Oktatási segédlet

# VEM ALAPJAI

## ADINA HASZNÁLATA

a BSc oktatásban

Baksa Attila

Miskolci Egyetem, Mechanikai Tanszék

 $\mathbf{Miskolc}$ 

2009

## 1. rész

# BEVEZETÉS AZ ADINA HASZNÁLATÁBA

## 1.1. Áttekintés

 $ADINA \equiv Automatic Dynamic Incremental Nonlinear Analysis.$ 

A program tehát egy komplex végeselemes szoftverrendszer, mely a valóságban felmerülő legtöbb fizikai probléma modellezésére alkalmas.



1.1. ábra. Munka az ADINA végeselemes rendszerrel

A végeselemes modellezésnél szokásos formában történik a feladatok elemzése, ahogy ezt az 1.1. ábra szemlélteti. A következőkben a szoftver kezelését tekintjük át.

## A program indítása

Az ADINA alapvetően két változatban ismeretes: UNIX és Windows verziók érhetőek el, melyek kezeléséhez egy többé-kevésbé egységes grafikus felhasználói felület létezik. Ez az AUI ADINA User Interface, melynek indítása:

```
UNIX alatt (parancssorból):
-> $ aui8.5
Windows alatt:
-> Start Menu → Programs → ADINA System 8.5 → ADINA-AUI
```

Az AUI egy komplett pre- és post-processzor alkalmazás minden ADINA-beli probléma vizsgálatához (lásd az 1.2. ábrát).

NEMEGY CAD RENDSZER!!!

### A kezelőfelület



1.2. ábra. ADINA grafikus kezelőfelülete (AUI)

A 1.1. táblázatban összefoglaljuk és röviden leírjuk a grafikus felhasználói felület különböző elemeinek a szerepét.

#### Mértékegységek

Az ADINA rendszerben elvárt input adatok alapvetően számok, melyek sohasem tartalmaznak mértékegységet. A különböző helyen elvárt adatok konzisztenciájáról a felhasználónak kell gondoskodni. Például, ha a hosszúság esetében millimétert (mm), az erőnél pedig Newton (N) egységet használtunk, akkor a nyomás, feszültség egysége MegaPascal lesz (N/mm<sup>2</sup> vagy MPa).

### Alapvető modellezési lépések

A program megismerésének legegyszerűbb módja, ha végignézzük a végeselemes analízis során teendő alapvető lépéseket, kezdve a modell létrehozásától egészen az eredmények

Leírás
Minden ADINA-ban használható parancs elérhető rajta keresz-
tül, mind a modell előállításához, mind a kiszámított eredmé-
nyek vizsgálatához.
Az ikonok gyűjteménye, melyek a leggyakrabban használt pa-
rancsokat tartalmazzák. Vannak makro ikonok, amelyekhez
tetszőleges AUI parancsot lehet hozzárendelni.
Atkapcsolási lehetőség a modell előkészítő (preprocessing) és
az utólagos eredmény elemzés ( <i>postprocessing</i> ) között.
Egyfajta áttekintést tesz lehetővé a készülő végeselemes mo-
dellre. Nincs minden megjelenítve benne, ez nem egy törté-
neti fa. Itt láthatók az Element Groups, Contact Groups,
Materials, Properties, Loads, Boundary Conditions $\operatorname{\acute{e}s}$ a
Constraints elemekhez tartozó adatok.
A modellt jeleníti meg, amelyen éppen dolgozunk. A kinézete természetesen tetszőlegesen testre szabható.
A programtól érkező információ és üzenetek megielenítésére
szolgál.
Általában nem szükséges ezen keresztül parancsokat beírni a
programba, mivel ezek a menüből, illetve ikonokon keresztül
elvégezhetők. De ritka esetekben itt megadható bármilyen
parancs a megfelelő parancs szintaktikával.
Paraméterek adhatók meg, vagy opciók válaszhatók ezen ke- resztül a modellezés során.

1.1. táblázat. A grafikus felhasználói felület elemei

#### elemzéséig.

A legtöbb lépésnél nincs előre rögzített meghatározott sorrend, ezek sok esetben tetszőlegesen választhatóak. Azonban van néhány eset, amikor egy-egy lépés végrehajtása függvénye egy korábban végrehajtandó lépésnek. Például anyagjellemzők, vagy a modell vezérlő paramétereinek beállításával lehet kezdeni. De magától értetődően a háló definiálása nem előzheti meg a geometria létrehozását.

A program használata során mindenkiben kialakul egy kényelmes saját sorrend, amelyben a modell létrehozása megtörténik. A főbb lépések a következők:

- a modellhez kapcsolt vezérlő paraméterek beállítása (Analysis Control),
- geometria létrehozása (Geometry),
- anyagmodell létrehozása, anyagjellemzők megadásával (Materials),
- fizikai jellemzők társítása a modell geometriájához (Physical Properties),
- kinematikai típusú peremfeltételek előírása (Boundary Conditions),
- terhelések, erő típusú peremfeltételek definiálása (Loads),
- végeselemes háló létrehozása (Meshing),
- a szimuláció végrehajtása (Solution),
- eredmények elemzése (Post-Processing).

## 1.2. A grafikus felhasználói felület

## Ikonok

Három különböző ikontípust találhatunk az AUI-ben:

- hagyományos ezen ikonok az előre programozott feladatokat hajtják végre,
- makro ezen ikonoknál a feladatot a felhasználó programozhatja tetszés szerint,
- lenyíló ez tulajdonképpen egy ikongyűjtő, mely több hasonló feladatot ellátó ikont tartalmaz.

Az ikonokat a szoftverben csoportokba rendezhetjük, melyek a következő Toolbar-okban találhatóak meg:

- General Toolbar: pl. Open 🚔, Save 🛄, Clear 🏧, Mesh Plot, 📕, stb.
- Modeling Toolbar: pl. Define Point  $\vdash^{\mu}$ , Define Lines , stb.
- Display Toolbar: pl. Wireframe 🖽, Iso View 1 🖧, YZ View 🕻, stb.
- Results Toolbar: pl. Band Plot 💋, Smooth Plots 💋, Show Original Mesh 🎟, stb.
- ADINA-M: Testmodellező parancsok (900 csomópontos verzióban nem elérhető).

## Dinamikus objektum mozgatás

A General Toolbar-on kiválaszthatóak az egér mozgatásával végezhető dinamikus mozgatás (Dynamic Pan) <sup>(h)</sup>, nagyítás-kicsinyítés (Dynamic Resize) <sup>(h)</sup> és forgatás (Dynamic Rotate XY), <sup>(h)</sup> vagy (Dynamic Rotate Z <sup>(h)</sup>) ikonjai.

Azonban a Pick/kiválasztás k parancs bekapcsolásával aktiválhatóak a következő, rajzolást, megtekintést segítő funkciók a billentyűzet használatával:

- Ha nem nyomunk meg semmilyen billentyűt, csak a kívánt objektumot kiválasztva, az egér 1-es gombját nyomva tartva mozgathatjuk a kívánt elemet.
- Nyomva tartva a Ctrl billentyűt, a dinamikus nagyítás-kicsinyítés működik az egér mozgatásra.
- Nyomva tartva a Shift billentyűt, a dinamikus forgatás aktivizálódik (XY tengelyek körül).
- Nyomva tartva az  $\mathtt{Alt}$  billentyűt, a dinamikus forgatás a Z tengely körül működik.

Néhány ablakkezelő lefoglalja saját célra ezen utolsó funkciót, így ez nyilván nem megfelelően működik minden esetben.

#### A modul kiválasztás/Module Bar

A Module Bar (1.3. ábra) teszi lehetővé, hogy a szoftver különböző részeit indítsuk, illetve a hozzájuk tartozó paramétereket beállítsuk. Az 1.2. táblázatban ezen lehetőségeket soroljuk fel.

## 1.2. A GRAFIKUS FELHASZNÁLÓI FELÜLET

ADINA CFD	Steady-State	💽 🤱 No FS	61 💌 fại Inco	ompressible 💽
⊺	∱	∱ ∱	f	
Program	Analysis	Analysis FS	FSI	Flow
Module	Type	Options	Options	s Compressibility

1.3. ábra. A Module Bar vezérlő elemei

1.2. táblázat. A Module Bar lehetőségei

Vezérlő elem	Jellemző művelet
Program Module	A modell előállításához (preprocessing) kiválasztja a megfe-
	lelő program modult (ADINA Structures, ADINA CFD, vagy
	ADINA Thermal), illetve választható a lenyíló listából a Post-
	Processing, a kapott eredmények elemzéséhez. Minden egyes
	listaelem választáskor más-más menü jelenik meg, amely az
	adott modulhoz aktuálisan elérhető parancsokat tartalmazza.
Analysis Type	Az analízis típusát állítjuk be vele. A választható elemek függ-
	nek a beállított modultól.
Analysis Options	A kiválasztott analízis típushoz különböző változtatható pa-
	raméterek tartoznak, melyek beállítását a listaelemtől függő
	dialógus ablakokon keresztül lehet elvégezni.
FSI	Két modulnál, a Structures és a CFD-nél érhető el. Ezzel írjuk
	elő, hogy a folyadék áramlást figyelembe kívánjuk-e venni.
FSI Options	Csak a CFD modulnál elérhető. Bizonyos vezérlő paraméterek
	beállítása a folyadékáramláskor.
Flow Compressibility	A folyadék összenyomhatóságára vonatkozó adatok előírása.

## A fa nézet/Tree View

A grafikus ablak bal oldalán található fában bizonyos jellemzőket tudhatunk meg a vizsgált modelről. Ezen elem csak a *pre-processing* lépésnél érhető el. A fában található elemeknél különböző feladatok érhetők el, melyek aktivizálása a megfelelő elemre való 3-as egérgombbal való kattintással történik.

Ilyen műveletek például egy elemcsoport (Element Group) definiálása, vagy a már meglévő elemcsoportok módosítása, törlése és kiemelése.

A Tree View-ban megjelenő elemeket rövid leírásukkal az 1.3. táblázat tartalmazza.

Elem neve	Szerepe
Element Group	A modellben definiált elemtípusok megjelenítése. Az itt elérhető
	parancsok: Modify, Delete, Set Current, Highlight.
Material	A modellben definiált anyagmodellek, melyek innen a fából köz-
	vetlenül módosíthatók vagy törölhetők.
Cross Section	Rúdkeresztmetszetek felsorolása, melyek a modellhez kapcsolód-
	nak. Ezek is módosíthatók, vagy törölhetők a 3-as egérgombbal.
Spring Property	A modellhez kapcsolódó rugójellemzők.
Fixity	Megfogás típusú peremfeltételek megjelenítése, módosítása vagy
	törlése.
Loading	Erő, nyomás, stb. típusú dinamikai peremfeltételek megjelenítése,
	módosítása vagy törlése.
Initial Condition	Kezdeti feltételek megadása, módosítása, vagy törlése.
Constraints	Kényszeregyenletek definiálása, módosítása, vagy törlése.
Contact Group	Érintkezési feltételek előírása, módosítása, törlése, vagy kiemelése.

1.3. tablazat. A Tree View element	1.3.	táblázat.	А	Tree	View	elemei
------------------------------------	------	-----------	---	------	------	--------

#### A grafikus ablak/Graphics Window

A grafikus ablakban építjük fel a végeselemes modellt, illetve az eredményeket itt jeleníthetjük meg különböző módokon.

Az alapvető műveletek a következők:

- A háttérszín változtatható tetszőlegesen a menüből (Edit → Background Color).
- Minden objektum törlése (ideiglenes eltakarítása) a rajzterületről a Clear 🌆 ikonnal lehetséges.
- A grafikus ablakon tetszőleges számú példány lehet a modellből. A Mesh Plot kon egy új hálót jelenít meg a modellhez.
- A modellhez definiált kinematikai peremfeltételek megjelenítését a Boundary Plot \_\_\_\_\_ parancs jeleníti meg.
- A Load Plot parancs az erő típusú, vagy feszültségi peremfeltételek megjelenítésére szolgál.

Ezen utóbbi két parancs, mint kapcsolók funkcionálnak. Azaz a Boundary Plot és a Load Plot ikonok bármikor ki- és bekapcsolhatók igénytől függően.

- A Pick/kiválasztás kikon a grafikus ablakban található objektumok kiválasztására szolgál. Számos elem kijelölhető ablak típusú kiválasztással is.
- A kiválasztott objektumok törölhetők az Erase 💊 ikon által.
- A Query ? parancs információ gyűjtésre szolgál a kívánt geometriai, vagy végeselemes objektumról.
- A Zoom Q és az Unzoom Q parancsok egy adott terület nagyítását/kicsinyítés ét teszik lehetővé.

#### A grafikus ablak tartalmának mentése

Az ADINA lehetőséget ad, hogy vektorgrafikus, vagy bitmap formában elmentsük az aktuális grafikus ablak tartalmát. A következő file-formátumok készítését támogatja a szoftver:

- Vektorgrafikus ábrák: PostScript (.ps), vagy Adobe Illustrator (.ai). Elérése a Vector Snapshot o parancesal.
- Bitmap képek: JPEG (.jpg), vagy bitmap (.bmp). Elérése a Bitmap Snapshot \$\$ paranecesal.

Alapértelmezés szerint a vektorgrafikus ábrák háttérszíne mindig fehér, míg a bitmap képeknél a háttérszín mindig az ADINA-ban beállított háttérszín lesz.

## 1.3. A modell vezérlő adatai/Analysis Control

A végeselem modell általános viselkedését állítjuk be a vezérlő/Analysis Control paramétereken keresztül, melyek például a következők: szöveges fejléc, időlépések száma, elmozdulások, illetve alakváltozások mértéke (kis/nagy), az egyenletrendszer-megoldó típusa, konvergencia toleranciák, stb.

Altalánosan elmondható, hogy ezen adatok a modell készítése során bármikor megadhatóak, illetve módosíthatóak (természetesen a szimuláció végrehajtása előtt). Továbbá az is megjegyezendő, hogy az alapértelmezett paraméterbeállítás sok egyszerű modell esetében megfelelő, tehát nem szükséges ezeken állítani.

A vezérlő adatok a következő egyszerű csoportokra bonthatók:

- Analízis típusa.
- Szabadságfok előírása.
- Időfüggvények, melyek a számításoknál a terhelés előírását vezérlik.
- Időlépés, mely alapvetően a nemlineáris számítás kulcsadata.
- Feltételezések: kis/nagy elmozdulások, alakváltozások, hőmérsékleti jellemzők.
- Megoldási technika, pl. egyenletrendszer megoldó, toleranciák, újraindítási adatok, egyensúlyi iterációk.
- A kimeneti adatok mennyisége, jellege.
- Az eredmény tárolási módja (.port file).

Most csak néhány fontosabb vezérlő paramétert tekintünk át.

## Az analízis típusa



#### 1.4. ábra. Analízis típusa

A Module Bar segítségével állíthatjuk be a legegyszerűbben a kívánt analízis típust, ahogy ez az 1.4. ábrán látható.

A lenyíló listából választva különböző feladattípusok megoldása válik elérhetővé, melyekhez további paraméterek beállítása lehetséges a 🕄 gomb megnyomása után, melyek rövid áttekintését adja az 1.4. táblázat.

Megadható parancssorból is, melynek szintaxisa: -> MASTER ANALYSIS=<type>

Analízis típusok	Beállítható paraméterek 🤱
Statics	Statikai feladatok. Definiálható több terhelési lépcső, vagy
	automatikus időlépés állítás (ATS).
Dynamics-Implicit	Implicit dinamika. Időintegrálás és automatikus időlépés
	állítás (ATS).
Dynamics-Explicit	Explicit dinamika. Időintegrálás és automatikus időlépés
	állítás (ATS).
Frequencies/Modes	Sajátfrekvencia számítás beállításai, pl. darabszám, megha-
	tározási módszer, kimeneti feszültség adatok.
Mode Superposition	Beállítható, hogy mely sajátfrekvenciák, mely sajátvektorok
	kerüljenek beolvasásra és kiszámításra, illetve milyen mód-
	szerrel.
Modal Stress	Beállítható, hogy mely sajátfrekvenciák, mely sajátvektorok
	kerüljenek beolvasásra és kiszámításra, illetve milyen mód-
	szerrel.
Modal Participation F.	Beállítható, hogy mely sajátfrekvenciák, mely sajátvektorok
	kerüljenek beolvasásra és kiszámításra, illetve milyen mód-
	szerrel.
Linearized Buckling	Kihajlás analízis. Megoldási módszer paraméterei állítha-
	tók.
Collapse Analysis	Megadható a pont, vagy csomópont, ahol az elmozdulás ve-
	zérelye van, illetye megoldási paraméterek állíthatók.

1.4. táblázat. Analízis típusok és beállítható paraméterek

## Szabadságfokok

A teljes modell vonatkozásában előírjuk vele a feladathoz rendelt ismeretlenek számát. A szabadságfok megadása a 1.5. ábrán jelzett dialógusablakon keresztül történik az ADINA-AUI felületen, melyet a menüben a Control  $\rightarrow$  Degrees of Freedom... elemmel érünk el.

	Degree	s of Freedom	×
Master Degrees of I	Freedom ( Selected =	Active )	<u>о</u> к
X-Translation	Y-Translation	Z-Translation	Cancel
X-Rotation	Y-Rotation	Z-Rotation A	
			Heip
Ovalization/Warping [	OOF at Pipe Element	Nodes:	NONE B
Default Number of DO	OF Associated with S	hell Midsurface Nodes:	

1.5. ábra. Szabadságfokok előírása

## A beállítható adatok:

- (A) Az 1.5. ábrán legfontosabb a Master Degrees of Freedom [IDOF] beállítása. Az alapértelmezés szerint minden szabadságfok aktív, azaz mindhárom irányban lehetséges elmozdulás és forgás. Ha a modell úgy kívánja, hogy valamely irányban a mozgás, fordulás nem lehetséges, akkor azon jellemző elől törölni kell a jelölőnégyzetet, pl.
  - egy síkfeszültségi, vagy síkalakváltozási feladat esetén az X-Translation, Y-Translation és Z-Rotation szabadságfokok rögzítettek, mivel az ilyen modellt Y Z síkban kell készíteni.
- (B) Pipe elemtípus esetén szükséges lehet figyelemmel lenni az Ovalization/Warping DOF at... paraméter beállítására. Itt lehetséges In-plane/síkbeli, Out-plane síkra merőleges, vagy All típusú deformációt előírni, mely a terhelés függvénye.

(C) Héjmodell esetén a középfelületen szükséges szabadságfok számot írhatjuk itt elő (részletesebb leírásért lásd ADINA kézikönyvet).

A szabadságfok megadható parancssorból is, melynek szintaxisa:
-> MASTER IDOF=<> OVALIZATION=<> SHELLNDOF=<>

## Időfüggvény

Az ADINA-AUI felületen az 1.6. ábrán látható dialógus ablak segítségével adhatjuk meg a modellben használni kívánt időfüggvény definícióját. A menüben a Control  $\rightarrow$  Time Function... menüelemmel érhetjük el.

Ennek a vezérlő paraméternek a célja, hogy előírja a szoftver számára azt, hogy a terhelést milyen módon kívánjuk a vizsgált modellen működtetni. Természetesen az itt létrehozott időfüggvényt később a modell definiálásakor, a terhelések előírása során használjuk fel egyszerű sorszám hivatkozással.

Egy nemlineáris statikai feladat megoldása sok esetben nem lehetséges, ha az alkalmazni kívánt terhelést egyetlen időlépés alatt a szerkezetre tesszük, ezért az időfüggvény segítségével egyenletesen növekvő módon helyezzük azt a modellre, több időlépésben.

Define Time	Function	×
Add Delete Copy Save Discard	Help	<u>о</u> к
Time Function Number: 1 Graph		<u>C</u> ancel
Function Multiplier: Constant (=1.0)	Auto Import Export	
Function Parameters	Clear Del Row Ins Row	
D	Time Value	10
0	2 1.0000000e+20	1.0
0	3 4	
0	5	
0	7	
	8	
	10	_

1.6. ábra. Időfüggvény definiálása

Van egy alapértelmezett időfüggvény 1-es azonosítóval, mely egy konstans 1.0 értékű függvény. Ez látható az 1.6. ábrán is.

Az	időfüggvény mega	adható parancsso	rból is, melynek	szintaxisa:	
->	TIMEFUNCTI	ON			

## Időlépések

Az ADINA-AUI felületen az 1.7. ábrán látható dialógus ablak segítségével adhatjuk meg a modellben használni kívánt időlépések definícióját. A menüben a Control  $\rightarrow$  Time Step... menüelemmel érhetjük el.

Ez a vezérlő paraméter definiálja az idő/terhelés lépés növekményeit az analízis során. Minden sor az 1.7. ábrán látható táblázatban tartalmazza az adott mértékű lépéshez tartozó lépések számát. Alapértelmezett időlépésként 1 lépés definiálva van 1.0 hosszúsággal.

**Statikai** számításnál, ahol nincsen időtől függő hatás figyelembe véve az anyagmodellnél (pl. kúszás, vagy viszkozitás), ott az idő csak egy *"dummy"* változó, mely közvetlenül kapcsolódik az időfüggvényhez. Azaz az időlépések időbeli hossza nem lényeges egy lineáris statikai feladat megoldásakor.

**Dinamikai**, vagy olyan statikai feladatoknál, amikor az anyagmodell szempontjából időfüggés szerepel, akkor az idő már *"valós"* változóként jelenik meg, mivel a mozgásegyenletet, illetve az anyagi időfüggést már a konkrétan eltelt idő függvényében kell tekinteni. Ezért az időlépés hosszának megválasztásától már nem független a megoldás!

	Define Time Step
Add.	. Delete Copy Save Discard Set
Time S	Step Name: DEFAULT
Aut	o Import Export Clear Del Row Ins Row
	Number of Steps Constant Magnitude
1	1 1
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
•	
	OK Cancel Help

1.7. ábra. Időlépések definiálása

Az időlépések megadhatók parancssorból is, melynek szintaxisa:
-> TIMESTEP

## Modellbeli feltevések

Az ADINA-AUI az 1.8. ábrán felsorolt felételezések beállítását engedélyezi. Itt most csak a kinematikára vonatkozó lényeges elemeket tekintjük át.

Kinematics Mass Matrix Rayleigh Damping Modal Damping Default Temperature Settings	Fluid Structure Interaction	
<u>M</u> ass Matrix <u>R</u> ayleigh Damping M <u>o</u> dal Damping Default Temperature Settings	Kinematics	
<u>R</u> ayleigh Damping M <u>o</u> dal Damping Default Temperature Settings	Mass Matrix	
Modal Damping	Rayleigh Damping	l
Default Temperature Settings	Modal Damping	l
Delaut Temperature Settings	Default Temperature Settings	

1.8. ábra. ADINA feltevések

Az ADINA-AUI felületen az 1.9. ábrán látható dialógus ablak segítségével adhatjuk meg a modellben használni kívánt kinematikai feltevések paramétereit, melyet a Control  $\rightarrow$ Analysis Assumptions  $\rightarrow$  Kinematics... menüelemmel érhetünk el.

A beállítható paramétereknél tekintettel kell arra lenni, hogy nem minden modellnél használhatók bizonyos adatok. Például

- A Nagy alakváltozás (large strains) csak héj, 2-D és 3-D Solid elemtípus esetén működhet, bizonyos anyagmodellek esetében. (Részletesebben lásd az ADINA kézikönyvet.)
- B Az alapértelmezés az ún. Updated Lagrangian Jaumann (ULJ) formalizmus. Egyébként választható az ún. Updated Lagrangian Hencky (ULH) formalizmus is.
- C Az Automatic beállítás az *Igen*-t jelenti, kivéve, ha Explicit Dynamic a modell típusa.
- D A merev kapcsolódás modellezéséhez szükséges paraméter.
- E Nyomástól függő korrekciós tag beépítését engedélyezi ez a kapcsoló, melynek nagy alakváltozásos nyomással terhelt héjszerkezetek vizsgálatakor lehet jelentős szerepe.

Kinematics	×
Displacement/Rotations     Strains       Image     Image       Image     Image	
Large Strain Formulation: Default	B
Use Incompatible Modes in Element Formulation:	C
DOF on Rigid Link Master Node: Assign DOF of Attached Element	D
Add Pressure Correction Term to Shell Stiffness in Frequency Analysis	Е
<u>O</u> K <u>C</u> ancel Help	

1.9. ábra. Kinematikára vonatkozó feltevések beállítása

+	
A kinematikai paraméterek megadhatók parancssorból is, melynek szin	taxisa:
-> KINEMATICS	
+	

#### A megoldási folyamat vezérlése

Az ADINA-AUI felületről a Control  $\rightarrow$  Solution Process... menüpont segítségével jutunk az 1.10. ábrán jelzett dialógusablakhoz, melynek segítségével számos szimulációs vezérlő adatot beállíthatunk.

Solution Process	×
General       Equation Solver:       Sparse       A       Iterative Solver Settings.         Solution Start Time:       0       B       Restart Analysis C         Continue Even When Non-Positive       Element Subgroups         D Definite Stiffness Matrix Encountered       Element Subgroups	
Nonlinear Analysis     Iteration Method     Stiffness Steps     Iteration Tolerances       Iteration Tolerances     Equilibrium Steps     Heteration Steps	K ncel elp

1.10. ábra. A megoldási folyamat vezérlése

(A) A lineáris egyenletrendszer megoldó típusát adhatjuk itt meg. Az alapértelmezett megoldó a sparse/ritka-mátrix megoldó, mely az esetek túlnyomó részében rendkívül hatékony eszköz. Azonban a 3D-iterative megoldó is hasonlóan gazdaságos egyenletrendszer megoldó (kevesebb memóriát igényel és gyors a végrehajtási ideje), ha a feladatban nagyszámú magas szabadsági fokú 3D-s végeselem szerepel. Az iteratív megoldó jól funkcionál nemlineáris feladatok esetében is (ideértve az érintkezési feladatokat is).

A non-symmetric sparse megoldó hatékonyan dolgozik például a Mohr-Columb és a Drucker-Prager anyagmodellek esetében is.

- (B) Az újraindított szimulációknál használatos, mely érték a legutóbbi számításkor elmentett időt jelenti.
- (C) Egy korábbi futás elmentett adatai alapján számol tovább a szoftver, melyhez létezni kell a megfelelő **.res** állománynak az előző futásból. Ekkor a geometria és a legtöbb elemhez kötött adat nem módosítható, azonban állíthatók a következő dolgok:
  - időlépés, végrehajtási lépésszám,
  - időfüggvény, mely vezérli a terhelés eseteket,
  - statikus modell átállítása dinamikussá (vagy vissza),
  - konvergencia kritériumok, automatikus időléptetés (ATS), vagy terhelés-elmozdulás vezérlés beállítása (LDC),
  - terhelések, megfogások,
  - anyagjellemzők,
  - kényszeregyenletek,
  - csillapítási tényezők.
- (D) Alapértelmezés szerint a szinguláris merevségi mátrix észlelése megállítja a futást. Ennek a paraméternek a beállítása természetesen körültekintést kíván, mivel ez a jelenség nagy valószínűséggel valamilyen modellbeli fogyatékosságra utal.

A megoldási folyamatot vezérlő paraméterek megadhatók parancssorból is, melynek szintaxisa:

-> MASTER

## Eredmények kiiratása

Egy ADINA szimuláció során az output állomány mindig előállításra kerül egy .out fileba. A vezérlő adatok segítségével elő lehet írni, hogy mely információra van szükségünk a későbbi vizsgálatokhoz:

- megadható, hogy az input adatokból, elemekről, csomópontokról mit tároljunk,
- megadható a csomópontok köre, amelyekben az eredményt kinyomtatjuk,
- megadható azon elemek köre is, amelyekben az eredményt kinyomtatjuk,
- definiálhatók azok az időlépések is, melyekben kíváncsiak vagyunk az eredményekre.

Alapértelmezés szerint nem kerülnek kiíratásra a csomópontokhoz, illetve elemekhez kötött input adatok. Ennek előírása a Control  $\rightarrow$  Printout  $\rightarrow$  Volume... menüparancsra nyíló dialógusablakon állítható be.

A kiíratási folyamatot vezérlő paraméterek megadhatók parancssorból is, melyhez a következő parancsok tartoznak:

/ 11011001
------------

-> PRINTNODES

-> PRINT-STEPS

Ezekről bővebben lásd az ADINA kézikönyvet.

#### A Porthole állomány

Ez a file tartalmazza a szimuláció eredményét (.port kiterjesztéssel), mely felhasználható a *post-processing* során. Alapértelmezésben ez az állomány bináris, de külön kérésre lehetőség van ascii (text) formátumú **porthole** file-t ellőállítani. Azonban erről tudni kell, hogy ez legalább 2-2,  $5 \times$  nagyobb, mint a bináris változat.

Másik megjegyzés az, hogy a szöveges típusú eredményfile bármely platformon egyaránt megnyitható, míg a bináris állomány csak bizonyos kompatibilis rendszerekben használható egyforma módon.

Az eredményfile-ba írt információ típusa és mennyisége állítható az AUI felületen a menüből Control  $\rightarrow$  Porthole elemei segítségével.

A porthole állomány tartalmát vezérlő paraméterek megadhatók parancssorból is, melyhez a következő parancsok tartoznak:

->	PORTHOLE

-> NODESAVE-STEPS

-> ELEMSAVE-STEPS

Ezekről bővebben lásd az ADINA kézikönyvet.

## 1.4. Geometria létrehozása

Az ADINA-AUI kétféle típusú geometriát különböztet meg.

- 1. Simple geometry/egyszerű geometria, mely tartalmazza a pontok, vonalak, felületek és térfogatok definícióját és ezek egymásra épülnek. Azaz egy felületet három, vagy négy vonal állít elő, míg egy térfogatot négy, öt vagy hat felület határolhat.
- 2. ADINA-M geometry, mely a testmodellezés elemeinek megfelelő primitívekből épülhet fel. Így megtaláljuk benne az él, lap és test fogalmakat. A testeket lapok, míg a lapokat élek határolják. Fontos azonban, hogy az élek és a lapok nem különálló objektumok, hanem a testek részeként vannak értelmezve.

A pontok mindkét geometria típusnál megtalálhatók.

Az ADINA-M (*ADINA Modeler*) egy beépülő modulja az AUI-nak. Ha ehhez nincs érvényes license, akkor ez a menüpont nem érhető el a szoftverben.

**FONTOS**, hogy már a geometria definiálásakor tekintettel legyünk a végeselemes modell jellegére. A 2D-s (tengelyszimmetrikus, síkalakváltozási, vagy síkfeszültségi) feladatokhoz tartozó geometriának muszáj a globális YZ síkba kerülnie. Továbbá, ha tengelyszimmetrikus a feladat, akkor az összes elemnek a +Y részébe kell kerülni a teljes modellnek. Mivel a Z a forgástengely.

Geometriai objektumok számozása. Az AUI egyszerű számozási konvenciót használ a különböző geometriai elemek azonosítására:

- A test, térfogat, felület, vonal és a pont *azonosító sorszáma mindig egyedi*. Tehát nem lehetséges két egyforma sorszámú, azonos családba tartozó objektumot létrehozni.
- A lapok és élek sorszámai mindig lokális jellegűek, melyek tartalmaznak még egy referencia hivatkozást is a megfelelő testre. Tehát lehet 1-es lapja az 1-es testnek és a 2-es testnek is. De amikor például hálózásra kerül sor és ezen elemeket azonosítani kell, akkor mindig elő kell írni azt is, hogy mely test lapjáról van éppen szó.

## Koordinátarendszerek

A koordinátarendszerek létrehozása a Geometry  $\rightarrow$  Coordinate Systems... menüelem, vagy a Coordinate Systems  $\overline{z}$  parancs segítségével érhető el.

Az alapértelmezés szerint minden geometriai elem a globális Kartéziuszi-rendszerben kerül definiálásra (ez a Coordinate System 0). Ez a legtöbb modell esetében teljesen kielégítő, és nem szükséges további saját koordinátarendszer létrehozása.

Define Coordinate System	×
Add Delete Copy Save Discard Set	Set Global
System Number: Type: Cartesian	
Defined by: Origin and Direction Vectors	
Origin	Three Points
X: 0 Y: 0 Z: 0	Point 1:
Vector A	Point 2:
X: 1 Y: 0 Z: 0	Point 3:
Vector B	Euler Angles
X: 0 Y: 1 Z: 0	Phi: 0
	Theta:
QK <u>C</u> ancel Help	Psi: 0

1.11. ábra. Koordinátarendszer definiálása

Csak akkor érdemes saját rendszert létrehozni, ha abban a geometria leírása egyszerűbb és gyorsabb. Három alapvető koordinátarendszert ismer a szoftver:

- Kartéziuszi koordinátarendszer
- hengerkoordináta koordinátarendszer

## 1.4. GEOMETRIA LÉTREHOZÁSA

• gömbi koordinátarendszer.

Mind a három rendszer jobbsodrású és a globális rendszerhez képest adható meg. Erről bővebben lásd az ADINA kézikönyvet.

A koordinátarendszerek megadhatók parancssorból is, melyhez a következő parancs tartozik:

-> SYSTEM

## Pontok

A pontok létrehozása az első lépés az egyszerű geometriai alakzatok definiálása során. Az ADINA–M-ben a pontokat automatikusan hozza létre a rendszer, a geometriai primitívek definiálásakor.

A pontokat előállíthatjuk a globális vagy az általunk definiált lokális koordinátarendszerben egyaránt.

Pont létrehozásához válasszuk a Geometry  $\rightarrow$  Points... menüparancsot, vagy a Toolbar-ból a  $\downarrow^{\mu}$  ikont. A megnyíló táblázatban meg kell adni, minden sorban egyesével a definiálandó pontok azonosító számát és a pont koordinátáit.

Pont törlése. Erre két lehetőség van:

- vagy a Define Points <sup>µ</sup> parancesal elérhető táblázatból kitöröljük a kívánt sort;

Természetesen azok a pontok, melyek még más geometriai elem definíciójában szerepelnek nem törölhetők.

D			Po	int Coordinates		×	
	Default Coordinate System: 0						
	Aut	o Import	Export Clea	ar Del Row	Ins Row		
		Point #	X1	X2	Х3	System 🔺	
	1						
	2						
	3						
	4						
	5						
	6						
	7						
	8						
	9						
	10					<b>_</b>	
		Арр	lұ <u>О</u> К	<u>C</u> ancel	Help		

1.12. ábra. Pontok definiálása

A pontok létrehozása megadható parancssorból is, melyhez a következő parancs tartozik:

\_\_\_\_\_

-> COORDINATES POINT

#### Vonalak

Vonalak csak akkor hozhatók létre, ha már a modell tartalmaz pontokat, melyekre lehet hivatkozni. Ehhez válasszuk a Geometry  $\rightarrow$  Lines  $\rightarrow$  Define... menüelemet, vagy a Toolbar-on a kont.

Vonal definiálása. A felnyíló dialógusablakban az Add gombra kattintás után elő kell írni a vonal típusát, majd megadni a szükséges inputot és végül a Save gombot kell választani.

Lehetőség van a pontok egybeesését figyeltetni a szoftverrel, melyhez a Check Coincidence jelölőnégyzetet be kell kapcsolni.

Vonal törlése. Hasonlóan a pont törléséhez itt is két lehetőség van.

Vagy a **Define Lines** parancsra megjelenő dialógus ablakon jelölük ki törlendő vonal sorszámát, és válasszuk utána a **Delete** gombot.

Vagy a Delete Lines parancsot indítjuk el és a grafikus ablakon válasszuk ki a törlendő vonalakat. A parancs lezárása az ESC billentyűvel.

A vonalakat definiáló pontok nem kerülnek automatikusan törlésre.

#### 1.5. táblázat. Létrehozható vonalfajták

Vonal típus	Leírás
Straight	Két pont között húzható egyenes.
Arc	Körív, vagy változó sugarú ív létrehozása.
Circle	Kör rajzolása.
Curvilinear	Interpolációs görbe, szakaszonként egyenesekkel létrehozva egy választott
	lokális koordinátarendszerben.
Polyline	Pontsorozat által definiált poligon, ahol az egyes szakaszok lehetnek egye-
	nesek vagy spline-ok.
Combined	Korábban definiált vonalak kombinációjával állítjuk ezt a vonaltípust elő.
Section	Egy másik vonal egy részéből hozzuk létre ezt a vonaltípust.
Revolved	Egy körív készíthető vele, egy pont tengely körüli forgatásával.
Extruded	Egy egyenes vonal hozható létre vele, egy pont adott irányba való eltolá-
	sával ( <i>extrude</i> ).

Transformed Más vonalak geometriai transzformációjával állítható elő.

	Define Li	ine		×
Add Delete Copy	<u>S</u> ave D <u>i</u> sca	ırd		<u>о</u> к
Delete Points When Line	is Deleted			<u>C</u> ancel
Line Number: 1	P Type:	Arc 💌		Help
Defined by: P1, P2, Center		Straight Arc	king	
		Circle	ilice	
		Curvilinear	rance:	1E-05
Starting Point, P1:		Polyline		
End Point, P2:		Revolved Extruded	<u>^</u>	Auto
Center:		12		Import
Intermediate Point, P3: 0		3		Export
Included Angle:		5		Clear
Chord Length:		6 7		Del Row
Radius, R:		8 9	<b>_</b>	The How
	Connect Lines	to Arc 🔽 De	elete Unu	sed Points

1.13. ábra. Vonalak definiálása

A vonalak létrehozása megadható parancssorból is, melyhez a következő parancs tartozik:

```
-> LINE <type>
```

## Felületek

A felület-definiáló dialógus ablak (1.14. ábra) a menüből elindítható a Geometry  $\rightarrow$  Surfaces  $\rightarrow$  Define... parancesal vagy a  $\swarrow$  ikonnal.

\_\_\_\_\_

Egy geometriai felület csak három vagy négy vonal által lehet határolva, mely a végén így lehet síkbeli vagy nem síkbeli. A felülethez mindig tartozik egy lokális (u, v) koordinátarendszer, melynek egységvektorai is megjeleníthetők a Surface/Face Labels  $\clubsuit$  paranccsal.

Define Surface	×
Add Delete Copy Save Discard	<u>о</u> к
C Delete Lines/Points when Surface is Deleted	<u>C</u> ancel
Surface Number:     1     P     Type:     Vertex       Vertices     Vertex     Grid	Help
Point 2:	

1.14. ábra. Felületek létrehozása

1.6.	táblázat.	Létrehozható	felületfajták
------	-----------	--------------	---------------

Felület típus	Leírás
Patch	Három, vagy négy vonal segítségével hozunk létre egy felületet.
Vertex	Három, vagy négy pont segítségével hozunk létre egy felületet.
Grid	Egy pontháló segítségével definiáljuk a geometriát.
Revolved	Egy felület készíthető vele, egy vonal tengely körüli forgatásával.
Extruded	Egy felület hozható létre vele, egy vonal adott irányba való eltolásával
	(extrude).
Transformed	Más felületek geometriai transzformációjával állítható elő.

Felület törlése. Hasonlóan a pont, vagy vonal törléshez itt is két lehetőség van:

- vagy a Define Surfaces A parancsra megjelenő dialógus ablakon jelöljük ki a törlendő felület sorszámát, és válasszuk utána a Delete gombot;
- vagy a Delete Surfaces X parancsot indítjuk el és a grafikus ablakon válasszuk ki a törlendő felületeket.

A parancs lezárása az ESC billentyűvel történik.

A felületeket definiáló vonalak, pontok nem kerülnek automatikusan törlésre.

A felületek létrehozása megadható parancssorból is, melyhez a következő parancs tartozik:

```
-> SURFACE <type>
```

## Térfogatok

A térfogat-definiáló dialógus ablak (1.15. ábra) a menüből elindítható a Geometry  $\rightarrow$  Volumes  $\rightarrow$  Define... paranccsal, vagy a initial ikonnal.

Egy geometriai térfogat hat, öt, vagy négy geometriai felülettel lehet határolva, mely a végén így topológiailag egyenrangú egy kockával, prizmával, gúlával, vagy egy tetraéderrel. A térfogathoz mindig tartozik egy lokális (u, v, w) koordinátarendszer, melynek egységvektorai is megjeleníthetők a Surface/Face Labels  $\square$  paranccsal.

Define Volume
Add Delete Copy Save Discard OK
Delete Surfaces/Lines/Points when Volume is Deleted
Volume Number: T P Type: Vertex Help
Shape: Hexahedron  Please specify the points in the order shown below:
Vertices P2 P1 P2 P1
Point 1: P
Point 2: P3 P4 P5
Point 3:
Point 4: Hexahedron Prism
Point 5: P2 P1 P2
Point 6: P3 P4 P3 P1
Point 7:
Point 8: ¥P5 ¥P4 Pyramid Tetrahedron

1.15. ábra. Térfogati tartomány definiálása

1.7. tablazat. Letrenoznato teriogat-iajta	it-fajták	tértog	Ó	iozhatć	Létre	lázat.	táb	L.7.
--	-----------	--------	---	---------	-------	--------	-----	------

Térfogat típus	Leírás
Patch	Hat, öt, vagy négy felület segítségével hozunk létre egy térfogatot.
Vertex	Nyolc, hat, öt, vagy négy sarokpont segítségével hozunk létre egy tér-
	fogatot.
Revolved	Egy térfogat készíthető vele, egy felület tengely körüli forgatásával.
Extruded	Egy térfogat hozható létre vele, egy felület adott irányba való eltolá-
	sával ( <i>extrude</i> ).
Transformed	Más térfogatok geometriai transzformációjával állítható elő.

A térfogatok létrehozása megadható parancssorból is, melyhez a következő parancs tartozik:

	-)	>						V	0	L	U	Μ	E	<	t	, y	Ţ	De	<b>e</b> >	>																																				
ł	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-			 -	-	-	-	-	-	-	-	-	 -	-	 	-	-	-	-	-	-	-	 	 	-	-	-	-	-	 	 	 	 	-	-	-	-	-	 	 	 	 	-	 	 	-

**Térfogat törlése**. Hasonlóan a pont, vonal, vagy felület törléshez itt is két lehetőség van:

- vagy a Define Volumes parancsra megjelenő dialógus ablakon jelöljük ki a törlendő térfogat sorszámát, és válasszuk utána a Delete gombot;
- vagy a Delete Volumes 🖗 parancsot indítjuk el és a grafikus ablakon válasszuk ki a törlendő térfogatot.

A parancs lezárása az ESC billentyűvel történik.

A térfogatokat definiáló felületek, vonalak, pontok nem kerülnek automatikusan törlésre.

## 1.5. Anyagmodellek

A szoftverben a használni kívánt anyagmodellt el kell látni a kívánt paraméterekkel. A definiáláshoz a Model  $\rightarrow$  Materials  $\rightarrow$  Managage Materials... menüelemmel, vagy a  $\mathbf{M}$  ikonparaccsal, illetve közvetlenül is választhatjuk a kívánt anyagmodellt a Materials almenüből.

A létrehozott *anyagjellemző tábla* a szoftver számára a modellezés későbbi lépéseihez egy azonosító számmal van ellátva, melyre a végeselemek létrehozásakor kell hivatkozni. Így, ha több anyagmodellt alkalmazunk egy szimuláció során, akkor ezen anyagtáblák azonosító sorszámait tudni kell.

A számtalan anyag- és elemtípus kapcsolata érdekében javasolt a megfelelő ADINA online kézikönyv tanulmányozása, mivel nem választható tetszőleges anyagmodell minden elemtípushoz.

		Man	age Material Definition	ons	×
Elastic	Plastic		Thermo	Creep	Creep Variable
Isotropic	Bilinear	Orthotropic	Isotropic	Thermo-Elastic	Thermo-Elastic
Orthotropic	Multilinear	Ilyushin	Orthotropic	Irradiation	Thermo-Plastic
Nonlinear	Mroz Bilinear	Gurson	Plastic	Thermo-Plastic Multilinear-Plastic	Multilinear-Plastic
-Rubber/Foam		Geotechnical		Others	
Ogden	Sussman-Bathe	Cam-Clay	Mohr-Coulomb	Viscoelastic Anand	Potential-based Fluid
Mooney-Rivlin	Arruda-Boyce Hyper-foam	Curve-Descr.	Drucker-Prager	Concrete Gasket	SMA User-Supplied
Currently Defined N	Materials				TMC Material
Material #		Material Model		Descriptive Name	
1					
2					Modify
4					Get MDB
5					
6					
7					Rename
9					✓ Close

1.16. ábra. Anyagok paramétereinek definiálása

Az anyagok definiálása megadható parancssorból is, melyhez a következő parancs tartozik:

```
-> MATERIALS <type>
```

## 1.6. Fizikai paraméterek

Bizonyos elemtípusok alkalmazása a pusztán geometriai adatok mellett megkívánja bizonyos fizikai jellemzők előírását is. Ilyenek például a vastagság, vagy a keresztmetszet (lásd 1.17. ábra) jellege (geometriája).

	Define Cross Section	×
Add Delete Copy Sa	Discard	ОК
Section Number: 1		Cancel
Type: Rectangular	-	Help
This cross section Pipe Please see Help fo Dimensions U-Beam	I for Hermitian BEAM or ISOBEAM elem m cross section	nents.
Width W: 0 I-Beam L-Beam Applicable ONLY General		H ↓ ↓
Torsional Rigidity Factor:	1 Square S	ection
s: 0	t: 0	
Offsets from Beam Origin to the	Centroid	
s: ju	t: jo	

1.17. ábra. Keresztmetszet jellemzőinek definiálása

A keresztmetszet beállítása megkívánja annak előzetes definiálását. Ehhez a Model  $\rightarrow$  Element Properties  $\rightarrow$  Cross-Sections... menüparanccsal vagy a  $\square$  ikonnal elérhető dialógusablakon szükséges adatokat előírni. Az 1.18. ábra jelzi az elérhető keresztmetszet típusokat.

**Fontos.** A keresztmetszet definiálása csak a lokális s - t koordinátarendszert határozza meg. A rúd hossza menti r tengely irányát egy kiegészítő ponttal lehet előírni. Az r - s síkot a rúdelem két végcsomópontja (1 és 2 csomópont), illetve a kiegészítő (*auxiliary node*) csomópont adja.

Az 1.8. táblázat a különböző elemtípusokat sorolja fel melyek használnak bizonyos fizikai jellemzőket.

A keresztmetszetek létrehozása megadható parancssorból is, melyhez a következő parancs tartozik:

-> CROSS-SECTION <type>



1.18. ábra. Keresztmetszet típusok

Elem típus	Jellemző	Hozzárendelési mód
Truss	keresztmetszet területe ( <b>def.:</b> 1.0)	$\texttt{Model} \rightarrow \texttt{Element} \ \texttt{Properties} \rightarrow \texttt{Truss} \ldots$
		-> LINE-ELEMDATA TRUSS
		-> EDGE-ELEMDATA TRUSS
Beam	keresztmetszet azono- sító ( <b>def.:</b> 1)	$\texttt{Model} \rightarrow \texttt{Element} \ \texttt{Properties} \rightarrow \texttt{Beam} \ldots$
		-> LINE-ELEMDATA BEAM
		-> EDGE-ELEMDATA BEAM
Isobeam	keresztmetszet azono- sító ( <b>def.:</b> 1)	$\begin{array}{rcl} \texttt{Model} & \to & \texttt{Element Properties} & \to & \texttt{Isobeam} \end{array}$
		-> LINE-ELEMDATA ISOBEAM
		-> EDGE-ELEMDATA ISOBEAM
Pipe	keresztmetszet azono- sító ( <b>def</b> · 1)	$\texttt{Model} \rightarrow \texttt{Element} \ \texttt{Properties} \rightarrow \texttt{Pipe}$
		-> LINE-ELEMDATA PIPE
		-> EDGE-ELEMDATA PIPE
Isobeam (axisym.shell)	vastagság (def.: 1.0)	$\texttt{Geometry} \rightarrow \texttt{Lines} \rightarrow \texttt{Thickness}$
( , ,		-> LNTHICKNESS
2-D Solid (plane stress)	vastagság (def.: 1.0)	$\texttt{Geometry} \rightarrow \texttt{Surfaces} \rightarrow \texttt{Thickness}$
(1 )		Geometry $\rightarrow$ Faces $\rightarrow$ Thickness
		-> SFINICANESS
		-> FACE-THICKNESS
Plate	vastagság ( <b>def.:</b> $1.0$ )	Geometry $\rightarrow$ Surfaces $\rightarrow$ Thickness
		-> SFTHICKNESS
		-> FACE-THICKNESS
Shell	vastagság (def.: $1.0$ )	$\texttt{Geometry} \rightarrow \texttt{Surfaces} \rightarrow \texttt{Thickness}$
		$\begin{array}{llllllllllllllllllllllllllllllllllll$
		-> FACE-THICKNESS

## 1.7. Kinematikai peremfeltételek

A megfogási peremfeltételek előírása a Model  $\rightarrow$  Boundary Conditions  $\rightarrow$  Apply Fixity... menüelemmel, vagy a Toolbar-on lévő  $\blacksquare$  ikonnal elérhető dialógusablakban (1.19. ábra) lehetséges.

D	Apply	Fixity	×
Save	e Discard	Help	<u>о</u> к
Apply	to: Points 🔽 🗛		<u>C</u> ancel
Defaul ALL	t Fixity:	fine B	
Aut	to Import Export	Clear Del Row	Ins Row
	Point #	Fixity E	<b>_</b>
1	1	ALL	<b>_</b>
2			
3		ALL	
4		NONE	
5			
6			
7			
8			
9			
10			

1.19. ábra. Megfogási peremfeltétel előírása

Kinematikai peremfeltételt előírhatunk geometriai objektumra, vagy csomópontok tetszőleges halmazára, mellyel néhány, vagy akár az összes szabadságfokát rögzíthetjük a modell bizonyos részeinek.

A peremfeltételi előírás beállítása:

- (A) Kiválasztjuk, hogy mely geometriai elemre, vagy csomóponti halmazra kívánunk előírással élni.
- (B) Ha szükséges, definiáljunk peremfeltétel típust, a Define... gombbal. Két alapértelmezett peremfeltétel van az ADINA-ban: az egyik az ALL, mely minden lehetséges szabadságfokot rözít, illetve a NONE, mely mindent szabadon hagy.
- (C) Az alkalmazni kívánt peremfeltétel nevét kiválasztjuk.
- (D) A rögzíteni kívánt geometriai, vagy végeselemes csomópont azonosítóját kell itt előírni.
- (E) Ha az alapértelmezett ALL típustól eltérő előírást akarunk megadni.

A megfogási peremfeltételek létrehozása megadható parancssorból is, melyhez a következő parancs tartozik:

-> FIXBOUNDARY <geometry type>

## 1.8. Terhelések

A terhelések előírása a Model  $\rightarrow$  Loading  $\rightarrow$  Apply... menüelemmel, vagy a Toolbaron lévő  $\exists$  ikonnal elérhető dialógusablakban (1.20. ábra) lehetséges.

Terhelést megadhatunk tetszőleges geometriai, vagy végeselemes objektumra (csomópont, elem él, elem lap) a következők szerint:

A A terhelés típusát kiválasztjuk.

- B Ha már létezik definiált terhelés, akkor annak sorszámát itt beállítjuk.
- C A Define... gombbal létre kell hozni a kívánt terhelést (nagyság, irány definíciója).

D Megadjuk, hogy milyen típusú objektumra kívánunk terhelést előírni.

E A táblázatban meg kell adni a kívánt adatokat.

A táblázat addig nem aktív, amíg nem választunk ki érvényes Load Number-t, melyhez lehetséges, hogy először definiálni kell egy kívánt terhelést.

A táblazatbeli oszlopok fejléce automatikusan változik a kiválasztott terhelési típus (Load Type), terhelési hely (Apply To) függvényében.

۵				Apply Load	j		×
Load	Туре:	Pressure		A -	Load Number:	1	B ▼ Define
Apply	to:	Surface	D	]			С
C	lear	Del Row	Ins Row				
	Site	# E	Deform. Depe	ndent?	Load Direction		Time Functior
1		1	Default		Total (Normal)		
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8			[				
			Apply	ок	Cancel	Help	]

1.20. ábra. Terhelések előírása

A feszültségi peremfeltételek létrehozása megadható parancssorból is, melyhez a következő parancs tartozik:

-> APPLY-LOAD <geometry type>

## 1.9. Kezdeti feltételek

Az ADINA-ban megadható kezdeti feltételek típusai:

- hőmérséklet, hőmérséklet változás;
- elmozdulás, sebesség és gyorsulás (elmozdulási és forgási);

- csőtorzulás és csőgörbülés;
- cső belső nyomás;
- nyúlások és feszültségek.

A konkrét megadási módok tekintetében lásd az ADINA felhasználói kézikönyvet.

## 1.10. Végeselem háló előállítása

A végeselemes háló definiálása a geometriai modellen történik (Meshing). A következő háló előállítási technikák használhatók a szoftverben:

- 1D-s elemek: Truss, Beam, Pipe, melyeket geometriai vonalakon és éleken definiálhatunk.
- 2D-s elemek: Shell, Plate, 2-D Solid, 2D Fluid, melyeket geometriai felületeken, vagy lapokon definiálhatunk.
- 3D-s elemek: 3-D Solid, 3-D Fluid, melyeket geometriai térfogatokon vagy testeken definiálhatunk.

A hálózás egy összetett többlépcsős folyamat, mely az ADINA-ban három lépésre van bontva:

- 1. Elemcsoportok/halmazok definiálása (elemtípus & paraméterek előírása).
- 2. A geometria objektumokhoz felosztási sűrűség rendelése (subdivide/seed).
- 3. A végeselemes háló generálása.

## 1D-s elemcsalád

Az egydimenziós elemeknek három típusa van: két-, három- és négycsomópontú elem (1.21. ábra). Ezek alkalmazása alapvetően a létrehozott elemcsoporttól függ (*element group*), például a Hermitian beam elemcsoportnál csak kétcsomópontú elemek használha-tóak.



1.21. ábra. Egydimenziós elemtípusok

## 2D-s elemcsalád

A kétdimenziós elemeknél az 1.22. ábrán jelzett típusok közül lehet választani, melyek alkalmazása szintén függ a létrehozott elemcsaládtól. Például a plate elemcsaládnál csak a 3-node háromszögelem használható.

#### 3D-s elemcsalád

A háromdimenziós elemcsaládot a 1.23. ábra mutatja be, melyek alkalmazása attól függ, hogy milyen típusú geometria és milyen technikával kerül hálózásra.



1.23. ábra. Háromdimenziós elemtípusok

### Elemcsoportok definiálása

Az 1.24. ábrán látható az elemcsoportok létrehozását támogató dialógus ablaka az ADINA-AUI-ben. Ennek a parancsnak az elindítása kezdeményezhető a Meshing  $\rightarrow$  Element Groups... menüelem, vagy a Toolbar-on lévő D ikon választásával.

Define Eleme	ent Group	
Add Delete Copy Save Discard	Se <u>t</u> Help <u>O</u> K	
Group Number: 1 Type:	2-D Solid	
Basic Advanced	2-D Solid	
Description: NONE	Beam	
Element Sub-Type: Axisymmetric	Plate Dption: None	
Default Material: 1	Shell c Formulation Pipements: Default v	
Default Element Thickness: 1	Spring General V Default V	
Thermal Material: 1	Incompatible Modes: Default	
Element Result Output		
Stresses/Strains     O Nodal Forces	Type: Default	
Print: Default Save: Default	Number of Pressure DOF:	

1.24. ábra. Elemcsoport definiálása

Tehát az elemek konkrét létrehozása előtt definiálni kell elemcsoportokat, melyek majd tartalmazni fogják a létrehozandó elemeket. A fő szerepe az elemcsoport létezésének az, hogy ez tartalmazza az adott csoportra érvényes közös adatokat, úgymint: anyagmodell paraméterek, kinematikai feltételezések, numerikus integrációs szabályok, közelítés rendje, eredmény igények, stb.

A szoftverben elérhető elemcsoportokat az 1.9–1.11. táblázatok sorolják fel néhány jellemző használati szemponttal. Erről bővebb információt az ADINA kézikönyvben talál-

## hatunk.

A elemcsoportok létrehozása megadható parancssorból is, melyhez a következő parancs tartozik:

-> EGROUP <type>

Elemcsoport	Használati irányelvek
Truss	
	• A Truss elemek alkalmazhatók kis/nagy alakváltozásos feladatoknál.
	<ul> <li>A kétcsomópontos rúdelem (2-node) általában a leghatékonyabb és modellezhetők vele rúdszerkezetek, kábelszerkezetek, lineáris rugók, nemlineáris hézagok.</li> </ul>
	<ul> <li>A három- és négycsomópontos elemek (3-node, 4-node) jól alkal- mazhatók kábel vagy acél erősítések, illetve vasbetonszerkezetek mo- dellezéséhez, melyek jól együttműködnek, kompatibilisek a maga- sabb fokú kontinuum, vagy héj elemekkel.</li> </ul>
2-D Solid -> axisymmetric -> plane stress -> plane strain -> 3D plane stress -> gen p strain	<ul> <li>A kétdimenziós szilárd elemek (2-D Solid) használhatók kis elmoz- dulások/kis nyúlások, nagy elmozdulások/kis nyúlások, vagy nagy elmozdulások/nagy nyúlások modellezésekor.</li> </ul>
	• A 3-D plane stress elemek szerepe akkor lényeges, ha a modelle- zendő felület (síkalakváltozásos) nem tehető az YZ síkba, ez a modell az általános 3D térben tetszőlegesen elhelyezhető.
	<ul> <li>A tengelyszimmetrikus (axisymmetric), síkfeszültségi (plane stress), síkalakváltozási (plane strain) és az általánosított sík- alakváltozási (genaralized plane strain) elemek kötelezően a globális YZ síkban kell, hogy elhelyezkedjenek. Továbbá a tengely- szimmetrikus elemek csak a sík +Y felében helyezhetők el, Z forgás- tengellyel.</li> </ul>
	• A tengelyszimmetrikus elemek <b>egy radiánt</b> modelleznek a szerke- zetből. Ezért a koncentrált erő megadásakor erre tekintettel kell lenni, hogy ez erre vonatkozzon.
	• A 9-node elem általában nagyobb hatékonysággal dolgozik, kivéve a hullámterjedés modellezését.
	<ul> <li>A vegyes (mixed displpressure) típusú elem-formalizmus össze- nyomhatatlan közegeknél és rugalmas-képlékeny szimulációknál elő- nyös. Ezen modellekben vagy a 9-node, vagy a 4-node elemeket alkalmazzuk.</li> </ul>
	• A 4-node quad és a 3-node trinagular elemek választása javasolt, ha a vizsgálatnál a hajlító hatások jelentősek.
3-D Solid	
	<ul> <li>A háromdimenziós elemek használhatók kis elmozdulások/kis nyúlá- sok, nagy elmozdulások/kis nyúlások, vagy nagy elmozdulások/nagy nyúlások modellezésekor.</li> </ul>
	• A 27-node elem használata javasolt a legtöbb esetben, kivéve, ha hullámterjedési szimulációt folytatunk (ekkor a 8-node elem használata indokolt inkább).
	• A vegyes (mixed displpressure) típusú elem formalizmus össze- nyomhatatlan közegeknél és rugalmas-képlékeny szimulációknál elő-

1.9. táblázat. Elemcsoportok az ADINA-ban

- nyös. Ezen modellekben vagy a 27-node,s vagy a 8-node elemeket alkalmazzuk.
  A 8-node brick és a 4-node tetrahedral elemek választása java-
- solt, ha a szimulációban a hajlító hatások jelentős mértékűek.

Elemcsoport	Használati irányelvek
Beam	
-> 2-D -> 3-D	• Euler-Bernoulli-féle rúdmodell.
	• A beam elem egy 2-node Hermitian beam állandó – felhasználó ál- tal megadott – keresztmetszetű rúdelem. A rúd viselkedése leírható egyrészt a keresztmetszet és az anyag definiálásával, másrészt pedig nyomaték-görbület összetartozó értékpárok megadásával.
	• A 2-D beam elemeket kötelezően a globális $XY$ , $XZ$ vagy $YZ$ síkokban kell elhelyezni.
	• A beam elemek használhatók kis és nagy elmozdulásoknál egyaránt, viszont a kis nyúlások feltételezettek ezen elemmodel akalamazása-kor.
	• Minden ADINA-beli keresztmetszet típus használható a rugalmas beam elemeknél, csak arra kell tekintettel lenni, hogy a nemlineáris rugalmas-képlékeny szimulációknál csak a négyszög és kör kereszt- metszetek választhatók.
Taobaam	
<pre>ISODeam -&gt; general 3-D -&gt; plane stress -&gt; plane strain -&gt; axisym. shell</pre>	• Timoshenko-féle rúdmodell.
	• Ezen elemeknek kötelezően az $YZ$ síkban kell elhelyezkedniük, kivéve a general 3-D típust. A tengelyszimmetrikus isobeam elemek pedig csak a $+Y$ síkban lehetnek.
	• Csak a téglalap keresztmetszet használható az isobeam elemekkel.
	• Egy radián kerül modellezésre a tengelyszimmetrikus <b>isobeam</b> elem- típusnál.
	<ul> <li>Kis, vagy nagy elmozdulások, de csak kis nyúlások esetén használható.</li> </ul>
	• Használatuk elsősorban a következőkben javasolt: görbe rudak, hé- jak merevítése, nagy alakváltozásos rudak, tengelyszimmetrikus héjak tengelyszimmetrikus terhelés esetén.
riate	• Ez az elem egy <b>3-node flat triangular</b> /síkbeli elem, melyet gyak- ran alkalmaznak vékony lemezek és héjak modellezéséhez.
	<ul> <li>Elmozdulások lehetnek kicsik és nagyok, azonban az alakváltozások csak kicsik lehetnek.</li> </ul>
	• Csak ritkán alkalmazzák ezen elemcsaládot.
Shell	
511	• A héjelemek alkalmazhatók kis/nagy elmozdulások valamint kis/nagy alakváltozások esetén is. Fontos azonban, hogy a nagy el- mozdulásos és nagy alakváltozásos formalizmus csak bizonyos anyag- modellek esetében használható.
	• A leghatékonyabb elemtípus ebben a csoportban a <b>4-node</b> héjelem, mely jórészt <i>"locking"</i> mentes és hatékonyan dolgozik a vékony és vastag héjak esetében is.

1.10. táblázat. Elemcsoportok az ADINA-ban (folytatás)

• Ez az elemcsalád alkalmas kompozit szerkezetek esetében is.

Elemcsoport	Használati irányelvek
Pipe	
	• A pipe elemek használhatók a 2-node és 4-node változatban is, ha nem jelenik meg ovalitás, vagy csavarodás, ellenkező esetben csak a 4-node csőelem javasolt.
	<ul> <li>Csőszerkezetek modellezésére alkalmas elsősorban, értelmezhető rá a belső nyomás és hőmérsékleti előírás is.</li> </ul>
	<ul> <li>Ha nincs jelentős ovalitási torzulás akkor, lineáris és nemlineáris vi- selkedés is modellezhető vele nagy elmozdulásokkal, de kis alakvál- tozásokkal.</li> </ul>
	• Ha ovalitás is jellemző a modellre, akkor a <b>4-node pipe</b> elemnél a kis elmozdulás és alakváltozás egyaránt feltételezett.
General	
	• Az általános elemek lineárisak, melyek tetszőleges számú csomópon- tot tartalmazhatnak.
	• Bizonyos speciális modellezési igény esetén használatosak, amikor egy-egy formalizmus nem érhető el az ADINA-ban.
	• A felhasználó közvetlenül megadhatja az elemhez tartozó merevségi mátrixot (vagy dinamikai feladatnál a tömeg, és csillapítási mátri- xokat is).
Spring	
1 0	• A spring/rugó elem két csomópontot, vagy egy csomópontot és a földet kötheti össze.
	• Lineáris és nemlineáris rugó is definiálható.
	• Ezen elemek nem kezelhetőek együtt a többi elem definiálásával.
	-> Meshing $\rightarrow$ Elements $\rightarrow$ Spring
2-D Fluid -> axisymmetric -> planar	• A 2-D Fluid elemeknek a globális $YZ$ síkban kell feküdni, a tengelyszimmetrikus típusoknak pedig a $+Y$ síkrészben.
	<ul> <li>Elmozdulás alapú folyadék elemek vagy potenciál alapú folyadék ele- mek definiálhatók. Azonban ez utóbbi alkalmazása jóval gyakoribb és inkább ajánlható.</li> </ul>
	• Ezen elemekről bővebben lásd az ADINA kézikönyvet.
3-D Fluid	
	<ul> <li>Elmozdulás alapú folyadék elemek vagy potenciál alapú folyadék ele- mek definiálhatók. Azonban ez utóbbi alkalmazása jóval gyakoribb és inkább ajánlható.</li> </ul>
	• Ezen elemekről bővebben lásd az ADINA kézikönyvet.

1.11. táblázat. Elemcsoportok az ADINA-ban~(folytatás)

#### Felosztási sűrűség megadása subdivision/seed

Attól függően, hogy milyen típusú geometrián kívánjuk előírni a felosztási sűrűséget, más-más Meshing  $\rightarrow$  Mesh Density  $\rightarrow$  <geometry type> menüparancsot és Toolbar ikont kell választanunk ( $\mathscr{E}$   $\swarrow$   $\mathscr{E}$   $\mathscr{E}$   $\mathscr{D}$ ).

Az AUI-ben alkalmazott hálózási stratégia alapját az adja, hogy a modell vonalait, határoló éleit felosztási sűrűséggel látjuk el (megadjuk az éleken található elemek méretét). Az alapértelmezett felosztás szerint minden egyes él "*egy* részre van felosztva". Tehát általában igaz az, hogy ennél finomabb felosztási sűrűség megadása szükséges a geometriára a hálózás előtt.

Hálósűrűség definiálható geometriai pontra, vonalra, felületre, térfogatra, élre, lapra és testre. De globálisan, az egész modellre is előírható hálósűrűség.

Az aktuálisan érvényes hálózási sűrűség megjelenítődik az éleken, ahogy ezt az 1.25. ábra jelzi.



1.25. ábra. Hálósűrűség jelzése

Háromféle módszer van egy geometria elemsűrűségének előírásához, ezeket sorolja fel az 1.12. táblázat.

A felosztási sűrűség definiálása megadható parancssorból is, melyhez a következő parancs tartozik:

-> SUBDIVIDE <geometry type>

Felosztási módszer	Leírás
Use Length	
	• Az elem élének a hosszát adjuk meg ( <i>elemek méretét</i> ) a geometriai vonalak, élek mentén.
	• A felosztási sűrűség egyenletes méretű lesz.
	• Ez a legegyszerűbb módja a hálósűrűség geometriához való hoz- zárendelésének.
Use Number of	
Divisions	• A felosztási számot ( <i>elemek számát</i> ) rendeljük a geometriai vo- nalhoz, élhez.
	• Amikor vonalhoz, felülethez, térfogathoz, vagy élhez rendeljük ezt hozzá, akkor lehetőség van a felosztási hosszt is vezérelni ( <i>biasing</i> ). Választhatunk az alapértelmezett End Biasing, vagy a Center Biasing lehetőségek között.
	• Ez jelenti általában a leghatékonyabb módját annak, hogy a hálósűrűséget hozzárendeljük a modellhez.
Use End-Point	
Sizes	• A hálósűrűség a geometriai vonalak, vagy élek végpontjaihoz rendelt sűrűségértékekből határozódik meg.
	• Az elemhossz a vonal, vagy él mentén aszerint változik, hogy milyen sűrűség érték van hozzárendelve az él végpontjaihoz.
	• Ennél a módszernél csak a végpontokhoz szükséges sűrűségérté- keket definiálni.

1.12. táblázat. Felosztási sűrűség megadása

#### Hálógenerálás, törlés

A háló generálása hozza létre a végeselemeket a kívánt geometriai térfogatokon, felületeken, vonalakon, vagy testeken, lapokon, éleken. A készítendő elemháló típusa (truss, beam, 2-D solid, shell, 3-D solid, fluid) attól függ, hogy milyen elemcsoportot jelölünk be a háló készítésekor.

Az 1.13. táblázat a lehetséges hálózási technikákat és elemcsoportokat rendszerezi.



1.13. táblázat. Hálógenerálás

A hálógenerálisi technikákról részletesebben lásd az ADINA kézikönyvet.

A végeselemes háló törlése a Meshing  $\rightarrow$  Delete Mesh... menüparanccsal vagy a kikonnal elérhető dialógusablak segítségével lehet. Ezen azt kell megadni, hogy mely típusú geometriákról kívánjuk eltávolítani a hálót, valamint azt, hogy mely elemcsoporthoz tartoznak a törlendő elemek, valamint, ha a típusa szerint a háló élhez, vagy laphoz tartozik, akkor azt is definiálni kell, hogy melyik testhez való tartozásról van szó.

Az is megadható, hogy a törölni kívánt elemhez tartozó csomópontokat is törölni kívánjuk-e (Delte Corresponting Nodes).

A háló törlése megadható parancssorból is, melyhez a következő parancs tartozik:

-> EDELETE <geometry type>
#### 1.11. A szimuláció/Solution

Ez lépés az, amely a grafikus környezetben, vagy esetleg kézzel előállított modellhez kiszámítja a numerikus megoldást. Az AUI felületen ez két lépést jelent, előállítjuk az input file-t (.dat), majd futtatjuk a szimulációt. Ez az adatfile az ADINA végeselemes megoldójának az input állományát jelenti, generálása a grafikus felhasználói felületről kényelmesen megtehető, azonban, ha valamilyen hiányosság, vagy hiba van az AUI adatbázisban, akkor ez a (.dat) file nem kerül előállításra.

۵	C	create the ADINA Input File			_ 🗆 🗙
Look <u>i</u> n:				• 🗈	
File <u>n</u> ame:	A DINA Input Files (*.dat)			<u> </u>	Save Cancel
	Run ADINA B	Number of Processors: Maximum Memory for Solution: Memory for Storing Model Data:	1 C 0 D 16 E	M <b>•</b>	Bytes Bytes

1.26. ábra. A szimuláció indítása

Az 1.26. ábrán látható dialógusablak segítségével állítjuk be a kívánt szimulációs paramétereket (processzorok száma, használható memória, stb.), melynek elindításához a Solution  $\rightarrow$  Datafile/Run... menüelemmel vagy a Toolbar-on lévő ikon segítségével jutunk.

Ezen a dialóguson csak az adatfile létrehozása az elsődleges feladat, a szimuláció végrehajtását az B-vel jelölt opció bekapcsolásával lehet kezdeményezni. Ezen lehetőség azonban sok esetben okozhat nehézséget, pl. ADINA-FSI vagy ADINA-TMC modellek vizsgálatakor, vagy viszonylag nagyméretű, hosszú futásidejű problémáknál, ekkor jobb csak az input .dat állomány generálása és a futtatást egy következő lépésben, az AUI bezárása után érdemes elindítani.

#### Memória beállítás

Az 1.26. ábrán jelzett dialógusablak D mezőjében a szimuláció során használható maximális memóriát írjuk elő, ez magába foglalja azt a memóriamennyiséget is, amelyet az egyenletrendszer-megoldó használhat. Ha ez a mező 0 értéket definiál, akkor az jelzi a szoftvernek, hogy a program szabadon gazdálkodhat a rendelkezésre álló memóriával.

Az E-vel jelölt sorban a modell memóriabeli tárolásához biztosíthatunk helyet. Ha a sparse/ritkamátrix megoldó kerül felhasználásra a szimulációkor, akkor ehhez a területhez még a szoftver fog memóriát foglalni az *in-core* megoldás érdekében.

FONTOS. Nagyméretű feladatoknál sokkal hasznosabb *out-of-core* megoldót alkalmazni (mely a valóságos fizikai memóriát címezi), mint olyan *in-core* megoldóval számolni, mely végül a háttértáron dolgozik, a virtuális memóriában. A számítások futtatása parancsfile-ból az <ADINAHOME>/tools jegyzékben található programmal lehetséges:

-> adinaN.n <options> <data filename>

ahol az N.n a szoftver verziószámára utal, a -h kacsolóval listát kapunk az elérhető, beállítható opciókról.

#### 1.12. A Post Processing

A szimuláció végrehajtása után lehetőség nyílik az eredmények feldolgozására (*Post-Processing*). A szoftver ezen részének elérése a Module Bar segítségével lehetséges a Post Processing kiválasztásával.

Az eredményeket a szimuláció során egy porthole (.port) file-ba írja ki a szoftver, melyet először meg kell nyitni az AUI-ben a menüből a File → Open..., vagy Ctrl-O billentyűkombinációval, vagy a 🚔 ikon segítségével. A porthole állomány megnyitása után a deformált modell jelenik meg kirajzolva az utolsó időlépésben kapott eredményeket.

Az eredmények vizsgálata, a modell elemzése egy viszonylag összetett és hosszú folyamat. Az ADINA ehhez többféle lehetőséggel rendelkezik melyeket röviden a következő felsorolási adja meg:

- Deformed Plot .
- Band Plot.
- Vector Plot.
- Cut Surface.
- Results along a line, azaz egy adott vonal mentén rajzoljuk ki a kapott adatokat.
- Response at a point, azaz a modell vizsgálata az időben történt változások tekintetében. Ez egyfajta történeti fejlődése a modellnek.
- Definiálható ún. Resultant Variable.
- Készíthetünk animációkat a számításokról. Animation movie.

Ezen lehetőségekről itt nem írunk hosszabban. Bővebb információ érdekében lásd az ADINA on-line kézikönyv megfelelő fejezeteit.

#### 1.13. Felhasznált irodalom, dokumentáció

- [1] Online dokumentáció, AUI: Commands for ADINA: ARD 08-2, February 2008
- [2] Online példatár, ADINA AUI Primer: ARD 08-6, February 2008
- [3] ADINA Theory and Modeling Guide: ARD 08-7, February 2008
- [4] AUI Help HTML documentation. ADINA menü: Help  $\rightarrow$  Index(html)...

## HÚZOTT-NYOMOTT RÚD VIZSGÁLATA

Feladat az 2.1. ábrán vázolt szerkezet végeselemes modelljének felépítése. A vizsgált tartónak az ábrán vázolt állandó, téglalap keresztmetszete van, anyaga acél (Linear-Elastic, Isotropic):

$$E = 205 \,\mathrm{GPa}$$
  $\nu = 0.28$ 

A modell felépítésekor húzott-nyomott rúdelem kerüljön alkalmazásra!



2.1. ábra. A vizsgált befogott rúd

Határozzuk meg a támasztó ER-t, illetve a rúderőket, a rúd elmozdulásait és a rúdban ébredő húzófeszültséget!

A feladat végrehajtásához használandó főbb funkciók, parancsok, elérésük a megadott menühierarchiából:

AUI, ADINA Structures, Statics, No FSI

Control	$\rightarrow$	Heading
	$\rightarrow$	Degrees of Freedom csak $x$ irányú elmozdulás van
Geometry	$\rightarrow$	Points 1: 0,0,0; 2: 1,0,0;
	$\rightarrow$	Lines $\rightarrow$ Define Straight 1: P1, P2
Model	$\rightarrow$	$\begin{array}{l} \texttt{Materials} \rightarrow \texttt{Elastic} \rightarrow \texttt{Isotropic} \\ \texttt{Add} \text{ Young's modulus: 2.05e11; Poisson's Ratio: 0.28} \end{array}$
	$\rightarrow$	Boundary Conditions $\rightarrow$ Apply Fixity Points, ALL
	$\rightarrow$	Loading $\rightarrow$ Apply Define (No.1), Magnitude: 800, irány: $+x$ Points, Site#: 1
Meshing	$\rightarrow$	Element Groups Add; Type: TRUSS, Default Section Area: 0.0006
	$\rightarrow$	Mesh Density $\rightarrow$ Line Use Number of Divisions: 4
	$\rightarrow$	${f Create Mesh}  ightarrow {f Line} {f TRUSS, Line#: 1}$
Solution	$\rightarrow$	Data File/Run

AUI, Post-Processing ->	Open	gyak-??.por_
Clear (F9)		Mesh Plot (F10)
List	$\rightarrow$	Extreme Values
		DISPLACEMENT: 1-Dispacement
Display	$\rightarrow$	Boundary Conditions $\rightarrow$ Default $\longrightarrow$ megfogások megjelenítése
	$\rightarrow$	Load Plot $\rightarrow$ Use Default terhelések megjelenítése
	$\rightarrow$	Element Line Plot $\rightarrow$ Create Axial Force, Strain, Stress
	$\rightarrow$	Band Plot $\rightarrow$ Create DISPLACEMENT. Apply
	$\rightarrow$	Animate

```
DATABASE NEW SAVE=NO PROMPT=NO
FEPROGRAM ADINA
CONTROL FILEVERSION=V85
HEADING STRING='Gyak 01. TRUSS problem'
*--- Database saved 8 September 2009, 13:47:15 ---*
MASTER ANALYSIS=STATIC MODEX=EXECUTE TSTART=0.0000000000000,
     IDOF=11111 OVALIZAT=NONE FLUIDPOT=AUTOMATIC CYCLICPA=1,
     IPOSIT=STOP REACTION=YES INITIALS=NO FSINTERA=NO IRINT=DEFAULT,
     CMASS=NO SHELLNDO=AUTOMATIC AUTOMATI=OFF SOLVER=SPARSE,
    CONTACT-=CONSTRAINT-FUNCTION TRELEASE=0.0000000000000,
    RESTART-=NO FRACTURE=NO LOAD-CAS=NO LOAD-PEN=NO MAXSOLME=O.
    MTOTM=2 RECL=3000 SINGULAR=YES STIFFNES=0.00010000000000000,
    MAP-OUTP=NONE MAP-FORM=NO NODAL-DE='' POROUS-C=NO ADAPTIVE=0,
    ZOOM-LAB=1 AXIS-CYC=0 PERIODIC=NO VECTOR-S=GEOMETRY EPSI-FIR=NO,
    FEFCORR=NO BOLTSTEP=1 EXTEND-S=YES CONVERT-=NO DEGEN=YES,
    TMC-MODE=NO ENSIGHT-=NO
COORDINATES POINT SYSTEM=0
@CLEAR
1 \hspace{0.1 cm} 0.000000000000 \hspace{0.1 cm} 0.0000000000 \hspace{0.1 cm} 0.0000000000 \hspace{0.1 cm} 0
2 \hspace{0.1in} 1.000000000000 \hspace{0.1in} 0.0000000000 \hspace{0.1in} 0.0000000000 \hspace{0.1in} 0
Q
LINE STRAIGHT NAME=1 P1=1 P2=2
MATERIAL ELASTIC NAME=1 E=2.05000000000000E+11 NU=0.28000000000000,
    DENSITY=0.000000000000 ALPHA=0.00000000000 MDESCRIP=,
'Elastic - isotropic - steel'
FIXBOUNDARY POINTS FIXITY=ALL
@CLEAR
  'ALL'
1
Q
LOAD FORCE NAME=1 MAGNITUD=800.0000000000 FX=1.000000000000,
    FY=0.000000000000 FZ=0.000000000000
APPLY-LOAD BODY=0
@CLEAR
  'FORCE' 1 'POINT' 2 0 1 0.000000000000 0 -1 0 0 0 'NO',
1
    Q
EGROUP TRUSS NAME=1 SUBTYPE=GENERAL DISPLACE=DEFAULT MATERIAL=1,
    INT=DEFAULT GAPS=NO INITIALS=NONE CMASS=DEFAULT,
    TIME-OFF=0.000000000000 OPTION=NONE RB-LINE=1 DESCRIPT=,
'Truss elements with cross section area: 0.0006m'
    AREA=0.00060000000000000 PRINT=DEFAULT SAVE=DEFAULT,
    TBIRTH=0.0000000000000 TDEATH=0.000000000000 TMC-MATE=1
SUBSTRUC=0 GROUP=1 MIDNODES=CURVED
@CLEAR
```

0

\*

## HAJLÍTOTT-NYÍRT TARTÓ

Feladat az 3.1. ábrán vázolt szerkezet végeselemes modelljének felépítése. A vizsgált tartó egy acélcső (Linear-Elastic, Isotropic), 50.8 mm-es külső átmérővel, 10 mm-es falvastagsággal.

$$E = 185 \,\text{GPa}$$
  $\nu = 0.25$ 

A modell felépítésekor hajlított-nyírt rúdelem kerüljön alkalmazásra!



3.1. ábra. A vizsgált befogott rúd

Határozzuk meg a támasztó ER-t, illetve a rúderőket, a rúd elmozdulásait!

A feladat végrehajtásához használandó főbb funkciók, parancsok, elérésük a megadott menühierarchiából:

AUI,	ADINA	Structures,	Statics,	No	FSI
,		bor accur ob,			

Control	$\rightarrow$	Heading
	$\rightarrow$	Degrees of Freedom csak $x, y$ irányú elmozdulás és $z$ irányú forgás van (ha az alapértelmezett $x - y$ síkon vagyunk)
Geometry	$\rightarrow$	Points 1: 0,0,0; 2: 1000,0,0; 3: 0,100,0;
	$\rightarrow$	Lines $\rightarrow$ Define Straight 1: P1, P2
Model	$\rightarrow$	Materials $\rightarrow$ Elastic $\rightarrow$ Isotropic Add Young's modulus: 185E3; Poisson's Ratio: 0.28
	$\rightarrow$	Element Properties $\rightarrow$ Cross Sections Add Type: Pipe, Diameter D: 50.8; Thickness T: 10
	$\rightarrow$	Boundary Conditions $ ightarrow$ Apply Fixity Points, ALL
	$\rightarrow$	Loading $\rightarrow$ Apply Type: Distributed Line Load, Define (No.1) , Magnitude: 10 Apply to: Line, Site#: 1 Aux. Point: 3
Meshing	$\rightarrow$	Element Groups Add; Type: BEAM, Cross Section: 1
	$\rightarrow$	Mesh Density $\rightarrow$ Line Use Number of Divisions: 20
	$\rightarrow$	Create Mesh $\rightarrow$ Line BEAM, Line#: 1
Solution	$\rightarrow$	Data File/Run

```
DATABASE NEW SAVE=NO PROMPT=NO
FEPROGRAM ADINA
CONTROL FILEVERSION=V85
HEADING STRING='Gyak. 02: BEAM - model'
IDOF=1110 OVALIZAT=NONE FLUIDPOT=AUTOMATIC CYCLICPA=1,
    IPOSIT=STOP REACTION=YES INITIALS=NO FSINTERA=NO IRINT=DEFAULT,
    CMASS=NO SHELLNDO=AUTOMATIC AUTOMATI=OFF SOLVER=SPARSE,
    CONTACT-=CONSTRAINT-FUNCTION TRELEASE=0.000000000000,
   RESTART-=NO FRACTURE=NO LOAD-CAS=NO LOAD-PEN=NO MAXSOLME=0,
   MTOTM=2 RECL=3000 SINGULAR=YES STIFFNES=0.00010000000000000.
   MAP-OUTP=NONE MAP-FORM=NO NODAL-DE='' POROUS-C=NO ADAPTIVE=0.
    ZOOM-LAB=1 AXIS-CYC=0 PERIODIC=NO VECTOR-S=GEOMETRY EPSI-FIR=NO,
   STABILIZ=NO STABFACT=1.00000000000000E-10 RESULTS=PORTHOLE,
   FEFCORR=NO BOLTSTEP=1 EXTEND-S=YES CONVERT-=NO DEGEN=YES,
   TMC-MODE=NO ENSIGHT-=NO
COORDINATES POINT SYSTEM=0
@CLEAR
Q
LINE STRAIGHT NAME=1 P1=1 P2=2
DENSITY=0.000000000000 ALPHA=0.000000000000 MDESCRIP=,
'Linear Elastic Material'
CROSS-SECTIO PIPE NAME=1 DIAMETER=50.80000000000,
   THICKNES=10.00000000000 SC=0.000000000000,
    TC=0.000000000000 TORFAC=1.000000000000,
   FIXBOUNDARY POINTS FIXITY=ALL
@CLEAR
  'ALL'
1
0
LOAD LINE NAME=1 MAGNITUD=10.000000000000
APPLY-LOAD BODY=0
@CLEAR
  'LINE' 1 'LINE' 1 0 1 0.000000000000 0 -1 3 0 0 'NO',
1
   0.000000000000 0.000000000000 1 0
Q
EGROUP BEAM NAME=1 SUBTYPE=THREE-D DISPLACE=DEFAULT MATERIAL=1 RINT=5,
   SINT=DEFAULT TINT=DEFAULT RESULTS=STRESSES INITIALS=NONE,
    CMASS=DEFAULT RIGIDEND=NONE MOMENT-C=NO RIGIDITY=1,
    MULTIPLY=1000000.00000000 RUPTURE=ADINA OPTION=NONE
   BOLT-TOL=0.01000000000000 DESCRIPT='NONE' SECTION=1;
   TDEATH=0.000000000000 SP0INT=4 B0LTF0RC=0.00000000000000000,
    BOLTNCUR=0 TMC-MATE=1
SUBDIVIDE LINE NAME=1 MODE=DIVISIONS NDIV=20 RATIO=1.00000000000000,
   PROGRESS=GEOMETRIC CBIAS=NO
GLINE NODES=2 AUXPOINT=3 NCOINCID=ENDS NCENDS=12,
   @CLEAR
1
0
*
```

### RÁCSOS TARTÓ VIZSGÁLATA I.

Feladat az 4.1. ábrán vázolt szerkezet végeselemes modelljének felépítése. A vizsgált tartó rúdjai 2''-os acélcsövek (Linear-Elastic, Isotropic), 10 mm-es falvastagsággal.



4.1. ábra. A vizsgált rácsos szerkezet

A feladat végrehajtásához használandó főbb funkciók, parancsok, elérésük a megadott menühierarchiából:

Control	$\rightarrow$	Heading
	$\rightarrow$	Degrees of Freedom csak $x,y$ irányú elmozdulás és $z$ irányú forgás van
Geometry	$\rightarrow$ $\rightarrow$	Points 1: 0,0,0; 2: 1000,0,0; 3: 0,1732.05,0 Lines $\rightarrow$ Define Add Straight 1: P1, P2 Save Add Straight 2: P2, P3 Save Add Straight 3: P3, P1 Save
Model	$\rightarrow$	Materials $\rightarrow$ Elastic $\rightarrow$ Isotropic Add Young's modulus: 180 <i>e</i> 3; Poisson's Ratio: 0.3
	$\rightarrow$	Boundary Conditions $\rightarrow$ Define Fixity Add 1: NO-XY-TRANS $x, y$ translation-t bejelölni Add 2: NO-Y-TRANS $y$ translation-t bejelölni
	$\rightarrow$	Boundary Conditions $\rightarrow$ Apply Fixity Points Point# 1: NO-XY-TRANS Point# 2: NO-Y-TRANS
	$\rightarrow$	Loading $\rightarrow$ Apply Define (No.1), Magnitude: 10000, Force Direction $x: 0.866, y: 0.5$ Points, Site#: 3
Meshing	$\rightarrow$	Element Groups Add; Type: TRUSS, Default Section Area: 1281.77
	$\rightarrow$	Create Mesh $\rightarrow$ Line TRUSS, Line#: 1 2 3
Solution	$\rightarrow$	Data File/Run

AUI, ADINA Structures, Statics, No FSI

AUI, Post-Processing -> Open: gyak-??.por

Clear (F9)		Mesh Plot (F10)	
Show Deformed Mesh 🎟		Show Original Mesh III Scale Displacements	107.
List	$\rightarrow$	Extreme Values DISPLACEMENT: 1-Dispacement DISPLACEMENT: 2-Dispace	cement
Display	$\rightarrow$ $\rightarrow$	Boundary Conditions $\rightarrow$ Default $\underset{\text{cond}}{\overset{\text{megfogások megje}}{\overset{\text{megfogások megje}}{\overset{\text{megfogások megjelenítése}}}$	lenítése
	$\rightarrow$	Element Line Plot $\rightarrow$ Create Axial Force, Strain, Stress	
	$\rightarrow$	Reaction Plot $\rightarrow$ Create REACTION. Apply	
	$\rightarrow$	Band Plot $\rightarrow$ Create DISPLACEMENT. Apply	
	$\rightarrow$	Animate	

```
DATABASE NEW SAVE=NO PROMPT=NO
FEPROGRAM ADINA
CONTROL FILEVERSION=V85
HEADING STRING='Gyak 04: - Truss Problem (racsos tarto)'
IDOF=1110 OVALIZAT=NONE FLUIDPOT=AUTOMATIC CYCLICPA=1,
    IPOSIT=STOP REACTION=YES INITIALS=NO FSINTERA=NO IRINT=DEFAULT,
    CMASS=NO SHELLNDO=AUTOMATIC AUTOMATI=OFF SOLVER=SPARSE,
    RESTART-=NO FRACTURE=NO LOAD-CAS=NO LOAD-PEN=NO MAXSOLME=0.
    MTOTM=2 RECL=3000 SINGULAR=YES STIFFNES=0.00010000000000000.
    MAP-OUTP=NONE MAP-FORM=NO NODAL-DE='' POROUS-C=NO ADAPTIVE=0,
    ZOOM-LAB=1 AXIS-CYC=0 PERIODIC=NO VECTOR-S=GEOMETRY EPSI-FIR=NO,
    STABILIZ=NO STABFACT=1.00000000000000E-10 RESULTS=PORTHOLE,
    FEFCORR=NO BOLTSTEP=1 EXTEND-S=YES CONVERT-=NO DEGEN=YES,
    TMC-MODE=NO ENSIGHT-=NO
COORDINATES POINT SYSTEM=0
@CLEAR
3 \hspace{0.1in} 0.000000000000 \hspace{0.1in} 1732.0500000000 \hspace{0.1in} 0.000000000000 \hspace{0.1in} 0
Q
LINE STRAIGHT NAME=1 P1=1 P2=2
LINE STRAIGHT NAME=2 P1=2 P2=3
LINE STRAIGHT NAME=3 P1=1 P2=3
MATERIAL ELASTIC NAME=1 E=180000.00000000 NU=0.3000000000000,
    DENSITY=0.000000000000 ALPHA=0.00000000000 MDESCRIP='NONE'
FIXITY NAME=NO-XY-TRANS
@CLEAR
 'X-TRANSLATION'
 'Y-TRANSLATION
 'Z-TRANSLATION'
 'X-ROTATION'
 'Y-ROTATION'
 'OVALIZATION'
Q
FIXITY NAME=NO-Y-TRANS
@CLEAR
 'Y-TRANSLATION'
 'Z-TRANSLATION'
 'X-ROTATION'
 'Y-ROTATION
 'OVALIZATION'
0
FIXBOUNDARY POINTS FIXITY=ALL
@CLEAR
  'NO-XY-TRANS
1
2
  'NO-Y-TRANS'
Q
LOAD FORCE NAME=1 MAGNITUD=10000.000000000 FX=0.8660000000000,
    APPLY-LOAD BODY=0
@CLEAR
  'FORCE' 1 'POINT' 3 0 1 0.00000000000 0 -1 0 0 0 'NO',
1
    0.000000000000 \ 0.00000000000 \ 1 \ 0
0
APPLY-LOAD BODY=0
@CLEAR
  'FORCE' 1 'POINT' 3 0 1 0.00000000000 0 -1 0 0 0 'NO',
1
    0
EGROUP TRUSS NAME=1 SUBTYPE=GENERAL DISPLACE=DEFAULT MATERIAL=1,
    INT=DEFAULT GAPS=NO INITIALS=NONE CMASS=DEFAULT,
    TIME-OFF=0.000000000000 OPTION=NONE RB-LINE=1 DESCRIPT='NONE',
    AREA=1281.7700000000 PRINT=DEFAULT SAVE=DEFAULT,
    TBIRTH=0.000000000000 TDEATH=0.000000000000 TMC-MATE=1
SUBSTRUC=0 GROUP=1 MIDNODES=CURVED
@CLEAR
1
2
з
```

## RÁCSOS TARTÓ VIZSGÁLATA II.

Feladat az 5.1. ábrán vázolt szerkezet végeselemes modelljének felépítése. A vizsgált tartó vízszintes rúdjai  $4 \times 6$  mm keresztmetszetű acélrudak, míg a többi rúd 3 mm átmérőjű acélhuzal (Linear-Elastic, Isotropic) (E = 100 GPa,  $\nu = 0.2$ ).

A modell felépítésekor csak húzott-nyomott rúdelem kerüljön alkalmazásra!





Határozzuk meg a támasztó erőket, rúderőket, illetve a rudak elmozdulásait és a bennük ébredő húzó-, nyomófeszültséget!

A feladat végrehajtásához használandó főbb funkciók, parancsok, elérésük a megadott menühierarchiából:

AUI, ADINA	Structures,	Statics, No FSI
Control	$\rightarrow$	Heading
	$\rightarrow$	Degrees of Freedom csak $x,y$ irányú elmozdulás és $z$ irányú forgás van
Geometry	$\rightarrow$	Points 1: 0,0,0; 2: 40,0,0; 3: 80,0,0; 4: 120,0,0; 5: 160,0,0; 6: 40,30,0; 7: 80,30,0; 8: 120,30,0;
	$\rightarrow$	Lines $\rightarrow$ Define Add Straight 1: P1, P2 Save Add Straight 2: P2, P3 Save Add Straight 3: P3, P4 Save Add Straight 4: P4, P5 Save Add Straight 5: P6, P7 Save Add Straight 6: P7, P8 Save Add Straight 7: P1, P6 Save Add Straight 8: P2, P6 Save Add Straight 8: P2, P6 Save Add Straight 10: P4, P8 Save Add Straight 10: P4, P8 Save Add Straight 11: P5, P8 Save Add Straight 12: P3, P6 Save Add Straight 13: P3, P8 Save
Model	$\rightarrow$	Materials → Elastic → Isotropic Add Young's modulus: 100e3; Poisson's Ratio: 0.2
	$\rightarrow$	Boundary Conditions $\rightarrow$ Define Fixity Add 1: NO-XY-TRANS $x, y$ translation-t bejelölni Add 2: NO-Y-TRANS $y$ translation-t bejelölni
	$\rightarrow$	Boundary Conditions → Apply Fixity Points Point# 1: NO-XY-TRANS Point# 5: NO-Y-TRANS
	$\rightarrow$	Loading $\rightarrow$ Apply Define (No.1), Magnitude: 120, Force Direction $x:0, y:-1$ Points, Site#: 2
	$\rightarrow$	Loading $\rightarrow$ Apply Define (No.2), Magnitude: 80, Force Direction $x:0, y:-1$ Points, Site#: 3
Meshing	$\rightarrow$	Element Groups Add (No.1); Type: TRUSS, Default Section Area: 24 Add (No.2); Type: TRUSS, Default Section Area: 7.069
	$\rightarrow$	$\begin{array}{llllllllllllllllllllllllllllllllllll$
Solution	$\rightarrow$	Data File/Run

AUI, Post-Processing -> Open: gyak-??.por

Clear (F9) <sup>ILLAR</sup>		Mesh Plot (F10)
Show Deformed Mesh 🌐		Show Original Mesh 🎹 Scale Displacements 腕
List	$\rightarrow$	Extreme Values DISPLACEMENT: 1-Dispacement DISPLACEMENT: 2-Dispacement
Display	$\rightarrow$	Boundary Conditions $\rightarrow$ Default $\overset{\ref{main}}{ extsf{meds}}$ megfogások megjelenítése
	$\rightarrow$	Load Plot $\rightarrow$ Use Default terhelések megjelenítése
	$\rightarrow$	Element Line Plot $\rightarrow$ Create Axial Force, Strain, Stress
	$\rightarrow$	Reaction Plot $\rightarrow$ Create REACTION. Apply
	$\rightarrow$	Band Plot $\rightarrow$ Create DISPLACEMENT. Apply
	$\rightarrow$	Animate
List	$\rightarrow$	$ \begin{array}{llllllllllllllllllllllllllllllllllll$

```
DATABASE NEW SAVE=NO PROMPT=NO
FEPROGRAM ADINA
CONTROL FILEVERSION=V85
HEADING STRING='Gyak 05 - Racsos tarto, Truss problem'
IDOF=1110 OVALIZAT=NONE FLUIDPOT=AUTOMATIC CYCLICPA=1,
   IPOSIT=STOP REACTION=YES INITIALS=NO FSINTERA=NO IRINT=DEFAULT,
   CMASS=NO SHELLNDO=AUTOMATIC AUTOMATI=OFF SOLVER=SPARSE,
   RESTART-=NO FRACTURE=NO LOAD-CAS=NO LOAD-PEN=NO MAXSOLME=O
   MT0TM=2 RECL=3000 SINGULAR=YES STIFFNES=0.00010000000000000.
   MAP-OUTP=NONE MAP-FORM=NO NODAL-DE='' POROUS-C=NO ADAPTIVE=0,
   ZOOM-LAB=1 AXIS-CYC=0 PERIODIC=NO VECTOR-S=GEOMETRY EPSI-FIR=NO,
   STABILIZ=NO STABFACT=1.000000000000000E-10 RESULTS=PORTHOLE,
   FEFCORR=NO BOLTSTEP=1 EXTEND-S=YES CONVERT-=NO DEGEN=YES,
   TMC-MODE=NO ENSIGHT-=NO
*--- Database saved 17 September 2009, 13:24:12 ---*
COORDINATES POINT SYSTEM=0
@CLEAR
0
LINE STRAIGHT NAME=1 P1=1 P2=2
LINE STRAIGHT NAME=2 P1=2 P2=3
LINE STRAIGHT NAME=3 P1=3 P2=4
LINE STRAIGHT NAME=4 P1=4 P2=5
LINE STRAIGHT NAME=5 P1=6 P2=7
LINE STRAIGHT NAME=6 P1=7 P2=8
LINE STRAIGHT NAME=7 P1=1 P2=6
LINE STRAIGHT NAME=8 P1=2 P2=6
LINE STRAIGHT NAME=9 P1=3 P2=7
LINE STRAIGHT NAME=10 P1=4 P2=8
LINE STRAIGHT NAME=11 P1=5 P2=8
LINE STRAIGHT NAME=12 P1=3 P2=6
LINE STRAIGHT NAME=13 P1=3 P2=8
MATERIAL ELASTIC NAME=1 E=100000.00000000 NU=0.2000000000000,
   DENSITY=0.000000000000 ALPHA=0.00000000000 MDESCRIP='NONE'
FIXITY NAME=NO-XY-TRANS
@CLEAR
 'X-TRANSLATION'
 'Y-TRANSLATION
'Z-TRANSLATION'
 'X-ROTATION'
 'Y-ROTATION'
 'OVALTZATION'
0
FIXITY NAME=NO-Y-TRANS
@CLEAR
'Y-TRANSLATION'
'Z-TRANSLATION'
 'X-ROTATION'
 'Y-ROTATION'
'OVALIZATION'
0
FIXBOUNDARY POINTS FIXITY=ALL
@CLEAR
  'NO-XY-TRANS'
1
5
  'NO-Y-TRANS'
Q
```

LOAD FORCE NAME=1 MAGNITUD=120.00000000000 FX=0.0000000000000,

```
FY=-1.000000000000 FZ=0.0000000000000
LOAD FORCE NAME=2 MAGNITUD=80.00000000000 FX=0.000000000000,
    FY=-1.000000000000 FZ=0.0000000000000
*
APPLY-LOAD BODY=0
@CLEAR
  'FORCE' 1 'POINT' 2 0 1 0.000000000000 0 -1 0 0 0 'NO',
1
    0.00000000000 0.000000000000 1 0
2
  'FORCE' 2 'POINT' 3 0 1 0.000000000000 0 -1 0 0 0 'NO',
    0.000000000000 \ 0.00000000000 \ 1 \ 0
Q
EGROUP TRUSS NAME=1 SUBTYPE=GENERAL DISPLACE=DEFAULT MATERIAL=1,
    INT=DEFAULT GAPS=NO INITIALS=NONE CMASS=DEFAULT,
    TIME-OFF=0.000000000000 OPTION=NONE RB-LINE=1 DESCRIPT=,
'horizontal truss' AREA=24.00000000000 PRINT=DEFAULT SAVE=DEFAULT,
    TBIRTH=0.000000000000 TDEATH=0.00000000000 TMC-MATE=1
EGROUP TRUSS NAME=2 SUBTYPE=GENERAL DISPLACE=DEFAULT MATERIAL=1,
    INT=DEFAULT GAPS=NO INITIALS=NONE CMASS=DEFAULT,
    TIME-OFF=0.000000000000 OPTION=NONE RB-LINE=1 DESCRIPT=,
'Vertical truss' AREA=7.069000000000 PRINT=DEFAULT SAVE=DEFAULT,
    TBIRTH=0.0000000000000 TDEATH=0.000000000000 TMC-MATE=1
SUBSTRUC=0 GROUP=1 MIDNODES=CURVED
@CLEAR
1
2
3
4
5
6
0
SUBSTRUC=0 GROUP=2 MIDNODES=CURVED
@CLEAR
7
8
9
10
11
12
13
0
```

### Síkbeli tartószerkezet I.

Adott a következő "C" -állvány feladat:



6.1. ábra. "C" állvány

Az állvány anyaga általános acél (Linear-Elastic, Isotropic).

 $E = 110 \,\mathrm{GPa}$   $\nu = 0.2$ 

Az állványzat állandó vastagsága:

b = 100 mm.

A megoszló terhelés intenzitása a jelzett vonalon:

$$p = 10 \frac{\mathrm{N}}{\mathrm{mm}}.$$

Határozzuk meg a fenti ábrán jelzett peremfeltételek mellett a "C" állvány veszélyes helyét (helyeit), továbbá azon helyeken a maximális feszültségek értékét!

A feladat végrehajtásához használandó főbb funkciók, parancsok, elérésük a megadott menühierarchiából:



6.2. ábra. "C" állvány VEM modellje

AUI, ADINA Structures, Statics, No FSI

Control	$\rightarrow$	Heading
	$\rightarrow$	$\tt Degrees \ of \ Freedom \ldots \ csak \ y, \ z$ irányú elmozdulás és $x$ irányú forgás van
Geometry	$\rightarrow$	Points 1: 0,0,0; 2: 0,1000,0; 3: 0,3000,0; 4: 0,3000,800; 5: 0,1000,800; 6: 0,1000,1000; 7: 0,2000,1000; 8: 0,2000,1200; 9: 0,3000,1200; 10: 0,3000,2000; 11: 0,2000,2000; 12: 0,1000,2000; 13: 0,0,2000;
	$\rightarrow$	Surfaces $\rightarrow$ Define Add Vertex 1: P1, P2, P12, P13 Save Add Vertex 2: P2, P3, P4, P5 Save Add Vertex 3: P6, P7, P11, P12 Save Add Vertex 4: P8, P9, P10, P11 Save
Model	$\rightarrow$	Materials $\rightarrow$ Elastic $\rightarrow$ Isotropic Add Young's modulus: 110e3; Poisson's Ratio: 0.2
	$\rightarrow$	Boundary Conditions $\rightarrow$ Define Fixity Add 1: NO-YZ-TRANS $y, z$ translation-t bejelölni
	$\rightarrow$	Boundary Conditions → Apply Fixity Points Lines# 1: NO-YZ-TRANS Lines# 5: NO-YZ-TRANS
	$\rightarrow$	Loading → Apply Define (No.1), Magnitude: 10, Pressure Line, Site#: 13
Meshing	$\rightarrow$	Element Groups Add (No.1); Type: 2D-Solid, Element Sub-Type: Plane Stress, Defa- ult Element Thickness: 100
	$\rightarrow$	Mesh Density → Surface Method: Use Length, Element Edge Length: 200 Surface: 1,2,3,4
	$\rightarrow$	Create Mesh $\rightarrow$ Surface 2-D Solid, Element Group - No.1 Surface#: 1 2 3 4
Solution	$\rightarrow$	Data File/Run

AUI, Post-Processing -> Open: gyak-??.por

Clear (F9)		Mesh Plot (F10)	
Show Deformed Mesh 🌐		Show Original Mesh 🎹	Scale Displacements 腕
List	$\rightarrow$	Value List DISPLACEMENT: 1 Dispacement	DISPLACEMENT_MAGNITUDE
Display	$\rightarrow$	Boundary Conditions $\rightarrow$ Default	It megfogások megjelenítése
	~	Load Flot $\rightarrow$ Ose Default	ternetesek megjelenitese
	$\rightarrow$	Displacement, Stress, stb.	
	$\rightarrow$	Animate	



6.3. ábra. "C" állvány abs. elmozdulás

```
DATABASE NEW SAVE=NO PROMPT=NO
FEPROGRAM ADINA
CONTROL FILEVERSION=V85
HEADING STRING='Gyak-O6a: Plane stress problem (SF) simple'
MASTER ANALYSIS=STATIC MODEX=EXECUTE TSTART=0.0000000000000,
     IDOF=100011 OVALIZAT=NONE FLUIDPOT=AUTOMATIC CYCLICPA=1,
     IPOSIT=STOP REACTION=YES INITIALS=NO FSINTERA=NO IRINT=DEFAULT,
     CMASS=NO SHELLNDO=AUTOMATIC AUTOMATI=OFF SOLVER=SPARSE,
     CONTACT-=CONSTRAINT-FUNCTION TRELEASE=0.000000000000,
    RESTART-=NO FRACTURE=NO LOAD-CAS=NO LOAD-PEN=NO MAXSOLME=0,
    MTOTM=2 RECL=3000 SINGULAR=YES STIFFNES=0.00010000000000000.
    MAP-OUTP=NONE MAP-FORM=NO NODAL-DE='' POROUS-C=NO ADAPTIVE=0.
     ZOOM-LAB=1 AXIS-CYC=0 PERIODIC=NO VECTOR-S=GEOMETRY EPSI-FIR=NO,
     STABILIZ=NO STABFACT=1.00000000000000E-10 RESULTS=PORTHOLE,
    FEFCORR=NO BOLTSTEP=1 EXTEND-S=YES CONVERT-=NO DEGEN=YES,
    TMC-MODE=NO ENSIGHT-=NO
COORDINATES POINT SYSTEM=0
@CLEAR
2 \hspace{0.1in} 0.000000000000 \hspace{0.1in} 1000.000000000 \hspace{0.1in} 0.00000000000 \hspace{0.1in} 0
3 \hspace{0.1 cm} 0.000000000000 \hspace{0.1 cm} 3000.000000000 \hspace{0.1 cm} 0.00000000000 \hspace{0.1 cm} 0
7 0.00000000000 2000.000000000 1000.000000000 0
8 0.00000000000 2000.000000000 1200.000000000 0
9 0.00000000000 3000.000000000 1200.000000000 0
12 0.000000000000 1000.000000000 2000.000000000 0
SURFACE VERTEX NAME=1 P1=1 P2=2 P3=12 P4=13
SURFACE VERTEX NAME=2 P1=2 P2=3 P3=4 P4=5
SURFACE VERTEX NAME=3 P1=6 P2=7 P3=11 P4=12
SURFACE VERTEX NAME=4 P1=8 P2=9 P3=10 P4=11
MATERIAL ELASTIC NAME=1 E=110000.00000000 NU=0.2000000000000,
    DENSITY=0.000000000000 ALPHA=0.00000000000 MDESCRIP='NONE'
FIXITY NAME=YZ-TRANS
@CLEAR
 'X-TRANSLATION'
 'Y-TRANSLATION'
 'Z-TRANSLATION'
 'Y-ROTATION
 'Z-ROTATION'
 'OVALIZATION'
0
FIXBOUNDARY LINES FIXITY=ALL
@CLEAR
1
  'YZ-TRANS'
  'YZ-TRANS'
5
0
LOAD PRESSURE NAME=1 MAGNITUD=10.000000000000 BETA=0.00000000000000.
    LINE=0
APPLY-LOAD BODY=0
@CLEAR
   'PRESSURE' 1 'LINE' 13 0 1 0.000000000000 0 -1 0 0 0 'NO',
1
    0.000000000000 0.0000000000000 1 0
0
EGROUP TWODSOLID NAME=1 SUBTYPE=STRESS2 DISPLACE=DEFAULT,
    STRAINS=DEFAULT MATERIAL=1 INT=DEFAULT RESULTS=STRESSES,
    DEGEN=YES FORMULAT=0 STRESSRE=GLOBAL INITIALS=NONE FRACTUR=NO,
    CMASS=DEFAULT STRAIN-F=O UL-FORMU=DEFAULT PNTGPS=O NODGPS=O,
    LVUS1=0 LVUS2=0 SED=NO RUPTURE=ADINA INCOMPAT=DEFAULT,
    TIME-OFF=0.000000000000 POROUS=NO WTMC=1.0000000000000,
    OPTION=NONE DESCRIPT='NONE' THICKNES=100.00000000000,
PRINT=DEFAULT SAVE=DEFAULT TBIRTH=0.0000000000000,
    TDEATH=0.000000000000 TMC-MATE=1
SUBDIVIDE SURFACE NAME=1 MODE=LENGTH SIZE=200.00000000000
@CLEAR
1
2
```

3



6.4. ábra. "C" állvány redukált feszültség eloszlása

## Síkbeli tartószerkezet II.

Adott a következő "C" -állvány feladat:



7.1. ábra. "C" állvány

Az állvány anyaga általános acél (Linear-Elastic, Isotropic).

$$E = 110 \,\text{GPa} \qquad \nu = 0.2$$

Az állványzat állandó vastagsága:

 $b = 100 \,\mathrm{mm}.$ 

A megoszló terhelés intenzitása a jelzett vonalon:

$$p = 10 \,\frac{\mathrm{N}}{\mathrm{mm}}.$$

Határozzuk meg a fenti ábrán jelzett peremfeltételek mellett a "C" állvány veszélyes helyét (helyeit), továbbá azon helyeken a maximális feszültségek értékét!

A feladat végrehajtásához használandó főbb funkciók, parancsok, elérésük a megadott menühierarchiából:



7.2. ábra. "C" állvány VEM modellje

#### AUI, ADINA Structures, Statics, No FSI

<ul> <li>→ Degrees of Freedom csak y, z irányú elmozdulás és x irányú forgás van</li> <li>Geometry</li> <li>→ Coordinate System Add Type: Cylindrical, Origin (0,2500,1600)</li> <li>→ Points 1: 0.0,0; 2: 0.1000,0; 3: 0.3000,0; 4: 0.3000,800; 5: 0.1000,800; 6: 0.1000,1000; 7: 0.2000,1000; 8: 0.2000,1200; 9: 0.3000,1200; 10: 0.3000,2000; 11: 0.2000,2000; 12: 0.1000,2000; 13: 0.0,2000; 14: 200,45,0, HKR(1);15: 200,135,0, HKR(1); 16: 200,225,0, HKR(1);17: 200,315,0,HRK(1); 18: 0.2500,1600;19: 0,1000,1200;20: 0,1800,1200; 21: 0,1800,1800;22: 0,1000,1800;23: 0.2000,1800;</li> <li>→ Lines → Define Add Arc 1: P1=14, P2=15, Center=18 Save Add Arc 1: P1=15, P2=16, Center=18 Save Add Vart 1: P1=16, P2=17, Center=18 Save Add Vertex 1: P1=7, P2=14, Center=18 Save Add Vertex 2: P2, P3, P4, P5 Save Add Vertex 3: P6, P7, P8, P19 Save Add Vertex 3: P6, P7, P8, P19 Save Add Vertex 3: P6, P7, P8, P19 Save Add Vertex 5: P9, P10, P14, P17 Save Add Vertex 5: P9, P10, P14, P17 Save Add Vertex 6: P10, P11, P15, P16 Save Add Vertex 8: P11, P12, P22, P23 Save Add Vertex 8: P11, P12, P22, P23 Save Add Vertex 9: P20, P8, P23, P21 Save Add Vertex 9: P20, P8, P23, P21 Save Add 1: NO-YZ-TRANS y, z translation-t bejelölni</li> <li>→ Boundary Conditions → Define Fixity Add 1: NO-YZ-TRANS</li> <li>→ Boundary Conditions → Apply Fixity Points Lines# 5: NO-YZ-TRANS</li> <li>→ Loading → Apply Define (No.1), Magnitude: 10, Pressure Line, Site#: 17</li> </ul>	Control	$\rightarrow$	Heading
$ \begin{array}{llllllllllllllllllllllllllllllllllll$		$\rightarrow$	Degrees of Freedom csak $y, z$ irányú elmozdulás és $x$ irányú forgás van
<ul> <li>→ Points 1: 0,0,0; 2: 0,1000,0; 3: 0,3000,0; 4: 0,3000,800; 5: 0,1000,800; 6: 0,1000,1000; 7: 0,2000,1000; 8: 0,2000,1200; 9: 0,3000,2100; 10: 0,3000,2000; 11: 0,2000,2000; 13: 0,0,2000; 14: 200,450, HKR(1); 15: 200,255, HKR(1); 17: 200,315, 0,HKR(1); 18: 0,2500,1800; 20: 0,1000,1200; 20: 0,1800,1200; 21: 0,1800,1800; 22: 0,1000,1800; 23: 0,2000,1800;</li> <li>→ Lines → Define Add Arc 1: P1=14, P2=15, Center=18 Save Add Arc 1: P1=15, P2=16, Center=18 Save Add Arc 1: P1=16, P2=17, Center=18 Save Add Arc 1: P1=17, P2=14, Center=18 Save</li> <li>→ Surfaces → Define Add Vertex 1: P1, P2, P12, P13 Save Add Vertex 3: P6, P7, P8, P19 Save Add Vertex 4: P8, P9, P17, P16 Save Add Vertex 5: P9, P10, P14, P17 Save Add Vertex 6: P10, P11, P15, P14 Save Add Vertex 8: P11, P12, P22, P23 Save Add Vertex 8: P11, P12, P23, P23 Save Add Vertex 9: P20, P8, P23, P21 Save Add Vertex 9: P20, P8, P23, P21 Save</li> <li>Model</li> <li>→ Materials → Elastic → Isotropic Add Vertex 9: P20, P8, P23, P21 Save</li> <li>Model. → Materials → Elastic → Isotropic Add 1: NO-Y2-TRANS y, z translation-t bejelölni</li> <li>→ Boundary Conditions → Apply Fixity Points Lines# 5: NO-Y2-TRANS</li> <li>→ Loading → Apply Define (No.1), Magnitude: 10, Pressure Line, Site#: 17</li> </ul>	Geometry	$\rightarrow$	Coordinate System Add Type: Cylindrical, Origin (0,2500,1600)
$ \begin{array}{llllllllllllllllllllllllllllllllllll$		$\rightarrow$	Points 1: 0,0,0; 2: 0,1000,0; 3: 0,3000,0; 4: 0,3000,800; 5: 0,1000,800; 6: 0,1000,1000; 7: 0,2000,1000; 8: 0,2000,1200; 9: 0,3000,1200; 10: 0,3000,2000; 11: 0,2000,2000; 12: 0,1000,2000; 13: 0,0,2000; 14: 200,45,0, HKR(1);15: 200,135,0, HKR(1); 16: 200,225,0, HKR(1);17: 200,315,0,HRK(1); 18: 0,2500,1600;19: 0,1000,1200;20: 0,1800,1200; 21: 0,1800,1800;22: 0,1000,1800;23: 0,2000,1800;
$ \begin{array}{llllllllllllllllllllllllllllllllllll$		$\rightarrow$	Lines $\rightarrow$ Define Add Arc 1: P1=14, P2=15, Center=18 Save Add Arc 1: P1=15, P2=16, Center=18 Save Add Arc 1: P1=16, P2=17, Center=18 Save Add Arc 1: P1=17, P2=14, Center=18 Save
Model → Materials → Elastic → Isotropic Add Young's modulus: 110e3; Poisson's Ratio: 0.2 → Boundary Conditions → Define Fixity Add 1: NO-YZ-TRANS y, z translation-t bejelölni → Boundary Conditions → Apply Fixity Points Lines# 5: NO-YZ-TRANS Lines# 9: NO-YZ-TRANS → Loading → Apply Define (No.1), Magnitude: 10, Pressure Line, Site#: 17		$\rightarrow$	Surfaces $\rightarrow$ Define Add Vertex 1: P1, P2, P12, P13 Save Add Vertex 2: P2, P3, P4, P5 Save Add Vertex 3: P6, P7, P8, P19 Save Add Vertex 4: P8, P9, P17, P16 Save Add Vertex 5: P9, P10, P14, P17 Save Add Vertex 6: P10, P11, P15, P14 Save Add Vertex 7: P11, P8, P16, P15 Save Add Vertex 8: P11, P12, P22, P23 Save Add Vertex 9: P20, P8, P23, P21 Save
<ul> <li>→ Boundary conditions → Define Fixity</li> <li>Add 1: NO-YZ-TRANS y, z translation-t bejelölni</li> <li>→ Boundary Conditions → Apply Fixity Points         Lines# 5: NO-YZ-TRANS         Lines# 9: NO-YZ-TRANS</li> <li>→ Loading → Apply         Define (No.1), Magnitude: 10, Pressure         Line, Site#: 17</li> </ul>	Model	$\rightarrow$	Materials $\rightarrow$ Elastic $\rightarrow$ Isotropic Add Young's modulus: 110 <i>e</i> 3; Poisson's Ratio: 0.2
<ul> <li>→ Boundary Conditions → Apply Fixity Points Lines# 5: NO-YZ-TRANS Lines# 9: NO-YZ-TRANS</li> <li>→ Loading → Apply Define (No.1), Magnitude: 10, Pressure Line, Site#: 17</li> </ul>		$\rightarrow$	Add 1: NO-YZ-TRANS $y$ , $z$ translation-t bejelölni
<ul> <li>→ Loading → Apply</li> <li>Define (No.1), Magnitude: 10, Pressure</li> <li>Line, Site#: 17</li> </ul>		$\rightarrow$	Boundary Conditions → Apply Fixity Points Lines# 5: NO-YZ-TRANS Lines# 9: NO-YZ-TRANS
		$\rightarrow$	Loading → Apply Define (No.1), Magnitude: 10, Pressure Line, Site#: 17

Meshing	$\rightarrow$	Element Groups Add (No.1); Type: 2D-Solid, Element Sub-Type: Plane Stress, Defa- ult Element Thickness: 100
	$\rightarrow$	Mesh Density → Surface Method: Use Length, Element Edge Length: 200 Surface: 1,2,3,4,5,6,7,8,9
	$\rightarrow$	Create Mesh $\rightarrow$ Surface 2-D Solid, Element Group - No.1 Surface#: 1 2 3 4 5 6 7 8 9
Solution	$\rightarrow$	Data File/Run

AUI,	Post-Processing	->	Open:	gyak-??.por	

Clear (F9) <sup>[[[AR</sup>		Mesh Plot (F10)	
Show Deformed Mesh 🌐		Show Original Mesh 🎹	Scale Displacements
List	$\rightarrow$	Value List DISPLACEMENT: 1 Dispacement	DISPLACEMENT_MAGNITUDE
Display	$\rightarrow$ $\rightarrow$	Boundary Conditions $\rightarrow$ Default $\overset{\bullet}{\longrightarrow}$ megfogások megjelenítése	
	$\rightarrow$	Band Plot $\rightarrow$ Create Displacement, Stress, stb.	
	$\rightarrow$	Animate	



7.3. ábra. "C" állvány abs. elmozdulás

DATABASE NEW SAVE=NO PROMPT=NO FEPROGRAM ADINA CONTROL FILEVERSION=V85 \*

FEPROGRAM PROGRAM=ADINA

```
HEADING STRING='Gyak 06b - Plane stress SF'
```

MASTER ANALYSIS=STATIC MODEX=EXECUTE TSTART=0.00000000000000, IDDF=100011 OVALIZAT=NONE FLUIDPOT=AUTOMATIC CYCLICPA=1, IPOSIT=STOP REACTION=YES INITIALS=NO FSINTERA=NO IRINT=DEFAULT, CMASS=NO SHELLNDO=AUTOMATIC AUTOMATI=OFF SOLVER=SPARSE, CONTACT-=CONSTRAINT-FUNCTION TRELEASE=0.0000000000000, RESTART=NO FACTURE=NO LOAD-CAS=NO LOAD-PEN=NO MAXSOLME=0, MTOTM=2 RECL=3000 SINGULAR=YES STIFFNES=0.000100000000000000, MAP-OUTP=NONE MAP-FORM=NO NODAL-DE='' POROUS-C=NO ADAPTIVE=0, ZOOM-LAB=1 AXIS-CYC=0 PERIODIC=NO VECTOR-S=GEOMETRY EPSI-FIR=NO, STABILIZ=NO STABFACT=1.000000000000000-10 RESULTS=PORTHOLE, FEFCORR=NO BOLTSTEP=1 EXTEND-S=YES CONVERT-=NO DEGEN=YES, TMC-MODE=NO ENSIGHT==NO

SYSTEM NAME=1 TYPE=CYLINDRICAL MODE=1 XORIGIN=0.0000000000000, YORIGIN=2500.0000000000 ZORIGIN=1600.00000000000, AX=1.0000000000000 AY=0.00000000000 AZ=0.0000000000000, BX=0.000000000000 BY=1.000000000000 BZ=0.00000000000000, MOVE=NO

COORDINATES POINT SYSTEM=0

```
@CLEAR
```

```
1 \hspace{0.1 cm} 0.000000000000 \hspace{0.1 cm} 0.0000000000 \hspace{0.1 cm} 0.0000000000 \hspace{0.1 cm} 0
4 0.00000000000 3000.00000000 800.000000000 0
6 \hspace{0.1in} 0.000000000000 \hspace{0.1in} 1000.000000000 \hspace{0.1in} 1000.000000000 \hspace{0.1in} 0
7 0.000000000000 2000.000000000 1000.000000000 0
8 0.000000000000 2000.000000000 1200.000000000 0
9 0.00000000000 3000.000000000 1200.000000000 0
10 0.000000000000 3000.000000000 2000.000000000 0
12 0.000000000000 1000.000000000 2000.000000000 0
13 \hspace{0.1 cm} 0.00000000000 \hspace{0.1 cm} 0.0000000000 \hspace{0.1 cm} 2000.000000000 \hspace{0.1 cm} 0
17 200.0000000000 315.0000000000 0.000000000000 1
18 0.000000000000 2500.000000000 1600.000000000 0
19 0.000000000000 1000.000000000 1200.000000000 0
20 0.000000000000 1800.000000000 1200.000000000 0
21 0.000000000000 1800.00000000 1800.00000000 0
22 0.000000000000 1000.000000000 1800.000000000 0
23 0.00000000000 2000.000000000 1800.000000000 0
LINE ARC NAME=1 MODE=1 P1=14 P2=15 CENTER=18 PCOINCID=YES,
   LINE ARC NAME=2 MODE=1 P1=15 P2=16 CENTER=18 PCOINCID=YES,
   LINE ARC NAME=3 MODE=1 P1=16 P2=17 CENTER=18 PCOINCID=YES.
   LINE ARC NAME=4 MODE=1 P1=17 P2=14 CENTER=18 PCOINCID=YES.
   SURFACE VERTEX NAME=1 P1=1 P2=2 P3=12 P4=13
SURFACE VERTEX NAME=2 P1=2 P2=3 P3=4 P4=5
SURFACE VERTEX NAME=3 P1=6 P2=7 P3=8 P4=19
SURFACE VERTEX NAME=4 P1=8 P2=9 P3=17 P4=16
SURFACE VERTEX NAME=5 P1=9 P2=10 P3=14 P4=17
SURFACE VERTEX NAME=6 P1=10 P2=11 P3=15 P4=14
SURFACE VERTEX NAME=7 P1=11 P2=8 P3=16 P4=15
SURFACE VERTEX NAME=8 P1=11 P2=12 P3=22 P4=23
SURFACE VERTEX NAME=9 P1=20 P2=8 P3=23 P4=21
MATERIAL ELASTIC NAME=1 E=110000.00000000 NU=0.2000000000000,
   DENSITY=0.000000000000 ALPHA=0.00000000000 MDESCRIP='NONE'
```

\*

```
FIXITY NAME=YZ-TRANS
@CLEAR
  'X-TRANSLATION'
 'Y-TRANSLATION'
 'Z-TRANSLATION'
 'Y-ROTATION'
 'Z-ROTATION'
 'OVALIZATION'
0
FIXBOUNDARY LINES FIXITY=ALL
@CLEAR
   'YZ-TRANS'
5
   'YZ-TRANS'
9
0
LOAD PRESSURE NAME=1 MAGNITUD=10.00000000000 BETA=0.000000000000,
     LINE=0
APPLY-LOAD BODY=0
@CLEAR
1
   'PRESSURE' 1 'LINE' 17 0 1 0.00000000000 0 -1 0 0 0 'NO',
     0.000000000000 \ 0.000000000000 \ 1 \ 0
0
EGROUP TWODSOLID NAME=1 SUBTYPE=STRESS2 DISPLACE=DEFAULT,
     STRAINS=DEFAULT MATERIAL=1 INT=DEFAULT RESULTS=STRESSES,
     DEGEN=YES FORMULAT=O STRESSRE=GLOBAL INITIALS=NONE FRACTUR=NO,
     CMASS=DEFAULT STRAIN-F=O UL-FORMU=DEFAULT PNTGPS=O NODGPS=O,
     LVUS1=0 LVUS2=0 SED=N0 RUPTURE=ADINA INCOMPAT=DEFAULT,
TIME-OFF=0.0000000000000 PORUS=N0 WTMC=1.0000000000000,
OPTION=NONE DESCRIPT='NONE' THICKNES=100.000000000000,
PRINT=DEFAULT SAVE=DEFAULT TBIRTH=0.00000000000000,
     TDEATH=0.000000000000 TMC-MATE=1
SUBDIVIDE SURFACE NAME=1 MODE=LENGTH SIZE=200.00000000000
@CLEAR
1
2
3
4
5
6
7
8
9
0
GSURFACE NODES=9 PATTERN=AUTOMATIC NCOINCID=BOUNDARIES NCEDGE=1234,
     COLLAPSE=NO MIDNODES=CURVED METHOD=ADVFRONT FLIP=NO
@CLEAR
1
2
3
4
5
6
7
8
9
0
*
```



7.4. ábra. "C" állvány redukált feszültség eloszlása

# Síkbeli tartószerkezet III.

Adott a következő síkalakváltozási feladat:



8.1. ábra. Belső nyomással terhelt csőszerkezet

Anyaga általános acél (Linear-Elastic, Isotropic):

$$E = 80 \,\text{GPa} \qquad \nu = 0.25.$$

Belső nyomással terhelt:

$$p = 10 \,\frac{\mathrm{N}}{\mathrm{mm}}.$$

Határozzuk meg a csőszerkezet elmozdulásait, és a redukált feszültség eloszlását!



8.2. ábra. A csőszerkezet VEM modellje

A feladat végrehajtásához használandó főbb funkciók, parancsok, elérésük a megadott menühierarchiából:

0		The Marine
Control	$\rightarrow$	Heading
	$\rightarrow$	Degrees of Freedom csak $y, z$ irányú elmozdulás és $x$ irányú forgás van
Geometry	$\rightarrow$	Coordinate System Add Type: Cylindrical, Origin (0,0,0)
	$\rightarrow$	Points 1: 0,0,0; 2: 0,45,0; 3: 0,45,45; 4: 0,0,45; 5: 25,0,0 HKR(1); 6: 25,45,0 HKR(1); 7: 25,90,0 HKR(1);
	$\rightarrow$	Lines $\rightarrow$ Define Add Arc 1: P1=5, P2=6, Center=1 Save Add Arc 1: P1=6, P2=7, Center=1 Save
	$\rightarrow$	Surfaces $\rightarrow$ Define Add Vertex 1: P5, P2, P3, P6 Save Add Vertex 2: P3, P4, P7, P6 Save
Model	$\rightarrow$	Materials $\rightarrow$ Elastic $\rightarrow$ Isotropic Add Young's modulus: 80e3; Poisson's Ratio: 0.25
	$\rightarrow$	Boundary Conditions $\rightarrow$ Define Fixity Add 1: NO-Y-TRANS y translation-t bejelölni Add 1: NO-Z-TRANS z translation-t bejelölni
	$\rightarrow$	Boundary Conditions $\rightarrow$ Apply Fixity Points Lines# 3: NO-Z-TRANS Lines# 7: NO-Y-TRANS
	$\rightarrow$	Loading $\rightarrow$ Apply Define (No.1), Magnitude: -10, Pressure Line, Site#: 1 Line, Site#: 2
Meshing	$\rightarrow$	Element Groups Add (No.1); Type: 2D-Solid, Element Sub-Type: Plane Strain
	$\rightarrow$	Mesh Density $\rightarrow$ Surface Method: Use Length, Element Edge Length: 5 Surface: 1,2
	$\rightarrow$	Create Mesh $\rightarrow$ Surface 2-D Solid, Element Group - No.1 Surface#: 1 2
Solution	$\rightarrow$	Data File/Run

AUI, ADINA Structures, Statics, No FSI

AUI, Post-Processing -> Open: gyak-??.por

Clear (F9)		Mesh Plot (F10)	
Show Deformed Mesh 🌐		Show Original Mesh 🎹	Scale Displacements 107.
List	$\rightarrow$	Value List DISPLACEMENT: 1 Dispacement	DISPLACEMENT_MAGNITUDE
Display	$\rightarrow$	Boundary Conditions $\rightarrow$ Defau	lt 으 megfogások megjelenítése
	$\rightarrow$	Load Plot $\rightarrow$ Use Default	terhelések megjelenítése
	$\rightarrow$	Band Plot $ ightarrow$ Create Displacement, Stress, stb.	
	$\rightarrow$	Animate	



8.3. ábra. Csőszerkezet abs. elmozdulásai



8.4. ábra. Redukált feszültség eloszlása a csőszerkezetben

FEPROGRAM ADINA CONTROL FILEVERSION=V85 \* HEADING STRING='Gyak-07a Plane strain (SA) simple geometry' \* MASTER ANALYSIS=STATIC MODEX=EXECUTE TSTART=0.00000000000000, IDOF=100011 0VALIZAT=NONE FLUIDPOT=AUTOMATIC CYCLICPA=1, IPOSIT=STOP REACTION=YES INITIALS=NO FSINTERA=NO IRINT=DEFAULT, CMASS=NO SHELLNDO=AUTOMATIC AUTOMATI=OFF SOLVER=SPARSE, CONTACT==CONSTRAINT=FUNCTION TRELEASE=0.000000000000000, RESTART=NO FRACTURE=NO LOAD=CAS=NO LOAD=PEN=NO MAXSOLME=0, MTOTM=2 RECL=3000 SINGULAR=YES SITFFNES=0.00010000000000000, MAP=OUTP=NONE MAP=FORM=NO NODAL=DE=' POROUS=C=NO ADAPTIVE=0, ZOOM=LAB=1 AXIS=CYC=0 PERIODIC=NO VECTOR=SEGEMETRY EPSI-FIR=NO,

DATABASE NEW SAVE=NO PROMPT=NO

STABILIZ=NO STABFACT=1.00000000000000E-10 RESULTS=PORTHOLE, FEFCORR=NO BOLTSTEP=1 EXTEND-S=YES CONVERT-=NO DEGEN=YES, TMC-MODE=NO ENSIGHT-=NO SYSTEM NAME=1 TYPE=CYLINDRICAL MODE=1 XORIGIN=0.0000000000000, YORIGIN=0.000000000000 ZORIGIN=0.000000000000, AX=1.000000000000 AY=0.00000000000 AZ=0.000000000000, BX=0.000000000000 BY=1.00000000000 BZ=0.000000000000, MOVE=NO COORDINATES POINT SYSTEM=0 **@CLEAR** ര LINE ARC NAME=1 MODE=1 P1=5 P2=6 CENTER=1 PCOINCID=YES, LINE ARC NAME=2 MODE=1 P1=6 P2=7 CENTER=1 PCOINCID=YES, SURFACE VERTEX NAME=1 P1=5 P2=2 P3=3 P4=6 SURFACE VERTEX NAME=2 P1=3 P2=4 P3=7 P4=6 MATERIAL ELASTIC NAME=1 E=80000.000000000 NU=0.25000000000000, DENSITY=0.000000000000 ALPHA=0.00000000000 MDESCRIP='NONE' FIXITY NAME=Y-TRANS **@CLEAR** 'X-TRANSLATION' 'Y-TRANSLATION 'Y-ROTATION' 'Z-ROTATION' 'OVALIZATION' Q FIXITY NAME=Z-TRANS **@CLEAR** 'X-TRANSLATION' 'Z-TRANSLATION' 'Y-ROTATION' Z-ROTATION 'OVALIZATION' ø FIXBOUNDARY LINES FIXITY=ALL OCLEAR. 3 'Z-TRANS' 'Y-TRANS' 7 Q LOAD PRESSURE NAME=1 MAGNITUD=-10.000000000000 BETA=0.0000000000000, LINE=0 APPLY-LOAD BODY=0 **@CLEAR** 'PRESSURE' 1 'LINE' 1 0 1 0.00000000000 0 -1 0 0 0 'NO', 1  $0.000000000000 \ 0.000000000000 \ 1 \ 0$ 2 'PRESSURE' 1 'LINE' 2 0 1 0.00000000000 0 -1 0 0 0 'NO',  $0.000000000000 \ 0.00000000000 \ 1 \ 0$ 0 APPLY-LOAD BODY=0 **@CLEAR** 

1 'PRESSURE' 1 'LINE' 1 0 1 0.00000000000 0 -1 0 0 0 'NO',

```
0.000000000000 0.00000000000 1 0
'PRESSURE' 1 'LINE' 2 0 1 0.000000000000 0 -1 0 0 0 'NO',
2
      0.000000000000 0.000000000000 1 0
Q
*
EGROUP TWODSOLID NAME=1 SUBTYPE=STRAIN DISPLACE=DEFAULT,
STRAINS=DEFAULT MATERIAL=1 INT=DEFAULT RESULTS=STRESSES,
      DEGEN=YES FORMULAT=0 STRESSRE=GLOBAL INITIALS=NONE FRACTUR=NO,
      CMASS=DEFAULT STRAIN-F=O UL-FORMU=DEFAULT PNTGPS=O NODGPS=O,
      LVUS1=0 LVUS2=0 SED=NO RUPTURE=ADINA INCOMPAT=DEFAULT,
      TIME-DFF=0.00000000000 POROUS=NO WTMC=1.000000000000,

OPTION=NONE DESCRIPT='NONE' THICKNES=1.0000000000000,

PRINT=DEFAULT SAVE=DEFAULT TBIRTH=0.00000000000000,
      TDEATH=0.000000000000 TMC-MATE=1
SUBDIVIDE SURFACE NAME=1 MODE=LENGTH SIZE=5.0000000000000
@CLEAR
1
2
@
*
GSURFACE NODES=9 PATTERN=AUTOMATIC NCOINCID=BOUNDARIES NCEDGE=1234,
      NCVERTEX=1234 NCTOLERA=1.000000000000000E-05 SUBSTRUC=0 GROUP=1,
      PREFSHAP=AUTOMATIC MESHING=MAPPED SMOOTHIN=NO DEGENERA=NO,
      COLLAPSE=NO MIDNODES=CURVED METHOD=ADVFRONT FLIP=NO
@CLEAR
1
2
@
```

# Síkbeli tartószerkezet IV.

Adott a következő síkalakváltozási feladat:



9.1. ábra. Belső nyomással terhelt csőszerkezet

Anyaga általános acél (Linear-Elastic, Isotropic):

$$E = 80 \,\text{GPa}$$
  $\nu = 0.25.$ 

Belső nyomással terhelt a csövezetékekben:  $p = 10 \frac{\text{N}}{\text{mm}}$ . Határozzuk meg a csőszerkezet elmozdulásait, és a redukált feszültség eloszlását!



9.2. ábra. A csőszerkezet VEM modellje

A feladat végrehajtásához használandó főbb funkciók, parancsok, elérésük a megadott menühierarchiából. BŐVEBBEN LÁSD az input file-t!

Control	$\rightarrow$	Heading
	$\rightarrow$	Degrees of Freedom csak $y, z$ irányú elmozdulás és $x$ irányú forgás var
Geometry	$\rightarrow$	Coordinate System
	$\rightarrow$	Points
	$\rightarrow$	Lines $\rightarrow$ Define
	$\rightarrow$	Surfaces $\rightarrow$ Define
Model	$\rightarrow$	Materials $\rightarrow$ Elastic $\rightarrow$ Isotropic Add Young's modulus: 80e3; Poisson's Ratio: 0.25
	$\rightarrow$	Boundary Conditions → Define Fixity Add 1: NO-Y-TRANS y translation-t bejelölni Add 1: NO-Z-TRANS z translation-t bejelölni
	$\rightarrow$	Boundary Conditions $\rightarrow$ Apply Fixity Points
	$\rightarrow$	Loading $\rightarrow$ Apply Define (No.1), Magnitude: -10, Pressure
Meshing	$\rightarrow$	Element Groups Add (No.1); Type: 2D-Solid, Element Sub-Type: Plane Strain
	$\rightarrow$	Mesh Density → Surface Method: Use Length, Element Edge Length: 10 Surface: 1,2,
	$\rightarrow$	Create Mesh $\rightarrow$ Surface 2-D Solid, Element Group - No.1 Surface#: 1,2,
Solution	$\rightarrow$	Data File/Run

AUI, ADINA Structures, Statics, No FSI

#### AUI, Post-Processing -> Open: gyak-??.por

-

Clear (F9)		Mesh Plot (F10)	
Show Deformed Mesh 🌐		Show Original Mesh 🎹	Scale Displacements 107.
List	$\rightarrow$	Value List DISPLACEMENT: 1 Dispacement	DISPLACEMENT_MAGNITUDE
Display	$\rightarrow$	Boundary Conditions $\rightarrow$ Defaul	t 🌨 megfogások megjelenítése
	$\rightarrow$	Load Plot $\rightarrow$ Use Default $\blacksquare$ t	erhelések megjelenítése
	$\rightarrow$	Band Plot $ ightarrow$ Create Displacement, Stress, stb.	
	$\rightarrow$	Animate	



9.3. ábra. Csőszerkezet abs. elmozdulásai



9.4. ábra. Redukált feszültség eloszlása a csőszerkezetben

```
DATABASE NEW SAVE=NO PROMPT=NO
FEPROGRAM ADINA
CONTROL FILEVERSION=V85
HEADING STRING='Gyak 07b - Plane Strain Problem (SA)'
IDOF=100011 OVALIZAT=NONE FLUIDPOT=AUTOMATIC CYCLICPA=1,
   IPOSIT=STOP REACTION=YES INITIALS=NO FSINTERA=NO IRINT=DEFAULT,
   CMASS=NO SHELLNDO=AUTOMATIC AUTOMATI=OFF SOLVER=SPARSE,
   CONTACT-=CONSTRAINT-FUNCTION TRELEASE=0.000000000000,
   RESTART-=NO FRACTURE=NO LOAD-CAS=NO LOAD-PEN=NO MAXSOLME=0,
   MTOTM=2 RECL=3000 SINGULAR=YES STIFFNES=0.00010000000000000.
   MAP-OUTP=NONE MAP-FORM=NO NODAL-DE='' POROUS-C=NO ADAPTIVE=0.
   ZOOM-LAB=1 AXIS-CYC=0 PERIODIC=NO VECTOR-S=GEOMETRY EPSI-FIR=NO,
   STABILIZ=NO STABFACT=1.00000000000000E-10 RESULTS=PORTHOLE,
   FEFCORR=NO BOLTSTEP=1 EXTEND-S=YES CONVERT-=NO DEGEN=YES,
   TMC-MODE=NO ENSIGHT-=NO
SYSTEM NAME=1 TYPE=CYLINDRICAL MODE=1 XORIGIN=0.0000000000000,
   YORIGIN=120.0000000000 ZORIGIN=45.00000000000,
   AX=1.000000000000 AY=0.00000000000 AZ=0.000000000000,
   BX=0.000000000000 BY=1.00000000000 BZ=0.000000000000,
   MOVE=NO
*
SYSTEM NAME=2 TYPE=CYLINDRICAL MODE=1 XORIGIN=0.0000000000000,
   YORIGIN=40.00000000000 ZORIGIN=45.00000000000,
   AX=1.000000000000 AY=0.00000000000 AZ=0.000000000000,
   BX=0.000000000000 BY=1.000000000000 BZ=0.000000000000,
   MOVE=NO
COORDINATES POINT SYSTEM=0
@CLEAR
2 0.000000000000 120.0000000000 45.00000000000 0
8 0.000000000000 160.000000000 45.0000000000 0
9 0.000000000000 160.000000000 90.0000000000 0
10 0.000000000000 120.0000000000 90.00000000000 0
17 0.000000000000 80.0000000000 45.0000000000 0
18 0.000000000000 95.0000000000 45.00000000000 0
19 0.000000000000 145.0000000000 45.00000000000 0
22 \hspace{0.1in} 0.000000000000 \hspace{0.1in} 120.0000000000 \hspace{0.1in} 20.00000000000 \hspace{0.1in} 0
23 0.000000000000 120.000000000 70.0000000000 0
25 25.00000000000 135.0000000000 0.000000000000 1
  27 25.00000000000 315.0000000000 0.00000000000 1
29 25.00000000000 135.0000000000 0.00000000000 2
31 25.00000000000 315.0000000000 0.00000000000 2
LINE ARC NAME=1 MODE=1 P1=16 P2=28 CENTER=3 PCOINCID=YES,
   PTOLERAN=1.0000000000000E-05 MODIFY-L=YES DELETE-P=YES
LINE ARC NAME=2 MODE=1 P1=28 P2=21 CENTER=3 PCOINCID=YES,
   LINE ARC NAME=3 MODE=1 P1=21 P2=29 CENTER=3 PCOINCID=YES.
   LINE ARC NAME=4 MODE=1 P1=29 P2=15 CENTER=3 PCOINCID=YES,
   LINE ARC NAME=5 MODE=1 P1=15 P2=30 CENTER=3 PCOINCID=YES
   LINE ARC NAME=6 MODE=1 P1=30 P2=20 CENTER=3 PCOINCID=YES,
   LINE ARC NAME=7 MODE=1 P1=20 P2=31 CENTER=3 PCOINCID=YES
```

LINE ARC NAME=8 MODE=1 P1=31 P2=16 CENTER=3 PCOINCID=YES, LINE ARC NAME=9 MODE=1 P1=19 P2=24 CENTER=2 PCOINCID=YES, LINE ARC NAME=10 MODE=1 P1=24 P2=23 CENTER=2 PCOINCID=YES, LINE ARC NAME=11 MODE=1 P1=23 P2=25 CENTER=2 PCOINCID=YES, LINE ARC NAME=12 MODE=1 P1=25 P2=18 CENTER=2 PCOINCID=YES. LINE ARC NAME=13 MODE=1 P1=18 P2=26 CENTER=2 PCOINCID=YES, LINE ARC NAME=14 MODE=1 P1=26 P2=22 CENTER=2 PCOINCID=YES, LINE ARC NAME=15 MODE=1 P1=22 P2=27 CENTER=2 PCOINCID=YES, LINE ARC NAME=16 MODE=1 P1=27 P2=19 CENTER=2 PCOINCID=YES. SURFACE VERTEX NAME=1 P1=1 P2=4 P3=20 P4=30 SURFACE VERTEX NAME=2 P1=4 P2=5 P3=31 P4=20 SURFACE VERTEX NAME=3 P1=5 P2=17 P3=16 P4=31 SURFACE VERTEX NAME=4 P1=17 P2=11 P3=28 P4=16 SURFACE VERTEX NAME=5 P1=11 P2=12 P3=21 P4=28 SURFACE VERTEX NAME=6 P1=12 P2=13 P3=29 P4=21 SURFACE VERTEX NAME=7 P1=13 P2=14 P3=15 P4=29 SURFACE VERTEX NAME=8 P1=14 P2=1 P3=30 P4=15 SURFACE VERTEX NAME=9 P1=5 P2=6 P3=22 P4=26 SURFACE VERTEX NAME=10 P1=6 P2=7 P3=27 P4=22 SURFACE VERTEX NAME=11 P1=7 P2=8 P3=19 P4=27 SURFACE VERTEX NAME=12 P1=8 P2=9 P3=24 P4=19 SURFACE VERTEX NAME=13 P1=9 P2=10 P3=23 P4=24 SURFACE VERTEX NAME=14 P1=10 P2=11 P3=25 P4=23 SURFACE VERTEX NAME=15 P1=11 P2=17 P3=18 P4=25 SURFACE VERTEX NAME=16 P1=17 P2=5 P3=26 P4=18 DENSITY=0.000000000000 ALPHA=0.00000000000 MDESCRIP='NONE' FIXITY NAME=Y-TRANS **@CLEAR** 'X-TRANSLATION' 'Y-TRANSLATION' 'Y-ROTATION' 'Z-ROTATION' 'OVALIZATION' Q FIXITY NAME=Z-TRANS **@CLEAR** 'X-TRANSLATION' 'Z-TRANSLATION' 'Y-ROTATION' 'Z-ROTATION' 'OVALIZATION' ۵ FIXBOUNDARY POINTS FIXITY=ALL **@CLEAR** 5 'Y-TRANS' 8 'Z-TRANS' 11 'Y-TRANS' 14 'Z-TRANS'
'ALL 17

LOAD PRESSURE NAME=1 MAGNITUD=-10.00000000000 BETA=0.000000000000, LINE=0

```
0
APPLY-LOAD BODY=0
@CLEAR
   'PRESSURE' 1
                  'LINE' 1 0 1 0.00000000000 0 -1 0 0 0 'NO',
1
     0.000000000000 0.000000000000 1 0
   'PRESSURE' 1 'LINE' 2 0 1 0.000000000000 0 -1 0 0 0
2
                                                             'NO'.
     0.0000000000000 \ 0.000000000000 \ 1 \ 0
3
   'PRESSURE' 1 'LINE' 3 0 1 0.000000000000 0 -1 0 0 0
                                                             'NO'.
     0.000000000000 0.000000000000 1 0
   'PRESSURE' 1 'LINE' 4 0 1 0.000000000000 0 -1 0 0 0 'NO',
4
     0.000000000000 0.000000000000 1 0
   'PRESSURE' 1 'LINE' 5 0 1 0.00000000000 0 -1 0 0 0
5
                                                             'NO',
     0.0000000000000 \ 0.000000000000 \ 1 \ 0
6
   'PRESSURE' 1 'LINE' 6 0 1 0.00000000000 0 -1 0 0 0 'NO',
   0.0000000000000 0.000000000000 1 0

'PRESSURE' 1 'LINE' 7 0 1 0.000000000000 0 -1 0 0 0 'NO',
7
     0.000000000000 0.0000000000000 1 0
8
   'PRESSURE' 1 'LINE' 8 0 1 0.000000000000 0 -1 0 0 0
                                                              'NO',
     0.0000000000000 \ 0.000000000000 \ 1 \ 0
9
   'PRESSURE' 1 'LINE' 9 0 1 0.000000000000 0 -1 0 0 0 'NO',
    0.000000000000 0.00000000000 1 0

'PRESSURE' 1 'LINE' 10 0 1 0.000000000000 0 -1 0 0 0
                                                               'NO'.
10
     'PRESSURE' 1 'LINE' 11 0 1 0.000000000000 0 -1 0 0 0
11
                                                                'NO'.
     0.00000000000 0.000000000000 1 0
    'PRESSURE' 1 'LINE' 12 0 1 0.000000000000 0 -1 0 0 0 'NO',
12
    0.000000000000 0.00000000000 1 0
'PRESSURE' 1 'LINE' 13 0 1 0.000000000000 0 -1 0 0 0
                                                                'NO'.
13
     0.00000000000 0.000000000000 1 0
                   'LINE' 14 0 1 0.000000000000 0 -1 0 0 0
14
    'PRESSURE' 1
                                                                'NO'.
     0.000000000000 0.000000000000 1 0
15
    'PRESSURE' 1 'LINE' 15 0 1 0.000000000000 0 -1 0 0 0
                                                                'NO'.
    0.000000000000 0.00000000000 1 0
'PRESSURE' 1 'LINE' 16 0 1 0.00000000000 0 -1 0 0 0 'NO',
16
     0.000000000000 0.000000000000 1 0
0
EGROUP TWODSOLID NAME=1 SUBTYPE=STRAIN DISPLACE=DEFAULT,
     STRAINS=DEFAULT MATERIAL=1 INT=DEFAULT RESULTS=STRESSES,
     DEGEN=YES FORMULAT=0 STRESSRE=GLOBAL INITIALS=NONE FRACTUR=NO,
CMASS=DEFAULT STRAIN-F=0 UL-FORMU=DEFAULT PNTGPS=0 NODGPS=0,
     LVUS1=0 LVUS2=0 SED=NO RUPTURE=ADINA INCOMPAT=DEFAULT,
     TIME-OFF=0.000000000000 POROUS=NO WTMC=1.000000000000000,
     OPTION=NONE DESCRIPT='NONE' THICKNES=1.000000000000,
     PRINT=DEFAULT SAVE=DEFAULT TBIRTH=0.0000000000000,
     TDEATH=0.000000000000 TMC-MATE=1
SUBDIVIDE SURFACE NAME=1 MODE=LENGTH SIZE=10.000000000000
@CLEAR
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
0
```

GSURFACE NODES=9 PATTERN=AUTOMATIC NCOINCID=BOUNDARIES NCEDGE=1234, PREFSHAP=AUTOMATIC MESHING=MAPPED SMOOTHIN=NO DEGENERA=NO, COLLAPSE=NO MIDNODES=CURVED METHOD=ADVFRONT FLIP=NO

@CLEAR

1 2

- З
- 4
- 5 6
- 7
- 8 9
- 10

## 10. rész

## Síkbeli tartószerkezet V.

Adott a következő feladat:



10.1. ábra. Fogasszerű szerkezet

Anyaga általános acél (Linear-Elastic, Isotropic):

$$E = 150 \,\text{GPa} \qquad \nu = 0.2.$$

A két terhelési érték:

$$p_1 = 3,98 \frac{N}{mm}$$
  $p_2 = 5 \frac{N}{mm}$ 

Határozzuk meg a szerkezet elmozdulásait, és a redukált feszültség eloszlását!

A feladat végrehajtásához használandó főbb funkciók, parancsok, elérésük a megadott menühierarchiából. BŐVEBBEN LÁSD az input file-t!

AUI, AD	)INA S	Structures,	Statics,	No	FSI
---------	--------	-------------	----------	----	-----

Control	$\rightarrow$	Heading
	$\rightarrow$	Degrees of Freedom csak $y,z$ irányú elmozdulás és $x$ irányú forgás van
Geometry	$\rightarrow$	Coordinate System
	$\rightarrow$	Points
	$\rightarrow$	Lines $\rightarrow$ Define
	$\rightarrow$	$\texttt{Surfaces} \rightarrow \texttt{Define}$
Model	$\rightarrow$	$ ext{Materials}  o  ext{Elastic}  o  ext{Isotropic}$
		Add Young's modulus: 150e3; Poisson's Ratio: 0.2
	$\rightarrow$	Boundary Conditions $\rightarrow$ Define Fixity
		Add 1: NO-Y-TRANS $y$ translation-t bejelölni
		Add 1: NO-Z-TRANS $z$ translation-t bejelölni
	$\rightarrow$	Boundary Conditions $\rightarrow$ Apply Fixity Points
	$\rightarrow$	$\texttt{Loading}  o \texttt{Apply}\dots$
		Define (No.1)
		Define (No.2)
Meshing	$\rightarrow$	Element Groups
		Add (No.1); Type: 2D-Solid, Element Sub-Type: Plane Stress
		Default Element Thickness: 5mm
	$\rightarrow$	Mesh Density -> Surface
		Method: Use Length, Element Edge Length: 10 Surface: 1.2
		Greate Mach
	$\rightarrow$	Create Mesn $\rightarrow$ Surface
		2 b borra, bromont droup no.i burrater. 1,2,
Solution	$\rightarrow$	Data File/Run

#### AUI, Post-Processing -> Open: gyak-??.por

Clear (F9) <mark>(LEAR</mark>		Mesh Plot (F10)	
Show Deformed Mesh 🌐		Show Original Mesh 🎹	Scale Displacements 107.
List	$\rightarrow$	Value List DISPLACEMENT: 1 Dispacement	DISPLACEMENT_MAGNITUDE
Display	$\rightarrow$	Boundary Conditions $\rightarrow$ Defaul	Lt 🛄 megfogások megjelenítése
	$\rightarrow$	Load Plot $\rightarrow$ Use Default <b>iii</b> t	erhelések megjelenítése
	$\rightarrow$	Band Plot $ ightarrow$ Create Displacement, Stress, stb.	
	$\rightarrow$	Animate	



10.2.ábra. A fogas VEM modellje



10.3.ábra. Fogasszerkezet elmozdulásai és a redukált felszültség eloszlása

DATABASE NEW SAVE=NO PROMPT=NO FEPROGRAM ADINA CONTROL FILEVERSION=V85 HEADING STRING='Gyak - 07: Plane stress SF (fogas)' MASTER ANALYSIS=STATIC MODEX=EXECUTE TSTART=0.0000000000000, IDOF=100011 OVALIZAT=NONE FLUIDPOT=AUTOMATIC CYCLICPA=1, IPOSIT=STOP REACTION=YES INITIALS=NO FSINTERA=NO IRINT=DEFAULT, CMASS=NO SHELLNDO=AUTOMATIC AUTOMATI=OFF SOLVER=SPARSE, RESTART-=NO FRACTURE=NO LOAD-CAS=NO LOAD-PEN=NO MAXSOLME=0. MTOTM=2 RECL=3000 SINGULAR=YES STIFFNES=0.00010000000000000. MAP-OUTP=NONE MAP-FORM=NO NODAL-DE='' POROUS-C=NO ADAPTIVE=0, ZOOM-LAB=1 AXIS-CYC=0 PERIODIC=NO VECTOR-S=GEOMETRY EPSI-FIR=NO, STABILIZ=NO STABFACT=1.00000000000000E-10 RESULTS=PORTHOLE, FEFCORR=NO BOLTSTEP=1 EXTEND-S=YES CONVERT-=NO DEGEN=YES, TMC-MODE=NO ENSIGHT-=NO COORDINATES POINT SYSTEM=0 **@CLEAR**  $2 \hspace{0.1in} 0.000000000000 \hspace{0.1in} 10.0000000000 \hspace{0.1in} 0.00000000000 \hspace{0.1in} 0$ 8 0.000000000000 70.0000000000 160.000000000 0  $9 \hspace{0.1in} 0.000000000000 \hspace{0.1in} 60.0000000000 \hspace{0.1in} 160.0000000000 \hspace{0.1in} 0$ Q LINE ARC NAME=1 MODE=1 P1=1 P2=10 CENTER=3 PCOINCID=YES. LINE ARC NAME=2 MODE=1 P1=10 P2=5 CENTER=3 PCOINCID=YES, LINE ARC NAME=3 MODE=1 P1=2 P2=11 CENTER=3 PCOINCID=YES, PTOLERAN=1.00000000000000E-05 MODIFY-L=YES DELETE-P=YES LINE ARC NAME=4 MODE=1 P1=11 P2=4 CENTER=3 PCOINCID=YES. SURFACE VERTEX NAME=1 P1=1 P2=2 P3=11 P4=10 SURFACE VERTEX NAME=2 P1=4 P2=5 P3=11 P4=10 SURFACE VERTEX NAME=2 P1=4 P2=5 P3=10 P4=11 DELETE SURFACE FIRST=2 LAST=2 OPTION=SURFACE DELETE LINE ALL FIRST=9 LAST=9 DELETE LINE ALL FIRST=8 LAST=8 DELETE LINE ALL FIRST=7 LAST=7 SURFACE VERTEX NAME=2 P1=4 P2=5 P3=10 P4=11 SURFACE VERTEX NAME=3 P1=1 P2=2 P3=7 P4=6 SURFACE VERTEX NAME=4 P1=6 P2=7 P3=8 P4=9 MATERIAL ELASTIC NAME=1 E=150000.00000000 NU=0.20000000000000 DENSITY=0.000000000000 ALPHA=0.00000000000 MDESCRIP='NONE' FIXITY NAME=YZ-TRANS **@CLEAR** 'X-TRANSLATION' 'Y-TRANSLATION' 'Z-TRANSLATION' 'Y-ROTATION' 'Z-ROTATION' 'OVALIZATION' 0 FIXITY NAME=Y-TRANS @CLEAR 'X-TRANSLATION' 'Y-TRANSLATION 'Y-ROTATION'

'Z-ROTATION'

```
Q
FIXBOUNDARY POINTS FIXITY=ALL
@CLEAR
   'Y-TRANS'
1
6
   'YZ-TRANS'
0
LOAD PRESSURE NAME=1 MAGNITUD=-3.9800000000000 BETA=0.0000000000000,
     LINE=0
LOAD PRESSURE NAME=2 MAGNITUD=5.0000000000000 BETA=0.000000000000,
     LINE=0
APPLY-LOAD BODY=0
@CLEAR
   'PRESSURE' 1 'LINE' 3 0 1 0.00000000000 0 -1 0 0 0 'NO',
1
   0.0000000000000 0.00000000000 1 0

'PRESSURE' 1 'LINE' 4 0 1 0.00000000000 0 -1 0 0 0 'NO',

0.000000000000 0.0000000000 1 0
2
   'PRESSURE' 2 'LINE' 12 0 1 0.00000000000 0 -1 0 0 0 'NO',
3
     0.000000000000 0.000000000000 1 0
Q
*
EGROUP TWODSOLID NAME=1 SUBTYPE=STRESS2 DISPLACE=DEFAULT,
     STRAINS=DEFAULT MATERIAL=1 INT=DEFAULT RESULTS=STRESSES,
     DEGEN=YES FORMULAT=0 STRESSRE=GLOBAL INITIALS=NONE FRACTUR=NO,
     CMASS=DEFAULT STRAIN-F=O UL-FORMU=DEFAULT PNTGPS=O NODGPS=O,
     LVUS1=0 LVUS2=0 SED=NO RUPTURE=ADINA INCOMPAT=DEFAULT,
     TIME-OFF=0.000000000000 POROUS=NO WTMC=1.000000000000,
OPTION=NONE DESCRIPT='NONE' THICKNES=5.0000000000000,
PRINT=DEFAULT SAVE=DEFAULT TBIRTH=0.00000000000000,
     TDEATH=0.000000000000 TMC-MATE=1
SUBDIVIDE SURFACE NAME=1 MODE=LENGTH SIZE=5.0000000000000
@CLEAR
1
2
3
4
0
GSURFACE NODES=9 PATTERN=AUTOMATIC NCOINCID=BOUNDARIES NCEDGE=1234,
     COLLAPSE=NO MIDNODES=CURVED METHOD=ADVFRONT FLIP=NO
@CLEAR
1
2
3
4
```

0

### 11. rész

### Térbeli tartószerkezet I.

Adott a következő "C" -állvány feladat:



11.1. ábra. "C" állvány

Az állvány anyaga általános acél (Linear-Elastic, Isotropic).

$$E = 110 \,\text{GPa} \qquad \nu = 0.2$$

Az állványzat állandó vastagsága:

$$b = 100 \,\mathrm{mm}.$$

A megoszló terhelés intenzitása a jelzett vonalon:

$$p = 10 \,\frac{\mathrm{N}}{\mathrm{mm}}.$$

Határozzuk meg a fenti ábrán jelzett peremfeltételek mellett a "C" állvány veszélyes helyét (helyeit), továbbá azon helyeken a maximális feszültségek értékét!

A feladat végrehajtásához használandó főbb funkciók, parancsok, elérésük a megadott menühierarchiából (a 2D-s feladat plussz a megfelelő Extrude parancs lásd a csatolt input file-t!



11.2. ábra. "C" állvány 3D-s VEM modellje (27-nodes elemekkel)

AUI, ADINA Structur	es, Statics, No FSI
$\texttt{Control} \longrightarrow$	Heading
$\rightarrow$	Degrees of Freedom csak $y, z$ irányú elmozdulás és $x$ irányú forgás van
$\texttt{Geometry} \qquad \rightarrow \qquad$	Coordinate System Add Type: Cylindrical, Origin (0,2500,1600)
$\rightarrow$	<pre>Points 1: 0,0,0; 2: 0,1000,0; 3: 0,3000,0; 4: 0,3000,800; 5: 0,1000,800; 6: 0,1000,1000; 7: 0,2000,1000; 8: 0,2000,1200; 9: 0,3000,1200; 10: 0,3000,2000; 11: 0,2000,2000; 12: 0,1000,2000; 13: 0,0,2000; 14: 200,45,0, HKR(1);15: 200,135,0, HKR(1); 16: 200,225,0, HKR(1);17: 200,315,0,HRK(1); 18: 0,2500,1600;19: 0,1000,1200;20: 0,1800,1200; 21: 0,1800,1800;22: 0,1000,1800;23: 0,2000,1800;</pre>
$\rightarrow$	Lines $\rightarrow$ Define Add Arc 1: P1=14, P2=15, Center=18 Save Add Arc 1: P1=15, P2=16, Center=18 Save Add Arc 1: P1=16, P2=17, Center=18 Save Add Arc 1: P1=17, P2=14, Center=18 Save
$\rightarrow$	$\begin{array}{llllllllllllllllllllllllllllllllllll$
Model $\rightarrow$	Materials $\rightarrow$ Elastic $\rightarrow$ Isotropic Add Young's modulus: 110e3; Poisson's Ratio: 0.2
$\rightarrow$	Boundary Conditions $ ightarrow$ Define Fixity Add 1: NO-YZ-TRANS $y, z$ translation-t bejelölni
$\rightarrow$	Boundary Conditions $\rightarrow$ Apply Fixity Points Lines# 5: NO-YZ-TRANS Lines# 9: NO-YZ-TRANS
$\rightarrow$	Loading $\rightarrow$ Apply Define (No.1), Magnitude: 10, Pressure Line, Site#: 17

Meshing	$\rightarrow$	Element Groups Add (No.1); Type: 2D-Solid, Element Sub-Type: Plane Stress, Defa
	$\rightarrow$	Mesh Density $\rightarrow$ Surface Method: Use Length, Element Edge Length: 200 Surface: 1,2,3,4,5,6,7,8,9
	$\rightarrow$	Create Mesh $\rightarrow$ Surface 2-D Solid, Element Group - No.1 Surface#: 1 2 3 4 5 6 7 8 9
Solution	$\rightarrow$	Data File/Run

#### AUI, Post-Processing -> Open: gyak-??.por

Clear (F9) <mark>llfAR</mark>		Mesh Plot (F10)	
Show Deformed Mesh 🌐		Show Original Mesh 🎹	Scale Displacements 腕
List	$\rightarrow$	Value List DISPLACEMENT: 1 Dispacement	DISPLACEMENT_MAGNITUDE
Display	$\rightarrow$	Boundary Conditions $\rightarrow$ Defaul	t 🛄 megfogások megjelenítése
	$\rightarrow$	Load Plot $\rightarrow$ Use Default $\blacksquare$ t	erhelések megjelenítése
	$\rightarrow$	Band Plot $ ightarrow$ Create Displacement, Stress, stb.	
	$\rightarrow$	Animate	



11.3. ábra. "C" állvány abs. elmozdulás (27-nodes elemekkel)

FEPROGRAM ADINA CONTROL FILEVERSION=V85 FEPROGRAM PROGRAM=ADINA CONTROL PLOTUNIT=PERCENT VERBOSE=YES ERRORLIM=0 LOGLIMIT=0 UNDO=5. PROMPTDE=UNKNOWN AUTOREPA=YES DRAWMATT=YES DRAWTEXT=EXACT, DRAWLINE=EXACT DRAWFILL=EXACT AUTOMREB=YES ZONECOPY=NO, SWEEPCOI=YES SESSIONS=YES DYNAMICT=YES UPDATETH=YES AUTOREGE=NO, ERRORACT=CONTINUE FILEVERS=V85 INITFCHE=N0 SIGDIGIT=6, AUTOZONE=YES PSFILEVE=VO FEPROGRAM PROGRAM=ADINA HEADING STRING='Gyak 11 - 3D problem of C-allv' MASTER ANALYSIS=STATIC MODEX=EXECUTE TSTART=0.000000000000 IDOF=0, OVALIZAT=NONE FLUIDPOT=AUTOMATIC CYCLICPA=1 IPOSIT=STOP REACTION=YES INITIALS=NO FSINTERA=NO IRINT=DEFAULT CMASS=NO. SHELLNDO=AUTOMATIC AUTOMATI=OFF SOLVER=SPARSE, CONTACT-=CONSTRAINT-FUNCTION TRELEASE=0.0000000000000, RESTART-=NO FRACTURE=NO LOAD-CAS=NO LOAD-PEN=NO MAXSOLME=O MTOTM=2 RECL=3000 SINGULAR=YES STIFFNES=0.0001000000000000, MAP-OUTP=NONE MAP-FORM=NO NODAL-DE='' POROUS-C=NO ADAPTIVE=O ZOOM-LAB=1 AXIS-CYC=0 PERIODIC=NO VECTOR-S=GEOMETRY EPSI-FIR=NO, FEFCORR=NO BOLTSTEP=1 EXTEND-S=YES CONVERT-=NO DEGEN=YES, TMC-MODE=NO ENSIGHT-=NO SYSTEM NAME=1 TYPE=CYLINDRICAL MODE=1 XORIGIN=0.0000000000000, YORIGIN=2500.0000000000 ZORIGIN=1600.0000000000. AX=1.000000000000 AY=0.00000000000 AZ=0.000000000000, BX=0.000000000000 BY=1.00000000000 BZ=0.000000000000, MOVE=NO COORDINATES POINT SYSTEM=0 @CLEAR 4 0.00000000000 3000.00000000 800.000000000 0 8 0.000000000000 2000.000000000 1200.000000000 0 9 0.00000000000 3000.000000000 1200.000000000 0 10 0.00000000000 3000.00000000 2000.000000000 0 12 0.000000000000 1000.000000000 2000.00000000 0 15 200.0000000000 135.0000000000 0.000000000000 1 17 200.0000000000 315.0000000000 0.00000000000 1 18 0.000000000000 2500.000000000 1600.000000000 0 19 0.000000000000 1000.000000000 1200.000000000 0 20 0.000000000000 1800.000000000 1200.000000000 0 21 0.000000000000 1800.000000000 1800.000000000 0 22 0.000000000000 1000.000000000 1800.000000000 0 23 0.000000000000 2000.000000000 1800.000000000 0 LINE ARC NAME=1 MODE=1 P1=14 P2=15 CENTER=18 PCOINCID=YES, LINE ARC NAME=2 MODE=1 P1=15 P2=16 CENTER=18 PCOINCID=YES, LINE ARC NAME=3 MODE=1 P1=16 P2=17 CENTER=18 PCOINCID=YES, LINE ARC NAME=4 MODE=1 P1=17 P2=14 CENTER=18 PCOINCID=YES SURFACE VERTEX NAME=1 P1=1 P2=2 P3=12 P4=13 SURFACE VERTEX NAME=2 P1=2 P2=3 P3=4 P4=5 SURFACE VERTEX NAME=3 P1=6 P2=7 P3=8 P4=19 SURFACE VERTEX NAME=4 P1=8 P2=9 P3=17 P4=16 SURFACE VERTEX NAME=5 P1=9 P2=10 P3=14 P4=17 SURFACE VERTEX NAME=6 P1=10 P2=11 P3=15 P4=14

DATABASE NEW SAVE=NO PROMPT=NO

SURFACE VERTEX NAME=7 P1=11 P2=8 P3=16 P4=15

SURFACE VERTEX NAME=8 P1=11 P2=12 P3=22 P4=23

SURFACE VERTEX NAME=9 P1=20 P2=8 P3=23 P4=21

```
MATERIAL ELASTIC NAME=1 E=110000.00000000 NU=0.2000000000000,
     DENSITY=0.000000000000 ALPHA=0.00000000000 MDESCRIP='NONE'
VOLUME EXTRUDED NAME=1 SURFACE=0 DX=100.0000000000,
     DY=0.000000000000 DZ=0.00000000000 SYSTEM=1 PCOINCID=YES,
     PTOLERAN=1.0000000000000E-05 NDIV=1 OPTION=VECTOR,
RATIO=1.0000000000000 PROGRESS=GEOMETRIC CBIAS=NO
@CLEAR
1
2
3
4
5
6
7
8
9
Q
FIXBOUNDARY SURFACES FIXITY=ALL
@CLEAR
    'ALL'
10
15
   'ALL'
0
LOAD PRESSURE NAME=1 MAGNITUD=-10.000000000000 BETA=0.0000000000000,
     LINE=0
APPLY-LOAD BODY=0
@CLEAR
  'PRESSURE' 1 'SURFACE' 25 0 1 0.00000000000 0 -1 0 0 0 'NO',
1
     0.000000000000 0.000000000000 1 0
0
EGROUP THREEDSOLID NAME=1 DISPLACE=DEFAULT STRAINS=DEFAULT MATERIAL=1,
     RSINT=DEFAULT TINT=DEFAULT RESULTS=STRESSES DEGEN=YES FORMULAT=0,
     STRESSRE=GLOBAL INITIALS=NONE FRACTUR=NO CMASS=DEFAULT,
     STRAIN-F=O UL-FORMU=DEFAULT LVUS1=O LVUS2=O SED=NO RUPTURE=ADINA,
     INCOMPAT=DEFAULT TIME-OFF=0.000000000000 POROUS=NO,
     WTMC=1.0000000000000 OPTION=NONE DESCRIPT='NONE' PRINT=DEFAULT,
     SAVE=DEFAULT TBIRTH=0.0000000000000 TDEATH=0.000000000000,
     TMC-MATE=1
SUBDIVIDE VOLUME NAME=1 MODE=LENGTH SIZE=200.0000000000
@CLEAR
1
2
3
4
5
6
7
8
9
0
GVOLUME NODES=27 PATTERN=0 NCOINCID=BOUNDARIES NCFACE=123456 NCEDGE=,
SUBSTRUC=0 GROUP=1 MESHING=MAPPED PREFSHAP=AUTOMATIC,
     DEGENERA=YES COLLAPSE=NO MIDNODES=CURVED METHOD=DELAUNAY,
     BOUNDARY=ADVFRONT
@CLEAR
1
2
3
4
5
6
7
8
9
0
```



11.4. ábra. "C" állvány redukált feszültség eloszlása (27-nodes elemekkel)

### 12. rész

## Térbeli tartószerkezet II.

Adott a következő feladat:



12.1. ábra. Fogasszerű szerkezet

Anyaga általános acél (Linear-Elastic, Isotropic):

í

$$E = 150 \,\text{GPa} \qquad \nu = 0.2.$$

A két terhelési érték:

$$p_1 = 3,98 \frac{\mathrm{N}}{\mathrm{mm}} \qquad p_2 = 5 \frac{\mathrm{N}}{\mathrm{mm}}$$

Határozzuk meg a szerkezet elmozdulásait, és a redukált feszültség eloszlását!

A feladat végrehajtásához használandó főbb funkciók, parancsok, elérésük a megadott menühierarchiából. (2D-s feladat plussz a Extrude parancs.) BŐVEBBEN LÁSD az input file-t!

Control	$\rightarrow$	Heading
	$\rightarrow$	Degrees of Freedom csak $y, z$ irányú elmozdulás és $x$ irányú forgás van
Geometry	$\rightarrow$	Coordinate System
	$\rightarrow$	Points
	$\rightarrow$	Lines $\rightarrow$ Define
	$\rightarrow$	Surfaces $\rightarrow$ Define
Model	$\rightarrow$	Materials $\rightarrow$ Elastic $\rightarrow$ Isotropic Add Young's modulus: 80e3; Poisson's Ratio: 0.25
	$\rightarrow$	Boundary Conditions $\rightarrow$ Define Fixity Add 1: NO-Y-TRANS y translation-t bejelölni Add 1: NO-Z-TRANS z translation-t bejelölni
	$\rightarrow$	Boundary Conditions $\rightarrow$ Apply Fixity Points
	$\rightarrow$	$Loading \rightarrow Apply$
		Define (No.1), Magnitude: -10, Pressure
Meshing	$\rightarrow$	Element Groups
6		Add (No.1); Type: 2D-Solid, Element Sub-Type: Plane Strain
	$\rightarrow$	Mesh Density $\rightarrow$ Surface
		Method: Use Length, Element Edge Length: 10 Surface: 1,2,
	$\rightarrow$	Create Mesh $\rightarrow$ Surface 2-D Solid, Element Group - No.1 Surface#: 1,2,
0.1		
Solution	$\rightarrow$	Data File/Kun

AUI, ADINA Structures, Statics, No FSI

AUI, Post-Processing -> Open: gyak-??.por

Clear (F9) 🔐		Mesh Plot (F10)	
Show Deformed Mesh 🌐		Show Original Mesh 🎹	Scale Displacements 107
List	$\rightarrow$	Value List DISPLACEMENT: 1 Dispacement	DISPLACEMENT_MAGNITUDE
Display	$\rightarrow$	Boundary Conditions $\rightarrow$ Defaul	t 💭 megfogások megjelenítése
	$\rightarrow$	Load Plot $\rightarrow$ Use Default $\blacksquare$ to	erhelesek megjelenítése
	$\rightarrow$	Band Plot $\rightarrow$ Create	
		Displacement, Stress, stb.	
	$\rightarrow$	Animate	



12.2.ábra. A fogas VEM modellje



12.3.ábra. Fogasszerkezet elmozdulásai és a redukált felszültség eloszlása

```
DATABASE NEW SAVE=NO PROMPT=NO
FEPROGRAM ADINA
CONTROL FILEVERSION=V85
HEADING STRING='Gyak - 12: 3D problem (fogas)'
MASTER ANALYSIS=STATIC MODEX=EXECUTE TSTART=0.0000000000000 IDOF=0.
    OVALIZAT=NONE FLUIDPOT=AUTOMATIC CYCLICPA=1 IPOSIT=STOP
    REACTION=YES INITIALS=NO FSINTERA=NO IRINT=DEFAULT CMASS=NO,
    SHELLNDO=AUTOMATIC AUTOMATI=OFF SOLVER=SPARSE,
    CONTACT-=CONSTRAINT-FUNCTION TRELEASE=0.0000000000000,
    RESTART-=NO FRACTURE=NO LOAD-CAS=NO LOAD-PEN=NO MAXSOLME=0,
    MTOTM=2 RECL=3000 SINGULAR=YES STIFFNES=0.00010000000000000.
    MAP-OUTP=NONE MAP-FORM=NO NODAL-DE='' POROUS-C=NO ADAPTIVE=0.
    ZOOM-LAB=1 AXIS-CYC=0 PERIODIC=NO VECTOR-S=GEOMETRY EPSI-FIR=NO,
    STABILIZ=NO STABFACT=1.00000000000000E-10 RESULTS=PORTHOLE,
    FEFCORR=NO BOLTSTEP=1 EXTEND-S=YES CONVERT-=NO DEGEN=YES,
    TMC-MODE=NO ENSIGHT-=NO
COORDINATES POINT SYSTEM=0
@CLEAR
1 \hspace{0.1 cm} 0.000000000000 \hspace{0.1 cm} 0.0000000000 \hspace{0.1 cm} 0.00000000000 \hspace{0.1 cm} 0
2 \hspace{0.1in} 0.000000000000 \hspace{0.1in} 10.0000000000 \hspace{0.1in} 0.00000000000 \hspace{0.1in} 0
3 \hspace{0.1 cm} 0.000000000000 \hspace{0.1 cm} 30.0000000000 \hspace{0.1 cm} 0.00000000000 \hspace{0.1 cm} 0
8 0.000000000000 70.0000000000 160.000000000 0
9 \hspace{0.1in} 0.000000000000 \hspace{0.1in} 60.0000000000 \hspace{0.1in} 160.0000000000 \hspace{0.1in} 0
0
LINE ARC NAME=1 MODE=1 P1=1 P2=10 CENTER=3 PCOINCID=YES,
    LINE ARC NAME=2 MODE=1 P1=10 P2=5 CENTER=3 PCOINCID=YES,
    LINE ARC NAME=3 MODE=1 P1=2 P2=11 CENTER=3 PCOINCID=YES,
    LINE ARC NAME=4 MODE=1 P1=11 P2=4 CENTER=3 PCOINCID=YES,
    SURFACE VERTEX NAME=1 P1=1 P2=2 P3=11 P4=10
SURFACE VERTEX NAME=2 P1=4 P2=5 P3=10 P4=11
SURFACE VERTEX NAME=3 P1=1 P2=2 P3=7 P4=6
SURFACE VERTEX NAME=4 P1=6 P2=7 P3=8 P4=9
SUBDIVIDE SURFACE NAME=1 MODE=LENGTH SIZE=5.0000000000000
@CLEAR
1
2
з
4
ര
DENSITY=0.000000000000 ALPHA=0.00000000000 MDESCRIP='NONE'
VOLUME EXTRUDED NAME=1 SURFACE=0 DX=5.0000000000000,
    DY=0.000000000000 DZ=0.00000000000 SYSTEM=0 PCOINCID=YES,
    RATIO=1.000000000000 PROGRESS=GEOMETRIC CBIAS=NO
@CLEAR
2
3
4
0
FIXITY NAME=XY-TRANS
@CLEAR
 X-TRANSLATION'
 'Y-TRANSLATION'
 'OVALIZATION'
Q
FIXBOUNDARY LINES FIXITY=ALL
@CLEAR
28 'ALL'
14 'XY-TRANS'
```

```
0
*
LOAD PRESSURE NAME=1 MAGNITUD=3.9800000000000 BETA=0.0000000000000,
     LINE=0
*
LOAD PRESSURE NAME=2 MAGNITUD=-5.000000000000 BETA=0.000000000000,
     LINE=0
*
APPLY-LOAD BODY=0
@CLEAR
1 'PRESSURE' 1 'SURFACE' 6 0 1 0.00000000000 0 -1 0 0 0 'NO',
   0.000000000000 0.000000000000 1 0
'PRESSURE' 1 'SURFACE' 12 0 1 0.00000000000 0 -1 0 0 0 'NO',
0.000000000000 0.00000000000 1 0
2
3
   'PRESSURE' 2 'SURFACE' 19 0 1 0.000000000000 0 -1 0 0 0 'NO',
     0.000000000000 \ 0.000000000000 \ 1 \ 0
0
*
EGROUP THREEDSOLID NAME=1 DISPLACE=DEFAULT STRAINS=DEFAULT MATERIAL=1,
     RSINT=DEFAULT TINT=DEFAULT RESULTS=STRESSES DEGEN=YES FORMULAT=0,
     STRESSRE=GLOBAL INITIALS=NONE FRACTUR=NO CMASS=DEFAULT,
     STRAIN-F=0 UL-FORMU=DEFAULT LVUS1=0 LVUS2=0 SED=NO RUPTURE=ADINA,
     INCOMPAT=DEFAULT TIME-OFF=0.0000000000000 POROUS=NO,
WTMC=1.0000000000000 OPTION=NONE DESCRIPT='NONE' PRINT=DEFAULT,
     SAVE=DEFAULT TBIRTH=0.000000000000 TDEATH=0.000000000000,
     TMC-MATE=1
GVOLUME NODES=27 PATTERN=0 NCOINCID=BOUNDARIES NCFACE=123456 NCEDGE=,
'123456789ABC' NCVERTEX=12345678 NCTOLERA=1.00000000000000E-05,
     SUBSTRUC=0 GROUP=1 MESHING=MAPPED PREFSHAP=AUTOMATIC,
DEGENERA=YES COLLAPSE=NO MIDNODES=CURVED METHOD=DELAUNAY,
     BOUNDARY=ADVFRONT
@CLEAR
1
2
3
```

4 @ \*

#### 89

### 13. rész

# Sajátfrekvenciák meghatározása

ADINA használata sajátfrekvenicák meghatáro	ozására

Határozzuk meg a rézből készült kürt 30 legkisebb sajátfrekvenciáját.



13.1. ábra. Kürt geometria vázlata

A fenti ábrán vázolt kürt csak egy jelleghelyes ábra, a konkrét méretezését a mellőzzük. Anyaga réz (Linear-Elastic, Isotropic), a következő anyagjellemzőkkel:

$$E = 115 \text{ GPa}$$
  $\nu = 0.36$   $\rho = 8900 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 8.9 \cdot 10^{-9} \frac{\text{tonna}}{\text{mm}^3}$ 

A feladat végrehajtásához használandó főbb funkciók, parancsok:

A feladat végrehajtásához használandó főbb funkciók, parancsok, elérésük a megadott menühierarchiából. BŐVEBBEN LÁSD az input file-t!

AUI,	ADINA	Structures,	Frequencies,	/Modes,	No	FSI
------	-------	-------------	--------------	---------	----	-----

Module Bar	<u>a</u>	Number of Frequencies/Modes Shapes: 30 Number of Mode Shapes to be Printed: 30 Solution Method: Lanczos Iteration
Control	$\rightarrow$	Heading
	$\rightarrow$	Degrees of Freedom
Geometry	$\rightarrow$	Points 1: 0,0,0; 2:0,0,300; 3: 5,0,50; 4: 10,0,100; 5: 50,0,200;
	$\rightarrow$	Lines $\rightarrow$ Define Add Straight 1: P1=1, P2=2 Save Add Polyline, Type: Spline 3, 4, 5 Save
	$\rightarrow$	<pre>Surfaces → Define Add Revolved Angle of Rotation: 360 Line#: 2 Axis of Revolution: Line: 1 Save</pre>
Model	$\rightarrow$	$\begin{array}{l} \texttt{Materials} \rightarrow \texttt{Elastic} \rightarrow \texttt{Isotropic} \\ \texttt{Add} \ \texttt{Young's modulus: 115E3; Poisson's Ratio: 0.3 Density: 8.9E-9} \end{array}$
	$\rightarrow$	Boundary Conditions $\rightarrow$ Define Fixity Add 1: NO-TRANSLATION $X, Y, Z$ Translation-t bejelölni
	$\rightarrow$	Boundary Conditions $\rightarrow$ Apply Fixity Lines: 3
Meshing	$\rightarrow$	Element Groups Add (No.1); Type: Shell, Element Thickness: 0.2
	$\rightarrow$	<pre>Mesh Density → Line Method: Use Number of Divisions Line#: 2 Number of Subdivisions: 20 Length Ratio: 5 Line#: 3 Number of Subdivisions: 5 Length Ratio: 1 Line#: 4 Number of Subdivisions: 20 Length Ratio: 1 Create Mesh → Surface Shell Element Group = No 1 Surface#: 1</pre>
Solution	$\rightarrow$	Data File/Run
DOTUCION		Data TITO/Run

AUI, P	ost-Processi	ng ->	Open:	gyak-??.po:
--------	--------------	-------	-------	-------------

Clear (F9)		Mesh Plot (F10)	
Show Deformed Mesh 🌐		Show Original Mesh 🎹	Scale Displacements 107
List	$\rightarrow$	Value List DISPLACEMENT: 1 Dispacement	DISPLACEMENT_MAGNITUDE
Display	→ Boundary Conditions → Default $\frac{1}{2}$ megfogásol → Load Plot → Use Default $\frac{1}{2}$ terhelések megjel		lt megfogások megjelenítése terhelések megjelenítése
	$\rightarrow$	Band Plot $\rightarrow$ Create Eigenvector, EIGENVECTOR_MAGNITUDE	
	$\rightarrow$	Animate	

```
DATABASE NEW SAVE=NO PROMPT=NO
FEPROGRAM ADINA
CONTROL FILEVERSION=V85
FEPROGRAM PROGRAM=ADINA
HEADING STRING='Gyak13 - Sajatertekek, sajatfrekvenciak'
IDOF=0 OVALIZAT=NONE FLUIDPOT=AUTOMATIC CYCLICPA=1 IPOSIT=STOP,
    REACTION=YES INITIALS=NO FSINTERA=NO IRINT=DEFAULT CMASS=NO,
    SHELLNDO=AUTOMATIC AUTOMATI=OFF SOLVER=SPARSE,
   CONTACT-=CONSTRAINT-FUNCTION TRELEASE=0.00000000000000000,
   RESTART-=NO FRACTURE=NO LOAD-CAS=NO LOAD-PEN=NO MAXSOLME=O.
    MTOTM=2 RECL=3000 SINGULAR=YES STIFFNES=0.0001000000000000,
   MAP-OUTP=NONE MAP-FORM=NO NODAL-DE='' POROUS-C=NO ADAPTIVE=0,
    ZOOM-LAB=1 AXIS-CYC=0 PERIODIC=NO VECTOR-S=GEOMETRY EPSI-FIR=NO,
   FEFCORR=NO BOLTSTEP=1 EXTEND-S=YES CONVERT-=NO DEGEN=YES,
    TMC-MODE=NO ENSIGHT-=NO
FREQUENCIES METHOD=LANCZOS-ITERATION NEIGEN=30 NMODE=30 IPRINT=NO,
   RIGID-B0=N0 RSHIFT=0.0000000000000 CUT0FF=1.000000000000E+30,
    NITEMM=DEFAULT STURM-CH=NO TOLERANC=DEFAULT INTERVAL=NO,
    FMIN=0.000000000000 FMAX=DEFAULT MODALSTR=N0 STATIC=N0,
   NSHIFT=AUTO NSHIFT-B=50
COORDINATES POINT SYSTEM=0
@CLEAR
LINE STRAIGHT NAME=1 P1=1 P2=2
LINE POLYLINE NAME=2 TYPE=SPLINE
@CLEAR
0
SURFACE REVOLVED NAME=1 MODE=LINE LINE=0 ANGLE=360.00000000000,
    ALINE=1 PCOINCID=YES PTOLERAN=1.00000000000000E-05 NDIV=1
@CLEAR
2
0
MATERIAL ELASTIC NAME=1 E=115000.00000000 NU=0.3000000000000,
   'NONE'
FIXITY NAME=NO-TRANSLATION
QCLEAR.
 X-TRANSLATION
 'Y-TRANSLATION'
 'Z-TRANSLATION'
'OVALIZATION'
Q
FIXBOUNDARY LINES FIXITY=ALL
@CLEAR
  'NO-TRANSLATION'
3
Q
EGROUP SHELL NAME=1 DISPLACE=DEFAULT MATERIAL=1 RINT=DEFAULT.
   SINT=DEFAULT TINT=2 RESULTS=STRESSES STRESSRE=GLOBAL PRINTVEC=0,
    NLAYERS=1 INITIALS=NONE FAILURE=0 SECTION=0 CMASS=DEFAULT,
    STRAINS=DEFAULT RUPTURE=ADINA TIME-OFF=0.0000000000000,
    OPTION=NONE DESCRIPT='NONE' THICKNES=0.2000000000000,
   INCOMPAT=DEFAULT PRINT=DEFAULT SAVE=DEFAULT,
   TBIRTH=0.0000000000000 TDEATH=0.000000000000 TINT-TYP=GAUSS
SUBDIVIDE LINE NAME=2 MODE=DIVISIONS NDIV=20 RATIO=5.00000000000000,
   PROGRESS=GEOMETRIC CBIAS=NO
SUBDIVIDE LINE NAME=3 MODE=DIVISIONS NDIV=5 RATIO=1.00000000000000,
   PROGRESS=GEOMETRIC CBIAS=NO
SUBDIVIDE LINE NAME=4 MODE=DIVISIONS NDIV=20 RATIO=1.0000000000000,
    PROGRESS=GEOMETRIC CBIAS=NO
GSURFACE NODES=8 PATTERN=AUTOMATIC NCOINCID=BOUNDARIES NCEDGE=1234,
```

NCVERTEX=1234 NCTOLERA=1.000000000000000E-05 SUBSTRUC=0 GROUP=1,



13.2. ábra. A kürt VEM modellje



13.3. ábra. Kürt néhány lengésképe