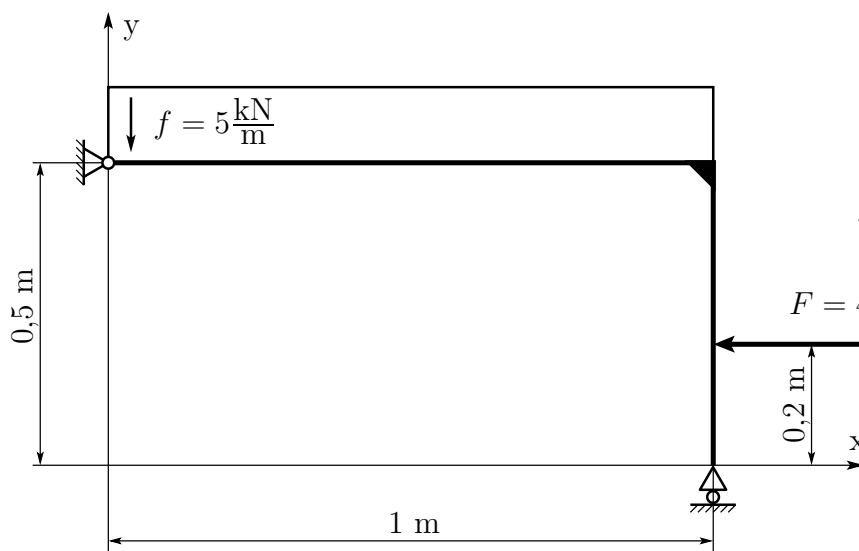


VÉGESELEM MÓDSZER

A 2. gyakorlat anyaga

Feladat: síkbeli törtvonalú tartó



Adott: Anyag:

$$E = 2,1 \cdot 10^5 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

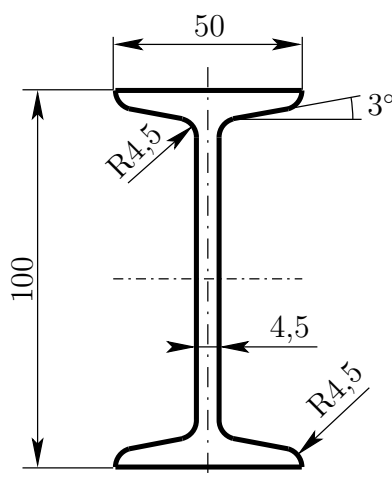
$$\nu = 0,3$$

Terhelés:

$$f = 5 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

$$F = 4 \text{ kN}$$

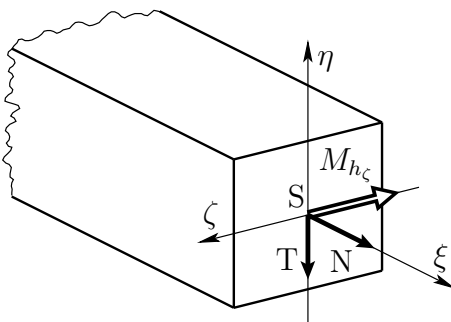
A rúd keresztmetszete:



Mechanikai állapotok: (A rudak egymáshoz mereven kapcsolódnak)

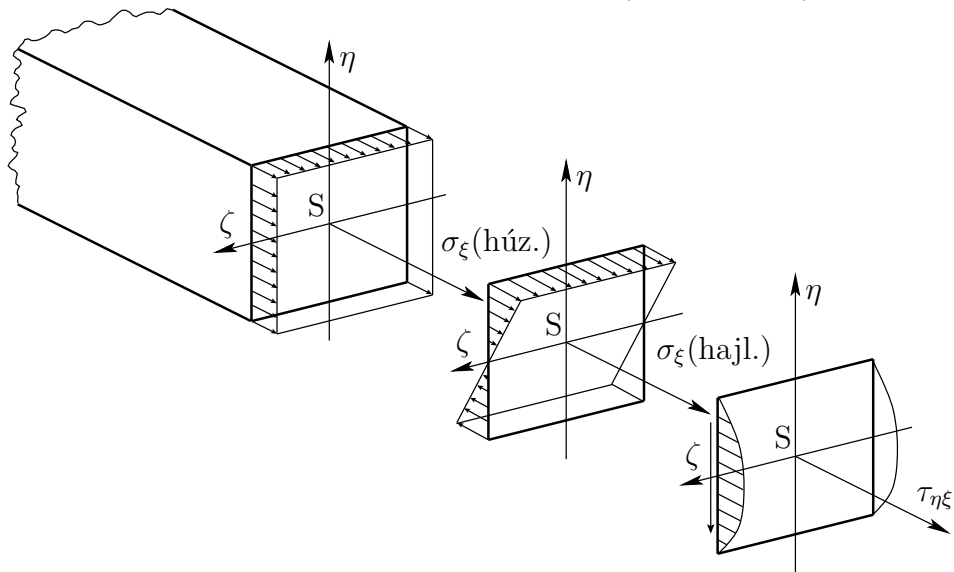
Elmozdulásmező: $\vec{u}(\xi) = u(x, y)\vec{e}_x + v(x, y)\vec{e}_y$

Igénybevétel: $\vec{F}_S = N\vec{e}_\xi - T\vec{e}_\eta$, $\vec{M}_S = -M_{h_\zeta}\vec{e}_\zeta$



Feszültség eloszlás jellege a keresztmetszet mentén:

$$\sigma_{\xi}(\text{húz.}) = \frac{N}{A} = \text{áll.} \quad \sigma_{\xi}(\text{hajl.}) = \frac{M_h}{I_{\zeta}} \eta \quad \tau_{\eta\xi} = \frac{TS_{\zeta}(\eta)}{I_{\zeta}a(\eta)}$$



Terhelési esetek:

1. megoszló terhelés
2. koncentrált erő
3. megoszló terhelés + koncentrált erő

Végeselem modell: húzott-nyomott, hajlított-nyírt rúdelem

Végeselem felosztás: vízszintes rúdon 6, függőleges rúdon 5 végelemet felvenni.

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,
- Az igénybevételi ábrák megrajzolása,
- A veszélyes keresztmetszet megkeresése,
- A feszültség eloszlások szemléltetése a veszélyes keresztmetszeten.

Megoldás:

Model file name: tort1

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) *A munkaterület nagyságának megadása, azaz a tartó befoglaló méretei*
Workplace appearence

-1000	-1000
1000	1000

beírni

OK

C(2,1) *A munkaterület képernyő méretéhez igazítása*
Zoom all

C(1,1) *A képernyő tartalmának frissítése*
Redisplay

A(2,1) *A rudak megrajzolása*
Polylines

A(4,1) *A rudak méretének megadása: méretvonalak megrajzolása*
Dimension

A vonalak egyik illetve másik végpontjára kattintani.

B(2,1) *A méretek pontos megadása*
Modify entity

A méretszámra kattintani

A rudak keresztmetszetének megadása

BEAM SECTION

A(1,2) *I tartó méreteinek megadása*
Wide flange beam

Dimensions

Enter depth (100) <ENTER>

Enter width of top flange (50) <ENTER>

Enter thikness of top flange (4.5) <ENTER>

Enter web thikness (4.5) <ENTER>

Is the bottom flange the same az the top (Yes) <ENTER>

Enter fillet radius (4.5) <ENTER>

Enter corner radius (2.25) <ENTER>

Enter inner flange slope angle (3) <ENTER>

Is this cross section OK (Yes) <ENTER>

A(5,2) *Keresztmetszet eltárolása*
Store section

ISZELVENY ← *beírni* <ENTER>

A végeelem háló elkészítése

MESHING

A(1,1) *a hálót húzott-nyomott hajlított-nyírt rúdelemekből építjük fel*
Define beam mesh

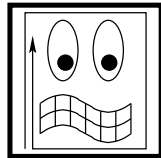
→ **OK** → **OK**

Kiválasztjuk a vízszintes vonalat (rákattintunk) → **Done**

Element length (100)

Element family (beam)

Beam options → Beam cross section (ISZELVENY) **OK**



← *rákattintani* → **Keep mesh**

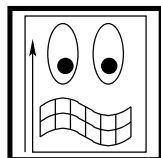
A(1,1) **Define beam mesh**

kijelöljük a függőleges vonalat → **Done**

Element length (100) <ENTER>

Element family (beam) <ENTER>

Beam options → Beam cross section (ISZELVENY) **OK**



← *rákattintani* → **Keep mesh**

B(1,1) *Csomópontok és elemek számozásának megjelenítése*
Visibility

D(3,1) **Label nodes**

D(3,1) **Label elements**

C(3,2) *A keresztmetszet szemléltetése – kifordítás*
Isometric view

C(1,3) *Tömör szerkezet nézete*
Shaded view

C(1,2) *Visszaállítás – vonalas nézet*
Line

C(4,1) *Z tengely felőli nézet*
Front view

Peremfeltételek megadása

BOUNDARY CONDITIONS

Megtámasztások megadása

A(4,2) *csuklós támasz*
Displacement restraint

csuklónál lévő csomópont kijelölése → Done

Pin: Axis os rotation (z) **OK**

A(4,2) *Görgős támasz*
Displacement restraint

görgős támasznál lévő csomópont kijelölése → Done

Roller: Axis (X translation Z rotation) **OK**

Terhelések megadása

A(2,2) *Megoszló terhelés (első terhelési eset)*
Distributed beam load

OK to create load set? → **YES**

kijelöljük a vízszintes rúdon lévő elemeket → Done

Part/Beam length → Constant

Enter distributed axial force (0) <ENTER>

Enter distributed Y shear force (-5) <ENTER>

A többi nulla → végig entert nyomni

Enter color name (orange) <ENTER>

A(2,1) *Koncentrált terhelés*
Force
A függőleges rúdon az erő támadáspontjánál lévő csomópontot kijelölni → Done
A koncentrált erőt új terhelési esetként adjuk meg
 Load set (LOAD SET 2)
 X Force (-4000)

A(6,2) *A harmadik terhelési eset tartalmazni fogja a koncentrált erőt és a megoszló terhelést is.*
Sets...
Load ← *kijelölni*
Combine...
 All

A(6,1) *Peremfeltételek és terhelések egymáshoz rendelése.*
Boundary condition
Restraint set ← *kijelölni*
 Load sets a CTRL vagy SHIFT nyomvatartása mellett kijelölni mindhármat

A végeselem számítás elvégzése

A(1,2) *A megoldandó feladat kitűzése és a kiszámítandó mennyiségek megadása.*
Solution set
Create...
A belső erők (rúderők, nyíróerők és nyomatékok) elmentése
output selection → **element forces** ← *kijelölni*
 Store/List → Store

A(2,1) *A számítás elvégzése*
Solve
*„No warnings or errors encountered in last run” – üzenetnek kell megjelenni.
 Ha nem így történt, akkor valami hibásan lett megadva.*

Eredmények megjelenítése

A(1,1)	<i>Elmozdulásmező szemléltetése</i> Results ... Displacement_1... ... Displacement_2... ... Displacement_3... } <i>Az egyes terhelési esetekhez tartozó elmozdulásmezők. Válasszuk ki az elsőt!</i> Display results  ← <i>rákattintani</i>
A(1,2)	<i>Megjelenítés beállításai</i> Display template Conour... ← <i>kijelölni a ◇-ban.</i> 
A(2,1)	<i>Megjelenítés</i> Display Done
A(1,2)	<i>Elmozdulásvektorok szemléltetése</i> Display template Arrow ← <i>kijelölni a ◇-ban</i> Deformaed model ← <i>kijelölni a □-ban</i> 
A(2,1)	<i>Megjelenítés</i> Display
A(2,3)	<i>Elmozdulások nagyságának kiirratása</i> Probe <i>Csomópontokra kattintani</i>
A(3,3)	<i>Csomóponti elmozdulás értékek kilistázása</i> Options... Row data ← <i>kijelölni</i> Output similar to contour display Generate report ← <i>rákattintani</i> <i>jobb egérgomb</i> → Done <i>eredmény a bal alsó ablakban</i>

A(3,3) *Maximális csomóponti elmozdulás megkeresése*
Options...

Row data $\leftarrow$ *kijelölést megszüntetni*

Generate report $\leftarrow$ *rákattintani*

jobb egérgomb $\rightarrow$ **Done**

eredmény a bal alsó ablakban

A(1,1) *Támasztóerők szemléltetése*
Results

$\left. \begin{array}{l} \dots \text{Reaction_force.1.}\dots \\ \dots \text{Reaction_force.2.}\dots \\ \dots \text{Reaction_force.3.}\dots \end{array} \right\} \begin{array}{l} \text{Az egyes terhelési esetek-} \\ \text{hez tartozó támasztóerők.} \\ \text{Válasszuk ki az elsőt!} \end{array}$

Display results:  $\leftarrow$ *rákattintani*

Component: X, Y ($\leftarrow$ *irányok*), Magnitude

Válasszuk ki először a nagyságot (Magnitude).



A(1,2) *Szemléltetés vektorokkal*
Display template

Arrow ($\leftarrow$ *kijelölni a $\diamond$ -ban*)

Deformed modell ($\leftarrow$ *kijelölést megszüntetni a $\square$ -ban*)



A(2,1) *Kirajzolás*
Display

Done

A(2,3) *A támasztóerők értékeinek leolvasása*
Probe

A megtámasztási helyen lévő csomópontra kattintani

A(1,1) *Igénybevételek szemléltetése*
Results...
 ...Element_force_13... } Az egyes terhelési ese-
 ...Element_force_14... } tekhez tartozó belső erők.
 ...Element_force_15... } Válasszuk ki az elsőt!

Display results: ☐ ← rákattintani

Component: Magnitude

A(5,1) *Igénybevételi ábrák rajzolása*
Beam post processing

Force & stress → Data component → Force

Axial force (*rúderő*)
 Shear force in Y (*nyíróerő*)
 Moment about Z (*hajlító nyomaték*) } Kiválasztjuk a kívánt
 mennyiséget

Execute

Számértékek feltüntetése

Annotation → On

Execute

A(5,1) *Feszültség eloszlás szemléltetése a keresztmetszet mentén*
Beam post processing

Line on X section → Select beam

kiválasztani egy elemet

az elemen belüli keresztmetszet kiválasztása

Position along beam → Max loc stress ← *elemen belüli maximális feszültségű hely*

Data component → Axial normal → *normál feszültség*

Execute

Data component → Shear force Y ← *csúsztató feszültség Y irányban*

Execute