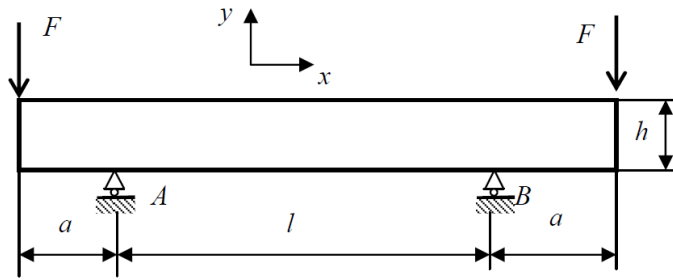


Határozzuk meg az alábbi négypontos hajlítóvizsgálat esetén a próbatestben ébredő feszültségeket síkelemek használatával!



Adatok:

$a = 0,5 \text{ m}$
 $l = 2 \text{ m}$
 $h = 0,3 \text{ m}$
 $b = 25 \text{ mm}$
 (szélesség)
 $E = 200 \text{ GPa}$
 $\nu = 0,3$
 $F = 3,2 \text{ kN}$

ANSYS indítása, majd válasszunk munkakönyvtárat és *jobname*-t. A munkakönyvtár legyen pl D:\NEPTUNKOD.

Utility Menu -> File -> Change Directory ...

Utility Menu -> File -> Change Jobname ...

Utility Menu -> File -> Change Title ...

GEOMETRIA MEGADÁSA

A szimmetria miatt elég csak a szerkezet felét modellezni. A geometriát [mm]-ben adjuk meg, emiatt a feszültségre kapott numerikus értékeket majd [Mpa]-ban fogjuk kapni!

Öt *keypoint* legyen a feladatban:

Main Menu -> Preprocessor -> Modeling -> Create -> Keypoints -> In Active CS

A felugró ablakban a *keypoint* sorszámát írjuk be és adjuk meg a koordinátáit. A Z-t hagyhatjuk üresen. Ha **Apply**-t nyomunk és nem **OK**-t akkor nem tűnik el az ablak.

A *keypoint*ok koordinátái:

keypoint	X	Y	Z
1	0	0	
2	500	0	
3	1500	0	
4	1500	300	
5	0	300	

A kontúrvonal leírása:

Main Menu -> Preprocessor -> Modeling -> Create -> Lines -> Lines -> Straight Line

Definiáljuk a megadott *keypoint*ok között a vonalakat:

line	keypoint 1	keypoint 2
1	1	2
2	2	3
3	3	4
4	4	5
5	5	1

A következő lépés a síkfelület megadása.

Main Menu -> Preprocessor -> Modeling -> Create -> Areas -> Arbitrary -> By Lines

Kattintsunk rá sorban az 1,2,3,4,5 line-okra majd **OK**.

ANYAGTULAJDONSÁG MEGADÁSA

Main Menu -> Preprocessor -> Material Props -> Material Models / Structural / Linear / Elastic / Isotropic

A felugró ablakban EX jelenti a rugalmassági moduluszt és PRXY a Poisson-tényezőt. Adjuk meg az értéküket: 200E3 (mivel [mm]-t használunk, emiatt a rugalmassági moduluszt [Mpa]-ban kell megadnunk!) és 0.3 majd **OK**.

ELEMTÍPUS MEGADÁSA

Síkbeli négycsomópontos elemet fogunk használni, sík feszültségi állapot modellezésével.

Main Menu -> Preprocessor -> Element Type -> Add/Edit/Delete / Add... / Structural / Solid / Quad 4 node 182

(érdemes HELP-ben megnézni az elemleírást!) **OK**. Az *Options...* menüben a K3-as opciót állítsuk át „Plane str w/thk”-ra majd **OK**. **Close**.

Meg kell adni az elem vastagságát:

Main Menu -> Preprocessor -> Real Constants -> Add/Edit/Delete -> Add...

A felugró ablakban válasszuk ki az egyedüli elemet (PLANE182). **OK**. Az új ablakban a **THK** értékének írjunk be 25-t. **OK**. **Close**.

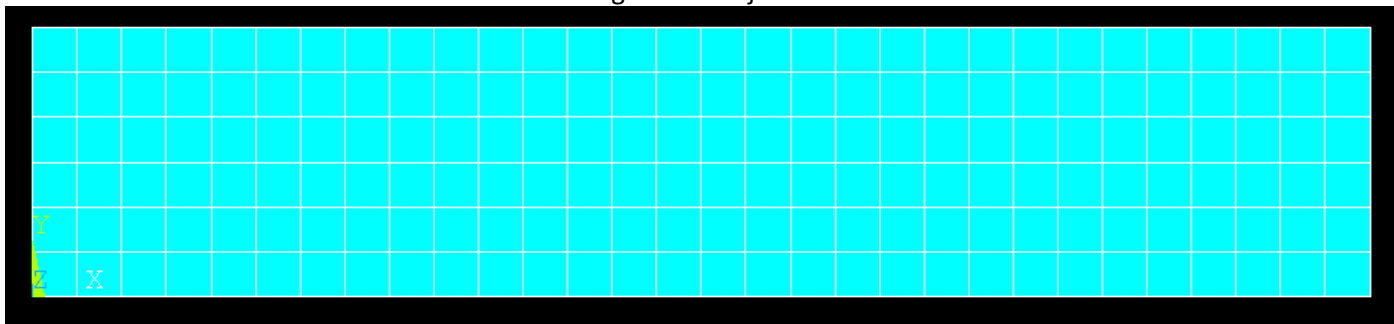
HÁLÓZÁS

Main Menu -> Preprocessor -> Meshing -> MeshTool

Elsőként a hálózashoz használt elemhez hozzá kell rendelni az attribútumait: A felugró ablakban *Element Attributes*: itt most maradhat a Global mert csak egyfajta anyagunk és *real constant*-unk van.

Elemméret megadása: A MeshTool ablakban a *Size Controls*: alatt az *Area* mellett nyomjunk a **Set**-re majd a felugró ablakban *Pick All*. Az új ablakban a *SIZE* mezőbe írjunk be 50-et és **OK**.

Hálózás: A MeshTool ablakban kattintsunk a **Mesh** gombra majd a *Pick All*-ra. Ezzel kész a hálózás.



KINEMATIKAI PEREMFELTÉTELEK MEGADÁSA

A középső keresztmetszetben a szimmetria miatt az x-irányú elmozdulás gátolt:

Main Menu -> Solution -> Define Loads -> Apply -> Structural -> Displacement -> On Lines

Válasszuk ki egérrel a jobboldali élet majd **OK**. Az új felugró ablakban válasszuk az UX-t és **OK**.

A háló miatt nem látjuk a megfogás szimbólumát. Ha a *line*-okat jelenítjük meg a háló helyett akkor látszani fog:

Utility Menu -> Plot -> Lines

Az alátámasztás megadása:

Main Menu -> Solution -> Define Loads -> Apply -> Structural -> Displacement

-> On Nodes

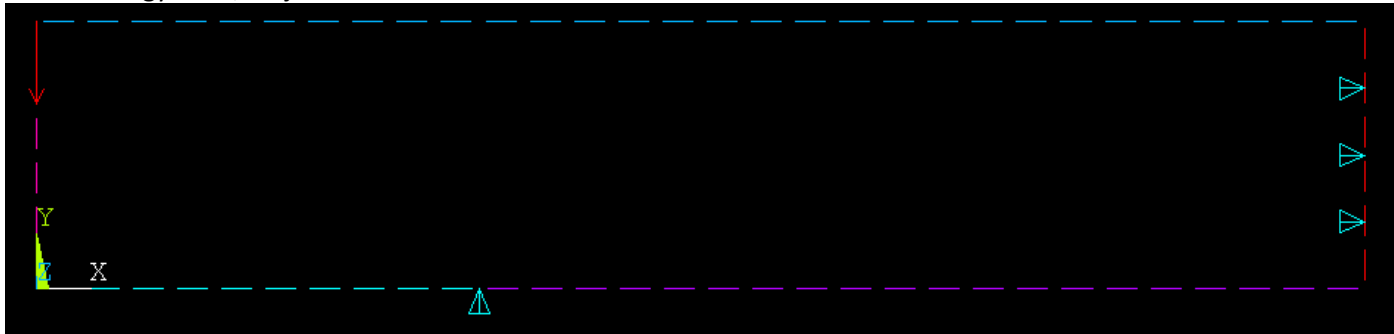
Válasszuk ki egérrel az alátámasztás helyén lévő node-ot majd **OK**. Az új felugró ablakban válasszuk az UY-t és **OK**.

TERHELÉSEK MEGADÁSA

Main Menu -> Solution -> Define Loads -> Apply -> Structural -> Force -> On Nodes

Válasszuk ki a bal felső node-t és **OK**.

Direction legyen FY, majd a VALUE érték -3500 és **OK**.



MEGOLDÁS

Main Menu -> Solution -> Solve -> Current LS

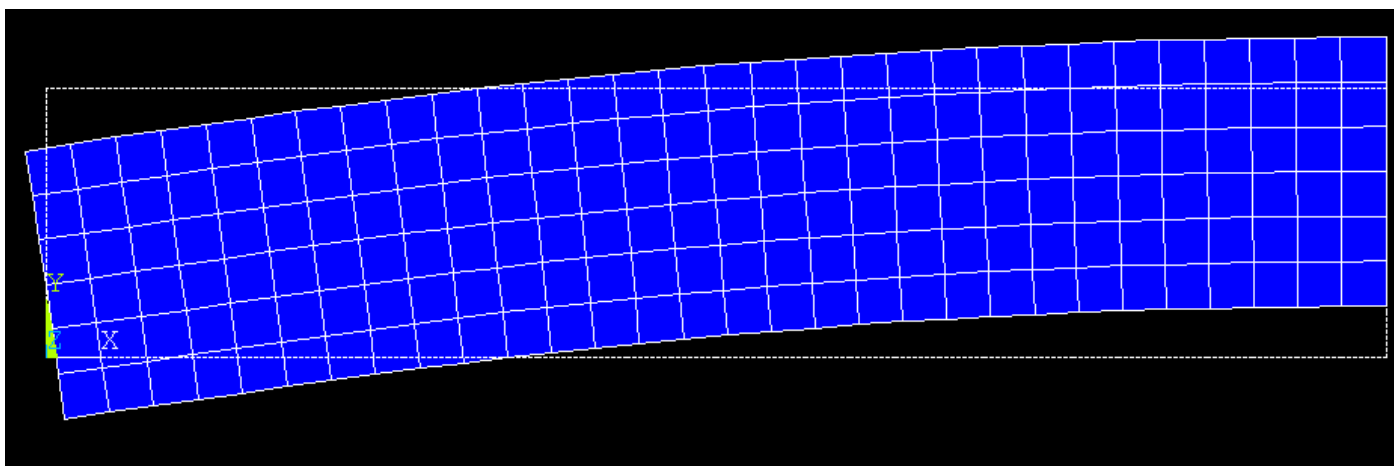
Felugró ablakban **OK**. Ha kész akkor az értesítés ablak jelenik meg, hogy „Solution is done!”. **Close**. A /STATUS ablakot is bezárhatjuk.

EREDMÉNYEK MEGJELENÍTÉSE

Deformált alak kirajzoltatása:

Main Menu -> General Postproc -> Plot Results -> Deformed Shape

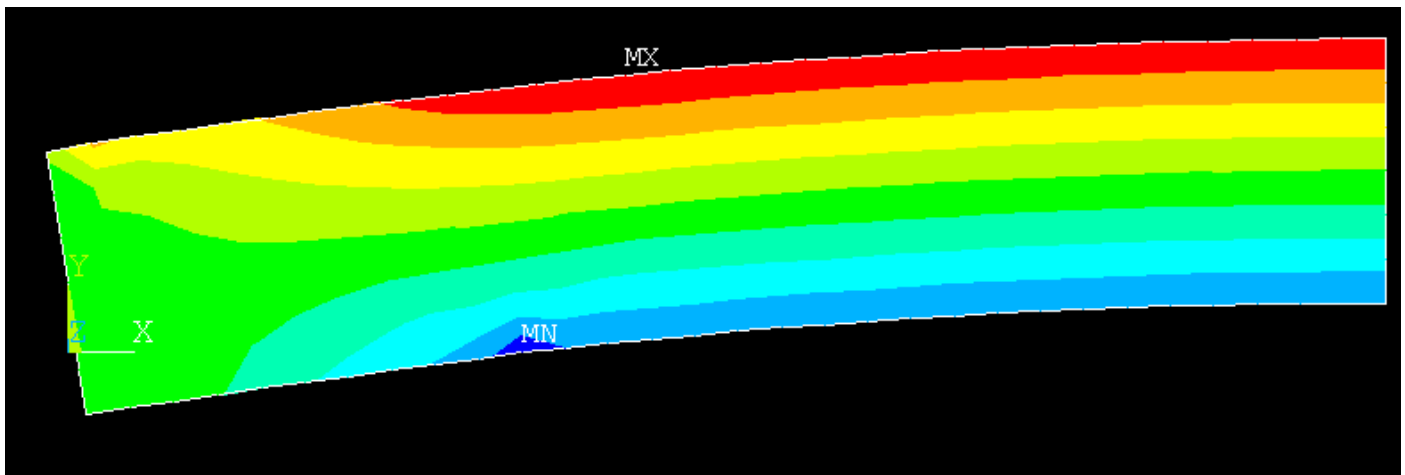
A felugró ablakban válasszuk ki a „Def + undef edge” opciót. **OK**.



Plottoltassuk ki az x-irányú normálfeszültségeket:

Main Menu -> General Postproc -> Plot Results -> Contour Plot -> Nodal Solu / Nodal Solution / Stress / X-Component of stress

OK.

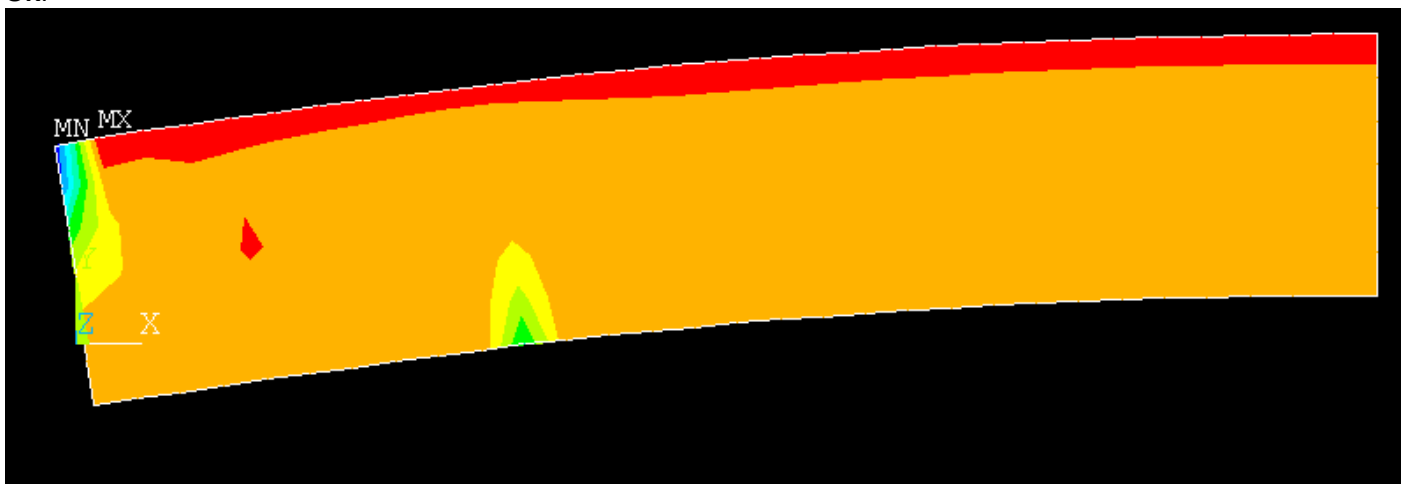


Elemezzük a megoldást! A tartó belső szakaszán (távol az erőbevezetés helyétől) a Navier-képlet szerinti eloszlás figyelhető meg.

Plottoltassuk ki az y-irányú normálfeszültségeket:

Main Menu -> General Postproc -> Plot Results -> Contour Plot -> Nodal Solu / Nodal Solution / Stress / Y-Component of stress

OK.

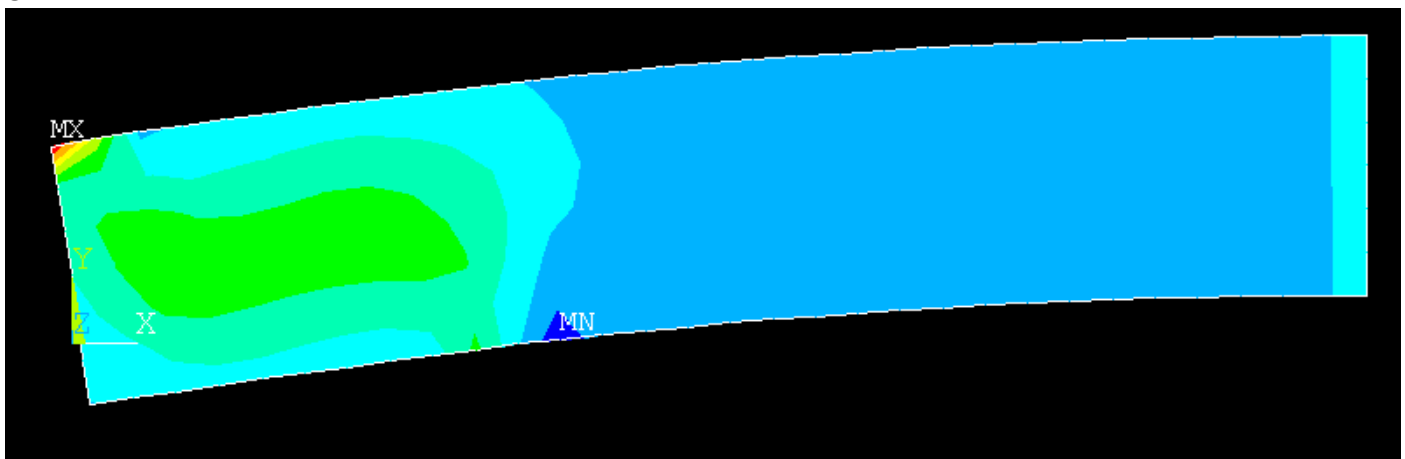


Látható a pontszerű erőbevezetés helyén a feszültségkoncentráció!

Plottoltassuk ki a síkban ébredő csúsztatófeszültségeket:

Main Menu -> General Postproc -> Plot Results -> Contour Plot -> Nodal Solu / Nodal Solution / Stress / XY Shear stress

OK.

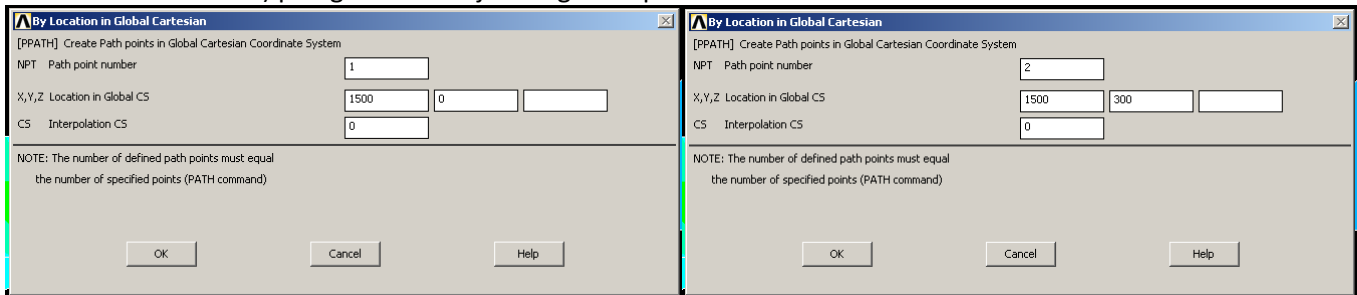


A tartó belső szakaszán (ahol a szilárdságtanos megközelítés zérus nyíró igénybevételt adna) közel zérus a csúsztatófeszültség is. Látszik, hogy nyírásból adódó feszültség a túlnyúló részen adódik, ahol van nyíró igénybevétel.

Plottoltassuk ki a jobb oldali keresztmetszetben a magasság mentén az x-irányú normálfeszültség eloszlását! Ehhez előbb definiálnunk kell egy PATH-t, aminek mentén szeretnénk az megoldásokat megjeleníteni.

Main Menu -> General Postproc -> Path Operations -> Define Path -> By Location

A felugró ablakban a Name mezőben adjunk nevet ennek a PATH-nak, pl „KMJOB”. nPts (pontok száma melyekkel a PATH-t megadjuk) legyen 2, nSets (PATH-hoz rendelhető megoldások/változók száma) maradjon 30, nDiv (PATH-on belüli felosztás száma) pedig 20. **OK**. Adjuk meg a két pont koordinátáit:

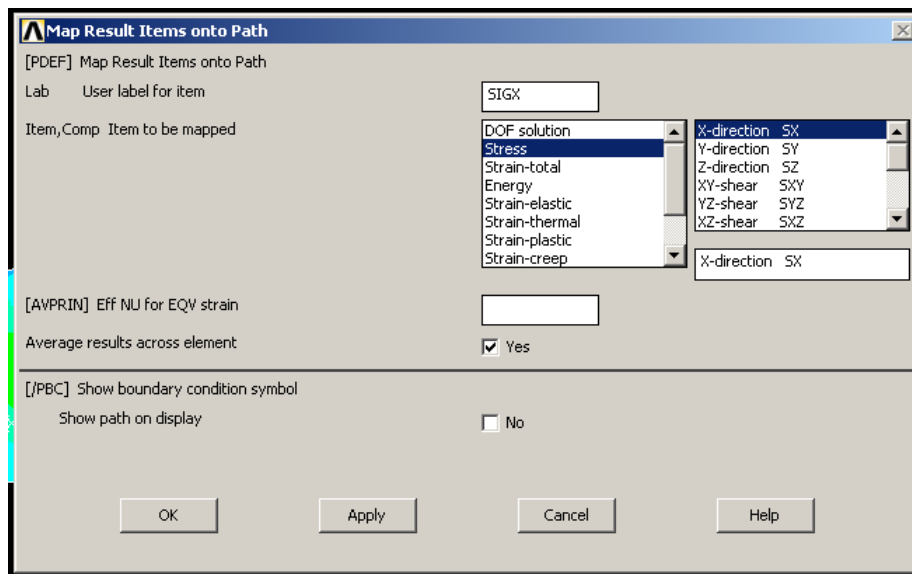


OK, OK, majd nyomjunk **Cancel**-t, hogy eltűnjön az ablak.

Következő lépésben a PATH-hoz hozzárendeljük a megjeleníteni kívánt megoldást:

Main Menu -> General Postproc -> Path Operations -> Map onto Path

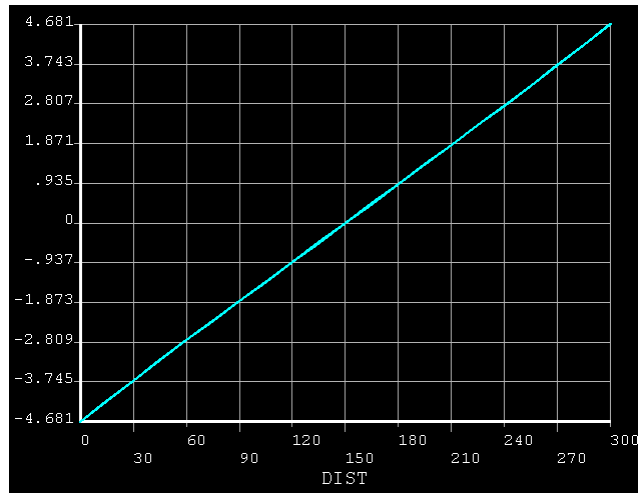
A felugró ablakban a *Lab* mezőbe adjunk nevet neki, pl „SIGX”. *Item* menüben a *Stress*-t választjuk, majd a *Comp* mezőben az SX-t. **OK**.



Plottoltassuk ki egy diagramba feszültségeloszlást a PATH mentén:

Main Menu -> General Postproc -> Path Operations -> Plot Path Item -> On Graph

A felugró ablakban válasszuk ki a SIGX-t majd **OK**.



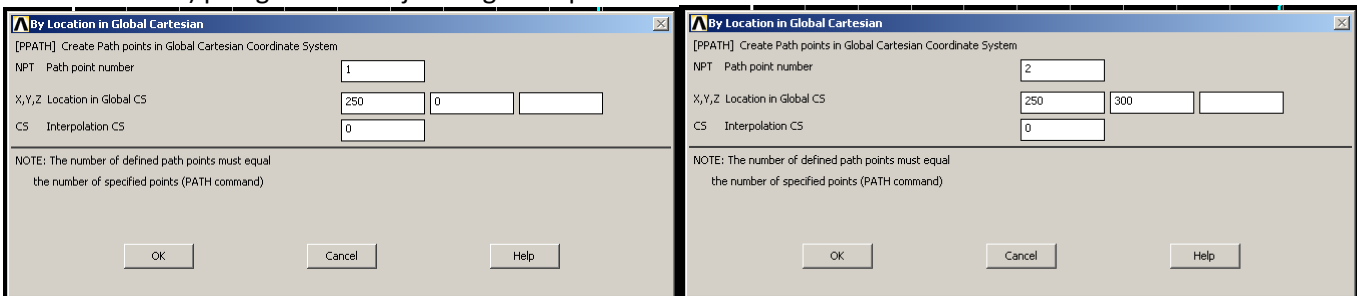
A kapott diagram vízszintes tengelye a PATH mentén mért távolság, a függőleges pedig a megadott változó (SX). Látható a Navier-képlet szerinti eloszlás.

Nézzük meg a csúsztatófeszültség eloszlását az x=250 keresztmetszetben (ahol van nyíró igénybevétel).

Adjunk meg egy új PATH-t:

Main Menu -> General Postproc -> Path Operations -> Define Path -> By Location

A felugró ablakban a Name mezőben adjunk nevet ennek a PATH-nak, pl „KMBAL”. nPts (pontok száma melyekkel a PATH-t megadjuk) legyen 2, nSets (PATH-hoz rendelhető megoldások száma) maradjon 30, nDiv (PATH-on belüli felosztás száma) pedig 20. **OK**. Adjuk meg a két pont koordinátáit:

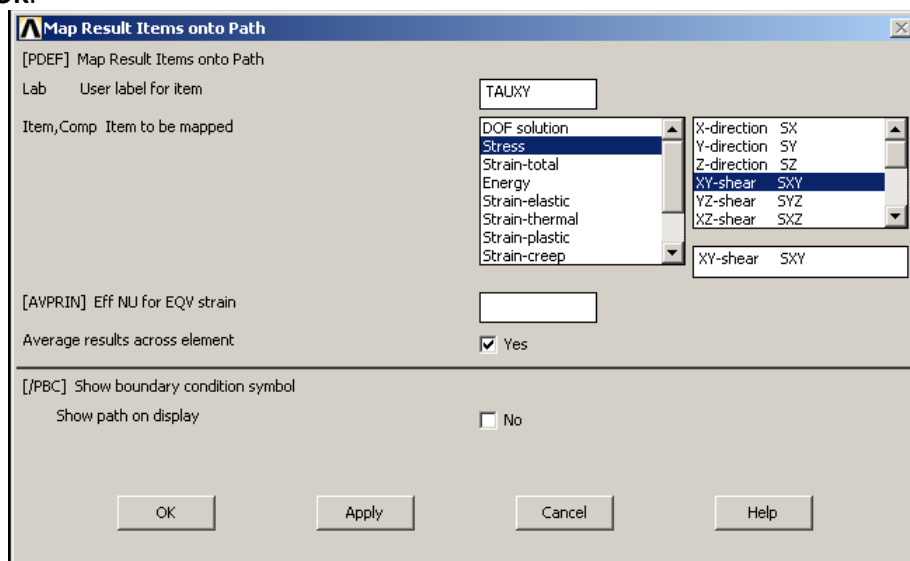


OK, OK, majd nyomjunk **Cancel**-t, hogy eltűnjön az ablak.

Következő lépésben a PATH-hoz hozzárendeljük a megjeleníteni kívánt megoldást:

Main Menu -> General Postproc -> Path Operations -> Map onto Path

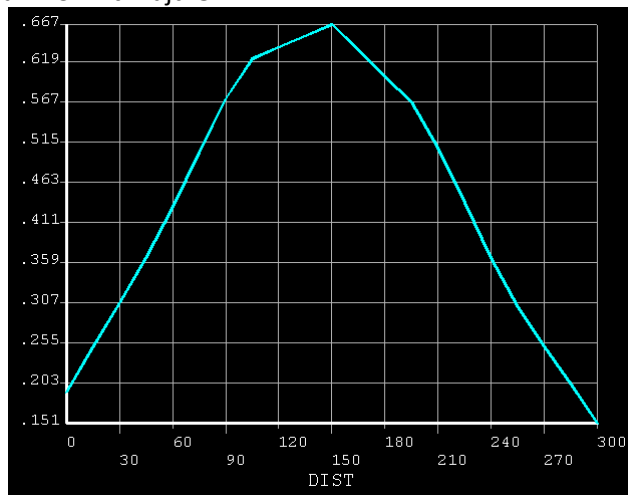
A felugró ablakban a Lab mezőbe adjunk nevet neki, pl „TAUXY”. Item menüben a Stress-t válasszuk, majd a Comp mezőben az SXY-t. **OK**.



Plottoltassuk ki egy diagramba feszültségeloszlást a PATH mentén:

Main Menu -> General Postproc -> Path Operations -> Plot Path Item -> On Graph

A felugró ablakban válasszuk ki a TAUXY-t majd OK.

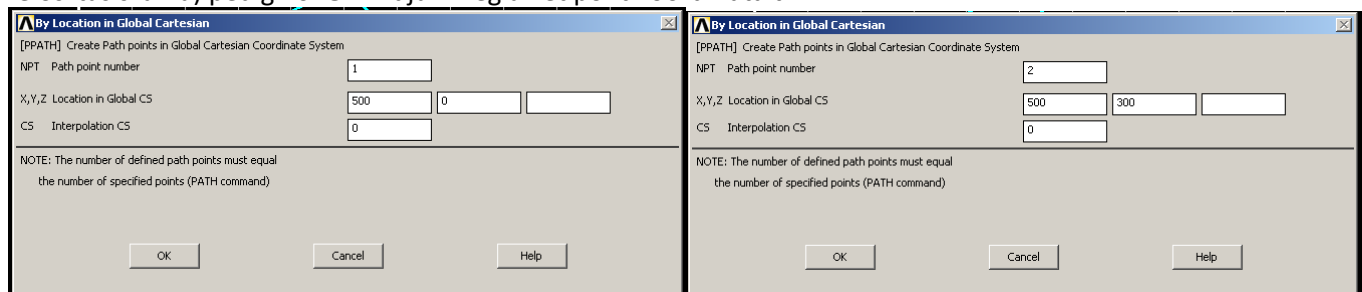


A kapott diagram vízszintes tengelye a PATH mentén mért távolság, a függőleges pedig a megadott változó (TAUXY). Látható a szilárdságtanban a csúsztatófeszültség eloszlására kapott megoldás jellege (hálófinomítással finomodik). Nézzük meg az y-irányú normálfeszültség eloszlását az alátámasztás keresztmetszetében. A szilárdságtani összefüggések ezzel nem számolnak!!!!

Adjunk meg egy új PATH-t:

Main Menu -> General Postproc -> Path Operations -> Define Path -> By Location

A felugró ablakban a Name mezőben adjunk nevet ennek a PATH-nak, pl „KMA”. nPts (pontok száma melyekkel a PATH-t megadjuk) legyen 2, nSets (PATH-hoz rendelhető megoldások száma) maradjon 30, nDiv (PATH-on belüli felosztás száma) pedig 20. **OK**. Adjuk meg a két pont koordinátáit:

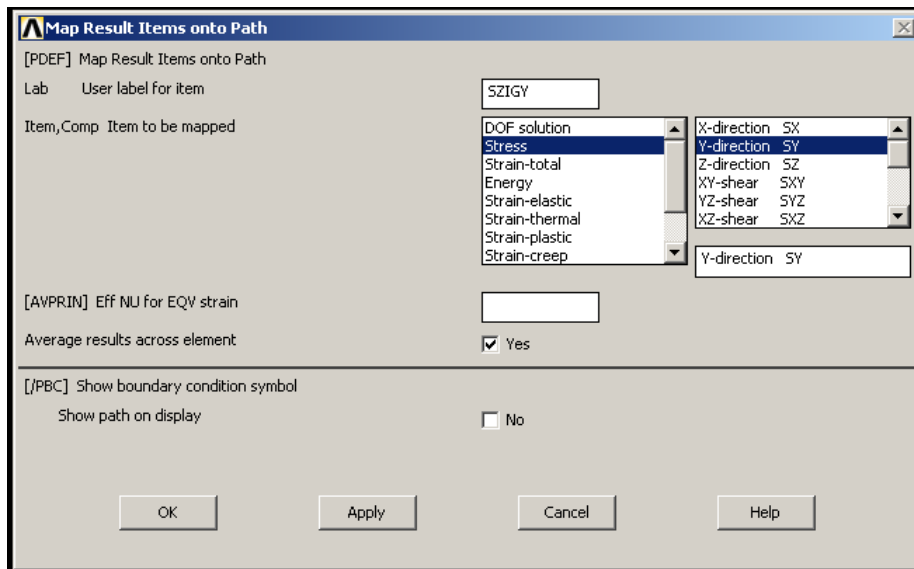


OK, OK, majd nyomjunk **Cancel**-t, hogy eltűnjön az ablak.

Következő lépésben a PATH-hoz hozzárendeljük a megjeleníteni kívánt megoldást:

Main Menu -> General Postproc -> Path Operations -> Map onto Path

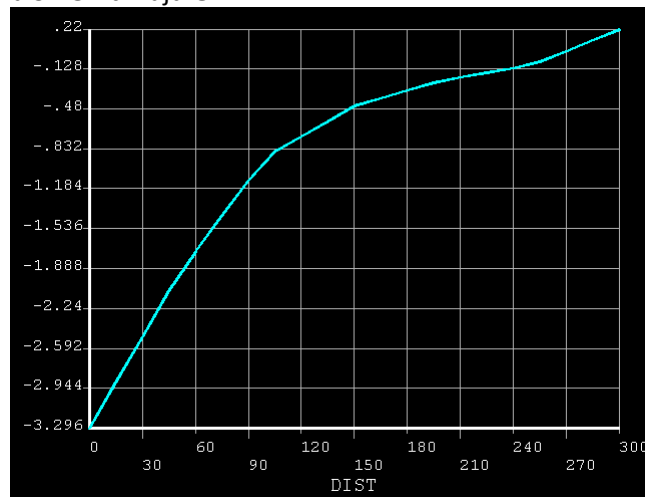
A felugró ablakban a Lab mezőbe adjunk nevet neki, pl „SZIGY”. Item menüben a Stress-t válasszuk, majd a Comp mezőben az SY-t. **OK**.



Plottoltassuk ki egy diagramba feszültségeloszlást a PATH mentén:

Main Menu -> General Postproc -> Path Operations -> Plot Path Item -> On Graph

A felugró ablakban válasszuk ki a SZIGY-t majd **OK**.

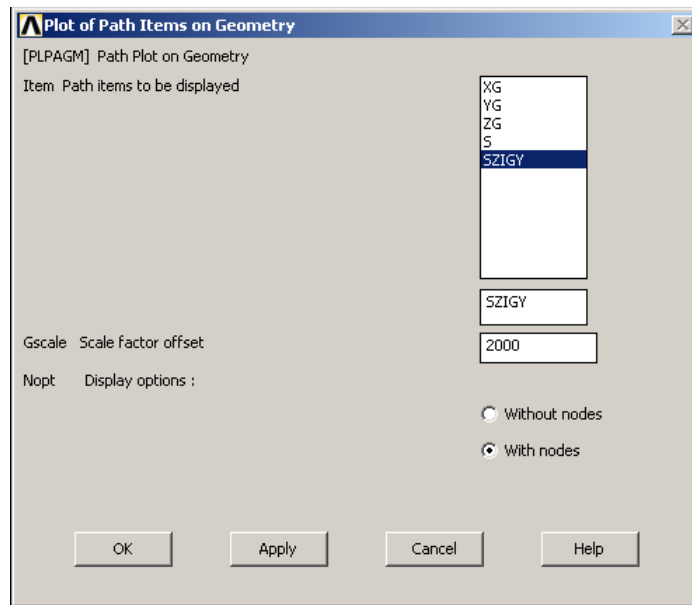


A kapott diagram vízszintes tengelye a PATH mentén mért távolság, a függőleges pedig a megadott változó (SZIGY). Látható, hogy a PATH kezdetén (ahol az alátámasztás van) ébred y-irányú nyomófeszültség, majd a PATH végén (a felső élen) lecseng közel zérus értékre, hiszen a felső lap terheletlen ezen a helyen.

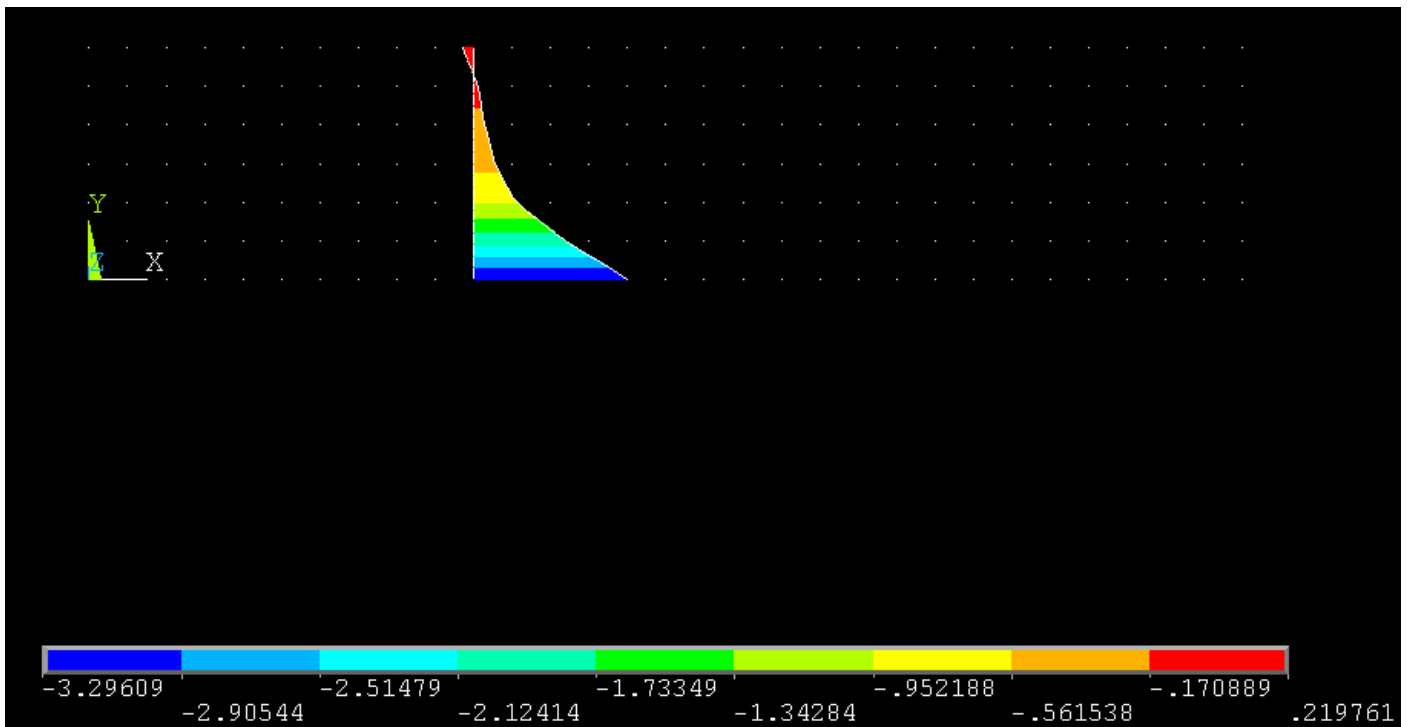
Lehetőség van a megjelenítésre a geometrián a PATH mentén is:

Main Menu -> General Postproc -> Path Operations -> Plot Path Item -> On Geometry

A felugró ablakban válasszuk kis a SZIGY-t, valamint a „with nodes” opciót. *Scale factor*-nak állítsunk be 2000-et például.



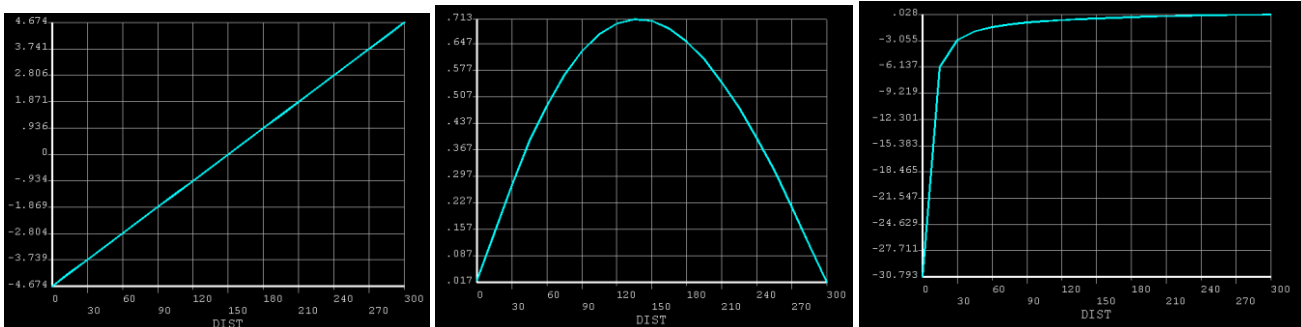
OK.



A contour plot-os megjelenítéseknél a színek skálázását alul láthatjuk.

Érdekességképpen futassuk le kisebb elemmérettel is és nézzük meg az így kapott eredményeket. A hálózás törlésével törlődnek a terhelések és peremfeltételek is, ezeket is meg kell adnunk újra.

Ha az elemméretet 5-re állítjuk a korábbi 50 helyett akkor az alábbi megoldásokat kapjuk a KMJOB, KMBAL és KMA keresztmetszetekben az SX, SXY és SY megoldásokra:



Az első ábrán továbbra is a Navier-képlet szerinti lineáris eloszlás figyelhető meg. A második ábrán a csúsztatófeszültség eloszlásának jellege jobban kivehető. Fontos információt a harmadik ábra tartalmaz: az elemméret csökkentésével egyre jobban lokalizálódik a pontszerű terhelés feszültséggyűjtő hatása!