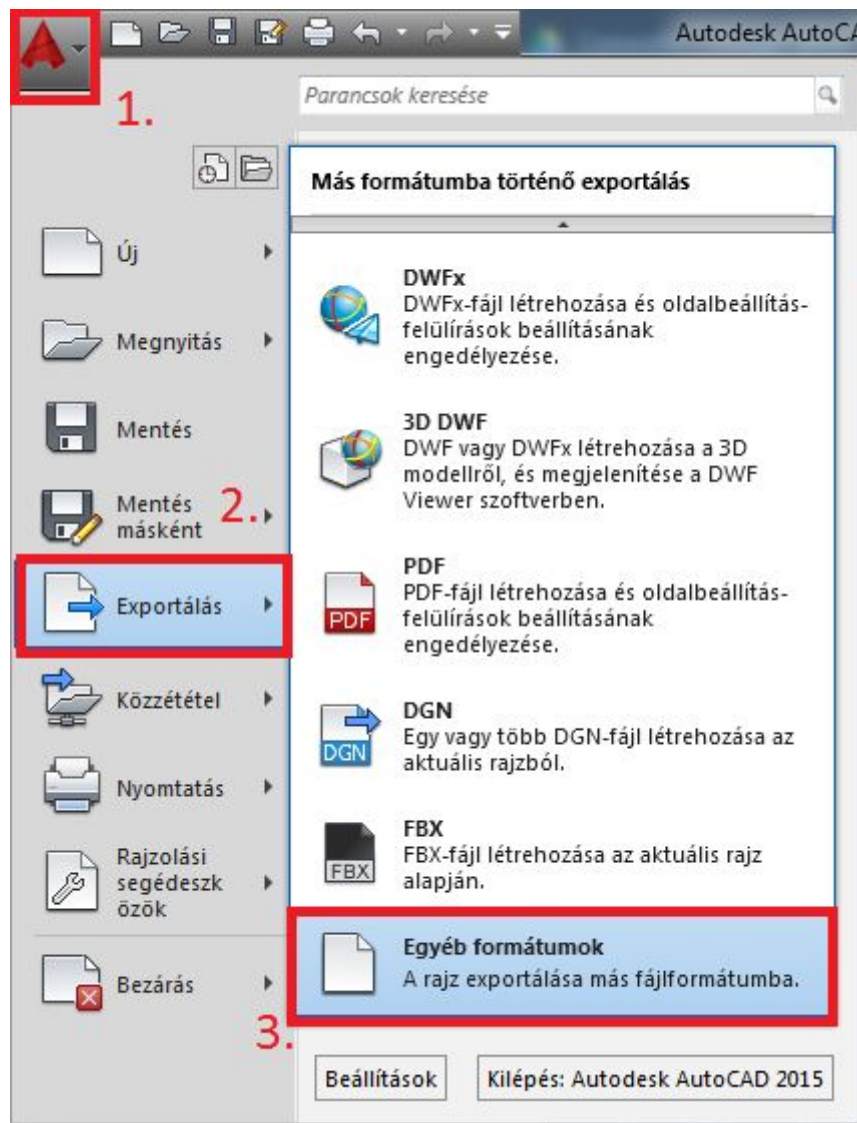


Comsol 4.4 strukturális analízis bemutatása AutoCAD modell segítségével

A példa bemutatja egy már létező AutoCAD-ben létrehozott objektum betöltését a Comsol Multiphysics programba. A példa a fogaskerékben ébredő feszültséget és ható terhelést számítja ki majd vizualizálja.

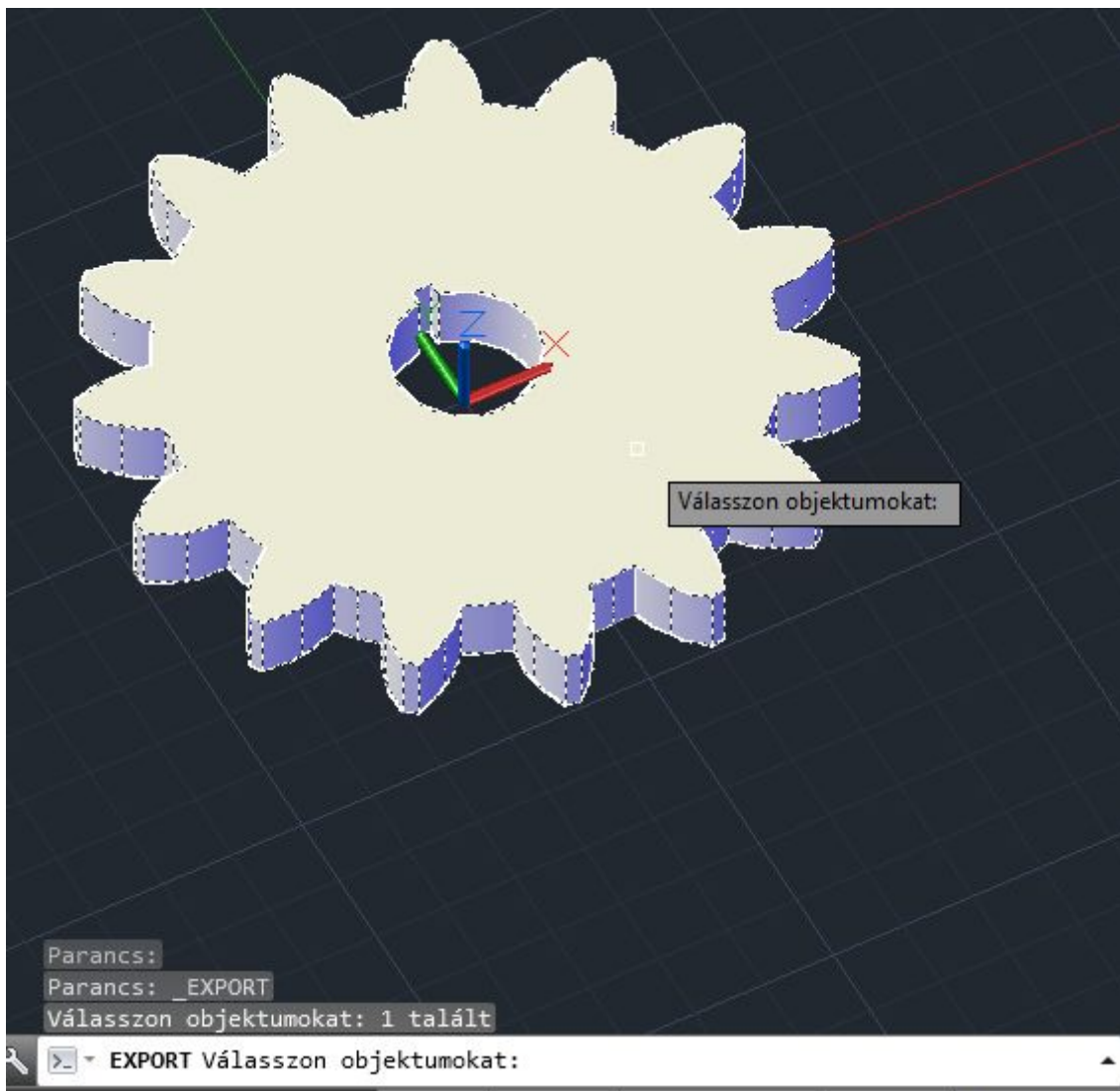
Exportálás AutoCAD-ből

Válasszuk a **File** → **Exportálás** → **Egyéb formátumok** menüpontot, majd a mentés ablakban IGES formátumba mentsünk.

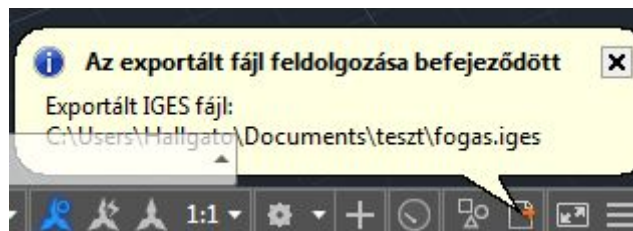


Fájlnev:	fogas.iges	Mentés
Fájl típus:	IGES (*.iges)	Mégse

A mentés gombra kattintva az ablak bezáródik, **de még nem mentettünk el semmit!** Válasszuk ki a menteni kívánt alakzatokat, ami jelen esetben a fogaskerék, majd üssünk enter-t. Ekkor az AutoCAD jelzi, hogy a mentési művelet a háttérben fog zajlani.



Amikor elkészült az exportálás egy üzenet fogad a jobb alsó sarokban.

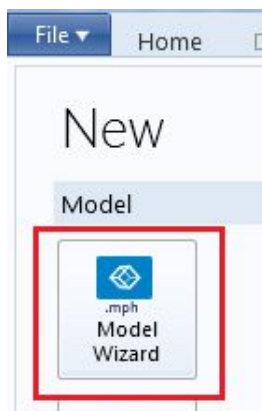


A kiexportált fájlt fogjuk beolvasni a Comsol-ban.

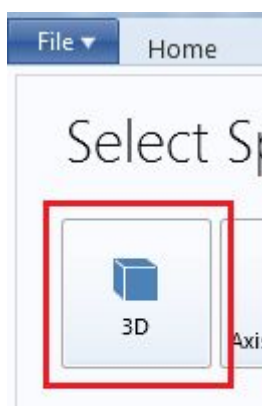
Importálás Comsol-ba

Indítsuk el a COMSOL Multiphysics 4.4 programot.

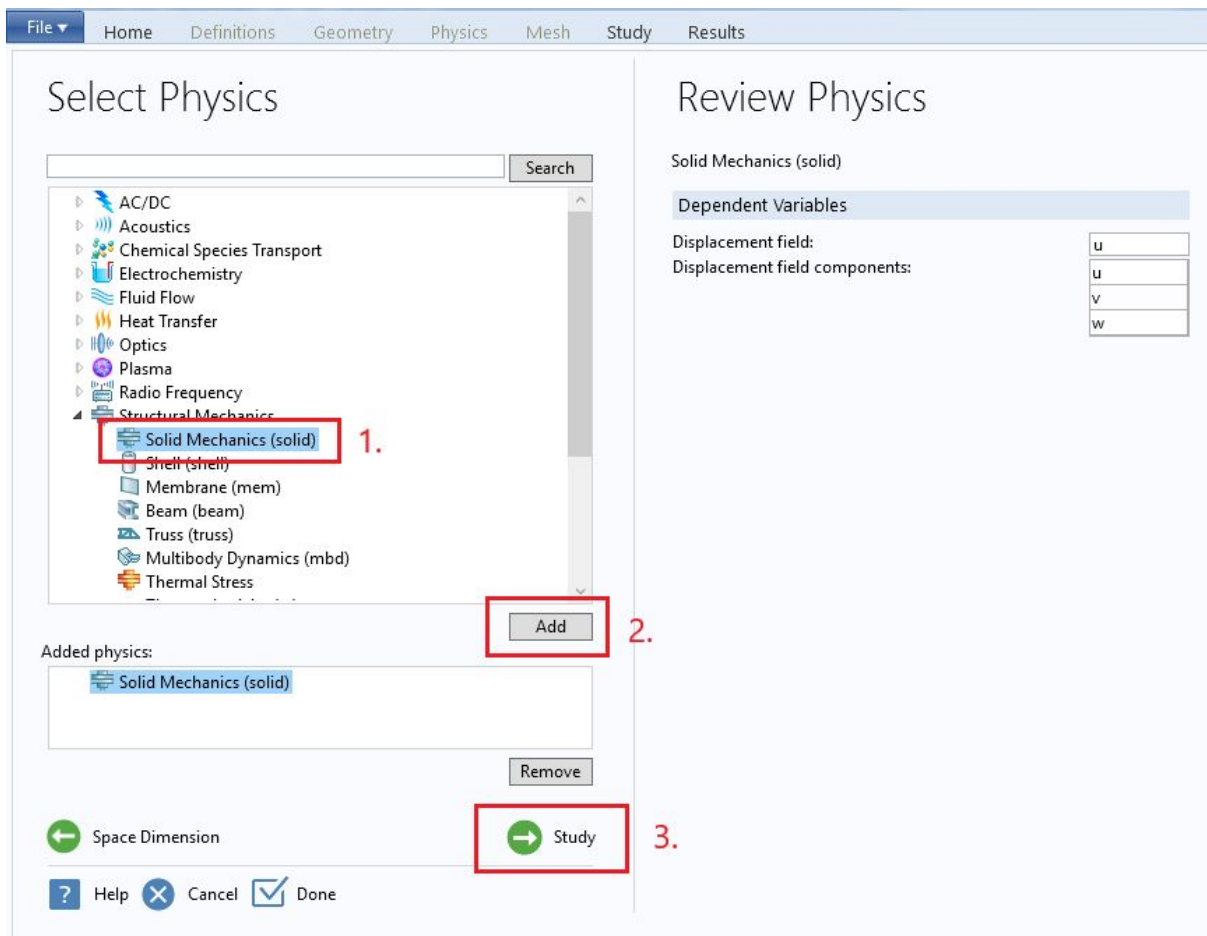
A legegyszerűbb módja a korábban létrehozott fogaskerék modell betöltésének az ún. "Model Wizard" használata.



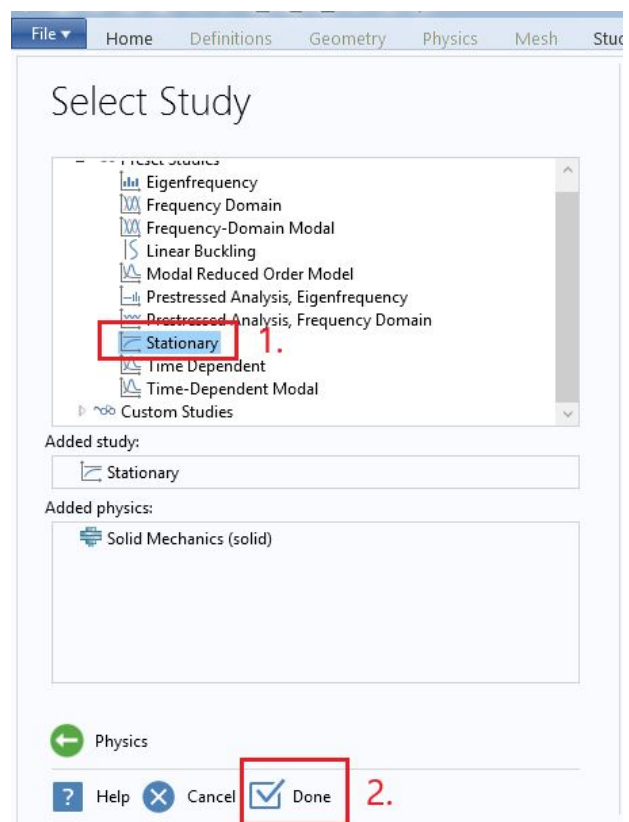
A következő lépés a dimenzió fokszámának megadása, jelen esetben ez 3. Tehát a három dimenziós modell kerüljön kiválasztásra.



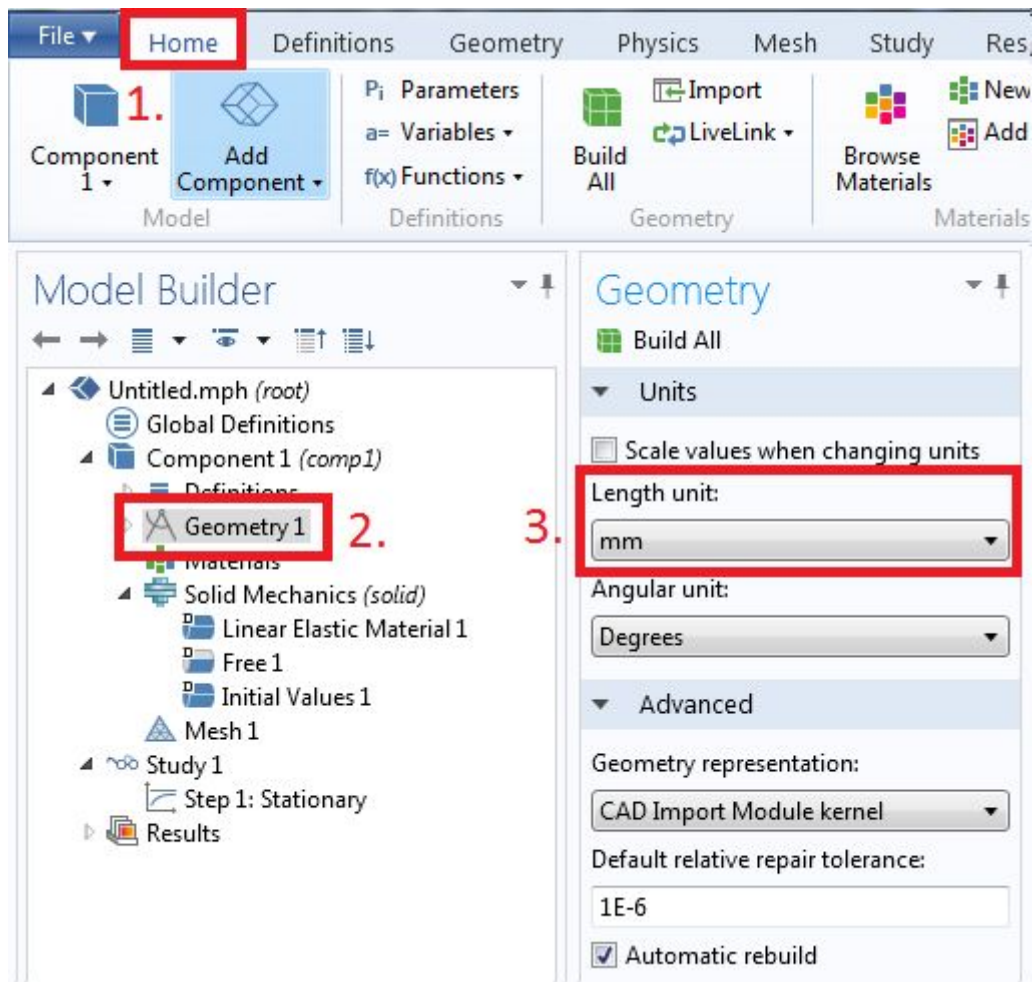
Amint a dimenziók száma kiválasztásra került a programnak szükséges megadni, hogy milyen fizikát szeretnénk alkalmazni. Jelen esetben a "Solid Mechanics" opció kerüljön kiválasztásra. Az "Add" gombbal lehet az aktuális projekthez a használni kívánt fizikát hozzáadni. A kiválasztás végeztével a "Study" nyomógombra kell kattintani.



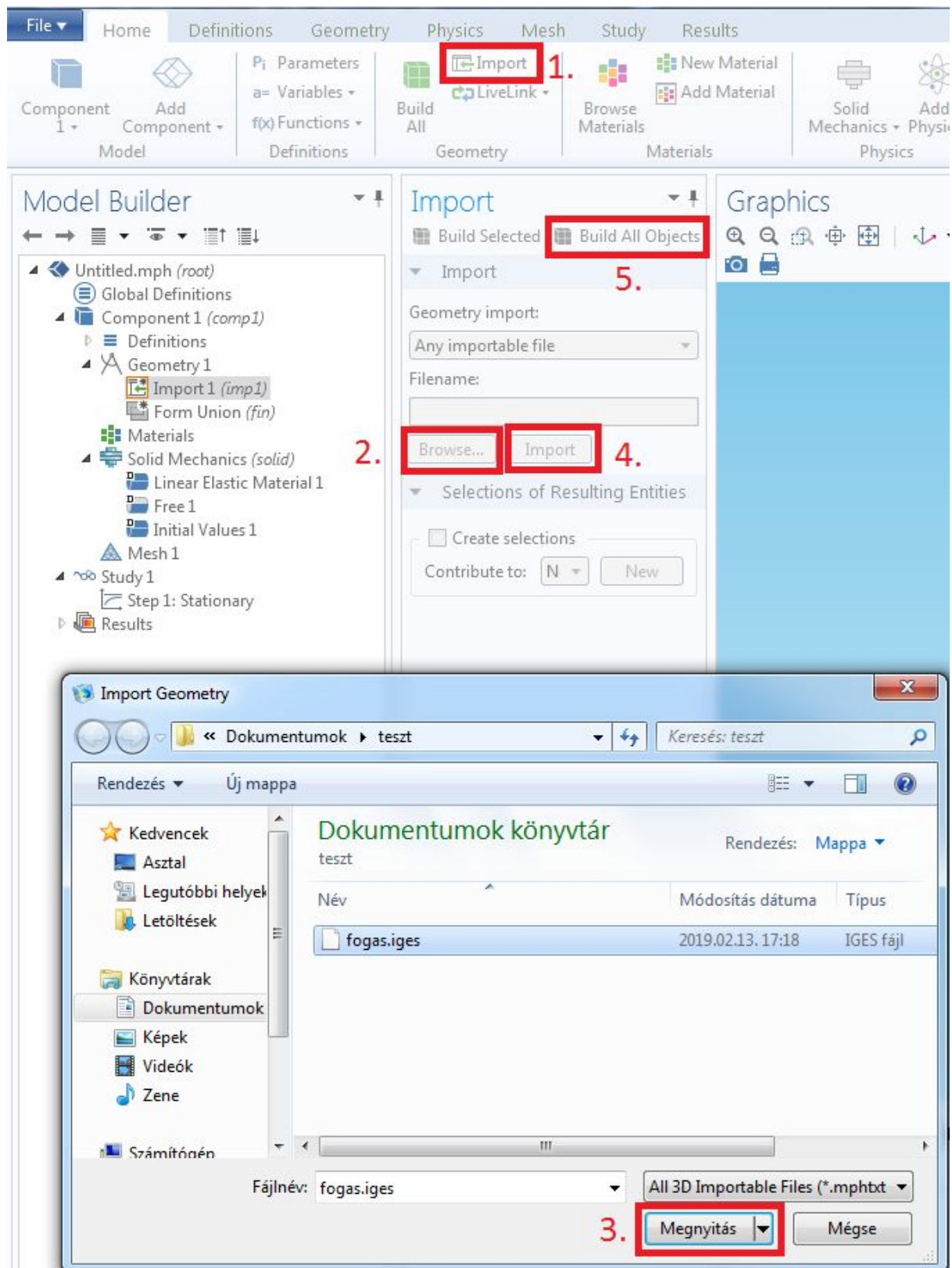
A használni kívánt fizika kiválasztása után meg kell adni a programnak, hogy milyen vizsgálatot szeretnénk végezni. Ebben a példában stacionárius vizsgálatot végzünk, amely annyit takar, hogy a felvenni kívánt változók időben állandóak. Szilárd mechanikában a fellépő feszültségeket, igénybevételeket és deformációkat lehet megvizsgálni statikus egyensúlyi állapotban.



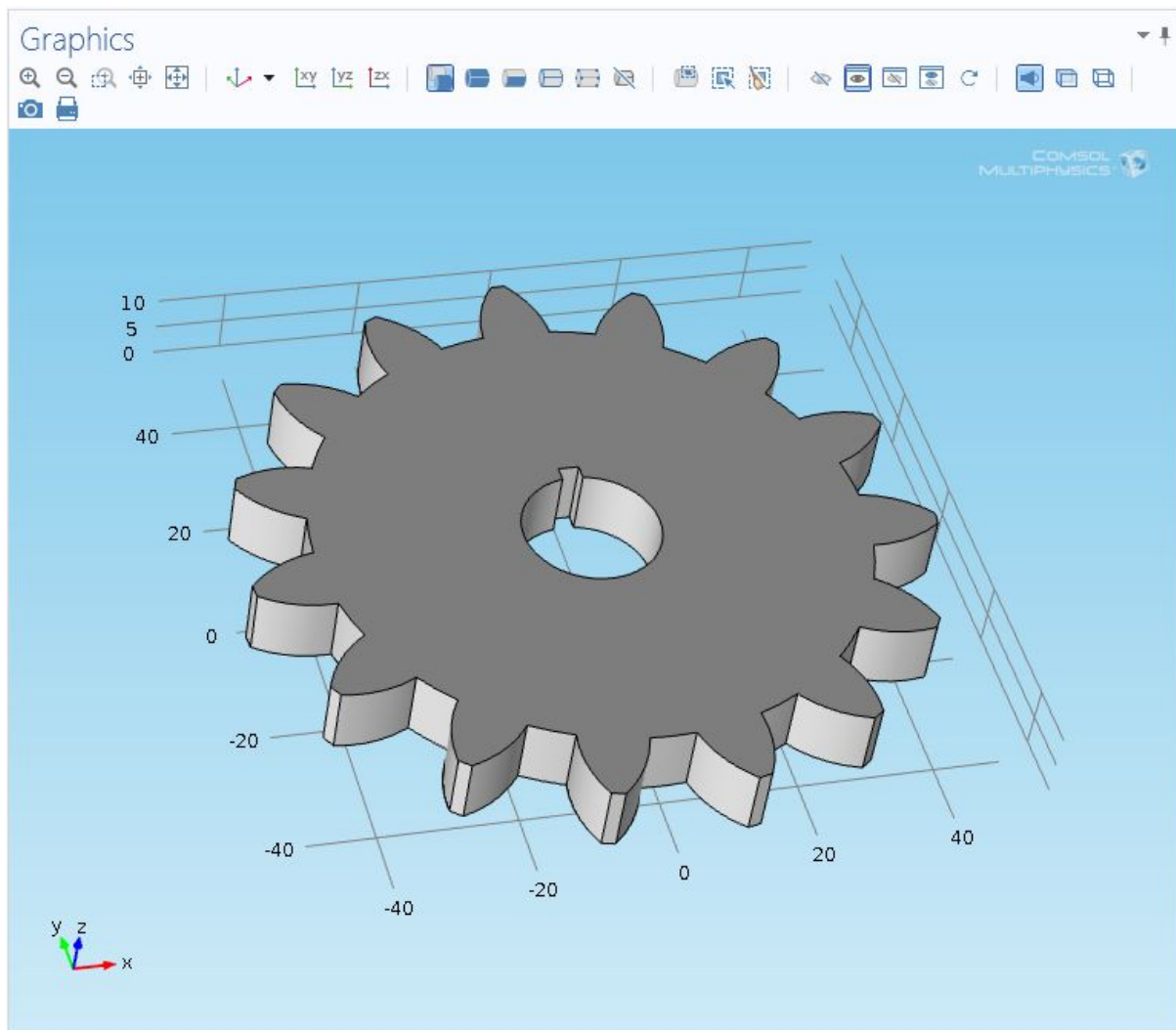
A projekt létrehozása után célszerű beállítani a használni kívánt mértékegységeket.



Importáljuk be a korábban elkészített fogaskerekünket.

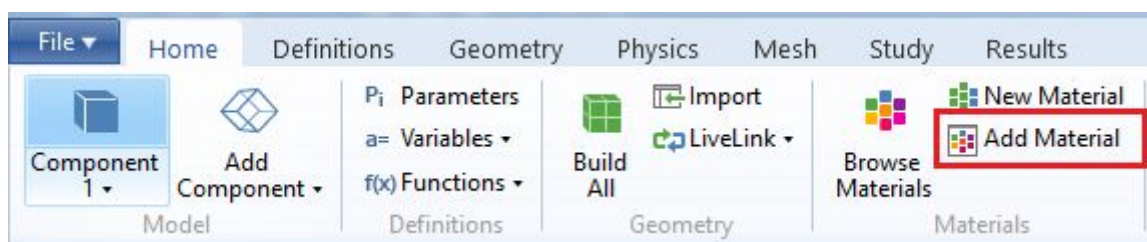


Az importálás után ehhez hasonló eredményt kell látnunk:

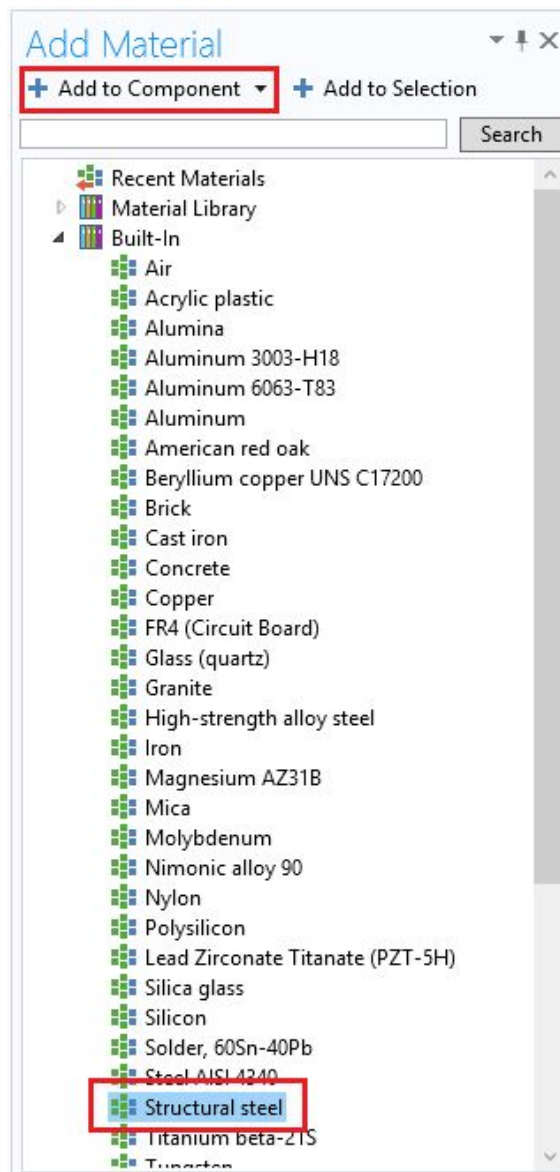


Anyag hozzáadása a modellhez

A Comsol program tartalmaz számos beépített anyagtípust, amelyet hozzá lehet rendelni a beimportált modellhez. Az "Add Material" menüpontra kattintva tehetjük ezt meg.



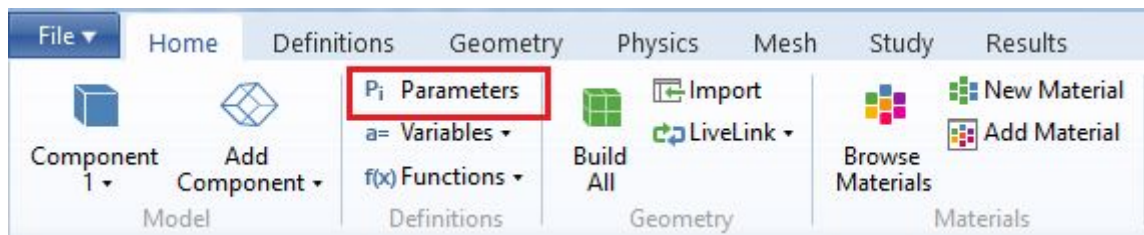
Az "Add Material" ablakban a "Built-In" pontot lenyitva találjuk meg a szerkezeti acélt, amely angol elnevezése a "Structural Steel". Az "Add to Component" menüpontra kattintva adható hozzá a modellhez.



Paraméter felvétele

A COMSOL Multiphysics program a fizikai modellezés során számos paraméterrel találkozhatunk, amelyek lehetnek beépített paraméterek vagy a felhasználó által megadottak. Ahhoz, hogy az igénybevételt meg lehessen határozni a csavarkulcsra ható kinetikai erőt meg kell adni. Legyen ez az erő 150 N, amely 15 kg-nak felel meg.

A "Parameters" menüpontra kattintva jön elő a "Parameters" ablak, amely első sorába vegyük fel az "F" nevű erőt, a kifejezés mezőbe pedig a "150 [N]" szöveget írjuk, amelyből a program tudni fogja, hogy a paraméter értéke 150, mértékegysége pedig [N], mint Newton.



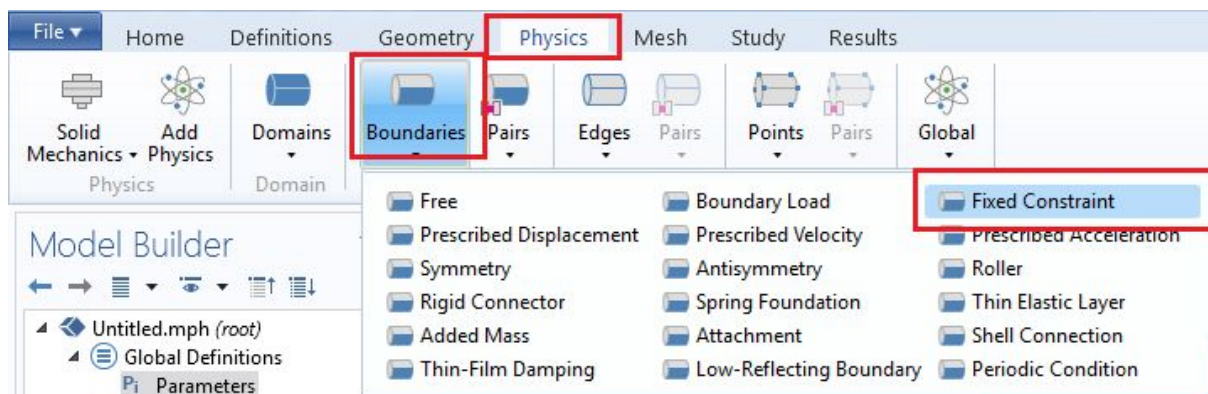
Parameters

Name	Expression	Value	Description
F	150[N]	150.00 N	

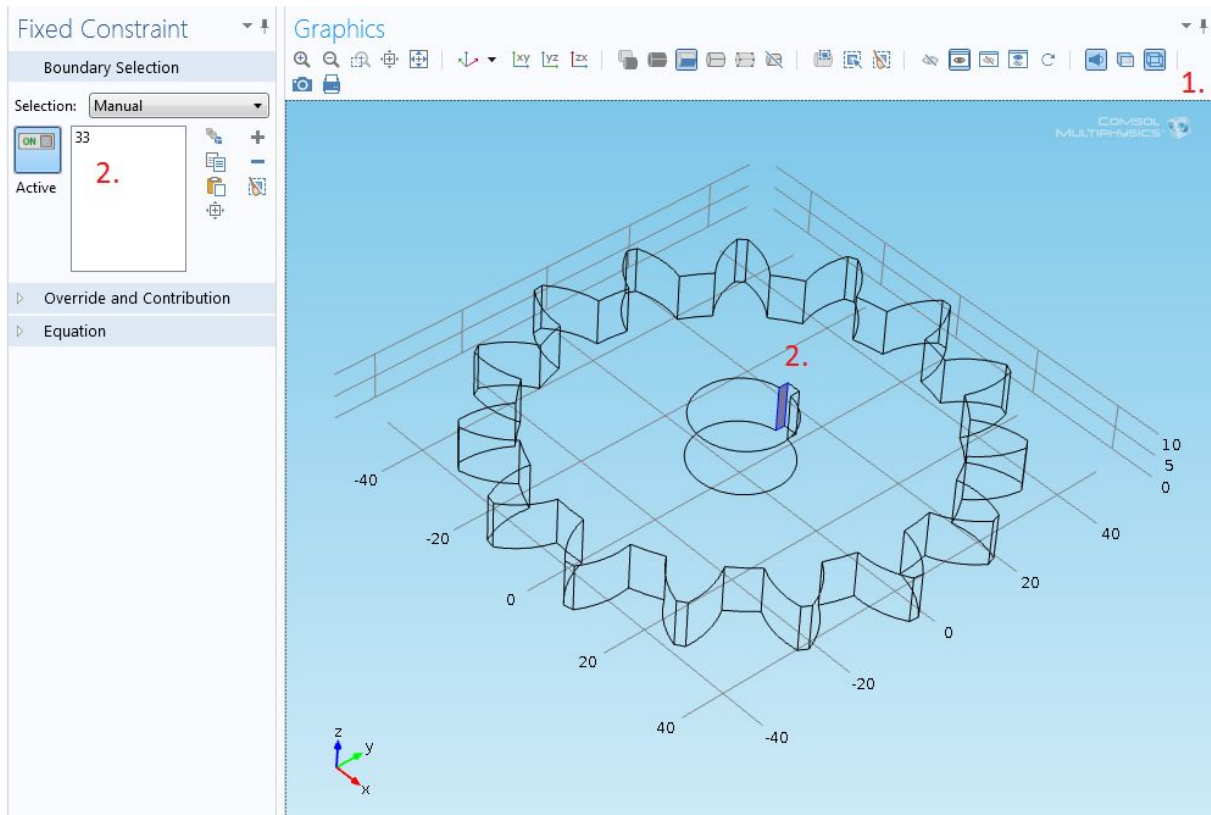
Fogaskerék terheléssel vizsgálata

Szimuláljuk azt a helyzetet, amikor a fogaskereket a tengely hajtja és a kapcsolódó másik fogaskerék 150 N erővel ellenáll ennek a hatásnak. Például egy kútból felhúzott vizesvödör ekkora erővel terheli a hajtókarnál lévő áttételt.

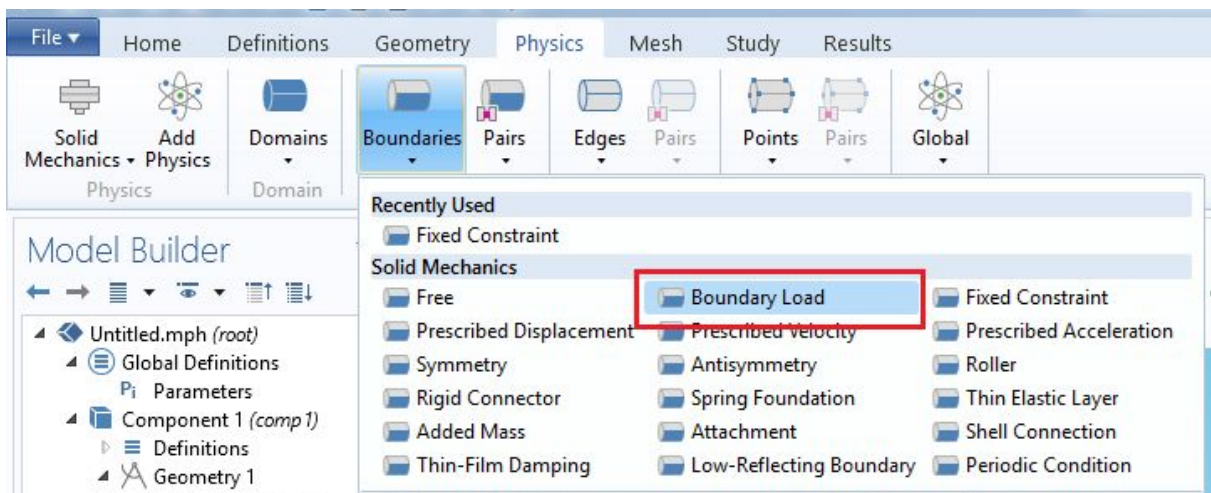
Az igénybevétel számításához szükséges megadni, hogy a fogaskerék melyik pontja van fixen rögzítve, és mely pontja az amelyre az előbbiekben felvitt "F" erő hat. A rögzített pont megadásához a "Physics" fülön lévő "Boundaries" menüpontra kell kattintani, azon belül a "Fixed Constraint"-re.



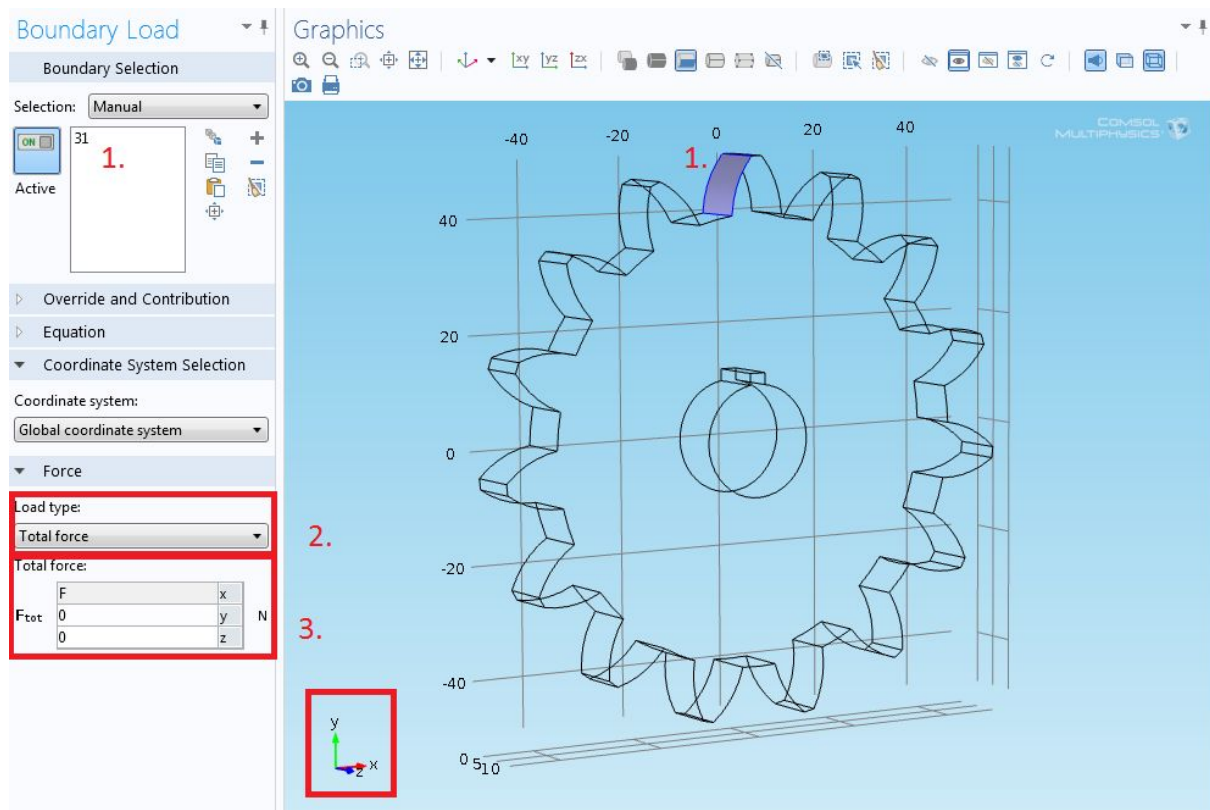
Ekkor a "Fixed Constraint" ablak megnyílik és a grafikai ablakban ki kell választani a fix pontot. Legyen a 33. elem a modell fix rögzítési pontja, amely az alábbi ábrán látható. Ehhez célszerű lehet a nézetet "Wireframe" módba váltani.



A következő lépés, hogy megadjuk a terhelési pontot. Ezt szintén a “Boundaries” menüpontban tehetjük meg, a “Boundary Load” opciót kiválasztva.

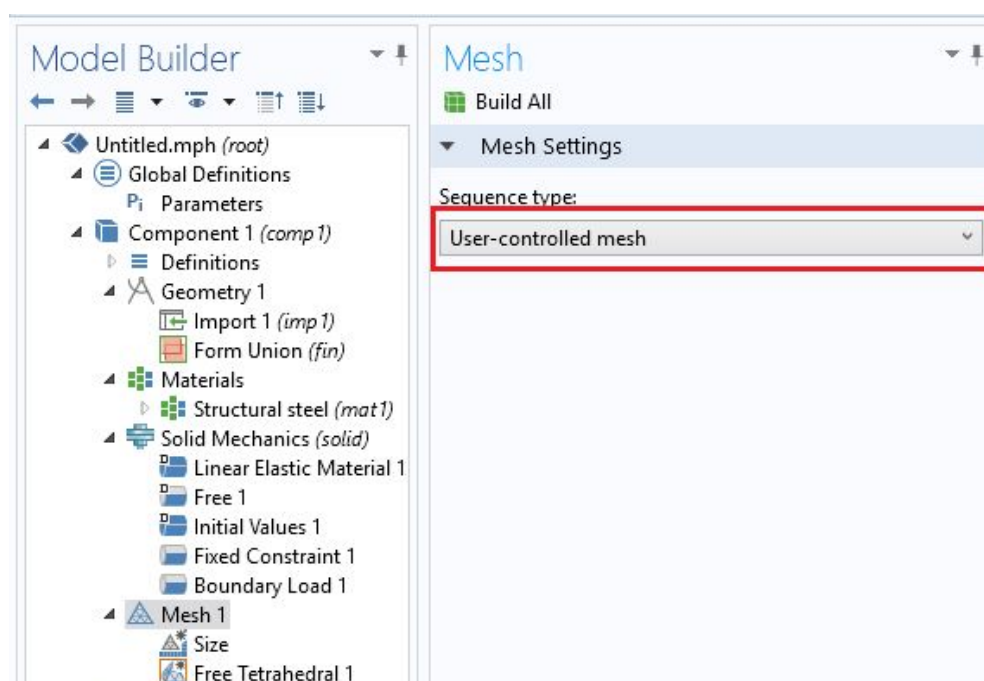


Ekkor a “Boundary Load” ablak nyílik meg, amelyben az előbbiek szerint válasszuk ki a 31. elemet. A terhelés típusát állítsuk “Total force”-ra, és az “x” tengelyre ható erő értékéhez írjunk be “F”-et, mivel a terhelés a fogaskerék fogán pozitív “x” irányban hat.

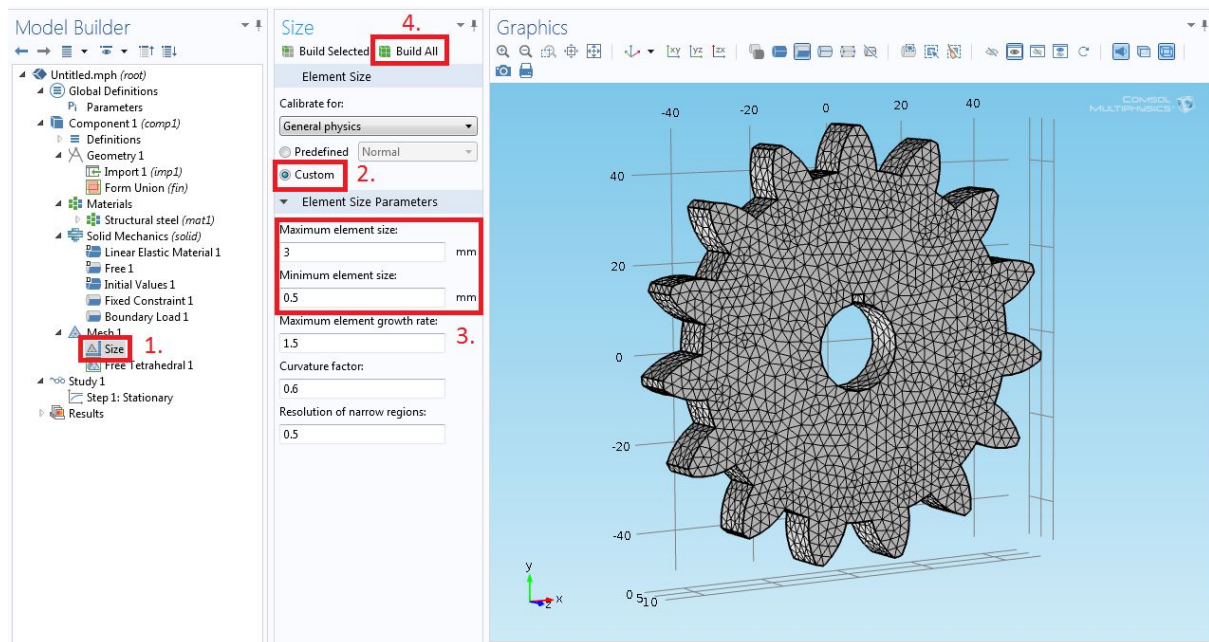


Háló méretének beállítása

A program automatikusan generál egy alapértelmezett méretű hálót (Mesh) az importált modellre, azonban ez nem minden esetben optimális. A "Mesh 1" tulajdonságra kattintva megnyílik a "Mesh" ablak, amelyben a típust állítsuk át "User-controlled mesh"-re.

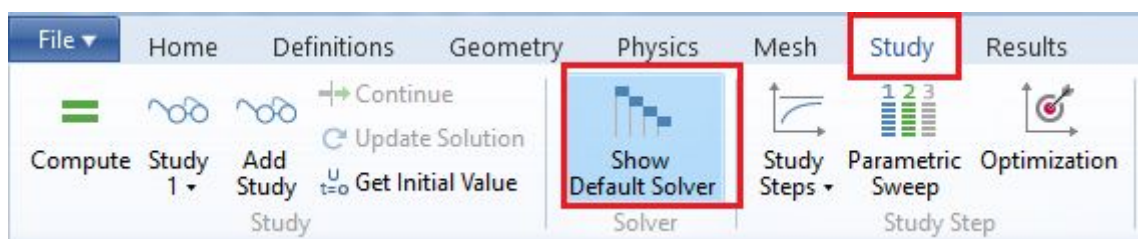


A “Mesh 1\Size” attribútumra kattintva a “Size” ablakban az “Element Size” beállításánál a “Custom” gombot válasszuk ki, majd a maximális méretet írjuk át 3-ra és a minimális méretet írjuk át 0.5-re. A “Build All” gombra kattintva érvényesítsük a változtatásokat. Az alábbi eredményt kell kapnunk:

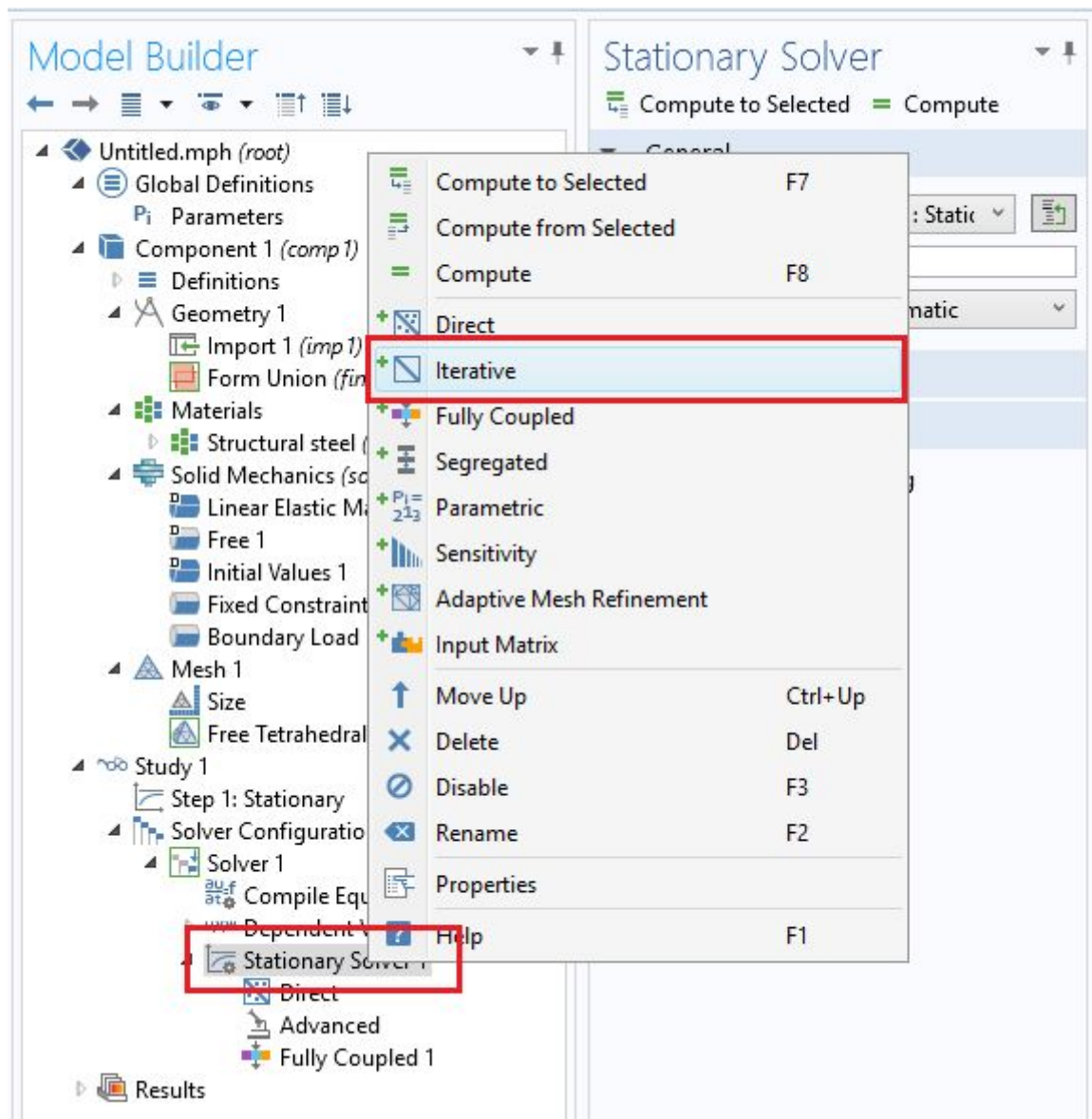


Solver beállítása

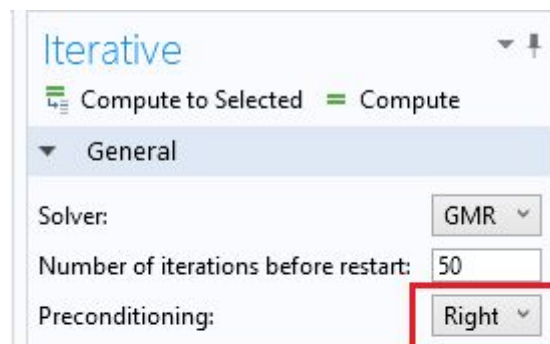
A véges elemű analízis elvégzéséhez a megoldó algoritmust be kell állítani, amelyet a “Study” fül “Show Default Solver” menüponton keresztül érünk el.



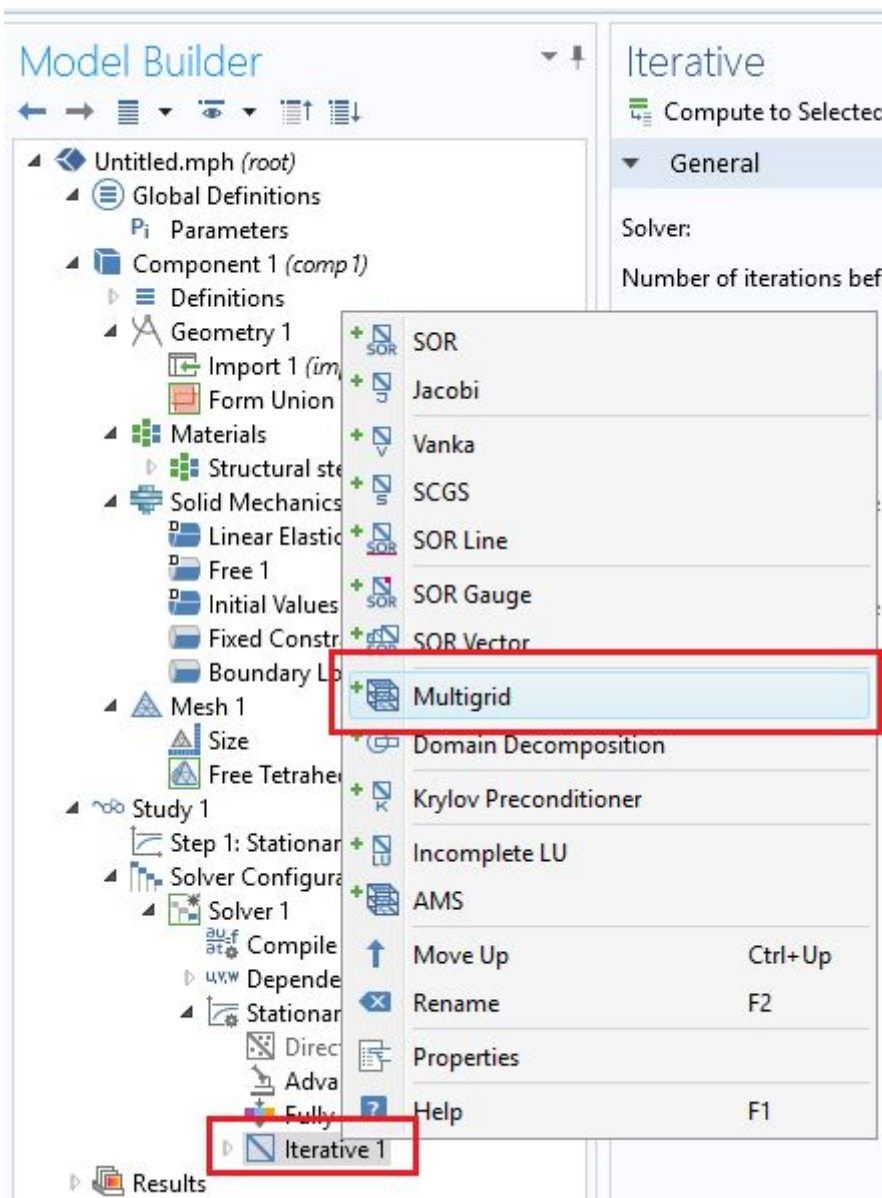
A alapértelmezett “Stationary Solver”-re jobb egérgombbal kattintva adjunk hozzá a solver-hez egy “Iterative” megoldót.



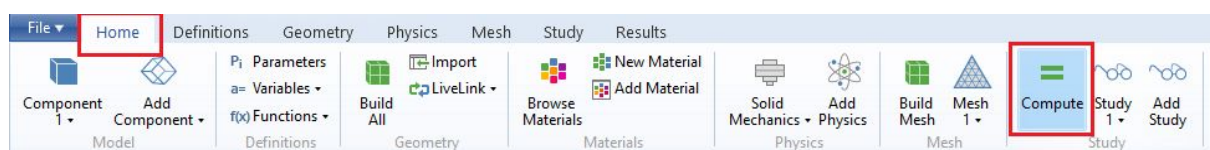
Az így létrehozott iteratív megoldó ablakában a “Preconditioning” tulajdonságot állítsuk “Right”-ra.



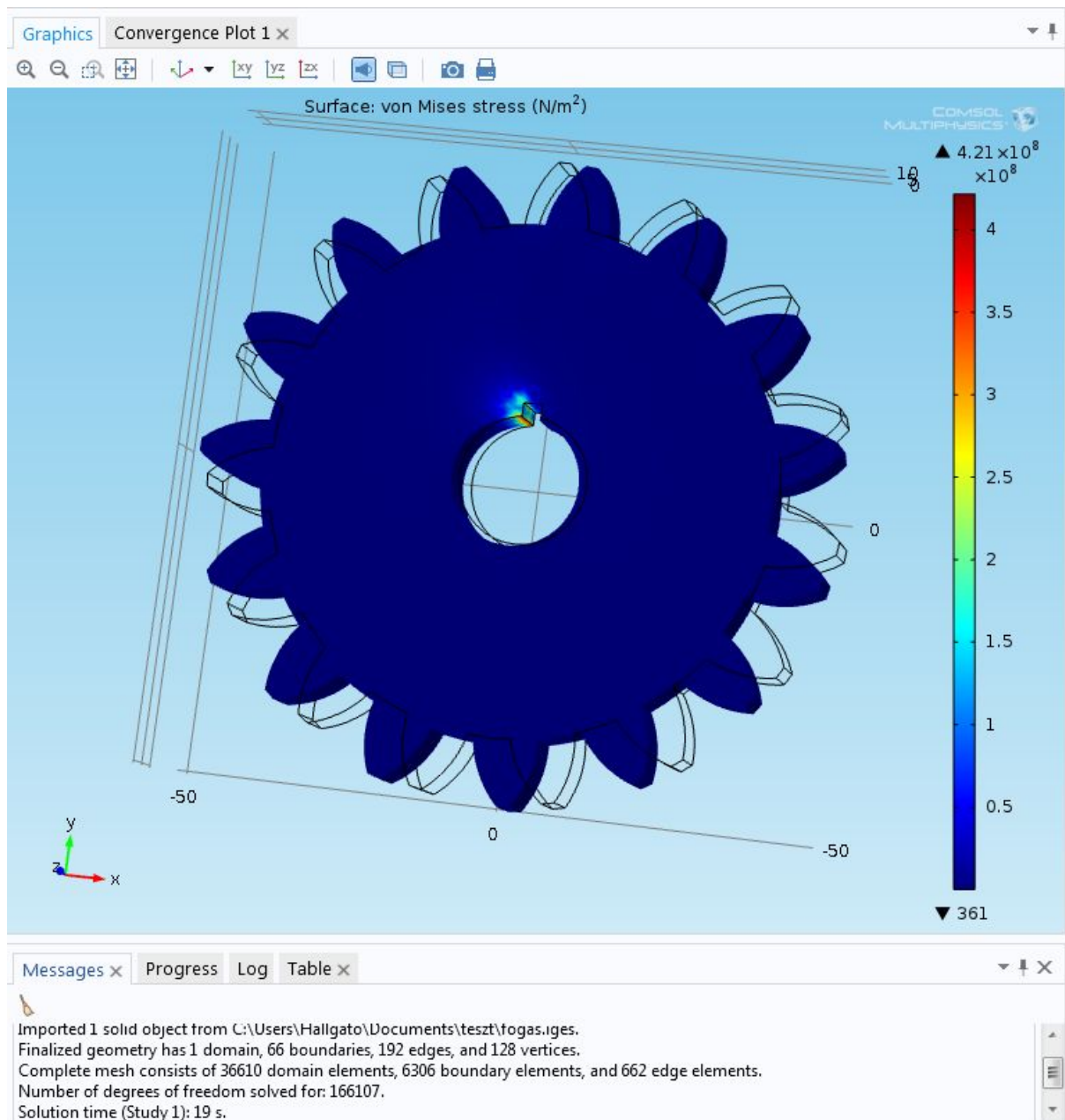
Az újonnan létrehozott "Iterative 1" -re kattintva jobb egérgombbal válasszuk a "Multigrid" opciót. Ezzel beállításra került egy iteratív megoldó, amely az un. MG módszert alkalmazza.



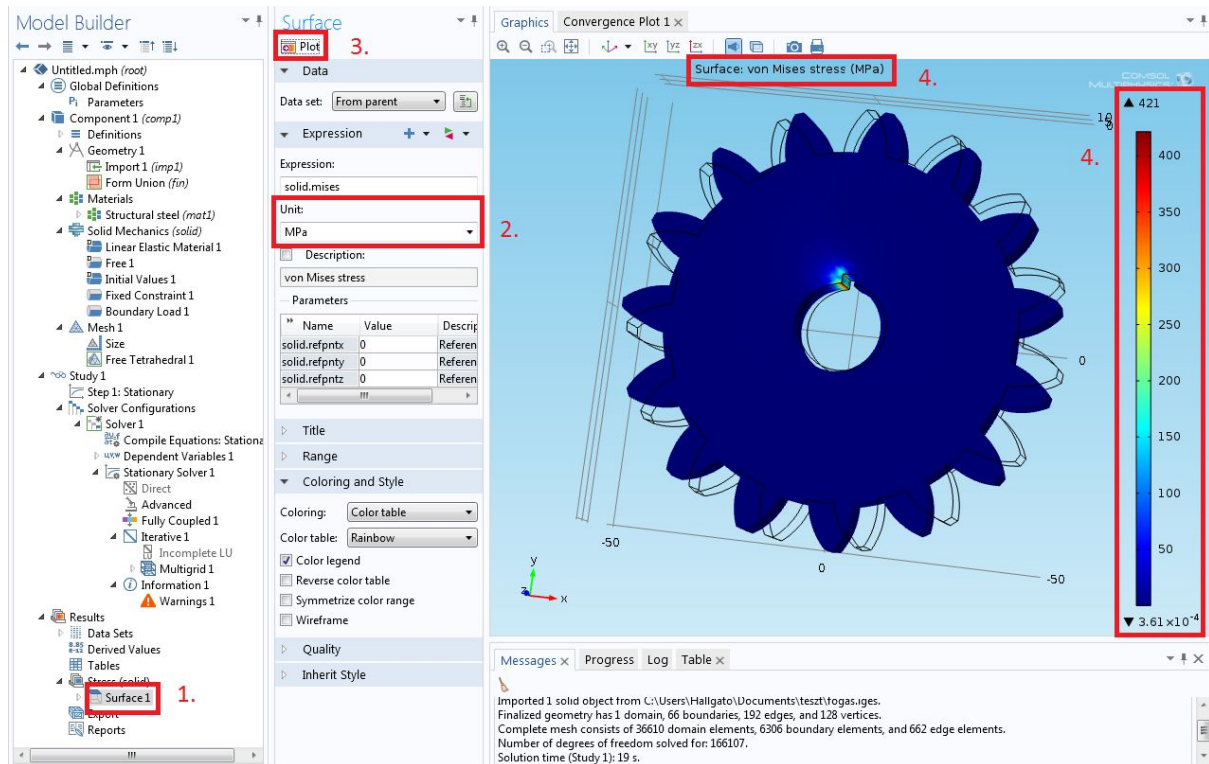
A megoldó megadása után a "Home" fülön a "Compute" ikonra kattintsunk, amely elindítja a megoldót a beállítások, peremfeltételek és modell alapján.



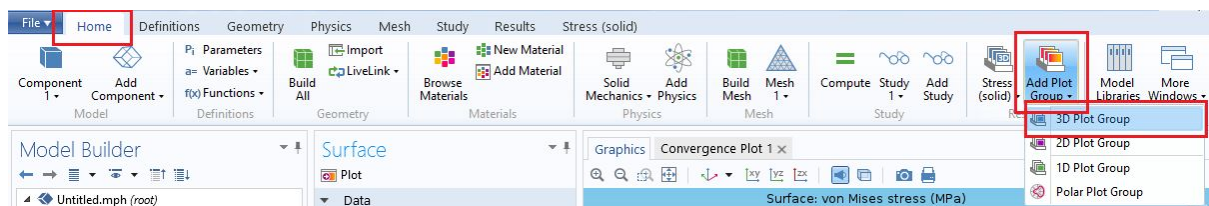
Az eredmény kb. 20 másodperc után un. "von Mises stress" nézetben jelenik meg, amelyben az egy négyzetméterre eső erők látszódnak.



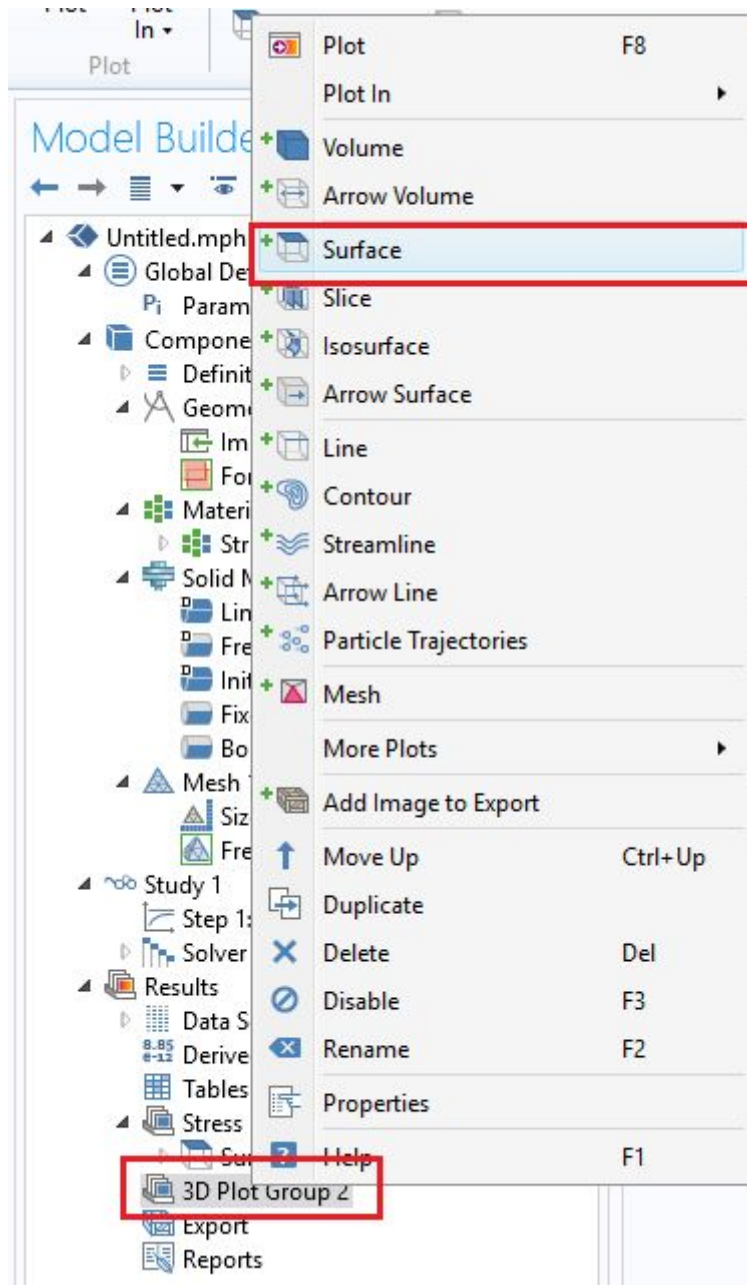
Lehetőség van további nézetek létrehozására más mértékegység használatával. Ezt a “Results” pontban tehetjük meg. A “Surface 1”-re kattintva átállítható a mértékegység “MPa”-ba, majd a “Plot” ikonra kattintva láthatjuk az eredményt.



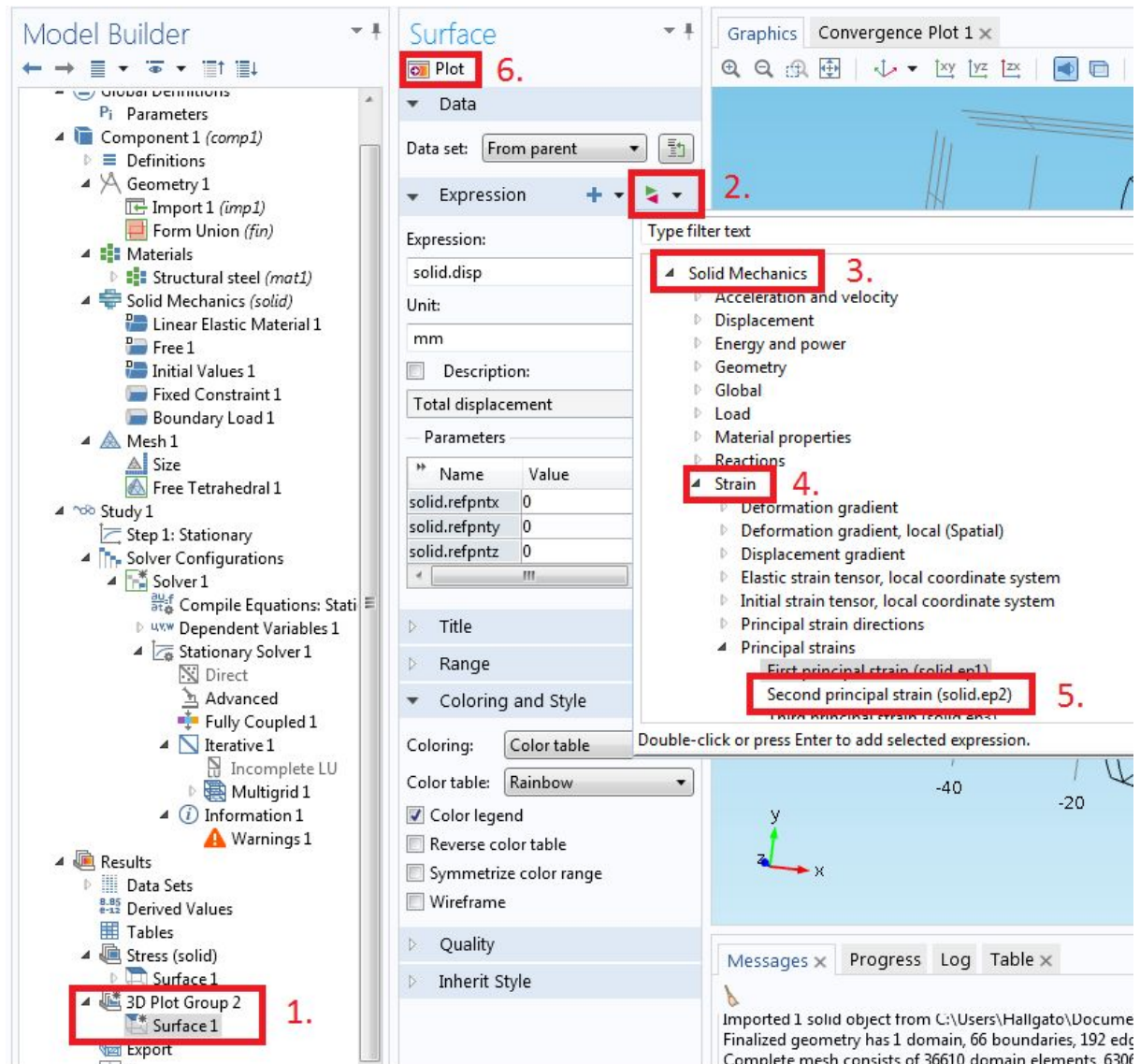
Amennyiben mást is szeretnénk vizualizálni úgy lehetőség van új surface plot létrehozására. Ehhez a “Home” fülön az “Add Plot Group” ikonra kell kattintani, azon belül pedig a “3D Plot Group”-ot kell választani.



Az így létrejött “3D Plot Group 2”-ra jobb egérgombbal kattintva a “Surface” kiválasztva tudunk új felületi ábrát megnyitni.

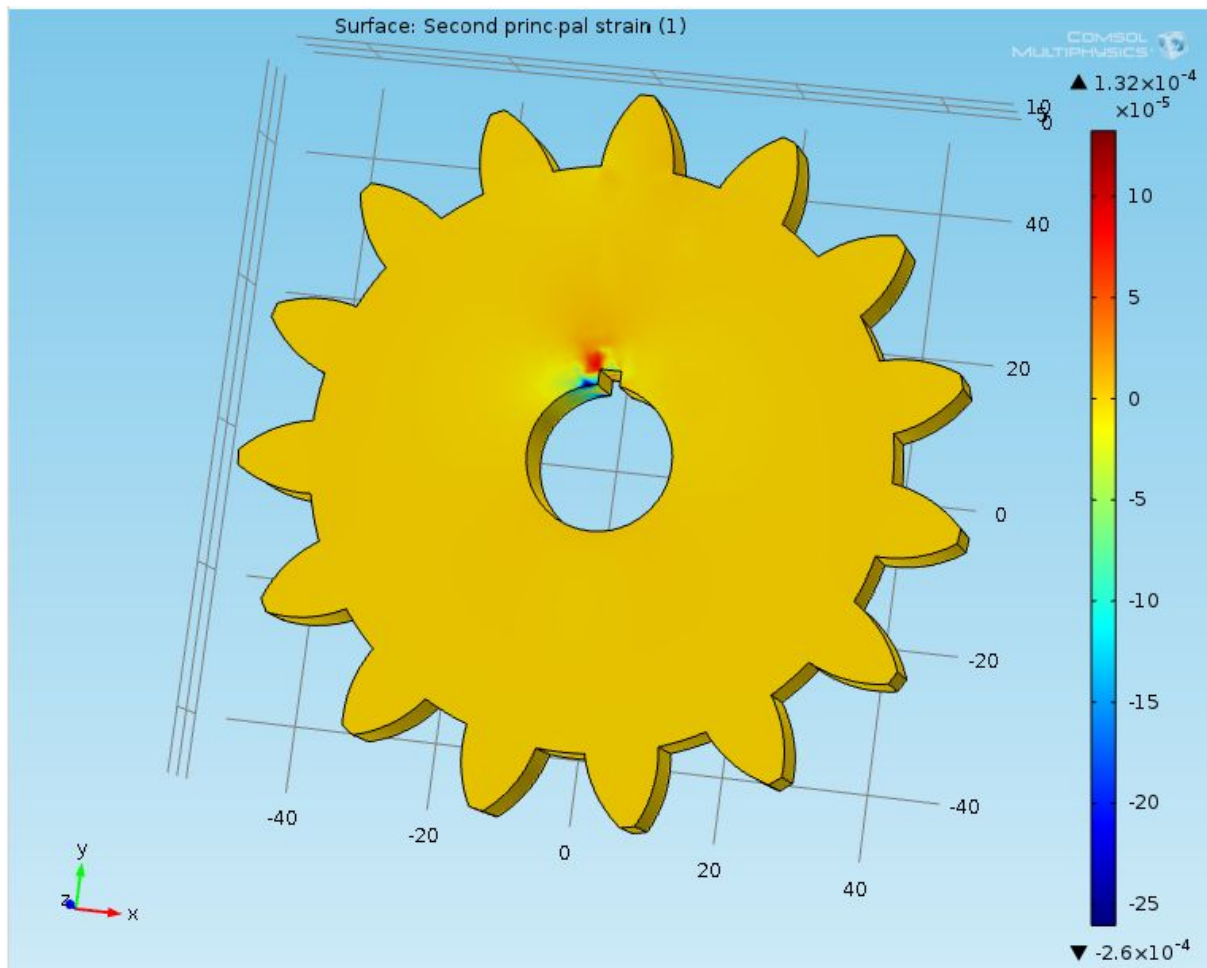


A "Surface"-t kiválasztva az ablakban a megjelenítés cseréjére kattintva kiválasztható egy másik típusú megjelenítés például a "Second principal strain (solid.ep2)". A "Plot" ikonra kattintva megjelenik az új ábra.



A von Mises nézetet a Solid Mechanics\Stress (Gauss points) menüpont alatt találjuk.

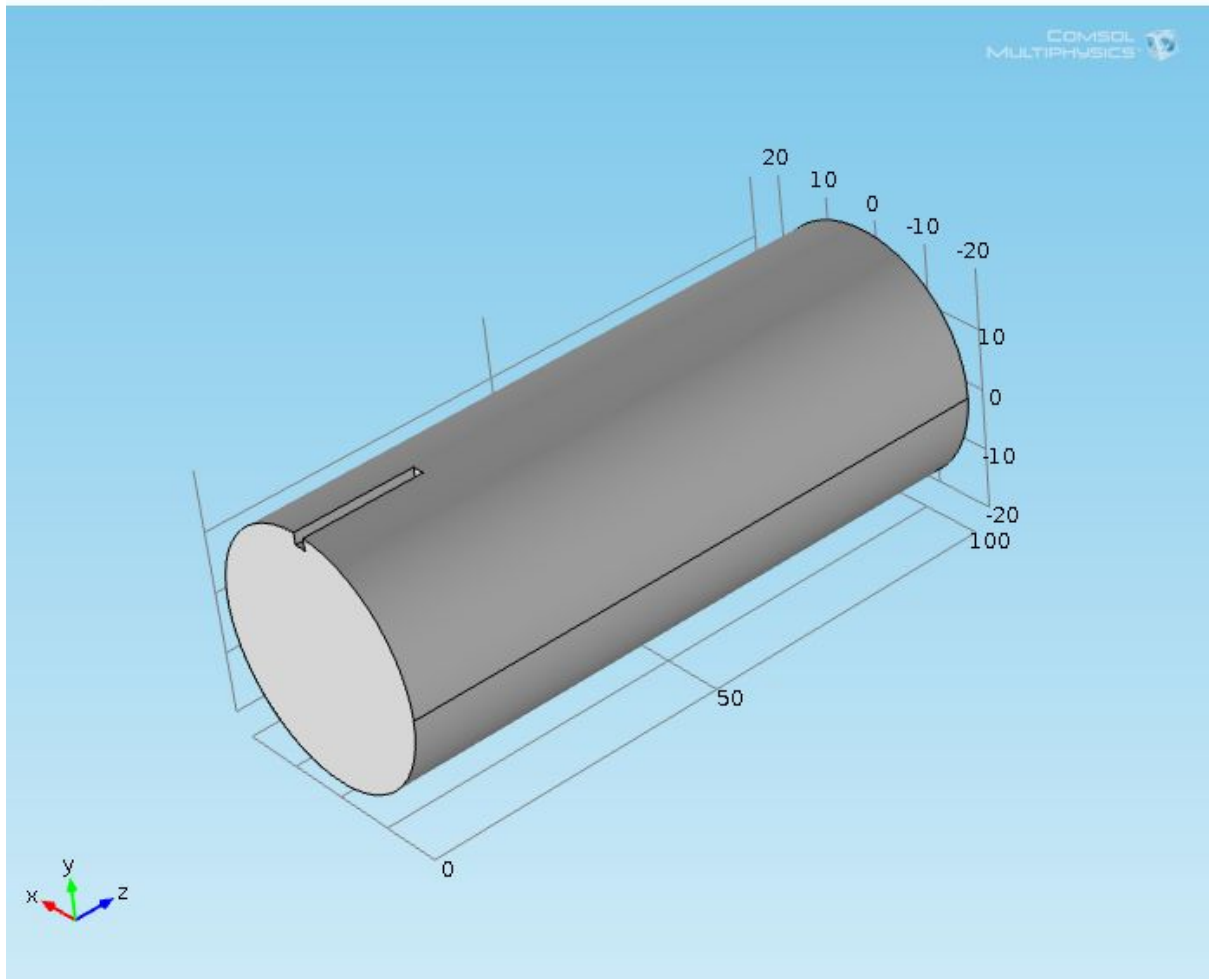
Az új ábra az alábbi képen látható:



Tengely vizsgálata

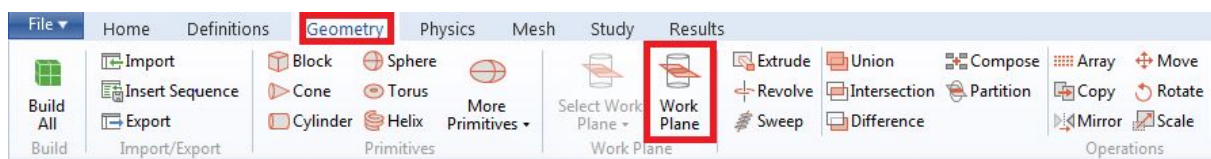
A vizsgálat megkezdéséhez a kezdeti lépések azonosak a fogaskerék esetében használtakkal, tehát ebben az esetben is ki kell exportálnunk az elkészült tengelyt AutoCAD-ből, valamint be kell azt importálnunk Comsol-ba. Ennek lépései a dokumentum elején megtalálhatóak. (érdemes új modellt létrehozni ehhez)

A különbség ebben az esetben azonban, hogy a megfelelő vizsgálathoz meg kell változtatnunk a beimportált modell geometriáját. Ez a fix constraint megadásához elkerülhetetlen. Amennyiben mindent a fent megadott módon csináltunk, a következő kép fogad minket.

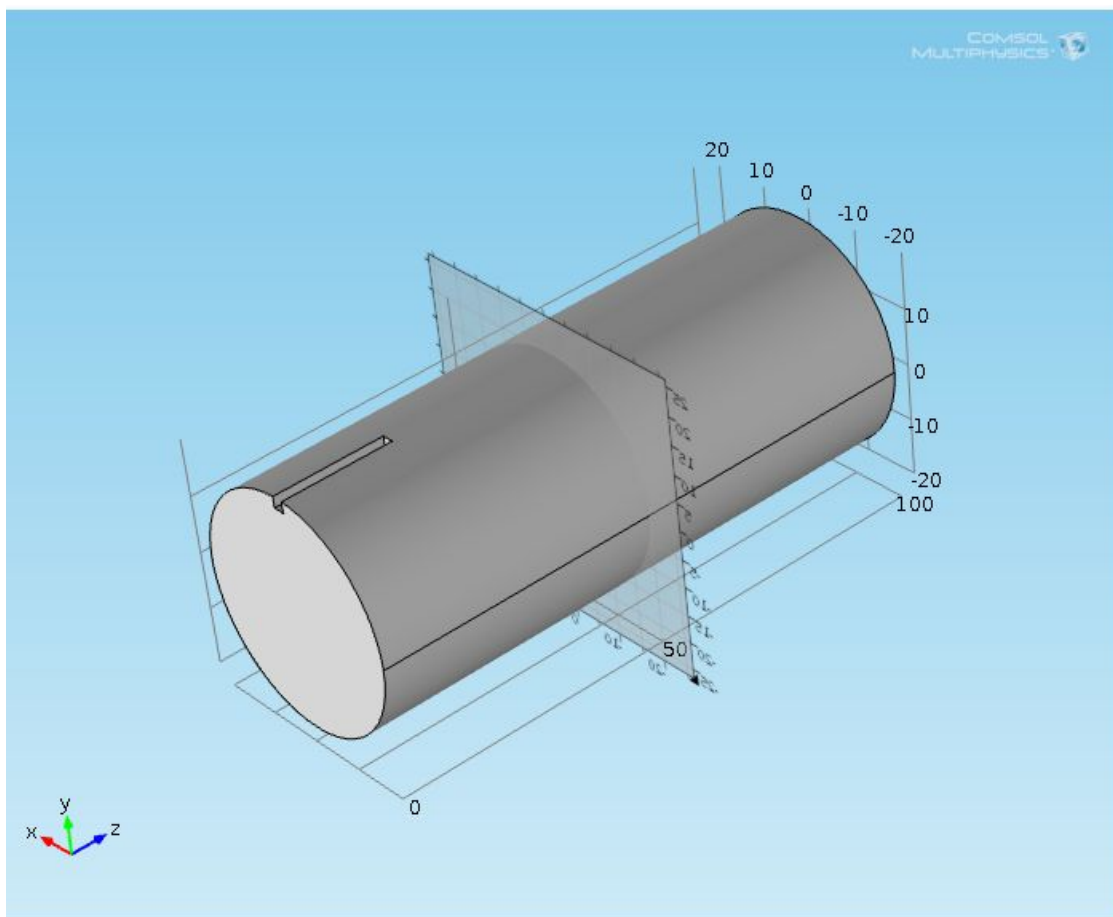
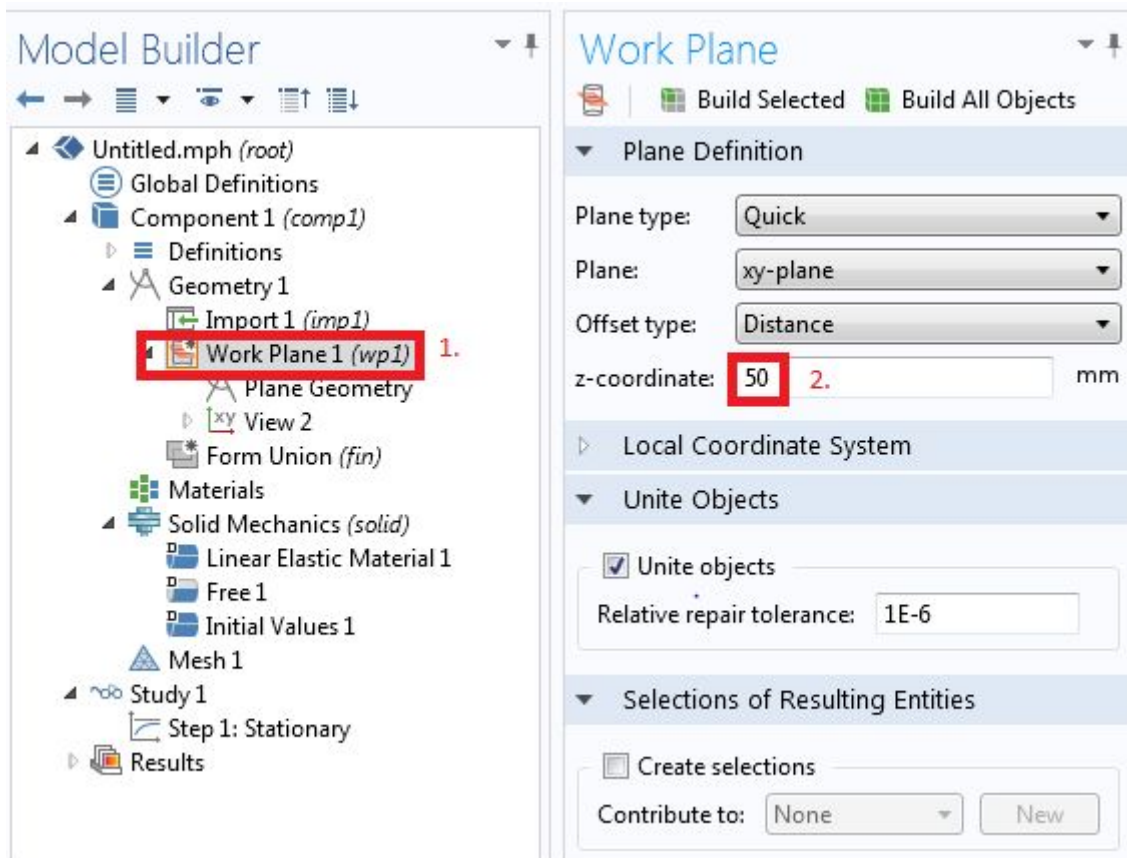


Felület szétdarabolása

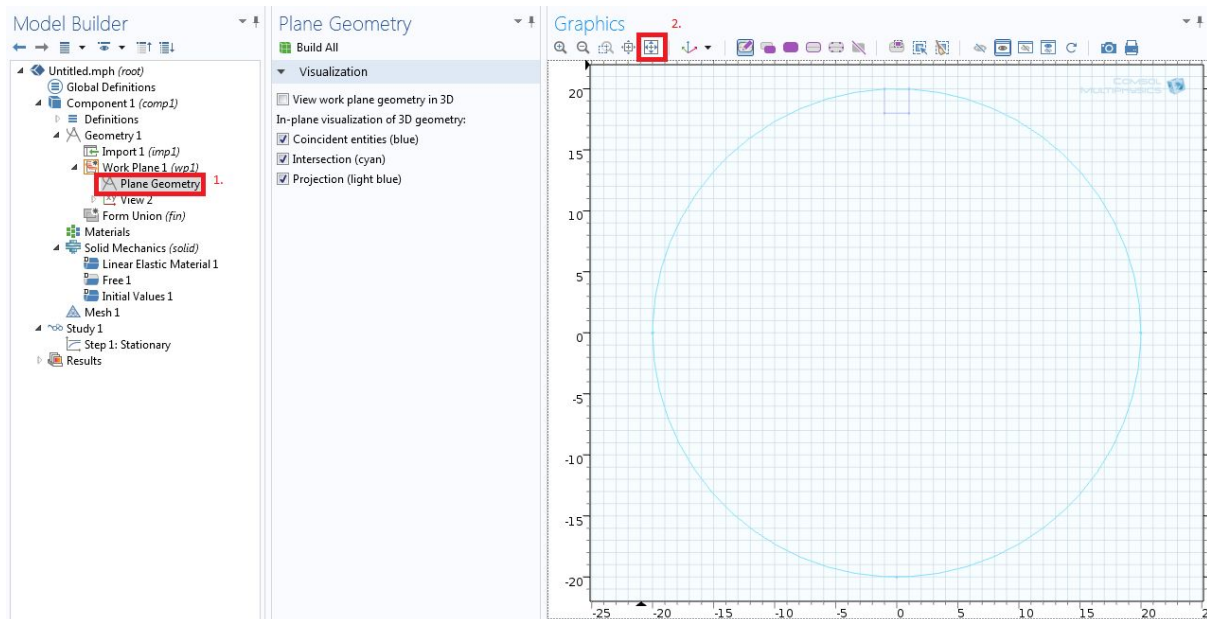
Ahogy látszik, a beimportált esetben a tengely teljes palástja csupán két felületként jelenik meg. A későbbiekben fix constraint-nek a tengely a vágattal ellentétes felét szeretnénk megadni, azonban ehhez szükséges, hogy a palást több különálló boundary-ból tevődjön össze. A szétdaraboláshoz először is szükségünk lesz egy ún. Work Plane-re. Ezt a Geometry fül, Work Plane gombjával adhatjuk hozzá a modellünkhöz.



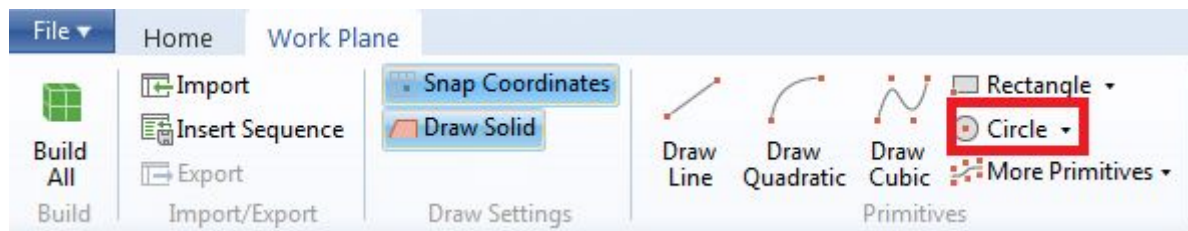
Hozzáadás után a model builder fülön, valamint a graphics ablakban is megjelenik ez a Work Plane, azonban alapesetben nekünk nem megfelelő pozícióban. Első lépésként át kell mozgatnunk azt, hogy az általunk kívánt helyen metsze a tengelyt, jelen esetben ez a tengely hosszának fele.



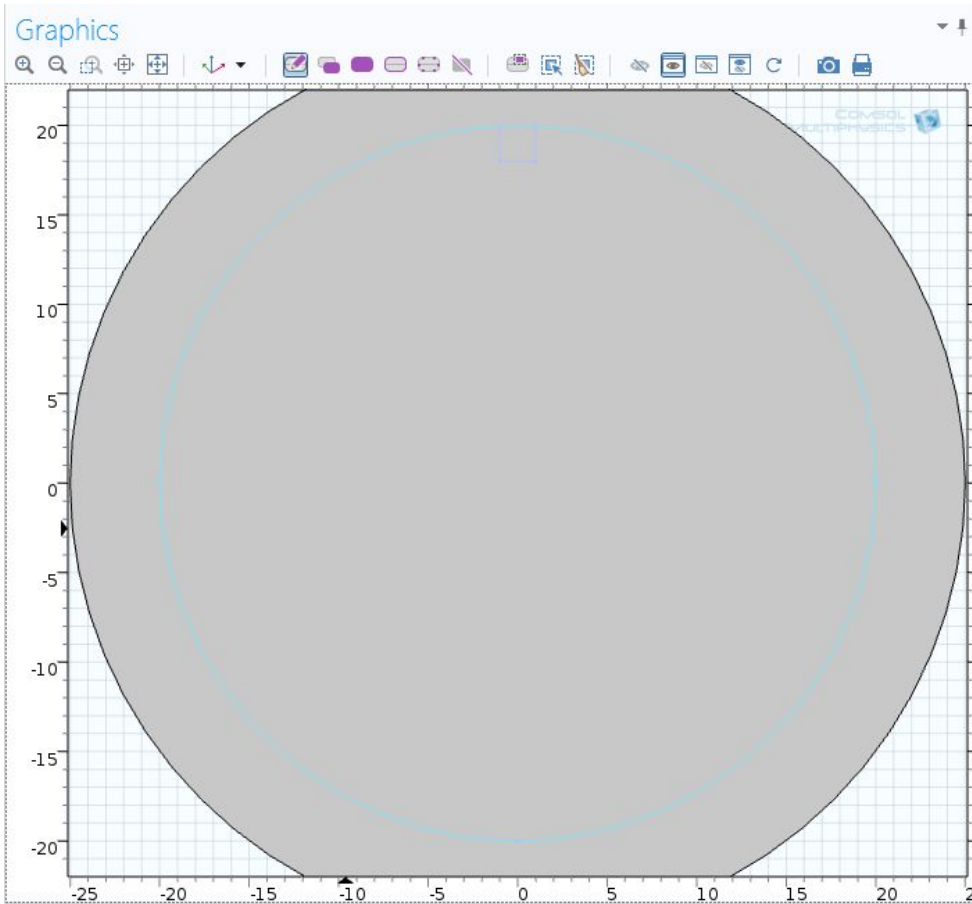
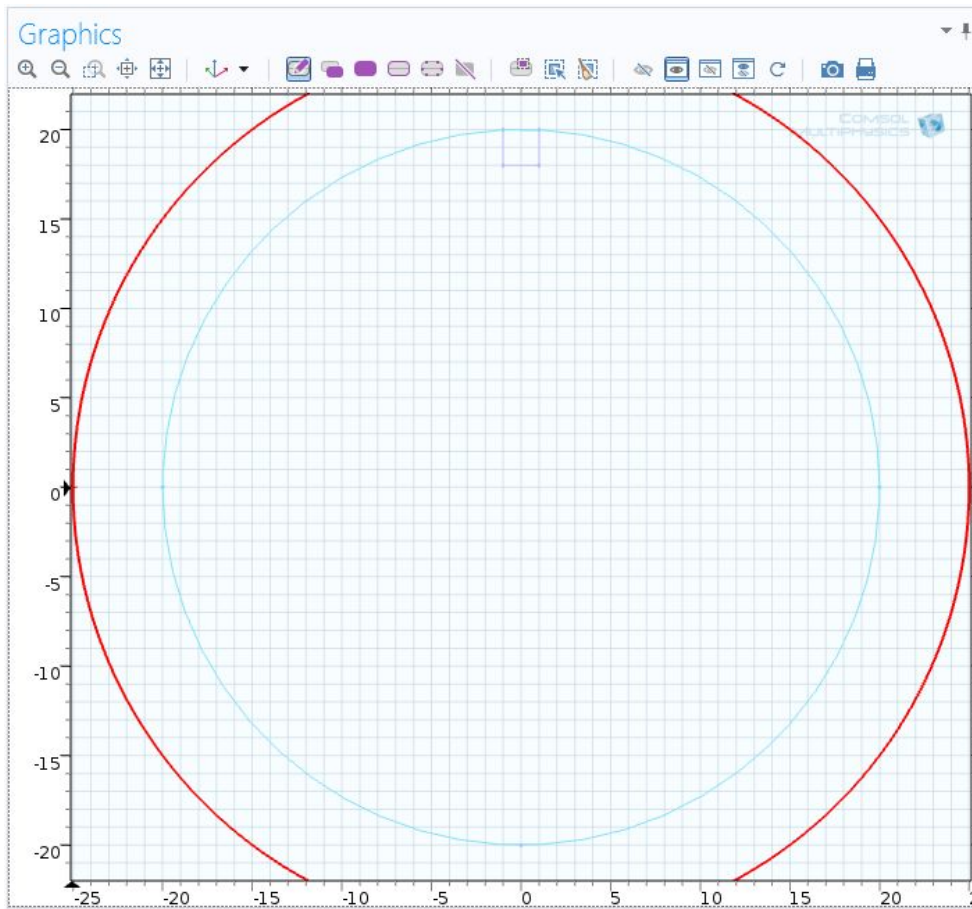
Következő lépésként ezen a Work Plane-en létre kell hoznunk egy objektumot, melynek segítségével később fel tudjuk darabolni a tengelyünket. Ehhez a Plain Geometry-re kell kattintanunk, majd, a teljes Work Plane megjelenítése érdekében, a Graphics ablakon a Zoom Extents opciót kell választanunk.



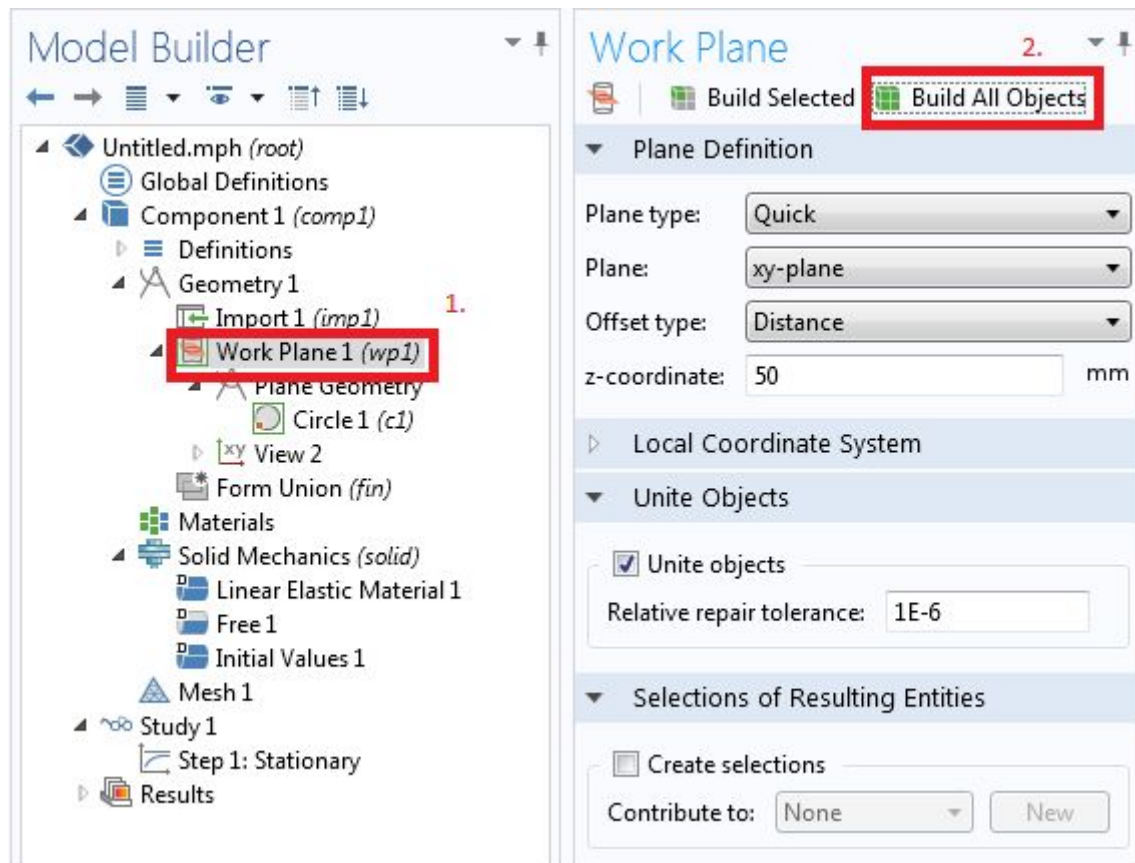
Az így kapott ablakban láthatjuk a Work Plane által metszett objektumot. Következő lépésként rajzolnunk kell egy koncentrikus kört, mely a tengelyünk átmérőjénél nagyobb (vagy legalább akkora) átmérőjű. Ezt a Circle gomb segítségével tehetjük meg.



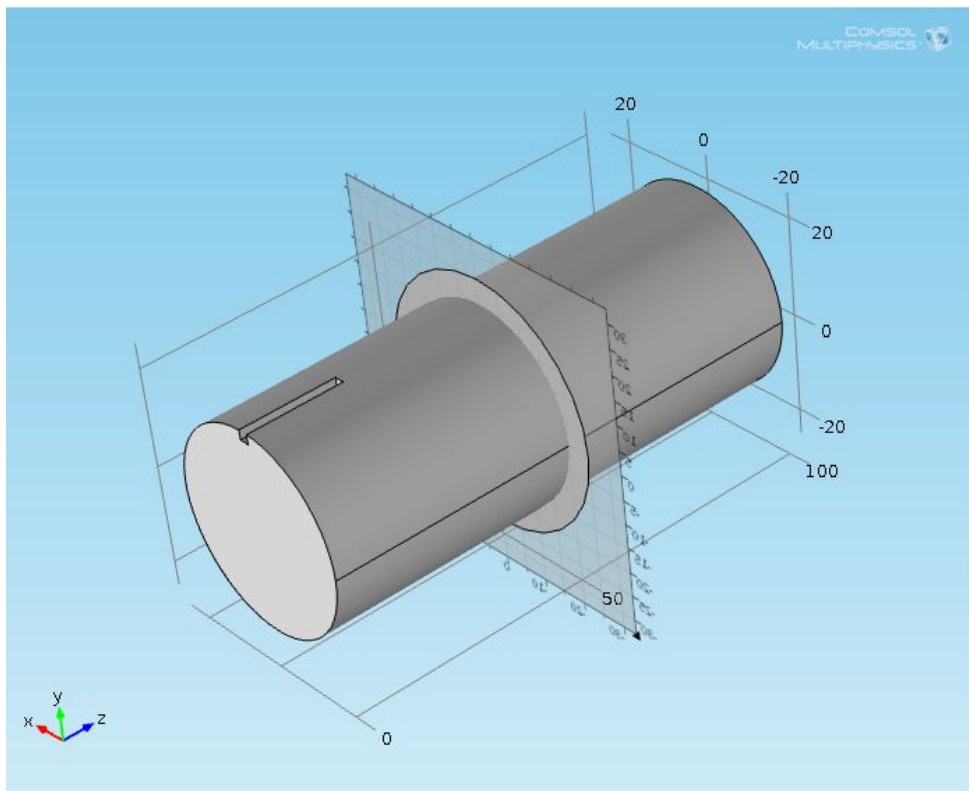
Kattintás után megadhatjuk a körünk középpontját a Graphics ablakon, melynek pontos elhelyezésében az itt megjelenő grid nyújt segítséget. Kattintás után megjelenik egy solid kör.



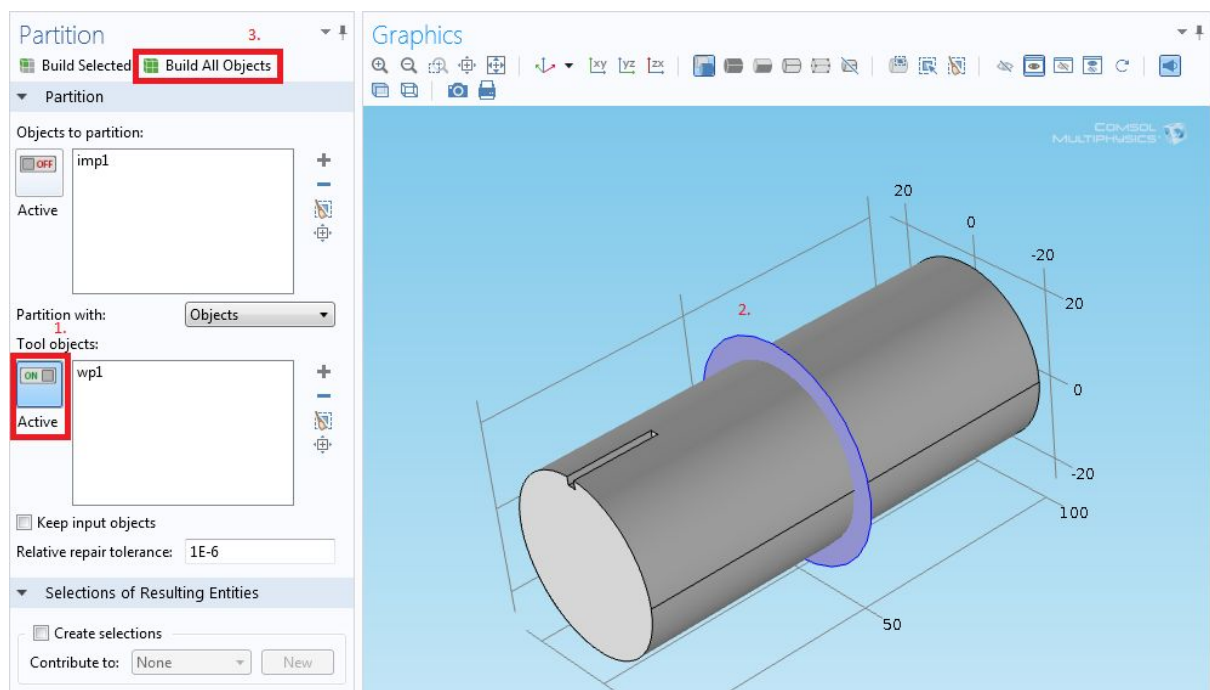
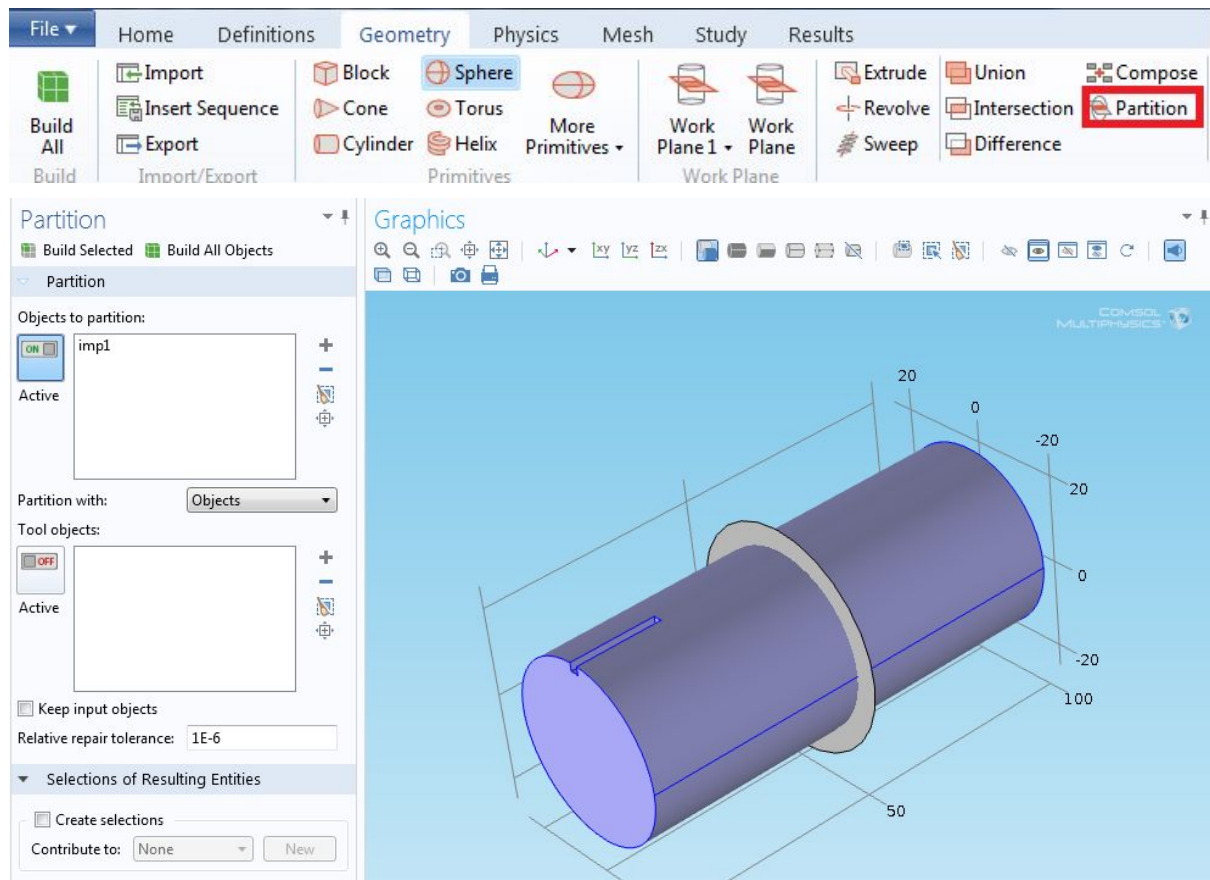
Az eszközölt változtatások véglegesítéséhez lépünk vissza a Work Plane-re, majd kattintsunk a Build All Objects gombra.

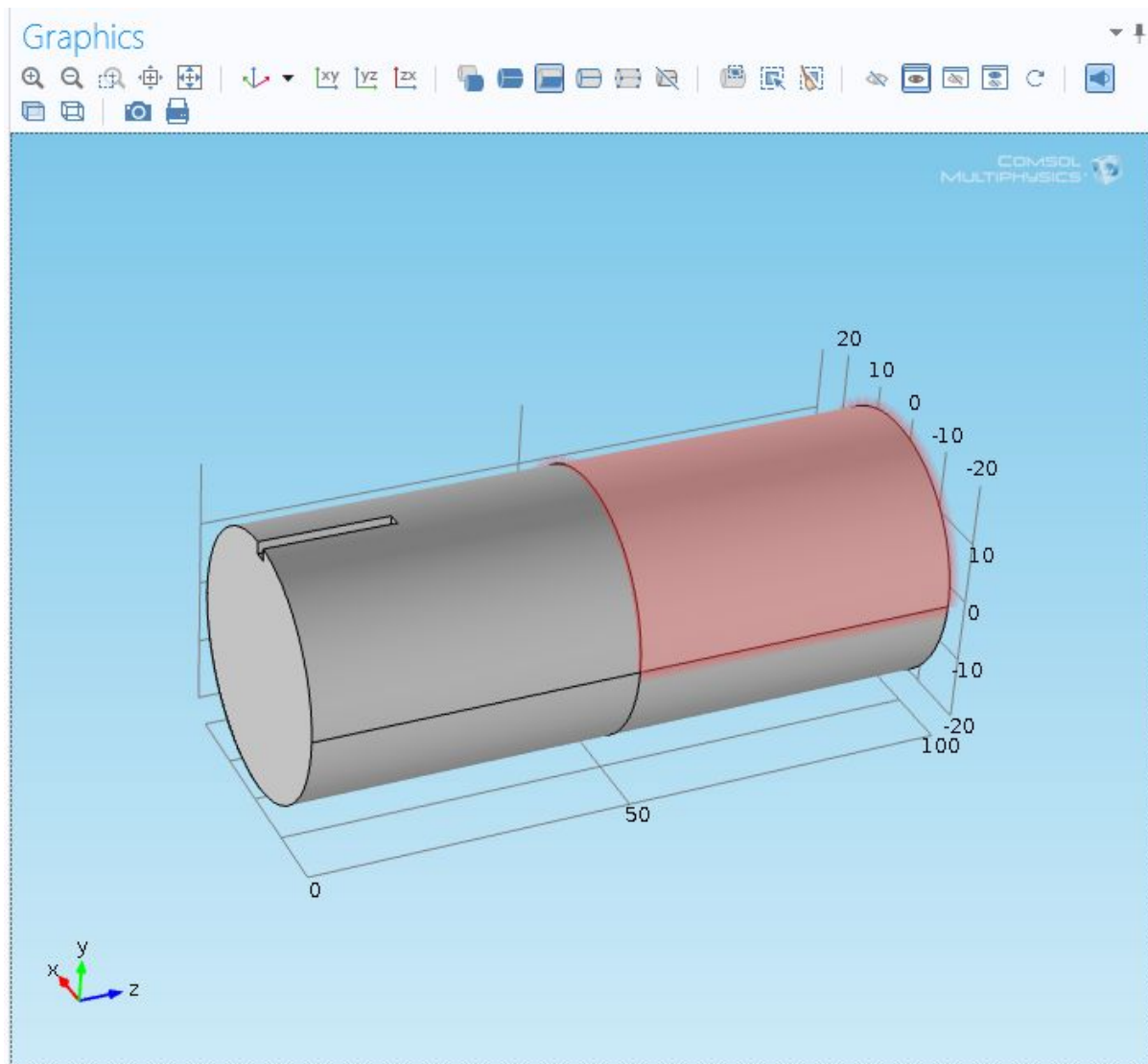


Ha mindent megfelelően csináltunk, az alábbi kép fogad minket.



Ezután a tengely tényleges feldarabolása maradt, ezt pedig a Partition-nel tehetjük meg. Ennek a parancsnak 2 objektumot kell megadnunk, az első amit partícionálni szeretnénk, a második pedig amivel azt meg szeretnénk tenni. Ha mindkét objektumot kiválasztottuk, kattintsunk a Build All Objects gombra.





A kapott eredmény fent látható. Az így szétdarabolt objektummal már el tudjuk végezni az analízist.

Constraint-ek megadása

A megadás fázisai a fogaskeréknél ismertettek szerint mennek.

Fixed Constraint

Boundary Selection

Selection: Manual

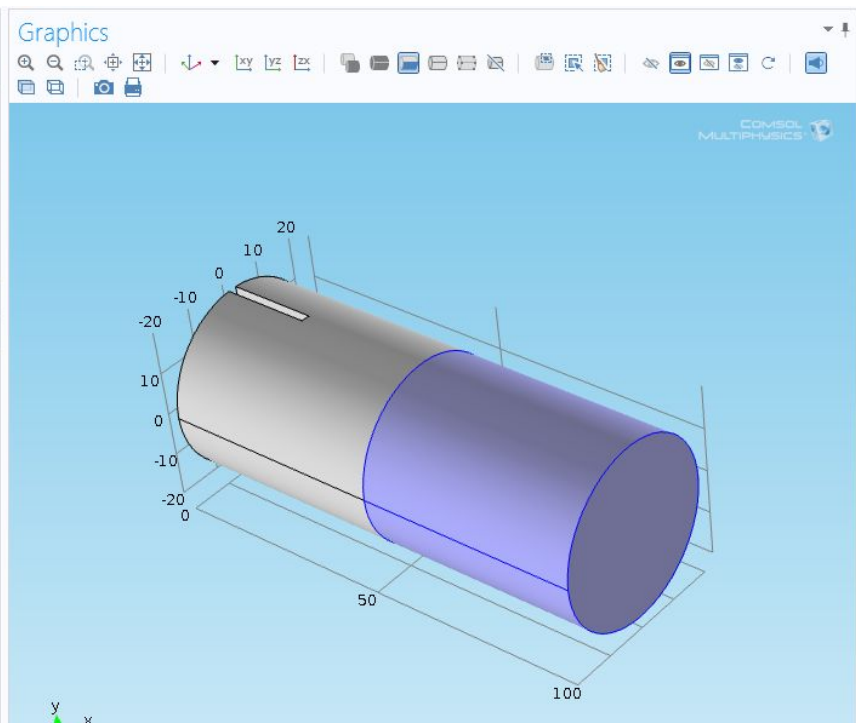
ON

Active

4
5
7

Override and Contribution

Equation



Boundary Load

Boundary Selection

Selection: Manual

ON

Active

11

Override and Contribution

Equation

Coordinate System Selection

Coordinate system:

Global coordinate system

Force

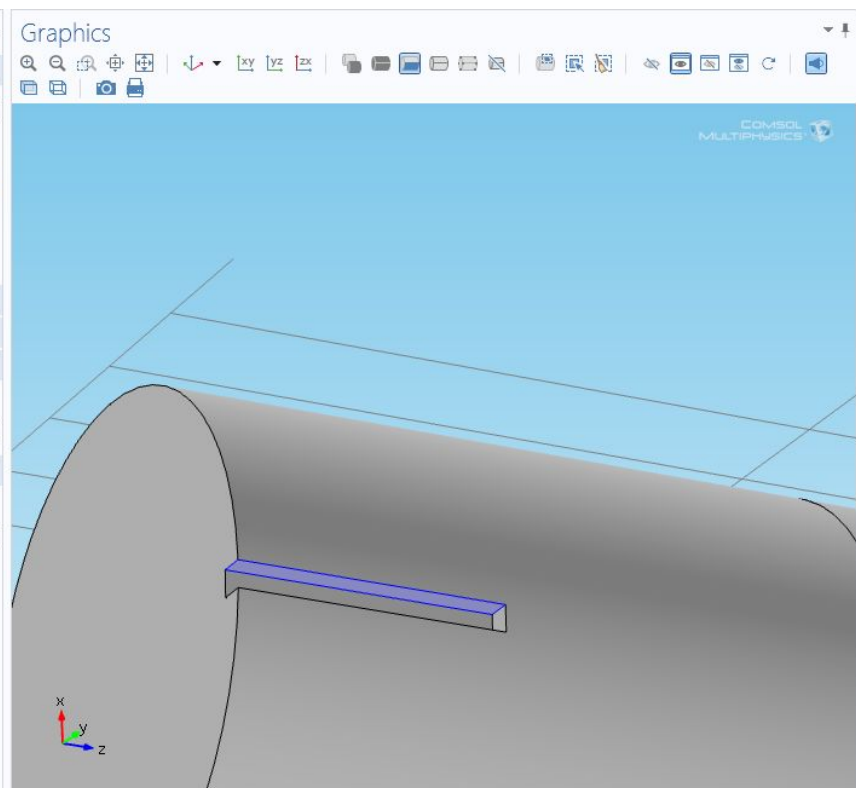
Load type:

Total force

Total force:

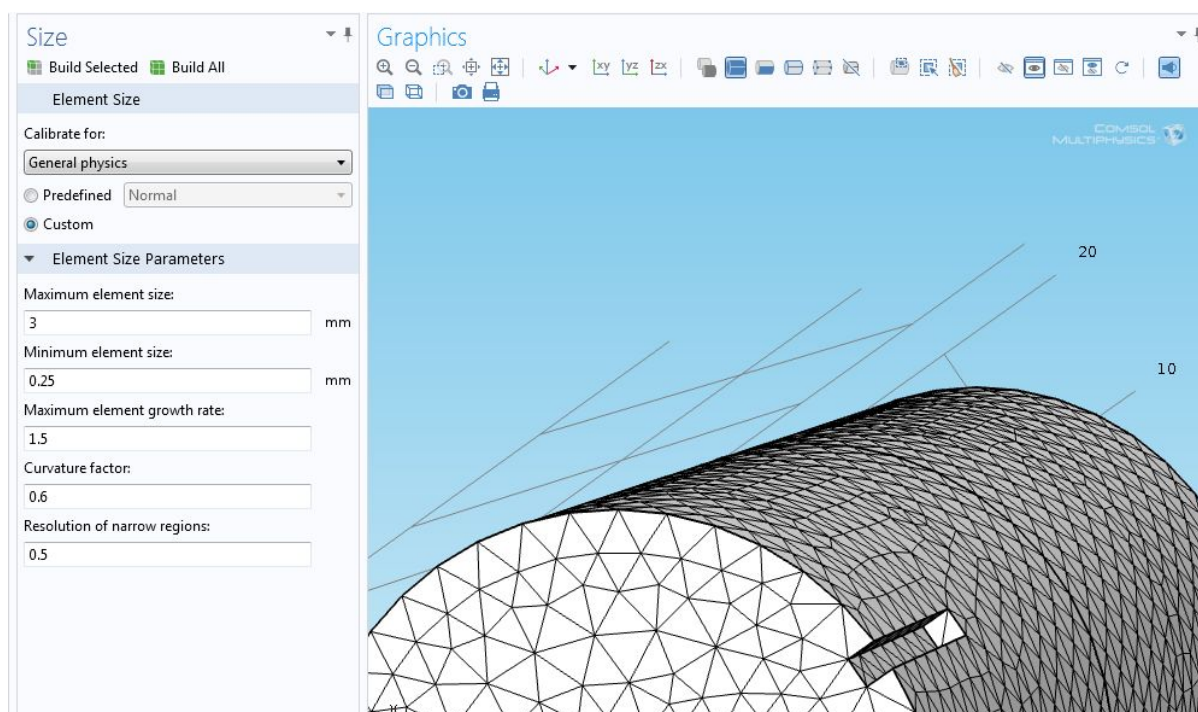
F	x
0	y
0	z

F_{tot} N



Háló építése

A háló építése során elsősorban a vajat méreteit kell figyelembe vennünk. A vizsgálat helyessége szempontjából fontos, hogy itt is elegendő tetrahedron legyen megtalálható, így a háló komponenseinek minimális méretét úgy adjuk meg, hogy a legkisebb felületen is legalább 2 tetrahedron legyen. Ez a jelen esetben, 2 mm-es nút szélességnél 0,25 mm-nek adódik. Maximális méretnek pedig 3 mm-t adunk meg.



A vizsgálat további szakasza a fogaskerék esetében ismeretett módon történik, ennek csupán az eredményét prezentálom.

