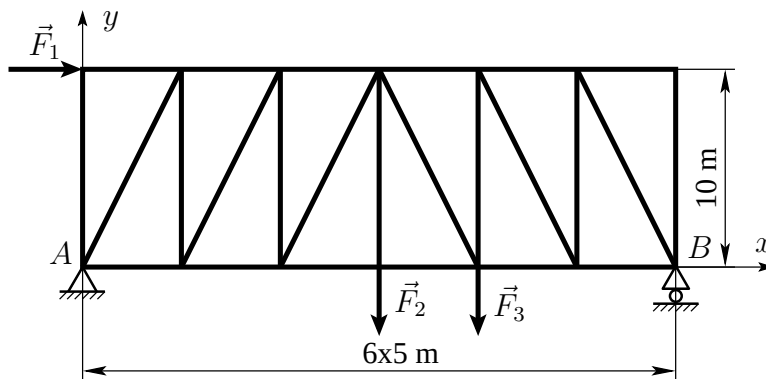


VÉGESELEM MÓDSZER

Az 1. gyakorlat anyaga

Feladat: síkbeli rácsos tartó



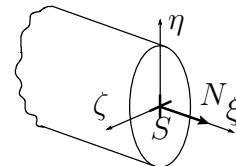
Adott: Anyag:
 $E = 2,1 \cdot 10^5 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$
 $\nu = 0,3$
 Terhelés:
 $F_1 = F_2 = 20 \text{ kN}$
 $F_3 = 40 \text{ kN}$
 Rúdátmérő:
 $d = 40 \text{ mm}$

Rácsos szerkezet definíciója: A rudak kapcsolódási pontjaiban (a csomópontokban) csuklók vannak és ebből következően:

- a rudakban csak rúderő lép fel
- a rúderő az egyenes rudakban állandó

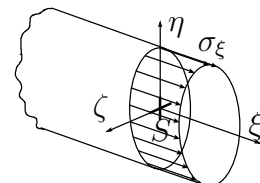
Mechanikai állapotok: Elmozdulásmező: $\vec{u}(\xi) = w(\xi)\vec{e}_\xi$

Igénybevétel: $\vec{F}_S = N\vec{e}_\xi$, $\vec{M}_S = \vec{0}$



Feszültség eloszlás a keresztmetszet mentén:

$$\sigma_\xi = \frac{N}{A} = \text{áll.}$$



Terhelés: Minden erőt egy terhelési esetben figyelembe venni.

Végeselem modell: húzott-nyomott, lineáris rúdelem

Végeselem felosztás: rudanként egy végeselemet felvenni

Meghatározandó:

- A tartó alakváltozása, a rudak középvonalainak elmozdulásai
- Támasztóerők
- A rudakban ébredő rúderők

- Szemléltetés:**
- A szerkezet deformáció utáni alakjának kirajzoltatása,
 - A csomóponti elmozdulások értékeinek kiírása,
 - A legnagyobb elmozdulás helyének megkeresése és az elmozdulás értékének kiírása,
 - Az elmozdulások szemléltetése a deformálatlan alakon vektorokkal,
 - A rúderők nagyságának meghatározása,
 - A maximális rúderő meghatározása,
 - Az összes rúderő kiírása

Megoldás:

Model file name: racs1

Application: Simulation

Task: Master modeler

OK

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

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

A geometria megrajzolása

MASTER MODELER

B(2,3) Workplane appearence

-20 000	-20 000
20 000	20 000

A munkaterület igazítása a képernyő méretéhez.

C(2,1) Zoom all

A munkaterület igazítása a képernyő méretéhez.

A(2,1) Polylines

A rácsos tartó geometriájának megrajzolása.

A(4,1) Dimension

A méretvonalak megrajzolása.

A(4,1) Modify entity

A méretek pontos megadása.

A rajzolás menetét az alábbi ábrák szemléltetik:

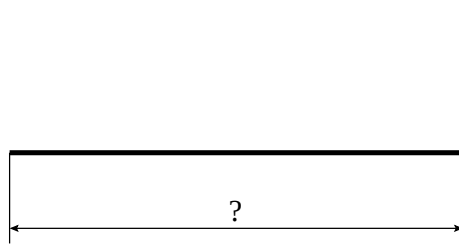
1.



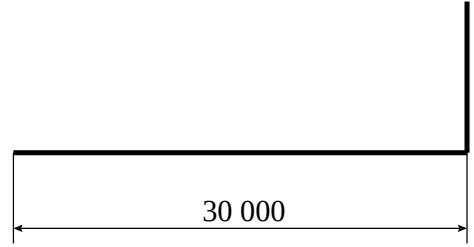
2.



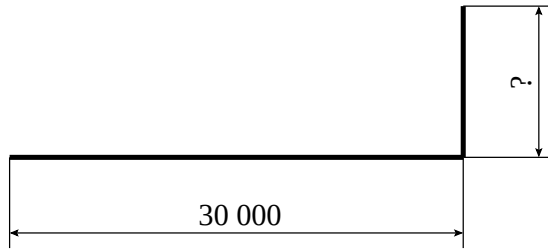
3.



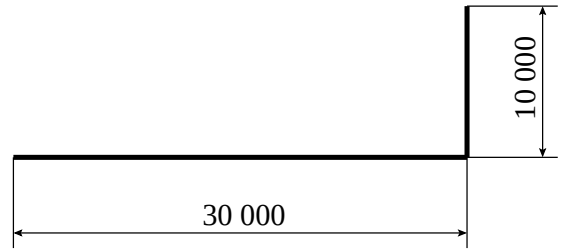
4.



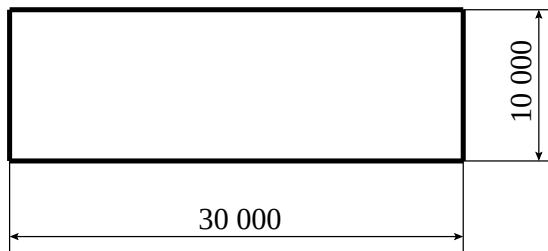
5.



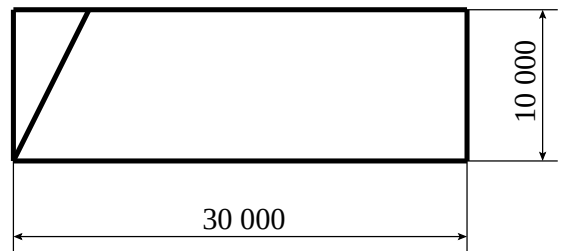
6.



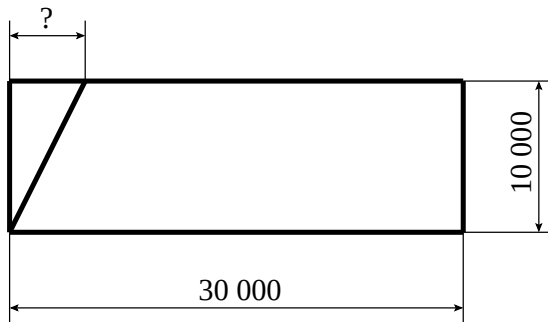
7.



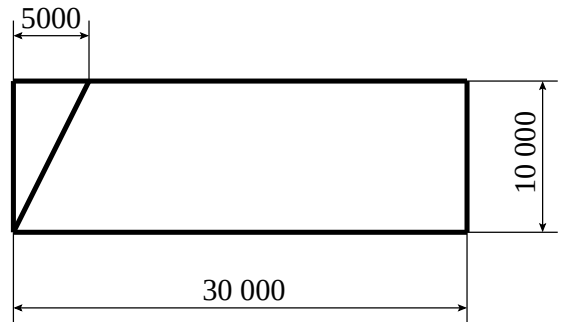
8.



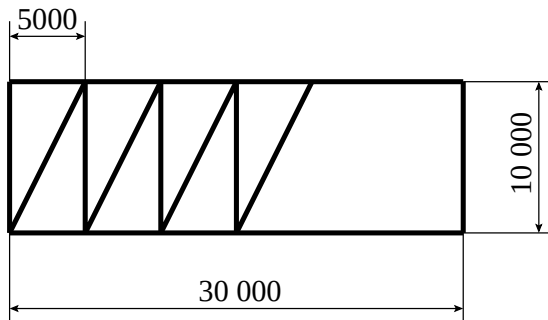
9.



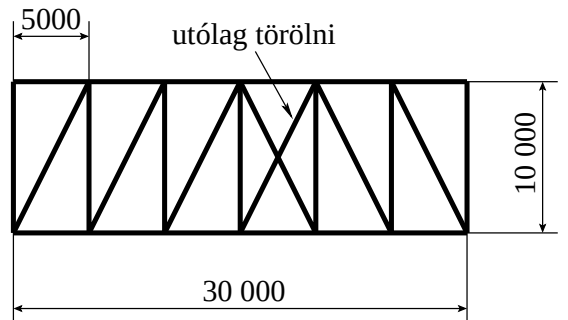
10.



11.



12.



A rudak keresztmetszeteinek megadása

BEAM SECTION

A(1,3) Circular beam

outside diameter (40) <ENTER>

inside diameter (0) <ENTER>

YES

A rúd kör keresztmetszetű lesz, átmérője 40 mm.

A(5,2) Store section

Enter beam sect. prop. name... (rud1) <ENTER>

A keresztmetszet eltárolása

A végeelem háló elkészítése

MESHING

A(1,1) Define beam mesh

OK → **OK**

Jobb egérgomb → **All done** → **Curve** → **Done**

Az összes rúd kijelölése

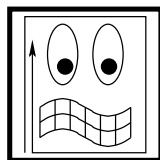
Element length: (30 000)

A megadott elemméret legyen hosszabb mint a leghosszabb vonal mérete, hogy minden rúdon csak egy elem legyen.

Element family: **ROD**

A modellezéshez húzott-nyomott rúdelemeket használunk.

Beam option... → Beam cross section (RUD1) **OK**



← Rákattintani → **Keep mesh**

A végeelem háló megjelenítése, és elfogadása.

B(1,1) ?

? *A megkelenő új ikoncsoporthoz „D” betűvel jelöljük.*

D(3,1) Label nodes

A csomópontok sorszámainak megjelenítése.

D(3,1) Label elements

Az elemek sorszámának megjelenítése. A „D” ikoncsoporthoz ezután bezárható.

Az így előállított felosztás nem jó, mert a vízszintes rudakra is csak egy elemet vett fel. A vízszintes vonalakra 6 rúdelemet kell felvenni úgy, hogy minden rácsrúdra egy elem essen és az elemek csomópontjai a rácsos szerkezet csomópontjaival essenek egybe.

A(5,3) Subdivide beams

Rákattintani egymás után a két vízszintes elemre → Done

Number of sub elements (6) → **YES**

Ezzel felosztottuk a vízszintes rudakat 6 elemre.

A szerkezet elemekre bontását a program az egyes geometriai alakzatokra (vonalakra) külön-külön végzi el, ezért az egyes rács-csomópontokban több, egymástól független (egymáshoz nem kapcsolódó) végelem csomópont keletkezik. Ezeket az egybeeső végelem csomópontokat össze kell kapcsolni.

A(2,2) Coincident nodes

jobb egérgomb → **All done**

Distance between nodes (0.01) <ENTER>

Lower label... <ENTER>

Ok to list element labels (No) **YES**

Ok to merge coincident nodes **YES**

Ok to delete nodes **YES**

Ezzel összekapcsoltuk az egybeeső csomópontokat, és töröltük a feleslegessé válókat.

Peremfeltételek (megfogások, terhelések) megadása

Boundary conditions

Megtámasztások megadása

A csomópontok Z irányban nem mozdulhatnak el.

A(4,2) Displacement restraint

jobb egérgomb → **All done** → **Node** → **Done**

Specified → **specified restraint** → **Set all free**

Z translation fixed **OK** **OK**

Csuklós megtámasztás megadása

A(4,2) Displacement restrain

Csuklónál lévő csomópont kijelölése → **Done**

Pin Axis of rotation (z)

Pin $\equiv$ *csuklós megtámasztás*

Görgős megtámasztás megadása

A(4,2) Displacement restrain

Görgőnél lévő csomópont kijelölése → **Done**

Roller (x trans., z rot)

Roller $\equiv$ *görgős megtámasztás*

Terhelések megadása

A(2,1) Force

Az F_1 erő támadáspontjának megfelelő csomópont kijelölése → **Done**

X Force (20 000)

A(2,1) Force

Az F_2 erő támadáspontjának megfelelő csomópont kijelölése → **Done**

Y Force (-20 000)

A(2,1) Force

Az F_3 erő támadáspontjának megfelelő csomópont kijelölése → **Done**

Y Force (-40 000)

A végeelem számítás elvégzése

A megoldáshalmaz létrehozása

A(1,2) Solution set

Create → output selection → element forces → store

A rúderők elmentése

A(2,1) Solve

A számítás elvégzése

*„No warnings or errors encountered in last run” — üzenetnek **kell** megjelenni.
Ha nem így történik, akkor valamit hibásan adtunk meg.*

Az eredmények megjelenítése

POST PROCESSING

Elmozdulásmező szemléltetése

A(1,1) Results

Displacement ← *rákattintani* → **Display results**  ← *rákattintani*

OK

Szemléltetés a csomóponti értékek alapján

A(1,2) Display template

Contour **OK**

A(2,1) Display

Done

Mi látható a képernyőn? → A rácsos tartó terhelés hatására megváltozott alakja, arányosan felnagyítva. A színskála az elmozdulások nagyságára utal.

Az elmozdulások számszerű megjelenítése

A(1,2) Display template

Arrow ← *kijelölni*

Deformed model ← *kijelölést megszüntetni*

A(2,1) Display

Done

A(2,3) Probe

A csomópontokra kattintva megjelennek az elmozdulások értékei.

Az elmozdulás értékek kilistázása

A(3,3) Report writer

jobb egérgomb → **All done**

Kiírja a csomóponti elmozdulások értékeit x, y, z irányban.

Maximális elmozdulás megkeresése.

- A(3,3) Options...**
Row data display $\leftarrow$ *kikapcsolni*
Generate report
Maximumot leolvasni
A rúderők szemléltetése
- A(1,1) Results**
Element force $\leftarrow$ *rákattintani* $\rightarrow$ **Display results**  $\leftarrow$ *rákattintani*
OK
- A(1,2) Display template**
Element force $\leftarrow$ *kijelölni*
Deformed model $\leftarrow$ *kijelölést megszüntetni*
OK
- A(2,1) Display**
Done
- A(2,3) Probe**
Az elemekre kattintva leolvasható a rúderő nagysága.
A rúderők kilistázása
- A(3,3) Options...**
Output similar to: **Beam stress or element force**
Row data $\leftarrow$ *kijelölni*
Generate report
Eredményeket leolvasni.