




©1991-2002 Inter-CAD Kft.  
Minden jog fenntartva.

A programrendszer célja a tervezési munka megkönnyítése. Használata nem csökkenti felhasználójának felelősségét, hogy a kötelező szakmai gondossággal járjon el, valamint a tervezés időpontjában hatályos, idevonatkozó jogszabályi előírásokat, szabványokat maradéktalanul tartsa be.

<sup>TM</sup>Minden márka- és terméknév az adott cég védjegye vagy bejegyzett védjegye.

## Tartalom

Újdonságok a 7.0 verzióban.....	9
<b>1. A RENDSZER HASZNÁLATA.....</b>	<b>11</b>
1.1. HARDVER SZÜKSÉGLET 	11
1.2. INSTALLÁLÁS, INDÍTÁS, VERZIÓ CSERE, KAPACITÁS, NYELV .....	11
1.3. HOGYAN KEZDJÜNK HOZZÁ .....	13
1.4. A KÉPERNYŐ FELOSZTÁSA .....	14
1.5. BILLENTYŰZET  ÉS EGÉR  KEZELÉS, KURZOR .....	15
1.6. DIALÓGUSABLAKOK .....	16
1.7. TÁBLÁZATOK.....	17
1.8. DOKUMENTÁCIÓ-SZERKESZTŐ .....	21
1.8.1. Dokumentáció.....	22
1.8.2. Szerkesztés.....	23
1.8.3. Képtár .....	24
1.8.4. A dokumentációs eszköztár .....	24
1.8.5. A képtár gyors gombjai.....	25
1.8.6. Szövegszerkesztő.....	25
1.8.7. Ábrák és méretezési eredménytáblázatok rögzítése .....	27
1.9. IKONTÁBLA .....	29
1.9.1. Kijelölés .....	29
1.9.2. Nagyítás, kicsinyítés .....	32
1.9.3. Nézetek, perspektíva beállítás .....	32
1.9.4. Ábrázolási mód .....	34
1.9.5. Vonalzók.....	34
1.9.6. Merőleges/párhuzamos gombok.....	35
1.9.7. Kóták, méretvonalak, feliratok .....	36
1.9.7.1. Vetületi méretvonalak elhelyezése .....	36
1.9.7.2. Hossz méretvonalak elhelyezése .....	39
1.9.7.3. Szögmóták elhelyezése .....	39
1.9.7.4. Szint és magassági kóták elhelyezése.....	40
1.9.7.5. Szövegdobozok elhelyezése.....	41
1.9.7.6. Eredmény feliratok elhelyezése .....	42
1.9.8. Részlet .....	43
1.9.9. Metszet .....	44
1.9.10. Keresés.....	46
1.9.11. Megjelenítés.....	46
1.9.12. Szerviz.....	50
1.9.13. Információ.....	52
1.10. GYORS KAPCSOLÓK.....	53
1.11. INFORMÁCIÓS PALETTÁK .....	53
1.11.1. Info paletta.....	53
1.11.2. Koordináta paletta .....	54
1.11.3. Színskála paletta.....	54
1.11.4. Perspektíva paletta.....	55
1.12. GYORSMENÜ.....	55
1.13. FORRÓ GOMBOK.....	56
<b>2. MENÜ .....</b>	<b>59</b>
2.1. FÁJL .....	59
2.1.1. Új.....	59
2.1.2. Megnyitás.....	59
2.1.3. Mentés.....	60
2.1.4. Mentés névvel.....	60
2.1.5. Export.....	61
2.1.6. Import.....	61
2.1.7. Fejléc.....	64
2.1.8. Nyomtatóbeállítás.....	64

2.1.9.	Nyomtatás.....	65
2.1.10.	Nyomtatás fájlból .....	67
2.1.11.	Modelltár.....	68
2.1.12.	Anyagtár .....	69
2.1.13.	Szelvénytár.....	70
2.1.14.	Grafikus szelvénytároló.....	74
2.1.15.	Kilépés .....	78
2.2.	SZERKESZTÉS .....	78
2.2.1.	Vissza .....	79
2.2.2.	Újra .....	79
2.2.3.	Mindent kijelöl.....	79
2.2.4.	Másolás .....	79
2.2.5.	Törlés.....	79
2.2.6.	Táblázatkezelő.....	79
2.2.7.	Dokumentáció szerkesztő .....	79
2.2.8.	Ábra mentése képtárba.....	79
2.3.	BEÁLLÍTÁSOK.....	80
2.3.1.	Megjelenítés .....	80
2.3.2.	Szerviz.....	80
2.3.3.	Fóliakezelő .....	80
2.3.4.	Vonalzók.....	81
2.3.5.	Szabvány .....	81
2.3.6.	Mértékegységek .....	82
2.3.7.	Gravitáció.....	82
2.3.8.	Alapbeállítások.....	82
2.4.	NÉZETEK.....	84
2.5.	ABLAKOK .....	85
2.5.1.	Információs paletták .....	85
2.5.2.	Vízszintes felosztás.....	86
2.5.3.	Függőleges felosztás .....	86
2.5.4.	Bezárás .....	87
2.6.	SÚGÓ.....	87
2.6.1.	Tartalom.....	87
2.6.2.	Index.....	87
2.6.3.	A Súlyó használata.....	87
2.6.4.	Az AxisVM honlapja.....	87
2.6.5.	AxisVM frissítése .....	87
2.6.6.	A programról.....	87
2.7.	IKON MENÜ.....	88
2.7.1.	Új .....	88
2.7.2.	Megnyitás .....	88
2.7.3.	Mentés.....	88
2.7.4.	Vissza .....	88
2.7.5.	Újra .....	88
2.7.6.	Rajzfrissítés .....	89
2.7.7.	Fóliakezelő.....	89
2.7.8.	Nyomtatás.....	89
2.7.9.	Táblázatkezelő.....	89
2.7.10.	Dokumentáció szerkesztő .....	89
2.7.11.	Képmentés .....	89
<b>3.</b>	<b>ADATMEGADÁS.....</b>	<b>91</b>
3.1.	GEOMETRIA .....	91
3.2.	SZERKESZTŐ FELÜLET .....	92
3.2.1.	A munkafelület felosztása ablakokra.....	92
3.3.	KOORDINÁTA-RENDSZEREK .....	93
3.3.1.	Alap (ortogonális) koordináta-rendszer.....	93
3.3.2.	Segéd (henger, gömb) koordinátarendszerek .....	94
3.4.	KOORDINÁTA PALETTA .....	95

3.5.	SEGÉDHÁLÓ (GRID) RENDSZER .....	95
3.6.	KURZORLÉPÉS (SNAP).....	96
3.7.	SZERKESZTÉST SEGÍTŐ KELLÉKEK .....	96
3.7.1.	Vonzáskör (aura) .....	96
3.7.2.	Koordinátaérték számszerű megadása .....	97
3.7.3.	Távolság mérése.....	97
3.7.4.	Kötött irányok.....	98
3.7.5.	Koordináta zárolás.....	99
3.7.6.	Automatikus összemetszés.....	100
3.8.	ESZKÖZÖK A GEOMETRIAI SZERKESZTŐBEN .....	100
3.8.1.	Csomópont.....	100
3.8.2.	Vonal .....	101
3.8.3.	Körív.....	102
3.8.4.	Horizontális felosztás .....	103
3.8.5.	Vertikális felosztás.....	103
3.8.6.	Négyszög felosztás, háromszög felosztás .....	104
3.8.7.	Vonalfelosztás.....	105
3.8.8.	Metszéspont.....	106
3.8.9.	Eltolás.....	107
3.8.10.	Forgatás .....	108
3.8.11.	Tükrözés .....	109
3.8.12.	Skálázás .....	109
3.8.13.	Ellenőrzés .....	110
3.8.14.	Felület.....	111
3.8.15.	Módosítás .....	111
3.8.16.	Törlés.....	112
3.9.	ELEMEK .....	112
3.9.1.	Anyag .....	113
3.9.2.	Szelvény .....	115
3.9.3.	Referenciák.....	117
3.9.4.	Vonalelemek.....	120
3.9.5.	Felületelemek .....	126
3.9.6.	Csomóponti támasz .....	129
3.9.7.	Élmenti támasz.....	132
3.9.8.	Felületi támasz .....	134
3.9.9.	Merev test.....	134
3.9.10.	Rugóelem.....	135
3.9.11.	Kontaktelem.....	136
3.9.12.	Kapcsolati elem .....	137
3.9.13.	Csomóponti szabadságfok .....	141
3.9.14.	Tartomány.....	144
3.9.15.	Lyuk.....	145
3.9.16.	Hálógenerálás .....	145
3.9.17.	Hálózatsűrítés .....	146
3.9.18.	ArchiCAD modell.....	148
3.9.19.	Módosítás .....	150
3.9.20.	Törlés.....	151
3.10.	TERHEK .....	151
3.10.1.	Teheresetek, tehercsoportok.....	152
3.10.2.	Teherkombinációk .....	154
3.10.3.	Csomóponti terhek .....	156
3.10.4.	Koncentrált erők rúdra .....	156
3.10.5.	Koncentrált erő tartományra .....	157
3.10.6.	Vonalmenti teher rúdra/bordára .....	158
3.10.7.	Élmenti teher elemperemen .....	159
3.10.8.	Vonalmenti teher tartományra .....	161
3.10.9.	Felületi teher.....	162
3.10.10.	Folyadék teher.....	163
3.10.11.	Önsúly.....	163
3.10.12.	Hosszváltozás .....	163

3.10.13.	Feszítő-/nyomóerő .....	164
3.10.14.	Hőmérsékletváltozás vonalelemen .....	164
3.10.15.	Hőmérsékletváltozás felületelemen .....	165
3.10.16.	Támaszmozgás .....	165
3.10.17.	Hatásábra .....	166
3.10.18.	Földrengés .....	167
3.10.19.	Csomóponti tömegek .....	168
3.10.20.	Módosítás .....	168
3.10.21.	Törlés .....	169
<b>4.</b>	<b>SZÁMÍTÁS .....</b>	<b>171</b>
4.1.	STATIKA .....	172
4.2.	REZGÉS .....	175
4.3.	KIHAJLÁS .....	177
4.4.	VÉGESELEMEK .....	178
4.5.	EGY ANALÍZIS LÉPÉSEI .....	180
4.6.	HIBAÜZENETEK .....	181
<b>5.</b>	<b>EREDMÉNYEK .....</b>	<b>183</b>
5.1.	STATIKA .....	183
	Minimum, maximum értékek .....	188
	Animáció .....	189
	Diagram ábrázolás .....	190
	Táblázatos megjelenítés .....	191
	Elmozdulások .....	192
	Rács/rúdelem igénybevételek .....	194
	Bordaelem igénybevételek .....	196
	Felületelem igénybevételek .....	198
	Támaszelem igénybevételek .....	202
	Rács/rúdelem feszültségek .....	203
	Felületelem feszültségek .....	205
	Hatásábrák .....	206
	Kiegyensúlyozatlan terhek .....	207
5.2.	REZGÉS .....	208
5.3.	KIHAJLÁS .....	209
5.4.	VASBETON TERVEZÉS .....	209
	5.4.1. Felületvasalás számítás .....	209
	5.4.2. Alkalmazott vasalás .....	214
	5.4.2.1. Repedés7 tágasság számítás .....	215
	5.4.2.2. Vasbeton lemez nemlineáris lehajlása .....	216
	5.4.3. Oszlop vasalás ellenőrzés .....	217
5.5.	GERENDAVASALÁS SZÁMÍTÁS .....	224
	5.5.1.1. Gerenda nyírási/csavarási vasalása .....	228
	5.5.1.2. Gerenda hosszvasalása .....	232
5.6.	ACÉL TERVEZÉS .....	234
	5.6.1. Acél rúd ellenőrzés .....	234
	5.6.2. Homloklemez csavarozott kapcsolat tervezés .....	246
<b>6.</b>	<b>ADATBEVITELI SÉMÁK .....</b>	<b>251</b>
6.1.	RÁCSRÚD MODELL ADATBEVITEL ELVI SÉMÁJA .....	251
6.2.	RÚD MODELL ADATBEVITEL ELVI SÉMÁJA .....	254
6.1.	LEMEZ MODELL ADATBEVITEL ELVI SÉMÁJA .....	257
6.2.	TÁRCSA MODELL ADATBEVITEL ELVI SÉMÁJA .....	260
6.3.	FÖLDRENGÉS VIZSGÁLAT ADATBEVITEL ELVI SÉMÁJA .....	263
<b>7.</b>	<b>MINTAPÉLDÁK .....</b>	<b>265</b>
7.1.	SÍKBELI ACÉL KERETSZERKEZET STATIKA/I-RENDŰ VIZSGÁLAT .....	265
7.2.	SÍKBELI ACÉL KERETSZERKEZET STATIKA/II-RENDŰ VIZSGÁLAT .....	266
7.3.	SÍKBELI ACÉL KERETSZERKEZET KIHAJLÁS VIZSGÁLAT .....	267
7.4.	SÍKBELI ACÉL KERETSZERKEZET REZGÉS/I-RENDŰ VIZSGÁLAT .....	268

7.5.	SÍKBELI ACÉL KERETSZERKEZET REZGÉS/II-RENDŰ VIZSGÁLAT .....	269
7.6.	VASBETON TÁRCSA STATIKA/I-RENDŰ VIZSGÁLAT .....	270
7.7.	CSUKLÓS MEGTÁMASZTÁSÚ VASBETON LEMEZ STATIKA/I-RENDŰ VIZSGÁLAT .....	271
7.8.	BEFOGOTT MEGTÁMASZTÁSÚ VASBETON LEMEZ STATIKA/I-RENDŰ VIZSGÁLAT.....	272

## Újdonságok a 7.0 verzióban

### Általános

- Drótvázás, takart és látványterv ábrák valós idejű megjelenítése OpenGL munkafelületen.* ☞ 1.9.4. Ábrázolási mód
- A modell forgatása, eltolása, kicsinyítése, nagyítása egér görgők segítségével.* ☞ 1.9.4. Nézetek
- DXF fájlokból fóliák, színek, vonaltípusok betöltése.* ☞ 2.1.6. Import
- Betöltött DXF fájlok, ArchiCAD modellek, valamint egyedileg létrehozott fóliák kezelése a Fóliakezelőben.* ☞ 2..3.3. Fóliakezelő
- DXF fólia betöltésnél alapsík megadása.* ☞ 2.1.6. Import
- ArchiCAD-ből réteges szerkezetek átvétele, staikai vázzá konvertálása.* ☞ 3.9.18. ArchiCAD modell
- ArchiCAD objektumokból és szintekből automatikus részletgenerálás.* ☞ 3.9.18. ArchiCAD modell
- A Kijelölő menüben kijelölés részletek alapján és tetszőleges poligonnal.* ☞ 1.9.1. Kijelölés
- Elemkereső funkcióban a megtalált elem kijelölése.* ☞ 1.9.10. Keresés
- Fóliák láthatóságának és érzékelhetőségének beállítása a fólia kezelőben.* ☞ 2.7.7. Fóliakezelő
- Ábrák mentése jpg formátumba a nyomtató ablakból.* ☞ 2.1.9. Nyomtatás

### Szerkesztés

- Vonal-vonal kapcsolati elemek definiálása tartományok peremére.* ☞ 3.9.12. Kapcsolati elem
- A felületelemek illetve tartományok fölött mozgó kurzor nézetben és perspektívában is automatikusan érzékeli az elemek síkját.*
- Kényszer alkalmazása ferde síkon is.*
- Asszociatív vetületi, hossz, szög, szint és magassági kóták elhelyezése.* ☞ 1.9.7. Kóták, méretvonalak, feliratok
- Feliratok elhelyezése szövegdobozokkal.* ☞ 1.9.7. Kóták, méretvonalak, feliratok
- 'Vissza' és 'újra' gombokhoz lista (több lépés visszaállítása egyszerre)* ☞ 2.2.1Vissza, 2.2.2. Újra

### Elemek

- Ortotróp anyagok modellezése.* ☞ 2.1.2. Anyagtár
- Törlési lehetőség az elemtáblázatokban (rácsrúd, rúd, borda....)* ☞ 2.2.7. Táblázatkezelő
- Pont-pont és vonal-vonal kapcsolati elem táblázatok.* ☞ 2.2.7. Táblázatkezelő

### Terhek

- Hálózat független pont és vonalterhek.* ☞ 3.10.5. Koncentrált teher tartományon
- Mértékadó kombinációk előállítása DIN1045, DIN1045-1 és* ☞ 3.10.8. vonalmenti teher

SIA-162 szabványok alapján.

tartományon

## Számítás

2Gb-nál nagyobb egyenletrendszer kezelése.

Nemlineáris vizsgálatnál beállítható, hogy a számítás után csak az utolsó növekmény eredményei kerüljenek tárolásra. ☞ 4.1. Statika

## Eredmények

Vasbeton lemezek nemlineáris lehajlása.

☞ 5.4.2. Alkalmazott vasalás

Dokumentáció szerkesztő.

☞ 1.8. Dokumentáció-szerkesztő

Eeredmény feliratozás tetszőleges pontra.

☞ 1.9.7. Kóták, méretvonalak, feliratok

Automatikuslokális szélső érték feliratozó.

☞ 5. Eredmények

Vaskiosztások színezett ábrázolása.

☞ 5.4. Vasbeton tervezés

Az eredmény táblázatoknál az összes tehereset eredménye egyidőben látható.

☞ 2.2.7. Táblázat kezelő

## Tervezés

Gerenda és oszlopvasalási paraméterek mentése.

Gerenda vasalás tervezése csavarás figyelembevételével.

☞ 4.4.. Gerenda vasalás

A vasbeton oszlop méretező modulban a munkafelület több ablakra felosztható.

☞ 5.4.3. Oszlop vasalás

Homloklemez csavarozott acél kapcsolat tervező, MSz és EUROCODE2 szerint.

☞ 5.6.2. Homloklemez csavarozott kapcsolat tervező

Lemez, tárcsa, héj vasalás DIN-1045, DIN-1045-1, SIA, NEN szerint.

☞ 5.4.1. Felületi vasalás


Ez az oldal szándékosan üres.

## 1. A rendszer használata

### 1.1. Hardver szükséglet

Ajánlott konfiguráció	<p>Minimum 32 Mb, ajánlott 512 Mb RAM memória          300 Mbyte szabad merevlemez kapacitás          CD meghajtó          SVGA színes monitor          Windows 95/98/NT/Windows 2000, ME, XP operációs rendszer          Egér vagy más, mutatót vezérlő eszköz          Nyomtató</p> <p>Kisebb modellek (&lt; 1000 csomópont) esetében egy Pentium I proceszorú számítógép 64 Mbyte memóriával is megfelelőnek bizonyulhat.</p>
Képernyőfelbontás, színmélység	Minimum 1024 x 768, Hi-Color.
Merevlemez	A merevlemez szabad kapacitásától függ a vizsgálható szerkezet csomópontjainak maximális száma.

### 1.2. Installálás, indítás, verzió csere, kapacitás, nyelv

Védelem	<p>A programrendszer hardverkulcsos védelemmel van ellátva melyet az installálást megelőzően csatlakoztatni kell a számítógép printer csatlakozójába.</p> <p><i>Egyedi kulcs</i> esetén a szükséges meghajtóprogramot a program automatikusan telepti, de ha ez pl. a hozzáférési jogosultság hiánya miatt nem volt lehetséges (NT alapú rendszereknél), akkor a telepítés utólag a CD-ről a <code>\Sentinel \ English \ Driver \ Win_Nt \ setupx86.exe</code> program indításával elvégezhető.</p> <p><i>Hálózati kulcs telepítése:</i></p> <p>Helyezze a kulcsot a hálózat valamely gépének printer csatlakozójába. Másolja fel erre a gépre a gépre egy tetszőleges könyvtárba a telepítő CD <code>Sentinel\English\Server\Disk1\Win32</code> könyvtárának tartalmát. Indítsa el ebből a könyvtárból a az NSRVGX.EXE programot.</p> <p> A hálózat valamely gépén csak akkor indíthatja a programot, ha az NSRVGX program a kulcsot tartalmazó gépen el lett indítva. Amennyiben ez valamilyen okból leáll, az éppen futtatott programok is leállnak</p>
Installálás	<p><b>Windows 95/98/NT/2000/ME/XP operációs rendszer használata esetén:</b></p> <p>Helyezze az AxisVM programrendszer installáló CD lemezét a CD meghajtóba.</p> <p>A telepítő automatikusan elindul ha CD meghajtó vezérlő szoftver <i>autoplay funkció</i>-ja aktív.</p> <p>Ellenkező esetben válassza ki a Start menü Futtatás... parancsát majd CD meghajtó kiválasztása után indítsa el a Setup.exe programot. Kövesse a képernyőn megjelenő utasításokat.</p> <p>Alaphelyzetben a programrendszer a C jelű merevlemezre kerül a <b>C:\AXISVM7</b> könyvtárba, a mellékelt minta modellek a <b>C:\AXISVM7\PELDAK</b> könyvtárba kerülnek. A fenti beállítások a felhasználó által módosíthatók.</p>

Indítás



A telepítő program létrehozza az AxisVM mappát, benne az AxisVM7 ikont, erre kattintva a program elindul.



A régebbi Windows verzióknál előfordulhat, hogy a programban a szerkesztő ikonok egy része nem jelenik meg. Ebben az esetben indítsa el a telepítő CD Comctl32 könyvtárából a **401comupd.exe** programot.

Verzió csere

Aki korábbi Axis-3D verzióval rendelkezik, az installálást a fentiek szerint végezheti. Az installálás során az új programrendszert célszerű külön könyvtárba telepíteni.

Régi modellek  
konvertálása

Előző programverzióval készült modellek adatai első betöltéskor konvertálásra kerülnek az új verzióknak megfelelően. Ezért célszerű a modell fájlokról első betöltés előtt archív másolatot készíteni.

A mentés névvel menüpontban lehetőség van az adatok 3.0, 3.5, 3.6, 4.0, 5.0 illetve 6.0 formátumú lementésére.

Struktúra,  
kapacitás

A programrendszerben egy teljes szerkezeti analízis három fázis megtételét feltételezi, szükség szerint egy vagy több ciklusban.



A megadható modellre vonatkozó korlátozások a következők:

**Professzionális verzió:**

Paraméter	Maximális	
Csomópontok	nincs korlátozva	
Anyag típusok	nincs korlátozva	
Elemek	rács rúd	nincs korlátozva
	rúd	nincs korlátozva
	borda	nincs korlátozva
	tárcsa	nincs korlátozva
	lemez	nincs korlátozva
	héj	nincs korlátozva
	támasz	nincs korlátozva
	merev test	nincs korlátozva
	rugó	nincs korlátozva
	kontakt	nincs korlátozva
kapcsolati	nincs korlátozva	
Teheresetek	99	
Teherkombinációk	nincs korlátozva	
Rezgésalakok	99	

Gyakorlatilag a merevlemez szabad kapacitása határozza meg a virtuális memória és így a megoldható modell maximális méretét, de, tekintettel arra, hogy a Windows 32 bites operációs rendszer, az egyenletrendszer méretének felső határa 16 GB.

**Standard verzió:**

Paraméter		Maximális
Csomópontok		nincs korlátozva
Anyag típusok		nincs korlátozva
Elemek	rácsrúd	500
	rúd	250
	rúd rácsrúd	250
	borda	1500
	tárcsa	1500
	lemez	1500
	héj	1500
	tárcsa lemez héj	1500
	támasz	nincs korlátozva
	merev test	nincs korlátozva
		rugó
	kontakt	nincs korlátozva
	kapcsolati	nincs korlátozva
Teheresetek		10
Teherkombinációk		nincs korlátozva
Rezgésalakok		30

**1.3.Hogyan kezdjük hozzá**

A programrendszer megismerését célszerű egy egyszerű modell adatbevitelével és a számított eredmények kiértékelésével kezdeni. Ehhez nyújt segítséget a 7. fejezet 1-es mintapéldája. A mintapélda adatbeviteli lépései megtalálhatók a 6.2. Rúdszerkezet adatbeviteli séma fejezetben.

A programrendszerben az adatbevitel három logikailag jól elkülöníthető részből tevődik össze:

**Geometria**

Első lépésben megrajzoljuk a szerkezet geometriáját reprezentáló vonalhálózatot (síkban/térben)

**Elemek**

Második lépésben a megszerkesztett vonalhálózathoz hozzárendeljük az anyag-, keresztmetszeti és egyéb jellemzőket, megadjuk a megtámasztásokat, ezáltal teljessé téve a statikai vázat.

**Terhek**

Harmadik lépésben a kész statikai vázra különböző terheket teszünk. Elkészítjük a tehereseteket, tehercsoportokat, teherkombinációkat.

Az adatbevitel elvi lépéseinek részleteit megtaláljuk a 6. fejezetben az alábbi modellekre:

- Síkbeli rácsos tartó
- Síkbeli keret
- Tárcsa modell
- Lemez modell
- Földrengés vizsgálat

Ezek felhasználásával összetett modellek adatbevitel is könnyen elvégezhető.

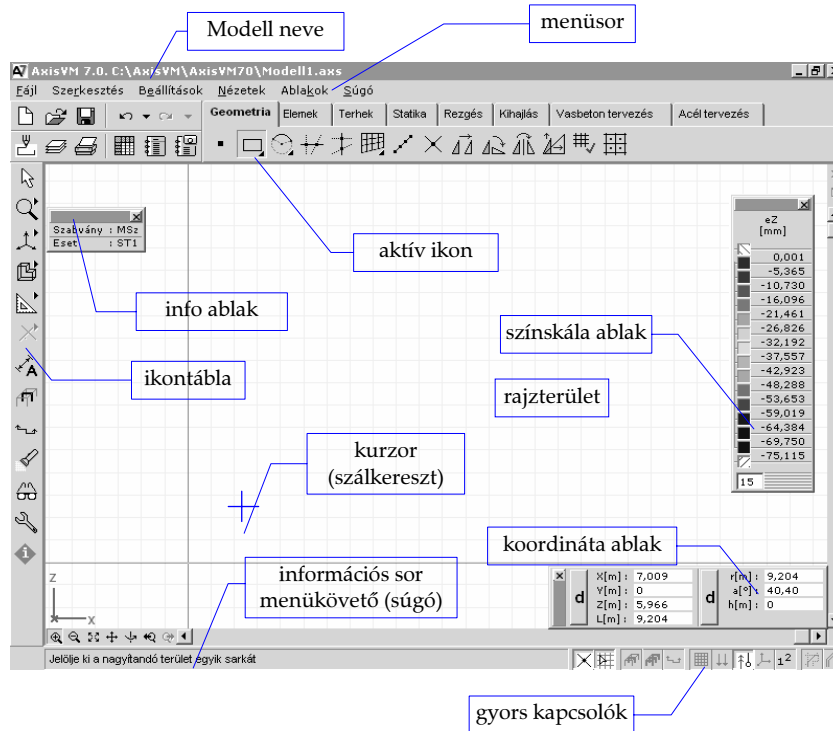
A felhasználói kézikönyvet a programrendszerrel való ismerkedéskor egyszer feltétlenül olvassuk végig.

Az 1. fejezet a programrendszer használatával kapcsolatos általános információkat tartalmazza míg a többi felépítése az adatbeviteli és ered-

mény lekérdező menükkel azonos.

Ha már némi jártasságot szereztünk a programrendszer használatában, ajánlott a felhasználói kézikönyv újbóli végigolvasása, mert bizonyos információk csak ekkor telnek meg tartalommal.

## 1.4.A képernyő felosztása



### Tagolódás

Az ablak fejlécében található az aktuális könyvtár és modell neve.

A felső sorban található a menürendszer, alatta a felső ikonsor, itt az ikonok egy része az adatbevitel vagy eredményfeldolgozás fázisai szerint külön, lapozható oldalakra került. A középső részen helyezkedik el a rajzterület, amely tulajdonképpen a teljes szerkezetet ábrázoló „rajz-papír” kiablakozott része. A kiablakozott rész helyzete és mérete a menüpontok /ikonok segítségével szükség szerint változtatható. Bal oldalon található az ikon tábla, mely összefoglalja mindazon funkciókat amelyek a programrendszer használatának bármely fázisában elérhetőek.

A képernyő alján menükövető súgó és információs sor segíti a tájékozódást. Itt jelenik meg az aktuális tevékenységhez tartozó magyarázó szöveg.

### Mozgás

Az **[Alt]**, billentyű segítségével tudunk a fő menükre váltani.

### Modell

**Modell**-nek nevezzük a számításhoz szükséges bemenő adatok (és a számított eredmények) összességét. Minden új modellhez egy azonosítót (nevet) kell rendelnünk, amely tetszőleges betű-, szám sorozat lehet, és a későbbiekben ennek segítségével hivatkozhatunk a modellre. Bizonyos karaktereket a Windows operációs rendszer nem enged használni a modellnév megadásakor. Ezen karakterek köre Windows verziótól függően változhat.

A **Modell**-ek adatait a program két fájlban tárolja:

Bemenő adatok - *modellnév.AXS*  
Eredmény adatok - *modellnév.AXE*


A bemenő adat fájl alapján az eredmény fájl bármikor újra előállítható

a számítás újra indításával, ezért legtöbb esetben elegendő a *modell-név.AXS* fájl archiválása.

## 1.5. Billentyűzet és egér kezelés, kurzor

Kurzor

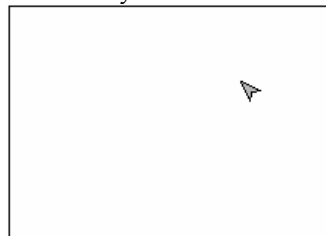


A kurzor (mutatónyíl/száldereszt) kényelmes és hatékony kezelését az  használatával érhetjük el. A kurzor különböző formában jelenhet meg a képernyőn:

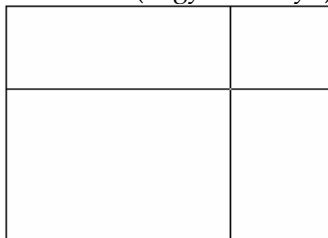
Száldereszt:



mutatónyíl:



Száldereszt(nagyít/kicsinyít):








A kurzorral egy objektum fölé állva, a kurzor alakja megváltozik. Ezek részletes magyarázatát lásd a 3.7. Szerkesztést segítő kellékek fejezetben.






Egy elem fölé állva a kurzor mellett megjelenő információs lapon a következő adatokat jelennek meg, attól függően, hogy a felső ikonsor melyik oldalán vagyunk:

GEOMETRIA:	csomópont koordinátái, vonal hossza
ELEMEK:	végeselem, hossz, tömeg, referencia, szabadságfok, támasz,
TERHEK:	végeselem terhek, csomóponti tömeg
STATIKA:	elmozdulás, igénybevétel, feszültség, reakció, vasmenyiség, hatásábra ordináta
REZGÉS:	rezgésalak ordináta
KIHAJLÁS:	kihajlási alak ordináta
VASBETON TERVEZÉS:	fajlagos vasmenyiségek, tényleges vasmenyiség, repedéstágasság
ACÉL TERVEZÉS:	kihasználtság ill. ellenállás értékek

Néhány billentyűnek kiemelt szerepe van:

, , , , 

A kurzor (mutatónyíl/száldereszt) mozgatása az aktuális síkban.


**[Ctrl] +**  
, , , , 

A kurzor (mutatónyíl/száldereszt) mozgatása az aktuális síkban a Ctrl szorzóval beállított lépésközzel.

**[Home] [End]**

A kurzor (mutatónyíl/száldereszt) mozgatása az aktuális síkra merőleges irányban.

**[Esc]**,  A funkciók megszakítása.  
Az egér jobb gomb **Gyorsmenü / Mégsem** parancsával azonos.

**[Enter] [Space]**  bal gomb **Parancs gombok.** Menüelemek kiválasztására, funkciók végrehajtására, rámutatásos kiválasztásra használhatók elem kijelölésénél vagy lekérdezésénél.

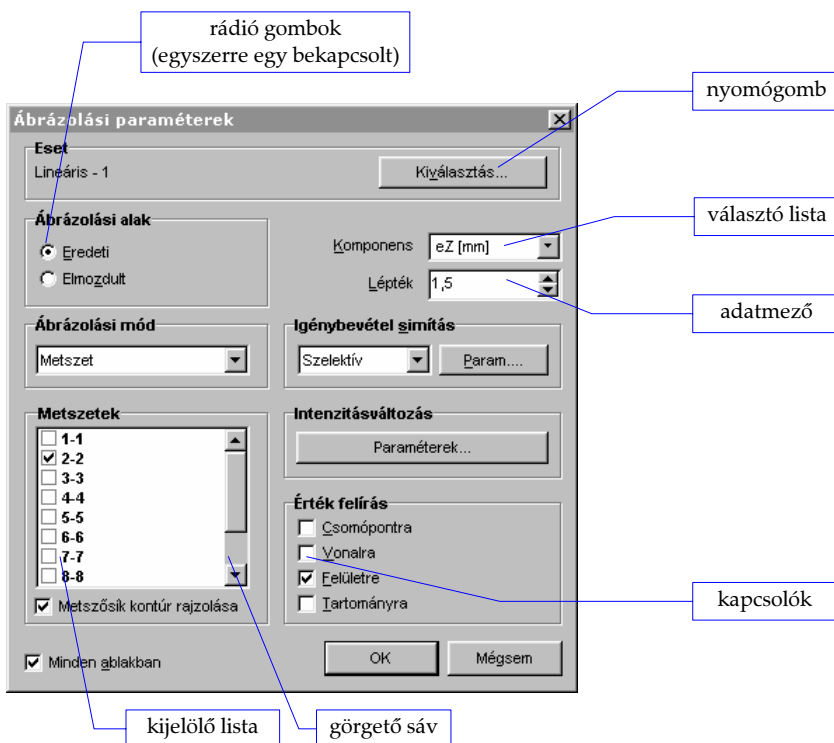
**[Alt]** Rajzterület, menüterület közötti mozgás.

**[+] [-]** Nagyítás/kicsinyítés. A nagyítás/kicsinyítési centrum a kurzor (mutatónyíl/szálkereszt) aktuális pozíciója.

**[Insert]** A kurzor aktuális pozíciójára helyezi a relatív origót.  
vagy  
**[Alt]+[Shift]**

## 1.6. Dialógusablakok

Egy funkció kiválasztásakor, legtöbb esetben egy dialógus- (párbeszéd) ablak jelenik meg, melyben adatmezők, választó és legördülő listák, rádió (választó) gombok, kapcsoló gombok találhatóak. Ezeket információs mezőknek nevezzük. Amennyiben ezek valamelyike kiszürkítve jelenik meg akkor az nem hozzáférhető (inaktív). Az információs mezők közül egyszerre egy aktív, amelynek az adatát/beállítását megváltoztathatjuk.



Aktív mezőt a **[Tab]** billentyűvel válthatunk, vagy a kurzorral (mutatónyíl) az információs mezőre kattintunk.

Minden dialógusablak elhelyezése megváltoztatható a képernyőn. A fejlécre ráállva az egér gombot lenyomva tartva az ablak áthelyezhető.

## 1.7. Táblázatok



A programrendszerben használt táblázatok kezelése azonos módon történik, függetlenül azok tartalmától. Valamennyi adatbeviteli és eredménytáblázat a Táblázatkezelőben található, melyet a felső ikonsor megfelelő ikonjára kattintva vagy az F12 billentyűvel hívhatunk.

Az aktuális táblázat a dialógusablak bal oldalán lévő fából választható ki, mely a modell adatait, az eredménytáblázatokat és a különböző adatbázisokat sorolja fel. Az adatbevitel részből indítva a táblázatkezelőt a bemenő adatok, az eredménylekérdezőben pedig a bemenő adatok és az eredménytáblázatok jelennek meg.

A táblázatokban csak a szűrési feltételeknek megfelelő elemek adatai jelennek meg. Ha vannak kijelölt elemek, vagy bekapcsolt részletek, akkor a megfelelő táblázatok alapértelmezésben csak a kijelölt illetve a részlethez tartozó elemeket sorolják fel. Az aktuális szűrési feltételt a táblázat címsorában, a szűrés eredményét a dialógusablakok bal alsó sarkában láthatjuk.

Fájl menü

Válogatás az adatbázisból



[Ctrl]+[L]

DBase fájl betöltése




A program adatbázisából lehet a táblázatba anyagokat vagy szelvényeket betölteni.


DBase fájlt *név.dbf* tölt be a táblázatba. A program ellenőrzi a DBase fájl mezőinek értékét és ha azok a táblázatba nem írhatók be hibaüzenetet ad.


Mentés DBase fájlba

A táblázatot *név.dbf* fájlba menti. A DBase fájl mezők neveit a program az oszlopok megnevezéséből kiindulva állítja elő. A mezők mind szö-


 veges típusúak.

**Mentés HTML fájlba**  
 A táblázatot *név.htm* fájlba menti. Az így előállt fájlt pl. a Microsoft World is képes táblázatként importálni. Az oszlopok különböző igazításai a HTML fájlba nem kerülnek át, ezért azt a szövegszerkesztőben kell beállítani.

**Mentés szövegfájlba**  
 A táblázatot *név.txt* fájlba menti.

**Mentés RTF fájlba**  
 A táblázatot *név.rtf* fájlba menti az aktuális sablonfájl felhasználásával. A sablonfájlokról lásd... 1.8.2. Szerkesztés

**Új szelvénytáblázat**  
 Új szelvénytáblázat létrehozása, melyet a program a *név.sec* fájlban tárol. Az így létrehozott táblázatot a *Szelvénytár* azonos típusú táblázataihoz helyezi el.

**Nyomtatás**  
 , [Ctrl]+[P]  
**Kilépés**  
 [Alt]+[F4]  
 A táblázat tartalmát a kiválasztott nyomtatón kinyomtatja, a megadott fejléc és megjegyzés szövegekkel.  
 Kilép a táblázatkezelőből hatása a **Mégsem** gombéval azonos.


Szerkesztés





**Új adatsor**  
 [Ctrl]+[Insert]  
 Új adatsort megadása a táblázatba.

**Sorok törlése**  
 [Ctrl]+[Delete]  
 A kijelölt adatsorok törlése.

**Táblázat kijelölése**  
 [Ctrl]+[A]  
 Kijelöli a táblázat tartalmát.

**Új szelvény grafikus megadása**  
 , [Ctrl]+[G]  
 Grafikus szelvénytáblázat indítása egyedi szelvények összeállításához.

**Szelvény grafikus módosítása**  
 , [Ctrl]+[M]  
 Adatbázisból betöltött vagy a grafikus szelvénytáblázattal készített egyedi szelvények módosítása.

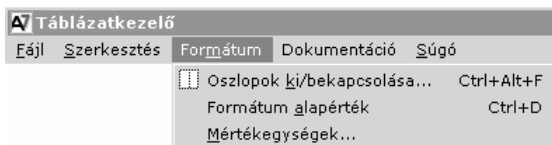
**Másolás**  
 , [Ctrl]+[C]  
 A kijelölt adatsorok másolása vágólapra.

**Beillesztés**  
 , [Ctrl]+[V]  
 Vágólap tartalmának beillesztése a táblázatba.

**Közös érték megadása** Ha egy oszlopon belül jelöltünk ki cellákat (vagy akár az egész oszlopot), megadhatunk közös értéket valamennyi kijelölt cella számára. Például a csomópontok táblázatában valamennyi csomópont Z koordinátájának ugyanazt az értéket adva a modellt tökéletesen egy síkba hozhatjuk.

**Ugrás [F5]** A táblázat adott sorára ugrik.

Formátum



**Oszlopok formátuma** A táblázat oszlopainak megjelenítése szabályozható. A dialógus ablakban megjelenő baloldali listában az aktivizálható oszlopok fejléce jelenik meg, a következő oszlopban lehet a megjelenítést ki/be kapcsolni.



**[Ctrl]+[Alt]+[F]**

Az oszlop adatainak formátuma a kiválasztott mértékegység beállításától függ. Lásd...2.3.6. Mértékegységek

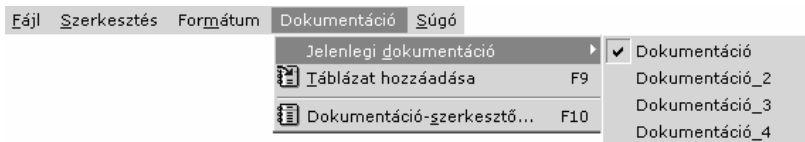
Valós számok megadásakor csak a Windowsban beállított tizedes elválasztójelet használhatjuk, mely a *Start / Settings / Control Panel / Regional Settings / Number / Decimal symbol* (vagy *Start / Beállítások / Vezérlőpult / Területi beállítások / Szám / Tizedesjel*) mezőben módosítható.

Az oszlopok szélességét a fejlécsor cellahatárainak mozgatásával módosíthatjuk.

**Formátum alapérték [Ctrl]+[D]** A táblázat adatait az alapértelmezés szerinti oszlopformátumnak megfelelően jeleníti meg (az oszlopszélességeket is alapértékre állítja).

**Mértékegységek...** Lásd...2.3.6. Mértékegységek

Dokumentáció



**Jelenlegi dokumentáció** Kiválasztható, hogy a táblázatok melyik dokumentációba kerüljenek be. Lásd még... 1.8. Dokumentáció-szerkesztő

**Táblázat hozzáadása** Az éppen megjelenített táblázat hozzáadása az aktuális dokumentációhoz. Ha a baloldali fában olyan elemet jelölünk ki, amely alá több táblázat tartozik (például a MODELL, vagy a Terhek), akkor ezzel a funkcióval valamennyi, a kijelölt elem alá tartozó táblázat bekerül a dokumentációba. Eredménytáblázatok esetén ha az éppen megjelenített táblázat csak kivonatot tartalmaz, a dokumentációhoz hozzáadott valamennyi eredménytábla is csak kivonatot fog tartalmazni. Lásd még... 1.8. Dokumentáció-szerkesztő

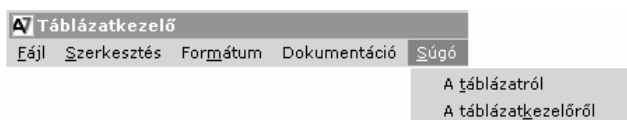


**[F9]**

**Dokumentáció-szerkesztő...** A dokumentáció-szerkesztő indítása.

**[F10]**

Súgó



**A táblázatról** Információt ad a táblázatokról

**A táblázatkezelőről** Információt ad a táblázatok működéséről.

**Teljes méret** A táblázat méretét az oszlopok számától függően, maximális méretűre



állítja.

Mozgás, kijelölés  
a táblázatban

**[Tab]** Táblázat aktív (módosítható) mezőjének mozgatása vagy a táblázat sorainak görgetése.  
**[↑], [↓], [←], [→],**  
**⌘** bal gomb **[Shift]**

lenyomása mellett az irány-nyilak az aktív mező mozgatása helyett cellákat jelölnek ki. A táblázat cellái a bal egérgomb lenyomása után az egér elhúzásával is kijelölhetőek. Egy oszlop legfelső, fix cellájára kattintva kijelölhetjük az egész oszlopot. Egy sor legelső, fix cellájára kattintva kijelölhetjük az egész sort. A bal felső sarokban lévő cellára kattintva az egész táblázatot kijelölhetjük. A kijelölt cellák táblázatként a vágólapra másolhatók. Ha a kijelölés egyetlen oszlopon belül marad, a kijelölt celláknak közös érték adható. Lásd a következőkben részletesen: Közös érték megadása.

**[Home]** A táblázati sor első cellájába áll.

**[End]** A táblázati utolsó cellájába áll.

**[Ctrl]+[Home]** A táblázat első cellájába áll.

**[Ctrl]+[End]** A táblázat utolsó cellájába áll.

**[Page Up]** Lapozás a táblázatban felfelé. Az **⌘**-rel a függőleges görgetősáv felső részére kattintva ugyanez a funkció érhető el.

**[Page]+[Down]** Lapozás a táblázatban lefelé. Az **⌘**-rel a függőleges görgetősáv alsó részére kattintva ugyanez a funkció érhető el.

**[Ctrl]+[→]** Lapozás a táblázatban jobbra vagy ugrás a következő mezőre. Csak olyan táblázatoknál használható, ahol több oszlop van, mint amennyi egyidejűleg megjeleníthető. Az **⌘**-rel, a vízszintes görgetősáv jobb oldalára kattintva, ugyanez a funkció aktivizálható.

**[Ctrl]+[←]** Lapozás a táblázatban balra vagy ugrás az előző mezőre. Csak olyan táblázatoknál használható, ahol több oszlop van, mint amennyi egyidejűleg megjeleníthető a képernyőn. Az **⌘**-rel, a vízszintes görgetősáv bal oldalára kattintva, ugyanez a funkció aktivizálható.

**[Enter]** Az aktív (módosítható) adatmező adatbevitelének befejezése. Az új aktív mező automatikusan a oszlop következő mezője, sor végén a következő sor első oszlopának mezője.  
Az **⌘** bal gomb kattintással bármely mező aktívvá tehető.

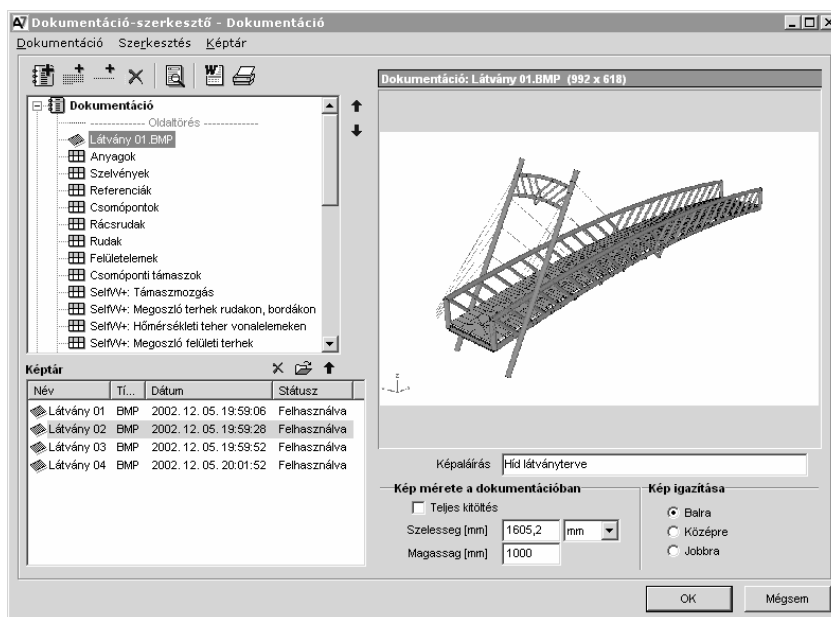
**[Esc]** Adatmódosítás megszakítása az aktív mezőben. Hatására az adatmezőben az átírás előtti adat jelenik meg.  
Ugyanez a hatása az **⌘** jobb gomb/**Mégsem** utasításnak.

Ok Táblázat lezárása.

Mégsem Kilépés a táblázatból mentés nélkül.

☞ *Eredménytáblázatok esetén – ha az Eredmények megjelenítése ablakban a Kivonat funkciót bekapcsoltuk – a táblázatok végén az adatok minimum/maximum értékei is megjelennek. Ha csak a Kivonat funkció van bekapcsolva, a táblázat csak a szélsőértékeket fogja tartalmazni.*

## 1.8. Dokumentáció-szerkesztő



A dokumentáció-szerkesztő segítségével a program által létrehozott táblázatok, rajzok és általunk megadott szövegek (összefoglaló néven: dokumentációs elemek) felhasználásával teljes dokumentációt készíthetünk, mely a modellfájlban (.axs) tárolódik. A dokumentáció ki-nyomtatható illetve RTF-formátumban lementhető. Az RTF-fájlokot tovább módosíthatjuk például a Word szövegszerkesztőben.

A dokumentációba a táblázatkezelőből beillesztett táblázatok tartalma naprakész, azaz automatikusan frissül, ha bármilyen változtatást végzünk a modellen (töröljük vagy módosítjuk egyes részeit).

A dokumentáció-szerkesztőben egyidejűleg több dokumentáció is létrehozható. A dokumentációk tartalmát a szerkesztőablak baloldalián található fa-struktúra jeleníti meg. Az éppen kijelölt dokumentációs elemmel kapcsolatos információk az ablak jobb oldalán láthatóak.

**Táblázatok** esetén a jobb oldalon a megjegyzés szövege, az oszlopok megnevezései és más, a táblázatban felsorolt elemekkel kapcsolatos információk jelennek meg. Beállíthatjuk, hogy a táblázatnak mely oszlopai jelenjenek meg illetve bekerüljön-e a dokumentációba a táblázat címe és a megjegyzés.

**Szövegek** esetén a fa struktúrában a szöveg kezdősorai, jobb oldalon maga a szöveg jelenik meg egy nem szerkeszthető ablakban. A szövegen a Szerkesztés... gombra kattintva változtathatunk.

**Képek** esetén a kép alatt megadhatjuk, milyen képaláírást szeretnénk, illetve, hogy a kép a dokumentációba milyen méretben és milyen igazítással kerüljön be.

A szerkesztőablak bal alsó részén található **Képtár** gyűjti össze a programból a bitmap (.BMP, .JPG) vagy Windows Metafile (.WMF, .EMF) formátumban lementett ábrákat. A képtár tartalma fizikailag a merevlemezen egy, a modellfájl (.AXS) könyvtára alatt automatikusan létrehozott *Images\_modellnév* nevű alkönyvtárban helyezkedik el. A képtár-ból ábrákat illeszthetünk be bármelyik dokumentációba.



A program különböző részein az *Ábra mentése képtárba* funkcióval tárolhatja az aktuális ábrát illetve a méretezési eredménytáblázatokat.

Lásd még... 1.8.7. Ábrák és méretezési eredménytáblázatok rögzítése.

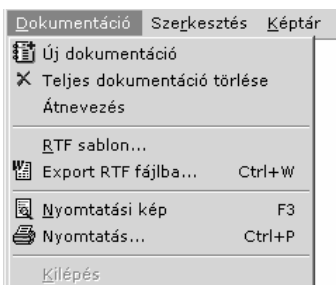
A dokumentáció kijelölt elemét (szöveget, képet, táblázatot, oldal-törést) a listában egy-egy sorral feljebb illetve lejjebb mozgathatjuk, il-

letve egérrel máshová húzhatjuk. A menü illetve a jobbgombos menü használatával egy elemet egy másik dokumentáció végére mozgathatunk illetve másolhatunk.

A képtárból egy vagy több kijelölt képet a *Képtár/Képek beillesztése a dokumentációba* menüpont, a felfelé mutató nyíl vagy egérrel történő áthúzás segítségével illeszthetünk be a dokumentációba.

A dokumentáció-szerkesztő a létrejött dokumentációhoz automatikusan tartalomjegyzéket generál, amit a dokumentáció elejére illeszt. A tartalomjegyzékben a táblázatok a címükkel szerepelnek. Szövegelemek csak akkor kerülnek a tartalomjegyzékbe, ha a szövegszerkesztőben valamelyik címsorstílussal formáztuk őket. Képek csak akkor kerülnek be a tartalomjegyzékbe, ha van hozzájuk képaláírás.

### 1.8.1. Dokumentáció



Új dokumentáció



Ezzel a funkcióval új dokumentációt hozhatunk létre tetszőleges, de legfeljebb 32 karakter hosszúságú névvel.

Teljes dokumentáció törlése

[Delete]

[Ctrl]+[Delete]



Ezzel a funkcióval azt a dokumentációt töröljük, amelyikben a fa-struktúrán a kijelölt elem található. A dokumentációban felhasznált képek a képtárban megmaradnak.

Átnevezés

Egy már létező dokumentáció nevét módosíthatjuk.

Rtf sablon

A program a dokumentációt egy sablon (alapértelmezésben a program könyvtárában található *NormalSablon.rtf* fájl) felhasználásával menti RTF fájlba. Ebben a menüpontban kiválaszthatjuk, hogy a dokumentáció-szerkesztő melyik sablonfájllal dolgozzon. A sablonfájl módosításával elérhetjük, hogy a dokumentáció tartalma az általunk kialakított fedőlappal és fejléccel jelenjen meg. A sablonfájl módosítása előtt mindenképpen olvassuk el a sablonfájlban található tájékoztató szöveget!



Export RTF fájlba.



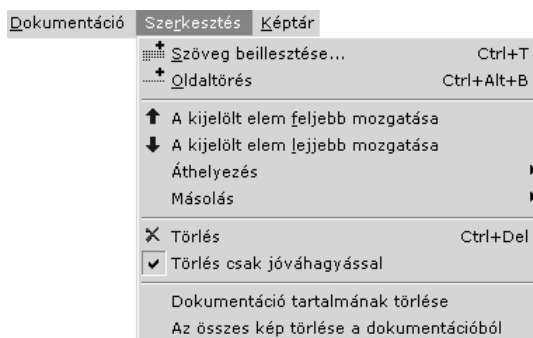
A dokumentációt a beállított sablonfájl felhasználásával létrehozott *név.rtf* fájlba exportálja. Ha a mentés nem a modell könyvtárba történt, a program valamennyi, az adott dokumentációban felhasznált képet bemásolja az RTF fájl könyvtára alá egy *Images\_modellnév* könyvtárba. A képek ugyanis fizikailag nem kerülnek be a dokumentumba, csak a rájuk való hivatkozás. A dokumentáció más gépen történő kinyomtatásához nem elegendő csupán az RTF fájl, szükség van a felhasznált képekre is, melyeknek az RTF fájl könyvtára alatt egy *Images\_modellnév* könyvtárban kell elhelyezkedniük.

A fájlba a dokumentációba illesztett szövegek karakter-és bekezdésformázásai a karakterszín kivételével változtatás nélkül átkerülnek.





A táblázatok RTF-táblázatként exportálódnak, tehát például a Word szövegszerkesztőben a szokásos módon kezelhetők.

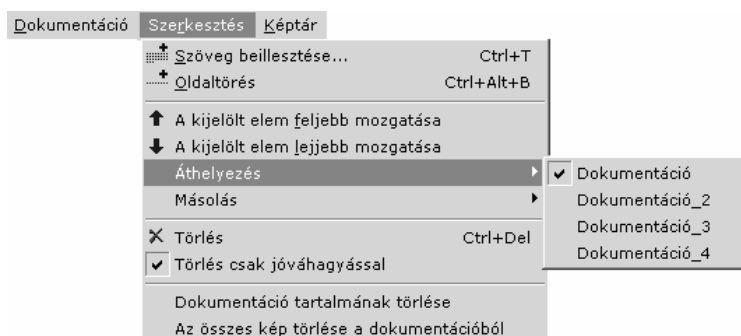
- Nyomatási kép** A nyomtatási kép megtekintése.  
**[F3]**  A dokumentáció oldalait kinyomtatás előtt megtekinthetjük. Az átméretezhető nyomtatási kép-ablakban 10%-500% között állíthatjuk a nagyítást, az oldalak között a vezérlő gombokkal, illetve billentyűzettel lépkedhetünk (**[Home]** = első oldal, **[PgUp]** = előző oldal, **[PgDown]** = következő oldal, **[End]** = utolsó oldal).
- Nyomatás..** Nyomatási paraméterek beállítása, nyomtatás indítása.  
**[Ctrl]+[P]**  A nyomtatási paraméterek megegyeznek a táblázatnyomtatás esetén beállítható paraméterekkel.
- Kilépés** Kilépés a dokumentáció szerkesztőből.

## 1.8.2. Szerkesztés



A Szerkesztés menü funkcióinak egy részét a dokumentáció valamelyik elemére jobb gombbal kattintva az előugró menüből is elérhetjük.

- Szöveg beillesztése** Szövegszerkesztő indítása. A szövegszerkesztőben elkészített formázott szöveg az aktuális elem után kerül be a fába.  
**[Ctrl]+[T]** 
- Oldaltörés** Oldaltörést helyez el a kijelölt dokumentációs elem után.  
  
**[Ctrl]+[Alt]+[B]**
- Kijelölt elem feljebb mozgatása** A dokumentációban eggyel feljebb mozgatja a kijelölt elemet.  

- Kijelölt elem lejjebb mozgatása** A dokumentációban eggyel lejjebb mozgatja a kijelölt elemet.  

- Áthelyezés** A kijelölt dokumentációs elemet a lenyíló menüből választott másik dokumentáció végére helyezi át.



- Másolás** A kijelölt dokumentációs elem egy másolatát a lenyíló menüből választott másik dokumentáció végére helyezi.

Törlés



[Delete]

[Ctrl]+[Delete]

A kijelölt dokumentációs elem (szöveg, kép, táblázat, oldaltörés) törlése. Ha a kijelölés egy dokumentáción áll, a funkció a teljes dokumentáció törlését ajánlja fel.

Törlés csak jóváhagyással

Bekapcsolása esetén meg kell erősíteni a törlési szándékot.

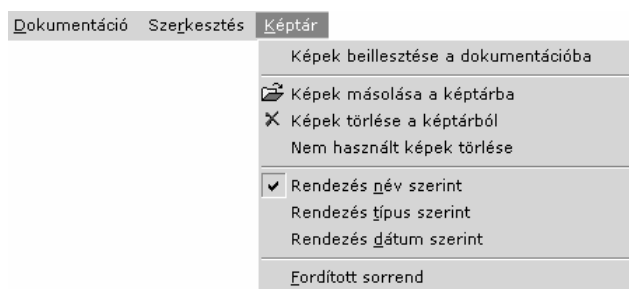
Dokumentáció tartalmának törlése

Törli az összes elemet a dokumentációból. A funkció magát a dokumentációt nem törli, ahhoz később elemeket adhatunk.

Összes kép törlése a dokumentációból

Az összes képet törli a dokumentációból. A képek a képtárból nem törődnek, onnan újra beilleszthetők.

### 1.8.3. Képtár



Képek beillesztése a dokumentációba

A képtárban kijelölt képet vagy képeket beilleszti a dokumentációba.

Képek másolása a képtárba

Bitmap (.BMP, .JPG) és Windows Metafile (.WMF, .EMF) formátumú képeket másolhatunk az *Images\_modellnév* könyvtárba.



Képek törlése a képtárból

A képtárban kijelölt képet vagy képeket törli a képtárból. A képfájlok véglegesen törődnek.



Nem használt képek törlése

Ezzel a funkcióval egy lépésben törölhetjük a képtárból azokat a képeket, amelyek egyik dokumentációban sem szerepelnek.

Rendezés név szerint

A képtár név szerint rendezi sorba a képeket.

Rendezés típus szerint

A képtár típus (.BMP, .EMF, .JPG, .WMF,) szerint rendezi sorba a képeket úgy, hogy az egyforma típusú képeket név szerint rendezi.

Rendezés dátum szerint

A képtár dátum szerint rendezi sorba a képeket. Ha a legújabb képeket szeretnénk a lista elején látni, kapcsoljuk be a *Fordított sorrendet*.







Fordított sorrend

A rendezés a *Fordított sorrend* kapcsoló bekapcsolásakor csökkenő, kikapcsolásakor növekvő sorrend szerint történik.

### 1.8.4. A dokumentációs eszköztár






Új dokumentáció létrehozása

	Formázott szöveg beillesztése a jelenlegi listaelem után
<b>[Ctrl]+[T]</b>	
	Oldaltörés beillesztése a listaelem után
<b>[Ctrl]+[Alt]+[B]</b>	
	Törli a kijelölt dokumentációs elemet vagy dokumentációt
<b>[Delete], [Ctrl]+[Delete]</b>	
	Az aktuális dokumentáció nyomtatási képének megjelenítése
<b>[Ctrl]+[R]</b>	
	Az aktuális dokumentáció mentése RTF fájlba
<b>[Ctrl]+[W]</b>	
	Nyomtatás
<b>[Ctrl]+[P]</b>	

---

### 1.8.5. A képtár gyors gombjai

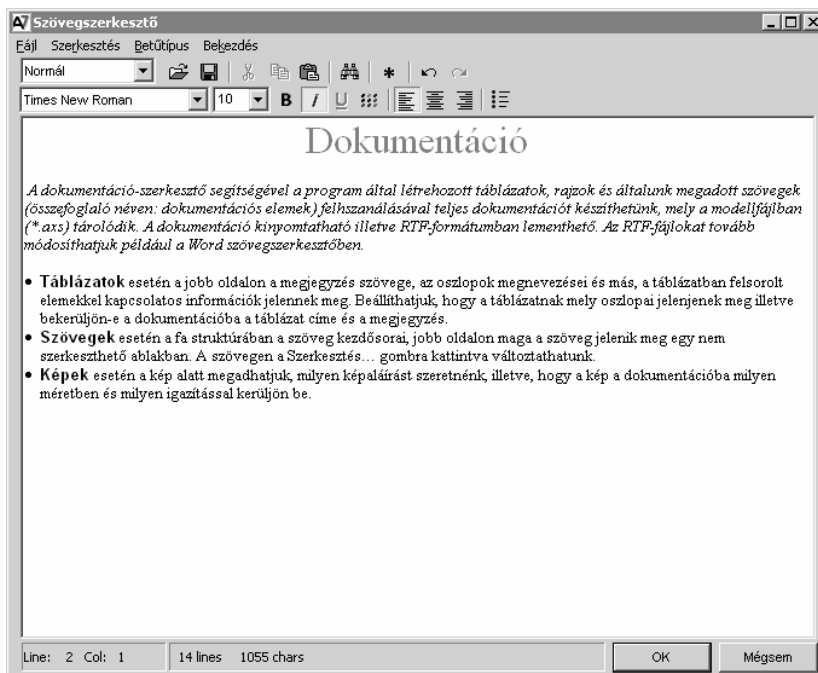
A képtár listája fölött található három gombbal gyorsan elérhetünk bizonyos funkciókat.

	Kijelölt képek törlése a képtárból
	Képek másolása a képtárba más könyvtárakból.
	Képek beillesztése a dokumentációba

---

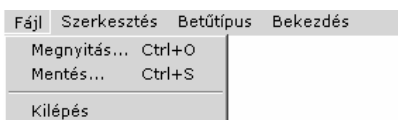
### 1.8.6. Szövegszerkesztő

Ha a dokumentáció-szerkesztőben szöveg beillesztését kérjük, megnyílik egy beépített egyszerű szövegszerkesztő, mellyel formázott szöveget állíthatunk elő.



A Szövegszerkesztő funkciói hasonlóak a Windows beépített WordPad szövegszerkesztőjéhez.

## Fájl



### Megnyitás [Ctrl]+[O]

Ez a funkció elsősorban az ebben a szövegszerkesztőben írt és onnan lementett szövegek visszatöltésére szolgál. Ha olyan, más szövegszerkesztővel készített RTF fájlt nyitunk meg, ami ebben az egyszerű szövegszerkesztőben nem kezelhető elemeket (pl. táblázatokat, szegélyeket, Unicode-os karaktereket stb.) tartalmaz, előfordulhat, hogy hibás szöveg, vagy vezérlőkódok jelennek meg.

### Mentés [Ctrl]+[S]

RTF formátumban lementi a szövegszerkesztőbe írt szöveget.

### Kilépés

A szövegszerkesztő bezárása.

## Szerkesztés



### Vissza [Alt]+[BkSp]

A legutolsó szerkesztési művelet visszavonását eredményezi.

### Újra [Shift]+[Alt]+ [BkSp]

Az utoljára visszavont szerkesztési művelet újbóli végrehajtását eredményezi.

### Kivágás [Ctrl]+[X]

A kijelölt szövegrészt vágólapra helyezi és a szövegből eltávolítja.

### Másolás [Ctrl]+[C]

A kijelölt szövegrészt vágólapra helyezi.

### Beillesztés [Ctrl]+[V]

A vágólapon található szöveget beilleszti a kurzor aktuális pozíciójánál.

**Keresés [Ctrl]+[F]** Kifejezés keresését teszi lehetővé a dokumentumban. Beállítható, hogy a keresés a szöveg elejétől vagy az aktuális kurzorpozíciótól kezdődjön, hogy csak teljes szavakat keressen a program illetve hogy keresés során megkülönböztesse-e a kis- és nagybetűket.

**Továbbkeresés [F3]** Ha a program a szövegben megtalálta a keresett kifejezést, ezzel a funkcióval a keresett szöveg további előfordulásait is megtalálhatjuk.

**Mindent kijelöl [Ctrl]+[A]** A teljes szerkesztett szöveget kijelöli.

Betűtípus

Fájl	Szerkesztés	Betűtípus	Bekezdés
		Félkövér	Ctrl+B
		Dőlt	Ctrl+I
		Aláhúzott	Ctrl+U
		Szín...	Ctrl+Alt+C

**Félkövér [Ctrl]+[B]** A kijelölt szöveget félkövérré teszi.

**Dőlt [Ctrl]+[I]** A kijelölt szöveget dőltté teszi.

**Aláhúzott [Ctrl]+[U]** A kijelölt szöveget aláhúzottá teszi.

**Szín [Ctrl]+[Alt ]+[C]** A kijelölt szöveget színét állítja be.

Bekezdés

Fájl	Szerkesztés	Betűtípus	Bekezdés
		Balra zárás	Ctrl+L
		Középre zárás	Ctrl+E
		Jobbra zárás	Ctrl+R
		Felsorolásjel	Ctrl+Alt+U

**Balra zárás [Ctrl]+[L]** A kijelölt bekezdéseket balra zárja.

**Középre zárás [Ctrl]+[E]** A kijelölt bekezdéseket középre zárja.

**Jobbra zárás [Ctrl]+[R]** A kijelölt bekezdéseket jobbra zárja.

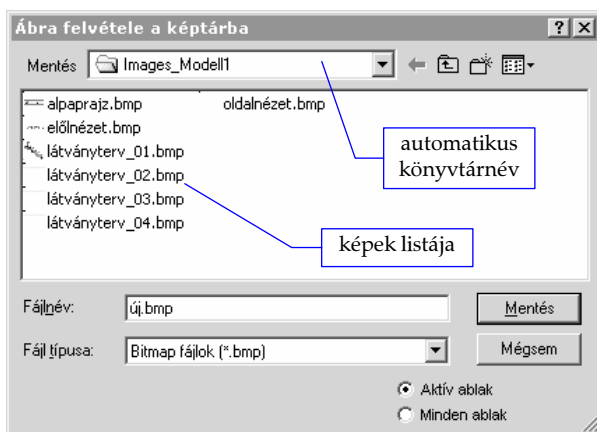
**Felsorolásjel [Ctrl]+[Alt]+[U]** A kijelölt bekezdések elejére felsorolásjelző szimbólumot helyez.

### 1.8.7. Ábrák és méretezési eredménytáblázatok rögzítése



**Ábra felvétele a képtárba [F9]**

Ábrák mentése a programban több helyen lehetséges: a főablakban, a rúd elmozdulás és igénybevételi diagramok, az acél méretezés eredményeit megjelenítő diagramok, a nemlineáris eredmények diagramjának ablakában, a vasbetonoszlop-ellenőrzés, a gerenda vasalás és a csavarozott kapcsolat méretező ablakban. A képtárba mentéskor megadhatjuk a képfájl nevét. A főablak osztott megjelenítése esetén mód van az összes ablak vagy csak az aktuális ablak mentésére.



Milyen formátumban mentjük le a képet?

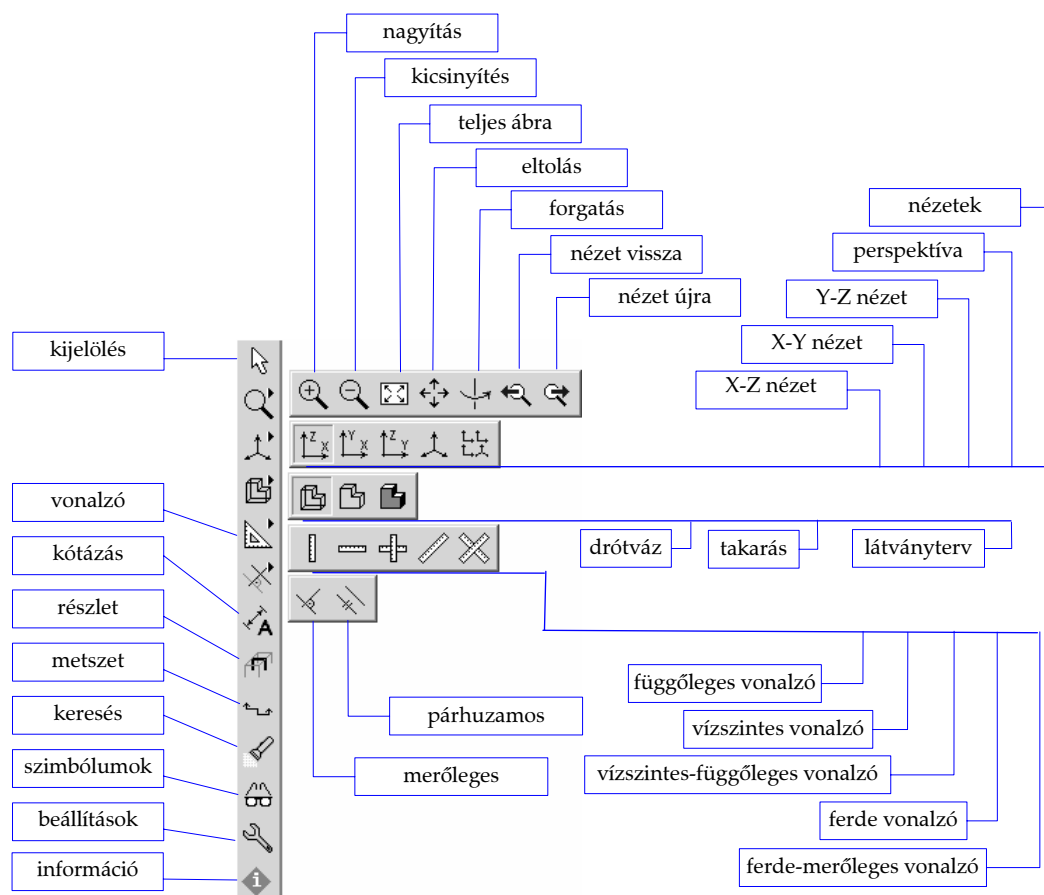
A bitmap formátumok (.BMP, .JPG) a rajz képpontjait tárolják, ezért nyomtatáskor kisebb felbontást nyújtanak, mint a Windows meta-fájlok. A két formátum közül a tömörített JPG kis minőségromlás árán mintegy harmincszor kisebb helyet foglal.

A Windows meta-fájlok (.WMF, .EMF) a Windows rajzutasítások sorozatát tárolják, ezért minőségromlás nélkül skálázhatók és nyomtathatók. Látványterv vagy takartvonalas ábrázolási mód esetén azonban az OpenGL rajzok a meta-fájlból csak bitmapként tárolódnak. Nagyfelbontású látványterv- vagy takartvonalas ábra készítése az ablakok tartalmának közvetlen nyomtatásával lehetséges.

A lementett képek a program által a modellfájl könyvtára alatt létrehozott /Images\_modellnév könyvtárba kerülnek. Az így lementett képek a dokumentációs-szerkesztő segítségével a dokumentációba beilleszthetőek. Mivel a dokumentáció RTF fájlba mentésekor a bitmapként létrehozott képek csak csatolva kerülnek a fájlba (nem lesznek beszerkesztve), ezért a képtár tartalmát az RTF fájlhoz mellékelni kell. A csatolásakor az eredeti modellkönyvtár név (Images\_modellnév) kerül bejegyzésre, ezért ezt módosítani nem szabad.

A vasbeton oszlop, gerenda, illetve az acél méretezési modulokban olyan eredménytáblázatokat is létrehozhatunk, amelyek nem kerülnek be a táblázatszerkesztőbe. Ezeket is beilleszthetjük azonban a dokumentációba. Nyomjuk meg a táblázat fölötti eszköztáron az ábrák rögzítésekor is használt ikont. Ekkor a táblázat tartalmát a program elemi az /Images\_modellnév könyvtárba, a dokumentáció-szerkesztőben pedig a táblázat jellegétől függően automatikusan létrehoz egy Vasbetonoszlop táblázatokat, Vasbetongerenda táblázatokat vagy Acél méretezési táblázatokat nevű dokumentációt és abba beilleszti a táblázatot. Ezekből a dokumentációkból aztán könnyen áthelyezhetjük őket a saját dokumentációnkba.

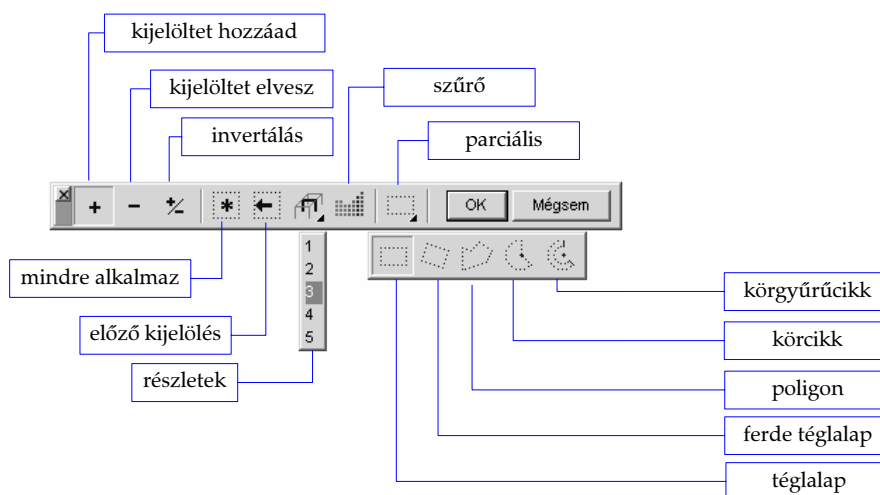
## 1.9. Ikontábla



### 1.9.1. Kijelölés



Aktivizálja a kijelölő palettát.



A kijelölő paletta minden olyan esetben megjelenik, amikor egy funkció egyszerre több elemre is vonatkozhat. A kijelölő paletta segítségével jelölhetők ki azok az elemek, amelyekre a funkciót végre akarjuk hajtani. (Ebben a pontban egyaránt elemnek nevezzük a csomópontokat, hálózati vonalakat és a végelemeket). A kijelölést a program akkor tekinti befejezettnak, ha a paletta OK gombjával a menüt lezártuk. Kijelölni, kijelölést megszüntetni rákattintással vagy kijelölőkeretekkel

lehet.

Összegző mód



A kurzorral (szálkereszttel) azonosított elemet rámutatással, vagy több elemet bekeretezéssel kijelölhetünk. Rámutatás a [parancs gombok]-kal történik.

Kivonó mód



A bekeretezett vagy rákattintással azonosított elemek kijelölését megszünteti.

Inverz mód



A bekeretezett elemek kijelölési állapotát megfordítja.

Mindre alkalmaz



A kijelölési módtól függően minden elemre végrehajtja a kijelölést, a megszüntetést vagy az invertálást.

☞ *Minden kijelölő parancs csak a szűrőben beállított elemtípusokra hajtódik végre.*

Előző

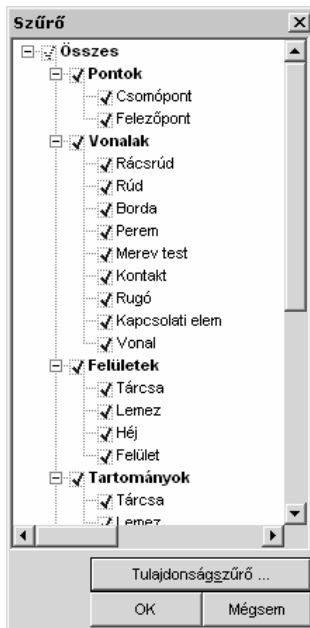


Előző parancsnál alkalmazott kijelölés újrahívása.

Szűrő



A kijelölhető elemtípusok beállítása. A tulajdonságszűrő segítségével bizonyos tulajdonságú elemek kijelölését könnyíthetjük meg. (Adott hosszúságú, szelvényű, anyagú rudak, azonos referenciával rendelkező, adott vastagságú felületek, stb.).



Parciális



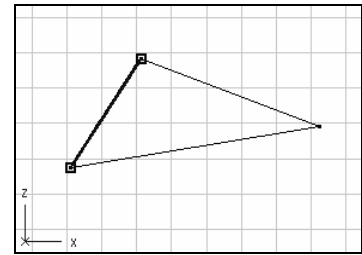
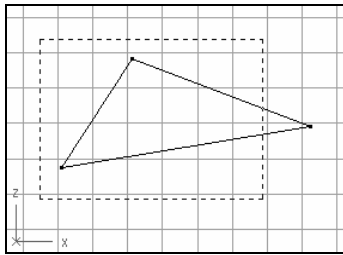
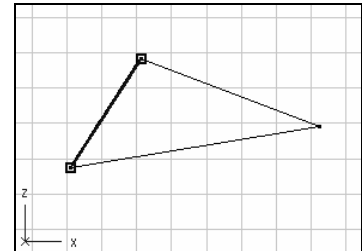
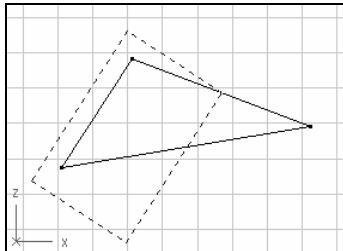
Elemek kiválasztása keret segítségével.

A kurzort (mutatónyíl/szálkereszt) a terület tetszőleges sarkába állítjuk és a [parancs gomb]-ok valamelyikét megnyomjuk. A kurzort mozgató billentyűkkel vagy az  $\text{⌘}$  segítségével a kijelölő keretet megfelelő méretűre állítjuk. Valamely [parancs gomb] megnyomására a kiválasztás megtörténik. A kijelölő kereten belül fedésben levő (egymás mögötti) elemek mind kijelölődnek.

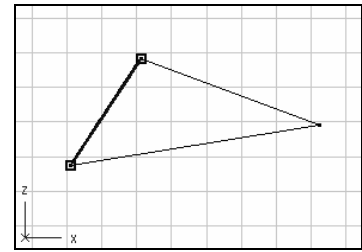
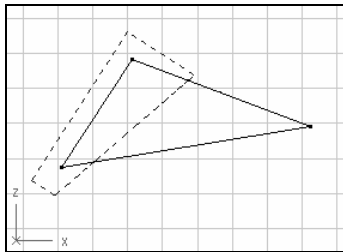
A keret típusa:

A kijelölés eredménye:

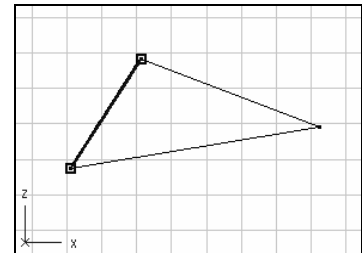
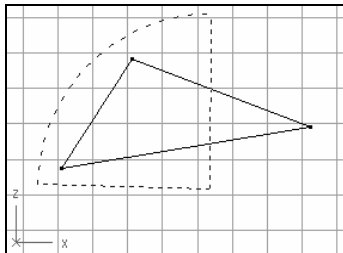
Téglalap

Elforgatott  
téglalap

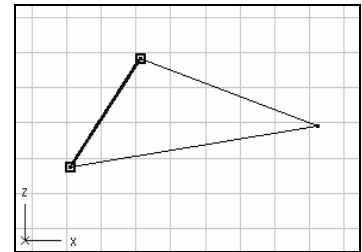
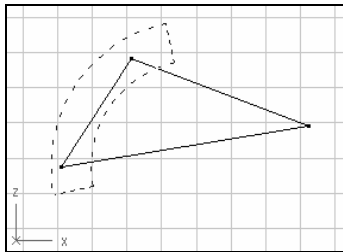
Poligon



Körcikk



Körgyűrűcikk



Azon elemek jelölődnek ki, melyek a kijelölő tartományba *teljesen* belesznek.

Ok

Kijelölés befejezése. Az adatmegadás a kijelölt elemekre fog vonatkozni.

Mégsem

Kijelölés megszakítása. Az adatmegadás közben az adatmegadást is megszakítja.



A kijelölt csomópont lila színű négyzetben, a hálózati vonal, ill. végelem lila színnel jelenik meg.

A kétszeresen kijelölt csomópontokon egy külső kék négyzet látható.

A kijelölő paletta bekapcsolása nélkül a **[Shift]** gomb nyomvatartása mellett lehet az elemeket kijelölni, és/vagy a **[Ctrl]** nyomvatartása mellett a kijelölést megszüntetni

A kétszeres kijelölés az **[Alt]** gomb nyomvatartása mellett működik.



*Kijelölés közben a szerkezet megjelenítésén változtathatunk, más nézetbe vagy perspektív nézőpontra válthatunk át.*

## 1.9.2. Nagyítás, kicsinyítés



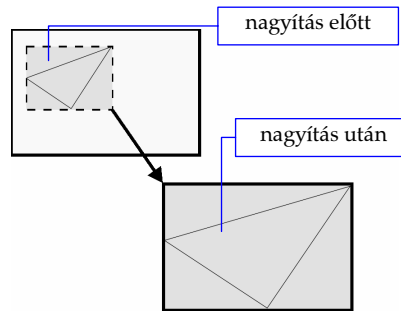
Nagyítás, kicsinyítés, teljes ábra, eltolás, nézet visszaállítás, nézet újra parancsok részletezése.

### Nagyítás



A rajz egy kijelölt részének felnagyítását teszi lehetővé.

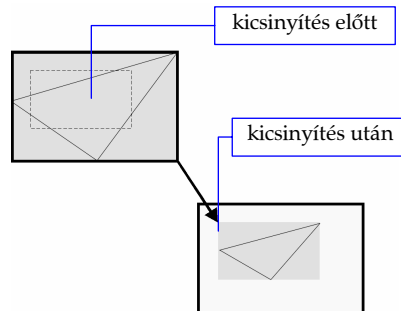
A kurzort a nagyítandó rész valamelyik sarkára kell vinni. Lenyomunk egy tetszőleges [parancs gombot], majd a megjelenő keretet az  $\text{↻}$  vagy a kurzor segítségével a megfelelő nagyságúra állítjuk. Ismét lenyomva egy [parancs gombot], a teljes képernyőn a kijelölt rész jelenik meg.



### Kicsinyítés



A képernyőn látható rajzot egy kijelölt nagyságú területre kicsinyíti. A terület kijelölése a nagyításnál bemutatott módon történik. A teljes képernyőn lévő rajz a kijelölt részben fog megjelenni.



### Teljes ábra

Olyan beállítást hoz létre, melyben a modell rajza teljes egészében látható a rajzablakban.



### Eltolás



Segítségével a teljes szerkezetet ábrázoló rajzlap, maximálisan a rajzablak méretével eltolható. A képzeletbeli rajzlap új pozíciója megadható egy irányított eltolási vektorral, mely a rajzablak bármely két pontjával definiálható. A megfelelő helyre pozicionálva és valamely [parancs gombot] lenyomva, a képernyőn a szerkezet rajza az új pozíción jelenik meg.

### Forgatás



Az egérrel a modell megfogható és a befoglaló téglatest középpontja körül forgatható.

### Nézet vissza



Visszaállítja az utolsó nézet vagy perspektív beállítás előtti állapotot (View Undo). A visszalépések száma maximum 50.

### Nézet újra



Hatástalanítja a nézet vissza parancsot (View Redo).

## 1.9.3. Nézetek, perspektíva beállítás



Előnézeti rajz (X-Z síkra vetület).  
X-Z nézetben ábrázolja a szerkezet rajzát.

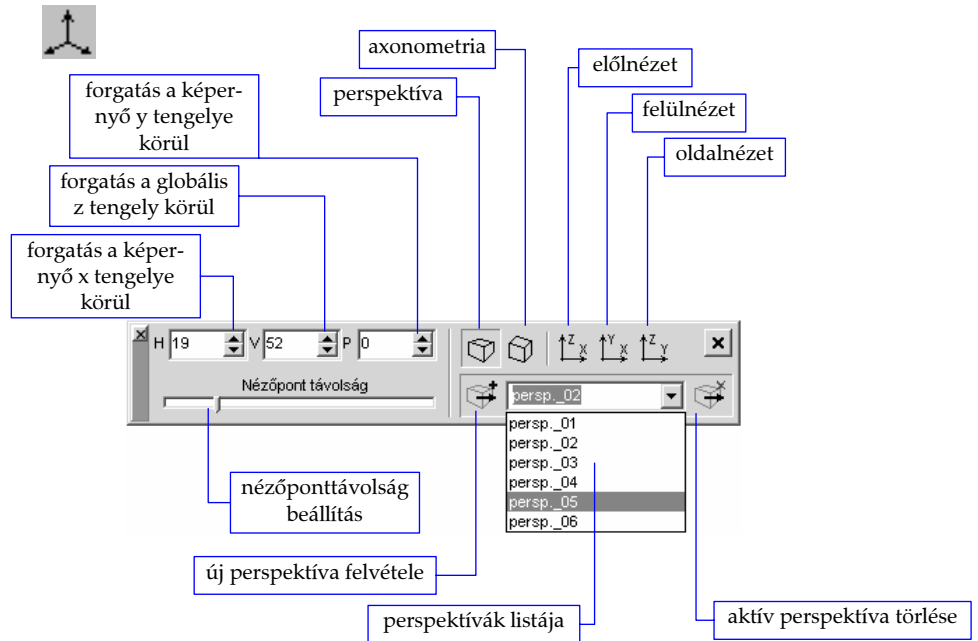


Felülnézeti rajz (X-Y síkra vetület).  
X-Y nézetben ábrázolja a szerkezet rajzát.



Oldalnézeti rajz (Y-Z síkra vetület).  
Y-Z nézetben ábrázolja a szerkezet rajzát.

## Perspektíva paletta



A palettán a perspektív leképzéssel kapcsolatos tulajdonságok állíthatók be. A megfelelő nézőpont beállítás három koordináta tengely körüli forgatással valamint a nézőpont távolság megadásával érhető el. Minden beállításhoz rendelhető egy név és a későbbiekben ennek alapján választható ki újra. A beállítás legközelebbi megváltoztatásakor a listában egy új perspektíva jelenik meg, melynek neve bármikor megadható. Valamely tulajdonság megváltozásakor az új beállítás a listába elmenthető. (pl. persp\_01)



A modell mozgatása:

1. Kattintson az eltolás ikonra.
2. Tartsa lenyomva az egér bal gombját és mozgassa az egeret a kívánt irányba. Ennek hatására a modell a megfelelő irányba elmozdul.

*Gyors modell mozgatás:*

Az ábra eltolását az egér középső gombjának lenyomásával és az egér megfelelő irányú mozgatásával is végrehajthatjuk. Ebben az esetben nem szükséges az eltolás ikont kiválasztani.

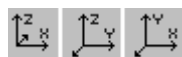


A modell forgatása:

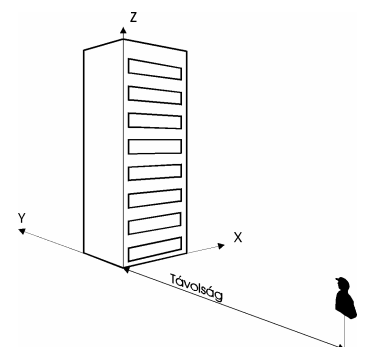
1. Kattintson a forgatás ikonra.
2. Tartsa lenyomva az egér bal gombját és mozgassa az egeret a kívánt irányba. Ennek hatására a modell a befoglaló téglalatest középpontja körül megfelelő irányba elfordul.

**Nézőpont távolság:**

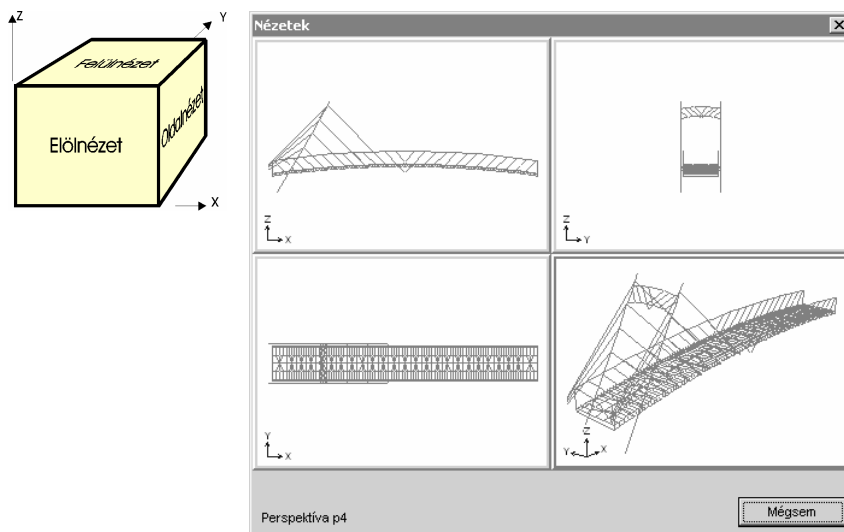
A nézőpont távolságának beállítása (ld. a jobb oldali ábrát).



A perspektív nézőpontot az adott alapnézet (X-Z, X-Y, Y-Z) szerint állítja be.



**Három nézet perspektíva** Megjeleníti a szerkezet három nézeti rajzát, valamint a perspektív képet. A kurzor (mutatónyíl/szálkereszt) a megfelelő ábrára pozícionálva valamelyik [parancs gombot] lenyomva, a kiválasztott nézetben vagy perspektívában dolgozhatunk tovább.



#### 1.9.4. Ábrázolási mód



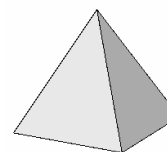
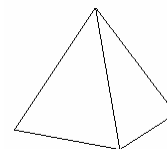
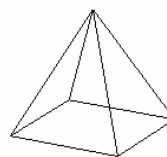
Drótváz. Modell megjelenítése drótvázos ábrázolási módban. Ebben a módban a rúdelemek tengelye és a felületek illetve tartományok kontúrvonala jelenik meg.



Takart. Megjelenítés a takart elemek figyelembevételével.



Látványterv. A rúdelemek a hozzárendelt szelvényekkel a felületelemek és tartományok tényleges vastagsággal jelennek meg. Az elemek színe az anyaguktól függ, az anyagokhoz hozzárendelt színek az anyagablázatban módosíthatók.




#### 1.9.5. Vonalzók

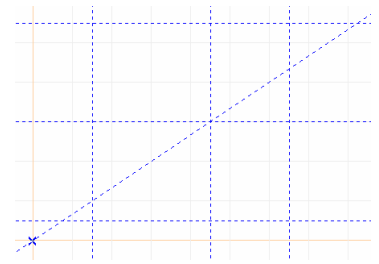







A vonalzók a geometriai szerkesztéshez használható segédvonalak.

A segédvonalak tetszőleges raszterben a koordináta rendszer fősíkokban illetve térben helyezhetők el.

Segítségükkel tetszőleges raszterrendszert alakíthatunk ki, meghatározhatók vele metszéspontok, rögzíthetők távolságok. A kurzor érzékeli a vonalzókat. Lásd még... 3.7. pont.

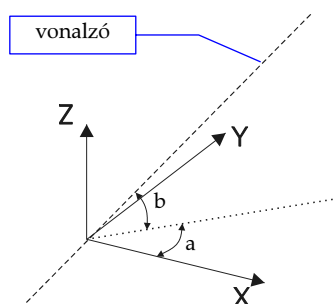
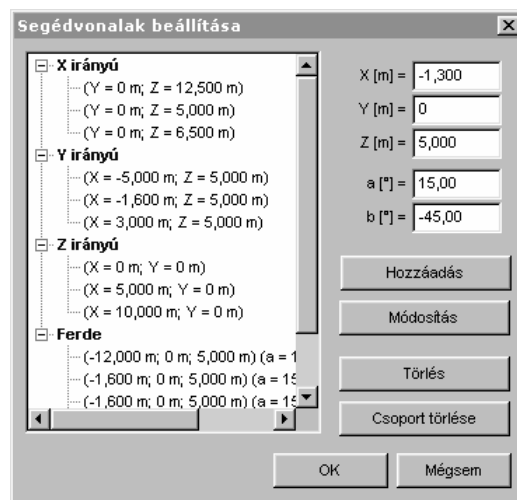
 A vonalzókat kék szaggatott vonal jelzi. A vonalzó megjelenítése ki/ be kapcsolható a Megjelenítések/Kapcsolók dialógusablakban.



-  Függőleges vonalzó elhelyezése nézetben, a kurzor aktuális pozíciójánál.
-  Vízszintes vonalzó elhelyezése nézetben, a kurzor aktuális pozíciójánál.
-  Vízszintes-függőleges vonalzó pár elhelyezése nézetben, a kurzor aktuális pozíciójánál.
-  Ferde vonalzó elhelyezése a kurzor aktuális pozíciójánál.
-  Ferde-merőleges vonalzó pár elhelyezése nézetben, a kurzor aktuális pozíciójánál.

Perspektív nézetben csak ferde vonalzó helyezhető el, de ott is valamennyi típusú vonalzó megjelenik. A vonalzókat egérrel elmozdíthatók. Vonalzókat úgy is törölhetünk, hogy az ablak határán kívülre húzzuk.

Vonalzó megadása koordinátákkal: A vonalzóra kattintva vagy a **Beállítások/Vonalzó** menüpontot választva a következő dialógusablak jelenik meg.



$a$ : a vonalzó vetületének szöge az X-Y síkban  
 $b$ : a vonalzó X-Y síkkal bezárt szöge

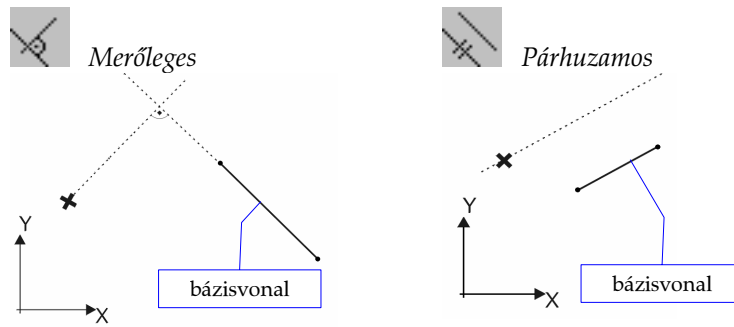
### 1.9.6. Merőleges/párhuzamos gombok



Egy megadott irányra merőlegesen vagy vele párhuzamosan rögzíthetjük a szöget. Az irányt meglévő vonallal, vagy két pontjával is kijelölhetjük.

A funkció használatának lépései: rákattintunk a merőleges vagy párhuzamos gombra.

zamos ikonra majd egy meglévő vonalra vagy az irányt kijelölő két pontra. Egy új pont letétele után a bázisvonalra merőlegesen vagy vele párhuzamosan fog mozogni a kurzor.



A merőleges/párhuzamos gombokat jól használhatjuk szerkesztési funkciókban vagy metszősík megadásá közben.

## 1.9.7. Kóták, méretvonalak, feliratok

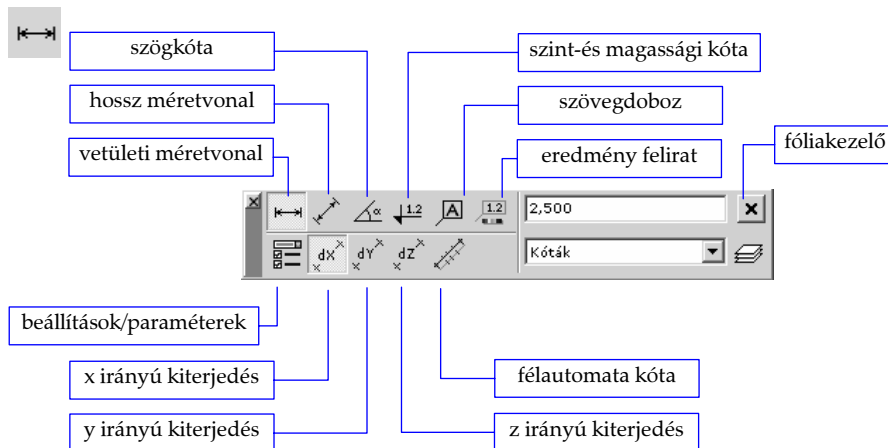


A modellben térbeli, asszociatív vetületi és hossz méretvonalakat és méretvonal-lánccokat, szög-, szint- és magassági kótákat, valamint szövegdozokat és eredményfeliratokat helyezhetünk el.

Az kóták ikonra kattintva megjelenik egy eszköztár-paletta, melynek bal felső ikonsoráról kiválaszthatjuk a megfelelő kótázó eszközt. A paletta bal alsó ikonjára kattintva a kiválasztott kótázó eszköz beállításait módosíthatjuk.

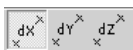
A már elhelyezett méretvonalak, kóták, feliratok pozíciója az objektumokat egérrel odébb húzva utólag bármikor módosítható. Ha a modell pontjainak felhasználásával adtuk meg őket, valamennyi objektum asszociatíván viselkedik, azaz követi a pontok térbeli helyzetének változását.

### 1.9.7.1. Vetületi méretvonalak elhelyezése



A modellben globális X, Y, Z tengely irányú asszociatív vetületi méretvonalak illetve méretvonal-lánccok helyezhető el. Egy méretvonal megadásának lépései a következők:

1. Kattintsunk előbb a méretezendő szakasz egyik majd másik végpontjára. Ha a két pont között már van vonal, a két végpont helyett kattinthatunk egyszerűen a vonalra is.
2. Húzzuk el az egeret. A megjelenő vetületi méretvonal iránya a húzás irányától függően általában automatikusan adódik. Az egyetlen kivétel, ha a méretezendő szakasz egyik globális síkkal sem párhuzamos és perspektívában szerkesztünk. Ilyenkor a pa-



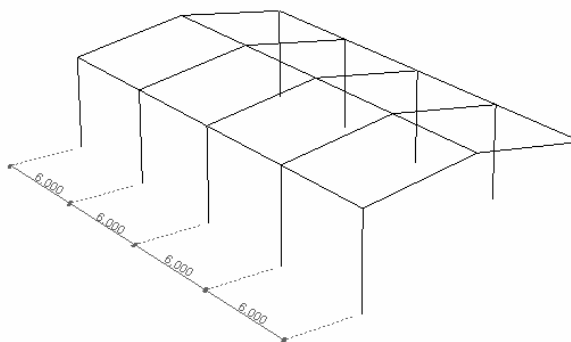
lettárolt válasszuk ki a dX, dY, dZ irányok valamelyikét.

### 3. Kattintással rögzítsük a méretvonal pozícióját.

Méretvonal-láncok létrehozásához kattintsunk sorban a lánc pontjaira vagy a méretezendő vonalakra. A 2-3. lépés ugyanaz, mint a különálló méretvonalak esetében. A méretvonal láncok, ha a Shift gomb lenyomásával bármelyik tagjukra kattintunk mindig egyszerre jelölődnek ki, és egérrel is egyszerre mozgathatók. Ha egy méretvonalat ki szeretnénk venni a láncból, jelöljük ki kijelölőkerettel és mozdítsuk odébb.



Méretvonal-láncot hoz létre a félautomata méretvonal funkció is. Ennek bekapcsolásával a méreendő szakasz két végpontja között elhelyezkedő valamennyi közbeeső szakaszt egyszerre méretezhetjük, ha azok nem egy generált végeselemháló létrehozásának következtében létrejött felosztás (esetleges hosszúságú) szakaszai.



Félautomata vetületi és hossz méretvonalak.

Ha a méretvonal a modell csomópontjaihoz kapcsolódik, mindig aszociatív, tehát a csomópontok elmozdításakor a méretvonal és az érték is azonnal követi a változásokat.



### Vetületi és hossz kóták beállításai.

**Kótavégjel** A kótavégjel beállítása, átméretezése végezhető el. Kilencféle lezárás közül lehet választani.

**Szín** Minden méretvonal színe egyedileg is megadható, vagy beállítható az aktív fólia színére. A program a kóták, méretvonalak, feliratok számára automatikusan létrehoz egy *Kóták* fóliát, de lehetőség van saját fóliák létrehozására is.

- Méreték** A méretvonalak rajzával kapcsolatos paraméterek (túlnyúlások, közök és végjel méretek) részletes beállítására itt van mód, az ábrának megfelelően.
- Méretvonal** A legördülő listákból kiválasztható a méretvonal típusa és vonalvastagsága. A *Fólia szerint* beállításnál a méretvonal vastagsága meg fog egyezni a fóliához beállított vonalvastagsággal.
- Segédvonal** A segédvonalak megjelenítése ki-bekapcsolható. A legördülő listákból kiválasztható a méretsegédvonal típusa és vonalvastagsága. A *Fólia szerint* beállításnál a méretsegédvonal vastagsága meg fog egyezni a fóliához beállított vonalvastagsággal.
- Szöveg elhelyezkedése** Itt állítható be a méretvonalra írt szöveg elhelyezkedése (mindig vízszintes, mindig függőleges, a méretvonal szögétől függően automatikusan vízszintes vagy függőleges, illetve a méretvonalhoz igazított ferde felirat). Megadható, hogy a szöveg a méretvonalon belül vagy kívül jelenjen meg.
- Alapérték visszaállítása** Az „Ez legyen az alapérték” kijelölőnégyzetet bekapcsolva az OK gomb megnyomásakor a program az ablakban beállított paramétereket mint alapértéket jegyzi meg. Az „Alapérték visszaállítása” gombra kattintva a tárolt beállítás visszatölthető. A „Összes méretvonal átállítása” kijelölőnégyzetet bekapcsolva a beállítás valamennyi, a modellben korábban megadott vetületi méretvonalra (hossz méretvonalnál a megadott hossz méretvonalakra) kiterjed, így a méretvonalak megjelenése egységessé tehető.
- Fóliakezelő** Amennyiben a kótázás indításakor a modell még egyetlen fóliát sem tartalmaz, akkor a rendszer automatikusan létrehoz egy *Kóták* nevű fóliát. A fóliák legördülő listája mellett található Fóliakezelő ikonra kattintva saját fóliákat hozhatunk létre, illetve beállíthatjuk a meglévő fóliák tulajdonságait (láthatóság, szín, vonaltípus, azonosítás, stb.)



A képernyőképen a 'Vetületi méretvonal' című beállító ablak látható. Az ablak két fülkés oldalra van felosztva: 'Beállítások' és 'Szöveg paraméterek'. A 'Szöveg paraméterek' fülkés oldalán a következő elemek láthatók:

- A 'Mért érték' és 'Mértékegység kiírása' opciók bejelölve vannak.
- Az 'Előtag' részben az 'Egyéb' opció kiválasztva van, és a 'dx=' mező értéke '0,270 m'.
- Az 'Utótag' részben egy üres legördülő lista látható.
- Az 'Mértékegységek...' gomb mellett egy további legördülő lista található.
- Az 'Alapértékek visszaállítása' gomb mellett a 'Kóták' legördülő lista látható.
- Az 'Ez legyen az alapérték' és 'Összes méretvonal átállítása' opciók nem jelölve vannak.
- Az 'OK' és 'Mégsem' gombok a bal alsó sarokban helyezkednek el.

A beállító ablak második, **Szöveg paraméterek** oldalán állíthatjuk be a méretvonalra kerülő szöveget.

- Mért érték** Ha ezt a kijelölőnégyzetet bekapcsoljuk, a méretvonalra a valódi hossz kerül, egyébként csak az előtagként és utótagként megadott szöveg. A távolság vagy hosszérték kiírasi formátumát a *Mértékegységek* beállító ablak *Kótázás* oldalán található *Méretkóta* formátum határozza meg.

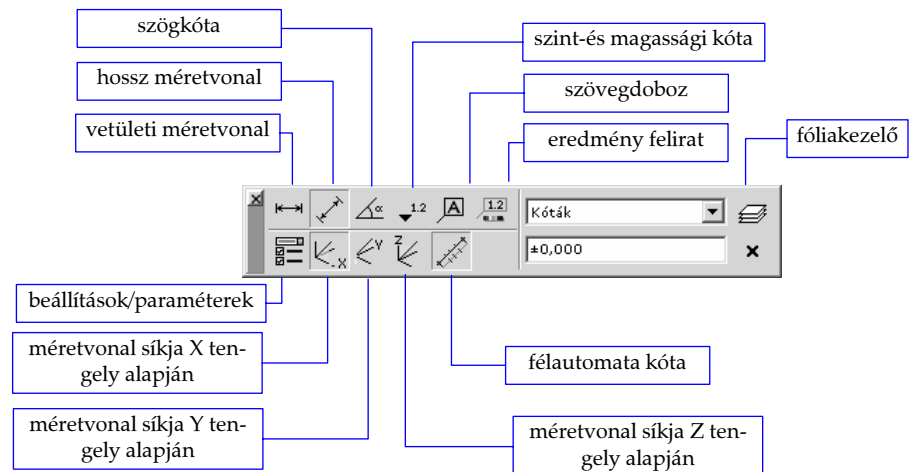
**Előtag** A kótafelirat előtagja lehet tetszőleges állandó szöveg, és lehet automatikus. Ekkor a vetületi méretvonal irányától függően a  $dX =$ ,  $dY =$ ,  $dZ =$  vagy  $DX =$ ,  $DY =$ ,  $DZ =$  előtag kerül a szöveg elejére.

**Utótag** A kótafelirat utótagja tetszőleges állandó szöveg lehet.

### 1.9.7.2. Hossz méretvonalak elhelyezése



A modellben asszociatív hossz méretvonalak illetve méretvonal-láncok helyezhető el.



Egy hossz méretvonal vagy méretvonal-lánc megadásának lépései megegyeznek a vetületi méretvonalaknál tárgyaltakkal. A hossz méretvonal síkja és pozíciója általában automatikusan adódik, kivéve ha a méretezendő szakasz egyik globális síkkal sem párhuzamos és perspektívában szerkesztünk. Ilyenkor a palettáról választhatjuk ki, melyik síkba kerüljön a méretvonal. A méretvonal síkja a méretezendő szakasz és a globális X, Y vagy Z tengely által kifeszített sík lesz.



A hossz méretvonalak esetén ugyanazokat a jellemzőket állíthatjuk, mint a vetületiek esetén. Egyetlen különbség, hogy az automatikus szöveg előtag mindig  $dL =$  vagy  $DL =$ .

Példa a méretvonalak asszociativitására:



### 1.9.7.3. Szögkóták elhelyezése

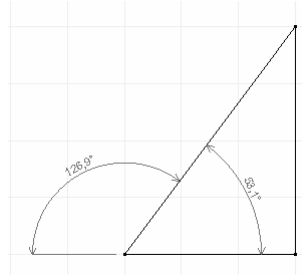


A modellben asszociatív szögkóták helyezhetőek el, melyek két szakasz szögét jelölik.

Egy szögkóta megadásának lépései a következők:

1. Kattintsunk előbb az első szakasz egyik majd másik végpontjára. Ha a két pont között már van vonal, a két végpont helyett kattinthatunk egyszerűen a vonalra is.
2. Kattintsunk a második szakasz egyik majd másik végpontjára. Ha a két pont között már van vonal, a két végpont helyett kat-

- tinthatunk egyszerűen a vonalra is.
- Húzzuk el az egeret. A szögmóta körívének sugara és helye automatikusan adódik. Az egér pozíciójától függően a két szagasz szögét, kiegészítő szögét vagy váltószögét is kótázhatjuk.
  - Kattintással rögzítsük a szögmóta pozícióját.



A szögmóták paraméterei a vetületi és hossz méretvonalak beállításával analóg módon állíthatóak.

A szögmérték kiírási formátumát a *Mértékegységek* beállító ablak *Kótázás* oldalán található *Szögmóta* formátum határozza meg.

#### 1.9.7.4. Szint és magassági kóták elhelyezése



A modellben asszociatív szint- és magassági kóták helyezhetők el. Mindkét kótatípus a *Mértékegységek* beállító ablak *Geometria* oldalán található *Távolság* mértékegység formátumát használja (ez egyébként megegyezik a koordinátaértékek megjelenítési formátumával). (Lásd... 2.3.6. Mértékegységek).

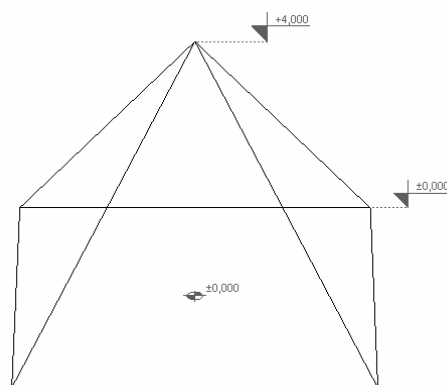


Szintkótákat felülnézetben helyezhetünk el, a kiválasztott pontra való kattintással. A program felülnézetnek ebben az esetben azt az irányt tekinti, amelyik egybeesik a gravitáció irányával. (Lásd... 2.3.7. Gravitáció).

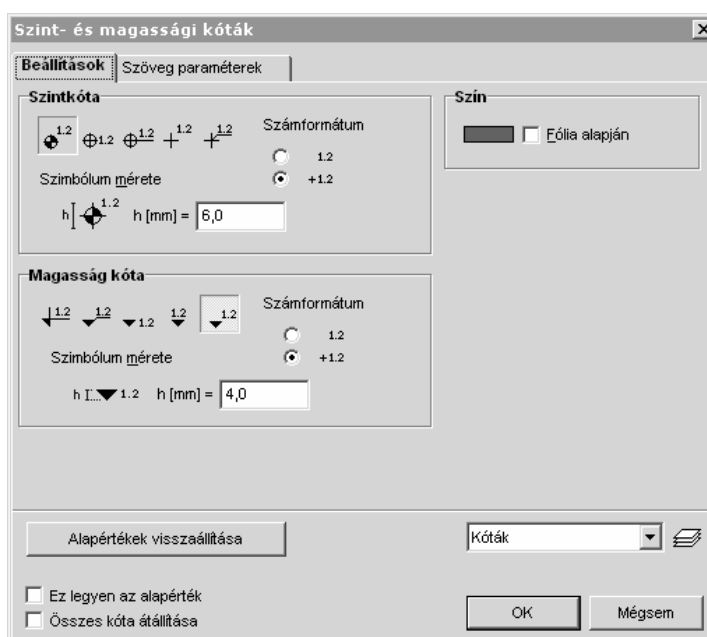


Magassági kótákat előlnézetben, oldalnézetben és perspektívában helyezhetünk el. Megadásának lépései:

1. Kattintsunk arra a pontra, amelynek magasságát kótázni szeretnénk.
2. Húzzuk el az egeret abba a pontba, ahová a magassági kótát el akarjuk helyezni és kattintással rögzítsük a kóta pozícióját.



A szint- és magassági kóták elhelyezését a palettának ugyanazzal a gombjával kezdeményezhetjük, a kóta típusa mindig beáll az aktuális nézetnek megfelelően. Mindkét kótatípus paramétereit ugyanabban a dialógusablakban állíthatjuk.



**Szintkóta** Szintkóta kiválasztása, számformátum (+ előjel kiírása) megadása és a méretbeállítás végezhető el.

**Magassági kóta** Magassági kóta kiválasztása, számformátum (+ előjel kiírása) megadása és a méretbeállítás végezhető el.

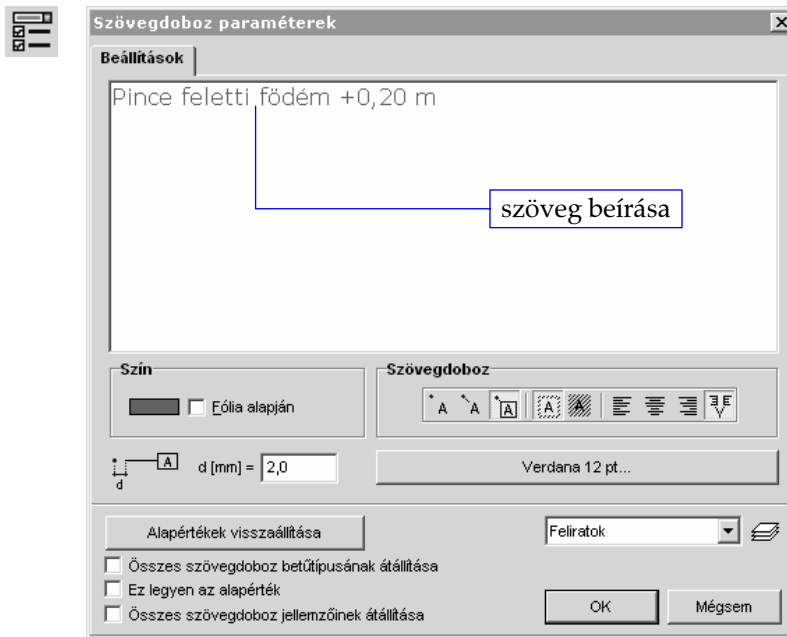
### 1.9.7.5. Szövegdobozok elhelyezése



A modellben asszociatív feliratok helyezhetők el. A feliratok lehetnek több sorosak is, a betűtípus és bekezdés tulajdonságok azonban a szövegben mindig egységesek.

Egy szövegdoboz megadásának lépései a következők:

1. Írjuk be a felirat szövegét a *Szövegdoboz paraméterek* ablakban, vagy (egy soros felirat esetén) a paletta szerkesztőmezőjében.
2. Kattintsunk arra a pontra amelyhez a szövegdobozt rendeljük.
3. Húzzuk el az egeret és kattintással rögzítsük a szövegdoboz pozícióját.

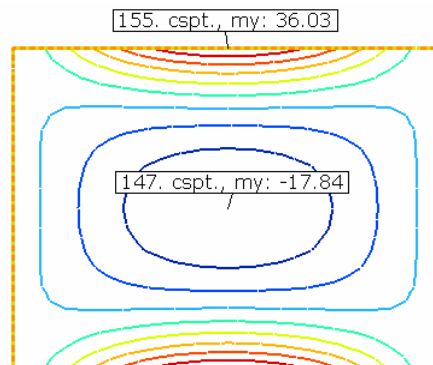


**Szín** A felirat, a keret és a segédvonal közös színe állítható be, vagy választható a szín a fólia alapján.

**Szövegdoboz** A szövegdoboz rajzát, a keret és a segédvonal megjelenítését, a szöveg átlátszóságát és igazítását állíthatjuk be a gombsorral. Megadhatjuk a segédvonal kezdőpontjának  $d$  távolságát is a viszonyítási ponttól.

**Betűtípus** Beállítható a felirat betűtípusa, stílusa, mérete.

Az alapérték módosításán kívül mód van az összes szövegdoboz jellemzőinek egységesítésére. Ettől függetlenül egységesíthetjük a szövegek betűtípusait is.



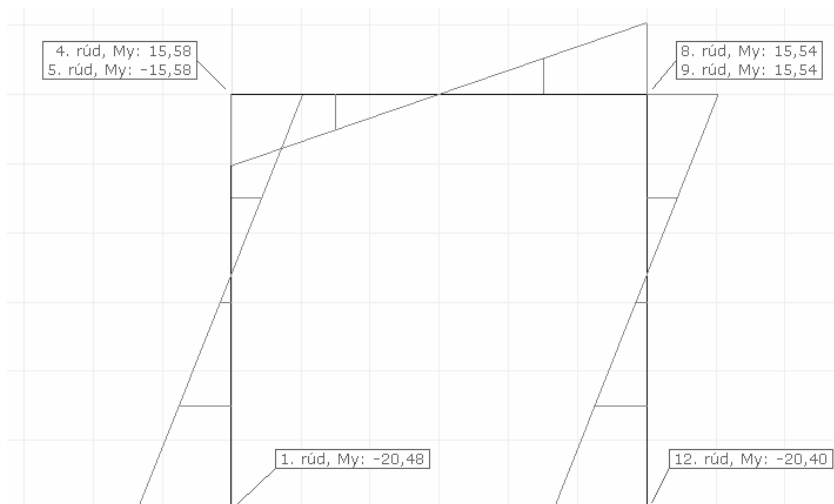
### 1.9.7.6. Eredmény feliratok elhelyezése

**Eredmény felirat elhelyezése.** Az eredmények megjelenítése közben a kurzor csomópontokon, oldalfelező pontokon, felület középpontokon, rudak és bordák közbenső pontjain érzékeli az eredményeket. Ezek az információk automatikusan bekerülnek az eredmény felirat szövegdobozába.

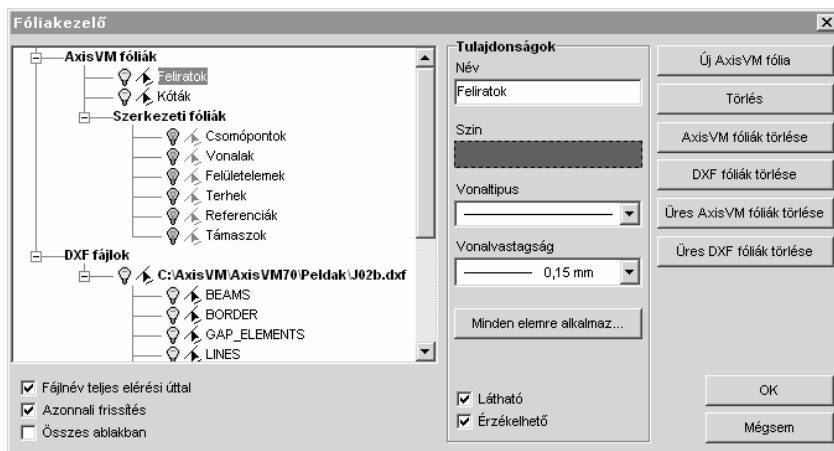


Az eredmény felirat elhelyezésének lépései megegyeznek a szövegdoboz elhelyezésének lépéseivel. A felirat mindig az aktuális eredménykomponensnek a szövegdoboz referenciapontjában számított értéke.

Az eredmény felirat szövegdobozja mindig csak akkor jelenik meg, ha az ablakban megjelenített eredménykomponens ugyanaz, mint a felirat megadásakor volt. Tehát pl.  $My$  értékeket tartalmazó felirat csak akkor látható, amikor az ablakban az  $My$  komponens értékeit jelenítjük meg.



### Fóliakezelő



A fóliakezelőben a modellbe importált DXF fájlok fóliáinak tulajdonságai mellett az általunk létrehozott fóliák jellemzőit is módosíthatjuk, újakat hozhatunk létre illetve törölhetünk. Lásd... 2.3.3. Fóliakezelő

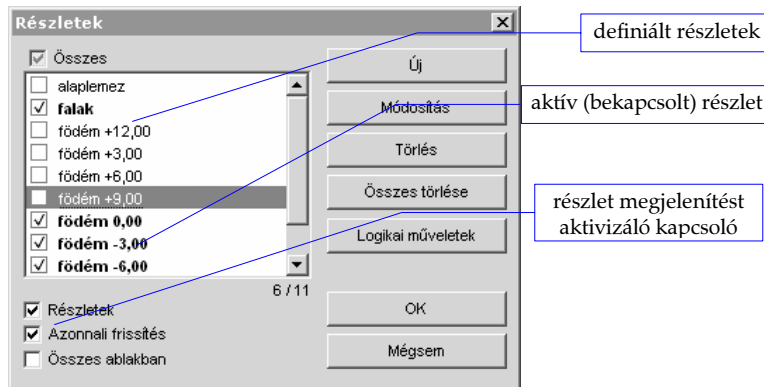
### 1.9.8. Részlet



A részlet a szerkezet egy részének önálló megjelenítését teszi lehetővé. Ezáltal lehetőség van arra, hogy a teljes szerkezet egy részét külön szerkeszthessük, vagy eredményeit külön megjelenítsük, lekérdezzük, nyomtassuk.

A dialógusablak a megjelenítendő részlet, vagy részletek kiválasztását, definiálását, módosítását, törlését biztosítja. Egyszerre több részlet is aktívvá ill. inaktívvá tehető. A megjelenítés későbbiekben az itt beállított szerkezeti részletekre fog korlátozódni.

A továbbiakban *részlet* alatt az itt bekapcsolt szerkezeti részletet, részleteket fogjuk érteni.



Már definiált részlet nevére a mutatónyíllal rákattintva az ki-/be kapcsolható. A részletek egyébként a dialógusablak megnyitása nélkül, a Részletek gyorskapcsolónál egy kattintással ki-/be kapcsolhatóak.

**Új** Egy új részlet definiálása.

Minden új részlethez rendelni kell egy nevet és a későbbiekben ez alapján választhatjuk ki. Új részlet a kijelölő paletta segítségével adható meg.

Az aktuális részlet neve az **Info** ablakban látható. Amennyiben egyszerre több részlet aktív az **Info** ablakban az '*n részlet*' felirat jelenik meg, ahol *n* a bekapcsolt részletek száma.

**Módosítás** A kiválasztott részletet módosíthatjuk.

A kijelölés kezdetén a részlethez tartozó elemek láthatók kiválasztva.

A részlet nevére jobb gombbal kattintva a gyorsmenübe jutunk. Innen nyílik lehetőség a már definiált részlet átnevezésére is.

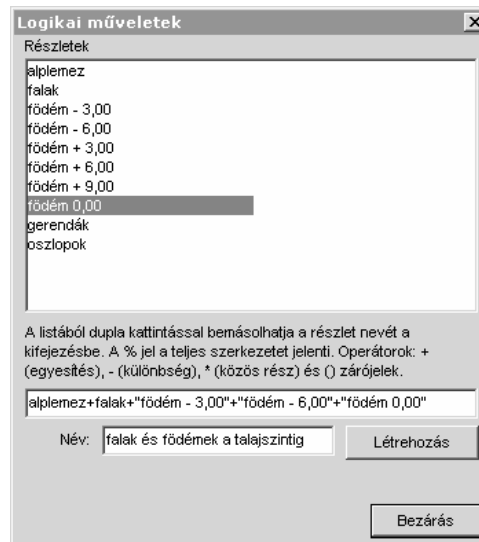
**Törlés** Egy már definiált részletet törölhetünk. A törlés alkalmával a szerkezet felépítő elemek nem törődnek.

**Összes törlés** Az összes definiált részletet törlése. A törlés alkalmával a szerkezet felépítő elemek nem törődnek.

**Logikai műveletek**

A modell részletei között tetszőlegesen összetett műveleteket végezhetünk. Ehhez meg kell adnunk azt a logikai kifejezést, mely a létrehozni kívánt részletet definiálja. A listából a részlet neve dupla kattintással bemásolható a kifejezésbe. A % jel a teljes szerkezetet jelenti, tehát pl. *%-Oszlopok* a teljes szerkezetet adja az *Oszlopok* nevű részlet elemei nélkül. A Létrehozás gombra kattintva a Név mezőben megadott néven jön létre a kifejezéssel megadott új részlet.

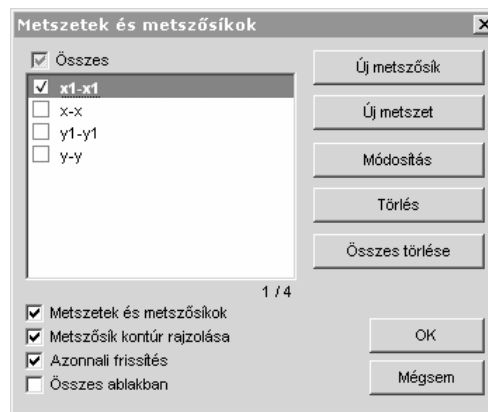
Ha a részlet neve a +, -, , (, ) műveleti jelek bármelyikét tartalmazza, a részlet nevének " karakterek közé kell kerülnie (pl. "födém + 12.00").



### 1.9.9. Metszet

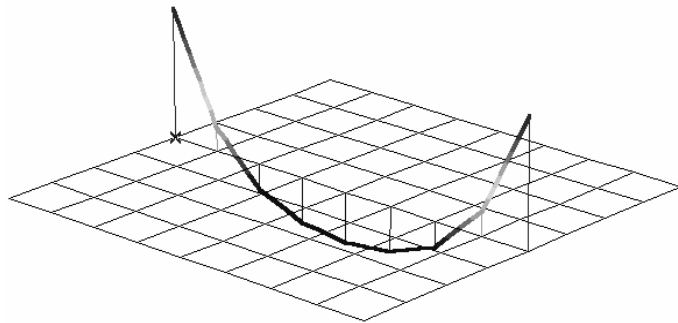


A metszetek, metszősíkok felületszerkezet (lemez, tárcsa, héj) esetében az elmozdulások, igénybevételek, feszültségek és vasmenyiségek ábrázolására használhatók.



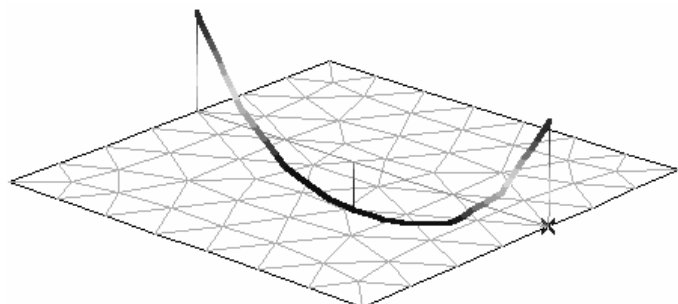
Az ablak a Részletek dialógushoz hasonlóan működik. A metszetek és metszősíkok egyébként a dialógusablak megnyitása nélkül, a Metszetek és metszősíkok gyorskapcsolónál egy kattintással ki-/ bekapcsolhatóak.

*Metszet* Egy metszet definiálásakor meg kell adni egy azonosítót, majd ki kell jelölni a metszethez tartozó felületelem széleket. A kijelölt elemeknek nem kell összefüggő hálózatot alkotniuk.



*Metszősík* Egy metszősík definiálásakor meg kell adni egy azonosító nevet, majd valamelyik nézetben két pontjával rögzíteni a metszősík helyzetét. Perspektív megjelenítés esetén a metszősík helyzetét három pontjával kell rögzíteni. Eredménymegjelenítéskor a metszősíkot az ábrán egy szaggatott vonallal határolt téglalap jelöli (ennek megjelenítése tetszés szerint ki/bekapcsolható).

A metszősík a modell egészét elmetszi, s a felületeken kialakult metszévonalak mentén ábrázolja a kiválasztott eredménykomponenst.

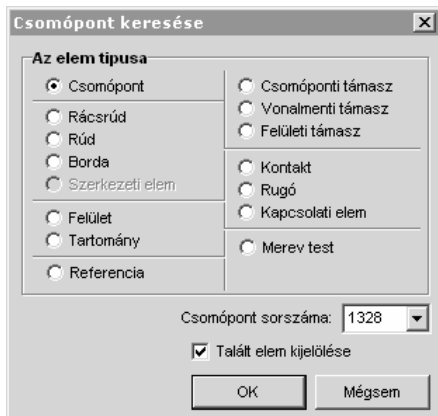


☞ *A metszetvonal iránya nincs összefüggésben az ábrázolt eredménykomponensekkel.*

### 1.9.10. Keresés



Megkeresi a megadott sorszámú csomópontot vagy végelemet és rápozícionálja a kurzort (mutatónyíl/szálkereszt). A *Talált elem kijelölése* kijelölőnégyzet bekapcsolt állapotában a program a megtalált elemet lila színnel ki is jelöli.



### 1.9.11. Megjelenítés



*Szimbólumok* A kiválasztott szimbólumok megjelenítése.

#### Hálózat

A végelem hálózat belső vonalainak megjelenítése.

☞ Kikapcsolt állapot esetén a szerkezetnek csak a kontúrvonalai jelennek meg.

#### Csomópont

A csomóponti pontok (kisméretű fekete négyzet) megjelenítése.

#### Tartomány

A tartományt a kontúron belül futó körvonal jelzi.

☞ A körvonal színe a felület típusára utal:

lemez = piros,  
tárca = kék,  
héj = zöld

#### Felület középpont

A felület végelemek középpontjának (azonosító pontjának) megjelenítése.

☞ színük:

lemez = piros,  
tárcsa = kék,  
héj = zöld

### Támasz

A támaszok megjelenítése:

- ☞ Csomóponti támasz: támasztengely irányú vastag vonal
- Élmenti támasz: élirányú vastag vonal
- Színük: eltolódási támasz = sárga,  
elfordulási támasz = narancs

### Referencia

A referenciák megjelenítése.

- ☞ Jelölése: piros vektor, kereszt, háromszög

### Csuklók

A rúdvégi csuklók megjelenítése.

- ☞ kék kör: rúdvégi csukló / görgő
- kék kör keresztrel: félmerev csukló
- piros kör: gömbcsukló

### Szerkezeti elemek

A szerkezeti elemek megjelenítése.

- ☞ Jelölésük: narancssárga vonal a szerkezeti elem mentén, rajta a szerkezeti elem sorszáma.

### Szelvényalak

A rúd/rácsrúd keresztmetszeti szelvény alakjának megjelenítése.

- ☞ A szelvény alakjának ábrázolása méretarányos.  
Egyedi típusú szelvények esetén a befoglaló téglalap jelenik meg.

### Vasalási paraméterek

A felület elemeknél a vasalási paraméterek hozzárendelését jelzi.

### Teher

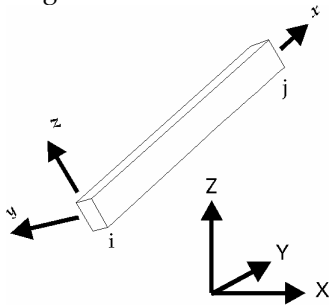
A terhek szimbólumainak megjelenítése.

### Tömeg

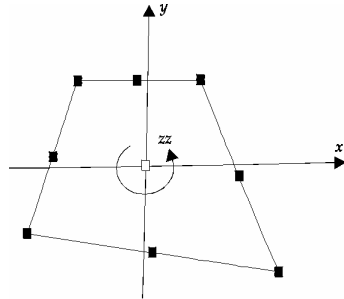
A csomópontokon definiált koncentrált tömegek megjelenítése.

- ☞ Jelölés: piros színű kitöltött körrel

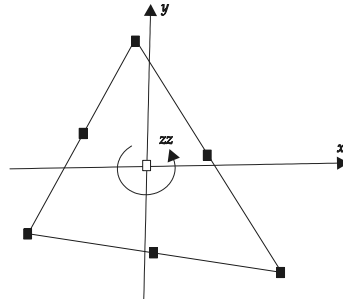
**Lokális rendszerek** A kiválasztott típusú végelemek lokális koordináta tengelyeit jeleníti meg.



Rúd lokális koordináta-rendszere



Felület lokális koordináta-rendszere

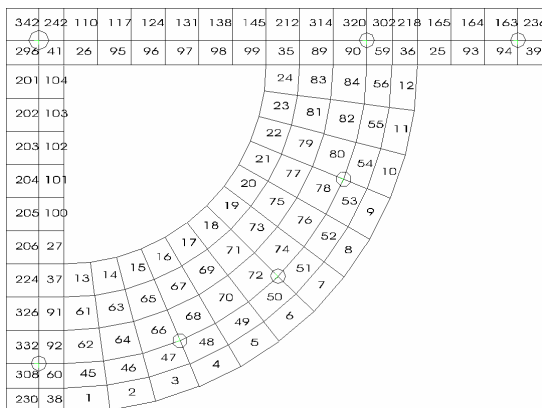


Felület lokális koordináta-rendszere

**Azonnali frissítés** bekapcsolása esetén a változások azonnal megjelennek az ábrán.  
**Összes ablakban** bekapcsolása esetén a frissítés minden ablakban megtörténik.



**Számolás** A csomópontok, végelemek, anyagok, szelvények, referenciák sor-számait jeleníti meg.



**Feliratozás** Az anyag szelvény, rúd hossz, vastagság, teherintenzitás, tömegintenzitás feliratozása. Ha a *Mértékegységek* bekapcsolva van, akkor az értékek után az aktuális mértékegységek is megjelennek.

**Kapcsolók**



**Információs paletták** **Koordináta paletta**  
A kurzor koordináták ablakának megjelenítése.

**Info paletta**  
Az információs ablak megjelenítése.

**Színskála paletta**  
A színskála ablak megjelenítése.

**Megjelenítés** Az aktuális részlet(-ek), takart felületes ábra, illetve a háttér fólia (amennyiben ilyen van) megjelenítése állítható be.

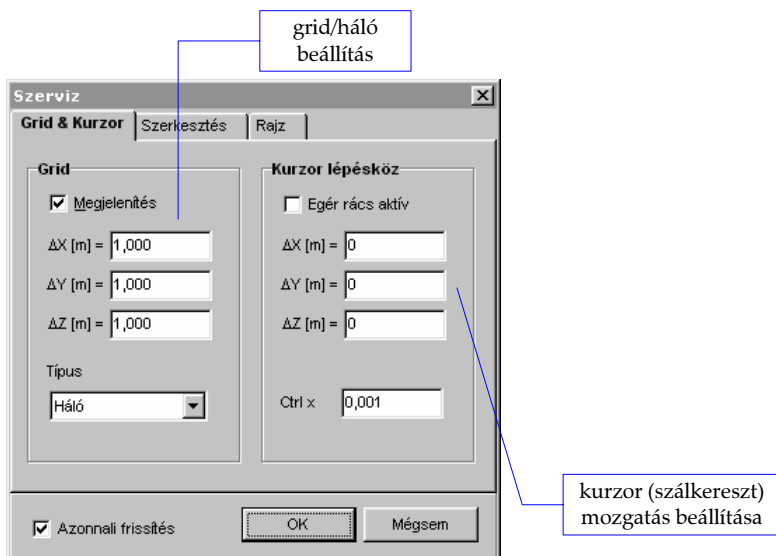
**Részletek**  
Részlet megjelenítés bekapcsolása

**Takarás**  
Takart felületű megjelenítési mód beállítása. Ebben a beállításban nem minden szimbólum jelenik meg.

**DXF**  
Háttér fólia megjelenítés bekapcsolása.

**Vonalzók**  
Vonalzók megjelenítésének bekapcsolása.

## 1.9.12. Szerviz



*Grid* A grid a kurzormozgató vizuális segédeszköze. Beállításától függően vonalháló vagy pontrács formájában jelenik meg.

A gridnek az alábbi jellemzőit adhatjuk meg:

### Megjelenítés

A grid megjelenítése kapcsolható ki és be.

### $\Delta X$ , $\Delta Y$ , $\Delta Z$

A grid osztástávolsága állítható be a tér három iránya szerint.

### Típus

A grid típusa választható ki (vonalháló vagy pontrács).


*Kurzor lépésköz*  $\Delta X$ ,  $\Delta Y$ ,  $\Delta Z$ :



a kurzor (mutatónyíl/szálkereszt) billentyűzetről történő mozgásának lépésközét szabályozza. Egy billentyű lenyomására a beállított  $dX$ ,  $dY$ ,  $dZ$  lépésközzel mozdul el a kurzor az adott irányba.

### Ctrl:

beállítható, hogy a **[Ctrl]** gombbal együtt lenyomva a kurzor billentyűket az alap mozgatósi érték hányadára csökkenjen vagy növekedjen, a kívánt beállítási pontosságnak megfelelően.

Egér, rács aktív:

az itt szereplő kapcsoló beállításával a kurzort (szálkereszt), a billentyűzettel és az -rel azonos módon mozgathatjuk. Ez a mód csak a geometriai szerkesztésben aktivizálható ha valamelyik parancsikont aktív.

**[Ctrl]** billentyűt az -el is használhatjuk, ha az  *rács aktív* bekapcsolt állapotban van.

Szerkesztési paraméterek beállítása

*Kényszerek szöge* Itt adhatók meg a  $\Delta\alpha$  és az *egyedi*  $\alpha$  értékét. Lásd részletesen... 3.7.4. Kötött irányok

*Automatikus* A bekapcsolt funkciók a szerkesztés alatt automatikusan végrehajtásra kerülnek.

#### Összemetszés

Ha az **automatikus összemetszés** aktív állapotú, akkor új hálózati elem létrehozásakor az egymást metsző vonalak metszéspontjába automatikusan csomópont generálódik és az elemeket kettéosztja. Aktiválása ill. kikapcsolása a **Beállítások / Szerviz / Szerkesztés / Automatikus / Metszés** menüpontban történhet. Felület elemként definiált elemeket felületelemekre osztja. Ha olyan elemeket metszünk, amikhez már végelemeket is definiáltunk, akkor az így kapott új elemek öröklik az eredeti végelemek jellemzőit és a végelemekre definiált terheket.

#### Részletkezelés

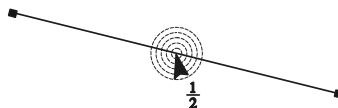
Ha az **automatikus részletkezelés** aktív állapotú, akkor részletek megjelenítésekor az újonnan létrehozott elemek automatikusan bekerülnek az aktív részletekbe.

#### Rajzfrissítés

Ha az **automatikus rajzfrissítés** aktív állapotú, akkor a program minden módosító funkció (pl. felosztás, összemetszés) után frissíti a rajzot a képernyőn.

*Szerkesztési pontosság* Az itt megadott távolságon belüli pontokat a hálózatellenőrző összeolvasztja. Rúdhosszak és felületvastagságok szűrésénél és vizsgálatánál szintén ezen a pontosságon belül tekinti egyezőnek a program az értékeket.

*Aura (kurzor környezet)* A kurzor érzékelési környezetének (aurájának) méretét állíthatjuk be.



A kurzorral való rámutatás során azt az elemet (csomópontot, vonalat) találja meg, amely az auráján belülré esik. Ha több elem van az aurán belül, akkor a középponthoz legközelebbi lesz kiválasztva.

Mértékegysége pixel (képpont).

Lásd részletesen ... 3.7.1. Vonzáskör (aura)

*Segédkoordináták* Henger  
Gömb

Lásd részletesen ... 3.3.2. Segéd (henger, gömb) koordinátarendszerek

## Rajz



**Teher rajz szorzók** A terhek grafikus megjelenítési szorzóit állíthatjuk be. A terheket egy minimális és maximális ábrázolási érték között arányosan jeleníti meg a program. A szorzókkal a minimális és maximális ábrázolási értékeket tudjuk befolyásolni.

**Koncentrált erő**

A koncentrált teher megjelenítési szorzója. A szorzó csak a megjelenítést befolyásolja, a teher értékét nem.

**Koncentrált nyomaték**

A koncentrált nyomaték megjelenítési szorzója. A szorzó csak a megjelenítést befolyásolja, a teher értékét nem.

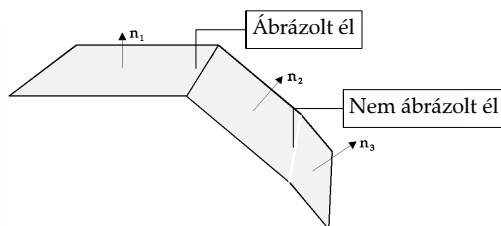
**Vonalmenti teher**

Az élmenti teher megjelenítési szorzója. A szorzó csak a megjelenítést befolyásolja, a teher értékét nem.

**Felületi teher**

A megoszló teher megjelenítési szorzója. A szorzó csak a megjelenítést befolyásolja, a teher értékét nem.

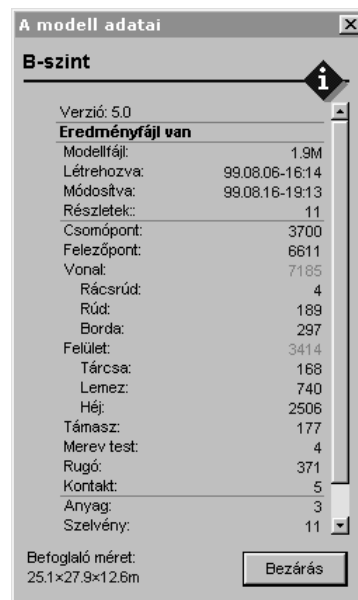
**Kontúrvonal határszög** Két vagy több szomszédos felületelem közös éle nem kerül ábrázolásra, ha a normálvektoraik által bezárt szög kisebb az itt beállított értéknél.

**Nagyítási szorzó**

Nagyítás/kicsinyítés léptékét állíthatjuk be, melyet a **[+]**, **[-]** billentyűkkel aktivizálhatunk.

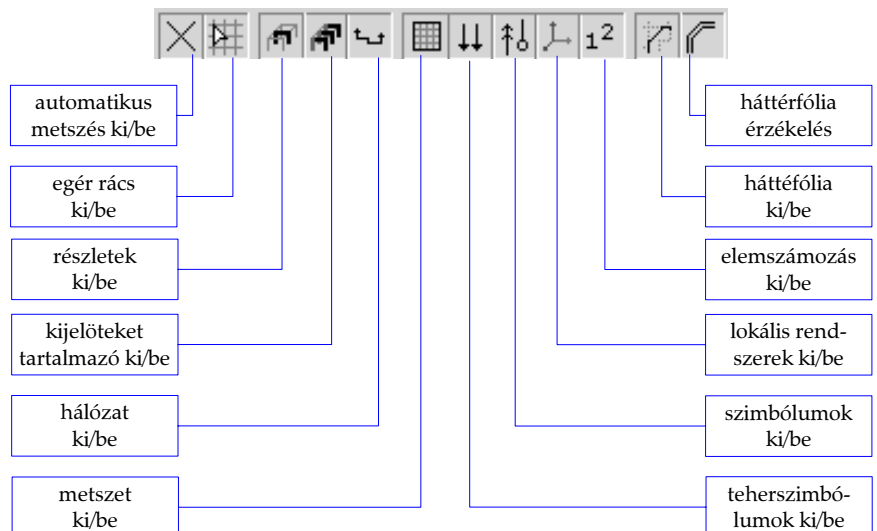
**1.9.13. Információ**

Információt ad az aktuális modell adatairól, mint például: csomópontok száma, végelem típusonként az elemek száma, teheresetek és teherkombinációk száma.




## 1.10. Gyors kapcsolók

A gyorskapcsolók a képernyőn megjelenő rajzi elemek (szimbólumok) gyors ki/be kapcsolását valamint a szerkesztés során gyakran változtatott eszközök ki/be kapcsolását segítik.

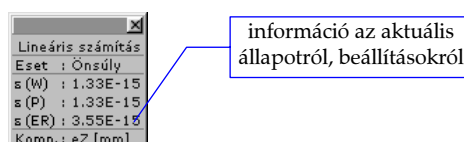


Ezek a beállítások a Megjelenítés ill. Szerviz ikonokról is elérhetőek.

## 1.11. Információs paletták

Az információs paletták a rajzterületen helyezkednek el. Minden paletta elhelyezése megváltoztatható képernyőn. A fejlécre ráállva az  gombot lenyomva tartva a paletta áthelyezhető.

### 1.11.1. Info paletta



### 1.11.2. Koordináta paletta


d	X[m] :	1.056	d	r[m] :	1.275
	Y[m] :	25.000		a[°] :	34.06
	Z[m] :	0.714		h[m] :	25.000
	L[m] :	25.032			

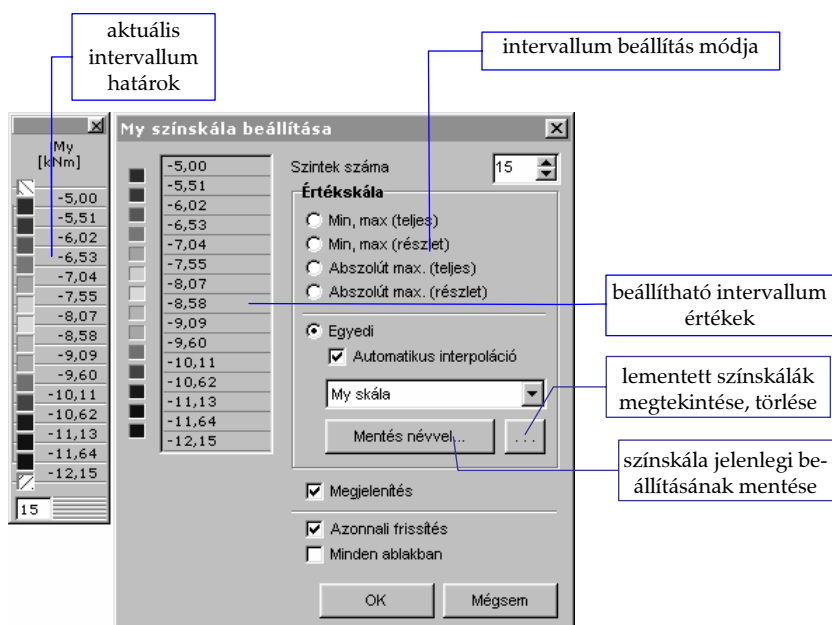
Lásd részletesen... 3.4. Koordináta paletta

### 1.11.3. Színskála paletta

Színskála paletta

Az aktuális színértékeket mutatja. A módosításhoz az egér bal gombjával kattintson a színskála ablak belsejébe. Ennek hatására a színskála beállító dialógus jelenik meg.

Az egérrel a paletta jobb alsó sarkába állva a kurzor alakja megváltozik, az  bal gombot lenyomva tartva tudjuk a szintek számát változtatni.



Az intervallum beállítás módjai:

#### min/max (teljes)

A teljes szerkezetből meghatározza a legkisebb valamint legnagyobb értéket és ezeket állítja be alsó ill. felső szinthatárnak. A közbenső értékek interpolálással lesznek meghatározva.

#### min/max (részlet)

Az aktív részletből meghatározza a legkisebb valamint legnagyobb értéket és ezeket állítja be alsó ill. felső szinthatárnak. A közbenső értékek interpolálással lesznek meghatározva.

#### abs.max (teljes)

A teljes szerkezetből meghatározza az abszolút értékben legnagyobb értéket és ezt előjelesen állítja be alsó ill. felső szinthatárnak. A közbenső értékek interpolálással lesznek meghatározva.

#### abs.max (részlet)

Az aktív részletből meghatározza az abszolút értékben legnagyobb értéket és ezt előjelesen állítja be alsó ill. felső szinthatárnak. A közbenső értékek interpolálással lesznek meghatározva.

### egyedi beállítás

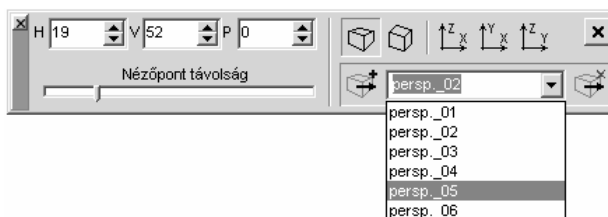
A lista valamely elemére kattintva a szintérték egyedileg beállítható. Szerkesztéskor a FEL és LE billentyűkkel is mozoghatunk a listában. Az OK gomb lenyomásakor a szintértékeknek fentről lefelé monoton csökkenőeknek kell lenniük.

Az **Automatikus interpoláció** bekapcsolt állapotában új érték beírásakor valamennyi szintérték frissül. Ha a legfelső vagy legalsó értéket változtattuk meg, az értékek a két határ közötti lineáris interpolációval adódnak. Új közbenső érték megadásakor a program bilineáris interpolációt alkalmaz, azaz az értékek lineárisan változnak a felső határ és az új érték illetve az új érték és az alsó határ között, de a kétféle lépésköz eltérő lehet.

A színskála numerikus értékei a **Mentés névvel** gomb lenyomásával lementhetőek és később visszatölthetőek. A program a lementett beállítással együtt tárolja azt is, hogy milyen eredménykomponenshez tartozott az értéksor. A lementett beállítások közül a legördülő lista segítségével választhatunk, beállítások törléséhez a ... feliratú gomb lenyomásakor megjelenő dialógusablak használható.


A nem egyedi jellegű értéktartományok közvetlenül is beállíthatók a színskála ablak gyorsmenüjéből, melyet az ablakon jobb egérgombra kattintással hívhatunk meg.

### 1.11.4. Perspektíva paletta



Lásd részletesen... 1.9.3 Nézetek

### 1.12. Gyorsmenü



























Az  jobb gomb hatására a gyorsmenü jelenik meg. A gyorsmenü felépítése az aktuális funkció szerint változik.

#### Kijelölés

Mégsem	
Kijelölés befejezése	
* Mindent kijelöl	
☰ Szűrő	
Nagyítás	Ctrl+ü
Kicsinyítés	Shift+Ctrl+ü
Teljes ábra	Ctrl+W
Eltolás	
Forgatás	
Nézet vissza	
Nézet újra	
Előlnézet	Ctrl+1
Felülnézet	Ctrl+2
Oldalnézet	Ctrl+3
Perspektíva	Ctrl+4
Részletek...	
Szimbólumok...	Ctrl+Y

#### Geometria

Vissza (Undo)	Ctrl+Z
Újra (Redo)	Shift+Ctrl+Z
* Mindent kijelöl	
Nagyítás	Ctrl+ü
Kicsinyítés	Shift+Ctrl+ü
Teljes ábra	Ctrl+W
Eltolás	
Forgatás	
Nézet vissza	
Nézet újra	
Előlnézet	Ctrl+1
Felülnézet	Ctrl+2
Oldalnézet	Ctrl+3
Perspektíva	Ctrl+4
Részletek...	
Szimbólumok...	Ctrl+Y

Elemek/Terhek		Eredménylekérdezés	
Mégsem		Ábrázolási paraméterek	
 Nagyítás	Ctrl+ü	 Nagyítás	Ctrl+ü
 Kicsinyítés	Shift+Ctrl+ü	 Kicsinyítés	Shift+Ctrl+ü
 Teljes ábra	Ctrl+W	 Teljes ábra	Ctrl+W
 Eltolás		 Eltolás	
 Forgatás		 Forgatás	
 Nézet vissza		 Nézet vissza	
 Nézet újra		 Nézet újra	
 Előlnézet	Ctrl+1	 Előlnézet	Ctrl+1
 Felülnézet	Ctrl+2	 Felülnézet	Ctrl+2
 Oldalnézet	Ctrl+3	 Oldalnézet	Ctrl+3
 Perspektíva	Ctrl+4	 Perspektíva	Ctrl+4
 Részletek...		 Részletek...	
 Szimbólumok...	Ctrl+Y	 Szimbólumok...	Ctrl+Y

### 1.13. Forró gombok

[Ctrl]+[W]	teljes ábra
[Ctrl]+[1]	X-Z sík
[Ctrl]+[2]	X-Y sík
[Ctrl]+[3]	Y-Z sík
[Ctrl]+[4]	perspektív ábra
[Ctrl]+[P]	nyomtatás
[Ctrl]+[A]	összes elemet kijelöli
[Ctrl]+[U]	nézet vissza (View Undo) angol billentyűzet esetén
[Ctrl]+[R]	nézet újra (View Redo) angol billentyűzet esetén
[Ctrl]+[Ü]	nézet vissza (View Undo) magyar billentyűzet esetén
[Ctrl]+[É]	nézet újra (View Redo) magyar billentyűzet esetén
[Ctrl]+[Z]	vissza (Undo)
[Shift]+[Ctrl]+[Z]	újra (Redo)
[Tab]	ablakok közti váltás
[Ctrl]+[R]	újrarajzolás (rajz frissítés)
[Ctrl]+[Q]	kilépés
[Ctrl]+[C]	másolás vágólapra
[Ctrl]+[G]	segédvonalak
[Alt]	ugrás a főmenüre
[+]	nagyít
[-]	kicsinyít
[Ctrl]+[O]	megnyit
[Ctrl]+[S]	mentés
[Delete]	kijelölt elemek/tulajdonságok törlése
[Ctrl]+[D]	kapcsolók
[Ctrl]+[L]	feliratozás
[Ctrl]+[Y]	szimbólumok
[F1]	helyzetérzékeny súgó
[F9]	Ábra felvétele a képtárba
[F10]	Dokumentáció-szerkesztő
[F11]	Fóliakezelő
[F12]	Táblázatkezelő

#### Forró gombok a táblázatokban

[Ctrl]+[L]	válogatás az adatbázisból...
[Alt]+[F4]	kilépés
[Ctrl]+[Insert]	új adatsort illeszt a táblázatba.
[Ctrl]+[Delete]	az aktív adatsort törli.
[Ctrl]+[A]	mindent kijelöl
[F5]	a táblázat adott sorára ugrik.

- [Ctrl]+[D]** formátum alapérték
- [Alt]+[F]** az oszlop formátum értékének beállítása
- [Ctrl]+[R]** eredménymegjelenítés módjának beállítása (eredménytáblázatoknál)
- [Ctrl]+[G]** új szelvény szerkesztése (szelvénytáblázatoknál)
- [Ctrl]+[M]** aktuális szelvény módosítása (szelvénytáblázatoknál)
- [F1]** helyzetérzékeny súgó
- [F9]** Táblázat hozzáadása dokumentációhoz
- [F10]** Dokumentáció-szerkesztő

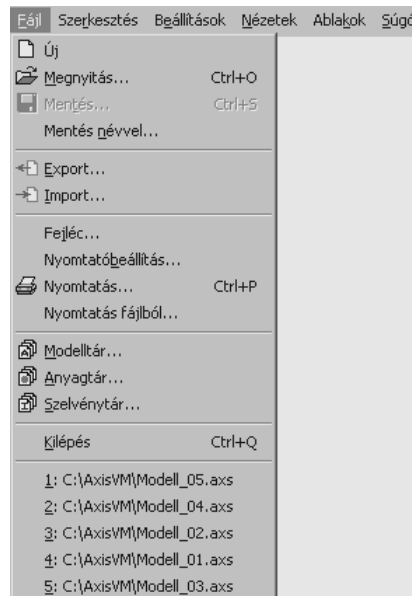
#### **Forró gombok a dokumentáció-szerkesztőben**

- [Ctrl]+[T]** szöveg beillesztése
- [Alt]+[B]** oldaltörés
- [Ctrl]+[W]** export RTF fájlba
- [Ctrl]+[R]** nyomtatási kép
- [Ctrl]+[P]** nyomtatás
- [Delete]** törlés
- [Ctrl]+[Delete]**

Ez az oldal szándékosan üres.

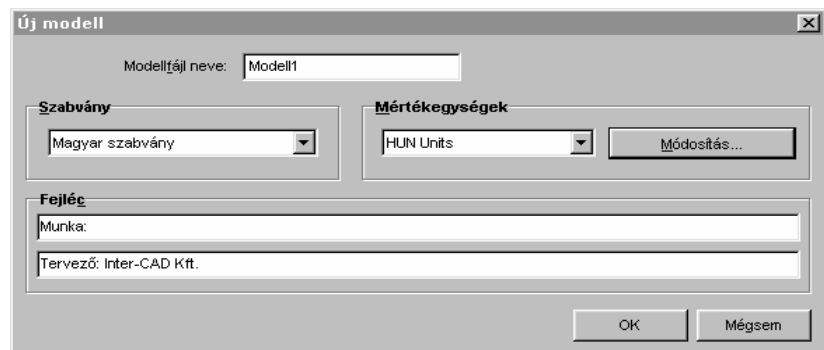
## 2. Menü

### 2.1. Fájl



Az egyes menüpontokat az alábbiakban részletezzük.

#### 2.1.1. Új



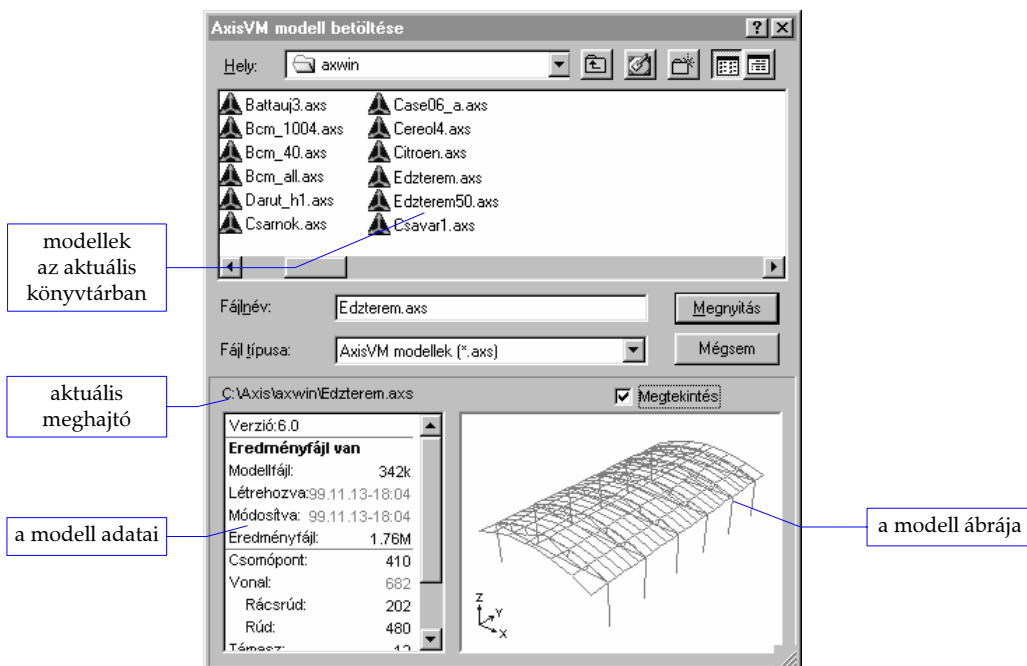
Egy új modell kiinduló adatainak megadása.  
A programrendszert az indítási állapotnak megfelelően beállítja.  
Az adatfájlok a háttértárolóra (merevlemez, floppy) a *modellnév* azonosítóval kerülnek felírásra.

#### 2.1.2. Megnyitás



**[Ctrl]+[O]** Egy már létező modell betöltését teszi lehetővé.

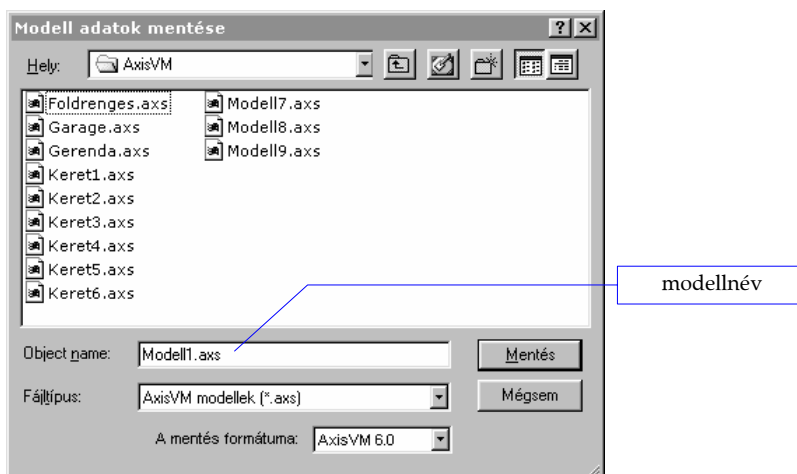
☞ A bemenő adatokat tartalmazó fájlok kiterjesztése **.AXS**, az eredmény adatokat tartalmazó fájloké **.AXE**.



### 2.1.3. Mentés



[Ctrl]+[S]



Az aktuális modell adatait menti le. A mentett adatok ugyanazzal az azonosító névvel tárolódnak, mint amellyel betöltéskor hivatkoztunk rájuk. Amennyiben az aktuális modellnek még nem adtunk nevet úgy a 'mentés névvel' funkció aktivizálódik. Amennyiben a *Beállítások/Alapbeállítások* menüpontjában a *Mentéskor biztonsági másolat* bekapcsolva van, mentés előtt a modell adatairól másolat készül mely az alábbi fájlba kerül : *modellnév.~AX*.

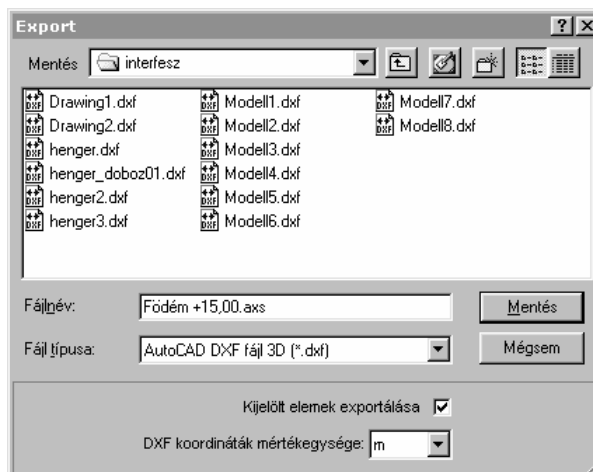
### 2.1.4. Mentés névvel

Az aktuális modell adatait menti el egy új modellnévvel.

☞ *A régi modell (ha volt ilyen) az utolsó mentés állapotának megfelelően megmarad.*

Lehetőség van arra, hogy a modellt AXIS 3.0, 3.5, 3.6, 4.0, 5.0 formátumba mentjük le.

## 2.1.5. Export



### DXF fájl

Az aktuális modell geometriai hálózatát (vonalak, csomópontok) **DXF** formátumú fájlba menti a megadott *fájlnev.DXF* névvel. A hálózat térben, valós méretekkel kerül mentésre. Amennyiben a modell felület elemeket is tartalmazott, akkor azok is a DXF fájlba kerülnek, lehetőséget adva takart felületes megjelenítésre vagy fotorealistikus ábrázolásra (pl.: 3D Studio™).

### AOF fájl

Az AxisVM-ben létrehozott rúdszerkezetet AOF (AxisVM Object File) formátumban exportálja ArchiCAD 6.0 vagy 6.5 számára.

☞ *Az aof fájl-t az ArchiCAD csak akkor tudja beolvasni, ha az Axisvm65\_70.apx fájlt bemásoltuk az AddOns könyvtárba.*

### Xsteel fájl

Az Xsteel acélszerkezet konstruáló program által beolvasható **adatfájlt** hoz létre, amely tartalmazza a rácsrúd és rúdelemek i vég, j vég koordinátáit a hozzátartozó kmt-i adatokat, valamint a rúd térbeli elhelyezkedését meghatározó referenciát.

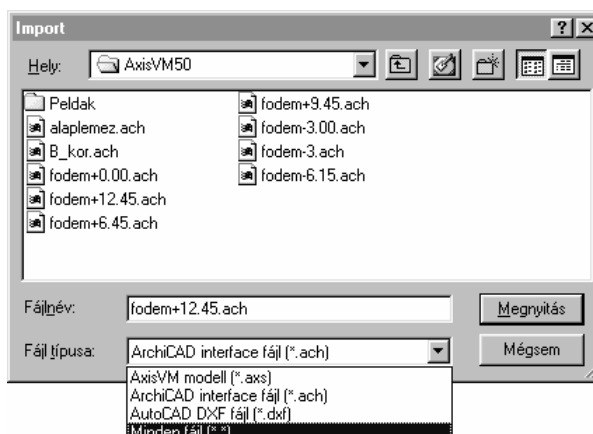
### BoCad fájl

A BoCad acélszerkezet konstruáló program által beolvasható adatfájlt hoz létre, amely tartalmazza a rácsrúd és rúdelemek i vég, j vég koordinátáit a hozzátartozó kmt.-i adatokat, valamint a rúd térbeli elhelyezkedését meghatározó referenciát.

### Kijelölt elemek exportálása

Beállítható, hogy csak a kijelölt elemek kerüljenek ki az exportált fájlba vagy a teljes modell.

## 2.1.6. Import



ArchiCAD  
.ach fájl



Belső formátumú fájlból beolvassa egy ArchiCAD modell szerkezeti objektumait (fal, födém, oszlop, gerenda, tető). Az itt beolvasott objektumok 3D háttérábraként megjeleníthetők, az objektum pontjai, vonalai szerkesztéskor felhasználhatók.

Ha van már betöltött ArchiCAD modell, választhatunk, hogy felülírjuk vagy hozzáadjuk az új modellt.

A program az importált fájlból az oszlop és gerenda objektumok geometriai adatainak felhasználásával automatikusan generálja a megfelelő szelvényeket.

A kijelölt ArchiCAD objektumok tulajdonságai alapján automatikus statikai váz generálás kérhető. Az így generált statikai váz az AxisVM modell részévé válik.

(Lásd: 3.9.18. ArchiCAD Modell)

☞ Egy .ach fájl létrehozásához másoljuk be az Axisvm65\_70.apx fájlt az ArchiCAD 6.5 vagy 7.0 program AddOns könyvtárába.

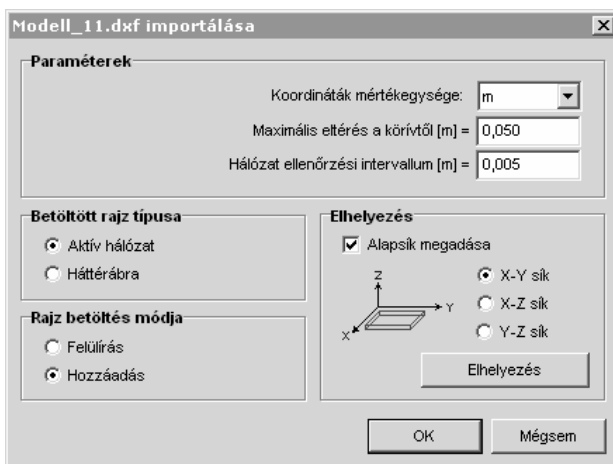
Egy ArchiCAD modell mentésének lépései:

1. Kapcsoljuk be azon szintek és objektumok megjelenítését, melyet ki akarunk menteni.
2. Állítsunk be perspektív megjelenítést a modellről.
3. Indítsuk el a Save As dialógust.
4. Válasszuk ki az AxisVM file formátumot a listából.
5. Adjuk meg a fájl nevét (*fájlnev.ach*).
6. Válasszuk ki a mappát, ahova a fájlt mentjük.
7. OK-val zárjuk le a dialógusablakot.

AutoCAD  
.dxf fájl

Egy DXF formátumú fájlból beolvassa a vonal hálózatot. A DXF file lehet AutoCAD 12, 13, 14 és 2000-es formátumú. A betöltött fájl a benne található fóliákkal együtt bekerül a fóliakezelőbe (Lásd... 2.3.3. Fóliakezelő), amely nyilvántartja a fájl adatait. Ha a DXF-fájl dátuma megváltozott, a program indításakor a Fóliakezelő ezt felismeri, és eldönthetjük, frissítjük-e a modellben tárolt fóliákat.

Az íveket, köröket a program poligonná konvertálja amennyiben aktív hálózatként töltjük be, illetve körívként kezeli ha háttérábraként helyezük el.



A poligon sűrűségét az ívtől való maximális eltéréssel szabályozhatjuk. A hálózatot (vonalak, poligonok, ívek, csomópontok) a programban kétféleképpen használhatjuk fel, aktív hálózatként és háttérfóliaként:

**Aktív hálózat:**

Az így betöltött hálózat teljesen azonosan felhasználható/tovább szerkeszthető mintha a program saját geometria szerkesztőjében készült volna.


#### Háttérfólia:

Az így betöltött hálózat a képernyőn megjeleníthető, de a modell statikai vázához közvetlen nem használható fel. Olyan háttér ábraként használhatjuk mely segíti a tájékozódást az adatbevitel során (pl.: valamely építész programból átvehetünk födém alaprajzokat, épület metszet rajzokat, stb.).

A háttérábra pontjait, vonalait a kurzor érzékeli, így a szerkesztés során mint segédpontok illetve segédvonalak felhasználhatók.

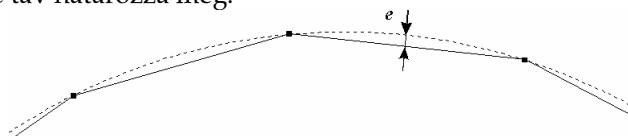
#### Elhelyezés:

Megadható a betöltendő DXF fólia alapsíkja.

 A háttérfólia zöld színnel jelenik meg.

#### Maximális eltérés a körívtől:

A körök, körívek poligonokká konvertálódnak, ahol a poligon sűrűségét az  $e$  táv határozza meg.



#### Hálózatellenőrzés

A hálózatban (esetlegesen) meglévő kettős csomópontok vonalak kiszűrésre kerülnek.

Az ellenőrzés során a megadott intervallum értékénél közelebb levő kettős csomópontokat, vonalakat egyesíti. Az új csomópont koordinátája az eredeti csomóponti koordináták átlaga lesz.

#### Elhelyezés

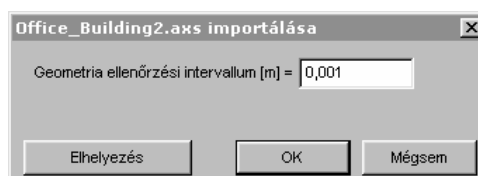
Az elhelyezés gombot alkalmazva a DXF rajzot grafikusán elhelyezhetjük a koordináta-rendszer tetszőleges helyére.

AxisVM  
.axs fájl

Az aktuális modellbe betölti a kiválasztott AxisVM modell bemenő adatait. A betöltés során keletkező kettős csomópontok és hálózati vonalak a beállított ellenőrzési intervallumnak megfelelően kiszűrésre kerülnek. Azokon a helyeken ahol különböző típusú vagy tulajdonságú elemek kerülnek fedésbe a program az aktuális modellben definiált elem típusát és paramétereit tartja meg. Az anyagtípusok, szelvények, referencia pontok és vektorok közül csak azok kerülnek betöltésre melyek az aktuális modellben még nincsenek definiálva. Amennyiben az importált modell tartalmaz tehercsoportot és kombinációt, akkor ezek új kombinációként kerülnek betöltésre valamint a definiált teheresetek is új teheresetként jelennek meg.

Ha nincs tehercsoport és kombináció és az importált modell olyan teheresetet tartalmaz amely az aktuális modellben is létezik, akkor a két tehereset egyesítésre kerül. Amennyiben olyan teher szerepel egy elemen az összevonandó teheresetben, amely csak egyszer szerepelhet egy teheresetben (pl.: hőmérsékletváltozás) akkor csak az aktuális modellben megadott terhelés kerül figyelembe vételre. A részlet, metszet és perspektíva beállítási paraméterek szintén betöltésre kerülnek. Az azonos nevű részleteket és metszeteket a program egyesíti.

Az importáláskor az alábbi dialógus ablak jelenik meg.

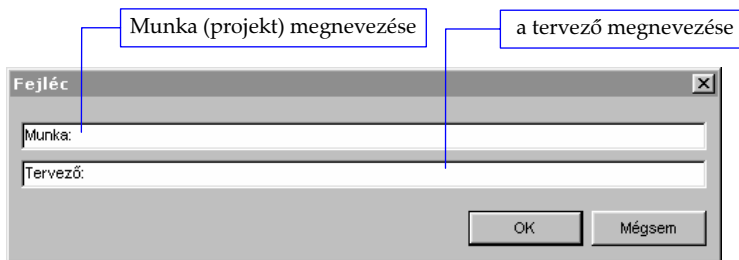


Az Elhelyezés gombot alkalmazva az AxisVM modellt grafikusan elhelyezhetjük a koordinátarendszer tetszőleges helyére.


Stereo  
Lithography  
.stl fájl

Egy STL formátumú bináris fájlból beolvassa a test felszínét leíró háromszöghálózat adatait. A hálózatban esetlegesen előforduló többszörös csomópontokat és elfajult háromszögeket beolvasás után kiszűri.

### 2.1.7. Fejléc

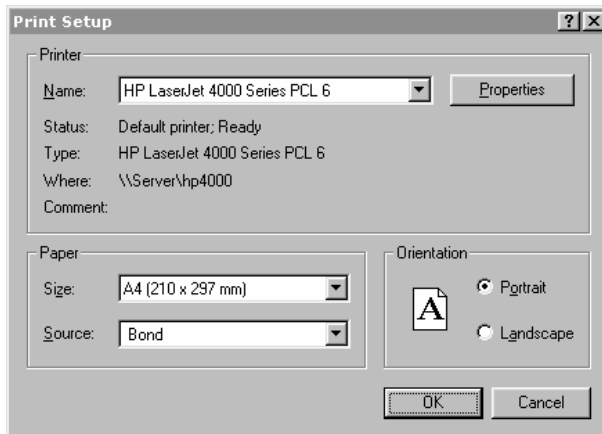


Minden modellhez hozzárendelhető egy kétsoros fejléc szöveg mely tetszőlegesen kitölthető.

 *A fenti adatok valamennyi nyomtatott lap fejlécében megjelennek.*

### 2.1.8. Nyomtatóbeállítás

Az alapértelmezett nyomtató paramétereinek beállítása.

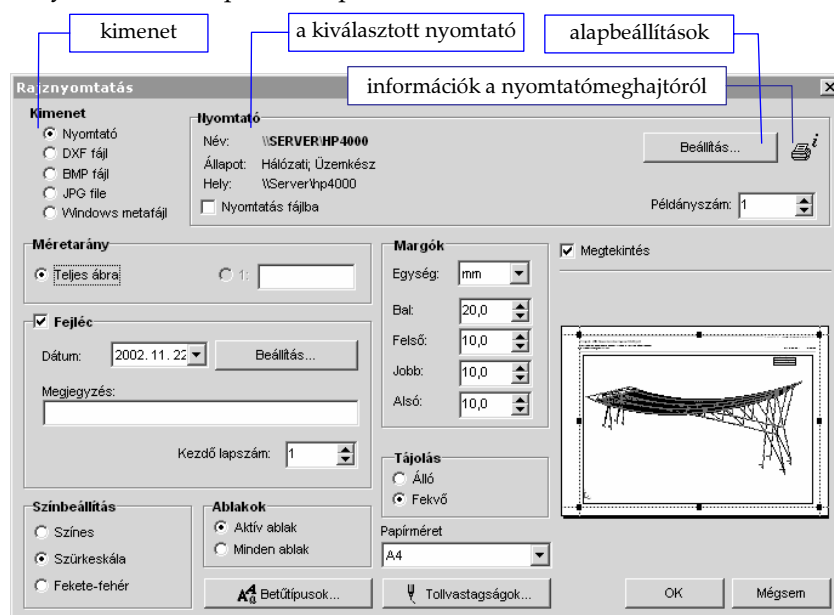


## 2.1.9. Nyomtatás



[Ctrl]+[P]

A nyomtatással kapcsolatos paraméterek beállítása.



### Kimenet

A nyomtatás típusának megadása. Közvetlenül a nyomtatóra/plotterre, DXF fájlba, BMP fájlba, JPG, WMF/EMF fájlba.

### Nyomtató

A nyomtató típusának és paramétereinek beállítása. *Nyomtatás fájlba* esetén egy *név.prn* kiterjesztésű fájlba történik a nyomtatás. A példányszám megadható. A Beállítás gomb a Windows nyomtató-beállító ablakát hívja.

### Mérretarány

A nyomtatott rajz léptékének beállítása. Perspektív ábrán, látványterven és metafájl exportálása esetén a lépték nem állítható.

### Margók (nyomtató/DXF)

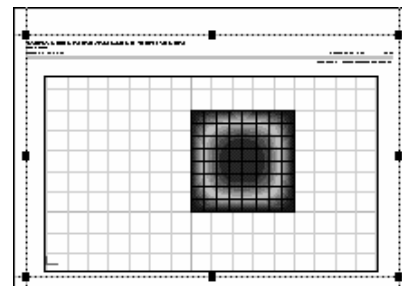
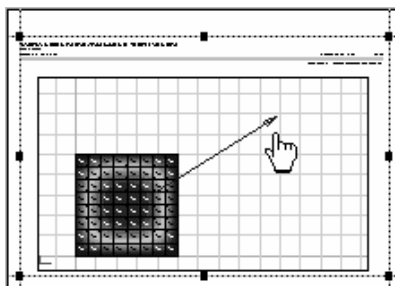
A margók mértékegységének és méretének beállítása. Az előzetes nyomtatási képen a fogópontok segítségével a margók módosíthatók.

### Bitmap méret (BMP)

Megadható a bitmap felbontása dpi-ben (képpont/hüvelyk) illetve mérete képpontban, hüvelykben, mm-ben vagy cm-ben.

### Megtekintés

A nyomtatott kép előrajzolása. Ha nyomtató a kimeneti eszköz, akkor az előzetes nyomtatási kép területén belül a kurzor kézzé változik. A bal gombot lenyomva és az egeret elhúzva a kinyomtatandó ábrát eltolhatjuk a kereten belül. Ez az eltolás csak a kinyomtatott rajzot befolyásolja.



### Fejléc

A dátum, megjegyzés valamint a kezdő lapszám beállítása.

### Tájolás

Álló vagy fekvő formátum kiválasztása.

### Színbeállítás

Színes, szürkeskálás vagy fekete-fehér nyomtatás beállítása. Fekete-fehér nyomtatón színes nyomtatást választva a nyomtatómeghajtó végzi a színek szürke skálára konvertálását. Szürkeskála választása esetén a program végzi ezt az átalakítást. Ezért az első nyomtatás alkalmával célszerű megvizsgálni, hogy mely beállítással érhető el a kedvezőbb nyomtatási kép. Fekete-fehér nyomtatást választva a program valamennyi rajzelem fekete színnel jelenik meg.

### Papírméret

A megfelelő papírméret kiválasztása

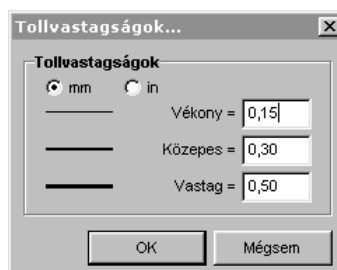
### Betűtípusok

A nyomtatott betűk típusának és méretének beállítása.

### Tollvastagságok

A rajz nyomtatásakor használatos tollvastagságok beállítása.

Vastag vonallal rajzolja a program a támaszokat, közepes vastagságúak a szintvonalak, a metszet diagramok (az elmozdulás kivételével) és a gerenda vasalás diagramok. A rajz többi vonalához a vékony tollvastagság tartozik.

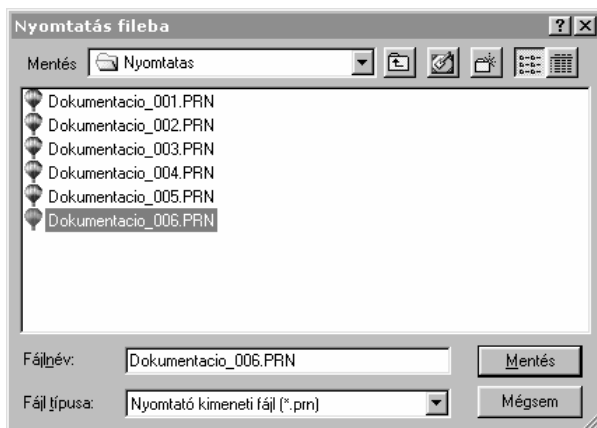


### Ablakok

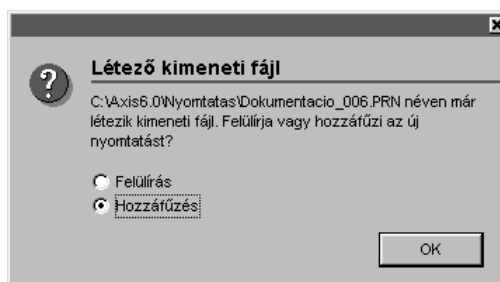
Beállítható, hogy csak az aktív ablakban megjelenő ábrát akarjuk nyomtatni vagy – több részre osztott grafikus munkafelület esetén – valamennyi ablakot egyszerre.

### Nyomtatás fájlba

Kérhetjük a bemenő/kimenő adatok fájlba nyomtatását. Ekkor egy *név.prn* fájlba történik a nyomtatás, a prn-fájl a dialógus ablakban beállított könyvtárba kerül.



A már meglévő kimeneti prn-fájl bővíthető vagy felülírható.



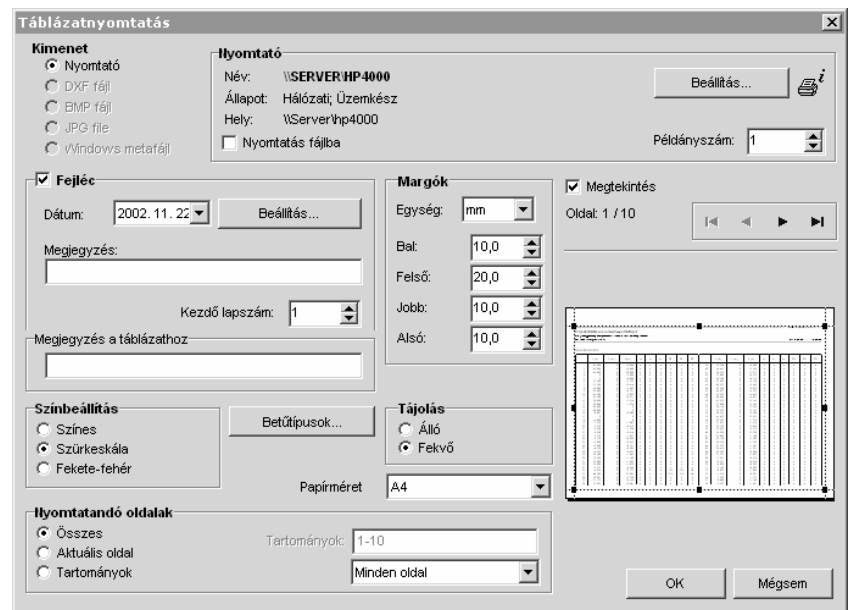
Fájlba nyomtatást úgy is megvalósíthatunk, ha a Windows-ban a *Start /*

Beállítások / Nyomtatók menüpont hatására megjelenő ablakban a választott nyomtató ikonjára jobb gombbal kattintva a megjelenő gyorsmenüből hívható Tulajdonságok / Részletek ablakban a nyomtatóportot FILE-ra állítjuk. Ekkor a prn-fájlok összefűzésére természetesen nincs lehetőség.

### Táblázatok nyomtatása, tartomány nyomtatás

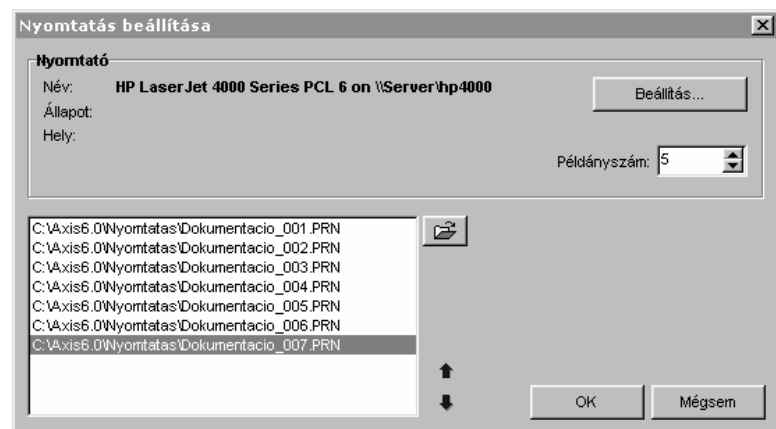
A táblázatból indított nyomtatás esetén megadható, hogy a táblázat melyik oldala (páros/páratlan) vagy mely tartományai kerüljenek nyomtatásra.

Például: A tartományok mezőbe az 1,3,7-10,20-18 kifejezést írva sorrendben a táblázat 1., 3., 7., 8., 9., 10., 20., 19., 18. oldala kerül ki a nyomtatóra.



### 2.1.10. Nyomtatás fájlból

A fájlba nyomtatott ill. fájlban összefűzött dokumentáció a következő dialógusablakból nyomtatható ki.

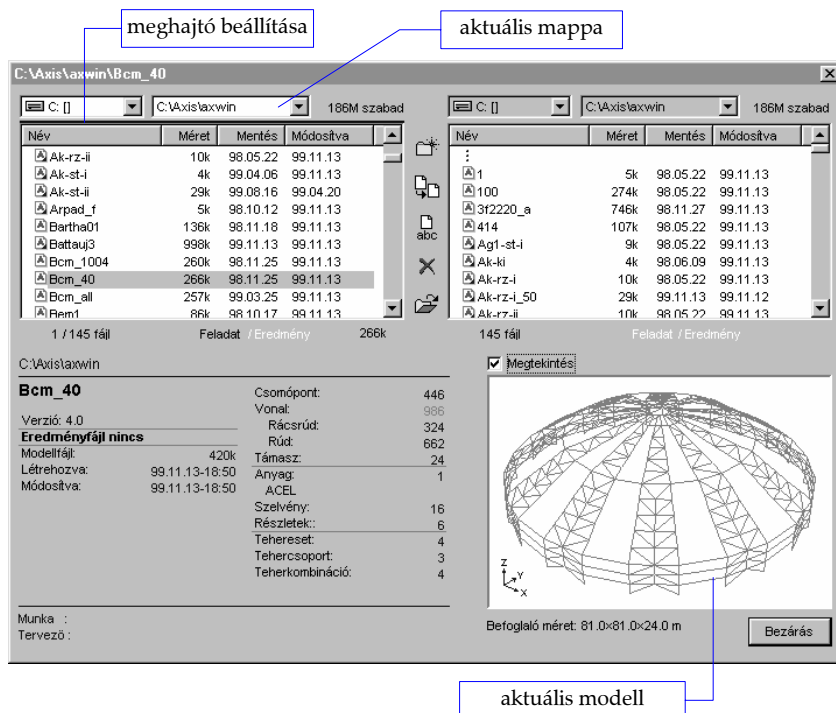


Mód van több fájl egyszerre történő kinyomtatására is. A kinyomtatás sorrendjét a nyilak segítségével megválaszthatjuk illetve az egérrel a fájlneveket új helyükre húzhatjuk a listában.

## 2.1.11. Modelltár



Információt kérhetünk a lemezen lévő modellekről, valamint fájlműveleteket (másolás, átnevezés, törlés) végezhetünk rajtuk. A képernyőn megjelenő két ablakban az aktuális mappák külön-külön beállíthatók. A kijelölt fájlok az egyik mappából a másikba átmásolhatók. A kurzor (mutatónyíl) mozgatásával bármely modell nevére rámutathatunk és a betöltés ikonra kattintva betölthetjük.



### Új mappa

Új mappa létrehozása adott névvel.



### Másol

A kijelölt modell(-ek) másolása adott könyvtárba. Kérhető az eredményfájlok másolása is.



### Átnevez

A kijelölt modell(-ek) átnevezése, vagy modell(-ek) mozgatása más könyvtárba.



### Töröl



A kijelölt modell(-ek) törlése. Kérhető a modellhez tartozó mindkét adat fájl, vagy csak az eredmény fájl törlése.



### Betölt

A kijelölt modell betöltése.



Az AxisVM modell fájlokat  ábra jelöli. Amennyiben a modell fájlhoz eredmény is tartozik, annak  a jobb alsó sarka kék.

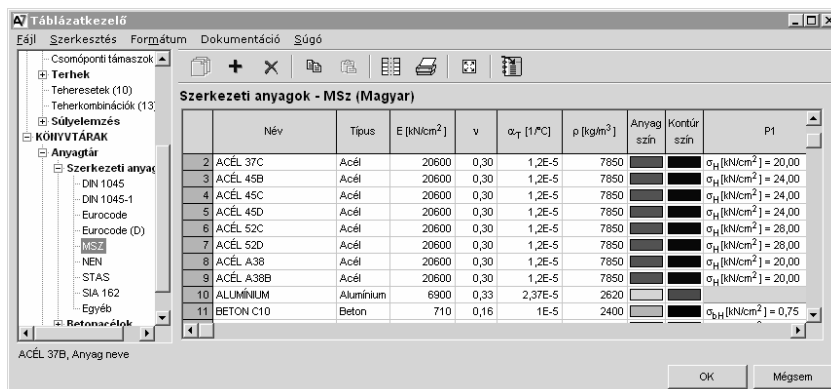
### Megtekintés

Aktuális modell hálózati rajzának megjelenítése, annak dimenzióitól függően előlnézet, felülnézet vagy perspektív ábrázolási móddal. Az ábra mellett megjelennek a modell adatai is.

### Bezárás

Kilépés a modelltárból.

## 2.1.12. Anyagtár



Az anyagtár a Fájl/Anyagtár menüből vagy a táblázatkezelőn keresztül érhető el.

Az anyag adatbázis a statikusi gyakorlatban előforduló anyagok jellemzőit tartalmazza az MSz, Eurocode, Eurocode (német), DIN-1045 (német), DIN-1045-1 (német), NEN (holland), SIA-162 (svájci) és STAS (román) szabványok szerint. A felhasználó igénye szerint módosíthatja, bővítheti az anyagtárat. Több azonos nevű anyag megadása esetén az új anyag *anyagnév\_sorszám* néven kerül be a táblázatba.

Az itt szereplő anyagok bármely modellhez felhasználhatók.

Az anyagok alábbi jellemzőit tartalmazza az adatbázis:

- anyag típusa: [acél, beton, fa, alumínium, egyéb],
- nemzeti szabvány, anyagszabvány,
- anyag neve,
- anyag ill. kontúrvonalának színe a látványterven

### Számítási paraméterek:

Anyagmodell: izotróp / ortotróp

$E_x$	[kN/cm <sup>2</sup> ]	Rugalmassági modulus a lokális $x$ irányban
$E_y$	[kN/cm <sup>2</sup> ]	Rugalmassági modulus a lokális $y$ irányban
$\nu$	-	Poisson tényező
$\alpha_T$	[1/°C]	Hőtágulási együttható
$\rho$	[kg/m <sup>3</sup> ]	Sűrűség

*Fa anyag esetén:*

$\rho$  légszáraz (12% nedvesség) testsűrűség,  $E$  hajlításvizsgálatokból származó rugalmassági modulus. A lassú alakváltozás nincs figyelembe véve.

*Beton anyag esetén:*

$E$  rugalmassági modulus a tartós terhekhez tartozik ( $E_{bt}$ ).

Tervezési paraméterek:

EC	acél	$f_y$	folyáshatár
		$f_u$	szakítószilárdság
		$f_y^*$	folyáshatár (40mm < t < 100mm)
		$f_u^*$	szakítószilárdság (40mm < t < 100mm)
	beton	$f_{ck}$	nyomószilárdság karakterisztikus értéke
		$\gamma_c$	biztonsági tényező
		$\alpha$	nyomószilárdság-csökkentő tényező
		$\Phi_t$	kúszási tényező
MSz	acél	$\sigma_H$	határfeszültség
		$\sigma_{pH}$	határfeszültség palástnyomásra
		$R_y$	szakítószilárdság
	beton	$\sigma_{bH}$	nyomási határfeszültség
		$\sigma_{tH}$	húzási határfeszültség
DIN	beton	$\sigma_b$	megengedett nyomófeszültség
		$\sigma_{bZ}$	megengedett húzófeszültség
STAS	beton	$R_{bc}$	nyomási határfeszültség
		$R_{bi}$	húzási határfeszültség

Új anyag megadása esetén, vagy létező anyag táblázat valamely oszlopára (pl. Nemzeti szabvány) kattintva egy dialógusablak jelenik meg, ahol az anyag valamennyi jellemzőjét, számítási és tervezési paramétereit megadhatjuk.

**Anyagjellemezők**

Aktuális szabvány: MSz (Magyar)

Anyag típusa: Acél

Nemzeti szabvány: MSz (Magyar)

Anyagszabvány: MSZ6280

Név: ACÉL 52C

Anyag színe: [Color swatch]    Kontúr színe: [Color swatch]

**Számítási paraméterek**

Anyagmodell:

Izotrop     Ortotrop

$E$  [kN/cm<sup>2</sup>] = 20600

$\nu$  = 0,30

$\alpha_T$  [1/°C] = 1,2E-5

$\rho$  [kg/m<sup>3</sup>] = 7850

**Tervezési paraméterek**

$\sigma_H$  [kN/cm<sup>2</sup>] = 28,00

$\sigma_{pH}$  [kN/cm<sup>2</sup>] = 49,00

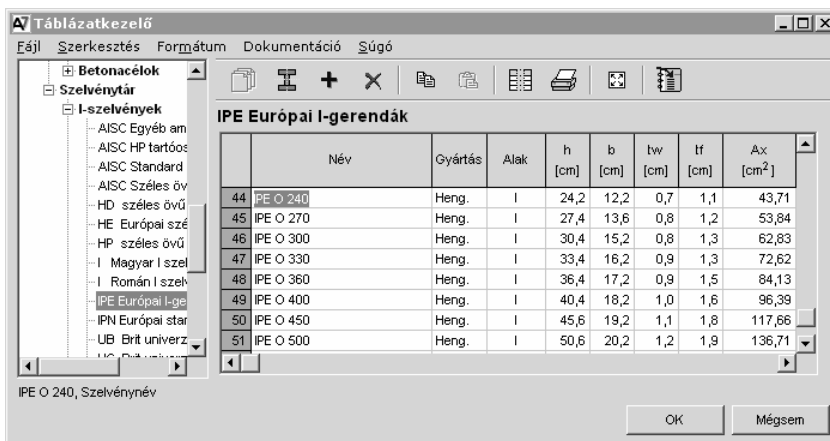
$R_y$  [kN/cm<sup>2</sup>] = 35,50

OK    Mégsem

### 2.1.13. Szelvénytár



A programrendszerhez kapcsolódik egy acél szelvény és egy beton keresztmetszet adatbázis, mely a táblázatkezelőn keresztül érhető el. Az adatbázisban megtalálhatóak az MSz, Euronorm és más szabványok acélszelvényei is.



Új táblázatot hozhatunk létre a *Fájl/Új szelvénytáblázat* paranccsal.

Meg kell adni a szelvénytáblázat nevét valamint hivatkozási nevét és típusát. A fájl az AxisVM program könyvtárban *fájlnev.sec* kiterjesztéssel kerül tárolásra.

Módosítható az aktív szelvénytáblázat hivatkozási neve és a szelvény típusa vagy törölhető az adatbázisból.

☞ *A visszaállít (Undo) funkció az adatbázison végzett módosításokra nem működik.*

A táblázatban grafikusán és numerikusan tetszőleges számú szelvény megadható, módosítható, törölhető. A szelvény táblázatok dBase formátumú fájljokból vagy a vágólapon keresztül feltölthetők. A Táblázatkezelőn belül a szelvényadatokat a grafikus információkkal együtt másolhatjuk egyik táblázatból a másikba. Más alkalmazásokba a vágólapon keresztül a numerikus szelvényadatokat vihetők csak át.

Új szelvényt bármely szelvénytáblázathoz hozzáadhatunk. Kérjünk új adatsort (*Szerkesztés/Új adatsor* vagy CTRL+INS vagy az eszköztár + gombja), és adjuk meg sorra a paraméterek értékét.

Új szelvényt a szelvénytáblázat szerkesztővel is definiálhatunk (*Szerkesztés/Új szelvény grafikus megadása*, CTRL+G). A szelvénytáblázat szerkesztőben létező szelvény módosítására is van mód, ha van hozzá grafikus információ (*Szerkesztés/Szelvény grafikus módosítása*, CTRL+M).

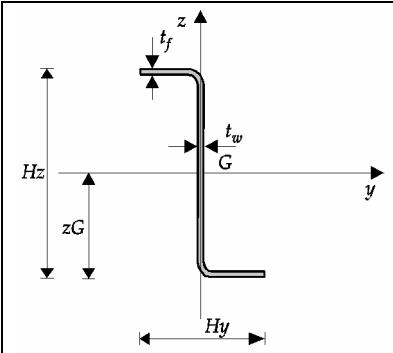
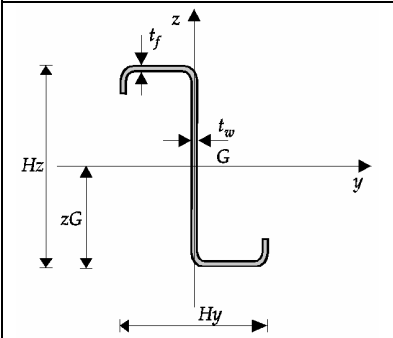
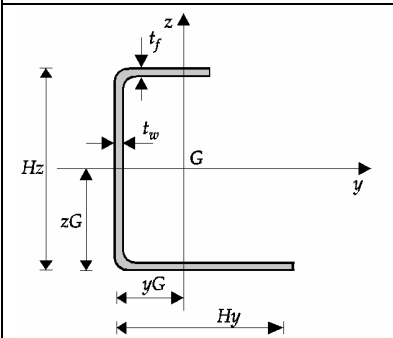
☞ *I szelvények esetén a táblázatok az I<sub>w</sub> torzulási inercia értékét is tartalmazzák. I<sub>w</sub> az acél tervezésnél kerül felhasználásra.*

☞ *Az adatbázisban megtalálható keresztmetszetek jellemzőinek értékei gyári szelvénykatalógusokból lettek feltöltve, ezért az értékeket az első felhasználás előtt ellenőrizni kell.*

Acél szelvények

Szelvény	Jellemzők/generált adatok
	$h = H_z, b = H_y, t = t_f, v = t_w$ $I_x = \eta \frac{2bt^3 + (h - 2t)v^3}{3}, \eta = 1.3$

	$h = H_z, b = H_y, t = t_f, v = t_w$ $I_x = \eta \frac{2bt^3 + (h-2t)v^3}{3}, \eta = 1.12$
	$h = H_z, b = H_y$ $I_x = \eta \frac{(h+b)t^3}{3}, \eta = 1$
	$D = H_y = H_z, d = D - 2t, v = t$ $A_x = \pi \frac{D^2 - d^2}{4}, I_x = \pi \frac{D^4 - d^4}{32}$
	$h = H_z, b = H_y, t = t_f = t_w$
	<p>Dunaújvárosi hidegen hajlított U szelvény.</p>
	<p>Dunaújvárosi hidegen hajlított C szelvény.</p>

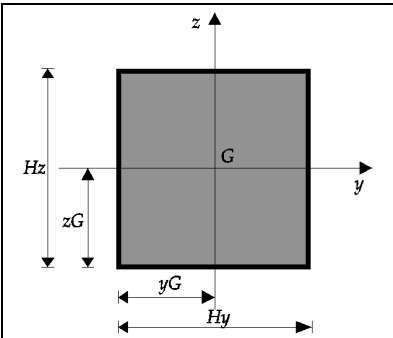
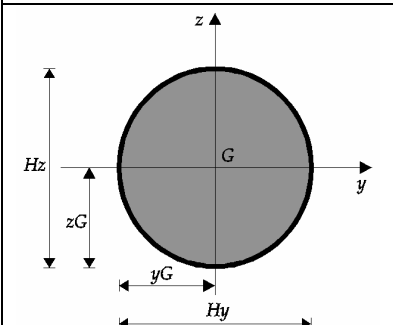
	<p>Dunaújvárosi hidegen hajlított Z szelvény.</p>
	<p>Dunaújvárosi hidegen hajlított S szelvény.</p>
	<p>Dunaújvárosi hidegen hajlított J szelvény.</p>

Egyes jellemzők a megadott képleteknek megfelelő értékkel szerepelnek, így kismértékben eltérhetnek a gyártók által megadott adatoktól.

Beton kmt.-ek


A leggyakrabban alkalmazott téglalap és kör keresztmetszetek szerepelnek az adatbázisban.


20x20-tól a 80x80 cm-es szelvényekig 2 cm és 5 cm-es lépcsőkben.


	<p><math>b = H_y, h = H_z</math>  <math>A_x = bh</math>  <math>I_x = \frac{b^3 h^3}{3.6(b^2 + h^2)}</math>  <math>I_y = \frac{bh^3}{12}, I_z = \frac{hb^3}{12}</math></p>
	<p><math>D = H_y = H_z</math>  <math>A_x = \frac{\pi D^2}{4}</math>  <math>I_x = \frac{\pi D^4}{32}, I_y = I_z = \frac{\pi D^4}{64}</math></p>


### 2.1.14. Grafikus szelvénytípus szerkesztő


Szerkesztő billentyűk Néhány billentyűnek kiemelt szerepe van:

$[\uparrow][\downarrow][\leftarrow][\rightarrow]$   A kurzor (mutatónyíl/szállkereszt) mozgatása az aktuális síkban.

**[Ctrl]** +  $[\uparrow][\downarrow][\leftarrow][\rightarrow]$ ,  A kurzor (mutatónyíl/szállkereszt) mozgatása az aktuális síkban a Ctrl szorzóval beállított lépésközzel.

**[Shift]**+  $[\uparrow][\downarrow][\leftarrow][\rightarrow]$ ,  A kurzor (mutatónyíl/szállkereszt) mozgatása az aktuális síkban  $n \cdot \Delta\alpha$ , egyedi  $\alpha$  vagy  $\alpha + n \cdot 90^\circ$  irányszögű egyenesen.

**[Esc]**,  jobb gomb A funkciók megszakítása.

**[Enter]**, **[Space]**  bal gomb **Parancs gombok.** Menüelemek kiválasztására, funkciók végrehajtására, rámutatós kiválasztásra használhatók elem kijelölésénél vagy lekérdezésénél.

**[Tab]** Rajzterület és ikonábra közötti mozgás. (Dialogus ablakokban az információ mezők közötti mozgás.)

**[Alt]** A vezérlő menü aktivizálása.

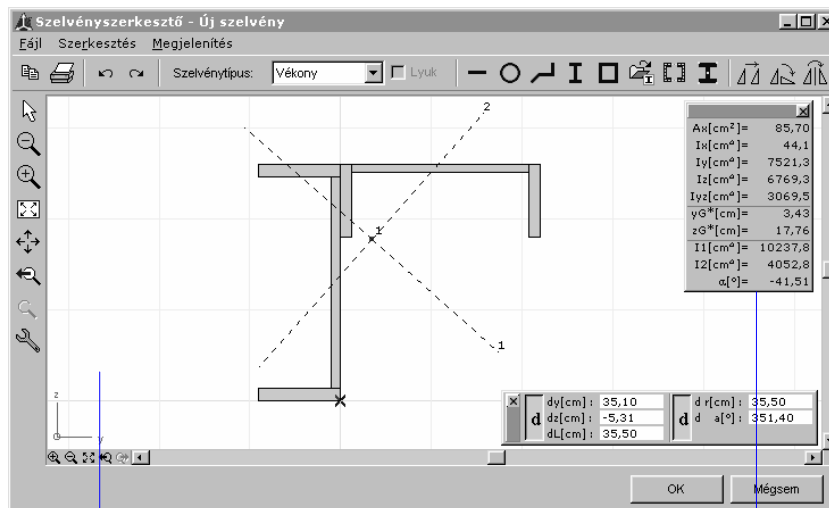
**[+]** **[-]** Nagyítás/kicsinyítés. A nagyítás/kicsinyítési centrum a kurzor (mutatónyíl/szállkereszt) aktuális pozíciója.

**[Insert]** vagy **[Alt] + [Shift]** A kurzor (mutatónyíl/szállkereszt) aktuális pozíciójára helyezi a relatív origót.



A szelvénytípus szerkesztőben megkülönböztetünk vékonyfalú és vastagfalú szelvényeket. Egy összetett szelvény csak azonos anyagú alkotóelemekből állhat. Az alkotóelemek lehetnek kör, téglalap, gyűrű, poligon és szelvénytári elemek. Az alkotóelemek elhelyezése után a program meghatározza a keresztmetszeti jellemzőket és főirányokat. A szelvény alkotóelemeit mozgatni, másolni, forgatni, tükrözni lehet. A szelvénytípus szerkesztő ablak lezárása után az új szelvény megadott névvel a táblázatban eltárolható.

Vékonyfalú szelvények

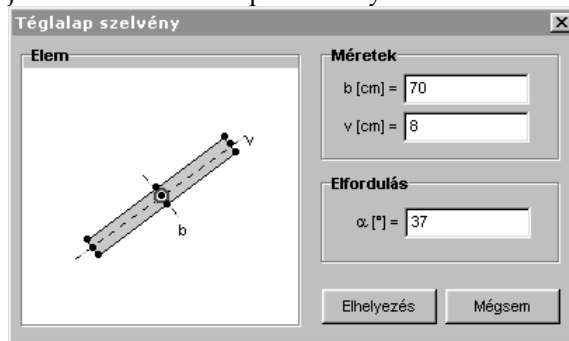


szerkesztő munkafelület

keresztmetszeti jellemzők

Egy új alkotóelem a bázispontja segítségével helyezhető el. Az alkotóelem bázispontját egy piros kör jelöli az ábrán. Az elem valamely pontjára kattintva a bázispont áthelyezhető.

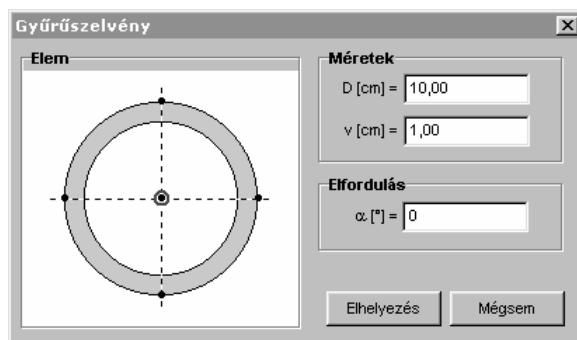
Téglalap



Téglalap definiálása  $b$ ,  $v$ ,  $\alpha$  paraméterekkel.

*A megadásnál  $b > v$  feltételnek teljesülnie kell.*

Körgyűrű



Gyűrű definiálása a  $D$  (külső átmérő) és  $v$  (falvastagság) paraméterekkel. Ebben az esetben a program a gyűrű középvonalát automatikusan zárt tartományként kezeli, melyet szaggatott vonallal megjelenít.

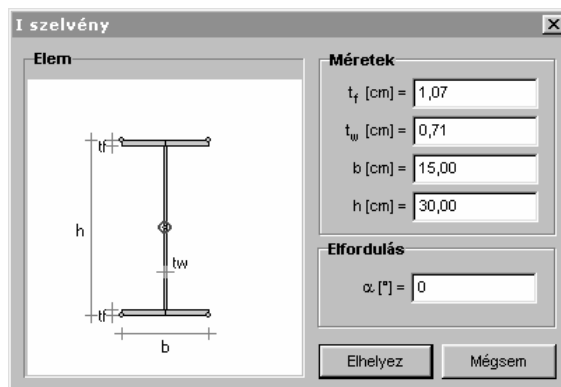
Poligon



$V$  vastagságú tetszőleges poligon definiálása. A szerkesztést az [Esc] vagy a jobb gombjának lenyomásával vagy a poligon bezárásával lehet befejezni.

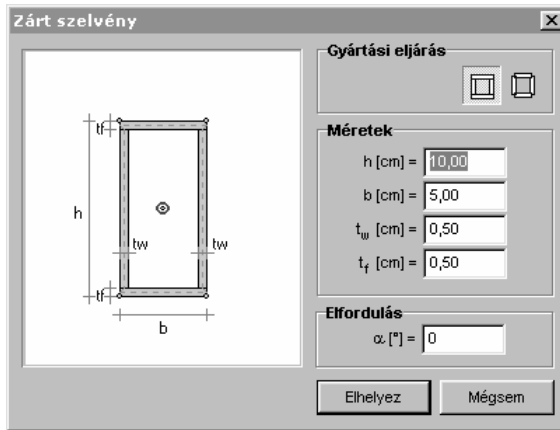
*Zárt poligon megadása esetén a program nem rendel automatikusan zárt tartományt a poligonhoz. Ezt a 'zárt tartomány' ikonnal kell megadni.*

I szelvény



I szelvény definiálása magasság, szélesség, öv és gerincvastagság megadásával.

## Zárt szelvény



Zárt szelvény definiálása magasság, szélesség és falvastagságok megadásával.

## Szelvénytárból



Szelvény betöltés szelvénytárból.

☞ *Csak vékonyfalú szelvény választható ki.*

## Zárt tartomány



Zárt tartomány jelölhető ki, amely a csavaró inercia számításnál figyelembe vételre kerül. *Lásd később: Keresztmetszeti jellemzők számítása.* Egy elemszakasz csak egy zárt tartományhoz tartozhat.

## Feszültségpontok



A keresztmetszeten feszültség számítási pontokat jelölhetünk ki. A keresztmetszet súlypontjában automatikusan felvételre kerül, ezt nem kell külön megadni. Megadható pontok száma maximum 8. A mozgató funkciónál a feszültségpontok a keresztmetszettel együtt elmozgathatók.

## Törlés

A Del gombot lenyomva megjelenik a kijelölő paletta. A kijelölő paletta lezárása után a kijelölt elemek, zárt tartomány vagy feszültségpontok törlődnek.

## Elem

Amennyiben olyan alkotóelem kerül törlésre amely zárt tartomány kontúrvonalához tartozott, akkor a zárt tartomány is törlődik.

## Zárt tartomány



Törli a kijelölt zárt tartományokat.

☞ *A szelvénytárból betöltött elemekről nem törölhető a zárt tartomány.*

## Feszültségpont

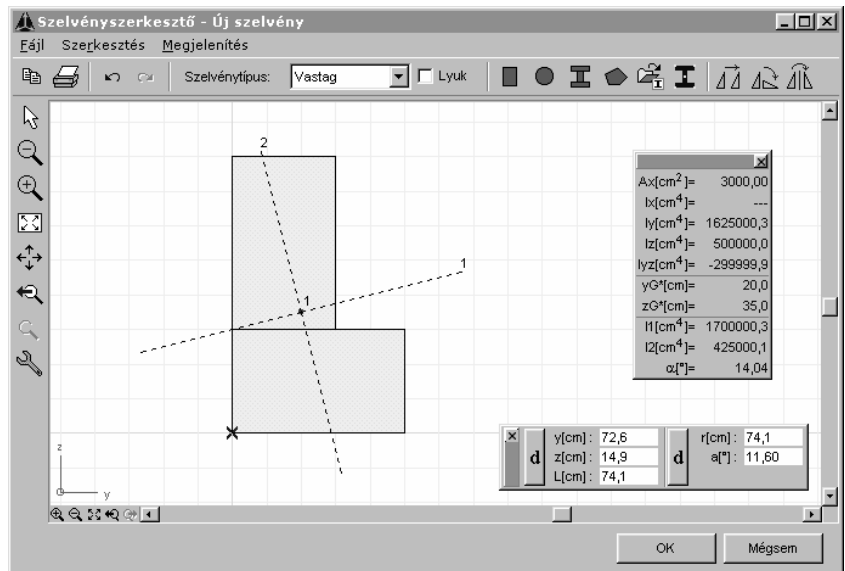


Törli a kijelölt feszültségpontokat.

☞ *A súlypontban lévő feszültségpont nem törölhető.*

## Szerviz

Grid méret, a kurzor lépésköz, valamint a nagyítás/kicsinyítés szorzó beállítása.

Vastagfalú  
szelvények

**Téglalap** Téglalap elem definiálása  $b$  (szélesség) és  $h$  (magasság) paraméterekkel.



**Kör** Kör elem definiálása  $d$  (átmérő) paraméterrel.



**I keresztmetszet** I alakú kmt. definiálása  $a_1, a_2, a_3, b_1, b_2, b_3$  paraméterekkel. Az  $(a_1, a_3), (b_1, b_3)$  paraméterek közül egy-egy 0 értékűre is felvehető, így T, U, L keresztmetszetek is létrehozhatók.



**Poligon** Poligonnal határolt kmt. megadása. A poligon szerkesztés az **[Esc]** vagy jobb gomb lenyomásával vagy a poligon zárásával befejezhető.



**Szelvénytárból** Szelvénytári elem betöltése.



*☞ Csak vastagfalú szelvény választható ki.*

**Lyuk**

A lyuk kapcsoló aktiválásával a keresztmetszetbe téglalap, kör és tet-szöleges zárt poligon alakú lyukat illeszthetünk a téglalap, kör és poli-gon ikonokkal. **Ebben az esetben a keresztmetszet csavaró inerciáját nem határozza meg a program.**

**Feszültségpontok**



A keresztmetszeten feszültségszámítási pontokat jelölhetünk ki. A ke-resztmetszet súlypontjában automatikusan felvételre kerül, ezt nem kell külön megadni. Megadható pontok száma maximum 8. A mozga-tás funkciónál a feszültségpontok a keresztmetszettel együtt elmozgat-hatók.

**Törlés**

A Del gombot lenyomva megjelenik a kijelölő paletta. A kijelölő paletta lezárása után a kijelölt elemek vagy feszültségpontok törlődnek.

**Elem**

Törli a kijelölt elemeket.

**Feszültségpont**

Törli a kijelölt feszültségpontokat.



*A súlypontban lévő feszültségpont nem törölhető.*

**Szerviz**

Grid méret, a kurzor lépésköz, valamint a nagyítás kicsinyítés szorzó beállítása.

Számítás

A program az alábbi keresztmetszeti jellemzőket számítja ki:

$A_x$	$x$ lokális tengelyirányú felület
$I_x$	$x$ lokális tengelyirányú inercia (csavaró)
$I_y$	$y$ lokális tengelyirányú inercia (hajlító)
$I_z$	$z$ lokális tengelyirányú inercia (hajlító)
$I_{yz}$	centrifugális inercia
$H_y^0$	$y$ lokális tengelyirányú kiterjedés (méret)
$H_z^0$	$z$ lokális tengelyirányú kiterjedés (méret)
$y_G^0$	a súlypontnak $y$ lokális tengelyirányú pozíciója a keresztmetszetet magába foglaló téglalap bal alsó sarkához viszonyítva
$z_G^0$	a súlypontnak $z$ lokális tengelyirányú pozíciója a keresztmetszetet magába foglaló téglalap bal alsó sarkához viszonyítva
$I_1$	főinercia (max)
$I_2$	főinercia (min)
$\alpha$	$I_1$ főinercia hajlásszöge az $y$ lok. tengelytől

A keresztmetszeti jellemzők számítása az alábbiak szerint történik:

$$A_x = \sum A_{x,i} \quad I_y = \sum (I_{y,i} + A_{x,i} \cdot z_{s,i}^2)$$

$$I_z = \sum (I_{z,i} + A_{x,i} \cdot y_{s,i}^2)$$

$$I_{yz} = \sum (I_{yz,i} + A_{x,i} \cdot y_{s,i} \cdot z_{s,i})$$

Vékonyfalú

Vastagfalú /tömör

$$I_{x(\text{csavarás})} = \sum I_{x,i} + \sum I_{x,i}^{\text{zárt}} \quad I_{x(\text{csavarás})} = \sum I_{x,i}$$

☞ **Konkáv poligon ill. lyukas poligon  $I_x$  csavaró inerciáját nem számolja ki a program. Ezt az adatot a táblázatban meg kell adni.**

Főinerciák

$I_1$	$I_1 = \frac{I_y + I_z}{2} + \sqrt{\left(\frac{I_y - I_z}{2}\right)^2 + I_{yz}^2}$
$I_2$	$I_2 = \frac{I_y + I_z}{2} - \sqrt{\left(\frac{I_y - I_z}{2}\right)^2 + I_{yz}^2}$
$\alpha$	$\text{tg}(2\alpha) = \frac{2I_{yz}}{I_y - I_z}$

$-90^\circ < \alpha < +90^\circ$ , a keresztmetszet lokális  $y$  tengelyéhez viszonyítva.

## 2.1.15. Kilépés

[Ctrl]+[Q] kilépés a programból.

## 2.2. Szerkesztés

Fájl	Szerkesztés	Beállítások	Nézetek	Ablakok	Súgó
↶	Vissza: Törlés (4 csomópont)				Ctrl+Z
↷	Újra (Redo)				Shift+Ctrl+Z
*	Mindent kijelöl				Ctrl+A
📄	Másolás				Ctrl+C
✂	Törlés...				Del
📊	Táblázatkezelő				F12
📖	Dokumentáció-szerkesztő				F10
🖼	Ábra mentése képtárba				F9

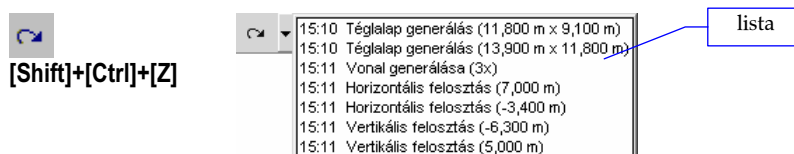
### 2.2.1. Vissza



Visszaállítja az utolsó parancs előtti állapotot (undo). A visszaállítható lépések száma beállítható a főmenü *Beállítsok/Alapbeállítások /Adatbiztonság/Visszaállítás* menüpontjában (maximum 99).

A legördülő listában, ami az elvégzett műveletek időpontját is tárolja, kijelölhetjük, meddig lépünk vissza.

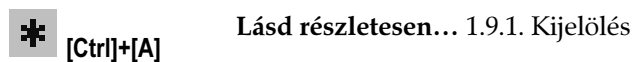
### 2.2.2. Újra



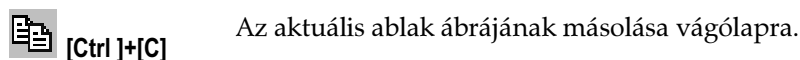
Hatástalanítja a *Vissza* parancsot (redo).

A legördülő listában, ami az visszavont műveletek időpontját is tárolja, kijelölhetjük, meddig lépünk előre.

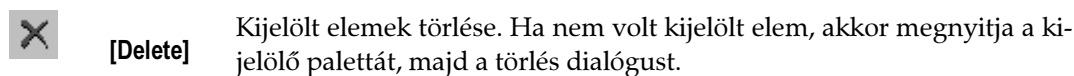
### 2.2.3. Mindent kijelöl



### 2.2.4. Másolás



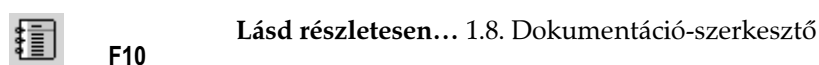
### 2.2.5. Törlés



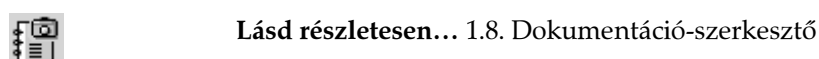
### 2.2.6. Táblázatkezelő



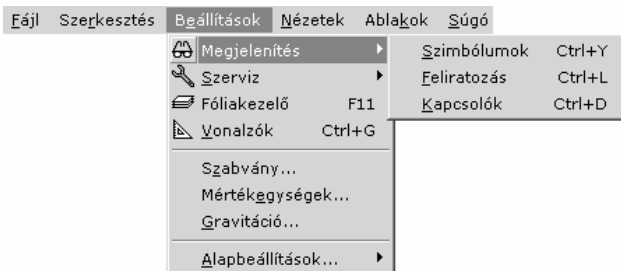
### 2.2.7. Dokumentáció szerkesztő



### 2.2.8. Ábra mentése képtárba



## 2.3. Beállítások



### 2.3.1. Megjelenítés



*Szimbólumok*

[Ctrl]+[Y]

Lásd részletesen... 1.9.11. Megjelenítés

*Feliratozás*

[Ctrl]+[L]

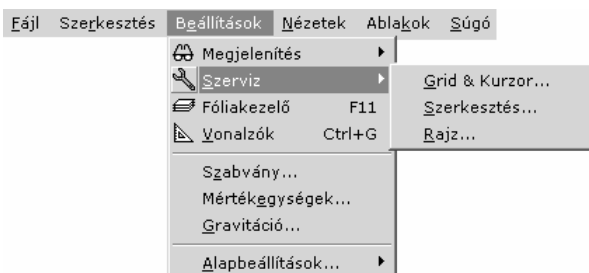
Lásd részletesen... 1.9.11. Megjelenítés

*Kapcsolók*

[Ctrl]+[D]

Lásd részletesen... 1.9.11. Megjelenítés

### 2.3.2. Szerviz

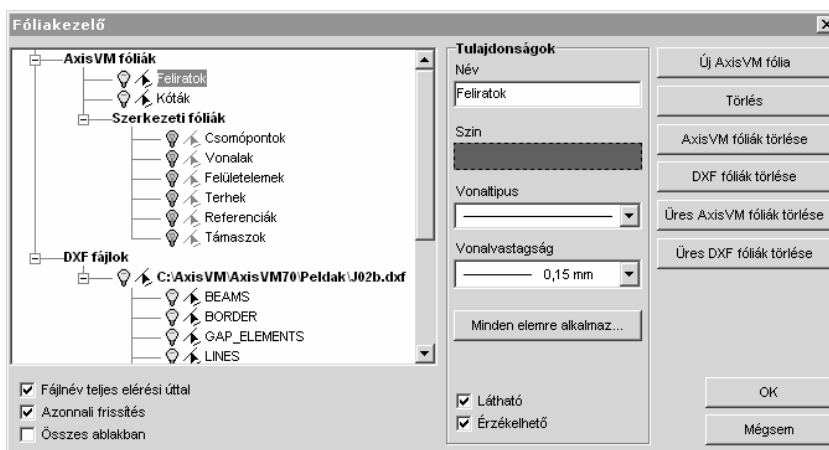


Lásd részletesen... 1.9.12. Szerviz

### 2.3.3. Fóliakezelő



[F11]



A fóliakezelőben együtt találhatóak az AxisVM-ben létrehozott, illetve a betöltött DXF és ArchiCAD-fóliák. A modellbe egyidejűleg csak egy Archi-CAD modellt tölthetünk be, DXF-fájlból viszont többet is.

A program a kótázás indításakor – ha még nincs a modellben létrehozva AxisVM-fólia – automatikusan létrehoz egy *Kóták* nevű fóliát.

A bal oldali fában kiválasztott fólia neve, színe, vonaltípusa, vonalvastagsága, láthatósága és érzékelhetősége a jobb oldali mezőkben állítható. Ha egy DXF-fájl nevét választjuk ki, akkor valamennyi, a DXF-fájlból található fólia jellemzőit egyszerre módosíthatjuk. Az AxisVM szerkezeti fóliák tulajdonságai nem változtathatók.

A Minden elemre alkalmaz... gomb lenyomása után megjelenő dialógusablakban beállíthatjuk, hogy a DXF-fólián lévő elemek mely tulajdonságait vegyék fel a fólia jellemzői szerint.

A fóliák és teljes DXF-fájlok láthatóságát illetve érzékelhetőségét a fában a fólia neve előtt álló villanykörte illetve kurzor-ikonra kattintva is módosíthatjuk.

<i>Új AxisVM fólia</i>	Fólia létrehozásakor megadható a fólia neve, színe, vonalvastagsága.
<i>Törlés</i>	A kijelölt fólia vagy fájl törölhető.
<i>AxisVM fóliák törlése</i>	Az összes AxisVM fóliát törli.
<i>DXF fóliák törlése</i>	Az összes importált DXF fóliát törli.
<i>Üres AxisVM fóliák törlése</i>	A létrehozott AxisVM-fóliák közül törli azokat amelyek nem tartalmaznak elemeket.
<i>Üres DXF fóliák törlése</i>	Az importált DXF fóliák közül törli azokat, amelyek nem tartalmaznak rajzelemeket.

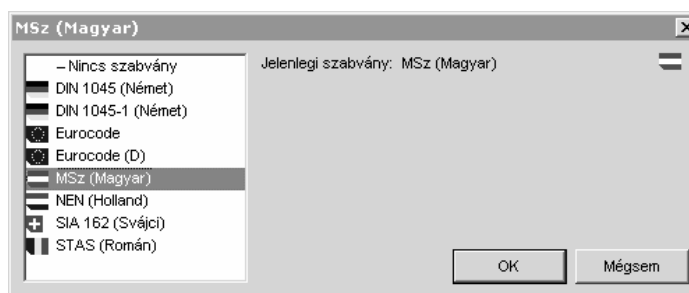
### 2.3.4. Vonalzók



Vonalzók

Lásd részletesen... 1.9.5. Vonalzók

### 2.3.5. Szabvány

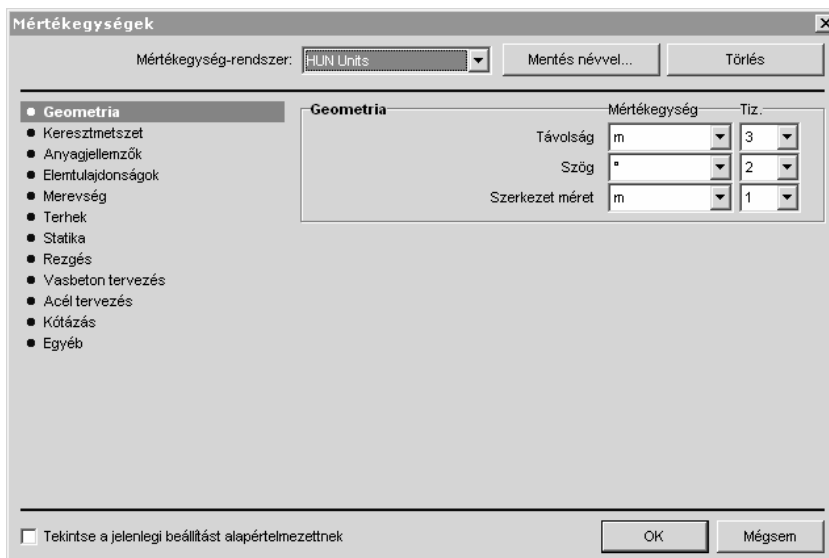


A program szabványfüggő részei az itt választott szabványnak megfelelően működnek.

Szabványváltáskor a mértékadó teherkombinációk eltérő számítási módszerei miatt a tehercsoportok paraméterei a biztonsági tényezők kivételével törlődnek. Törlődnek a földrengésvizsgálat paraméterei és a földrengés teheresetek is.

Mivel az anyagjellemzők és bizonyos vasalási paraméterek értékét a különböző szabványok eltérően rögzítik, ajánlatos szabványváltáskor a megadott értékeket újra ellenőrizni.

### 2.3.6. Mértékegységek



Itt lehetséges a programban alkalmazott mértékegységek és azok kiírási formátumainak beállítása. A jobb oldalon mindig a bal oldali listából választott kategóriába tartozó mértékegységeket látjuk.

Választhatók az SI-ben rögzített mértékegységek vagy azok többszörösei (pl.: erő [N, kN...] hossz [m, cm, ...]) vagy Brit ill. USA mértékegységek (pl.:erő: pound, hossz [feet, inch], stb.).

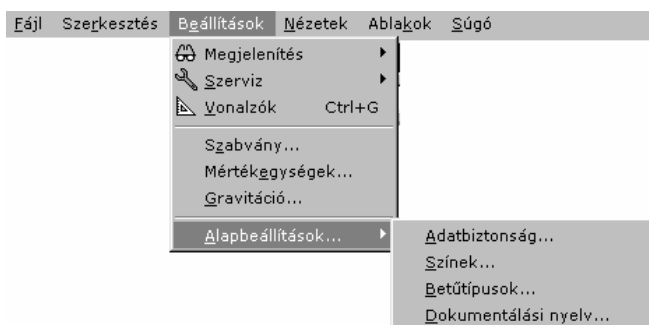
Az egyedi beállítások egy megadott névvel elmenthetők és a későbbiekben visszatölthetők. A mértékegységek melletti legördülő listán beállítható a kiírás során megjelenő tizedesjegyek száma.

### 2.3.7. Gravitáció

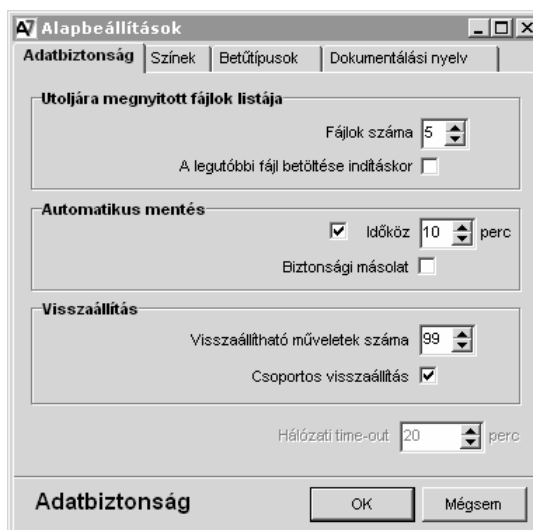
Gravitáció hatásirányának a beállítása. Az alapérték  $-Z$ , azaz a gravitáció a  $Z$  tengely mentén, negatív irányban hat.

A gravitáció iránya lehet valamely globális koordináta tengely ( $X$ ,  $Y$ ,  $Z$ ) iránya.

### 2.3.8. Alapbeállítások...



## Adatbiztonság



*Utoltára megnyitott fájlok listája* Itt állítható be a *Fájl* menülap alján látható, utoltára megnyitott fájlok száma és az utoltára használt fájl automatikus betöltése.

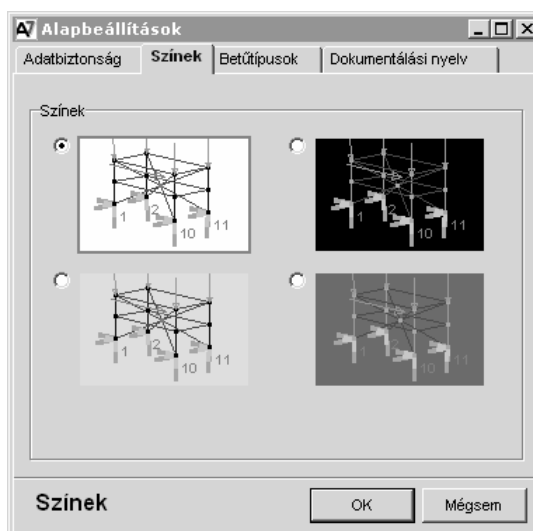
*Automatikus mentés* Az automatikus mentés időközének beállítása 1-99 perc között. A beállított időközönként automatikus mentést végez. Az adatokat egy *autosave.avm* fájlba menti. Amennyiben a program futtatása közben valamilyen hiba következett be, és a program leállt, a következő indításkor a program felkínálja az utolsó mentett állapot visszaállítását.

*Biztonsági másolat* Mentés előtti biztonsági másolat készítés beállítása. Biztonsági másolat csak az adatbemeneti fájlról készül.  
*Biztonsági másolat:* Mentés előtt a felülírandó fájlról másolatot készít. A létrehozott fájl neve: *modellnév.~AX*.

*Visszaállítás* A visszaállítható műveletek számát határozhatjuk meg 1-99 között. A *csoportos visszaállítás* funkció kikapcsolása esetén az egy szerkesztési paranccsal létrehozott geometriai objektumok vonal elemenként állíthatók vissza.

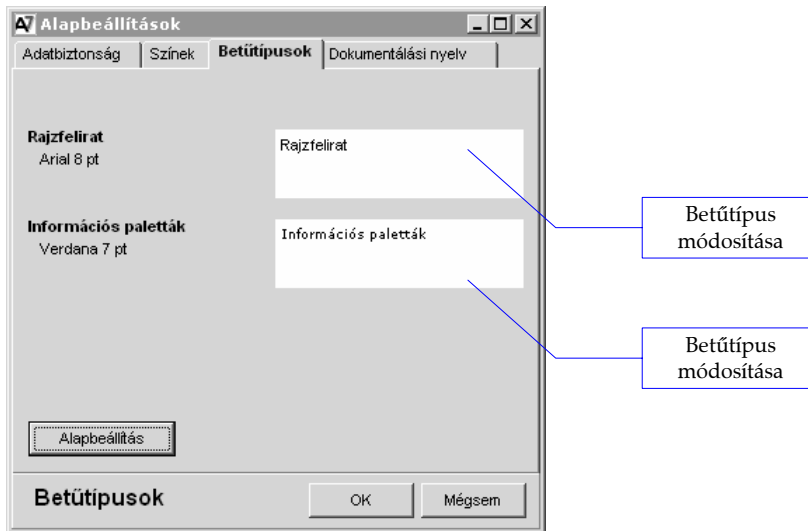
*Hálózati time-out* Hálózati hardverkulcs használata esetén, az itt beállított időérték lejártá után az adminisztrált AxisVM futtatást kilépteti, amennyiben ezen idő alatt hardverkulcs kezelés nem történt.

## Színek



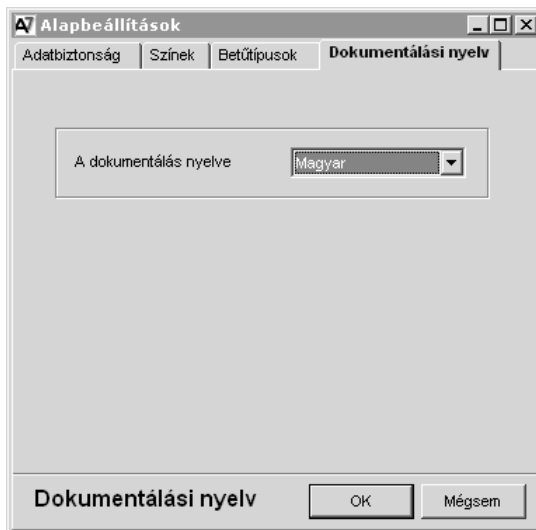
A program főablakának háttérszínét választhatjuk ki (fekete, sötétszürke, világosszürke vagy fehér). A feliratok, számok, szimbólumok, elemek színei a beállított háttérszínhez igazodnak.

## Betűtípusok



A képernyőn megjelenő feliratok, számok betűtípusának és méretének beállítása. Információs ablakokban megjelenő feliratok, számok betűtípusának és méretének beállítása. A mezőre kattintva a megjelenő dialógusablakban a beállítások elvégezhetők.

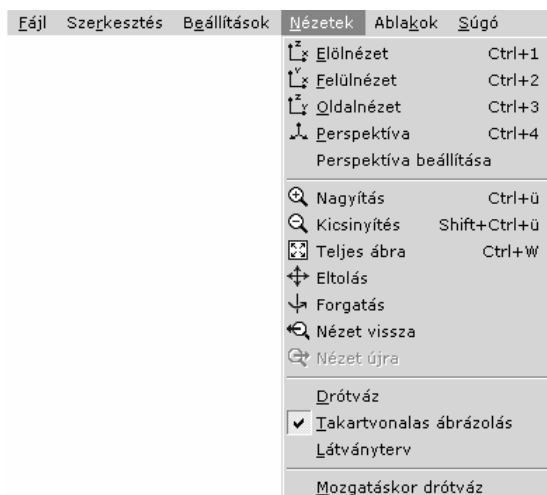
## Dokumentálási nyelv














A nyomtatott táblázatok, rajzok feliratozási nyelvének kiválasztása. Választható nyelvek : magyar, angol, német.

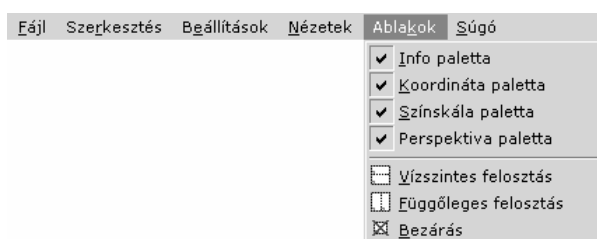
## 2.4. Nézetek

Új



Előlnézet  [Ctrl]+[1]	Lásd részletesen... 1.9.3. Nézetek, perspektíva beállítás
Felülnézet  [Ctrl]+[2]	Lásd részletesen... 1.9.3. Nézetek, perspektíva beállítás
Oldalnézet  [Ctrl ]+[3]	Lásd részletesen... 1.9.3. Nézetek, perspektíva beállítás
Perspektíva  [Ctrl]+[4]	Lásd részletesen... 1.9.3. Nézetek, perspektíva beállítás
Perspektíva beállítás	Lásd részletesen... 1.9.3. Nézetek, perspektíva beállítás
Nagyítás  [ + ], [Ctrl]+[ + ]	Lásd részletesen... 1.9.2. Nagyítás, kicsinyítés
Kicsinyítés  [ - ], [Ctrl] + [ - ]	Lásd részletesen... 1.9.2. Nagyítás, kicsinyítés
Teljes ábra  [Ctrl]+[W]	Lásd részletesen... 1.9.2. Nagyítás, kicsinyítés
Eltolás 	Lásd részletesen... 3.8.9.Eltolás
Forgatás 	Lásd részletesen... 1.9.3. Nézetek, perspektíva beállítás
Nézet vissza 	Lásd részletesen... 1.9.2. Nagyítás, kicsinyítés
Nézet újra 	Lásd részletesen... 1.9.2. Nagyítás, kicsinyítés

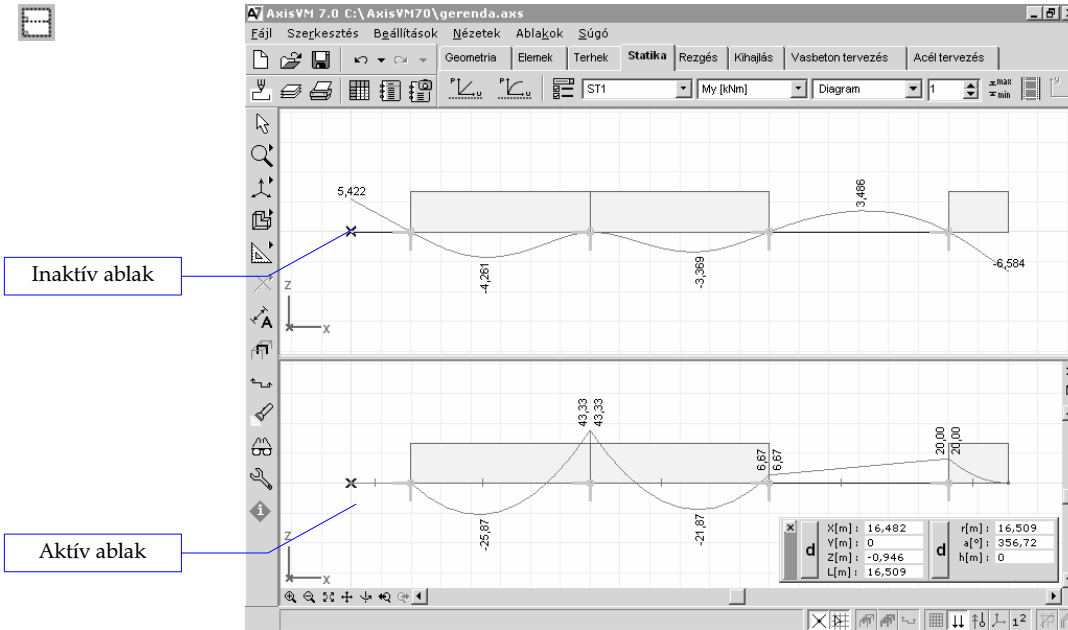
## 2.5. Ablakok



### 2.5.1. Információs paletták

- ✓ Az Info, Koordináta, Színskála és Perspektíva paletta megjelenítésének ki-bekapcsolása.  
Lásd részletesen... 1.10. Információs paletták

## 2.5.2. Vízszintes felosztás

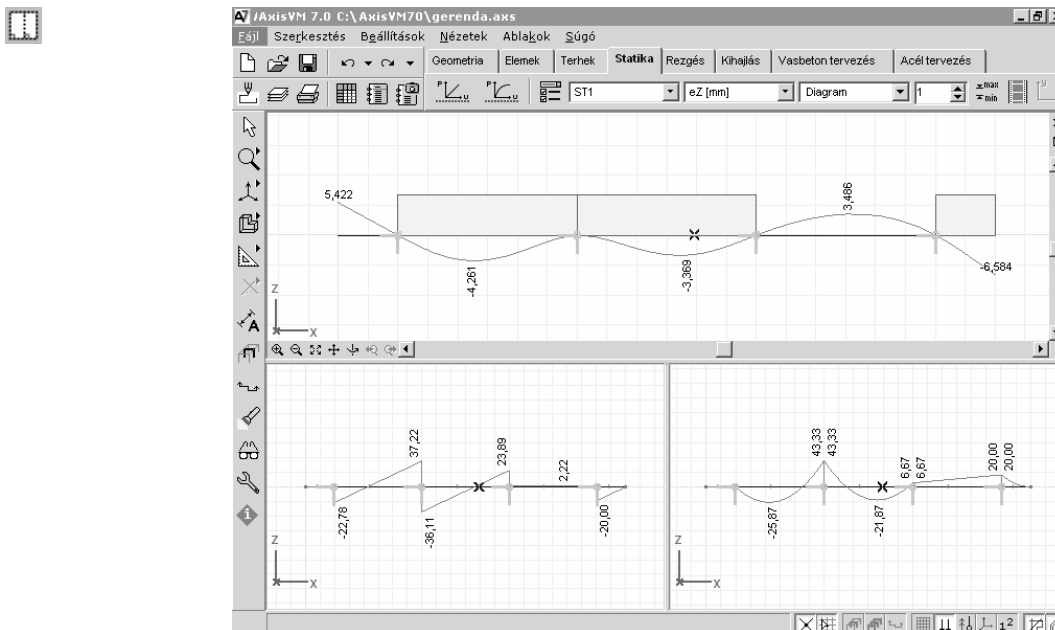


Vízszintesen kettéosztja az aktív ablakot.

Az így létrejött ablakokban a megjelenítési paraméterek külön-külön beállíthatók. Ez előnyösen felhasználható geometriai szerkesztésnél, eredménykiértékelésnél és dokumentálásnál.

Az aktív ablak a jobb felső saroknál lévő ikon segítségével teljes képernyő méretűre felnyitható ill. visszacsukható.

## 2.5.3. Függőleges felosztás



Függőlegesen kettéosztja az aktív ablakot.

Az így létrejött ablakok használata megegyezik a vízszintes felosztás után keletkezett ablakok használatával. Az ablakokat elválasztó keret egészrel megfogható és mozgatható.

---

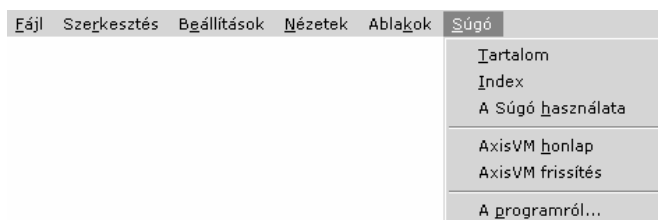
### 2.5.4. Bezárás



Megszünteti az aktív ablakot.

---

## 2.6. Súgó



A Súgó a program használatára vonatkozó tudnivalókat gyűjti össze. A programban helyzetérzékeny súgó is működik, azaz dialógusablakokban az F1 billentyű lenyomására azonnal a dialógusablaknak megfelelő súgó oldal jelenik meg.

---

### 2.6.1. Tartalom

A Súgó (Help) tartalomjegyzéke.

---

### 2.6.2. Index

Segítségével témák, kulcsszavak alapján kereshetünk.

---

### 2.6.3. A Súgó használata

A Súgó (Help) használatának leírása.

---

### 2.6.4. Az AxisVM honlapja

A beállított, alapértelmezett böngésző programot indítja és a [www.axisvm.hu](http://www.axisvm.hu) internet címre irányítja a felhasználót. A honlapon naprakész információk találhatóak a programrendszerrel valamint letölthetők az aktuális frissítéscsomagok. Technikai támogatás az itt található email címen vagy telefonon kérhető.

---

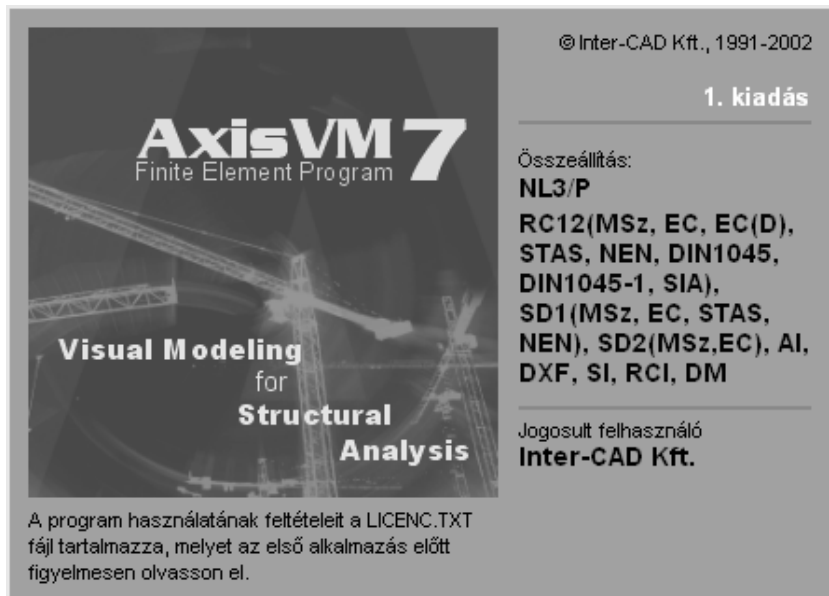
### 2.6.5. AxisVM frissítése

A beállított, alapértelmezett böngésző programot indítja és a [www.axisvm.hu](http://www.axisvm.hu) internet címre irányítja a felhasználót. A weblapról mindig letölthető a program legfrissebb kiadása.

---

### 2.6.6. A programról...

A program verziószámáról és az aktuális programösszeállításról, a kulcs sorszámáról és az esetleges időkorlátozásról ad információt.




---

## 2.7. Ikon menü




---

### 2.7.1. Új



Lásd részletesen... 2.1.1. Új

---

### 2.7.2. Megnyitás



[Ctrl] + [O]

Lásd részletesen... 2.1.2. Megnyitás

---

### 2.7.3. Mentés



[Ctrl] + [S]

Lásd részletesen... 2.1.3. Mentés

---

### 2.7.4. Vissza



[Ctrl] + [O]

Lásd részletesen... 2.2.1. Vissza

---

### 2.7.5. Újra



Lásd részletesen... 2.2.2. Újra

[Shift]+[Ctrl]+[Z]

---

### 2.7.6. Rajzfrissítés



Újra felépíti a rajzot.

[Ctrl] + [R]

---

### 2.7.7. Fóliakezelő



Lásd részletesen... 2.3.3. Fóliakezelő

[F11]

---

### 2.7.8. Nyomtatás



Lásd részletesen... 2.1.9. Nyomtatás

[Ctrl]+[P]

---

### 2.7.9. Táblázatkezelő



Lásd részletesen... 1. 7 Táblázatok

---

### 2.7.10. Dokumentáció szerkesztő



Lásd részletesen...1.8. Dokumentáció-szerkesztő

---

### 2.7.11. Képmentés



Lásd részletesen...1.8 Dokumentáció-szerkesztő

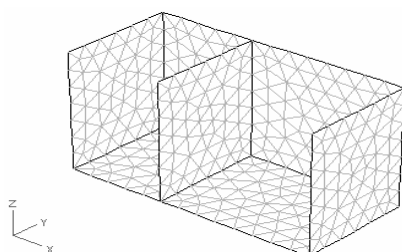
Ez az oldal szándékosan üres.

## 3. Adatmegadás

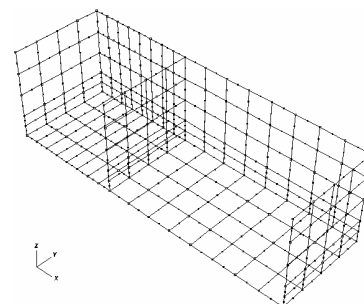
### 3.1. Geometria

A geometriai szerkesztőfelület szolgál arra, hogy segítségével a szerkezet geometriáját – vizuálisan is jól követhető módon – a program számára meghatározzuk majd szükség esetén módosítsuk azt. Ennek során a végelemes modell hálózatát hozzuk létre amelyen a későbbiekben a végelemeket definiáljuk. E hálózat építőelemei a csomópontok és a csomópontokat összekötő vonalak.

Lemez, tárcsa, héj szerkezetek esetén a hálózat a felület geometriai középsíkjára illeszkedő összefüggő négyszög, ill. három-szög hálózatot jelent.

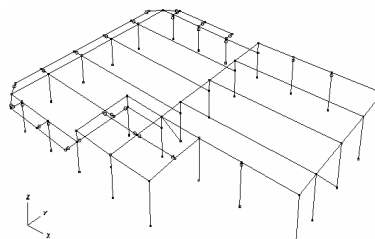


*Automatikusan generált  
háromszöghálózat.*

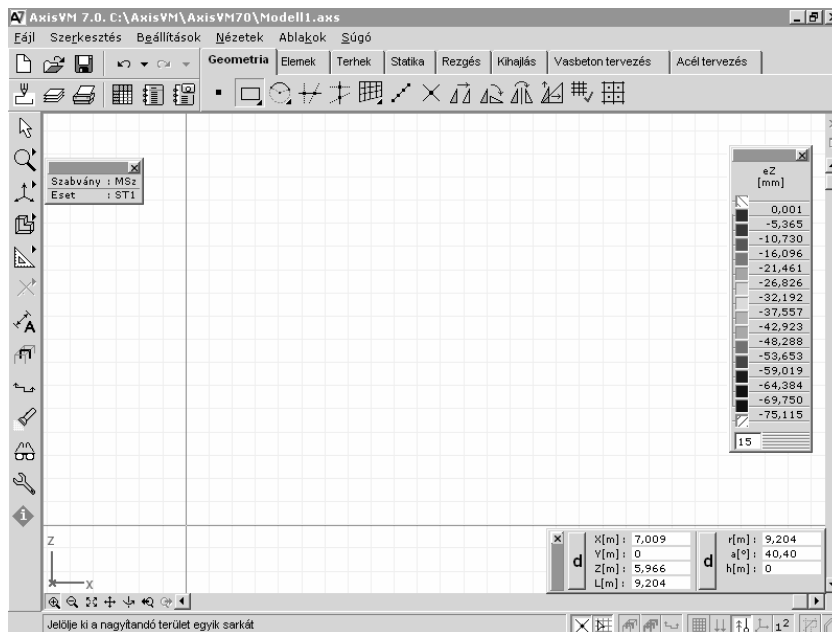


*Szerkesztéssel létrehozott négyszöghálózat.*

Rúdszerkezet esetén a hálózati vonalak a rudak tengelyvonalait, a csomópontok a rudak kapcsolódási pontjait jelentik.



## 3.2.Szerkesztő felület



A program indításakor automatikusan a geometriai szerkesztő modul lesz aktív. A geometriai szerkesztő felület egy térbeli koordináta-rendszer, amely koordináta síkjaival vagy tetszőleges perspektív ábraként jelenik meg a képernyőn. Új modell esetén ez az X-Z síkot jelenti, meglévő modell esetén pedig az utoljára használt nézetet. A képernyő felső részén, a szerkesztő ablak felett találjuk meg a geometriai szerkesztő eszközöket, ezek segítenek a szerkezeti modell létrehozásában. Részletes tárgyalásuk a 3.8. pontban történik.

A munkafelületen megjelenő rajz ábrázolási paramétereit a baloldali ikon tábla parancsaival állíthatjuk be. **Lásd részletesen...** 1.9. Ikon tábla

### 3.2.1. A munkafelület felosztása ablakokra

Bonyolult szerkezeteknél elengedhetetlen, hogy munka közben a szerkezetet különböző irányokból is láthassuk. A hatékony munka érdekében - hogy ne kelljen gyakran nézetet váltanunk – lehetőségünk van arra, hogy a modell egy időben több nézetével is megjelenjen a képernyőn.

A funkció a **Ablakok** főmenüből érhető el az alábbi lehetőségeket kínálva:

Vízszintes felosztás	Az aktuális ablakot, függőleges oldala mentén két egyenlő méretű ablakra osztja úgy, hogy a felső marad az aktív. <b>Lásd részletesen...</b> 2.5.2. Vízszintes felosztás
Függőleges felosztás	Az aktuális ablakot, vízszintes oldala mentén két egyenlő méretű ablakra osztja úgy, hogy a bal oldali marad az aktív. <b>Lásd részletesen...</b> 2.5.3. Függőleges felosztás
Bezárás (Törlés)	Hatására az aktuális ablak eltűnik. Az <b>aktuális ablak</b> mindig az lesz amelyikre utoljára kattintunk, az ablakot kezelő funkciók csak ennél érhetők el. Az ablakosztással létrehozott ablakok mindegyikében tetszőleges nézet állítható be, és munka közben a szerkesztési műveletek eredménye mindegyiken azonnal megjelenik.  Minden részablak <b>teljes értékű</b> szerkesztő ablak, tehát a geometriai szerkesztőben elérhető összes funkció használható rajta. Ezen felül, minden művelet bármelyik részablakban elkezdhető és tetszőleges részablakban folytatható ill. befejezhető.  <b>Hasznos tudni:</b> művelet közben az aktuális ablak nézete is megváltoztatható  néhány szerkesztési funkció perspektív nézeten nem vagy csak korlátozva használható.

---

### 3.3.Koordináta-rendszerek

Szerkezeti modellt egy térbeli, derékszögű koordináta-rendszerben helyezzük el még a síkbeli modellek esetén is. Így a szerkezet minden pontját három koordináta (X,Y,Z) jellemzi. A végelemek definiálásához használhatunk végelemekhez rögzített lokális, vagy referencia irányokhoz kötött, relatív koordináta-rendszereket is.

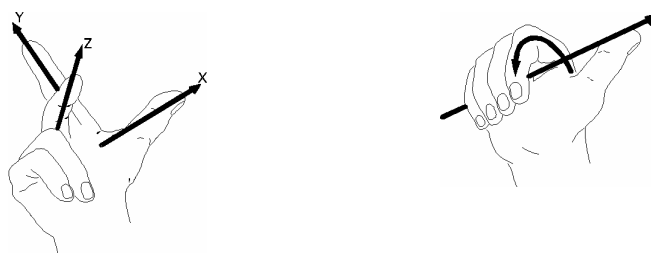
A geometria megadás könnyebbége érdekében lehetőségünk van henger ill. gömb koordináta-rendszer használatára is.

**Lásd részletesen...** 3.3.2. Segéd (henger, gömb) koordináta-rendszerek

---

#### 3.3.1. Alap (ortogonális) koordináta-rendszer

A programrendszer alap koordináta-rendszerként derékszögű, jobbsodrású (jobbkezes), térbeli koordináta-rendszert használ, amelyben meghatározhatjuk a szerkezet geometriai és egyéb jellemzőit. A szerkezet megjelenítéséhez választható képsíkok is az alap koordináta-rendszerben értendők. A tengelyek elhelyezkedését és a pozitív irányú eltolódást ill. elfordulást a következő ábra mutatja.



A geometriai szerkesztő modul alaprendszere is az előbb jellemzett ortogonális koordináta-rendszer.

Új modell indításakor az X-Z képsík jelenik meg. A koordináta-rendszer kezdőpontját (origóját) a szerkesztő ablak bal alsó sarkánál megjelenő kék X jelöli. Az AxisVM kétfajta origót különböztet meg. A **globá-**

**Iis origó** mozdulatlan, a segédháló-rendszer kezdőpontját adja. A globális origóhoz tartozó globális koordináták bármikor leolvashatók a koordináta ablak bal oldalán, kikapcsolt „delta” kapcsoló mellett. A **relatív origó** aktuális pozícióját kék X jelzi. A modell szerkesztése során a relatív origó **[Alt]+[Shift]** vagy az **[Insert]** lenyomásával bármikor áthelyezhető a kurzor egy adott pozíciójába, ami által egy lokális koordináta-rendszert definiálunk, aminek az áthelyezett origó a középpontja. Segítségével leolvashatunk tetszőleges ponttól távolságokat, vagy egy új elem megadásakor a képernyő tetszőleges pontjába áthelyezett relatív origótól adhatunk meg értékeket. A kötött irányok használatánál is lehetőséget ad tetszőleges kiinduló pont használatára. Egy új hálózati elem létrehozásakor a relatív origó automatikusan helyeződik át az aktuális pozícióba. Mindkét „delta” kapcsoló kikapcsolása esetén pozíciója megegyezik a globális origóéval.

#### Hasznos tudni:

X-Y és Y-Z képsíkban a harmadik tengely felénk, a képsíkból kifelé mutat, így a pozitív irányú eltoláskor a szerkezeti részlet hozzánk közeledik. X-Z síkban ezzel ellentétes irányba mutat a harmadik tengely, a képsíktól befelé, tehát pozitív irányú eltolásra a szerkezeti részlet távolodik tőlünk.

A globális tengelyeket nagy betűvel, a lokálisakat kis betűvel jelöljük.

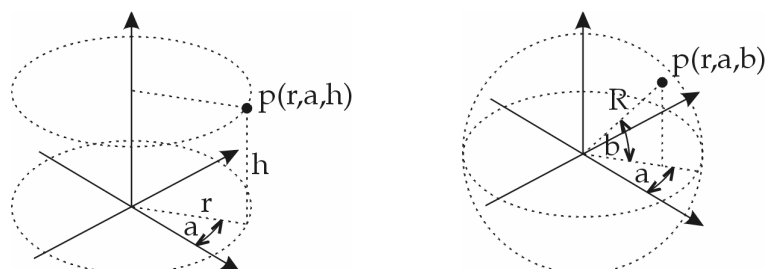
Lásd még...3.9.3. Referenciák

### 3.3.2. Segéd (henger, gömb) koordinátarendszerek

Egyes modelltípusok esetén segítséget nyújt, ha a szerkezet geometriáját nem csupán az ortogonális három irány (X, Y, Z) felhasználásával adhatjuk meg. Ezekben az esetekben rendelkezésünkre áll henger, ill. gömb koordinátarendszer is. A kettő közül mindig csak az egyik lehet aktuális az alap koordináta-rendszer mellett, bekapcsolásuk pedig a **Beállítások / Szerviz / Szerkesztés / Segédkoordináták**-nál található rádiógombokkal történhet.

A **henger koordináta-rendszer** bekapcsolásakor a koordináta ablak jobb oldalán megjelenik a hozzá tartozó három jellemző. A henger koordináta-rendszer tengelye a  $h$  tengely, mindig képsíkra merőleges és pozitív iránya megegyezik az ortogonális harmadik tengely pozitív irányával. Így a  $h$  paraméterben lehet megadni egy pont képsíktól való távolságát, az  $r$  paraméterben a pont távolságát a henger tengelyétől, míg az  $a$  paraméterben a pontot és az origót összekötő egyenes irány-szögét.

A **gömb koordináta-rendszerhez** tartozó három paraméter közül  $R$  a pont távolsága az origótól,  $a$  paraméter, a pontot és az origót összekötő egyenes szöge a képsíkon mérve,  $b$  paraméter a pontot és az origót összekötő egyenes képsíkkal bezárt szögét adja meg és előjele a mélységi koordináta előjelével azonos.



Henger koordináta-rendszer

Gömb koordináta-rendszer

### 3.4. Koordináta paletta

X	d	X[m] : 1.056	d	r[m] : 1.275
		Y[m] : 25.000		a[°] : 34.06
		Z[m] : 0.714		h[m] : 25.000
		L[m] : 25.032		

A koordináta paletta segítségével tájékozódhatunk a kurzor pillanatnyi, globális vagy lokális koordináta-rendszerben vett pozíciójáról. Bal oldalán található az ortogonális koordináta-rendszerhez tartozó koordináta értékeket, jobb oldalán pedig a segéd (henger vagy a gömb) koordináta-rendszerhez tartozókat. A koordináta értékek mellett található „delta” kapcsoló bekapcsolásával a lokális origóhoz tartozó koordináták jeleníthetők meg. Ezen funkció aktív voltát a koordináták mellett megjelenő kis **d** betűk jelezik.

X	d	dX[m] : 0.914	d	d r[m] : 1.308
		dY[m] : 25.000		d a[°] : 45.65
		dZ[m] : 0.935		d h[m] : 25.000
		dL[m] : 25.034		

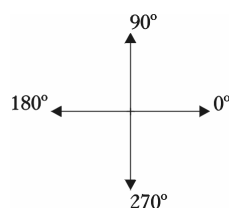
Az **[Alt]** + koordinátajel **[X], [Y], [Z], [L], [R], [A], [B], [H]**, (a koordinátát jelölő betű) lenyomásával a koordináta-hoz tartozó érték rögzíthető, ilyenkor a rögzített koordináta érték körül fekete keret jelenik meg. A funkció feloldása ugyan ezen billentyűkkel vagy az **[Alt]** + **[Space]** billentyűvel történik.

X	d	X[m] : 3.000	d	r[m] : 3.081
		Y[m] : 0.700		a[°] : 13.13
		Z[m] : 0.000		h[m] : 0.000
		L[m] : 3.081		

#### Hasznos tudni:

delta kapcsoló bekapcsolása hatással van a kötött irányok működésére is [Lásd részletesen...](#) 3.7.4. Kötött irányok

Az  $\alpha$  szög pozitív értékei:



### 3.5. Segédháló (grid) rendszer

A szerkesztő ablakban képsíkok kiválasztása esetén megjeleníthető egy, a vizuális eligazodást segítő hálózat. Megjelenését tekintve két féle lehet:

**háló** – a tengelyeket sárga egyenesek jelzik, a hálónonalak szürkék

**pontrács** – a tengelyeket sárga keresztek jelzik, a hálóosztásokat szürke pontok

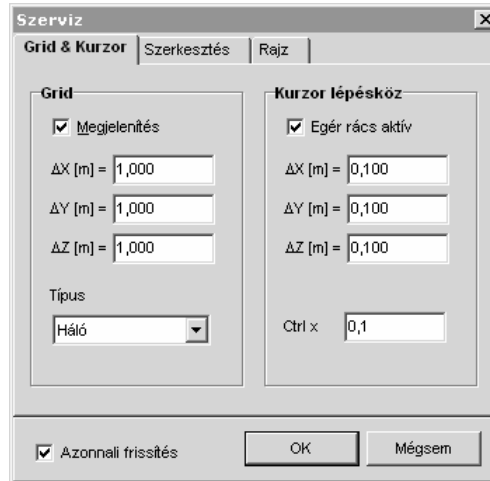
A segédháló osztása a három ortogonális irányban a **Beállítások** / **Szerviz** / **Grid&Kurzor** helyen külön-külön állítható. Ugyan itt lehet be-, ill. kikapcsolni a megjelenítést.

**Hasznos tudni:**

a segédhálót a kurzorlépés (snap) méretére beállítva olyan rács rendszert alakíthatunk ki, ahol csak a hálónonalak metszéspontjaiba tehető csomópont, ami modulrendszerre épülő geometriánál jól áttekinthető szerkesztést tesz lehetővé.

**3.6.Kurzorlépés (snap)**

Ezzel a funkcióval egy láthatatlan rácsot határozhatunk meg, amelyet aktivizálva a kurzor csak a rácspontokon mozog. A kurzorlépés a három ortogonális irányban különböző méretű lehet és a **Beállítások / Szerviz / Grid & Kurzor / Kurzor lépésköz** menüben állítható be.



A **Ctrl x** mezőben beállítható szorzóval a kurzorlépés csökkenthető ill. növelhető a szorzónak megfelelő arányban.

A szorzó szerkesztéskor a **[Ctrl]** billentyű lenyomva tartása esetén aktív. A kurzor lépésköz inaktívvá válik ha egy vonalra ráállunk. Ez esetben a kurzor a vonalon mozog.

A kötött irányok használatánál a kurzor lépésköz a rögzített irányban van értelmezve, tehát a kurzor a kijelölt irányban fog a megadott kurzorlépéssel mozogni, mégpedig a három érték közül ( $\Delta X$ ,  $\Delta Y$ ,  $\Delta Z$ ,) az elsőnél megadott értékkel.

Lásd részletesen...3.7.4. Kötött irányok

**3.7.Szerkesztést segítő kellékek**

A szerkesztést e segédfunkciók felhasználásával egyszerűbbé tehetjük.

**3.7.1. Vonzáskör (aura)**

Ez a funkció segít abban, hogy a kurzort a képernyőn lévő elemekre, ill. azok kitüntetett pontjaira pontosan rá lehessen illeszteni.

A vonalak és a megkülönböztetett pontok egy beállítható távolságból magukhoz vonzzák a kurzort. Ez a távolság (az aura nagysága), melyen belül ez a hatás érvényesül a **Beállítások / Szerviz / Szerkesztés / Aura** beállító ablakban állítható. A kurzor alakja mutatja, hogy milyen elemet azonosított a program egy adott helyen. Ezek a következők lehetnek:

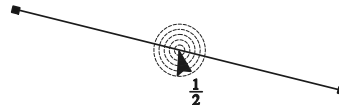
Csomópont



Felezőpont



Támasz



Hálófüggetlen teher	
Vonal	
Felület	 
Metszéspont	
Merőleges	
Vonalzó	
Tartomány	
Kóta, méretvonal	
Szövegdoboz, eredményfelirat	

Abban az esetben, ha egy helyen több különböző elemet is talál a program, akkor a fenti prioritás szerint jeleníti meg őket, mindig a fenti lista szerinti legkisebb sorszámú elem jelét mutatva.

Dupla szimbólum jelenik meg, ha egy helyen takarásban több azonos elemet talál.

**Hasznos tudni:**

a koordináta ablakban olvashatjuk le, hogy a takarásban lévő azonos elemek (pl. pontok) közül melyik vonzotta magára a kurzort

### 3.7.2. Koordinátaérték számszerű megadása

A modell szerkesztése során egy pont koordinátáit megadhatjuk úgy is, hogy közvetlenül a koordináta palettába írjuk be a koordináta értékeket. A koordináta mezőkbe két módon írhatunk:

a koordináta betűjelét lenyomjuk, majd beírjuk az értékét kurzorral a kívánt mezőbe kattintunk, majd beírjuk az értékét

Az így megadott értékek bekapcsolt „delta” mellett lokális, kikapcsolt „delta” mellett a globális koordináták. Több koordinátaérték megadásakor egymásnak ellentmondó értékek közül az utóbb megadottat vesszi figyelembe.

**Hasznos tudni:**

Meglévő pontból adott távolságot, adott irányban könnyen felmérhetünk, ha a lokális origót a már meglévő pontba helyezzük, és a **d a**[°] koordinátaához beírjuk az iránynak megfelelő szöveget majd a **d r**[m] koordinátaához beírjuk a távolságot.

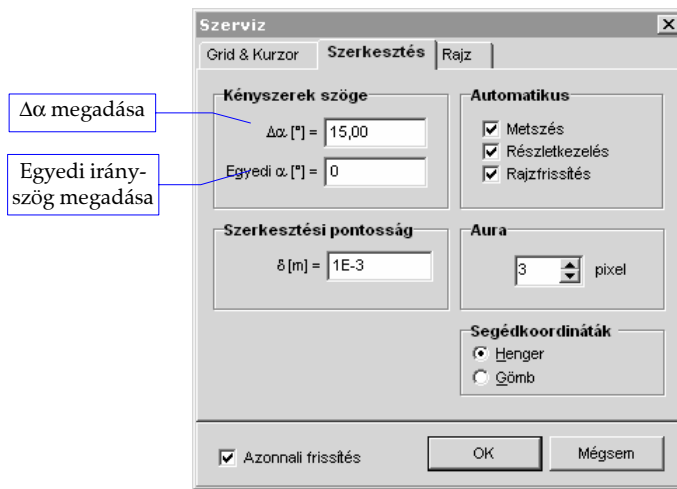
Szerkesztés közben a lokális origó bármikor, tetszőleges pontba áthelyezhető, így pl. egy vonal kezdő és végpontját két különböző ponttól mért koordinátákkal is megadhatjuk

### 3.7.3. Távolság mérése

Meglévő pontok távolságát megtudhatjuk, ha bekapcsolt „delta” gomb mellett, az egyik pontra áthelyezzük az origót, majd a másik pontra visszük a kurzort és **dL** értéknél a távolságot leolvassuk.

### 3.7.4. Kötött irányok

Szerkesztés közben bármikor – akár valamelyik szerkesztési funkció használata közben is – **[Shift]** gomb lenyomásával a kurzor mozgás irányát rögzíthetjük. A kötött irányok használata két szögértéken alapul:



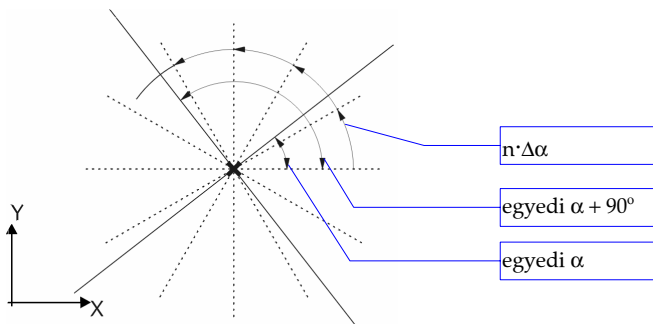
$\Delta\alpha$ , alapértéke  $15^\circ$

**[Shift]** gombot lenyomva a kurzor a lokális origóból húzott,  $n\Delta\alpha$  irányszögű egyenesen mozog, ahol  $n$  értéke a kurzor pozíciójától függő legközelebbi érték.

Egyedi  $\alpha$

**[Shift]** gombot lenyomva a kurzor a lokális origóból húzott, Egyedi  $\alpha$  vagy  $\alpha + n \cdot 90^\circ$  irányszögű egyenesen mozog.

$\Delta\alpha$  ill. Egyedi  $\alpha$  használatakor figyelembe vett origó kétféle lehet: mindkét „deltá”-t kikapcsolva koordináta palettán, a globális origó, illetve bármelyik „deltá”-t bekapcsolva, a lokális origó a középpontja az irányrögzítésnek.

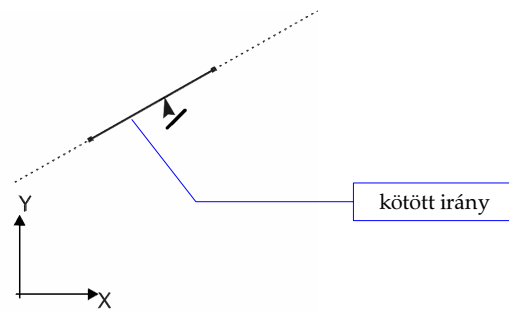


#### Hasznos tudni:

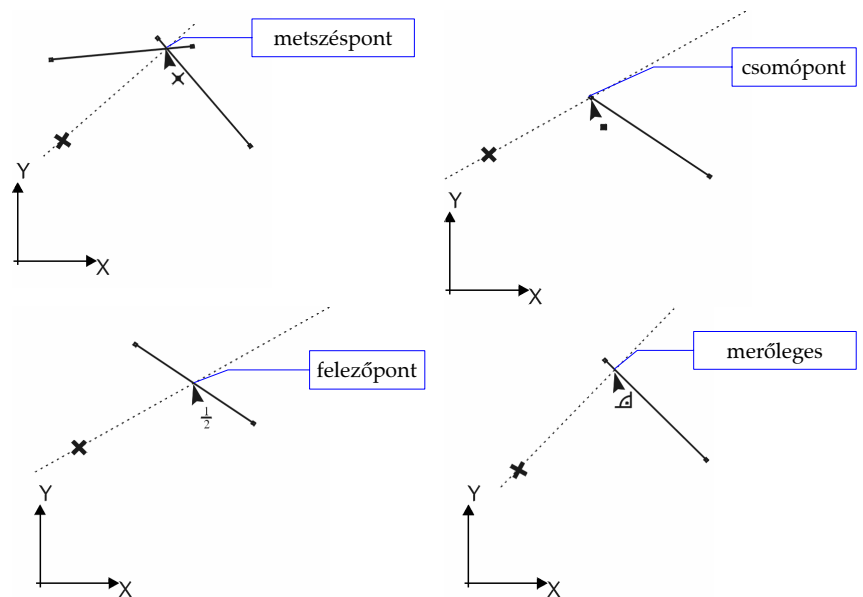
A  $\Delta\alpha$ -val és Egyedi  $\alpha$ -val jellemzett irányrögzítés perspektív megjelenítésben nem működik.

A kurzor mozgás irányát az alábbi módokon is rögzíthetjük:

**Vonalon** vagy vonalzóon álló kurzor esetén a **[Shift]** gomb lenyomása mellett, a vonal által meghatározott irányon mozog csak a kurzor. Ez a funkció perspektív megjelenítésben is működik.

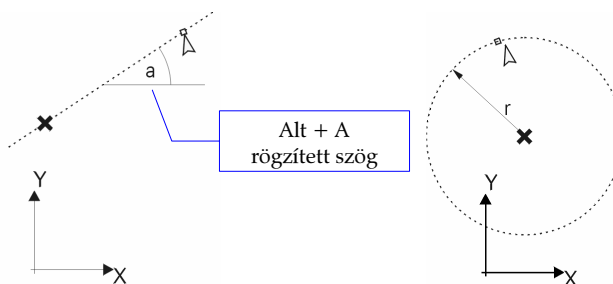
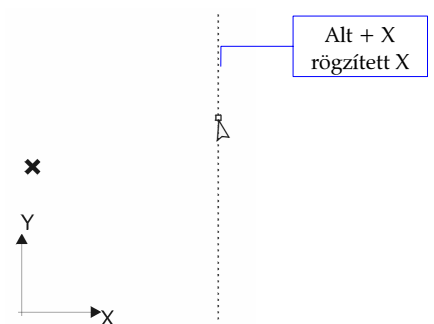


Ha a kurzor **kitüntetett képernyőponton** áll, a **[Shift]** gomb lenyomva tartása esetén a kurzor a relatív origót a kitüntetett ponttal összekötő egyenesen mozog tovább. Ez a funkció perspektív megjelenítésben is működik.



### 3.7.5. Koordináta zárolás

Ezzel a funkcióval a koordináta paletta bármely adatát, egy kívánt értéken rögzíthetjük oly módon, hogy az a kurzor elmozdításakor annak értéke nem változik. Bekapcsolása és oldása a koordinátaérték betűjelének **[Alt]** gombbal való egyidejű lenyomásával történik.



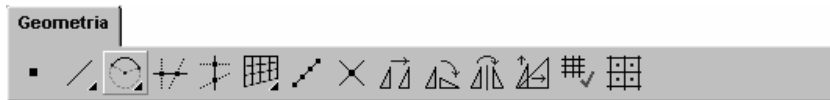
### 3.7.6. Automatikus összemetszés

Ha az **automatikus összemetszés** aktív állapotú akkor új hálózati elem létrehozásakor az egymást metsző vonalak metszéspontjába automatikusan csomópont generálódik és az elemeket ketté osztja.

Aktiválása ill. kikapcsolása a **Beállítások / Szerviz / Szerkesztés / Automatikus / Metszés** menüpontban történhet.

Felületelemként definiált elemeket felületelemekre osztja. Ha olyan elemeket metszünk, amikhez már végelemeket is definiáltunk, akkor az így kapott új elemek öröklik az eredeti végelem jellemzőit és a végelemre definiált terheket.

## 3.8. Eszközök a geometriai szerkesztőben



Ezek az eszközök szolgálnak új hálózati elemek létrehozására ill. később azok paramétereinek esetleges megváltoztatására. Itt található az elemek megsokszorozásához, mozgatásához vagy alakjuk megváltoztatásához használható funkciók, segítségével feloszthatjuk meglévő elemeket ill. ellenőrizhetjük a megszerkesztett hálózatot.

#### Hasznos tudni:

Új elem létrehozásakor részletek használata esetén, ha az automatikus részletezés beállítás aktív (**Beállítások / Szerviz / Szerkesztés / Automatikus / Részletezés**), akkor a bekapcsolt részletek az új elemekkel automatikusan bővülnek.

### 3.8.1. Csomópont

■ Ezzel a funkcióval hozható létre a végelemes modell hálózatának alapeleme, a csomópont.

Egy csomópont megadása az alábbi módokon történhet:

1. bal egérgombbal kattintva a kurzor pillanatnyi helyén hozunk létre egy csomópontot
2. koordináta palettán számszerűen megadott koordinátákkal hozunk létre egy csomópontot

Meglévő vonalon is definiálható új csomópont. Ha az automatikus összemetszés aktív akkor a vonalra kattintva az új csomópont automatikusan két részre osztja a vonalat, ha inaktív, akkor a vonaltól független, különálló csomópontot hoz létre. Felületelemek határoló vonalain vagy azokon belül, az elem síkjában létrehozott új csomópont, aktív automatikus összemetszés esetén magát a felületelemet is újabb felületelemekre bontja. Olyan elemekre használva, amelyekhez már végelemeket jellemzőket is definiáltunk, az új elemek öröklik az eredeti végelem jellemzőit és a hozzárendelt terheket is.

#### Hasznos tudni:

Perspektív megjelenítésben új csomópontot csak koordinátákkal vagy már meglévő elemek hozhatunk létre.

A hálózat ellenőrzésekor a szerkesztési pontosságnál közelebb lévő csomópontokat a program egyesíti.

### 3.8.2. Vonal



Ezzel a funkcióval hozható létre a végeselemes modell hálózat másik építőeleme a vonal, ami a későbbiekben végeselemek definiálásakor jelenthet rúdelemet, merev testet, vagy felületelemet határoló vonalat.

A funkció ikonja fölött a bal egérgombot lenyomva tartva az alábbi lehetőségek közül választhatunk:


**Vonal** Két végpontjával megadott vonalat hoz létre. A végpontokat megadhatjuk a megfelelő pozícióra állított a kurzor segítségével, vagy a koordináta palettán keresztül a megfelelő koordináta értékeket beírva. Perspektív megjelenítésben a funkció csak kitüntetett pontok között használható.

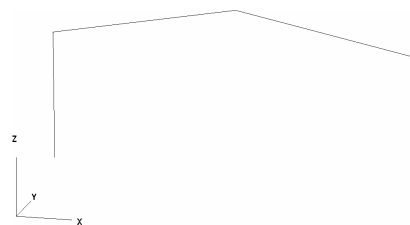


**Poligon** Végpontokkal megadott vonalláncot hoz létre úgy, hogy a vonalláncon belül utolsónak rajzolt vonal végpontja automatikusan a következő vonal kezdőpontja.



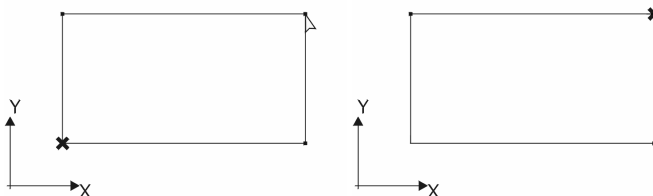
A vonallánc rajzolását az alábbi módokon lehet megszakítani:

1. Az **[Esc]** billentyű egyszeri lenyomására az éppen rajzolt vonalláncot szakítja félbe
2. Az Esc billentyű másodszeri lenyomására a poligonrajzolás funkcióból is kilép
3.  jobb gomb **Gyorsmenü / Mégsem**
4. A vonallánc utolsó pontjára való ismételt kattintással

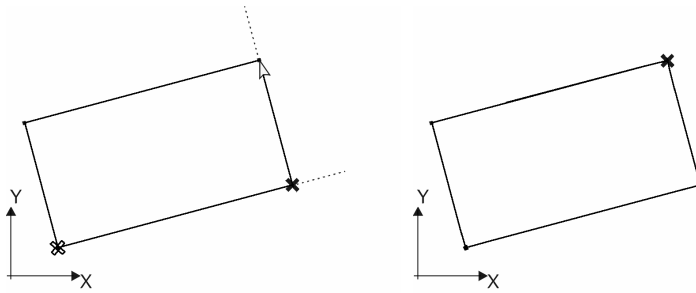


Perspektív megjelenítésben a funkció csak kitüntetett pontok között használható.

**Téglalap** Két átellenes sarokpontjával (átlójával) megadott, a koordináta tengelyekkel párhuzamos oldalú téglalapot hoz létre.



*Elforgatott téglalap* Két oldalával megadott, a koordináta-tengelyekkel tetszőleges szöget bezáró téglalapot hoz létre.



Az első sarokpont letűzése vagy az első oldal megadása után az **[Esc]** gombbal szakítható meg a funkció. Perspektív megjelenítésben csak kitüntetett képernyőpontok között használható.

#### Hasznos tudni:

Ha az **automatikus metszés** aktív a metszéspont helyén a program automatikusan csomópontot generál és a meglévő vonalat két részre osztja. Lásd részletesen...3.7.6. Automatikus összemetszés

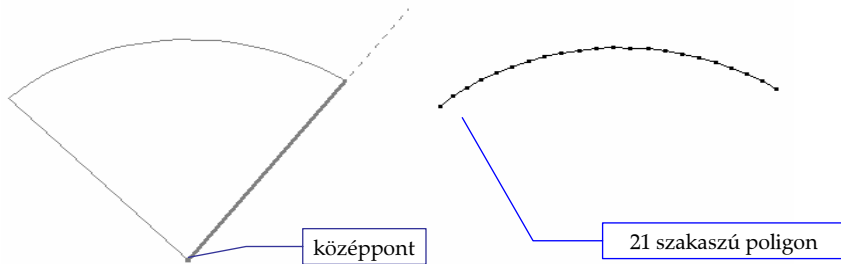
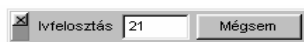
### 3.8.3. Körív



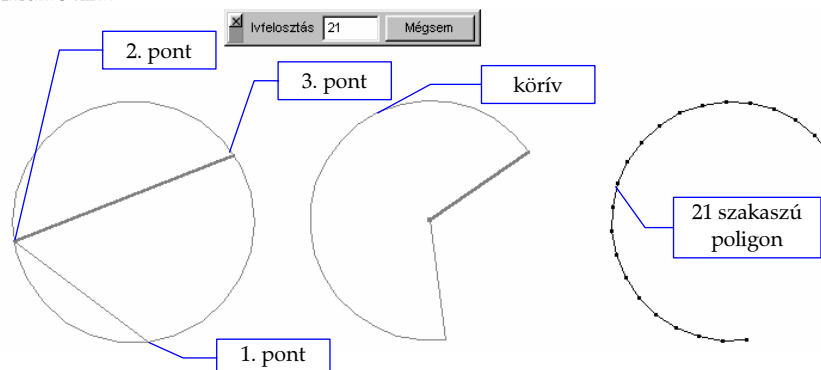
Körívre illeszkedő poligon rajzolása. A körívet, kört az ívfelosztásban beállított számú poligon szakaszra bontja a program. Az **[Esc]** gombbal szakítható meg a funkció.



Körív megadása középpont, sugár és középponti szög segítségével. A funkció perspektív beállításban is alkalmazható.



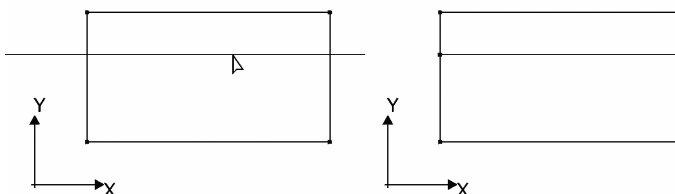
Körív megadása három pontjával. A funkció perspektív beállításban is működik.



### 3.8.4. Horizontális felosztás



A funkció egy a képsíkkal párhuzamos és a mélységi koordinátával meghatározott síkban, a kurzor aktuális pozícióján átmenő vízszintes osztóvonalat hoz létre. A síkban található elemekkel létrejövő metszéspontok helyén új csomópontot iktat be. Ha olyan elemekre használjuk, amikhez már végeelemeket is definiáltunk, akkor az így kapott új elemek öröklék az eredeti végeelem jellemzőit és a végeelemre definiált terheket is.



Perspektív megjelenítésben nem alkalmazható.

#### Hasznos tudni:

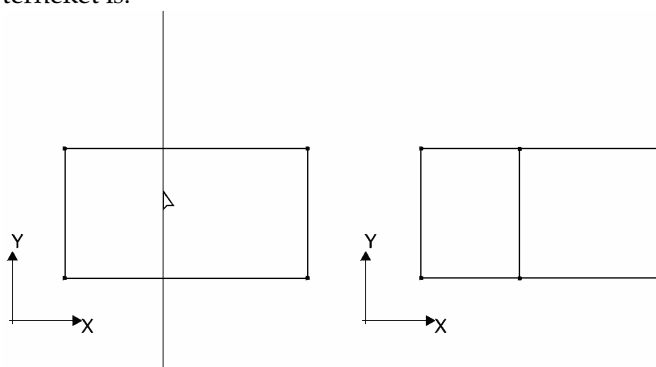
Mivel a funkció csak valamely képsíkkal (X-Z; X-Y; Z-Y) párhuzamos síkban működik, ezért olyan elemekre, amelyek ezektől eltérő síkban vannak úgy használható, hogy a megfelelő elemeket először valamelyik képsíkkal párhuzamos síkba forgatjuk, majd a felosztás után visszaforgatjuk őket eredeti pozíciójukba.

Meglévő elemek elforgatása: **Lásd részletesen...**3.8.10. Forgatás

### 3.8.5. Vertikális felosztás



A funkció egy a képsíkkal párhuzamos és a mélységi koordinátával meghatározott síkban, a kurzor aktuális pozícióján átmenő függőleges osztóvonalat hoz létre. A síkban található elemekkel létrejövő metszéspontok helyén új csomópontot iktat be. Ha olyan elemekre használjuk, amikhez már végeelemeket is definiáltunk, akkor az így kapott új elemek öröklék az eredeti végeelem jellemzőit és a végeelemre definiált terheket is.



Perspektív megjelenítésben nem alkalmazható.

#### Hasznos tudni:

Mivel a funkció csak valamelyik képsíkkal (X-Z; X-Y; Z-Y) párhuzamos síkban működik, ezért olyan elemekre, amelyek ezektől eltérő síkban vannak úgy használható, hogy a megfelelő elemeket először valamelyik képsíkkal párhuzamos síkba forgatjuk, majd a felosztás után visszaforgatjuk őket eredeti pozíciójukba.

Meglévő elemek elforgatása: **Lásd részletesen...**3.8.10. Forgatás

### 3.8.6. Négyzög felosztás, háromszög felosztás



Négyzög, háromszög vagy vegyes hálózat generálása. Felhasználható felületszerkezetek végeselemes hálózatának generálásához.

Négyzög-felosztás I.

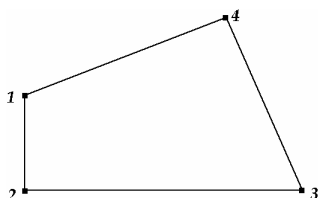


Négy tetszőleges térbeli pont között lineáris négyzög hálózatot készít. Ha a négy pont közül valamely szomszédos pontok között már volt vonal, akkor a hálózat osztásának megfelelően felosztja azt is. A funkció hívása után megnyíló ablakban külön-külön állítható a mezők száma mindkét irányban.

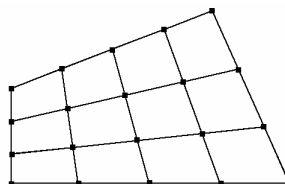
Rajzolás közben piros szaggatott vonallal jelöli a program ha a kurzor olyan pozícióban van amin keresztül nem vehető fel hálózat (pl. konkáv négyzög).

Szürke szaggatott vonallal jelöli a program azokat a kurzorpozíciókat, amiken keresztül, már csak torz elemeket is tartalmazó hálózatot lehet felvenni.

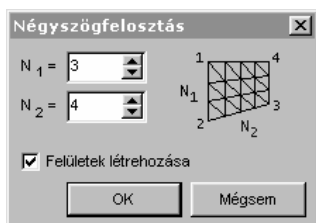
Torz elemeknek tekinti a program azt a négyzöget, amelynek bármely belső szöge kisebb, mint 30° vagy nagyobb, mint 150°.



$n_{1,2}=4$   
 $n_{2,3}=3$



Négyzög-felosztás II.

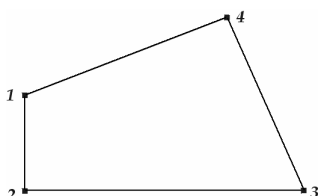


A funkció működése megegyezik az előző "Négyzögfelosztás I." funkció-nál leírtakkal, de a négyzögek átlóját is generálja, így háromszög elemekből álló hálózatot kapunk. Az optimális alak eléréséhez hálózatgenerálaskor mindig a rövidebb átlót veszi fel.

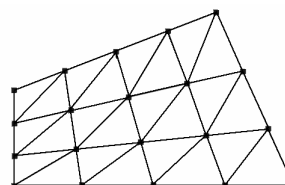
Rajzolás közben piros szaggatott vonallal jelöli a program ha a kurzor olyan pozícióban van amin keresztül nem vehető fel hálózat (pl. konkáv négyzög).

Szürke szaggatott vonallal jelöli a program azokat a kurzorpozíciókat, amiken keresztül, már csak torz elemeket is tartalmazó hálózatot lehet felvenni.

Torz elemeknek tekinti a program azt a háromszöget amelynek bármely belső szöge kisebb, mint 15° vagy nagyobb, mint 165°.



$n_{1,2}=4$   
 $n_{2,3}=3$



Háromszög-felosztás I.



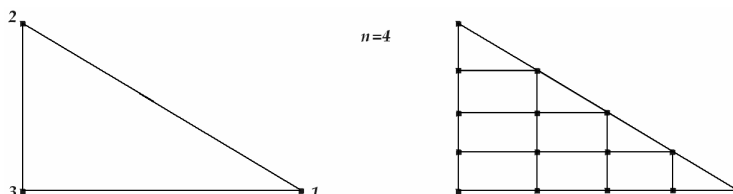
Három tetszőleges térbeli pont között olyan, lineáris négyzög hálózatot készít amely az elsőként megrajzolt oldal mentén háromszög hálózati elemeket is tartalmaz. Ha a három pont közül valamely kettő között már volt vonal, akkor a hálózat osztásának megfelelően felosztja

azt is.

A funkció hívása után megnyíló ablakban állítható a mezők száma. Rajzolás közben piros szaggatott vonallal jelöli a program ha a kurzor olyan pozícióban van amin keresztül hálózat nem vehető fel. Szürke szaggatott vonallal jelöli a program azokat a kurzorpozíciókat, amiken keresztül, már csak torz elemeket is tartalmazó hálózatot lehet felvenni. A hálózat a háromszög harmadiknak megadott csúspontjába futó oldalakkal párhuzamos.

Torz elemnek tekinti a program azt a négyszöget amelynek bármely belső szöge kisebb, mint  $30^\circ$  vagy nagyobb, mint  $150^\circ$ .

Torz elemnek tekinti a program azt a háromszöget amelynek bármely belső szöge kisebb, mint  $15^\circ$  vagy nagyobb, mint  $165^\circ$ .



Háromszög-felosztás II.

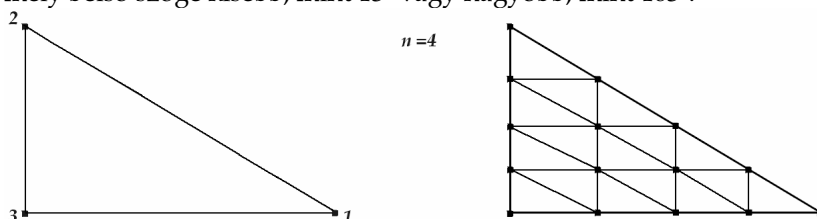


A funkció működése megegyezik az előző „Háromszögfelosztás I.” funkcióval leírtakkal, de a négyszögek átlóját is generálja, ami által csak háromszög elemeket tartalmazó hálózatot kapunk eredményül. Az átlók az elsőként megadott háromszög oldallal párhuzamosak.

Torz elemnek tekinti a program azt a háromszöget amelynek bármely belső szöge kisebb, mint  $15^\circ$  vagy nagyobb, mint  $165^\circ$ . Rajzolás közben piros szaggatott vonallal jelöli a program ha a kurzor olyan pozícióban van amin keresztül nem vehető fel hálózat pl. konkáv négyszög.

Szürke szaggatott vonallal jelöli a program azokat a kurzorpozíciókat, amiken keresztül, már csak túlságosan torz elemeket is tartalmazó hálózatot lehet felvenni.

Torz elemeknek tekinti a program azt a háromszöget amelynek bármely belső szöge kisebb, mint  $15^\circ$  vagy nagyobb, mint  $165^\circ$ .



### 3.8.7. Vonalfelosztás



Ez a funkció meglévő vonalakra egy vagy több új csomópontot iktat be. A hálózati vonalat a program automatikusan két vagy több különálló vonalra osztja. A felosztani kívánt elemek kijelölése után felnyíló ablakban a következő lehetőségek közül választhatunk:

**Arány szerint:**

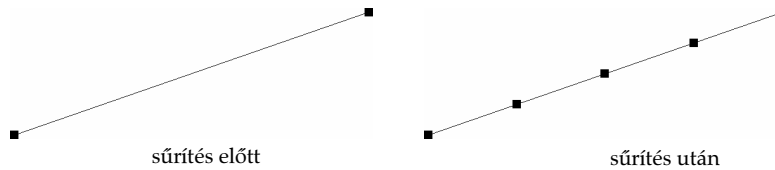
a vonalat két részre osztja és a felosztás rúdhossz szerinti arányát adhatjuk meg

**Hossz szerint:**

a vonalat két részre osztja és az osztópontnak a vonal i végétől mért távolságát adhatjuk meg

**Egyenletes:**

a vonalat  $n$  darab egyenlő részre osztja



Ha olyan elemekre használjuk, amikhez már végelemeket is definiáltunk, akkor az így kapott új elemek öröklék az eredeti végelem jellemzőit és a végelemre definiált terheket is.

**Hasznos tudni:**

Definiált felületelemeket határoló vonalak felosztás osztása esetén az elem elveszti a hozzárendelt felületelem jellemzőket.

A funkció meghívása előtt is kijelölhetjük a felosztandó elemeket.

**3.8.8. Metszéspont**

Amennyiben a hálózat szerkesztése folyamán az *automatikus metszéspont generálás* nem volt bekapcsolva, ezzel a funkcióval lehetőségünk van meglévő vonalak metszéspontját létrehozni. A kijelölt vonalak metszéspontjába a program csomópontot generál és a vonalakat a metszéspontnak megfelelő arányban felosztja. Ha olyan elemekre használjuk, amikhez már végelemeket is definiáltunk, akkor az így kapott új elemek öröklék az eredeti végelem jellemzőit és a végelemre definiált terheket is.

**Hasznos tudni:**

A funkció meghívása előtt is kijelölhetjük a geometriai elemeket.

### 3.8.9. Eltolás

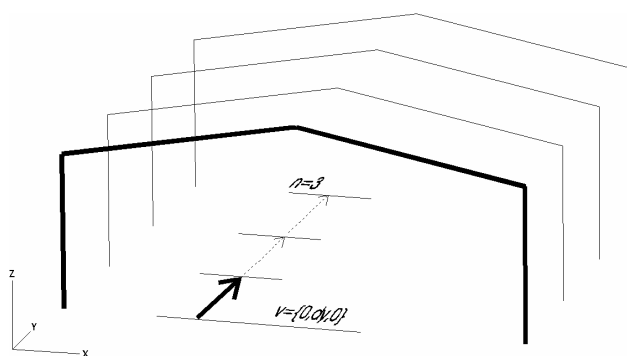
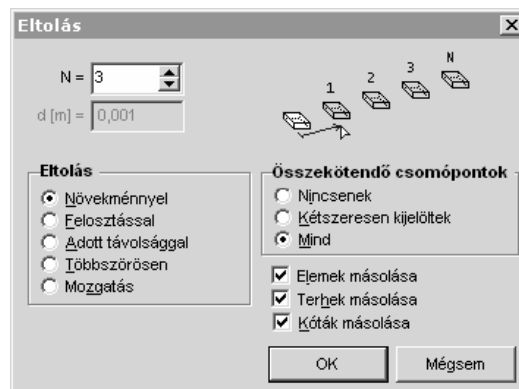


Geometriai elemek elmozgatása vagy megsokszorozása adott vektor irányában.

*Növekménnyel*  $N$  számú másolatot hoz létre a kijelölt szerkezet-részletről, az eltolásvektor-nak megfelelő távolságoként.

*Felosztással*  $N$  számú másolatot hoz létre a kijelölt szerkezet-részletről, az eltolásvektor  $N$ -ed részének megfelelő távolságoként.

*Adott távolsággal*  $d$  paraméterrel megadott távolságoként hoz létre másolatot az eltolásvektor irányában annyiszor, ahányszor a  $d$  távolság egészszer megvan az eltolásvektor-nak megfelelő távolságban.



*Többszörösen* Tetszőleges számú másolatot hoz létre a kijelölt szerkezet-részről láncszerűen, oly módon, hogy egy-egy megadott eltolásvektor végpontja egyben a következő eltolásvektor kezdőpontja.

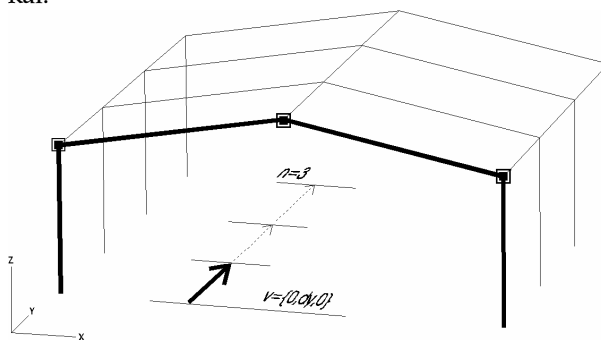
*Mozgatás* A kijelölt szerkezet-részletet az eltolásvektorral definiált irányban és távolságra mozgatja.

*DXF fóliával együtt* A funkció bejelölése esetén a művelet a DXF háttér-fólia rajzelemeire is végrehajtódik.

#### Összekötendő csomópontok:

*Nincsenek* A program nem köt össze csomópontokat.

*Kétszeresen kijelöltek* Az **[Alt]** gombot lenyomva tartva a már kijelölt csomópontokra való újbóli kattintással kétszeresen kijelöltté válnak a csomópontok. Másolás-kor a kétszeresen kijelölt pontokat köti össze a másolataikkal.



*Összes Elemek másolása* A kijelölt összes csomópontot összeköti a másolt csomópontokkal. A funkció bekapcsolásával a geometriai elemekre definiált vége-selemek öröklődnek a másolással létrehozott elemekre.

**Terhek másolása** A funkció csak az elemek másolása funkció bekapcsolása esetén érhető el. Hatására a meglévő végelemekre definiált terhek öröklődnek a másolással létrehozott elemekre.

**Kóták másolás** Geometriai transzformációkban a kóták és méretvonalak csak akkor másolódnak együtt a másolt csomópontokkal, ha ki vannak jelölve. A funkció kikapcsolása esetén a kijelölt kóták és méretvonalak sem másolódnak.

**Egy eltolási művelet végrehajtása** a következő lépésekben történik:

1. Rákattintunk az Eltol funkcióra.
2. Kijelöljük az eltolni kívánt elemeket.
3. OK a kijelölő táblán a kijelölés befejezéséhez (elfogadásához).
4. A megnyíló ablakban kiválasztjuk a megfelelő eltolást és beállítjuk az ehhez tartozó szükséges paramétereket.
5. OK.
6. Megadjuk a vektor kezdőpontját és végpontját.

Megjegyezzük, hogy a művelet értelemszerűen 2-3-1-4-5-6 sorrendben is végrehajtható.

#### Hasznos tudni:

Egy modellben többször előforduló szerkezeti egység esetén érdemes egy példányban felépíteni azt, definiálni a végelemeket és terheket, majd ezután megsokszorozni a megfelelő számban.

Az eltol funkció használata során, az eltolásvektor megadásakor felhasználhatjuk a képernyőn már meglévő csomópontokat, és vonalakat.

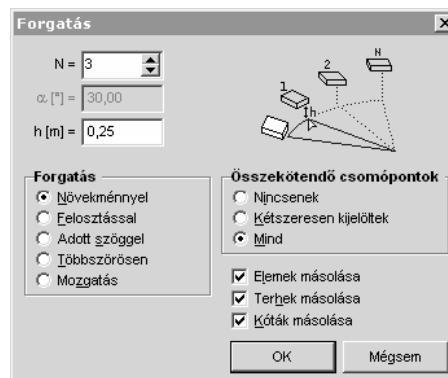
### 3.8.10. Forgatás



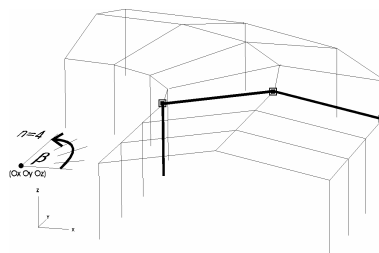
Geometriai elemek adott centrum körüli elforgatása, megsokszorozása. A forgatás mindig képsíkra merőleges, a forgatási centrumon átmenő tengely körül történik. A forgatás szögét, a forgatási kezdőpontot és végpontot, a forgatás centrumával összekötő egyenesek képsíkon vett irányszögei adják.

A Forgatás funkció meghívásakor megnyíló ablakban a következő lehetőségek közül választhatunk:

**Növekménnyel**  $N$  számú másolatot hoz létre a kijelölt szerkezet-részletről, a forgatási centrum körül, adott forgatási szöggel történő elforgatással, a  $h$  paraméternek megfelelő magasságkülönbségekkel



**Felosztással**  $N$  számú másolatot hoz létre a kijelölt szerkezet-részről, a forgatási centrum körül, adott forgatási szög  $N$ -ed részével történő elforgatással, a  $h$  paraméternek megfelelő magasságkülönbségekkel



**Adott szöggel**  $\alpha$  paraméterrel megadott szögenként hoz létre másolatot a forgatás

irányában annyiszor, ahányszor az  $\alpha$  szög egészszer megvan a forgatási szögben, a  $h$  paraméternek megfelelő magasságkülönbségekkel

*Többszörösen* tetszőleges számú másolatot hoz létre a kijelölt szerkezetéről a képsíkban, azonos forgatási centrum körül, másolatonként tetszőleges forgatási kezdőponttal és forgatási szöggel

*Mozgatás* a kijelölt szerkezet részletet a forgatási centrum körül, a forgatási szöggel elforgatja, a  $h$  paraméternek megfelelő magasságkülönbséggel

DXF fóliával együtt: **Lásd részletesen...** 3.8.9. Eltol

Összekötendő csomópontok: **Lásd részletesen...** 3.8.9. Eltol

Elemek, terhek, kóták másolása: **Lásd részletesen...** 3.8.9. Eltol

Perspektív megjelenítésben a forgatás csak Z tengellyel párhuzamos tengely körül történhet. Ilyenkor a forgatás kezdő és végpontja valamint a forgatás centruma csak kitüntetett képernyő pont lehet és a forgatás centrumán átmenő, az XY síkkal párhuzamos síkra vetített vetületeiket összekötő egyenesek határozzák meg a forgatás szögét.

### 3.8.11. Tükrözés



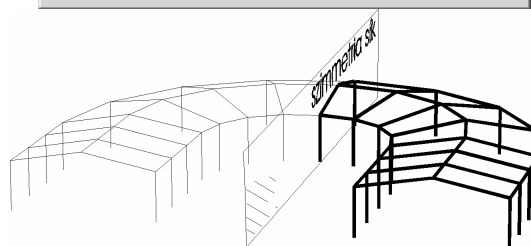
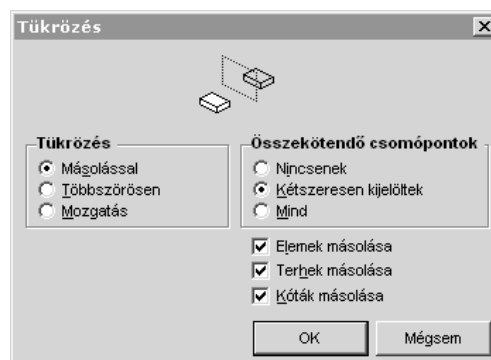
Geometriai elemek másolása, mozgatása tükrözéssel.

A **Tükrözés** dialógus ablakban a következő lehetőségek közül választhatunk:

*Másolással* Másolatot hoz létre a kijelölt szerkezetéről, a megadott tükörsíkra való tükrözéssel

*Többszörösen* Tetszőleges számú másolatot hoz létre a kijelölt szerkezetéről, másolatonként külön megadott síkra.

*Mozgatás* A kijelölt szerkezet részlet a megadott síkkal áttükrozi



DXF fóliával együtt: **Lásd részletesen...** 3.8.9. Eltol

Összekötendő csomópontok: **Lásd részletesen...** 3.8.9. Eltol

Elemek, terhek, kóták másolása: **Lásd részletesen...** 3.8.9. Eltol

Perspektív megjelenítésben tükrözés az XY síkra merőleges síkkal történik. Ilyenkor a tükrözési síkot csak a képernyő kitüntetett pontjaival lehet meghatározni.

### 3.8.12. Skálázás

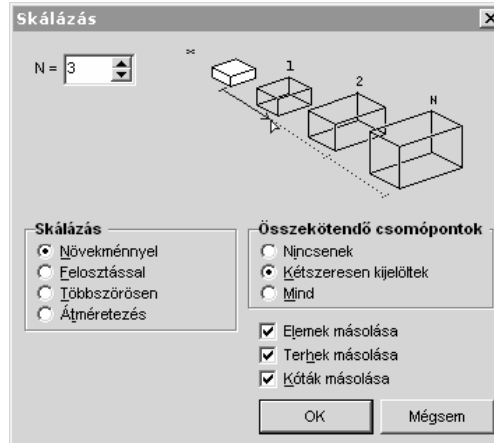


Geometriai elemek átméretezése, megsokszorozása megadott arány szerint. A skálázás tengelyek szerinti arányát (a skálázási faktort) a vonatkoztatási pont eredeti és új helye lokális koordinátáinak aránya határozza meg abban a lokális koordinátarendszerben, amelynek a skálázás centruma az origója. Egy pont új koordinátái, az eredeti koor-

dinátáinak és a skálázás tengelyek szerinti arányának a szorzatai lesznek.

A **Skálázás** dialógus ablakban a következő lehetőségek közül választhatunk:

**Növekménnyel**  $N$  db másolatot hoz létre a ki-jelölt szerkezet-részletről, úgy hogy az  $n$ -edik másolat helyét az (eredeti koordináták  $\cdot$  skálázási faktor  $\cdot n$ ) szorzattal kapjuk meg.



**Felosztással**  $N$  db másolatot hoz létre a kijelölt szerkezet-részletről, a megadott skálázási arányokkal oly módon, hogy az  $n$ -edik másolat helyét az (eredeti koordináták skálázási faktor  $n / N$ ) szorzattal kapjuk meg.

**Többszörösen** Tetszőleges számú másolatot hoz létre azonos skálázási centrummal és vonatkoztatási ponttal, a vonatkoztatási pont új helyét másolatonként megadva.

**Átméretezés** A kijelölt szerkezet-részt a megadott skálázási arányokkal átméretezi.

DXF fóliával együtt: **Lásd részletesen...** 3.8.9. Eltol

Összekötendő csomópontok: **Lásd részletesen...** 3.8.9. Eltol

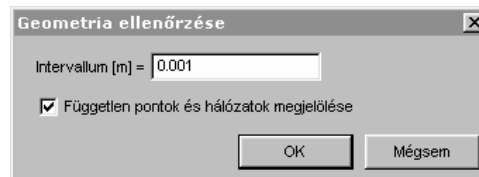
Elemek, terhek, kötések másolása: **Lásd részletesen...** 3.8.9. Eltol

Perspektív megjelenítésben a skálázás centrumát, a vonatkoztatási pontot és annak új helyét csak a képernyő kitüntetett pontjaival lehet meghatározni.

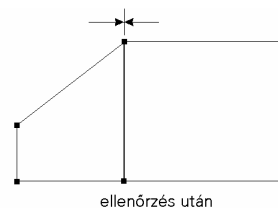
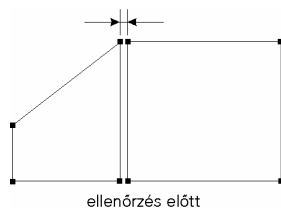
### 3.8.13. Ellenőrzés



Ez a funkció szolgál arra, hogy eltávolítsuk a modelhálózathoz vagy annak egy kijelölt részletéből a felesleges vonalakat és csomópontokat.

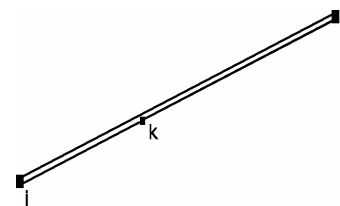


A funkció egyesít minden olyan csomópontot amely az Intervallum paraméterben megadott távolságnál közelebb vannak egymáshoz, valamint egyesíti azokat a vonalakat amelyeket pontok közé generáltunk. Az egyesített csomópontok helyett új csomópontot hoz létre, azok geometriai súlypontjában. A funkció hívása után megnyíló ablakban állíthatjuk be az Intervallum értékét. A Független pontok és hálózatok megjelölése menüpont bekapcsolásakor jelzi a program, ha olyan szerkezet-részt talál, amelynek nincs összeköttetése más szerkezet-részekkel.

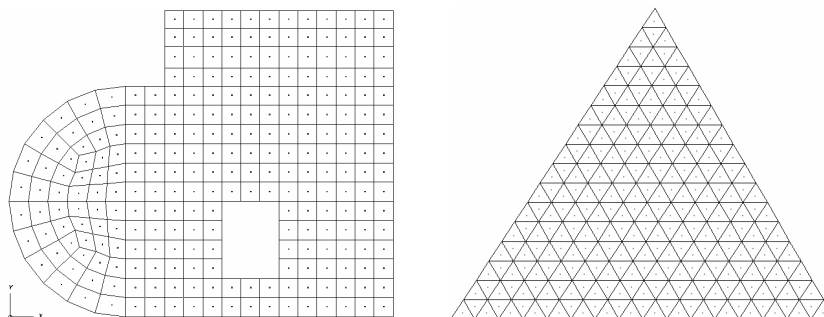


**Hasznos tudni:**

Nem szűri ki azt a hibát, amikor egy vonal és egy vele párhuzamos vonallánc van fedésben úgy, hogy a vonal valamint a vonallánc kezdő és végpontja megegyezik. Ebben az esetben az ellenőrzés indítása előtt használja a metszéspont funkciót, amely a fedésben lévő vonalakat összemetszi.

**3.8.14. Felület**

Ezzel a funkcióval jelölhetjük ki azokat a hálózati részeket, amelyekre később felület végelemek definiálunk. Minden esetben amikor felületet (lemez, tárcsa, héj) akarunk modellezni olyan hálózatot kell szerkesztenünk, amely folytonos négyszög ill. háromszög hálózatot alkot. A Felület funkció kikeresi a kijelölt hálózati részből a négy vagy három vonallal határolt, konvex és sík területeket, ezeket regisztrálja és középpontjukat fehér ponttal megjelöli. Ki kell jelölni – egy vagy több lépésben – minden olyan hálózati vonalat, amely a modellezendő felület része. Felületelemként kizárólag így meghatározott felületek definiálhatók.


**Hasznos tudni:**


Azokat a négyszög területeket tekinti a program síknak, amelyek három sarokpontján átfektetett síktól a negyedik sarokpont a **Beállítások / Szerviz / Szerkesztés / Szerkesztési pontosság** paraméterben megadott értéknél jobban nem tér el.

**3.8.15. Módosítás**

A már definiált geometriai elemek módosítása.

A csomópont/vonal helyzetének a módosítása az alábbi lépésekben történhet:

1. A kurzorral álljunk rá a csomópontra/vonalra/felület középpontra.
2. Az  bal gomb lenyomva tartása mellett húzzuk el a csomópontot/vonalat.
3. Helyezzük át a csomópontot/vonalat felületet az új pozícióra, vagy írjuk be az új koordinátákat a koordináta palettán, majd nyomjon meg egy parancs gombot.

 Amennyiben több kijelölt csomópont és/vagy vonal van, akkor a módosítás az összes csomópont/vonal helyzetét megváltoztatja.

**Gyors módosítás:** Egy csomópontra kattintva azonnal a táblázatba jut, ahol a koordinátákat átírhatja. Ha több kijelölt csomópont közül kattint az egyikre, akkor a táblázatban az összes kijelölt csomópont koordiná-

táját szerkesztheti.

Kijelölt csomópontok egy síkba hozása, ha az a sík valamelyik koordinátasíkkal párhuzamos, például a következőképpen történhet:

1. Kattintson valamelyik kijelölt csomópontra.
2. A táblázatban jelölje ki a megfelelő koordináták oszlopát.
3. A Táblázatkezelő **Szerkesztés / Közös érték megadása** menüpontja segítségével állítsa be a közös koordinátaértéket.

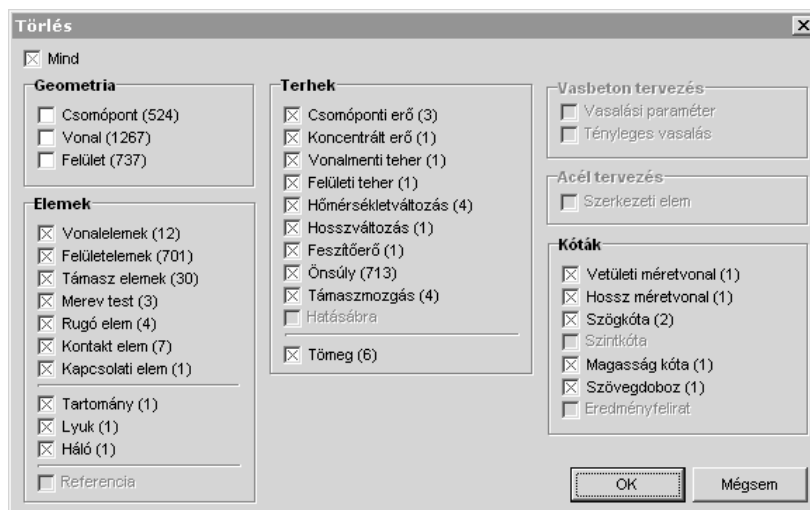
### 3.8.16. Törlés

#### [Delete]

A már definiált geometriai elemek törlése.

A törlés az alábbi lépésekben történhet:

1. A **Shift** gomb lenyomva tartása mellett jelölje ki a törölni kívánt geometriai elemeket. Kijelöléshez használhatja a kijelölő keretet is, vagy a kijelölő palettát.
2. Nyomja le a **Del** billentyűt.
3. A megjelenő dialógus ablakban kapcsolja be a törölni kívánt elemeket.
4. OK gombbal zárja le a dialógus ablakot.



#### ☞ Geometria

Amennyiben a törölt geometriai elemhez már végeelem jellemzők is hozzá voltak rendelve, és teher volt rá megadva, akkor mind a hozzá rendelt végelemek mind a terhek törlődnek.

#### ☞ Elemek

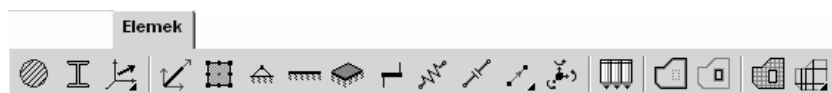
Amennyiben a törölt végeelemhez más elem is hozzá volt rendelve, (pl. lemez elemhez támasz vagy borda) vagy teher volt rá megadva, akkor mind a hozzá rendelt elemek mind a terhek törlődnek.

#### Referencia

A törölt referenciákkal együtt megszűnnek azon végelemek definíciói és terhei is, melyekhez a referenciák tartoztak.

☞ *A törlés csak a kijelölt elemekre hajtódik végre.*

### 3.9. Elemek



A végelemek jellemzőinek definiálása.

Az egyes végelemek az alábbi jellemzők megadását igénylik:

Véges-elem	Anyag	Szelvény	Referencia	Merevség	Felület
Rácsrúd	•	•	o		
Rúd	•	•	•	o	
Borda	•	•	o		
Tárcsa	•		•		•
Lemez	•		•		•
Héj	•		•		•
Támasz			o	•	
Merev test					
Rugó			o		
Kontakt			o		
Kapcsolati			o	•	

o: megadható, de nem kötelező

A funkcióval különböző típusú végelemek definiálhatók. A definiálás során a végelemeket meghatározó jellemzőket kell megadni. A következőkben a végelemekhez kapcsolódó funkciók, definiálások leírása történik.

### 3.9.1. Anyag



The screenshot shows a software window titled 'Táblázatkezelő' with a menu bar (Fájl, Szerkesztés, Formátum, Dokumentáció, Súgó) and a toolbar. On the left is a tree view with categories like 'Anyagok (37)', 'Szelvények (1)', 'Referenciák (1)', 'Csomópontok (524)', 'Rácsrudak', 'Bordák', 'Rudak', 'Rugók (4)', 'Kontaktok (7)', 'Kapcsolati elemek csoport', and 'Felületek'. The main area displays a table titled 'Anyagok' with the following data:

	Név	Típus	E [kN/cm <sup>2</sup> ]	$\nu$	$\alpha_T$ [1/°C]	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	Anyag szín	Kontúr szín
1	ACÉL 37B	Acél	20600	0,30	1,2E-5	7850		
2	ACÉL 37C	Acél	20600	0,30	1,2E-5	7850		
3	ACÉL 45B	Acél	20600	0,30	1,2E-5	7850		
4	ACÉL 45C	Acél	20600	0,30	1,2E-5	7850		

At the bottom of the window, it says 'ACÉL 45B, Anyag neve' and there are 'OK' and 'Mégsem' buttons.

A szerkezet modelljében használt anyagok jellemzőinek megadása. A programrendszerhez csatolt adatbázisból is betölthetők adatok. Ha valamely korábban megadott anyagtípus törlésre kerül, azok az elemek melyekhez hozzá volt rendelve, törlődnek.

Betöltés  
adatbázisból



Az anyag adatbázis a statikusi gyakorlatban előforduló anyagok jellemzőit tartalmazza az MSz, Eurocode, DIN, NEN, SIA és STAS Szabványok szerint. Az itt szereplő anyagok bármely modellhez felhasználhatók.

Az anyagok alábbi jellemzőit tartalmazza az adatbázis:

Anyag típusa: [Acél, beton, fa, alumínium, egyéb]

Nemzeti Szabvány

Anyagszabvány

Anyag neve

Színe

Kontúrvonal színe

Számítási paraméterek:

$E_x$	Rugalmissági modulus lokális $x$ irányban
$E_y$	Rugalmissági modulus lokális $y$ irányban
$\nu$	Poisson tényező

$\alpha$	Hőtágulási együttható
$\rho$	Sűrűség
	Anyagszín
	Kontúrvonal szín

( $E_y$  csak ortotróp anyag esetén különbözik  $E_x$ -től)

*Fa anyag esetén:*


$\rho$  légszáraz (12% nedvesség) testsűrűség,  $E$  hajlításvizsgálatokból származó rugalmassági modulus. A lassú alakváltozás nincs figyelembe véve.


*Beton anyag esetén:*

$E$  rugalmassági modulus a tartós terhekhez tartozik ( $E_{bt}$ ).

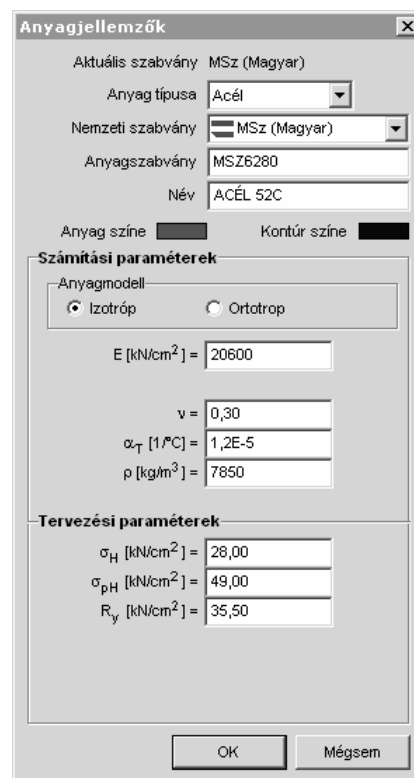
Tervezési paraméterek:

EC	acél	$f_y$	folyáshatár
		$f_u$	szakítószilárdság
		$f_y^*$	folyáshatár (40mm < t < 100mm)
		$f_u^*$	szakítószilárdság (40mm < t < 100mm)
	beton	$f_{ck}$	nyomószilárdság karakterisztikus értéke
		$\gamma_c$	biztonsági tényező
		$\alpha$	nyomószilárdság-csökkentő tényező
		$\Phi_t$	kúszási tényező
MSz	acél	$\sigma_H$	határfeszültség
		$\sigma_{pH}$	határfeszültség palástnyomásra
		$R_y$	szakítószilárdság
	beton	$\sigma_{bH}$	nyomási határfeszültség
		$\sigma_{tH}$	húzási határfeszültség
DIN	beton	$\sigma_b$	megengedett nyomófeszültség
		$\sigma_{bZ}$	megengedett húzófeszültség
STAS	beton	$R_{bc}$	nyomási határfeszültség
		$R_{bi}$	húzási határfeszültség



Új adatsor  Új anyag megadása esetén az itt látható dialógusablak jelenik meg:  
Több azonos nevű anyag megadása esetén az újonnan megadott anyag *név\_sorszám* néven kerül a táblázatba.

 A programrendszer lineárisan rugalmas (a Hooke-törvényt követő), izotrop vagy ortotrop anyagmodellt alkalmaz rácsrúd, rúd, borda, lemez, tárcsa, héj és támasz elem esetén. Nemlineárisan rugalmas anyagmodellt alkalmaz a program kontaktelelem, határerős rugó, nemlineáris rácsrúd, nemlineáris támasz esetén valamint vasbeton lemezek lehajlás számításánál.

A nemlineáris anyagmodellt csak nemlineáris számítás esetén veszi figyelembe a program.



**Anyagjellemzők**

Aktuális szabvány: MSZ (Magyar)  
 Anyag típusa: Acél  
 Nemzeti szabvány: MSZ (Magyar)  
 Anyagszabvány: MSZ6280  
 Név: ACÉL 52C  
 Anyag színe:  Kontúr színe: 

**Számítási paraméterek**

Anyagmodell:  
 Izotrop  Ortotrop

$E$  [kN/cm<sup>2</sup>] = 20600  
 $\nu$  = 0,30  
 $\alpha_T$  [1/°C] = 1,2E-5  
 $\rho$  [kg/m<sup>3</sup>] = 7850

**Tervezési paraméterek**

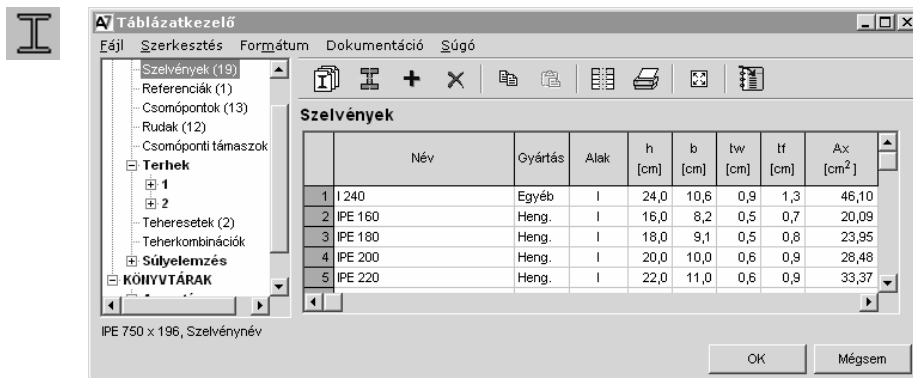
$\sigma_H$  [kN/cm<sup>2</sup>] = 28,00  
 $\sigma_{pH}$  [kN/cm<sup>2</sup>] = 49,00  
 $R_y$  [kN/cm<sup>2</sup>] = 35,50

OK Mégsem

Az egyes végelemek az alábbi anyagjellemzők megadását igénylik a számításhoz.

Végelem	$E$	$\nu$	$\alpha$	$\rho$
Rács rúd	•		•	•
Rúd	•		•	•
Borda	•		•	•
Tárcsa	•	•	•	•
Lemez	•	•	•	•
Héj	•	•	•	•
Támasz				
Merev test				
Rugó				
Kontakt				
Kapcsolati elem				

### 3.9.2. Szelvény



**Táblázatkezelő**

Fájl Szerkesztés Formátum Dokumentáció Súgó

Szelvények (13)  
 Referenciák (1)  
 Csomópontok (13)  
 Rudak (12)  
 Csomóponti támaszok

**Terhek**

1  
 2  
 Teheresetek (2)  
 Teherkombinációk

**Súlytémzés**

**KÖNYVTÁRAK**

IPÉ 750 x 196, Szelvénynév

OK Mégsem

	Név	Gyártás	Alak	h [cm]	b [cm]	tw [cm]	tf [cm]	Ax [cm <sup>2</sup> ]
1	I 240	Egyéb	I	24,0	10,6	0,9	1,3	46,10
2	IPÉ 160	Heng.	I	16,0	8,2	0,5	0,7	20,09
3	IPÉ 180	Heng.	I	18,0	9,1	0,5	0,8	23,95
4	IPÉ 200	Heng.	I	20,0	10,0	0,6	0,9	28,48
5	IPÉ 220	Heng.	I	22,0	11,0	0,6	0,9	33,37

A rudak, rácsrudak, bordák keresztmetszet típusainak definiálása (a keresztmetszet állandó a rúdelem mentén). A szelvény adatbázisból is tölthetünk be szelvény jellemzőket. A keresztmetszeti jellemzőket a

rácsrúd/rúd/borda elem lokális koordináta rendszerének megfelelően kell megadni.

Minden új szelvényhez egy azonosító nevet rendelünk, majd az alábbi keresztmetszeti jellemzőket adjuk meg:

Név	
Gyártási mód	Hengerelt, hajlított, hegesztett, egyéb.
Alak	I, U, L, Cső, Kör, Téglalap, C, Z, S, J, T, Zárt, egyéb

$A_x$	$x$ lokális tengelyirányú felület
$A_y$	$y$ lokális tengelyirányú nyírási felület (csak borda elemekhez)
$A_z$	$z$ lokális tengelyirányú nyírási felület (csak borda elemekhez)
$I_x$	$x$ lokális tengelyirányú inercia (csavaró)
$I_y$	$y$ lokális tengelyirányú inercia (hajlító)
$I_z$	$z$ lokális tengelyirányú inercia (hajlító)
$I_{yz}$	centrifugális inercia
$I_{\omega}$	torzulási inercia I szelvények esetén acél tervezéshez felhasznált érték
$H_y^0$	$y$ lokális tengelyirányú kiterjedés (méret)
$H_z^0$	$z$ lokális tengelyirányú kiterjedés (méret)
$y_G^0$	a súlypontnak $y$ lokális tengelyirányú pozíciója a keresztmetszetet magába foglaló téglalap bal alsó sarkához viszonyítva
$z_G^0$	a súlypontnak $z$ lokális tengelyirányú pozíciója a keresztmetszetet magába foglaló téglalap bal alsó sarkához viszonyítva
<b>F.p.</b>	feszültségpontok

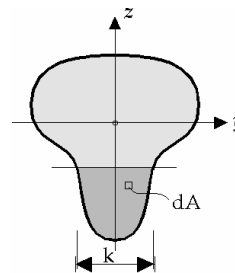
Az elemek által használt valamennyi keresztmetszeti jellemzőt fel kell tölteni. Ha a táblázatból egy korábban megadott keresztmetszet típus törlésre kerül, akkor azok a rácsrúd, rúd és borda elemek is törlődnek, melyek az adott típusú keresztmetszettel rendelkeztek. A törölt elemek helyén a hálózati vonalak megmaradnak.

$A_y \neq 0$  és/vagy  $A_z \neq 0$  nyírási felületek által a nyírási alakváltozások is figyelembe vehetők borda elemeknél.

$$\text{ahol: } A_y = \frac{A_x}{\rho_y} \quad A_z = \frac{A_x}{\rho_z}$$

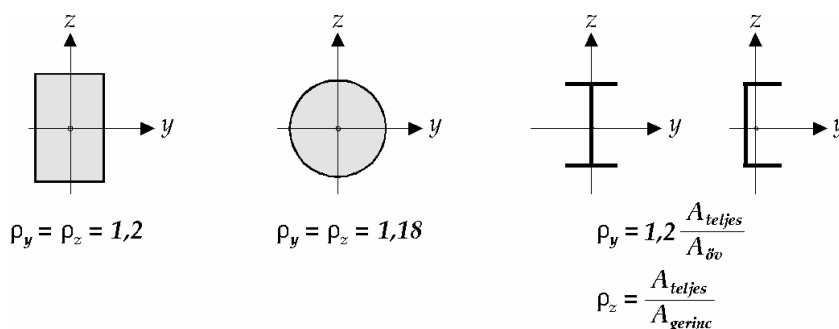
$$\rho_z = \frac{A}{I_y^2} \int_{(A)} \frac{S_y'^2}{k^2} dA$$

$\rho$  = nyírási keresztmetszeti tényező

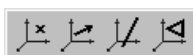


$S_y'$  = elcsúszni akaró rész statikai nyomatéka súlyponti  $y$  tengelyre

Tájékoztató adatok a  $\rho$  tényező értékéről:



### 3.9.3. Referenciák



Végelemek lokális koordináta rendszereinek térbeli rögzítését segítő referenciák definiálása.


Referenciáknak használhatók pontok, vektorok, tengelyek, síkok.

A végelemek térbeli pozícióját, orientációját valamint egyes jellemzők értelmezési rendszerét (keresztmetszeti jellemzők, igénybevételek, vasalási irányok) az elemhez rögzített lokális koordináta rendszer határozza meg.

Felület elemeknél  $m_x, m_y, m_{xy}$  nyomatékok,  $q_{xz}, q_{yz}$  illetve  $n_x, n_y, n_{xy}$  tárcsaerők, rúd elemeknél keresztmetszeti  $N_x, Q_y, Q_z$  erők ill.  $M_x, M_y, M_z$  nyomatékok ezekben a lokális koordináta rendszerekben értendők.

A végelemek lokális koordináta rendszerei referenciák segítségével definiálhatók.

**Gyors módosítás:** Valamely referencia grafikus szimbólumára kattintva a Táblázatkezelő referenciatáblázata jelenik meg. Több kijelölt referencia valamelyikére kattintva a táblázat valamennyi kijelölt referencia adatait tartalmazza. A referenciavektor és -tengely megadása két ponttal, referenciasík megadása három ponttal történik. A program az irányvektorokat és a normálvektorokat a táblázat lezárása után normálja.

 A lokális koordináta rendszerek az alábbi színekkel jelennek meg a képernyőn:  $x$  = piros,  $y$  = sárga,  $z$  = zöld

Az egyes referenciák megadását és felhasználását az alábbiakban tárgyaljuk:

*Automatikus referenciák*

**Automatikus referencia rács, rúd elemekhez:**

Automatikus referencia választása esetén a program a rács és rúdelemekhez egy referencia vektort rendel az alábbiak szerint:

Ha a rács vagy rúd tengelye a globális Z-vel párhuzamos, akkor a referencia vektor globális X irányú lesz.

Minden egyéb esetben a referencia vektor a globális Z tengely irányú.

**Automatikus referencia borda elemekhez:**

Önálló borda elem esetén a referencia vektor hozzárendelés azonos a rúd elemeknél leírtakkal.

Amennyiben a borda felületelemhez kapcsolódik, akkor az automatikus referencia vektor hozzárendelés az alábbi:

A bordához kapcsolódó felület elemek lokális z tengelyeinek szögfelezőjével párhuzamos irányú vektor.

**Automatikus referencia felületelemekhez:**

A program a felületelemekhez egy referencia vektort rendel az alábbi szabályok szerint:

Lokális  $x$ -tengely rögzítéséhez

Ha a felület síkja párhuzamos a globális  $X$ - $Y$  síkkal akkor a referencia vektor globális  $X$  tengely irányú lesz. Minden egyéb esetben a két sík metszévonalával párhuzamos lesz a referencia vektor.

Lokális  $z$ -tengely rögzítéséhez

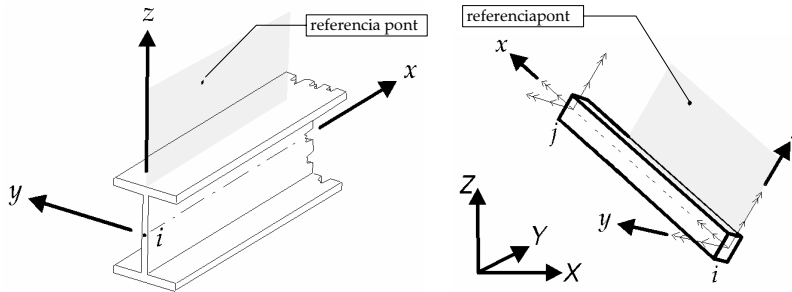
Ha a felület síkja függőleges akkor a referencia vektor a globális origóba mutat. Minden egyéb esetben a referencia vektor a globális  $Z$  tengely irányába mutat

Referenciapont

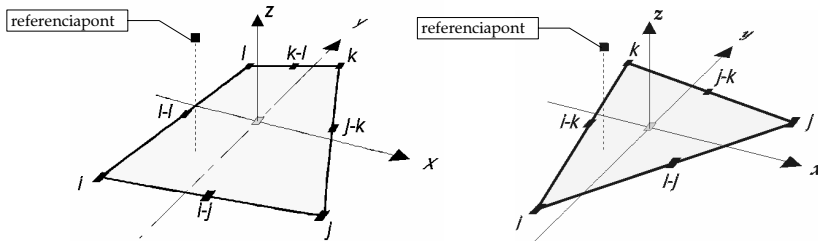


Támaszelemek rúdelemek térbeli orientációjának (lokális rendszerének) és a felületeknek az  $x, z$  – tengely pozitív irányának kijelöléséhez. Minden rúdhoz hozzá lehet rendelni egy referenciapontot a globális koordináta rendszerben, mely az elem lokális koordináta rendszerének helyzetét határozza meg a térben ( $x, y, z$  lokális tengelyek) az  $x$ - $z$  sík és a  $z$  tengely pozitív irányának rögzítésével.

Rúdelem lokális rendszer definiálás referenciapont segítségével



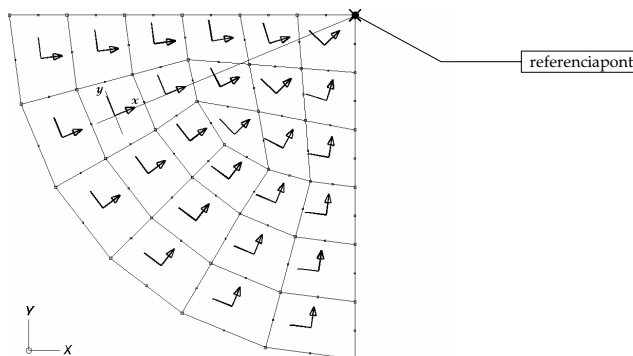
Felület elemek lokális  $z$  irányának meghatározása referenciapont segítségével.



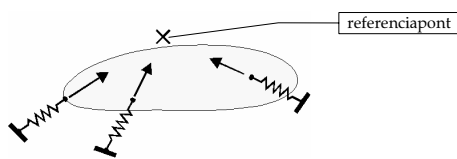
A pozitív lokális  $z$ -tengely irány abba a féltérbe mutat, melyben a referenciapont található. A  $z$  tengely merőleges a felületre (a referenciapontnak nem szükséges a  $z$ -tengelyen lennie).

☞ A referenciapontok piros színű + jelként jelennek meg a képernyőn.

Felületelemek lokális  $x$  irányának meghatározása referencia pont segítségével.



Referencia irányú támaszelemek esetén a megtámasztás irányának rögzítésére használhatók a referenciapontok az alábbiak szerint:



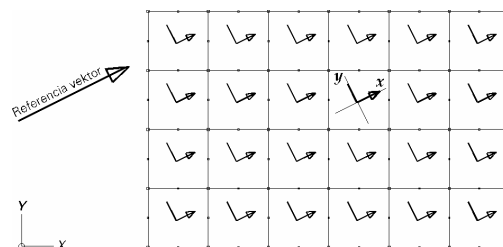
Több támaszelemhez hozzárendelt referencia pont esetén, valamennyi a referenciapont felé fog irányulni.

**Referenciavektor**

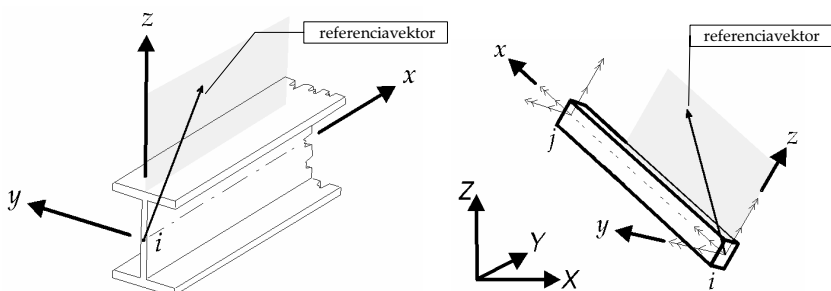


Felületelemek esetén a végeelem lokális koordináta-rendszere az  $x$ -tengely irányulásának rögzítésével és az előbbieken bemutatott pozitív  $z$  irányt kijelölő referenciapont vagy -vektor segítségével egyértelműen definiálható. A referencia pont, vektor, tengely, sík valamelyikével a felület elemek pozitív  $x$ - tengely irányát tudjuk megadni az alábbiak szerint:

A felület elem lokális  $x$  tengelye párhuzamos lesz a referencia vektorral (a referencia vektornak a felület elem síkjával párhuzamosnak kell lennie).

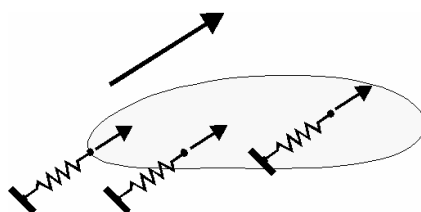


**Rúdelem lokális rendszer definiálás referenciavektor segítségével**



Az elemhez rendelt referenciák meghatározzák az elem pozitív lokális  $x$  és  $z$  tengelyét melyből a pozitív  $y$  tengelyirány adódik a jobb sodrású koordináta-rendszernek megfelelően.

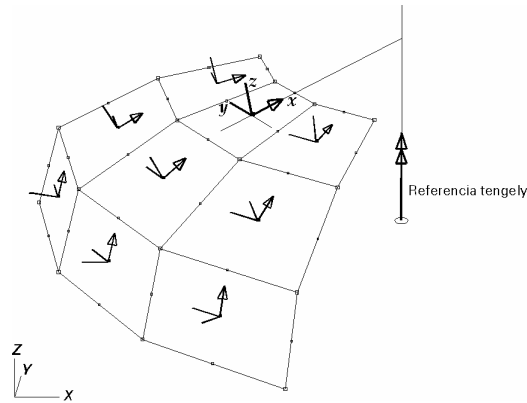
Referencia irányú támaszelemek esetén a megtámasztás irányának rögzítésére használhatók a referenciavektorok az alábbiak szerint:



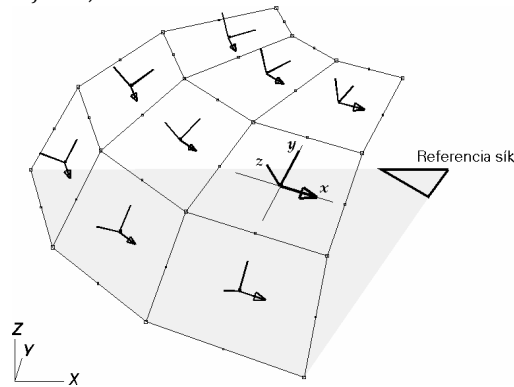
Több támaszelemhez hozzárendelt referencia vektor esetében valamennyi a referenciavektorral lesz párhuzamos.

**Referenciatengely**

A felület elem lokális  $x$  tengelye a referencia tengelyre mutat. (a referenciatengely nem mehet át a felület elem középpontján).

**Referenciasík**

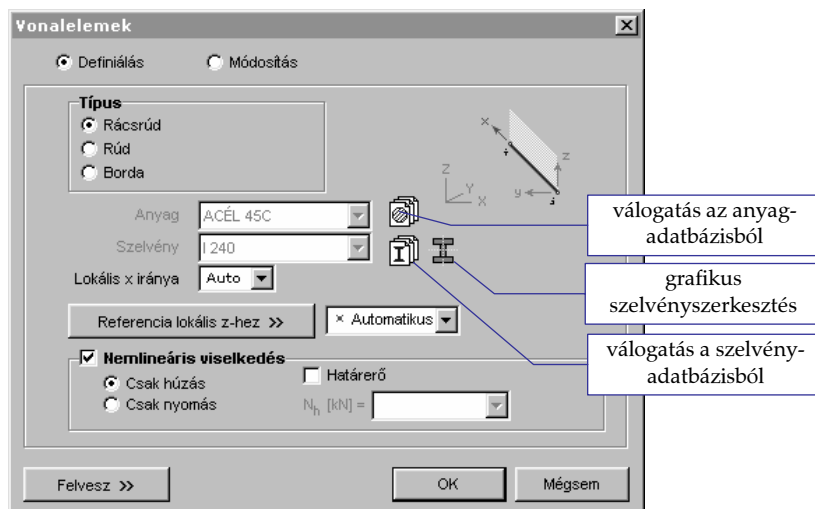
A felület elem lokális  $x$  tengelye párhuzamos a felület és a referencia sík metszet vonalával (a referencia sík nem lehet párhuzamos a felület elem síkjával).



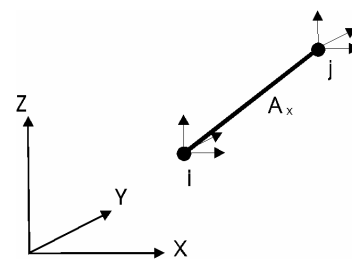
☞ A referenciák piros színnel jelennek meg a képernyőn.

Az elemhez rendelt referenciák meghatározzák az elem pozitív lokális  $x$  és  $z$  tengelyét melyből a pozitív  $y$  tengelyirány adódik a jobb sodrású koordináta-rendszernek megfelelően.

### 3.9.4. Vonalelemek

**Rácsrúdelem**

Két csomópontú egyenes tengelyű állandó keresztmetszetű térbeli elem. Csomópontként maximálisan három eltolódási szabadságfokkal rendelkezik. A rácsrúd mindkét vége gömbcsuklókkal kapcsolódik a csomópontokhoz. Csak tengely irányú  $N_x$  (axiális) igénybevételek keletkeznek.



**Definiálás** Ki kell jelölni azokat a hálózati vonalakat amelyekhez azonos anyag és keresztmetszeti jellemzőket rendelünk.



Az ikonra kattintva a **Betöltés anyagtárból** dialógusablak jelenik meg. Itt új anyag / anyagok vehetők fel a modellbe.



Az ikonra kattintva a **Betöltés szelvénytárból** dialógusablak jelenik meg. Itt új szelvény / szelvények vehetők fel a modellbe.



Az ikonra kattintva a **Grafikus szelvénytárból** dialógusablak jelenik meg. A megszerkesztett szelvény bekerül a modell szelvényei közé.

#### Szelvény:

A keresztmetszeti adatok közül kizárólag az  $A_x$  terület van figyelembe véve a merevségek számításakor.

 A rácsrudak a képernyőn piros vonallal jelennek meg.


A rácsrúd lokális x-tengelyének irányítását az **Auto** választása esetén a program állítja be.

A rácsrúd lokális y-, z-tengelyei referenciapont vagy -vektor hozzárendelésével állíthatók be. **Automatikus** referencia választása esetén az irányokat a program állítja be (Lásd részletesen...: 3.9.3. Referenciák) Hatása kizárólag a hozzárendelt szelvény vizuális megjelenítésére van.

#### Nemlineáris viselkedés:

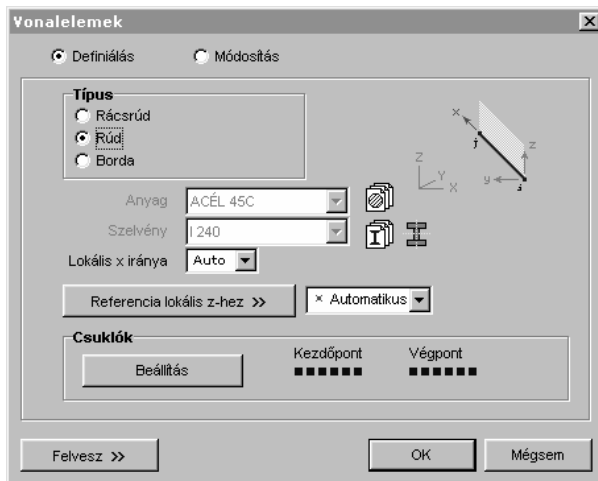
A rácsrúdkhoz hozzárendelhetők nemlineáris paraméterek. A rácsrúd lehet vagy csak nyomásra vagy csak húzásra aktív.

Határerő megadásával a rácsrúd által felvehető legnagyobb erőt korlátozhatjuk.

 *A nemlineáris paramétereknek kizárólag nemlineáris statikai számítás esetén van hatása.*

*Lineáris statika, rezgés I/II, kihajlás vizsgálatokban a rácsrúdk kezdeti merevségükkel szerepelnek, valamint húzásra nyomásra egyformán viselkednek.*

## Rúdelem

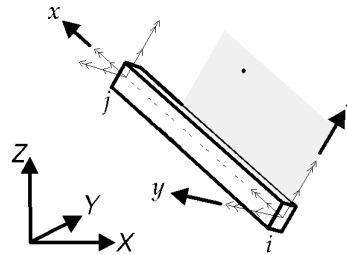


Két csomópontú egyenes tengelyű állandó keresztmetszetű térbeli elem. Egy segédpont vagy vektor szükséges az elem térbeli helyzetének (lokális koordináta-rendszerének) rögzítéséhez.

Csomópontként maximálisan három eltolódási és három elfordulási szabadságfokkal rendelkezik. Három egymásra merőleges erő, egy normál és két nyíró ( $N_x$ ,  $Q_y$ ,  $Q_z$ ), és három egymásra merőleges nyomaték, egy csavaró és két hajlító ( $M_x$ ,  $M_y$ ,  $M_z$ ) keletkezik az elem adott keresztmetszetében.

 *Az  $i$  vég mindig a rúd kisebb sorszámú végét jelöli.*

A kezdőpont a lokális  $x$  tengely kezdőpontját jelenti. A végpont a lokális  $x$  tengely végpontját jelenti. Ha a lokális  $x$  iránya  $i \rightarrow j$  (ld. az ábrát), akkor a kezdőpont az  $i$  vég. Ha  $j \rightarrow i$ , akkor a kezdőpont a  $j$  vég.



*Definiálás* Ki kell jelölni azokat a hálózati vonalakat, melyekhez azonos anyag, keresztmetszet és referencia jellemzőket rendelünk.



Az ikonra kattintva a **Betöltés anyagtárból** dialógusablak jelenik meg itt új anyag/anyagok vehetők fel a modellbe.



Az ikonra kattintva a **Betöltés szelvénytárból** dialógusablak jelenik meg itt új szelvény/szevények vehetők fel a modellbe.



Az ikonra kattintva a **Grafikus szelvénytárból** jelenik meg. A megszerkesztett szelvény bekerül a modell szelvényei közé.

#### Automatikus referencia:

A program a rudakhoz egy referencia vektort rendel az alábbi szabályok szerint:

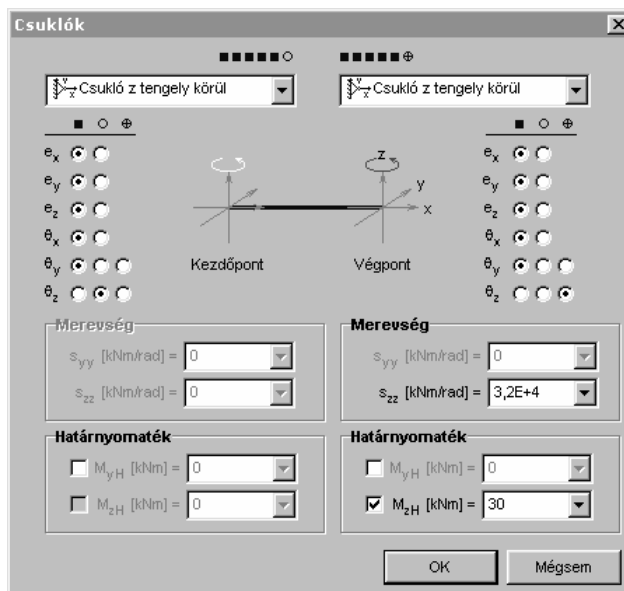
Ha a rúd tengelye a globális Z tengellyel párhuzamos akkor a referencia vektor a globális X tengely irányú. Minden más esetben a referencia vektor globális Z irányba mutat.

A rúd lokális rendszere megfordítható. Beállítható, hogy  $i$ -ből  $j$ -be vagy  $j$ -ből  $i$ -be mutasson, illetve beállítható automatikusan, ekkor a program a rúdvég koordinátái alapján veszi fel a kijelölt rudak lokális  $x$  irányát.

☞ A definiált elemek a képernyőn kék színnel jelennek meg.

**Csuklók:**

A rúdvégi csuklós kapcsolatok megadása a rúd lokális koordináta-rendszerében. Alapértelmezésben a rudak mindkét végét befogott-nak tekinti a program. Ha ettől eltérőt akarunk alkalmazni, ki kell jelölni azokat a rudakat, amelyeket azonos típusú rúdvégi kapcsolattal kívánunk ellátni. A kapcsolat definiálása a rúd kezdő és végpontjához rádiógombok bekapcsolásával történik.



- a rúdvég a csomóponthoz az adott elmozdulás-komponensekkel összekapcsolt.
- az adott rúdvégi elmozdulás szabadon létrejöhet.
- ⊕ a rúdvég adott elfordulási merevséggel kapcsolódik a csomóponthoz. A hat kód az *x*, *y*, *z* lokális tengelyirányú igénybevételeknek felel meg. A mérnöki gyakorlatban gyakran előforduló csuklótípusok szöveges táblázatból kiválaszthatók és hozzárendelhetők a rúdelemekhez.

Kód	Kapcsolat típusa	Szimbólum
000001	csuklós kapcsolat z tengely körül M <sub>z</sub> nyomatékot nem tud átvenni.	
000010	csuklós kapcsolat y tengely körül M <sub>y</sub> nyomatékot nem tud átvenni.	
000011	csuklós kapcsolat y és z tengely körül M <sub>y</sub> , M <sub>z</sub> nyomatékot nem tud átvenni.	
000111	(gömbcsukló) M <sub>x</sub> , M <sub>y</sub> , M <sub>z</sub> nyomatékot nem tud átvenni csuklós kapcsolat x, y, z tengely körül.	
010000	y tengely mentén görgős kapcsolat. Q <sub>y</sub> nyíróerőt nem tud átvenni.	
001000	z tengely mentén görgős kapcsolat. Q <sub>z</sub> nyíróerőt nem tud átvenni.	

☞ Amennyiben egy rúdelem mindkét végén csavaró nyomatékot nem átvevő kapcsolatot hozunk létre (pl. gömbcsuklókkal), akkor merevtest jellegű mozgási lehetőséggel fog rendelkezni, ami nem megengedett (x

tengely körüli forgás). Ilyen esetben a rúd egyik végén az x tengely körüli elfordulást meg kell gátolni.

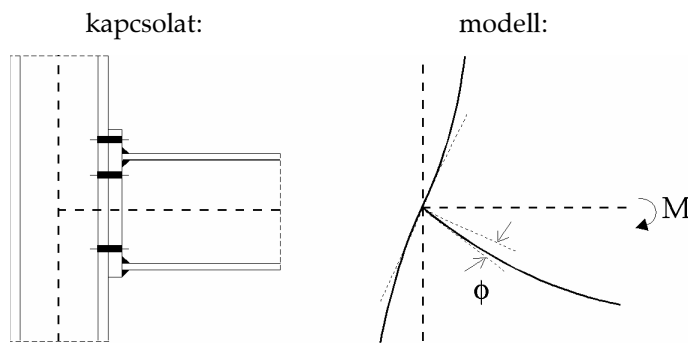
pl.: kezdőpont                      végpont  
 ■ ■ ■ ■ ○ ○                      ■ ■ ■ ○ ○ ○

### Félmerev csukló:

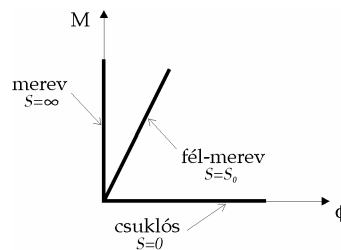
A rúdvég kapcsolatok elfordulási merevségének megadása.

Félmerev csuklós kapcsolat esetén először beállítjuk a félmerev csukló rádiógombot, majd megadjuk az y ill. z tengelyhez tartozó elfordulási merevséget.

A kapcsolatokat nyomaték-relatív elfordulás karakterisztikáját modellező lineárisan rugalmas rugó merevségét a rúd lokális y, z tengelyeinek megfelelően kell megadni. Általában a kapcsolat valós nemlineáris nyomaték-(relatív)elfordulás karakterisztikájának a kezdeti merevségét, vagy annak egy hányadosát kell megadni.



nyomaték-elfordulás diagram:



☞ *Az alkalmazási feltételeket az Eurocode 3 rögzíti.*

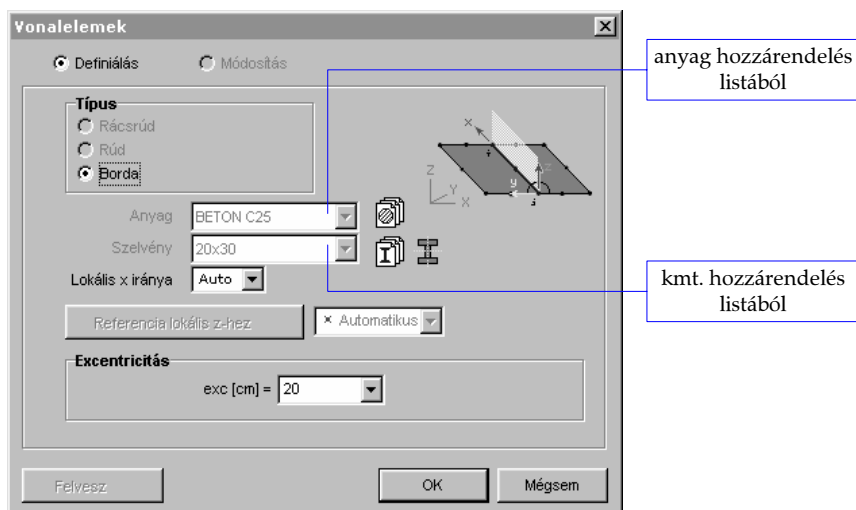
### Határnyomaték:

Befogott vagy félmerev rúdvég kapcsolatokhoz megadható határnyomaték érték is, amivel a csukló által felvehető nyomatékot korlátozhatjuk.

☞ *A határnyomaték paraméternek kizárólag nemlineáris statikai számítás esetén van hatása.*

☞ Tetszőleges rúdvégi csukló / görgő jelenlétét a program kék körrel jelzi. A félmerev csuklót egy körben lévő kereszttel jelöli a program. A gömbcsuklót piros körrel jelöli.

## Bordaelem



Bordák modellezésére egy három csomópontú egyenes tengelyű állandó keresztmetszetű térbeli rúdelemet használhatunk. Borda elem a felületelemek éléhez és önálló elemként is definiálható. A bordák a felületelemek éléhez centrikusan vagy excentrikusan illeszthetők.

Egy élhez csak egy bordaelem rendelhető.

Definiálás során ki kell jelölni azokat a vonalakat melyekhez bordát rendelünk.

**Anyag:**

A borda anyaga eltérő is lehet a felület anyagától.

**Szelvény:**

A borda keresztmetszetet az alábbi ábrák szerint kell felvenni. Ennek megfelelően kell a saját súlyponti keresztmetszeti jellemzőit megadni.



Az ikonra kattintva a **Betöltés anyagtárból** dialógusablak jelenik meg itt új anyag/anyagok vehetők fel a modellbe.



Az ikonra kattintva a **Betöltés szelvénytárból** dialógusablak jelenik meg itt új szelvény/szevények vehetők fel a modellbe.

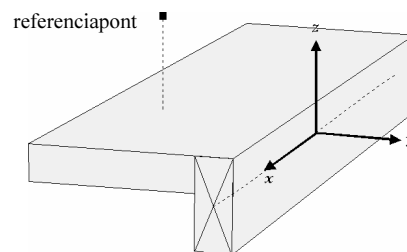


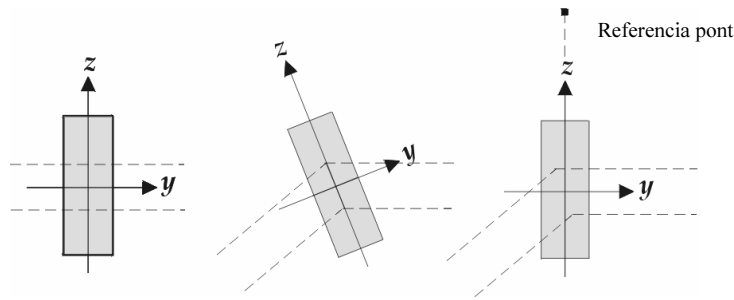
Az ikonra kattintva a **Grafikus szelvénytérvező** jelenik meg. A megszerkesztett szelvény bekerül a modell szelvényei közé.

**Referencia:**

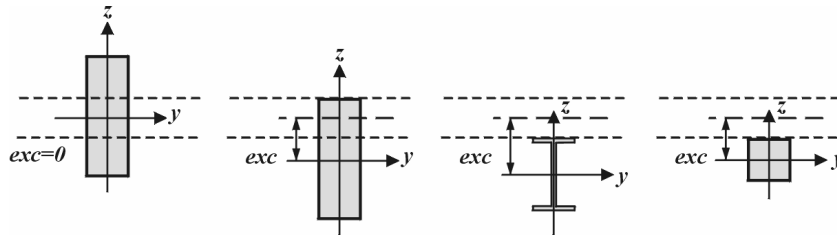
A borda elem is rendelkezik lokális koordináta-rendszerrel, melynek x tengelye a borda tengelye, z tengelye a csatlakozó felület elemek z tengelyeinek szögfelezőjével párhuzamos (automatikus) vagy referencia pont ill. vektor által rögzített.

A borda keresztmetszeti jellemzőit ebben a koordináta-rendszerben kell megadni. Ha az élbe kettőnél több felület csatlakozik, és ezek közül egyet vagy kettőt kijelölünk a peremmel együtt, akkor a program borda definiálásakor az automatikus referenciát e felület vagy felületek lokális rendszerei alapján képezi.



**Excentricitás:**

Az excentricitás a borda lokális z tengelyének irányában értendő és előjelét is ez határozza meg.



ahol:  $exc$  = a borda kmt. súlypontjának a felület súlypontjától vett előjeles távolsága.

☞ *Lemez modell esetén a borda excentricitása kizárólag a borda hajlító me-revségét módosítja az alábbiak szerint:*

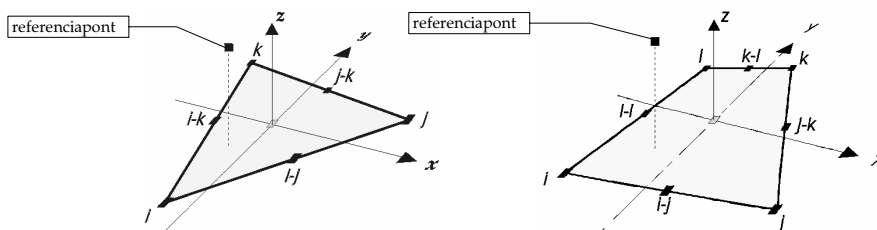
$$I_y^* = I_y + A * exc^2$$

*Héj modell esetén a borda excentrikusan kapcsolódik a héj elemekhez, így hajlításból mind a héjban mind a bordában normálerő is keletkezik. Amennyiben a borda nem felületelem peremén helyezkedik el, excentricitást nem lehet megadni.*

**3.9.5. Felületelemek**

A felületek modellezésére egy hat ill. nyolc/kilenc csomópontú, sík felületű, izoparametrikus végelemet használhatunk. Az elem alkalmas tárcsa, vékony lemez és vékony héjszerkezetek modellezésére a kis elmozdulások tartományában.

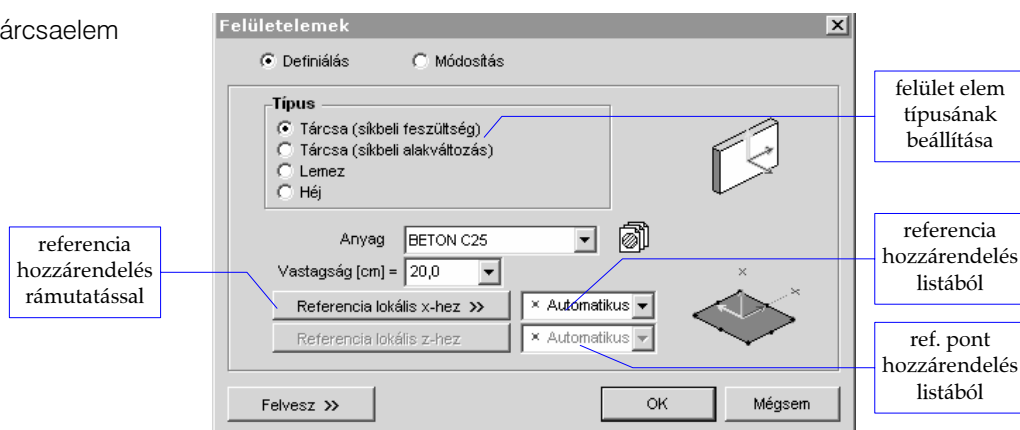
A vastagság kisebb mint a legkisebb jellemző lemez méret tizede, a lemez vagy héj lehajlása ( $w$ ) nem lehet nagyobb az elem vastagságának 20% -ánál.



Íves felületek és oldalak síkokkal és egyenes oldalakkal közelíthetőek, ami nem minden esetben vezet kielégítő pontossághoz.

Az elem háromszög ill. konvex négyszög kell legyen, oldalméreteinek aránya ne legyen kisebb 1 / 5 -nél, és a vastagság/hossz aránya ne legyen kisebb 1 / 100 -nál.

## Tárcaelem



Hat ill. nyolc csomópontú elem. Alkalmazható síkbeli feszültség ( $\sigma_{zz} = \sigma_{xz} = \sigma_{yz} = 0, \varepsilon_{xz} = \varepsilon_{yz} = 0, \varepsilon_{zz} \neq 0$ ), vagy síkbeli alakváltozás ( $\varepsilon_{zz} = \varepsilon_{xz} = \varepsilon_{yz} = 0, \sigma_{xz} = \sigma_{yz} = 0, \sigma_{zz} \neq 0$ ) állapotban.

☞ *A tárcsa csak síkjában terhelhető elem. Ettől eltérő irányú terhelést nem tud felvenni.*

Tárca igénybevételként  $n_x, n_y, n_{xy}$  tárcsa erőket kapunk, valamint meghatározásra kerülnek az  $n_1, n_2$  főigénybevételek és  $\alpha_n$  irányyszög.

Definiáláskor az alábbi adatokat kell megadni:

- Síkbeli alakváltozás/síkbeli feszültség állapot
- Anyag
- Vastagság
- Referencia pont/vektor/tengely/sík/ lokális  $x$ -hez
- Referencia-pont/vektor lokális  $z$ -hez



Az ikonra kattintva a **Betöltés anyagtárból** dialógusablak jelenik meg, ahol új anyag vehető fel a modellbe.

#### Automatikus referencia:

A program a felületelemekhez egy referencia vektort rendel az alábbi szabályok szerint:

Lokális  $x$ -tengely rögzítéséhez

Ha a felület síkja párhuzamos a globális X-Y síkkal akkor a referencia vektor globális X tengelyi irányú lesz. Minden egyéb esetben a két sík metszéspontjával párhuzamos lesz a referencia vektor.

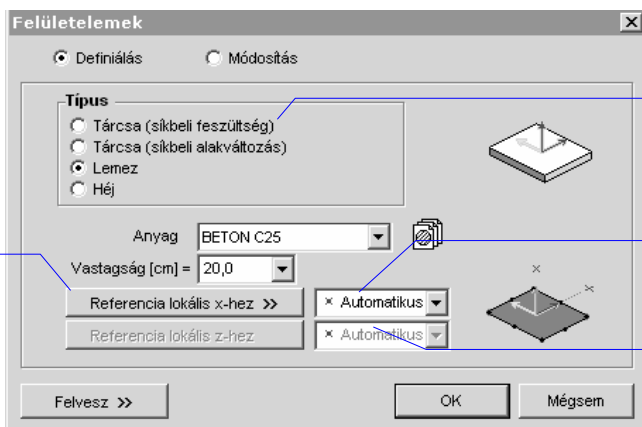
Lokális  $z$ -tengely rögzítéséhez

Ha a felület síkja függőleges akkor a referencia vektor a globális origóba mutat. Minden egyéb esetben a referencia vektor a globális Z tengely irányába mutat



A tárcsaelemek középpontját kék színnel jelöljük.

Lemezelem



referencia hozzárendelés rámutatással

felület elem típusának beállítása

referencia hozzárendelés listából

referencia hozzárendelés listából

Hat csomópontú Lagrange illetve Kilenc csomópontú Heterosis típusú elem, mely a Mindlin-Reissner elméletnek megfelelően az alakváltozások számításakor a nyíróerők hatását is figyelembe veszi.

*A lemez csak síkjára merőlegesen terhelhető elem. Ettől eltérő irányú terhelést nem tud felvenni.*

Lemez igénybevételként  $m_x, m_y, m_{xy}$  nyomatékokat és  $q_x, q_y$  lemez síkjára merőleges nyíróerőket kapunk, valamint meghatározásra kerülnek az  $m_1, m_2$  főigénybevételek,  $\alpha_m$  irányszög és  $q_R$  eredő nyíróerő.

Definiáláskor az alábbiakat kell megadni:

- Anyag
- Vastagság
- Referenciapont/-vektor/-tengely/-sík lokális x-hez
- Referenciapont/-vektor lokális z-hez



Az ikonra kattintva a **Betöltés anyagtárból** dialógusablak jelenik meg.

**Automatikus referencia:**

A program a felületelemekhez egy referencia vektort rendel az alábbi szabályok szerint:

Lokális x-tengely rögzítéséhez

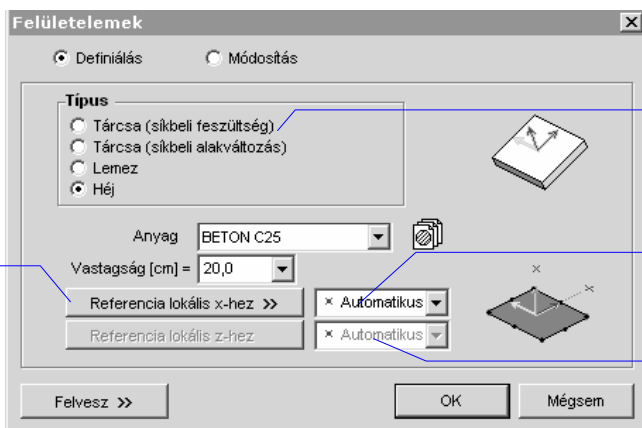
Ha a felület síkja párhuzamos a globális X-Y síkkal akkor a referencia vektor globális X tengely irányú lesz. Minden egyéb esetben a két sík metszésvonalával párhuzamos lesz a referencia vektor.

Lokális z-tengely rögzítéséhez

Ha a felület síkja függőleges akkor a referencia vektor a globális origóba mutat. Minden egyéb esetben a referencia vektor a globális Z tengely irányába mutat

*A lemez elemek középpontját piros színnel jelöljük.*

Héjelem



referencia hozzárendelés rámutatással

felület elem típusának beállítása

referencia hozzárendelés listából

ref. pont hozzárendelés listából

A sík héjelemet a lemezelem és a tárcsaelem összekapcsolásából nyerjük. Sík héjelemek esetén a tárcsa és lemez hatás egymástól független.

☞ **A héj síkjában és síkjára merőlegesen egyaránt terhelhető elem.**

Igénybevételeként tárcsa és lemez igénybevételeket kapunk a *Tárcsa* és *Lemez* elemeknél leírtak szerint.

Definiáláskor az alábbiakat kell megadni:

Anyag  
Vastagság  
Referenciapont/-vektor/-tengely/-sík lokális x-hez  
Referenciapont/-vektor lokális z-hez



Az ikonra kattintva a **Betöltés anyagtárból** dialógusablak jelenik meg.

#### Automatikus referencia:

A program a felületelemekhez egy referencia vektort rendel az alábbi szabályok szerint:

Lokális x-tengely rögzítéséhez

Ha a felület síkja párhuzamos a globális X-Y síkkal akkor a referencia vektor globális X tengelyi rányú lesz. Minden egyéb esetben a két sík metszsvonalával párhuzamos lesz a referencia vektor.

Lokális z-tengely rögzítéséhez

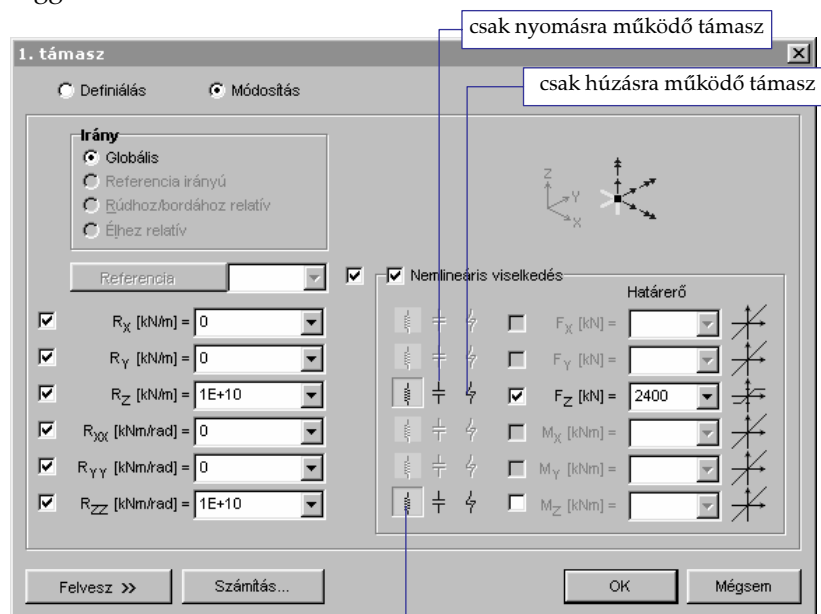
Ha a felület síkja függőleges akkor a referencia vektor a globális origóba mutat. Minden egyéb esetben a referencia vektor a globális Z tengely irányába mutat

☞ A héjelemek középpontját zöld színnel jelöljük.

### 3.9.6. Csomóponti támasz



A támaszelem egy rugó, melynek egyik vége egy fix ponthoz, a másik vége a megtámasztott csomópontoz kapcsolódik. Minden ilyen rugó rendelkezhet saját tengelye irányában eltolódási és elfordulási merevséggel.



A megtámasztás iránya lehet:

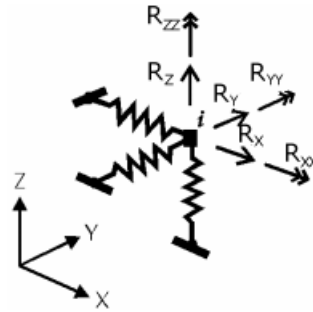
nyomásra és húzásra egyaránt működő támasz

globális  
referencia irányú  
rúdhoz/bordához relatív  
élhez relatív

A támaszmerevségek alapértéke  $1.000E+10$  [kN/m], [kNm/rad].

Globális

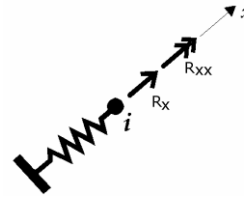
A globális koordináta tengelyekkel párhuzamos irányú támaszelem. Először azokat a csomópontokat kell kijelölni, melyekhez azonos típusú támaszelemet akarunk rendelni, majd meg kell adni a hozzá tartozó merevségeket. A támaszmerevségeket eltolódásra ( $R_x, R_y, R_z$ ) és elfordulásra ( $R_{xx}, R_{yy}, R_{zz}$ ) kell megadni.



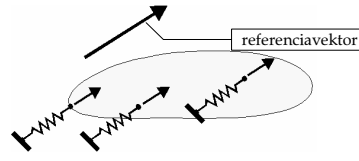
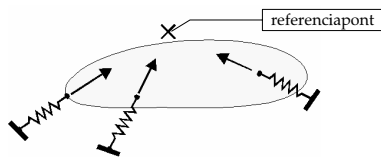
☞ Egy csomópontra csak egy globális támasz adható meg. Felületelem oldalfelező pontja csomóponti támasszal nem támasztható meg.

Referencia irányú

Referencia ponttal vagy vektorral kijelölt irányú támasz. Egy csomóponthoz több támaszelemet is csatlakoztathatunk. A csomópontok kijelölése után meg kell adni az eltolódási  $R_x$ , és elfordulási  $R_{xx}$  merevségeket.



Az irányt az elem csomópontja és referenciapontja vagy referenciavektora határozza meg az alábbiak szerint:

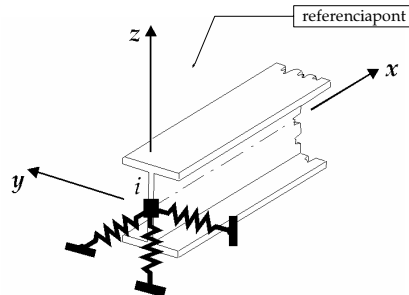


Több támaszelemhez hozzárendelt referencia pont esetében valamennyi a referenciapont felé fog irányulni.

Több támaszelemhez hozzárendelt referencia vektor esetében valamennyi a referenciavektorral lesz párhuzamos.

Rúdhoz/  
bordához relatív

Rúd/borda lokális koordináta tengelyek irányába mutató támaszelemek. Először azokat a rudakat/bordákat kell kijelölni, melyek csomópontjaihoz azonos típusú támaszelemeket akarunk rendelni, majd meg kell adni a hozzá tartozó merevségeket.



A támasz merevségeket eltolódásra ( $R_x, R_y, R_z$ ) és elfordulásra  $R_{xx}, R_{yy}, R_{zz}$ ) kell megadni.

Élhez relatív

Felület él tengelyéhez viszonyított relatív  $x, y, z$  irányú támaszelemek. ahol:

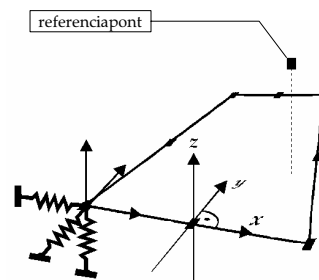
- $x$  = felület éle által kijelölt tengely
- $y$  = felület síkjában fekvő, x-re merőleges felület belsejébe mutató tengely
- $z$  = felület síkjára merőleges, referenciapont felőli féltérbe mutató tengely

Ki kell jelölni a peremeket és csomópontokat, majd meg kell adni a támaszhoz tartozó merevségeket.

Ha a felületperembe két felület csatlakozik, a z tengely a felületek által bezárt szög szögfelezőjére illeszkedik, az y tengely pedig erre és az x tengelyre egyaránt merőleges.

Ha a kijelölt felületperemhez több felület is csatlakozik, definiáláskor a csomópont és a perem mellett kijelölhetünk egy vagy két felületet is, ekkor a támasz lokális rendszerét a program a fentiek alapján, a kijelölt felületek figyelembevételével határozza meg.

A támasz merevségeket eltolódásra ( $R_x, R_y, R_z$ ) és elfordulásra  $R_{xx}, R_{yy}, R_{zz}$ ) kell megadni.



Nemlineáris viselkedés

Nemlineáris viselkedés esetén, valamennyi elmozdulási komponensre kiválasztható csak húzási merevséggel, csak nyomási merevséggel, vagy határerővel rendelkező erő-elmozdulás karakterisztika, mely ez esetben a merevségek megállapításának az alapja.



Ezeket a paramétereket csak nemlineáris statikai számítás esetén veszi figyelembe a program, minden más esetben (Lineáris statika, Rezgés I/II, Kihajlás) a támaszok kezdeti merevségükkel szerepelnek a számításban.

Támasz számítása



betöltés a szelvény adatbázisból

betöltés az anyag adatbázisból

grafikus szelvény-szerkesztés

merev befogás / csukló az oszlop tetején

merev befogás / csukló az oszlop alján

A Csomóponti támasz dialógusablak Számítás gombjára kattintva a ponttámaszként szolgáló oszlop geometriai és anyagjellemzői illetve az oszlop alján és tetején megadott X és Y tengely körül csuklós vagy merev kapcsolatok ismeretében a program meghatározza az eltolódási és elfordulási támaszmerevségeket.

### 3.9.7. Élmenti támasz



Támasz a 32. peremhez

Definiálás Módosítás

**Típus**

Globális

Rúdhoz/bordához relatív

Élhez relatív

Nemlineáris viselkedés

Határerő

$F_x$  [kN/m] =

$F_y$  [kN/m] =

$F_z$  [kN/m] = 2000

$M_x$  [kNm/m] =

$M_y$  [kNm/m] =

$M_z$  [kNm/m] =

$R_x$  [kN/m/m] = 0

$R_y$  [kN/m/m] = 0

$R_z$  [kN/m/m] = 1E+5

$R_{xx}$  [kNm/rad/m] = 0

$R_{yy}$  [kNm/rad/m] = 0

$R_{zz}$  [kNm/rad/m] = 0

Felvesz >> Számítás... OK Mégsem

A megtámasztás iránya lehet:

- globális
- rúdhoz/bordához relatív
- élhez relatív

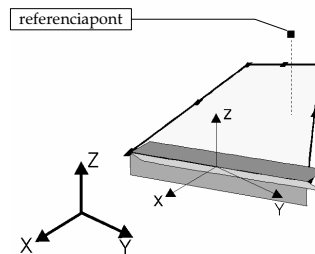
Felületelem él, rúd, borda folytonos megtámasztását biztosítja. A folytonos megtámasztás Winkler típusú rugalmas ágyazást biztosít. Azokat a felületelemeket, rudakat, bordákat kell kijelölni, amelyek éléhez azonos típusú támaszt akarunk rendelni, majd meg kell adni a hozzá tartozó merevségeket.

A támasz merevségek alapértéke  $1.000E+05$  [kN/m/m], [kNm/rad/m].

Globális

A globális koordináta tengelyekkel párhuzamos irányú élmenti támaszok.

A támasz merevségeket eltolódásra ( $R_x$ ,  $R_y$ ,  $R_z$ ) és elfordulásra ( $R_{xx}$ ,  $R_{yy}$ ,  $R_{zz}$ ) kell megadni.



Rúdhoz/  
bordához relatív

Rúd/borda megtámasztása a lokális koordináta rendszerükkel párhuzamos irányban. A megtámasztás Winkler típusú rugalmas ágyazást biztosít. A rugalmas ágyazás húzásra, nyomásra azonosan viselkedik, egy elem belüli konstans értékű.

☞ *A rugalmasan ágyazott rudat/bordát minden esetben legalább 4 részre fel kell osztani.*

A támasz megadásakor a program ellenőrzi az alábbi összefüggést, és közli a szükséges felosztások számát.

$$L \leq l_k = \frac{1}{2} \min \left[ \sqrt[4]{\frac{4E_x I_z}{R_y}}, \sqrt[4]{\frac{4E_x I_y}{R_z}} \right], \text{ ahol } L \text{ a rúd hossza.}$$

☞ *A rugalmasan ágyazott rudaknál a közbenső igénybevételek számítása a két rúdvég között lineáris interpolációval történik (ezért is szükséges az ágyazott rudakat kellően sűrűn felosztani).*

Élhez  
relatív

Felület él tengelyéhez viszonyított relatív  $x$ ,  $y$ ,  $z$  irányú élmenti támasz, ahol a relatív koordináta-rendszer az alábbi:

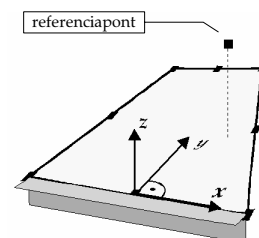
$x$  = felület éle által kijelölt tengely

$y$  = felület síkjában fekvő  $x$ -re merőleges felület belsejébe mutató tengely

$z$  = felület síkjára merőleges, referenciapont felőli féltérbe mutató tengely

Ha a felületperembe két felület csatlakozik, a  $z$  tengely a felületek által bezárt szög szögfelezőjére illeszkedik, az  $y$  tengely pedig erre és az  $x$  tengelyre egyaránt merőleges.

Ha a kijelölt felületperemhez több felület is csatlakozik, a perem mellett definiálás-kor kijelölhetünk egy vagy két felületet is, ekkor a támasz lokális rendszerét a program a fentiek alapján a kijelölt felületek figyelembevételével határozza meg. A támaszmerevségeket eltolódásra ( $R_x$ ,  $R_y$ ,  $R_z$ ) és elfordulásra ( $R_{xx}$ ,  $R_{yy}$ ,  $R_{zz}$ ) kell megadni.



Az élmenti támasz egy felület élen belül konstans értékű.

Nemlineáris viselkedés

Nemlineáris viselkedés esetén, valamennyi elmozdulási komponensre kiválasztható csak húzási merevséggel, csak nyomási merevséggel, vagy határerővel rendelkező erő-elmozdulás karakterisztika, mely ez esetben a merevségek megállapításának az alapja.



Csak nemlineáris statikai számítás esetén veszi figyelembe a program, minden más esetben (Lineáris statika, Rezgés I/II, Kihajlás) a kezdeti merevségükkel szerepelnek a számítás alatt.

Támasz számítása

Lokális vonaltámasz számítása

Anyag: BETON C20

L [m] = 3,000

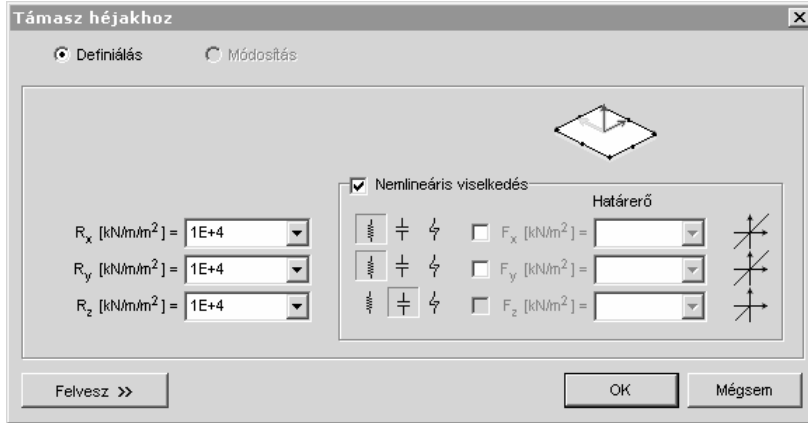
d [cm] = 20,00

$R_x$ [kNm/m] =	7,33E+4	$R_{xx}$ [kNm/rad/m] =	2,2E+3
$R_y$ [kNm/m] =	7,33E+2	$R_{yy}$ [kNm/rad/m] =	1E+0
$R_z$ [kNm/m] =	6,6E+5	$R_{zz}$ [kNm/rad/m] =	1E+0

OK Mégsem

Globális vagy élhez relatív élmenti támasz megadásakor a dialógusablak Számítás gombjára kattintva az éltámaszként szolgáló fal geometriai és anyagjellemzői illetve a fal alján és tetején megadott csuklós vagy merev kapcsolat ismeretében a program meghatározza az eltolódási és elfordulási támaszmerevségeket.

### 3.9.8. Felületi támasz



Felület elem megtámasztása a lokális koordináta rendszerével párhuzamos irányokban. A megtámasztás Winkler típusú rugalmas ágyazást biztosít, melynél az eltolódási merevséget kell megadni ( $R_x$ ,  $R_y$ ,  $R_z$ ). A rugalmas ágyazás húzásra, nyomásra azonosan viselkedik, egy felület elemen belül konstans értékű.

A támasz merevségek alapértéke  $1.000E+04$  [kN/m<sup>2</sup>].

Nemlineáris viselkedés

Nemlineáris viselkedés esetén, valamennyi elmozdulási komponensre kiválasztható csak húzási merevséggel, csak nyomási merevséggel, vagy határerővel rendelkező erő-elmozdulás karakterisztika, mely ez esetben a merevségek megállapításának az alapja.

☞ Csak nemlineáris statikai számítás esetén veszi figyelembe a program, minden más esetben (Lineáris statika, Rezgés I/II, Kihajlás) a kezdeti merevségükkel szerepelnek a számítás alatt.

### 3.9.9. Merev test

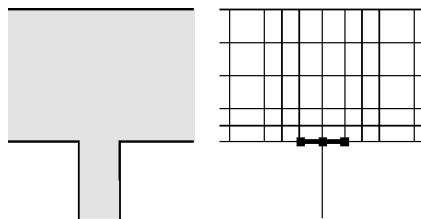


Merev testek segítségével modellezhetünk a szerkezet merevségéhez viszonyítva jelentősen nagyobb merevséggel rendelkező szerkezeti részeket, mint például: excentrikus rúdkapcsolatok, cölöp fejek.

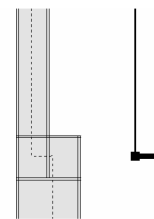
A merev test önmagában nem deformálódik, de a kapcsolódó szerkezeti részekkel együtt elmozdul, ezáltal elmozdulásokat és igénybevételeket közvetít.

A szerkezetben található merev testeket csomópontjaikat összekötő vonalaival írjuk le.

tárcsa-rúd kapcsolat:

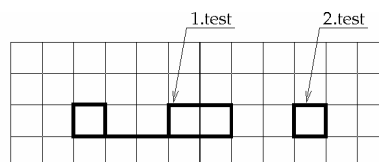
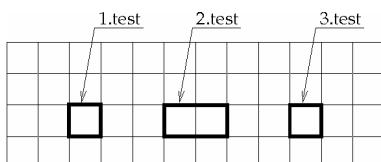


excentrikus rúd kapcsolat:




Definiálás


A funkció végrehajtásakor ki kell jelölni a merev testhez tartozó vonalakat. A kijelölt vonalak közül az egymáshoz kapcsolódó összefüggő hálózatot alkotó vonal csoportok egy-egy önálló merev testet alkotnak.



Módosítás vagy új merev test definiálás során olyan vonalak kijelölése, amely két különböző testet köt össze, a két test egyesítését eredményezi.

Amennyiben egy test módosítása esetén a módosított vonalak nem alkotnak összefüggő hálózatot, a módosított test több különálló merev testre esik szét.

 *A végelemek definiálása során nem megengedett az, hogy egy végelem összes vonala ugyanazon merev testhez kapcsolódjon. Amennyiben a test tömegét is figyelembe akarjuk venni (pl.: rezgés vizsgálat esetén), a test tömeg centrumába generáljunk egy csomópontot (a test részeként kell definiálni) és ehhez adjuk meg a test tömegét.*

 A merev testek vastag fekete vonallal jelennek meg a képernyőn.

### 3.9.10. Rugóelem

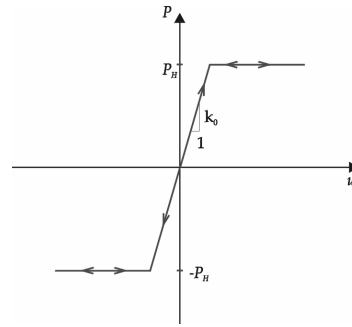
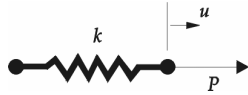


A szerkezet két pontját összekötő rugóelem. A rugóelem saját lokális koordináta-rendszerrel rendelkezik. Ebben a lokális rendszerben kell megadni a rugómerevségeket eltolódásra ( $K_x$ ,  $K_y$ ,  $K_z$ ) és elfordulásra ( $K_{xx}$ ,  $K_{yy}$ ,  $K_{zz}$ ).

A lokális rendszer iránya lehet:

- globális,
- geometria alapján meghatározott,
- referenciákkal meghatározott (pont, vektor),
- végelemhez relatív,
- csomópontok alapján meghatározott.

Mindegyik merevség komponenshez hozzárendelhető egy határerő. Ennél az értéknél nagyobb erőt a rugó adott komponense nem tud felvenni.



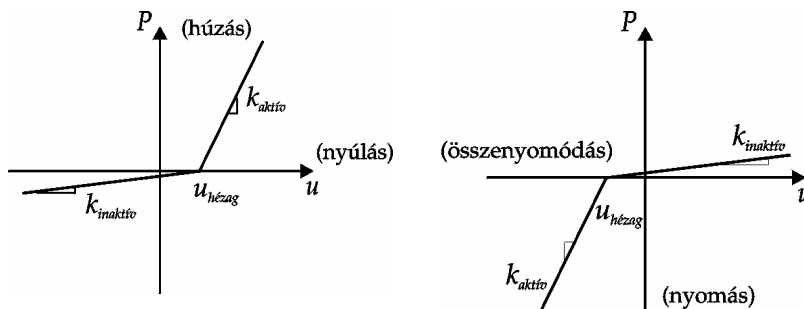
- ☞ *Határerőt csak nemlineáris statikai számítás esetén vesz figyelembe a program.*
- ☞ *Lineáris statika, rezgés I/II, kihajlás vizsgálatokban a nemlineáris rugó elemek kezdeti merevségükkel vannak figyelembe véve, melynek az értéke állandó marad a vizsgálatok során.*

### 3.9.11. Kontaktelem



The screenshot shows the 'Kontaktok - 504. vonal' dialog box. It has two tabs: 'Definiálás' (selected) and 'Módosítás'. Under 'Aktív', there are radio buttons for 'Húzás esetén' (selected) and 'Nyomás esetén'. The 'Lokális x iránya' is set to 'i → j'. The 'Aktív merevség [kN/m]' is 1.0000E+8, and the 'Inaktív merevség [kN/m]' is 1.0000E+0. The 'Kezdeti behatolás [m]' is 0.656. There is a checked box for 'Geometria alapján'. Under 'Aktív merevség adaptálása', there is a checked box for 'Megengedett nyílás'. The 'Minimum [mm]' is 1.00E-3, the 'Maximum [mm]' is 1.00E-1, and the 'Adaptálási arány' is 100. At the bottom, there are buttons for 'Felvesz >>', 'Alapérték', 'OK', and 'Mégsem'.

A kontakt elem, két pont közötti érintkezés szimulálására alkalmas. Két állapota lehetséges, aktív vagy inaktív. Aktív állapotban a kontakt elemnek nagyságrendekkel nagyobb a merevsége az inaktív állapothoz viszonyítva. Mivel az inaktív állapothoz ugyan kicsiny de nem zérus merevség tartozik, a kontakt elem csak közelítően tudja feladatát teljesíteni. Ugyanakkor az elem alkalmazásával a merevségi mátrix sávos szerkezete megmarad, és korlátlan számú kontakt elem használata válik lehetővé egy modellen belül.



A kontakt egy erősen nemlineáris elem (az állapotváltozás nagy merevségváltozással jár), és ez komoly nehézségeket okozhat a jelentős merevségváltozásokra érzékeny Newton-Raphson iterációs eljárás kon-

vergenciájában. Optimális aktív merevségi érték megállapítása nem egyszerű feladat. Ezért, ha a körülmények megengednek, a kontakt elem aktív merevsége nem kell feltétlenül konstans értékű maradjon. Ha az aktuális iterációs folyamat numerikus konvergenciája nehézségekbe ütközik, lehetőség van mérsékelni a kontakt elem merevségváltásainak arányait, és ezzel enyhíteni a kontakt által indukált nemlinearitás mértékét. Ezt a programban az aktív merevségek adaptálásának nevezzük.

Az aktív állapot lehet húzás esetén (például egy húzott csavar egy kapcsolatban) vagy nyomás esetén (például két lemez egymásra nyomódása).

A kontakt elem két csomóponttal definiálható.

Az aktív merevség alapértéke  $1E+08$  kN/m. Az inaktív merevség alapértéke  $1E-02$  kN/m. Ezen értékek az esetek nagy részében megfelelőnek bizonyulnak, de igény szerint megváltoztathatók.

A kontaktnak megadható egy kezdeti hézag (ez egy távolság, értéke  $\geq 0$ ), ami általában a csomópontjai geometriájából állapítható meg. Ugyanakkor lehetőség van ezen érték megadására. A kezdeti hézag záródásakor a kontakt elem aktívvá válik, egyébként inaktív.

Az aktív merevségek adaptálása: E folyamatot az ú.n. megengedett behatolás mértékének betartásával szabályozza a program.

Ha a behatolás mértéke kisebb mint a minimum érték, akkor a kontakt merevsége csökkenthető. Az alapérték  $1E-05$ .

Ha a behatolás mértéke nagyobb mint a maximum érték akkor a kontakt merevségét növelni kell (a pontosság megtartása érdekében). Az alapérték  $1E-02$ . Ha a behatolás a minimum és maximum érték közt van, a kontakt merevsége nem fog változni.

Az aktív merevséget az adaptáló eljárás csak a megadott adaptálási arányon belül módosítja. Ennek megfelelően az aktív merevség értéke az adaptálási aránnyal osztott illetve szorzott értékek közt változhat. Az adaptálási arány értéke 10, 100 vagy 1000 lehet. Az alapérték 100.

*Hasznos tudni* **Lineáris statika, rezgés I/II, kihajlási vizsgálatban a kontakt elem merevsége a kezdeti hézag értéke alapján van figyelembe véve. Ha a kezdeti hézag zérus (nincs hézag), akkor a kontakt az aktív merevségével fog szerepelni a vizsgálatban, máskülönben az inaktív merevséggel. Ez egy lineáris rugóval történő megtámasztással egyenértékű, ahol a rugó merevsége az előbbiek szerinti érték a kontakt elem definiált merevségei közül.**

### 3.9.12. Kapcsolati elem



A kapcsolati elemek két pont, vagy két vonal közti kapcsolat merevségi tulajdonságait egy ú.n. interfészbe (erő és elmozdulás átviteli kapcsolat) koncentrálnak modellezik. Az interfész helyzetét a kapcsolati elemek belül az elem definiálásakor kell megadni. A kapcsolati elemek hat merevség-komponenssel rendelkeznek, melyek lehetnek nemlineáris jellegűek is.



#### Csomópont-csomópont kapcsolati elem

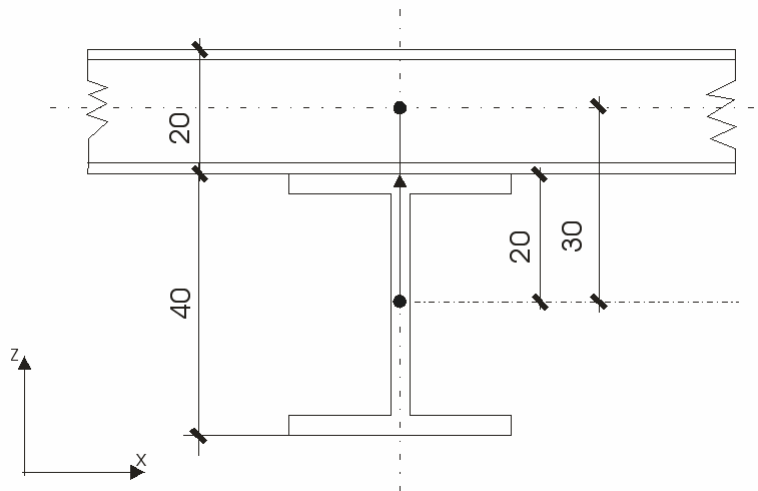
Két csomópontot összekötő kapcsolati elem, adott interfésszel. Az in-

terfész helyzete az elemen belül tetszőleges. A kapcsolati merevség-komponensek globális koordináta rendszernek megfelelő felvételével az erő illetve elmozdulás átvitel a két csomópont közt szabályozható. Minden komponensre megadható nemlineáris viselkedés is.

Tipikus alkalmazásai: szelemen-főtartó kapcsolatok; egyes tartórácsok rúdjaiknak kapcsolata; andráskereszt rúdjaiknak kapcsolata; tetszőleges csomópont-csomópont közti átvitel létrehozása.

*Példa:* Szelemen-főtartó kapcsolata (lásd az AcélCsarnok.axs mintafeladatot a Példák könyvtárban)

Tegyük fel, hogy a függőleges tengely a Z, mely a lokális rendszer z tengelyével párhuzamos. Legyen a főtartó egy IPE-400 szelvény az XZ síkban, a szelemen pedig egy I-200. A szelemenről a főtartóra csak az erőket szeretnénk átvinni, a nyomatékokat nem.



Mindkét elem a súlyvonalával van modellezve. A kapcsolati elemet a két tengely közé kell beiktatni, felülnézetben a metszéspontjukba. A kapcsolati elemet ez esetben tehát egy függőleges vonalhoz kell hozzárendelni, ennek hossza megegyezik a tengelyek közti távolsággal, ami 30 cm ( $40/2 + 20/2$ ). A kapcsolati elem kezdőpontjának tekintjük a főtartón elhelyezkedő csomópontot. Az interfészt mindig az elemek tényleges találkozási pontjára kell helyezni. Esetünkben a két elem közti interfész az elem kezdőpontjától, azaz a főtartó tengelyétől 20 cm-re ( $40/2$ ) található. Ez alapján az interfész helyzete  $20/30 = 0.666$ . Az elto-

lódásra merev bekötést feltételezve eltolódási merevségeknek megadható az 1E10 érték, míg elfordulásra 0 merevségek veendőek fel. Ha a szelemnek csak ezeken a kapcsolati elemeken keresztül vannak megtámasztva, akkor a tengely körüli merev-test elfordulás kiküszöböléséhez a  $K_{YY}=0.001$  (vagy más kicsiny érték) megadása szükséges.

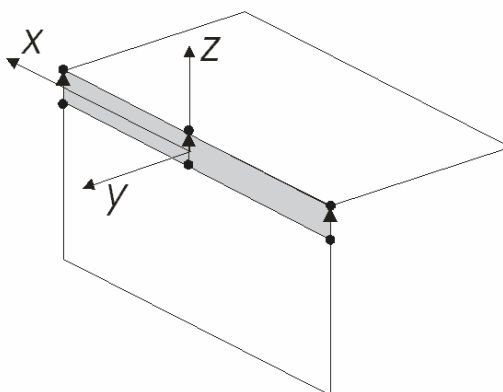
Nemlineáris viselkedés

Nemlineáris viselkedés esetén valamennyi elmozdulási komponensre kiválasztható határérővel rendelkező erő-elmozdulás karakterisztika.



### Vonal-vonal kapcsolati interfész elem

Hat csomópontú, bordaelemeket illetve felületelemek peremét összekötő kapcsolati elem. Az interfész helyzete az összekapcsolt elemek között tetszőlegesen választható meg. A kapcsolati elem vonalai mentén értelmezett merevség komponensek megfelelő felvételével szabályozható az erő és elmozdulás átvitele két bordaelem (vagy két felületperem illetve egy felületperem és egy bordaelem) közt. Az interfész vonala adja a lokális x-tengelyt, míg a z-tengely az interfész elem síkjában az erre merőleges tengely. A lokális y-tengely az x- és z-tengelyek alapján van felvéve a jobb kéz szabály szerint. A tengelyek irányultsága a merevségek megadásakor érdektelen. A nem eltolódási (elfordulási) merevség komponensek általában zérusnak veendőek fel. Bármely komponensre megadható nemlineáris viselkedés is.



**1. kapcsolati elem** X

Definálás  Módosítás

**Irány**

Globális

Geometria alapján

Referencia lokális z-hez ▼

Interfész helye 1 ▼

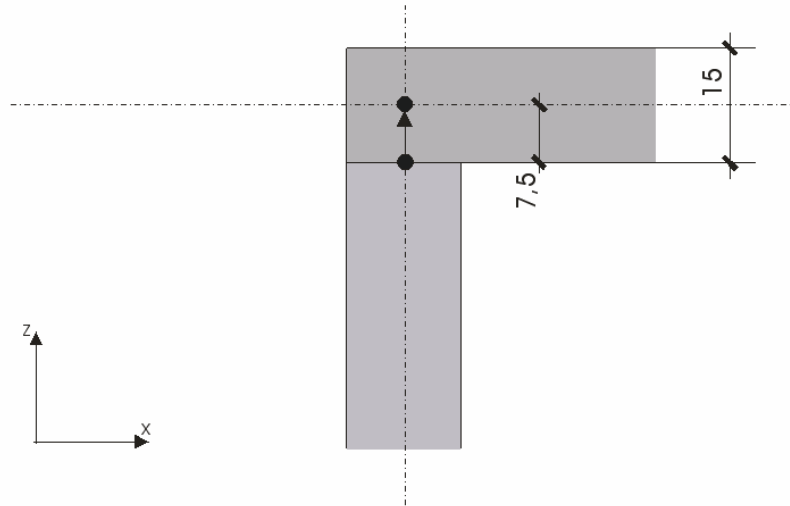
Merevség		Határerő	
$K_X$ [kNm]	= 1E+10 ▼	<input type="checkbox"/>	$F_X$ [kN] = ▼
$K_Y$ [kNm]	= 1E+10 ▼	<input type="checkbox"/>	$F_Y$ [kN] = ▼
$K_Z$ [kNm]	= 1E+10 ▼	<input type="checkbox"/>	$F_Z$ [kN] = ▼
$K_{XX}$ [kNm/rad]	= 0 ▼	<input type="checkbox"/>	$M_X$ [kNm] = ▼
$K_{YY}$ [kNm/rad]	= 0 ▼	<input type="checkbox"/>	$M_Y$ [kNm] = ▼
$K_{ZZ}$ [kNm/rad]	= 0 ▼	<input type="checkbox"/>	$M_Z$ [kNm] = ▼

Tipikus alkalmazásai: földem-fal kapcsolat; nem-kompozit, részlegesen kompozit, vagy kompozit tartók különböző anyagú részeinek kapcsolati interfésze; fél-merev borda-földem kapcsolat; egymásra rakott rudak modellezése; stb.

*Példa:* Falra támaszkodó földém csuklós kapcsolata

Tegyük fel, hogy a függőleges tengely a Z, a fal az Y-Z, a földém az X-Y síkkal párhuzamos és a falat héjelemekkel modelleztük. A földém vastagsága legyen 15 cm.

A földémről a falra csak az erőket szeretnénk átvinni, nyomatékokat nem.



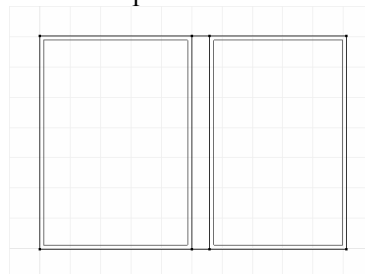
Mindkét elem a középsíkjával van modellezve. A falat ilyenkor csak a földém tényleges alsó síkjáig kell felvenni, a kapcsolati elemeket pedig az összekapcsolni kívánt két felület, azaz a fal éle és a földém pereme közé kell beiktatni. Esetünkben így a kapcsolati elemek a fal függőleges síkjában fognak elhelyezkedni. Az élek közti távolság 7.5 cm ( $15/2$ ). A kapcsolati elemek kezdőpontjának tekintjük a fal élén elhelyezkedő csomópontokat. Ekkor az elemek közti interfész (a felületek tényleges találkozási pontja) a földém alsó síkjában, a kezdőponttól 0 cm-re található. Így az interfész helyzete  $0 / 7.5 = 0$ -ra veendő fel. Eltolódásra merrev bekötést feltételezve, eltolódási merevségeknek megadható az  $1E10$  érték, míg elfordulásra 0 merevségek veendőek fel.

Nemlineáris viselkedés

Nemlineáris viselkedés esetén valamennyi elmozdulási merevségkomponensre kiválasztható határerővel rendelkező erő-elmozdulás karakterisztika.

Vonal-vonal kapcsolati elemek megadásának lépései következők:

1. Hozza létre a tartományokat (Lásd... 3.9.14. Tartomány) és kösse össze a szemközti csomópontokat vonalakkal (a tartományok szemközti oldalain azonos számú pontnak kell lennie).



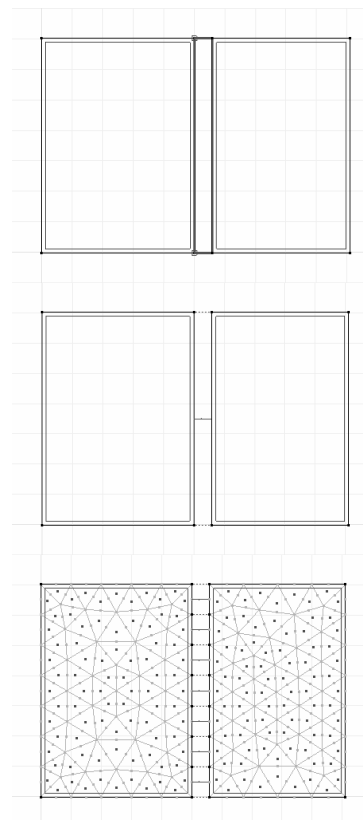
2. Jelölje ki a két tartomány közötti zárt négyszöget.

3. Adja meg a kapcsolati elem kezdőpontjait. (ha nem jelöl ki pontokat a kapcsolati elem automatikusan a két él közé középre kerül)

4. Adja meg a merevségeket. (létrejön a kapcsolati elem)

5. Kérje a tartományokra a hálózatgenerálást (Lásd... 3.9.16. Hálózatgenerálás).

6. A hálózattal együtt a kapcsolati elemeket is felosztja a program.



### 3.9.13. Csomóponti szabadságfok



A csomópontokat nem tekintjük különálló elemnek, de csoportosítás szempontjából értelemszerűen ide tartoznak.

Szabadságfok alatt a csomópont globális koordináta irányú szabad elmozdulásait értjük. Alapértelmezésben minden csomópont hat elmozdulási szabadságfokkal rendelkezik, az  $eX$ ,  $eY$ ,  $eZ$  eltolódással és az  $\theta X$ ,  $\theta Y$ ,  $\theta Z$  elfordulással. A számítás során a program egyensúlyi egyenletet csak a szabad eltolódás ill. elfordulás irányokban ír fel. Ez a rendkívüli hatékonyságot biztosít a számítási kapacitásban és a futási időben.

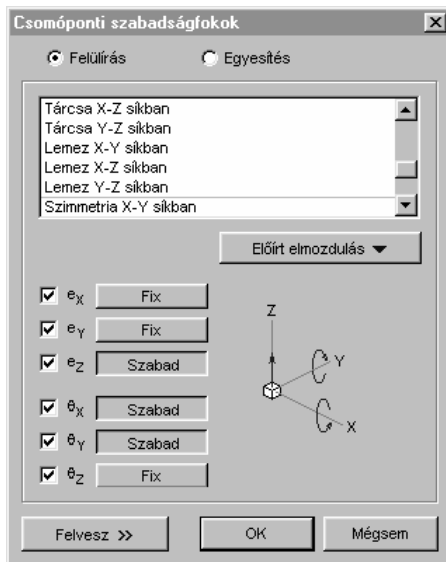
A mérnöki gyakorlatban előforduló típus modellekhez a csomóponti szabadságfokok táblázatból beállíthatók.

#### Modelltípusok:

- síkbeli rácsos tartó
- térbeli rácsos tartó
- síkbeli keret
- tartórács
- tárcsa
- lemez

Definiálás

A kijelölt csomópontok szabadságfokainak definiálása.



Jelöljük be a módosítani kívánt szabadságfokokat, majd a kétállapotú (Fix/Szabad) nyomógombokkal állítsuk be az értéküket.

#### Megadás módja:

##### Felülír

a kijelölt csomópontokon az eredeti szabadságfok kód az itt megadott kódra változik.

##### Egyesít

a kijelölt csomópontokon az eredeti szabadságfok kód az itt megadott kóddal a következőképpen kombinálódik: egy adott irányú elmozdulás illetve elfordulás megengedett ha az mindkét kódban megengedett, ellenkező esetben letiltott. Elsősorban szimmetria síkok definiálásakor használható.

példa

	$e_x$	$e_y$	$e_z$	$\theta_x$	$\theta_y$	$\theta_z$
eredeti kód:	szabad	fix	szabad	fix	szabad	fix
új kód:	szabad	szabad	szabad	fix	fix	fix
eredmény kód:	szabad	fix	szabad	fix	fix	fix

Minden csomópontoz egy hatjegyű kód tartozik, globális tengelyirányú  $e_x$ ,  $e_y$ ,  $e_z$  eltolódásnak és  $\theta_x$ ,  $\theta_y$ ,  $\theta_z$  elfordulásnak megfelelően.

☞ *Alapértelmezésben minden csomópont Szabad, amely igény szerint módosítható. A letiltott elmozdulási komponensek irányában ható teher- és tömeg komponenseket a számítás figyelmen kívül hagyja. A letiltott szabadságfok komponensek irányában ható terhek összege a kiegyensúlyozatlan terhek táblázatában látható.*

☞ Definiálás után a beállított szabadságfokú csomópontok világoskék színnel jelennek meg.

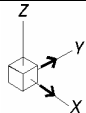
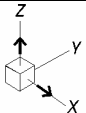
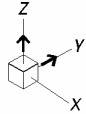
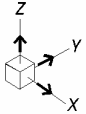
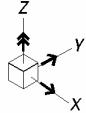
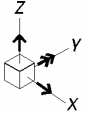
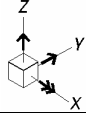
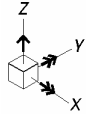
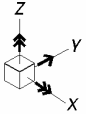
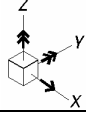
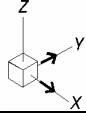
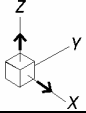
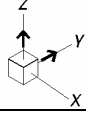
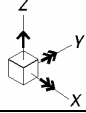
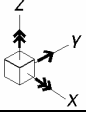
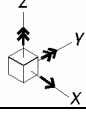
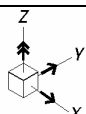
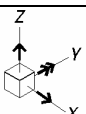
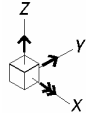
Előre definiált csomóponti szabadságfok beállítások táblázata:

Jelmagyarázat: ↑ szabad eltolódás, ↗ szabad elfordulás az adott tengelyirányban.

1=fix

0=szabad

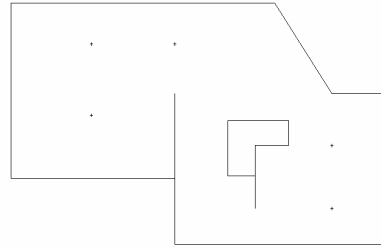
1	2	3	4	5	6
$e_x$	$e_y$	$e_z$	$\theta_x$	$\theta_y$	$\theta_z$

Szabadságfok	Cspt. ábra	Szabadságfok	Cspt. ábra
<i>Rácsos tartó modellek</i>			
Rácsos tartó X-Y síkban kód: 001111		Rácsos tartó X-Z síkban kód: 010111	
Rácsos tartó Y-Z síkban kód: 100111		Térbeli rácsos tartó kód: 000111	
<i>Keret modellek</i>			
X-Y síkú keret modell kód: 001110		X-Z síkú keret modell kód: 010101	
Y-Z síkú keret modell kód: 100011			
<i>Tartórács modellek</i>			
Tartórács X-Y síkban kód: 110001		Tartórács X-Z síkban kód: 101010	
Tartórács Y-Z síkban kód: 011100			
<i>Tárcsa modellek</i>			
X-Y síkú tárcsa modell kód: 001111		X-Z síkú tárcsa modell kód: 010111	
Y-Z síkú tárcsa modell kód: 100111			
<i>Lemez modellek</i>			
X-Y síkú lemez modell kód: 110001		X-Z síkú lemez modell kód: 101010	
Y-Z síkú lemez modell kód: 011100			
<i>Szimmetriák</i>			
X-Y szimmetria sík kód: 001110		X-Z szimmetria sík kód: 010101	
Y-Z szimmetria sík kód: 100011			

### 3.9.14. Tartomány



A tartomány egy összetett geometriai és szerkezeti elem. A tartomány geometriáját egy zárt poligon írja le, mely tartalmazhat belső lyukakat, belső vonalakat és pontokat. A tartományt leíró poligon pontjainak valamint a lyukak, belső vonalak pontjainak egy síkban kell elhelyezkedniük.



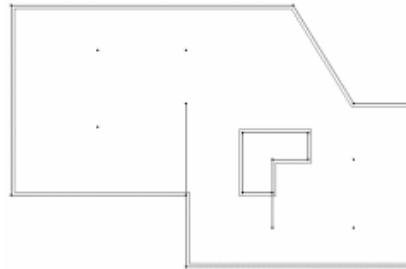
A tartomány az alábbi paraméterekkel rendelkezik:

- Elemtípus (lemez, tárcsa, héj)
- Anyag
- Vastagság
- Lokális koordináta rendszer

A tartomány poligonjához, belső vonalaihoz, belső pontjaihoz és lyukperemekhez az alábbiak rendelhetők:

- pont, vonal és felületi támasz
- borda elem
- megoszló terhelés
- önsúly
- hőmérsékleti teher
- csomóponti szabadságfok

A tartományt a kontúrön belüli zöld (héj), piros (lemez) vagy kék (tárcsa) vonal jelzi.

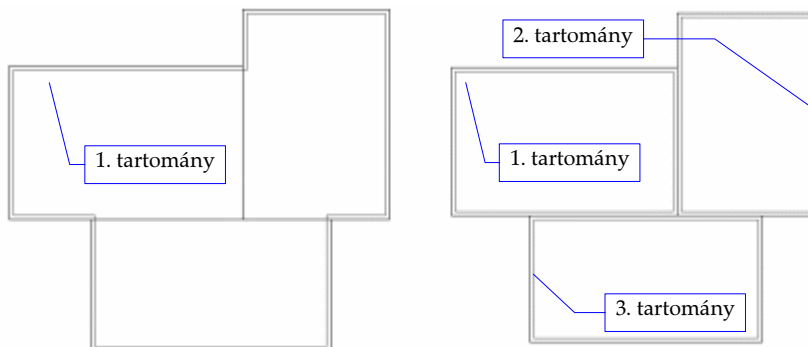


A tartomány alkalmas födécek, falak, lemezművek egy komplex szerkezeti elemként való kezelésére.

A tartományokra automatikus végelem hálógenerálás kérhető.

Lásd: 3.9.16. Hálógenerálás

Egy szerkezeti elem egy illetve több tartományból is kialakítható.

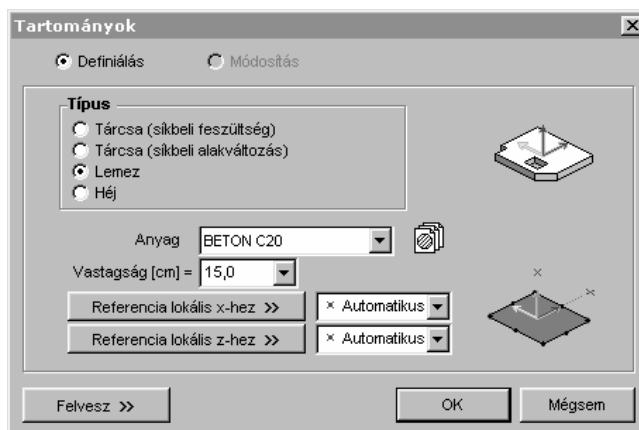


A tartomány tartalmazhat további belső tartományokat.

Tartomány definiálása

Jelölje ki azt a vonalcsoportot, amelyek egy vagy több tartomány határoló vonalai. A program megkeresi a vonalcsoportból az egy síkba eső legnagyobb zárt poligonokat, majd ezekhez hozzárendeli a dialógus-

ablakban beállított paramétereiket:



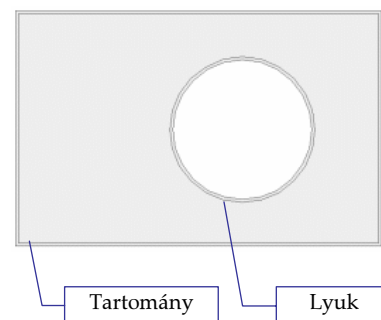
- Módosítás A tartományt jelző belső kontúrvonalra kattintva a fenti dialógusablak jelenik meg módosítás módban.
- Törlés Nyomjuk meg **[Delete]** gombot, jelöljük ki a tartományokat, majd zárjuk le a dialógust. A program csak a tartomány tulajdonságokat (terhet, támaszokat) törli, a tartományt alkotó vonalakat, pontokat nem.

### 3.9.15. Lyuk



A tartományokon belül lyukak definiálása.

Jelöljük ki a tartomány(ok)-on belüli zárt poligonokat, melyek a lyukakat meghatározzák. A lyukak a tartományokon belül, illetve egyik tartományból a másikba elmozgathatók, geometriájuk megváltoztatható. A lyuk poligonja és a tartomány poligonja egy síkba kell, hogy essenek.

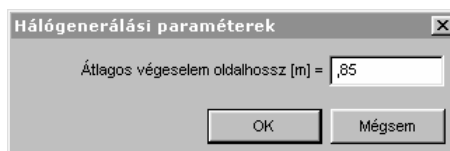


- A lyukat a kontúron kívüli zöld (héj), piros (lemez) vagy kék (tárcsa) vonal jelzi.

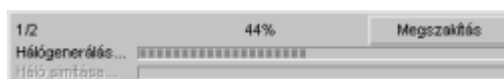
### 3.9.16. Hálógenerálás



A kijelölt tartományokra a következő ablakban megadható átlagos oldalhosszúságú háromszög hálózatot generál a lyukak és valamennyi, a tartományok belsejébe eső csomópont és vonal figyelembevételével.

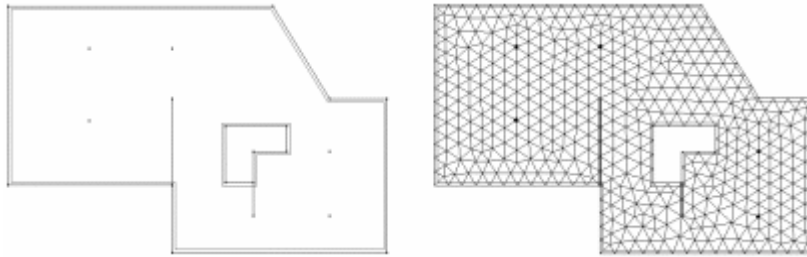


A hálógenerálás előrehaladását egy külön kijelzőablak mutatja, ahol a folyamat a **Megszakítás** gombra kattintva leállítható.



Részben vagy egészben a tartomány belsejébe eső rúd végelemek

esetén a program csak a rúdelemek tartomány belsejébe eső végpontjait veszi figyelembe, a megfelelő vonalszakaszokat nem.  
Ha a tartomány belsejébe korábban megkeresett négyszög vagy háromszög elemek esnek, ezeket a hálógenerálás változatlanul hagyja, de a generált hálózatba beépíti.



hálógenerálás előtt

hálógenerálás után

Ha egy tartományra már generáltunk hálót, a más átlagos oldalhosszal újraindított hálógenerálás az előzőleg generált hálózatot lecseréli.

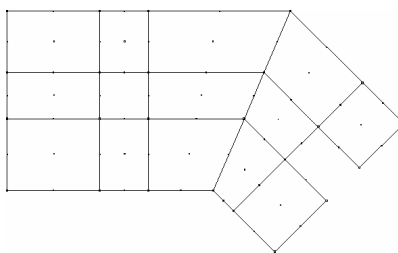
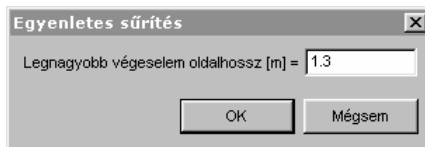
### 3.9.17. Hálózatsűrités



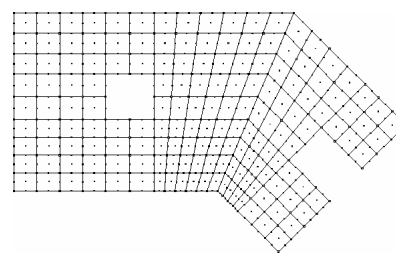
A funkció segítségével kívánt mértékben finomíthatjuk a végeleemes hálózat felosztását. A sűrités során az új végelemek öröklék az eredeti elemek jellemzőit (anyag, vastagság, referenciák,...), támaszviszonyait és terheit.

Az alábbi sűritési módok közül választhatunk:

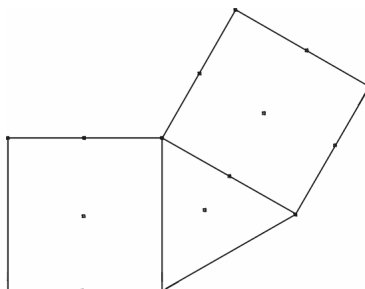
Egyenletes sűrités



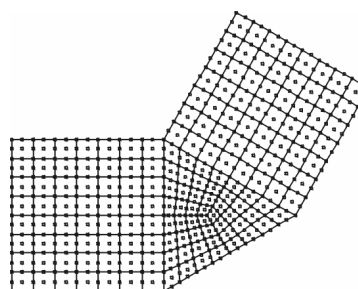
sűrités előtt



sűrités után



sűrités előtt



sűrités után

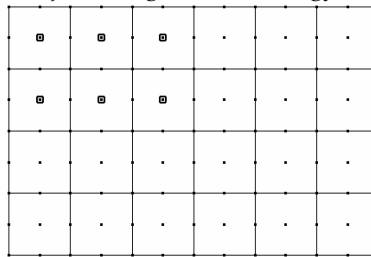
Meg kell adni a finomított felosztás legnagyobb végelem oldal méretét (hosszát). A funkció olyan sűrű felosztást hoz létre, hogy bármely

végeselem leghosszabb oldalának mérete is kisebb lesz a megadott határértéknél.

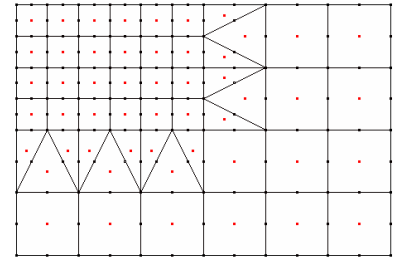
Elem sűrítés



A kijelölt végeselemeket egyenletesen besűríti.

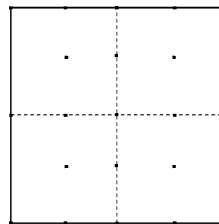


sűrítés előtt

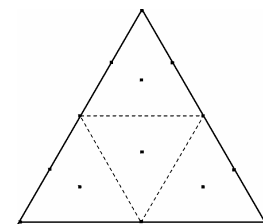


sűrítés után

A tartományba eső elemeket felosztja az alábbi módon:

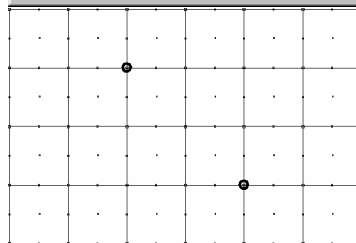
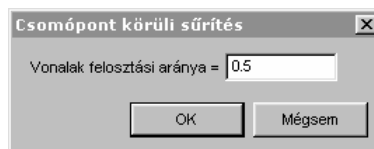


négyszög elem

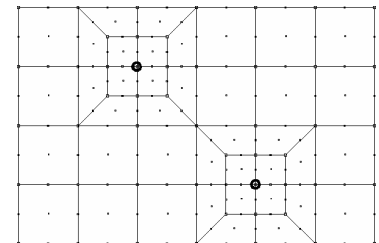


háromszög elem

Csomópont körüli sűrítés



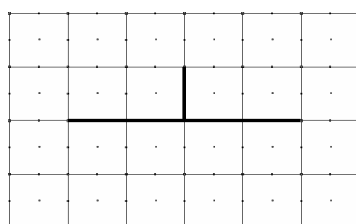
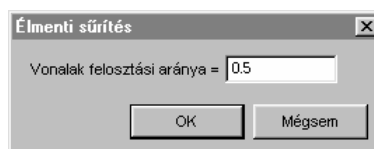
sűrítés előtt



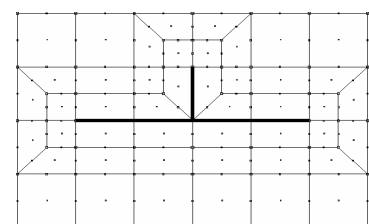
sűrítés után

Ki kell jelölni azokat a pontokat melyek körül sűrítést kérünk (pl.: pillér fejek, megtámasztások). Meg kell adni egy felosztási arányt. A funkció a kijelölt csomópontok körül a hálózatot oly módon alakítja ki, hogy a csomópontba kapcsolódó vonalakat a megadott arány szerint osztja ketté. Az arány értéke 0.2-0.8 között változtatható.

Élmenti sűrítés



sűrítés előtt



sűrítés után

Ki kell jelölni azokat a felület peremeket amelyek mentén sűrítést kérünk (pl.: élmenti megtámasztások, élmenti terhelések) majd meg kell adni egy felosztási arányt.

A funkció a kijelölt élek körül a hálózatot oly módon alakítja ki, hogy a élekhez kapcsolódó vonalakat a megadott arány szerint osztja ketté. Az arány értéke 0.2-0.8 között változtatható.

### 3.9.18. ArchiCAD modell



Amennyiben a Fáj / Import funkcióval ACH kiterjesztésű ArchiCAD interface fájlt töltött be háttérfóliaként a modellbe, a fóliához kapcsolódó műveleteket ezzel az ikonnal indíthatja.

**Lásd részletesen...** 2.1.6. Import

*Megjelenítés* Kiválasztható, hogy az eredeti ArchiCAD modell mely szintjei és mely elemtípusai jelenjenek meg a fólián.

#### Hasznos tudni:

Statikai váz generálásakor illetve objektumok törlésekor megjelenik a képernyőn a kijelölő paletta. A kijelölő palettán a tulajdonságszűrő ikonjára kattintva beállíthatjuk, milyen keresztmetszeti méret tartományba eső oszlopokat, gerendákat illetve milyen vastagság-tartományba eső fal, födém, és tető elemeket szeretnénk kijelölni.

teljes mérettartomány beállítása



Objektumok törlése

Ezzel a funkcióval a háttérfólia kijelölt elemeit törölhetjük.

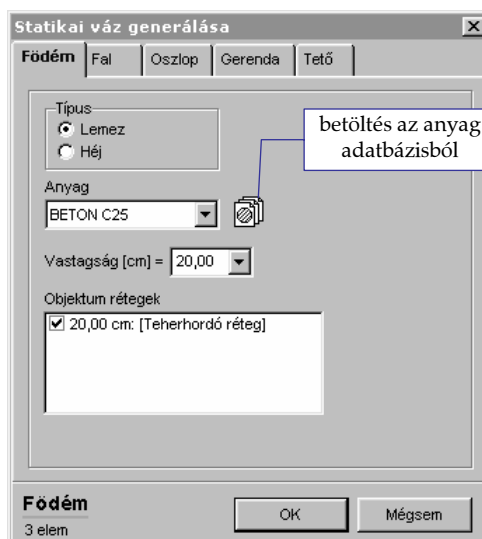
Statikai váz generálása

A háttérfólia kijelölt elemeiből a program statikai vázat generál. Az oszlop és gerenda típusú elemeket tengelyvonalukkal, a födém, fal és tető elemeket középsíkjukkal veszi figyelembe.

Az ArchiCAD modellben létező szintek és objektumtípusok alapján a program részleteket hoz létre. A generált statikai váz elemei automatikusan a megfelelő részletekbe kerülnek, így a generálást követően könnyen válogathatunk a szintek és az objektumok között. Lásd...1.8.6. Részletek

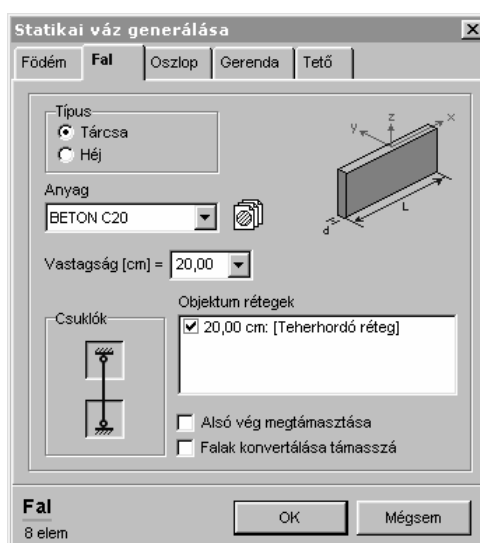
A kijelölt ArchiCAD objektumokhoz elemtulajdonságokat rendelhetünk a következők szerint:

## Födém



Födémeket lemezként vagy héjként is definiálhatunk. Meg kell adnunk a födém anyagát és vastagságát. Réteges szerkezetű födémek esetén az ArchiCAD objektum rétegei és azok vastagságai is megjelennek az Objektum rétegek listában. A vastagságot ilyenkor a figyelembe veendő rétegek kijelölésével is meghatározhatjuk. A program először a legvastagabb réteg vastagságát kínálja fel.

## Fal

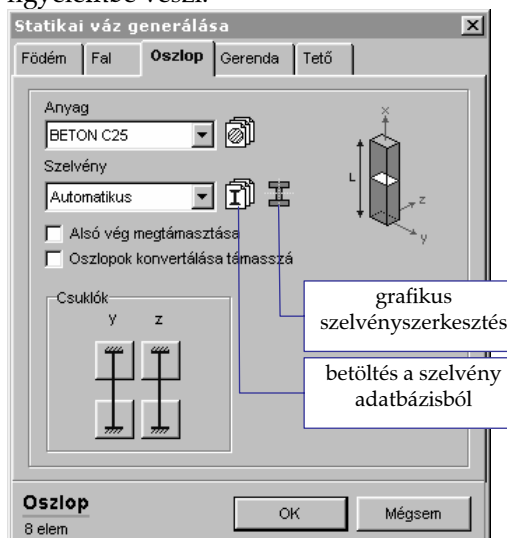


Falat tárcsaként vagy héjként is definiálhatunk. Meg kell adnunk a fal anyagát és vastagságát. Réteges szerkezetű födémek esetén az ArchiCAD objektum rétegei és azok vastagságai is megjelennek az Objektum rétegek listában. A vastagságot ilyenkor a figyelembe veendő rétegek kijelölésével is meghatározhatjuk. A program először a legvastagabb réteg vastagságát kínálja fel.

A fal aljához az *Alsó vég megtámasztása* bekapcsolásával támaszt rendelhetünk.

A kijelölt fal objektumokat élmenti támasszá is alakíthatjuk a *Falak konvertálása támasszá* bekapcsolásával. A támaszok ilyenkor a falak felső élének helyén jelennek meg. A támaszmerevségek számításakor a program a fal alján és tetején beállítható merev / csuklós kapcsolatot is figyelembe veszi.

## Oszlop



Az oszlop objektumokat a program mindig rúddá konvertálja. Meg kell adnunk az oszlop anyagát és szelvényét. **Automatikus** szelvény választása esetén a program az ArchiCAD objektumok geometriai jellemzői alapján határozza meg a megfelelő szelvényt.

Az oszlop aljához az *Alsó vég megtámasztása* bekapcsolásával támaszt rendelhetünk.

A kijelölt oszlop objektumokat csomóponti támasszá is alakíthatjuk az *Oszlopok konvertálása támasszá* bekapcsolásával. A támaszok ilyenkor az oszlopok felső végének helyén jelennek meg. A támaszmerevségek számításakor a program az oszlop alján és tetején beállítható, lokális y- és z-tengelyek körüli merev / csuklós kapcsolatot is figyelembe veszi.

### Gerenda



A gerenda objektumokat bordaként és rúdként is definiálhatjuk. Meg kell adnunk a gerenda anyagát és szelvényét. **Automatikus** szelvény választása esetén a program az ArchiCAD objektumok geometriai jellemzői alapján határozza meg a megfelelő szelvényt.

### Tető



A tető objektumokat a program mindig héjként definiálja. Meg kell adnunk a tető anyagát és vastagságát. Réteges szerkezetű tetőelemek esetén az ArchiCAD objektum rétegei és azok vastagságai is megjelennek az Objektum rétegek listában. A vastagságot ilyenkor a figyelembe veendő rétegek kijelölésével is meghatározhatjuk. A program először a legvastagabb réteg vastagságát kínálja fel.

## 3.9.19. Módosítás

A már definiált végelemek vagy tartományok jellemzőinek a módosítása.

A módosítás az alábbi lépésekben történhet:

1. A **Shift** gomb lenyomva tartása mellett jelölje ki a módosítandó elemeket. Kijelöléshez használhatja a kijelölő keretet is, vagy a kijelölő palettát.
2. Kattintson az elem ikonjára.
3. A módosítandó adat sorában lévő kapcsoló gombot kapcsolja be.
4. Módosítsa az adatot (adatokat).
5. OK gombbal zárja le a dialógus ablakot.

**Gyors módosítás:** a módosítandó végelemre vagy tartományra kattintva rögtön megjelenik a neki megfelelő beállítóablak. Ha több végelemet kijelölt és úgy kattint valamelyikre közülük, akkor az annak megfelelő elemtípusból valamennyi kijelölt elem tulajdonságait egyszerre módosíthatja a fentiek szerint. Ha kijelölt ugyan végelemeket,

de egy nem kijelölt elemre kattint, akkor a kijelölés megszűnik és a módosítás csak a kattintással kiválasztott elemre fog vonatkozni. Csomópontra kattintva a csomóponti szabadságfokok gyors beállítása válik lehetségessé.

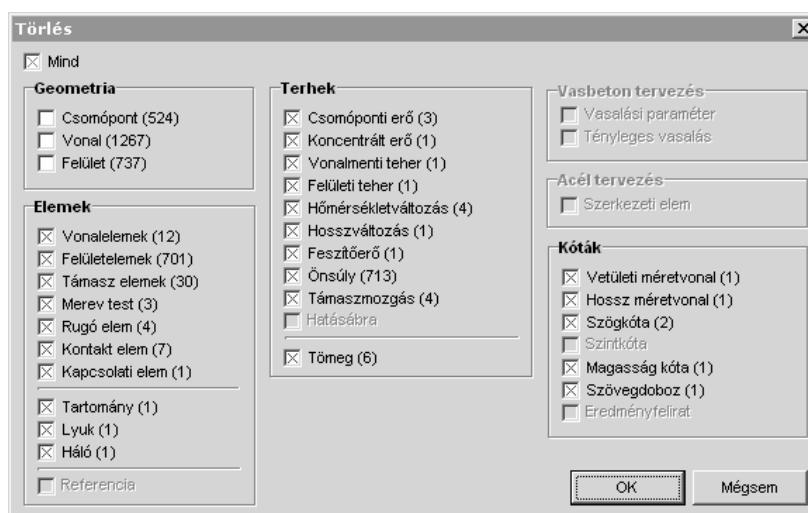
### 3.9.20. Törlés

#### [Delete]

A már definiált végelemek vagy tartományok jellemzőinek a törlése.

A törlés az alábbi lépésekben történhet:

1. A **Shift** gomb lenyomva tartása mellett jelölje ki a törlendő elemeket. Kijelöléshez használhatja a kijelölő keretet is, vagy a kijelölő palettát.
2. Nyomja le a **Del** billentyűt.
3. A megjelenő dialógus ablakban kapcsolja be a törölni kívánt jellemzőket.
4. OK gombbal zárja le a dialógus ablakot.



#### ☞ Geometria

Amennyiben a törölt geometriai elemhez már végelem jellemzők is hozzá voltak rendelve, és teher volt rá megadva, akkor mind a hozzá rendelt végelemek mind a terhek törlődnek.

#### Elemek

Amennyiben a törölt elemhez más elem is hozzá volt rendelve, (pl. lemez elemhez támasz vagy borda) vagy teher volt rá megadva, akkor mind a hozzá rendelt elemek mind a terhek törlődnek.

#### Referencia

A törölt referenciákkal együtt megszűnnek azon végelemek definíciói is, melyekhez a referenciák tartoztak.

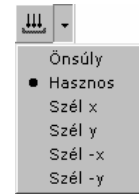
## 3.10. Terhek



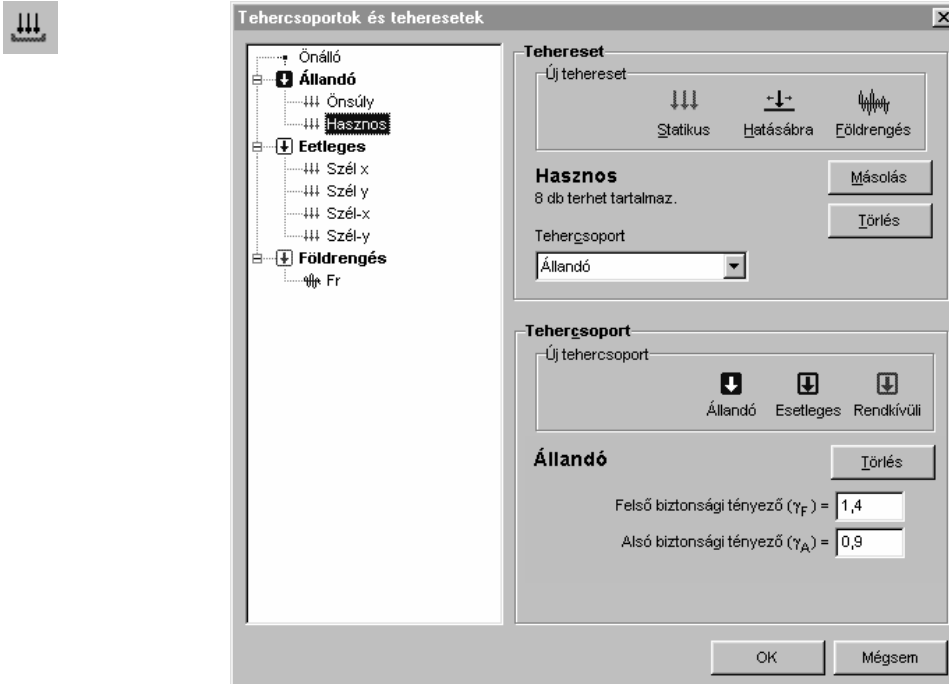
Statika, rezgés, kihajlás vizsgálatoknál fellépő statikus jellegű terhek definiálása.

#### ☞ Statika, rezgés/II, kihajlás vizsgálatok esetén legalább egy teheresetet definiálni kell.

A definiált teheresetek közül a Teheresetek, tehercsoportok ikon mellől legördülő menü segítségével is kiválaszthatjuk az aktuálisat (a megadott terhek ebbe a teheresetbe kerülnek).



### 3.10.1. Teheresetek, tehercsoportok



*Új tehereset* Valamelyik *Új tehereset* ikonra kattintva, a tehereset listában egy új mező jelenik meg. A mezőben megadható az új tehereset neve. Csak olyan tehereset név adható meg, amely még nem létezik. Maximum 99 teheresetet adhat meg.

A tehereset az alábbi három típus valamelyike lehet:

#### Statikus

A tehereset alkalmazható statikai rezgés és kihajlás számításokhoz. Rezgés vizsgálat esetén a tehereset terhei tömegként is figyelembe vehetők. A teheresetet egy tehercsoporthoz rendelhetjük. Mértékadó teherkombináció képzéskor a tehereset az adott tehercsoport paramétereivel fog szerepelni.

- ☞ *Mértékadó teherkombináció képzés csak lineáris statikai számítás eredményeiből kérhető.*

#### Hatásábra

Ebben a teheresetben csak hatásábra előállításához szükséges relatív keresztmetszeti elmozdulásokat definiálhatunk. A tehereset lineáris statikai számításban használható. Eredményként a hatásábra diagramot kapjuk meg, tetszőleges X, Y, Z egységerőkhöz.

- ☞ *Hatásábra típusú tehereset megadása esetén a menüben csak hatásábra típusú teher választható ki.*

#### Földrengés

Ebben a teheresetben földrengés terhelés előállításához szükséges paramétereket definiálhatunk. Földrengés típusú tehereset létrehozásához előzetesen a modell rezgés vizsgálatát el kell végezni. Minden rezgésalakhoz, a frekvenciák és tömegek alapján a program földrengés tehereseteket generál. Definiálásakor  $k+2$  új tehereset generálódik.

Ahol  $k$  a számított rezgésalakok száma, a másik két eset egy '+' jelű és egy '-' jelű fogja tartalmazni a mértékadó igénybevételeket. **Lásd részletesen** a 3.10.18. Földrengés.

- ☞ **Földrengés típusú tehereset megadása esetén a menüben csak földrengés típusú teher választható ki.**

### Másolás

Másolatot készíthetünk egy már létező teheresetről. A másoláshoz meg kell adnunk az új tehereset nevét, valamint egy szorzófaktort. Az új tehereset minden terhe ezzel a szorzófaktorral módosul. A szorzófaktor lehet negatív érték is. Önsúly teher másolásánál a szorzó faktor figyelmen kívül marad.

### Törlés

Törli a kijelölt teheresetet.

### Aktuális tehereset beállítása:

Kattintson a dialógusablak bal oldalán látható tehereset lista egy mezőjére. Az ablak lezárása után a következőkben definiált terhek ebbe a teheresetbe kerülnek.

*Új tehercsoport* A mértékadó kombináció képzéséhez szükséges tehercsoportok megadása. Valamelyik *Új tehercsoport* ikonra kattintva, a tehereset listában egy új tehercsoport jelenik meg. A mezőben megadható az új tehercsoport neve. Csak olyan tehercsoport név adható meg, amely még nem létezik. Egy tehercsoport definiálása során meg kell adni a hozzátartozó szorzótényezőket (biztonsági tényező, egyidejűségi tényező, dinamikus tényező).

Az egyes tehereseteket ezen tehercsoportokhoz tudjuk rendelni. Egy tehereseten állva a Tehercsoport legördülő listából választhatjuk ki, melyik tehercsoportba tartozzon. A baloldali fán a tehereseteket egérral is áthúzhatjuk egy másik tehercsoportba. **Lásd még...** 3.10.2. Teherkombinációk

A tehercsoport az alábbi három típus valamelyike lehet:

#### Állandó

Állandó jellegű terhek csoportja (önsúly, állandó terhek, ...).

A mértékadó teherkombináció képzéskor minden tehereset amely a tehercsoportba tartozik szerepelni fog a kombinációban, a megadott biztonsági tényezővel.

#### Esetleges

Esetleges jellegű terhek csoportja (szél, jármű, daru, hó, ...).

A mértékadó kombináció képzéskor az egy tehercsoportba tartozó teheresetek egymást kizáróak, vagyis egy tehercsoportból egy időben egy tehereset szerepel mint kiemelt vagy egyidejű eset.

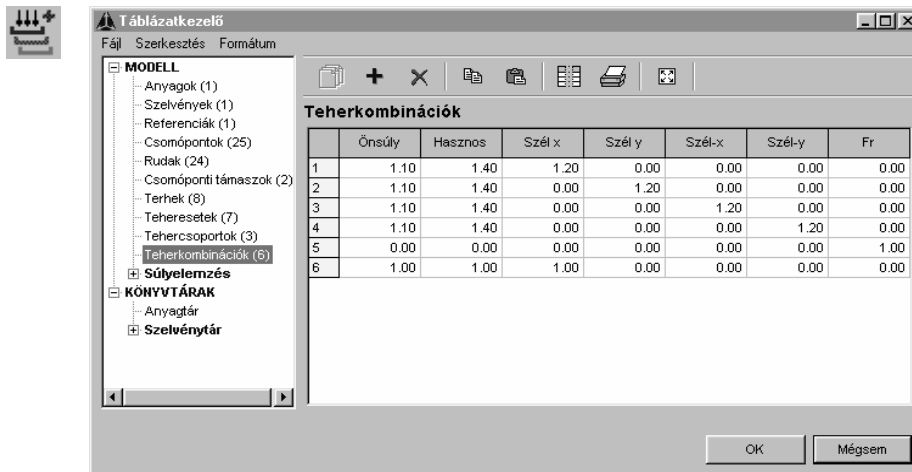
#### Rendkívüli

Rendkívüli jellegű terhek csoportja (földrengés, támaszmozgás, robbanás, ...). Az egy tehercsoportba tartozó teheresetek egymást kizáróak, vagyis a teherkombináció képzés során egy tehercsoportból egy időben egy tehereset szerepel. A tehercsoportból egy tehereset csak kiemelt teheresetként szerepelhet, egyidejűként nem (egyidejűségi tényező=0).

*Teher típusok* Az egyes végelemekre megadható terheket az alábbi táblázat mutatja.

Teher típus	Elem típus
Koncentrált	csomópont, rúd
Vonalmenti	rúd, borda
Élmenti	tárcsa, lemez, héj
Önsúly (gravitációs)	rácsrúd, rúd, borda, tárcsa, lemez, héj
Hosszváltozás	rácsrúd, rúd
Hőmérséklet	rácsrúd, rúd, borda, tárcsa, lemez, héj
Feszítőerő	rácsrúd, rúd
Támaszmozgás	támasz
Folyadékteher	lemez, héj
Hatásábrateher	rácsrúd, rúd
Földrengés teher	csomópont

### 3.10.2. Teherkombinációk



Ezzel a funkcióval a teheresetekből teherkombinációkat képezhetünk. Egy kombináció definiálása során minden teheresethez egy szorzót rendelünk, attól függően milyen arányban vesz részt a kombinációban. Összegezve a tehereset eredményeinek (elmozdulások, igénybevételek, reakciók) értékeit a szorzók figyelembe vételével, összeállítjuk a teherkombinációkat. Amely teheresethez 0 szorzót rendelünk az nem vesz részt a teherkombinációban. A szorzótényezőt a hozzá tartozó tehereset biztonsági, egyidejűségi és dinamikus tényezőinek szorzatából képezhetjük.

Másodrendű számítás esetén a program a terhekből képi a teherkombinációt és ezen végzi el a számítást. Másodrendű számítás egyszerre csak egy teherkombinációra végezhető el.

*Lehetőségünk van a számítás elvégzése után is a teherkombinációk utólagos módosítására, törlésére vagy új kombináció megadására. A kombinációs táblázat módosítása után az eredmény lekérdezőbe áttérve a program újra generálja az aktuális kombinációkhoz tartozó eredményeket (Csak elsőrendű számítás esetén).*

*Másodrendű számítás esetén a módosított teherkombinációhoz tartozó eredmények törlődnek.*

*Mértékadó kombináció képzés* Mértékadó kombináció képzés során a program összegzi az összes állandó típusú terhet, majd kiemel valamelyik tehercsoportból egy mértékadó esetleges vagy rendkívüli teheresetet, végül a többi tehercsoportból is kivessz egy-egy esetleges teheresetet, és azokat egyidejűségi ténye-

zővel összegzi. Az összes lehetséges kombinációt kiszámítja és kikeresi az adott ponthoz tartozó legkisebb és legnagyobb értékeket (az érték lehet elmozdulás, igénybevétel, feszültség vagy támaszerő).

MSz Mértékadó kombinációk előállítására MSz szerint az alábbi képletek alapján történik.

Igénybevételekre:

$$Y_m = \sum \gamma_a \cdot Y_a + \gamma_e \cdot \mu_e \cdot Y_e + \sum \alpha_e \cdot \gamma_e \cdot \mu_e \cdot Y_e$$

Elmozdulásra:

$$Y_m = \sum Y_a + \mu_e \cdot Y_e + \sum \alpha_e \cdot \mu_e \cdot Y_e$$

ahol:

$Y$  = adott eredmény komponens,  $\gamma$  = biztonsági tényező,  
 $\mu$  = dinamikus tényező,  $\alpha$  = egyidejűségi tényező

Eurocode Mértékadó kombinációk előállítására Eurocode szerint az alábbi képletek alapján történik.

Igénybevételekre:

**tartós és átmeneti:**

$$\sum \gamma_{Gi} G_{ki} + \gamma_{Qj} Q_{kj} + \sum_{i \neq j} \gamma_{Qi} \Psi_{0i} Q_{ki}$$

**rendkívüli:**

$$\sum \gamma_{GAi} G_{ki} + A_k + \Psi_{1j} Q_{kj} + \sum_{i \neq j} \Psi_{2i} Q_{ki}$$

**szeizmikus:**

$$\sum G_{ki} + \gamma_1 A_{Ed} + \sum \Psi_{2i} Q_{ki}$$

Elmozdulásokra:

**Ritka:**

$$\sum G_{ki} + Q_{kj} + \sum_{i \neq j} \Psi_{0i} Q_{ki}$$

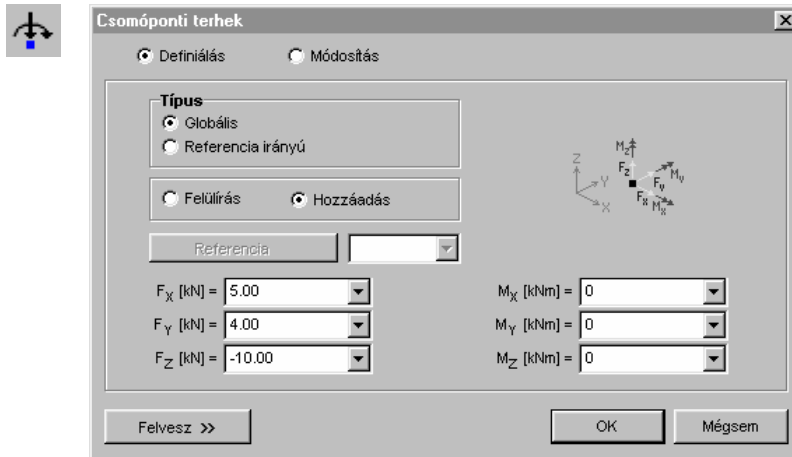
**Gyakori:**

$$\sum G_{ki} + \Psi_{1j} Q_{kj} + \sum_{i \neq j} \Psi_{2i} Q_{ki}$$

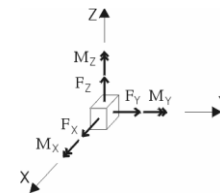
**Kváziállandó:**

$$\sum G_{ki} + \sum \Psi_{2i} Q_{ki}$$

### 3.10.3. Csomóponti terhek



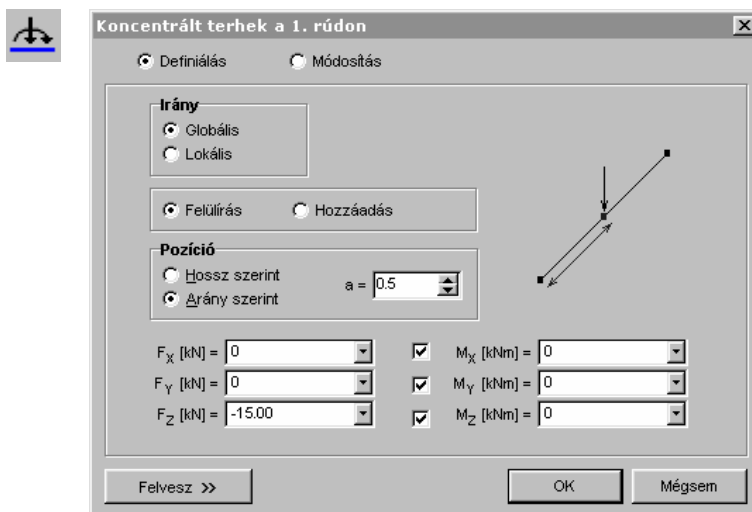
Csomóponti erőt hat globális koordináta tengely irányú komponenseivel,  $F_x$ ,  $F_y$ ,  $F_z$ ,  $M_x$ ,  $M_y$ ,  $M_z$  vagy egy referencia által meghatározott iránnyal és egy  $F_x$  illetve  $M_x$  értékkel adhatunk meg. Ha olyan pontra adunk meg csomóponti terhet, amelyiken már volt terhelés, akkor kérhető a meglévő és az új terhek összegezése, vagy a meglévő terhelés fölüllírása.



Az előjel a jobb sodrású globális koordináta-rendszernek megfelelő.

- ☞ Amennyiben a csomópont nem rendelkezik szabad elmozdulási lehetőséggel egy adott irányban, a megfelelő teherkomponensnek nem lesz hatása a szerkezetre.
- ☞ A csomóponti erőt a program sárga nyíllal, a nyomatékot zöld kettős nyíllal jelöli.


### 3.10.4. Koncentrált erők rúdra



A rúdon koncentrált erőt hat globális vagy lokális koordináta tengely irányú komponenseivel,  $F_x$ ,  $F_y$ ,  $F_z$ ,  $M_x$ ,  $M_y$ ,  $M_z$  adhatunk meg. Ha olyan keresztmetszetre adunk meg terhet amelyiken már volt terhelés, akkor kérhető a meglévő és az új terhek összegezése, vagy a meglévő terhelés fölüllírása.

Az előjel a jobb sodrású globális vagy lokális koordináta-rendszernek

megfelelő.

 A koncentrált erőt a program sárga nyíllal, a nyomatékot zöld kettős nyíllal jelöli.

### 3.10.5. Koncentrált erő tartományra

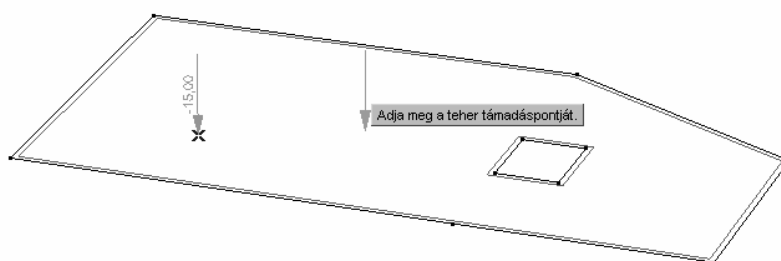


A kurzor aktuális helyén koncentrált teher helyezhető el tartományra vagy végeelemre. A program érzékeli a felület síkját, típusát. Lerakni csak olyan terheket lehet amely az adott felület típuson értelmezhető. A terhek pozícióját koordinátaival is meg lehet adni.

Az elhelyezett teher iránya lehet:

- globális koordináta tengelyekkel párhuzamos
- tartomány/végelem lokális koordináta rendszerével párhuzamos
- referencia irányú

X	Irány	Globális	$F_x$ [kN] = 0	$M_x$ [kNm] = 0	Felvesz >>
		Referencia	$F_y$ [kN] = 0	$M_y$ [kNm] = 0	
			$F_z$ [kN] = -15	$M_z$ [kNm] = 0	Bezárás



**Módosítás** Az elhelyezett koncentrált erők pozíciója és nagysága is módosítható.


*A teherpozíció módosítása:*

1. Mozgassuk a kurzort a teher fölé.
2. Az egér bal gombját lenyomva tartva mozdítsuk el a terhet.
3. Az egér mozgatásával vagy a relatív koordináták megadásával helyezzük át a terhet az új pozícióra.
4. Az egér bal gombjával kattintva az erő az új pozícióra kerül.

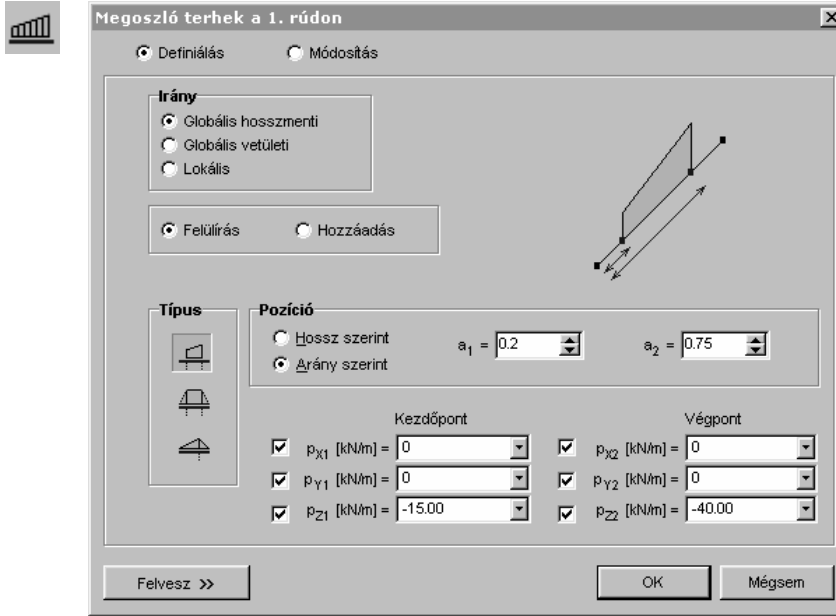
*Teher értékének módosítása:*

1. Mozgassuk a kurzort a teher fölé.
2. Kattintsunk az egér bal gombjával.
3. A megjelenő ablakban írjuk át a teher értékét.
4. Zárjuk le az ablakot a Módosítás gombbal.

A teher módosítása a tehertáblázatban is elvégezhető a megfelelő értékek átírásával.

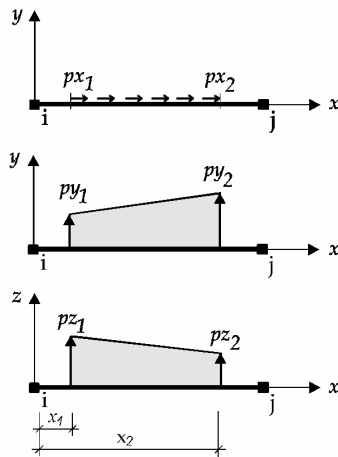
 A tartományokhoz rendelt teher a végeelem háló újra generálásakor is megmarad.

### 3.10.6. Vonalmenti teher rúdra/bordára

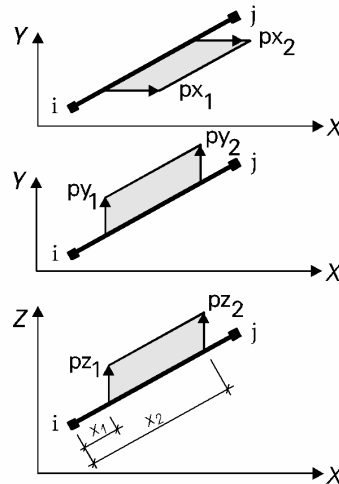


A kijelölt rúd/borda elemekre megoszló terhet írhatunk elő. Egy rúdra több megoszló teher is megadható az aktuális teheresetben. A rúd/borda hossztengety menti vagy vetületi teherértékeit kell megadni.

TERHEK LOKÁLIS IRÁNYOKBAN



TERHEK GLOBÁLIS IRÁNYOKBAN



A megadandó paraméterek:

<b>Írány:</b>	lokális, globális, globális-vetületi
<b>Típus:</b>	téglalap, trapéz, háromszög
<b>Pozíció:</b>	A-arány, H-hossz szerint megadva
<b>Kezdeti pozíció:</b>	$x_1$ a kezdőponthoz viszonyítva
<b>Kezdőérték:</b>	$p_{x1}$ , $p_{y1}$ , $p_{z1}$ [kN/m]
<b>Vég pozíció:</b>	$x_2$ a kezdőponthoz viszonyítva
<b>Végérték:</b>	$p_{x2}$ , $p_{y2}$ , $p_{z2}$ [kN/m]

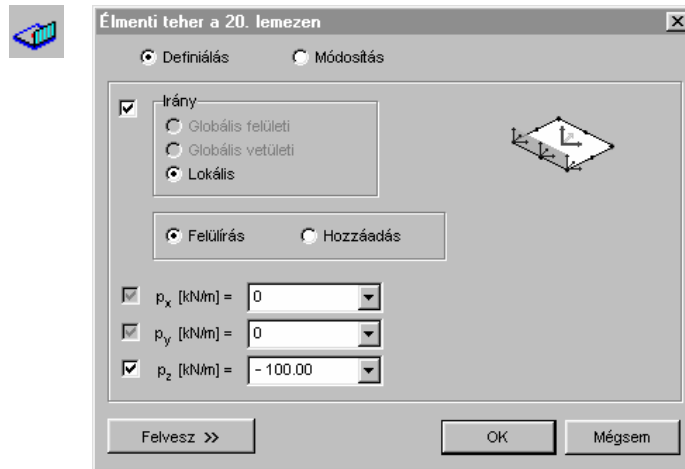
Arány szerinti megadásnál  $0 \leq x_1 < x_2 \leq 1$ .

Hossz szerinti megadásnál  $0 \leq x_1 < x_2 \leq L$  ahol  $L$  [m] a rúdelem hossza. Vetületi teher esetén a rúdra ható teherintenzitás a következő:  $p_r = p \cdot \sin \alpha$ , ahol  $\alpha$  a teher iránya és a rúd által bezárt szög.

☞ **Bordaelemre csak a borda teljes hosszában ható megoszló terhet lehet**

*megadni.*

### 3.10.7. Élmenti teher elemperemen



Az élmenti megoszló teher az él hosszmentén hat. Héjelemek esetén a globális irányú teher lehet vetületi jellegű is. A felületelemekre ható élmenti terhek intenzitása egy elem élén konstans. Típustól függően a következők szerint definiálhatók:

Típus	Lokális koord. rendszer irányú teher		Globális koord. rendszer irányú teher	
Tárcsa	x-irányú		-	-
	y-irányú		-	-
Lemez	z-irányú		-	-
Héj	x-irányú		X-irányú	
	y-irányú		Y-irányú	
	z-irányú		Z-irányú	

Lehetőség van héjelemek esetén a globális irányokban ható vetületi terhek definiálására is. Ekkor a megadott teherintenzitás alapján az alábbi teher hat a felületre  $p_f = p \cdot \cos \alpha$ , ahol  $\alpha$  a teher iránya és a felület normálisa által bezárt szög.

### 3.10.8. Vonalmenti teher tartományra

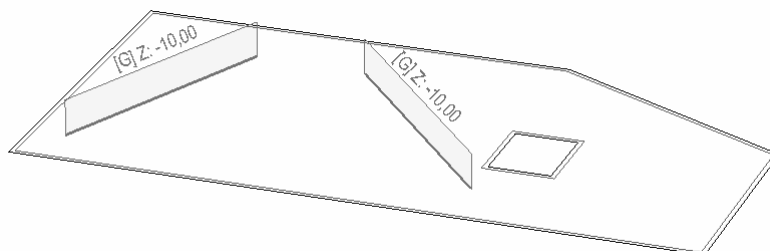


Vonalmenti teher elhelyezése tartományon/végeselemeken. Lerakni csak olyan terheket lehet amelyek az adott felülettípuson értelmezhetők.

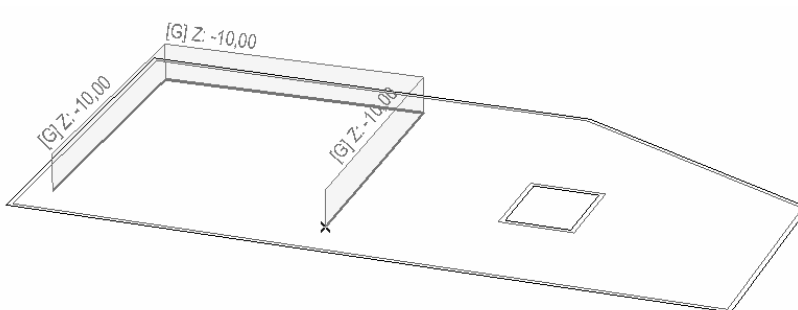
Az elhelyezett teher iránya lehet globális hosszmenti, lokális vetületi vagy lokális. Az  $m_x$  csavarónyomaték mindig a vonal tengelyében hat. A vonalmenti teher lehet konstans vagy lineáris változású.

Irány Globális hosszmenti	$p_{x1}$ [kNm] = 0	$p_{x2}$ [kNm] = 0	Felvez $\gg$
	$p_{y1}$ [kNm] = 0	$p_{y2}$ [kNm] = 0	
	$p_{z1}$ [kNm] = -15	$p_{z2}$ [kNm] = -15,00	
	$M_{x1}$ [kNm/m] = 0	$M_{x2}$ [kNm/m] = 0	Bezárás

Vonalmenti teher elhelyezése két pont közé.



Vonalmenti teher elhelyezése egy poligon mentén.



**Módosítás** Az elhelyezett vonalmenti erők helye és nagysága is módosítható.

**Hely módosítása**

1. Mozgassuk a kurzort a teher fölé
2. Az egér bal gombját lenyomva tartva mozdítsuk el a terhet.
3. Az egér mozgatásával vagy a relatív koordináták megadásával helyezzük át a terhet az új pozícióra
4. Az egér bal gombjával kattintva a teher az új pozícióra kerül

**Teher értékének módosítása:**

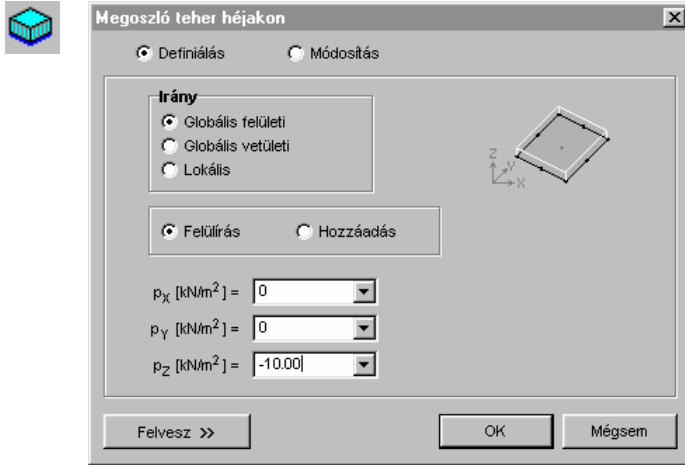
1. Mozgassuk a kurzort a teher fölé.
2. Kattintsunk az egér bal gombjával.
3. A megjelenő ablakban írjuk át a teher értékét.
4. Zárjuk le az ablakot a Módosítás gombbal.

A teher módosítása a tehertáblázatban is elvégezhető a megfelelő értékek átírásával. Ott a teherpoligon alakját is meg lehet változtatni.



A tartományokhoz rendelt teher a végeselem háló újra generálásakor is megmarad.

### 3.10.9. Felületi teher



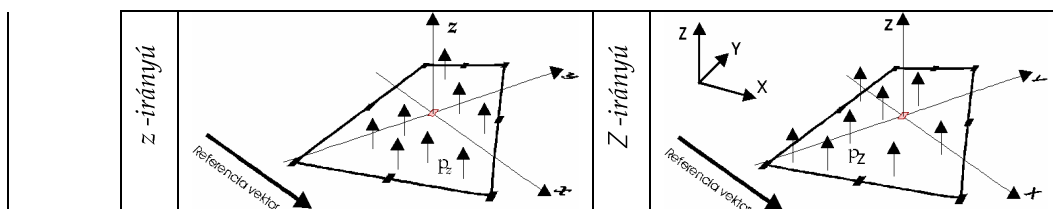
A felületelemekre ható felületi megoszló terhek intenzitása egy elem felületén konstans.

A felületi teher hozzárendelhető végelemekhez és tartományokhoz is.

A tartományokhoz rendelt teher a végelem háló újra generálásakor is megmarad.

Végelem típustól függően a következők szerint definiálható:

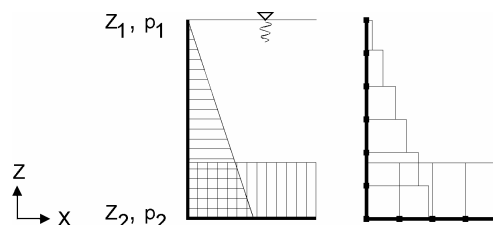
Típus	Lokális koord. rendszer irányú teher	Globális koord. rendszer irányú teher
Tárcsa	x-irányú 	-
	y-irányú 	-
Lemez	z-irányú 	-
Héj	x-irányú 	X-irányú 
	y-irányú 	Y-irányú 



### 3.10.10. Folyadék teher



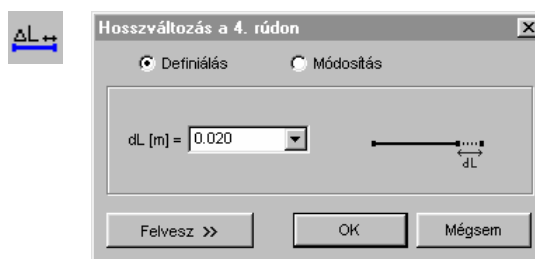
A kijelölt elemekre lineárisan változó folyadék-teher adható meg. A lemez vagy héj elemekre ható teherértéket az elem középpontjában számított intenzitással határozza meg a program.



### 3.10.11. Önsúly

**G** A kijelölt felület elemek önsúlyát a program a terület, vastagság és anyagsűrűség alapján mint megoszló terhet számítja, melyet az aktuális teheresethez rendel.

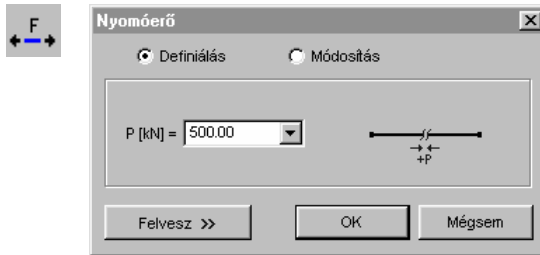
### 3.10.12. Hosszváltozás



Kijelölt rácsrudakra / rudakra megadott nagyságú  $dL$  [m] hosszváltozás (vagy gyártás hiba) írható elő. A pozitív  $dL$  hosszváltozás nyomóerőt ébreszt a csatlakozó csomópontokban.

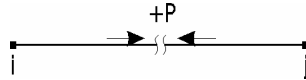
Azonos hatású a  $dT = dL / (\alpha \cdot L)$  hőmérséklet teherrel.

### 3.10.13. Feszítő-/nyomóerő



A kijelölt rácsrudakra / rudakra megadott nagyságú és előjelű feszítőerő  $P$  [kN] adható meg. Pozitív  $P$ -feszítőerő húzóerőt ébreszt a csatlakozó csomópontokban.

Azonos hatású a  $dT^{\neq} = -P/(\alpha \cdot E \cdot A)$  hőmérséklet teherrel.



### 3.10.14. Hőmérsékletváltozás vonalelemen



**Rács** A kijelölt rácsrudakra egyenletes hőmérsékletváltozás írható elő.

A következő paramétereket kell definiálni:

$T_{ref}$  Referenciahőmérséklet (a feszültségmentes állapothoz tartozik)

$T$  Hőmérséklet (a vizsgálat idején)

**Rúd/Borda** A kijelölt rúdakra/bordákra egyenletes vagy egyenlőtlen hőmérsékletváltozás adható meg. A szükséges paraméterek:

$T_{ref}$ : referencia hőmérséklet, a feszültségmentes állapothoz tartozik.

$T_f$ : felső szál hőmérséklete a kiválasztott tengely irányban

$T_a$ : alsó szál hőmérséklete a kiválasztott tengely irányban

$dT^{\neq} = T - T_{ref}$  számítás során figyelembe vett egyenletes hőmérsékletváltozás. Pozitív  $dT^{\neq}$  a borda felmelegedését jelenti.

A súlypontnál a hőmérséklet ( $T$ ):

lokális  $y$  irány esetén

$$T = T_2 + (T_1 - T_2) \frac{y_G}{H_y}$$

lokális  $z$  irány esetén

$$T = T_2 + (T_1 - T_2) \frac{z_G}{H_z}$$

ahol,  $y_G$ ,  $z_G$  a súlypont pozíciója a szelvény adatbázisnál,  $H_y$ ,  $H_z$  a keresztmetszeteknél leírtak szerint értelmezendő (a kmt. geometriáját magába foglaló téglalap bal alsó sarkához viszonyítva).

$dT^{\neq} = T_1 - T_2$  a számítás során figyelembe vett egyenlőtlen hőmérsékletváltozás.

### 3.10.15. Hőmérsékletváltozás felületelemen



A kijelölt felület elemekre egyenletes vagy egyenlőtlen hőmérsékletváltozás írható elő. A szükséges paraméterek:

$T_{ref}$ : referencia hőmérséklet, a feszültségmentes állapothoz tartozik.

$T_1$ : a felület elem referenciapont felőli oldalán lévő hőmérséklet

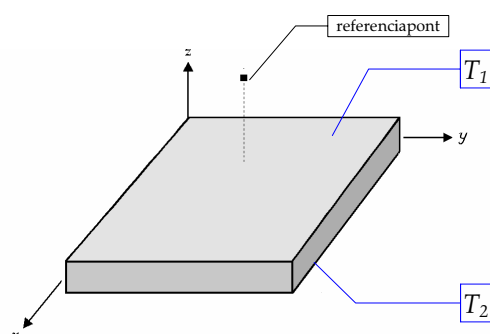
$T_2$ : a referenciaponttal ellentétes oldalon lévő hőmérséklet

$dT^=$  a számítás során figyelembe vett egyenletes hőmérséklet változás a felület középsíkján. Pozitív  $dT^=$  a felület elem felmelegedését jelenti.

$$dT^= = (T_1 + T_2) / 2 - T_{ref}$$

$dT^{\neq}$  számítás során figyelembe vett egyenlőtlen hőmérséklet változás.

$$dT^{\neq} = T_1 - T_2$$



Tárcsa elemeknél csak a  $dT^=$  van figyelembe véve.

Lemez elemeknél csak a  $dT^{\neq}$ .

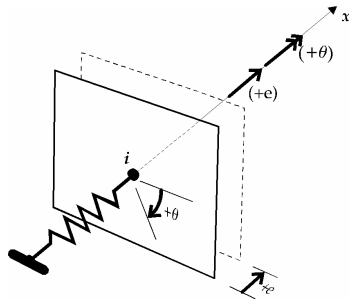
### 3.10.16. Támaszmozgás



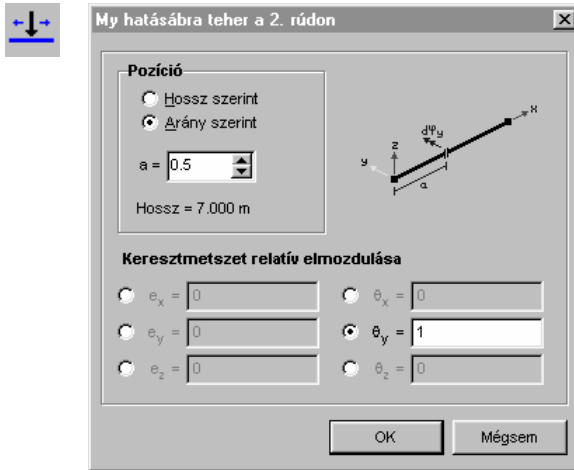
Csomóponti támaszelemre előírható támaszmozgás:  $e$  [m] eltolódás és [rad] elfordulás valamennyi megtámasztás irányban. Amennyiben a csomópont nem rendelkezik szabad elmozdulási lehetőséggel egy adott irányban (letiltott szabadságfok), a megfelelő támaszmozgás komponensnek nem lesz hatása a szerkezetre.

A támasz merevségének a (megtámasztott) szerkezet támaszirányú merevségénél legalább 3-4 nagyságrenddel nagyobbak kell lennie. A támaszmozgást a támasz irányába ható  $P_{tamasz} = K_{tamasz} \cdot e_{elmozd}$  nagyságú erő által van figyelembe véve.

A pozitív előjeleket az ábra szemlélteti:



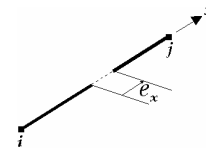
### 3.10.17. Hatásábra



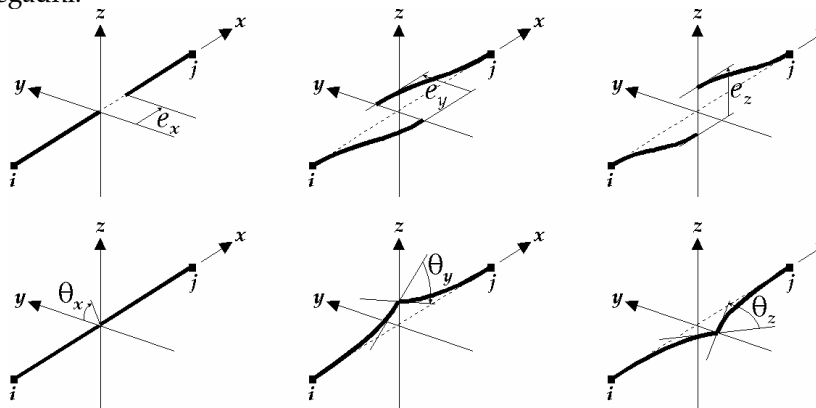
A kijelölt rúd adott keresztmetszetéhez  $e_x / e_y / e_z / \theta_x / \theta_y / \theta_z$  relatív keresztmetszeti elmozdulás adható meg. A teher hatására létrejövő elmozdulás komponens ábrák adják a rúd adott keresztmetszetének hatásábráit. Az  $e$  vagy  $\theta$  relatív elmozdulást +1.00 vagy -1.00-nek kell megadni.

*Hatásábra terhet csak olyan teheresetben adhatunk meg, melyet hatásábra teheresetként definiáltunk (Lásd még 3.10.1. Teheresetek).*

**Rácsrúd** A kijelölt rácsrudakra  $e_x$  relatív keresztmetszeti elmozdulás adható meg. A teher hatására létrejövő elmozdulás komponens ábrák adják a rácsrúd hatásábráit.  $e_x$  értékét +1.00 vagy -1.00-nek kell megadni.



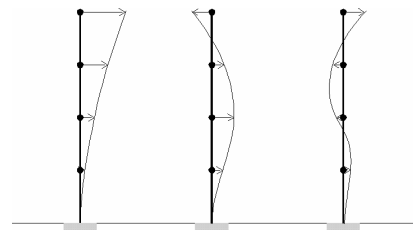
**Rúd** A kijelölt rúd adott keresztmetszetéhez  $e_x / e_y / e_z / \theta_x / \theta_y / \theta_z$  relatív keresztmetszeti elmozdulás adható meg. A teher hatására létrejövő elmozdulás komponens ábrák adják a rúd adott keresztmetszetének hatásábráit. Az  $e$  vagy  $\theta$  relatív elmozdulást +1.00 vagy -1.00-nek kell megadni.



### 3.10.18. Földrengés



Földrengés terhek meghatározása a válaszspektrum-analízis módszerével történik síkbeli és térbeli szerkezetekre. Az előzetesen kiszámított rezgésalakokból a program generálja az egyenértékű vízszintes erőket, és ezeket mint



statikus terheket működteti a szerkezeten, majd az így kiszámított, az egyes rezgésalakokhoz tartozó eredmények összegzéséből meghatározza az igénybevételeket. Földrengésvizsgálat jelenleg Magyar szabvány (MSz) és Román szabvány (STAS) szerint kérhető.

A keresztmetszeti elmozdulások és igénybevételek az alábbiak szerint összegeződnek,

MSz szerint:

$$Y_k = \sqrt{Y_{kj,\max}^2 + \sum_i 0.5 \cdot Y_i^2} \quad (i \neq j)$$

STAS szerint:

$$Y_k = \sqrt{\sum_i Y_{ki}^2}$$

ahol  $Y_k$  valamely elmozdulás vagy igénybevétel komponens egy adott keresztmetszetben. Ha két egymás utáni sajátérték közti különbség kisebb mint 10%, akkor az elmozdulás ill. igénybevétel értékeiket összeadjuk ( $Y_{j,j+1} = |Y_j| + |Y_{j+1}|$ ) és mint önálló értéket használjuk a fenti képletben.

Az összegzett igénybevételek a négyzetre emelés következtében mindig pozitív előjelűek. A földrengés tehereset megnyitásokor két tehereset generálódik, egy '+' és egy '-' jelű. Az egyik teheresetben az összegzett igénybevétel értékek pozitív előjellel szerepelnek a másik teheresetben negatív előjellel. A statikai számítás után az egyes rezgésalakokhoz tartozó terhek és igénybevételek külön teheresetként is megjelennek, 01, 02, ...n végződésű tehereset nevekkel, amelyek a vizsgált rezgésalaknak felelnek meg. Ezek a teheresetek felhasználhatók mind a teherkombinációk összeállításában, mind a mértékadó teherkombináció képzésben.

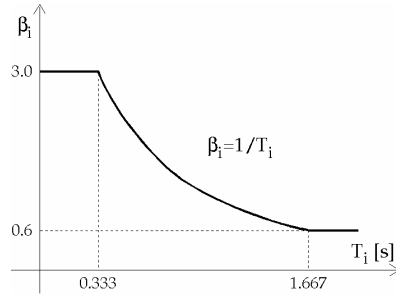
Megadandó paraméterek:

Magyar szabvány (MSz) szerint:  
 $k_g$  : a szeizmikus állandó, melyet az építési területre meghatározott intenzitási fokozat határoz meg  
 $k_s$  : az építmény védettség kategóriáját kifejező tényező  
 $k_t$  : az altalajtól és az alapozástól függő tényező  
 $\Psi$ : csillapítási tényező

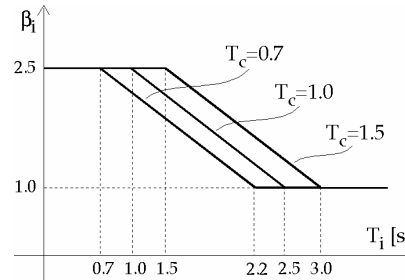
Román szabvány (STAS) szerint:  
 $\alpha$ : szorzó  
 $K_s$ : szorzó  
 $T_c$ : sarok periódusidő  
 $\Psi$ : csillapítási tényező  
 $V_e$ : szeizmikus hullám terjedési sebesség  
 $L_c$ : az épület nagyobbik vízszintes mérete

A kiszámított rezgésalakok sajátfrekvenciái alapján a program meghatározza a  $\beta_i$  szorzókat az alábbiak szerint:

MSz szerint:



STAS szerint:



Minden rezgésalakhoz generál a program egy vízszintes erőrendszert a következők szerint:

Magyar szabvány (MSz) szerint:

Román szabvány (STAS) szerint:

$$S_{k,r} = K_g \cdot K_s \cdot K_t \cdot \beta_r \cdot \Psi \cdot \eta'_{kr} \cdot G_k \quad S_{k,r} = k_s \cdot \alpha \cdot \beta_r \cdot \Psi \cdot \eta'_{kr} \cdot G_k$$

ahol  $k$  : csomópont szabadságfoka;  $r$  : rezgésalak sorszáma

A program Román szabvány esetén ellenőrzi az alábbi egyenlőtlenséget, és ha nem teljesül, figyelmeztető üzenetet ad:

$$\frac{L_c}{V_e T_r} < \frac{1}{3}$$

☞ Ha a feltétel nem teljesül, akkor a fenti számítás értéke pontatlan, és jelentős túlméretezéshez vezethet.

### 3.10.19. Csomóponti tömegek



Rezgés /I, /II vizsgálatokban az egyidejű teheresetben nem szereplő terhek tömege (pl: szerkezetre rögzített tárgyak), mint csomópontokba koncentrált tömegek figyelembe vehetők.

Rezgés/II vizsgálatnál a csomóponti tömegek az egyidejű teheresetből számított tömegekkel együtt mint erők is megjelenhetnek a szerkezeten, befolyásolva a normálerők értékein keresztül a szerkezet rezgés viselkedését.

A kijelölt csomópontokra három globális iránykomponens szerint koncentrált tömeget adhatunk meg:  $M_x$ ,  $M_y$ ,  $M_z$

☞ A csomóponti tömegek sötétvörös kettős körrel jelennek meg a képernyőn.

### 3.10.20. Módosítás

A már definiált terhek módosítása.

A módosítás az alábbi lépésekben történhet:

1. A **Shift** gomb lenyomva tartása mellett jelölje ki azon elemeket

melyek terheit módosítani akarja. Kijelöléshez használhatja a kijelölő keretet is, vagy a kijelölő palettát.

2. Kattintson a teher ikonjára.
3. A módosítandó adat sorában lévő kapcsoló gombot kapcsolja be.
4. Módosítsa az adatot (adatokat).
5. OK gombbal zárja le a dialógus ablakot.

**Gyors módosítás:** a terhelt végelemre kattintva rögtön megjelenik a tehernek megfelelő beállítóablak. Ha több végelemet kijelölt és úgy kattint valamelyikre közülük, akkor több elem terheit egyszerre módosíthatja a fentiek szerint. Ha kijelölt ugyan végeselemeket, de egy nem kijelölt elemre kattint, akkor a kijelölés megszűnik és a módosítás csak a kattintással kiválasztott elem terheire fog vonatkozni. Ha egy elemen több teher is van, a gyors módosítóablak csupán az egyik terhet kínálja fel. Rúdon elhelyezkedő több koncentrált és megoszló teher esetén automatikusan a kattintás helyéhez legközelebb eső terhet módosíthatjuk.

- ☞ *A módosítás az adatmegadáshoz hasonló módon történik azzal a különbséggel, hogy itt lehetőség van a terheknek csak egyetlen adatának módosítására is. A kijelölt elemeknek azon teher adatai melyeket az ablakban nem módosítottunk változatlanok maradnak.*
- ☞ *Ha kijelöléskor nem csak a módosítandó teher típusnak megfelelő elemeket jelöltünk ki, akkor módosításkor azokat figyelmen kívül hagyja a program.*

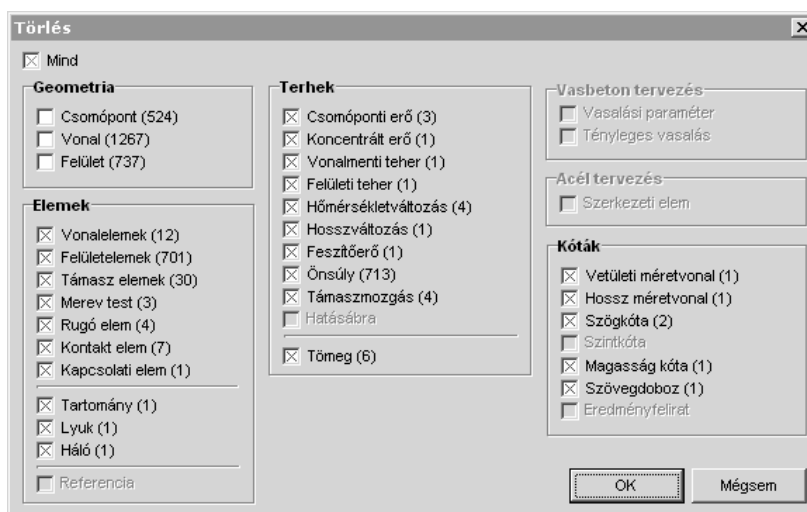
### 3.10.21. Törlés

#### [Delete]

A már definiált terhek törlése.

A törlés az alábbi lépésekben történhet:

1. A **Shift** gomb lenyomva tartása mellett jelölje ki az elemeket melyekről a terhet töröli. Kijelöléshez használhatja a kijelölő keretet is, vagy a kijelölő palettát.
2. Nyomja le a **Del** billentyűt.
3. A megjelenő dialógus ablakban kapcsolja be a törölni kívánt jellemzőket.
4. OK gombbal zárja le a dialógus ablakot.



#### Geometria

Amennyiben a törölt geometriai elemhez már végeelem jellemzők is hozzá voltak rendelve, és teher volt rá megadva, akkor mind a hozzá rendelt végelemek mind a terhek törlődnek.

**Elemek**

Amennyiben a törölt elemhez más elem is hozzá volt rendelve, (pl. lemez elemhez támasz vagy borda) vagy teher volt rá megadva, akkor mind a hozzá rendelt elemek mind a terhek törlődnek.

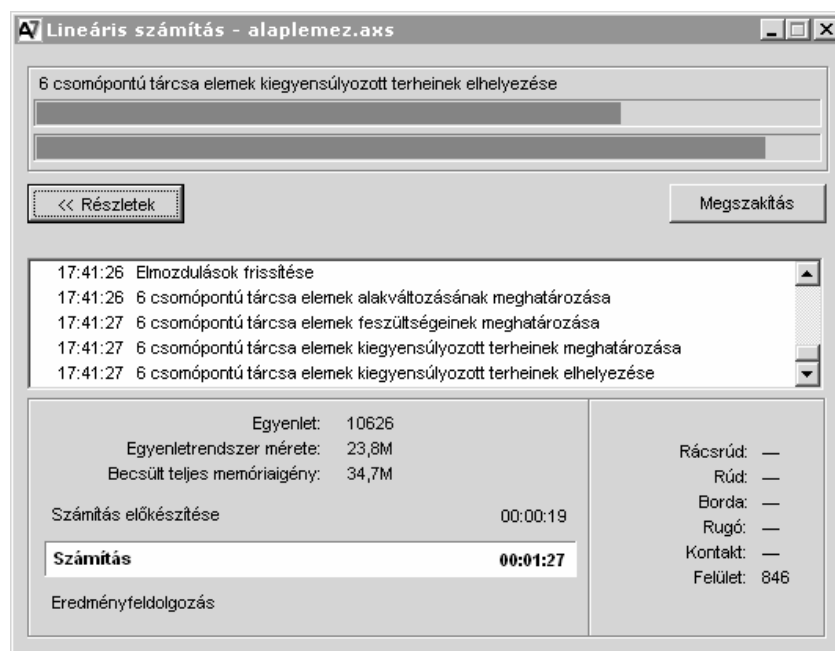
**Referencia**

A törölt referenciákkal együtt megszűnnek azon végelemek definíciói is, melyekhez a referenciák tartoztak.

## 4. Számítás

A program alkalmas lineáris és nemlineáris statikai, első és másodrendű rezgés és kihajlás vizsgálatok elvégzésére. Az AxisVM programrendszerben a szerkezet analízis a végelem-módszeren alapszik. A végelem-módszer részletes ismertetése az irodalomjegyzékben szereplő munkákban megtalálható. A programrendszer használatának feltétele a végelem-módszer ide vonatkozó részeinek megfelelő szintű ismerete és alkalmazási tapasztalata.

Minden esetben a számítások három lépésben hajtódnak végre:



1. adatok előkészítése számításhoz
2. számítás végrehajtása (számítási módtól függően)
3. eredmények feldolgozása megjelenítéshez

A számítás során a műveletekről készülő napló, a lépések időtartama, valamint a modell jellemző paraméterei a Részletek gomb megnyomásával jeleníthetők meg a képernyőn.

*Előkészítés* Az adatelőkészítés során a program először ellenőrzi a bemenő adatokat melyről a felhasználó probléma esetén tájékoztatást kap. A probléma jellegétől függően a számítás vagy leáll, vagy a felhasználó döntheti el, hogy folytatja vagy megszakítja a számítást.

A program ezt követően csomópontszám optimalizálást végez a kedvező egyenletrendszer sávzsélesség és helyfoglalás elérése érdekében. Az eljárás először a fordított Cutchill-McKee eljárást majd Akhras-Dhatt eljárását egy iterációs ciklusban alkalmazza. Az aktuális iterációs folyamat előrehaladása és a hozzátartozó egyenletrendszer helyfoglalás a képernyőn megjelenik.

*Számítás* A végrehajtás során a program tájékoztat a számítás folyamatáról. Valamennyi számítás esetén a program a felállított lineáris szimmetrikus egyenletrendszert a módosított Cholesky módszerrel oldja meg. E megoldási eljárásban szenvedett kerekítési hibákról és más, általában a szerkezet megtámasztásával kapcsolatos hibákról ad tájékoztatást az egyenletrendszer megoldási hibája, melyet a program minden esetben számol, és az információs ablakban mint Eeq jelenik meg. Ha ez az érték nagyobb mint 0.00001 akkor a numerikus megoldás megbízhatósága kérdéses a rosszul kondicionált egyenletrendszer következtében. Várhatóan az elmozdulások számított értékei hasonló pontosságúak.

A végeelem modell minden csomópontjának lehet 6 elmozdulási szabadságfoka. Az elemi merevségi és tömeg mátrixok összeépítése a csomóponti szabadságfokok figyelembevételével történik, így egyetlen hatásfok érhető el a síkbeli és térbeli szerkezetek vizsgálatakor.

*Feldolgozás* Az eredmények feldolgozása során, a program a csomópontok eredeti sorrendjébe rendezi át az eredményeket, és előkészíti a grafikus megjelenítésre.

Az egyes számítási módokhoz megadandó paramétereket az alábbiakban tárgyaljuk:

## 4.1. Statika

### Lineáris



Lineáris statika esetén a szerkezet erő-elmozdulás diagrammja lineáris. A lineáris statika indítását követően, a számítás azonnal elindul, és minden teheresetre megoldja a statikai feladatot. A geometriailag lineáris viselkedés, a szerkezet elmozdulásainak a kis elmozdulások tartományában maradását feltételezi. Ugyanakkor, korlátlanul lineárisan rugalmas (Hooke törvény) és izotrop vagy ortotrop anyagot feltételezünk.

*Ezen nemlineáris elemek lineáris statikai számításban való használatára vonatkozóan lásd a kontakt, rugó, rács, támasz és kapcsolati elemek leírását.*

### Nemlineáris



Nemlineáris statika esetén a szerkezet erő-elmozdulás diagrammja nemlineáris. Ez lehet következménye nemlineáris anyag tulajdonságú elemek (kontakt, rugó, rács, támasz, kapcsolati elem) alkalmazásának, vagy, a geometriai nemlineáritás (rúd, rácsrúd, borda) figyelembevételének. A nemlineáris statika indítását követően, a számítási paraméterek bekérő ablaka jelenik meg a képernyőn:

### Megoldás vezérlés

Itt adhatók meg a növekményes megoldást vezérlő paraméterek:

*Eset* A megoldandó eset kiválasztása (egyszerre egy esetet lehet). A nemlineáris vizsgálat kontroll (erő/elmozdulás) paramétereinek kiválasztása.

*Erő* Erő kontroll esetén a növekmények egyenletes tehernövek-

mények formájában kerülnek megállapításra. Ebben az esetben, a növekmények során az egyparaméteres teherszorzóval figyelembe vett teher fog egyenletes lépésekben felkerülni a szerkezetre.

<i>Elmozdulás</i>	Elmozdulás kontroll esetén a növekmények egyenletes elmozdulás-növekmények formájában kerülnek megállapításra. Ebben az esetben, a növekmények során a kiválasztott csomópont kiválasztott szabadságfokának irányában fog a megadott elmozdulás egyenletes lépésekben felkerülni a szerkezetre.
<i>Teherszorzó / Maximális elmozdulás</i>	A kiválasztott növekmény kontrollnak megfelelően itt kell megadni a teherszorzó (erő kontroll), vagy a maximális elmozdulás (elmozdulás kontroll) értékét.
<i>Növekmények száma</i>	A növekményes megoldás lépéseinek számát kell itt megadni. Alapértéke 1, de erősen nemlineáris viselkedésű szerkezeteknél szükség lehet több növekmény előírására, a numerikus konvergencia eléréséhez.
<i>Merevségek aktualizálása</i>	Minden növekmény első iterációs lépésében a program aktualizálja a szerkezet merevségeit. Alap esetben minden további iterációban is történik aktualizálás ( $n=1$ ). Ez kedvező hatással van a numerikus viselkedésre, és általában a legkevesebb iterációs lépésben vezet konvergenciához. Ugyanakkor egyes esetekben elképzelhető, hogy a merevségek ritkább aktualizálása, összességében rövidebb futási időt eredményez (a több iteráció ellenére). Ilyenkor $n$ értékét ennek megfelelően kell megadni.

### Konvergencia kritériumok

A konvergencia vizsgálatok biztosítják a nemlineáris számítás eredményeinek megfelelő pontosságát, ezért nagyon kritikus a konvergencia feltétel tényezők megfelelő felvétele. Az iterációs folyamat során az iterációs elmozdulásnövekmény és a kiegyensúlyozatlan terhek vektorának (normájának) el kell tűnnie (nullához kell tartson).

<i>Iterációk maximális száma</i>	A nemlinearitási jelleg (mérték) és az alkalmazott megoldás vezérlő paraméterek függvényében választható meg. Alapértéke 20. Ha a kiválasztott konvergencia feltételek még nem teljesültek a maximális iterációs szám eléréséig, akkor nem kapunk vissza eredményt.
<i>Elmozdulás/ Erő/ Munka</i>	Többszörös konvergencia feltételeket, elmozdulásban, erőben vagy munkában kifejezve, lehet alkalmazni (legkevesebb egyet a felsoroltak közül). Az esetek nagy részében a munkában kifejezett konvergencia feltétel megfelelőnek bizonyul. Ugyanakkor előfordulhat, hogy az elmozdulás növekményben jelentősnek mutató hiba ellenére a kiegyensúlyozott teherben a hiba már elenyésző, vagy épp fordítva. A konvergencia feltétel tényezői a következő alapértékekkel szerepelnek: elmozdulásban 0.001, erőben 0.0001, és munkában 0.0000001.

### Geometriai nemlinearitás figyelembevétele

A geometriai nemlinearitás figyelembevétele estén a számítás során az elmozdult szerkezetre határozzuk meg az egyensúlyt. Az elmozdulás mértéke szerint másodrendű, ill. harmadrendű számítás történik.

Geometriai nemlinearitás figyelembevétele csak rácsrúd, rúd, borda elemekre vonatkozik.

Ha a modellben nem szerepelnek anyagi nemlineáris végelemek (támasz, rácsrúd, kontakt, rugó), akkor ez a mező kijelölve jelenik meg. Ha szerepelnek, akkor a nemlineáris vizsgálatban csak ezen elemek nemlineáris hatása jelenik meg. Ilyenkor ennek az opciónak a kiválasztásával, a geometriai nemlinearitás is figyelembevehető rács, rúd és borda elemekre.

☞ *A rudakat, bordákat legkevesebb négy részre kell felosztani, közbenső csomópontok beiktatásával.*

### Tényleges vasalás figyelembevétele

Vasbeton lemezek számítása esetén lehetőségünk van a lemezhez hozzárendelt vasalás figyelembevételével elvégezni a számítást. Ez esetben a vasbeton lemez lehajlását és igénybevételeit a vasalt keresztmetszet alapján meghatározott nyomték-görbület összefüggés alapján határozza meg a program. Az így kapott elmozdulások és igénybevételek a vasbeton lemezek pontos lehajlását, és az esetleges igénybevétel átrendeződéseket is megadják.

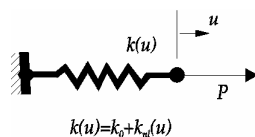
### Csak az utolsó növekmény tárolása

Ha a nemlineáris számítást több teherlépcső beiktatásával végezzük, akkor a program meghatározza az összes teherlépcső (növekmény) elmozdulásait és igénybevételeit. A legtöbb esetben csak az utolsó teherlépcső (növekmény) eredményeire van szükség. Ilyenkor javasolt csak az utolsó növekmény tárolását kérni.

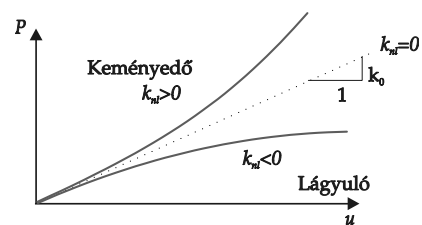
☞ *Amennyiben csak az utolsó növekmény eredményeit tároljuk, akkor, a terhelés folyamat közbenső fázisaiban, a szerkezet viselkedését nem tudjuk nyomon követni.*

*Hasznos tudni* A program egy Newton-Raphson típusú eljárást alkalmaz a nemlineáris növekmények iterációs megoldására. Az eljárás több változatban ismert, melyek az érintő merevségi mátrix aktualizálásában különböznek.

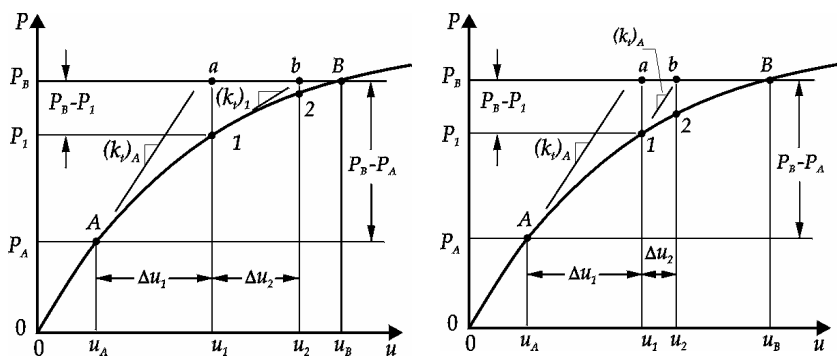
Példaként egy egyszabadságfokú rendszer lehetséges viselkedését vizsgáljuk erő kontrollal:



Nemlineárisan rugalmas rugó



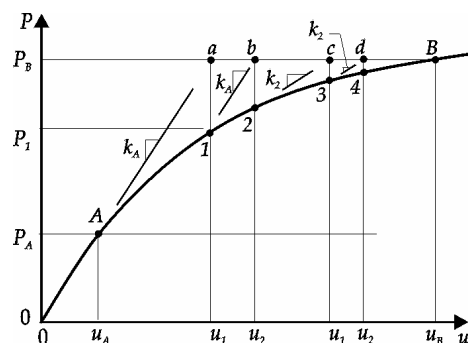
Lehetséges erő-elmozdulás karakterisztikák



Ha  $n = 1$  (alapérték), akkor az eljárásban a merevségek minden iterációban aktualizálva vannak, és az eljárást a hagyományos Newton-Raphson eljárásnak (a) nevezik.

Ha  $n > \text{MaxIteráció}$ , akkor az eljárásban a merevségek csak az első iterációban vannak aktualizálva, és az eljárást a hagyományos módosított Newton-Raphson eljárásnak nevezik.

Ha  $1 < n < \text{MaxIteráció}$ , akkor egy módosított Newton-Raphson eljárást alkalmazhatunk. Az ábrán  $n=2$  esetre van vázolva az iterációs folyamat.

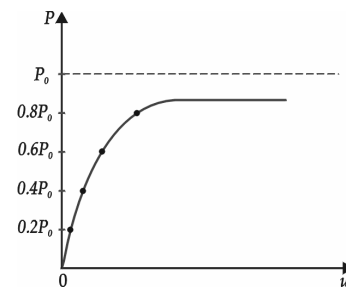


**Jó tudni** A merevedő rendszerek esetében a vizsgálat általában nagyobb numerikus nehézségekbe ütközik (mint lágyuló rendszerek esetében), és az iterációs megoldás divergenciájához vezethet ha  $n > 1$ . Ennek következtében kontakt elemek állapotának megváltozásakor a program akkor is aktualizálja a merevségeket, ha azt egyébként nem kellene a megadott  $n$  értéke alapján.

Lágyuló karakterisztikákat és ú.n. "snap-through" (átpattanási) jelenségeket az erő kontrollal nem lehet megfelelően követni (a lokálisan lágyuló karakterisztika szakaszon a megoldás egyszerűen átugrik). Ezen esetekben az elmozdulás kontroll alkalmazása jelenti a megoldást.

**Erő/elmozdulás kontroll**

Az ábra egy erő kontroll vezérlésű növekvőményes megoldást mutat egy, az ábrán folytonos vonallal ábrázolt erő-elmozdulás karakterisztikájú szerkezet esetére, mely a  $P_0$  szinten hibajelzéshez vezet, mert ekkor a szerkezet korlátlan elmozdulásokat szenved. Jelen esetben egy elmozdulás kontroll vezérlésű megoldással nehézségek nélkül vizsgálható a szerkezet.



## 4.2.Rezgés



A rezgés vizsgálat során a program meghatározza a kért számú legkisebb szabad rezgési frekvenciát és a hozzátartozó rezgésalakokat. A számítás egy általánosított sajátérték feladat megoldás (ehhez a program egy altérítációs eljárást használ). A program ellenőrzi, hogy

ténylegesen a legkisebb sajátértékek lettek meghatározva.

A szerkezet tömegmátrixa diagonális felépítésű, és csak eltolódási tömegkomponenseket tartalmaz.

- ☞ *A rezgés vizsgálat eljárása a szerkezet analízisben előforduló pozitív valószínűségi sajátértékek meghatározására való. Közel zérus sajátértékek meghatározására nem alkalmas.*

### Megoldás vezérlés

Itt adhatók meg a sajátérték feladat megoldását vezérlő paraméterek:

*Elsőrendű* A számítás nem veszi figyelembe az elemekben fellépő nyomó /húzó erők hatását a szerkezet merevségére a rezgésalakok meghatározásakor.

*Másodrendű* A számítás figyelembe veszi az elemekben fellépő nyomó/húzó erők hatását a szerkezet merevségére  
A rezgésalakok meghatározásakor a húzó erők merevség növelő, a nyomó erők merevség csökkentő hatásúak. Ez a hatás befolyásolja a szerkezet rezgési viselkedését. Ennek megfelelően, magát a rezgés vizsgálatot egy statikai vizsgálat előzi meg.

*Meghatározandó rezgésalakok száma* Itt adható meg a kívánt rezgésalakok száma. Az alapérték 6. Maximálisan 99 alak kérhető. Az itt megadott érték nem lehet nagyobb mint a szerkezet tömegszabadságfokainak száma.

*Eset* A figyelembe veendő terhelési vagy tömeg esetet lehet itt kiválasztani (egyszerre egy esetet). Elsőrendű és másodrendű rezgésvizsgálatok esetén a terhek tömegekké is konvertálódnak. Másodrendű esetben egy statikai vizsgálatban meghatározott igénybevételeket is felhasználja a program.

*Terhek átalakítása tömegekké* Itt lehet kérni a gravitációs jellegű terhek átalakítását tömegekké.

### Konvergencia kritériumok

A konvergencia vizsgálatok biztosítják a sajátérték számítás eredményeinek megfelelő pontosságát, ezért nagyon kritikus a konvergencia feltétel tényezők megfelelő felvétele.

*Iterációk maximális száma* Az iterációk maximális száma a sajátérték számának függvényében választható meg (nagyobb érték több sajátérték esetén). Alapértéke 20.

Ha a kiválasztott konvergencia feltételek még nem teljesültek a maximális iterációs szám eléréseig, akkor nem kapunk vissza eredményt.

*Sajátérték konvergencia* A sajátértékek relatív konvergenciáját határozza meg. Az alapérték 1.0E-10.

*Sajátvektor konvergenciája* A sajátvektorok konvergenciájának **referencia** értéket lehet megadni. A rezgés vizsgálatból származó sajátvektorok hibáját a program ezzel a referencia értékkel hasonlítja össze. Ha a hiba nagyobb mint a referencia érték, akkor piros színnel jelenik meg az információs ablakban.

☞ A program diagonális felépítésű tömegmátrixot használ. Ennek megfelelően, a szerkezet tömegeloszlásának megfelelő pontosságú modellezéséhez szükséges a rudakon közbenső csomópontokat is felvenni, valamint felületek esetén a megfelelően finom (sűrű) végeelem hálózatot kell kialakítani. Általában kielégítő pontosság érhető el, ha minden rezgési félhullámhoz legkevesebb négy elemosztás (felületek esetében mindkét irányba) tartozik.

A rezgésalakok tömeg-szerint normalizáltak:  $\{U\}^T \cdot [M] \cdot \{U\} = 1$

### 4.3.Kihajlás



A kihajlás vizsgálat során a program meghatározza a kért számú legkisebb kritikus teherparamétert (kezdeti-kihajlás) és a hozzá tartozó kihajlási alakokat. A számítás egy általánosított sajátérték feladat megoldása feltételezi (ehhez a program egy altérítési eljárást használ). A program ellenőrzi, hogy ténylegesen a legkisebb sajátértékeket határozta-e meg.

☞ *A kihajlás vizsgálat eljárása a szerkezet analízisben előforduló pozitív valós sajátértékek meghatározására való. Közel zérus sajátértékek meghatározására nem alkalmas.*

#### Megoldás vezérlés

Itt adhatók meg a sajátérték feladat megoldását vezérlő paraméterek:

*Eset* Itt kell kiválasztani azt az esetet melyre a kihajlásvizsgálatot végrehajtjuk (egyszerre egy esetet).

*Meghatározandó kihajlási alakok száma* Itt adható meg a kívánt kihajlási alakok száma. Az alapérték 6. Maximálisan 99 alak kérhető. Csak a legkisebb pozitív sajátértéknek van fizikai jelentősége (ez adja a kritikus teherparaméter értéket).

#### Konvergencia kritériumok

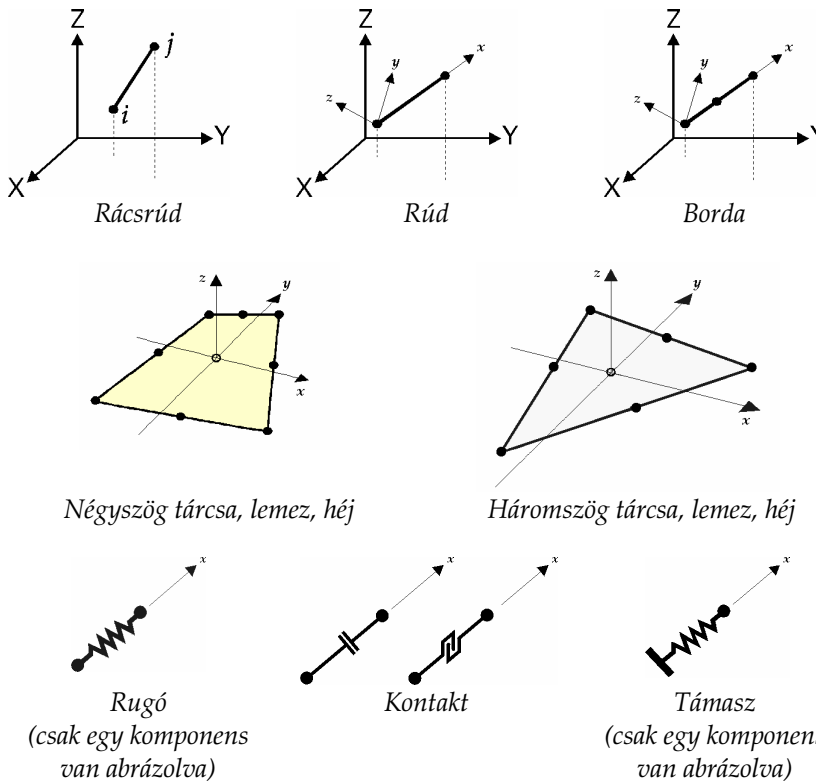
Lásd a rezgésvizsgálat *Konvergencia Kritériumok* pontot.

**Rudak kihajlása** Kihajlás alatt minden esetben síkbeli kihajlást értünk (a kihajlott rúd alakja egy síkgörbe, és keresztmetszete a kihajlás során nem csavarodik el). A rúd keresztmetszeteknek kétszeresen vagy egyszeresen (ha a terhek a szimmetria síkban hatnak) szimmetrikusnak kell lenniük, vagy a rudakat az  $I_1$  és  $I_2$  főinercia-nyomatékokkal kell definiálni.

- ☞ *A rudakat legkevesebb négy részre kell felosztani, közbenső csomópontok beiktatásával.*
- ☞ *Ha,  $\lambda_{kr} < 0$ , az instabilitás a megadott terheléshez képest fordított irányú (előjelű) terhelés hatására jön létre, és az adott (vizsgált) terhelési esethez tartozó kritikus teherparaméter  $\lambda_{kr}^{effektív} \geq |\lambda_{kr}|$ .*
- ☞ *Rácsrúd elemekből is álló szerkezet esetén csak a globális szerkezeti kihajláshoz tartozó kritikus teherparamétert kapjuk meg. Az egyes rácsrudak kihajlását nem vizsgálja a program.*

### 4.4. Végelemek

A vizsgálni kívánt szerkezet különböző típusú szerkezeti elemeket tartalmazhat, melyek modellezésére számos végelem típus áll rendelkezésre. Valamennyi végelem típus használható statika és rezgés/I vagy kihajlás vizsgálat esetén. Geometriailag nemlineáris statikai és rezgés/II t kizárólag rúdszerkezetek esetén végezhető.



A végelemek lokális koordináta-rendszerében felvett elmozdulás komponensei a következő táblázatban vannak összefoglalva:

Végelem	$e_x$ $u$	$e_y$ $v$	$e_z$ $w$	$\theta_x$	$\theta_y$	$\theta_z$	Ábra
Rácsrúd	•						
Lineáris, 2-csomópontos, izoparametrikus elem							

Rúd	•	•	•	•	•	•	
Euler-Bernoulli-Navier típusú, 2-csomópontos köbös Hermit elem							
Borda	•	•	•	•	•	•	
Thimosenko típusú, 3-csomópontos kvadratikus, izoparametrikus elem							
Tárcsa	•	•					
Serendipity típusú, 8-csomópontos kvadratikus, izoparametrikus elem 6-csomópontos kvadratikus, izoparametrikus elem							
Lemez			•	•	•		
Hughes típusú, 9-csomópontos kvadratikus, izoparametrikus elem (Mindlin) 6-csomópontos kvadratikus, izoparametrikus elem (Mindlin)							
Héj	•	•	•	•	•		
Sík héjelem, egyesített tárcsa és lemez elem							
Támasz	•	•	•	•	•	•	
(csak két komponens van ábrázolva)							
Rugó	•	•	•	•	•	•	
(csak két komponens van ábrázolva)							
Kontakt	•						
Merev test							
Kapcsolati elem	•	•	•	•	•	•	
(csak két komponens van ábrázolva)							

Ahol:

$u, v, w$  lokális  $x, y, z$  tengelyirányú eltolódások  
 $\theta_x, \theta_y, \theta_z$  lokális  $x, y, z$  tengelyirányú elfordulások

(•) van merevség az adott irányban

*Igénybevételek* A végelemek lokális koordináta-rendszerében meghatározható igénybevételek:

Végelem	Igénybevételek						
Rácsrúd	$N_x$						
Rúd	$N_x$	$Q_y$	$Q_z$	$M_x$	$M_y$	$M_z$	
Borda	$N_x$	$Q_y$	$Q_z$	$M_x$	$M_y$	$M_z$	
Tárcsa	$n_x$	$n_y$	$n_{xy}$				

Lemez				$m_x$	$m_y$	$m_{xy}$	$q_x$	$q_y$
Héj	$n_x$	$n_y$	$n_{xy}$	$m_x$	$m_y$	$m_{xy}$	$q_x$	$q_y$
Rugó	$N_x$	$N_y$	$N_z$	$M_x$	$M_y$	$M_z$		
Kontakt	$N_x$							
Támasz	$N_x$	$N_y$	$N_z$	$M_x$	$M_y$	$M_z$		
Merev test								
Kapcsolati elem								

## 4.5. Egy analízis lépései

Egy szerkezet végeelemes analízise az alábbi lépésekből áll:

1. A szerkezet geometriai és rugalmassági tulajdonságai, a megtámasztások és terhelések meghatározása.
2. A terhek átvételi módjának megállapítása (tárcsa, lemez, héj, gerenda –hatás).
3. Helyi diszkontinuitások felvétele (merevítések, csomólemezek, kivágások).
4. A modell felépítéséhez szükséges végeelemek kiválasztása. Ezzel a művelettel az anyagot, a merevségi tulajdonságok rögzítésével, az elemek tengelyei mentén koncentrálnjuk.
5. A végeelemes felosztás kialakítása. A felosztás finomságának a foka összhangban kell legyen az elérni kívánt pontossággal, és a rendelkezésre álló hardverrel.
6. Az 5. pontnak megfelelően, a modell adatainak előkészítése:
  - a.) Egyenértékű geometriai méretek.
  - b.) Egyenértékű rugalmassági tulajdonságok.
  - c.) Elemek kapcsolatainak topológiája.
  - d.) Egyenértékű megtámasztási feltételek.
  - e.) Egyenértékű terhelések (statika), illetve tömegek (rezgés).
7. A bemeneti adatok ellenőrzése (pontosság, kompatibilitás).
8. Számítás futtatása.
9. Jellemző eredmények kiválogatása.
10. Az eredmények ellenőrzése az alábbi szempontok szerint:
  - a.) A megoldás helyessége és pontossága (konvergencia).
  - b.) Az eredmények kompatibilitása a 6.d pontban definiált feltételekkel.
  - c.) A szokásostól eltérő mérnöki szerkezet esetén szükséges más módszerrel és/vagy szoftverrel történő vizsgálat, az eredmények összehasonlítása és mérnöki mérlegelése.
11. Az analízis újrakezdése, ha a 10. pontban az ellenőrzés valamely szempontból nem teljesült, akkor az 1-6. pontokon végig haladva a megfelelő módosításokkal.
12. A jellemző eredmények összefoglalása táblázatok és diagramok formájában. Végző következtetések meghatározása, a szilárdsági, alakváltozási és kihajlási kritériumok kielégítésének figyelembevételével.

### Modellezés

Egy szerkezet számítási modelljének felépítése számos feltételezés elfogadását jelenti, melyeknek az eredményekre gyakorolt hatásait figyelembe kell venni.

Felület szerkezeteknél, hogy a modelleken kapott eredmények minél jobban közelítsék a modell megoldását, a végeelem felosztás alapja egy a szerkezet alakváltozási és feszültségi állapotát tükröző analízise kell legyen, mely figyelembe kell vegye a szerkezet formai, anyagi, megtámasztási és terhelési sajátosságait.

A csomópontok és a hálózati vonalak pozíciója (a végeelemes felosztás topológiája) függ a szerkezet geometriájában (szabálytalan kontúrvo-nal, közbenső támasz vonalak) és a terhelésekben (koncentrált vagy

szakaszonként változó intenzitású terhelések) jelenlévő diszkontinuitásoktól.

Feszültséggyűjtő helyeken (éles szögek) a felosztás finomítására van szükség. A koncentrált jellegű hatások okozta szingularitások elkerülésének módja a pontszerű hatások kicsiny, de véges felületekre való transzformálása.

Íves kontúr vonalak megfelelő számú egyenes szakaszokkal közelíthetők. Előfordulhat, hogy a kívánt pontosság eléréséhez szükséges (az ívet közelítő) felosztás alkalmazása helyigény és futási időben meghaladja a rendelkezésre álló hardver kapacitását.

A eredmények pontosságának javítása a végeselemes felosztás finomításával érhető el.

---

## 4.6.Hibaüzenetek

*'Nem pozitív definit merevségi mátrix'*

A merevségi mátrix determinánsa zérus vagy negatív. Modellezési hibára utal.

*'Szinguláris Jacobi mátrix'*

Egy végeselem Jacobi mátrixa szinguláris (valószínűleg torz geometria miatt).

*'Nincs csomópont elmozdulási lehetőség'*

A csomópontok összes szabadságfoka letiltott.

*'Túlzott elemtorzulás tapasztalható az aktuális növekményben'*

Az elem túlzott torzulást szenvedett az aktuális növekményben.

*'Túl nagy elfordulás növekmény'*

Az elem elfordulás növekménye meghaladta a  $\pi/4$  radiánt ( $90^\circ$ ). Érvényes megoldáshoz növelni kell a teherlépcsők számát.

*'Nem megfelelő elmozdulás komponens'*

Letiltott szabadságfok irányában megválasztott elmozdulás kontroll komponens.

*'A konvergencia feltétel(ek) nem teljesült(ek)'*

Az iterációk száma nem elegendő.

*'Divergencia az aktuális iterációban'*

Az iteráció során a program divergenciát észlelt. Túlságosan nagyok a növekményi lépések, vagy nem elég szigorúak a konvergencia feltételek.

*'Túl sok sajátérték'*

A tömegmátrix rangja kisebb mint a kért sajátértékek száma.

*'Nincs konvergált sajátérték'*

Egyetlen sajátértékre sem teljesültek a konvergencia feltételek.

*'Ez nem a legkisebb sajátérték (xx)'*

A számított sajátértékeknél xx számú kisebb sajátérték van.

*'A modell túlságosan torz elemeket tartalmaz'*

Módosítsa a végeselem hálózatban lévő torz elemek geometriáját.

*'A deformáció során egy szerkezeti elem erős torzulást szenvedett'*

Növelje meg a teherlépcsők számát.

*'Az eredmény a maximális számú iteráció után sem konvergál'*

Növelje meg az iterációk maximális számát. Lehetséges, hogy a modell az adott terhelés mellett nem konvergál.

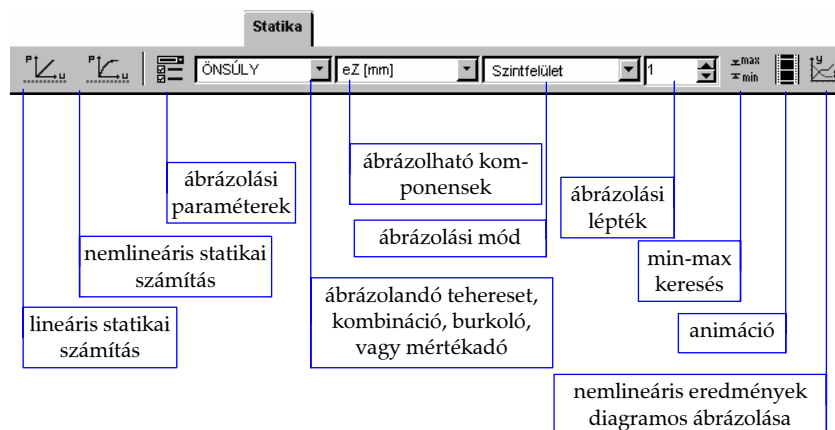
*'A(z) ... csomópontnak ... irányban nincs merevsége'*

Ellenőrizze az adott irányú megtámasztást és a csomóponti szabadságfokokat.

## 5. Eredmények

### 5.1. Statika

A Statika lapról indíthatók a lineáris és nemlineáris statikai számítások, valamint a számított eredmények megjelenítése, kiértékelése.



Lineáris  
statikai számítás

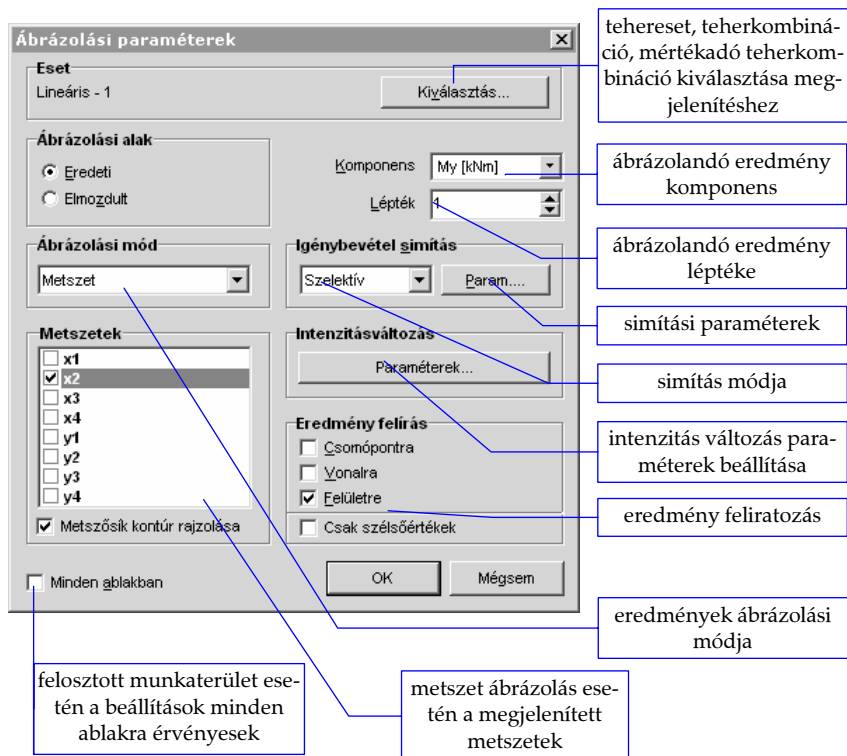
Lineáris statikai számítás **Lásd részletesen...**4.1. Statika

Nemlineáris  
statikai számítás

Nemlineáris statikai számítás **Lásd részletesen...**4.1. Statika

Ábrázolási  
paraméterek

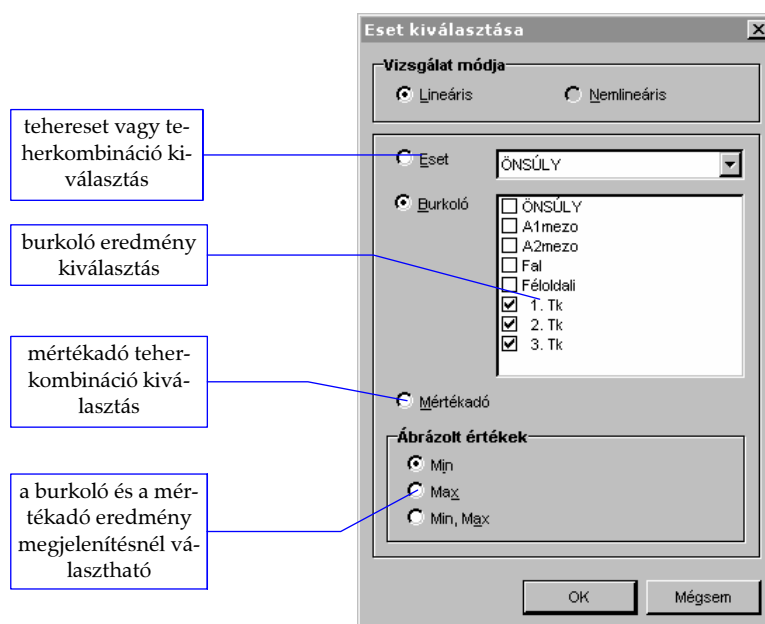
A megjeleníteni kívánt eredmény értékek grafikus módjainak beállítása. Kiválasztható a vizsgálandó tehereset, teherkombináció, mértékadó teherkombináció.



Az ábrázolás dialógus ablak beállítási paramétereinek jelentését az alábbiakban ismertetjük.

Eset

A Kiválasztás... nyomógombbal az Eset kiválasztása dialógus ablakot aktivizáljuk.



Számítási módtól függően választhatunk *Lineáris*, *Nemlineáris* eredmények közül. Ezekben három, ill. kétféle eredményértéket kérdezhetünk le:

1. Valamely tehereset vagy teherkombinációhoz tartozó eredményeket.
2. Burkoló eredmény ábrát kérhetünk az általunk kiválasztott teheresetektől és/vagy teherkombinációkból. Ilyenkor a program a kiválasztott esetek közül kiválogatja a legkisebb és legnagyobb eredmény értékeket, és azokat megjeleníti.
3. Lineáris eredmények lekérdezésekor a program mértékadó teherkombinációkat tud képezni a teheresetektől, az általunk definiált *tehercsoport* adatok alapján (lásd még *Terhek/tehercsoport*).

A burkoló és a mértékadó eredményábránál lehetőség van az alábbiak kiválasztására:

<b>Min, Max</b>	A minimum és maximum értékeket egyidejű megjelenítése
<b>Min</b>	Csak a minimum (előjel szerinti legkisebb szélsőérték) értékek megjelenítése
<b>Max</b>	Csak a maximum (előjel szerinti legnagyobb szélsőérték) értékek megjelenítése

## Ábrázolási alak

### Eredeti

A szerkezetet deformálódás mentes alakjával jelenik meg.

### Elmozdult

A szerkezetet a deformálódott alakjával jeleníti meg.

## Ábrázolási mód

### Diagram

A kiválasztott eredménykomponens értékeit diagramként ábrázolja. A diagramok számértékekkel együtt is megjeleníthetők.

### Metszet

A kiválasztott eredménykomponens értékeit metszeten és/vagy metszősíkon ábrázolja, kérésre számértékekkel feliratozza. Az ábrázolás a már definiált és bekapcsolt metszetekre vonatkozik.

### Szintvonal

Az eredménykomponensek értékeinek egy ábrázolási módja. A szélső értékek által meghatározott tartományt sávokra osztja és minden sávhatárt a hozzá tartozó színnel megjeleníti. A sávhatárok értékei a színskála ablakban jelennek meg.

Színskála ablak beállítását lásd: információs ablakok.

### Szintfelület

Az eredménykomponensek értékeinek egy ábrázolási módja. A szélső értékek által meghatározott tartományt sávokra osztja és minden sávon belüli értéket azonos, a hozzá tartozó színnel jeleníti meg. A sávokhoz tartozó színek, és a sávhatárok értékei a színskála ablakban jelennek meg.

Színskála ablak beállítását lásd: információs ablakok.

### Kikapcsolt

Az eredménykomponens grafikus megjelenítését kikapcsolja.

## Metszetek

A már korábban definiált *metszetek* megjelenítését kapcsolhatjuk be. Ha az *ábrázolási mód*-ként metszetet választunk ki, akkor az eredmény diagramok csak az itt beállított metszeteken jelennek meg. Ha van olyan metszet, amit metszősíkkal adtuk meg, a metszősíkot jelképező téglalap alakú kontúr megjelenítését a **Metszősík kontúr rajzolása** jelölőnégyzettel állíthatjuk.

## Komponens

A megjelenítendő eredménykomponenst választhatjuk ki.

## Lépték

A diagram ábrázolási léptéke. Alapértéke 1.00, ekkor az ábrázolt diagram legnagyobb ordinátája 50 pixel (képpont) méretű lesz. Az eredmények kiértékelése során tetszés szerint módosíthatjuk.

## Igénybevétel simítás

### Nem simít

Nem simítja a csomóponti igénybevételeket.

### Szelektív

A csomópontba kapcsolódó felületelemek lokális rendszere valamint az elemekre ható terhek figyelembevételével végzi el a csomópontban keletkező igénybevételek simítását.

### Mindent simít

A kapcsolódó elemek tulajdonságai valamint a terhelések figyelembe vétele nélkül simítja a csomóponti igénybevételeket.

## Intenzitásváltozás

Intenzitásváltozás paraméterének beállítása

## Érték felírás

### Csomópontra

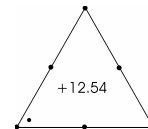
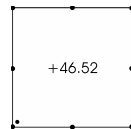
Eredmény komponens felírás csomópontokra, pont támaszokra

## Vonalra

Eredmény komponens felírás rúd, borda közbenső keresztmetszetekben, metszeteken, élmenti támaszokon, rugó és kontakt elemeken

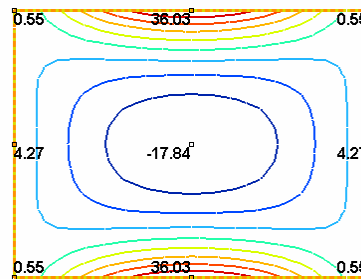
## Felület elemre

Eredmény komponens felírás felület elemekre, felületi támaszokra. Egy elemen belül hét illetve kilenc pontban kapunk vissza eredményeket. Feliratozáskor a program az ábrázolandó értékek közül meghatározza az abszolút érték maximumot, és csak ezt jeleníti meg. Azt a pontot amelyikben a felírt érték keletkezett kis fekete ponttal jelöli meg.



## Csak szélsőértékek

A csomópontra, vonalra, felület elemre írt értékek közül csak a lokális szélsőértékeket jeleníti meg.



Tehereset

Teherkombináció

Burkoló és mértékadó teherkombináció



A legördülő listából kiválasztható az ábrázolni kívánt

- Tehereset, teherkombináció
- Nemlineáris számítás  $k$ . lépése
- Burkoló
- Mértékadó teherkombináció

Ábrázolható  
eredmény-  
komponensek

A legördülő listából kiválasztható eredmény-  
komponensek:

Elmozdulás ( $eX, eY, eZ, fX, fY, fZ, eR, fR$ )

Rúdelem igénybevétel ( $Nx, Qy, Qz,$   
 $Mx, My, Mz$ )

Rúdelem feszültség ( $Smin, Smax, Tyátl, Tzátl$ )

Felület igénybevétel ( $nx, ny, mx, my, mxy, qx,$   
 $qy, qR, n1, n2, \alpha n, m1, m2, \alpha m, nxv, nyv,$   
 $mxv, myv$ )

Intenzitásváltozás ( $dnx, dny, dnxy, dmx, dmy, dmxy, dqx, dqy$ )

Felület feszültség ( $Sxx, Syy, Sxy, Sxz, Syz, S\phi, S1, S2$ )

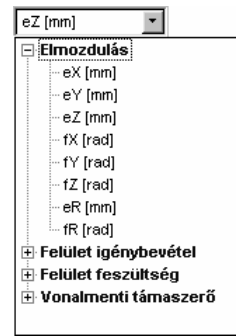
Csomóponti támaszerő ( $Rx, Ry, Rz, Rxx, Ryy, Rzz$ )

Vonalmenti támaszerő ( $Rx, Ry, Rz, Rxx, Ryy, Rzz$ )

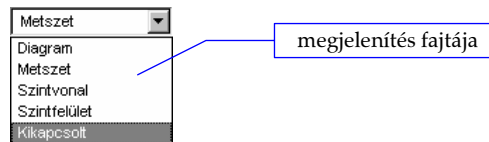
Felületi támaszerő ( $Rx, Ry, Rz$ )

Rugó igénybevétel ( $Rx, Ry, Rz, Rxx, Ryy, Rzz$ )

Kontakt igénybevétel ( $Nx$ )



Ábrázolási mód



A legördülő listából kiválasztható az eredménykomponens ábrázolási  
módja:

Diagram

Metszet

Szintvonal

Szintfelület

Kikapcsolt

*A burkoló Min, Max és a mértékadó Min, Max eredménykomponens ábrázolá-  
lásnál a Szintvonal és Szintfelület ábrázolási mód nem használható*

Eredmény rajz  
szorzó

3.5

Az eredmény rajz szorzóval a diagramok mérete változtatható.

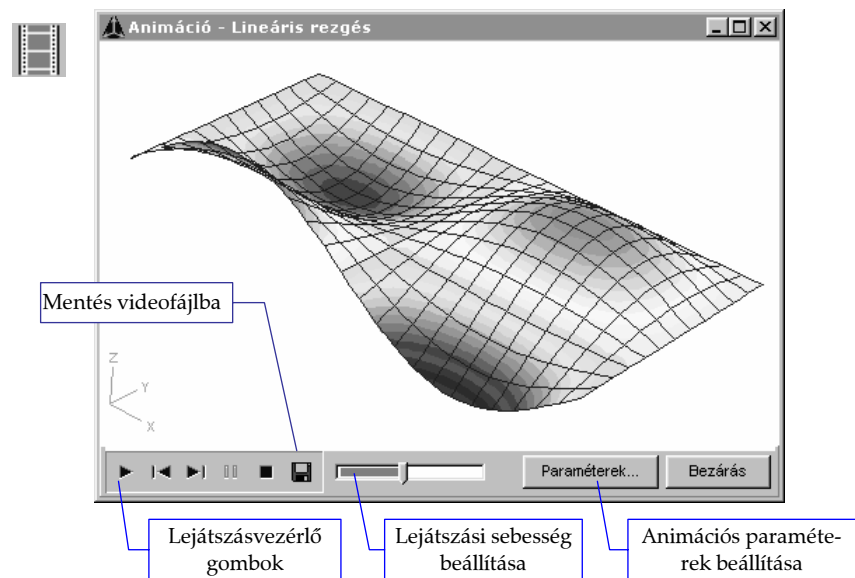
## Minimum, maximum értékek



Az eredmények szélső értékeit keresi meg az aktuális esetben és beállít-  
ásban *(amennyiben valamely részlet(-ek) van(nak) megjelenítve akkor, a  
szélső értékek is erre (ezekre) a részlet(-ek)re vonatkoznak)*. A funkció  
megadja a kiválasztott komponens legkisebb és legnagyobb szélsőérté-  
keit, ha a szerkezeten a szélsőérték több helyen is megtalálható, akkor  
az összes hely megjelölésre kerül.



## Animáció





Elmozdulások, igénybevételek, rezgések és kihajlási alakok jeleníthetők meg mozgásfázisokkal.

### Paraméterek

#### Animáció



#### Lejátszási mód beállítása:

-  Egy irányba  
Lejátszás 0-tól maximumértékig.
-  Oda-vissza  
Lejátszás folyamatosan 0-tól maximumig és vissza.

#### Fázisok generálása

##### Fázisok száma

Az animációhoz felhasznált képkockák száma adható meg 3-99 között.

##### Fázisonként takar

Fázisonként újraszámítja a takarásnak megfelelő megjelenítést.

#### Fázisonként színez

A színeket fázisonként változtatja 0 és maximum értékek között a színskála diagram beállításának megfelelően.

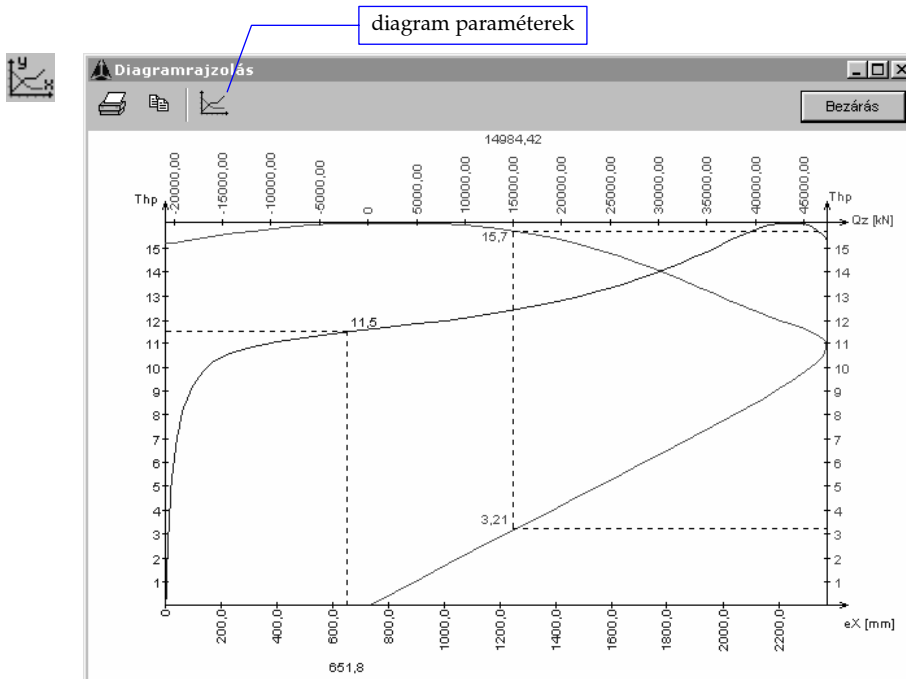
Videofájl készítése: A Mentés videofájlba gombra kattintva az animációt egy *fájlnev.avi* fájlba menthetjük, amit aztán pl. a Windows Médialejátszóval (Media Player) megtekinthetünk.

Videofájl



A videofájlba a program a Fázisok száma mezőben beállított számú képkockát generál. A médialejátszó programok ezeket – ha ezt a hardver lehetővé teszi – alapértelmezésben a Képkockák időtartama mezőben megadott ideig jelenítik meg. 100 ms tehát 10 képkocka/sec lejátszási sebességet jelent.

## Diagram ábrázolás

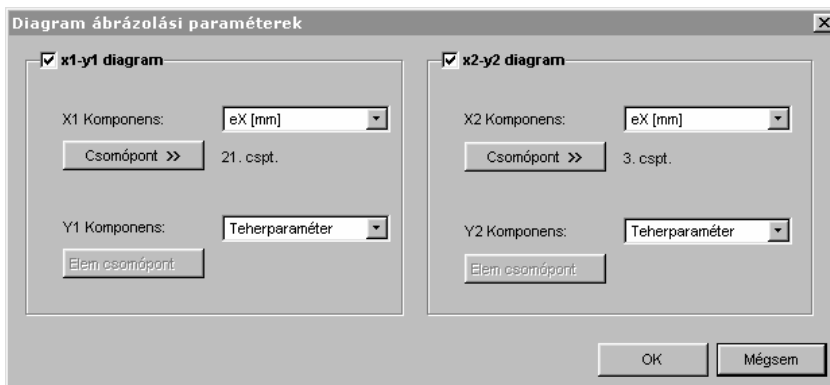


Nemlineáris eredmények diagramos ábrázolása.

Egyszerre két diagram ábrázolható.

A diagramhoz ki kell választani egy-egy eredmény komponenszt az X illetve az Y tengelyhez. Az egyes iterációs lépésekhez tartozó értékpárokat ábrázolja a program, összekötve őket az iterációs lépések sorrendjében.

## Diagram paraméterek beállítása:



## Táblázatos megjelenítés



Táblázatos megjelenítésnél az ábrázolt eredménykomponens értékeit tudjuk megjeleníteni számszerűen. Ha a szerkezet egy része ki volt jelölve akkor csak a kijelölt elemek jelennek meg a táblázatban. Ettől függetlenül lehetőségünk van egyéb szűrési feltételeket is beállítani (pl. keresztmetszet szerint). Az eredmények a vágólapon keresztül (Clipboard) más programokba áthelyezhetőek (pl. Excel, Word...).

A táblázat részletes beállítási lehetőségeit **Lásd részletesen... 1.7. Táblázatok**

*Mértékadó teherkombináció* eredmények lekérdezésekor a min/max komponenseken kívül a táblázatban megjelennek a mértékadó teherkombinációban résztvevő teheresetek adatai is, az alábbi jelölésekkel:

[ ... ] zárójelek közt az állandó teheresetek

{ ... } zárójelek közt az esetleges/rendkívüli kiemelt tehereset

( ... ) zárójelek közt az egyidejű esetleges teheresetek

	Sz.	Táv [m]	Nx [kN]	Qy [kN]	Qz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
12	1	L=1,500						
			-245,19	0	5,99	0	-20,40	0
		1,500	-245,19	0	5,99	0	-11,41	0
Kiv.								
1	1	0	-294,81	*	*	*	*	*
2	1	0	-294,81	*	*	*	*	*
3	1	0	-294,81	*	*	*	*	*
4	1	0	-294,81	*	*	*	*	*
5	1	0	-5,99	*	*	*	*	*
6	1	0	-5,99	*	*	*	*	*
7	1	0	-5,99	*	*	*	*	*
8	1	0	-5,99	*	*	*	*	*
1	1	0	*	0	*	*	*	*
1	1	0	*	0	*	*	*	*
5	1	0	*	*	5,19	*	*	*
6	1	0	*	*	5,19	*	*	*
7	1	0	*	*	5,19	*	*	*
8	1	0	*	*	5,19	*	*	*
1	1	0	*	*	6,01	*	*	*
2	1	0	*	*	6,01	*	*	*

*Kivonat* Minden eredménytáblázat végén található egy kivonat, ami a táblázat elemeinek értékeiből készül. Kigyűjti a minimum és maximum értéket, és ezeket jeleníti meg.

**Szélsőértékek gyűjtése**

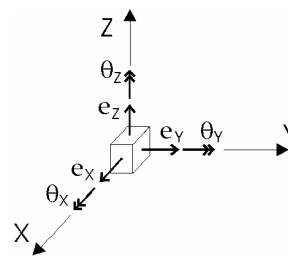
A táblázatban csak azokra a komponensekre történik szélsőérték kigyűjtés, melyek itt be vannak kapcsolva. A szélsőértékkel egyidejű komponensek mindig megjelennek. Amennyiben a megtalált *min/max komponens* csak egy helyen fordul elő, úgy az adott helyen lévő egyidejű komponensek is megjelennek a táblázatban. Ellenkező esetben az egyidejű eredmény komponensek helyén ‘\*’ jel jelenik meg, és a *Táv (keresztmetszeti hely)* oszlopban a *min/max komponens* első előfordulási helye látható.



**Elmozdulások**

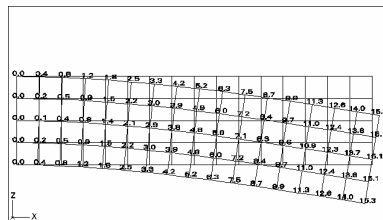
**Csomópont**

Eredményként a csomópontok elmozdulás komponens értékeit kapjuk. Az elmozdulás komponensek globális koordinátarendszertengely irányúak. Az elmozdulás komponensekből az eredő eltolódás (eR) és eredő elfordulás (fR) is meghatározásra kerül.



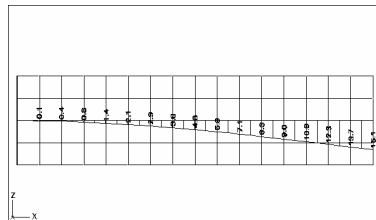
Konzol tárcsa elmozdulásának különböző típusú ábrázolása:

diagram, érték feliratozással

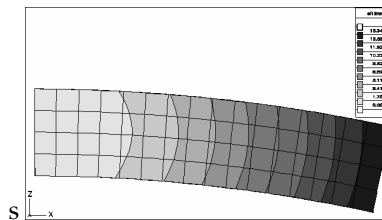
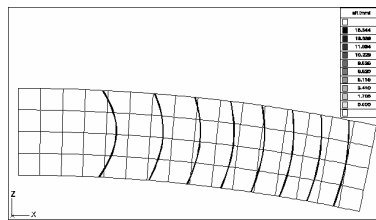


szintvonal

metszet, érték feliratozással



szintfelület



**Rúd**

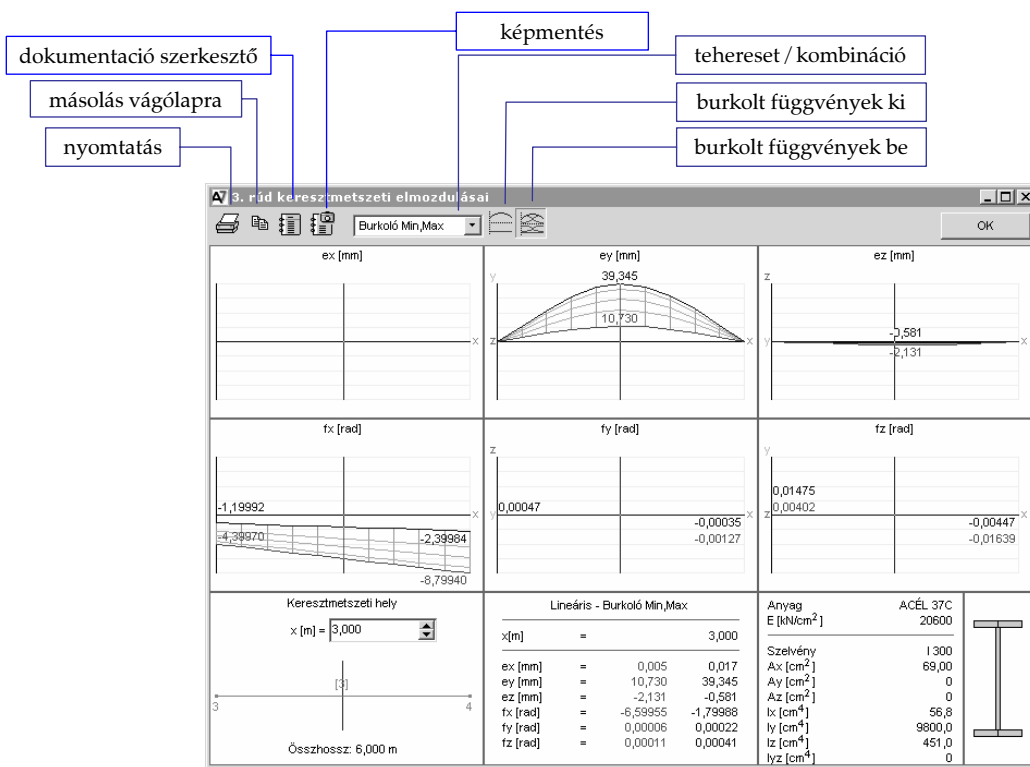
A rúd közbenső keresztmetszeti elmozdulás komponens értékeit kapjuk meg globális és lokális koordináta-rendszerben.

A szerkezet vagy szerkezeti részlet megjelenítésekor a csomóponti és rúd közbenső elmozdulások **globális koordináta komponensei** jelennek meg az ábrán.

A kurzorral egy rúdra rákattintva, a rúd közbenső eltolódási és elfordulási diagramok jelennek meg a **rúd lokális koordináta-rendszerében**.

Egyszerre több rudat is ábrázolhatunk, ha:

- a.) a rudak lokális tengelyeinek szögeltérése egy adott értéket nem halad meg,
- b.) a lokális x-tengelyek irányítása megegyezik,
- c.) az anyaguk azonos.



Az ablakon belül bármely tehereset vagy teherkombináció eredményei lekérdezhetőek. Burkoló esetén a burkolót alkotó függvények megjelenítése ki/be kapcsolható.

A diagramok kék mérővonalainak mozgatásával vagy a szerkesztőmező segítségével a lekérdezés pozícióját állíthatjuk.

**Eredmény táblázatok** tehereset/teherkombináció

Sz	Táv [m]	ex [mm]	ey [mm]	ez [mm]	eR [mm]	fx [rad]	fy [rad]	fz [rad]	fR [rad]
80	1	L=5.000							
	0.000	-2.9	-0.1	1.9	3.6	0.00004	-0.00095	-0.00192	0.00215
	0.500	-2.9	-1.0	2.4	4.0	0.00004	-0.00116	-0.00188	0.00222
	1.000	-2.9	-1.9	3.1	4.7	0.00004	-0.00128	-0.00178	0.00220
	1.500	-2.9	-2.8	3.7	5.5	0.00004	-0.00130	-0.00161	0.00208
	2.000	-2.9	-3.5	4.4	6.4	0.00004	-0.00125	-0.00138	0.00186
	2.500	-2.9	-4.2	4.9	7.1	0.00004	-0.00110	-0.00108	0.00155
	3.000	-2.9	-4.6	5.4	7.7	0.00004	-0.00087	-0.00072	0.00114
	3.500	-2.9	-4.9	5.8	8.1	0.00004	-0.00055	-0.00031	0.00066
	4.000	-2.9	-4.9	5.9	8.3	0.00004	-0.00014	0.00016	0.00030
	4.500	-2.9	-4.7	5.8	8.1	0.00004	0.00036	0.00069	0.00081
	5.000	-2.9	-4.2	5.6	7.6	0.00005	0.00096	0.00110	0.00160

**burkoló elmozdulások**

Sz	K	m/m	Eset	Táv [m]	ex [mm]	ey [mm]	ez [mm]	eR [mm]	fx [rad]	fy [rad]	fz [rad]	fR [rad]	
80	1			L=5.000									
		ex	min	3.Tk	0.000	-9.7							
			max	5.Tk	5.000	-0.9	-1.3	-0.6	1.7	-0.00015	0.00018	0.00040	0.00047
		ey	min	1.Tk	4.000	-4.9							
			max	5.Tk	0.000	-0.9	0.0	-1.1	1.4	-0.00018	-0.00011	-0.00063	0.00067
		ez	min	5.Tk	0.000	-0.9	0.0	-1.1	1.4	-0.00018	-0.00011	-0.00063	0.00067
			max	7.Tk	4.000	-3.0	-4.9	6.0	8.3	0.00020	-0.00011	0.00016	0.00028
		eR	min	5.Tk	0.500	-0.9	-0.3	-1.0	1.4	-0.00018	-0.00015	-0.00062	0.00066
			max	3.Tk	4.000	-9.7	-4.9	4.1	11.6	0.00006	-0.00021	0.00016	0.00027
		fx	min	2.Tk	0.000	-2.4	-0.1	-0.6	2.5	-0.00023	-0.00065	-0.00188	0.00200
			max	1.Tk	5.000	-2.9	-4.2	5.6	7.5	0.00023	0.00094	0.00127	0.00159
		fy	min	1.Tk	1.500	-2.9	-2.8	3.7	5.4	0.00013	-0.00130	-0.00161	0.00207
			max	7.Tk	5.000	-3.0	-4.2	5.6	7.6	0.00023	0.00098	0.00127	0.00162
		fz	min	1.Tk	0.000						-0.00192		
			max	1.Tk	5.000						0.00127		
		fR	min	5.Tk	4.000	-0.9	-1.6	-0.6	1.9	-0.00016	0.00001	0.00007	0.00017
			max	1.Tk	0.500							0.00221	

**mértékadó teherkombinációk**

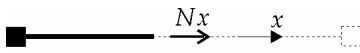
Sz	K	m/m	Táv [m]	ex [mm]	ey [mm]	ez [mm]	eR [mm]	fx [rad]	fy [rad]	fz [rad]	fR [rad]	
80	1		L=5.000									
		ex	min	0.000	-2.4							
			max	5.000	-2.9	-4.2	5.6	7.5	0.00023	0.00094	0.00127	0.00159
		ey	min	4.000	-9.7	-4.9	4.1	11.6	0.00006	-0.00021	0.00016	0.00027

	max	0.000	-2.4	-0.1	-0.6	2.5	-0.00023	-0.00065	-0.00188	0.00200
ez	min	0.000	-9.7	-0.1	0.6	9.8	-0.00006	-0.00063	-0.00190	0.00201
	max	4.000	-2.4	-4.8	2.1	5.8	-0.00013	-0.00004	0.00016	0.00021
fx	min	0.000	-2.9	-0.1	1.9	3.5	0.00009	-0.00095	-0.00192	0.00214
	max	5.000	-2.9	-4.2	5.6	7.5	0.00023	0.00094	0.00127	0.00159
fy	min	1.500	-2.4	-2.7	0.6	3.7	-0.00019	-0.00088	-0.00158	0.00182
	max	5.000	-2.9	-4.2	5.6	7.5	0.00023	0.00094	0.00127	0.00159
fz	min	0.000	-2.9	-0.1	1.9	3.5	0.00009	-0.00095	-0.00192	0.00214
	max	5.000	-2.9	-4.2	5.6	7.5	0.00023	0.00094	0.00127	0.00159

Sz	K	m/m	mértékadó	kombináció
80	1			
ex	min		{1.Te,2.Te}	{4.Te} (6.Te)
	max		{1.Te,2.Te}	{3.Te} (7.Te)
ey	min		{1.Te,2.Te}	{5.Te} (7.Te)
	max		{1.Te,2.Te}	{4.Te} (6.Te)
ez	min		{1.Te,2.Te}	{5.Te} (7.Te)
	max		{1.Te,2.Te}	{4.Te} (6.Te)
fx	min		{1.Te,2.Te}	{3.Te} (7.Te)
	max		{1.Te,2.Te}	{3.Te} (7.Te)
fy	min		{1.Te,2.Te}	{4.Te} (6.Te)
	max		{1.Te,2.Te}	{3.Te} (7.Te)
fz	min		{1.Te,2.Te}	{3.Te} (7.Te)
	max		{1.Te,2.Te}	{3.Te} (7.Te)

**Rács/rúdelem igénybevételek**

Rács A rácsrudakban a terhelések hatására  $N_x$  normálerők ébrednek.

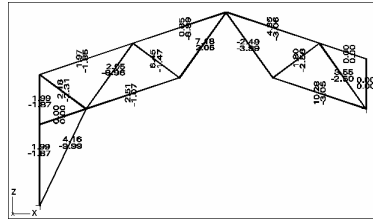
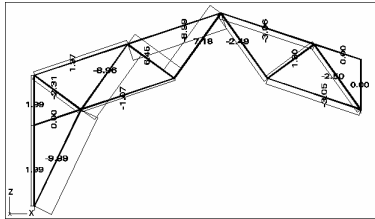


Pozitív előjelű normálerő húzást jelent a rácsrúdban. Burkoló és Mértékadó eredmény feliratozásnál min/max értékek egyidejűleg megjeleníthetők.

Rácsos tartó igénybevételeinek különböző típusú ábrázolása:

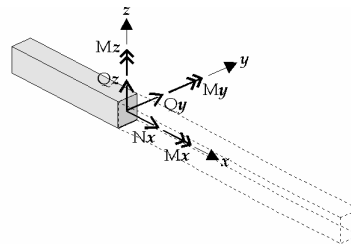
$N_x$  diagram érték felírással

$N_x$  min/max érték felírás



Rúd A terhelések hatására a rudakban az alábbi igénybevételek keletkeznek:  $N_x, Q_y, Q_z, M_x, M_y, M_z$ .

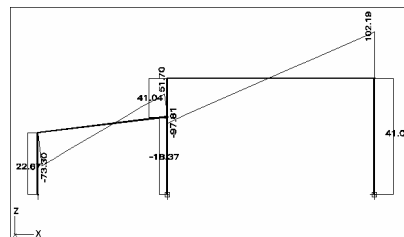
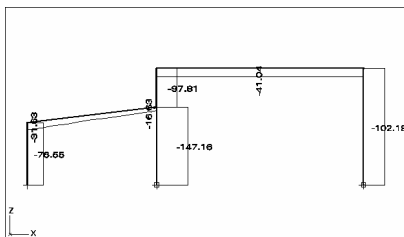
A rúd igénybevételek rúd lokális koordináta-rendszernek megfelelőek. A pozitív előjelek az ábra szerint értelmezettek. Nyomaték diagramok esetén a diagram mindig a húzott oldalra kerül. Értelmezésük ennek megfelelő.



Keret igénybevételeinek különböző típusú ábrázolása:

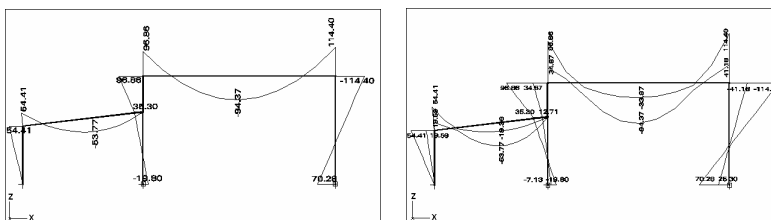
$N_x$  diagram érték felírással

$Q_z$  diagram érték felírással



$M_y$  diagram érték felírással

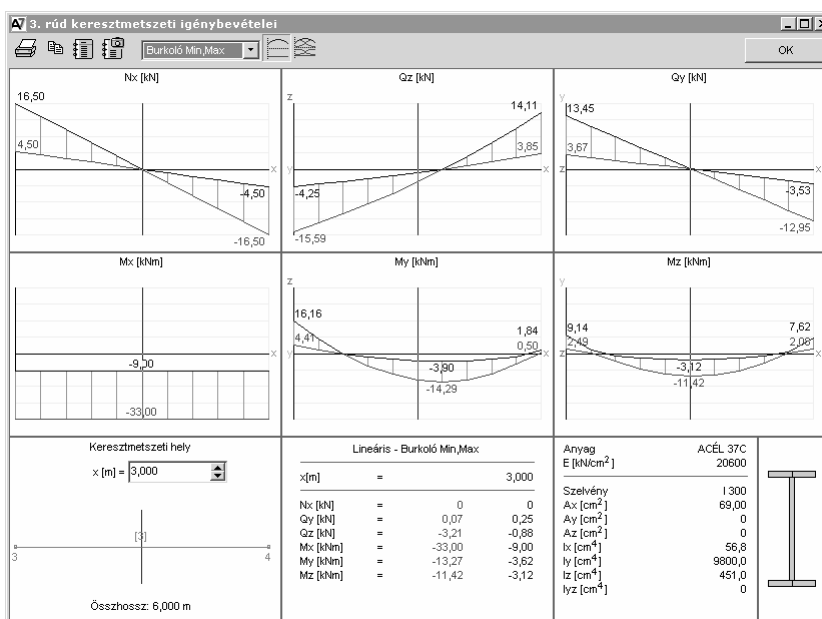
$M_y$  min/max diagram



A kurzorral egy rúdra rákattintva, a rúd közbenső igénybevételi diagramok jelennek meg.

Egyszerre több rúdból álló rúdpoligont is ábrázolhatunk, ha:

- a.) a rudak geometriai tengelyeinek szögeltérése egy adott értéket nem halad meg
- b.) a lokális x tengely iránya megegyezik
- c.) az anyaguk azonos



Az ablakon belül bármely tehereset vagy teherkombináció eredményei lekérdezhetőek. Burkoló esetén a burkolót alkotó függvények megjelenítése ki/be kapcsolható.

A diagramok kék mérővonalainak mozgatásával vagy a szerkesztőmező segítségével a lekérdezés pozícióját állíthatjuk.

**Eredmény táblázatok**

Tehereset ill. teherkombináció kiválasztása esetén táblázatokban a rúd összes keresztmetszetében számított érték megjelenik.

Burkoló ill. mértékadó teherkombináció kiválasztásánál rúdelemként csak a megadott *min/max komponensek* szerinti szélsőértékek jelennek meg. Amennyiben a megtalált szélsőérték csak egy keresztmetszetben fordul elő, úgy az egyidejű igénybevételek is láthatóak. Ellenkező esetben az egyidejű igénybevételek helyén ‘\*’ jelenik meg, és a *Táv (keresztmetszeti hely)* oszlopban az első előfordulás helye látható. tehereset/teherkombináció

Sz	Táv [m]	Nx [kN]	Qy [kN]	Qz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
23	1	L=1.208					
	0.000	14.57	-26.39	-84.96	-5.29	19.01	-9.47
	0.121	14.57	-26.39	-69.90	-5.29	9.66	-6.28
	0.242	14.57	-26.39	-54.80	-5.29	2.13	-3.09
	0.363	14.57	-26.39	-39.69	-5.29	-3.57	0.10
	0.402	14.57	-26.39	-34.72	-5.29	-5.05	1.15
	0.402	-4.26	-26.39	-34.69	-5.29	-5.06	1.15
	0.483	-4.26	-26.39	-24.59	-5.29	-7.45	3.29
	0.604	-4.26	-26.39	-9.48	-5.29	-9.51	6.47
	0.725	-4.26	-26.39	5.62	-5.29	-9.73	9.66
	0.785	-4.26	-26.39	13.16	-5.29	-9.16	11.25
	0.786	-4.26	41.34	13.19	-5.29	-9.16	11.25

0.846	-4.26	41.34	20.73	-5.29	-8.14	8.79
0.967	-4.26	41.34	35.83	-5.29	-4.71	3.86
1.087	-4.26	41.34	50.93	-5.29	0.53	-1.07
1.208	-4.26	41.34	64.03	-5.29	7.62	-6.68

**burkoló igénybevételek**

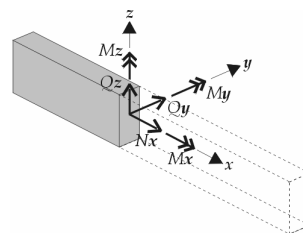
Sz	K	m/m	Eset	Táv [m]	Nx [kN]	Qy [kN]	Qz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
23	1			L=1.208						
	Nx	min	7.Tk	0.000	-21.85					
		max	3.Tk	0.000	24.77					
	Qy	min	9.Tk	0.786		-40.81				
		max	4.Tk	0.786		61.22				
	Qz	min	3.Tk	0.000	24.77	-7.92	-144.43	-8.99	32.32	-2.84
		max	7.Tk	0.000	-21.85	13.19	127.44	7.94	-28.52	4.73
	Mx	min	3.Tk	0.000				-8.99		
		max	7.Tk	0.000				7.94		
	M	min	7.Tk	0.000	-21.85	13.19	127.44	7.94	-28.52	4.73
	y									
		max	3.Tk	0.000	24.77	-7.92	-144.43	-8.99	32.32	-2.84
	Mz	min	4.Tk	0.000	-7.28	-39.58	42.48	2.65	-9.51	3
		max	4.Tk	0.785	11.47	6.65	-52.31	-4.75	-14.72	16.88

**mértékadó teherkombinációk**

Sz	K	m/m	Táv [m]	Nx [kN]	Qy [kN]	Qz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
23	1		L=208						
	Nx	min	1.21	-5.02	38.17	64.00	-5.29	7.49	-5.70
		max	0.00	20.91	-22.99	-87.00	-5.29	19.18	-8.71
	Qy	min	0.00	12.76	-29.79	-89.72	-5.29	20.08	-10.23
		max	1.21	-2.31	43.45	69.74	-5.29	8.03	-6.31
	Qz	min	0.00	16.56	-27.75	-90.94	-5.29	20.17	-9.77
		max	1.21	-2.55	42.40	76.23	-5.29	8.30	-6.19
	Mx	min	0.00				-5.29		
		max	0.00				-5.29		
	My	min	0.79	-3.06	41.13	21.61	-5.29	-12.40	11.47
		max	0.00	16.56	-27.75	-90.94	-5.29	20.17	-9.77
	Mz	min	0.00	12.76	-29.79	-89.72	-5.29	20.08	-10.23
		max	0.79						12.18
Sz	K	m/m	Táv [m]	mértékadó	kombináció				
23	1								
	Nx	min	1.21	[1.Te,2.Te]	{3.Te}				
		max	0.00	[1.Te,2.Te]	{3.Te}				
	Qy	min	0.00	[1.Te,2.Te]	{6.Te}				
		max	1.21	[1.Te,2.Te]	{6.Te}				
	Qz	min	0.00	[1.Te,2.Te]	{6.Te}	(3.Te)			
		max	1.21	[1.Te,2.Te]	{4.Te}	(6.Te)			
	Mx	min	0.00	[1.Te,2.Te]	{3.Te}	(5.Te)			
		max	0.00	[1.Te,2.Te]	{3.Te}	(5.Te)			
	My	min	0.79	[1.Te,2.Te]	{4.Te}	(6.Te)			
		max	0.00	[1.Te,2.Te]	{6.Te}	(3.Te)			
	Mz	min	0.00	[1.Te,2.Te]	{6.Te}				
		max	0.79	[1.Te,2.Te]	{5.Te}				

**Bordaelem igénybevételek**

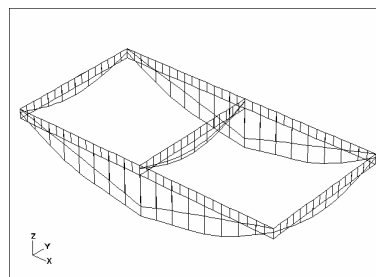
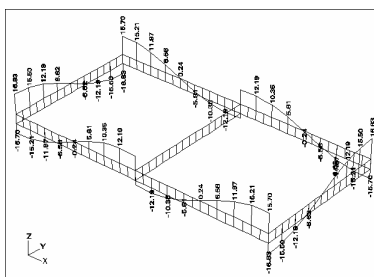
A terhelések hatására a borda elemekben az alábbi igénybevételek keletkeznek:  $N_x$ ,  $Q_y$ ,  $Q_z$ ,  $M_x$ ,  $M_y$ ,  $M_z$ . A borda elem igénybevételek a borda keresztmetszet súlypontjában lévő lokális koordináta-rendszerében adottak. A pozitív előjelek az ábra szerint értelmezettek. Nyomaték diagramok esetén a diagram mindig a húzott oldalra kerül és értelmezésük is ennek megfelelő.



Héjhoz excentrikusan kapcsolt borda esetén a hajlító nyomaték és nyíróerő mellett normálerő is megjelenik mind a héjban mind a bordában. Egyszerre több bordából álló poligont is ábrázolhatunk ha a bordák lokális tengelyeinek szögeltérése egy adott értéket nem halad meg

Borda igénybevételek különböző típusú ábrázolása:

$M_x$  diagram, érték felírással       $M_y$  min/max diagram



Eredmény táblázatok

tehereset/teherkombináció

Sz	Táv	Nx [kN]	Qy [kN]	Qz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
7	3 L=1.000						
	0.0	-28.59	0.05	4.61	1.29	-18.37	0.00
	0.5	-25.01	0.03	6.64	2.03	-14.72	-0.02
	1.0	-21.43	0.01	8.67	2.78	-11.07	-0.05

burkoló

Sz	K	m/m	Eset	Táv	Nx [kN]	Qy [kN]	Qz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]	
4	3	L=1.000									
		Nx	min	2.Tk	0.0	<b>-32.96</b>	0.30	-5.58	-2.57	-18.19	0.18
			max	1.Tk	1.0	<b>-24.15</b>	0.54	-14.12	-8.07	-8.86	0.32
		Qy	min	1.Tk	0.0	-30.91	<b>0.26</b>	-9.15	-6.94	-18.73	0.16
			max	2.Tk	1.0	-24.33	<b>0.64</b>	-9.79	-3.95	-10.40	0.36
		Qz	min	3.Tk	1.0	-24.15	0.54	<b>-14.12</b>	-8.07	-8.86	0.32
			max	2.Tk	0.0	-32.96	0.30	<b>-5.58</b>	-2.57	-18.19	0.18
		Mx	min	1.Tk	0.0	-24.15	0.54	-14.12	<b>-8.07</b>	-8.86	0.32
			max	3.Tk	1.0	-32.96	0.30	<b>-5.58</b>	-2.57	-18.19	0.18
		My	min	1.Tk	0.0	-30.91	0.26	-9.15	-6.94	<b>-18.73</b>	0.16
			max	1.Tk	1.0	-24.15	0.54	-14.12	-8.07	<b>-8.86</b>	0.32
		Mz	min	1.Tk	0.0	-30.91	0.26	-9.15	-6.94	-18.73	<b>0.16</b>
			max	2.Tk	1.0	-24.33	0.64	-9.79	-3.95	-10.40	<b>0.36</b>

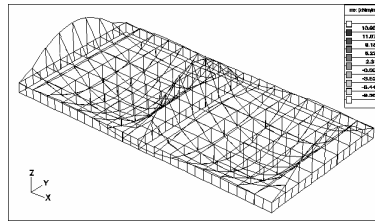
## Felületelem igénybevételek

Igénybevételek A következő igénybevételek keletkeznek az elemek csomópontjaiban pozitív előjelnek megfelelően:

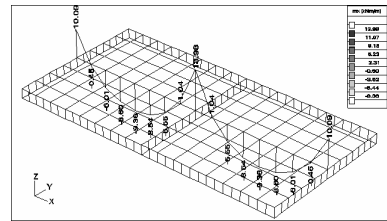
Felületelem	Jel
<p>Tárcsa</p>	$n_x$ $n_y$ $n_{xy}$
<p>Lemez</p>	$m_x$ $m_y$ $m_{xy}$ $q_x$ $q_y$
<p>Héj</p>	$n_x$ $n_y$ $n_{xy}$ $m_x$ $m_y$ $m_{xy}$ $q_x$ $q_y$

Bordázott lemez nyomatókának különböző típusú ábrázolása:

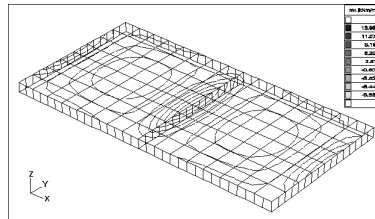
diagram



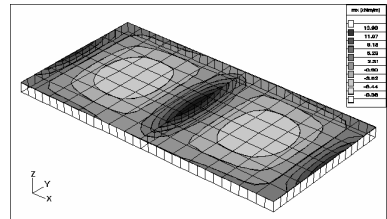
metszet, érték feliratozással



szintvonal



szintfelület



- ☞ Felhívjuk a figyelmet, hogy a lemez nyomatók esetén az  $x$  és  $y$  index a nyomatók metszet irányát, ill. vasalási irányát jelenti. Tehát  $m_x$  nyomatók a lemez lokális  $y$  tengelye körül forog, míg az  $m_y$  nyomatók a lokális  $x$  tengely körül. A lemez nyomatók előjele pozitív, ha az a lemez felső szélén okoz húzást (+lokális  $z$  felőli oldal), és negatív ha a lemez ellentétes szélén okoz húzást.

**Intenzitásváltozás** Minden végelem modell és végelem analízis mérnöki közelítés. A modellben alkalmazott végelemek számától és azok alakjától, a terhelési és peremfeltételektől, és sok más tényezőtől függően, a felvett modell és a közelítések pontossága lehet nagyon jó vagy nagyon rossz. A közelítés pontosságának kiértékeléséhez nyújt segítséget, új analízis elvégzése nélkül, az intenzitásváltozások ábrázolása. Az intenzitásváltozás a számítási eredmények alapján az elemen belüli igénybevétel változások mértékét mutatja, százalékosan, a maximális igénybevételi értékhez viszonyítva. A nagy intenzitásváltozás értékeket mutató elemek környezetét célszerű, a közelítés pontosítása céljából, tovább sűríteni. Az intenzitás változás már elfogadhatónak ítélt mértéke tapasztalati megfontolások alapján állapítható meg.

## Eredmény tehereset/teherkombináció táblázatok

Cspt.	Felület	$n_x$ [kN/m]	$n_y$ [kN/m]	$n_{xy}$ [kN/m]	$m_x$ [kNm/m]	$m_y$ [kNm/m]	$m_{xy}$ [kNm/m]	$q_R$ [kN/m]
1	2. héj	vast.= 0.200 m						
2		62.71	295.73	104.16	8.55	48.35	17.03	45.20
3		-18.84	242.13	197.64	1.53	43.64	17.05	49.83
4		-234.39	234.79	219.31	-4.84	9.73	15.04	24.98
5		-246.30	218.16	210.15	5.11	13.90	13.99	24.10
6	9. héj	-124.87	-72.51	149.75	5.50	46.07	17.00	45.00
7		-124.87	235.93	-34.50	5.50	46.07	17.00	41.47
8		-223.77	223.09	211.27	0.61	11.89	14.58	22.80
9	12. héj	-60.14	255.78	184.33	6.94	31.12	14.81	36.02
10	27. héj	-101.77	249.02	187.66	3.05	28.96	15.07	37.11

## burkoló igénybevételek

Cspt.	K	m/m	Eset	Felület	$n_x$ [kN/m]	$n_y$ [kN/m]	$n_{xy}$ [kN/m]	$m_x$ [kNm/m]	$m_y$ [kNm/m]	$m_{xy}$ [kNm/m]	$q_R$ [kN/m]
1	$n_x$	min	1. Tk	2. héj	vast.= 0.200 m						
		max	1. Tk	2. héj	<b>-48.85</b>	701.98	-26.16	9.36	102.02	18.41	58.15
	$n_y$	min	1. Tk	2. héj	<b>94.39</b>	368.62	45.70	14.32	97.36	11.82	69.86
		max	1. Tk	2. héj	67.97	<b>-213.04</b>	96.15	5.31	44.12	9.66	44.81
	$n_{xy}$	min	1. Tk	2. héj	48.85	<b>701.98</b>	-26.16	9.36	102.02	18.41	58.15
		max	1. Tk	2. héj	81.03	612.36	<b>-93.79</b>	3.33	47.35	8.12	41.32
	$m_x$	min	1. Tk	2. héj	62.71	295.73	<b>104.16</b>	8.55	48.35	17.03	45.20
		max	1. Tk	2. héj	81.03	612.36	<b>-93.79</b>	<b>-3.33</b>	47.35	8.12	41.32
	$m_y$	min	1. Tk	2. héj	88.40	435.05	66.15	<b>16.10</b>	100.54	19.37	68.03
		max	1. Tk	2. héj	<b>-67.97</b>	213.04	96.15	5.31	<b>44.12</b>	9.66	44.81
	$m_{xy}$	min	1. Tk	2. héj	48.85	701.98	-26.16	9.36	<b>102.02</b>	18.41	58.15
		max	1. Tk	2. héj	81.03	612.36	<b>-93.79</b>	3.33	47.35	<b>-8.12</b>	41.32
	$q_R$	min	1. Tk	2. héj	88.40	435.05	66.15	16.10	100.54	<b>19.37</b>	68.03
		max	1. Tk	2. héj	67.79	435.78	-11.31	7.18	50.50	15.44	<b>37.03</b>
					94.39	368.62	45.70	14.32	97.36	11.82	<b>69.86</b>

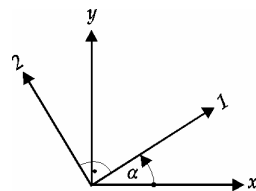
## Fő-igénybevételek

Felületelemeknél meghatározásra kerülnek az  $n_1$ ,  $n_2$ ,  $\alpha_n$ ,  $m_1$ ,  $m_2$ ,  $\alpha_m$  főigénybevételek és  $q_R$  eredő nyíróerő.

Értékeik az alábbiaknak megfelelő előjellel és feltétellel kerülnek kiírásra:

$$m_1 \geq m_2, \quad n_1 \geq n_2$$

A  $-90^\circ < \alpha \leq +90^\circ$  szögértékek a felületelem lokális  $x$  tengelyéhez viszonyítva értendőek.

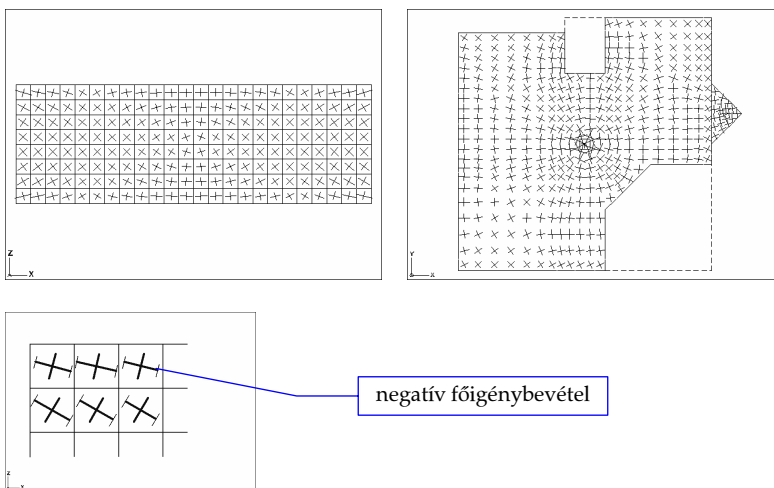


Héj		
	Tárcsa	Lemez
$n_1$	$n_1 = \frac{n_x + n_y}{2} + \sqrt{\left(\frac{n_x - n_y}{2}\right)^2 + n_{xy}^2}$	-
$n_2$	$n_2 = \frac{n_x + n_y}{2} - \sqrt{\left(\frac{n_x - n_y}{2}\right)^2 + n_{xy}^2}$	-
$\alpha_n$	$\text{tg}(2\alpha_n) = \frac{2n_{xy}}{n_x - n_y}$	-
$m_1$	-	$m_1 = \frac{m_x + m_y}{2} + \sqrt{\left(\frac{m_x - m_y}{2}\right)^2 + m_{xy}^2}$
$m_2$	-	$m_2 = \frac{m_x + m_y}{2} - \sqrt{\left(\frac{m_x - m_y}{2}\right)^2 + m_{xy}^2}$
$\alpha_m$	-	$\text{tg}(2\alpha_m) = \frac{2m_{xy}}{m_x - m_y}$
$q_R$	-	$q_R = \sqrt{q_x^2 + q_y^2}$

☞ **Síkbeli alakváltozási állapotú tárcsaelemek esetén  $n_z \neq 0$ , ugyanakkor értéke nem kerül meghatározásra.**

☞ Az igénybevétel értékek megjeleníthetők diagram formában, metszeten, szintvonalakkal, vagy szintfelülettel.

Főirányok ( $\alpha_n, \alpha_m$ ) diagramos ábrázolása esetén az irányoknak megfelelő vektorok jelennek meg, melyek színezése és hossza az adott irányhoz tartozó főigénybevétel szerint változik. A vektor végét egy-egy merőleges vonal zárja le, ha a főigénybevétel érték negatív.



**Eredmény táblázatok** tehereset/teherkombináció

Cspt.	Felület	$n_1$ [kN/m]	$n_2$ [kN/m]	$\alpha_n$ [°]	$m_1$ [kNm/m]	$m_2$ [kNm/m]	$\alpha_m$ [°]
		vast. = 0.200 m					
29		52.01	100.23	43.68	14.10	-3.46	-70.83
30	239. héj	44.77	-109.78	-47.52	14.89	4.96	67.67
31	40. héj	19.34	-156.68	-65.49	5.80	9.86	57.69
31	85. héj	25.76	-202.82	-62.96	4.53	8.26	59.54
31	128. héj	47.19	-105.14	-45.90	14.46	4.19	69.16
32		30.67	130.51	56.46	10.02	-6.99	-64.31
33		25.58	-180.53	64.12	5.14	9.03	58.56
34		30.27	-143.23	-55.26	9.04	-5.53	-67.09
35		31.12	-137.22	-55.69	9.52	-6.24	-65.65

burkoló igénybevétek

Cspt.	Felület	Eset	n1 [kN/m]	n2 [kN/m]	an [°]	m1 [kNm/m]	m2 [kNm/m]	am [°]
329			vast. = 0.200 m					
n1 min	140. héj	2.Tk	246.68	-294.61	68.53	6.74	-15.00	77.65
n1 max	140. héj	1.Tk	348.15	-117.66	61.23	48.51	-3.58	71.95
n2 min	135. héj	2.Tk	253.71	-372.91	66.95	10.65	-9.31	69.03
n2 max	140. héj	1.Tk	348.15	-117.66	61.23	48.51	-3.58	71.95
α_n min	140. héj	3.Tk	283.92	-148.32	57.20	41.71	-1.38	79.84
α_n max	135. héj	1.Tk	318.70	-254.21	69.41	12.78	-20.20	64.32
m1 min	135. héj	2.Tk	246.68	-294.61	68.53	6.74	-15.00	77.65
m1 max	140. héj	1.Tk	348.15	-117.66	61.23	48.51	-3.58	71.95
m2 min	135. héj	3.Tk	318.70	-254.21	69.41	12.78	-20.20	64.32
m2 max	140. héj	3.Tk	283.92	-148.32	57.20	41.71	-1.38	79.84
α_m min	140. héj	1.Tk	323.01	-318.16	68.29	18.75	-13.40	58.27
α_m max	135. héj	2.Tk	278.86	-181.41	58.30	39.42	-5.68	83.74

Vasalási igénybevételek

Felületelemeknél meghatározásra kerülnek az  $n_{xv}$ ,  $n_{yv}$ ,  $m_{xv}$ ,  $m_{yv}$  vasalási (méretezési) normálerők és nyomatékok.

Értékeik az alábbiak szerint kerülnek meghatározásra:

$$n_{xv} = n_x \pm |n_{xy}|, \quad n_{yv} = n_y \pm |n_{xy}|$$

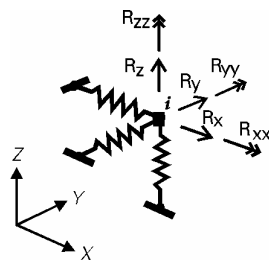
$$m_{xv} = m_x \pm |m_{xy}|, \quad m_{yv} = m_y \pm |m_{xy}|$$

A vasalási igénybevétel értékek megjeleníthetők diagram formában, metszeten, szintvonalakkal, vagy szintfelülettel.

Támaszelem igénybevételek

Positív előjelű elmozdulások pozitív előjelű igénybevételeket keltenek (normálerő és csavaró nyomaték jellegűeket) a támaszelemen. Például a támaszelem (rugó) hosszabbodása húzást okoz.

Az igénybevételek diagram jellegű vagy színezett formában ábrázolhatóak. Diagramos ábrázolásnál csomóponti támaszokon a kiválasztott támaszigénybevétel komponens vektoros formában látható.



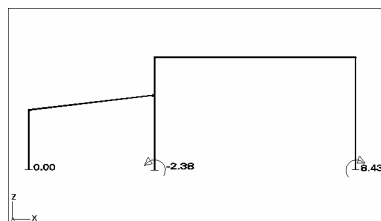
Eredő igénybevételek

Támasz elemeknél meghatározásra kerülnek az  $R_{eR}$ ,  $R_{\theta R}$  eredő támaszerők is. Értékeik az alábbiak szerint kerülnek meghatározásra:

$$R_{eR} = \sqrt{R_{ex}^2 + R_{ey}^2 + R_{ez}^2} \quad R_{\theta R} = \sqrt{R_{\theta x}^2 + R_{\theta y}^2 + R_{\theta z}^2}$$

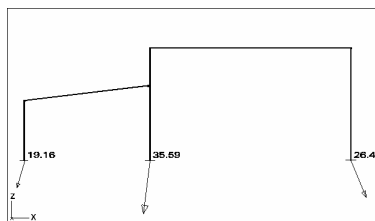
Támasz igénybevételek különböző típusú ábrázolása:

R<sub>yy</sub> támasz nyomaték

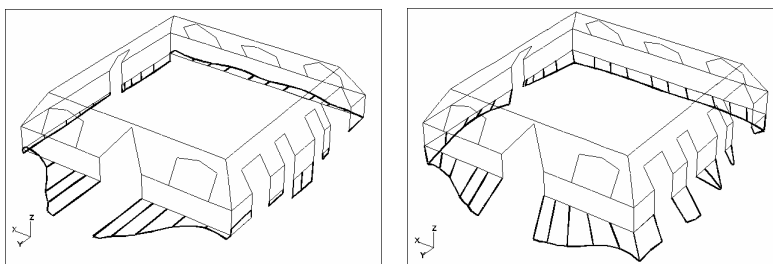


R<sub>y</sub> élmenti támaszerő

R<sub>eR</sub> eredő támaszerők



R<sub>eR</sub> élmenti eredő támaszerő



**Eredmény táblázatok** tehereset/teherkombináció

Cspt	Típus	Rx [kN/m]	Ry [kN/m]	Rz [kN/m]	Rr [kN/m]	Rxx [kNm/m]	Ryy [kNm/m]	Rzz [kNm/m]	Rrr [kNm/m]
1	1 Glob.	195.54	1239.81	250.23	1279.84	-151.60	25.13	0.00	153.67
	88 Glob.	88.76	916.73	-54.03	922.60	-196.24	7.29	0.00	196.37
	13 Glob.	84.60	740.48	-132.44	756.97	-244.16	1.85	0.00	244.17

**burkoló igénybevételek**

Vonal	Típus	K	m/m	Eset	Cspt.	Rx [kN/m]	Ry [kN/m]	Rz [kN/m]	Rr [kN/m]	Rxx [kNm/m]	Ryy [kNm/m]	Rzz [kNm/m]	Rrr [kNm/m]
1 Pe-rem	Élr.	Rx	min	1. Tk	8	60.01	469.89	-114.82	487.42	-270.51	1.36	0.00	270.51
			max	1. Tk	8	107.90	373.79	-122.55	407.90	-287.43	2.36	0.00	287.44
	Ry	min	1. Tk	8	90.95	307.03	-125.53	343.94	-287.14	1.61	0.00	287.15	
		max	1. Tk	8	81.03	524.49	-103.68	540.74	-260.46	1.92	0.00	260.46	
	Rz	min	3. Tk	5	90.95	307.03	-125.53	343.94	-287.14	1.61	0.00	287.15	
		max	1. Tk	8	93.94	447.87	-99.94	468.40	-271.32	1.65	0.00	271.33	
	Rxx	min	3. Tk	5	90.95	307.03	-125.53	343.94	-287.14	1.61	0.00	287.15	
		max	1. Tk	8	81.03	524.49	-103.68	540.74	-260.46	1.92	0.00	260.46	
	Ryy	min	1. Tk	8	107.90	373.79	-122.55	407.90	-287.43	2.36	0.00	287.44	
		max	3. Tk	5	81.03	524.49	-103.68	540.74	-260.46	1.92	0.00	260.46	
	Rzz	min	1. Tk	8	74.93	386.76	-107.77	408.42	-276.45	1.00	0.00	276.46	
		max	1. Tk	8	107.90	373.79	-122.55	407.90	-287.43	2.36	0.00	287.44	

**Rács/rúdelem feszültségek**

Rács A rácsrudakban az alábbi feszültség értékeket kapjuk meg:

$$S_x = \frac{N_x}{A_x}$$

Pozitív előjelű feszültség húzást jelent a rácsrúdban. Burkoló és mértékadó eredmény feliratozásnál min/max értékek egyidejűleg megjeleníthetők.

Rácsrúd feszültségek megjelenítése azonos a rácsrúd igénybevétel ábrázolási módjaival (diagram/szintvonal).

Rúd/borda A rúd/borda egy keresztmetszetében az alábbi feszültség értékeket kapjuk meg:

$$S_{x,i} = \frac{N_x}{A_x} + \frac{M_y \cdot I_z + M_z \cdot I_{yz}}{I_y \cdot I_z - I_{yz}^2} \cdot z_i - \frac{M_z \cdot I_y + M_y \cdot I_{yz}}{I_y \cdot I_z - I_{yz}^2} \cdot y_i$$

ahol  $y_i, z_i$  a keresztmetszethez rendelt feszültség számítási pontok előjeles súlyponti koordinátái.

Pozitív előjelű feszültség húzást jelent a keresztmetszetben.

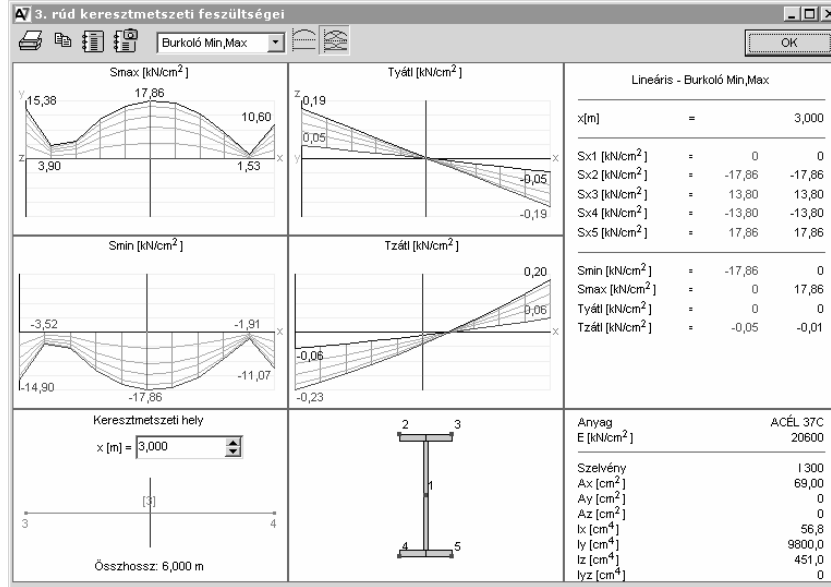
$$T_{y,átlag} = \frac{T_y}{A_x}, \quad T_{z,átlag} = \frac{T_z}{A_x}$$

A rudak keresztmetszeti feszültségeinek megjelenítése azonos a rúd igénybevétel ábrázolási módjaival.

Az  $S_{x,i}$  keresztmetszeti feszültségek közül az  $S_{min}$ ,  $S_{max}$  értékeket jeleníti meg a program diagram/szintvonal formában.

A kurzorral egy rúdra rákattintva, a rúd közbenső keresztmetszetek  $S_{min}$ ,  $S_{max}$ ,  $T_{y,átlag}$ ,  $T_{z,átlag}$  diagramjai jelennek meg.

Egyszerre több rúdból álló rúdpoligont is ábrázolhatunk, ha fennállnak az 5.1.6. pontban leírt, igénybevétel diagramra vonatkozó feltételek.



Az ablakon belül bármely tehereset vagy teherkombináció eredményei lekérdezhetők. Burkoló esetén a burkolót alkotó függvények megjelenítése ki/be kapcsolható.

A diagramok kék mérővonalainak mozgatásával vagy a szerkesztőmező segítségével a lekérdezés pozícióját állíthatjuk.

#### Eredmény táblázatok

Bármely keresztmetszet feszültség értékei lekérdezhetők.

Tehereset ill. teherkombináció kiválasztása esetén táblázatokban a rúd összes keresztmetszetében számított érték megjelenik.

Burkoló ill. mértékadó teherkombináció kiválasztásánál rúdelemenként csak a megadott *min/max komponensek* szerinti szélsőértékek jelennek meg. Amennyiben a megtalált szélsőérték csak egy keresztmetszetben fordul elő, úgy az egyidejű feszültségek is láthatóak. Ellenkező esetben az egyidejű feszültségek helyén '\*' jelenik meg, és a *Táv (keresztmetszeti hely)* oszlopban az első előfordulás helye látható.

#### tehereset/teherkombináció

Sz	Táv [m]	$s_{min}$ [kN/cm <sup>2</sup> ]	$s_{max}$ [kN/cm <sup>2</sup> ]	$t_{y,átl}$ [kN/cm <sup>2</sup> ]	$t_{z,átl}$ [kN/cm <sup>2</sup> ]	
14	5	L=3,385				
		0.000	1.45	2.19	-2.37	0.69
		0.338	0.71	2.64	-2.37	0.69
		0.677	-1.12	3.27	-2.37	0.69
		1.015	-2.87	3.73	-2.37	0.69
		1.354	-4.75	4.40	-2.37	0.69
		1.692	-6.26	5.06	-2.37	0.69
		2.031	-8.83	5.69	-2.37	0.69
		2.370	-11.18	6.32	-2.37	0.69
		2.708	-13.45	6.91	-2.37	0.69
		3.047	-15.69	7.79	-2.37	0.69
		3.385	-16.26	8.43	-2.37	0.69

#### burkoló igénybevételek

Sz.	K	m/m	Eset	Táv [m]	$S_{min}$ [kN/cm <sup>2</sup> ]	$S_{max}$ [kN/cm <sup>2</sup> ]	$T_{y,átl}$ [kN/cm <sup>2</sup> ]	$T_{z,átl}$ [kN/cm <sup>2</sup> ]	
3	1	Smin	min	3. Tk	3	-12,08	11,69	0	0,01

	max	2. Tk	0,6	-1,02	0,82	0	-0,44
Smax	min	2. Tk	0,6	-1,02	0,82	0	-0,44
	max	3. Tk	3	-12,08	11,69	0	0,01
Tyátl	min	1. Tk	0			0	
	max	3. Tk	0			0	
Tzátll	min	3. Tk	0	-9,61	9,22	0	-1,09
	max	3. Tk	6	-10,28	9,89	0	1,11

**mértékadó teherkombinációk**

Sz.	K	m/m	Eset	Táv [m]	Smin [kN/cm2]	Smax [kN/cm2]	Tyátl [kN/cm2]	Tzátll [kN/cm2]
1	1			L=6,000				
		Smin	min	1. Tk	0	-11,73	5,12	0,32
			max	1. Tk	3	-3,55	-2,93	0,13
		Smax	min	1. Tk	3	-3,55	-2,93	0,13
			max	1. Tk	0	-11,73	5,12	0,32
		Tyátl	min	1. Tk	0			0
			max	1. Tk	0			0
		Tzátll	min	1. Tk	6	-4,61	-1,76	-0,07
			max	1. Tk	0	-11,73	5,12	0,32

**Felületelem feszültségek**

Feszültségek

A program az alábbi feszültség komponenseket számítja ki az elem csomópontjainak felső, középső és alsó szálában:

komponens	Tárcsa	Lemez	Héj
$S_{xx}$	$s_{xx} = \frac{n_x}{t}$	$s_{xx} = \pm \frac{6}{t^2} \cdot m_x$	$s_{xx} = \frac{n_x}{t} \pm \frac{6}{t^2} \cdot m_x$
$S_{yy}$	$s_{yy} = \frac{n_y}{t}$	$s_{yy} = \pm \frac{6}{t^2} \cdot m_y$	$s_{yy} = \frac{n_y}{t} \pm \frac{6}{t^2} \cdot m_y$
$S_{xy}$	$s_{xy} = \frac{n_{xy}}{t}$	$s_{xy} = \pm \frac{6}{t^2} \cdot m_{xy}$	$s_{xy} = \frac{n_{xy}}{t} \pm \frac{6}{t^2} \cdot m_{xy}$
$S_{xz}$		$s_{xz} = \frac{3q_{xz}}{2t}$	$s_{xz} = \frac{3q_{xz}}{2t}$
$S_{yz}$		$s_{yz} = \frac{3q_{yz}}{2t}$	$s_{yz} = \frac{3q_{yz}}{2t}$

☞ Síkbeli alakváltozási állapotú tárcsaelemek esetén  $s_{zz} \neq 0$ .

A program  $S_{zz}$  értékét az alábbi képlet szerint számítja:

$$s_{zz} = \nu \cdot (s_{xx} + s_{yy})$$

Felhívjuk a figyelmet, hogy a nyomatékok esetén az  $x$  és  $y$  index a nyomaték metszeterányát jelenti. Tehát  $m_x$  nyomaték a lemez lokális  $y$  tengelye körül forgat, míg az  $m_y$  nyomaték a lokális  $x$  tengely körül.

Összehasonlító feszültség

Felület elemeknél meghatározásra kerül a Von Mises összehasonlító feszültség is az alábbiak szerint:

$$s_{\sigma} = \sqrt{0.5 [(s_{xx} - s_{yy})^2 + (s_{yy} - s_{zz})^2 + (s_{zz} - s_{xx})^2] + 3(s_{xy}^2 + s_{yz}^2 + s_{zx}^2)}$$

☞ A feszültség értékek megjeleníthetők diagram formában, metszeten, szintvonalakkal, vagy szintfelülettel.

## Eredmény táblázatok tehereset/teherkombináció

Cspt.	Felület	Poz.	Sxx [kN/cm <sup>2</sup> ]	Syy [kN/cm <sup>2</sup> ]	Sxy [kN/cm <sup>2</sup> ]	Sxz [kN/cm <sup>2</sup> ]	Syz [kN/cm <sup>2</sup> ]	S <sub>0</sub> [kN/cm <sup>2</sup> ]
1241	431. héj	F	-2.71	-5.81	11.24	0.00	0.00	20.11
		A	-0.52	1.49	1.66	-7.29	1.25	13.26
		K	1.67	8.78	-7.92	0.00	0.00	15.92
1241	432. héj	F	-2.71	-5.81	-11.24	0.00	0.00	20.11
		A	-0.52	1.49	-1.66	-7.29	-1.25	13.26
		K	1.67	8.78	7.92	0.00	0.00	15.92
2857	F	F	-1.78	-4.04	-6.50	0.00	0.00	11.78
		A	0.00	1.08	-1.50	-3.51	-0.76	6.83
		K	1.79	6.20	3.49	0.00	0.00	8.19
2890	F	F	-2.53	-4.47	-6.31	0.00	0.00	11.60
		A	-1.02	1.86	-1.42	-3.92	-1.64	8.16
		K	0.49	8.18	3.47	0.00	0.00	9.96

### burkoló feszültségek

Cspt.	K	m/m	Eset	Felület	Poz.	Sxx [kN/cm <sup>2</sup> ]	Syy [kN/cm <sup>2</sup> ]	Sxy [kN/cm <sup>2</sup> ]	Sxz [kN/cm <sup>2</sup> ]	Syz [kN/cm <sup>2</sup> ]	S <sub>0</sub> [kN/cm <sup>2</sup> ]
1241	Sxx	min	3. tk.	11. héj	F	<b>-4.97</b>	-13.49	-5.33	0.00	0.00	15.00
		max	1. tk.	7. héj	A	<b>3.96</b>	16.28	3.26	0.00	0.00	15.75
	Syy	min	1. tk.	11. héj	K	<b>-4.97</b>	-13.49	-5.33	0.00	0.00	15.00
		max	2. tk.	9. héj	F	3.96	<b>16.28</b>	3.26	0.00	0.00	15.75
	Sxy	min	1. tk.	11. héj	A	-2.71	-5.81	<b>-11.24</b>	0.00	0.00	20.11
		max	3. tk.	11. héj	K	-2.71	-5.81	<b>11.24</b>	0.00	0.00	20.11
	Sxz	min	3. tk.	2. héj	F				<b>-7.29</b>		
		max	2. tk.	11. héj	A				<b>0.00</b>		
	Syz	min	1. tk.	1. héj	K	-0.51	1.39	-1.04	-4.15	<b>-2.98</b>	9.19
		max	1. tk.	1. héj	F	-0.52	1.36	1.04	-4.15	<b>2.97</b>	9.18
	S <sub>0</sub>	min	1. tk.	11. héj	A						<b>9.18</b>
		max	2. tk.	11. héj	K						<b>20.11</b>

### mértékadó feszültségek

Cspt.	K	m/m	Eset	Felület	Poz.	Sxx [kN/cm <sup>2</sup> ]	Syy [kN/cm <sup>2</sup> ]	Sxy [kN/cm <sup>2</sup> ]	Sxz [kN/cm <sup>2</sup> ]	Syz [kN/cm <sup>2</sup> ]	S <sub>0</sub> [kN/cm <sup>2</sup> ]	mértékadó
1241	Sxx	min	3. tk.	11. héj	F	<b>-8.95</b>	-12.58	-8.76	0.00	0.00	18.32	[1.Te] {2.Te}
		max	1. tk.	7. héj	A	<b>6.58</b>	19.19	2.62	0.00	0.00	14.37	[1.Te]
	Syy	min	1. tk.	11. héj	K	<b>-8.95</b>	-12.58	-8.76	0.00	0.00	18.00	[1.Te] {3.Te}
		max	2. tk.	9. héj	F	6.58	<b>19.19</b>	2.62	0.00	0.00	14.37	[1.Te] {2.Te}
	Sxy	min	1. tk.	11. héj	A	-8.95	-12.58	<b>-8.76</b>	0.00	0.00	18.00	[1.Te] {3.Te}
		max	3. tk.	11. héj	K	-5.44	-9.42	<b>1.44</b>	0.00	0.00	16.33	[1.Te] {3.Te}
	Sxz	min	3. tk.	2. héj	F				<b>-7.01</b>			[1.Te] {2.Te}
		max	2. tk.	11. héj	A				<b>0.00</b>			[1.Te]
	Syz	min	1. tk.	1. héj	K	-1.18	3.31	-3.07	-3.00	<b>-4.95</b>	15.00	[1.Te] {3.Te}
		max	1. tk.	1. héj	F	-0.26	2.41	2.98	-7.01	<b>4.64</b>	15.65	[1.Te] {2.Te}
	S <sub>0</sub>	min	1. tk.	11. héj	A						<b>7.51</b>	[1.Te]
		max	2. tk.	11. héj	K						<b>22.96</b>	[1.Te]

## Hatásábrák

A 'P<sub>x</sub>', 'P<sub>y</sub>', 'P<sub>z</sub>' egységterheléshez számított igénybevételi hatásábrákat kérdezhetjük le grafikus és numerikus formában. Az egységterhelés a globális koordináta tengelyek pozitív irányába mutatnak.

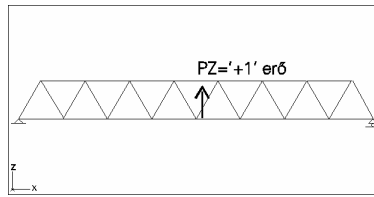
A hatásábra ordinátái adják az ordináta helyén működő '+1' erő által a hatásábrához tartozó keresztmetszetben keletkező igénybevétel értékeit.

## Rácsrúd

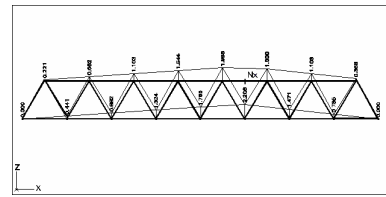
A csomópontra kattintva megjelenik a rácsrúdon előforduló abszolút értékben legnagyobb ordináta.

Rácsrúd hatásábra ábrázolása:

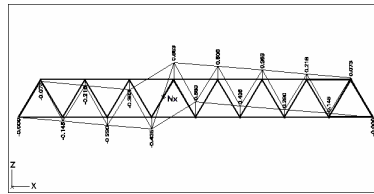
Z irányú '1' erő értelmezése



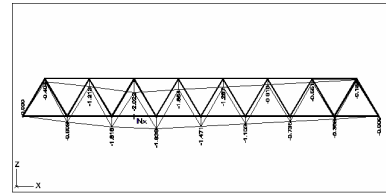
Egy felső övrúd hatásábrája



Egy rácsrúd hatásábrája



Egy alsóöv hatásábrája

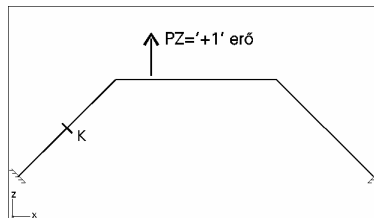


Rúd

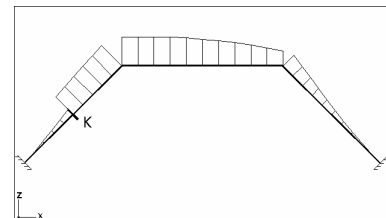
A rúdelemre kattintva a lekérdező ablakban megjelenik a rúdelemen előforduló abszolútértékben legnagyobb ordináta értéke.

Rúderő hatásábrák ábrázolása:

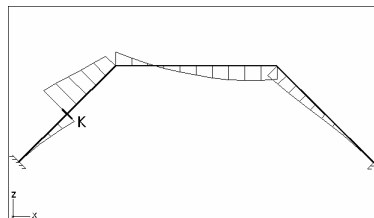
Z irányú '1' erő értelmezése



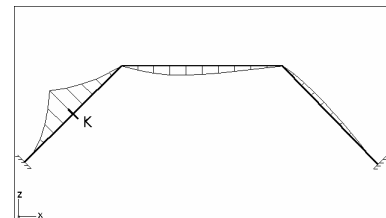
Nx hatására



Qz hatására



My hatására



### Kiegyensúlyozatlan terhek

Táblázatkezelő

Fájl Szerkesztés Formátum Dokumentáció Súgó

EREDMÉNYEK

Lineáris vizsgálat

Csomóponti

Elmozdulások

Igénybevételek

Feszültségek

Kiegyensúlyozatlan te

Rugalmassági modulu

KÖHVTÁRAK

Anyagtár

Szelvénytár

Kiegyensúlyozatlan terhek

	Név	Erők	F <sub>x</sub> [kN]	F <sub>y</sub> [kN]	F <sub>z</sub> [kN]	M <sub>x</sub> [kNm]	M <sub>y</sub> [kNm]	M <sub>z</sub> [kNm]
1	Hasznos	K	0	0	-720,00	-2160,00	2160,00	0
		KIE	0	0	0	0	0	0
2	Önsúly	K	0	0	-423,79	-1907,06	1271,38	0
		KIE	0	0	0	0	0	0
3	Burkolat	K	0	0	72,00	324,00	-216,00	0
		KIE	0	0	0	0	0	0
4	Hasznos2	K	0	0	-180,00	-540,00	540,00	0
		KIE	0	0	0	0	0	0

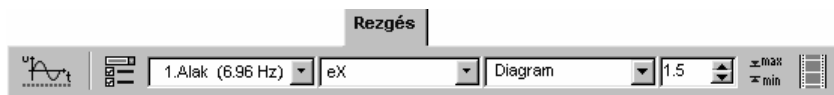
OK Mégsem

Teheresetenként kiszámításra kerül minden külső erő, eredőjének X, Y, Z, XX, YY, ZZ komponense a globális koordináta rendszerben, ezek a K jelű sorban jelennek meg. A táblázatban minden teheresethez egy ellenőrző sor tartozik (KIE), mely mutatja a kiegyensúlyozatlan csomópontra jutó terhek eredőit a globális koordináta rendszerben. Ha az itt látható érték nem 0, akkor a külső erők egy része nem a támaszokat

terheli. Ez akkor fordulhat elő, ha egy csomóponti szabadságfokot az erő irányában letiltunk.

☞ *Célszerű az egyensúlyt minden számítás után ellenőrizni.*

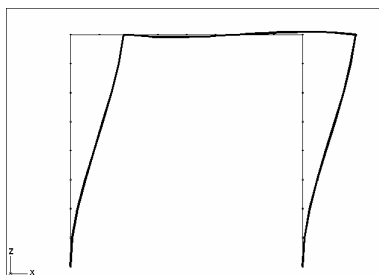
## 5.2. Rezgés



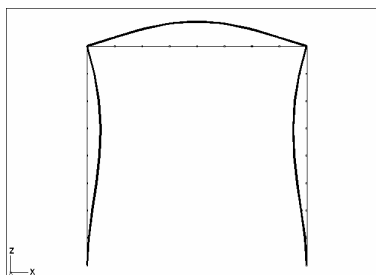
A rezgés vizsgálat eredményei kérdezhetők le. Választhatunk a számított rezgésalakok közül és ezeket grafikusán és numerikusan ábrázolhatjuk. A rezgésalakok tömeg szerint normalizáltak.

Rezgésalakok ábrázolása:

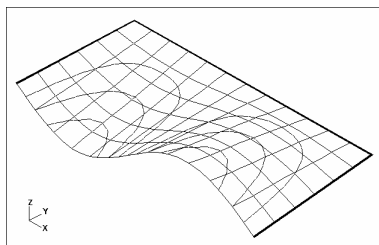
keret, első rezgésalak



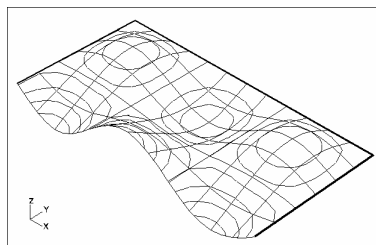
keret, második rezgésalak



lemez, második rezgésalak



lemez, hatodik rezgésalak



Az információs ablakban a következő adatok jelennek meg:

**f:** frekvencia [Hz]  
 **$\omega$ :** körfrekvencia [1/s]  
**T:** periódusidő [s]  
**S.é.:** sajátérték  
**Hiba:** megoldás relatív hibája  
**Iterációk száma:** a megoldáskor végrehajtott iterációk száma

☞ *A vizsgálat egyszerre egy teheresetre vagy teherkombinációra végezhető el, de a program eltárolja az összes vizsgálat eredményét.*

Eredmény  
táblázatok

rezgésalak

Csp.	eX	eY	eZ	fX	fY	fZ
1	0.00	0.00	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
2	-0.35	2.35	-1.31	-0.3612	0.0675	0.0968
3	-0.01	0.04	-0.02	-0.0858	0.0128	0.0230
4	-0.02	0.15	-0.08	-0.1590	0.3498	0.0426
5	-0.05	0.32	-0.18	-0.2196	0.2312	0.0588
6	-0.08	0.54	-0.30	-0.2681	-0.3456	0.0718

összes rezgésalak

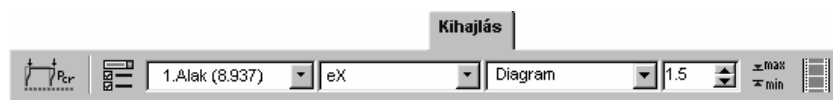
Csp.	Alak	eX	eY	eZ	fX	fY	fZ
1	1	-0.35	2.35	-1.31	-0.3612	0.0675	0.0968
	2	-0.01	0.04	-0.02	-0.0858	0.0128	0.0230
	3	-0.02	0.15	-0.08	-0.1590	0.3498	0.0426

4	-0.05	0.32	-0.18	-0.2196	0.2312	0.0588	
5	-0.03	0.34	-0.24	-0.4456	0.2378	0.0345	
6	-0.02	0.54	-0.30	-0.2681	-0.3456	0.0718	
2	1	-0.08	0.54	-0.30	-0.2681	-0.3456	0.0718
	2	2.62	0.00	-0.70	-0.0484	0.3239	-0.1806
	3	0.35	-2.34	1.30	1.2556	-0.0000	-0.3364
	4	0.35	-2.31	1.29	2.0717	0.0000	-0.5551
	5	-2.61	0.00	0.70	0.1682	-1.1257	0.6277
	4	-1.50	0.42	-0.85	-0.2761	0.13512	0.0544

frekvenciák

f [Hz]	T [s]	$\omega$ [rad/s]	S.é.	Hiba	
1	6,96	0,14	43,71	1910,92	3,67E-12
2	27,35	0,04	171,86	29536,23	7,79E-14
3	44,69	0,02	280,81	78854,88	2,28E-12
4	48,09	0,02	302,18	91313,24	6,02E-13
5	95,71	0,01	601,39	361669,29	2,89E-07
6	118,54	0,01	744,83	554778,77	1,80E-08

5.3. Kihajlás

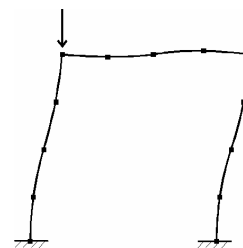


A kihajlásvizsgálat eredményei kérdezhetők le.

A kihajlási alak grafikus és numerikus formában is ábrázolható.

Az információs ablakban a következő adatok jelennek meg:

- N<sub>kr</sub>:** rugalmas síkbeli kihajláshoz tartozó kritikus teher paraméter
- Hiba:** megoldás relatív hibája
- Iteráció:** elvégzett iterációk száma



*A vizsgálat egyszerre egy teheresetre vagy teherkombinációra végezhető el, de a program eltárolja az összes vizsgálat eredményét.*

5.4. Vasbeton

tervezés

5.4.1. Felületvasalás számítás



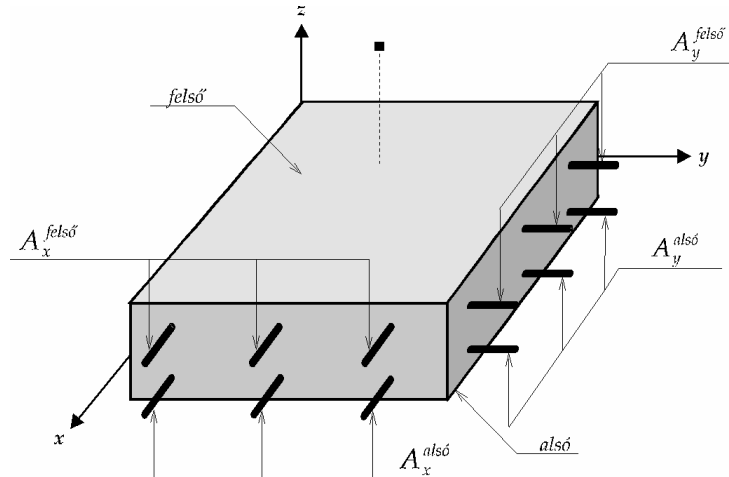
Felütszerkezetek vasalása az alábbi szabványok szerint számítható:

- MSz:** lemez, tárcsa, héj vasalás III. fesz. állapot szerint
- Eurocode 2:** lemez, tárcsa, héj vasalás , III. fesz. állapot szerint
- DIN 1045:** lemez, tárcsa, héj vasalás , III. fesz. állapot szerint
- DIN 1045-1:** lemez, tárcsa, héj vasalás , III. fesz. állapot szerint

Vasalási irányoknak a tárcsa, lemez illetve héj elem lokális koordinárendszerének *x, y* irányait tekintjük. MSz és Eurocode2 esetén a méretezési (vasalási) nyomatók illetve normálerő párokat a **kötött irányú optimális vasalás tervezés** alapján állapítjuk meg.

*Nem kerül meghatározásra a keresztmetszeti minimális vasmennyiség. A*

*minimális vasalási érték alatti vasmennyiségek tájékoztató jellegűek, nem a gyengén vasaltság figyelembevételével kerülnek meghatározásra.*



Ábrázolható  
eredmény kom-  
ponensek

$m_{xv}$ ,  $m_{yv}$ ,  $n_{xv}$ ,  $n_{yv}$  méretezési igénybevételek  
 $a_{xa}$ , x irányú számított alsó vasalás  
 $a_{ya}$ , y irányú számított alsó vasalás  
 $a_{xf}$ , x irányú számított felső vasalás  
 $a_{yf}$ , y irányú számított felső vasalás  
 $x_a$  x irányú tényleges vasalás  
 $y_a$  y irányú tényleges vasalás  
 $x_f$  x irányú tényleges vasalás  
 $y_f$  y irányú tényleges vasalás  
 $am_{(a)}$  repedéstágasság az alsó vasalás tengelyében  
 $am_{(f)}$  repedéstágasság az felső vasalás tengelyében  
 $amsz_{(a)}$  repedéstágasság a lemez alsó szélén  
 $amsz_{(f)}$  repedéstágasság a lemez felső szélén  
 $aR_{(a)}$  repedés kép a lemez alsó felén  
 $aR_{(f)}$  repedés kép a lemez felső felén

Vasalási  
paraméterek

Vasalás számításhoz az alábbi vasalási paramétereket kell hozzárendelni az elemekhez:



**Felületvasalási paraméterek (MSz (Magyar))**

**Anyagok**

Beton: BETON C25

Betonacél: B 60.40

Vastagság (h) [cm]: 25,0

Kedvezőtlen külpontosság (N > 0): 0 \* h

Kedvezőtlen külpontosság (N < 0): 0 \* h

**Betonfedés**

$x_{felső}$  [cm]: 2,0       $y_{felső}$  [cm]: 3,6

$x_{alsó}$  [cm]: 2,0       $y_{alsó}$  [cm]: 3,6

Felvesz >>      OK      Mégsem

Beton      anyag típus

Betonacél      anyag típus

h      a számításnál figyelembevett teljes vastagság.

$x_{alsó}$ ,  $y_{alsó}$ ,  
 $x_{felső}$ ,  $y_{felső}$       betontakarás (betontakarás < h/2)

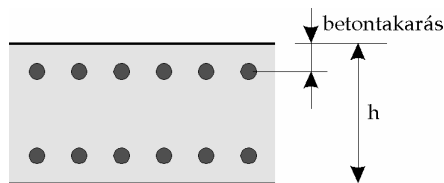
**MSz és Eurocode2 esetén**

kedvezőtlen külpontosság növekmény szorzója, ha  $n_v < 0$

kedvezőtlen külpontosság növekmény szorzója, ha  $n_v > 0$

A  $h$  vastagság függvényében megadott külpontosság növekményét a program hozzáadja a normálerő-nyomaték értékpárból számított külpontossághoz úgy, hogy annak értékét növelje.

☞ **Betontakarás a beton széle és a betonacél tengelyvonalának távolsága.**

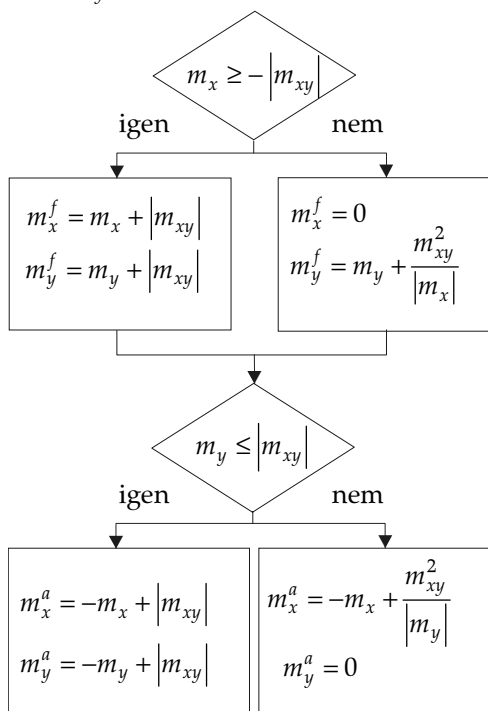


Lemez  
(MSz,  
Eurocode2)

Ha az  $m_x, m_y, m_{xy}$  igénybevételek adottak egy pontban, akkor a méretezési normálerők az alábbiak:

A tartalék nyomaték optimum:  $\Delta m_2 = 0$   
 $\Delta m_1 = \min!$

$$m_x \geq m_y$$



A program kiszámítja a keresztmetszet szükséges húzott ill. nyomott vasmenyiségeit.

Eredményként egy pontban az alábbi értékeket kapjuk:

$$axa, axf, aya, ayf$$

x irányban a teljes vasalás:  $A_x = axa + axf$

y irányban a teljes vasalás:  $A_y = aya + ayf$

☞ **“A keresztmetszet nem bevasalható” hibajelzést kapunk az alábbi esetekben.**

**MSz**

A méretezési nyomaték nagyobb mint  $1.75 \cdot M_{R0}$ , ahol  $M_{R0}$  a nyomott vas nélküli kmt. max. teherbírása

**Eurocode 2**

$A_s^{alsó} + A_s^{felső} > 0,04A_c$ , ahol  $A_c$  a betonkeresztmetszet területe

**Eredmény táblázatok**

Jelölések a táblázatban:  
 (-) nyomott vasalás  
 ??? a keresztmetszet azon irányban nem bevasalható  
 A húzott vasalást a program külön szimbólummal nem jelzi.  
 tehereset/teherkombináció

Cspt	Felület	axa [mm2/m]	aya [mm2/m]	axf [mm2/m]	ayf [mm2/m]
51		2063	1014	52	0
52		750	816	673	0
53		1062	3305	1225	464 (-)
54	87. lem.	2834	2834	0	0
54	221. lem.	1382	???	359	0
54	158. lem.	701	3265	758	423 (-)
54	96. lem.	2009	3230	701	389 (-)
55		2147	2932	0	91 (-)
56		1486	3267	387	426 (-)

**burkoló**

Cspt	Felület	Eset	axa [mm2/m]	aya [mm2/m]	axf [mm2/m]	ayf [mm2/m]
43						
axa max	68. lem.	1.Tk	2876			
aya max	284. lem.	4.Tk		2370		
axf max	163. lem.	3.Tk			289	
ayf max	171. lem.	3.Tk				206

**mértékadó**

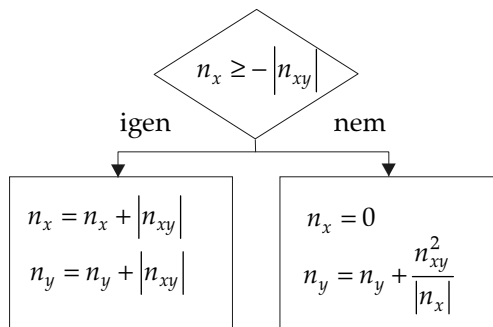
Cspt	Felület	axa [mm2/m]	aya [mm2/m]	axf [mm2/m]	ayf [mm2/m]	Mértékadó kombináció
59						
axa max	159. lem.	2154				[ 1.te,2.te] {3.te} (5.te)
aya max	72. lem.		2416			[ 1.te,2.te] {4.te}
axf max	241. lem.			895		[ 1.te,2.te] {3.te} (6.te)
ayf max	93. lem.				766	[ 1.te,2.te] {6.te} (7.te)

Tárcsa  
(MSz,  
Eurocode2)

Vasalás számítás csak síkbeli feszültség állapotú tárcsákhoz kérhető.  
 Ha,  $n_x, n_y, n_{xy}$  igénybevételek adottak egy pontban, akkor a méretezési normálerők az alábbiak:

A tartalék normálerő optimum:  $\Delta n_2 = 0$   
 $\Delta n_1 = \min!$

$n_y > n_x$



A program kiszámítja a kmt. szükséges húzott ill. nyomott vasmenynyiségeit. Nyomott vasmenynyiséget csak azon pontokban kapunk amelyekben a méretezési nyomóerő nagyobb mint a beton nyomási határteherbírása.

☞ "A keresztmetszet nem bevasalható" hibajelzést kapunk az alábbi esetekben.

**MSz**

A méretezési tárcsaerőkből számított nyomott vasak teherbírása meghaladja a nyomott beton teherbírását ( $A_s \cdot R_{su} \geq A_b \cdot R_{bu}$ )

**Eurocode 2**

$$A_s^{alsó} + A_s^{felső} > 0,04A_c, \text{ ahol } A_c \text{ a betonkeresztmetszet területe}$$

Eredményként egy pontban az alábbi értékeket kapjuk:

$$axa, axf, aya, ayf$$

x irányban a teljes vasalás:  $A_x = axa + axf$

y irányban a teljes vasalás:  $A_y = aya + ayf$

☞ **Az  $A_x$  vasalás értelmezése a 4.0 verzióhoz képest megváltozott!**  
**A keresztmetszethez szükséges teljes vasmennyiség az  $A_{xa} + A_{xf}$  összegből kapható meg.**

**Eredmény táblázatok** Jelölések a táblázatban:  
 (-) nyomott vasalás  
 ??? a keresztmetszet azon irányban nem bevasalható  
 A húzott vasalást a program külön szimbólummal nem jelzi.

**tehereset/teherkombináció**

Cspt	Felület	axa [mm2/m]	aya [mm2/m]	axf[mm2 /m]	ayf [mm2/m]
51		2063	1014	52	0
52		750	816	673	0
53		1062	3305	1225	464 (-)
54	87. tcs.	2834	2834	0	0
54	221. tcs.	1382	???	359	0
54	158. tcs.	701	3265	758	423 (-)
54	96. tcs.	2009	3230	701	389 (-)
55		2147	2932	0	91 (-)
56		1486	3267	387	426 (-)

**burkoló**

Cspt	K	m/m	Felület	Eset	axa [mm2/m]	aya [mm2/m]	axf [mm2/m]	ayf [mm2/m]
43								
axa	min.	51. lem.	7.Tk		2876			
	max.	68. lem.	2.Tk		2876			
aya	min.	718. lem.	1.Tk			2370		
	max.	284. lem.	4.Tk			2370		
axf	min.	23. lem.	1.Tk				289	
	max.	163. lem.	3.Tk				289	
ayf	min.	44. lem.	1.Tk					206
	max.	171. lem.	3.Tk					206

**mértékadó**

Cspt	K	m/m	Felület	axa [mm2/m]	aya [mm2/m]	axf [mm2/m]	ayf [mm2/m]	Mértékadó kombináció
59								
axa	min.	38. lem.	0					
	max.	159. lem.	2154					[ 1.te,2.te] {3.te} (5.te)
aya	min.	17. lem.			0			
	max.	72. lem.			2416			[ 1.te,2.te] {4.te}
axf	min.	119. lem.				270		
	max.	241. lem.				895		[ 1.te,2.te] {3.te} (6.te)
ayf	min.	429. lem.					237	
	max.	93. lem.					766	[ 1.te,2.te] {6.te} (7.te)

Héj  
 (MSZ,  
 Eurocode2)

Ha  $n_x, n_y, n_{xy}, m_x, m_y, m_{xy}$  igénybevételek adottak egy pontban, akkor a méretezési normálerők és nyomatékok a tartalék normálerő optimum ill. a tartalék nyomaték optimum alapján kerülnek meghatározásra, a lemez és tárcsa vasalásnál leírtak szerint.

A program kiszámítja a kmt. szükséges húzott ill. nyomott vasmennyiségeit.

Eredményként egy pontban az alábbi értékeket kapjuk:

$$axa, axf, aya, ayf$$

x irányban a teljes vasalás:  $A_x = axa + axf$

y irányban a teljes vasalás:  $A_y = aya + ayf$

☞ **“A keresztmetszet nem bevasalható” hibajelzést kapunk az alábbi esetekben.**

**MSz**

A méretezési igénybevétel párból számított nyomott vasak teherbírása meghaladja a nyomott betonzóna teherbírását

$$(A_s \cdot R_{su} \geq A_b \cdot R_{bu})$$

**Eurocode 2**

$$A_s^{alsó} + A_s^{felső} > 0,04A_c, \text{ ahol } A_c \text{ a betonkeresztmetszet területe}$$

Eredmény  
táblázatok

Jelölések a táblázatban:

(-) nyomott vasalás

??? a keresztmetszet azon irányban nem bevasalható

A húzott vasalást a program külön szimbólummal nem jelzi.

**tehereset/teherkombináció**

Cspt	Felület	axa [mm2/m]	aya [mm2/m]	axf [mm2/m]	ayf [mm2/m]
		vast. = 0.16 m			
40		2834	2834	0	0
41	117.héj	1382	???	359	0
41	64.héj	701	3265	758	423 (-)
41	126.héj	2147	2932	0	91 (-)
42		1486	3267	387	426 (-)

**burkoló**

Cspt	K	m/m	Eset	Felület	axa[mm2/m]	aya[mm2/m]	axf[mm2/m]	ayf[mm2/m]
328	axa	min	7.Tk	218.héj	2876 (-)			
		max	7.Tk	218.héj	2876(-)			
	aya	min	7.Tk	218.héj		2370		
		max	7.Tk	218.héj		2370		
	axf	min	7.Tk	218.héj			289	
		max	7.Tk	218.héj			289	
	ayf	min	7.Tk	248.héj				206
		max	7.Tk	218.héj				206

**mértékadó**

Cspt	K	m/m	Felület	axa [mm2/m]	aya [mm2/m]	axf [mm2/m]	ayf [mm2/m]	Mértékadó kombináció
328	axa	min	218.héj	2876				
		max	218.héj	2876				[ 1.te,2.te] {3.te} (5.te)
	aya	min	218.héj		2370			[ 1.te,2.te] {4.te}
		max	218.héj		2370			[ 1.te,2.te] {3.te} (6.te)
	axf	min	218.héj			289		[ 1.te,2.te] {6.te} (7.te)
		max	218.héj			289		
	ayf	min	248.héj				206	
		max	218.héj				206	

**5.4.2. Alkalmazott vasalás**

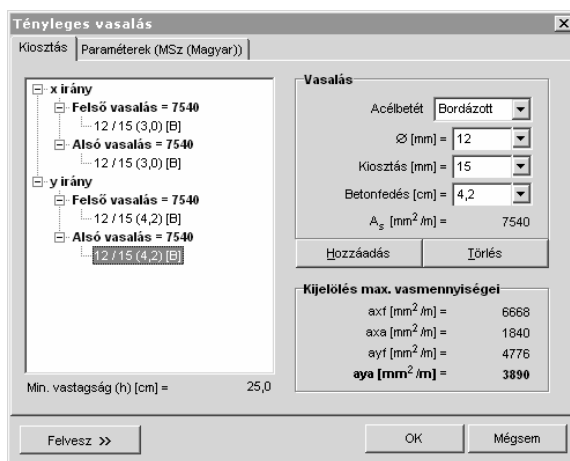
Alkalmazott  
vasalás



A számított szükséges vasmennyiségek alapján hozzárendelhető a felületelemekhez a ténylegesen alkalmazott vasalás. Az alkalmazott vasalás hozzárendelése után a program kiszámítja a lemezek, tárcsák héjak repedéstágasságát és a repedés irányát.

Az alkalmazott vasalás figyelembe vételével elvégezhető a vasbeton lemez nemlineáris lehajlás számítása.

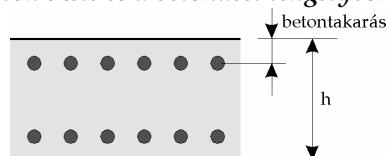
Az elemekhez hozzá kell rendelni a felületvasalásnál leírt anyagi és vasalási paramétereket, majd meg kell adni a tényleges alsó és felső vasalást is a következők szerint:



A kijelölt felületekre megadott tényleges vasalást a baloldali fában láthatja.

Ha egy vaskiosztásra áll, a jobboldali szerkesztőmezőben átírhatja a kiosztás paramétereit. Ezek a változások azonnal megjelennek a fában.

☞ **Betontakarás a beton széle és a betonacél tengelyvonalának távolsága.**

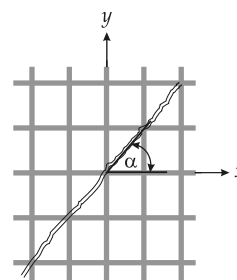


A Törlés gombbal (vagy a DEL billentyűvel) törölheti az aktuális vaskiosztást, a Hozzáadás gombbal (vagy az INS billentyűvel) az aktuális csoportba újra bemásolhatja a beállított vaskiosztást.

Ha valamelyik összefoglaló csomóponton áll (pl. felső vasalás), akkor a Törlés gombbal (vagy a DEL billentyűvel) egyszerre törölheti az alá tartozó összes vaskiosztást. A Hozzáadás gombbal (vagy az INS billentyűvel) ehhez a csoporthoz adhatja hozzá az aktuális vaskiosztást. A Kijelölés max. vasmennyiségei csoportban a különböző irányokban számított szükséges vasmennyiségek kijelölt elemekre vonatkozó maximális értékét láthatja. A minimális felületvastagság nem a kijelölt felületelemek minimális vastagságát tünteti fel, hanem a felületvasalási paraméterek között megadott  $h$  vastagságérték minimumát!

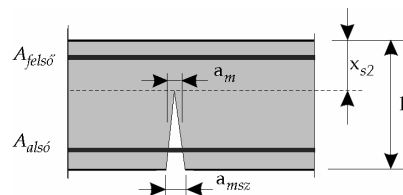
#### 5.4.2.1. Repedés7 tágasság számítás

A tárcsa, lemez és héj elemek repedéstágasság számítása az MSz és EC2 alapján a II. feszültségi állapot szerint történik. Vasalási irányoknak a tárcsa, lemez illetve héj elem lokális koordináta-rendszerének  $x$ ,  $y$  irányait tekintjük. A program megjeleníti a repedések szintfelületes térképét, repedés képet rajzol a modellre és megadja a repedések irányszögét.



A repedéstágasság számításához használt paraméterek a **Paraméterek** oldalon egyedileg is megváltoztathatók. Eurocode esetén elemenként megadható a számításnál figyelembe vett  $\beta$  biztonsági tényező, valamint a teher időbeli jellegére utaló  $\beta_2$  szorzó.

Az eredménytáblázatban a felületigénybevételek mellett az alábbi adatokat kapjuk:



- am :** repedéstágasság a betonacél tengelyvonalában.
- amsz :** repedéstágasság a beton szélsőszálában.
- $x_{s2}$  :** semleges tengely távolsága a nyomott beton szélsőszálától.
- $\sigma_{b1}$  :** fiktív betonfeszültség a húzott szélsőszálban
- $\sigma_{s2}$  :** betonacél feszültség
- aR :** a repedés irányszöge a lok. x tengelyhez képest
- Atxf, Atyf:** tényleges x és y irányú felső vasalás.
- Atxa, Atya:** tényleges x és y irányú alsó vasalás.

☞ *A program figyelmeztető üzenetet ad, ha a betonacélban számított feszültség nagyobb a folyási feszültségnél.*

#### 5.4.2.2. Vasbeton lemez nemlineáris lehajlása

A lineáris statikai számításnál a lemezek lehajlását a rugalmas elmélet szerint kapjuk meg. A valóságban a vasbeton lemezek nem lineárisan rugalmasan viselkednek. Itt két ellentétes hatás érvényesül. Egyrészt az alkalmazott vasalás merevség növelő hatása, másrészt a berepedés okozta merevség csökkenés. E két hatás pontos nyomonkövetését végzi a program a nemlineáris lemez számítással, az alkalmazott vasalás figyelembevételével.

A számítás során a vasbeton keresztmetszetek nyomaték-görbület összefüggését felhasználva, meghatározásra kerül a vasbeton lemezek pontos lehajlása, figyelembe véve a húzott betonöv merevítő hatását is. A számítás MSz, Eurocode és NEN szabványok szerint végezhető.

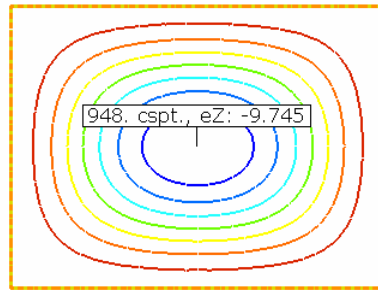
A számítás lépései:

- 1.) lemezek igénybevételeinek számítása
- 2.) szükséges vasmennyiségek számítása
- 3.) alkalmazott vasalás hozzárendelése a lemezhez
- 4.) nemlineáris számítás

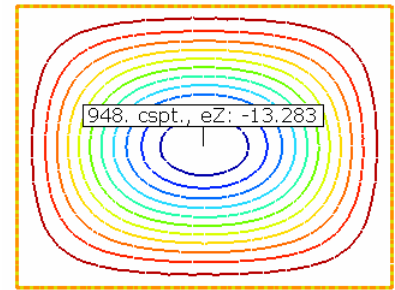
☞ *A nemlineáris számítás indításakor az 'Alkalmazott vasalás figyelembevétele' legyen bekapcsolva. A számítás mindig egy kiválasztott terhelési kombinációra végezhető el.*

Lemez lehajlás:

lineáris (rugalmas) számítás



nemlineáris számítás



### 5.4.3. Oszlop vasalás ellenőrzés



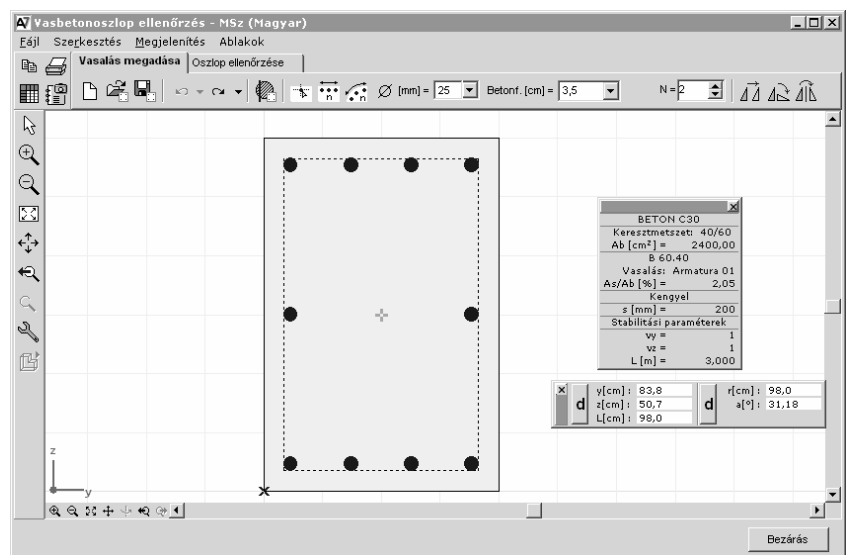
Nyomott-hajlított keresztmetszet teherbírásának ellenőrzése az alábbi szabványok szerint történik:

Eurocode 2: III. Feszültségállapot

MSz: III. Feszültségállapot

A **Vasalás megadása** lapon árasztatható ki a keresztmetszet, állíthatók be a beton és az acélbetét anyag paraméterei és az oszlop kihajlási hosszai, és itt helyezhetőek el a keresztmetszetben az acélbetétek.

Az **Oszlop ellenőrzése** lapra váltva a program automatikusan elvégzi a határigénybevételi felület számítását.



Szerkesztő  
billentyűk

[↑][↓][←][→],

[Ctrl]+

[↑][↓][←][→],

[Esc]

jobb gomb

[Enter], [Space]

bal gomb

[Tab]

Néhány billentyűnek kiemelt szerepe van:

A kurzor (mutatónyíl/szálkereszt) mozgatása az aktuális síkban.

A kurzor (mutatónyíl/szálkereszt) mozgatása az aktuális síkban a Ctrl szorzóval beállított lépésközzel.

A funkciók megszakítása, visszatérés egy felsőbb menüszintre. Az egér jobb gomb **Gyors menü/Mégsem** hatásával azonos.

**Parancs gombok.** Menüelemek kiválasztására, funkciók végrehajtására, rámutatós kiválasztásra használhatók elem kijelölésénél vagy lekérdésénél.

Rajzterület, adatbeviteli ablakok közötti mozgás. (Dialogus ablakok-

ban az információs mezők közötti mozgás.)

[Alt]

Az aktuális/vezérlő menüt aktivizálja.

[+] [-]

Nagyítás/kicsinyítés. A nagyítás/kicsinyítési centrum a kurzor (mutatónyíl/szálkereszt) aktuális pozíciója.

Betöltés



Egy új betonkeresztmetszetés/vagy vasalás betöltése a modellhez definiált keresztmetszetek közül. Csak grafikus adatokkal rendelkező vastagfalú szelvény tölthető be!

Mentés



Vasalás mentése adott névvel. Az így elmentett vasalás bármely keresztmetszethez betölthető.

Vasalás megadása

A **Vasalás megadása** eszköztáron a következő eszközök találhatóak.

Paraméterek



A teherbírási felület számításához szükséges paraméterek megadása. A kihajlási paraméterek segítségével meghatározott kedvezőtlen külpontosság-növekményeket a program az igénybevétel-ellenőrző táblázatban megjeleníti.

Acélbetét  
adott pontra  
/ Betonfedésre



A szálkeresztet a kívánt pontra mozgatva valamely parancsgomb lenyomásával adott átmérőjű acélbetét helyezhető el az adott koordinátára. Ha a kurzor a keresztmetszet sarokpontját vagy oldalélét azonosítja, a vas automatikusan a beállított betonfedésnek megfelelő pozícióra kerül.

Kiosztás



A két megadott pont közötti szakaszt  $N$  db egyenlő részre osztva  $N+1$  db acélbetétet helyez el egyenletes kiosztással.

Kiosztás köríven



A kör középpontjának, valamint az ív kezdő és végpontjának megadása után a körívet  $N$  db egyenlő részre osztva  $N+1$  db acélbetétet helyez el egyenletes kiosztással.

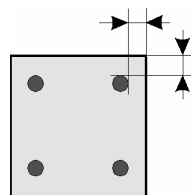
Átmérő

Az acélbetét átmérőjének megadása ill. módosítása.

Módosításhoz jelölje ki a módosítandó acélbetéteket majd a legördülő listából válassza ki vagy írja be a mezőbe az új átmérőt.

Betonfedés



Az acélbetétek elhelyezésekor figyelembe vett betonfedés megadása ill. módosítása.



$N$

Az acélbetétek kiosztás szerinti elhelyezésekor figyelembe vett osztás-szám.

Geometriai transzformációk


- Eltol 
- Forgat 
- Tükröz 

A kijelölt acélbetéteket eltolással, adott ismétlési számmal másolja vagy elmozgatja.

A kijelölt acélbetéteket forgatással, adott ismétlési számmal másolja vagy elmozgatja.

A kijelölt acélbetéteket tükrözéssel másolja vagy elmozgatja.

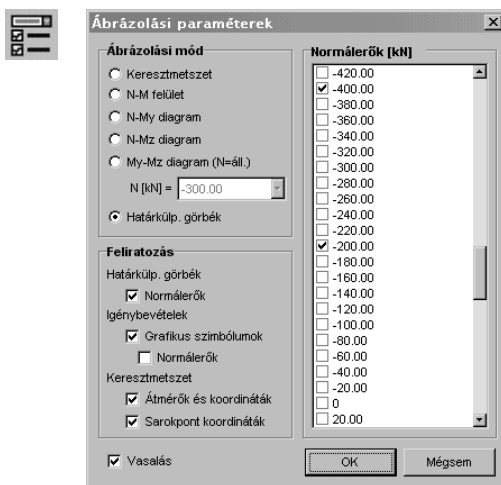
Az acélbetét helyzetének a módosítása az alábbi lépésekben történhet:

1. A kurzorral álljunk rá a acélbetét középpontjára.
2. Az  bal gomb lenyomva tartása mellett húzzuk el az acélbetétet.
3. Helyezzük át a acélbetétet az új pozícióra, vagy írjuk be az új koordinátákat a koordináta palettán, majd nyomjunk meg egy parancs gombot.

Oszlop ellenőrzés



Az **Oszlop ellenőrzés**re kattintva a program a megadott keresztmetszeti adatok és vasalási paraméterek alapján meghatározza a határigénybevételi felületet, illetve a megadott kihajlási paraméterek figyelembevételével meghatározza a kijelölt rudak igénybevételeihez, illetve a táblázatban megadott tetszőleges  $N_{x1}$ ,  $M_{y1}$ ,  $M_{z1}$ ,  $M_{y2}$ ,  $M_{z2}$  értékekhez tartozó külpontosság növekményeket. A külpontosság növekményből kiszámolja az  $N_{xd}$ ,  $M_{yd}$ ,  $M_{zd}$  tervezési igénybevételeket, majd ellenőrzi, hogy ezek a határigénybevételi felületen belülre esnek-e.

Az eredményábrázolás módja az alábbi dialógus ablakban állítható be.

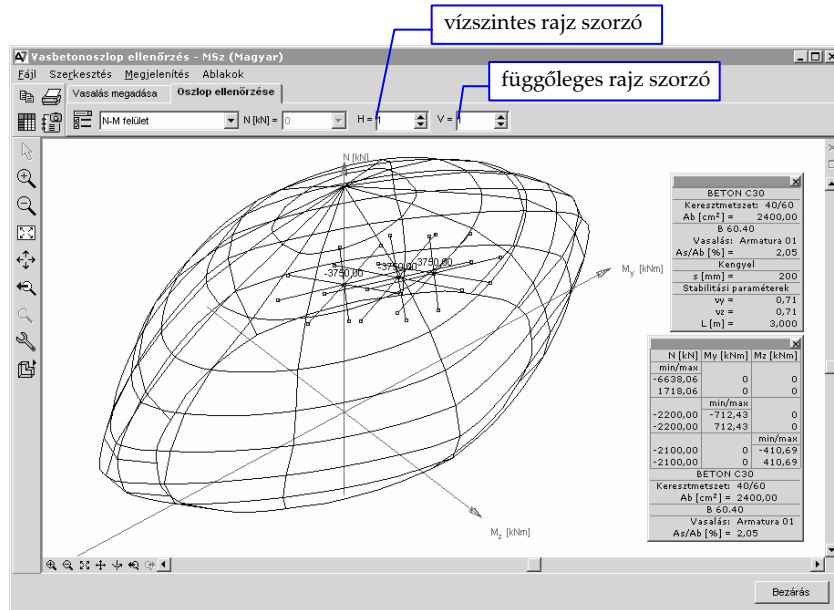


Kiválaszthatóak az N-M, N-My, N-Mz diagramokon és határkülpontossági görbéken megjeleníteni kívánt normálerő-szintek.

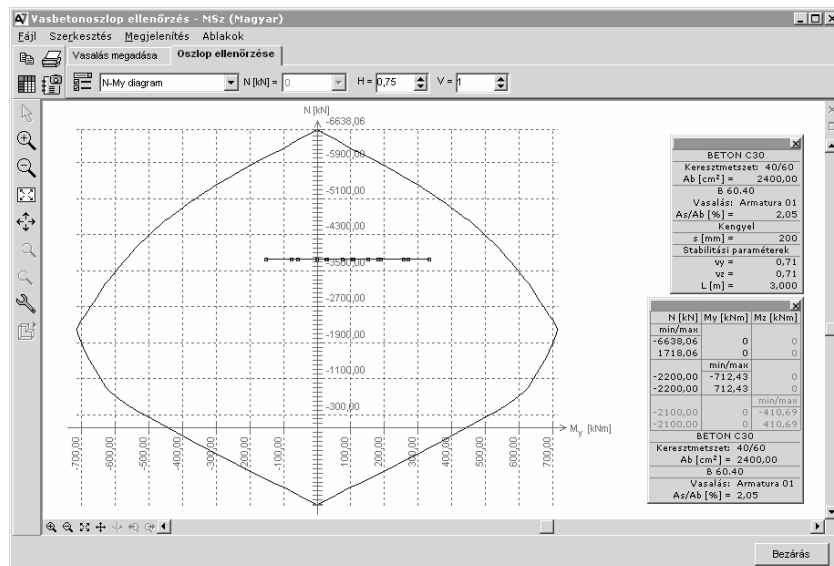
Ha kérjük az igénybevételek grafikus megjelenítését, a diagramokon szerepelni fognak a kijelölt rúdelemek igénybevételei (illetve a táblázatban megadott értékek) alapján számított tervezési értékek pontjai. A pontokhoz tartozó normálerők feliratozása ki/bekapcsolható. Az alkalmazott szimbólumok:

-  kék négyzet: az adott  $N_{xd}$ - $M_{yd}$ - $M_{zd}$  értékek a határigénybevételi felületen belül vannak.
-  piros kereszt: az adott  $N_{xd}$ - $M_{yd}$ - $M_{zd}$  értékek a határigénybevételi felületen kívül vannak. Az ezekhez a pontokhoz tartozó normálerő értékeket a program mindig feliratozza.

*N-M felület*  $N_x$ - $M_y$ - $M_z$  határigénybevételi felület megjelenítése adott nézőpontból.

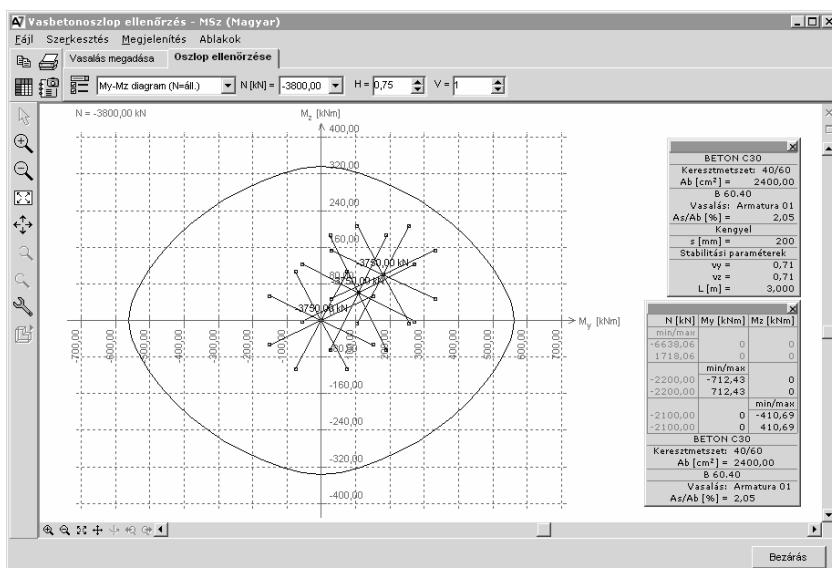


*N-M diagram*  $N_x$ - $M_y$  vagy  $N_x$ - $M_z$  diagram megjelenítése az  $M_z = 0$  illetve az  $M_y = 0$  síkban.

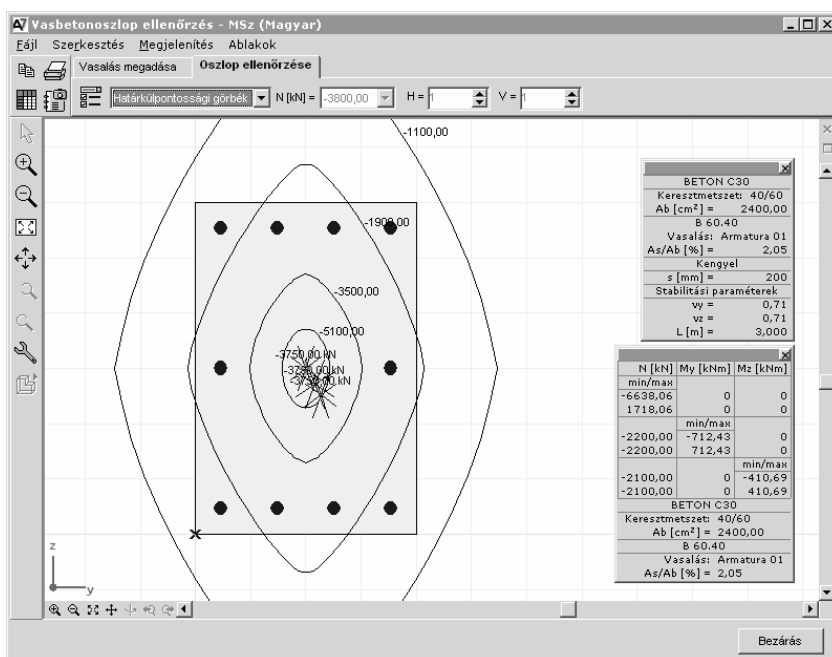


Szimmetria tengelyekkel rendelkező keresztmetszeteknél használható.

*$M_y$ - $M_z$  diagram* Adott  $N$  normálerőhöz tartozó  $M_y$ - $M_z$  diagram megjelenítése.



*Határ-  
külpontossági gör-  
bék*



Az  $\frac{M_{yHi}}{N_i}$  és az  $\frac{M_{zHi}}{N_i}$  értékpárokból számított határkülpontossági görbék megjelenítése.

*Igénybevételek*

A program táblázatba gyűjti a kijelölt rúdelemek maximális  $N_x$  normálerőit, illetve az oszlopok alsó és felső végén fellépő  $M_{yar}$ ,  $M_{zar}$ ,  $M_{yf}$ ,  $M_{zf}$  nyomatékokat és ezekből a kihajlási paraméterek felhasználásával meghatározza az alábbi külpontosság értékeket:

	<b>MSz</b>	<b>Eurocode 2</b>
helyettesítő kezdeti külpontosságok	$ee_y, ee_z$	$ee_y, ee_z$
építési pontatlanság	$de_y, de_z$	$ea_y, ea_z$
másodrendű külpontosság	$e_{1y}, e_{1z}$	$e_{2y}, e_{2z}$

Az oszlop alsó végének a program a rúd lokális rendszerének kezdőpontját tekinti.

**Igénybevétel ellenőrzése**

Ejöl Szerkesztés Formátum Súgó

**Igénybevétel ellenőrzése [Armatura 06, lineáris, 7. TK]**

	Kihajlási paraméterek	N <sub>x</sub> [kN]	M <sub>ya</sub> [kNm]	M <sub>za</sub> [kNm]	M <sub>ya</sub> [kNm]	M <sub>za</sub> [kNm]	e <sub>0y</sub> [m]	e <sub>0z</sub> [m]	e <sub>01y</sub> [m]	e <sub>01z</sub> [m]	ee <sub>y</sub> [m]	ee <sub>z</sub> [m]	de <sub>y</sub> [m]	de <sub>z</sub> [m]	e <sub>ty</sub> [m]	e <sub>tz</sub> [m]	Megfelelt	
	V <sub>xy</sub> = 0,71																	
	V <sub>yz</sub> = 0,71																	
	L = 6,000 m																	
2		-2500,00	0	-20,77	261,67	41,54	-0,008	0	0,017	-0,105	0,007	-0,063	0,035	0,047	0,021	0,013	igen	
3		-2970,00	261,67	41,54	186,33	34,62	0,014	-0,088	0,012	-0,063	0,013	-0,078	0,035	0,047	0,021	0,013	igen	
4		-3000,00	186,33	34,62	100,00	0	0,012	-0,062	0	-0,033	0,007	-0,051	0,035	0,047	0,021	0,013	igen	
—		-3500,00	100,00	-80,00	-60,00	75,00	-0,023	-0,029	0,021	0,017	-0,009	-0,011	0,035	0,047	0,021	0,013	igen	
—		-3200,00	87,50	63,20	-42,80	-59,60	0,020	-0,027	-0,019	0,013	0,008	-0,011	0,035	0,047	0,021	0,013	igen	
—		-4000,00	-210,00	-250,00	170,00	180,00	-0,063	0,053	0,045	-0,043	-0,025	0,021	0,035	0,047	0,021	0,013	NEM	

OK

A program a kedvezőtlen külpontosság-növekményeket a kezdeti külpontosságra minden irányból ráhelyezi és ellenőrzi, hogy az így kapott nyomatókép a határkülpontossági görbén belül helyezkedik e ell.

MSz	Eurocode 2
$e_{toty} = ee_y \pm (de_y + e_{ty}) / 2$	$e_{toty} = ee_y + ea_y + e_{2y}$
$e_{totz} = ee_z \pm de_z + e_{tz}$	$e_{totz} = ee_z + ea_z + e_{2z}$
$e_{toty} = ee_y \pm de_y + e_{ty}$	$e_{toty} = e_{01y} + ea_y$
$e_{totz} = ee_z \pm (de_z + e_{tz}) / 2$	$e_{totz} = e_{01z} + ea_z$
$e_{toty} = e_{01y} \pm de_y$	$e_{toty} = e_{02y} + ea_y$
$e_{totz} = e_{01z} \pm de_z$	$e_{totz} = e_{02z} + ea_z$
$e_{toty} = e_{02y} \pm de_y$	
$e_{totz} = e_{02z} \pm de_z$	

ahol  $e_{01y}$ ,  $e_{01z}$  ill.  $e_{02y}$ ,  $e_{02z}$  a kezdeti külpontosságok a rúd alsó ill. felső végén.

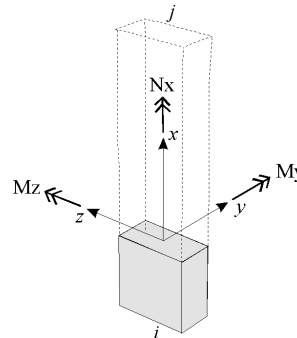
Ezután kiszámítja az  $M_{yd} = N_{xd} \cdot e_{totz}$  és  $M_{zd} = -N_{xd} \cdot e_{toty}$  tervezési igénybevételeket, majd megállapítja, hogy az értékek a határigénybevételi felületen belül vannak-e.

Az  $N$ - $M$  diagramokon ill. a határkülpontossági görbeseregen az ezekhez az igénybevételekhez tartozó pontok jelennek meg.

A táblázat tetszőleges igénybevétel értékekkel bővíthető. Az értékek az  $N$ - $M$  diagramokon és a határkülpontossági görbéken megjeleníthetők.

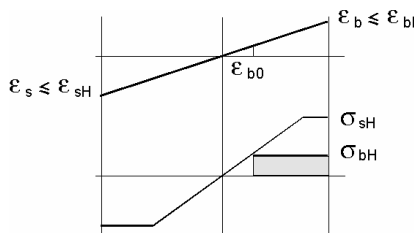
Az igénybevételek előjeleit a mellékelt ábra szemlélteti.

A számítás az alábbi feltevéseket alkalmazza:



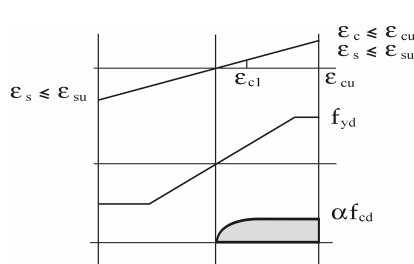
**MSz szerint:**

$\sigma, \epsilon$  diagramok:



**Eurocode 2 szerint:**

$\sigma, \epsilon$  diagramok:



10 mm-nél kisebb átmérőjű vasakat a program a számítás során nem veszi figyelembe.

A kengyeltáv 1/12-énél vékonyabb vasakat nyomásra nem veszi figyelembe (kihajlás).

A beton terület 5%-a feletti nyomott vasalást nem veszi figyelembe (arányos acél keresztmetszet csökkentéssel).

A beton nyomóerőnél nagyobb acél nyomóerőt nem veszi figyelembe (arányos acél keresztmetszet csökkentéssel)

A kengyeltáv 1/12-nél vékonyabb vasakat nyomásra nem veszi figyelembe

## 5.5. Gerendavasalás számítás



Az AxisVM a vasbeton gerendák vasalásának számítását az alábbi szabványok szerint végzi:

Magyar Szabvány

MSz 15022-1:1986, MSz 15022-1:1986/IM:1992

Szabványügyi közlöny 12. szám, 2000 december

MSz 15022-7:1986, MSz 15022-7:1986/IM:1992

(továbbiakban MSz)

(III. feszültségi állapot szerint)

Eurocode 2

ENV 1992-1-1:1991, ENV 1992-1-1:1991/AC:1992

(továbbiakban EC2)

(III. feszültségi állapot szerint)

Gerendának tekintjük azokat a szerkezeti elemeket, amelyeknek egyik irányú mérete lényegesen nagyobb a másik kettőnél és normálerő nem, vagy csak elhanyagolható mértékben terheli.

A modul téglalap keresztmetszetű és fejlemezés gerendák, bordák (alul- és felülbordás) vasalástervezésére alkalmas szimmetriasíokban történő hajlítás és nem számottevő normálerő esetén.

A vizsgált részen a gerenda állandó keresztmetszetű és azonos anyagminőségű.

A számított hosszanti alsó és felső vasalás azonos anyagminőségű.

(A kengyeleknek lehet a hosszvasalástól eltérő anyagminősége.)

### A tervezés két részből áll:

- hosszvasalás tervezése  $M_y$  vagy  $M_z$  nyomatékra

- nyírási kengyelek távolságának kiszámítása  $Q_z$  vagy  $Q_y$  nyíróerőre és  $M_x$  csavarónyomatékra

A nyomatéki vasalás számításánál a normálerőt elhanyagoljuk, számottevő normálerő esetén az oszlop vasalás ellenőrző modul használatát ajánljuk.

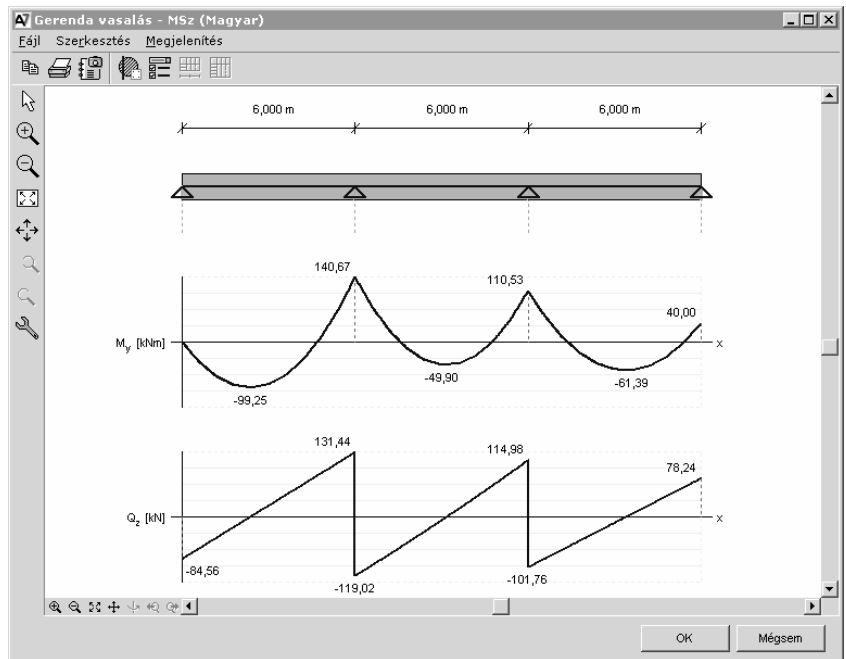
A hajlítást és a nyírást/csavarást külön vizsgáljuk, de az Eurocode esetén  $V_{Rd1}$  számításánál figyelembe vesszük a keresztmetszetben számított húzott hosszvasalás keresztmetszeti területét (EC2 4.3.2.3.  $A_{sl}$ )

A hosszanti vasalásokban a ferde repedések okozta húzóerőnövekményt a nyomatéki ábra elcsúsztatásával vesszük figyelembe (EC2 4.3.2.4.4. (6)).

A program csak az itt leírt vizsgálatokat végzi, minden más, a szabványban előírt vizsgálatokat a felhasználónak kell elvégeznie.

A modul ezen verziója nem vizsgálja a ferde hajlítást, az összetett igénybevétel hatását a gerendák kifordulását valamint az erőbevezetés helyén a tengelyre merőleges nagy nyomófeszültség hatását.

Nem alkalmas az szerinti rövid konzolok vasalásának tervezésére (EC2 2.5.3.7. és 5.4.4., MSz F3. Függelék).



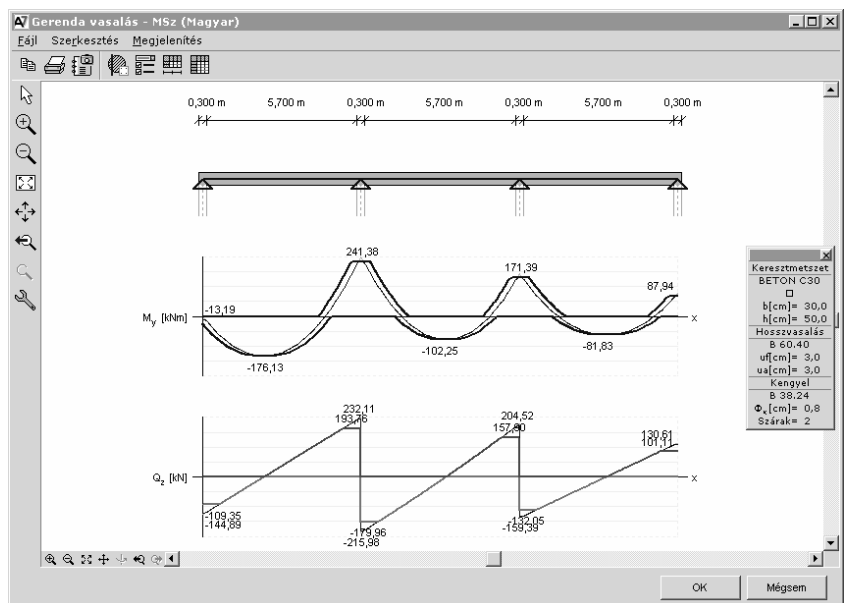
A támaszra kattintva a következő dialógusablak jelenik meg.

The 'Támasz méret' dialog box contains the following fields:

- Tényleges**
  - Bal [cm] = 15,0
  - Jobb [cm] = 15,0
- Elméleti**
  - Bal [cm] = 10,0
  - Jobb [cm] = 10,0

Buttons: OK, Mégsem

Itt beállítható a támasz tengelyvonalától balra ill. jobbra mért szakasz melyet a számítás során figyelmen kívül hagyunk. Az igénybevételeket lineárisan interpoláljuk a szakasz szélei között.



## Gerenda paraméterek



**Gerenda paraméterek - MSz (Magyar)**

**Méretezési igénybevételek**

Qz - My  
 Qy - Mz

**Anyagjellemzők**

Beton:

Hosszvasalás:

Kengyel:

$\Phi_k$  [mm]:

Szárak száma:

Nyíróerő-redukció a támaszoknál

**Keresztmetszet**

$b$  [cm] =

$h$  [cm] =

$u_f$  [cm] =

$u_a$  [cm] =

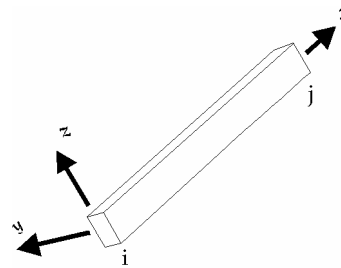
OK Mégsem

**Méretezési igénybevételek.**

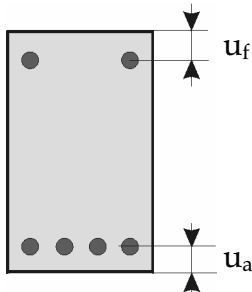
A gerenda  $z$ - $x$  vagy  $y$ - $x$  síjába eső igénybevételek kiválasztása.

**Kengyel**

Szárak száma: az elnyírt kengyelszár számának beállítása.



*Betontakarás a beton széle és a betonacél tengelyvonalának távolsága.*



$u_a$  az alsó acélbetét súlypontjának a távolsága a kmt. szélétől  $u_f$  a felső acélbetét súlypontjának a távolsága a kmt. szélétől.

Eredmények megjelenítése



Beállítható, hogy a grafikonon milyen alkotóelemekből épüljön fel, milyen mennyiségeket jelenítsen meg és ezek közül melyeket feliratozza.

**Megjelenítés**

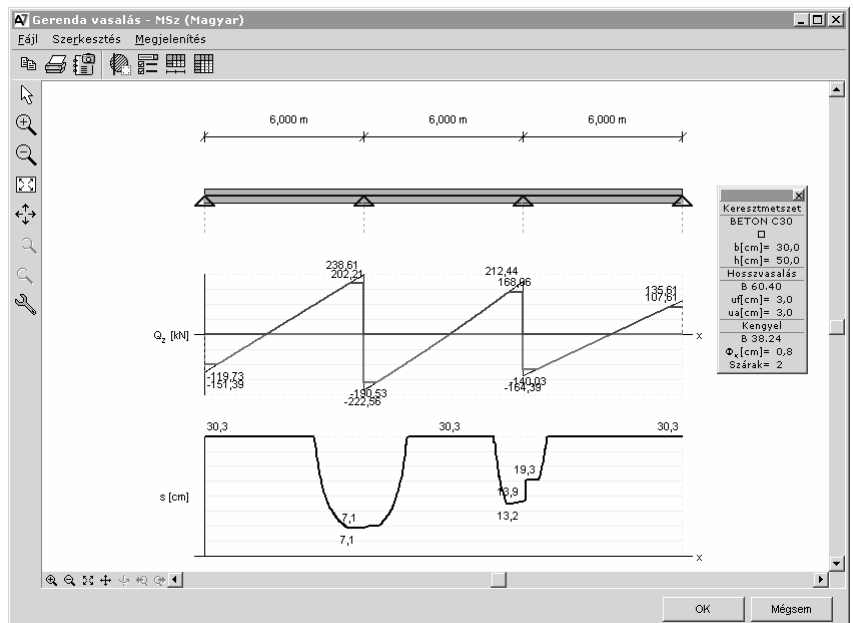
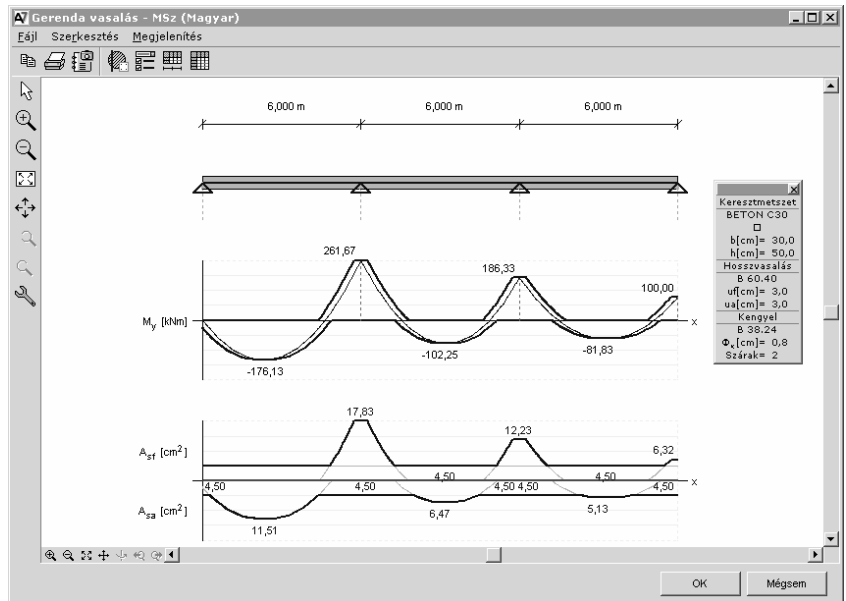
Grafikonok	Megjelenítés	Szélsőérték felirat
Statikai váz	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
$M_y$	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
$A_{sa} / A_{sf}$	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
$Q_z$	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kengyeltávolság	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
$M_x$	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
$A_{sos}$	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

OK Mégsem

grafikonok ki/be

feliratozás ki/be

Eredményként kapjuk a hosszvasalás és a maximális kengyeltávolság diagramokat:



*Hosszvasalás* A vasalási diagramon a húzott vasmennyiség kék, a nyomott vasmennyiség piros, a szerkesztési szabályokban megadott minimális húzott és nyomott vasmennyiség szürke színnel jelenik meg.

*Kengyeltáv* Fekete vonal jelöli a maximális kengyeltávot, kék vonal a számított, míg a szürke a szerkesztési szabályokból adódó értéket mutatja. Jelölések, anyagminőségek, biztonsági tényezők:

MSz		EC2	
$\sigma_{bH}$	beton nyomó határfeszültsége	$f_{cd}$	a beton nyomószilárdságának tervezési értéke
$\sigma_{hH}$	beton húzó határfeszültsége	$f_{ctd}$	a beton húzószilárdságának tervezési értéke
		$\alpha$	= 0.85 terhek tartósságát és a terhek működési módjából adódó más kedvezőtlen hatásokat figyelembe vevő tényező értéke
		$\gamma_c$	= 1.5 a beton biztonsági tényezője
$\sigma_{sH}$	betonacél határfeszültsége	$f_{yd}$	az acél folyási határának tervezési értéke
$\varepsilon_{sH}$	betonacél határnyúlása	$\varepsilon_{su}$	betonacél határnyúlása
$E_s$	(=206 kN/mm <sup>2</sup> ) A betonacél rugalmassági modulusa	$E_s$	(=200 kN/mm <sup>2</sup> ) A betonacél rugalmassági modulusa
		$\gamma_s$	= 1.15 az acél biztonsági tényezője:

### 5.5.1.1. Gerenda nyírási/csavarási vasalása

A nyírásvizsgálat

A vasbeton gerendák kengyeltávolságának tervezése az alábbi szabványok szerint számítható:

MSz MSz 15022-1:1986, MSz 15022-1:1986/1M:1992  
Szabványügyi közlöny 12. szám, 2000 december  
MSz 15022-7:1986, MSz 15022-7:1986/1M:1992

Eurocode 2 ENV 1992-1-1:1991, ENV 1992-1-1:1991/AC:1992

#### Nyírási/csavarási vasalás tervezése az MSz szerint

A kengyeltávolság számítása az alábbi összefüggések alapján történik:  
A nyírásra igénybevett – csavarásmentesnek tekintett – keresztmetszet nyírási határereje

$$T_H = T_{Hb} + \sum T_{Hs}$$

ha a csavarást nem szabad elhanyagolni, akkor azt is ki kell mutatni,

$$\text{hogy } \frac{T_M}{T_H} + \frac{M_{tM}}{M_{tH}} \leq 1$$

$T_H$  figyelembevehető alsó értéke:

$$T_{Ha} = 0,5 \cdot b \cdot h \cdot \sigma_{hH} - n_a N, \text{ de legfeljebb } 0,6 \cdot b \cdot h \cdot \sigma_{hH}$$

amely a beton nyírási acélbetétek figyelembevétele nélkül számított ferde húzási teherbírása alapján meghatározott érték

$T_H$  figyelembevehető felső értéke:

$$T_{Hf} = m \cdot b \cdot h \cdot \sigma_{bH} + n_f N, \text{ amely a beton ferde nyomási teherbírása}$$

alapján számított érték

$$T_{Hb} = \left( 1 - \frac{\sum T_{Hs}}{T_{Hf}} \right) \cdot T_{Ha}$$

$$T_{Hs} = 0,85 \cdot h \cdot \frac{A_s}{t} \cdot \sigma_{sH} (\sin \alpha + \cos \alpha)$$

A tényező jele		Általános esetben	Ferde (a = 30°-60°) zárt kengyelek esetén
M		0,25	0,4
n <sub>a</sub>	ha N nyomás	0,1	
	ha N húzás	0,2	
n <sub>f</sub>	ha N nyomás	0,15	0,2
	ha N húzás	0	0

A nyírási kengyeltávolság:  $t_T = \frac{1 - \frac{T_{Ha}}{T_{Hf}}}{T_M - T_{Ha}} \cdot 0,85 \cdot h \cdot n_k \cdot A_{sk}$

Ha a vasalással felveendő nyíróerőnek legalább felét kengyelek viselik, a számításba vett kengyelek tengelytávolsága legfeljebb a gerenda magasságának fele (lásd: MSz 15022/7-86 2.1.6 2. bek.)

A csavarási határnyomaték alsó értéke:  $M_{tHa} = -n_a \frac{W_t}{b \cdot h} N$ ,

a felső értéke:  $M_{tHf} = m \cdot W_t \cdot \sigma_{bH} + n_f \cdot \frac{W_t}{b \cdot h} \cdot N$

Ahol  $W_t$  a hosszabbik oldala közepére vonatkozó csavarási keresztmetszeti tényező  $W_t = \frac{b^2 \cdot h}{3 + 1,8 \cdot \frac{b}{h}}$  illetve a rövidebb oldala közepére vonatkozó csavarási keresztmetszeti tényező  $W_t = \frac{b^2 \cdot h}{2,2 + 2,6 \cdot \frac{b}{h}}$  közül a kedvezőt-

lenebb érték.

m := 0.3;

n<sub>a</sub> : mint a nyírásnál

n <sub>f</sub>	Ha N nyomás	0.15
	Ha N húzás	0

csavarási határnyomaték (hosszvas) :  $M_{tH} = 2 \cdot A_t \cdot \frac{A_{s1} \cdot \sigma_{s1H}}{K}$

az így számolt csavarási hosszvas:  $A_{s1} = \frac{M_{tH} \cdot K}{2 \cdot A_t \cdot \sigma_{s1H}}$

A csavarási hosszvasakat a nyomatéki hosszvasalástól függetlenül a keresztmetszet szélén egyenletesen kiosztva kell elhelyezni!

csavarási határnyomaték (kengyel) :  $M_{tH} = 2 \cdot A_t \cdot \frac{A_{sk} \cdot \sigma_{skH}}{t_{M_t}}$

az így számolt kengyeltávolság:  $t_{M_t} = 2 \cdot A_t \cdot \frac{A_{sk} \cdot \sigma_{skH}}{M_{tH}}$

ahol:

- $A_t$  a zárt kengyelek által körülhatárolt beton keresztmetszeti területe
- $K$  a zárt kengyelek által körülhatárolt beton kerülete
- $A_{s1}$  a  $K$  kerület mentén egyenletesen kiosztott csavarási hosszacélbetétek együttes keresztmetszeti területe
- $A_{sk}$  a hosszacélbetéteket körülfogó zárt csavarási kengyel egyik szárának keresztmetszeti területe

A nyírási és csavarási kengyelek távolságát összegzéssel ábrázolja a diagram.

$$t = \frac{1}{\frac{1}{t_{M_t}} + \frac{1}{t_T}}$$

#### Nyírási/csavarási vasalás tervezése Eurocode szerint (EC2 4.3.2)

A méretezés a tervezett nyírási teherbírás három értékén alapul:

$V_{Rd1}$  a nyírási vasalás nélküli keresztmetszet nyírási teherbírása

$V_{Rd2}$  az a legnagyobb nyíróerő, amely a feltételezett nyomott betonrudak tönkremenetele nélkül felvehető

$V_{Rd3}$  a nyírási vasalással rendelkező keresztmetszet által felvehető nyíróerő tervezési értéke

Nem szükséges méretezett nyírási vasalás, ha  $V_{sd} < V_{Rd1}$  (EC2 4.3.2.3.)

Ha  $V_{sd} > V_{Rd1}$ , akkor méretezett nyírási vasalásra van szükség (EC2 4.3.2.4.).

A program ekkor a  $V_{sd} \leq V_{Rd2}$  és a  $V_{sd}^{red} \leq V_{Rd3}$  feltételből kiindulva határozza meg a kengyeltávolságot.

A mértékadó nyíróerő legalább felét a tartótengelyre merőleges síkban lévő kengyelekkel kell felvenni. Nyírási vasalást tartalmazó keresztmetszetek esetén választhatunk a *szokványos módszer* és a *változó dőlésű rácsrúd módszere* közül.

A változó dőlésű rácsrúd módszerével jelentős nyírási vasalás megtagadása érhető el akkor, ha a szokványos módszerrel számolva a feltételezett nyomott betonrudak ( $V_{Rd2} > V_{sd}$ ) tartalékkal bírnak. A nyírási repedés szögét változtatva, a nyomott betonrúd teherbírás szempontjából kedvezőtlenebb, a nyírási acélbetétek kedvezőbb helyzetbe kerülnek, ezáltal kevesebb nyírási vasalásra van szükség.

A szükséges nyírási vasalás legalább 50 %-a kengyel kell legyen.

EC2 5.4.2.2. (5)

a.) Szokványos (egyszerűsített) módszer (EC2 4.3.2.4.3.)

A módszer a ferde repedés szögét 45°-osnak feltételezi.

(5) EC2 4.3.2.4.3.

A nyírási vasalásos keresztmetszet nyírási teherbírását a feltételezett

húzott rácsrúd alapján az alábbi összefüggés adja:

$$V_{Rd3} = V_{cd} + V_{wd} \quad (4.22) \text{ EC2 4.3.2.4.3}$$

ahol:

$V_{cd}$  a betonból származó teherbírás, amely egyenlő  $V_{Rd1}$ -gyel.

$$V_{wd} = \frac{A_{sw}}{s} \cdot 0,9d \cdot f_{ywd} \text{ a nyírási vasalásból származó teherbírás.}$$

$$(4.23) \text{ EC2 4.3.2.4.3.}$$

A nyomott betonrudak ellenőrzéséhez:

$$V_{Rd2} = \frac{1}{2} v \cdot f_{cd} \cdot b_w \cdot 0,9 \cdot d \cdot (1 + \cot \alpha) \quad (4.25) \text{ EC2 4.3.2.4.3.}$$

Tartótengelyre merőleges síkban lévő kengyelek esetén  $\cot \alpha = 0$

Nem felel meg a keresztmetszet, ha a mértékadó nyíróerő nagyobb, mint a nyomott betonrudak által felvehető nyíróerő, vagy a repedéstágasság korlátozásából adódó maximális kengyeltávolság meghatározásánál  $\frac{V_{sd} - 3 \cdot V_{Rd1}}{\rho_w \cdot b_w \cdot d} > 200$

#### b.) Változó dőlésű rácsrúd módszere (EC2 4.3.2.4.4)

A program  $V_{sd} = V_{Rd2}$  egyenlőségéből kiszámítja  $\cot \theta$  értékét és  $V_{Rd3}$  értékét a kedvezőbb  $\cot \theta$  értékkel felírva meghatározza a kengyeltávolságot. Kedvező esetben a szokványos módszerhez képest fele annyi kengyel elégséges. A tényleges eredményt a szerkesztési szabályok erősen befolyásolják.

A nyomott beton rácsrudak hosszteneggel bezárt szöge

EC2 4.3.2.4.4. (1)

$0,4 < \cot \theta < 2,5$  végigmenő hosszvasalás esetén; és

$0,5 < \cot \theta < 2,0$  lépcsőzetesen elhagyott hosszvasalás esetén

A nyomott betonrudak teherbírása alapján:

$$V_{Rd2} = b_w \cdot 0,9 \cdot d \cdot v \cdot f_{cd} \frac{\cot \alpha + \cot \theta}{1 + \cot^2 \theta} \quad (4.26) \text{ EC2 4.3.2.4.4.}$$

A nyírási vasalásból származó teherbírás alapján:

$$V_{Rd3} = \frac{A_{sw}}{s} \cdot 0,9d \cdot f_{ywd} \cdot \cot \theta \quad (4.27) \text{ EC2 4.3.2.4.4.}$$

A hosszanti vasalásban keletkező húzóerő:

$$F_{sd} = \frac{|M_{sd}|}{z} + \frac{1}{2} |V_{sd}| \cdot (\cot \theta - \cot \alpha) \quad (4.30) \text{ EC2 4.3.2.4.4.}$$

amit a nyomatéki ábra elcsúsztatásával veszünk figyelembe.

(EC2 4.3.2.4.4. EC2 5.4.2.1.3.)

#### Figyelembe vett szerkesztési szabályok:

a nyírási vashányad  $\rho_w = \frac{A_{sw}}{s} \cdot b_w \cdot \sin \alpha$

$\rho_w$  minimális értékei az EC2 5.4.2.2. (5) 5.5. táblázat alapján lettek figyelembe véve.

A kengyelek  $s_{max}$  távolságai  $V_{sd}$ ,  $V_{Rd1}$  és  $V_{Rd2}$  alapján EC2 5.4.2. (7) szerint lettek figyelembe véve.

Gerendák kengyeleinek távolsága a repedezettség korlátozásához EC2 4.4.2.3. (5) 4.1.3. táblázat alapján lett meghatározva.

Nyírás és csavarás egyidejűleg

Ha a csavarást nem szabad elhanyagolni, akkor azt is ki kell mutatni,

$$\text{hogy } \left( \frac{T_{sd}}{T_{Rd1}} \right)^2 + \left( \frac{V_{sd}}{V_{Rd2}} \right)^2 \leq 1$$

elég a szerkesztési szabály, ha:

$$V_{sd} + \frac{4.5}{b} \cdot T_{sd} \leq V_{Rd1} \quad \text{és} \quad T_{sd} \leq \frac{b}{9} \cdot V_{Rd1}$$

A csavarási kengyeltávolság és hosszvasalás az alábbi összefüggések alapján kerül meghatározásra.

Csavaró határnyomaték a nyomott beton rácsrúd tönkremenetel alapján:

$$T_{Rd1} = v \cdot f_{cd} \cdot t \cdot 2 \cdot A_k \cdot \frac{ctg\phi}{1 + ctg^2\phi}$$

Csavaró határnyomaték a hosszvasak húzószilárdságának kimerülésével

$$T_{Rd1}^l = 2 \cdot A_k \cdot A_{sl} \cdot \frac{f_{yld}}{u_k \cdot ctg\phi}$$

a csavarási hosszvas:  $A_{sl} = \frac{T_{sd} \cdot u_k \cdot ctg\phi}{2 \cdot A_k \cdot f_{yld}}$ , melyet a keresztmetszet kerületén mentén egyenletesen kell kiosztani!

A kengyelek folyásához tartozó csavaró határnyomaték

$$T_{Rd1}^w = 2 \cdot A_k \cdot A_{sw} \cdot \frac{f_{ywd}}{s \cdot ctg\phi}$$

a csavarási kengyeltávolság:  $s_T = 2 \cdot A_k \cdot A_{sw} \cdot \frac{f_{ywd}}{T_{sd} \cdot ctg\phi}$

A rúd csavarási teherbírása:  $T_{Rd} = \min \left\{ \begin{array}{l} T_{Rd1} \\ T_{Rd1}^l \\ T_{Rd1}^w \end{array} \right\}$

A nyírási és csavarási kengyelek távolságát

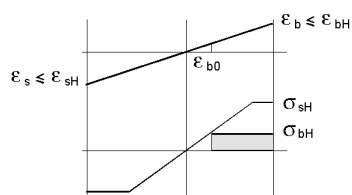
$$t = \frac{1}{\frac{1}{t_{M_i}} + \frac{1}{t_T}} \quad \text{összegzéssel ábrázolja a diagram.}$$

### 5.5.1.2. Gerenda hosszvasalása

A számítás az alábbi feltevéseket alkalmazza:

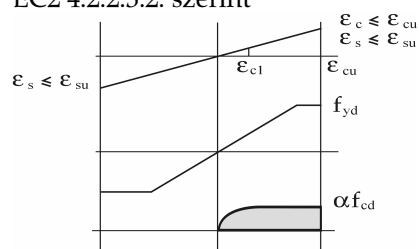
**MSz szerint:**

**$\sigma, \varepsilon$  diagramok:**



**Eurocode 2 szerint: EC 4.3.1.**

**$\sigma, \varepsilon$  diagramok: EC2 4.2.1.3.2. és EC2 4.2.2.3.2. szerint**



A betonacélokból határfeszültség lép fel.

A nyomott betonzóna magassága nem lesz nagyobb, mint

$$x_0 = h \cdot \frac{\epsilon_{bH} - \epsilon_{b0}}{\epsilon_{s0} - \epsilon_{bH}}$$

Ha a számításból nagyobb adódna, nyomott vaskeresztmetszetet alkalmazunk, melyben fellépő nyomóerő azonban nem haladhatja meg a nyomott betonzóna által felvett erőt.

A betonacélokból határfeszültség lép fel.

A nyomott betonzóna magassága nem lesz nagyobb, mint

$$x_0 = d \cdot \frac{\epsilon_{cu} - \epsilon_{c1}}{\epsilon_{s1} - \epsilon_{cu}}$$

Ha a számításból nagyobb adódna, nyomott vaskeresztmetszetet alkalmazunk, azonban a húzott és nyomott vaskeresztmetszet összege nem haladhatja meg a betonkeresztmetszet 4 %-át.

A program terhelési esetenként, keresztmetszetenként kiszámítja az alsó és felső vasmenntiséget valamint a nyomatéki eltolás értékét

A ferde repedések miatt a húzott vasalást az  $M/z$ -ből számítottnál nagyobb húzóerőre kell méretezni. Ezt a szabványok a nyomatéki ábra eltolásával veszik figyelembe. (EC2 5.4.2.1.3.) (MSz 3.1.1.2.)

Kiválasztja az eltoló nyomatéki értékek minimumát ( $M_{min} \leq 0$ ) és maximumát ( $M_{max} \geq 0$ ), valamint a hozzájuk tartozó húzott és nyomott oldali vasmenntiségeket. A vasalási diagramon az húzott vasmenntiség kék, a nyomott vasmenntiség piros, a szerkesztési szabályban megadott minimális húzott (EC2, MSz) és nyomott (MSz) vasmenntiség szürke színnel színnel jelenik meg.

A nyomott vasmenntiség figyelembe vétele akkor is szükséges, ha a húzott vasmenntiség a mértékadó, mert a nyomott acélbetétek átmérőjének illetve a kengyeltávolság megállapításánál figyelembe kell venni, hogy csak a kengyeltávolság 1/12 része, vagy nagyobb átmérőjű hosszvasak vehetők figyelembe.

**Figyelembe vett szerkesztési szabályok:**

	MSz	EUROCODE 2
Húzott acélbetétek minimális keresztmetszeti területe	$0,003 \cdot A_c$ $0,004 \cdot A_c^*$ betonmin. > C40	$\max \begin{cases} 0,6 \cdot b_t \cdot d & \text{EC2} \\ f_{yk} \\ 0,0015 \cdot b_t \cdot d \end{cases}$ 5.4.2.1.1. (1)
nyomott acélbetétek minimális keresztmetszeti területe	$0,001 \cdot A_c$	
Maximális vasmenntiség		$0,04 \cdot A_c$ EC2 5.4.2.1.1. (2)
A keresztmetszet szélessége	80 mm	
Kengyeltávolság	$\leq \begin{cases} 400mm \\ h \\ 1,5 \cdot b \end{cases}$	Lásd Nyírás EC2 figyelembe vett szerkesztési szabályok táblázatai

☞ **A program figyelmeztet és nem rajzol vasalási diagramot az alábbi esetekben:**

**MSz**

üzenet  
esemény

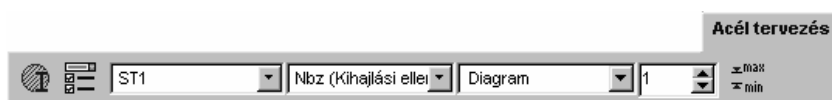
*A keresztmetszet nem felel meg hajlításra ( $Ns' > Nb$ )*

A nyomott betonacélok által felvett nyomóerő nagyobb, mint a beton

megoldás	<p>által felvett nyomóerő: <math>N'_s = A_{sv} \cdot \sigma_{sH} &gt; N_b = b \cdot x_0 \cdot \sigma_{bH}</math></p> <p>Növeljük meg a betonkeresztmetszetet, vagy a betonminőséget.</p>
üzenet esemény	<p><b>A keresztmetszet nem felel meg nyírásra/csavarásra (<math>T_M &gt; T_{Hf}</math>)</b></p> <p>a mértékadó nyíróerő nagyobb, mint a nyomott betonrudak által felvehető nyíróerő.</p>
megoldás	<p>Növeljük meg a betonkeresztmetszetet, vagy a betonminőséget.</p> <p><b>EUROCODE2</b></p>
üzenet esemény	<p><b>Túl kicsi kengyeltávolság (<math>V_{sd} - 3 \cdot V_{Rd1} / \rho_w \cdot w/b_w/d &gt; 200</math>)</b></p> <p>A repedéstágasság korlátozásából adódó maximális kengyeltávolság meghatározásánál <math>\frac{V_{sd} - 3 \cdot V_{Rd1}}{\rho_w \cdot b_w \cdot d} &gt; 200</math></p>
megoldás	<p>Növeljük meg a betonkeresztmetszetet, a betonminőséget vagy a kengyelátmérőt.</p>
üzenet esemény	<p><b>A keresztmetszet nem felel meg hajlításra (<math>A_s + A_{s2} &gt; 0.04 A_c</math>)</b></p> <p>a hosszanti acélbetétek keresztmetszeti területe nagyobb a betonkeresztmetszet 4 %-ánál.</p>
megoldás	<p>Növeljük meg a betonkeresztmetszetet, vagy az acélminőséget.</p>
üzenet esemény	<p><b>A keresztmetszet nem felel meg nyírásra (<math>V_{sd} &gt; V_{Rd2}</math>)</b></p> <p>A nyíróerő nagyobb, mint a gerinc tönkremenetele nélküli legnagyobb nyíróerő.</p>
megoldás	<p>Növeljük meg a betonkeresztmetszetet, vagy a betonminőséget.</p>

## 5.6. Acél tervezés

### 5.6.1. Acél rúd ellenőrzés



#### Acélszerkezetek vizsgálata MSz 15024/1-85 szerint

Az MSz 15024 szabvány mind a kézi mind a számítógépes méretezéshez ad alapot. A szabványban, a kézi számításához szánt eljárások részletesen ki vannak dolgozva, és többnyire síkbeli esetekkel foglalkoznak. Ugyanakkor a gépi számításához többnyire csak irányelvek vannak megfogalmazva, melyek alkalmazását még a szabvány alkotói is vitatják. Ebben a helyzetben, az AxisVM acélszerkezeti méretezési modulja megalkotásánál, a fő fejlesztési szempont az volt, hogy a három dimenziós vizsgálatokat a kézi számításnál használt módszerek kiterjesztésével oldja meg, mivel ezek alkalmazása közelebb áll a „hagyományos” (kézi) gyakorlathoz, és nem lesz tárgya szakmai vitáknak, mint ahogy az irányelvekre alapuló lehetséges módszerek lennének.

A következőkben ismertetésre kerülnek az AxisVM-be beépített eljárások, melyek a könnyű kiértékelhetőség kedvéért, ún. kölcsönhatási formulákban vannak megfogalmazva. Ezek többnyire csak formailag különböznek a szabványban megadott alaktól, viszont a kéttengelyű hajlítást és nyírást is egybe veszik, mint általános esetet, így az el-

térés a szabványban szereplő képletektől elkerülhetetlen.

Az AxisVM módszerének szemléltetéséhez vegyük példának a kifordulásvizsgálatot, amire a szabvány bizonyos esetekre két lehetséges módszert is ad, és azt is megmondja, mikor kell egyáltalán a vizsgálatot végrehajtani. Az AxisVM a vizsgálatot mindig végrehajtja, akkor is ha ezt kézi számítás esetén mellőzhető lenne, és mindig ugyanazt a (fejlesztők által kiválasztott) módszert alkalmazza. Ez azért kell itt és most kiemelni, mert ebben mutatkozik meg a szemléleti különbség a „hagyományos” szabvány szerinti tervezéshez képest, és ezt figyelembe kell venni a program alkalmazásakor. Ezen túlmenően a program például elvégzi a húzott-hajlított tartók kifordulásvizsgálatát is, ami a szabványban ekként nincs tárgyalva.

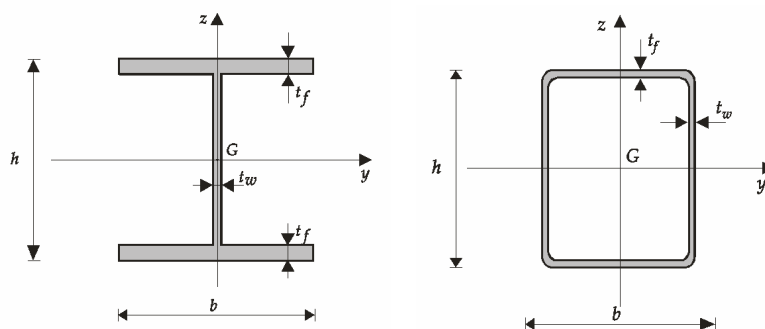
Az MSz 15024/1-85 acélszerkezeti szabványra épülő AxisVM tervezési modul alkalmazható:

- |                                |   |
|--------------------------------|---|
| a.) hengerelt I szelvényekre   | e.) tömör téglalap szelvényekre           |
| b.) hegesztett I szelvényekre  | f.) tömör körkeresztmetsztű szelvényekre. |
| c.) zárt téglalap szelvényekre |   |
| d.) cső szelvényekre           |   |

Az ezen típusok közé nem tartozó keresztmetszetek nem vizsgálhatók. A keresztmetszetek feltételezeten nem tartalmaznak gyengítéseket (lyukakat) és 40 mm-nél vastagabb alkotóelemeket. Feltételezett, hogy a keresztmetszet állandó, kétszeresen szimmetrikus és a nyírási középpontban terhelt.

A program csak az itt felsorolt vizsgálatokat végzi. Minden más, a szabványban előírt vizsgálatokat (mint, de nem korlátozódva ezekre: csavarás, keresztirányú erők hatása, kapcsolatok, stb.) a felhasználónak a feladata elvégezni.

A program feltételezi, hogy a gerinccel rendelkező szelvények z lokális tengelye a gerinc síkjával párhuzamos.



### Vizsgálatok:

Az acélszerkezeti modul a következő kölcsönhatási vizsgálatokat végzi.

Normálerő-Hajlítás-Nyírás [N-M-Q] (MSz 15024 3.3.2.1/3, 3.5.4)

Nyomás-Hajlítás-Kihajlás [N-M-Kihajlás] (MSz15024 3.2.1)

Normálerő-Hajlítás-Kifordulás [N-M-Kifordulás] (MSz 15024 3.5.6.1)

Nyírás /y [Q<sub>y</sub>] (MSz 15024 2.6.2.3)

Nyírás /z [Q<sub>z</sub>] (MSz 15024 2.6.2.3)

Összehasonlító feszültség (nyakban) [σ<sub>össz</sub>] (MSz 15024 3.3.2.2)

Gerinc horpadás (MSz 15024 3.3.4)

Öv horpadás (MSz 15024 3.2.3)

A vizsgálatok kifejezéseiben legtöbbször használt, ún. keresztmetszeti ellenállások a következők (ellenállás alatt ez esetben határerőt értünk):

Normálerő ellenállás [N<sub>H</sub>] (MSz 15024 3.1.1)

Nyírási ellenállás /y tengely [Q<sub>y,H</sub>] (MSz 15024 2.6.2.3)

Nyírási ellenállás /z tengely [ $Q_{z,H}$ ] (MSz 15024 2.6.2.3)  
 Nyomatéki ellenállás /yy [ $M_{y,H}$ ] (MSz 15024 2.6.2.4/5/6/7)  
 Nyomatéki ellenállás /zz [ $M_{z,H}$ ] (MSz 15024 2.6.2.4/5/6/7)  
 Kihajlási ellenállás /yy [ $N_{ki,y,H}$ ] (MSz 15024 3.2.1.2)  
 Kihajlási ellenállás /zz [ $N_{ki,z,H}$ ] (MSz 15024 3.2.1.2)  
 Kifordulási ellenállás [ $M_{k,H}$ ] (MSz 15024 3.3.3.2/3)

Ezeket a program információ tartalmuk miatt kiegészítő eredményként szolgáltatja.

A vizsgálatok ún. kölcsönhatási formulával vannak kifejezve, mivel ez közvetlenül az adott vizsgálat szempontjából fejezik ki a kihasználtságot. A képletekben szereplő változók ismertetését és azok kifejezéseit, valamint a részletes alkalmazási körülményeket a szabvány tartalmazza. A következőkben a határerők meghatározásának egyes fő lépései vannak ismertetve a teljesség igénye nélkül (további részletekért a szabványhoz kell fordulni).

*Másodrendű nyomatékok közelítése elsőrendű igénybevételek esetén:*

$M^II = \psi \cdot M^I$ , (MSz 15024-3.5.3.), ahol, nyomó normálerő esetén

$$\psi = \frac{1}{1 - \frac{N}{N_{kr}} \cdot \frac{R_y}{\sigma_H}}$$
 nyomatéknövelő tényező (egyébként  $\psi=1$ ), és

$$N_{kr} = \frac{\pi \cdot E \cdot I}{L_0^2},$$
 a rúd rugalmas kritikus (kihajlási) erője, és

$L_0$ , a kihajlási hossz.

Természetesen, a fenti képleteket a megfelelő hajlítási tengelyekre kell vonatkoztatni, ezért ezek az értékek az y és z lokális tengelyek szerint is meg vannak határozva.

*Határnormálerő számítása:*

$$N_H = A_x \cdot \sigma_H, \text{ (MSz 15024-2.6.2.2.), ahol}$$

$A_x$  a feltételezetten gyengítéseket nem tartalmazó keresztmetszet területe. E vizsgálat érvényességének fontos feltétele, hogy a rúd keresztmetszete ne tartalmazzon gyengítéseket.

*Határnyíróerő számítása:*

$$Q_H = A_\tau \cdot \tau_H, \text{ (MSz-15024, 2.6.2.3.), ahol}$$

$A_\tau$ , a lokális z irányban gerinclemezes tartók esetében a gerinc területét, y irányban az övek területét jelöli, a lokális y és z irányú határnyíróerők ennek megfelelően számíthatóak. Nem gerinclemezes tartók esetében a szakirodalom szerint vannak a nyírási keresztmetszetek meghatározva.

*Határnyomatékok számítása:*

$$M_H = \bar{W} \cdot \sigma_H, \text{ (MSz-15024, 2.6.2.4.)}$$

Az y és z hajlítási tengelyeknek megfelelő határnyomatékokat, a megfelelő névleges keresztmetszeti modulus felhasználásával van meghatározva, az MSz 15024- 3.3.1.2. pont szerint.

Az AxisVM-ben a nyíróerő és normálerő határnyomaték csökkentő hatása is figyelembe van véve az MSz 15024- 2.6.2.5. illetve 2.6.2.6, vagy együttesen a 2.6.2.7. szerint.

*Kihajlási hatátárerők számítása:*

$$N_{kiH} = \varphi \cdot A_x \cdot \sigma_H, \text{ (MSz 15024, 3.2.1.2.)}, \text{ ahol}$$

$\varphi$  a kihajlási csökkentő tényező, értéke a rúdkarcsúság függvényében a kihajlási hossz (befogási) tényező alapján van meghatározva, az acél anyagának és a keresztmetszet típusának figyelembevételével (MSz 15024-3.2.1.3-4-5). A kihajlási határerő mindkét fő tehetetlenségi tengely szerinti meg van határozva. Ezen túlmenően a gyenge (z) tengely szerinti karcsúság megállapításánál a térbeli (elcsavarodó) kihajlás lehetősége is figyelembe van véve (MSz 15024-3.2.1.6) egy ú.n. ideális karcsúság alkalmazásával.

*Kifordulási határnyomaték számítása:*

$$M_{kH} = \varphi_k \cdot \overline{W}_{nyomó} \cdot \sigma_H, \text{ (MSz 15024, 3.3.3.3.)}, \text{ ahol}$$

$\varphi_k$  a kifordulási csökkentő tényező melyet a

$$\lambda_k = \pi \sqrt{\frac{1.1 E}{\sigma_{ki}}}, \text{ kifordulási karcsúság alapján állapít meg a program.}$$

$\sigma_{ki}$ , a tökéletesen egyenes tengelyű, korlátlanul rugalmas anyagú tartó kifordulását előidéző kritikus feszültség a tartó szélső szálában.

A vizsgálatok következők szerint vannak végrehajtva:

*Normálerő Hajlítás-Nyírás* Ez egy szilárdsági vizsgálat. A program először meghatározza a tartó határerejét (MSz 15024 2.6.2) normálerőre (MSz 15024 2.6.2.2), és hajlításra (MSz 15024 2.6.2.4/5/6). Ezek felhasználásával egy ú.n. kölcsönhatási formulával van kifejezve a vizsgálat.

$$\frac{N}{N_H} + \frac{M_y^{II}}{M_{yH}} + \frac{M_z^{II}}{M_{zH}} \leq 1$$

*Nyomás-Hajlítás-Kihajlás* A kielégítendő feltétel az MSz 15024 3.2.1 figyelembevételével az alábbi alakban van felírva:

$$\frac{N}{N_{kiH}} + \frac{M_y^{II}}{M_{yH}} + \frac{M_z^{II}}{M_{zH}} \leq 1$$

*Normálerő Hajlítás Kifordulás* Fél van tételezve, hogy a keresztmetszet kétszeresen szimmetrikus, és a  $v_z$  kihajlási hossz (befogási) tényező a nyomott öv kihajlására is alkalmazható. A kielégítendő feltételt az MSz 15024 3.5.6.1 tartalmazza, mely ki van egészítve a gyenge tengely körüli hajlítás figyelembevételével.

Nyomott-hajlított esetben:

$$\frac{N}{N_{ki,z,H}} + \frac{\beta_k \cdot M_y^{II}}{M_{kH}} + \frac{M_z^{II}}{M_{zH}} \leq 1$$

Húzott-hajlított esetben, a vizsgálat ú.n. hatékony nyomatékokra történik az EC3 5.5.3 szerint:

$$\frac{\beta_k \cdot M_{\text{eff},y}}{M_{kH}} + \frac{M_{\text{eff},z}}{M_{zH}} \leq 1$$

$\beta_k$  lineárisan változó hajlítónyomaték esetén alkalmazott csökkentő tényező az MSz 15024- 3.3.3.2.- 9. ábra szerint.

*Nyírás /y* Ez egy szilárdsági vizsgálat. A nyírási határerő az MSz 15024 2.6.2.3 pont szerint van meghatározva. A vizsgálat az alábbi kölcsönhatásként van kifejezve:

$$\frac{1.2Q_y}{Q_{yH}} \leq 1$$

Az 1.2-es szorzó a feszültség eloszlásban tett közelítést kompenzálja a gyakorlatban elfogadott módon.

Nyírás /z Az előző ponthoz hasonlóan:

$$\frac{1.2Q_z}{Q_{zH}} \leq 1$$

Összehasonlító feszültség a nyakban Ez egy szilárdsági vizsgálat. Gerinccel rendelkező keresztmetszetek esetén (I, és téglalap zártszelvények) van végrehajtva MSz 15024 3.3.2.1. pontnak megfelelően. A vizsgálatához a gerinccben fellépő átlagos nyírófeszültség van felhasználva.

Gerinc horpadás A gerinclemezes tartók gerinc horpadásvizsgálata az MSz 15024 3.3.4 pontja szerint van végrehajtva. Az eredmény egy kölcsönhatási formában van megadva az alábbi képlet szerint:

$$\frac{\sigma_{red}}{\sigma_{bH}} \leq 1$$

ahol a horpadási határfeszültség  $\sigma_{bH}$  az MSz 15024 3.3.4.5 illetve 3.3.4.8 szerint van meghatározva (a kifejezések jobb oldala).

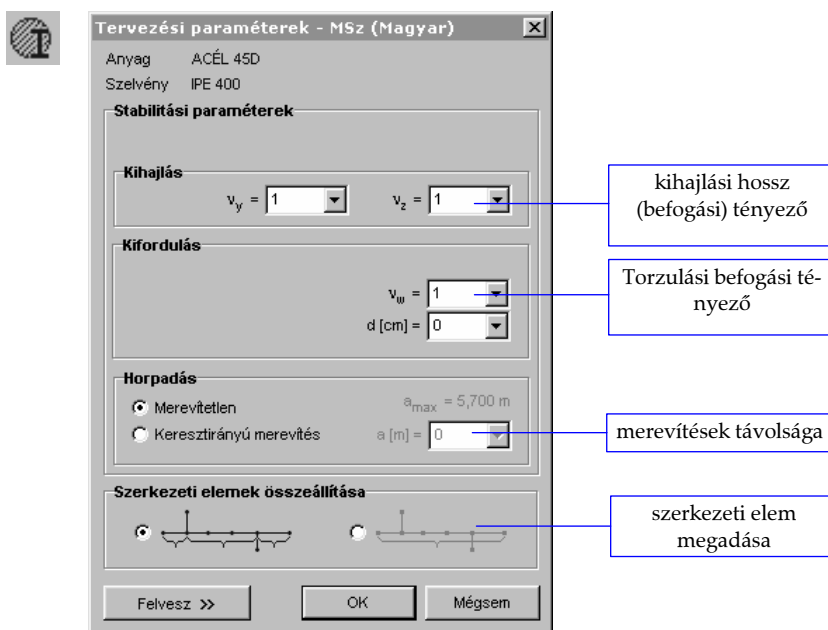
Övhorpadás Nyomott övlemezek horpadásvizsgálata az MSz 15024 3.2.3 alapján van elvégezve, és az alábbi kölcsönhatási formulával van kifejezve:

$$\frac{\lambda_o}{\lambda_{ref}} \leq 1$$

ahol a referencia karcsúság az MSz 15024 3.2.3.3 szerint van meghatározva mint  $\lambda$  vagy  $0.75\lambda_E$ .

### Tervezési paraméterek megadása

Az MSz 15024 méretezés végrehajtásához a Tervezési Paraméterek dialógus ablakban a következő paraméterek értékeit kell a kijelölt szerkezeti elemekhez megadni:



Stabilitási tényezők:

**Kihajlás**  $v_y, v_z$ : kihajlási hossz (befogási) tényezők az  $y$ , illetve tengely  $z$  körül az MSz 15024 értelmezése szerint. E tényezőket a szabvány útmutatásait figyelembevéve kell meghatározni.

Ha egy megtámasztás, például egy héjazat által, folytonosnak tekinthető, akkor a megfelelő kihajlási hossz (befogási) tényezőt egy kicsiny értéként kell felvenni.

Hasonló esetben, például falvázgerendákkal és merevítésekkel megtámasztott oszlopnál vagy szelemennél és merevítők által megtámasztott főtartóknál, a megfelelő irányú kihajlási hossz (befogási) tényezőt az ezirányú kihajlási hossz és a szerkezeti hossz arányaként lehet felvenni.

**Kifordulás**  $v_0$ : az öblösödés gátlására utaló tényező. Ha az öblösödés gátlásáról külön nem gondoskodnak, értéke 1-re veendő fel.

$d$ : a teher támadáspontjának koordinátája a súlyponthoz képest, és ennek megfelelően előjeles mennyiség az MSz 15024 14. Táblázat szerint. A kifordulás vizsgálatnál az a feltételezés, hogy az elem  $z$  lokális tengelye van gyenge tengelyként tekintve, valamint a kifordulást előidéző terhek  $e$  tengely irányában hatnak. A program feltételezi, hogy a  $v_z$  kihajlási befogási tényező alkalmazható a nyomott övre is.

**Horpadás** Gerinclemezes tartók esetében a gerinc merevítések szempontjából lehet:

**Merevítetlen:** feltételezi, hogy nincsenek közbenső keresztirányú merevítések.

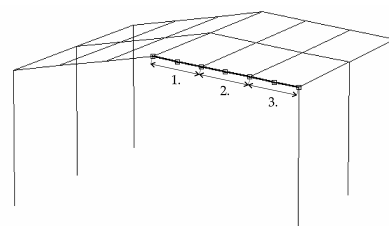
**Keresztirányú merevítések:** közbenső keresztirányú merevítések találhatóak egymástól  $a$  távolságra.

Támaszoknál vagy rúdvégeken mindkét esetben feltételezi a program a keresztirányú merevítések létét.

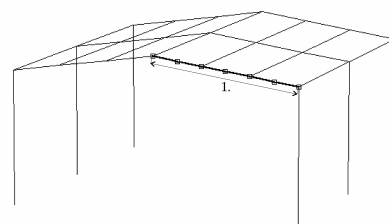
**Szerkezeti elemek összeállítása** Mivel a szerkezet analízis végeselemeken hajtódik végre, míg a tervezés/méretezés ú.n. szerkezeti elemeken, ezért szükség van a végeselemek szerkezeti elemekbe való besorolására, csoportosítására. Egy szerkezeti elem tetszőleges számú végeselemet tartalmazhat. Az egyes szerkezeti elemekhez tartozó végeselemeknek ki kell elégíteniük néhány feltételt: azonos anyaggal, keresztmetszettel, és lokális rendszerrel kell rendelkezniük, és egy egyenesbe kell esniük. Ezen feltételek fenállását a program ellenőrzi.

Ezen túl a szerkezeti elemek végpontjainak a meghatározásához a felhasználó két kritérium közt választhat:

A szerkezeti elem egy csomópontjába becsatlakozó egyéb vonalelemek, felületelemek, illetve támaszelemek elválasztják a szomszédos szerkezeti elemeket.



A összefüggően kijelölt rúdelemek egy szerkezeti elemet alkotnak, függetlenül a szerkezeti elem csomópontjaiba bekapcsolódó egyéb elemektől.





### Acélszerkezetek vizsgálata Eurocode 3 szerint:

Az Eurocode 3 (a továbbiakban EC3), az Európai Unió támogatásával került kidolgozásra és immár több tagállamban illetve társult országban szabvány (vagy előszabvány) erejűre emelkedett, míg másokban kísérleti jelleggel, a nemzeti szabványokkal párhuzamosan került illetve kerül bevezetésre. Magyarországon az Eurocode 3 MSz ENV 1993-1-1 előszabvány került kiadásra.

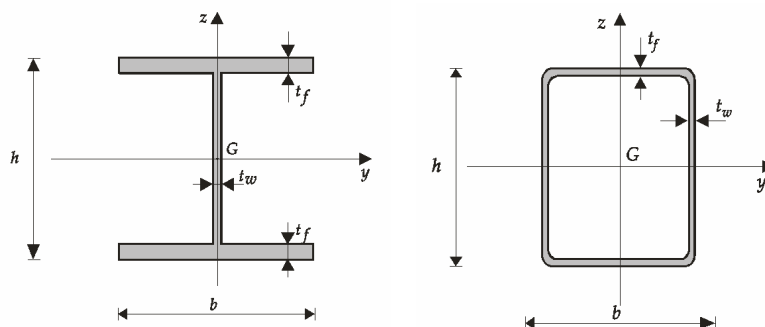
A modul alkalmazható:

- |                                |  |
|--------------------------------|--|
| a.) hengerelt I szelvényekre   | e.) tömör téglalap szelvényekre        |
| b.) hegesztett I szelvényekre  | f.) tömör körkeresztmetű szelvényekre. |
| c.) zárt téglalap szelvényekre |  |
| d.) cső szelvényekre           |  |

Az ezen típusok közé nem tartozó keresztmetszetek nem vizsgálhatók. A modul által vizsgálható keresztmetszetek 1. osztályba, 2. osztályba, illetve 3. osztályba kell tartozzanak. 4. osztályú keresztmetszeteket nem vizsgál a program. A keresztmetszetek feltételezeten nem tartalmaznak gyengítéseket (lyukakat) és 40 mm-nél vastagabb alkotólemezeket.

A program csak az itt felsorolt vizsgálatokat végzi. Minden más, a szabványban előírt vizsgálatokat (mint, de nem korlátozódva ezekre: csavarás hatása, keresztirányú erők, kapcsolatok, stb.) a felhasználónak a feladata elvégezni.

A program feltételezi, hogy a gerinccel rendelkező szelvények z lokális tengelye a gerinc síkjával párhuzamos.



Keresztmetszetek osztályozása:

#### Vizsgálatok:

Az acélszerkezeti modul a következő kölcsönhatási vizsgálatokat végzi:

Normálerő-Hajlítás-Nyírás [N-M-V] (EC3 5.4.8-9)  
 Nyomás-Hajlítás-Kihajlás [N-M-Kihajl.] EC3 5.5.4)  
 Normálerő-Hajlítás-Kifordulás [N-M-Kiford.] (EC3 5.5.4)  
 Nyírás /y [V<sub>y</sub>] (EC3 5.4.6, 5.6.3)  
 Nyírás /z [V<sub>z</sub>] (EC3 5.4.6)  
 Gerinc Nyírás-Hajlítás-Normálerő [V<sub>w</sub>-M-N] (EC3 5.6.7.2)

A vizsgálatok kifejezéseiben legtöbbször használt, ún. keresztmetszeti ellenállások a következők:

Képlékeny ellenállás [N<sub>pl,Rd</sub>] (EC3 5.4.4)  
 Képlékeny nyírási ellenállás /y tengely [V<sub>pl,y,Rd</sub>] (EC3 5.4.6)  
 Képlékeny nyírási ellenállás /z tengely [V<sub>pl,z,Rd</sub>] (EC3 5.4.6)  
 Nyírási horpadási ellenállás [V<sub>ba,Rd</sub>] (EC3 5.6.3)  
 Rugalmas nyomatéki ellenállás /yy [M<sub>el,y,Rd</sub>] (EC3 5.4.5)  
 Rugalmas nyomatéki ellenállás /zz [M<sub>el,z,Rd</sub>] (EC3 5.4.5)  
 Képlékeny nyomatéki ellenállás /yy [M<sub>pl,y,Rd</sub>] (EC3 5.4.5)  
 Képlékeny nyomatéki ellenállás /zz [M<sub>pl,z,Rd</sub>] (EC3 5.4.5)  
 Kihajlási ellenállás /yy [N<sub>b,y,Rd</sub>] (EC3 5.5.1)  
 Kihajlási ellenállás /zz [N<sub>b,z,Rd</sub>] (EC3 5.5.1)  
 Kifordulási ellenállás [M<sub>b,Rd</sub>] (EC3 5.5.2)

Ezeket a program információtartalmuk miatt kiegészítő eredményként szolgáltatja.

A vizsgálatok legtöbb esetben ún. kölcsönhatási formulával vannak kifejezve. A képletekben szereplő változók ismertetését és azok kifejezéseit, valamint a részletes alkalmazási körülményeket a szabvány tartalmazza:

*Normálerő-Hajlítás-Nyírás* A tervezési normálerő igénybevétel lehet húzás vagy nyomás. A tervezési nyíróerő meghaladhatja (erős nyírás) vagy nem (gyenge nyírás) a keresztmetszet nyírási ellenállásának a felét.

Gyenge nyírás esete (EC3 5.4.8) 1. és 2. osztályú keresztmetszetek esetén (5.4.8.1), a 3. osztályú esetben (EC3 5.4.8.2), a biztonság javára alkalmazott közelítésekkel kerül meghatározásra.

1. osztályú és 2. osztályú keresztmetszeteknél:

$$\frac{N_{Sd}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Sd}}{M_{pl,y,Rd}} + \frac{M_{z,Sd}}{M_{pl,z,Rd}} \leq 1$$

3. osztályú keresztmetszeteknél:

$$\frac{N_{Sd}}{A_{fyd}} + \frac{M_{y,Sd}}{W_{el,y,fyd}} + \frac{M_{z,Sd}}{W_{el,z,fyd}} \leq 1$$

Erős nyírás esetén (EC3 5.4.9) egy redukált képlékeny nyomatéki ellenállás van figyelembe véve az I, és a zártszelvényű téglalap szelvények esetében (EC3 5.4.7).

*Nyomás-Hajlítás-Kihajlás* A kielégítendő feltételek az EC3 5.5.4 pontban találhatók (5.51 és 5.53).

1. osztályú és 2. osztályú keresztmetszeteknél:

$$\frac{N_{Sd}}{\chi_{\min} A \frac{f_y}{\gamma_{M_1}}} + \frac{k_y M_{y,Sd}}{W_{pl,y} \frac{f_y}{\gamma_{M_1}}} + \frac{k_z M_{z,Sd}}{W_{pl,z} \frac{f_y}{\gamma_{M_1}}} \leq 1$$

3. osztályú keresztmetszeteknél:

$$\frac{N_{Sd}}{\chi_{\min} A \frac{f_y}{\gamma_{M_1}}} + \frac{k_y M_{y,Sd}}{W_{el,y} \frac{f_y}{\gamma_{M_1}}} + \frac{k_z M_{z,Sd}}{W_{el,z} \frac{f_y}{\gamma_{M_1}}} \leq 1$$

**Normálerő-  
Hajlítás-  
Kifordulás** A kifordulási ellenállás meghatározásakor, feltételezett, hogy a keresztmetszet állandó, kétszeresen szimmetrikus és a nyírási középpontban terhelt. A kifordulási határerő meghatározásakor,  $k$  értéke (EC3 F1.2) egyenlő  $K_z$  értékével vagy 1-el, amelyik kisebb. A gyenge tengely a  $z$  tengely kell legyen.

A kielégítendő feltételek az (EC3 5.5.4) pontban találhatóak (5.52 és 5.54).

1. osztályú és 2. osztályú keresztmetszeteknél:

$$\frac{N_{Sd}}{\chi_z A \frac{f_y}{\gamma_{M_1}}} + \frac{k_{LT} M_{y,Sd}}{\chi_{LT} W_{pl,y} \frac{f_y}{\gamma_{M_1}}} + \frac{k_z M_{z,Sd}}{W_{pl,z} \frac{f_y}{\gamma_{M_1}}} \leq 1$$

3. osztályú keresztmetszeteknél:

$$\frac{N_{Sd}}{\chi_z A \frac{f_y}{\gamma_{M_1}}} + \frac{k_{LT} M_{y,Sd}}{\chi_{LT} W_{el,y} \frac{f_y}{\gamma_{M_1}}} + \frac{k_z M_{z,Sd}}{W_{el,z} \frac{f_y}{\gamma_{M_1}}} \leq 1$$

Húzott-hajlított esetben, a vizsgálat ú.n. hatékony nyomatékokra történik (EC3 5.5.3).

**Nyírás /y** Az kielégítendő feltételek az (EC3 5.4.6; EC3 5.6.7.2) pontban találhatóak (5.20 és 5.66b).

$$\frac{V_{y,Sd}}{V_{pl,y,Rd}} \leq 1$$

**Nyírás /z** Az kielégítendő feltételek az (EC3 5.4.6; EC3 5.6.7.2) pontban találhatóak (5.20 és 5.66b).

$$\frac{V_{z,Sd}}{\min(V_{pl,z,Rd}, V_{ba,Rd})} \leq 1$$

**Nyírás-  
Hajlítás-  
Normálerő** Gerinccel rendelkező keresztmetszetek esetén (I, és zárt téglalap) esetén, a nyírás /z irányban vizsgálat kiegészítéseként kell elvégezni a vizsgálatot (EC3 5.6.7).

$$\frac{M_{g,Sd}}{M_{f,Rd}} \leq 1$$

Az egyszerű posztkritikus módszer kerül alkalmazásra.

### Tervezési paraméterek megadása:

Az EC3 méretezés végrehajtásához a Tervezési paraméterek dialógus ablakban a következő paraméterek értékeit kell a kijelölt szerkezeti elemekhez megadni:

$\alpha_{kr}$  A teljes függőleges terhet tartalmazó esetekhez tartozó legkisebb kritikus ki-hajlási teherparaméter.  $\alpha_{kr}$  értéke nem lehet kisebb mint 4 (ezen esetekben kötelező másodrendű statikai számítást végezni).

Stabilitási tényezők:

**Kihajlás**  $K_y, K_z$ : kihajlási hossz (befogási) tényezők az  $y$ , illetve  $z$  tengely szerint az EC3 5.2.6 és EC3 5.5.1.5 alapján.

**Kifordulás**  $K_w$ : az öblösödés gátlására utaló tényező. Ha az öblösödés gátlásáról külön nem gondoskodnak, értéke 1-re veendő fel.

$C_1, C_2$ : a végnyomatékok arányától, a  $K_z$  tényezőtől és a terhelés jellegétől függő tényező. A felhasználó megadhat egy adott értéket vagy automatikus értékadást kérhet  $C_1$  esetében. Auto-mód kiválasztása esetén a program  $C_1$  értékét 1-re veszi fel ha  $K_z$  nem egyenlő 1-el, vagy, ha egy közbenső nyomaték nagyobb mint a nagyobb végnyomaték, illetve ha közvetlen teher hat. Az auto-mód  $C_1$ -et az EC3 F1.2 pontban az F3 összefüggés alapján számítja, és feltételezi, hogy a teher a tartó nyírási tengelyében hat, azaz a teher helyzetére vonatkozó  $Z_a$  értéke 0 az F1.2 pont szerint, és nem kér be értéket  $C_2$ -nek. Egy konzoltartó esetén  $C_1$  értéket 1-re kell felvenni, és az Auto módot nem szabad kiválasztani, mivel a program nem állapítja meg hogy a tartó egy konzol.

Amikor közvetlen teher hat,  $C_2$  értéket meg kell adni, amennyiben  $Z_a$  értéke (F1.2) különbözik 0-tól az F1.2 táblázat alapján.

$Z_a$ : a teher támadáspontjának koordinátája a súlyponthoz képest, és ennek megfelelően előjeles mennyiség az EC3 F1.1 ábra szerint.

**Gerinc nyírási horpadás** Gerinclemezes tartók esetében a gerinc merevítések szempontjából lehet:

**Merevítetlen:** feltételezi, hogy nincsenek közbenső keresztirányú merevítések.

**Keresztirányú merevítések:** közbenső keresztirányú merevítések találhatóak egymástól  $a$  távolságra.

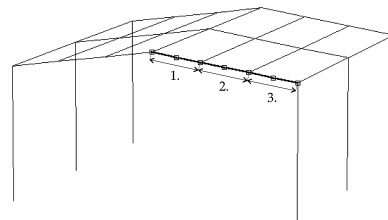
Támaszoknál vagy rúdvégeken mindkét esetben feltételezi a program a keresztirányú merevítések létét.

**Szerkezeti elemek összeállítása** Mivel a szerkezet analízis végeselemeken hajtódik végre, míg a tervezés/méretezés ún. szerkezeti elemeken, ezért szükség van a végeselemek szerkezeti elemekbe való besorolására, csoportosítására. Egy

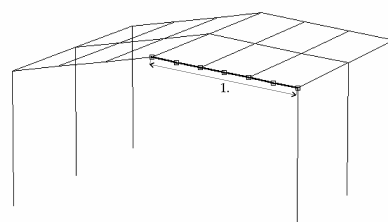
szerkezeti elem tetszőleges számú végelemet tartalmazhat. Az egyes szerkezeti elemekhez tartozó végelemeknek ki kell elégíteniük néhány feltételt: azonos anyaggal, keresztmetszettel, és lokális rendszerrel kell rendelkezniük, és egy egyenesen kell legyenek. Ezen feltételek fenállását a program ellenőrzi.

Ezen túlmenően, a szerkezeti elemek végpontjainak a meghatározásához, a felhasználó két kritérium közt választhat:

A szerkezeti elem egy csomópontjába becsatlakozó egyéb vonalelemek, felületelemek, illetve támaszelemek elválasztják a szomszédos szerkezeti elemeket.



A összefüggően kijelölt rúdelemek egy szerkezeti elemet alkotnak, függetlenül a szerkezeti elem csomópontjaiba bekapcsolódó egyéb elemektől.



**Lekérdezés:**

Valamely szerkezeti elemre kattintva egy lekérdező ablak jelenik meg, ahol a vizsgálatok eredményeit illetve a maximális kihasználtságot láthatjuk. Az ablakon belül bármely szerkezeti elem bármely keresztmetszetében bármely teheresethez vagy kombinációhoz tartozó érték lekérdezhető.

dokumentáció szerkesztő

ábra felvétele a képtárba

tehereset / kombináció

nyomtatás

lekérdezett szerkezeti elem sorszáma

Lineáris - 1	
x[m]	= 0
N-M-V	= 0,265
N-M-Khajl.	= 0,480
N-M-Kiford.	= 0,625
Vy	= 0,004
Vz	= 0,065
Vw-M-N	= 0,143
Max. kihasználtság	0,625

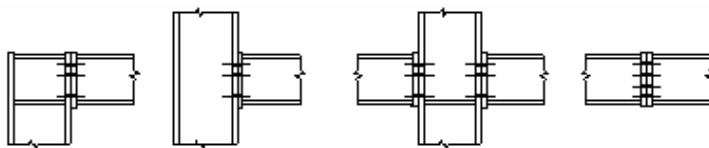
Stabilitási paraméterek	
Anyag	ACÉL FE 430
Szelvény	IFE 450
$\alpha_{cr}$	10,000
$K_y$	1,000
$K_z$	1,000
$K_w$	1,000
$Z_{pl}$ [cm]	0
$C_1$	1,000

## 5.6.2. Homloklemez csavarozott kapcsolat tervezés

A tervező modul segítségével statikusan terhelt homloklemez csavarozott kapcsolatok EC3 (Part 1.8 Design of Joints) szerinti nyomaték-elfordulási görbéje illetve a kapcsolat nyomatéki teherbírása ( $M_{Rd}$ ) és kezdeti merevsége ( $S_{j,init}$ ) számítható. A modul felhasználható csavarozott kapcsolatok EC3 és MSz szerinti méretezésre, valamint meglévő kialakítások ellenőrzésre.

Az alábbi kapcsolati kialakítások számítását végezhetjük el:

- keretsarok kapcsolat
- oszlop-gerenda kapcsolat
- gerenda-gerenda kapcsolat



A kapcsolódó keresztmetszetek hegesztett vagy hengerelt I szelvények lehetnek. A homloklemez az oszlop övéhez kapcsolódik.

A gerenda hajlásszöge  $\pm 30^\circ$  lehet. A gerenda keresztmetszet 1,2 vagy 3. keresztmetszeti osztályba tartozhat. A gerendában a normálerő nem haladhatja meg az  $N_{pl,Rd}$  határerő 5%-át.

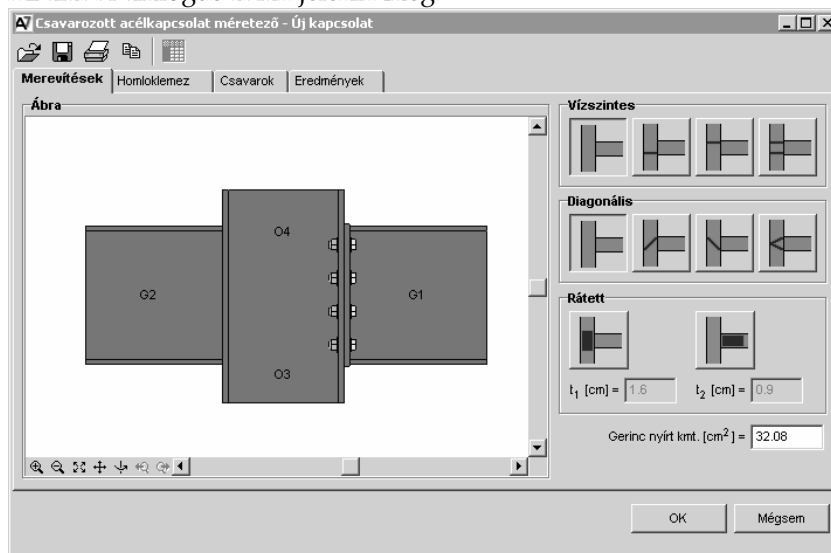
Ezen feltételek teljesülését a program ellenőrzi.

### A tervezés menete

Jelöljük ki a vizsgálandó gerenda elemet és valamelyik gerenda végi csomópontot. Egyszerre több gerenda is kijelölhető, amennyiben azonos keresztmetszettel és anyaggal rendelkeznek, azonos gyártás módúak, valamint azonos típusú oszlop kapcsolódik hozzájuk.

Kattintsunk a kapcsolat tervező ikonra.

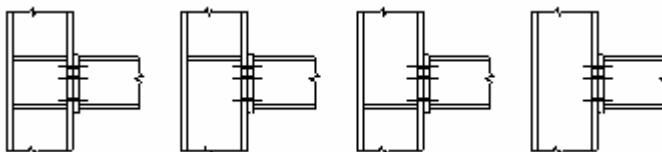
Az alábbi dialógus ablak jelenik meg:



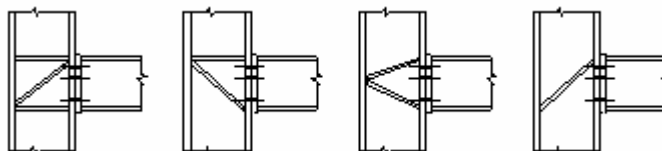
A kapcsolat paramétereinek a megadása három lépésben történik.

*Merevítések* A kapcsolat merevségét vízszintes illetve diagonális merevítő lemezekkel vagy gerinc hizláló rátett lemezekkel erősíthetjük, ezáltal növelve a kapcsolat által felvehető maximális nyomatékot. A merevítő lemezek az alábbiak lehetnek:

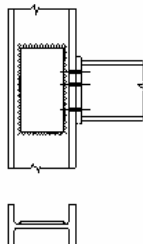
## Vízszintes merevítések



## Diagonális merevítések



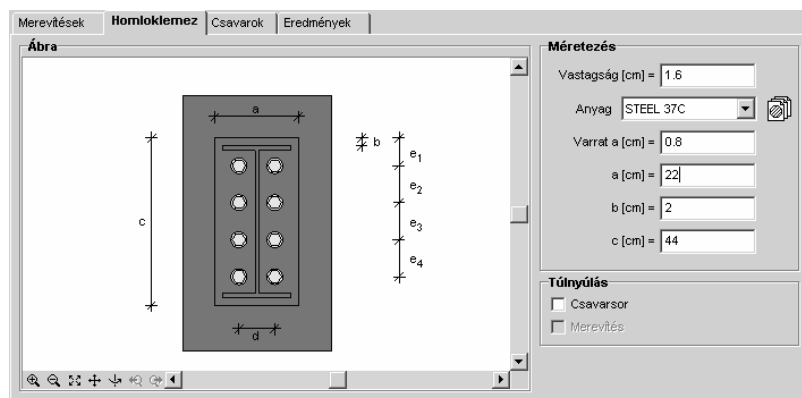
## Rátett lemez oszlop vagy gerenda gerincen



*Gerinc nyírt keresztmetszete*

A rátett lemezek vastagsága a  $t_1$ ,  $t_2$  paraméterekkel adhatók meg. Az adatmezőben a gerinc teljes keresztmetszeti területe szerepel, beleértve a rátett lemezt is. A gerinc keresztmetszet csökkentésével figyelembe vehető a kapcsolat közelében lévő esetleges lyuk.

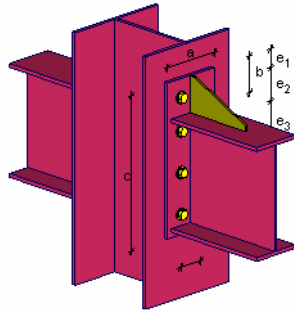
## Homloklemez



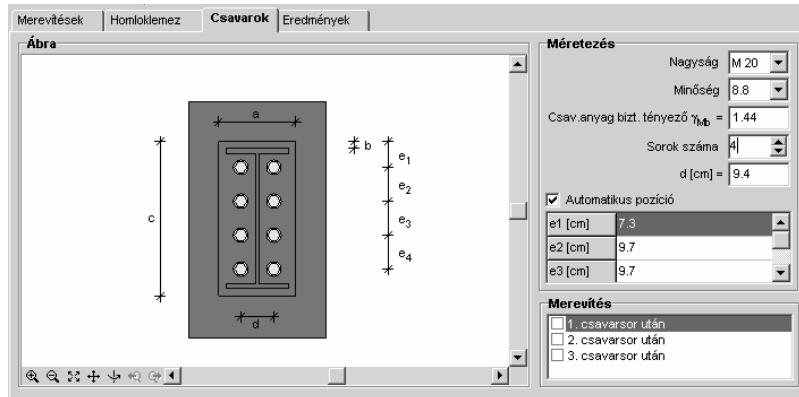
Homloklemeznek az alábbi paramétereit kell megadni:

- vastagsága
- anyagminősége
- varrat 'a' mérete
- szélessége (a)
- magassága (c)
- felső gerenda öv és a homloklemez széle közti távolság (b)
- csavarsor elhelyezése a homloklemez túnyulásban

A homloklemez méreteinek megfelelő beállításával, a húzott oldalon kiegészítő csavarsor helyezhető el.



### Csavarok



A csavarok két oszlopban szimmetrikusan helyezhetők el. Egy kapcsolat belül csak azonos méretű és szilárdságú csavar alkalmazható. A csavarok alábbi paramétereit kell megadni:

- mérete
- minősége
- csavarsorok száma
- a két oszlopban elhelyezett csavarok közti vízszintes távolság ( $d$ )

Automatikus pozicionálás esetén a program a megadott számú csavarsort egyenletes távolságban helyezi el úgy, hogy figyelembe veszi a csavarok egymástól illetve elemszámtól vett minimális távolságát. Az automatikus pozicionálást kikapcsolva a csavarsorok távolsága egyedileg beállítható.

☞ A program figyelmeztető üzenetet ad, ha a csavarsorok (furattengelyek) távolsága kisebb a minimális értéknél.

Figyelembe vett legkisebb furattengely távolságok:

#### MSz

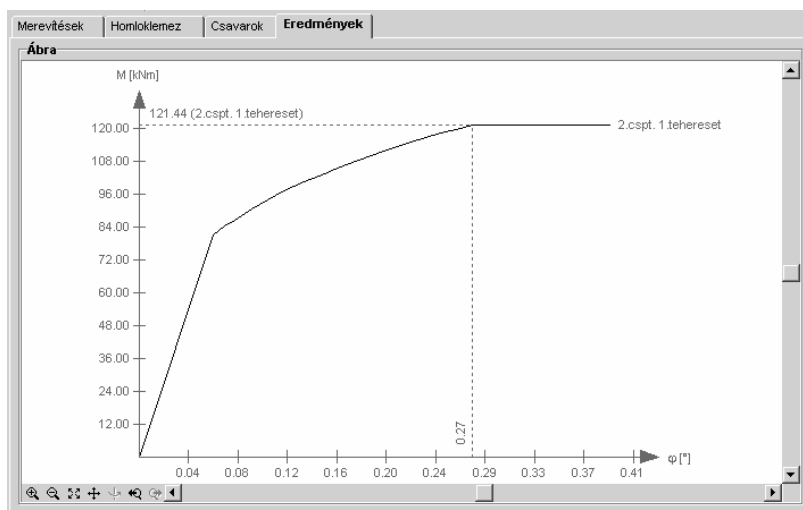
- egymástól  $3d$
- elem végtől erő irányban  $2d$
- erőre merőleges irányban  $1,5d$

#### Eurocode

- egymástól  $2,2d$
- elem végtől erő irányban  $1,2d$
- erőre merőleges irányban  $1,2d$

### Eredmények

Az eredmények fülre kattintva a program kiszámítja a kapcsolat nyomaték-elfordulás digramját, meghatározza a maximális ellenállási nyomatékot ( $M_{r,D}$ ) és a kapcsolat kezdeti merevségét ( $S_{j,init}$ ).



☞ A program figyelmeztető üzenetet ad, ha az ellenállási nyomaték kisebb a tervezési nyomatéknál.

A számítás figyelembe veszi a kapcsolatban fellépő nyomaték, nyíróerő és normálterő jelenlétét. Ebből következően ugyan ahhoz a homloklemezhez más-más  $M_{rD}$  ellenállási nyomatékot kapunk az egyes terhelési esetekben vagy teherkombinációkban. Így teheresetenként ill. kombinációként kell fenállnia az  $M_{rD} \geq M_{sd}$  egyenlőtlenségnek.

**Mentés**



A kapcsolat mentése a megadott paraméterekkel. Későbbiekben az így elmentett kapcsolat típus más gerendákhoz is betölthető és hozzárendelhető.

**Betöltés**



Az előbb leírt módon elmentett kapcsolat típusok betöltése.

**Táblázat**



A táblázat az alábbi adatokat tartalmazza:

- csomópont száma
- rúd sorszáma
- tehereset vagy kombináció száma
- ellenállási nyomaték maximális értéke
- számítás bemenő adatainak és részeredményeinek a szöveg file-ja

Ez az oldal szándékosan üres.

## 6. Adatbeviteli sémák

### 6.1. Rácsrúd modell adatbevitel elvi sémája

Geometria

- 1.) Geometriai hálózat generálása (pl. X-Z síkban)  
X-Z oldalnézeti sík beállítása

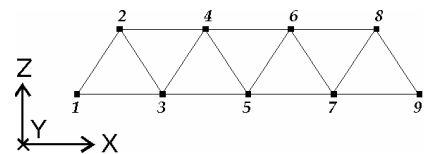


folytonos vonalhálózat kialakítása

(felhasználható szerkesztési funkciók: **poligon** vagy csomópont és vonal)



Poligon



Elemek

- 1.) Rácsrúd végelemek definiálása



Rácsrúd

jelölje ki csoportonként az azonos anyagú és keresztmetszetű elemeket

- 2.) Anyagjellemzők megadása betöltés az anyagtárból



Adatbázis

(Acél 37C)

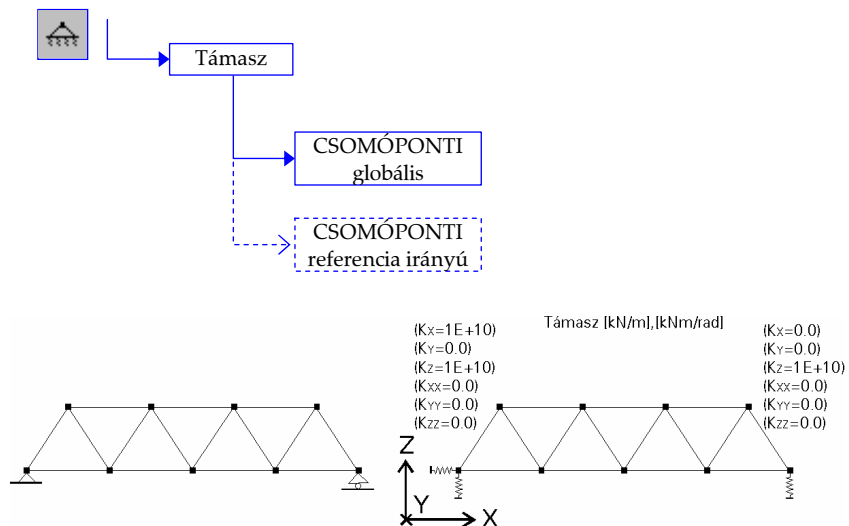
- 3.) Szelvények megadás választás a szelvénytárból



Adatbázis

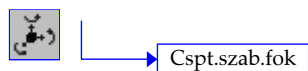
(Ø76x7.0)

## 4.) Pontszerű támaszok definiálása



jelölje ki csoportonként az azonos megtámasztással rendelkező csomópontokat

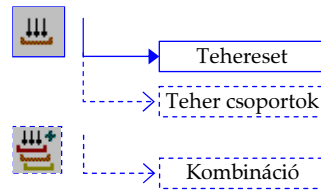
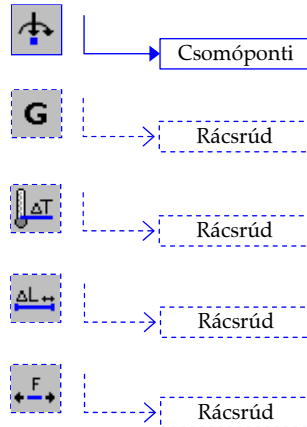
## 5.) Csomóponti szabadságfokok beállítása



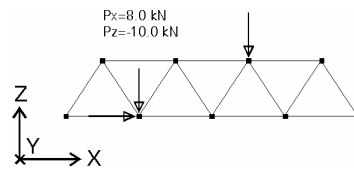
jelölje ki az összes cspt.-ot, és keresse ki a listából 'rácsos tartó X-Z síkban' beállítást majd rendelje hozzá a csomópontokhoz (rácsrudakban csak az X, Z irányú elmozdulás komponensekből keletkeznek igénybevételek)

## Terhek

## 1.) Tehereset beállítása, teherkombinációk előírása

2.) **Csomóponti**, önsúly, hőmérsékleti, hosszváltozás, előfeszítés teher megadása

jelölje ki az azonos terhelésű rácsrúd elemeket



## Statika

## 1.) Számítás indítása



## 6.2. Rúd modell adatbevitel elvi sémája

### Geometria

- 1.) Geometriai hálózat generálása (pl. X-Z síkban)  
X-Z oldalnézeti sík beállítása

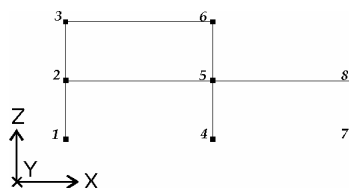


folytonos vonalhálózat kialakítása

(felhasználható szerkesztési funkciók: **poligon** vagy csomópont és vonal)



Poligon



### Elemek

- 1.) Rúd végelemek definiálása



Rúd

jelölje ki csoportonként az azonos anyagú, vastagságú és referenciájú elemeket

- 2.) Anyagjellemzők megadása (pl. választás az anyagbázisból)



Adatbázis

(Acél 37C)

- 3.) Szelvények megadás (pl. választás az anyagbázisból)



Adatbázis

(I 240)

- 4.) Pontszerű támaszok definiálása

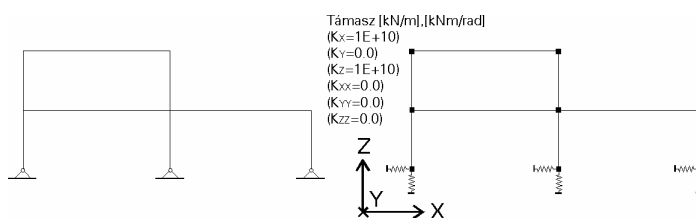


Támasz

CSOMÓPONTI  
globális

CSOMÓPONTI  
rúdhoz relatív

CSOMÓPONTI  
lokális



jelölje ki az azonos megtámasztással rendelkező csomópontokat

#### 5.) Csomóponti szabadságfokok beállítása



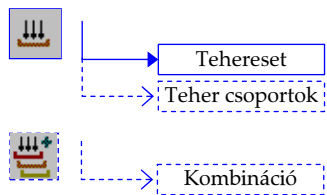
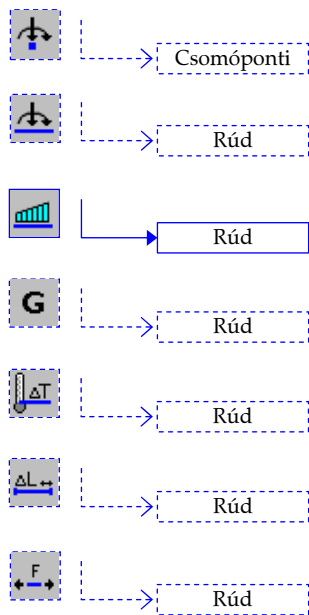
→ Cspt.szab.fok

jelölje ki az összes cspt.-ot, és keresse ki a listából 'keret X-Z síkban' beállítást majd rendelje hozzá a csomópontokhoz (X,Z irányú eltolódás és Y tengely körüli elfordulás megengedett)

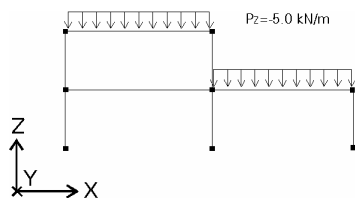
(rudakban csak az X, Z elmozdulás komponensekből keletkeznek igénybevételek)

## Terhek

## 1.) Tehereset beállítása, teherkombinációk előírása

2.) Csomóponti, koncentrált, **megoszló**, önsúly, hőmérsékleti, hosszváltozás, feszítőerő teher megadása

jelölje ki az azonos terhelésű rúd elemeket



## Statika

## 1.) Számítás indítása



## 6.1.Lemez modell adatbevitel elvi sémája

### Geometria

- 1.) Geometriai hálózat generálása (pl. X-Y síkban)  
X-Y felülnézeti sík beállítása



lemez kontúrjának kialakítása

(bármely geometriai szerkesztési funkció felhasználható)



Téglalap



### Elemek

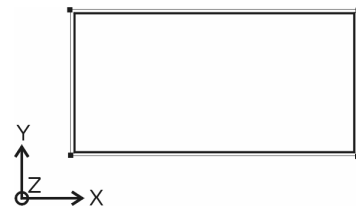
- 1.) Tartomány definiálása



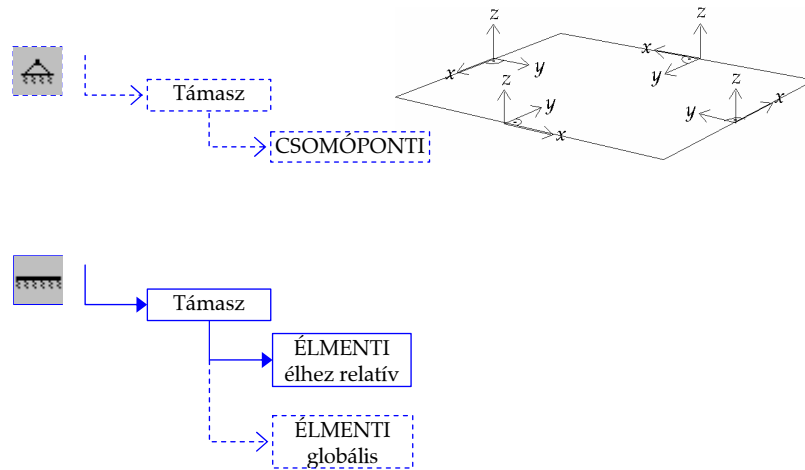
Lemez

Anyag

Vastagság



## 2.) Élmenti vagy pontszerű támaszok definiálása

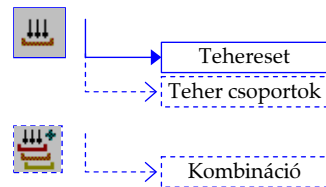


jelölje ki a tartomány peremét

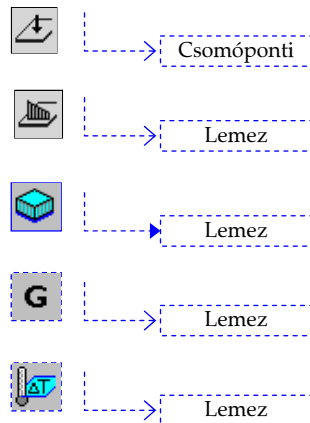
élhez relatív megtámasztás esetén az adott élt relatív  $x$ -nek, a rá merőlegest  $y$ -nak, a lemezre merőleges irányt  $z$ -nek tekintjük

## Terhek

## 1.) Tehereset beállítása, teherkombinációk előírása



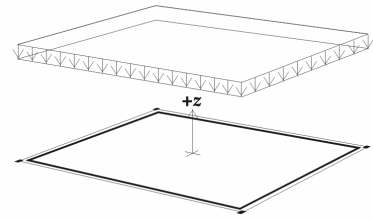
## 2.) Megoszló, élmenti, csomóponti, önsúly vagy hőmérsékleti teher megadása



jelölje ki a tartományt

a terhelés iránya a lemez felületére merőleges, előjelét a lemezelemekhez tartozó lokális  $z$  irány határozza meg.

(pl.  $p_z = -10.00 \text{ kN/m}^2$ )



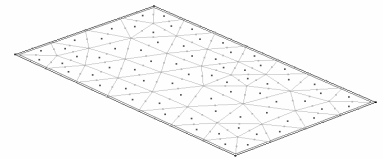
## Elemek

## 1.) Hálózatgenerálás



-jelölje ki a tartományt

-adja meg az átlagos végelem hosszát (pl.:0,5 m)



## 2.) Csomóponti szabadságfokok beállítása



Cspt.szab.fok

jelölje ki az összes cspt.-ot, és keresse ki a táblázatból 'lemez X-Y síkban' beállítást majd rendelje hozzá a cspt.-okhoz (Z irányú eltolódás és X,Y tengely körüli elfordulás megengedett) (a lemezben csak ezen elmozdulás komponensekből keletkeznek igénybevételek)

## Statika

## 1.) Számítás indítása



## 6.2. Tárca modell adatbevitel elvi sémája

### Geometria

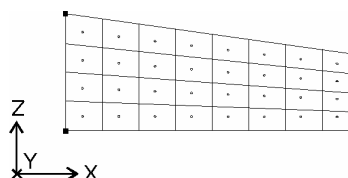
- 1.) Geometriai hálózat generálása (pl. X-Z síkban)  
X-Z előlnézeti sík beállítása



hálózat kialakítása



Négyszögfelosztás



Felületeket a program automatikusan generálja.  
(a felületeket a középpontjukba rajzolt fehér pont jelöli)

### Elemek

- 2.) Tárca végelemek definiálása



Kijelölés

Tárca

jelölje ki csoportonként az azonos anyagú, vastagságú és referencia vektorú elemeket

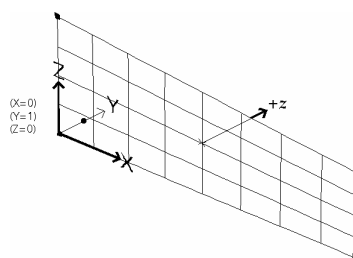
- 1.) Anyagjellemzők megadása (pl. választás az anyagbázisból)



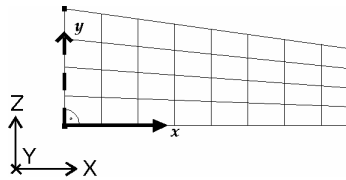
Betöltés

(Beton C20)

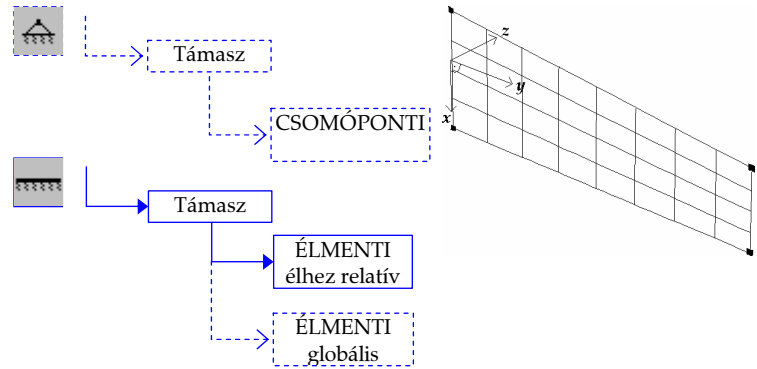
- 2.) Vastagság megadása pl:20 cm
- 3.) A program automatikusan generálja a referenciákat



a lokális  $x$ - $y$  irányokban kapjuk vissza az  $\mathbf{n}_x$ ,  $\mathbf{n}_y$ ,  $\mathbf{n}_{xy}$  igénybevételeket.



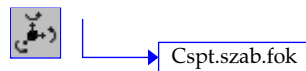
4.) Élmenti vagy pontszerű támaszok definiálása



jelölje ki az azonos élmenti megtámasztással rendelkező elemek peremét

élhez relatív megtámasztás esetén az adott élt relatív  $x$ -nek, a rá merőleges irányt  $y$ -nak, a felületre merőlegest relatív  $z$ -nek tekintjük

5.) Csomóponti szabadságfokok beállítása



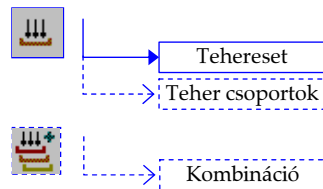
jelölje ki az összes cspt.-ot és a táblázatból, keresse ki a 'tárcsa X-Z síkban' beállítást és rendelje hozzá a cspt.-okhoz

(X és Z irányú eltolódás megengedett)

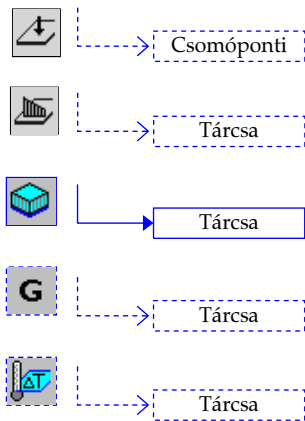
(tárcsában ezen elmozdulás komponensekből keletkeznek igénybevételek)

Terhek

1.) Tehereset beállítása, teherkombinációk előírása



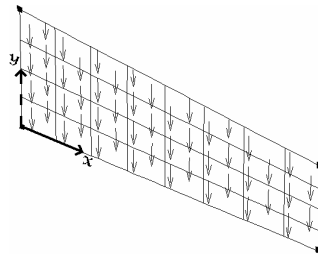
## 2.) Megoszló teher megadása



jelölje ki az azonos terhelésű tárcsa elemeket

a terhelés iránya a tárcsa lokális koordináta-rendszerében értelmezett, előjelét a tengelyek pozitív irányai határozzák meg.

(pl.  $p_y = -10.00 \text{ kN/m}^2$ )



Statika

## 1.) Számítás indítása



### 6.3.Földrengés vizsgálat adatbevitel elvi sémája

Geometria

Adatbevitel azonos a 6.1-6.4 pontokban leírtakkal.

Elemek

Adatbevitel azonos a 6.1-6.4 pontokban leírtakkal.

Terhek/1.

- 1.) Tehereset beállítása



- 2.) Adja meg az összes olyan gravitációs terhet amelyet tömegként figyelembe akar venni a rezgésszámításnál és a földrengésvizsgálatnál.

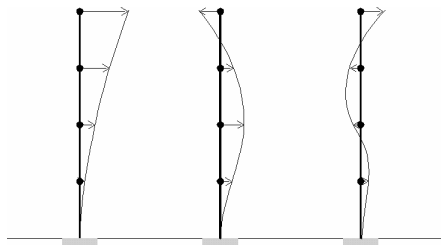
Számítás/1.



- 1.) Rezgés számítás  
(síkbeli vizsgálatnál általában 3 rezgésalakot, térbeli vizsgálatnál általában 9 rezgésalakot számítunk ki a földrengés vizsgálatához)

Állítsa be egyidejű teheresetnek a TERHEK/1 részben definiált teheresetet

(az itt beállított tehereset terheit tömegekké konvertálja a program)



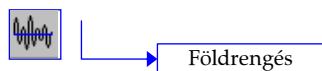
Terhek/2.

- 1.) Földrengés tehereset beállítása



adjon meg egy földrengés típusú teheresetet

## 2.) Földrengés teher paraméterek megadása



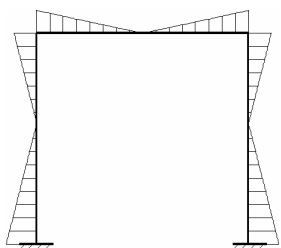
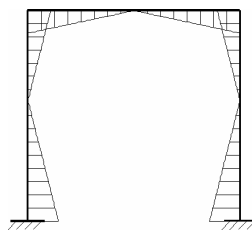
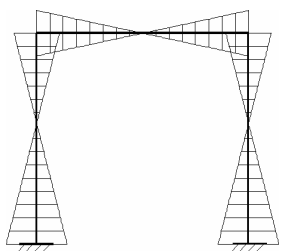
adja meg a paramétereket

## Számítás/2.



## 1.) Statikai számítás

A földrengés terhelésből számított igénybevételeket a statikai terhelésből számított igénybevételekkel azonos módon kapjuk meg. A '+' és '-' jelű teheresetek az összegzett elmozdulásokat, igénybevételeket, míg a 01, 02, ..., n végződésű teheresetek az egyes rezgésalakokhoz tartozó elmozdulásokat és igénybevételeket tartalmazzák. Ezek a teheresetek a teherkombinációkban is felhasználhatók.


 $M_y^{(+)}$ 

 $M_y^{(-)}$ 

 $M_y^{burkoló}$

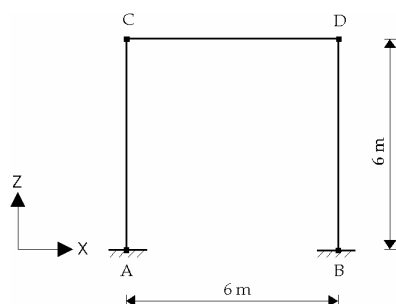
## 7. Mintapéldák

### 7.1. Síkbeli acél keretszerkezet statika/I-rendű vizsgálat

Adatok

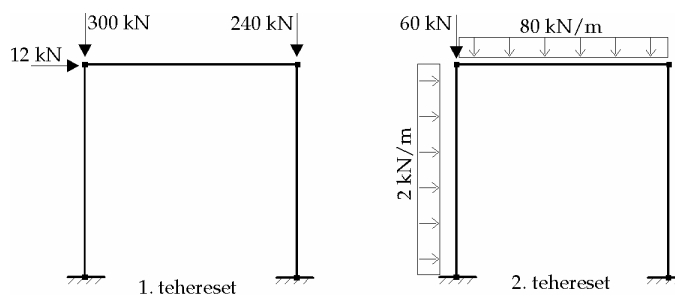
AK-ST-I.axs

Geometria:



anyag: Acél  
szelvény: I 240

Terhek:



Eredmények

AK-ST-I.axe

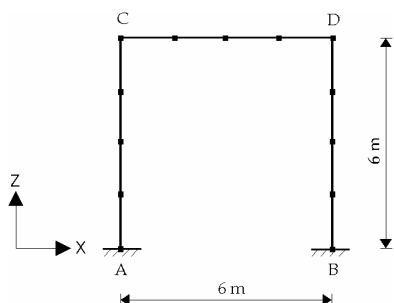
Komponens		Analitikus	AxisVM 7.0
1. te.	$e_x^{(C)}$ [mm]	17.51	17.51
	$M_y^{(A)}$ [kNm]	-20.52	-20.52
2. te.	$e_x^{(C)}$ [mm]	7.91	7.91
	$M_y^{(A)}$ [kNm]	63.09	63.09

## 7.2.Síkbeli acél keretszerkezet statika/II-rendű vizsgálat

Adatok

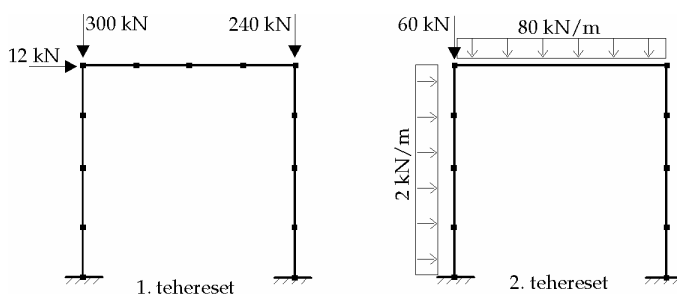
AK-ST-II.axs

Geometria:



anyag: Acél  
szelvény: I 240

Terhek:



Eredmények

AK-ST-II.axe

Komponens		Stabilitási függvényekkel	AxisVM 7.0
1. te.	$e_x^{(C)}$ [mm]	20.72	20.47
	$M_y^{(A)}$ [kNm]	-23.47	-23.41
2. te.	$e_x^{(C)}$ [mm]	9.26	10.22
	$M_y^{(A)}$ [kNm]	66.13	65.33

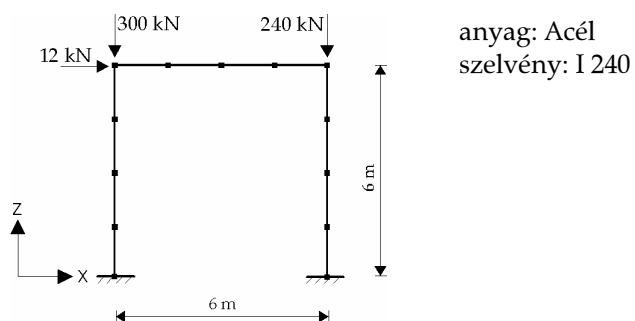
Ellenőrzés

II-rendű vizsgálat esetén az egyensúlyt a hajlításból származó elmozdulások figyelembevételével kell megállapítani.

### 7.3. Síkbeli acél keretszerkezet kihajlás vizsgálata

Adatok **AK-KI.axs**

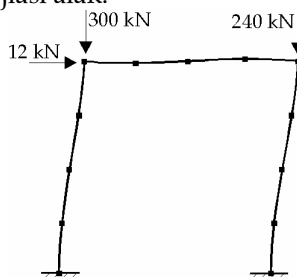
Geometria és terhek:



Eredmények

**AK-KI.axe**

Kihajlási alak:



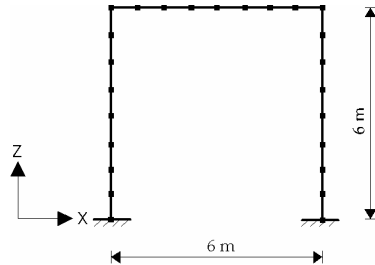
kritikus teher paraméter	Cosmos/M™	AxisVM 7.0
$n_{kr}$	6.632	6.633

## 7.4.Síkbeli acél keretszerkezet rezgés/I-rendű vizsgálat

Adatok

AK-RZ-I.axs

Geometria:



anyag: Acél  
szelvény: I 240

Eredmények

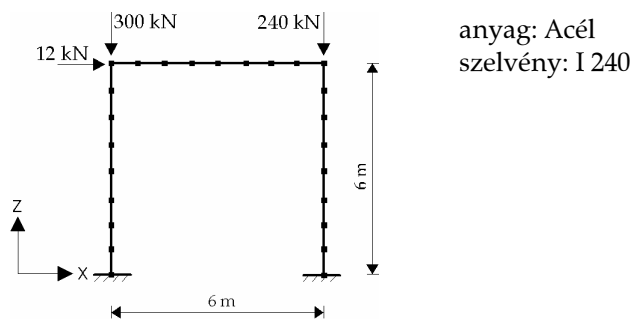
AK-RZ-I.axe

rezgésalak	frekvencia [Hz]	
	Cosmos/M™	AxisVM 7.0
1	6.957	6.957
2	27.353	27.353
3	44.692	44.692
4	48.094	48.094
5	95.714	95.714
6	118.544	118.544

## 7.5. Síkbeli acél keretszerkezet rezgés/II-rendű vizsgálat

Adatok **AK-RZ-II.axs**

Geometria és terhek:



Eredmények

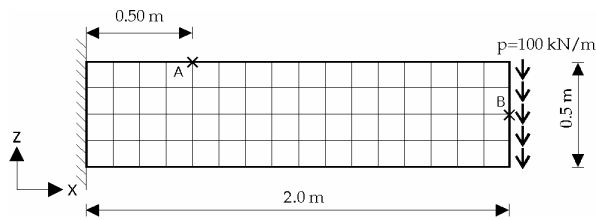
**AK-RZ-II.axe**

rezgésalak	frekvencia [Hz]	
	Cosmos/M™	AxisVM 7.0
1	0.514	0.514
2	11.427	11.426
3	12.767	12.766
4	17.146	17.145
5	27.111	27.109
6	39.458	39.456

## 7.6. Vasbeton tárcsa statika/I-rendű vizsgálat

Adatok

VT1-ST-I.AXS



$E=880 \text{ kN/cm}^2$   
 $\nu=0$   
 $\nu=0.10 \text{ m}$   
 $p=100 \text{ kN/m}$   
 hálózat felosztás=4x16

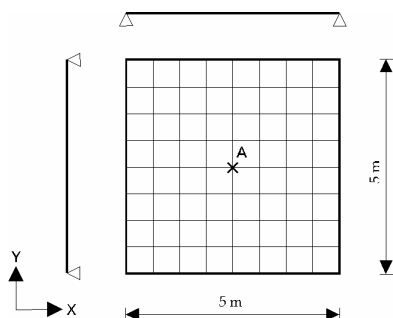
Eredmények

VT1-ST-I.AXE

Komponens	Rúd elmélet szerint (nyírási alakváltozások figyelembe vételével)	AxisVM 7.0
$e_z^{(B)}$ [mm]	15.09	15.09
$N_x^{(A)}$ [kN/m]	1800.00	1799.86

### 7.7.Csuklós megtámasztású vasbeton lemez statika/I-rendű vizsgálat

Adatok **VL1-ST-I. AXS**

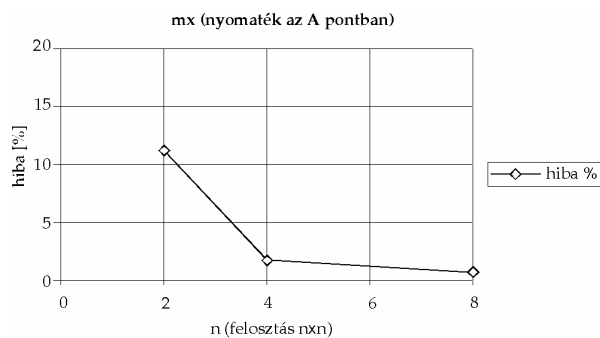


$E=880 \text{ kN/cm}^2$   
 $\nu=0$   
 $\nu=0.15 \text{ m}$   
 $p=50 \text{ kN/m}^2$   
 hálózat felosztás=8x8

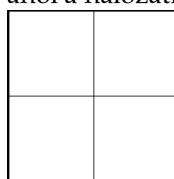
Eredmények

Komponens	Analitikus (nyírási alakváltozások figyelembevétele nélkül)	AxisVM 7.0
$e_z^{(A)}$ [mm]	51.46	51.46
$m_x^{(A)}$ [kNm/m]	46.11	46.31

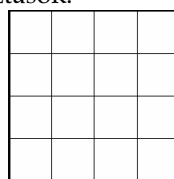
Konvergencia  
vizsgálat



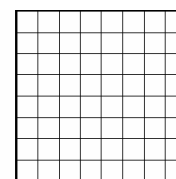
ahol a hálózati felosztások:



n=2



n=4

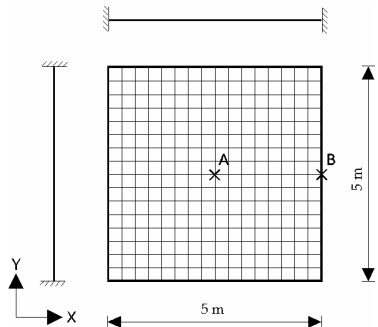


n=8

### 7.8. Befogott megtámasztású vasbeton lemez statika/I-rendű vizsgálat

Adatok

VL2-ST-I. AXS



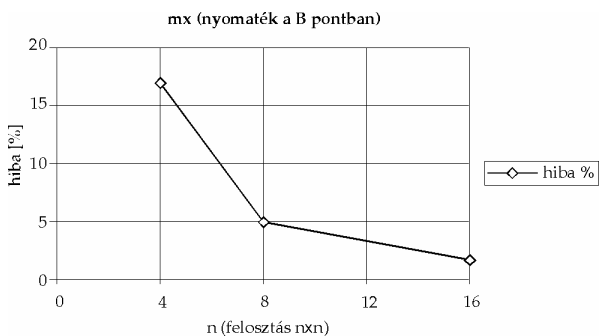
$E=880 \text{ kN/cm}^2$   
 $\nu=0$   
 $\nu=0.15 \text{ m}$   
 $p=50 \text{ kN/m}^2$   
 hálózat felosztás=16x16

Eredmények

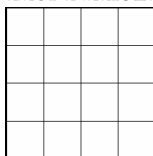
VL2-ST-I.AXE

Komponens	Analitikus (nyírási alakváltozások figyelembevétele nélkül)	AxisVM 7.0
$e_z^{(A)}$ [mm]	16.00	16.18
$m_x^{(A)}$ [kNm/m]	22.01	22.15
$m_x^{(B)}$ [kNm/m]	64.43	63.25
$q_x^{(B)}$ [kN/m]	111.61	109.35

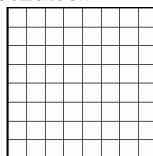
Konvergencia  
vizsgálat



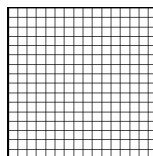
ahol a hálózati felosztások:



n=4



n=8



n=16

**Irodalomjegyzék**

1. **Bathe, K. J., Wilson, E. L.**, *Numerical Methods in Finite Element Analysis*, Prentice Hall, New Jersey, 1976.
2. **Bojtár I., Vörös G.**, *A végeelem-módszer alkalmazása lemez- és héjszerkezetekre*, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1986.
3. **Chen, W. F., Lui, E. M.**, *Structural Stability*, Elsevier Science Publishing Co., Inc., New York, 1987
4. **Hughes, T. J. R.**, *The Finite Element Method*, Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey, 1987.
5. **Owen D. R. J., Hinton E.**, *Finite Elements in Plasticity*, Pineridge Press Limited, Swansea, 1980
6. **Popper Gy., Csizmás F.**, *Numerikus módszerek mérnököknek*, Akadémiai Kiadó · Typot<sub>x</sub>, Budapest, 1993.
7. **Przemieniecki, J. S.**, *Theory of Matrix Structural Analysis*, McGraw Hill Book Co., New York, 1968.
8. **Weaver Jr., W., Johnston, P. R.**, *Finite Elements for Structural Analysis*, Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey, 1984.
9. **Dr. Szalai Kálmán**, *Vasbetonszerkezetek, vasbeton-szilárdságtan*, Tankönyvkiadó, Budapest, 1990. 1998.
10. **Eurocode 2: Betonszerkezetek tervezése 1-1. rész**, MSz ENV 1992-1-1:1999
11. **Eurocode 3: Acélszerkezetek tervezése 1-1. rész**, MSz ENV 1993-1-1:1995
12. **Dr. Kollár László**: *Vasbeton-szilárdságtan*, Műegyetemi Kiadó 1995
13. **Dr. Kollár László**: *Vasbetonszerkezetek I., Vasbeton-szilárdságtan az Eurocode 2 szerint*, Műegyetemi Kiadó 1997.
14. **Dr. Bölcskei E., Dr. Dulácska E.**: *Statikusok könyve*, Műszaki Könyvkiadó 1974.
15. **Dr. Dulácska Endre**: *Kisokos, Segédlet tartószerkezetek tervezéséhez*, BME Építészmérnöki Kar 1993.

Jegyzet

Jegyzet

Jegyzet