

Végeselem analízis 4. gyakorlat
(kidolgozta: Aczél Ákos egyetemi tanársegéd, Bojtár Gergely egyetemi tanársegéd)

Feladat: Sík-alakváltozás (vastag falú cső)

Adott

A szerkezet geometriai méretei:

$$D = 180 \text{ mm}$$

$$d = 100 \text{ mm}$$

$$l = D$$

Az anyag:

$$E = 2,1 \cdot 10^5 \text{ MPa}$$

$$\nu = 0,3$$

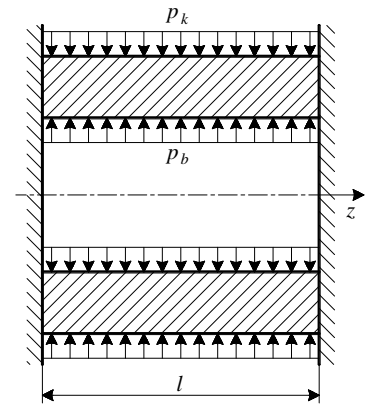
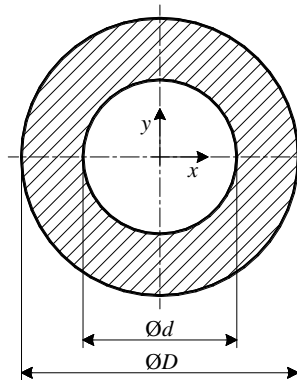
Terhelés:

A vastag falú csövet belső és külső nyomás terheli.

$$p_b = 20 \text{ MPa}$$

$$p_k = 0,1 \text{ MPa}$$

Feltételezzük, hogy a cső keresztmetszeteinek z tengelyirányú elmozdulása nem lehetséges. (Például a cső mélyen a föld alatt helyezkedik el, így a z tengely irányában sem megnyúlni, sem összehúzódni nem tud.)



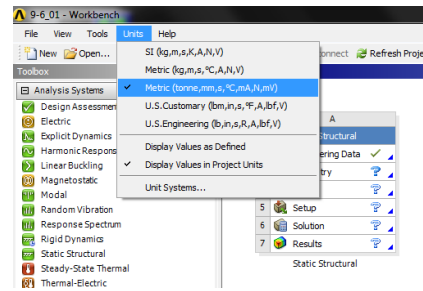
Feladat

- A vastag falú cső elmozdulási és alakváltozási mezője,
- a vastag falú cső egyes pontjaiban ébredő feszültségek $(\sigma_R, \sigma_\varphi, \sigma_z, \tau_{R\varphi}, \sigma_{red})$,
- a σ_R és a σ_φ feszültségek ábrázolása a cső vastagsága mentén sugár irányban.

Lépések

1. Indítsuk el az **ANSYS Workbench 14.0-t**.
Húzzuk át az egerrel a **Static Structural** modult.
Állítsuk be a mértékegységet.

Illusztrációk

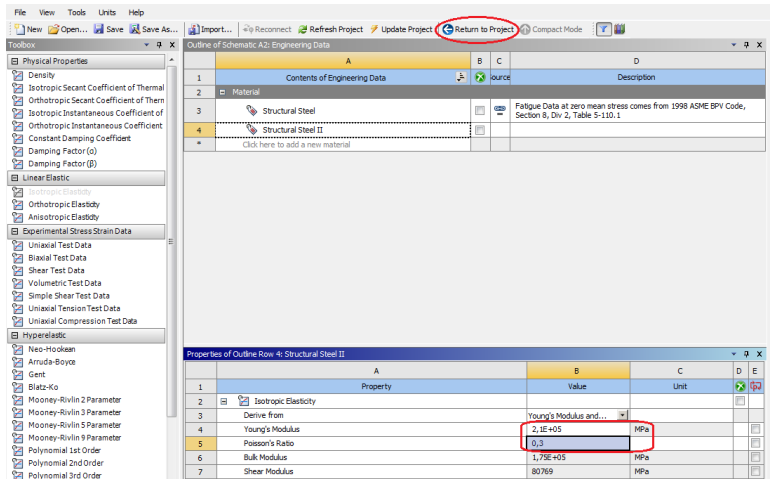


2. Az **Engineering Data**-re dupla kattintás, majd a **Structural Steel** alatt **Click here to add a new material**. Nevezzük el az új anyagot **Structural Steel II**-nek.

A baloldali listán a **Linear Elastic**-ből az **Isotropic Elasticity** változatot húzzuk rá a **Structural Steel II** névre.

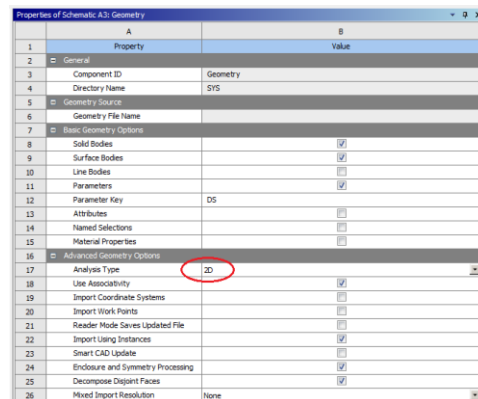
Az alul megjelenő táblázatba írjuk be a rugalmassági modulust és a Poisson-tényezőt.

Térjünk vissza a projekt-ablakhoz a **Return to Project** ikonnal.

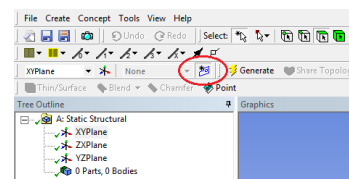


3. A csőnek van egy kitüntetett síkja, amellyel párhuzamos összes többi síkban az alakváltozás azonos, és a síkok távolsága nem változik, ezért sík-alakváltozási állapotban modellezzük.

A **Geometry** sort jelöljük ki, és a jobboldalon megjelenő **Properties of Schematic** táblázatban állítsuk be, hogy az analízis típusa **2D-s**.



4. Indítsuk el a **Design Modeler**-t a **Geometry**-re kétszer rákattintva. Az **xy** síkon hozzunk létre egy vázlatot. Bal egerrel kijelöljük az **XY Plane**-t, majd a **New Sketch** ikonra kattintunk.



Lépések

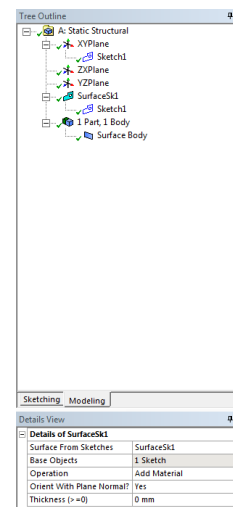
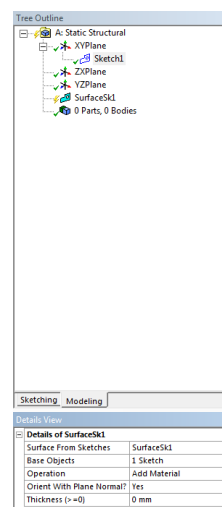
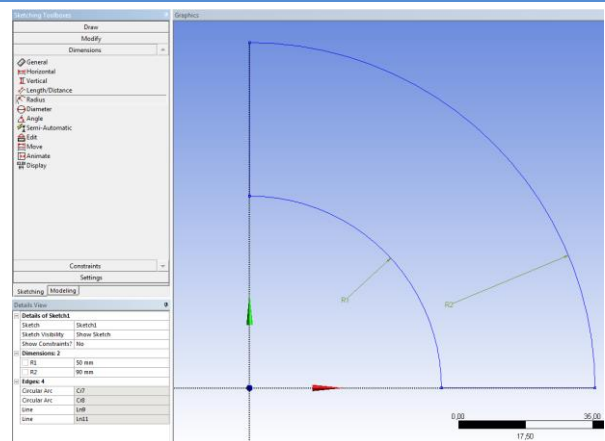
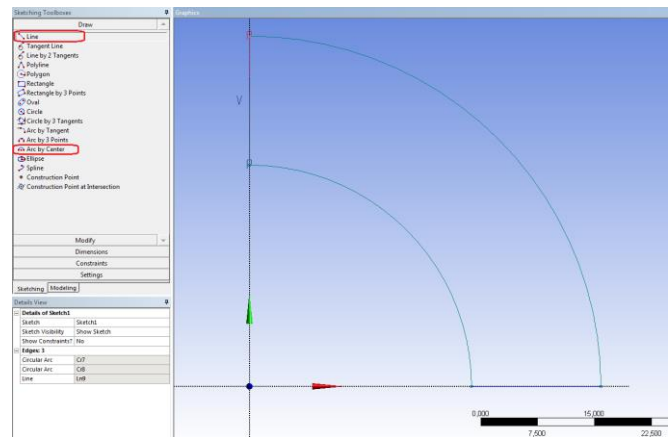
5. A kettős szimmetria miatt elég a keresztmetszet negyedét megrajzolni. A **Sketching** fül alatt, a **Draw** eszköztárban az **Arc by Center** paranccsal rajzoljuk meg a belső és a külső negyed kört a pozitív térnegyedben. A **Line** paranccsal kössük össze a külső és a belső körív végpontját az x és az y tengelyen.

6. A **Dimensions** eszköztárban vegyük fel a 2 db kör sugarát a **Radius**-szal. A méretek pontos értékét a bal alsó táblázatba írjuk be.

7. Lépünk át a **Modeling** fülre. Készítsünk felületet a skiccból. A felső menüsorban **Concept** alól válasszuk ki a **Surfaces From Sketches**-t. Bázis objektumnak válasszuk ki a **Sketch1**-et. A síkmetszetnek nincs vastagsága. A táblázat utolsó sorába írjuk is ezt be: **Thickness = 0 mm**. Mindezek után **Generate**, amivel elkészült a cső keresztmetszete, mint **Surface Body**.

Lépünk ki a **Design Modeler**-ből, és projekt-ablakon kétszer kattintsunk a **Model**-re.

Illusztrációk



Lépések

8. A geometria elkezdése előtt megadtuk, hogy az analízis típusa 2D-s lesz. Itt beállítjuk, hogy sík-alakváltozási állapotról van szó. Kattintsunk a projekt fában a **Geometry**-re. Alul a táblázatban a **Definition / 2D Behavior** legyen **Plane Strain**.

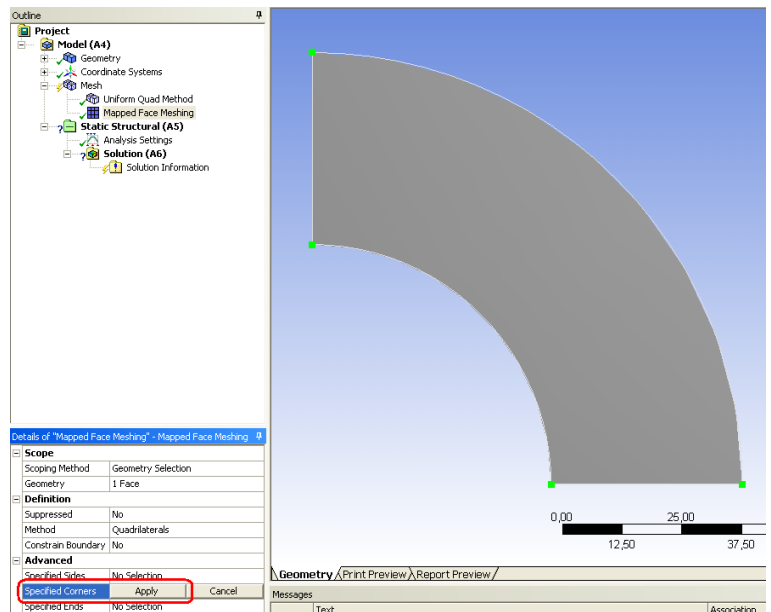
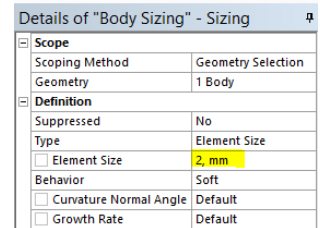
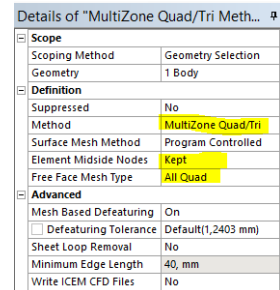
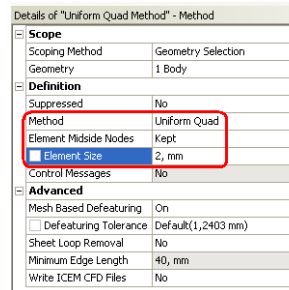
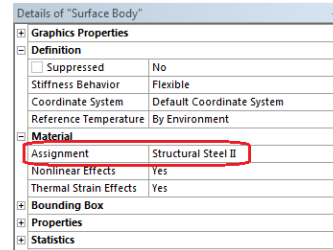
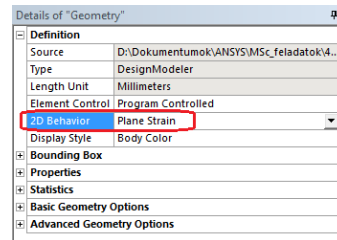
9. Állítsuk be, hogy a cső anyaga a **Structural Steel II**. A modellfán jelöljük ki a **Surface Body**-t, és lent a táblázatban a **Material / Assignment**-nél válasszuk ki az új anyagot.

10. A síkot másodfokú, 8 csomópontú, négyszög alakú elemekkel osztjuk fel. Adjuk meg, hogy négyszög elemekkel szeretnénk hálózni. A modellfán a **Mesh**-re kattintva jobb egérgomb, **Insert, Method**. Jelöljük ki geometriának a testet, majd állítsuk be a **Method** sorában, hogy **Uniform Quad**. Alatta kérdezi, hogy legyen-e az elemek oldalfelező pontjaiban csomópont. Állítsuk ezt **Kept**-re. Alapértelmezetben 8 csomópontos négyszög elemekkel hálóz, tehát a **Use global Setting** is jó beállítás. 2 mm-es átlagos elemmérettel kell hálózunk. Ezt az **Element Size** sorában tudjuk beállítani.

Ansys 14.5 esetén: a képen sárgával kiemelt beállításokat alkalmazzuk. Majd az átlagos elemméretet **Insert, Sizing** paranccsal adjuk meg.

11. Szabályos négyszög végeelem háló szeretnénk létrehozni. 4 sarokponttal határozzuk meg a 2-2 szemben lévő oldalt a síkmetszeten. A modellfán a **Mesh**-t kijelöljük, jobb egérgomb, majd **Insert, Mapped Face Meshing**. Jelöljük ki a felület geometriának. Kattintsunk a **Specified Corners** melletti cellába, és bal egérgombbal Ctrl megnyomása mellett jelöljük ki körbe egymás után a 4 db sarokpontot. Miután megnyomtuk az **Apply**-t, kiírja, hogy **4 Vertices**.

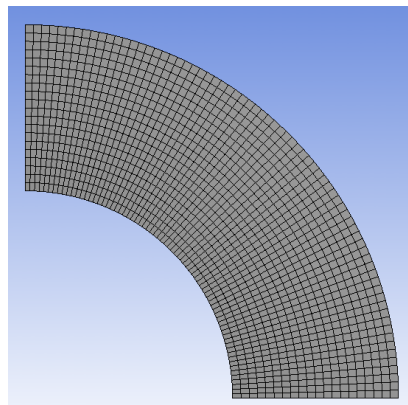
Illusztrációk



Lépések

12. Ezután adjuk ki a **Mesh, Generate Mesh** parancsot, ami elvégzi a hálózást. A táblázatban a **Statistics**-ot lenyitva látjuk, hogy 1420 elem és 4443 csomópont van a modellben.

Illusztrációk



13. Kinematikai peremfeltételnek a kettős szimmetriát állítjuk be. Az x tengelyen lévő csomópontok csak x irányban, az y -on lévők csak y irányban tudnak elmozdulni. Ez görgős megtámasztást jelent mindkét esetben.

Static Structural (A5), jobb egérgomb, **Insert, Displacement**. Geometriának az adott élt jelöljük ki.

Details of "Displacement"	
<input type="checkbox"/> Scope	
Scoping Method	Geometry Selection
Geometry	1 Edge
<input type="checkbox"/> Definition	
Type	Displacement
Define By	Components
Coordinate System	Global Coordinate System
X Component	Free
<input type="checkbox"/> Y Component	0, mm (ramped)
Suppressed	No

Details of "Displacement 2"	
<input type="checkbox"/> Scope	
Scoping Method	Geometry Selection
Geometry	1 Edge
<input type="checkbox"/> Definition	
Type	Displacement
Define By	Components
Coordinate System	Global Coordinate System
<input type="checkbox"/> X Component	0, mm (ramped)
Y Component	Free
Suppressed	No

14. A belső nyomás 20 MPa. **Static Structural (A5)**, jobb egérgomb, **Insert, Pressure**. Jelöljük ki a belső körívet. A nyomás a cső falára merőleges, definiáljunk a **Normal To**-val. A **Magnitude** sorba írjuk be az értéket. A külső nyomást is hasonlóképpen állítjuk be.

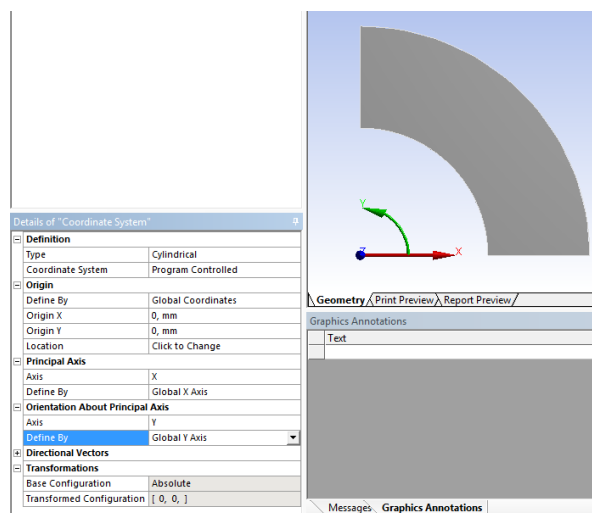
Details of "Pressure"	
<input type="checkbox"/> Scope	
Scoping Method	Geometry Selection
Geometry	1 Edge
<input type="checkbox"/> Definition	
Type	Pressure
Define By	Normal To
<input type="checkbox"/> Magnitude	20, MPa (ramped)
Suppressed	No

Details of "Pressure 2"	
<input type="checkbox"/> Scope	
Scoping Method	Geometry Selection
Geometry	1 Edge
<input type="checkbox"/> Definition	
Type	Pressure
Define By	Normal To
<input type="checkbox"/> Magnitude	0,1 MPa (ramped)
Suppressed	No

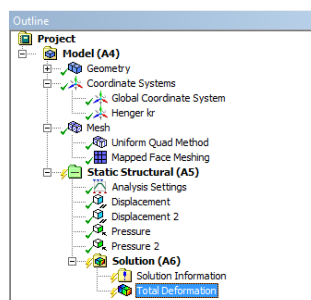
15. A számításhoz és az eredmények lekérdezéséhez hozzunk létre egy henger koordináta-rendszert. A modellfán **Model (A4)**, **Coordinate System**, jobb egérgomb **Insert, Coordinate System**.

Válasszuk ki a táblázatban a koordináta-rendszer típusát: **Cylindrical**. A globális koordináta-rendszer szerint definiáljuk az illusztrációban látható beállítások szerint.

A projektfán nevezzük át az új **Coordinate System**-et **Henger kr-re**. Kijelöljük, jobb egérgomb és **Rename**.



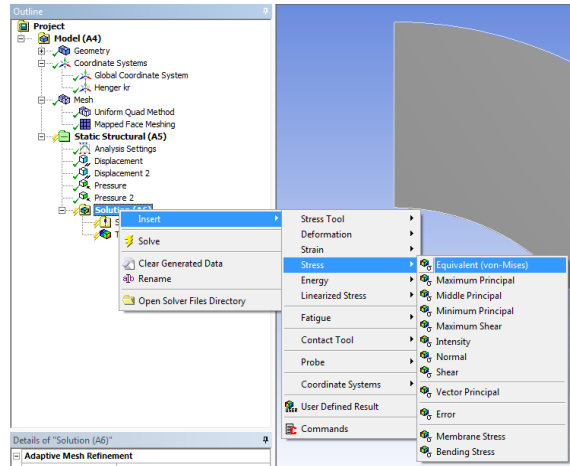
16. Ki szeretnénk számolni a teljes deformációt. A projektfán **Solution (A6)**, jobb egér, **Insert, Deformation, Total**.



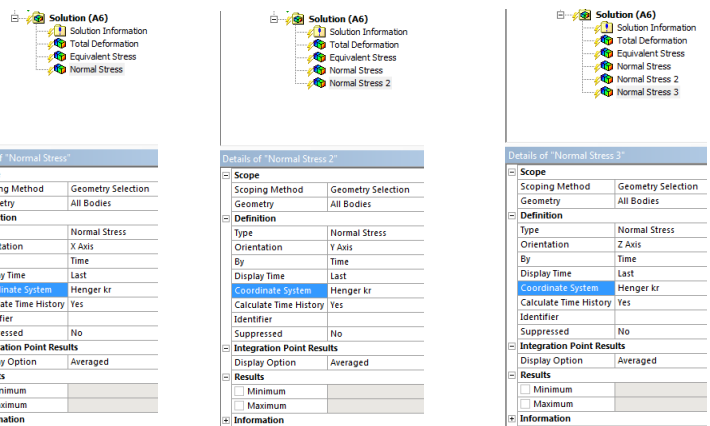
Lépések

17. Állítsuk be, hogy a Mises redukált feszültséget szeretnénk megnézni.

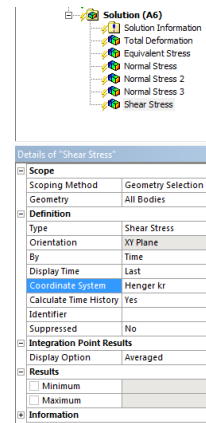
Illusztrációk



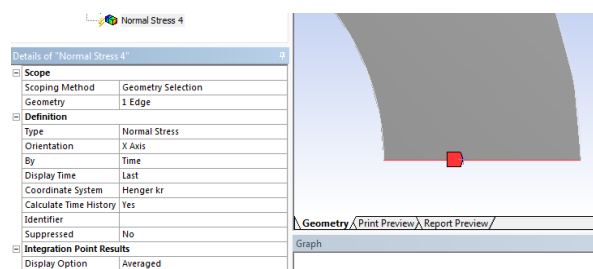
18. Számoljunk sugárirányú σ_R , érintő irányú σ_φ és axiális rúdirányú σ_z normálfeszültséget: **Solution (A6), Insert, Stress, Normal**. Az illusztrációban az 1. kép a σ_R , a 2. a σ_φ , a 3. kép a σ_z beállítását mutatja. Koordináta-rendszernek mindhárom esetben a **Henger kr**-t válasszuk.



19. A $\tau_{R\varphi}$ csúsztató feszültségnél az alábbiak szerint induljunk: **Solution (A6), Insert, Stress, Shear**.



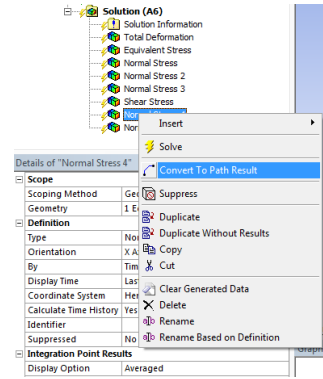
20. Ábrázoljuk a σ_R és a σ_φ feszültséget diagramon sugár irányban, a cső vastagságának mentén. Nézzük a σ_R -et. Kezdjük úgy, mint 2 lépéssel előbb. Geometriának csak az alsó élt válasszuk ki (**1 Edge**), a beállításokat az illusztrációban látjuk. σ_φ -nél az **Orientation Y Axis** lesz a henger koordináta-rendszerben.



Lépések

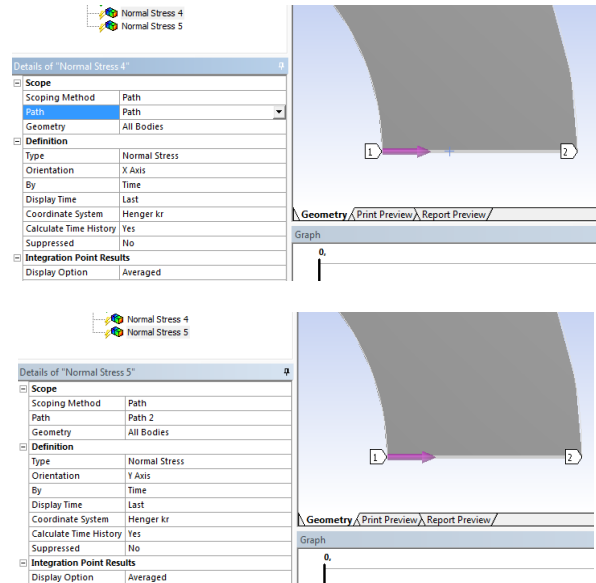
21. A beállított **Normal Stress 4**-et és **5**-öt konvertáljuk át, hogy a kiválasztott él mentén mutassa az eredményt. Kijelöljük a modellfán az adott sort, jobb egérgomb és **Convert To Path Result**.

Illusztrációk



22. Konvertálás után azt a vonalat mutatja, aminek függvényében ábrázolni szeretnénk a feszültségeket.

Miután lefutott a számítás, a két diagramot a **Graph** nevű ablakban láthatjuk az adott eredményre kattintva.



23. Indítsuk el a számítást a modellfán: **Static Structural (A5)**, jobb egérgomb és **Solve** vagy a **Solve** ikon alatt a **My Computer**-rel.

Eredmény: **Total Deformation**

