

Végeselem analízis 3. gyakorlat  
(kidolgozta: Aczél Ákos egyetemi tanársegéd, Bojtár Gergely egyetemi tanársegéd)

Feladat: Általánosított síkfeszültségi állapot (gyorsan forgó tárcsa)

**Adott**

A szerkezet geometriai méretei:

$$D = 400 \text{ mm}$$

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

$$R = 125 \text{ mm}$$

$$\nu = 5 \text{ mm}$$

Az anyag:

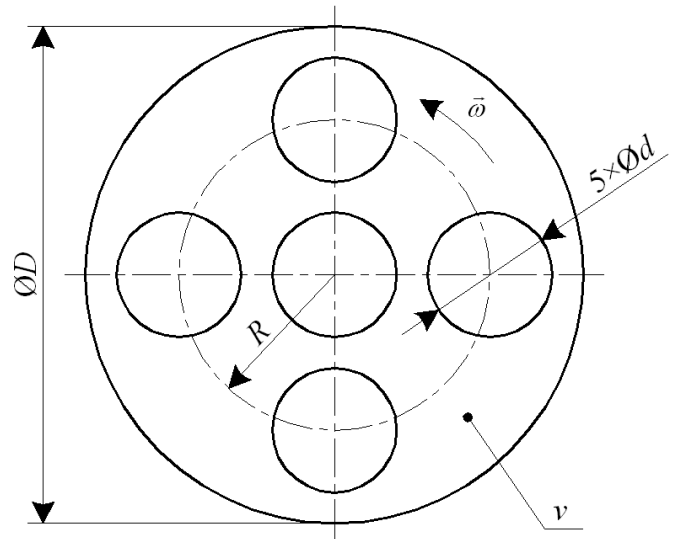
$$E = 2,1 \cdot 10^5 \text{ MPa}$$

$$\nu = 0,3$$

$$\rho = 7800 \text{ kg/m}^3$$

A tárcsa  $n = 1440$  1/min fordulatszámmal forog úgy, hogy a középső furat peremén van megfogva.

A terhelés a forgás miatt fellépő tehetetlenségi erőkől származik.



**Feladat**

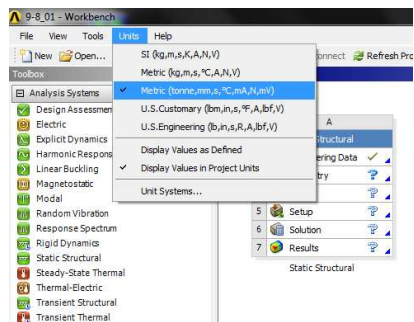
- A tárcsa elmozdulás mezeje és alakváltozása,
- a tárcsa egyes pontjaiban ébredő feszültségek  $(\sigma_R, \sigma_\varphi, \tau_{R\varphi}, \sigma_{red})$ .

## Lépések

Indítsuk el az **ANSYS Workbench 14.0-t**.  
Húzzuk át az egérrel a **Static Structural** modult.

Állítsuk be a mértékegységet.

## Illusztrációk



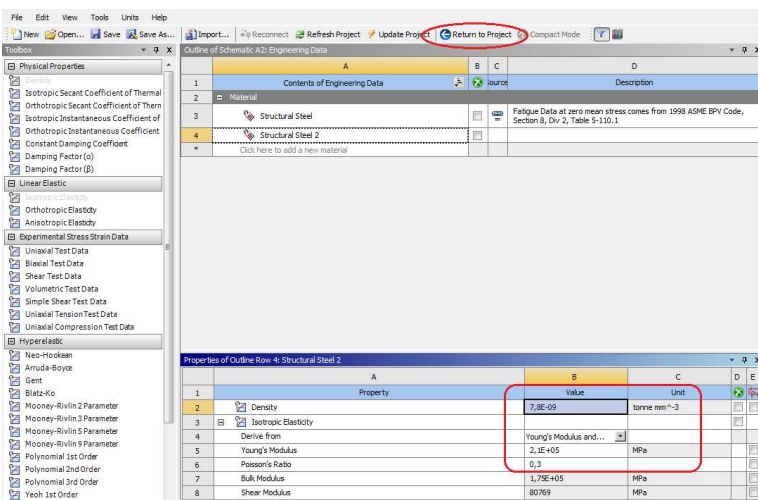
Az **Engineering Data**-re dupla kattintás, majd a **Structural Steel** alatt **Click here too add a new material**. Nevezzük el az új anyagot **Structural Steel 2**-nek.

A baloldali listán a **Linear Elastic**-ből az **Isotropic Elasticity** változatot húzzuk rá a **Structural Steel 2** névre.

Az alul megjelenő táblázatba írjuk be a rugalmassági modulust és a Poisson-tényezőt. Ezután a **Physical Properties**-ből húzzuk át a **Density**-t a **Structural Steel 2**-re. A sűrűséget  $t/mm^3$ -ben kell beírni.

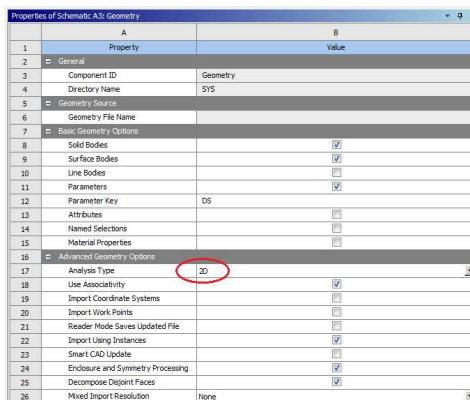
$$\rho = 7800 \text{ kg/m}^3 = 7,8 \text{ t/m}^3 = 7,8 \cdot 10^{-9} \text{ t/mm}^3$$

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

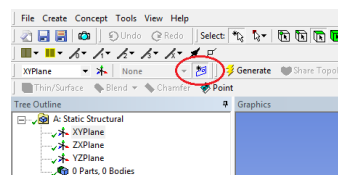


A tárcsa vastagsága jóval kisebb, mint a külső átmérője, és csak a saját síkjában terheljük meg, ezért általánosított síkfeszültségi állapotban modellezzük.

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



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



## Lépések

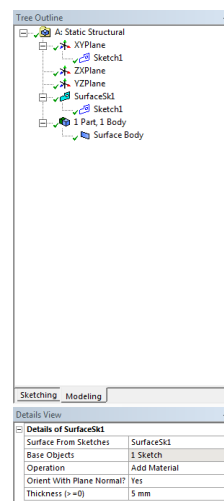
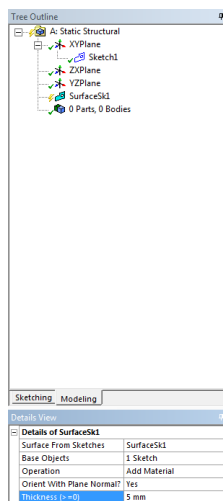
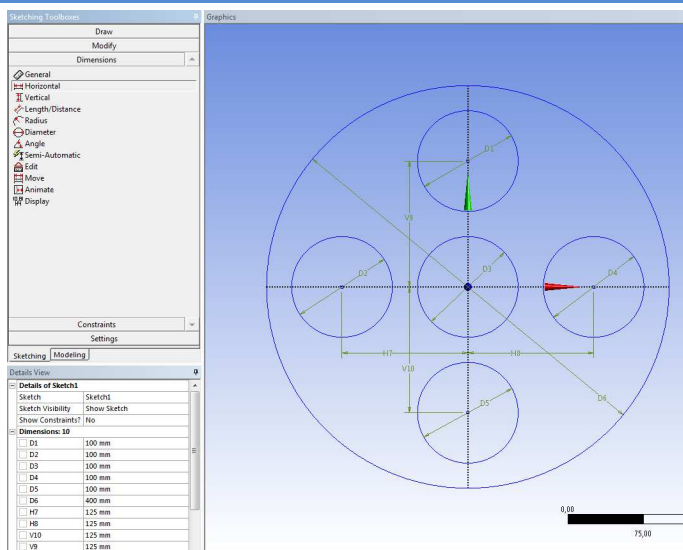
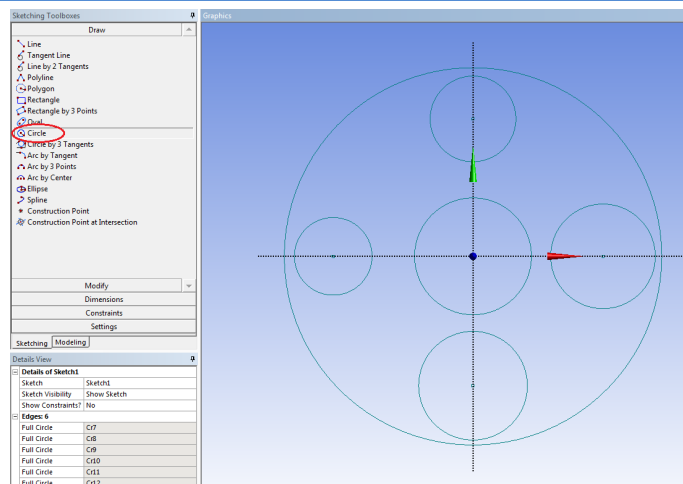
A **Sketching** fül alatt, a **Draw** eszköztárban a **Circle** paranccsal rajzoljuk meg a 6 db kört. Ha egy kör középpontja nincs rajta az adott tengelyen, illetve nincs az origóban, akkor a **Constraints** eszköztárban a **Coincident** paranccsal áthelyezhetjük a pontokat.

**Dimensions** eszköztárban vegyük fel a 6 db kör átmérőjét a **Diameter**-rel. A középpontok és a tengelyek távolságát a **Horizontal** és a **Vertical** paranccsal méretezzük. A méretek pontos értékét a bal alsó táblázatba írjuk be.

Lépünk át a **Modeling** fülre. Készítsünk felületet a skiccből. A felső menüsorban **Concept** olól válasszuk ki a **Surfaces From Sketches**-t. Bázis objektumnak válasszuk ki a **Sketch1**-et. A táblázat utolsó sorába írjuk be a lemez vastagságát (**Thickness**): 5 mm. Mindezek után **Generate**, amivel elkészült a lemez, mint **Surface Body**.

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

## Illusztrációk



## Lépések

A geometria elkezdése előtt megadtuk, hogy az analízis típusa 2D-s lesz. Itt beállítjuk, hogy síkfeszültségi állapotról van szó. Kattintsunk a projektfában a **Geometry**-re. Alul a **Definition / 2D Behavior** legyen **Plane Stress**.

Állítsuk be, hogy a tárcsa anyaga a **Structural Steel 2**. A modellfán jelöljük ki a **Surface Body**-t, és lent a táblázatban a **Material / Assignment**-nél válasszuk ki az általunk megadott anyagot.

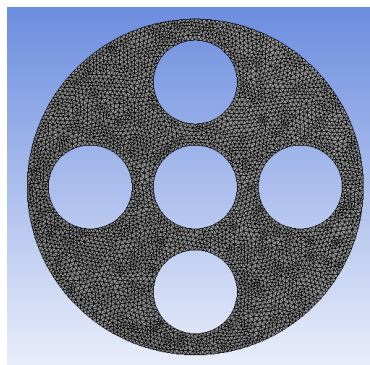
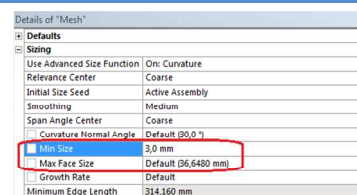
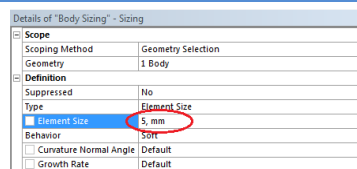
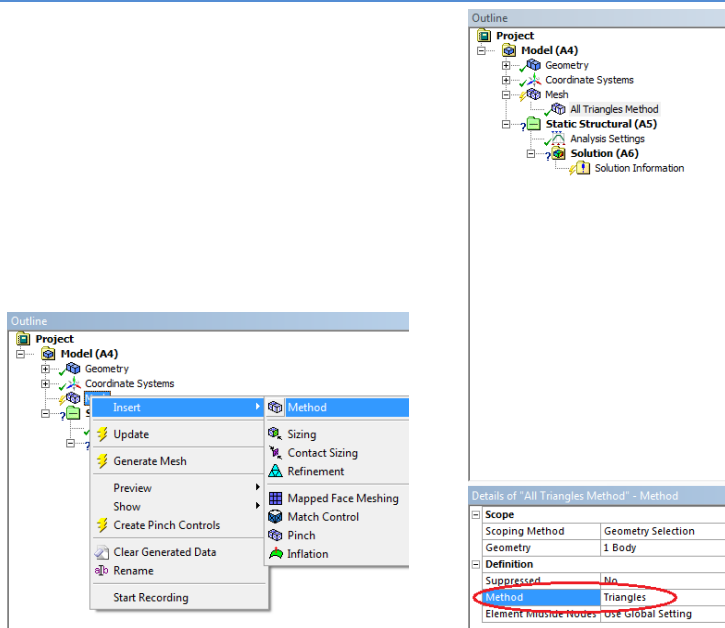
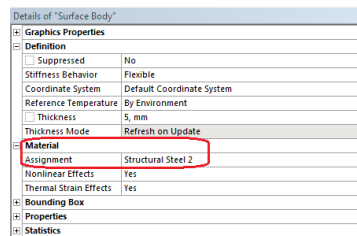
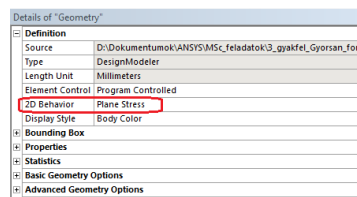
A lemezt másodfokú, 6 csomópontú, háromszög alakú elemekkel osztjuk fel. Adjuk meg, hogy háromszög elemekkel szeretnénk hálózni. A modellfán a **Mesh**-re kattintva jobb egérgomb, **Insert, Method**. Jelöljük ki geometriának a testet, majd állítsuk be a **Method** sorában, hogy **Triangles**. Alapértelmezetten 6 csomópontos háromszög elemekkel hálózza a program. A **Method** alatt az **Element Midside Nodes**-ot vagy **Use Global Setting**-re vagy **Kept**-re tegyük.

A **Mesh**-t kijelölve, jobb egérgomb, **Insert, Sizing**-gal állítsuk be az elemméretet 5 mm-re. A geometria itt is a teljes felület.

A **Mesh**-re kattintva alul nézzük meg a **Details of „Mesh”** táblázatot. Látjuk, a **Sizing**-ben, hogy a **Min Size** alapértelmezetten nagyobb, mint az előbb megadott 5 mm. Ezt írjuk át 3 mm-re.

Ezután kiadjuk a **Mesh, Generate Mesh** parancsot, ami elvégzi a hálózást. A bal alsó táblázatban a **Statistics**-ot lenyitva látjuk, hogy kb. 8000 elem és 16000-17000 csomópont van a modellben.

## Illusztrációk



## Lépések

A tárcsát a középső furat peremén fogjuk meg. 2D-s feladatról van szó,  $x$  és  $y$  irányban kell megfogni:

**Static Structural (A5)**, jobb egérgomb, **Insert, Displacement**. Geometriának jelöljük ki a belső furatot, és végezzük el az illusztrációban látható beállításokat.

Adjuk meg, hogy a tárcsa  $n = 1440$  1/min fordulatszámmal forog. Ezt a szögsebesség vektor komponenseivel definiáljuk rad/s mértékegységben.

$$n = 1440 \text{ f/min} = 24 \text{ f/s}$$

$$\omega = 2 \cdot \pi \cdot n = 2 \cdot \pi \cdot 24 = 150,796 \text{ rad/s}$$

$$\vec{\omega} = (150,796 \vec{e}_z) \text{ rad/s}$$

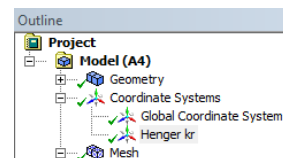
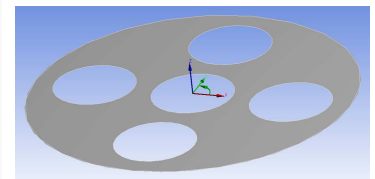
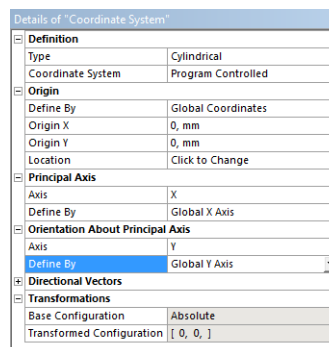
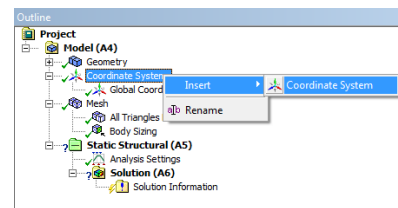
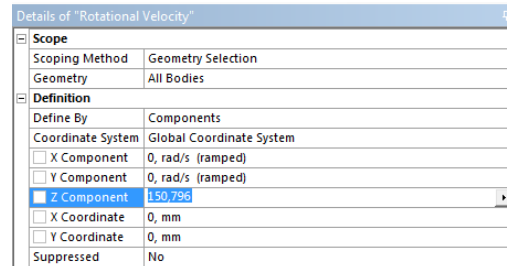
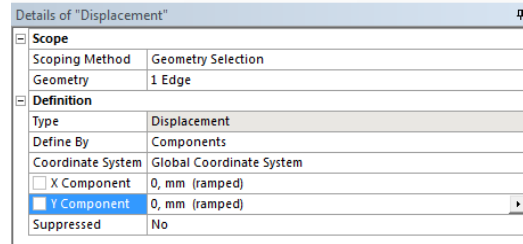
**Static Structural (A5)**, jobb egérgomb, **Insert, Rotational Velocity**. Állítsuk be az illusztráció szerint a paramétereket. A forgás középpontja az origó.

Hozzunk létre egy hengerkoordináta-rendszert, melynek az origója a globális koordináta-rendszer origója lesz. Az eredményeket majd eszerint fogjuk lekérdezni. A modellfán kattintsunk a **Coordinate System**-re, jobb egérgomb, majd **Insert, Coordinate System**.

Alul végezzük el az illusztrációban lévő beállításokat. Ha megtettük ezeket, létrejön a képen látható koordináta-rendszer, melynek elsődleges  $R$  tengelye megegyezik az  $x$  tengellyel, a másodlagos  $\varphi$  koordináta az  $R$  tengelyhez mért szög. A  $z$  tengely ugyanaz.

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

## Illusztrációk

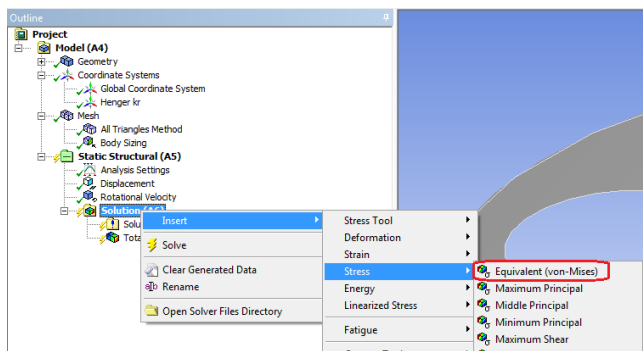


## Lépések

Állítsuk be, hogy miket szeretnénk kiszámolni. Nézzük meg a teljes elmozdulás mezőt:  
**Solution (A6), Insert, Deformation, Total.**

Négyféle feszültséget szeretnénk megnézni. A Mises-féle redukált feszültséget az illusztráció szerint adjuk meg.

## Illusztrációk



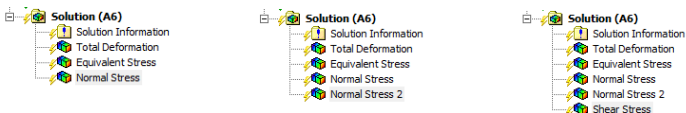
Számoljunk sugárirányú  $\sigma_R$ , érintő irányú  $\sigma_\varphi$  normálfeszültséget és  $\tau_{R\varphi}$  csúsztató-feszültséget. Normálfeszültségeknél az alábbiak szerint induljunk:

**Solution (A6), Insert, Stress, Normal.**

Csúsztató-feszültségnél a **Shear**-t választjuk a végén.

Az illusztrációban az 1. kép a  $\sigma_R$ , a 2. a  $\sigma_\varphi$ , a 3. kép a  $\tau_{R\varphi}$  beállítását mutatja.

A koordináta-rendszernek mindhárom esetben a **Henger kr**-t választjuk.



Details of "Normal Stress"	
<b>Scope</b>	
Scoping Method	Geometry Selection
Geometry	All Bodies
<b>Definition</b>	
Type	Normal Stress
Orientation	X Axis
By	Time
Display Time	Last
Coordinate System	Henger kr
Calculate Time History	Yes
Identifier	

Details of "Normal Stress 2"	
<b>Scope</b>	
Scoping Method	Geometry Selection
Geometry	All Bodies
<b>Definition</b>	
Type	Normal Stress
Orientation	Y Axis
By	Time
Display Time	Last
Coordinate System	Henger kr
Calculate Time History	Yes
Identifier	

Details of "Shear Stress"	
<b>Scope</b>	
Scoping Method	Geometry Selection
Geometry	All Bodies
<b>Definition</b>	
Type	Shear Stress
Orientation	XY Plane
By	Time
Display Time	Last
Coordinate System	Henger kr
Calculate Time History	Yes
Identifier	

Indítsuk el a számítást a modellfán **Static Structural (A5)**-öt kijelölve, majd jobb egér és **Solve**, vagy a **Solve** ikon alatt a **My Computer**-rel.