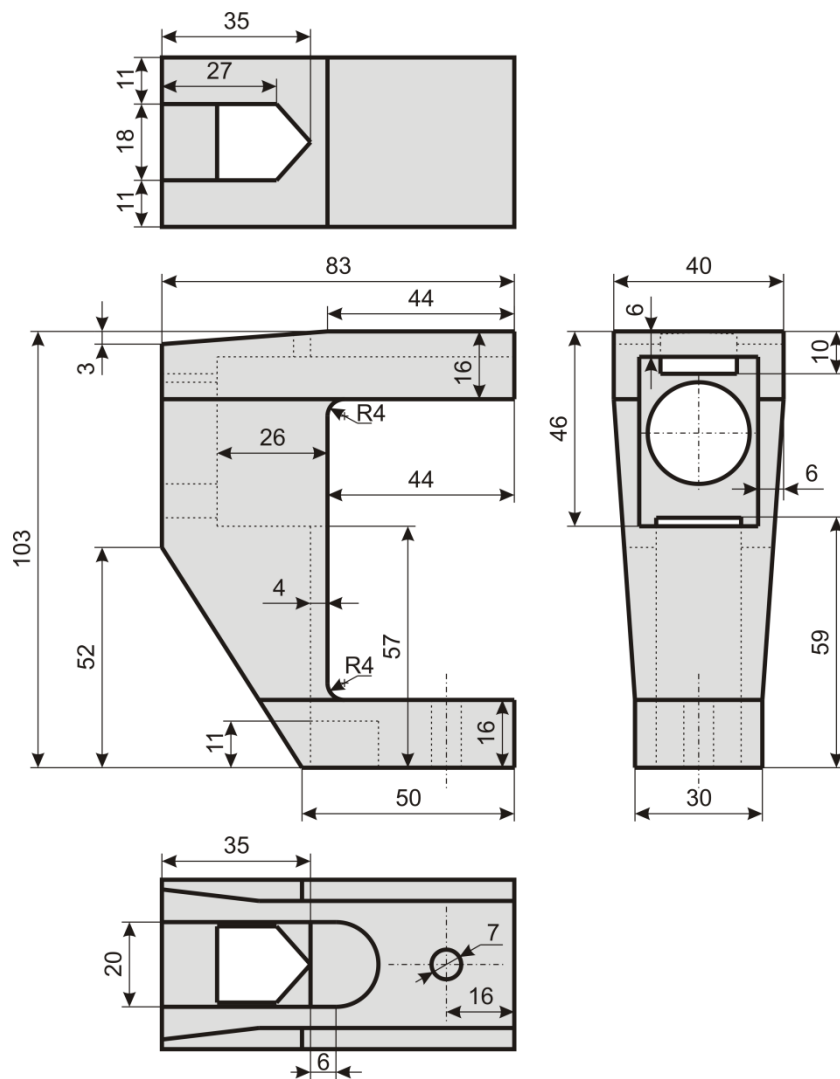


## FELADAT LEÍRÁSA

Határozzuk meg az alábbi szorító vázában keletkező feszültségeloszlást, ha a csavaros szorítással biztosított szorító erő nagysága 1500 N. A váz anyaga alumínium, rugalmassági modulusza 69 GPa, a Poisson-tényező értéke 0.33.



A váz egyszerűsített geometria modelljét az alábbi ábra szemlélteti.



# MEGOLDÁS ANSYS-BAN

A feladat megoldását – érdekességképpen – parancssoros adatbevitellel oldjuk meg. A felhasznált parancsok megadhatóak lennének a grafikus felületen is a megfelelő menüből kiválasztva!

A parancsok részletes leírása megtalálható a „ANSYS Mechanical APDL Command Reference” dokumentumban vagy a HELP-ben.

ANSYS indítása.

Válasszunk munkakönyvtárat (pl. D:\NEPTUNKOD):

```
/CWD,D:\NEPTUNKOD
```

Válasszunk *Jobname*-t (ilyen néven lesznek a file-ok elmentve):

```
/FILENAME,LAB13PELDA
```

Válasszunk címet az analízisnek:

```
/TITLE,SZORITO
```

## GEOMETRIA MEGADÁSA

Első lépésként aktiválni kell a *Preprocessor* részt:

```
/PREP7
```

A szerkezet szimmetriája miatt csak a fél testmodellt készítjük el!

Készítsünk keypointokat a befoglaló geometria megrajzolásához (az első vessző után írhatjuk a KP sorszámát, ha üresen hagyjuk akkor az elérhető legkisebb sorszámot választja. Ezt követően az X,Y,Z koordinátákat kell megadni):

```
K,,33,0,  
K,,83,0,  
K,,83,16,  
K,,43,16,  
K,,39,20,  
K,,43,20,  
K,,39,83,  
K,,43,87,  
K,,43,83,  
K,,83,87,  
K,,83,103,  
K,,39,103,  
K,,0,100,  
K,,0,52,
```

Adjuk meg a kontúrokon lévő egyenes vonalakat:

```
L,1,2  
L,2,3  
L,3,4  
L,5,7  
L,8,10  
L,10,11  
L,11,12  
L,12,13  
L,13,14  
L,14,1
```

Készítsük el a két körívet:

```
LARC,4,5,6,4  
LARC,7,8,9,4
```

A kontúr segítségével készítsünk egy felületet:

```
AL,ALL
```

Váltunk át térbeli nézetre:

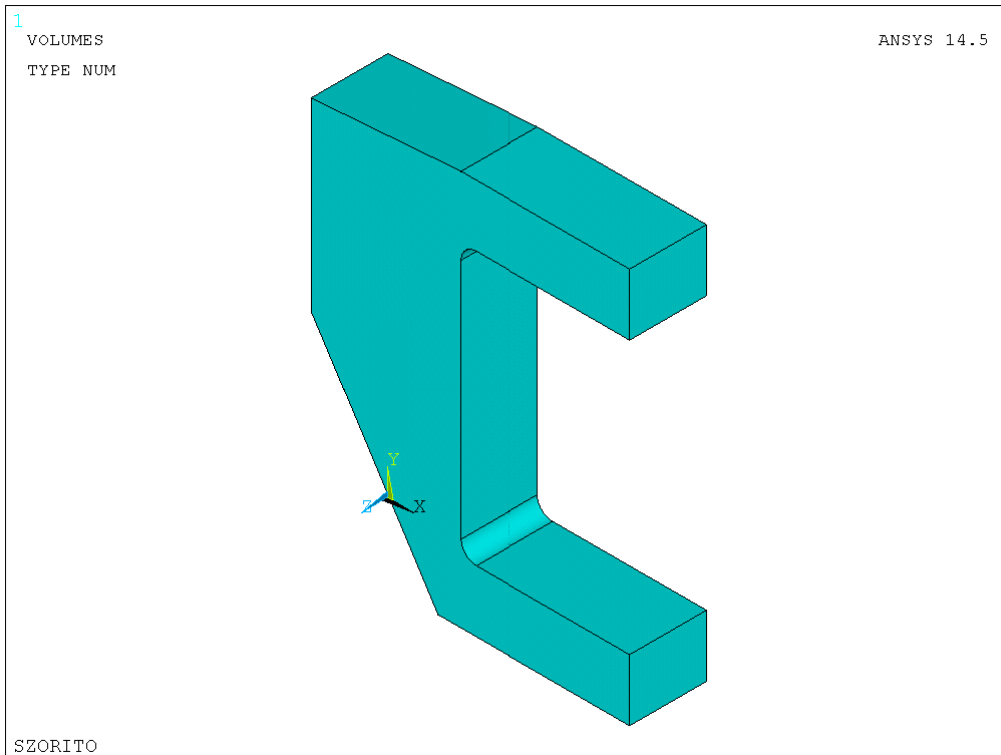
```
/VIEW,1,1,1,1  
/REPLOT
```

Készítsünk egy vonalat ami mentén majd kihúzzuk a felületet, hogy térbeli testet kapjunk:

```
K,,83,0,20  
L,2,15
```

Készítsük el a befoglaló térfogatot:

```
VDRAG,1,,,,,13
```



A szorító vastagsága az alsó rész felé csökken. Ennek a résznek a lefaragásához készítünk egy új térfogatot, amit majd kivágunk az eredeti testből:

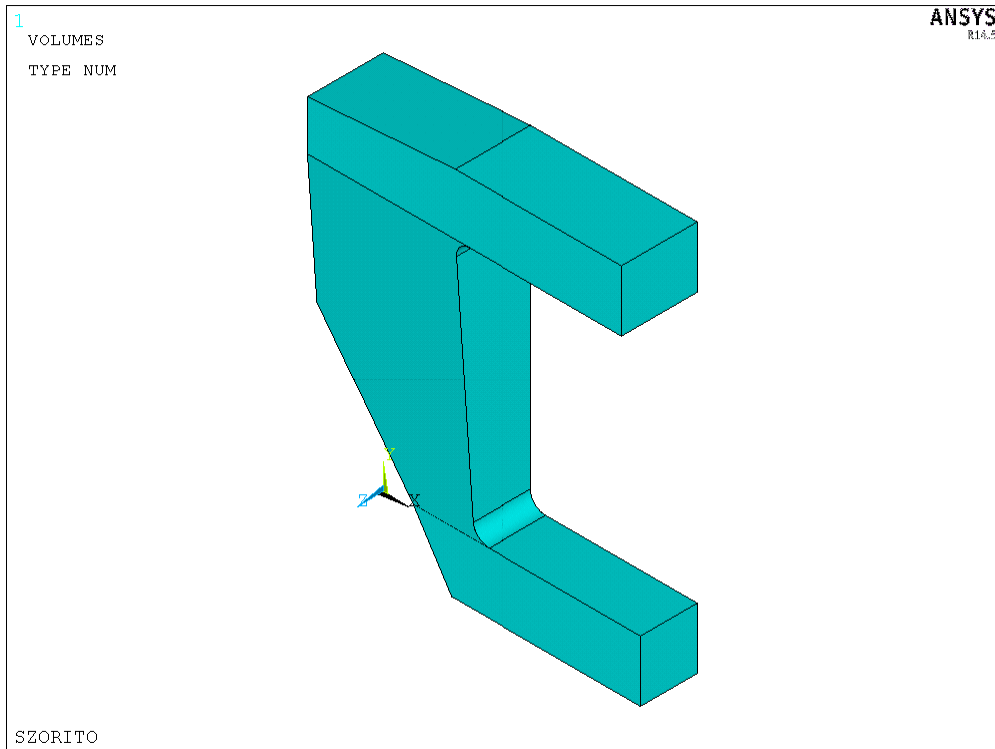
```
K,,83,16,15  
K,,83,0,15  
K,,0,0,20
```

```
L,23,28  
L,28,29  
L,29,17  
L,17,23  
L,17,30
```

```
AL,38,39,40,41
```

```
VDRAG,15,,,,,42
```

```
VSBV,1,2
```

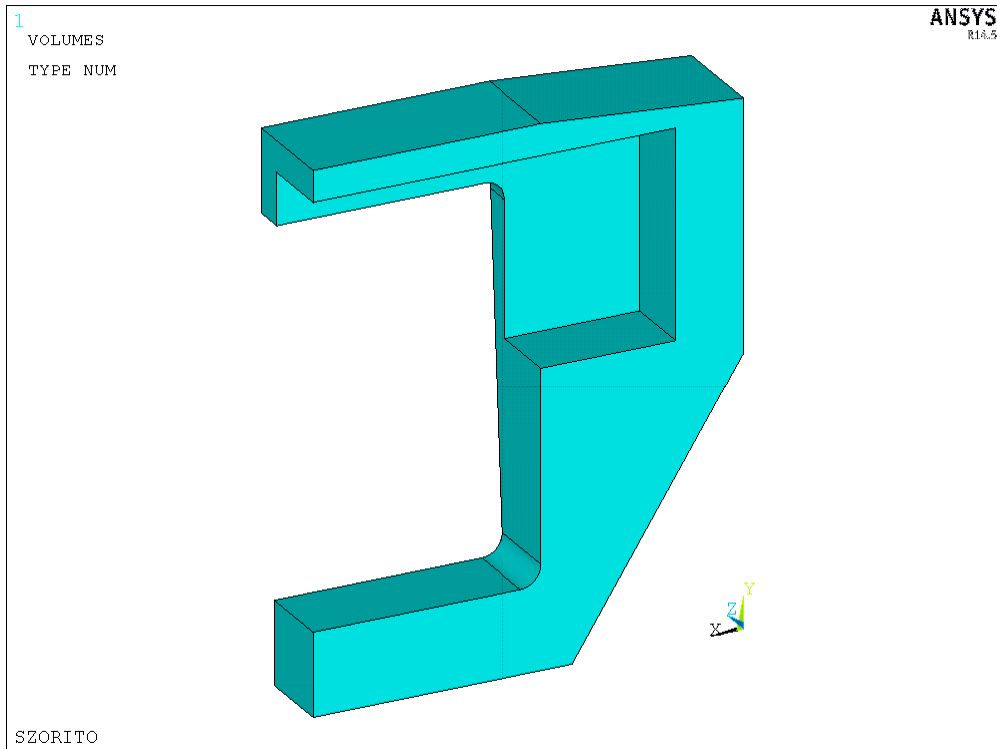


Váltunk át másik nézőpontra:

```
/VIEW,1,1,1,-2  
/REPLOTT
```

Következő lehetséges lépés a felső üreges rész kialakítása:

```
K,,83,97,0  
K,,83,57,0  
K,,83,57,14  
K,,83,97,14  
K,,13,57,0  
  
L,16,18  
L,18,19  
L,19,20  
L,20,16  
L,18,21  
  
AL,14,15,16,17  
  
VDRAG,2,,,,,18  
  
VSBV,3,1
```



A felső lapon lévő kivágás elkészítése:

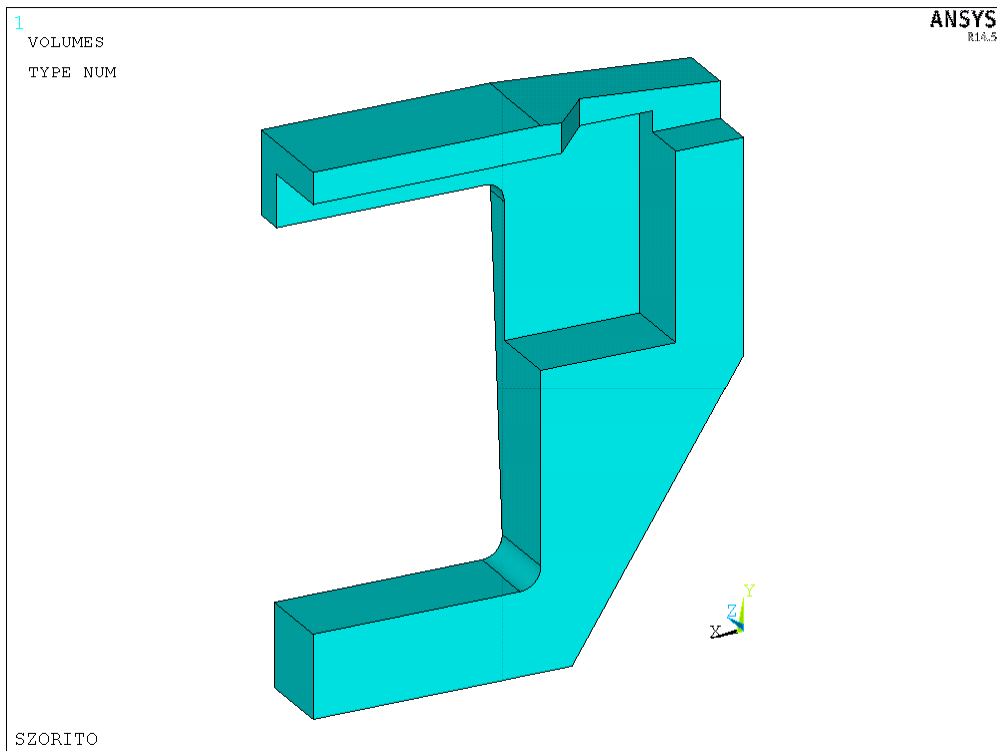
```
K,46,35,103,0
K,47,27,103,9
K,48,0,103,9
K,49,0,103,0
K,50,0,93,0
```

```
L,49,46
L,46,47
L,47,48
L,48,49
L,49,50
```

```
AL,4,5,6,12
```

```
VDRAG,1,,,,,14
```

```
VSBV,2,1
```



Az alsó lapon lévő kivágás elkészítése:

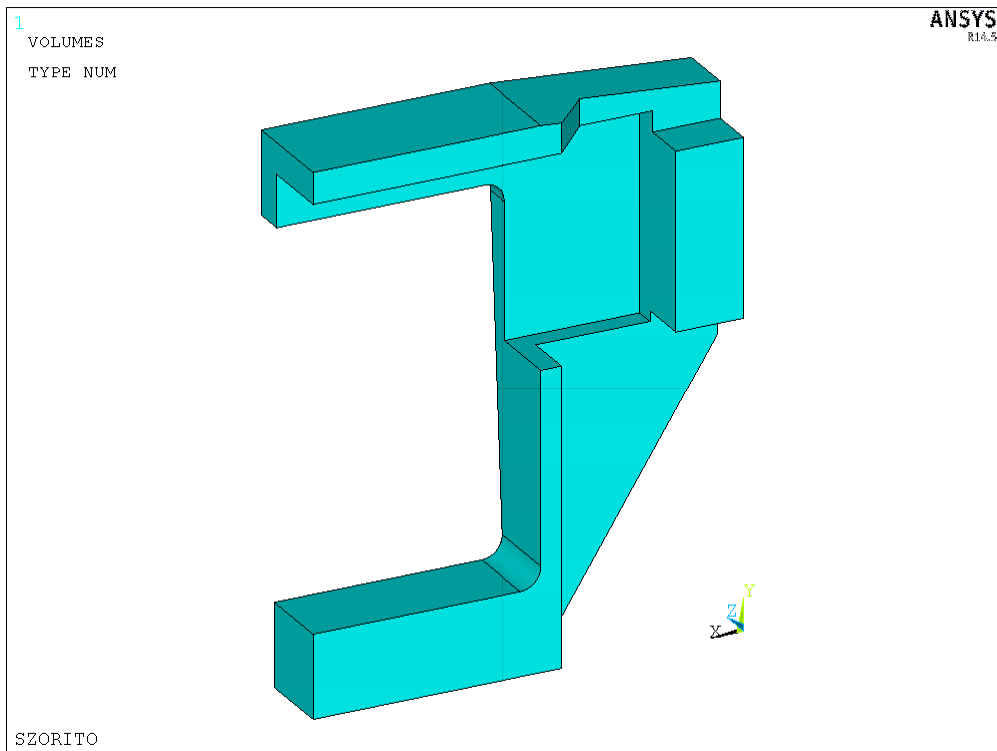
```
K,61,0,0,10
K,62,35,0,10
K,63,35,0,0
K,64,0,0,0
K,65,0,59,0
```

```
L,61,62
L,62,63
L,63,64
L,64,61
L,64,65
```

```
AL,4,5,6,8
```

```
VDRAG,1,,,,,9
```

```
VSBV,3,1
```



Az alsó lapon lévő köríves kivágás elkészítése:

```
K,71,41,0,10
K,72,41,0,0
K,73,51,0,0
K,74,35,11,0
```

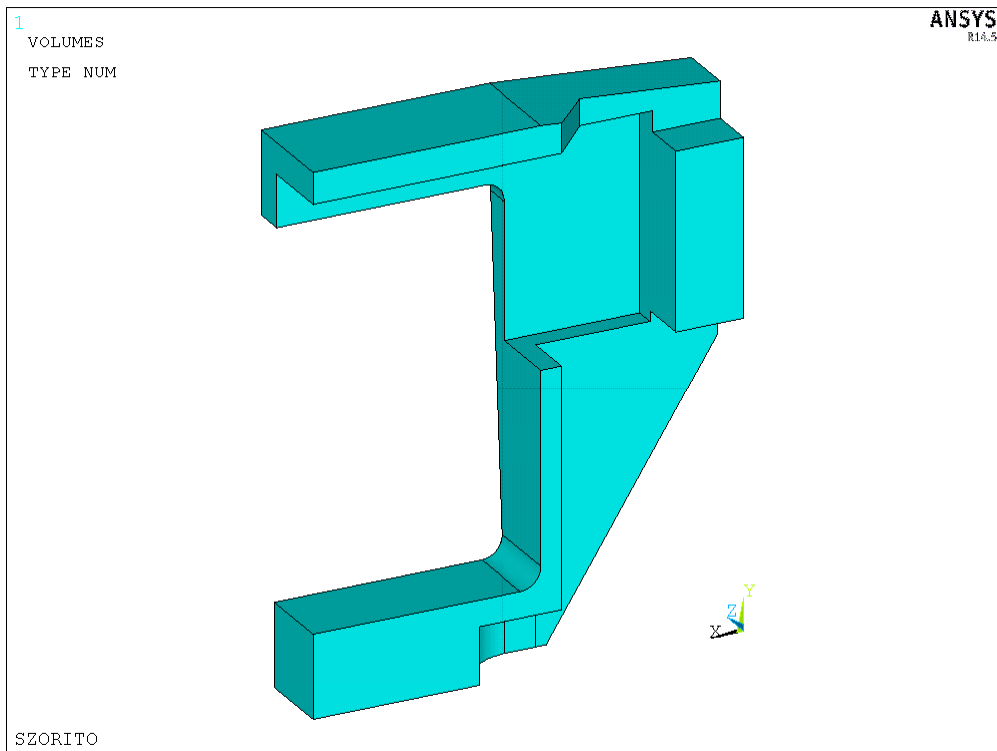
```
LARC,71,73,72,10
```

```
L,62,71
L,73,63
L,63,62
L,63,74
```

```
AL,1,4,5,6
```

```
VDRAG,1,,,,,8
```

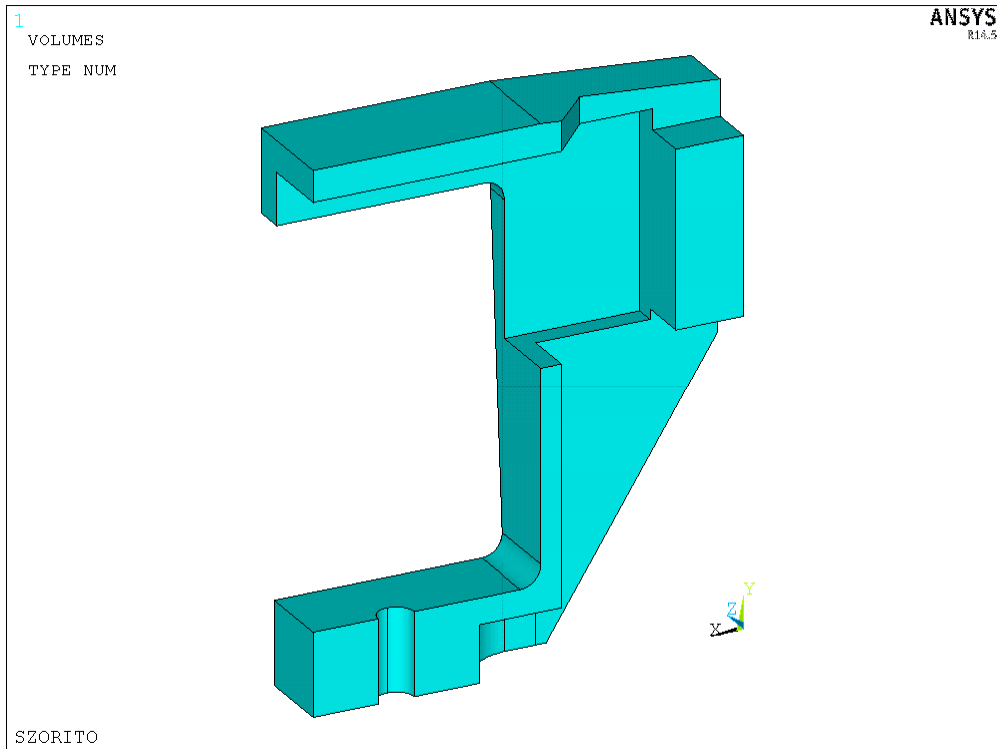
```
VSBV,2,1
```



A menetes furat kivágása:

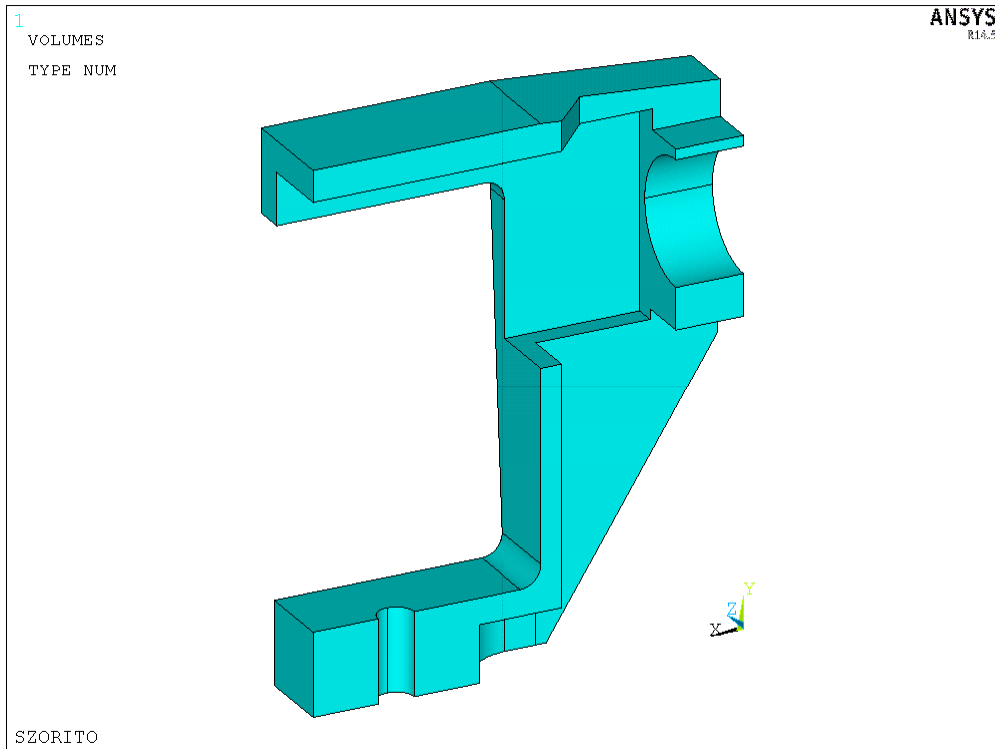
```
K,81,67,0,0  
K,82,63.5,0,0  
K,83,70.5,0,0  
K,84,67,0,3.5  
  
LARC,82,84,81,3.5  
LARC,84,83,81,3.5  
  
L,82,83  
  
AL,5,6,19  
  
VDRAG,1,,,,,2  
  
VSBV,3,1
```





Az oldalsó furat elkészítése:

```
K,91,0,91,0  
K,92,0,79,0  
K,93,0,67,0  
K,94,0,79,12  
  
LARC,91,94,92,12  
LARC,94,93,92,12  
  
L,91,93  
  
AL,3,19,51  
  
VDRAG,1,,,,,73  
  
VSBV,2,1
```



Kész a geometria megadása.

### ANYAGTULAJDONSÁG MEGADÁSA

A rugalmassági modulusz és a Poisson-tényező értékeinek megadása:

```
MP,EX,1,67000  
MP,PRXY,1,0.33
```

### ELEMTÍPUS MEGADÁSA

4 csomópontos tetraéder elemtípust választunk. (A geometria bonyolultsága miatt a megadott térfogatot nem tudná az ANSYS behálózni téglaelemekkel!)

```
ET,1,SOLID285
```

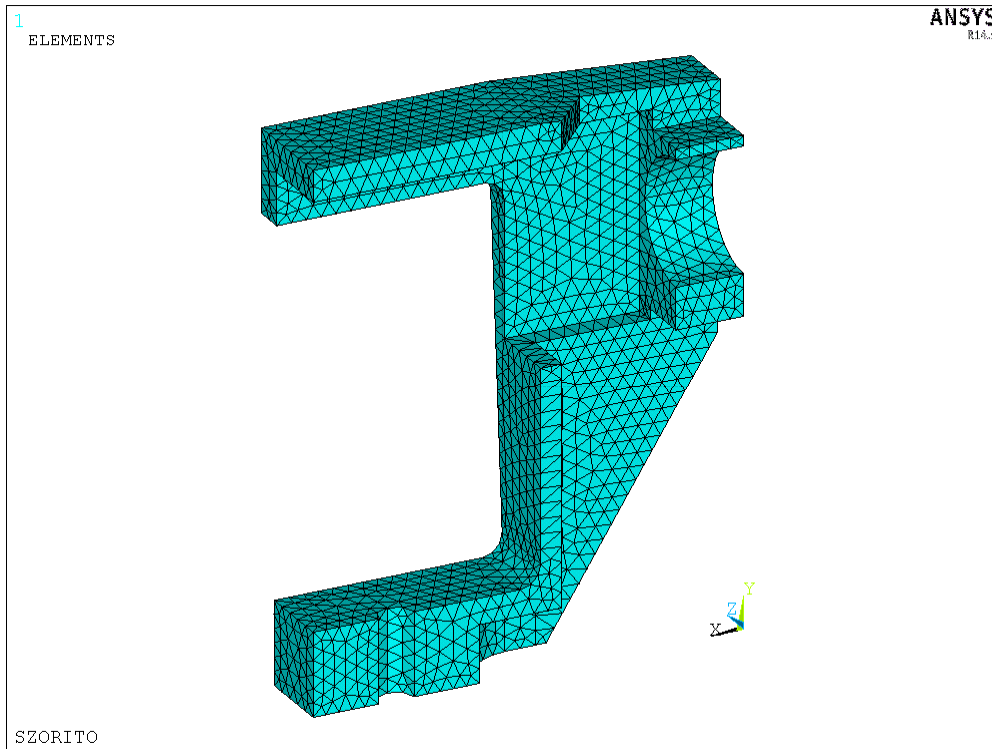
### HÁLÓZÁS

Globális elemméret megadása:

```
ESIZE,3
```

Térfogat behálózása:

```
VMESH,ALL
```



### KINEMATIKAI PEREMFELTÉTELEK MEGADÁSA

A szimmetriasíkon kössük le a Z-irányú elmozdulásokat:

```
DA,20,UZ  
DA,28,UZ  
DA,34,UZ  
DA,37,UZ  
DA,41,UZ
```

A menetes részt definiáló felületen kössünk le minden szabadsági fokot::

```
DA,3,ALL  
DA,4,ALL
```

### TERHELÉS MEGADÁSA

A terhelést a szorító felső részének alsó felületére adjuk rá mint megoszló terhelést. Ennek a felületnek (az egyik oldalon) a nagysága  $40 \cdot 6 = 240 \text{ mm}^2$ . Emiatt  $1500/2/240 = 3.125 \text{ MPa}$  nagyságú terhelést kell előírnunk.

```
SFA,13,1,pressure,3.125
```

### MEGOLDÁS

Térjünk át a Solution részhez tartozó parancs csoporthoz:

```
/SOLU
```

```
SOLVE  
FINISH
```

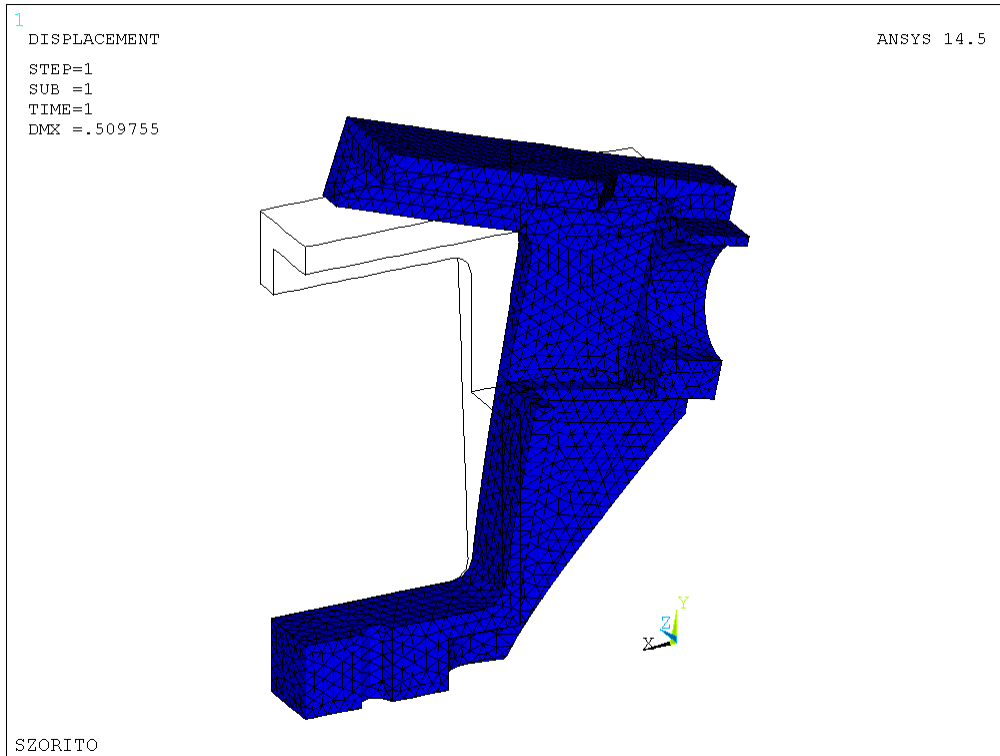
## EREDMÉNYEK MEGJELENÍTÉSE

Térjünk át a Postprocessor részhez tartozó parancs csoporthoz:

```
/POST1
```

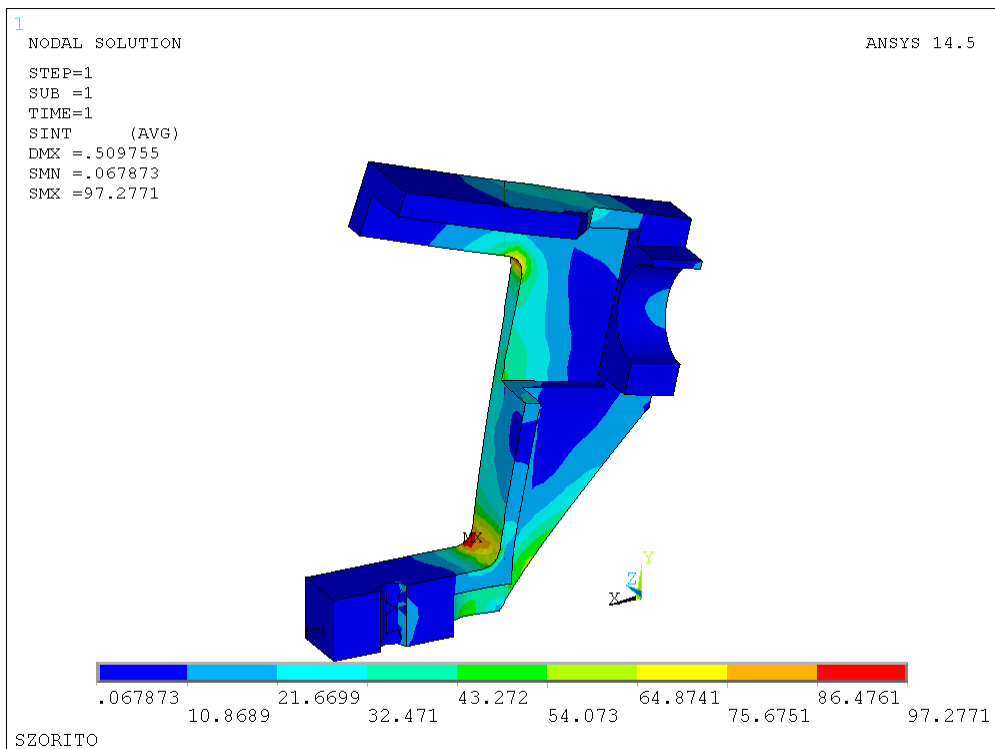
Deformált alak kirajzoltatása az eredeti geometria kontúrjának megjelenítésével, a deformáció 50x-es felnagyításával:

```
/DSCALE,1,50  
PLDISP,2
```



A MOHR-féle egyenértékű feszültség kirajzoltatása:

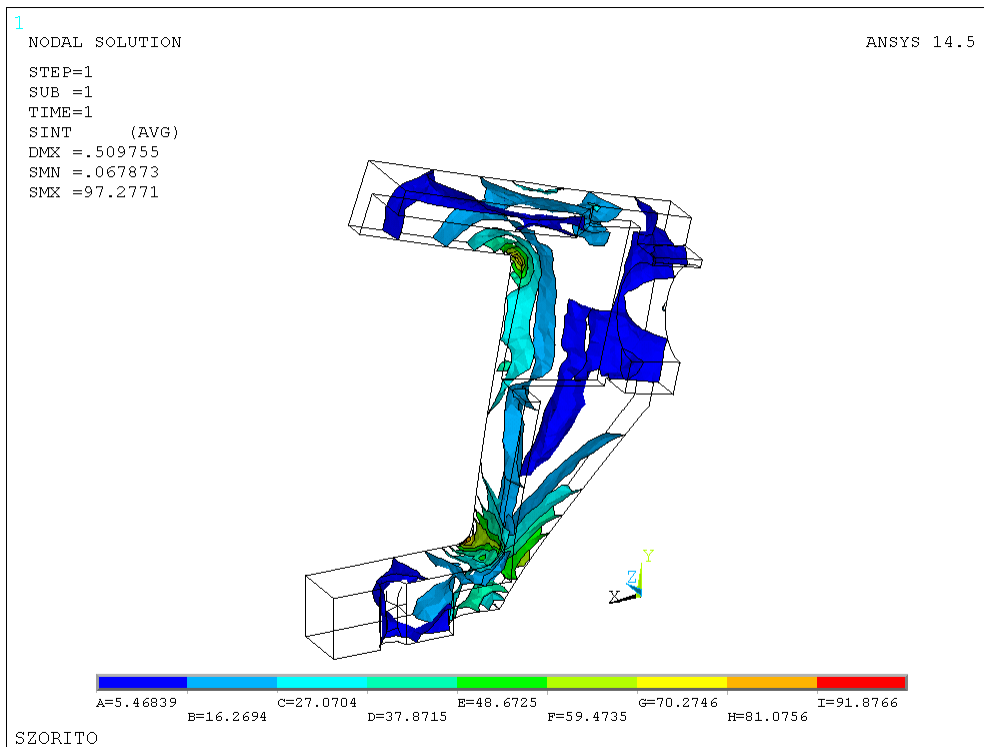
```
PLNSOL,S,INT,0,0,
```



Az ábrán látható a maximális MOHR-féle egyenértékű feszültség helye.

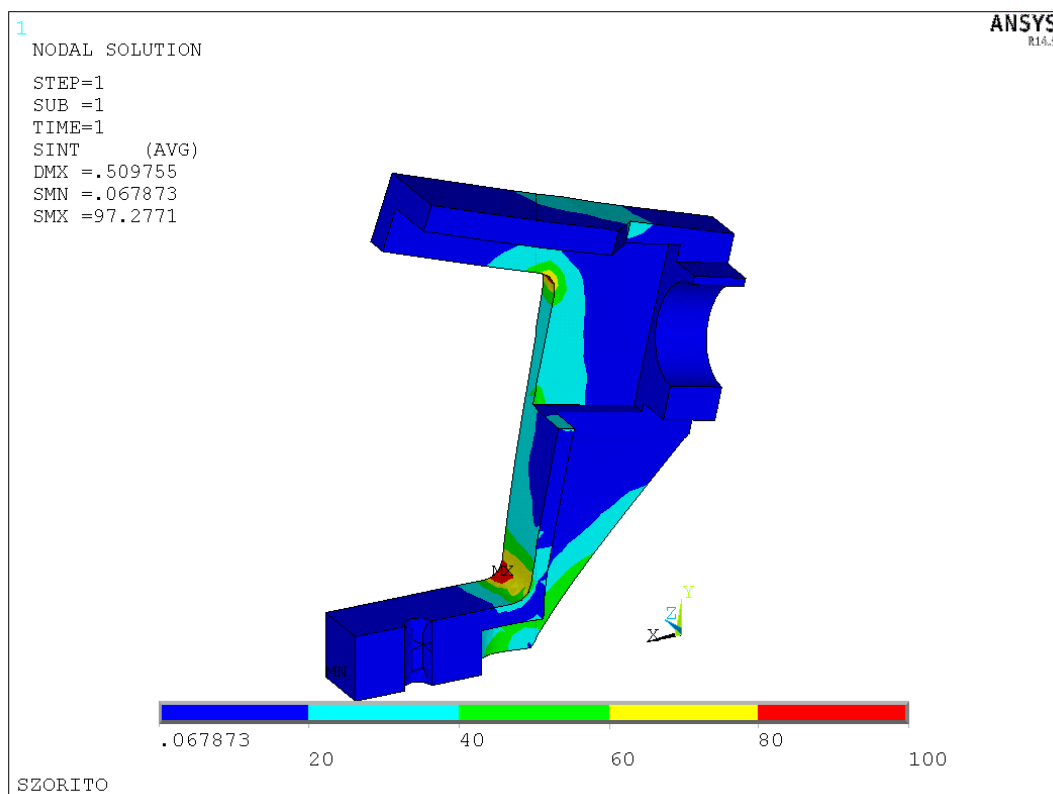
Sokszor hasznos lehet kirajzoltatni az azonos értékkel rendelkező felületeket (isosurface):

```
/CTYPE,1  
/REPLOT
```



Lehetőség van a színeket általunk definiált értékekhez rendelni. Pl: 20,40,60,80,100 értékek beállítása esetén:

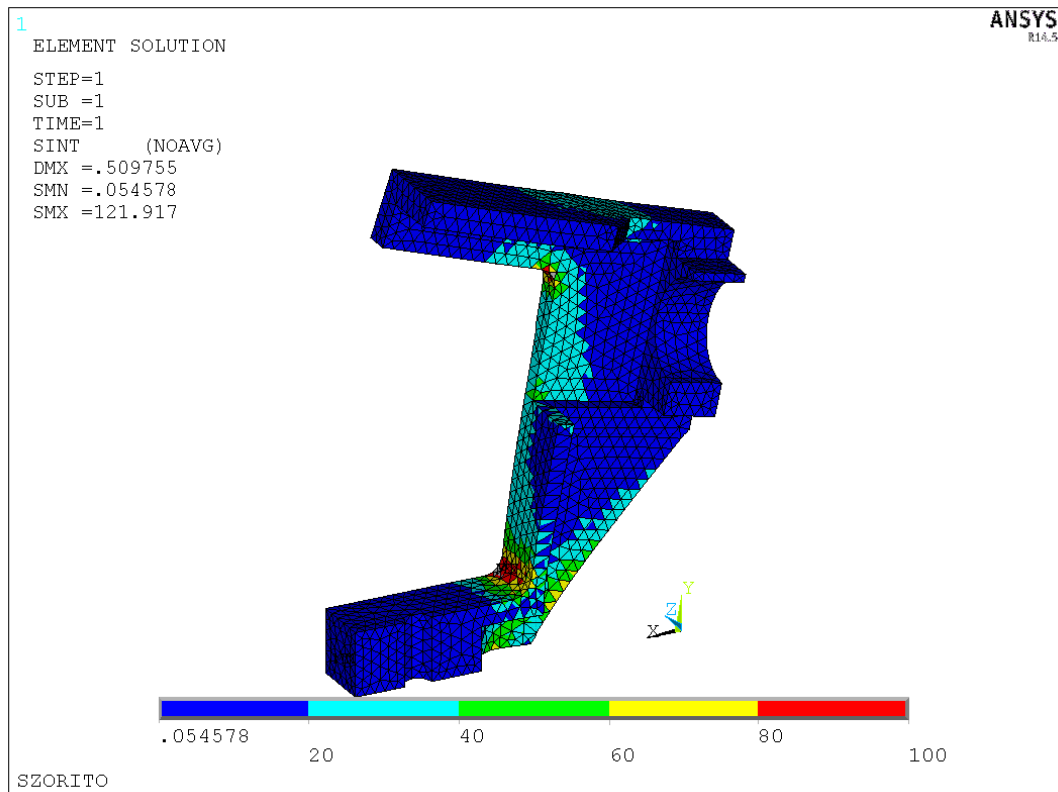
```
/CVAL,1,20,40,60,80,100  
/CTYPE,0  
/REPLOT
```



Az így megjelenített feszültségmegoldások az elemeken belüli integrálási pontokban számított értékekből számított interpolált mezők. Ha az elemeken érvényes megoldást rajzoltatjuk ki, akkor láthatjuk, hogy az elemhatáron nem folytonos a megoldás.

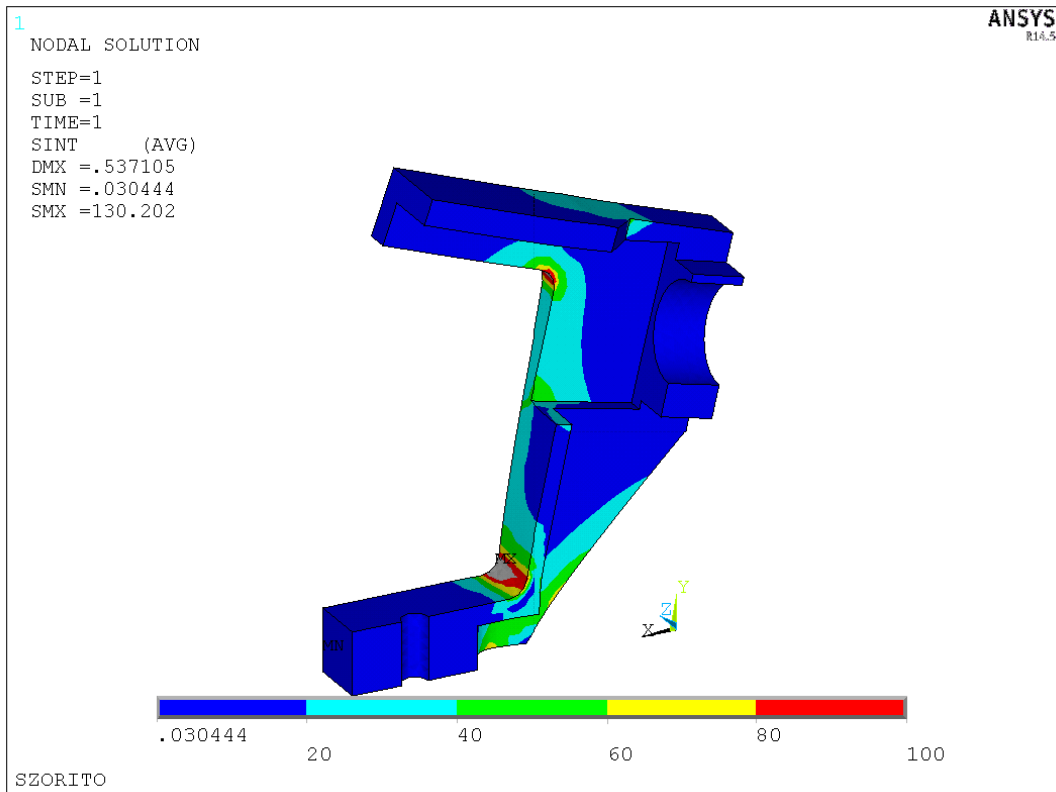
A MOHR-féle egyenértékű feszültség kirajzoltatása az elemeken belül:

```
PLESOL,S,INT,0,0,
```

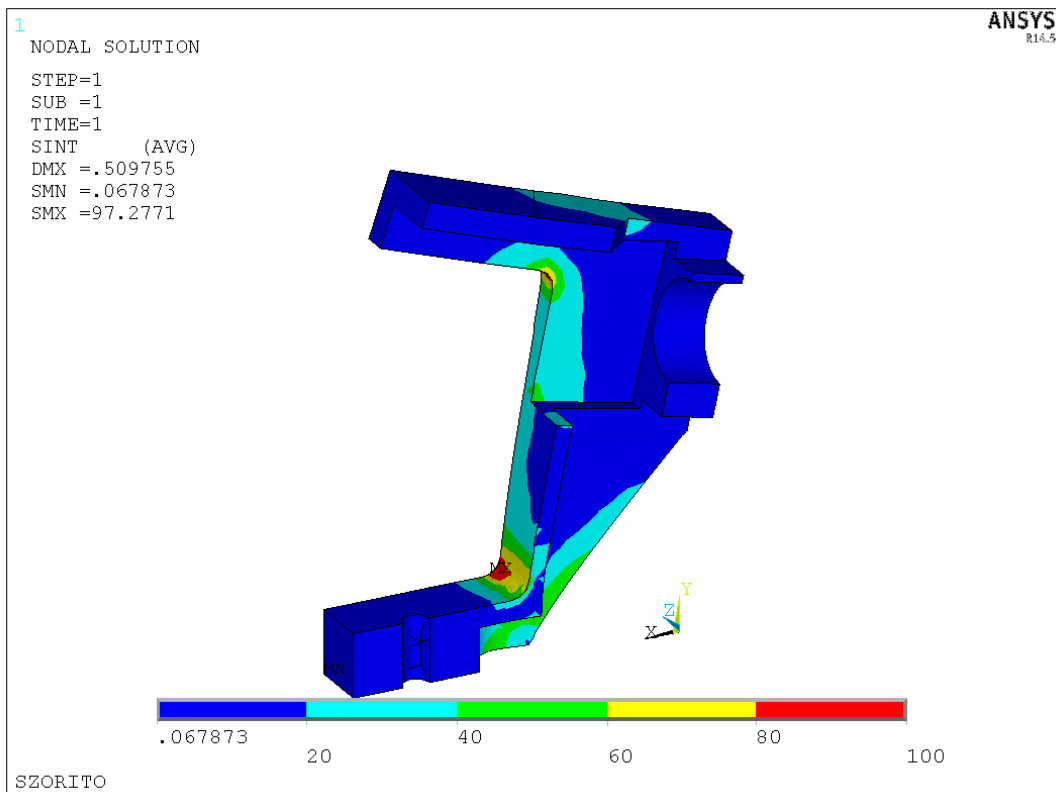


Nézzük meg miképpen változnak az eredmények ha kvadratikus (10 csomópontos) tetraéder elemeket használunk. Ehhez törölni kell a hálót és megadni az új elemtípust, majd újra lefuttatni az analízist.

```
/PREP7  
VCLEAR,ALL  
ET,1,SOLID187  
VMESH,ALL  
/SOLU  
DA,20,UZ  
DA,28,UZ  
DA,34,UZ  
DA,37,UZ  
DA,41,UZ  
DA,3,ALL  
DA,4,ALL  
SFA,13,1,pressure,3  
SOLVE  
FINISH  
/POST1  
PLNSOL,S,INT,0,0
```



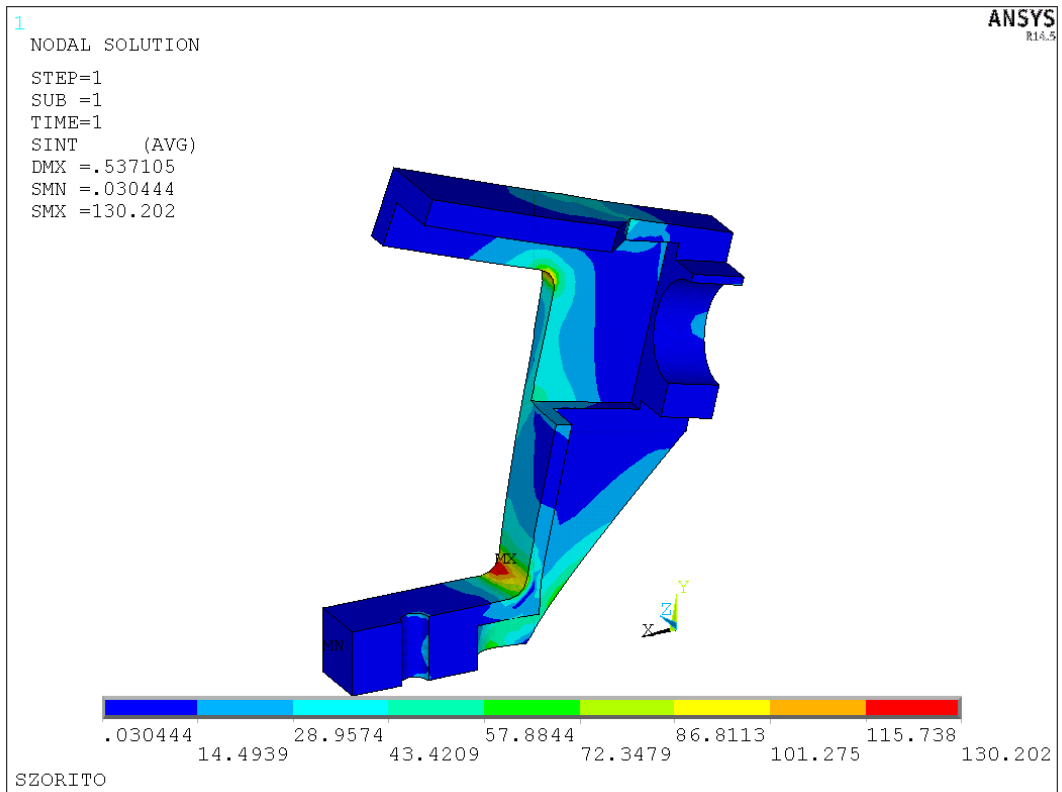
A 4 csomópontos elemmel kapott korábbi megoldás azonos kontúrvonalak alkalmazásával:



Az új feszültségeloszlásból az vehető ki, hogy a feszültséggyűjtő hely környezetében nőttek a feszültségek értékei a pontosabb elem használatával, de a szerkezet többi részén gyakorlatilag változatlan. A szürke területek jelölik azon részeket amelyek kívül esnek a megadott kontúrértékeken.

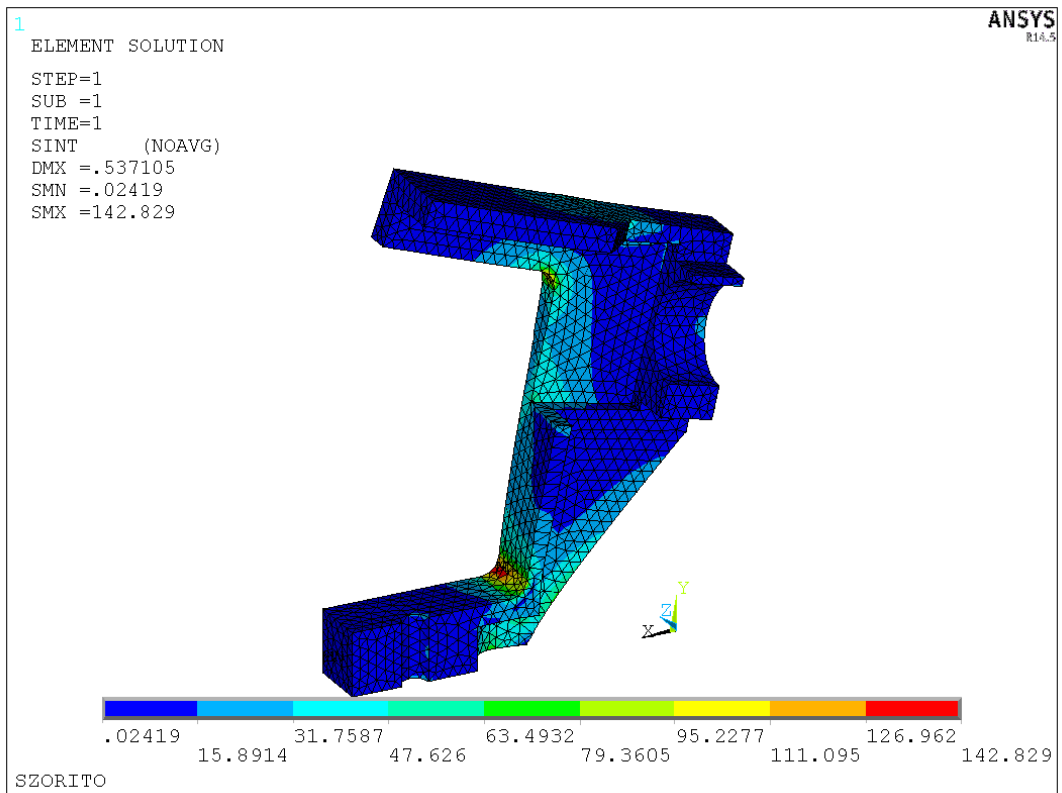
Kapcsoljuk vissza az automatikus kontúrozást:

```
/CVAL,1  
/REPLOT
```

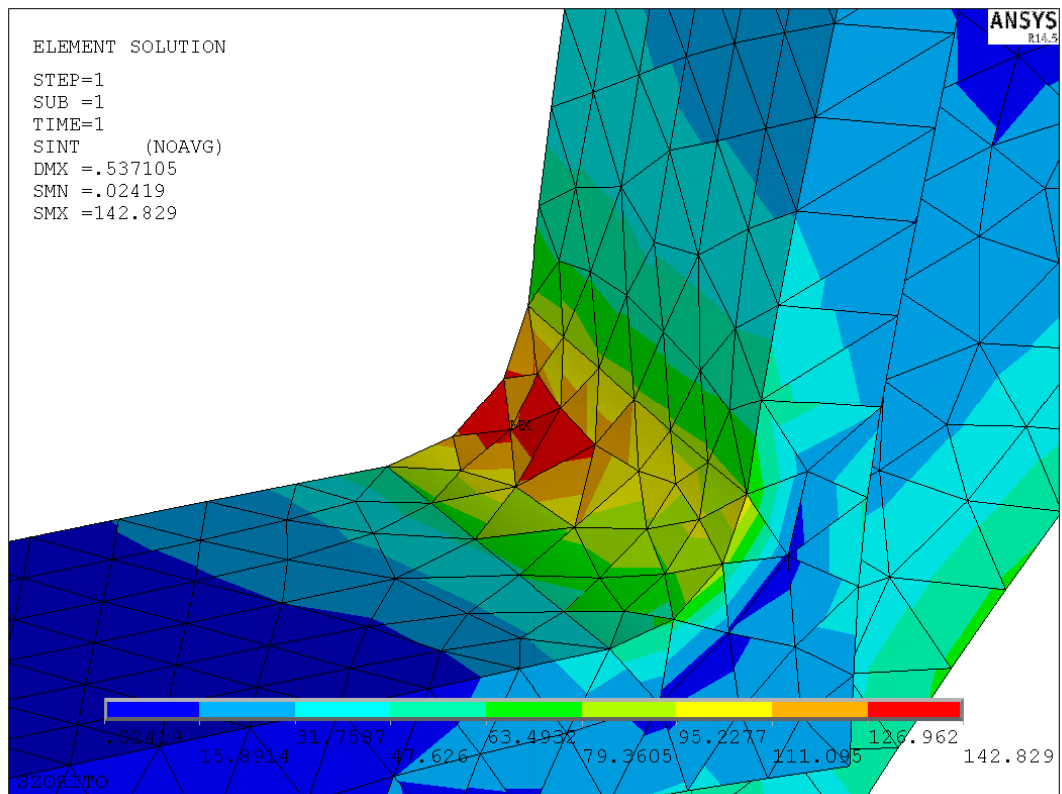


A MOHR-féle egyenértékű feszültség kirajzoltatása az elemeken belül:

`PLESOL,S,INT,0,0,`







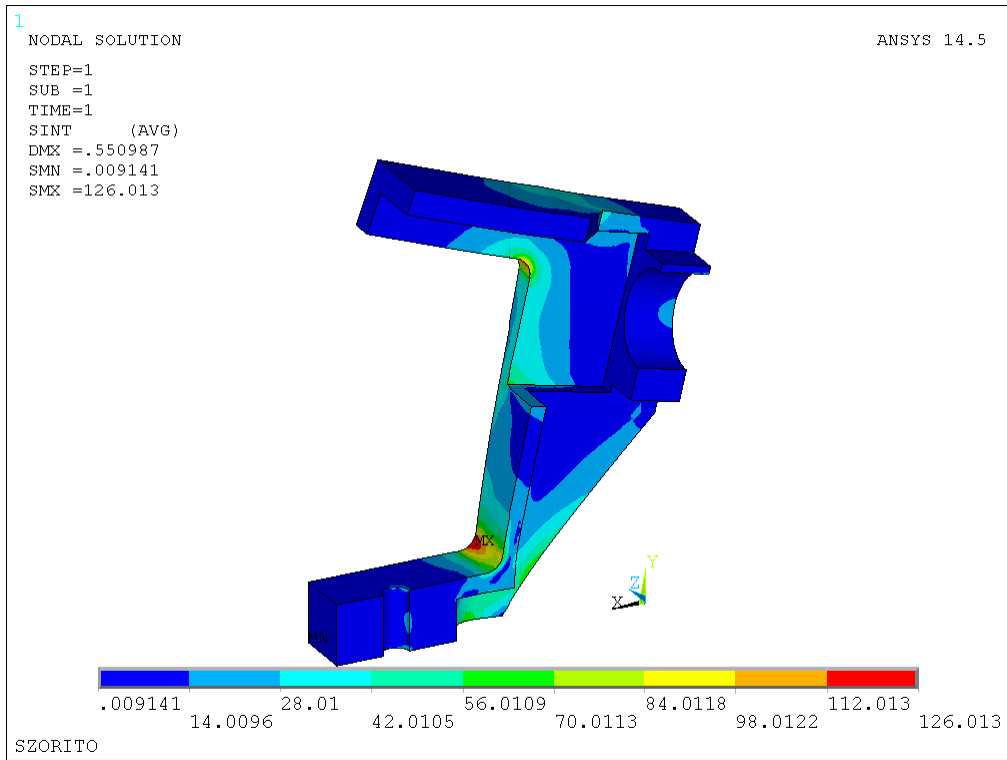
Nézzük meg 1-es elemmérettel és lineáris tetraéder elem alkalmazásával a megoldásokat!

Elemszám, csomópontok száma, DOF

```

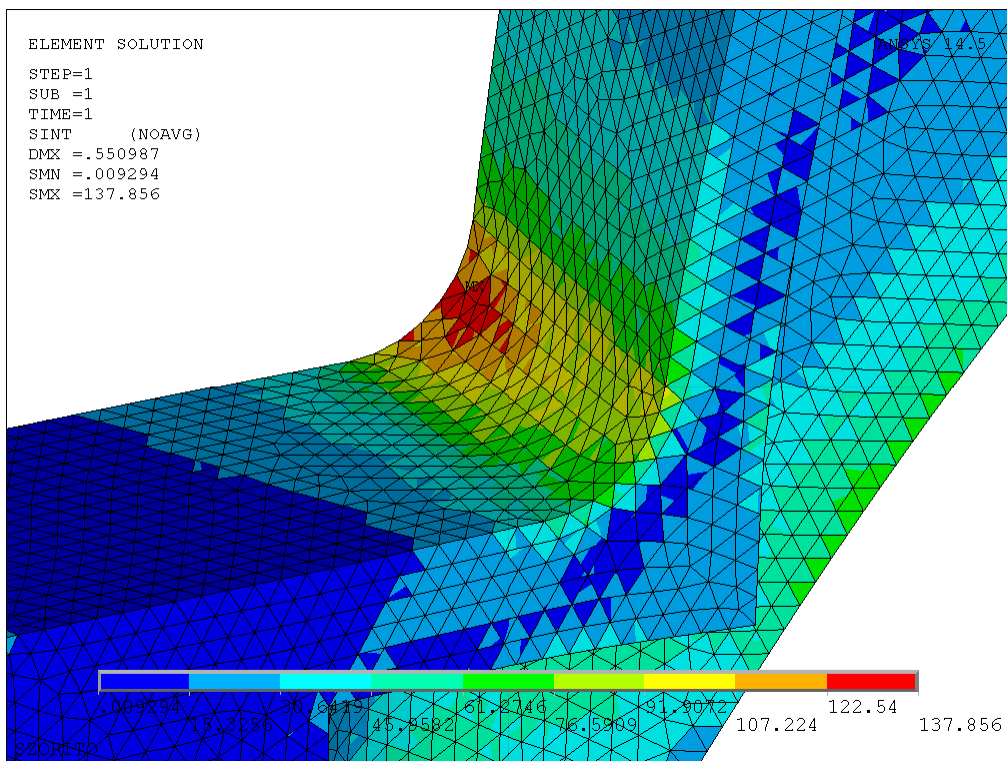
/PREP7
VCLEAR,ALL
ET,1,SOLID285
ESIZE,1
VMESH,ALL
/SOLU
DA,20,UZ
DA,28,UZ
DA,34,UZ
DA,37,UZ
DA,41,UZ
DA,3,ALL
DA,4,ALL
SFA,13,1,pressure,3
SOLVE
FINISH
/POST1
PLNSOL,S,INT,0,0

```



A MOHR-féle egyenértékű feszültség kirajzoltatása az elemeken belül:

**PLESOL,S,INT,0,0,**



Az alkalmazott összes parancs:

/CWD,D:\NEPTUNKOD	K,46,35,103,0	ESIZE,3
/FILENAME,LAB13PELDA	K,47,27,103,9	VMESH,ALL
/TITLE,SZORITO	K,48,0,103,9	DA,20,UZ
/PREP7	K,49,0,103,0	DA,28,UZ
K,,33,0,	K,50,0,93,0	DA,34,UZ
K,,83,0,		DA,37,UZ
K,,83,16,	L,49,46	DA,41,UZ
K,,43,16,	L,46,47	DA,3,ALL
K,,39,20,	L,47,48	DA,4,ALL
K,,43,20,	L,48,49	SFA,13,1,pressure,3.125
K,,39,83,	L,49,50	/SOLU
K,,43,87,	AL,4,5,6,12	SOLVE
K,,43,83,	VDRAG,1,,,,,14	FINISH
K,,83,87,	VS BV,2,1	/POST1
K,,83,103,	K,61,0,0,10	/DSCALE,1,50
K,,39,103,	K,62,35,0,10	PLDISP,2
K,,0,100,	K,63,35,0,0	PLNSOL,S,INT,0,0,
K,,0,52,	K,64,0,0,0	/CTYPE,1
L,1,2	K,65,0,59,0	/REPLOT
L,2,3	L,61,62	/CVAL,1,20,40,60,80,100
L,3,4	L,62,63	/CTYPE,0
L,5,7	L,63,64	/REPLOT
L,8,10	L,64,61	PLESOL,S,INT,0,0,
L,10,11	L,64,65	/PREP7
L,11,12	AL,4,5,6,8	VCLEAR,ALL
L,12,13	VDRAG,1,,,,,9	ET,1,SOLID187
L,13,14	VS BV,3,1	VMESH,ALL
L,14,1	K,71,41,0,10	/SOLU
LARC,4,5,6,4	K,72,41,0,0	DA,20,UZ
LARC,7,8,9,4	K,73,51,0,0	DA,28,UZ
AL,ALL	K,74,35,11,0	DA,34,UZ
/VIEW,1,1,1,1	LARC,71,73,72,10	DA,37,UZ
/REPLOT	L,62,71	DA,41,UZ
K,,83,0,20	L,73,63	DA,3,ALL
L,2,15	L,63,62	DA,4,ALL
VDRAG,1,,,,,13	L,63,74	SFA,13,1,pressure,3
K,,83,16,15	AL,1,4,5,6	SOLVE
K,,83,0,15	VDRAG,1,,,,,8	FINISH
K,,0,0,20	VS BV,2,1	/POST1
L,23,28	K,81,67,0,0	PLNSOL,S,INT,0,0
L,28,29	K,82,63.5,0,0	/CVAL,1
L,29,17	K,83,70.5,0,0	/CTYPE,0
L,17,23	K,84,67,0,3.5	/REPLOT
L,17,30	LARC,82,84,81,3.5	/PREP7
AL,38,39,40,41	LARC,84,83,81,3.5	VCLEAR,ALL
VDRAG,15,,,,,42	L,82,83	ET,1,SOLID285
VS BV,1,2	AL,5,6,19	ESIZE,1
/VIEW,1,1,1,-2	VDRAG,1,,,,,2	VMESH,ALL
/REPLOT	VS BV,3,1	/SOLU
K,,83,97,0	K,91,0,91,0	DA,20,UZ
K,,83,57,0	K,92,0,79,0	DA,28,UZ
K,,83,57,14	K,93,0,67,0	DA,34,UZ
K,,83,97,14	K,94,0,79,12	DA,37,UZ
K,,13,57,0	LARC,91,94,92,12	DA,41,UZ
L,16,18	LARC,94,93,92,12	DA,3,ALL
L,18,19	L,91,93	DA,4,ALL
L,19,20	AL,3,19,51	SFA,13,1,pressure,3
L,20,16	VDRAG,1,,,,,73	SOLVE
L,18,21	VS BV,2,1	FINISH
AL,14,15,16,17	MP,EX,1,67000	/POST1
VDRAG,2,,,,,18	MP,PRXY,1,0.33	PLNSOL,S,INT,0,0
VS BV,3,1	ET,1,SOLID285	