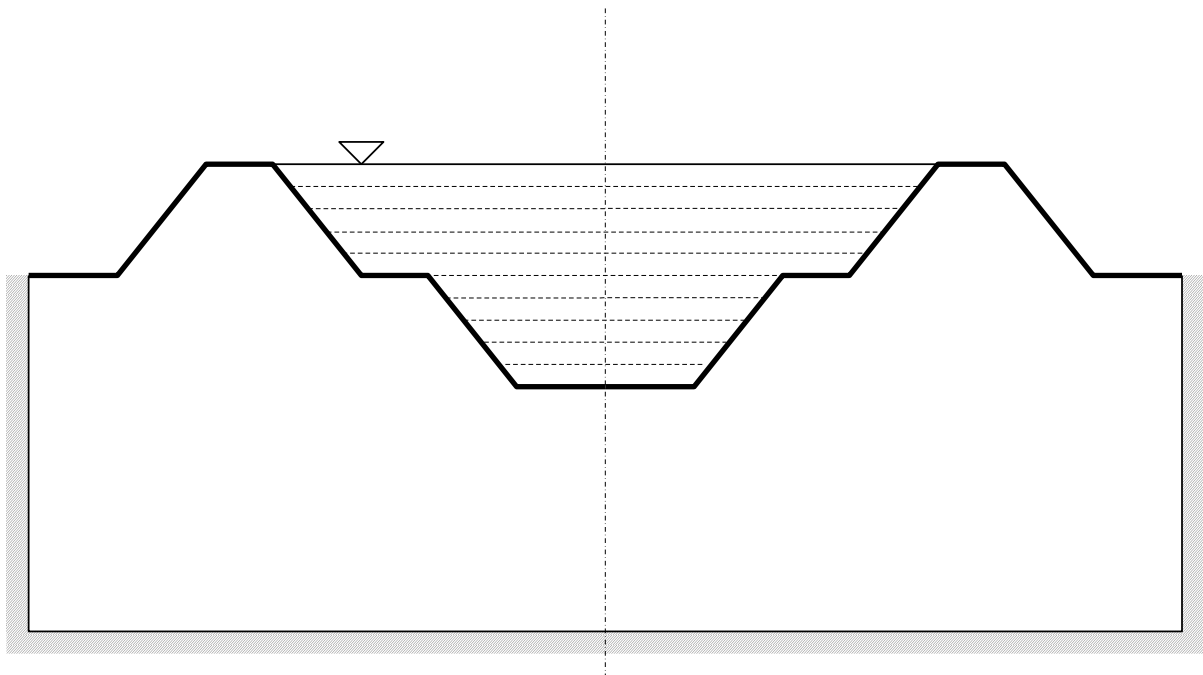


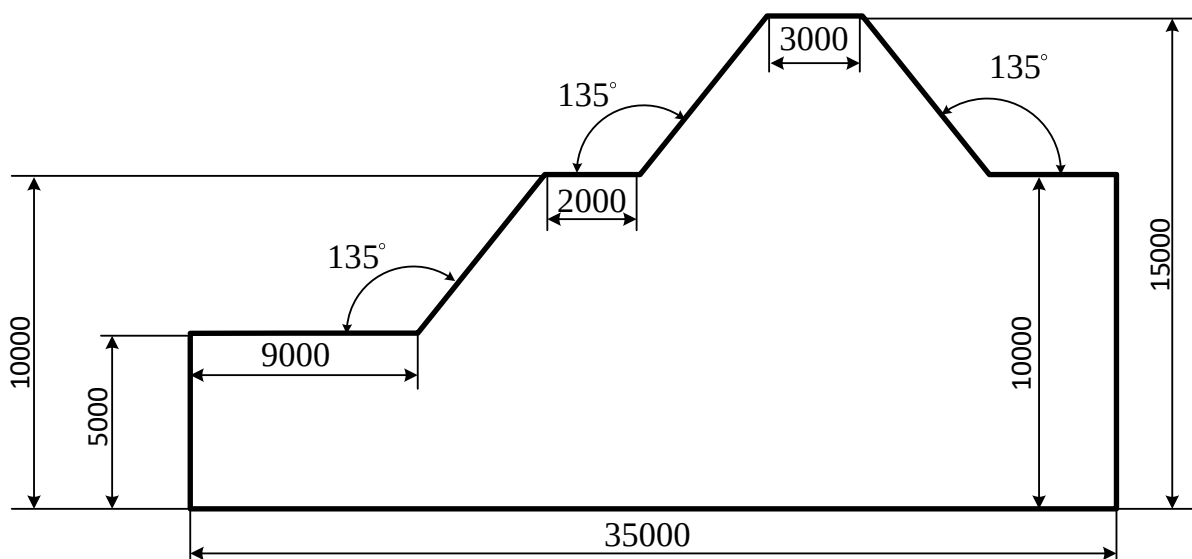
Véges elem módszer 4. gyakorlat
Gát (SA feladat)

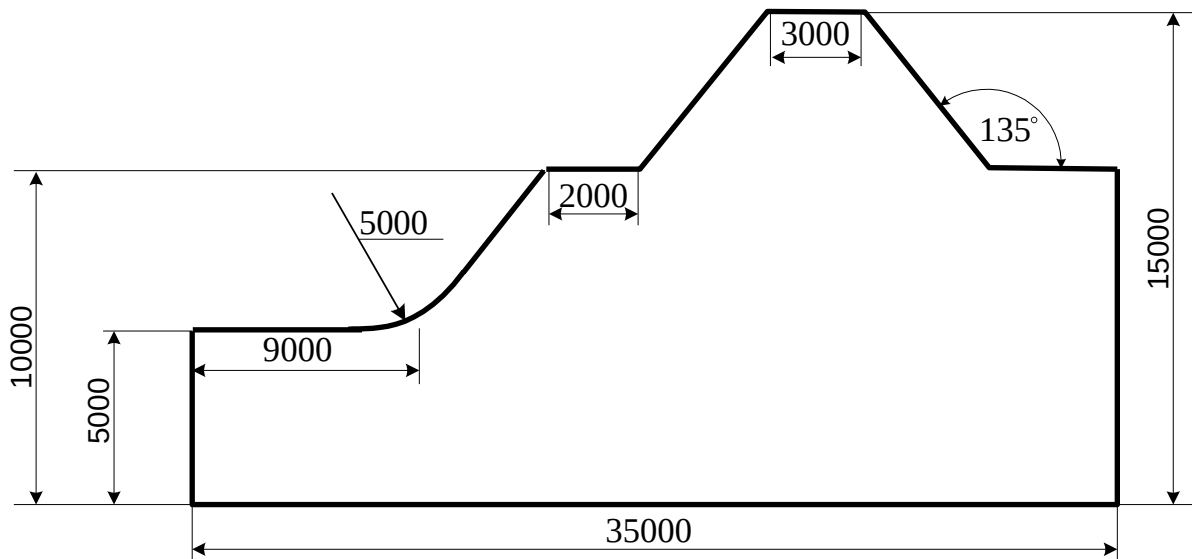
Feladat: sík alakváltozási feladat



Az 1. ábra egy folyó hosszú egyenes szakaszának valamely keresztmetszetét vázolja. Feltételezésünk szerint ezen a hosszú egyenes folyószakaszon a folyómeder és gátrendszer sík alakváltozási állapotban van. A feladat szimmetrikus.

Geometria: az adatokat a 2. ábra lekerekítés nélkül, a 3. ábra lekerekítéssel szemlélteti.





Terhelés: a víz nyomása, (a víz fajsúlya $\gamma = 0,00001 \frac{\text{N}}{\text{mm}^3}$).

Elmozdulási peremfeltétel: a sraffozott peremen az elmozdulás zérus.

Anyagjellemzők: a talaj és gát anyagjellemzői: $E = 20,68 \text{ MPa}$, $\nu = 0,29$, $G = 8,0155 \text{ MPa}$.

Végelem háló: hat csomópontú, háromszög alakú, sík alakváltozású végelem, elemméret 1000mm

Meghatározandó: a perem jellemző pontjainak elmozdulása,
a feszültségi állapot maximális normálfeszültségei és csúsztató
feszültségei és azok helyei.

Szemléltetés: elmozdulási állapot,
feszültségi állapot,
jellemző pontokban az elmozdulás és a feszültség számszerű értékei.

Sík alakváltozási feladat (SA): Sík alakváltozásról beszélünk, ha a vizsgált testnek van egy kitüntetett síkja, amellyel párhuzamos valamennyi sík alakváltozása azonos és a síkok távolsága nem változik.

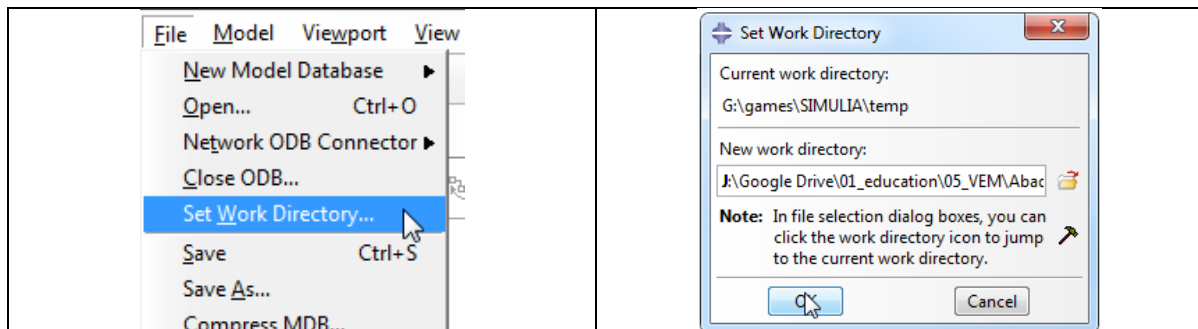
Feltételek SA esetén:

- a kitüntetett síkra merőleges b méret lényegesen nagyobb, mint a másik kettő
- a terhelés párhuzamos a kitüntetett síkkal és a legnagyobb kiterjedés irányában nem változik
- a síkok távolságának változatlanóságát külső kényszer biztosítja

Elmozdulásmező: $\vec{u}(x, y) = u(x, y)\vec{e}_x + v(x, y)\vec{e}_y$

Alakváltozási állapot: $\underline{\underline{A}} = \begin{bmatrix} \varepsilon_x & \frac{1}{2}\gamma_{xy} & 0 \\ \frac{1}{2}\gamma_{yx} & \varepsilon_y & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$

Indítsuk el az Abaqus CAE programot. Adjuk meg a munkakönyvtárat a **File ► Set Work Directory...** paranccsal. A megjelenő ablakban a New work directory alá írjuk/másoljuk be a munkakönyvtárunk helyét, vagy válasszuk ki a A select... ikonnal. Ezután OK-zuk le az ablakot.

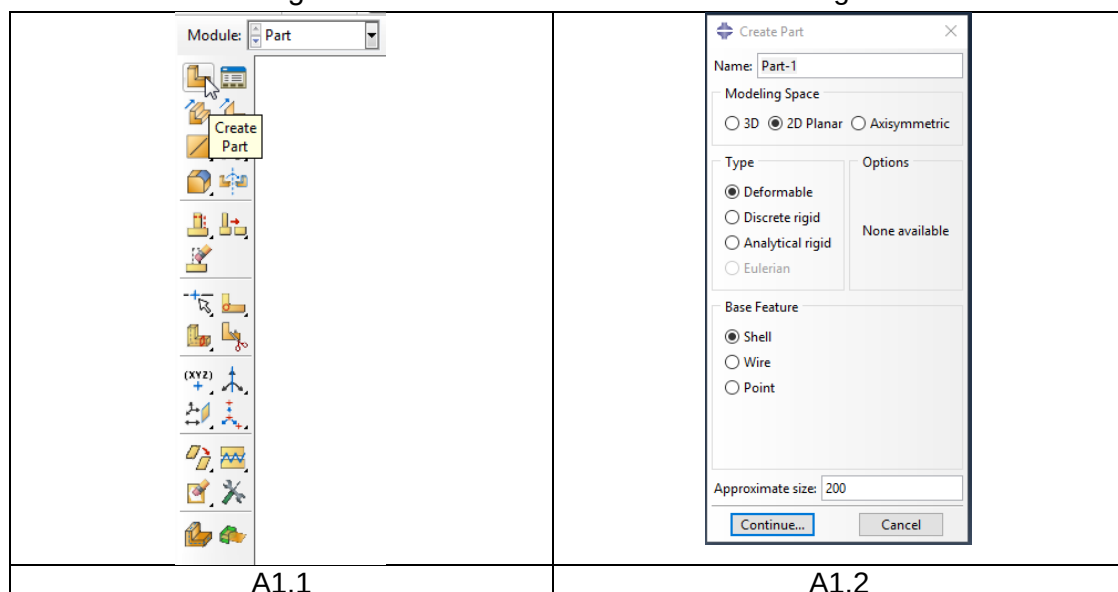


A MODULE | PART geometria megrajzolása

A program megnyitása után alapértelmezésként a Part Modulban vagyunk. Ez a Modul szolgál a geometria létrehozására. Ehhez az alábbi lépéseket kövessük:

1. Az eszköztárból kattintsunk a **Create Part** ikonra. Az ennek hatására megjelenő Create Part ablakban az alábbi beállításokat végezzük el:
 - A Name után írjuk be az alkatrészünk nevét.
 - A Modeling Space alatt válasszuk ki, hogy síkbeli, azaz **2D Planar** geometriát szeretnénk rajzolni.
 - A Type alatt hagyjuk az alapértelmezett kijelölést a **Deformable** előtt, mivel alakváltozásra képes geometriát szeretnénk.
 - A Base Feature alatt válasszuk a **Shell**-t.
 - Az Approximate size-ot, tehát a modellünk méretét itt is beállíthatnánk, de erre majd később visszatérünk a segédrács beállításánál, most hagyjuk az alapértelmezett 200-on.

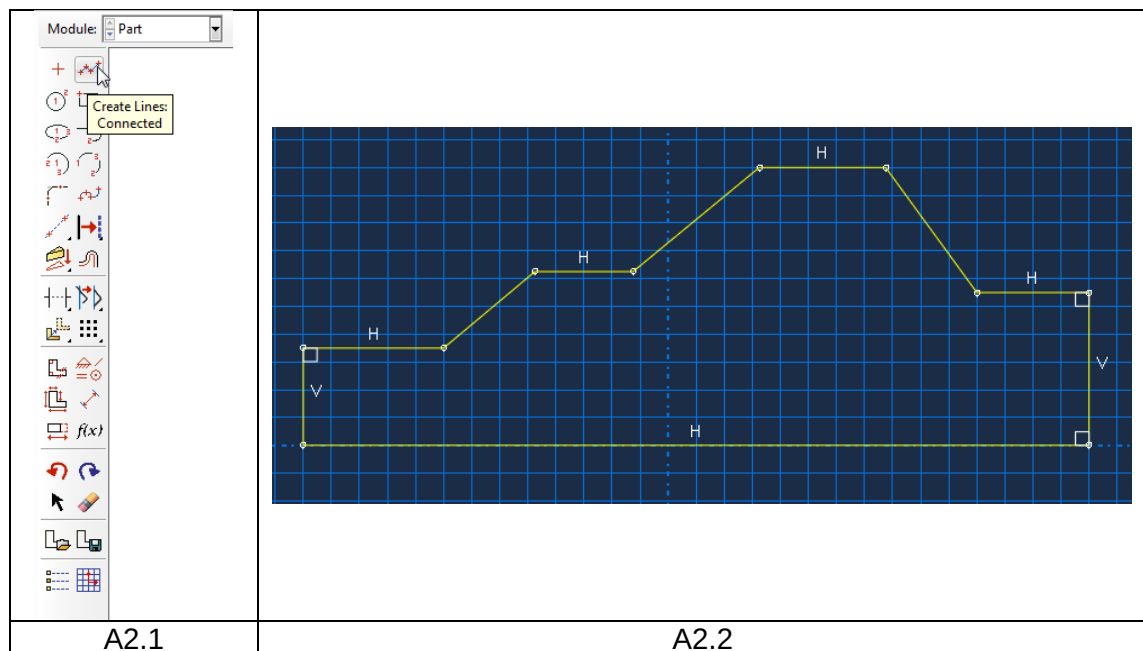
A fenti beállítások elvégzése után kattintsunk lent a **Continue...** gombra.



2. A geometria megrajzolásához válasszuk az eszköztárból a **Create Lines: Connected** parancsot. Ezután a segédrács segítségével rajzoljuk meg a gát felét.

- Ha végeztünk a geometria megrajzolásával nyomjuk meg az Esc billentyűt.

Ahhoz, hogy a vázlatból vonalakkból álló alkatrész legyen a lenti *beviteli mezőben* kattintsunk a Sketch the section for the wire melletti **Done** gombra (vagy nyomjuk meg a középső egérgombot) Ennek hatására elkészül a Part-unk, és visszaáll a Part Modul alap eszköztára.



3. A geometria megrajzolása után méretezzük be a modellt és készítsük el a lekerekítést.

- Válasszuk, az eszköztárból az **Add Dimension** parancsot és méretezzük be az ábrán látható vonalakat és szögeket. Még ne írjuk be a pontos méreteket.
- Válasszuk a **Parameter Manager**-t és jelöljük ki minden méretet és nevezzük el őket különböző néven. Fontos hogy a név betűvel kezdődjön.
- Ezután a **Parameter Manager**-en belül az **Expression** oszlopba írjuk be a pontos méreteket. Majd kattintsunk az OK-ra.
- A **Create Fillet: Between 2 Curves** paranccsal készítsük el a lekerekítést az ábrán látható módon. A lekerekítés nagysága **5000** mm ezt a lenti beviteli mezőbe adjuk meg majd válasszuk ki a két oldalt amit le akarunk kerekíteni.

Ahhoz, hogy a vázlatból vonalakkból álló alkatrész legyen a lenti *beviteli mezőben* kattintsunk a Sketch the section for the wire melletti **Done** gombra (vagy nyomjuk meg a középső egérgombot) Ennek hatására elkészül a Part-unk, és visszaáll a Part Modul alap eszköztára.

Module: Part <

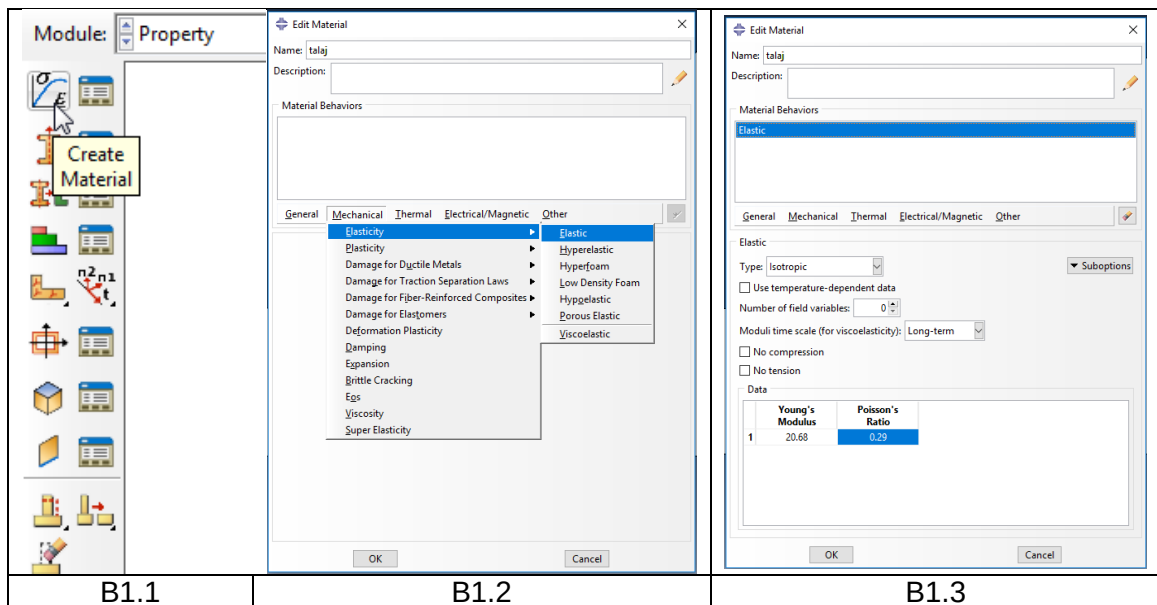
A3.5	
A3.6	A3.7
A3.8	

B MODULE | PROPERTY tulajdonságok megadása

Válasszuk ki fent a Property modult. Itt tudjuk megadni az anyagjellemzőket, illetve rúd esetén a keresztmetszeti jellemzőket. Ehhez az alábbi 3 lépésen kell végmenni:

1. **Anyag definiálása:** Első lépésként egy anyagot kell definiálnunk. Ehhez a Property modul eszköztárából kattintsunk a **Create Material** ikonra. A megjelenő Edit Material ablakban végezzük el a következő beállításokat:
 - Nevezzük el az anyagot: a Name: után írjuk be, hogy talaj
 - A lineárisan rugalmas anyagjellemzők megadásához a Material Behaviors mezőben adjuk ki a **Mechanical ► Elasticity ► Elastic** parancsot
 - Az ekkor megjelenő Elastic mezőben az alábbi beállításokat végezzük el:
 - A **Type** mellett hagyjuk az alapértelmezett **Isotropic**-ot (az anyagtulajdonságok irányfüggetlenek)

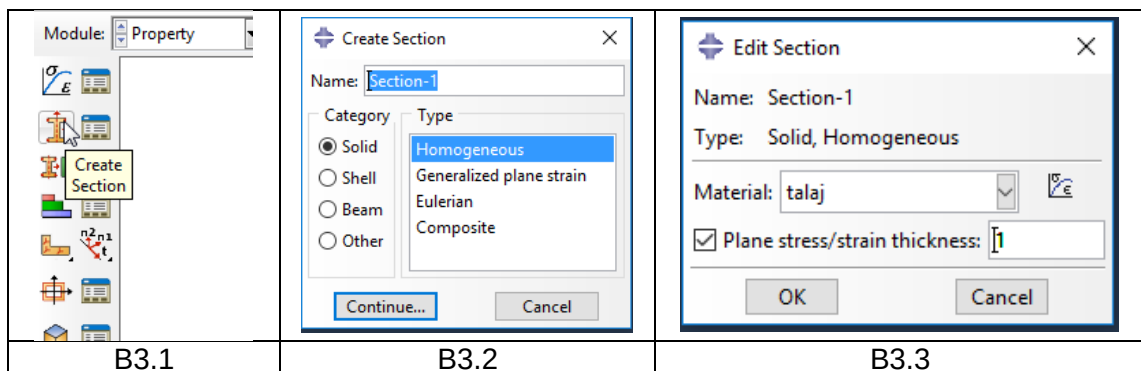
- A lenti Data táblázatban a Young's Modulus alá írjuk be a rugalmassági tényezőt, azaz **20.68** (MPa) –t, a Poisson's Ratio alá pedig a Poisson tényezőt, azaz **0.29**-at.



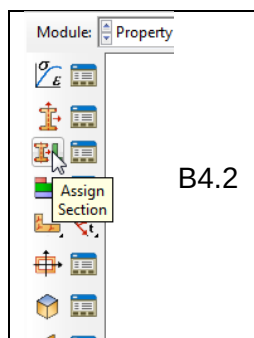
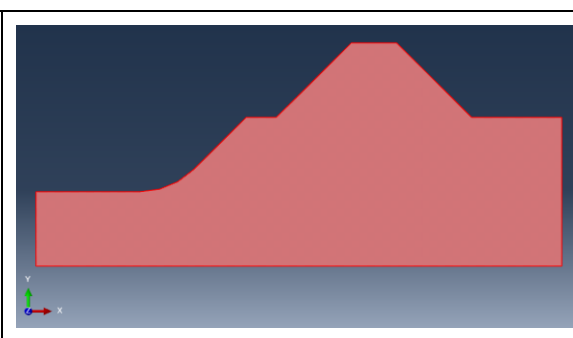
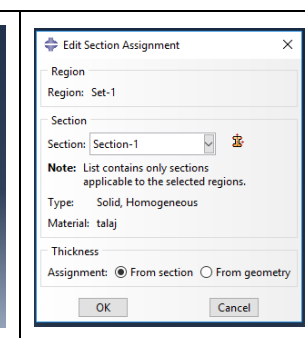
- Section definiálása: A Property Modul eszköztárából kattintsunk a **Create Section** ikonra. Az ekkor megjelenő Create Section ablakban az alábbi beállításokat végezzük el:

- A Category alatt válasszuk ki a **Solid** –ot
- A Type alatt válasszuk a **Homogeneous** –t

Ezután kattintsunk a **Continue...** gombra. Az ekkor megjelenő Edit Section ablakban a Material mellett megjelent az előző pontban definiált acél (többféle anyag esetén itt választhatnánk ki a kívánt anyagot). Kapcsoljuk be a pipát a **Plane stress/strain thickness** –nél és a vastagságot hagyjuk 1 értéken. Ezután kattintsunk az **OK** gombra.

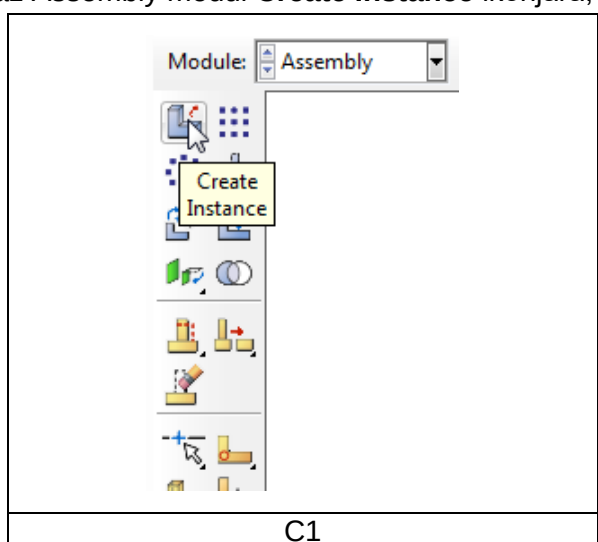
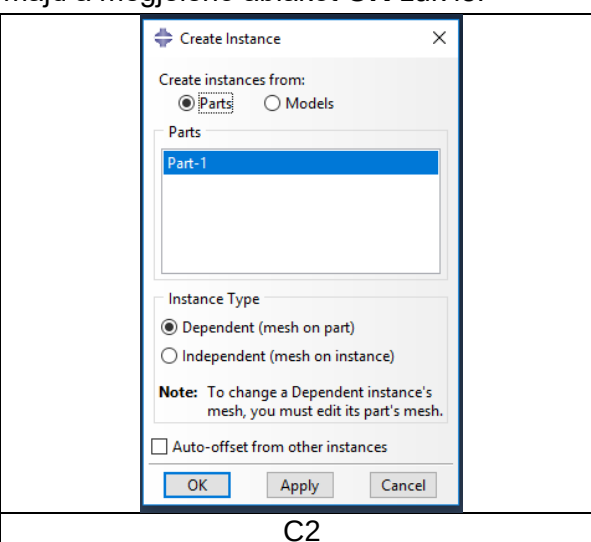


- Section geometriához rendelése: Ehhez kattintsunk a Property modul eszköztárából az **Assign Section** ikonra. Ezután jelöljük ki az egész geometriát, majd a lenti beviteli mezőben kattintsunk a **Done** gombra. Ekkor megjelenik az Edit Section Assignment ablak, ahol kiválaszthatjuk a section-t. Mivel csak egy section-t definiáltunk, így csak **OK**-zuk le az ablakot.

		
B4.1	B4.3	B4.4

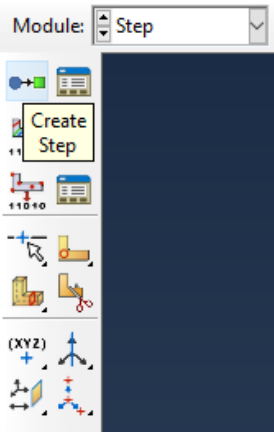
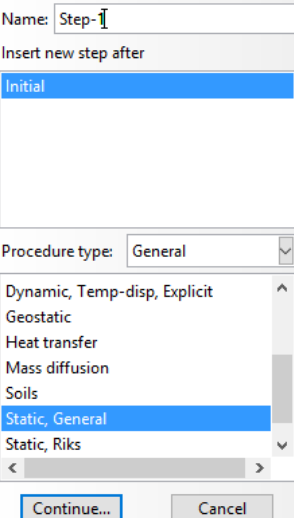
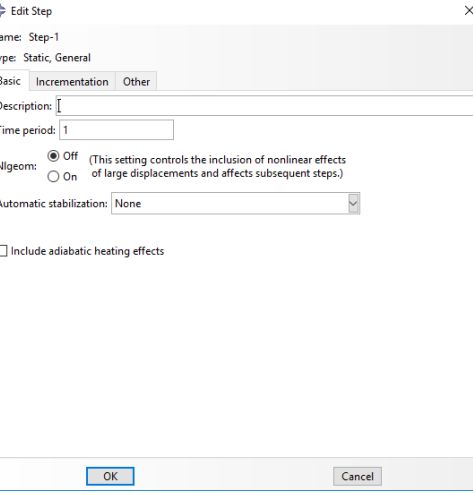
C MODULE | ASSEMBLY összeállítás

Ennek a lépésnek több alkatrészből álló szerkezetek esetében van igazán jelentősége, mivel itt tudjuk létrehozni az összeállítást. Jelenleg csak egy alkatrészünk van, ennek ellenére nem hagyható ki a lépés, készítenünk kell egy egy alkatrészből álló összeállítást. Ehhez kattintsunk az Assembly modul **Create Instance** ikonjára, majd a megjelenő ablakot **OK**-zuk le.

	
C1	C2

D MODULE | STEP lépések megadása

A Step modulban a végrehajtandó vizsgálat(ok) típusát (pl. statikus, dinamikus, hőtan...), azok részleteit és sorrendjét tudjuk beállítani. Jelenleg 1 db statikus lépést kell definiálnunk. Ehhez kattintsunk a Step modul **Create Step** ikonjára. a megjelenő Create Step ablakban nevezzük el a lépést: a Name -nél. A Procedure type-nál válasszuk a **General**-t és a **Static, General** -t. Ezután kattintsunk a **Continue...** gombra, majd a megjelenő Edit Setup ablakban hagyjunk mindent alapértelmezésen, csak **OK**-zuk le.

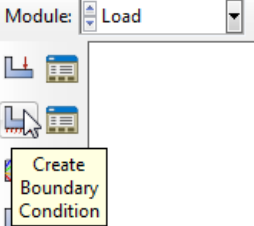
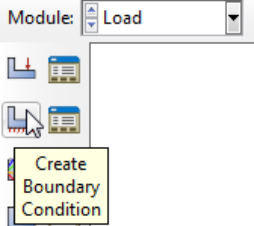
		
D1	D2	D3

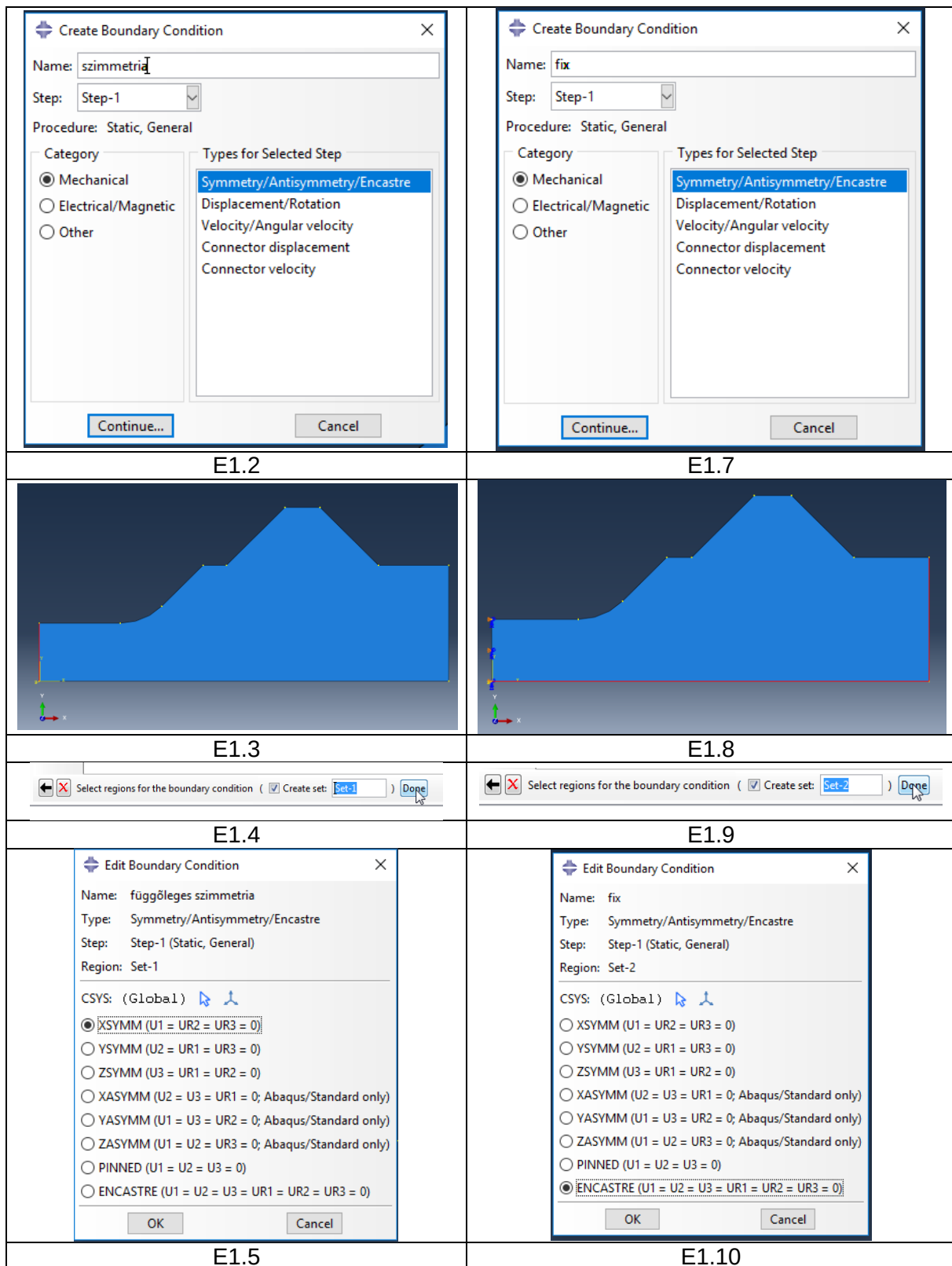
D MODULE | LOAD peremfeltételek megadása

A Load modulban tudjuk megadni a kinematikai peremfeltételeket (megfogásokat) és dinamikai peremfeltételeket (terheléseket). Jelen feladatban 2 megfogást és 1 terhelést (víz nyomást) kell definiálni.

1. megfogások definiálása: (az alábbi lépéseket kétszer kell végcsinálni)

- Kattintsunk a Load modul **Create Boundary Condition** ikonjára.
- A megjelenő Create Boundary Condition ablakban nevezzük el a megfogást **szimmetrai**-nak, illetve **fix**-nek, a Category-t hagyjuk az alapértelmezett Mechanical-on, a Types for Selected Step alatt pedig válasszuk ki a **Symmetry/Antisymmetry/Encastre**-t. Ezután kattintsunk a **Continue...** gombra.
- Jelöljük ki a rajzon a megfogások megfelelő helyeit (kijelöléskor egy piros vonal jelenik meg a kijelölés helyén).
- A lenti beviteli mezőben kattintsunk a **Done**-re
- Az ekkor megjelenő Edit Boundary Condition ablakban a függőleges szimmetria esetén válasszuk a **XSMM (U1=UR2=UR3=0)**, fix megfogás esetén pedig a **ENCASTRE (U1=U2=U3=UR1=UR2=UR3=0)**. OK-zuk le az ablakot.

függőleges szimmetria tengely	alsó és jobb szélső oldalak fix megfogása
	
E1.1	E1.6



2. terhelés definiálása:

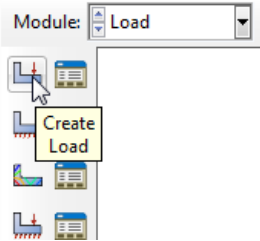
- Kattintsunk a Load modul **Create Load** ikonjára.
- A megjelenő Create Load ablakban nevezzük el. A Category-t hagyjuk az alapértelmezett Mechanical-on, a Types for Selected Step alatt pedig válasszuk ki a **Pressure**-t azaz nyomást. Ezután kattintsunk a **Continue...** gombra.

- Jelöljük ki a geometrián a gát vízzel érintkező oldalait. (kijelöléskor egy piros vonal jelenik meg a kijelölés helyén).
- A lenti beviteli mezőben kattintsunk a **Done**-re
- Az ekkor megjelenő Edit Load ablakban a Distribution-t állítsuk át **Hydrostatic**-ra. Adjuk meg az nyomás nagyságát a Magnitude sorban N/mm²-ben azaz **0.1** -et. Ezt a következő számítás alapján kapjuk meg:

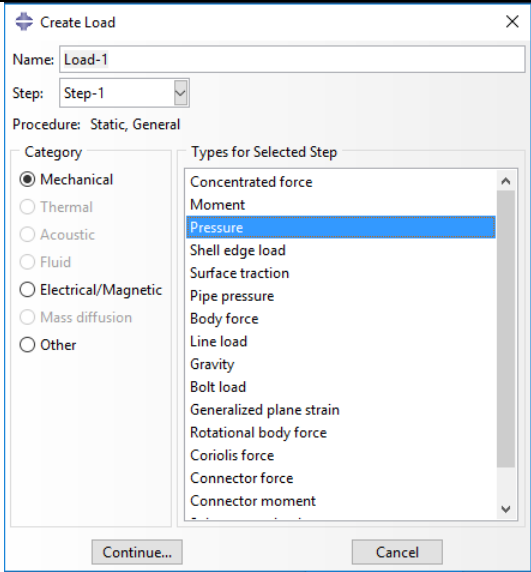
$$p = \rho gh = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 10 \text{m} = 100000 \text{Pa} = 0,1 \text{MPa}$$

Ez után a Zero pressure high-hoz írjunk be **15000**-t és a Reference pressure high-hoz pedig **5000**-et.

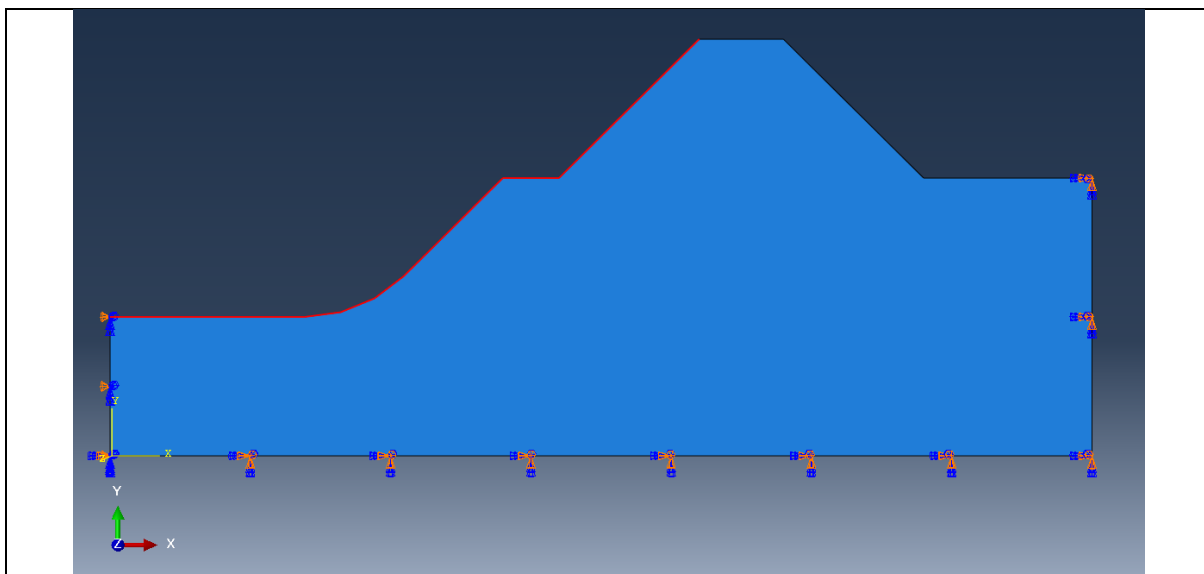
Terhelés megadása



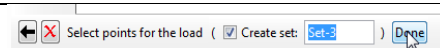
E2.1



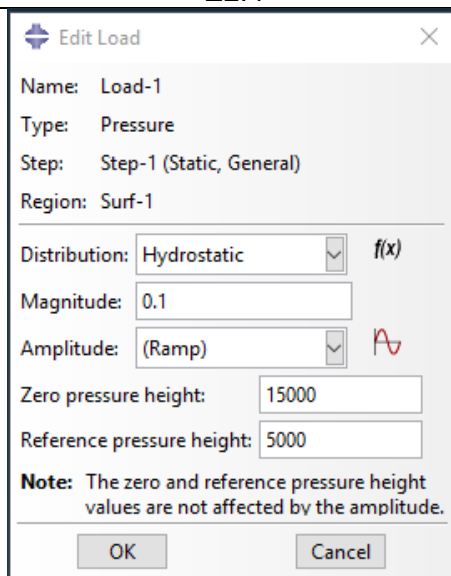
E2.2



E2.3



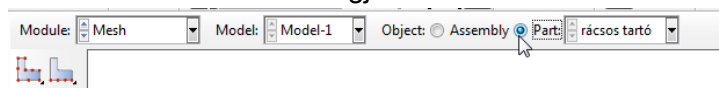
E2.4



E2.5

F MODULE | MESH háló elkészítése

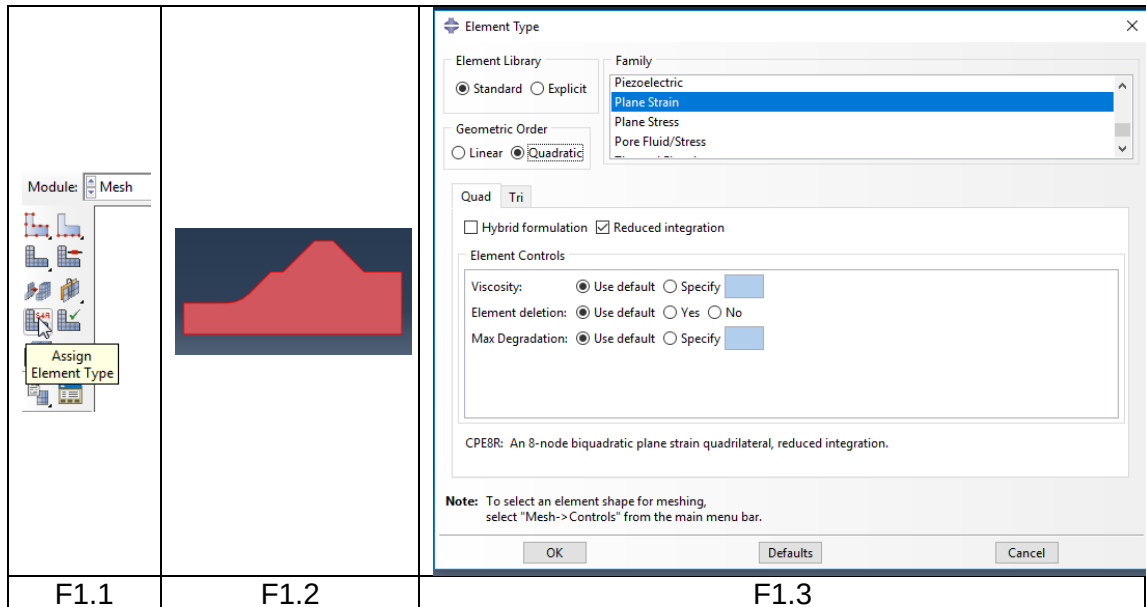
A végeelem hálót a Mesh modulban tudjuk elkészíteni. Legelőször fent az Object-et állítsuk át Part-ra, aminek hatására a Part mellett megjelenik a rácsos tartó felirat.



Ezután a hálózást az alábbi lépésekben végezzük el:

1. Elemtípus megadása:

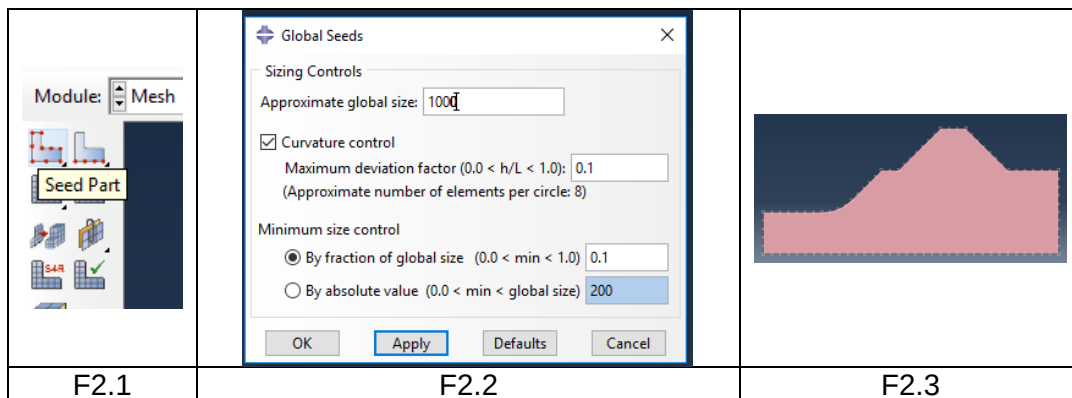
- Kattintsunk a Mesh modul **Assign Element Type** ikonjára.
- Jelöljük ki a teljes geometriát.
- A lenti beviteli mezőben kattintsunk a **Done** gombra
- A megjelenő Element Type ablakban a Family-t állítsuk **Plane Strain**-re, a Geometric Order-t pedig legyen **Quadratic**, majd **OK**-zuk le az ablakot.



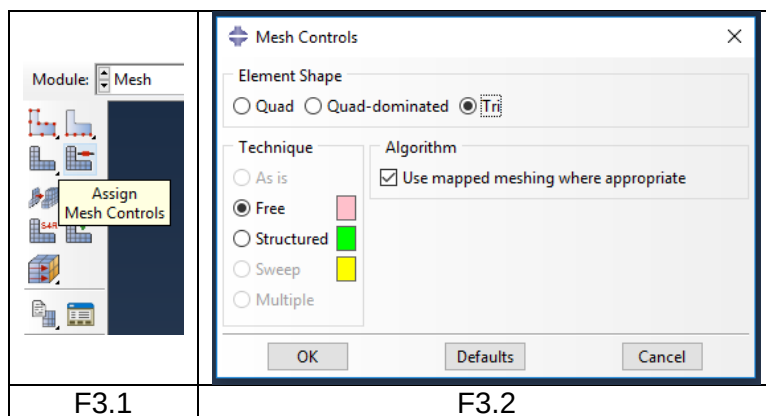
2. Elemméret megadása:

Ehhez az alábbi lépéseket végezzük el:

- Kattintsunk a Mesh modul **Seed Part** ikonjára.
- A megjelenő Global Seeds ablakban az Approximate global size mezőben írjunk be **1000**-et. Ezután **OK**-zuk le az ablakot.

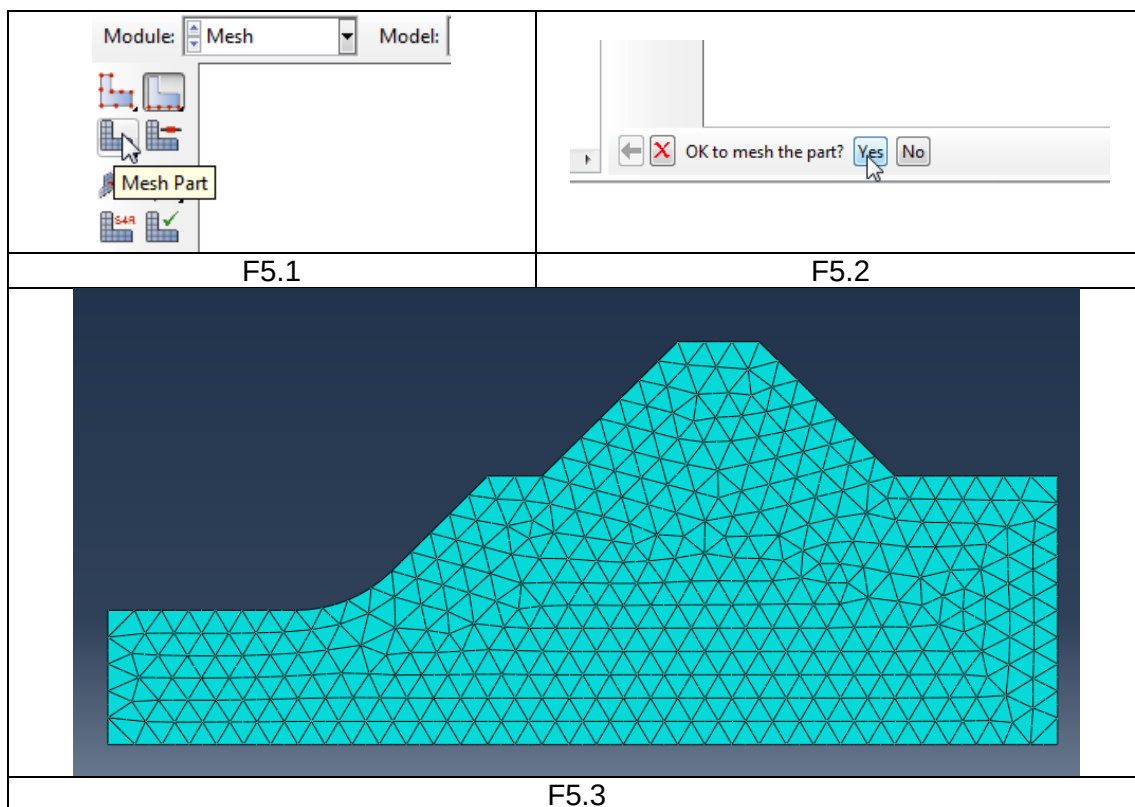


3. Háromszög alakú háló megadása: Kattintsunk az **Assign Mesh Controls** ikonra ezután jelöljük ki a teljes geometriát majd kattintsunk a középső gombbal. A felugró Mesh Controls ablakban az Element Shape-nél állítsuk be a **Tri**-t a Technique-nél pedig a **Free** menüpontot, majd kattintsunk az **OK**-ra.



4. Végeselem háló elkészítése:

A végeselem háló elkészítéséhez kattintsunk a Mesh modul eszköztárában a **Mesh Part** ikonra, majd a lenti beviteli mezőben az OK to mesh the part? mellett a **Yes** gombra.



5. Hálótulajdonságok lekérdezése (opcionális)

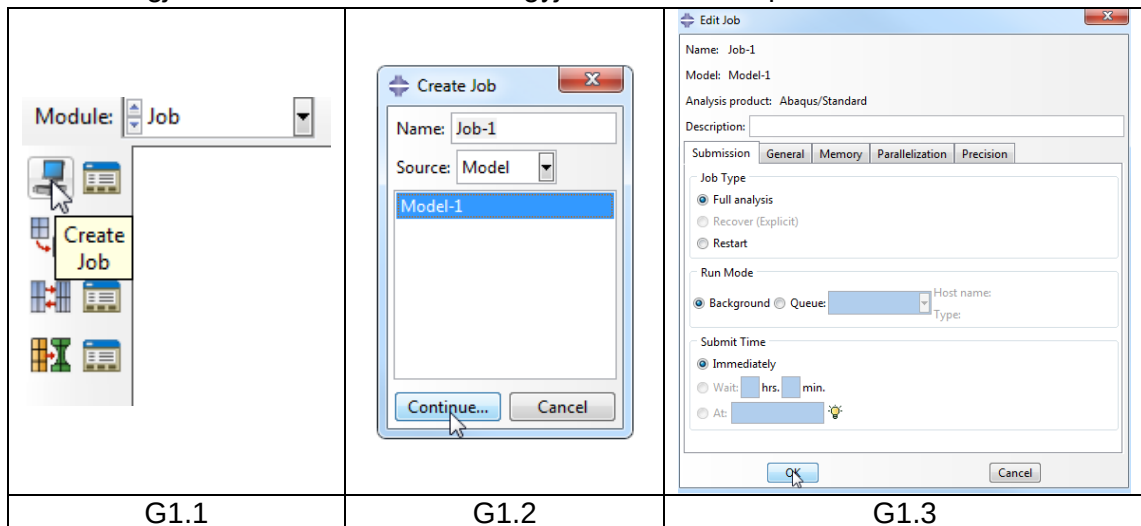
A csomópontok és végeselemek számának ellenőrzéséhez a **Tools ► Query...** Parancsot használhatjuk. A felugró Query ablakban a General Queries mezőben kattintsunk a Mesh-re, majd a lenti beviteli mezőt a Query entire part-on hagyva a **Done** gombra. Ekkor a lenti párbeszédablakban megjelenik a csomópont szám (Total number of nodes) és az elemszám (Total number of elements).

G MODULE | JOB feladat megoldása

A feladatot a Job modulba átlépve tudjuk lefuttatni. Az ehhez szükséges lépések:

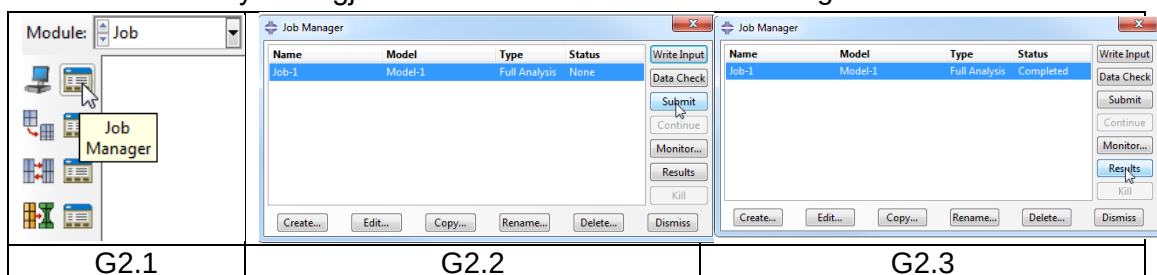
1. Feladat definiálása:

- A Job modul eszköztárából kattintsunk a **Create Job** ikonra
- A megjelenő Create Job ablakban kattintsunk a **Continue...** gombra
- A megjelenő Edit Job ablakban hagyjuk mindent alapértelmezésen és **OK**-zuk le



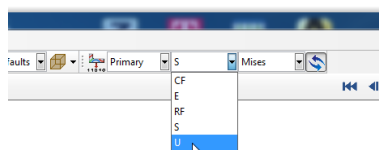
2. Feladat lefuttatása:

- A Job modul eszköztárából kattintsunk a **Job Manager** ikonra
- A megjelenő Job manager ablakban alpból ki van választva az előbb definiált 1 db feladat (Job-1). Kattintsunk a **Submit** gombra.
- Ha a Status alatt megjelenik a Completed felirat, akkor a feladat sikeresen lefutott. Az eredmények megjelenítéséhez kattintsunk a **Results** gombra.

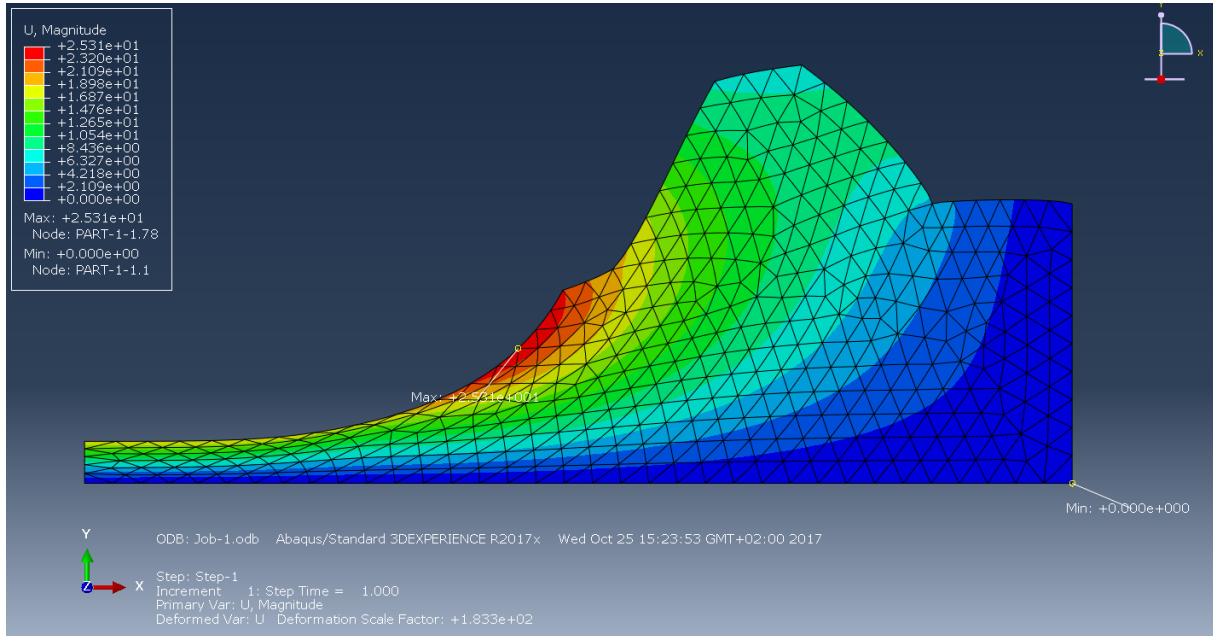


H MODULE | VISUALIZATION eredmények megjelenítése

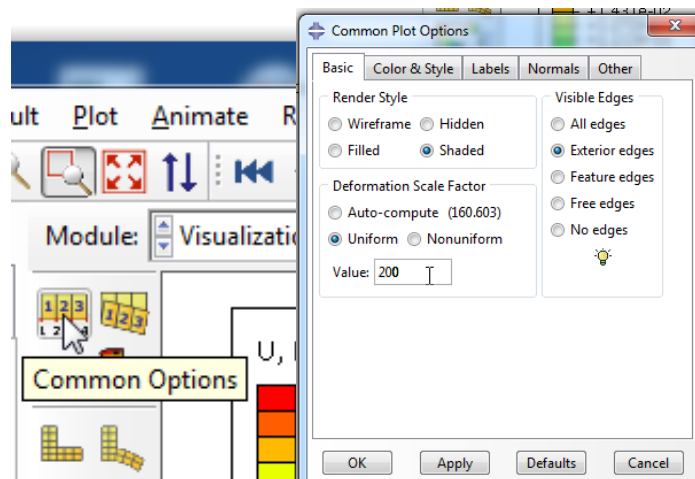
A **Results** gombra kattintva automatikusan a **Visualisation** modulba kerülünk. Fent válasszuk ki az U-t vagy az S-t annak megfelelően, hogy az elmozdulást, vagy a feszültséget szeretnénk megjeleníteni. Először válasszuk az U-t.



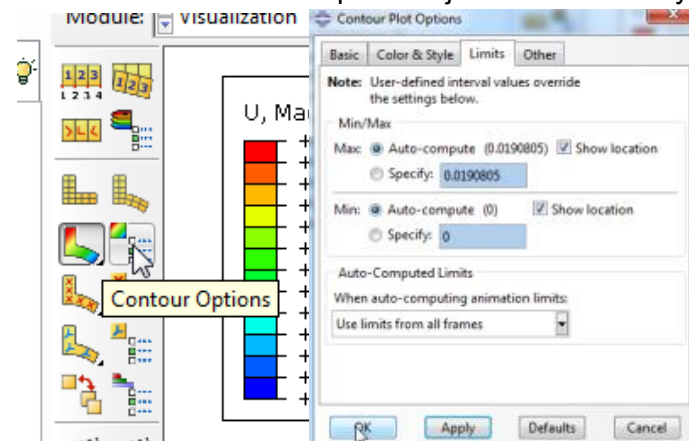
A **Plot Contours on Deformed Shape** ikonra kattintva a deformált alakot láthatjuk.



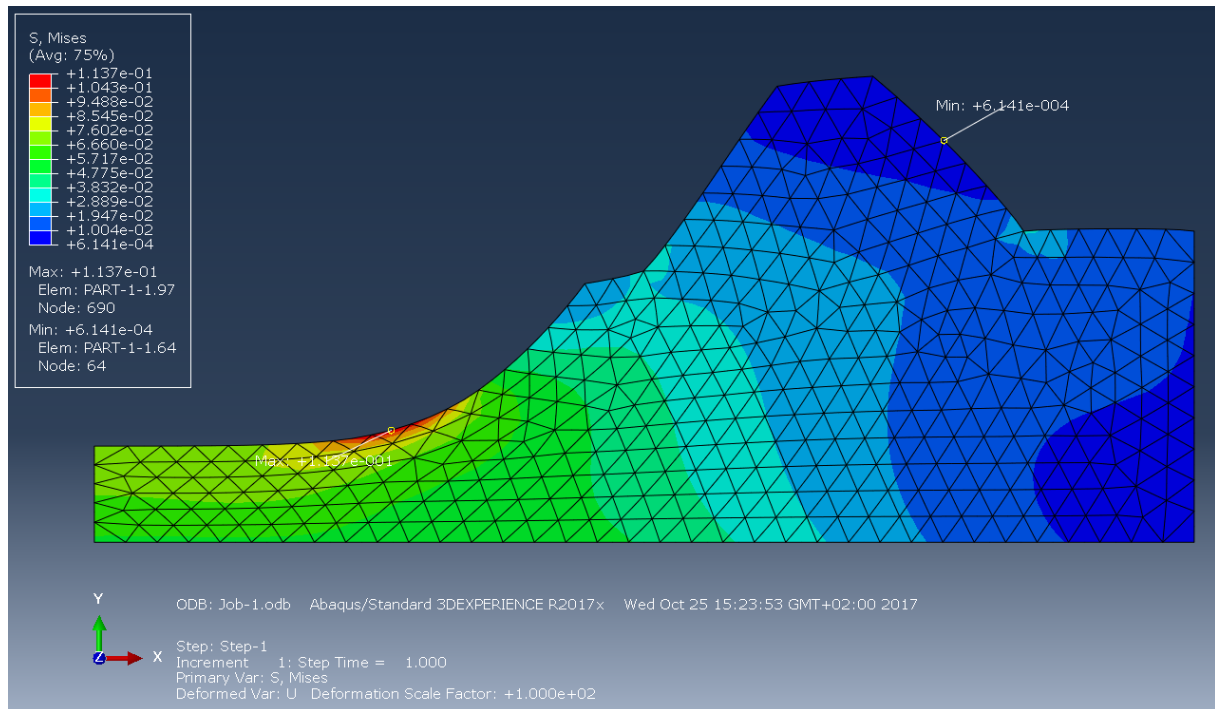
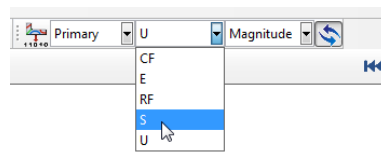
A **Common Plot Options**-ban a **Basic** fülön beállíthatjuk a deformáció felnagyításának mértékét, a **Labels** fülön bekapcsolhatjuk a csomópontok és elemek sorszámának megjelenítését.



A **Contour Options**-ban a **Limits** fülön bekapcsolhatjuk a max/min helyek megjelenítését.



Az elmozdulások kiértékelése után nézzük meg a redukált feszültség eloszlást.



Egy-egy pontbeli érték ki íratása a Probe values paranccsal.

