neve; **Típus:** Teherkombináció típusa; **önsúly:** önsúly Szorzó; **hó:** hó Szorzó; **szél:** szél Szorzó; **napelem1:** napelem1 Szorzó; **napelem2:** napelem2 Szorzó;

**Munka: KEF; Wesselényi u. 20-22, Tető részlet**

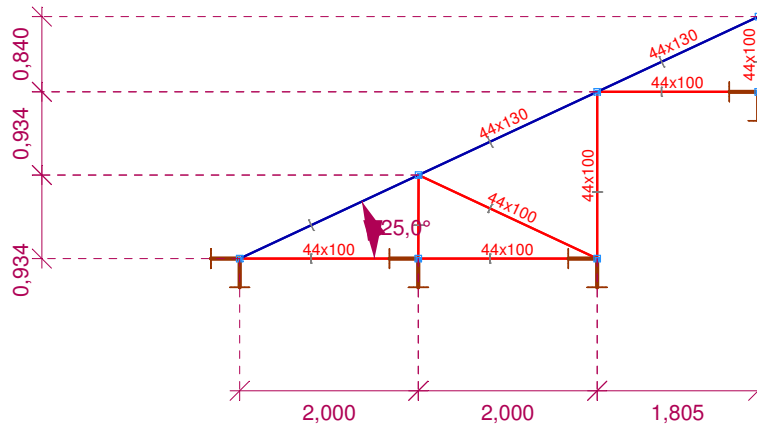
Tervező: Óbuda Építész Stúdió Kft, Vértessy Tamás

Modell: **teto1.axs**

2017. 05. 08.

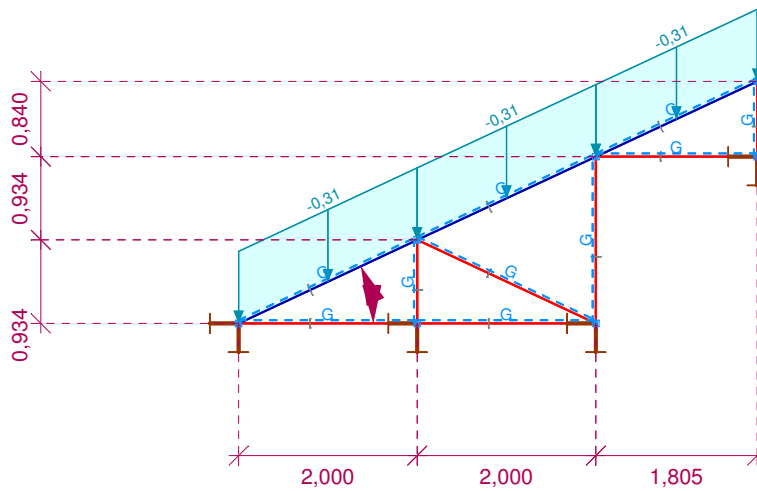
4. oldal

Szabvány	Eurocode-H
Eset	: napelem2



Geometria és szelvények

Szabvány	Eurocode-H
Eset	: önsúly



Terhek: Önsúly

**Munka: KEF; Wesselényi u. 20-22, Tető részlet**

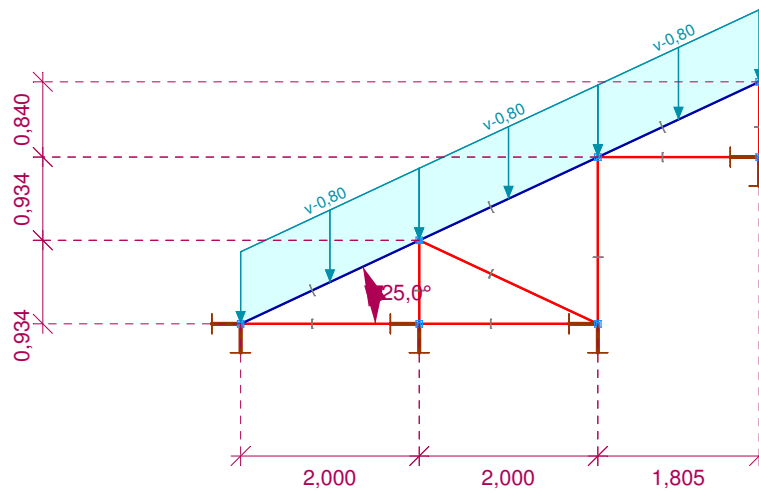
Tervező: Óbuda Építész Stúdió Kft, Vértessy Tamás

Modell: **teto1.axs**

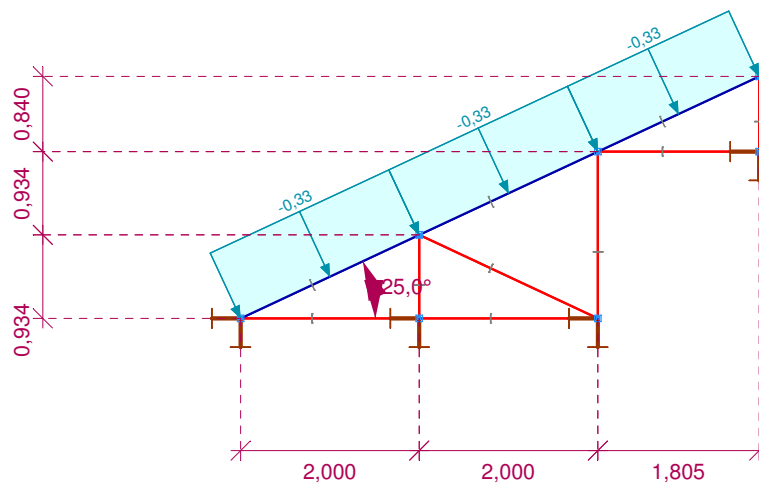
2017. 05. 08.

5. oldal

Szabvány	Eurocode-H
Eset	: hó

*Terhek: Hó*

Szabvány	Eurocode-H
Eset	: szél

*Terhek: Szél*

**Munka: KEF; Wesselényi u. 20-22, Tető részlet**

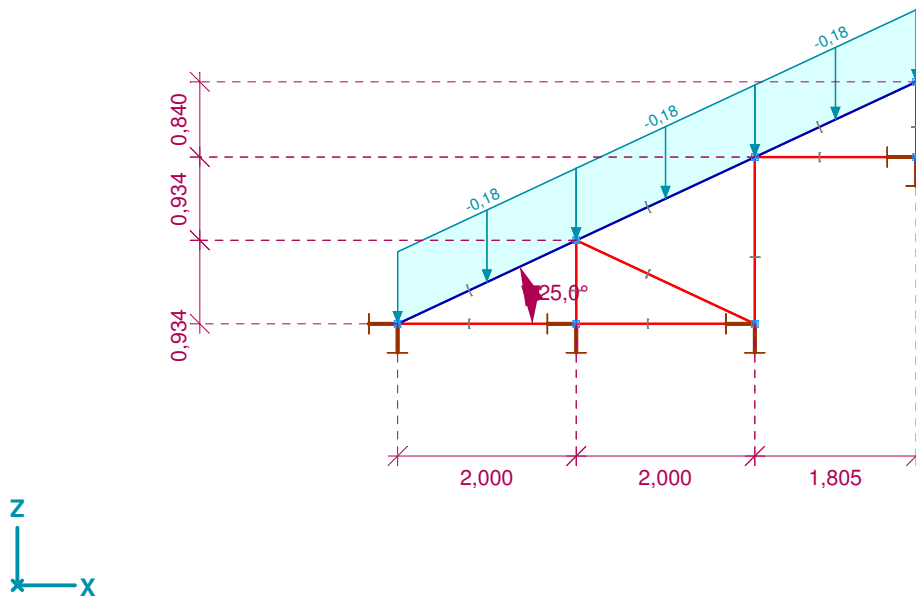
Tervező: Óbuda Építész Stúdió Kft, Vértessy Tamás

Modell: **teto1.axs**

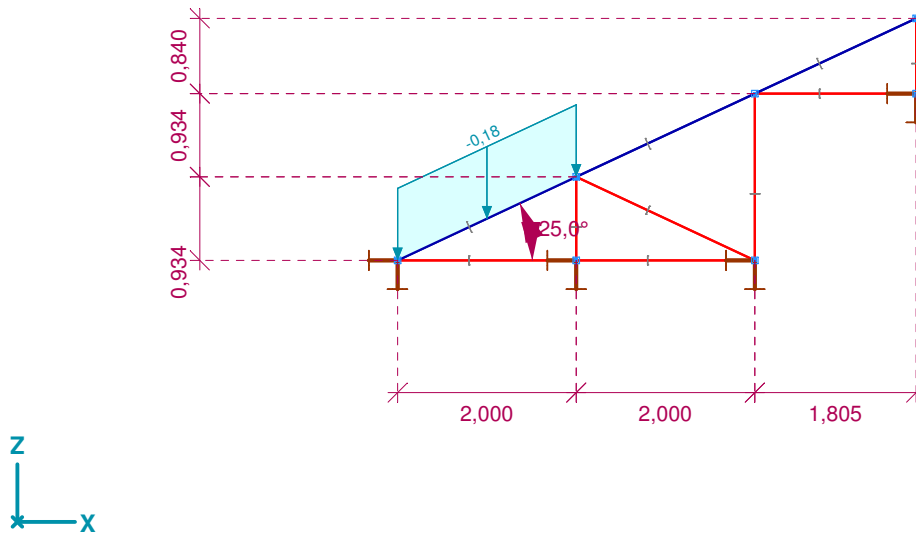
2017. 05. 08.

6. oldal

Szabvány	Eurocode-H
Eset	: napelem1

*Terhek: Napelem, teljes*

Szabvány	Eurocode-H
Eset	: napelem2

*Terhek: Napelem, parciális*

**Munka: KEF; Wesselényi u. 20-22, Tető részlet**

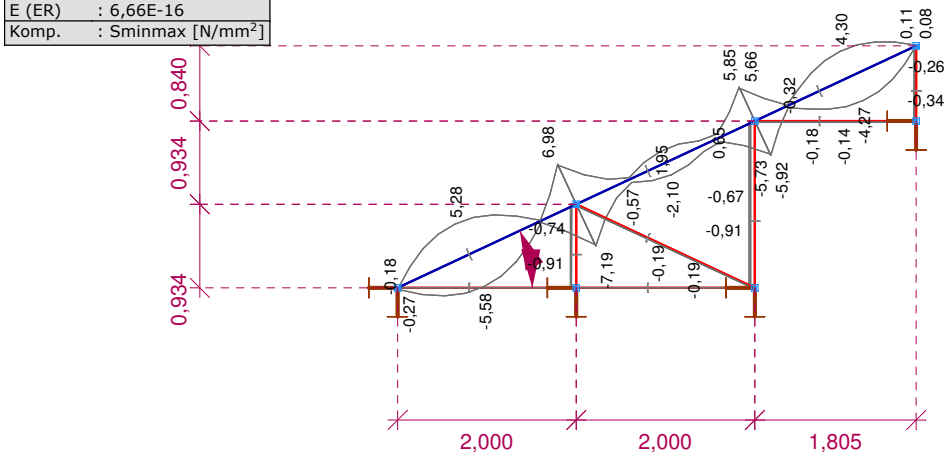
Tervező: Óbuda Építész Stúdió Kft, Vértessy Tamás

Modell: **teto1.axs**

2017. 05. 08.

7. oldal

Lineáris számítás	
Szabvány	Eurocode-H
Eset	: Burkoló Min,Max
Burkoló	: Teherkombinációk
E (P)	: 1,66E-12
E (W)	: 1,66E-12
E (ER)	: 6,66E-16
Komp.	: Sminmax [N/mm <sup>2</sup> ]



Mértékadó normál feszültségek (min, max)