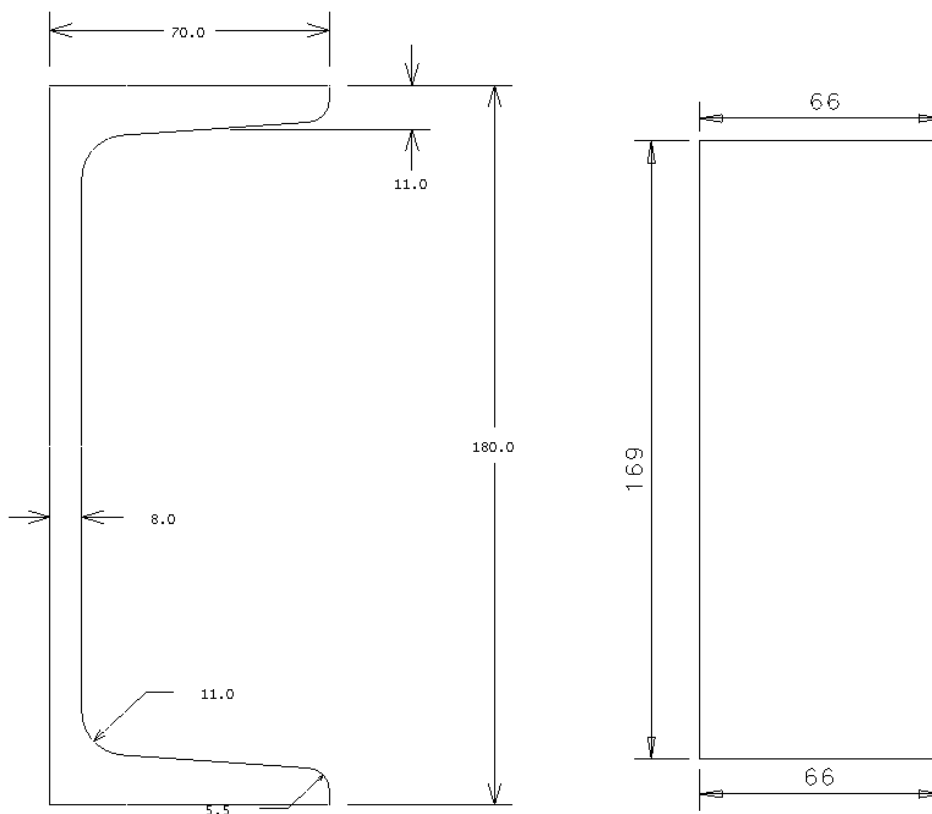


VÉGESELEM MÓDSZER
mérnök hallgatók számára**A 7. gyakorlat anyaga****Feladat: U gerenda modellezése lemez szerkezetként**

1. ábra

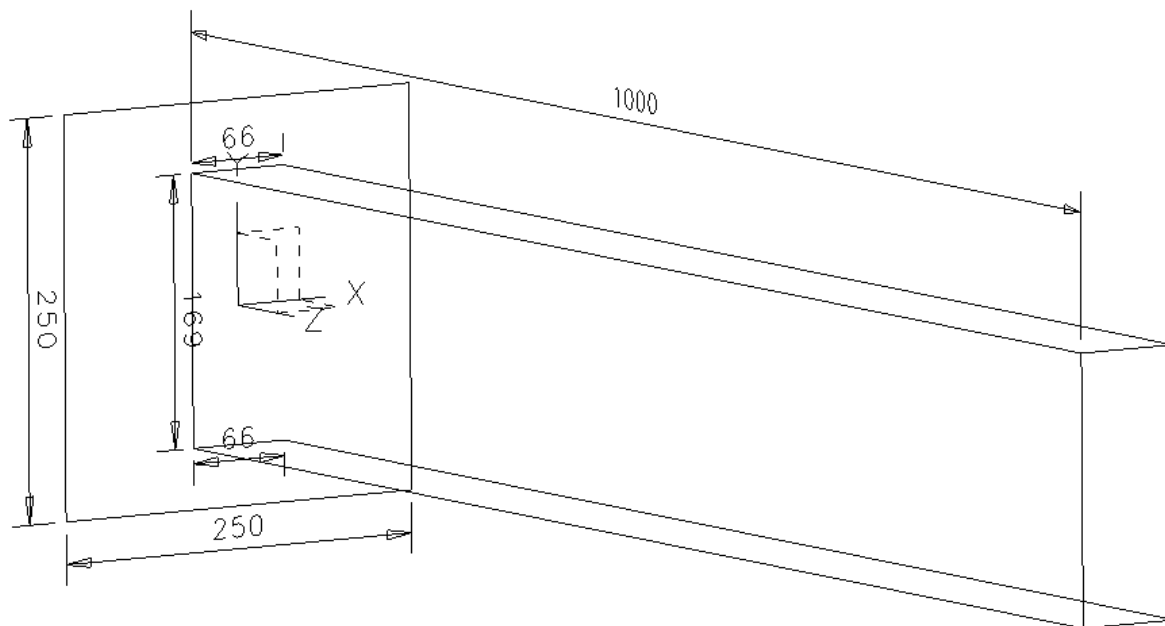
Az U180 szelvény és egyszerűsített geometriája

Az 1. ábra egy U180 gerenda keresztmetszetét szemlélteti egy műszaki rajz és egy egyszerűsített vázlat segítségével. A lemez modellhez szükségünk lesz a középvonalak geometriájára.

Egy lemez- vagy héjszerkezet modellezésénél az alábbiakra kell tekintettel lennünk. A lemez (héj) csomópontjaiban a három koordinátairányú elmozduláson kívül a lemez síkjába eső két egymásra merőleges szögelfordulás is megjelenik, mint ismeretlen paraméter. Továbbá, hogy az elmozdulásoknak megfelelően egy csomópontban működtethetünk erőket a három koordináta tengely irányába és nyomatékokat a lemez érintősíkjában lévő két merőleges

tengely körül is. A nyomaték lemezre merőleges összetevője nem jelent terhelést a szerkezetre. Az ilyen nyomaték hatása csak két csomópontban működtetett erőpárral valósítható meg.

Geometria: A 2. ábrán látható gerenda lemezszerkezetként modellezve látható. A gerenda az egyik végén befalazott a másik végére egy 10 mm vastag 250x250-as négyzet alakú lemez került felerősítésre



2. ábra

Terhelés: A gerendán három különböző terhelést definiálunk:

1. *terhelési eset:* csavarás erőpárral
2. *terhelési eset:* hajlítás és csavarás a gerinc lemezen működő erővel
3. *terhelési eset:* „tisztá” hajlítás a csavarási középpontban ható erővel

Elmozdulási peremfeltétel: a gerenda egyik vége teljesen befalazott.

Anyagjellemzők: az acél anyagjellemzői: $E = 200680 \text{ MPa}$, $\nu = 0.29$, $G = 80155 \text{ MPa}$.

Végeselem háló: hat csomópontú, háromszög alakú, héj végeselem.

Meghatározandó: a három terhelési esethez külön-külön

- 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.

Megoldás:

Model file name: ugerenda

Application: Simulation

Task: Master modeler

Kilépés.

Menü: **Option** → **Units** → mm(newton)

Option → Preferences → Selector → Auto shift (*kijelölni*)

A geometria megrajzolása

Master Modeler

B(2,3) Workplane appearance

-200	-200
200	200

A munkaterület igazítása képernyő területéhez.

C(2,1) Zoom all

A munkaterület igazítása a képernyő területéhez.

A(2,1) Polylines

Az U szelvény egyszerűsített keresztmetszetének megrajzolása.

A(4,1) Dimension

A méretvonalak megrajzolása.

B(2,1) Modify entity

A méretek pontosítása.

A(5,1) Extrude

Pick curve or section

Kattintson az egyik vonal szakaszra a bal egérgombbal!

Pick curve to add or remove (Done)

Ha minden vonal meg van jelölve, nyomja meg az egéren a középső gombot!

A feljövő menüben állítsa be a gerenda hosszát

↙



*Az ikonra kattintva megtekintheti az extrudálás eredményét
(forgatásF3 gombbal)*

OK

Kilépés után létre jön a gerenda geometriája.

Maradva az eredeti munkasíkon, a gerenda végen egy 250x250 méretű négyszög alakú lemezt rajzolunk meg. Az elhelyezését a rajz alapján közelítőleg végezzük el.

A(2,1) Polylines

Az U szelvény egyszerűsített keresztmetszetének megrajzolása.

A(4,1) Dimension

A méretvonalak megrajzolása.

B(2,1) Modify entity

A méretek pontosítása.

A(5,1) Surface by Boundary

Pick boundary definition

Kattintson a perem görbére a bal egérgombbal!

Pick curve to add or remove

Körbejárva a peremet, mindig a felkínált szaggatott vonalra kattintson a bal egérgombbal!)

.....

Pick curve to add or remove (Done)

Körbejárás után, végül nyomja meg az egéren a középső gombot!

Surface Boundaries Options

Pick a part to join this Surface By Boundary to

Kattintson a gerendára a bal egérgombbal!

OK

Kilépés.

Ahhoz, hogy a gerendán és a lemezen kompatibilis háló jöjjön létre, a lemezen létre kel hozni a gerenda lenyomatát.

A(4,3) Trim at curve

Pick Surface *Kattinsona négyszög alakú lemezre!*

Pick trimming curve, edge or section

Pick trimming curve, edge or section(Done)

Pick trimming curve, edge or section(Done)

Kattintson egyenként a gerenda lemezhez csatlakozó éleire, majd nyomja meg az egéren a középső gombot!

Pick point on region

Kattintson a bal egérgombbal a négyszöglemezre!

A végeelem háló elkészítése

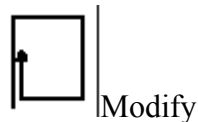
Meshing

B(4,2) Create FE Model

Kilépés.

A(5,1) Materials

Kattintás a (GENERIC_ISOTROPIC_STEEL)-re



Modify

Kattintás a módosító gombra, ahol az anyag tulajdonságokat módosíthatjuk:

MODULUS OF ELASTICITY 200680

POISSONS RATIO 0.29

SHEAR MODULUS 80155

Kilépés.

Kilépés.

A lemezek vastagságainak beállítása

A(6,2) Surface thickness

Pick Surfaces

Pick Surfaces (Done)

Rákattintunk a megfelelő lemezre és a kívánt lemez vastagságot beállítjuk.

Amplitude

övlemez vastagság.

Hasonlóan járunk el a többi lemeznél is megismételve az A(6,2) utasítást.

OK

Kilépés.

Háló geneálás.

A(1,1) Define Shell Mesh

Pick Surfaces

Az egér segítségével fogja közre az összes felületet (a bal egérgomb lenyomva tartásával)!

Pick Surfaces (Done)

Nyomja meg a középső gombot!

*A feljövő **Define Mesh** menürendszerben beállítandók az alábbiak:*

- Free

Element Length: 20

Element Family: *thin shell*

Element Type: Δ (6 csomópontú)



Kattintson a megtekintés ikonra!

Keep mesh

A háló elkészítése és elfogadása .

A geometriailag közös pontban generált csomópontok egybeejtése.

A(2,2) Coincident Nodes

Pick Nodes

Jobb egérgomb (All done)

Pick Nodes (Done)

Enter distance between nodes to be considered coincident (0.010)

Done vagy **Enter**

Enter method to select coincident node (Lower_Label)

OK

Kilépés.

Yes

Yes

Dismiss

Peremfeltételek (megfogások, terhelések) megadása

Boundary Conditions

A VEM háló láthatóságát megszüntetjük.

B(1,3)

Display Filter

A menüpontra kattintunk.

FE Models

A menüpontra kattintunk.

☐ ☐ **Node**

☐ ☐ **Element**

A csomópont és elem megjelölését megszüntetjük.

Kilépés.

Kilépés.

A végeelem háló most nem látható.

A négyszöglemezzel ellentétes gerenda végen a befalazást modellezve az éleket megfogjuk.

A(4,2)

Displacement Restraint

Pick entities

Pick entities (Done)

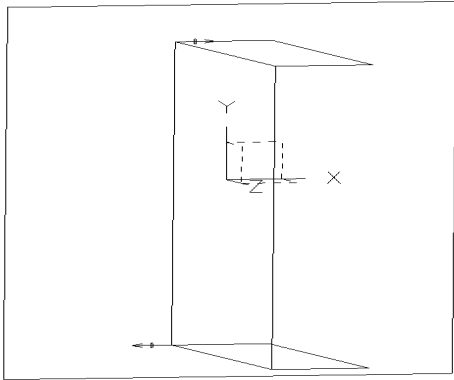
Pick entities (Done)

Pick entities (Done)

Egyenként az élekre kattintunk és középső egérgombot megnyomjuk (Done)

Kilépés.

Első terhelési eset: csavaró nyomaték definiálása két csomóponton működő erőpárral.



A(2,1)

Force

Pick entities

Pick entities (Done)

A gerenda lemezzel zárt végén a gerinc felső pontjában megadjuk az erőpár egyik tagját.

LOAD1

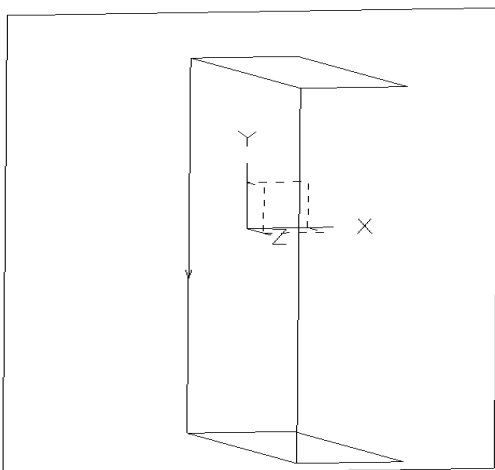
X Force N

OK

Kilépés.

A lépés sort megismétljük az erőpár másik tagjára is a gerinc lemez alsó sarkán is (X Force N).

Második terhelési eset: Nyíróerő a gerinc felezőpontján



A(2,1)

Force

Pick entities

Pick entities (Done)

A gerenda lemezzel zárt végén a gerinc felező pontjában megadjuk nyíróerőt

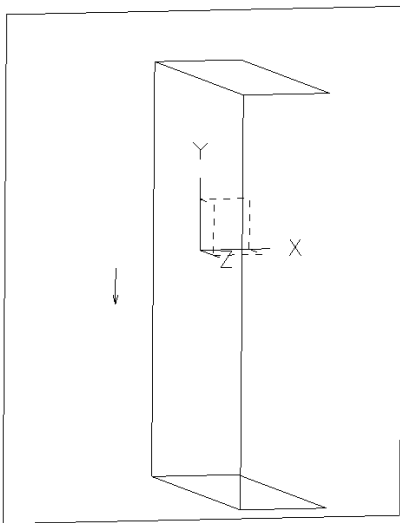
LOAD2

Y Force N

OK

Kilépés.

Harmadik terhelési eset: Nyíróerő a „csavarási középpont” közelében



A(2,1)

Force

Pick entities

Pick entities (Done)

A gerenda lemezzel zárt végén a gerinc felező pontjától balra 1-2 elemnyi távolságra megadjuk nyíróerőt

LOAD3

Y Force N

OK

Kilépés.

Peremfeltételek és terhelési esetek egymáshoz rendelése

A(6,1)

Boundary condition

Restraint set

Load sets

Kijelölni

a CTRL vagy SHIFT nyomva tartása mellett kijelölni mindhármat

A végeelem számítás elvégzése

Model Solution

A megoldás paraméter halmaz összeállítása.

A(1,2) Solution Set

→ →

A(2,1) Solve

„No warnings or errors encountered in last run” – üzenetnek kell megjelenni.

Ha nem így történt, akkor valamit hibásan adtunk meg.

Az eredmények utófeldolgozása.

Post Processing

Elmozdulások szemléltetése

A(1,1) Results

Displacement1 LOAD1  ← rákattintva →

Az elmozdulás X,Y vagy Z, irányú koordinátájának kiválasztása.

A(1,2) Display Template

- Contour

☒ Deformed ← rákattintva

- Maximum Deformation(% of Screen)

Kilépés.

Kilépés.

A(2,2) Display Done

Megjelenítés. Figyeljük meg, hogy a négyszög alakú lemez, hogyan deplanálódik (a pontok kilépnek a síkból).

Numerikus értékek a nevezetes pontokban (a gerenda sarok pontjaiban)

A(2,3) Probe

*A gerenda végpontjain számszerűen is leolvasható az elmozdulási érték.
Az elmozdulási értékek a LOAD2 és LOAD3 terhelésekre megismétlődnek.*

Feszültségek szemléltetése

A(1,1) Results

Stresses7 *LOAD1*  ← rákattintva →

A normál feszültség X,Y,Z,XY,YZ,ZX irányú koordinátájának vagy a VON MISES redukált feszültségnek a kiválasztása.

A(1,2) Display Template

- Contur

Kilépés.

A(2,2) Display Done

Megjelenítés.

Látható, hogy gátolt csavarás következtében a befalazásnál jelentős értékű z irányú normál feszültség ébred, amely kör keresztmetszet esetén nem jelentkezne.

A(2,3) Probe

A maximális feszültségi értékek megállapítása a befalazott keresztmetszet pontjaiban.

A feszültségek a LOAD2 és LOAD3 terhelési esetekre a parancssor megismétlésével tekinthetők meg.