



Pécsi Pollack Mihály Szakközépiskola

- **Mehlmann Alexandra 11. évfolyam**
- **Tölgyi Rudolf 14. évfolyam**

*„Összetett tartószerkezetek
elmozdulás vizsgálatához szükséges
vizsgálati ponthelyek kijelölése
végeselemmódszer segítségével”*

*Zsolnay híd
mozgásvizsgálata*

Zsolnay híd

- A Zsolnay Kulturális Negyed két részét összekötő gyalogoshíd Pécs egyik szimbólumává vált. Építészeti különlegesség a rácsos szerkezeti kialakítása miatt.



Zsolnay híd



Célunk

- Minimális terepi méréssel állítsunk elő térmodellt,
- Majd további adatok segítségével megpróbáljuk modellezni a szerkezet viselkedését .
- Olyan eredményt szeretnénk, amely megmutatja a szerkezet önsúlyából adódó elmozdulások nagyságát és helyét.



Terepi mérés/adatgyűjtés

- A híd alapvető méreteinek meghatározása hagyományos módszerekkel
- Fényképek készítés minden lényegesnek gondolt részletről
- Egyéb fellelhető dokumentációk/képek gyűjtése

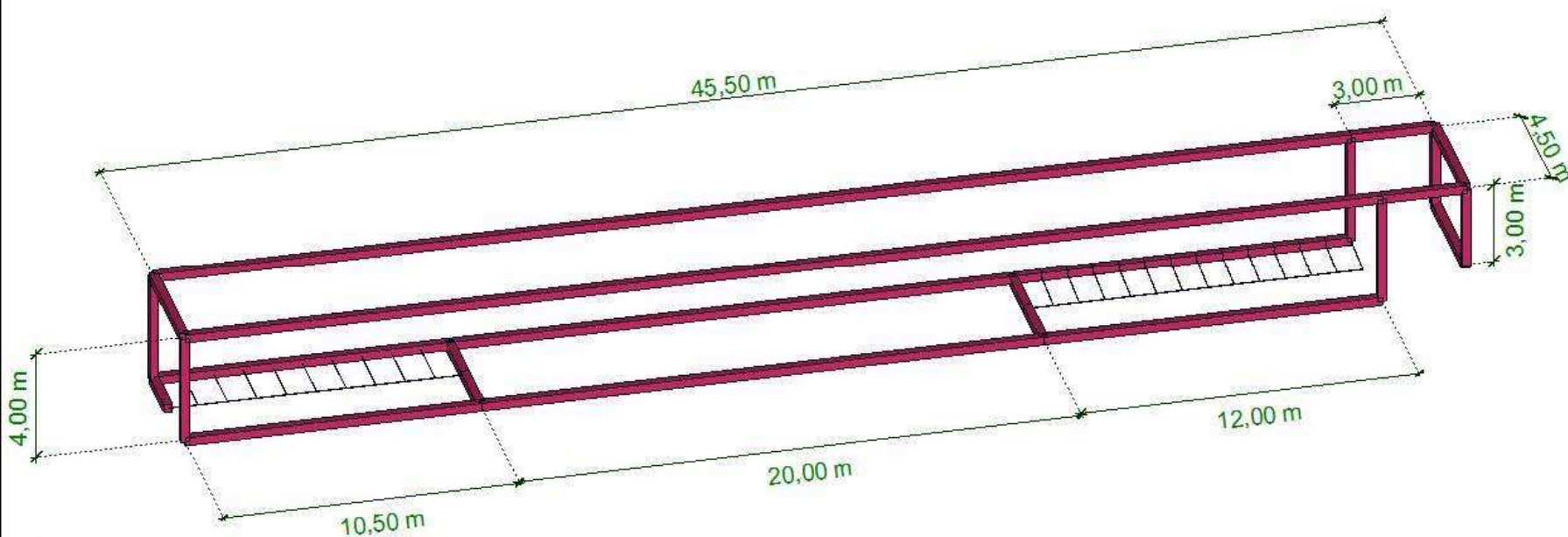


Terepi mérés/adatgyűjtés



Híd szerkezete egyszerűen, pontos méretekkel

Szabvány Eurocode-H
Eset : ST1



Gimp

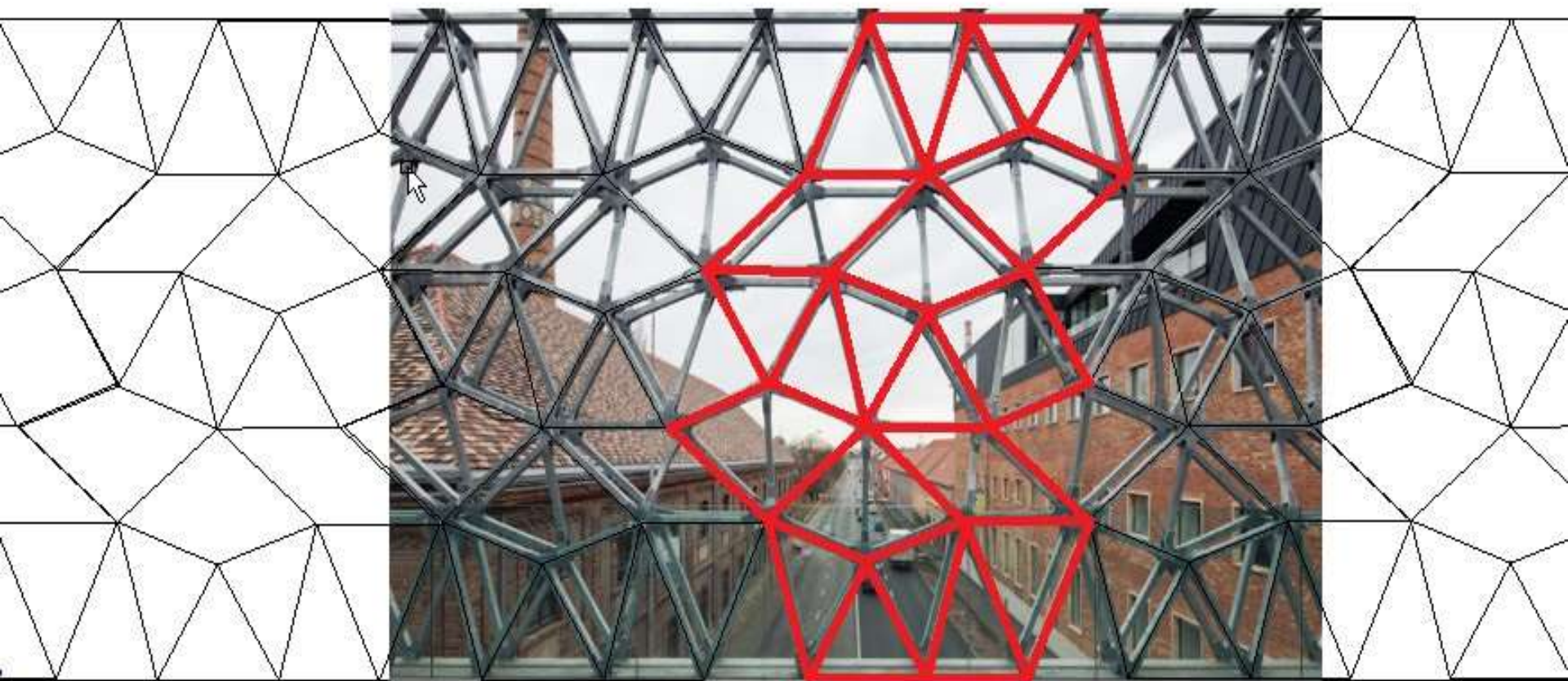


Első lépésünk

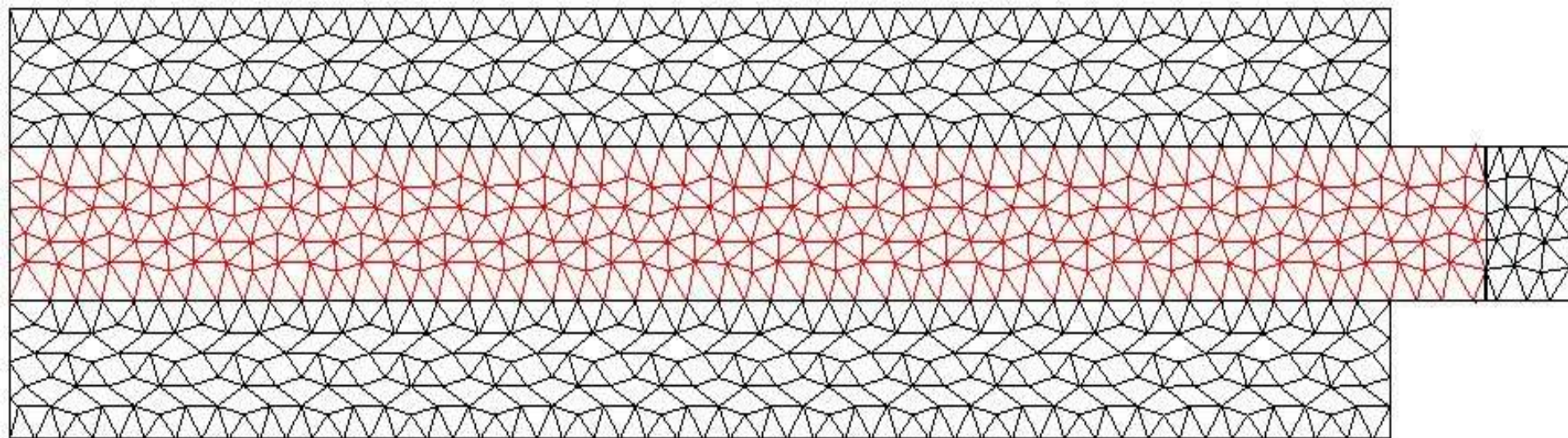
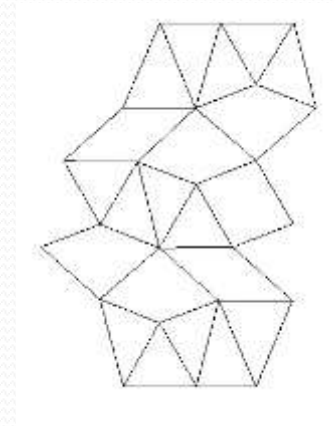
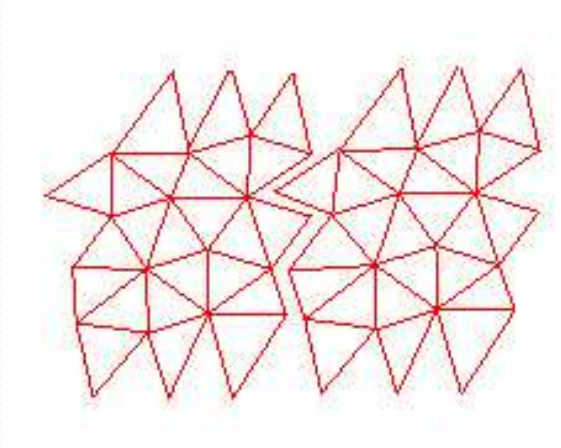
Perspektív
torzulások
eltünttetése



Második lépésünk



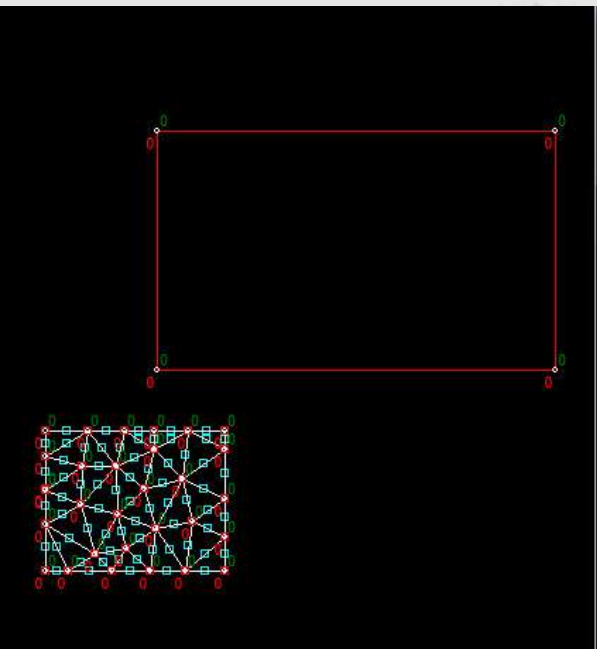
DraftSight-ban összerakott rácsos szerkezet



FreeTR



Harmadik lépésünk



Paraméterek számítása | Számítás

Paraméterek számítása

Pontszám	Y1	X1	Y2	X2	dy	dx
0	5.000	8.500	7.804	16.020	0.000	0.000
0	9.500	8.500	17.804	16.020	0.000	0.000
0	5.000	5.000	7.804	10.020	0.000	0.000
0	9.500	5.000	17.804	10.020	0.000	0.000

Helmert paraméterek

Affin paraméterek

Kép transzformáció

Affin
a1= 1.7142857143
b1= 0.0000000000
a2= 0.0000000000
b2= 2.2222222222
x0= 1.4485714286
y0= -3.3071111111

- Affin transzformáció elvégzése a valós keretméretekre
- Konzisztencia vizsgálat területszámítással

Területszámítási lista

Alakzatok listája

Azonosító	Terület	Kerekített
Ter-0521	0.31665	0
Ter-0522	0.29358	0
Ter-0523	0.29670	0
Ter-0524	0.39241	0
Ter-0525	0.36563	0
Ter-0526	0.44428	0
Ter-0527	0.58762	1
Ter-0528	0.36648	0
Ter-0529	0.45080	0
Ter-0530	0.58602	1
Ter-0531	0.18646	0
Ter-0532	0.31861	0
Ter-0533	0.12061	0
Ter-0534	0.14448	0
Tömb	218.97134	219

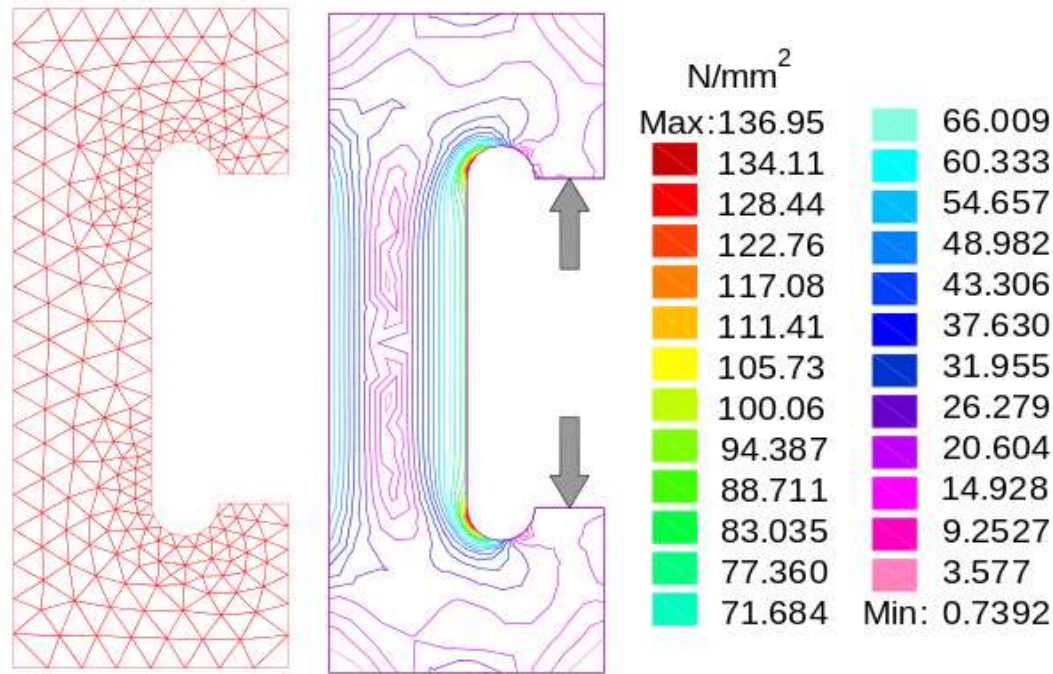
Számított összes: 220.87617
Számított tömb: 218.97134
Jevő: 152
Alakzatok száma: 533

Kerekített összes: 67
Kerekített tömb: 219

Végeselem módszer

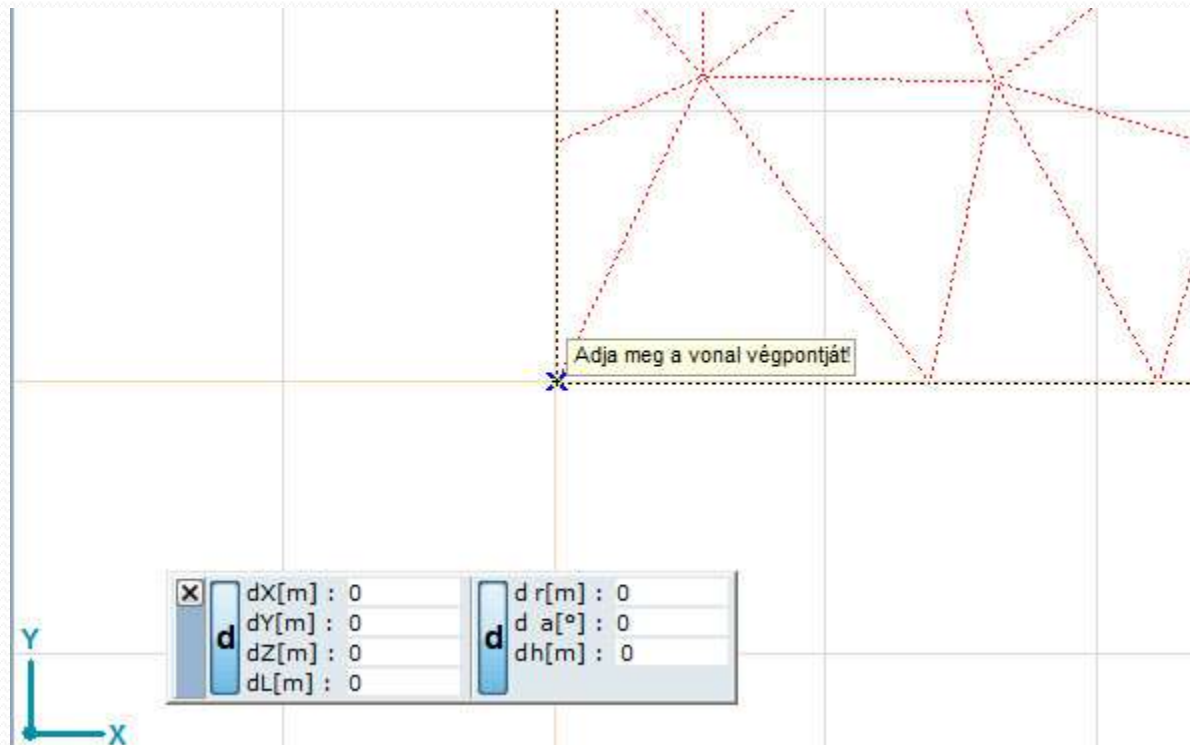
A végeselem módszer lényege, hogy bonyolult feladatokat, kisebb részelemekre bontva oldunk meg.

Egy test geometriáját felosztva, bonyolultabb számítások helyett több, de egyszerűbb számítást kell elvégezni.



Az elmozdulás modellezése

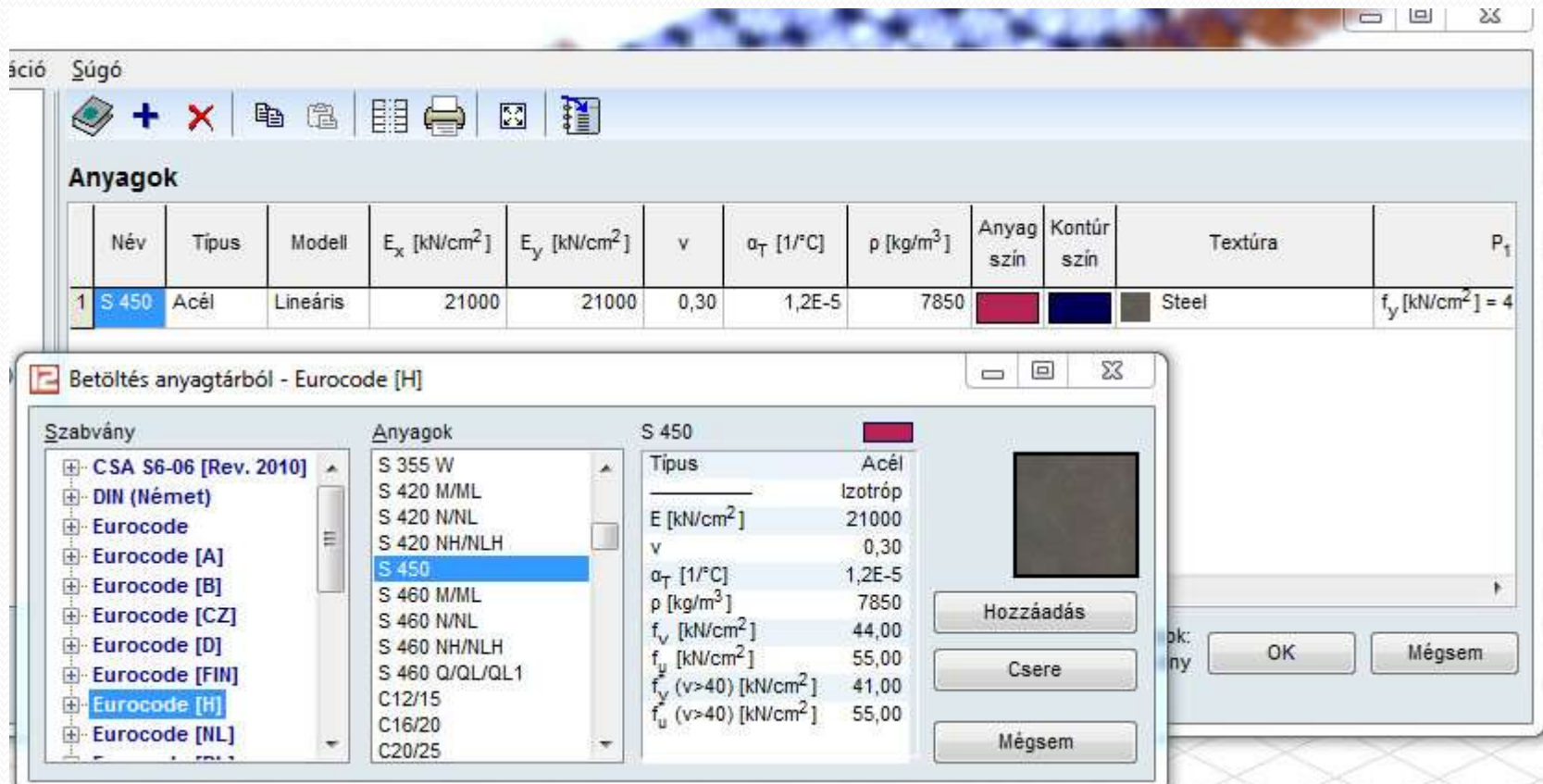
- Rácshálózat beolvasása *.DXF formátumban
- Helyi koordináta rendszerbe illesztés



Az elmozdulás modellezése

A modellünk vázát további attribútumadatokkal ruházzuk fel:

1, Anyagminőség



Az elmozdulás modellezése

A modellünk vázát további attribútumadatokkal ruházzuk fel

2, Keresztmetszet

Szelvények

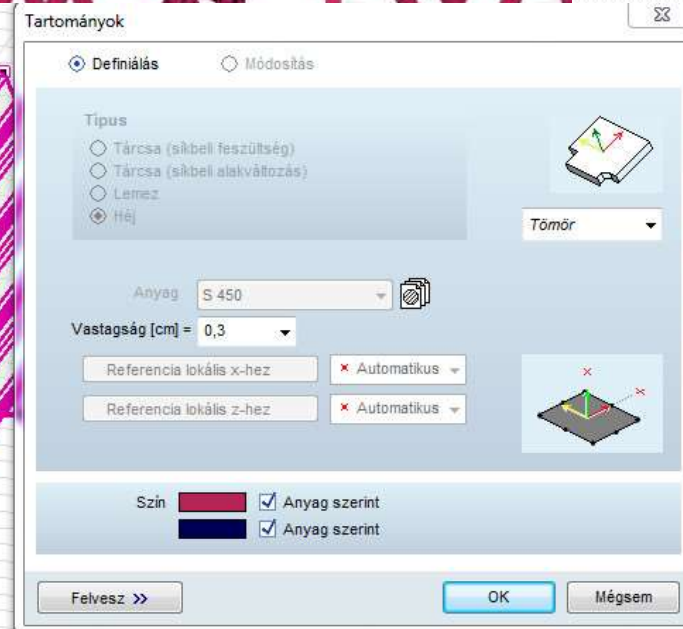
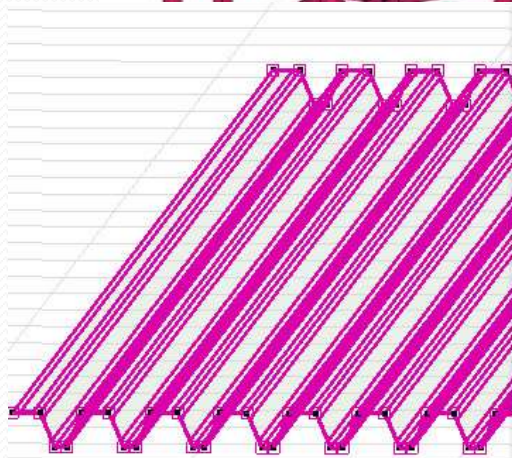
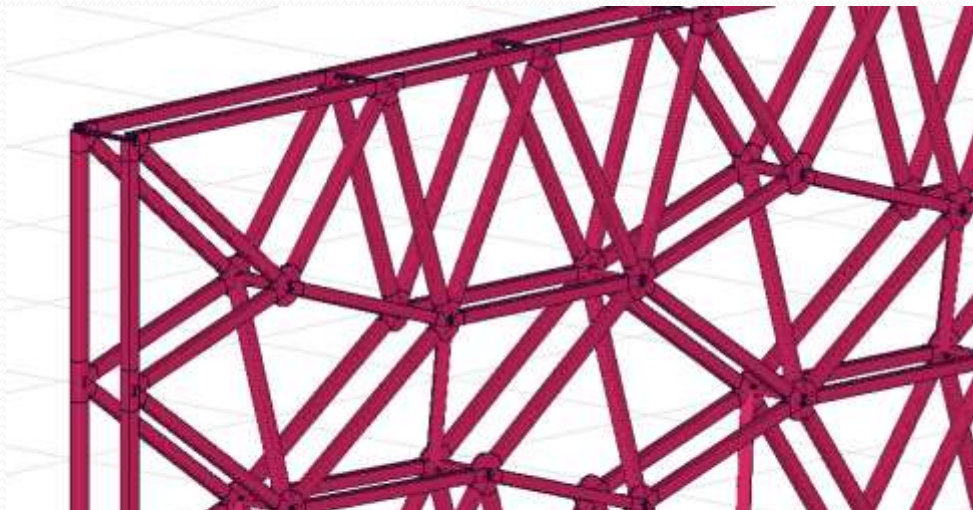
	Név	Rajz	Gyártás	Alak	h [cm]	b [cm]	tw [cm]	tf [cm]	Ax [cm ²]	Ay [cm ²]	Az [cm ²]	Ix [cm ⁴]	Iy [cm ⁴]	Iz [cm ⁴]
1	50X 50X 3,2		Heng.	Zárt	5,0	5,0	0,3	0,3	5,90	2,56	2,56	33,8	21,4	21,4
2	O 25.0 X 3.2		Heng.	Cso	2,5	2,5	0,3	0,3	2,19	1,13	1,13	2,7	1,3	1,3
3	Összekötő laposvas		Heng	Tgl.	0,5	5,0	0	0	2,50	2,08	2,08	0,2	0,1	5,2

Kikapcsolt oszlopok:

Az elmozdulás modellezése

Elemek definiálása

- Rúd
- Tárcsa
- Héj



Az elmozdulás modellezése

- Támasztások és
- Befogások megadása

Szabvány: Eurocode-H
Eset : ST1



Az elmozdulás modellezése

1. táblázat a 3.12b. csomoponthoz

☒ Definálás ☐ Módosítás

Irány

- ☒ Globális
- ☐ Referencia irányú
- ☐ Rúdhoz/bordához relatív
- ☐ Élhez relatív

Referencia:

R_X [kN/m] = 1E+10

R_Y [kN/m] = 1E+10

R_Z [kN/m] = 1E+10

R_{XX} [kNm/rad] = 1E+10

R_{YY} [kNm/rad] = 1E+10

R_{ZZ} [kNm/rad] = 1E+10

Felvesz >> Számítás...

Globális ponttámasz számítása

☒ Felső oszlop

Anyag: S 450

Szelvény: 50X 50X 3,2

L [m] =

Csuklók: X Y

Alsó oszlop

Anyag: S 450

Szelvény: 50X 50X 3,2

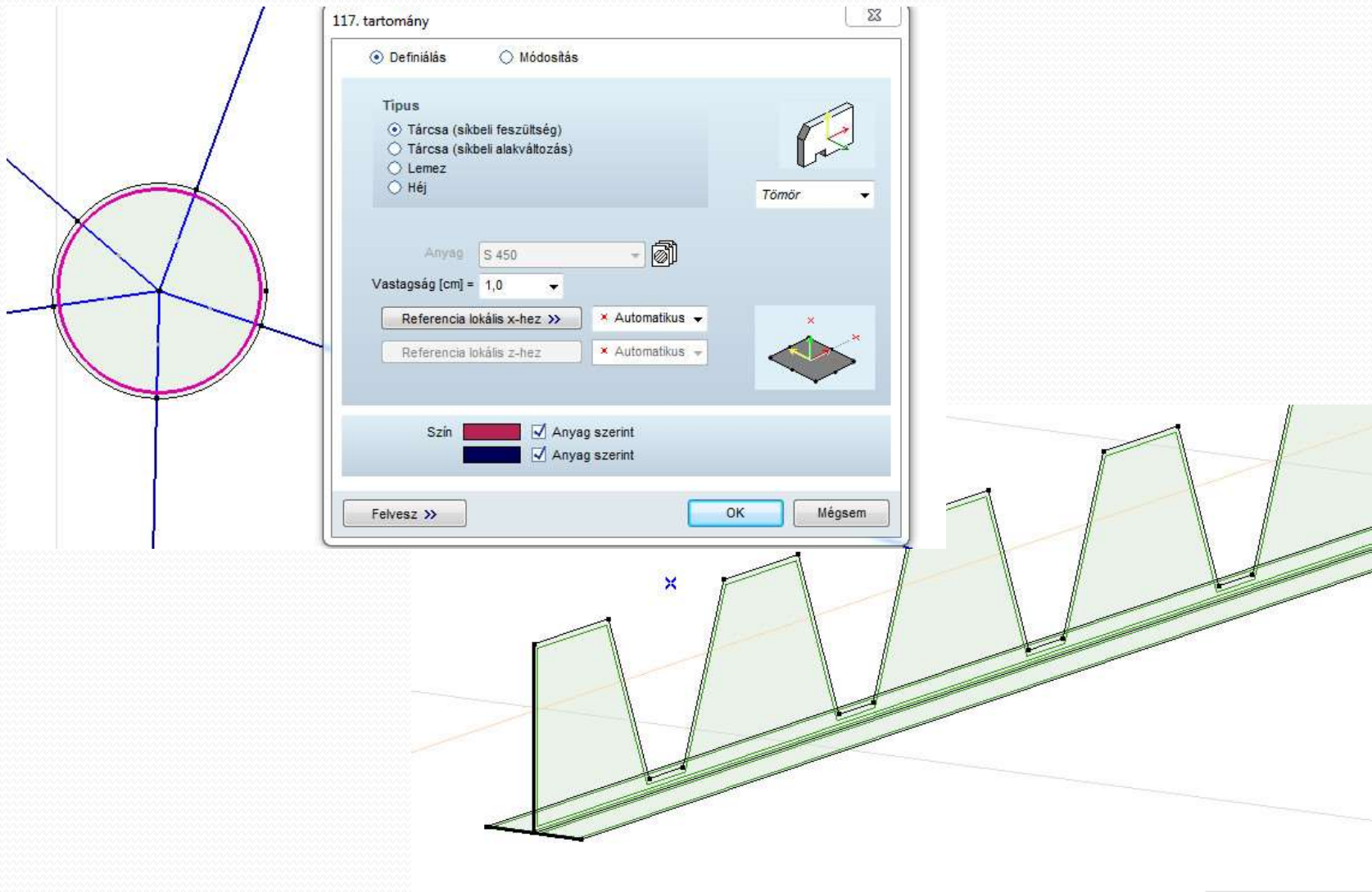
L [m] =

Csuklók: X Y

R_X [kN/m] =	1,08E+9	R_{XX} [kNm/rad] =	3,6E+4
R_Y [kN/m] =	1,08E+9	R_{YY} [kNm/rad] =	3,6E+4
R_Z [kN/m] =	1,24E+7	R_{ZZ} [kNm/rad] =	1E+0

Az elmozdulás modellezése

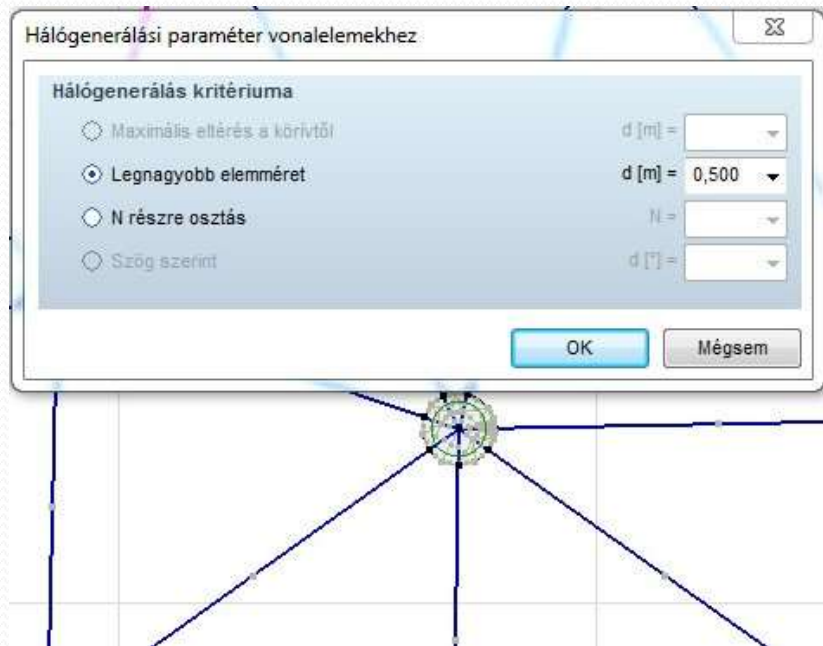
- Tartományok és felületek deklarálása



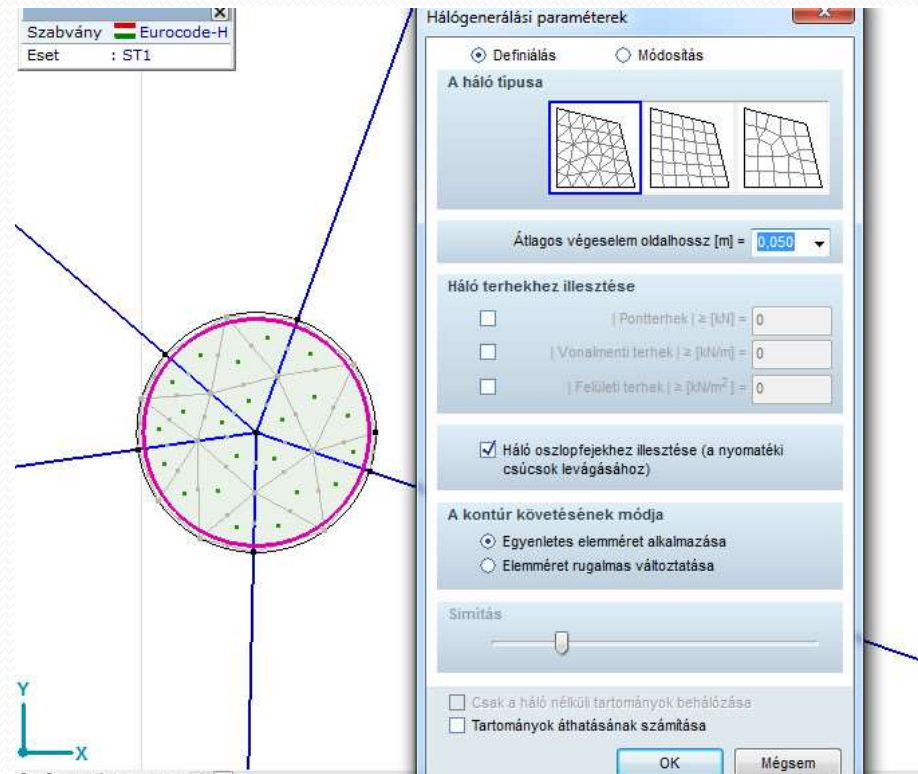
Az elmozdulás modellezése

- Végeselem háló generálása:

Vonalelemekre

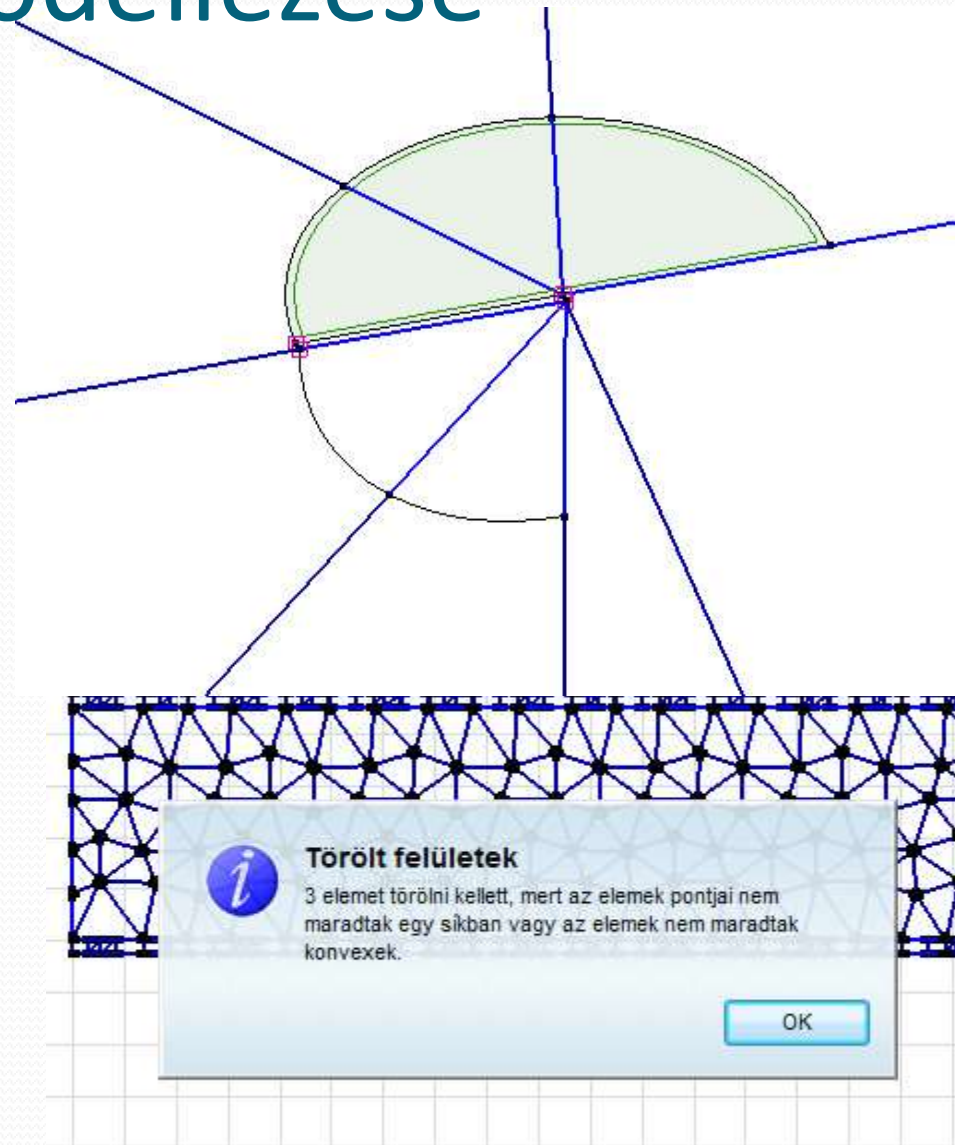
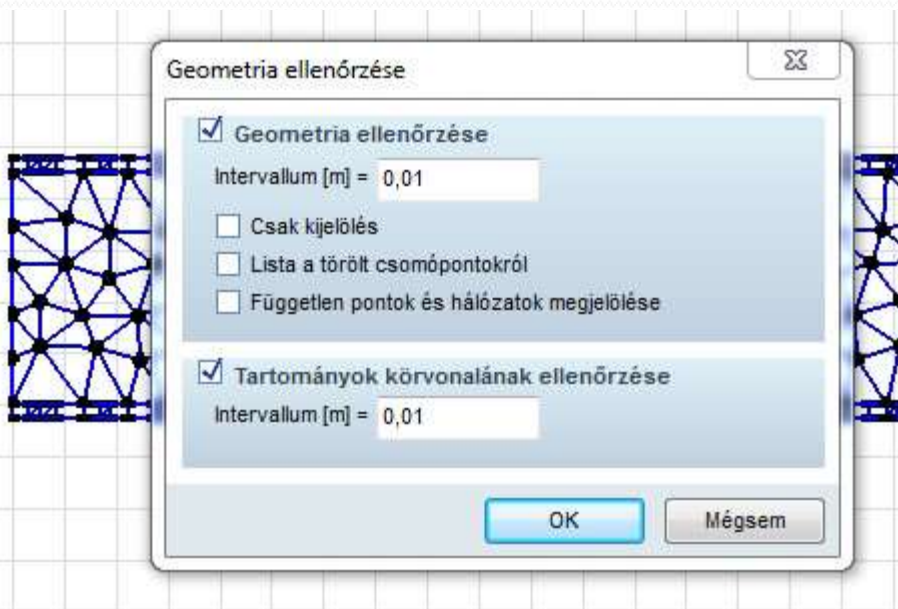


Felületelemekre



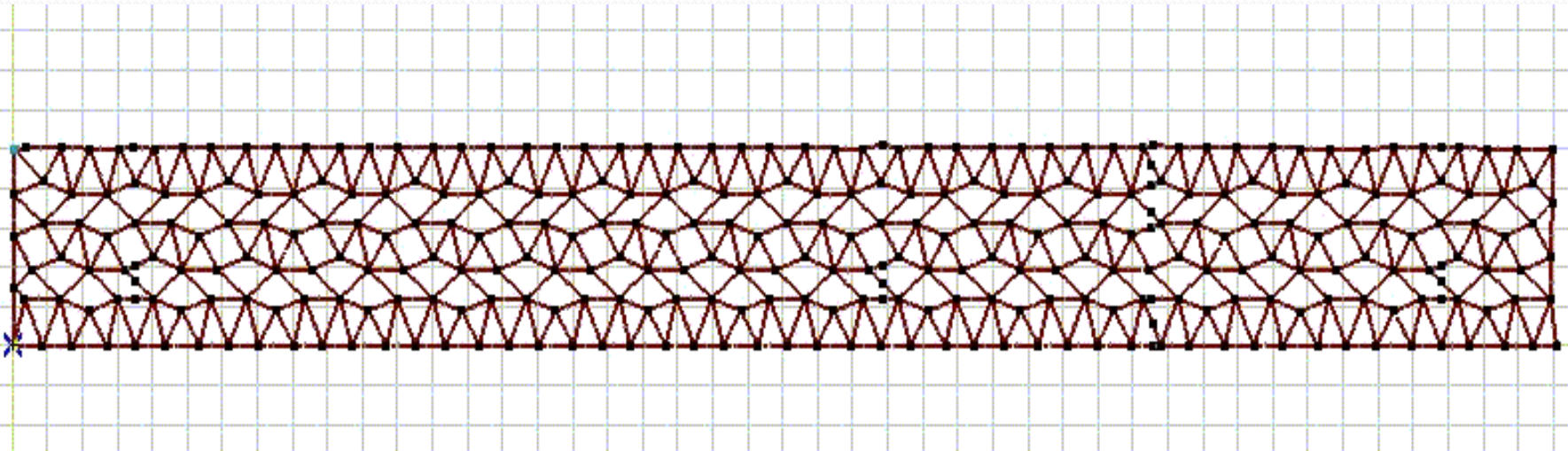
Az elmozdulás modellezése

- Konzisztencia vizsgálat (számítás előtt)



Az elmozdulás modellezése

- Téves anyag és szerkezeti felépítés megállapítása



Az elmozdulás modellezése

- A modell számítása

(x64) Lineáris számítás - Gerenda+lemez+sin+összerak.axs

82%

Megszakítás

Üzenetek

- 2:01:14 Egyenletrendszer megoldása: felbontás
- 2:09:01 Egyenletrendszer megoldása: visszahelyettesítés
- 2:09:29 Csomóponti elmozdulások meghatározása
- 2:09:30 Elmozdulások frissítése
- 2:09:36 6 csomópontú hég (A) elemek alakváltozásának meghatározása

Statisztika

Egyenlet	956646
Egyenletrendszer mérete	2,563 G
Becsült teljes memóriaigény	3,521 G
Egyenletrendszer-blokk mérete	2,563 G
Legnagyobb szabad memóriablokk:	296 M
Számítási blokk mérete	2,564 G
Szabad fizikai memória:	
Teljes fizikai memória:	3,84 G
CPU	Intel(R) Pentium(R) CPU B960 @ 2.20GHz (2x)
4 szál / 2 mag	2195 MHz

A modell optimalizálása 13:23

Számítás előkészítése 00:13

Számítás 11:05

Eredményfeldolgozás

Rácsrúd –

Rúd –

Borda –

Rugó –

Kontakt –

Kapcsolati elem –

Élmenti csukló –

Tárcsa –

Lemez –

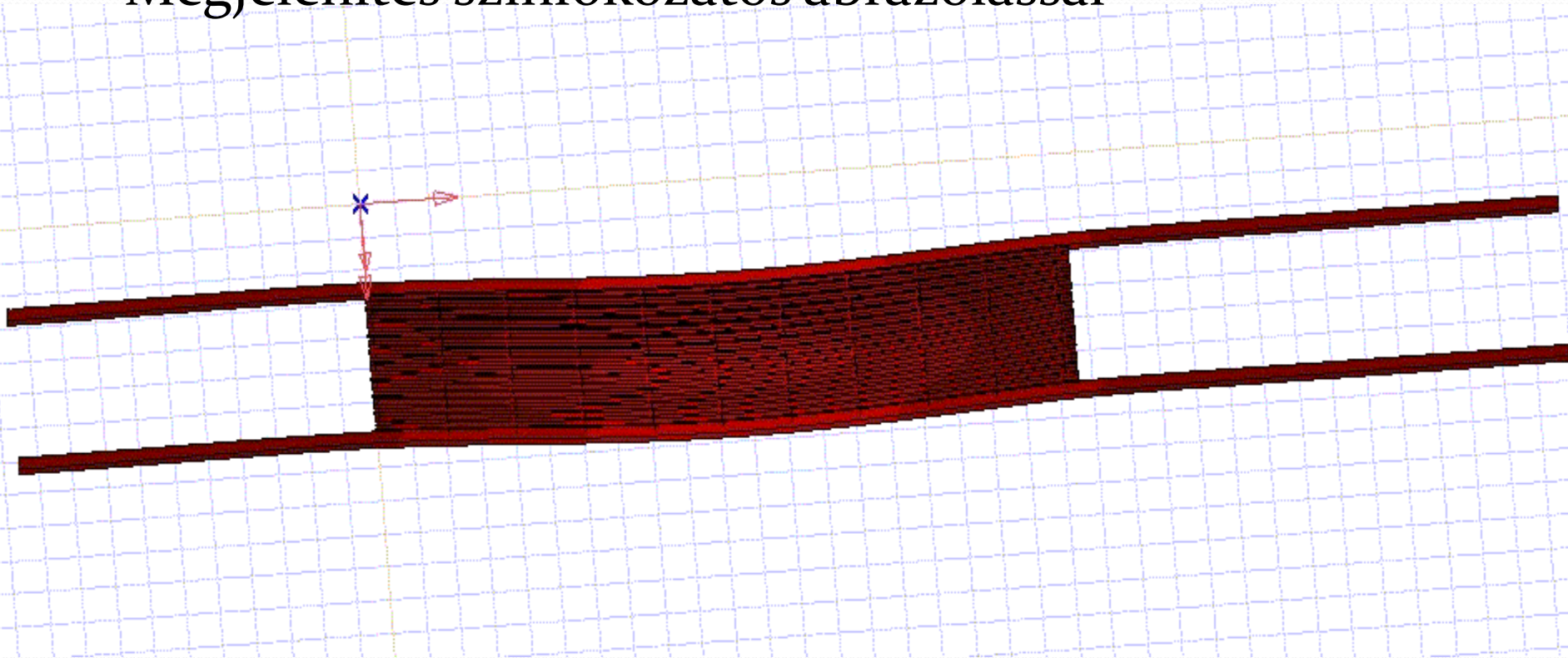
Hég 80296

Diafragma –

Tehereset 1

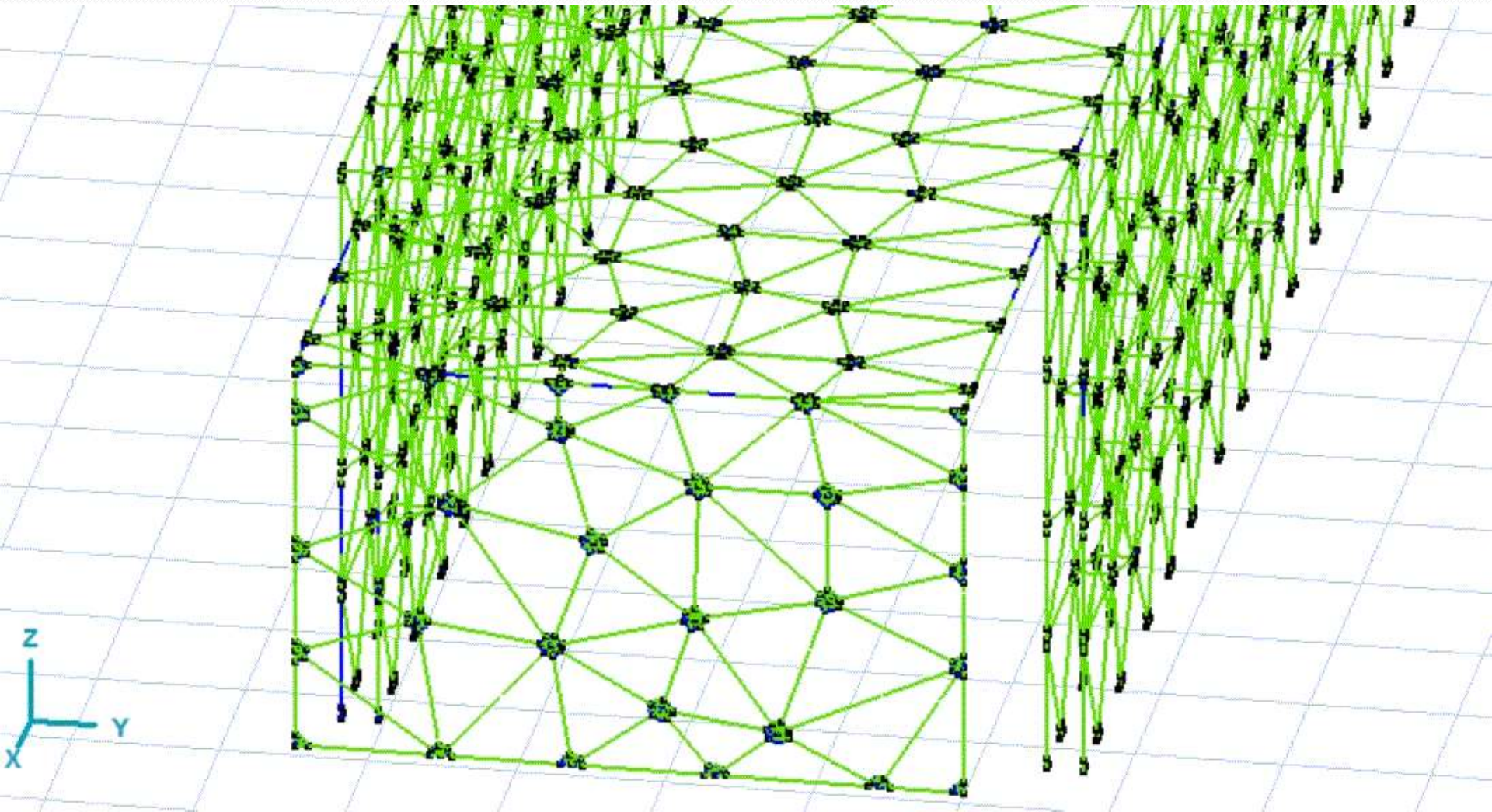
Az eredmények kiértékelése

- Megjelenítés színfokozatos ábrázolással

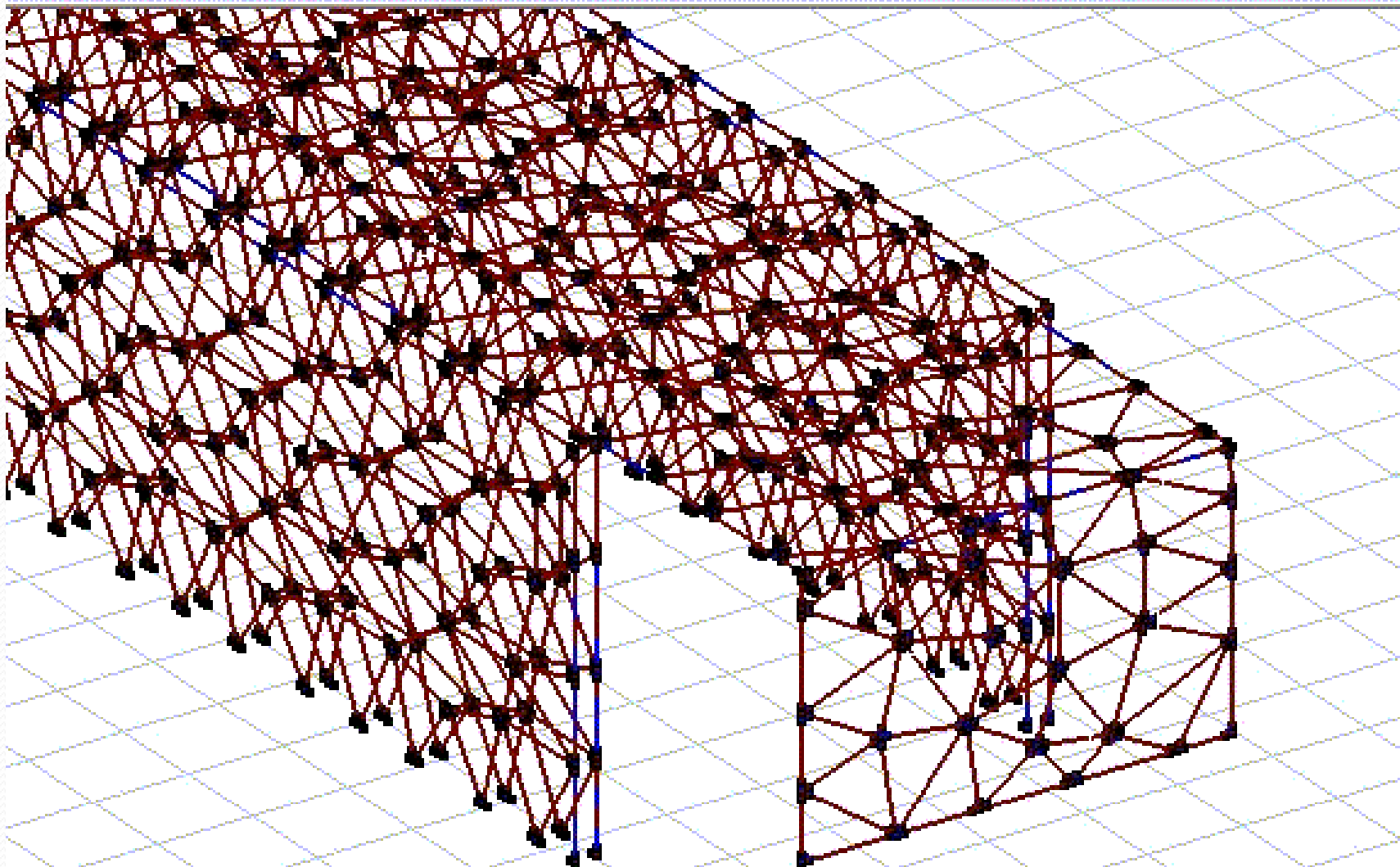


Az eredmények kiértékelése

- Megjelenítés színfokozatos ábrázolással



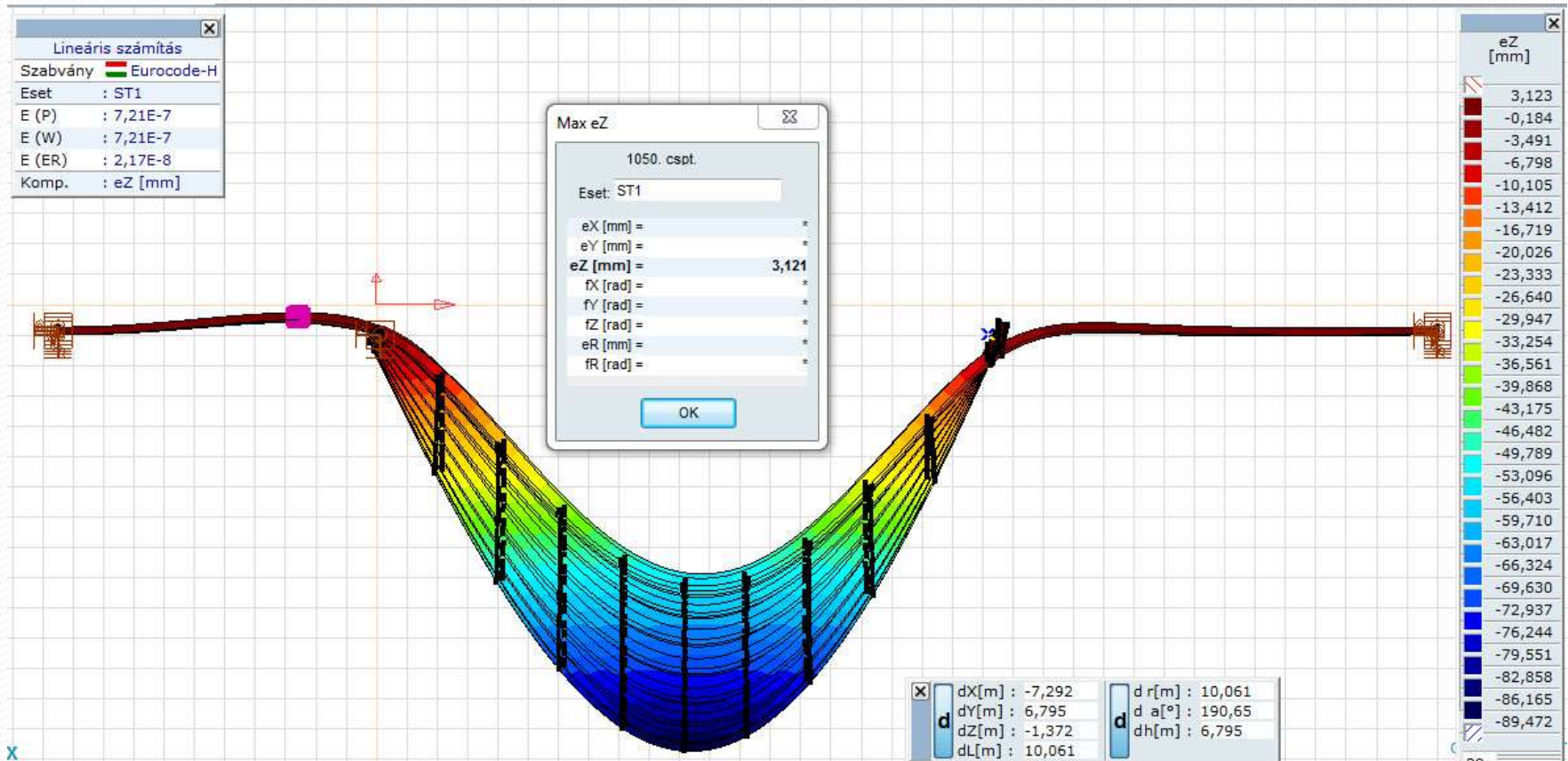
Az eredmények kiértékelése



Az eredmények kiértékelése

Megjelenítés számadatokkal

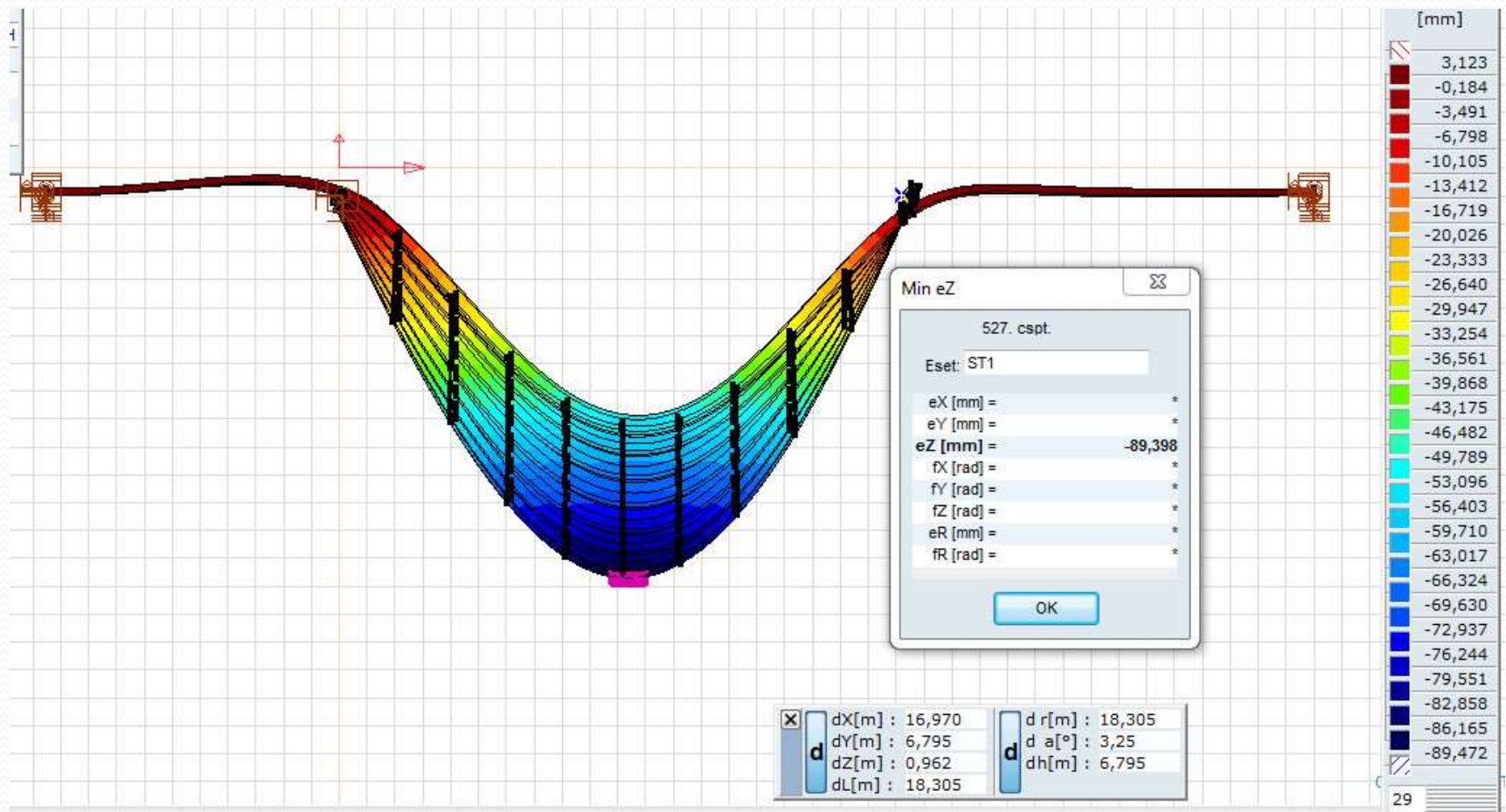
- A maximális elmozdulások helyei és tervezett értékei



Az eredmények kiértékelése

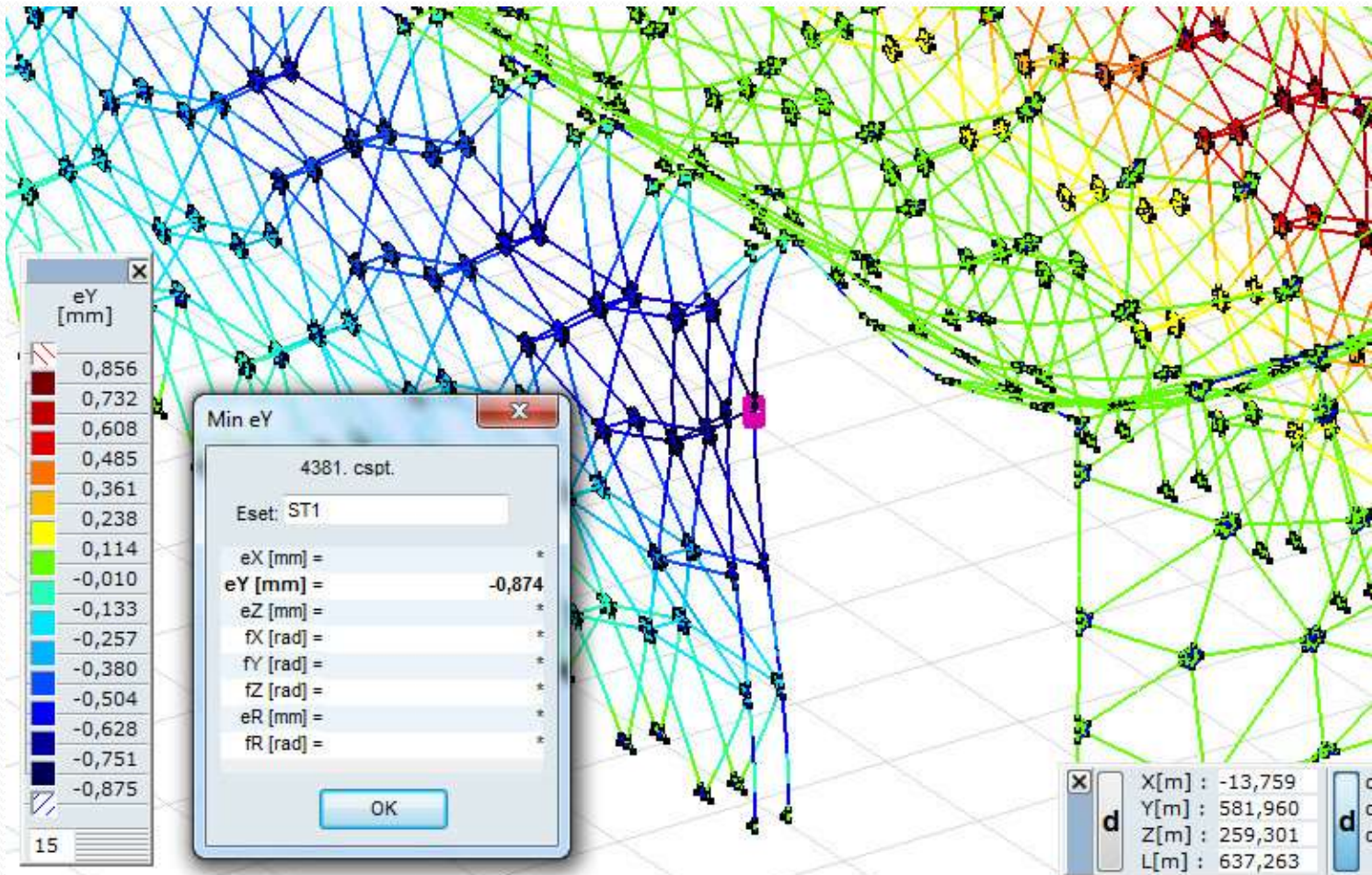
Megjelenítés számadatokkal

- A maximális elmozdulások helyei és tervezett értékei



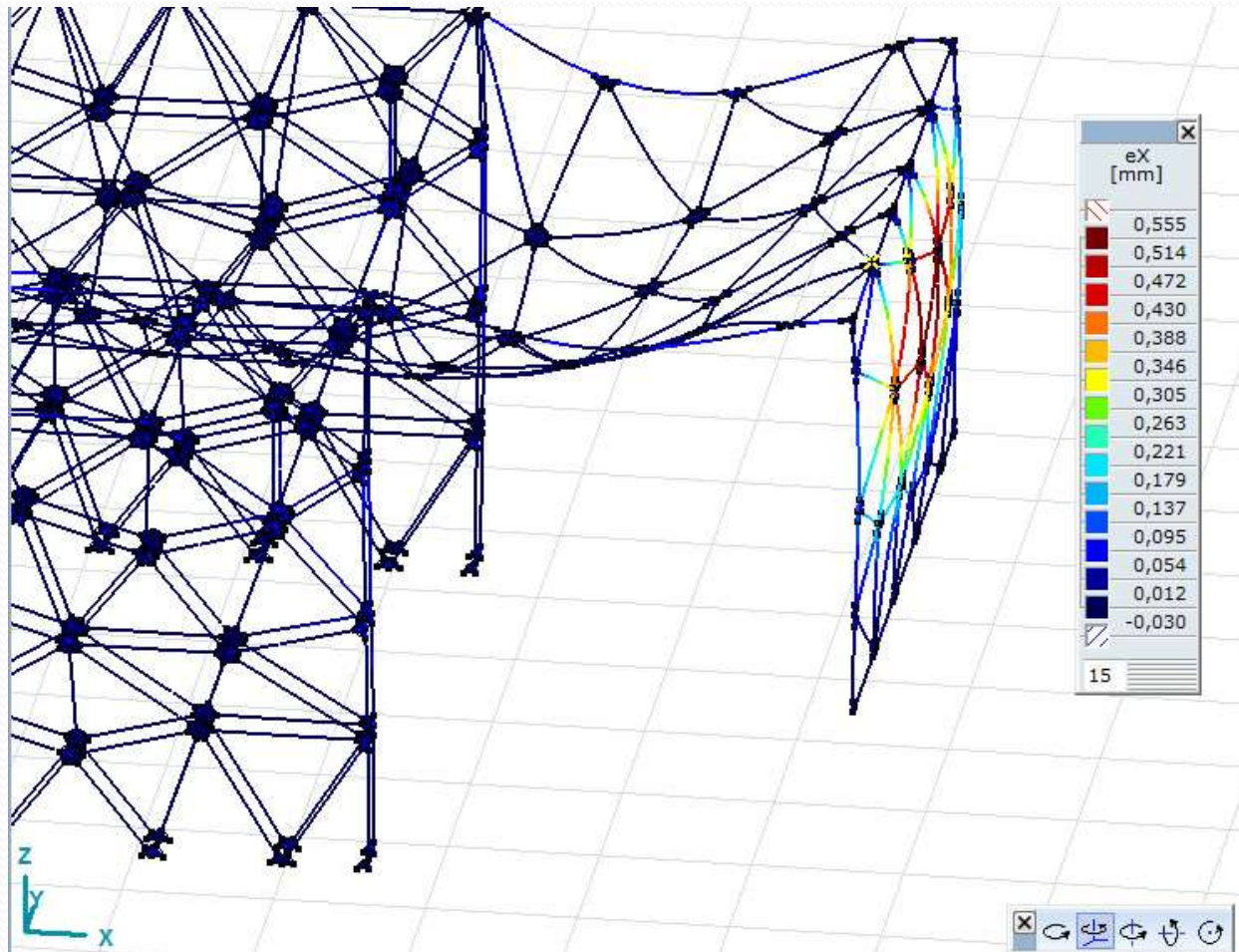
Az eredmények kiértékelése

- A maximális elmozdulások helyei és tervezett értékei



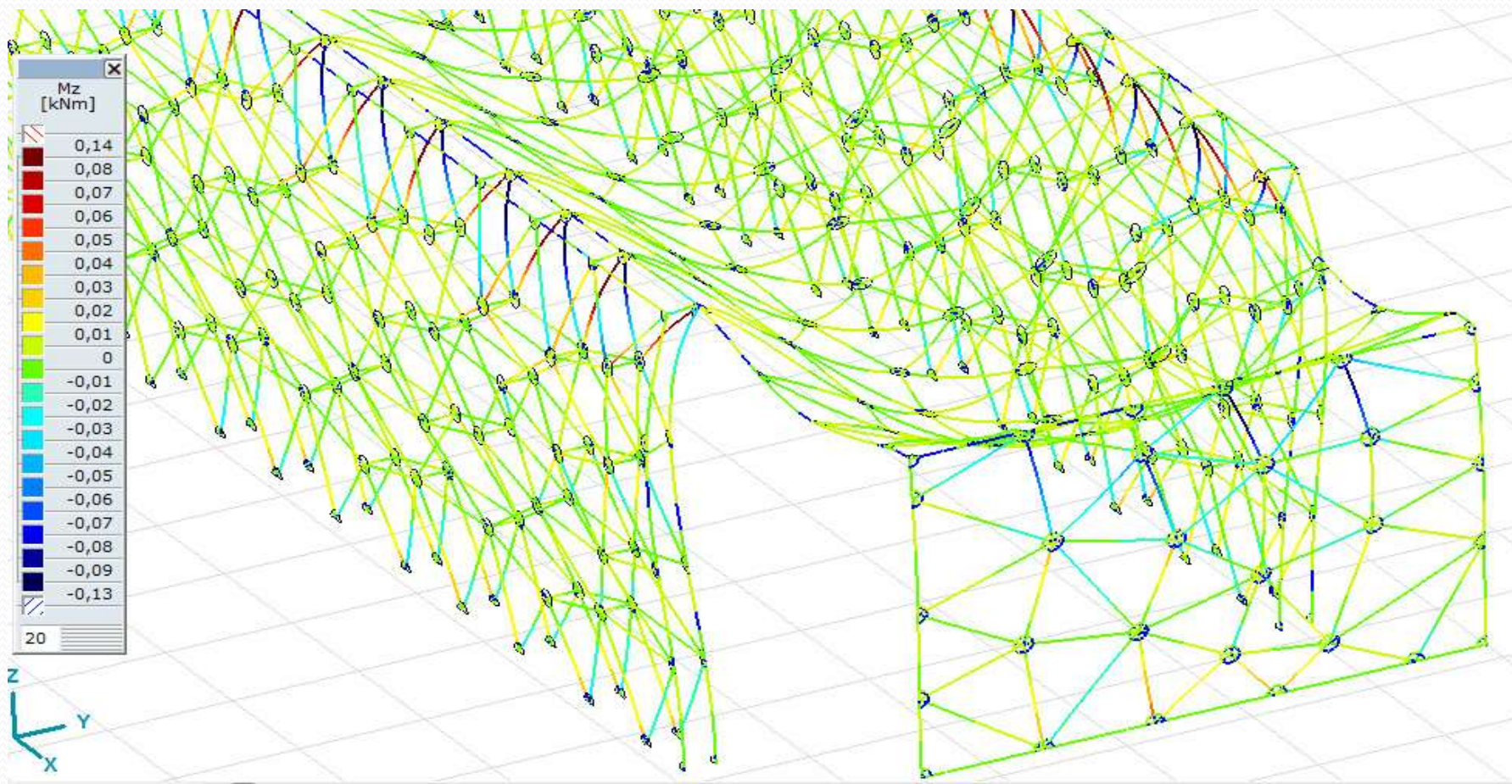
Az eredmények kiértékelése

- A maximális elmozdulások helyei és tervezett értékei



Az eredmények kiértékelése

Elmozdulással nem járó igénybevételek:
pl. hajlítónyomaték kimutatása



Köszönjük a figyelmet!!



*„Minden szerkezet
olyan erős ,amilyen
erős a leggyengébb
pontja”*

