



Építőmérnöki kar

TDK dolgozat, Tartószerkezetek szekció

**Lyukgyengítés hatása vékonyfalú oszlopok kihajlására:  
numerikus vizsgálatok gerenda- és héjmodellek alkalmazásával**

Geleji Borbála, Szedlák Máté

Konzulensek: Dr. Ádány Sándor, Visy Dávid

Budapest, 2013. 10. 24.

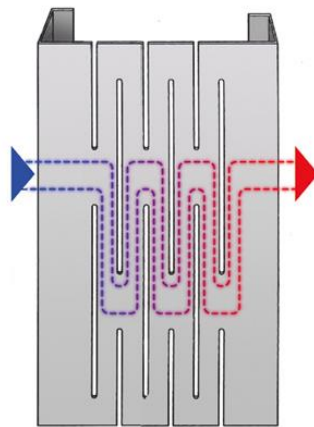
# Tartalomjegyzék

1. Bevezetés .....	2
1.1. Fogalommagyarázat .....	3
2. Szerkezeti kialakítás.....	5
2.1. Geometria.....	5
2.1.1. I szelvény .....	5
2.1.2. C szelvény .....	5
2.2. Anyagmodell.....	6
3. Számítások.....	7
3.1. Analitikus számítás .....	7
3.1.1. Euler-féle klasszikus módszer.....	7
3.1.2. Héjmodell .....	7
3.1.3. Nyírási-héjmodell .....	8
3.2. Végeselemes modellek.....	8
3.2.1. Héjmodell .....	9
3.2.2. Rúdmodell .....	14
4. Eredmények.....	18
4.1. Modellek összehasonlítása .....	18
4.1.1. Tömör I szelvény.....	18
4.1.2. Tömör C szelvény .....	21
4.2. Lyukasztás hatása .....	22
4.2.1. Nagy áttöréseket tartalmazó I szelvény .....	22
4.2.2. Nagy áttöréseket tartalmazó C szelvény.....	27
4.2.3. Perforált C szelvény.....	27
5. Összefoglalás .....	32
6. Irodalomjegyzék .....	34
7. Függelék .....	36
Felhasznált szelvények inerciáinak táblázata.....	36
Eredmények táblázatai.....	37
Ansys forráskódok.....	40
MathCAD számítások .....	93

## 1. Bevezetés

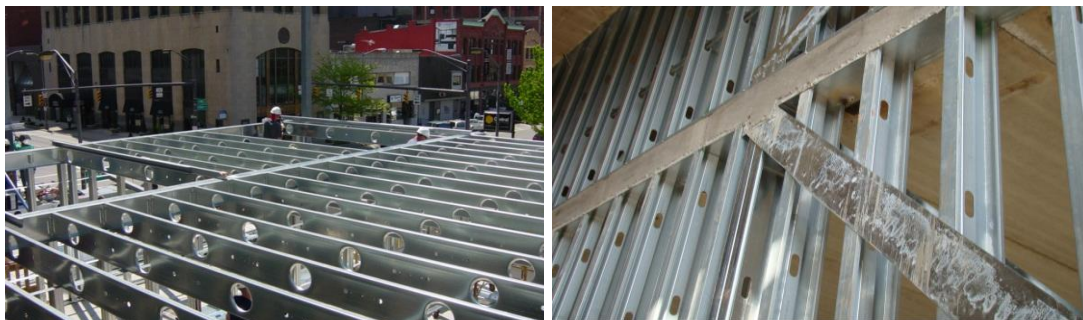
Az elmúlt fél évszázadban egyre inkább előtérbe került az energiatakarékosság, a fenntartható építés kérdésköre, ami új szempontként került be az építőipar termékeinek elbírálásába. Kezdvé a 70-es években indult környezetvédelmi kampánytól, napjainkban már a hosszabb távú gazdaságosságot is figyelembe véve igyekszünk tervezni, építeni. Mérlegeljük azt is, hogy a létesítmény teljes élettartama alatt a fenntartáshoz, sőt akár az esetleges javításokhoz, mennyi energiára, pénzre, és egyéb erőforrásra lesz szükség.

Többek között ezen előzmények miatt figyeltek fel arra is, hogy egy épületnek a hűtés-fűtése mennyi energiát igényel. Több széles körben alkalmazott építőanyag, mint például a beton és az acél tulajdonságai között szerepel, a jó hővezetés, vagyis rossz hőszigetelés. Ezen tulajdonságuknál fogva az ilyen szerkezetek a homlokzathoz közel kerülve úgynevezett szerkezeti hőhidakat képezhetnek az épületekben. Az ilyen hőhidak az egész szerkezet hőszigetelő képességét lecsökkentik, növelik az átlagos hőátbocsátási tényezőt, ami a drágább hűtés-fűtés mellett a penészesedés veszélyét is felveti. [Csanaky, 2009.] Ilyen szempontok alapján kezdődhetett el az 1.1-es ábrához hasonló perforált vékonyfalú acéloszlopok gyártása. Ezek esetében ugyanis az egymástól eltolt, résszerű lyukak megnövelik a hővezetés úthosszát, ezáltal számottevően javul a teljes fal- vagy tetőszerkezet hőszigetelése, az eredő hőátbocsátási tényező a perforáció kedvező hatása miatt kb. 1,5-szer alacsonyabb. [Proidea, 2013.] Ez a gyakorlatban azt jelenti, hogy egy 120-200 mm gerincmagasságú tömör elem esetén amennyiben 170 mm vastag külső kiegészítő hőszigetelés szükséges, úgy ugyanez a hőátbocsátási tényező elérhető perforált elem esetén egy 120 mm vastag külső hőszigeteléssel is. [Váradi, 2010.]



1.1. ábra – Perforáció hatása a hővezetésre (LINDAB)

Az elemek lyukasztatásának más oka is lehet. Nagyobb lyukak kialakítását igényelheti például a gépészeti csövek, elektromos vezetékek elhelyezése, vagy anyagtakarékossági szempontok.



1.2. ábra – gerenda- és oszlopáttörések

Elmondható tehát, hogy lyukgyengített szelvényeket napjainkban elterjedten alkalmaznak, miközben az ilyen geometriájú profilok méretezésére jelenleg nincsenek egzakt eljárások. A közelmúltban számos kutatás foglalkozott a lyukgyengítések hatásával, pl. [Cristopher D. Moen, B.W. Schafer 2008., Cristopher D. Moen, B.W. Schafer 2009., José I. Restrepo, Andrew M. Bersofsky 2011., Qijie Ma, Peijun Wang 2013.]. TDK dolgozatunk célja szintén a lyukgyengítés hatásának vizsgálata a vékonyfalú acélelemek stabilitásvesztésére. Más kutatásokhoz képest dolgozatunkban az jelenti az újdonságot, hogy a vizsgálatot globális jellegű stabilitásvesztésre korlátozzuk (azaz: kihajlásra), de a vizsgálathoz – több egyszerűbb modell mellett – héjelemekből épített végeselemes modellt is alkalmazunk, melyet olyan módon alakítunk ki, hogy a kihajláshoz tartozó kritikus állapotot széles hossztartományban képes legyen pontosan számítani. A kritikus értékek számítása mellett a többféle modell alkalmazása a modellek általános összehasonlítására is lehetőséget ad.

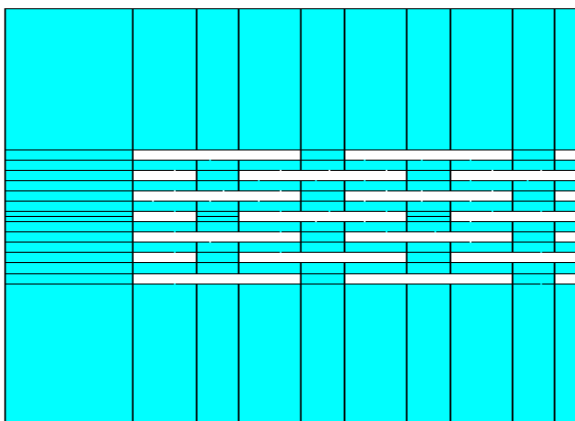
A dolgozatban először leírjuk a vizsgált szelvények geometriáját, felvázoljuk az alkalmazott modelleket. Ezt követően ismertetjük az általunk elvégzett modellkísérleteket, és azok eredményét, melynek célja annak a feltárása volt, hogy a lyukgyengítés mekkora hatással van a kritikus erő nagyságára mind az erős-, mind a gyenge tengely körüli kihajlás esetében. Közös munkánk során többfajta szelvényt vizsgáltunk, mint például I, C, szigma, kalap és omega szelvények tömör, illetve nagy áttöréseket tartalmazó és többsorosán perforált esetei, ám ezek közül jelen dolgozatba csak az I és C szelvények vizsgálata került be. Az alábbiakban megvizsgálunk néhány tömör gerincű illetve nagy áttöréseket tartalmazó I szelvényt, továbbá néhány tömör gerincű, nagy áttöréseket tartalmazó, illetve perforált C szelvényt.

### 1.1. Fogalommagyarázat

Rúdmodell: olyan egydimenziós modellt értünk alatta, melyben a vonal mentén minden pontban keresztmetszeti jellemzőket definiálunk.

Héjmodell: olyan felületelemekből álló modellként definiáljuk, melyek vastagsággal bírnak, illetve síkjukban és síkjukra merőlegesen is képesek teherviselésre.

Slotted perforáció, perforáció, vagy többsoros perforáció alatt az alábbi esetet értjük:



1.3. ábra - Perforáció

A perforálás a gyakorlatban gyakran a lemez teljes hosszán megtalálható. Mi a lemez szélein egy legalább 1-1 cm-es részt perforálatlanul hagytunk. Ennek az oka az volt, hogy az Ansys modellünk egyszerűbb kialakításhoz szükséges volt, hogy a végkeresztmetszetek összefüggőek legyenek. Ebből kifolyólag a többi modellünket is ehhez igazítottuk.

A rúdmodelleket az Axis VM 11 R3e program [Axis], a héjmodelleket pedig az Ansys Mechanical 13 [Ansys] program segítségével készítettük el.

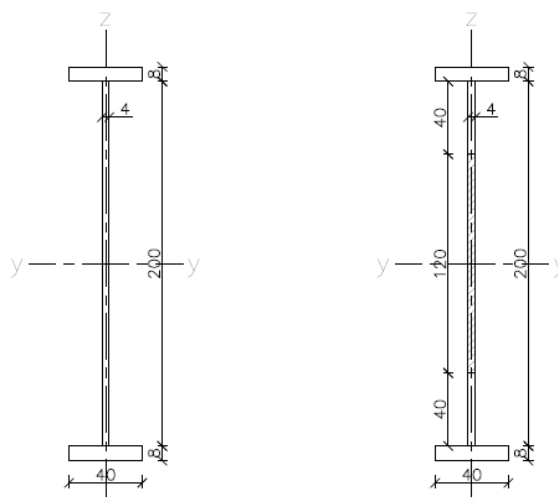
## 2. Szerkezeti kialakítás

500 mm, 1000 mm, 1500 mm és 2000 mm hosszúságú oszlopokat vizsgáltuk. Megtámasztásuk minden esetben mindkét végén csuklós, vagyis a kihajlási hosszuk megegyezik a hosszúságukkal. Az oszlop mindkét végét egy-egy 1 kN nagyságú tengelyirányú nyomóerő a terheli.

### 2.1. Geometria

#### 2.1.1. I szelvény

Elsőként egy általunk felvett geometriával rendelkező I szelvényű oszlopot vizsgáltunk. Ez a szelvény méreteiben az IPE 220-ashoz hasonlít, de tettünk ehhez képest néhány módosítást a könnyebb kezelhetőség, illetve a lyukasztás hatásának jobb megfigyelhetősége érdekében. Ezen okokból kerekítettük a hálózati magassági méretet, csökkentettük a szelvényvastagságot, és az övek szélességét. Így a gerinc magassága 200 mm, vastagsága 4 mm, az övek szélessége 40 mm, vastagsága pedig 8 mm.



2.1. ábra - I szelvény geometriája

#### 2.1.1.1. Lyukgyengítés

A tömör gerincű kialakítás mellett a korábban már említett, viszonylag nagy, négyzet alakú 120 x 120 mm nagyságú lyukakkal ellátott elemeket is vizsgáltunk. Ebből modelleztünk 1, 2, 3 és 4 darab lyukkal ellátott oszlopot is. Ez utóbbit csak a legalább 1000 mm hosszúságú esetekben, ugyanis az 500 mm hosszú tartón nem helyezhető el egymás mellett négy darab 120 x 120 mm nagyságú lyuk. A lyukak kiosztása egyetlen sorból áll, ami keresztirányban középen helyezkedik el. Hosszirányban a lyukak kiosztása olyan, hogy ha az oszlop hossza  $L$  és a lyuk hossza  $HL$ , akkor  $N$  darab áttörés esetén a szomszédos áttörések között illetve az oszlopok végein a tömör szakaszok egyenlő hosszúak, és hosszuk pontosan  $\frac{HL \cdot N}{N+1}$ .

#### 2.1.2. C szelvény

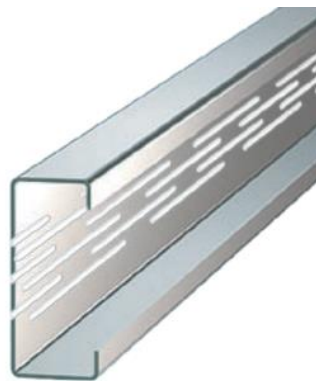
A felvett C szelvény hálózati méretei hasonlóak a fentebb leírt I szelvényéhez, vagyis a gerinc magassága 200 mm, az övek szélessége 40 mm. Eltérést jelent itt a merevítők jelenléte, 20

mm külmérettel, illetve a szelvényvastagság, ami a teljes szelvény esetében egységesen 2 mm.

### 2.1.2.1. Lyukgyengítés

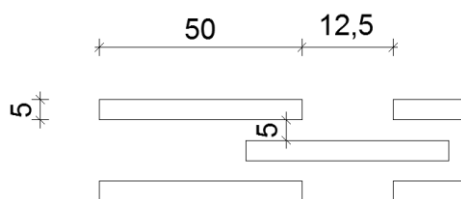
C szelvény esetében kétféle lyukasztást vizsgáltunk. Az egyik a már I szelvénynél is alkalmazott viszonylag nagy (120 x 120 mm), négyzet alakú lyukakkal ellátott oszlop. Ezen szelvény esetében is 1, 2, 3 és 4 darab lyukkal gyengített oszlopot vizsgáltunk, ez utóbbit csak a legalább 1000 mm hosszúságú esetben. Az áttörések kiosztása az I szelvénynél alkalmazottal teljesen egyenértékű.

A másik lehetőség a perforált C szelvény alkalmazása. Ez esetben keskeny, hosszú lyukak helyezkednek el a gerincen több sorban, egymáshoz képest eltolva.

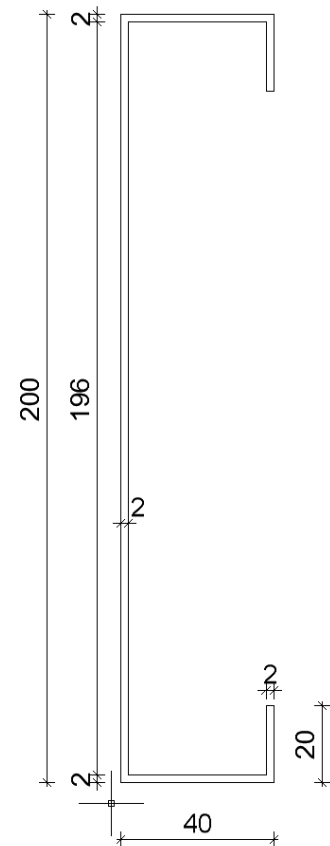


2.3. ábra - Perforált C szelvény

Itt 9, 11, 13 és 15 lyuksorral ellátott oszlopot modelleztünk. A páratlan számú lyuksor alkalmazásának az az oka, hogy így a keresztmetszet továbbra is egyszerűen szimmetrikus marad. A lyukak hossza 50 mm, magassága 5 mm. A lemezsávok magassága szintén 5 mm. A lyukak közötti lemezrészecskék hossza 12,5 mm, vagyis negyedannyi a lyukak hosszához képest, mint az a 2.4. ábrán is látható.



2.4. ábra - Perforáció geometriája



2.2. ábra - C szelvény geometriája

## 2.2. Anyagmodell

A vizsgált acélszelvényeket a Hooke-modellnek megfelelő tökéletesen rugalmas izotróp anyagnak feltételezzük. A rugalmassági modulusát  $E=210$  GPa-nak vettük fel, a Poisson-tényező értékét 0-nak feltételeztük. Ennek oka, hogy így könnyebb az egyes módszerek eredményeit összehasonlítani, ugyanis eltűnik a Poisson-tényezőtől adódó különbség a rúd- és héjmodell adta eredményekből. [Ádány, Visy 2012.] Ezekből az adatokból a nyírási rugalmassági modulus értéke  $G=105$  GPa-ra adódik.

### 3. Számítások

#### 3.1. Analitikus számítás

##### 3.1.1. Euler-féle klasszikus módszer

Tömör szelvények esetében mindegyik elemhosszúságra kiszámoltuk az Euler-féle kritikus erőket:

$$F_{\text{krit}} = \frac{\pi^2 \cdot EI}{L^2}$$

A képletben  $F_{\text{krit}}$  a kritikus erő,  $EI$  az oszlop merevsége,  $L$  az oszlop hosszúsága.

Ugyanezzel a módszerrel meghatároztuk a kritikus erőket a teljes inercia számításával, és úgy is, hogy a súlyponti tagokat (azaz  $b_i t_i^3/12$  tagok) elhanyagoltuk, és csak a Steiner-tagokat vettük figyelembe. Az inerciák számításakor kétfajta geometriát vettünk figyelembe. Egyrészt kiszámítottuk a valós geometria esetén a fent említett módokon, másrészt a héjmodell sajátosságai alapján az egyes elemek átfedése miatt meghatároztunk az előzőnél valamelyest nagyobb inerciákat is. Utóbbi számításra a modellek összevethetősége miatt volt szükség, mint azt később látni fogjuk.

##### 3.1.2. Héjmodell

A héjmodell alapú analitikus megoldásokat [Ádány, 2012.] és [Ádány, Visy 2012.] adja meg. A levezetések abból indulnak ki, hogy az oszlop vékony lemezsávokból épül fel, mely lemezek a saját síkjukban (síkbeli feszültségállapotú) tárcsaszzerűen viselkednek, síkjukra merőlegesen pedig a Kirchhoff-féle lemezelméletet követik. A kritikus erőkre vonatkozó képleteket síkbeli és elcsavarodó kihajlásokra is megadják, mi csak a síkbeli kihajlással foglalkozunk. Több esetet vizsgálnak meg, ebből mi a  $y_{yn}$  és az ehhez szükséges  $n_{yn}$  jelűt használtuk fel. Ez arra utal, hogy figyelembe veszi-e az eset

- a normálfeszültségek másodrendű tagját
- vastagság menti változásokat a külső potenciálban
- vastagság menti változásokat a belső potenciálban

Így az  $n_{yn}$  eset nem veszi figyelembe a normálfeszültségek másodrendű tagját, és a vastagság menti változásokat a belső potenciálban; de figyelembe veszi a vastagság menti változásokat a külső potenciálban. A  $y_{yn}$  eset pedig az előbbihez képest annyiban különbözik, hogy figyelembe veszi a normálfeszültségek másodrendű tagját. Bővebben lásd: [Ádány, 2012.] és [Ádány, Visy 2012.].

A felhasznált képletek az alábbiak.

$$F_{\text{cr,Z}}^{y_{yn}} = \frac{1}{\frac{1}{F_{\text{cr,Z}}^{n_{yn}}} + \frac{1}{F_a} \cdot \frac{I_Z}{I_{Z,r}}}$$

ahol

$$F_{\text{cr,Z}}^{n_{yn}} = \frac{1}{1 - \nu^2} \cdot \frac{\pi^2 \cdot EI_{Z,r}}{L^2}$$



$$F_a = \frac{EA}{1 - \nu^2}$$

és a képletekben  $E=210$  GPa a rugalmassági modulus,  $\nu$  a Poisson-tényező,  $L$  az elem hossza,  $A$  a keresztmetszeti területet,  $I_z$  és  $I_{z,r}$  a másodrendű nyomatékok a  $Z$  tengely körül a súlyponti inercia (a  $b_i^3 t_i / 12$  tagok) figyelembe vételével illetve elhanyagolásával.

### 3.1.3. Nyírási-héjmodell

Nyírást is figyelembe tud venni ez a másik héjmodell alapú analitikus megoldás, melyet [Ádány, 2014.] közöl. A kritikus erő számítása a nyírást figyelembe vételével:

$$F_{\text{crit}} = \frac{F_a}{2\alpha_1 \cdot F_{X,r}} (F_{X,r}\alpha_2 + F_{s,z}\alpha_3 \pm \sqrt{(F_{X,r}\alpha_2 + F_{s,z}\alpha_3)^2 - \frac{4\alpha_1 \cdot F_{X,r}}{F_a} (F_{X,r} \cdot F_{s,z} + \Delta F_X (F_{X,r} + F_{s,z})\alpha_4)})$$

az alábbi jelölésekkel.

A nyírási merevséget figyelembe vevő tag,  $G$  a nyírási rugalmassági modulus,  $A_{s,z}$  a nyírt keresztmetszeti rész:

$$F_{s,z} = G \cdot A_{s,z}$$

Az Euler-féle kihajlás kritikus ereje elhanyagolva a súlyponti inerciákat,  $E$  a rugalmassági modulus,  $\nu=0$  a Poisson-tényező,  $L$  az elem hossza,  $I_z$  és  $I_{z,r}$  a másodrendű nyomatékok a  $Z$  tengely körül a súlyponti inercia (a  $b_i^3 t_i / 12$  tagok) figyelembe vételével illetve elhanyagolásával.

$$F_{X,r} = \frac{\pi^2 \cdot EI_{z,r}}{(1 - \nu^2) \cdot L^2}$$

Euler-féle kritikus erő a teljes és Steiner tagokból számított inercia különbségéből:

$$\Delta F_X = \frac{\pi^2 \cdot E(I_z - I_{z,r})}{(1 - \nu^2) \cdot L^2}$$

$\alpha$  tényezők:

$$\alpha_1 = 1 + \frac{\Delta F_X}{F_a} \quad \alpha_2 = 1 + 2 \cdot \frac{\Delta F_X}{F_a} \quad \alpha_3 = 1 + \frac{F_{X,r}}{F_a} + \frac{\Delta F_X}{F_a} \quad \alpha_4 = 1$$

Az előző modell jelöléseivel itt az yyy esetet vizsgáltuk, vagyis figyelembe vettük a normálfeszültségek másodrendű tagját, a vastagság menti változásokat a belső és a külső potenciálban is.

## 3.2. Végeselemes modellek

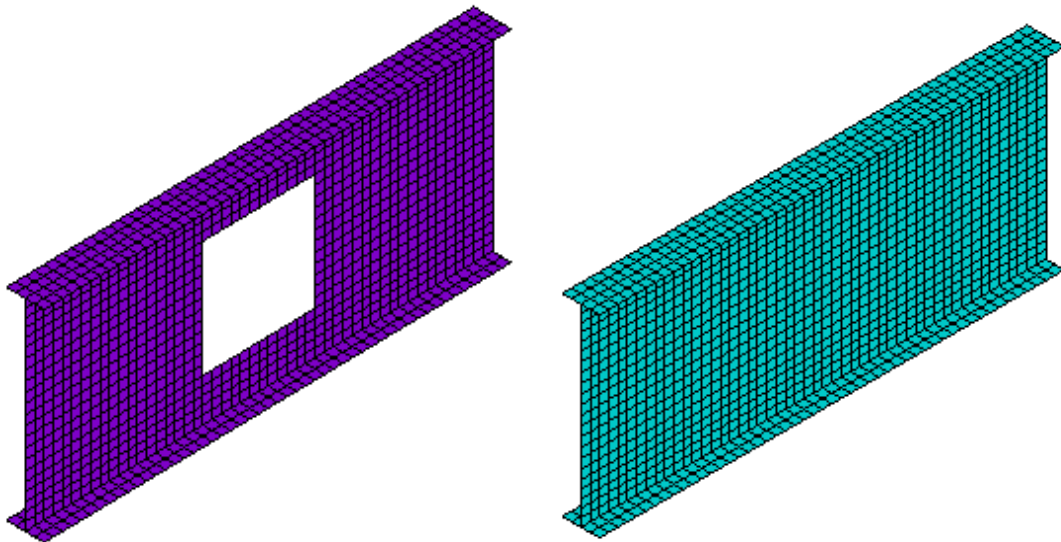
A globális stabilitásvesztés numerikus vizsgálata során kétfajta megközelítéssel dolgoztunk. Az egyik esetben héjelemeket használtunk, míg a másik esetben rúdmodellt alkalmaztunk. Mindkét esetben fontos volt, hogy a paramétereket úgy definiáljunk, hogy a modellek és a belőlük kapott eredmények egymással és az analitikus számítással összehasonlíthatóak

legyenek. A számításokhoz héjmodell esetében az Ansys, míg rúdmodell esetében az Axis programokat használtuk.

### 3.2.1. Héjmodell

A héj-végeselemek alkalmazásakor a lyukgyengítés nélküli vékonyfalú elemeken korábban végzett összehasonlító vizsgálatoknál [Ádány, Visy 2012.] alkalmazott paramétereket tekintettük a modell kezdeti paramétereinek. Ennek megfelelően esetenként kétfajta végeselemet alkalmaztunk. Az egyik elemtípus az Ansys SHELL63-as eleme, melyet izotróp anyagként vettünk fel, rugalmassági modulusa  $E=210$  GPa, Poisson tényezője  $\nu=0$ , nyírási modulusa  $G=105$  GPa. A SHELL63-as elem 6 szabadságfokú. Ezen felül azt is vizsgáltuk, hogy hogyan változik a modell, ha erre a rétegre ráhelyezünk egy második réteget is, amely egy speciális elemtípus, az ún. nyírási panel (shear panel). A nyírási panelt az Ansys SHELL28-as elemével vettük fel. A nyírási panel olyan elemtípus, mely lényegében nyírásra dolgozik, ennek megfelelően az rugalmassági modulusa azonos a SHELL63-as eleménél alkalmazott  $E = 210$  GPa értékkel, míg a nyírás modulus értékét 1000-szeresére növeltük a SHELL63-as elem nyírási modulusához képest. A nyírási panel rugalmassági modulusa tehát  $E=210$  GPa, Poisson tényezője  $\nu=0$ , nyírási modulusa  $G=105000$  GPa. A SHELL28-as elem csomópontjai 3 szabadságfokúak: az x, y, z irányú eltolódások megengedettek.

A nyírópaneleket kétféleképpen helyezhetjük el: egyrészt lehetséges, hogy a modellen lévő felületeken (a lyukak kivételével) elhelyezzük a SHELL63-as elemeket és a SHELL28-as elemeket. Egy másfajta megközelítésben lehetséges, hogy a SHELL63-as elemeket az előző módon helyezzük el, míg a SHELL28-as nyírási paneleket nem csak ennek megfelelően, hanem a lyukakra is kiterjesztve helyezzük el. Ez gyakorlatilag annyit jelent, hogy a lyukak elnyíródását egy belső merevítéssel meggátoljuk a 3.2. ábrán látható módon.



3.1. oszlop lefedése SHELL63-as elemmel

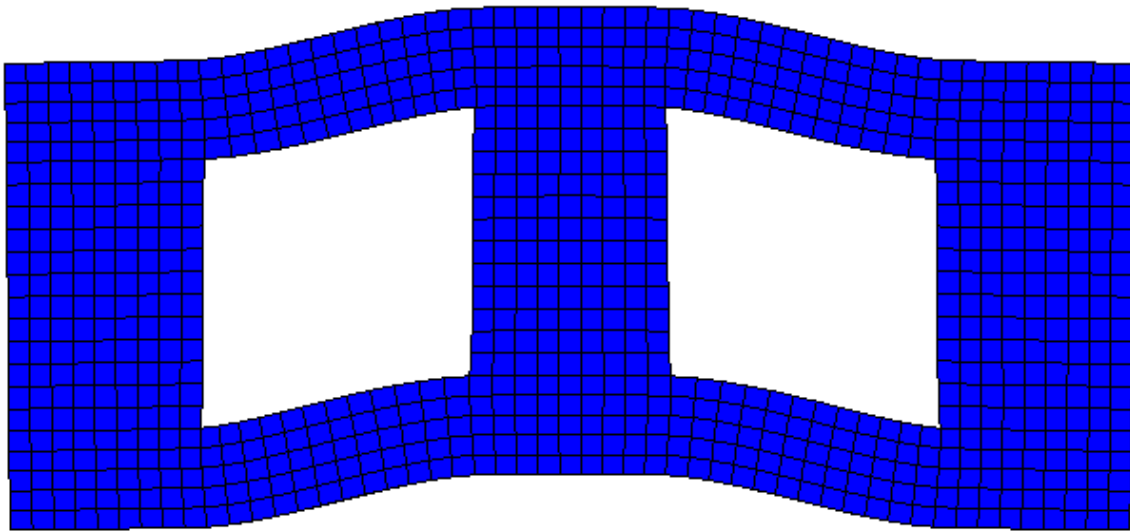
3.2. oszlop lefedése SHELL28-as elemmel

Az oszlop két végén csuklós, hossz tengely körüli elcsavarodást gátló megtámasztást alkalmaztunk. A tartóvégeken az öblösödés megengedett.

#### 3.2.1.1. Diafragmák

A végeselemes hálót úgy határoztuk meg, hogy a tartó hossz tengelye mentén „keresztmetszetek” jöjjenek létre, mely keresztmetszet tehát az azonos hosszirányú koordinátával rendelkező csomópontok összessége. A tartó minden egyes

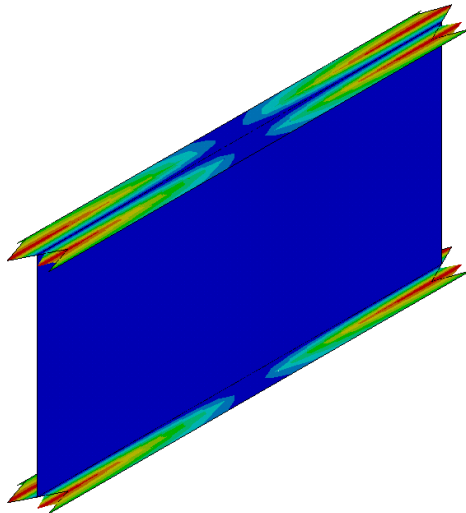
keresztmetszetében minden esetben „diafragmákat” helyeztünk el. A diafragma elnevezés itt nem valós szerkezeti elemet jelöl, hanem olyan kényszereket, amelyek egy valódi diafragmához hasonló módon merevítik a szerkezetet. Konkrétan: a diafragmákat minden egyes helyen külön-külön vettük fel úgy, hogy egy adott keresztmetszetben az egyes csomópontok egymáshoz képest a metszet síkjában (globális X és Y tengely irányában) nem tolódhatnak el. Minden más elmozdulási szabadságfokot meghagytunk. Ez tehát azt is jelenti, hogy a sík keresztmetszetek elvét a diafragmák önmagukban nem biztosítják, azaz a keresztmetszetek öblösödhetnek. Ugyanakkor, ha a diafragmák mellett a végelemek nyírási deformációit is meggátoljuk (a nyírási panel alkalmazásával), a keresztmetszetek a klasszikus gerendamodellben feltételezett módon, csak merevtest-szerűen tudnak elmozdulni.



3.3. - Végelemek elmozdulása diafragmák alkalmazása esetén (ha a nyírási panelek a nem-lyukas lemezrészekre vannak ráhelyezve)

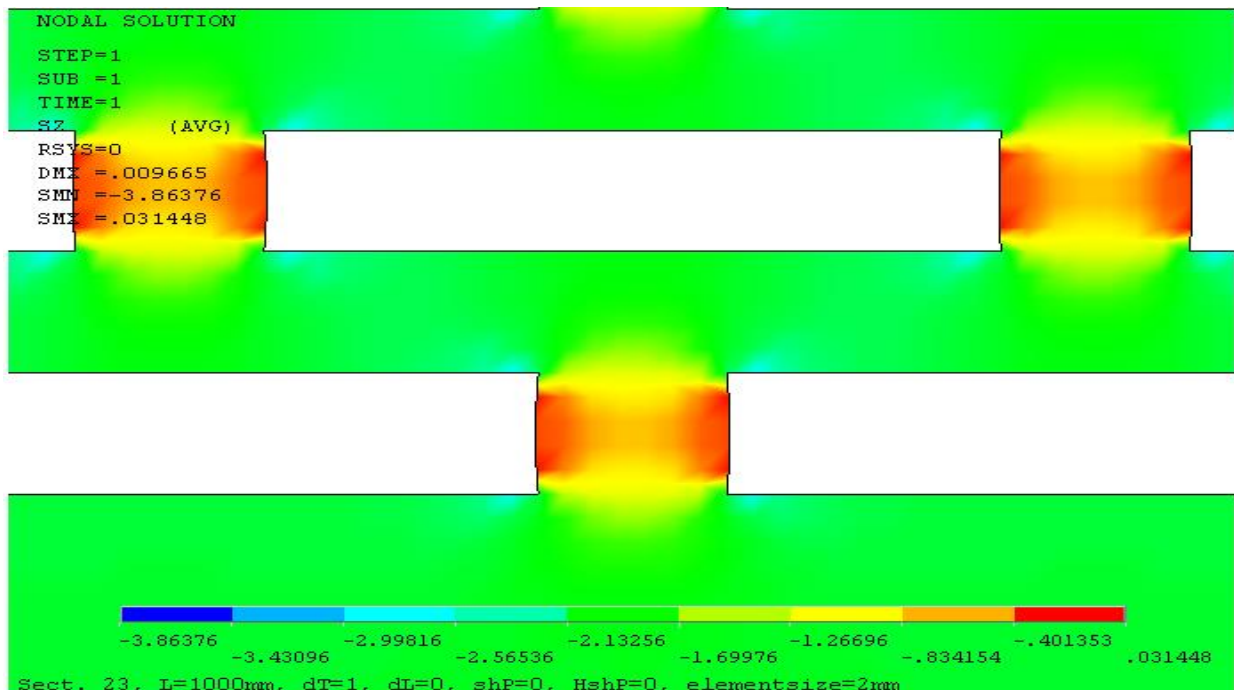
### 3.2.1.2. Végeselemes háló

A végeselemes háló a hasonló mérettartományú tömör gerincű modellekhez képest lényegesen sűrűbbre veendő fel. A gyakorlatban ez legkevesebb közel 3000 elemet jelent 10 mm-ben maximalizált hálómérettel az oszlop egy folyómétere esetén, míg legtöbb közel 8000 elemet 2 mm-ben maximalizált háló esetén az oszlop folyómétere esetén. 2000 mm-es oszlop legsűrűbb hálózása esetén ez összeen több mint 30 000 elemet jelentett. Ennek a futtatása egy síkbeli kihajlás számítása esetén legbonyolultabb modellünkben (shell holeshear – lásd később: 4.1. fejezet) közel 15 percet vett igénybe. Ennek a sűrítésnek két fő oka van: egyrészt az általunk vizsgált I szelvény 40-40 mm-es öveit a gerinc 20 mm-es részekre osztja, így az öveken lévő elemek száma ritka háló esetén akár 1 vagy 2 elemre is korlátozódhat. Amennyiben az öveken legfeljebb 2 végeelem volt, akkor bizonyos esetekben (jellemzően nagy kritikus erőknél, tehát főleg erős tengely körüli kihajláskor 500 mm hosszú tartók esetén) a stabilitásvesztési mód nehezen értelmezhető nyírási tönkremenetel volt.



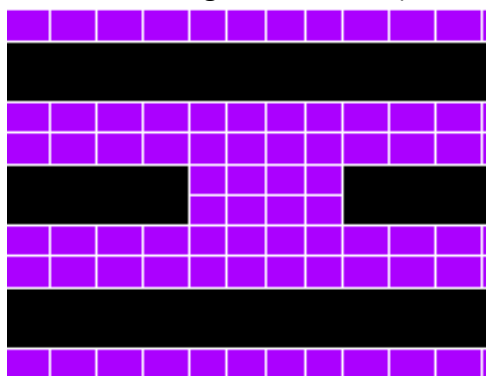
3.4. ábra - Övek nyírási stabilitásvesztése

A vizsgálatok során azt tapasztaltuk, hogy amennyiben az övek egy-egy felére legalább 3-3 végelem kerül, akkor ezek a tönkremeneteli módok nem fordulnak elő, az eredmények jól összevethetőek lesznek a többi vizsgálattal. A másik ok a perforált lyukasztás esetén fellépő anomália volt: nyírópanel nélküli vizsgálatnál, amennyiben a lyuk elég magas volt (kb. 10 mm), a végelem élhossz maximális mérete pedig nagyobb vagy egyenlő volt a lyuk magasságával, úgy előfordult, hogy egy soron belül a lyukasztások között olyan hálózás jött létre, mely esetében keresztirányban a háló egyetlen sorból állt, az elemek magassága ezen a helyen így megegyezett a lyuk magasságával. A különbség az egysoros (ritkább) és többsoros (sűrűbb) hálózásból számolt eredmények között az, hogy előbbi esetben az egész keresztmetszett nyomott volt, míg az utóbbi esetben a lyukak között kismértékű húzás volt megfigyelhető. A 3.5. ábrán ennek megfelelően kismértékű deformáció is megfigyelhető, miszerint a közbenső szakasz a lyuk magasságának felénél nem engedi azt összenyomódni, a lyuk deformálódni fog.

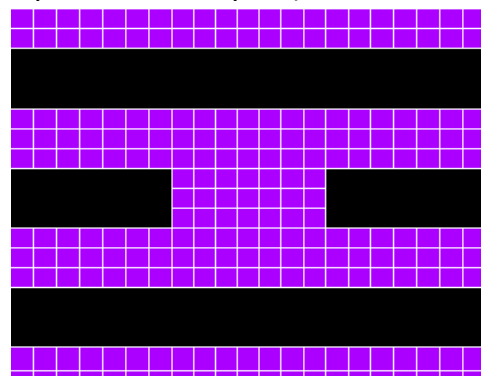


3.5. ábra - Feszültségábra a perforációk között a teljes keresztmetszetre ható egyenletes megoszló nyomóerő esetén

A jelenséget részben magyarázza, ha az alábbi módon közelítjük meg: vizsgáljuk a lyukasztások közti lemezszakaszt elkülönítve. Ekkor a környező elemek összenyomódása úgy modellezhető, mintha a lemezdarabunk alsó és felső élein befelé ható él menti vízszintes, megoszló erők. Ezen erők hatására a lemez sarokpontja egymáshoz közelíteni fognak. Az elemmagasság felében viszont a szélső pontok csak akkor fognak közeledni egymáshoz külső teher hiányában, ha azokra húzás hat. Ez a húzás jelenik meg a 3.5. ábrán látható módon. Ezen jelenség kimutatásához az szükséges, hogy ezeken a közbenső lemezdarabokon a háló legalább 2 sorból álljon. Esetünkben ez 5 mm magas perforáció esetén első esetben 4 mm-es végelem méretet indokol (2 elem / lyuk keresztirányban), míg a második esetben 2 mm-es végelem mérettel vizsgáltuk a tartót (3 elem / lyuk keresztirányban).

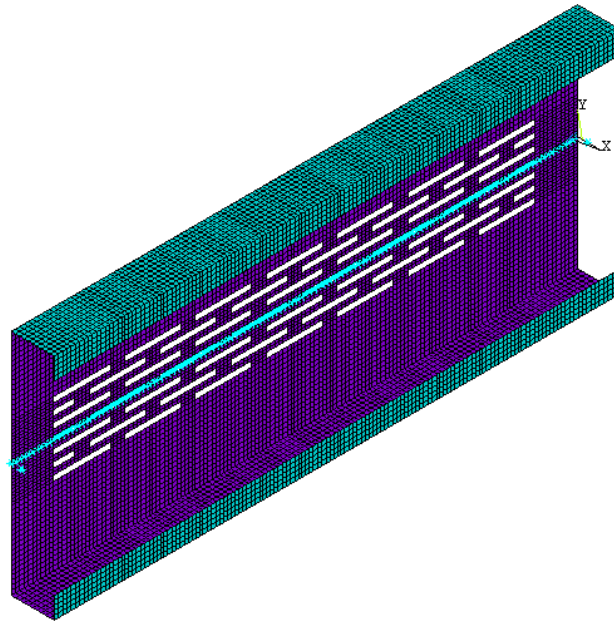


3.6. ábra - 4 mm-es háló



3.7. ábra - 2 mm-es háló

ELEMENTS



Sect. 23, L=500mm, dT=1, dL=0, shP=0, HshP=0, elementsize=4mm

3.8. ábra - 500 mm-es elem teljes 4 mm-es hálózása

Vizsgált esetek

A fenti tényállás mellett az alábbi paramétereket kombináltuk:

- szelvény alakja: I / C
- szelvény hossza: 500 mm / 1000 mm / 1500 mm / 2000 mm
- gerinc lyukasztása: tömör / nagyméretű lyukak / perforált
- Nagyméretű lyukak esetén a lyukak száma összesen: (0) / 1 / 2 / 3 / 4 db
- perforáció esetében a lyuksorok száma: 9 / 11 / 13 / 15 db
- nyírópanel megléte: nincs / minden meglévő elemen van, lyukasztáson nincs / a kilyukasztott felületekre is elhelyezzük
- háló mérete: tömör illetve nagyméretű lyukak esetében 10 mm / 3 mm, slotted esetben 4 mm / 2 mm

A fentiek alapján minden geometriailag lehetséges kombinációt megvizsgáltunk.

### 3.2.1.3. Modellezés

A modellezés során a változatos geometriai és egyéb paraméterek miatt adatelőkészítő programra volt szükségünk. Ehhez alapul használtuk fel a korábban Visy Dávid és Dr. Ádány Sándor által írt Ansys makrót, melyet a korábban említett vizsgálat során alkalmaztak. Az általuk fejlesztett makró az alábbi, számunkra releváns lehetőségeket tudja: I, C keresztmetszet parametrikus felépítése tetszőleges hosszban. Többféle megtámasztási lehetőség a tartóvégeken. Többfajta teher a tartóvégeken illetve opcionálisan a tartó mentén. Keresztmetszeti jellemzők számítása az Eurocode 3.1.3 [Eurocode, 2006.] alapján. Különböző kihajlási alakok kikényszerítése az elmozdulási szabadságfokok korlátozásával. Nyírási panel opcionális elhelyezése.

A mi célunk az volt, hogy a lyukak hatását vizsgálhassuk a korábban leírt módokon. Ennek megfelelően az alábbi módosításokat végeztük el a kódon:

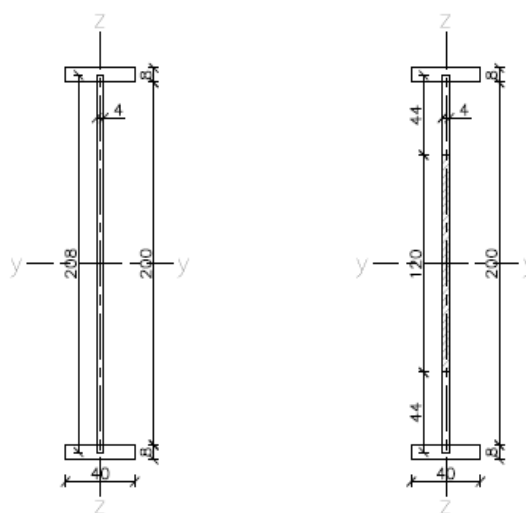
- Vizsgálni kívánt keresztmetszetek geometriájának megfelelő megválasztása, parametrikus leírása

- A kód parametrizálása a nagyméretű lyukak parametrikus felvételének érdekében
- A kód parametrizálása a slotted perforáció parametrikus felvételének érdekében
- A nyírási panel kiosztásának újragondolása. Annak a lehetőségnek a megteremtése, hogy a nyírási paneleket szükség esetén a lyukasztások által törölt elemek helyén is el tudjuk helyezni
- A végeelemes hálózás parametrikus megadása a fent említett problémák vizsgálatának céljából
- Továbbá elkezdtek a kód szabadabb felhasználását és az Axissal együttműködést segítő hibakeresési és fejlesztői mód kiterjesztését

A kód továbbfejlesztése az eredeti szerzők közreműködésével zajlott, így nagy segítséget nyújtott benne Visy Dávid és Dr. Ádány Sándor.

### 3.2.2. Rúdmodell

A rúdmodelljeinket Axis programmal vizsgáltuk. Itt is többféle számítást végeztünk: első esetben a program által a valós geometriából automatikusan számolt inerciával határoztuk meg a kritikus erőket, másik esetben pedig az Ansys-os számításokban használt inerciák megadásával futtattuk a számítást. Az eltérés oka az, hogy az Axis –ha a beépített keresztmetszeti jellemző modulokat használjuk– a keresztmetszet befoglaló méretei alapján a pontos, az elemi szilárdságtannak megfelelő módon határozza meg a keresztmetszeti



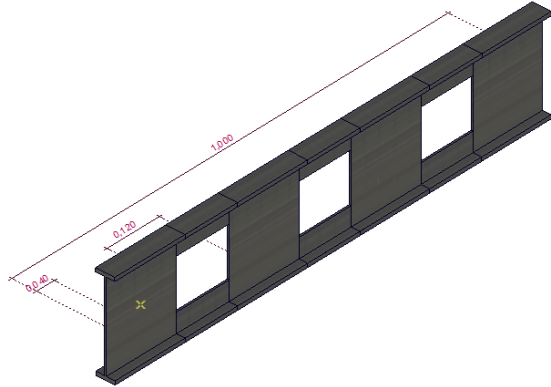
3.9. ábra - Átfedő elemek geometriája

jellemzőket. Ezzel szemben az Ansys-os számításokhoz általunk kifejlesztett adatelőkészítő modulban átfedések vannak a szelvény elágazási pontjaiban, hasonlóan ahhoz, ahogy az Ansys héjelemei is átfedéseket tartalmaznak, lásd a 3.9. ábrát. .

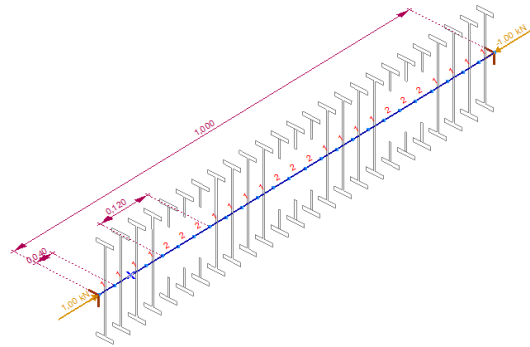
A vizsgált hosszúságok: 500 mm, 1000 mm, 1500 mm, és 2000 mm. A modell térbeli, így alap esetben minden csomópont szabad, mind a 6 szabadságfokát tekintve. Az erős tengely körüli kihajlás vizsgálatához viszont az oszlopokat több ponton meg kellett támasztani a gyenge tengely körüli kihajlás meggátolására. Emiatt az oszlopok minden esetben 0,04-0,08 m hosszúságú szakaszokból állnak (3.11. ábra), és a rajtuk található csomópontok esetében ilyenkor csak a többi öt szabadságfok szerinti elmozdulást engedélyeztük. Megjegyzendő, hogy ilyen sűrű szelvényváltásnál a végeelemek méreteit célszerű lényegesen kisebb értékre felvenni. A modelljeinkben legfeljebb 5 mm hosszúságú végeelemeket alkalmaztunk. A támasz az oszlop egyik végén minden eltolódást és a hossz tengely körüli elcsavarodást gátolja, a másik végén lévő pedig az x és y (vagyis a keresztirányú) eltolódásokat és szintén a hossz tengely körüli elcsavarodást gátolja. A teher az oszlop két végén ható 1 kN nagyságú hossz tengely irányú nyomóerő.

A vonalelemeket rúdként definiáltuk, vagyis húzás-nyomást, nyírást, hajlítást és csavarást is képes felvenni. Anyagjellemzőként a S235-ös acél tulajdonságait módosítottuk a fentebb leírtaknak megfelelően. Az alkalmazott szelvények a 3.10. ábrán láthatóak. Fontos

megjegyezni, hogy a lyukasztott szelvényt nem mint elágazó két külön rúd kezeltük, hanem egy darab keresztmetszetnek vettük fel, melynek súlypontja középen van. A végelem háló maximális elemmérete 5 mm. A számítás egyik esetben sem igényelte több kihajlási alak meghatározását, minden esetben a várt gyenge vagy éppen erős tengely körüli, 1db (közelítően) fél-színusz hullám alakú síkbeli kihajlási alak volt az első.

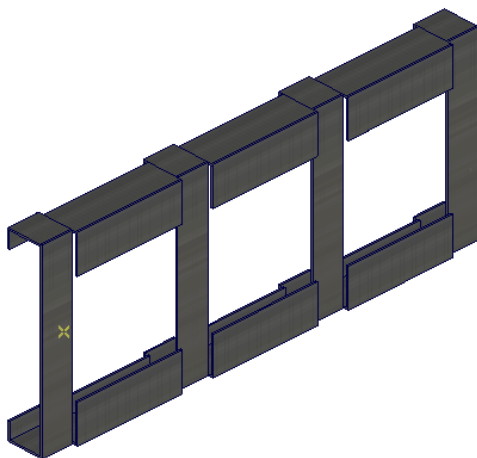


3.10. ábra - Axis 3D-s nézet

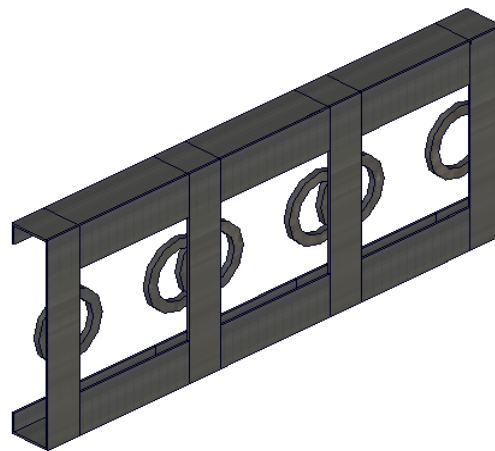


3.11. ábra - Axis drótváz nézet

A C szelvények modellje az I-hez hasonlóan készült. Ez esetben is elkészítettük 500 mm, 1000 mm, 1500 mm és 2000 mm hosszúságú teli oszlopok modelljét, és a gerincen nagyobb, 120 x 120 mm négyzet alakú lyukakkal ellátottakat is. Itt a lyukasztott esetben problémát jelentett az a tény, hogy a teli és a lyukas szelvények súlypontjának a helyzete nem esik egybe. Az Axis program a szelvényeket úgy helyezi el, hogy a vonalelem az oszlop súlyvonalán megy keresztül a 3.12. ábrán látható módon.

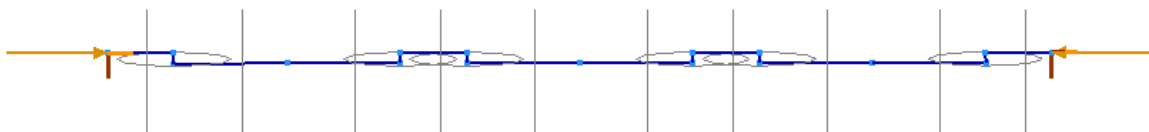


3.12. ábra – Eredeti, súlyponti tengely



3.13. ábra - Korigált tengely

Ez a probléma orvosolható a szelvényváltásoknál a tengelyre merőlegesen beillesztett merev elemekkel (ld. 3.13. ábra)



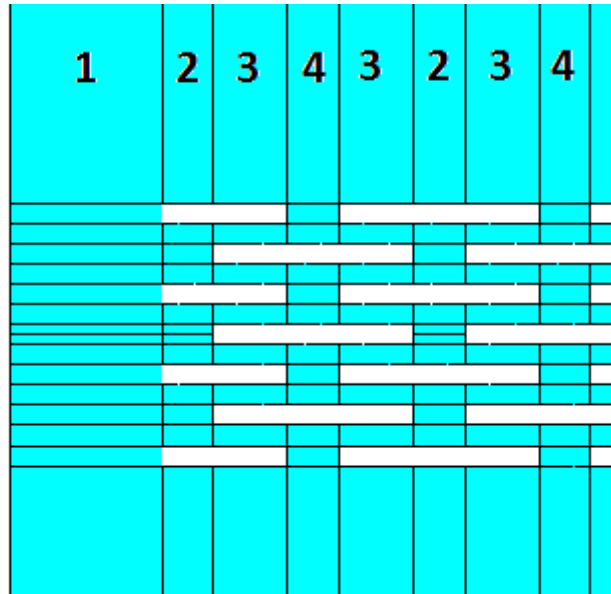
3.14. ábra - merev testekkel korigált C szelvény felülnézete



A perforált C esetében sűrűbben kell felvenni csomópontokat az elem hossza mentén, itt ugyanis sokkal több szelvényváltásra van a szükség a 0,1-0,2 m közötti hosszúságú vonalelemek miatt.

Négyféle szelvényre van szükség: 1. a tömör C szelvény, 2. csak a felülről indulva páratlan sorszámú lyuksorok jelenlétével bíró szelvény, 3. ahol mindegyik lyuksor szerepel, és a 4. ahol a csak felülről indulva páros sorszámú lyuksorok találhatóak. (lásd 3.15. kép) Így a kívánt perforált elem előállítható úgy, hogy a szelvényeket 1-2-3-4-3-2-3-...-3-2-1 sorrendben helyezük el.

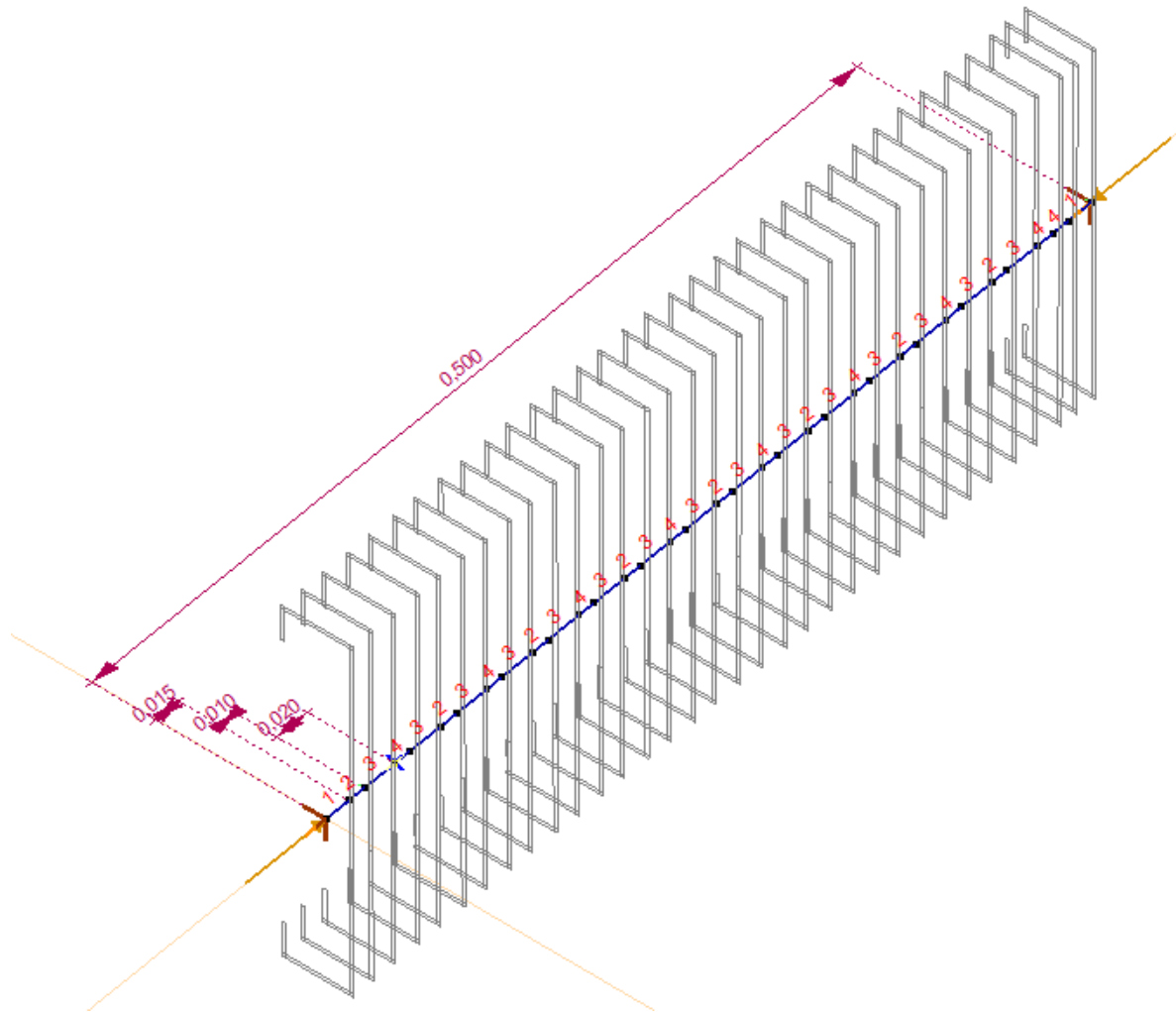
Ebben az esetben a lyukasztott szelvények geometriáját már nem rajzoltuk meg az Axis program szelvényszerkesztőjében, csak a tulajdonságoknál írtuk be a különböző inerciákat.



3.15. ábra - szelvényváltások az oszlop végén

Név	Alak	h [cm]	b [cm]	tw [cm]	tf [cm]	Ax [cm <sup>2</sup> ]	Ay [cm <sup>2</sup> ]	Az [cm <sup>2</sup> ]	Ix [cm <sup>4</sup> ]	Iy [cm <sup>4</sup> ]	Iz [cm <sup>4</sup> ]
1 C_szelvény	Egyedi	20,4	4,0	0	0	6,32	0,98	38,60	1,0	356,3	13,0
2 C_szelvény_1perf	Egyedi	20,4	4,0	0	0	5,82	0	0	1,0	352,8	12,5
3 C_szelvény_2perf	Egyedi	20,4	4,0	0	0	5,42	0	0	1,0	338,1	11,9
4 C_szelvény_3perf	Egyedi	20,4	4,0	0	0	5,92	0	0	1,0	354,3	12,6

3.16. ábra - Keresztmetszeti jellemzők az Axis programban perforált C szelvény esetén



3.17. ábra - Perforált C szelvény szelvényváltásai

Ez esetben is a függelékben található számított inerciákat használtuk. Az elem két végén, a támaszoknál teli szelvény maradt, a héjmodelles esethez hasonlóan.

## 4. Eredmények

### 4.1. Modellek összehasonlítása

Vizsgáltuk a síkbeli kihajlást mind a gyenge, mind az erős tengely körül, kétszeresen szimmetrikus I szelvényre, valamint egyszeresen szimmetrikus C szelvényre. A kritikus erő értékeit az egyes hosszakhoz illetve lyukasztásokhoz négyféle analitikus, és négyféle numerikus modellel határoztuk meg. A számítási modellek a következők:

Numerikus modellek:

1. Héjmodell (röviden shell): A oszlopon keresztmetszeti alakváltozást gátló diafragmák találhatóak.
2. Héjmodell (shell shearp): Az előző tulajdonságok mellett ezen nyírási panelek is találhatóak a héjelemeken.
3. Héjmodell (shell holeshearp): A nyírási panelek a lyukakon is jelen vannak.
4. Rúdmodell (beam)
5. Rúdmodell (beam full): az előzőekkel megegyező, de az Ansysből kapott inerciával számolva

A héjmodelles megoldások esetében kétféle diszkrétizálást alkalmaztunk (lásd 3.2.1. fejezet), a rúdmodellnél pedig a kétféle eredményt az inercia kétféle számításából adódik (lásd 3.2.2. fejezet).

Analitikus számítás:

6. Euler-féle kritikus erő a súlyponti inercia elhanyagolásával (anal beam thin)
7. Euler-féle kritikus erő a teljes inercia figyelembe vételével (anal beam thick)
8. Héjmodell alapú analitikus megoldás (anal shell)
9. Nyírást is felvevő, héjmodell alapú analitikus megoldás (anal shell shear)

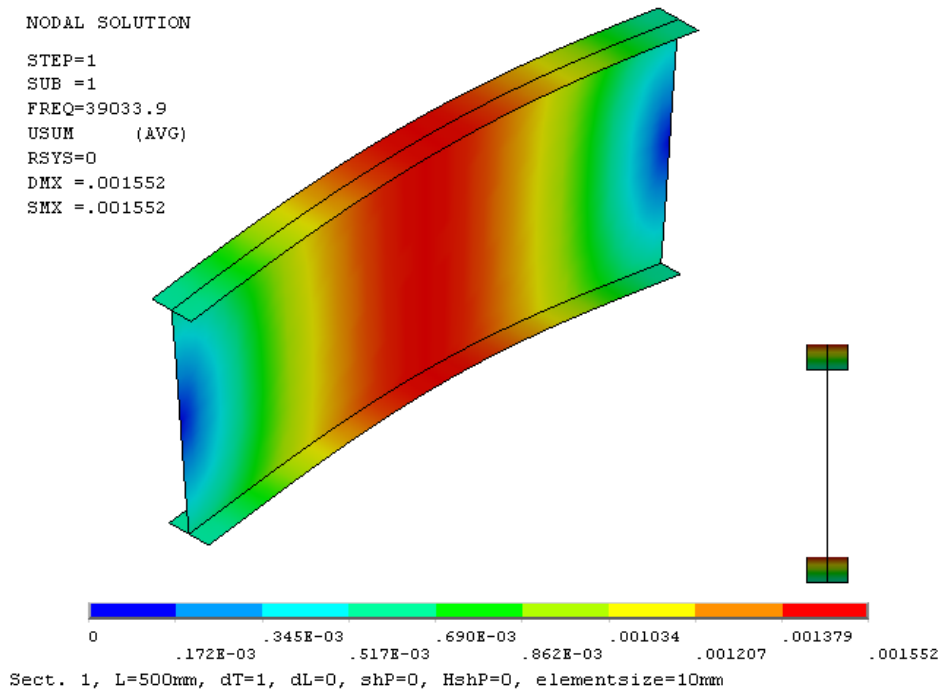
#### 4.1.1. Tömör I szelvény

Nézzük először a modellek összehasonlítását a tömör szelvények esetében! A 3. modell itt lyukak hiányában nem értelmezhető, illetve szigorú értelemben véve az eredmény megegyezne a 2. modell eredményével. A táblázat az 500 mm hosszú oszlop eredményeit tartalmazza:

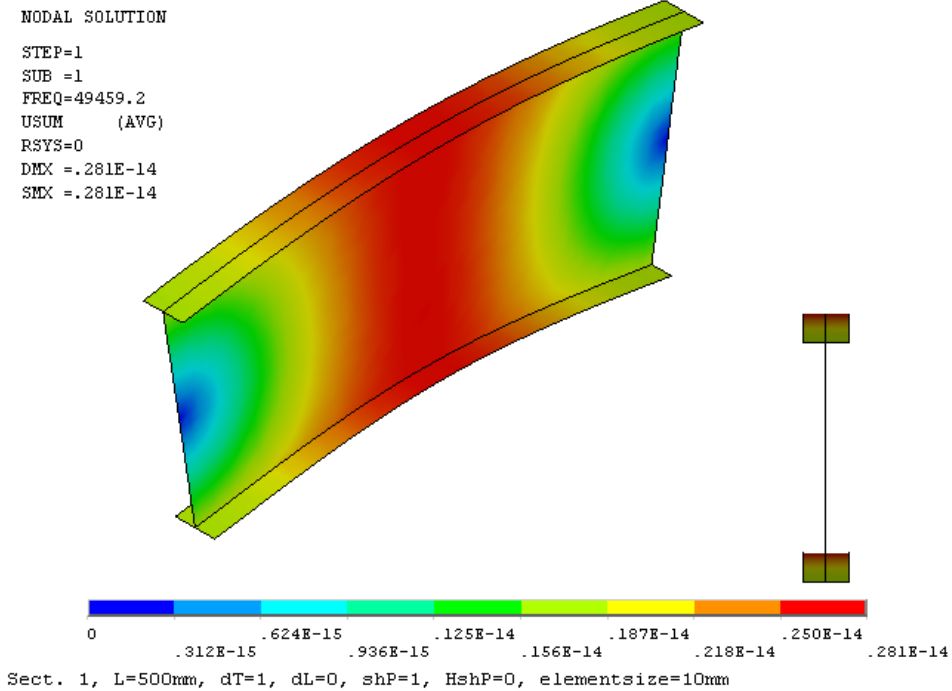
	1.1 shell ritka	1.2 shell sűrű	2.1 shell shear ritka	2.2 shell shear sűrű	4. beam full	5. beam	6. anal beam thin	7. anal beam thick	8. anal shell	9. anal shell shear
gyenge tengely	706,99	706,31	715,33	715,00	716,29	707,17	707,45	716,65	714,97	707,67
erős tengely	39034	39017	51457	64947	79526	82258	82257	82285	64689	39424

4.1. ábra - modellek összehasonlítása az 500 mm hosszú tömör I szelvényen

Héjmodell esete. Az első ún. "shell" modellnél (4.2. ábra) a második ún. "shell shear" (4.3. ábra) több kényszert tartalmaz a nyírópanelek jelenléte miatt, ez magyarázza a látható különbséget a második javára. Ezekhez hasonló eredményeket láthatunk a 9. és a 8. modell esetében, ezek között is ugyanez a különbség - a nyírás - látható. Az 1. és a 9. modell is összevethető, ezek a nyírást figyelembe vevő eset numerikus illetve analitikus megoldása. Látható, hogy az eltérés igen kicsi, 0,2% alatti a gyenge tengely körül, és 1 % körüli az erős tengely esetében is. Ugyanígy a 2. és 8. modell eredményei is hasonlóak, ezek ugyanis a numerikus és analitikus megoldása a nyírást elhanyagoló eseteknek. Itt a gyenge tengely körüli eredmények különbsége gyakorlatilag elhanyagolható, illetve az erős tengely körüli is, ha a sűrű hálózást figyeljük.



4.2. ábra - 500 mm hosszú I szelvény, "shell"

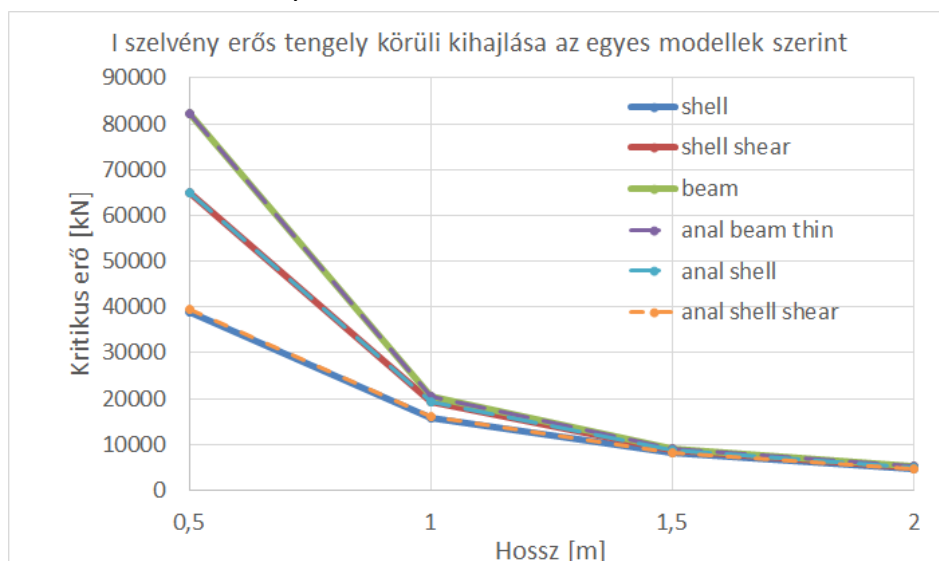


4.3. ábra - 500 mm hosszú I szelvény, "shell shear"

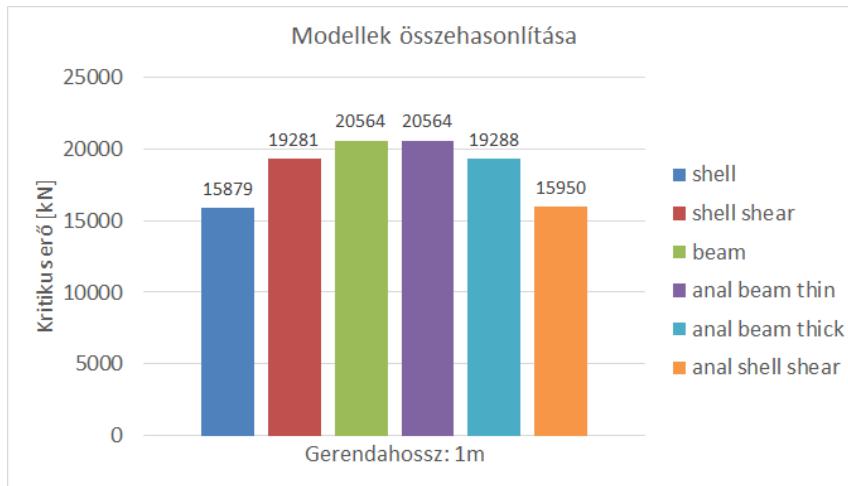
A különböző hálózásoknál megfigyelhető, hogy nincs nagy különbség a kritikus erők között. Az egyetlen kivétel ez alól a 25%-os különbséggel bíró 2. modell erős tengely körüli kihajlásra. Itt tehát a ritkább hálózás nem ad még elég pontos eredményt.

Rúdmodell esetei. Az Axis rúdmodell (beam full) és az Euler-féle klasszikus módszer (6. és 7. modell) is összehasonlítható. Az azonos inerciák alapján végzett számítások eredményei között szinte nincs különbség. Itt különbséget a különböző inercia számítási módok adhatnak.

A különbségek jobban megfigyelhetők az erős tengely körüli kihajlásnál, így elemezzük ebben az esetben a modellek eredményeit:



4.4. ábra



4.5. ábra

Tendenciájukat tekintve látható, hogy az egyes modellek között egyre kisebb különbség van, ahogy növeljük az elem hosszát, ezért is elemeztük a modellek különbözőségeit az általunk vizsgált legrövidebb, 500 mm-es hosszún. A fentebb említett összehasonlítható modellpárok itt jól láthatók, a 9. modell görbéje alól éppen hogy kilátszik az elsőé, vagyis ezek igen közeli eredményeket adtak. A 4. modell görbéje teljesen eltűnik a 6. mögött. A 2. és 8. esetben is alig látható a különbség.

A rúdmodellből számított eredmények a hosszúság csökkentésével a végtelenbe tartanak, míg a héjmodellből számolt kritikus erők értéke kevésbé meredeken emelkedik, létezik maximális értéke. A legnagyobb eredményt tehát a rúdmodellek szerint számolt értékek adják. Ezekben az esetekben van a legtöbb kényszer, ugyanis ott a keresztmetszetek a rúd tengelyére merőlegesek maradnak, vagyis az Euler-Bernoulli-féle rúdmodell feltételezéseit alkalmazzák. A 2. illetve 8. modell esetében már héjmodellről van szó, a keresztmetszetek nem feltétlenül maradnak merőlegesek a tengelyre. Így a modell "lágyabb" lesz, kevesebb a kényszer, az eredmények ezáltal kisebbek lesznek. A harmadik, nyírást is figyelembe vevő eseteknél (1. és 9. modell) hasonló okokból lesznek az eredmények még kisebbek.

#### 4.1.2. Tömör C szelvény

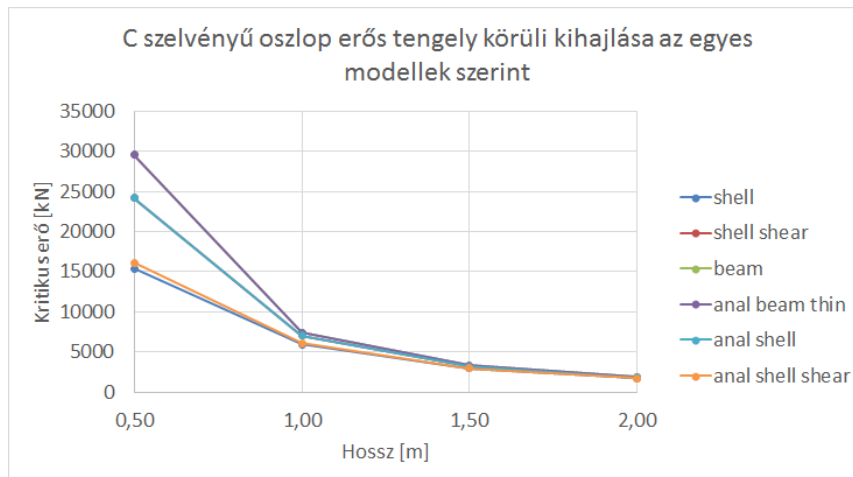
Következőnek vizsgáljunk egy másik szelvényt, ami már nem kétszeresen szimmetrikus! Ismét az 500 mm hosszú oszlop eredményeit vizsgáltuk:

	1.1 shell ritka	1.2 shell sűrű	2.1 shell shear ritka	2.2 shell shear sűrű	4. beam thick	5. beam thin	6. anal thin	7. anal beam thick	8. anal shell	9. anal shell shear
gyenge tengely	944,06	943,35	1071,6	1071,3	1080,6	1078,8	1078,7	1080,1	1071,4	1007,7
erős tengely	-	15383,20	-	24150,30	29540,59	29519,41	29518,85	29838,23	24373,28	16102,55

4.6. ábra - Modellek összehasonlítása az 500 mm hosszú tömör C szelvényen

Ebben az esetben a ritka hálózás alkalmazásával nem kaptuk vissza a globális fél-szinus hullám alakú kihajlási alakot az Ansys modellekben, helyette az övek lokális tönkremenetele

ment végbe az első 120 kihajlási alakon. Tovább nem vizsgáltuk, ezeket az eredményeket elvetettük, a sűrűbb hálózással ugyanis kaptunk megfelelő eredményeket.



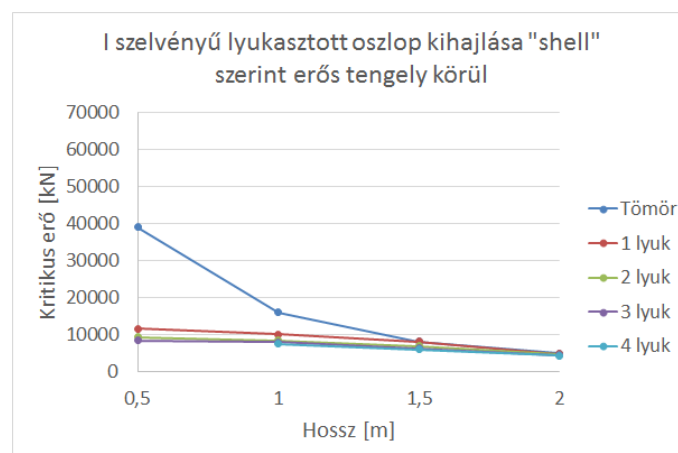
4.7. ábra

C szelvény esetében jobban kitűnik a rövid oszlopok esetében az 1. és a 9. modell közötti különbség, ami abból adódik, hogy az analitikus számítás esetében a gerinc egyenes marad, míg a numerikus esetben nem feltétlenül (az öblösödés miatt).

Látható tehát, hogy a numerikus és analitikus modellekből számolt eredmények jól összevethetőek, azok az elvárt relációknak megfelelnek. Minden numerikus modellnek megfeleltethető egy analitikus számítási módszer, kölcsönösen igazolva egymás eredményeit. Feltételezhetjük tehát, hogy számítási modelljeink az elvárt módon működnek, paraméterezésük megfelelő, és hasonló konfiguráció mellett elvárhatjuk, hogy az analitikusan nem ellenőrzött esetekben, tehát a lyukasztott és a perforált geometriánál is megfelelően működnek.

## 4.2. Lyukasztás hatása

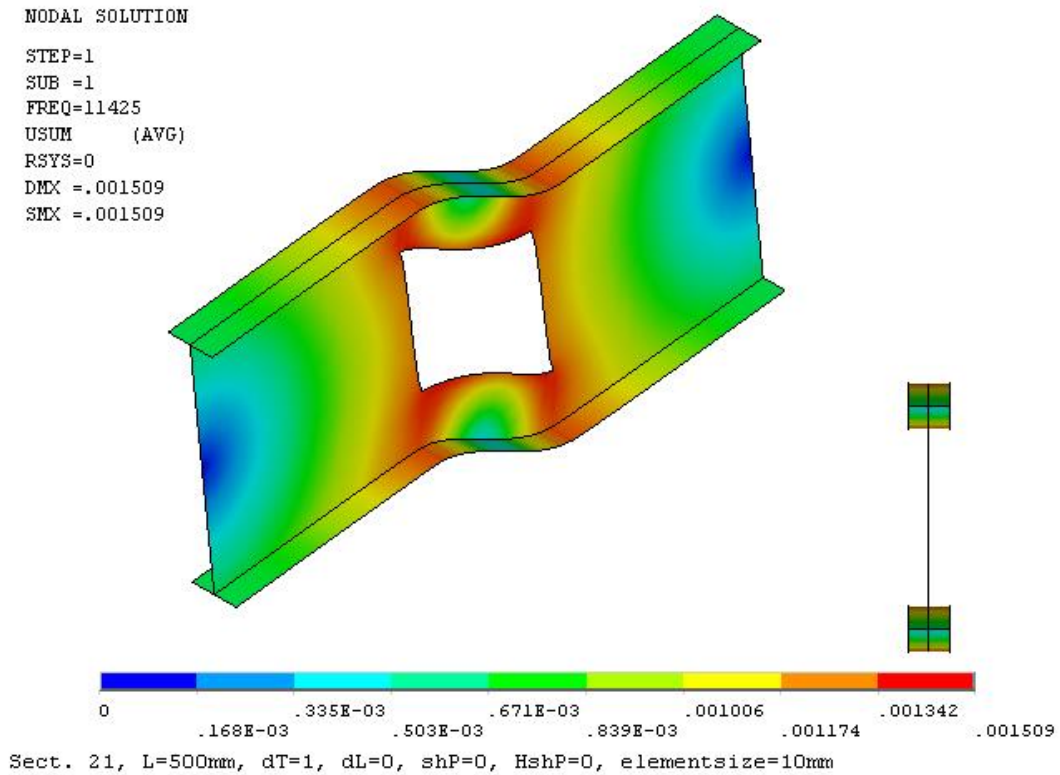
### 4.2.1. Nagy áttöréseket tartalmazó I szelvény



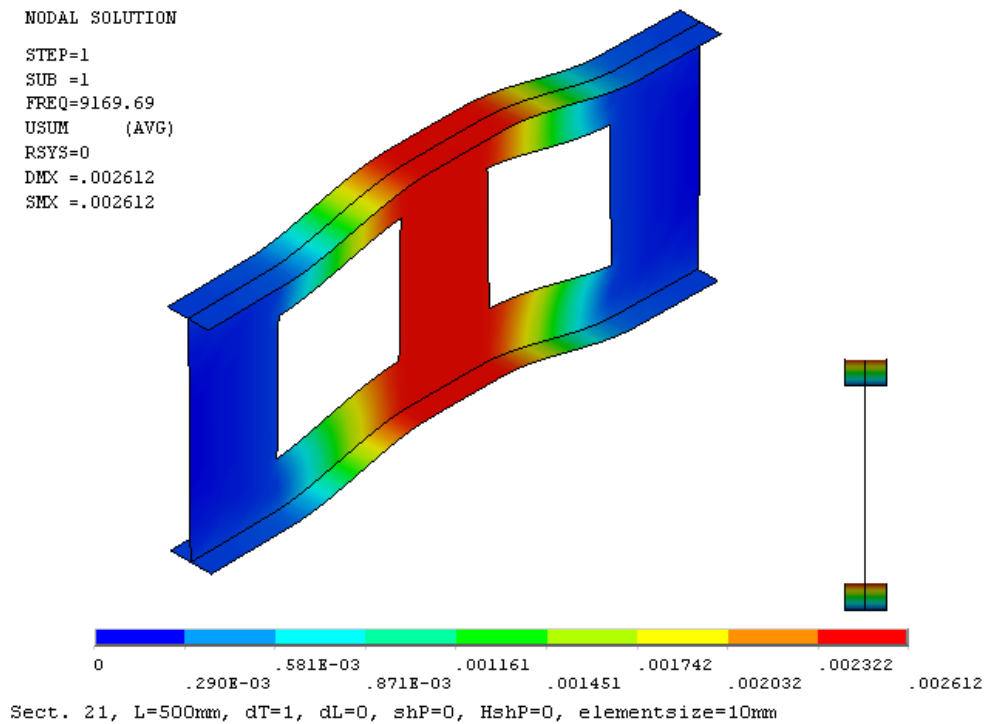
4.8. ábra

Megfigyelhető, hogy az első lyuk jelenléte nagyobb csökkenést jelent a kritikus erőben, mint a másodiké, és ez a különbség tovább csökken a következő lyukak hozzáadásával. Az 500 mm

hossz esetében például az első lyuk 29%-ára csökkenti a kritikus erőt, a második lyuk további 6%, a harmadik már csak 2% csökkenést jelent, vagyis 21%-a tömör rúdnak.



4.9. ábra - 500 mm, I szelvény 1 lyuk, "shell", normál háló, erős tengely körül

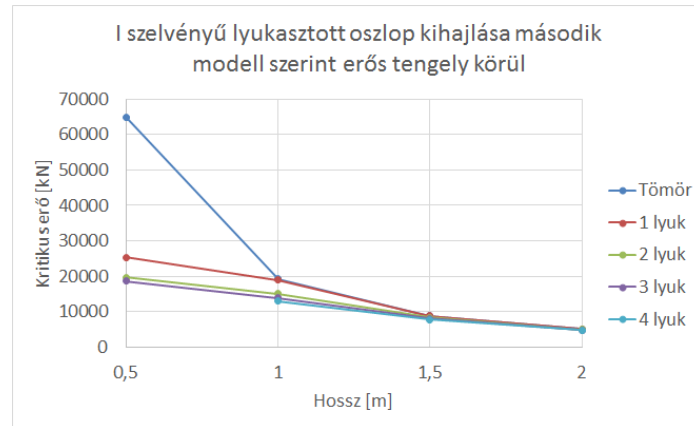


4.10. ábra - 500 mm, I szelvény 2 lyuk, "shell", normál háló, erős tengely körül



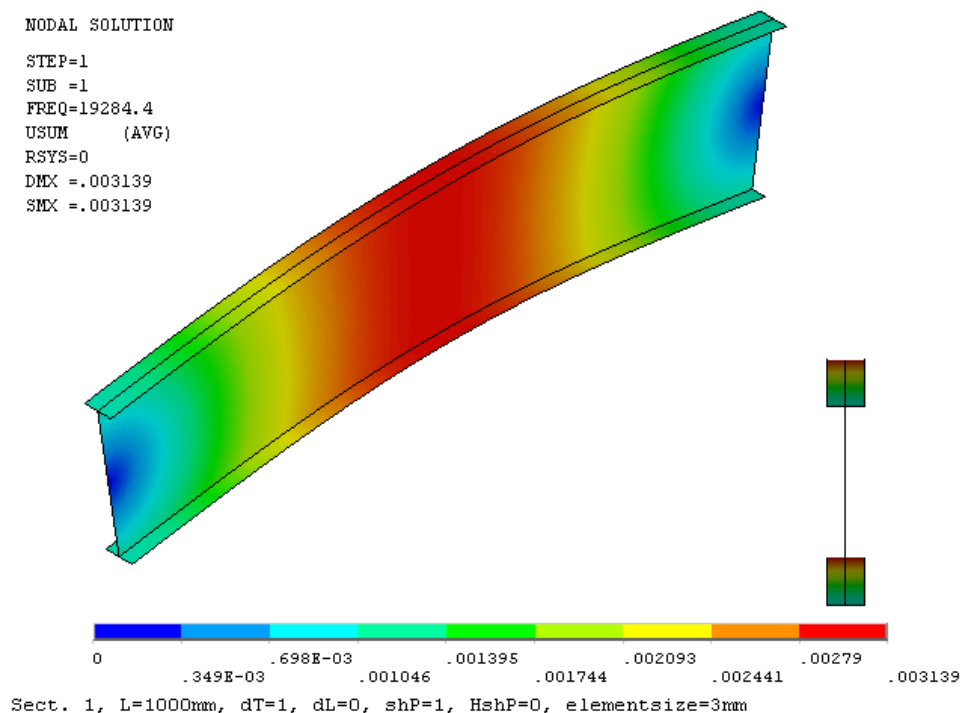
Az 1000 mm hosszú oszlop esetében az első lyuk csökkent 63%-ra, a második 52%-ra, a harmadik 49%-ra és itt már elfér negyedik lyuk is, ami további 2%-ot csökkent, ami 47%-a tömör esetnek. A lyukasztás vizsgálatánál is megfigyelhetjük azt, hogy a hosszabb elemek esetében a hatása egyre kisebb. 2000 mm-es esetben már mind a négy lyuk is csak 13% csökkenést jelent.

A lyukasztás megváltoztatja viszont a görbék alakját. Ennek oka abban áll, hogy a modell figyelembe veszi a lyukkal gyengített keresztmetszet nyírását.



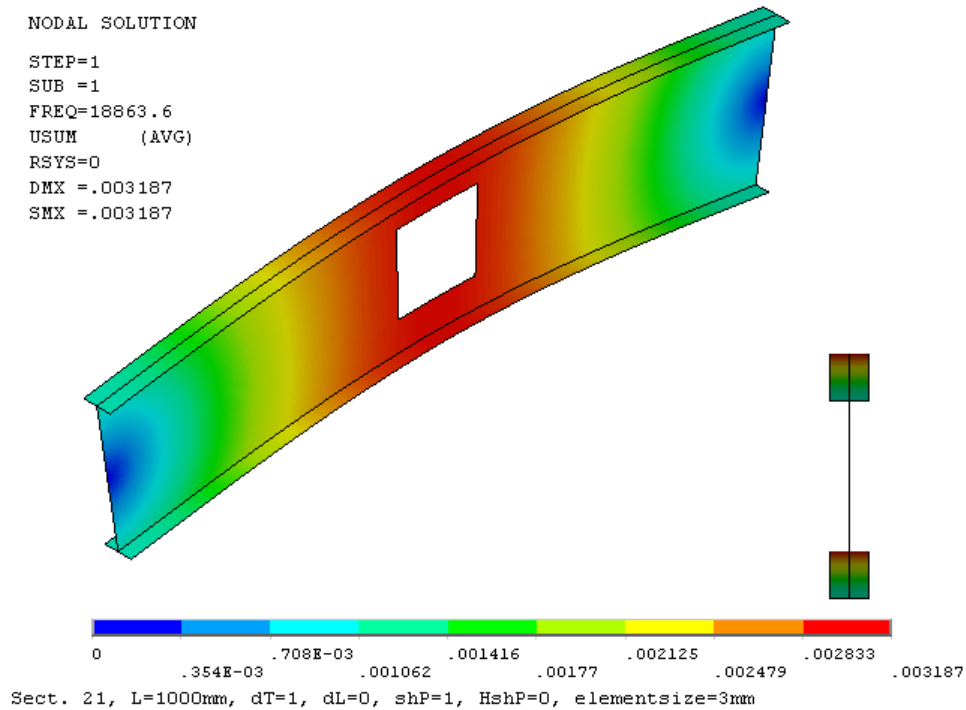
4.11. ábra

A második modellben (shell shear) a nyírási panelek gátolják a nyírást, így ott kisebb az eltérés például a tömör és az egy lyukkal ellátott eset között. Ezek a nyírási panelek viszont ebben a modellben csak a szelvény anyagon vannak, a lyukak környezetében így még létrejöhet nyírási deformáció. Ez az oka annak, hogy itt a lyukasztott esetek közelebb kerültek a tömörhez ugyan, de a lyukasztás még mindig megváltoztatja a görbe alakját. Az 500 mm hosszú rúdon itt az első lyuk 39%-ra csökkenti a kritikus erőt, a második 30%-ra, míg a harmadik kicsit több, mint 1%-kal csökkenti tovább.

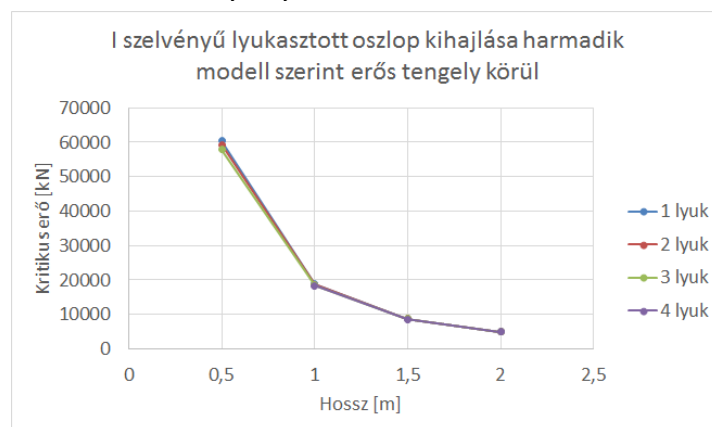


4.1. ábra - 1000 mm, tömör I szelvény, "shell shear", sűrű háló, erős tengely körül

Az 1000 mm-es esetben mind a négy lyuk 67%-ára csökkenti a tömör oszlop kritikus erejét. 2000 mm hosszánál pedig már csak 6%-ot veszít a kritikus erőből.

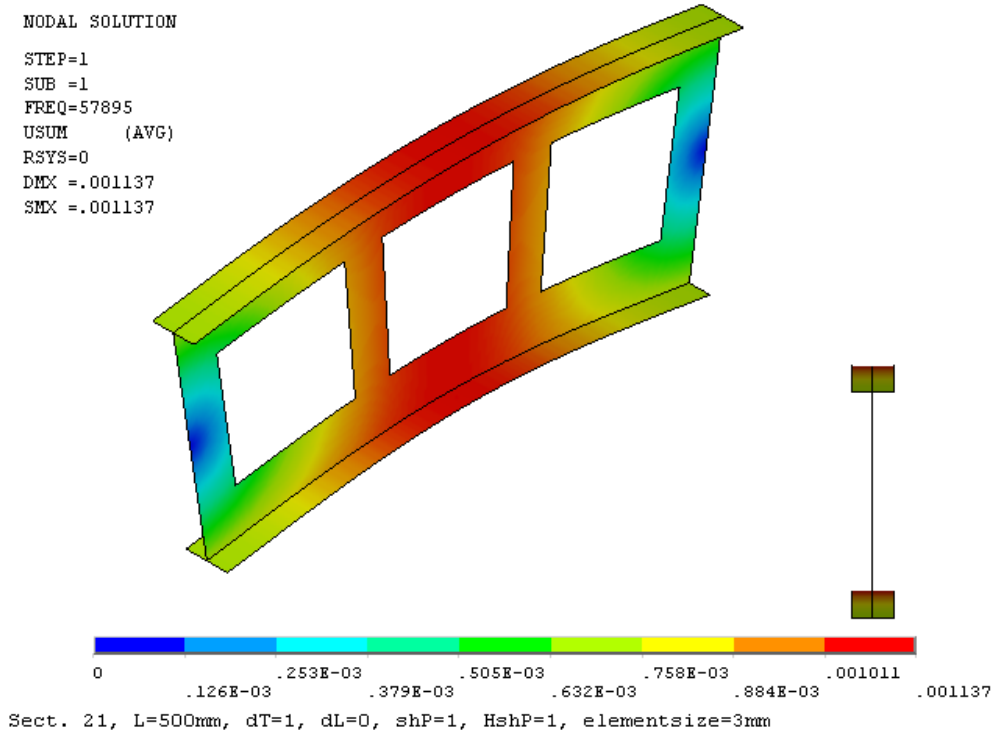


4.2. ábra - 1000 mm, I szelvényű 1 lyuk, "shell shear", sűrű háló, erős tengely körül



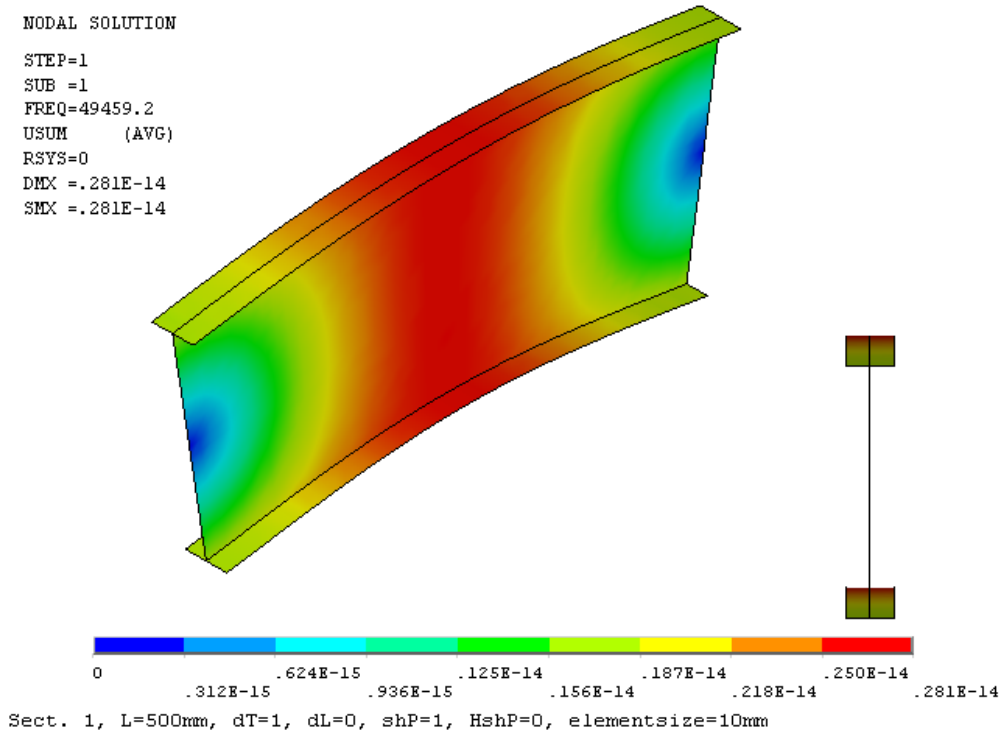
4.12. ábra

A shell holeshear modell esetében a lyukakra is elhelyezett nyírópanelek kizárják a lyukakkal gyengített keresztmetszetek elnyíródását.



4.13. ábra - 500 mm, I szelvény 3 lyuk, "shell holeshear", sűrű háló, erős tengely körül

Látható, hogy ez esetben lényegesen kisebb a kritikus erő csökkenése a lyukasztás miatt. A legjelentősebb eltérés az 500 mm hosszú oszlopnál jelentkezik, itt a három lyukkal ellátott rúd kritikus ereje 95%-a a tömörének.



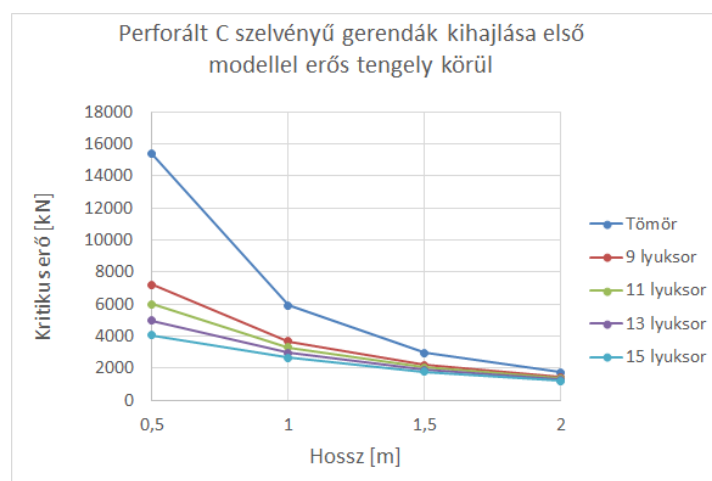
4.14. ábra - 500 mm, I szelvény, "shell shear", normál háló, erős tengely körül

Az Axis rúdmodell eredményei is tendenciájukat tekintve ilyen eredményeket adnak. Számértékbeli különbség adódik viszont az inerciák eltérő számítási módjából, az Ansys programban ugyanis az átfedéssel számolt, míg az Axisban átfedés nélküli inerciák szerepelnek. A rúd- és héj-végeleemes modell között további különbség, hogy a rúdmodell egyenletes feszültségeloszlást feltételez a keresztmetszetben, míg a héjmodell egy ennél reálisabb, nem egyenletes feszültségeloszlással számol, ami különösen a lyukas szelvények esetén kimutatható különbséget okoz a kritikus terhek értékében.

#### 4.2.2. Nagy áttöréseket tartalmazó C szelvény

A C szelvényre is igazak az I szelvény lyukasított eseténél felsoroltak. Felmerült itt viszont egy további probléma, amit a rúdmodell leírásánál már felvetettünk. Az egyes rúdelemek csak a szelvények súlyponti tengelyeit jelentik. A tömör C és a lyukasított C szelvényeknek viszont eltérőek a súlyponti koordinátái, így a szelvények nem folytatólagosan csatlakoznak egymáshoz (lásd 3.12. ábra). Ezt a problémát két jellemző esetben megvizsgáltuk merev testek beiktatásával is (lásd 3.13. ábra). 500 mm hosszú oszlop 3 lyuk esetben az eltérés 0,03%, 2000 mm 4 lyukas esetben már csak 0,01%. Látható, hogy ezek az eltérések igen kicsik, így ezt a problémát a többi esetben elhanyagoltuk.

#### 4.2.3. Perforált C szelvény

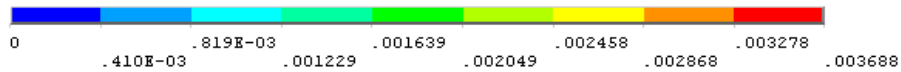
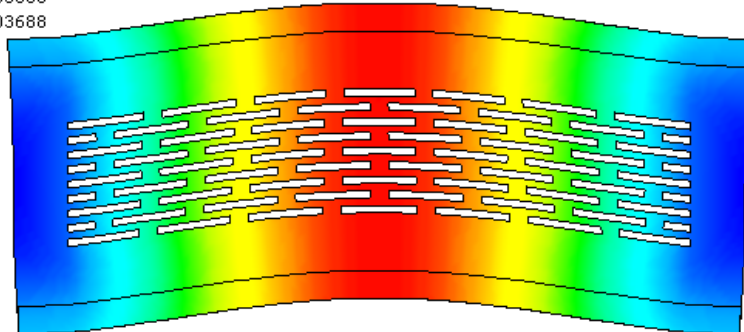


4.15. ábra

Ebben az esetben jobban megmarad a tömör görbe jellege a perforáltaknál is, vagyis láthatóan a hossz csökkenésével egyre meredekebben emelkedik a kritikus erő értéke, még itt a nyírást figyelembe vevő esetben is.

NODAL SOLUTION

STEP=1  
SUB =1  
FREQ=7246.28  
USUM (AVG)  
RSYS=0  
DMX =.003688  
SMX =.003688



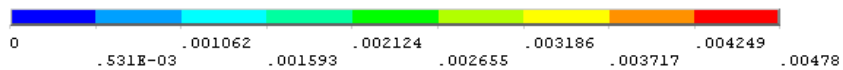
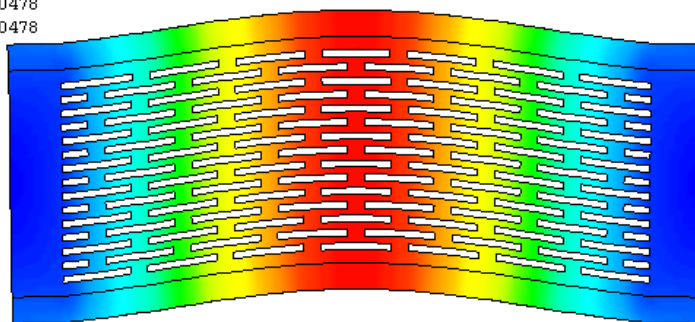
Sect. 23, L=500mm, dT=1, dL=0, shP=0, HshP=0, elementsize=4mm

4.16. ábra - 500 mm, C 9 lyuksorral, "shell", normál háló, erős tengely körül

Bár itt is jelentős csökkenést jelent a lyukgyengítés. A 9 lyuksoros eset a tömör kritikus erejének 46%-át adja, 11 lyuksorra 39%, 13 lyuksorra 32% és 15 lyuksorra 26% a kritikus erő a tömör rúdhoz képest.

NODAL SOLUTION

STEP=1  
SUB =1  
FREQ=4089.34  
USUM (AVG)  
RSYS=0  
DMX =.00478  
SMX =.00478

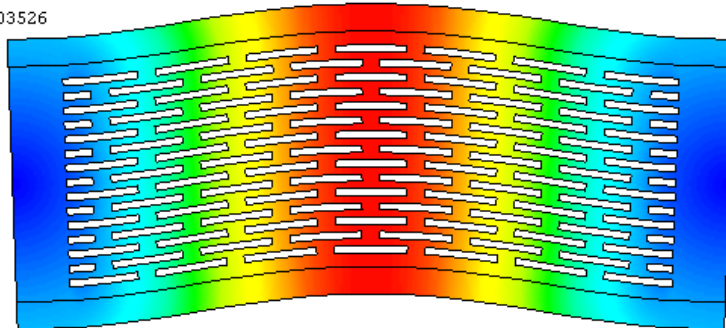


Sect. 23, L=500mm, dT=1, dL=0, shP=0, HshP=0, elementsize=4mm

4.17. ábra - 500 mm, C 15 lyuksorral, "shell", normál háló, erős tengely körül

NODAL SOLUTION

STEP=1  
SUB =1  
FREQ=7391.36  
USUM (AVG)  
RSYS=0  
DMX =.003526  
SMX =.003526



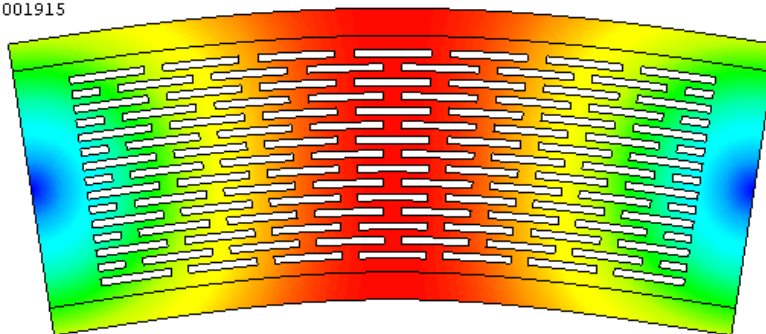
0 .392E-03 .784E-03 .001175 .001567 .001959 .002351 .002742 .003134 .003526

Sect. 23, L=500mm, dT=1, dL=0, shP=1, HshP=0, elementsize=2mm

4.3. ábra - 500 mm, C 15 lyuksorral, "shell shear", sűrű háló, erős tengely körül

NODAL SOLUTION

STEP=1  
SUB =1  
FREQ=21944.8  
USUM (AVG)  
RSYS=0  
DMX =.001915  
SMX =.001915

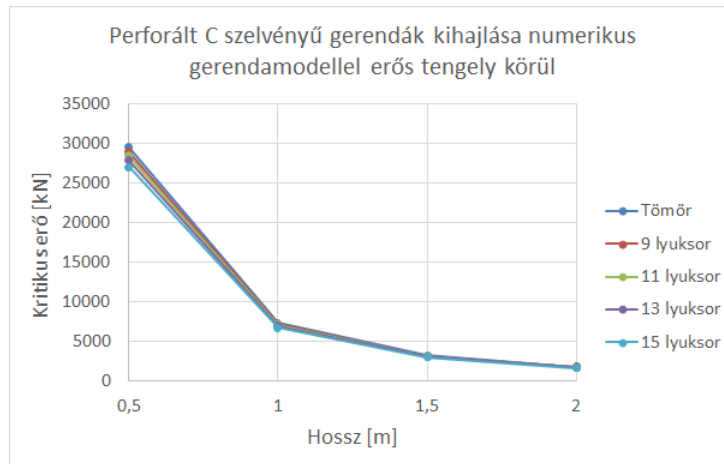


0 .213E-03 .426E-03 .638E-03 .851E-03 .001064 .001277 .001489 .001702 .001915

Sect. 23, L=500mm, dT=1, dL=0, shP=1, HshP=1, elementsize=2mm

4.4. ábra - 500 mm, C 15 lyuksorral, "shell holeshear", sűrű háló, erős tengely körül

A shell shear és a shell holeshear modell rendre kisebb csökkenéseket ad, míg végül a legkisebb gyengítés a rúdmodellnél adódik:



4.18. ábra

Itt a 9 lyuksor jelent 2% csökkenést, 11 lyuksor 4%-ot, 13 lyuksor 6%-ot, és a 15 lyuksor pedig 8%-ot, így ez utóbbi esetben a kritikus erő értéke 92%-a a tömör rúdénak.

Tendenciájukat tekintve ismét az első és második modell (shell, shell shear) valamint a harmadik és negyedik modell (shell holeshear, beam) mutat hasonlóságot.

#### 4.2.3.1. Csökkentő tényező alkalmazása

A nyírási-héjmodell analitikus számítási módszerbe bevezettünk egy olyan  $\rho$  csökkentő tényezőt, aminek a segítségével kézi számítással jó közelítést adhatunk a perforált szelvények kritikus erőire. Először a váltakozó négy különböző perforált szelvényből álló rudakat (3.17. ábra) kellett valamilyen kezelhetőbb formára hozni. Ezért a különböző lyukasztással ellátott keresztmetszeteknek kiszámoltuk külön a jellemzőit, majd ezekből meghatároztunk átlagos keresztmetszeti jellemzőket, amik egy prizmatikus, de a gyengítést figyelembe vevő szelvényt írnak le. Ezeket az egyes szelvényváltozatok megjelenésének aránya alapján felvett súlyszámokkal átlagoltuk ki a perforált keresztmetszeti jellemzőkből.

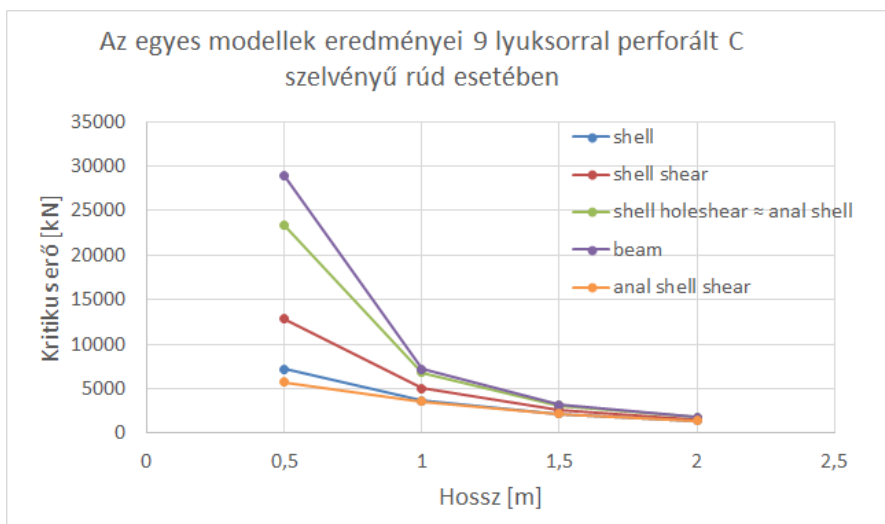
súlyszámok:  $s_1 = 0,45$        $s_2 = \frac{1-s_1}{2}$        $s_3 = s_2$

keresztmetszeti terület súlyozása:  $A_{\text{perf}} = s_1 \cdot A_{1,\text{perf}} + s_2 \cdot A_{2,\text{perf}} + s_3 \cdot A_{3,\text{perf}}$

Az inercia számításnál is ehhez hasonló súlyozott átlagot számoltunk. Felvéve egy kellően nagy redukciós tényezőt ( $\rho = 100\ 000$ ) elhanyagoltuk a nyírást (anal shell modell), és így a shell shear héjmodell eredményeihez közelítve kalibráltuk a perforált szelvényekre vonatkozó keresztmetszeti jellemzők súlyszámait. A csökkentő tényezővel a nyírt keresztmetszeti rész nyírási merevségét kell megszorozni. A nyírást is figyelembe vevő módszerhez pedig iterációs folyamat eredményeként határoztunk meg a lyuksorok számától függő redukciós tényezőket úgy, hogy a hosszabb (gyakorlatban inkább előforduló) tartományban közelítse jobban a nyírást is figyelembe vevő numerikus héjmodell eredményeit.

A redukciós tényező tehát:

- 9 lyuksor esetén  $\rho = 0,17$
- 11 lyuksor esetén  $\rho = 0,135$
- 13 lyuksor esetén  $\rho = 0,115$
- 15 lyuksor esetén  $\rho = 0,1$



4.19. ábra

A csökkentő tényezővel módosított módszer összehasonlítása 9 lyuksorral ellátott esetben a korábbi modellekkel a 4.19. ábrán látható. Megfigyelhető, hogy a módszer az 1000mm-es hosszról kezdve jól közelíti a nyírást is figyelembe vevő numerikus héjmodell eredményeit. 500 mm-es esetben az eltérés 20% körüli, 1000 mm-nél 3%, 1500mm és 2000 mm esetén már ezrelékes nagyságrendű. Itt még jobban megfigyelhető, hogy a rúdmodell a hosszal közelítve nullához a kritikus erő a végtelenbe tart. A shell holeshear modell már héjmodellként minimálisan figyelembe veszi a nyírási alakváltozásokat, ezért ad kisebb eredményeket. A shell shear modell esetében már a lyukak környékén a kihajlási alakban látható nyírási deformáció is létrejöhet tovább csökkentve a kritikus erő értékeit. Ehhez ad nagyon hasonló értékeket az anal shell analitikus megoldás. A shell modell figyelembe veszi a nyírást a szelvények lemezein is, így még kisebb értékeket ad. Ezt próbáltuk meg közelíteni az anal shell shear modellben alkalmazott csökkentő tényezővel megoldással.



## 5. Összefoglalás

A vékonyfalú oszlopok esetében jellemző tönkremeneteli mód a stabilitásvesztés. Az oszlopkihajlás klasszikus stabilitási probléma, a kihajláshoz tartozó kritikus teherre vonatkozó megoldás sokféle esetre ismert. A lyukakkal gyengített vékonyfalú oszlopok eseteire azonban már jóval kevesebb megoldást sorolhatunk fel. Vizsgálataink fókuszában a lyukgyengítéseknek a kihajlásra való hatása áll. Különböző alakú és eloszlású lyukgyengítéseket vettünk figyelembe, közöttük nagy, téglalap alakú nyílásokat és kicsi, de nagyszámú elnyújtott nyílásokat is. A végeselemes héjmodell előállítására adatelőkészítő programot fejlesztettünk, mely lehetővé tette parametrikus vizsgálatok elvégzését. A számítást több különböző modellen, több módszerrel elvégeztük, összehasonlítva az eljárások eredményeit, és elemezve a lyukgyengítés hatását.

Hasonló témakörben történtek már korábbi vizsgálatok is. A mi munkánk ezektől abban különbözik, hogy széles körben alkalmazható héjmodellel vizsgáltuk a jelenséget. Bár csak a globális, síkbeli kihajlás esetét vizsgáltuk, ezen keresztül számos egyszerűbb és bonyolultabb modell hasonlóságait vagy éppen különbözőségeit tudtuk kiemelni. Dolgozatunkban általunk felvett geometriájú C és I szelvényeket alkalmaztunk. A I szelvény szokatlanul keskeny övét a lyukgyengítés okozta jelenségek felerősítése érdekében vettük fel. Ehhez hasonló befoglaló mérettel bíró C szelvényt is vizsgáltunk. A jobb összehasonlíthatóság érdekében az acélszerkezetek esetében alkalmazott anyagmodellben a Poisson-tényező értékét nullára, és ezáltal a nyírási modulust is a rugalmassági modulusból és a zérus Poisson-tényezőből számolt értékre ( $G=105 \text{ GPa}$ ) megváltoztattuk. Ismertetjük az oszlopokra elkészített modelleket. Az ötféle numerikus modell:

- shell: héjmodell a nyírás figyelembevételével
- shell shear: héjmodell a nyírási alakváltozások részleges elhanyagolásával
- shell holeshear: héjmodell, ami nem veszi figyelembe a nyírást
- beam: gerendamodell a súlyponti inercia elhanyagolásával
- beam full: gerendamodell a súlyponti inercia figyelembe vételével

A négyféle analitikus számítási módszer pedig:

- anal beam: Euler-féle klasszikus módszer a súlyponti inercia elhanyagolásával
- anal beam full: Euler kihajlás a súlyponti inercia figyelembe vételével
- anal shell: héjmodell alapú analitikus eljárás
- anal shell shear: héjmodell alapú, nyírást is figyelembe vevő analitikus módszer

Az egyes modellek esetében változtattuk az alábbi paramétereket: szelvény alakja, hossza, gerinc lyukasztása, lyukak illetve lyuksorok száma, nyírás figyelembe vétele, és végül numerikus modellek esetén a végeselem háló osztásköze.

Vizsgálataink arra irányultak, hogy az alkalmazott modellek és számítási eljárások hogyan írják le a jelenséget, hogyan viszonyulnak egymáshoz a hossz illetve a lyukasztás változtatása esetén. Továbbá arra, hogy a vékonyfalú oszlopok kihajlására milyen hatással van a nagy áttörések, vagy perforáció alkalmazása.

A jelenség jobban megfigyelhető volt az erős tengely körüli kihajlás esetében. A hosszabb oszlopok esetében az alkalmazott modellek eredményei összetartottak, mindegyik jól közelíti a valós viselkedést. Rövidebb rudak esetében kiemelt horderejű az a kérdés, hogy a modell vagy számítási eljárás figyelembe veszi-e a nyírási alakváltozásokat. Ennek hatása a tömör rudak esetében is lényeges, a perforált esetekben és még inkább a nagyobb lyukakkal

ellátott esetekben fokozott jelentőségű. Így a nyírást nem figyelembe vevő rúdmodell (beam, beam full) és Euler-féle klasszikus módszer (anal, anal full) adja a legnagyobb kritikus erőt. Köztes megoldást jelentenek a nyírópaneles héjmodellek (shell shear, shell holeshear), illetve a héjmodell alapú analitikus megoldás (anal shell), és a legkisebb kritikus erő értékeket pedig a nyírást figyelembe vevő héjmodell (shell) és héjmodell alapú analitikus megoldás (anal shell shear) eredményezi. Ennek oka egyrészt, hogy a több kényszert tartalmazó modell merevebb, ezért nagyobb kritikus erőt ad. A rúdmodellek nem veszik figyelembe a nyírás hatását, és a keresztmetszet mentén létrejövő feszültségkülönbségeket, alaktorzulásokat. Ezzel a legtöbb kényszert tartalmazza a modelljeink közül. A nyírópaneles héjmodellek bár a nyírást még többé-kevésbé kiküszöbölik, már héjmodellként külön értelmezik a keresztmetszet öveit, gerincét, így különbségeket is figyelembe tudnak venni. A legkevesebb kényszert pedig a nyírást is figyelembe vevő héjmodellek alkalmazzák. Másrészt, az eredmények különbségeit indokolja az a megállapításunk is, hogy amennyiben a nyílás mérete elég nagy, a nyílás olyan stabilitásvesztési módokat is előhozhat, amelyek, bár nem járnak a keresztmetszet alaktorzulásával, nagyon különböznek a klasszikus globális kihajlási módoktól.

A lyukasztás nem csak lecsökkenti a kritikus erő értékét, de a nyírást figyelembe vevő modellek bemutatják, hogy tendenciálisan is változást okoz. Míg a tömör rudak esetében a kisebb hosszúságú esetek felé tartva a kritikus erő-hossz görbe meredeksége jelentős növekedést mutat (akár végtelenbe tartó), addig a lyukasztott rudaknál ez a meredekség ugyan nő, de lényegesen kisebb mértékben. A lyukgyengítés jelenléte olyan feszültségeloszlást hoz létre, melyet a rúdmodellek nem képesek pontosan leírni. Ez különbségeket okoz a gerenda- és héjmodellek eredményei között.

A perforált esetekre a nyírást is figyelembe vevő analitikus megoldás képleteit módosítva egy  $\rho$  csökkentő tényezővel a hosszabb eseteket pontosabban közelítő eljárást kaptunk. A numerikus eredményekhez kalibrálással, majd a csökkentő tényezőket a lyuksorok számától függően iterációs folyamat eredményként kaptuk meg. Ezen csökkentő tényezők alkalmazásával a lyukasztott oszlopok kritikus erőinek számítására egyszerűen, akár kézi számításra alkalmas módszert alapoztunk meg.

További kutatások témája lehet: az eredmények megvizsgálása  $\nu=0,3$  Poisson-tényezővel, térbeli elcsavarodó kihajlás vizsgálata, valamint a csökkentő tényező módszerből akár méretezési eljárás is kidolgozható a lyukgyengített vékonyfalú oszlopok tervezéséhez.

## 6. Irodalomjegyzék

1. Ádány. S., Dunai, L., Kollár, P. L.: „Behaviour and Design of Cold-Formed Slotted Studs”, Proceedings of the Stability and Ductility of Steel Structures (SDSS 2002), 26-28, September, 2002, Budapest, Hungary, pp. 195-202.
2. Ádány S.: “Global Buckling of Thin-Walled Columns: Analytical Solutions based on Shell Model”, Thin-Walled Structures (2012), Vol 55, pp 64-75.
3. Ádány S., Visy D. Global Buckling of Thin-Walled Columns: Numerical Studies, Thin-Walled Structures, Vol 54 (2012), pp 82-93.
4. Ádány S.: “Flexural Buckling of Simply Supported Thin-Walled Columns with Consideration of Membrane Shear Deformations: Analytical Solutions based on Shell Model”, Thin-Walled Structures, Vol 74, January 2014, pp 36-48.
5. ANSYS Mechanical 13 (<http://www.ansys.com/>)
6. Axis VM 11 R3e (<http://www.axisvm.hu/>)
7. Cristopher D. Moen, B.W. Schafer: [Elastic buckling of cold-formed steel columns and beams with holes](#), *Engineering Structures*, Volume 31, Issue 12, December 2009, Pages 2812-2824
8. Cristopher D. Moen, B.W. Schafer: [Elastic buckling of thin plates with holes in compression or bending](#), *Thin-Walled Structures*, Volume 47, Issue 12, December 2009, Pages 1597-1607
9. Cristopher D. Moen, B.W. Schafer: [Experiments on cold-formed steel columns with holes](#), *Thin-Walled Structures*, Volume 46, Issue 10, October 2008, Pages 1164-1182
10. Csanaky, J. E. (2009.). Hőhidak energetikai számítása. Magyar építéstechnika, 28-30.
11. Eurocode 3 (2006): EN 1993-1-3, General rules, Supplementary rules for cold-formed members and sheeting, October 23, 2006.
12. Hegedűs I. and Kollár, L. P. (1999). Application of the sandwich theory in the stability analysis of structures. In: Structural Stability in Engineering Practice. Ed.: Kollár L., 187-241. E & FN Spon, London, UK
13. José I. Restrepo, Andrew M. Bersofsky: [Performance characteristics of light gage steel stud partition walls](#), *Thin-Walled Structures*, Volume 49, Issue 2, February 2011, Pages 317-324
14. Proidea. (2013. október 17). Online termékinformációs katalógus tervezőknek, kivitelezőknek, építetőknek. Forrás: [www.proidea.hu: http://www.proidea.hu/lindab-profil-188402/lindab-perforalt-c-u-falprofilok-337592.shtml](http://www.proidea.hu/lindab-profil-188402/lindab-perforalt-c-u-falprofilok-337592.shtml)
15. Qijie Ma, Peijun Wang: [Simplified stability design method for the stiffened plate with slotted holes under uniform compression](#), *Thin-Walled Structures*, Volume 68, July 2013, Pages 35-41
16. Váradi J.: Belső acélvázás homlokzati rendszer fejlesztése – hő- és páratechnikai aspektusok, A PhD disszertáció tézisei, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Magasépítési Tanszék, (2010) Budapest

17. Zhenyu Yao, Kim J.R. Rasmussen: [Material and geometric nonlinear isoparametric spline finite strip analysis of perforated thin-walled steel structures—Analytical developments](#), *Thin-Walled Structures*, Volume 49, Issue 11, November 2011, Pages 1359-1373
18. Zhenyu Yao, Kim J.R. Rasmussen: [Inelastic local buckling behaviour of perforated plates and sections under compression](#), *Thin-Walled Structures*, Volume 61, December 2012, Pages 49-70

## 7. Függelék

**Felhasznált szelvények inerciáinak táblázata**

Iy [cm <sup>4</sup> ] Erős tengely körül	Súlyponti inerciát (bt <sup>3</sup> /12 tagok)		Axis
	Elhanyagolva	Figyelembe véve	
I szelvény	992.188	992.529	959.2
nagy áttörés	-	-	901.6
C szelvény	356.286	356.291	356.4
nagy áttörés	-	-	327.6
9 lyuksor perforált 1	354.276	354.281	-
perforált 2	345.268	345.273	-
perforált 3	355.278	355.283	-
11 lyuksor perforált 1	352.776	352.781	-
perforált 2	338.063	338.069	-
perforált 3	354.274	354.279	-
13 lyuksor perforált 1	350.672	350.677	-
perforált 2	328.259	328.264	-
perforált 3	352.774	352.779	-
15 lyuksor perforált 1	347.872	347.877	-
perforált 2	315.455	315.46	-
perforált 3	350.67	350.675	-

Iz [cm <sup>4</sup> ] Gyenge tengely körül	Súlyponti inerciát (bt <sup>3</sup> /12 tagok)		Axis
	Elhanyagolva	Figyelembe véve	
I szelvény	8.533	8.644	8.6
nagy áttörés	-	-	8.6
C szelvény	13.012	13.028	13.8
nagy áttörés	-	-	9.8
9 lyuksor perforált 1	12.558	12.573	-
perforált 2	12.135	12.148	-
perforált 3	12.655	12.67	-
11 lyuksor perforált 1	12.458	12.472	-
perforált 2	11.899	11.912	-
perforált 3	12.558	12.573	-
13 lyuksor perforált 1	12.354	12.368	-
perforált 2	11.645	11.656	-
perforált 3	12.458	12.472	-
15 lyuksor perforált 1	12.247	12.26	-
perforált 2	11.369	11.38	-
perforált 3	12.354	12.368	-

Eredmények táblázatai

		I szelvény síkbeli kihajlása gyenge tengely körül																								
		500 mm					1000 mm					1500 mm										2000 mm				
		tömör	1 luk	2 luk	3 luk	4 luk	tömör	1 luk	2 luk	3 luk	4 luk	tömör	1 luk	2 luk	3 luk	4 luk						tömör	1 luk	2 luk	3 luk	4 luk
shell	normál	706.992	704.361	703.334	702.229	-	178.554	178.224	178.080	177.927	177.774	79.510	79.411	79.367	79.321	79.274	44.755	44.713	44.695	44.675	44.654					
	sűrű	706.310	703.676	702.685	701.611	-	178.520	178.188	178.067	177.893	177.745	79.501	79.404	79.361	79.318	79.271	44.751	44.713	44.691	44.676	44.652					
shell shearp	normál	715.333	712.416	711.581	710.432	-	179.094	178.739	178.603	178.461	178.313	79.606	79.487	79.505	79.428	79.384	44.827	44.760	44.731	44.722	44.704					
	sűrű	715.009	712.278	711.355	710.206	-	178.945	178.781	178.610	178.388	178.259	79.503	79.353	79.487	79.395	79.375	44.790	44.746	44.741	44.749	44.706					
shell holeshearp	normál	-	712.437	711.567	710.432	-	-	178.749	178.598	178.459	178.309	-	79.517	79.469	79.410	79.385	-	44.746	44.733	44.717	44.689					
	sűrű	-	712.202	711.151	710.398	-	-	178.685	178.658	178.438	178.276	-	79.516	79.392	79.351	79.122	-	44.733	44.718	44.701	44.663					
beam		716.296	713.856	712.574	712.164	-	178.897	178.623	178.513	178.397	178.266	79.510	79.428	79.393	79.355	79.317	44.724	44.690	44.674	44.658	44.642					
	beam+	707.177	-	-	-	-	176.863	-	-	-	-	78.606	-	-	-	-	44.216	-	-	-	-					
anal beam		707.453	-	-	-	-	176.863	-	-	-	-	78.606	-	-	-	-	44.216	-	-	-	-					
anal beam+		716.650	-	-	-	-	179.163	-	-	-	-	79.628	-	-	-	-	44.791	-	-	-	-					
anal shell		714.977	-	-	-	-	179.058	-	-	-	-	79.607	-	-	-	-	44.784	-	-	-	-					
anal shell shear		707.673	-	-	-	-	178.595	-	-	-	-	79.516	-	-	-	-	44.755	-	-	-	-					
		I szelvény síkbeli kihajlása erős tengely körül																								
		500 mm					1000 mm					1500 mm										2000 mm				
		tömör	1 luk	2 luk	3 luk	4 luk	tömör	1 luk	2 luk	3 luk	4 luk	tömör	1 luk	2 luk	3 luk	4 luk						tömör	1 luk	2 luk	3 luk	4 luk
shell	normál	39033.6	11425.0	9169.7	8285.4	-	15882.3	9970.4	8337.0	7855.0	7418.3	8062.9	7956.7	6712.6	6224.8	5880.2	4779.6	4730.6	4493.3	4312.8	4162.9					
	sűrű	39016.9	11333.8	9094.5	8227.8	-	15879.3	9892.6	8279.0	7805.1	7372.0	8061.6	7955.1	6691.0	6202.8	5858.4	4780.5	4729.9	4488.3	4306.9	4156.0					
shell shearp	normál	51457.4	25491.7	19747.5	18678.5	-	19286.2	18865.3	15096.1	13829.2	12961.5	8860.9	8785.0	8381.2	8070.9	7805.0	5058.8	5015.7	4927.7	4846.3	4769.8					
	sűrű	64947.0	25347.1	19675.2	18642.3	-	19281.1	18863.6	15061.2	13799.7	12929.2	8881.6	8776.3	8382.2	8064.7	7799.9	5058.4	5016.1	4927.2	4844.6	4768.9					
shell holeshearp	normál	-	-	-	-	-	-	18875.8	18721.1	18556.2	18390.3	-	8774.2	8729.6	8682.7	8637.5	-	5018.5	4998.3	4979.1	4960.1					
	sűrű	64947.0	60405.2	59264.3	57897.4	-	-	18873.3	18720.5	18550.6	18386.0	-	8784.1	8729.8	8683.5	8637.7	-	5016.1	4997.7	4978.8	4959.7					
beam		79525.9	77258.6	76119.2	75761.1	-	16535.7	16344.1	16268.2	16189.6	16100.7	7349.2	7291.9	7267.6	7241.1	7215.1	4133.9	4109.6	4098.7	4087.8	4076.9					
	beam+	82258.0	-	-	-	-	20564.3	-	-	-	-	9139.7	-	-	-	-	5141.1	-	-	-	-					
anal beam		82257.0	-	-	-	-	20564.3	-	-	-	-	9139.7	-	-	-	-	5141.1	-	-	-	-					
anal beam+		82285.3	-	-	-	-	20571.3	-	-	-	-	9142.8	-	-	-	-	5142.8	-	-	-	-					
anal shell		64689.0	-	-	-	-	19261.5	-	-	-	-	8874.6	-	-	-	-	5056.9	-	-	-	-					
anal shell shear		39424.2	-	-	-	-	15950.4	-	-	-	-	8080.8	-	-	-	-	4786.0	-	-	-	-					

		C szelvény síkbeli kihajlása gyenge tengely körül																			
		500 mm					1000 mm					1500 mm					2000 mm				
		tömör	1 luk	2 luk	3 luk	4 luk	tömör	1 luk	2 luk	3 luk	4 luk	tömör	1 luk	2 luk	3 luk	4 luk	tömör	1 luk	2 luk	3 luk	4 luk
shell	normál	944.059	805.293	775.574	758.246	-	260.352	232.814	223.526	214.820	208.161	118.049	108.912	105.448	102.036	98.906	66.879	62.840	61.212	59.605	58.066
	sűrű	943.349	804.075	774.433	757.384	-	260.300	232.622	223.291	214.575	207.911	118.041	108.845	105.370	101.942	98.801	66.873	62.812	61.176	59.559	58.014
shell shearp	normál	1071.620	926.522	890.861	848.863	-	269.512	249.282	242.229	235.033	227.989	119.913	113.733	111.312	108.867	106.520	67.463	64.838	63.716	62.613	61.555
	sűrű	1071.340	926.145	890.611	848.251	-	269.403	249.258	242.234	234.942	227.952	119.944	113.615	111.245	108.873	106.570	67.582	64.778	63.637	62.561	61.572
shell holeshearp	normál	-	926.904	891.400	849.244	-	-	249.386	242.351	235.092	228.096	-	113.750	111.346	108.898	106.482	-	64.853	63.735	62.665	61.560
	sűrű	-	926.086	890.561	848.339	-	-	249.183	242.199	234.973	227.970	-	113.739	111.194	108.801	106.474	-	64.895	63.733	62.720	61.371
beam		1080.615	936.965	901.990	859.506	-	270.150	250.297	243.425	236.234	229.317	120.067	114.011	111.634	109.229	106.891	67.538	64.950	63.871	62.786	61.726
	súlypont	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	beam+	1078.775	-	-	-	-	270.150	-	-	-	-	120.067	-	-	-	-	67.538	-	-	-	-
anal beam		1078.743	-	-	-	-	269.686	-	-	-	-	119.860	-	-	-	-	67.421	-	-	-	-
anal beam+		1080.069	-	-	-	-	270.017	-	-	-	-	120.008	-	-	-	-	67.504	-	-	-	-
anal shell		1071.361	-	-	-	-	269.470	-	-	-	-	119.899	-	-	-	-	67.470	-	-	-	-
anal shell shear		1007.736	-	-	-	-	265.234	-	-	-	-	119.052	-	-	-	-	67.201	-	-	-	-

		C szelvény síkbeli kihajlása erős tengely körül																			
		500 mm					1000 mm					1500 mm					2000 mm				
		tömör	1 luk	2 luk	3 luk	4 luk	tömör	1 luk	2 luk	3 luk	4 luk	tömör	1 luk	2 luk	3 luk	4 luk	tömör	1 luk	2 luk	3 luk	4 luk
shell	normál	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2955	2899	2461	2277	2148	1737	1712	1626	1559	1504
	sűrű	15383	4270	3379	3113	-	5933	3707	3075	2887	2725	2955	2898	2446	2263	2133	1737	1711	1623	1556	1499
shell shearp	normál	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3203	3151	2998	2878	2776	1821	1800	1746	1732	1701
	sűrű	24150	8874	6994	6520	-	6994	6796	5337	4877	4560	3203	3155	2997	2877	2772	1821	1800	1766	1732	1701
shell holeshearp	normál	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3151	3129	3107	3085	-	1800	1791	1781	1772
	sűrű	-	22113	21617	21024	-	-	6800	6727	6650	6569	-	3152	3129	3104	3084	-	1798	1792	1781	1771
beam		29541	28393	28066	27649	-	7385	7235	7178	7115	7053	3282	3237	3218	3198	3178	1846	1827	1819	1810	1801
	súlypont	-	-	-	27639	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1801
	beam+	29519	-	-	27635	-	7381	-	-	-	-	3280	-	-	-	-	1845	-	-	-	-
anal beam		29519	-	-	-	-	7380	-	-	-	-	3280	-	-	-	-	1845	-	-	-	-
anal beam+		29838	-	-	-	-	7385	-	-	-	-	3282	-	-	-	-	1846	-	-	-	-
anal shell		24373	-	-	-	-	7066	-	-	-	-	3236	-	-	-	-	1840	-	-	-	-
anal shell shear		16103	-	-	-	-	6044	-	-	-	-	2983	-	-	-	-	1747	-	-	-	-

lyuksorok száma		Perforált C szelvény Síkbeli kihajlása gyenge tengely körül																			
		500 mm					1000 mm					1500 mm					2000 mm				
		-	9	11	13	15	-	9	11	13	15	-	9	11	13	15	-	9	11	13	15
shell	4 mm	944.1	898.5	882.4	862.5	837.9	260.4	245.4	240.8	235.6	229.5	118.0	111.1	109.1	106.9	104.4	66.9	62.9	61.8	60.6	59.3
	2 mm	943.3	898.0	882.1	862.2	837.2	260.3	245.3	240.7	235.4	229.3	118.0	111.0	109.1	106.8	104.3	66.9	62.9	61.8	60.6	59.2
shell shearp	normál	1071.6	1008.6	990.2	969.7	946.4	269.5	254.1	249.5	245.4	239.4	119.9	113.2	111.3	109.2	107.1	67.5	63.5	62.7	61.6	60.5
	sűrű	1071.3	1008.4	990.0	969.5	946.1	269.4	254.2	249.5	244.9	239.7	119.9	113.2	111.2	109.3	107.0	67.6	63.8	62.7	61.6	60.4
shell holeshearp	normál	-	1013.9	998.8	982.5	964.9	-	255.0	251.2	247.0	242.4	-	113.4	111.8	109.9	108.0	-	63.9	63.0	61.8	60.7
	sűrű	-	1013.8	998.4	982.2	964.4	-	254.6	251.5	246.5	242.6	-	113.5	111.7	109.8	107.9	-	64.1	62.9	61.8	60.8
beam		1080.6	-	-	-	-	270.2	255.1	-	-	-	120.1	-	-	-	-	67.5	-	-	-	-
	Súlyp.	1080.6	-	-	-	-	270.2	-	-	-	-	120.1	-	-	-	-	67.5	-	-	-	-
	beam+	1078.8	1018.0	1004.0	984.2	968.8	270.2	254.5	251.0	246.0	242.2	120.1	113.1	111.5	109.3	107.6	67.5	63.6	62.7	61.5	60.5
anal beam	1078.7	-	-	-	-	269.7	-	-	-	-	119.9	-	-	-	-	67.4	-	-	-	-	
anal beam+	1080.1	-	-	-	-	270.0	-	-	-	-	120.0	-	-	-	-	67.5	-	-	-	-	
anal shell	1071.4	-	-	-	-	269.5	-	-	-	-	119.9	-	-	-	-	67.5	-	-	-	-	
anal shell shear	1007.7					265.2					119.1					67.2					

Lyuksorok száma		Perforált C szelvény Síkbeli kihajlása erős tengely körül																			
		500 mm					1000 mm					1500 mm					2000 mm				
		-	9	11	13	15	-	9	11	13	15	-	9	11	13	15	-	9	11	13	15
shell	4 mm	-	7246	6056	4999	4089	-	3700	3329	2985	2662	2955	2206	2060	1916	1772	1737	1428	1360	1289	1214
	2 mm	15383	7204	6014	4955	4045	5933	3681	3309	2963	2639	2955	2198	2051	1906	1762	1737	1425	1356	1284	1209
shell shearp	norm.	-	12766	10719	8881	7333	-	5011	4622	4250	3895	3203	2643	2517	2389	2256	1821	1605	1553	1492	1427
	sűrű	24150	12819	10777	8941	7391	6994	5033	4645	4275	3918	3203	2648	2530	2400	2264	1821	1609	1554	1495	1431
shell holeshearp	norm.	-	23329	22975	22522	21955	-	6849	6771	6653	6480	-	3153	3112	3059	2986	-	1792	1772	1742	1699
	sűrű	-	23325	22969	22515	21945	-	6858	6767	6645	6490	-	3149	3112	3058	2986	-	1793	1772	1742	1700
beam		29541	-	-	-	-	7385	-	-	-	-	3282	-	-	-	-	1846	-	-	-	-
	Súlyp.	29541	-	-	-	-	7385	-	-	-	-	3282	-	-	-	-	1846	-	-	-	-
	beam+	29519	28884	28446	27838	27031	7381	7221	7111	6959	6757	3280	3209	3160	3093	3003	1845	1805	1778	1740	1689
anal beam	29519	-	-	-	-	7380	-	-	-	-	3280	-	-	-	-	1845	-	-	-	-	
anal beam+	29838	-	-	-	-	7385	-	-	-	-	3282	-	-	-	-	1846	-	-	-	-	
anal shell	24161	23356	23027	22619	22120	6995	6847	6764	6654	6513	3203	3143	3107	3058	2993	1821	1789	1768	1741	1704-	
anal shell shear	16103	5721	4742	4138	3662	6044	3564	3148	2857	2606	2983	2202	2027	1892	1767	1747	1437	1355	1287	1220	



## Ansyst forráskódok

Az itt bemutatott forráskódot használtuk fel az Ansysban történő modellezésekor. A kód, mint az látható, 12 makrófájlból áll össze. A munkák reális értékeléséhez szürkével kiemeltük azon sorokat, melyeket mi írtunk bele, vagy dolgoztunk át munkánk során.

```
#crit00.mac

! =====
! ===== GERENDA KRITIKUS TERHEINEK MEGHATÁROZÁSA =====
! =====
! = Visy Dávid, Geleji Borbála, Szedlák Máté ===== BME, 2008-2013. =
! =====
! = A macro létrehozásában való segítségéért köszönet Dr. Joó Attila Lászlónak! =
! =====

! #####
! # TISZTA INDULÁS #
! #####

FINISH
/CLEAR, START
/PLOPTS, DATE, 0
/PLOPTS, MINM, 0
/PLOPTS, FRAME, 0
/VIEW, 1, 1, 1, 1,
!/TRIAD, OFF
/PREP7
*GET, tic, ACTIVE, 0, TIME, CPU

!crit00, 21, 1, 1000, 1, 1, 0, 0, 0, 0, 1, 2, 10, 120, 10, 1, 120, 0, 1
!crit00, 23, 1, 1000, 1, 1, 0, 0, 0, 0, 1, 2, 3, 5, 5, 7, 50, 12.5, 0

!crit00, 26, 1, 1000, 1, 1, 0, 0, 0, 0, 1, 2, 3, 5, 5, 7, 50, 12.5, 0
0
! szelv. típus szelv sorsz. hossz támasz (z=0) támasz (z=L) MXA(z=0) MXB(z=L) erőátad
helyek száma Fy támadáspont y irányú relatív eltolása Fz sheapanel beállítás hálóméret
módosító tényező lyukmagasság lemezsávmagasság lyukak száma keresztben lyukhossz lyukközi
lemezdarab hossz lyukszám hossz mentén

! #####
! # ARGUMENTUMOK ÉS PARAMÉTEREK #
! #####

! *****
! * DEBUG *
! *****
debug = 0 ! 0 = normál futtatás
! 1 = általános hibakeresés funkció
! 2 = keresztmetszeti jellemzők kiírása

*IF, debug, EQ, 1, THEN
*MSG, UI
Hibakeresés funkció bekapcsolva
/WAIT, 1
*ENDIF

! *****
! * Argumentumok definiálása *
! *****

sectionType = ARG1 ! szelvény típusa
! 1 = I / T
! 2 = Kereszt / |
! 3 = C övmerevítővel / C övmerevítő nélkül
! 4 = Z övmerevítővel / Z övmerevítő nélkül
! 5 = Kalap övmerevítővel / Kalap övmerevítő nélkül / U
! 6 = Szigma övmerevítővel / Szigma övmerevítő nélkül (BORI&MÁTÉ)
```

```

! 7 = Omega övmerevítővel / Omega övmerevítő nélkül (BORI&MÁTÉ)
FEJLESZTÉS ALATT övmerevítő nélkül
! 9 = Lemez
! 11 = Négyzög zártszelvény
! 12 = Négyzög zártszelvény övű I szelvény
! 21 = PERFORÁLT I / T
! 23 = PERFORÁLT C övmerevítővel / övmerevítő nélkül (BORI&MÁTÉ)
! 24 = PERFORÁLT Z övmerevítővel / övmerevítő nélkül (BORI&MÁTÉ)
FEJLESZTÉS ALATT övmerevítő nélkül
! 26 = PERFORÁLT Szigma övmerevítővel / övmerevítő nélkül (BORI&MÁTÉ)
! 27 = PERFORÁLT Omega övmerevítővel / övmerevítő nélkül (BORI&MÁTÉ)
FEJLESZTÉS ALATT övmerevítő nélkül
! 28 = PERFORÁLT (három helyen) Omega övmerevítővel / övmerevítő nélkül
(BORI&MÁTÉ)
! 29 = PERFORÁLT Lemez (BORI&MÁTÉ)
FEJLESZTÉS ALATT

```

```

sectionID = ARG2 ! szelvény sorszama (szelvény adatbázisból)

L = ARG3 ! gerenda hossza [mm]

tfID = 0 ! változó szelvény esetén a hossz menti változás függvénye
! 0 = nincs változás
! 1 = konstans változás
! 2 = lineárisan növekvő (eredeti szelvény az elején)
! 3 = lineárisan csökkenő (eredeti szelvény az elején)
! 4 = lineárisan növekvő L/2-ig, majd csökkenő
! 5 = lineárisan növekvő L/2-ig, majd konstans
! 6 = konstans L/2-ig, majd lineárisan csökkenő
! 7 = sinus görbe (eredeti szelvény az elején és a végén)
! 8 = másodfokú görbe (eredeti szelvény az elején és a végén)

nodeNrMin = 1000 ! a modell minimális csomópontszáma

dy0 = 0.0 ! változó km gerendánál vízszintes tengely eltolása

suppTypeA = ARG4 ! megtámasztási viszonyok z=0 keresztmetszetben
suppTypeB = ARG5 ! megtámasztási viszonyok z=L keresztmetszetben
! 0.0 = szabad vég (F)
! 1.0 = csuklós, öblösödést megengedő támasz (S)
! (noUX + noUY + noROTZ)
! 2.0 = csuklós, öblösödést gátló támasz
! (noWarping + noUX + noUY + noROTZ)
! 3.1 = függőleges tengely körül csuklós, öblösödést gátló támasz
! (noWarping + noUX + noUY + noROTX + noROTZ)
! 3.2 = vízszintes tengely körül csuklós, öblösödést gátló támasz
! (noWarping + noUX + noUY + noROTY + noROTZ)
! 4.0 = befogott, keresztirányban görgős támasz (Gxy)
! (noWarping + noROTX + noROTY + noROTZ)
! 4.1 = befogott, függőleges irányban görgős támasz (Gy)
! (noWarping + noUX + noROTX + noROTY + noROTZ)
! 4.2 = befogott, vízszintes irányban görgős támasz (Gx)
! (noWarping + noUY + noROTX + noROTY + noROTZ)
! 5.0 = teljes befogás (C)
! (noWarping + noUX + noUY + noROTX + noROTY + noROTZ)

mxA = ARG6 ! végnyomaték a z=0 keresztmetszetben, MXA [kNm]
mxB = ARG7 ! végnyomaték a z=L keresztmetszetben, MXB [kNm]
myA = 0 ! végnyomaték a z=0 keresztmetszetben, MYA [kNm]
myB = 0 ! végnyomaték a z=L keresztmetszetben, MYB [kNm]
fNr = ARG8 ! erőátadási helyek száma (keresztirányú erőknél)
fFID = 1 ! keresztirányú tehernél a hossz menti változás függvénye
! 1 = konstans
! 2 = lineárisan növekvő az elem végéig
! 3 = lineárisan csökkenő az elem végéig
! 4 = lineárisan növekvő L/2-ig, majd csökkenő
! 5 = lineárisan növekvő L/2-ig, majd konstans
! 6 = konstans L/2-ig, majd lineárisan csökkenő
! 7 = sinus görbe szerinti
! 8 = másodfokú görbe szerinti

fx = 0 ! keresztirányú (x)koncentrált teher [kN]
fy = ARG9 ! keresztirányú (y)koncentrált teher [kN]
dfApx = 0 ! támadáspont x irányú relatív eltolása (csavarási középponttól)

```

```

dfApy = AR10                ! támadáspont y irányú relatív eltolása (csavarási középponttól)
fz = AR11                   ! hosszirányú koncentrált teher [kN]

edge = 10                   ! lyukasztás esetén az elem két szélén szabadon hagyandó sáv
minimális hossza

shearopt = AR12             ! shearpanel beállítása
                             ! 0 = nincs
                             ! 1 = shearpanel van, de a lyukasztáson nincs
                             ! 2 = shearpanel a lyukasztáson is

*IF,AR13,NE,0,THEN
    sizemod = AR13          ! elemméret módosító tényező kényszerített esetben
    forcedSize = 1         ! kényszerített méret
*ELSE
    forcedSize = 0
*ENDIF

holeHeight = AR14           ! lyuk magassága
holeHeightOrig = holeHeight ! kikényszerített elemmérethez
plateHeight = AR15          ! lemezsáv magassága
holeNr = AR16               ! lyukak száma keresztirányban

holeLength = AR17           ! lyuk hossza
plateLength = AR18          ! lyukak közti lemezdarab hossza
holeLnr = AR19              ! lyukak száma a hossz mentén

holeOrig = holeNr

*IF,sectionType,GT,20,THEN
    *IF,holeNr,LE,0,THEN
        *MSG,WARN
        A lyukak száma nula (AR14 = 0). Perforált szelvénynél pozitív egész paramétert adjon meg!
    /EOF
    *ENDIF

    holeShape = 1           ! lyuk alakja
                             ! 1 = négyzet
                             ! 2 = hatszög (nincs kidolgozva)
                             ! 3 = nyolcszög (nincs kidolgozva)
                             ! 4 = kör (nincs kidolgozva)

*IF,holeLnr,EQ,0,THEN
    holeLnr = NINT((L-edge*2-holelength)/(plateLength+holeLength)-0.5)+1
    *IF,holeLnr,LT,3,THEN
        *MSG,WARN
        Az elem túl rövid, nem helyezhető el legalább 3 lyuk
    /EOF
    *ENDIF
*ELSE
    *IF,plateLength,GT,0,THEN
        *MSG,WARN
        Egyszerre megadta a lyukak számát a hossz mentén és a lyukak közt tartandó távolságot. Az
        utóbbi felül lesz írva.
    *ENDIF
    *IF,holeLnr,GT,1,THEN
        plateLength = (L-holeLength*holeLnr)/(holeLnr+1)
    *ELSE
        plateLength = 0
    *ENDIF
*ENDIF

*IF,holeNr,LE,2,THEN       ! lyukak elrendezése
    holePattern = 0         ! 0 = szabályos négyzetrácsból rendezve
    holePiece = 1          ! egy lyukasztás hossza a felületdarabok számával kifejezve
    *IF,(holeLength*holeLnr+plateLength*(holeLnr-1)),GE,L-2*edge,THEN
        *MSG,WARN
        A megadott geometria nem alakítható ki az adott hosszon. Az elem túl rövid.
    /EOF
    *ENDIF
*ELSE
    ! 1 = eltolva (ajánlott érték)
    holePattern = 1
    holepiece = 3
    *IF,holeLength,LE,plateLength,THEN

```

```

      *MSG,WARN,holeLength,PlateLength
      A lyukak közti lemezsáv nem rövidebb a lyuk hosszánál (plateLength = %i < holeLength = %i) A
program ezt az esetet jelenleg nem tudja kezelni.
    /EOF
  *ENDIF
*ENDIF

*ELSE
  holeNr = 0
  holeOrig = holeNr
*ENDIF
diaphTypeT = 1.0      ! "teljes" keresztmetszetre alkalmazott diafragma típusa
                    ! 0.0 = diafragma nélkül
                    ! 1.0 = UX+UY
                    ! 1.1 = UX+UY+ROTZ
                    ! 2.0 = felületre merőleges          !NINCS KIDOLGOZVA!
                    ! 3.0 = UZ

diaphTypeL = 0.0    ! keresztmetszeti részekre alkalmazott "lokális" diafragma típusa
                    ! 0.0 = diafragma nélkül
                    ! 1.0 = egyenes élek, ha egy síkba esnek, kivéve elágazás esetén
                    ! 2.0 = egyenes élek, ha egy síkba esnek, elágazás esetén is

E = 210000          ! anyag rugalmassági modulusa

matType = 3         ! anyagmodell típusa
                    ! 1 = ortotróp anyagmodell, nû=0.3
                    ! 2 = ortotróp anyagmodell, nû=0.0, G=80769
                    ! 3 = ortotróp anyagmodell, nû=0.0, G=105000

eType = 63          ! héj végeelem típusa
                    ! 63 = SHELL63
                    ! 181 = SHELL181
                    ! 281 = SHELL281

bucklingMode = 2   ! kihajlási mód (kényszerítő támasz segítségével)
                    ! 0 = szabad
                    ! 1 = függőleges tengely körüli kihajlás
                    ! 2 = vízszintes tengely körüli kihajlás
                    ! 3 = tisztán elcsavarodó kihajlás
                    ! 4 = elcsavarodó kihajlás kiszűrése
                    ! 5 = AXIAL MODE

HoleShear = 0
*IF,shearopt,GT,0,THEN
  shearPanel = 1    ! nyírásra dolgozó elem
                    ! 0 = nincs
                    ! 1 = van
  *IF,shearopt,EQ,2,THEN
    HoleShear = 1   ! Lyukasztott elem nyírópanellel való feltöltése
  *ELSE
    HoleShear = 0
  *ENDIF
*ELSE
  shearPanel = 0
*ENDIF

dGSP = 1000        ! nyírási modulus módosító tényezője nyíró elemnél
v1 = sectionType
v2 = L
v3 = diaphTypeT
v4 = diaphTypeL
v5 = shearPanel

*IF,forcedSize,EQ,0,THEN
  *IF,HoleNr,GT,2,THEN
    v6 = holeHeightOrig*0.5
  *ELSE
    v6 = holeHeightOrig*0.25
  *ENDIF
*ELSE
  v6 = sizemod
*ENDIF

v7 = HoleShear

```

```
v8 = sectionType
v9 = sectionType
```

```
/TITLE,Sect. %v1%, L=%v2%mm, dT=%v3%, dL=%v4%, shP=%v5%, HshP=%v7%, elementsize=%v6%mm
```

```
! ***** !
! * Paraméterek definiálása * !
! ***** !

*AFUN,DEG ! szögek megadása fokban

anType = 2 ! analízis típusa
! 1 = csak szilárdsági analízis
! 2 = stabilitás vizsgálat is

stabNr = 2 ! stabilitásvesztési alakok száma

kiertekeles = 2 ! kiértékelés módja
! 0 = csak grafikusan, 1. alakot kirajzolva
! 1 = csak grafikusan, összes alakot kirajzolva
! 2 = képek mentése és eredmény fájlba írása

mcrResult = 0 ! mcr érték kiírásának módja
! 0 = kNm-ben
! 1 = kritikus feszültségként (mcr/Ix*1000000 formában)

! ##### !
! # KERESZTMETSZETEK SZÁMA ÉS HELYE # !
! ##### !

crit01_sec_L ! külső fájl !

! ##### !
! # TOVÁBBI FÁJLOK SORBAN EGYMÁSBA ÁGYAZVA # !
! ##### !

! crit02_sec_data
! crit03_sec_points
! crit04_sec_prop
! crit05_geometry
! crit06_finite_element
! crit07_support
! crit08_diaphragm
! crit09_loads
! crit10_solution

! crit900_holes

! ##### !
! # FÁJL VÉGE # !
! ##### !

*GET,toc,ACTIVE,0,TIME,CPU

all_time = toc-tic

#crit01_sec_L.mac

! ##### !
! # Keresztmetszetek száma és helye # !
! ##### !

! ***** !
! * DEBUG * !
! ***** !

*IF,debug,EQ,1,THEN
*MSG,UI
Keresztmetszetek száma és helye
/WAIT, 2
*ENDIF

! ***** !
! * Argumentumok definiálása * !
```

```

! ***** !

! ***** !
! * Keypoint-os keresztmetszetek száma * !
! ***** !

*IF,tFID,EQ,0,THEN                                ! nincs változás
!   secT = 3
!   secT = 2 ! középso keresztmetszet kényszerített létrehozása -
kiiktatva
*ELSEIF,tFID,EQ,1,THEN                             ! konstans változás
  secT = 5
*ELSEIF,tFID,EQ,2,THEN                             ! lineárisan növekvő (eredeti szelvény az elején)
  secT = 5
*ELSEIF,tFID,EQ,3,THEN                             ! lineárisan csökkenő (eredeti szelvény a végén)
  secT = 5
*ELSEIF,tFID,EQ,4,THEN                             ! lineárisan növekvő L/2-ig, majd csökkenő
  secT = 5
*ELSEIF,tFID,EQ,5,THEN                             ! lineárisan növekvő L/2-ig, majd konstans
  secT = 5
*ELSEIF,tFID,EQ,6,THEN                             ! konstans L/2-ig, majd lineárisan csökkenő
  secT = 5
*ELSEIF,tFID,EQ,7,THEN                             ! sinus görbe (eredeti szelvény az elején és a végén)
  secT = 11
*ELSEIF,tFID,EQ,8,THEN                             ! másodfokú görbe (eredeti szelvény az elején és a
végén)
  secT = 11
*ENDIF

m = (fNr+1)
n = (secT-1)
*DO,i,1,9999
  *IF,m,NE,n,THEN
    *IF,m,LT,n,THEN
      m = m+(fNr+1)
    *ELSEIF,n,LT,m,THEN
      n = n+(secT-1)
    *ENDIF
  *ELSE
    *EXIT
  *ENDIF
*ENDDO

*IF,holePattern,EQ,0,THEN
  kSecNr = holeLNr*2+2 ! keypointos keresztmetszetek száma 0 és L
között
*ELSE
  kSecNr = holeLNr*2+4+(holeLNr-1)*2
*ENDIF

! ***** !
! * Változó szelvény esetén a hossz menti változás függvénye * !
! ***** !

*DEL,kSecL
*DIM,kSecL,ARRAY,3,kSecNr ! keypointos keresztmetszetek hosszmenti koordinátája
(1,k), ! illetve vízszintes (2,k) és függőleges (3,k)
befoglaló mérete
*DEL,tapF
*DIM,tapF,ARRAY,1,kSecNr ! változó szelvény esetén a hossz menti változás
függvénye

*IF,holeNr,GT,0,THEN
  *IF,holePattern,EQ,0,THEN
    kSecL(1,1) = 0
    tapF(1,1) = 0
    *DO,k,1,holeLNr
      kSecL(1,k*2) = (L-holeLength*holeLNr-plateLength*(holeLNr-1))/2+(k-1)*holeLength+(k-
1)*plateLength ! keresztmetszetek hosszmenti koordinátája
      kSecL(1,k*2+1) = (L-holeLength*holeLNr-plateLength*(holeLNr-1))/2+ k*holeLength+(k-
1)*plateLength
      tapF(1,k*2) = 0
      tapF(1,k*2+1) = 0

```

```

*ENDDO
kSecL(1,kSecNr) = L
tapF(1,kSecNr) = 0
*ELSE
kSecL(1,1) = 0
tapF(1,1) = 0
kSecL(1,2) = (L-holeLength*holeLnr-plateLength*(holeLnr-1))/2
tapF(1,2) = 0
kSecL(1,3) = (L-holeLength*holeLnr-plateLength*(holeLnr-1))/2+(holeLength-plateLength)/2
tapF(1,3) = 0
kSecL(1,4) = (L-holeLength*holeLnr-plateLength*(holeLnr-1))/2+holeLength-(holeLength-
plateLength)/2
tapF(1,4) = 0
kSecL(1,5) = (L-holeLength*holeLnr-plateLength*(holeLnr-1))/2+holeLength
tapF(1,5) = 0
*DO,k,1,holeLnr-2
kSecL(1,k*4+2) = (L-holeLength*holeLnr-plateLength*(holeLnr-
1))/2+k*holeLength+k*plateLength ! keresztmetszetek hosszmenti koordinátája
kSecL(1,k*4+3) = (L-holeLength*holeLnr-plateLength*(holeLnr-
1))/2+k*holeLength+k*plateLength + (holeLength-PlateLength)/2!(L-holeLength*holeLnr-
plateLength*(holeLnr-1))/2+(k-1)*holeLength+(k-1)*plateLength + (holeLength-PlateLength)/2
kSecL(1,k*4+4) = (L-holeLength*holeLnr-plateLength*(holeLnr-
1))/2+(k+1)*holeLength+k*plateLength - (holeLength-PlateLength)/2!(L-holeLength*holeLnr-
plateLength*(holeLnr-1))/2+ k*holeLength+(k-1)*plateLength - (holeLength-PlateLength)/2
kSecL(1,k*4+5) = (L-holeLength*holeLnr-plateLength*(holeLnr-
1))/2+(k+1)*holeLength+k*plateLength
tapF(1,k*4+2) = 0
tapF(1,k*4+3) = 0
tapF(1,k*4+4) = 0
tapF(1,k*4+5) = 0
*ENDDO
kSecL(1,kSecNr-4) = L-((L-holeLength*holeLnr-plateLength*(holeLnr-1))/2+holeLength)
tapF(1,kSecNr-4) = 0
kSecL(1,kSecNr-3) = L-((L-holeLength*holeLnr-plateLength*(holeLnr-1))/2+holeLength-
(holeLength-PlateLength)/2)
tapF(1,kSecNr-3) = 0
kSecL(1,kSecNr-2) = L-((L-holeLength*holeLnr-plateLength*(holeLnr-1))/2+(holeLength-
plateLength)/2)
tapF(1,kSecNr-2) = 0
kSecL(1,kSecNr-1) = L-((L-holeLength*holeLnr-plateLength*(holeLnr-1))/2)
tapF(1,kSecNr-1) = 0
kSecL(1,kSecNr) = L
tapF(1,kSecNr) = 0
*ENDIF
*ELSE
*DO,k,1,kSecNr
kSecL(1,k) = L/(kSecNr-1)*(k-1) ! keresztmetszetek hosszmenti koordinátája
*IF,tFID,EQ,0,THEN ! nincs változás
tapF(1,k) = 0
*ELSEIF,tFID,EQ,1,THEN ! konstans változás
tapF(1,k) = 1
*ELSEIF,tFID,EQ,2,THEN ! lineárisan növekvő (eredeti szelvény az elején)
tapF(1,k) = kSecL(1,k)/L
*ELSEIF,tFID,EQ,3,THEN ! lineárisan csökkenő (eredeti szelvény a végén)
tapF(1,k) = 1-kSecL(1,k)/L
*ELSEIF,tFID,EQ,4,THEN ! lineárisan növekvő L/2-ig, majd csökkenő
*IF,kSecL(1,k),LE,L/2,THEN
tapF(1,k) = 2*kSecL(1,k)/L
*ELSEIF,kSecL(1,k),GT,L/2,THEN
tapF(1,k) = 2-2*kSecL(1,k)/L
*ENDIF
*ELSEIF,tFID,EQ,5,THEN ! lineárisan növekvő L/2-ig, majd konstans
*IF,kSecL(1,k),LE,L/2,THEN
tapF(1,k) = 2*kSecL(1,k)/L
*ELSEIF,kSecL(1,k),GT,L/2,THEN
tapF(1,k) = 1
*ENDIF
*ELSEIF,tFID,EQ,6,THEN ! konstans L/2-ig, majd lineárisan csökkenő
*IF,kSecL(1,k),LE,L/2,THEN
tapF(1,k) = 1
*ELSEIF,kSecL(1,k),GT,L/2,THEN
tapF(1,k) = 2-2*kSecL(1,k)/L
*ENDIF

```

```

*ELSEIF, tFID, EQ, 7, THEN                                ! sinus görbe (eredeti szelvény az elején és a végén)
  tapF(1, k) = sin(180*kSecL(1, k) / L)
*ELSEIF, tFID, EQ, 8, THEN                                ! másodfokú görbe (eredeti szelvény az elején és a
végén)
  tapF(1, k) = 1 - (2*kSecL(1, k) / L - 1) ** 2
*ENDIF
*ENDDO

*ENDIF
! ***** !
! * Koncentrált erős keresztmetszetek tulajdonságai * !
! ***** !

*IF, fNr, NE, 0, THEN
  *DEL, fSecL
  *DIM, fSecL, ARRAY, 2, fNr                                ! keresztmetszetek hosszmenti koordinátája, erő
szorzója
  *DO, f, 1, fNr
    fSecL(1, f) = L / (fNr + 1) * f
    *IF, fFID, EQ, 1, THEN                                  ! konstans
      fSecL(2, f) = 1
    *ELSEIF, fFID, EQ, 2, THEN                              ! lineárisan növekvő az elem végéig
      fSecL(2, f) = fSecL(1, f) / L
    *ELSEIF, fFID, EQ, 3, THEN                              ! lineárisan csökkenő az elem végéig
      fSecL(2, f) = 1 - fSecL(1, f) / L
    *ELSEIF, fFID, EQ, 4, THEN                              ! lineárisan növekvő L/2-ig, majd csökkenő
      *IF, fSecL(1, f), LE, L/2, THEN
        fSecL(2, f) = 2 * fSecL(1, f) / L
      *ELSEIF, fSecL(1, f), GT, L/2, THEN
        fSecL(2, f) = 2 - 2 * fSecL(1, f) / L
      *ENDIF
    *ELSEIF, fFID, EQ, 5, THEN                              ! lineárisan növekvő L/2-ig, majd konstans
      *IF, fSecL(1, f), LE, L/2, THEN
        fSecL(2, f) = 2 * fSecL(1, f) / L
      *ELSEIF, fSecL(1, f), GT, L/2, THEN
        fSecL(2, f) = 1
      *ENDIF
    *ELSEIF, fFID, EQ, 6, THEN                              ! konstans L/2-ig, majd lineárisan csökkenő
      *IF, fSecL(1, f), LE, L/2, THEN
        fSecL(2, f) = 1
      *ELSEIF, fSecL(1, f), GT, L/2, THEN
        fSecL(2, f) = 2 - 2 * fSecL(1, f) / L
      *ENDIF
    *ELSEIF, fFID, EQ, 7, THEN                              ! sinus görbe szerinti
      fSecL(2, f) = sin(180 * fSecL(1, f) / L)
    *ELSEIF, fFID, EQ, 8, THEN                              ! másodfokú görbe szerinti
      fSecL(2, f) = 1 - (2 * fSecL(1, f) / L - 1) ** 2
    *ENDIF
  *ENDDO
*ENDIF

! ##### !
! # KERESZTMETSZETI MÉRETEK # !
! ##### !

crit02_sec_data                                           ! külső fájl !

#crit02_sec_data

! ##### !
! # Keresztmetszeti méretek # !
! ##### !

! ***** !
! *          DEBUG          * !
! ***** !

*IF, debug, EQ, 1, THEN
  *MSG, UI
  Keresztmetszeti méretek
*ENDIF

*IF, sectionType, EQ, 1, THEN                              ! I szelvény esetén

```



```

sec_db_01                                ! keresztmetszet adatbázis (külső fájl!)
*DEL,sD
*DIM,sD,ARRAY,kSecNr,9                  ! keresztmetszeti adatokat tartalmazó mátrix
hw   = sectionData(1,sectionID)         ! gerinc magasság
tw   = sectionData(2,sectionID)         ! gerinc vastagság
bf1  = sectionData(3,sectionID)         ! felső öv szélesség
tf1  = sectionData(4,sectionID)         ! felső öv vastagság
bf2  = sectionData(5,sectionID)         ! alsó öv szélesség
tf2  = sectionData(6,sectionID)         ! alsó öv vastagság
alpha = sectionData(7,sectionID)        ! felső öv vízszintessel
beta  = sectionData(8,sectionID)        ! alsó öv vízszintessel
dhw   = 400                             ! gerinc magasság módosító [mm]
dtw   = 0                               ! gerinc vastagság módosító [mm]
dbf1  = 0                               ! felső öv szélesség módosító [mm]
dtf1  = 0                               ! felső öv vastagság módosító [mm]
dbf2  = 0                               ! alsó öv szélesség módosító [mm]
dtf2  = 0                               ! alsó öv vastagság módosító [mm]
dalpha = 0                             ! felső öv vízszintessel bezárt szög módosító [°]
(pozitív, ha felfelé hajlik)
dbeta = 0                               ! alsó öv vízszintessel bezárt szög módosító [°]
(pozitív, ha lefelé hajlik)
*DO,k,1,kSecNr
  sD(k,1) = hw+dhw*tapF(1,k)
  sD(k,2) = tw+dtw
  sD(k,3) = bf1+dbf1*tapF(1,k)
  sD(k,4) = tf1+dtf1
  sD(k,5) = bf2+dbf2*tapF(1,k)
  sD(k,6) = tf2+dtf2
  sD(k,7) = alpha+dalpha
  sD(k,8) = beta+dbeta
*IF,sD(k,3)*cos(sD(k,7)),LE,sD(k,2),THEN
  sD(k,3) = 0                            ! bf1 = 0
  sD(k,4) = 0                            ! tf1 = 0
  *MSG,UI
  Felső ov nelkul!
*ENDIF
*IF,sD(k,5)*cos(sD(k,8)),LE,sD(k,2),THEN
  sD(k,5) = 0                            ! bf2 = 0
  sD(k,6) = 0                            ! tf2 = 0
  *MSG,UI
  Also ov nelkul!
*ENDIF
  sD(k,9) = sD(k,1)+sD(k,4)/2+sD(k,6)/2   ! h=hw+tf1/2+tf2/2
*IF,cos(sD(k,7)),EQ,0,OR,cos(sD(k,8)),EQ,0,THEN
  *MSG,WARN
  Hibas hajlasszog!
/EOF
*ENDIF
*IF,sD(k,3),GE,sD(k,5),THEN              ! keresztmetszet vízszintes befoglaló mérete
  kSecL(2,k) = sD(k,3)
*ELSEIF,sD(k,3),LT,sD(k,5),THEN
  kSecL(2,k) = sD(k,5)
*ENDIF
  kSecL(3,k) = sD(k,1)+sD(k,4)+sD(k,6)   ! keresztmetszet függőleges befoglaló mérete
*ENDDO
  spNr = 9                               ! keresztmetszet sarokpontjainak száma
  *VSCFUN,h,MAX,sD(1,9)
*ELSEIF,sectionType,EQ,2,THEN            ! Kereszt szelvény esetén
  sec_db_02                              ! keresztmetszet adatbázis (külső fájl!)
  *DEL,sD
  *DIM,sD,ARRAY,kSecNr,5                ! keresztmetszeti adatokat tartalmazó mátrix
  hw   = sectionData(1,sectionID)         ! gerinc magasság
  tw   = sectionData(2,sectionID)         ! gerinc vastagság
  bf   = sectionData(3,sectionID)         ! öv szélesség
  tf   = sectionData(4,sectionID)         ! öv vastagság
  alpha = sectionData(5,sectionID)        ! öv vízszintessel bezárt szög
  dhw   = 0                             ! gerinc magasság módosító [mm]
  dtw   = 0                             ! gerinc vastagság módosító [mm]
  dbf   = 0                             ! öv szélesség módosító [mm]
  dtf   = 0                             ! öv vastagság módosító [mm]
  dalpha = 0                             ! öv vízszintessel bezárt szög módosító [°] (pozitív,
  ha felfelé hajlik)
  *DO,k,1,kSecNr
    sD(k,1) = hw+dhw*tapF(1,k)

```

```

sD(k,2) = tw+dtw
sD(k,3) = bf+dbf*tapF(1,k)
sD(k,4) = tf+dtf
sD(k,5) = alpha+dalpha
*IF,sD(k,3)*cos(sD(k,5)),LE,sD(k,2),THEN
  sD(k,3) = 0 ! bf = 0
  sD(k,4) = 0 ! tf = 0
  *MSG,UI
  Ov nelkul!
*ENDIF
*IF,cos(sD(k,5)),EQ,0,THEN
  *MSG,WARN
  Hibas hajlasszog!
  /EOF
*ENDIF
  kSecL(2,k) = sD(k,3) ! keresztmetszet vízszintes befoglaló mérete
  kSecL(3,k) = sD(k,1) ! keresztmetszet függőleges befoglaló mérete
*ENDDO
  spNr = 7 ! keresztmetszet sarokpontjainak száma
  *VSCFUN,h,MAX,sD(1,1)
*ELSEIF,sectionType,EQ,3,THEN ! C szelvény esetén
  sec_db_03 ! keresztmetszet adatbázis (külső fájl!)
  *DEL,sD
  *DIM,sD,ARRAY,kSecNr,15 ! keresztmetszeti adatokat tartalmazó mátrix
  hg = sectionData(1,sectionID) ! gerinc magasság
  bg1 = sectionData(2,sectionID) ! felső öv szélesség
  cg1 = sectionData(3,sectionID) ! felső merevítő magasság
  bg2 = sectionData(4,sectionID) ! alsó öv szélesség
  cg2 = sectionData(5,sectionID) ! alsó merevítő magasság
  t = sectionData(6,sectionID) ! falvastagság
  alpha = sectionData(7,sectionID) ! felső öv vízszintessel bezárt szög
  beta = sectionData(8,sectionID) ! felső merevítő függőlegessel bezárt szög
  gamma = sectionData(9,sectionID) ! alsó öv vízszintessel bezárt szög
  delta = sectionData(10,sectionID) ! also merevítő függőlegessel bezárt szög
  dhg = 0 ! gerinc magasság módosító [mm]
  dbg1 = 0 ! felső öv szélesség módosító [mm]
  dcg1 = 0 ! felső merevítő magasság módosító [mm]
  dbg2 = 0 ! alsó öv szélesség módosító [mm]
  dcg2 = 0 ! alsó merevítő magasság módosító [mm]
  dt = 0 ! falvastagság módosító [mm]
  dalpha = 0 ! felső öv vízszintessel bezárt szög módosító [°]
(pozitív, ha felfelé)
  dbeta = 0 ! felső merevítő függőlegessel bezárt szög módosító [°]
(pozitív, ha jobbra)
  dgamma = 0 ! alsó öv vízszintessel bezárt szög módosító [°]
(pozitív, ha lefelé)
  ddelta = 0 ! also merevítő függőlegessel bezárt szög módosító [°]
(pozitív, ha jobbra)
  *DO,k,1,kSecNr
    sD(k,1) = hg+dhg*tapF(1,k)
    sD(k,2) = bg1+dbg1*tapF(1,k)
    sD(k,3) = cg1+dcg1*tapF(1,k)
    sD(k,4) = bg2+dbg2*tapF(1,k)
    sD(k,5) = cg2+dcg2*tapF(1,k)
    sD(k,6) = t+dt
    sD(k,7) = alpha+dalpha
    sD(k,8) = beta+dbeta
    sD(k,9) = gamma+dgamma
    sD(k,10) = delta+ddelta
    sD(k,11) = sD(k,1)-sD(k,6) ! h = hg-t
    sD(k,12) = sD(k,2)-sD(k,6) ! b1 = bg1-t
    sD(k,13) = sD(k,3)-sD(k,6)/2 ! c1 = cg1-t/2
    sD(k,14) = sD(k,4)-sD(k,6) ! b2 = bg2-t
    sD(k,15) = sD(k,5)-sD(k,6)/2 ! c2 = cg2-t/2
  *IF,sD(k,13),LE,sD(k,6)/2,THEN ! b1 = bg1-t/2
    sD(k,12) = sD(k,2)-sD(k,6)/2 ! c1 = 0
    sD(k,13) = 0
    *MSG,UI
    Felso merevito nelkul!
  *ENDIF
  *IF,sD(k,15),LE,sD(k,6)/2,THEN ! b2 = bg2-t/2
    sD(k,14) = sD(k,4)-sD(k,6)/2 ! c2 = 0
    sD(k,15) = 0
    *MSG,UI

```

```

Also merevito nelkul!
*ENDIF
*IF, cos (sD(k, 7)), EQ, 0, OR, cos (sD(k, 8)), EQ, 0, THEN
  *MSG, WARN
  Hibas hajlasszog!
/EOF
*ENDIF
*IF, cos (sD(k, 9)), EQ, 0, OR, cos (sD(k, 10)), EQ, 0, THEN
  *MSG, WARN
  Hibas hajlasszog!
/EOF
*ENDIF
*IF, sD(k, 2), GE, sD(k, 4), THEN                                ! keresztmetszet vízszintes befoglaló mérete
  kSecL(2, k) = sD(k, 2)
*ELSEIF, sD(k, 2), LT, sD(k, 4), THEN
  kSecL(2, k) = sD(k, 4)
*ENDIF
  kSecL(3, k) = sD(k, 1)                                        ! keresztmetszet függőleges befoglaló mérete
*ENDDO
  spNr = 7                                                    ! keresztmetszet sarokpontjainak száma
  *VSCFUN, h, MAX, sD(1, 11)
*ELSEIF, sectionType, EQ, 4, THEN                               ! Z szelvény esetén
  sec_db_04                                                    ! keresztmetszet adatbázis (külső fájl!)
  *DEL, sD
  *DIM, sD, ARRAY, kSecNr, 15                                ! keresztmetszeti adatokat tartalmazó mátrix
  hg = sectionData(1, sectionID)                             ! gerinc magasság
  bg1 = sectionData(2, sectionID)                             ! felső öv szélesség
  cg1 = sectionData(3, sectionID)                             ! felső merevítő magasság
  bg2 = sectionData(4, sectionID)                             ! alsó öv szélesség
  cg2 = sectionData(5, sectionID)                             ! alsó merevítő magasság
  t = sectionData(6, sectionID)                               ! falvastagság
  alpha = sectionData(7, sectionID)                           ! felső öv vízszintessel bezárt szög
  beta = sectionData(8, sectionID)                            ! felső merevítő függőlegessel bezárt szög
  gamma = sectionData(9, sectionID)                           ! alsó öv vízszintessel bezárt szög
  delta = sectionData(10, sectionID)                           ! also merevítő függőlegessel bezárt szög
  dhg = 0                                                       ! gerinc magasság módosító [mm]
  dbg1 = 0                                                       ! felső öv szélesség módosító [mm]
  dcg1 = 0                                                       ! felső merevítő magasság módosító [mm]
  dbg2 = 0                                                       ! alsó öv szélesség módosító [mm]
  dcg2 = 0                                                       ! alsó merevítő magasság módosító [mm]
  dt = 0                                                         ! falvastagság módosító [mm]
  dalpha = 0                                                    ! felső öv vízszintessel bezárt szög módosító [°]
(pozitív, ha felfelé)
  dbeta = 0                                                       ! felső merevítő függőlegessel bezárt szög módosító [°]
(pozitív, ha balra)
  dgamma = 0                                                    ! alsó öv vízszintessel bezárt szög módosító [°]
(pozitív, ha lefelé)
  ddelta = 0                                                    ! also merevítő függőlegessel bezárt szög módosító [°]
(pozitív, ha jobbra)
  *DO, k, 1, kSecNr
    sD(k, 1) = hg+dhg*tapF(1, k)
    sD(k, 2) = bg1+dbg1*tapF(1, k)
    sD(k, 3) = cg1+dcg1*tapF(1, k)
    sD(k, 4) = bg2+dbg2*tapF(1, k)
    sD(k, 5) = cg2+dcg2*tapF(1, k)
    sD(k, 6) = t+dt
    sD(k, 7) = alpha+dalpha
    sD(k, 8) = beta+dbeta
    sD(k, 9) = gamma+dgamma
    sD(k, 10) = delta+ddelta
    sD(k, 11) = sD(k, 1)-sD(k, 6)                                ! h = hg-t
    sD(k, 12) = sD(k, 2)-sD(k, 6)                                ! b1 = bg1-t
    sD(k, 13) = sD(k, 3)-sD(k, 6)/2                             ! c1 = cg1-t/2
    sD(k, 14) = sD(k, 4)-sD(k, 6)                                ! b2 = bg2-t
    sD(k, 15) = sD(k, 5)-sD(k, 6)/2                             ! c2 = cg2-t/2
  *IF, sD(k, 13), LE, sD(k, 6)/2, THEN
    sD(k, 12) = sD(k, 2)-sD(k, 6)/2                             ! b1 = bg1-t/2
    sD(k, 13) = 0                                                ! c1 = 0
    *MSG, UI
    Felso merevito nelkul!
  *ENDIF
  *IF, sD(k, 15), LE, sD(k, 6)/2, THEN
    sD(k, 14) = sD(k, 4)-sD(k, 6)/2                             ! b2 = bg2-t/2
    sD(k, 15) = 0                                                ! c2 = 0

```

```

    *MSG,UI
    Also merevito nelkul!
*ENDIF
*IF,cos(sD(k,7)),EQ,0,OR,cos(sD(k,8)),EQ,0,THEN
    *MSG,WARN
    Hibas hajlasszog!
    /EOF
*ENDIF
*IF,cos(sD(k,9)),EQ,0,OR,cos(sD(k,10)),EQ,0,THEN
    *MSG,WARN
    Hibas hajlasszog!
    /EOF
*ENDIF
    kSecL(2,k) = sD(k,2)+sD(k,4)           ! keresztmetszet vízszintes befoglaló mérete
    kSecL(3,k) = sD(k,1)                 ! keresztmetszet függőleges befoglaló mérete
*ENDDO
    spNr = 7                             ! keresztmetszet sarokpontjainak száma
    *VSCFUN,h,MAX,sD(1,11)
*ELSEIF,sectionType,EQ,5,THEN           ! Kalap szelvény esetén
    sec_db_05                             ! keresztmetszet adatbázis (külső fájl!)
    *DEL,sD
    *DIM,sD,ARRAY,kSecNr,12              ! keresztmetszeti adatokat tartalmazó mátrix
    hg = sectionData(1,sectionID)        ! gerinc magasság
    bg = sectionData(2,sectionID)        ! felső öv szélesség
    cg = sectionData(3,sectionID)        ! alsó öv szélesség
    dg = sectionData(4,sectionID)        ! alsó merevítő magasság
    t = sectionData(5,sectionID)         ! falvastagság
    alpha = sectionData(6,sectionID)     ! gerinc függőlegessel bezárt szög
    beta = sectionData(7,sectionID)      ! alsó öv vízszintessel bezárt szög
    gamma = sectionData(8,sectionID)     ! also merevítő függőlegessel bezárt szög
    dhg = 0                               ! gerinc magasság módosító [mm]
    dbg = 0                               ! felső öv szélesség módosító [mm]
    dcg = 0                               ! alsó öv szélesség módosító [mm]
    ddg = 0                               ! alsó merevítő magasság módosító [mm]
    dt = 0                                ! falvastagság módosító [mm]
    dalpha = 0                            ! gerinc függőlegessel bezárt szög módosító [°]
(pozitív, ha kifelé)
    dbeta = 0                             ! alsó öv vízszintessel bezárt szög módosító [°]
(pozitív, ha lefelé)
    dgamma = 0                            ! also merevítő függőlegessel bezárt szög módosító [°]
(pozitív, ha kifelé)
    *DO,k,1,kSecNr
        sD(k,1) = hg+dhg*tapF(1,k)
        sD(k,2) = bg+dbg*tapF(1,k)
        sD(k,3) = cg+dcg*tapF(1,k)
        sD(k,4) = dg+ddg*tapF(1,k)
        sD(k,5) = t+dt
        sD(k,6) = alpha+dalpha
        sD(k,7) = beta+dbeta
        sD(k,8) = gamma+dgamma
        sD(k,9) = sD(k,1)-sD(k,5)         ! h = hg-t
        sD(k,10) = sD(k,2)-sD(k,5)       ! b = bg-t
        sD(k,11) = sD(k,3)-sD(k,5)       ! c = cg-t
        sD(k,12) = sD(k,4)-sD(k,5)/2     ! d = dg-t/2
    *IF,sD(k,12),LE,sD(k,5)/2,THEN
        sD(k,11) = sD(k,3)-sD(k,5)/2     ! c = cg-t/2
        sD(k,12) = 0                     ! d = 0
        *MSG,UI
        Merevitok nelkul!
    *ENDIF
    *IF,sD(k,11),LE,sD(k,5)/2,THEN
        sD(k,9) = sD(k,1)-sD(k,5)/2      ! h = hg-t/2
        sD(k,11) = 0                      ! c = 0
        sD(k,12) = 0                      ! d = 0
        *MSG,UI
        Merevitok es also ovek nelkul!
    *ENDIF
*IF,cos(sD(k,6)),EQ,0,OR,cos(sD(k,7)),EQ,0,THEN
    *MSG,WARN
    Hibas hajlasszog!
    /EOF
*ENDIF
*IF,cos(sD(k,8)),EQ,0,THEN
    *MSG,WARN

```

```

        Hibas hajlasszog!
        /EOF
*ENDIF
        kSecL(2,k) = sD(k,2)+2*sD(k,3)           ! keresztmetszet vízszintes befoglaló mérete
        kSecL(3,k) = sD(k,1)                   ! keresztmetszet függőleges befoglaló mérete
*ENDDO
        spNr = 9                               ! keresztmetszet sarokpontjainak száma
        *VSCFUN,h,MAX,sD(1,9)
*ELSEIF,sectionType,EQ,6,THEN                ! Szigma szelvény
        sec_db_06                             ! keresztmetszet adatbázis (külső fájl!)
        *DEL,sD
        *DIM,sD,ARRAY,kSecNr,23              ! keresztmetszeti adatokat tartalmazó mátrix
        hg = sectionData(1,sectionID)
        bg = sectionData(2,sectionID)
        cg = sectionData(3,sectionID)
        hc = sectionData(4,sectionID)
        he = sectionData(5,sectionID)
        t = sectionData(6,sectionID)
        dg = sectionData(7,sectionID)
        p = sectionData(8,sectionID)
        q = sectionData(9,sectionID)
        dh = 100                              ! gerinc magasság módosító [mm]
        db1 = 0                               ! felső öv szélesség módosító [mm]
        dc1 = 0                               ! felső merevítő magasság módosító [mm]
        db2 = 0                               ! alsó öv szélesség módosító [mm]
        dc2 = 0                               ! alsó merevítő magasság módosító [mm]
        dt = 0                               ! falvastagság módosító [mm]
        dalpha = 0                            ! felső öv vízszintessel bezárt szög módosító
        [°] (pozitív, ha felfelé)
        dbeta = 0                             ! felső merevítő függőlegessel bezárt szög
        módosító [°] (pozitív, ha balra)
        dgamma = 0                            ! alsó öv vízszintessel bezárt szög módosító
        [°] (pozitív, ha lefelé)
        ddelta = 0                            ! alsó merevítő függőlegessel bezárt szög
        módosító [°] (pozitív, ha jobbra)

*DO,k,1,kSecNr
        sD(k,1) = hg + dh*tapF(1,k)           ! gerinc magassága [mm]
        sD(k,2) = bg + db1*tapF(1,k)         ! felső öv szélessége [mm]
        sD(k,3) = cg + dc1*tapF(1,k)         ! felső merevítő magassága [mm]
        sD(k,4) = bg + db2*tapF(1,k)         ! alsó öv szélessége [mm]
        sD(k,5) = cg + dc2*tapF(1,k)         ! alsó merevítő magassága [mm]
        sD(k,6) = t + dt                      ! falvastagság [mm]
        sD(k,7) = he                          ! felső szélső gerincrész magassága [mm]
        sD(k,8) = he                          ! alsó szélső gerincrész magassága [mm]
        sD(k,9) = hc + dh*tapF(1,k)          ! középső gerincrész magassága [mm]
        sD(k,10) = dg                         ! gerinc beugrása

        sD(k,11) = sD(k,1)-sD(k,6)           ! h = hg-t
        sD(k,12) = sD(k,2)-sD(k,6)           ! b1 = bg1-t
        sD(k,13) = sD(k,3)-sD(k,6)/2         ! c1 = cg1-t/2
        sD(k,14) = sD(k,4)-sD(k,6)           ! b2 = bg2-t          sD(k,7) = 0 !alpha+dalpha
! felső öv vízszintessel bezárt szöge [°] (pozitív, ha felfelé)
        sD(k,15) = sD(k,5)-sD(k,6)/2         ! c2 = cg2-t/2          sD(k,8) = 0 !beta+dbeta
! felső merevítő függőlegessel bezárt szöge [°] (pozitív, ha balra)
        sD(k,16) = (sD(k,11)-sD(k,7)-sD(k,8)-sD(k,9))/2 ! ferde gerincrész magassága
        sD(k,17) = atan(sD(k,10)/sD(k,16))   ! epszilon: ferde gerincrész függőlegessel
        bezárt szöge
        sD(k,18) = sD(k,7)-tan(sD(k,17)/2)*sD(k,6)/2 ! felső gerincrész hálózati hossza
        sD(k,19) = sD(k,8)-tan(sD(k,17)/2)*sD(k,6)/2 ! alsó gerincrész hálózati hossza
        sD(k,20) = sD(k,9)+2*tan(sD(k,17)/2)*sD(k,6)/2 ! középső gerincrész hálózati hossza
        sD(k,21) = (sD(k,11)-sD(k,18)-sD(k,19)-sD(k,20))/2 !ferde gerincrész hálózati magassága
        sD(k,22) = p
        sD(k,23) = q

        *IF,sD(k,13),LE,sD(k,6)/2,THEN
        sD(k,12) = sD(k,2)-sD(k,6)/2         ! b1 = bg1-t/2
        sD(k,13) = 0                          ! c1 = 0
        *MSG,UI
        Felső merevítő nélkül!
        *ENDIF
        *IF,sD(k,15),LE,sD(k,6)/2,THEN
        sD(k,14) = sD(k,4)-sD(k,6)/2         ! b2 = bg2-t/2
        sD(k,15) = 0                          ! c2 = 0

```

```

*MSG,UI
  Alsó merevítő nélkül!
*ENDIF

*ENDDO
  spNr = 13 ! keresztmetszet sarokpontjainak száma
  *VSCFUN,h,MAX,sD(1,20)
*ELSEIF,sectiontype,EQ,7,THEN ! Omega szelvény
  sec_db_07 ! keresztmetszet adatbázis (külső fájl!)
  *DEL,sD
  *DIM,sD,ARRAY,kSecNr,15 ! keresztmetszeti adatokat tartalmazó mátrix
  hg = sectionData(1,sectionID) ! teljes magasság
  bg = sectionData(2,sectionID) ! teljes szélesség
  cg = sectionData(3,sectionID) ! alsó öv szélesség
  dg = sectionData(4,sectionID) ! alsó gerincrész magasság
  t = sectionData(5,sectionID) ! vastagság
  alpha = sectionData(6,sectionID) ! felső gerincrész függőlegessel bezárt szög
  beta = sectionData(7,sectionID) ! középső öv vízszintessel bezárt szög
  gamma = sectionData(8,sectionID) ! also gerincrész függőlegessel bezárt szög
  delta = sectionData(9,sectionID) ! alsó öv vízszintessel bezárt szög
  ch = sectionData(10,sectionID)
  dhg = 0 ! gerinc magasság módosító [mm]
  dbg = 0 ! felső öv szélesség módosító [mm]
  dcg = 0 ! alsó öv szélesség módosító [mm]
  ddg = 0 ! alsó merevítő magasság módosító [mm]
  dt = 0 ! falvastagság módosító [mm]
  dalpha = 0 ! gerinc függőlegessel bezárt szög módosító [°]
  (pozitív, ha kifelé)
  dbeta = 0 ! alsó öv vízszintessel bezárt szög módosító [°]
  (pozitív, ha lefelé)
  dgamma = 0 ! also merevítő függőlegessel bezárt szög módosító [°]
  (pozitív, ha kifelé)
  ddelta = 0 ! alsó öv vízszintessel bezárt szög módosító [°]
  (pozitív, ha lefelé)
  *DO,k,1,kSecNr
    sD(k,1) = hg+dhg*tapF(1,k)
    sD(k,2) = bg+dbg*tapF(1,k)
    sD(k,3) = cg+dcg*tapF(1,k)
    sD(k,4) = dg+ddg*tapF(1,k)
    sD(k,5) = t+dt
    sD(k,6) = alpha+dalpha
    sD(k,7) = beta+dbeta
    sD(k,8) = gamma+dgamma
    sD(k,9) = delta+ddelta
    sD(k,10) = sD(k,1)-sD(k,4) ! g = hg-dg, a felső gerincrész magassága
    sD(k,11) = sD(k,1)-sD(k,5) ! h = hg-t
    sD(k,12) = sD(k,2)-sD(k,5) ! b = bg-t
    sD(k,13) = sD(k,3)-sD(k,5) ! c = cg-t
    sD(k,14) = sD(k,4)-sD(k,5)/2 ! d = dg-t/2
    sD(k,15) = ch
  *IF,cos(sD(k,6)),EQ,0,OR,cos(sD(k,7)),EQ,0,THEN
    *MSG,WARN
    Hibas hajlasszog!
  /EOF
*ENDIF
*IF,cos(sD(k,8)),EQ,0,THEN
  *MSG,WARN
  Hibas hajlasszog!
/EOF
*ENDIF
  kSecL(2,k) = sD(k,2)+2*sD(k,3) ! keresztmetszet vízszintes befoglaló mérete
  kSecL(3,k) = sD(k,1) ! keresztmetszet függőleges befoglaló mérete
*ENDDO
  spNr = 11 ! keresztmetszet sarokpontjainak száma
  *VSCFUN,h,MAX,sD(1,14)
*ELSEIF,sectionType,EQ,9,THEN ! I szelvény esetén
  sec_db_09 ! keresztmetszet adatbázis (külső fájl!)
  *DEL,sD
  *DIM,sD,ARRAY,kSecNr,3 ! keresztmetszeti adatokat tartalmazó mátrix
  hw = sectionData(1,sectionID) ! gerinc magasság
  tw = sectionData(2,sectionID) ! gerinc vastagság
  dhw = 400 ! gerinc magasság módosító [mm]
  dtw = 0 ! gerinc vastagság módosító [mm]
  *DO,k,1,kSecNr

```

```

    sD(k,1) = hw+dhw*tapF(1,k)
    sD(k,2) = tw+dtw
    kSecL(3,k) = sD(k,1) !+sD(k,4)+sD(k,6) ! keresztmetszet függőleges
befoglaló mérete
*ENDDO
    spNr = 2 ! keresztmetszet sarokpontjainak száma
    *VSCFUN,h,MAX,sD(1,2)
*ELSEIF,sectionType,EQ,11,THEN ! Négyszög zártszelvény
    sec_db_11 ! keresztmetszet adatbázis (külső fájl!)
    *DEL,sD
    *DIM,sD,ARRAY,kSecNr,7 ! keresztmetszeti adatokat tartalmazó mátrix
    h = sectionData(1,sectionID) ! magasság
    tw = sectionData(2,sectionID) ! gerinc vastagság
    b = sectionData(3,sectionID) ! szélesség
    tf1 = sectionData(4,sectionID) ! felső öv vastagság
    tf2 = sectionData(5,sectionID) ! alsó öv vastagság
    dh = 0 ! magasság módosító [mm]
    dtw = 0 ! gerinc vastagság módosító [mm]
    db = 0 ! szélesség módosító [mm]
    dtf1 = 0 ! felső öv vastagság módosító [mm]
    dtf2 = 0 ! alsóöv vastagság módosító [mm]
*DO,k,1,kSecNr
    sD(k,1) = h+dh*tapF(1,k)
    sD(k,2) = tw+dtw
    sD(k,3) = b+db*tapF(1,k)
    sD(k,4) = tf1+dtf1
    sD(k,5) = tf2+dtf2
    sD(k,6) = sD(k,1)-sD(k,4)/2-sD(k,5)/2 ! h0=h-tf1/2-tf2/2
    sD(k,7) = sD(k,3)-sD(k,2) ! b0=b-tw
    kSecL(2,k) = sD(k,3) ! keresztmetszet vízszintes befoglaló mérete
    kSecL(3,k) = sD(k,1) ! keresztmetszet függőleges befoglaló mérete
*IF,sD(k,1),LT,sD(k,4)+sD(k,5),THEN
    *MSG,WARN
    Hibas magassagi meret!
    /EOF
*ENDIF
*IF,sD(k,3),LT,2*sD(k,2),THEN
    *MSG,WARN
    Hibas szelessegi meret!
    /EOF
*ENDIF
*ENDDO
    spNr = 9 ! keresztmetszet sarokpontjainak száma
    *VSCFUN,h,MAX,sD(1,6)
*ELSEIF,sectionType,EQ,12,THEN ! Négyszög zártszelvény övű I szelvény
    sec_db_12 ! keresztmetszet adatbázis (külső fájl!)
    *DEL,sD
    *DIM,sD,ARRAY,kSecNr,18 ! keresztmetszeti adatokat tartalmazó mátrix
    hw = sectionData(1,sectionID) ! gerinc magasság
    tw = sectionData(2,sectionID) ! gerinc vastagság
    hwt = sectionData(3,sectionID) ! felső zártszelvény magasság
    twt = sectionData(4,sectionID) ! felső zártszelvény gerinc vastagság
    hwb = sectionData(5,sectionID) ! alsó zártszelvény magasság
    twb = sectionData(6,sectionID) ! alsó zártszelvény gerinc vastagság
    bft = sectionData(7,sectionID) ! felső zártszelvény szélesség
    tft1 = sectionData(8,sectionID) ! felső zártszelvény felső öv vastagság
    tft2 = sectionData(9,sectionID) ! felső zártszelvény alsó öv vastagság
    bfb = sectionData(10,sectionID) ! alsó zártszelvény szélesség
    tfb1 = sectionData(11,sectionID) ! alsó zártszelvény alsó öv vastagság
    tfb2 = sectionData(12,sectionID) ! alsó zártszelvény felső öv vastagság
    dhw = 0 ! gerinc magasság módosító [mm]
    dtw = 0 ! gerinc vastagság módosító [mm]
    dhwt = 0 ! felső zártszelvény magasság módosító [mm]
    dtwt = 0 ! felső zártszelvény gerinc vastagság módosító [mm]
    dhwb = 0 ! alsó zártszelvény magasság módosító [mm]
    dtwb = 0 ! alsó zártszelvény gerinc vastagság módosító [mm]
    dbft = 0 ! felső zártszelvény szélesség módosító [mm]
    dtft1 = 0 ! felső zártszelvény felső öv vastagság módosító [mm]
    dtft2 = 0 ! felső zártszelvény alsó öv vastagság módosító [mm]
    dbfb = 0 ! alsó zártszelvény szélesség módosító [mm]
    dtfb1 = 0 ! alsó zártszelvény alsó öv vastagság módosító [mm]
    dtfb2 = 0 ! alsó zártszelvény felső öv vastagság módosító [mm]
*DO,k,1,kSecNr
    sD(k,1) = hw+dhw*tapF(1,k)

```

```

sD(k,2) = tw+dtw
sD(k,3) = hwt+dhwt*tapF(1,k)
sD(k,4) = twt+dtwt
sD(k,5) = hwb+dhwb*tapF(1,k)
sD(k,6) = twb+dtwb
sD(k,7) = bft+dbft*tapF(1,k)
sD(k,8) = tft1+dtft1
sD(k,9) = tft2+dtft2
sD(k,10) = bfb+dbfb*tapF(1,k)
sD(k,11) = tfb1+dtfb1
sD(k,12) = tfb2+dtfb2
*IF, sD(k,3), LE, sD(k,8)+sD(k,9), OR, sD(k,7), LE, 2*sD(k,4), THEN
    sD(k,3) = 0 ! hwt = 0
    sD(k,4) = 0 ! twt = 0
    sD(k,7) = 0 ! bwt = 0
    sD(k,8) = 0 ! tft1 = 0
    sD(k,9) = 0 ! tft2 = 0
    *MSG,UI
    Felso ov nelkul!
*ENDIF
*IF, sD(k,5), LE, sD(k,11)+sD(k,12), OR, sD(k,10), LE, 2*sD(k,6), THEN
    sD(k,5) = 0 ! hwb = 0
    sD(k,6) = 0 ! twb = 0
    sD(k,10) = 0 ! bfb = 0
    sD(k,11) = 0 ! tfb1 = 0
    sD(k,12) = 0 ! tfb2 = 0
    *MSG,UI
    Also ov nelkul!
*ENDIF
sD(k,13) = sD(k,1)+sD(k,9)/2+sD(k,12)/2 ! h
sD(k,14) = sD(k,3)-sD(k,8)/2-sD(k,9)/2 ! ht
sD(k,15) = sD(k,5)-sD(k,11)/2-sD(k,12)/2 ! hb
sD(k,16) = sD(k,7)-sD(k,4) ! bt
sD(k,17) = sD(k,10)-sD(k,6) ! bb
sD(k,18) = sD(k,13)+sD(k,14)+sD(k,15) ! h+ht+hb
*IF, sD(k,7), GE, sD(k,10), THEN ! keresztmetszet vízszintes befoglaló mérete
    kSecL(2,k) = sD(k,7)
*ELSEIF, sD(k,7), LT, sD(k,10), THEN
    kSecL(2,k) = sD(k,10)
*ENDIF
kSecL(3,k) = sD(k,1)+sD(k,3)+sD(k,5) ! keresztmetszet függőleges befoglaló mérete
*ENDDO
spNr = 15 ! keresztmetszet sarokpontjainak száma
*VSCFUN, h, MAX, sD(1,18)
*ELSEIF, sectionType, EQ, 21, THEN ! I szelvény esetén
    sec_db_21 ! keresztmetszet adatbázis (külső fájl!)
*IF, holeNr, LE, 0, THEN
    *MSG, UI, holeNr
    Perforált szelvénynél a perforált sorok száma legalább 1 kell legyen (holeNr>=0) holeNr = %.3G
/EOF
*ENDIF
*DEL, sD
*DIM, sD, ARRAY, kSecNr, 10 ! keresztmetszeti adatokat tartalmazó mátrix
hw = sectionData(1,sectionID) ! gerinc magasság
tw = sectionData(2,sectionID) ! gerinc vastagság
bf1 = sectionData(3,sectionID) ! felső öv szélesség
tf1 = sectionData(4,sectionID) ! felső öv vastagság
bf2 = sectionData(5,sectionID) ! alsó öv szélesség
tf2 = sectionData(6,sectionID) ! alsó öv vastagság
alpha = sectionData(7,sectionID) ! felső öv vízszintessel
beta = sectionData(8,sectionID) ! alsó öv vízszintessel
hperf = sectionData(9,sectionID) ! perforáció magassága
dhw = 400 ! gerinc magasság módosító [mm]
dtw = 0 ! gerinc vastagság módosító [mm]
dbf1 = 0 ! felső öv szélesség módosító [mm]
dtf1 = 0 ! felső öv vastagság módosító [mm]
dbf2 = 0 ! alsó öv szélesség módosító [mm]
dtf2 = 0 ! alsó öv vastagság módosító [mm]
dalpha = 0 ! felső öv vízszintessel bezárt szög módosító [°]
(pozitív, ha felfelé hajlik)
dbeta = 0 ! alsó öv vízszintessel bezárt szög módosító [°]
(pozitív, ha lefelé hajlik)
*DO, k, 1, kSecNr
    sD(k,1) = hw+dhw*tapF(1,k)

```



```

sD(k,2) = tw+dtw
sD(k,3) = bf1+dbf1*tapF(1,k)
sD(k,4) = tf1+dtf1
sD(k,5) = bf2+dbf2*tapF(1,k)
sD(k,6) = tf2+dtf2
sD(k,7) = alpha+dalpha
sD(k,8) = beta+dbeta
sD(k,10) = hperf
*IF,sD(k,3)*cos(sD(k,7)),LE,sD(k,2),THEN
    sD(k,3) = 0 ! bf1 = 0
    sD(k,4) = 0 ! tf1 = 0
    *MSG,UI
    Felso ov nelkul!
*ENDIF
*IF,sD(k,5)*cos(sD(k,8)),LE,sD(k,2),THEN
    sD(k,5) = 0 ! bf2 = 0
    sD(k,6) = 0 ! tf2 = 0
    *MSG,UI
    Also ov nelkul!
*ENDIF
sD(k,9) = sD(k,1)+sD(k,4)/2+sD(k,6)/2 ! h=hw+tf1/2+tf2/2
*IF,cos(sD(k,7)),EQ,0,OR,cos(sD(k,8)),EQ,0,THEN
    *MSG,WARN
    Hibas hajlasszog!
/EOF
*ENDIF
*IF,sD(k,3),GE,sD(k,5),THEN ! keresztmetszet vízszintes befoglaló mérete
    kSecL(2,k) = sD(k,3)
*ELSEIF,sD(k,3),LT,sD(k,5),THEN
    kSecL(2,k) = sD(k,5)
*ENDIF
kSecL(3,k) = sD(k,1)+sD(k,4)+sD(k,6) ! keresztmetszet függőleges befoglaló mérete
*ENDDO
spNr = 9 + holeNr*2 ! keresztmetszet sarokpontjainak száma
*VSCFUN,h,MAX,sD(1,9)
*ELSEIF,sectionType,EQ,23,THEN ! PERFORÁLT C szelvény esetén
    sec_db_23 ! keresztmetszet adatbázis (külső fájl!)
*IF,holeNr,LE,0,THEN
    *MSG,UI,holeNr
    Perforált szelvénynél a perforált sorok száma legalább 1 kell legyen (holeNr>=0) holeNr = %.3G
/EOF
*ENDIF
*DEL,sD
*DIM,sD,ARRAY,kSecNr,16 ! keresztmetszeti adatokat tartalmazó mátrix
hg = sectionData(1,sectionID) ! gerinc magasság
bg1 = sectionData(2,sectionID) ! felső öv szélesség
cg1 = sectionData(3,sectionID) ! felső merevítő magasság
bg2 = sectionData(4,sectionID) ! alsó öv szélesség
cg2 = sectionData(5,sectionID) ! alsó merevítő magasság
t = sectionData(6,sectionID) ! falvastagság
alpha = sectionData(7,sectionID) ! felső öv vízszintessel bezárt szög
beta = sectionData(8,sectionID) ! felső merevítő függőlegessel bezárt szög
gamma = sectionData(9,sectionID) ! alsó öv vízszintessel bezárt szög
delta = sectionData(10,sectionID) ! alsó merevítő függőlegessel bezárt szög
hperf = sectionData(11,sectionID) ! perforáció magassága
dhg = 0 ! gerinc magasság módosító [mm]
dbg1 = 0 ! felső öv szélesség módosító [mm]
dcg1 = 0 ! felső merevítő magasság módosító [mm]
dbg2 = 0 ! alsó öv szélesség módosító [mm]
dcg2 = 0 ! alsó merevítő magasság módosító [mm]
dt = 0 ! falvastagság módosító [mm]
dalpha = 0 ! felső öv vízszintessel bezárt szög módosító [°]
(pozitív, ha felfelé)
dbeta = 0 ! felső merevítő függőlegessel bezárt szög módosító [°]
(pozitív, ha jobbra)
dgamma = 0 ! alsó öv vízszintessel bezárt szög módosító [°]
(pozitív, ha lefelé)
ddelta = 0 ! alsó merevítő függőlegessel bezárt szög módosító [°]
(pozitív, ha jobbra)
*DO,k,1,kSecNr
    sD(k,1) = hg+dhg*tapF(1,k)
    sD(k,2) = bg1+dbg1*tapF(1,k)
    sD(k,3) = cg1+dcg1*tapF(1,k)
    sD(k,4) = bg2+dbg2*tapF(1,k)

```

```

sD(k,5) = cg2+dcg2*tapF(1,k)
sD(k,6) = t+dt
sD(k,7) = alpha+dalpha
sD(k,8) = beta+dbeta
sD(k,9) = gamma+dgamma
sD(k,10) = delta+ddelta
sD(k,11) = sD(k,1)-sD(k,6) ! h = hg-t
sD(k,12) = sD(k,2)-sD(k,6) ! b1 = bg1-t
sD(k,13) = sD(k,3)-sD(k,6)/2 ! c1 = cg1-t/2
sD(k,14) = sD(k,4)-sD(k,6) ! b2 = bg2-t
sD(k,15) = sD(k,5)-sD(k,6)/2 ! c2 = cg2-t/2
sD(k,16) = hperf
*IF,sD(k,13),LE,sD(k,6)/2,THEN
  sD(k,12) = sD(k,2)-sD(k,6)/2 ! b1 = bg1-t/2
  sD(k,13) = 0 ! c1 = 0
  *MSG,UI
  Felso merevito nelkul!
*ENDIF
*IF,sD(k,15),LE,sD(k,6)/2,THEN
  sD(k,14) = sD(k,4)-sD(k,6)/2 ! b2 = bg2-t/2
  sD(k,15) = 0 ! c2 = 0
  *MSG,UI
  Also merevito nelkul!
*ENDIF
*IF,cos(sD(k,7)),EQ,0,OR,cos(sD(k,8)),EQ,0,THEN
  *MSG,WARN
  Hibas hajlasszog!
/EOF
*ENDIF
*IF,cos(sD(k,9)),EQ,0,OR,cos(sD(k,10)),EQ,0,THEN
  *MSG,WARN
  Hibas hajlasszog!
/EOF
*ENDIF
*IF,sD(k,2),GE,sD(k,4),THEN ! keresztmetszet vízszintes befoglaló mérete
  kSecL(2,k) = sD(k,2)
*ELSEIF,sD(k,2),LT,sD(k,4),THEN
  kSecL(2,k) = sD(k,4)
*ENDIF
  kSecL(3,k) = sD(k,1) ! keresztmetszet függőleges befoglaló mérete
*ENDDO
  spNr = 7 + holeNr*2 ! keresztmetszet sarokpontjainak száma
  *VSCFUN,h,MAX,sD(1,11)
*ELSEIF,sectionType,EQ,24,THEN ! PERFORÁLT Z szelvény esetén
  sec_db_24 ! keresztmetszet adatbázis (külső fájl!)
  *IF,holeNr,LE,0,THEN
  *MSG,UI,holeNr
  Perforált szelvélynél a perforált sorok száma legalább 1 kell legyen (holeNr>=0) holeNr = %.3G
/EOF
*ENDIF
*DEL,sD
*DIM,sD,ARRAY,kSecNr,16 ! keresztmetszeti adatokat tartalmazó mátrix
hg = sectionData(1,sectionID) ! gerinc magasság
bg1 = sectionData(2,sectionID) ! felső öv szélesség
cg1 = sectionData(3,sectionID) ! felső merevítő magasság
bg2 = sectionData(4,sectionID) ! alsó öv szélesség
cg2 = sectionData(5,sectionID) ! alsó merevítő magasság
t = sectionData(6,sectionID) ! falvastagság
alpha = sectionData(7,sectionID) ! felső öv vízszintessel bezárt szög
beta = sectionData(8,sectionID) ! felső merevítő függőlegessel bezárt szög
gamma = sectionData(9,sectionID) ! alsó öv vízszintessel bezárt szög
delta = sectionData(10,sectionID) ! alsó merevítő függőlegessel bezárt szög
hperf = sectionData(11,sectionID) ! perforáció magassága
dhg = 0 ! gerinc magasság módosító [mm]
dbg1 = 0 ! felső öv szélesség módosító [mm]
dcg1 = 0 ! felső merevítő magasság módosító [mm]
dbg2 = 0 ! alsó öv szélesség módosító [mm]
dcg2 = 0 ! alsó merevítő magasság módosító [mm]
dt = 0 ! falvastagság módosító [mm]
dalpha = 0 ! felső öv vízszintessel bezárt szög módosító [°]
(pozitív, ha felfelé)
dbeta = 0 ! felső merevítő függőlegessel bezárt szög módosító [°]
(pozitív, ha balra)

```

```

dgamma = 0 ! alsó öv vízszintessel bezárt szög módosító [°]
(pozitív, ha lefelé)
ddelta = 0 ! also merevítő függőlegessel bezárt szög módosító [°]
(pozitív, ha jobbra)
*DO,k,1,kSecNr
  sD(k,1) = hg+dhg*tapF(1,k)
  sD(k,2) = bg1+dbg1*tapF(1,k)
  sD(k,3) = cg1+dcg1*tapF(1,k)
  sD(k,4) = bg2+dbg2*tapF(1,k)
  sD(k,5) = cg2+dcg2*tapF(1,k)
  sD(k,6) = t+dt
  sD(k,7) = alpha+dalpha
  sD(k,8) = beta+dbeta
  sD(k,9) = gamma+dgamma
  sD(k,10) = delta+ddelta
  sD(k,11) = sD(k,1)-sD(k,6) ! h = hg-t
  sD(k,12) = sD(k,2)-sD(k,6) ! b1 = bg1-t
  sD(k,13) = sD(k,3)-sD(k,6)/2 ! c1 = cg1-t/2
  sD(k,14) = sD(k,4)-sD(k,6) ! b2 = bg2-t
  sD(k,15) = sD(k,5)-sD(k,6)/2 ! c2 = cg2-t/2
  sD(k,16) = hperf
*IF,sD(k,13),LE,sD(k,6)/2,THEN
  sD(k,12) = sD(k,2)-sD(k,6)/2 ! b1 = bg1-t/2
  sD(k,13) = 0 ! c1 = 0
  *MSG,UI
  Felso merevito nelkul!
*ENDIF
*IF,sD(k,15),LE,sD(k,6)/2,THEN
  sD(k,14) = sD(k,4)-sD(k,6)/2 ! b2 = bg2-t/2
  sD(k,15) = 0 ! c2 = 0
  *MSG,UI
  Also merevito nelkul!
*ENDIF
*IF,cos(sD(k,7)),EQ,0,OR,cos(sD(k,8)),EQ,0,THEN
  *MSG,WARN
  Hibas hajlasszog!
/EOF
*ENDIF
*IF,cos(sD(k,9)),EQ,0,OR,cos(sD(k,10)),EQ,0,THEN
  *MSG,WARN
  Hibas hajlasszog!
/EOF
*ENDIF
  kSecL(2,k) = sD(k,2)+sD(k,4) ! keresztmetszet vízszintes befoglaló mérete
  kSecL(3,k) = sD(k,1) ! keresztmetszet függőleges befoglaló mérete
*ENDDO
spNr = 7 + holeNr*2 ! keresztmetszet sarokpontjainak száma
*VSCFUN,h,MAX,sD(1,11)
*ELSEIF,sectionType,EQ,26,THEN ! PERFORÁLT Szigma szelvény
  sec_db_26 ! keresztmetszet adatbázis (külső fájl!)
*IF,holeNr,LE,0,THEN
  *MSG,UI,holeNr
  Perforált szelvéynél a perforált sorok száma legalább 1 kell legyen (holeNr>=0) holeNr = %.3G
/EOF
*ENDIF
*DEL,sD
*DIM,sD,ARRAY,kSecNr,24 ! keresztmetszeti adatokat tartalmazó mátrix
hg = sectionData(1,sectionID)
bg = sectionData(2,sectionID) ! KOMMENT
cg = sectionData(3,sectionID)
hc = sectionData(4,sectionID)
he = sectionData(5,sectionID)
t = sectionData(6,sectionID)
dg = sectionData(7,sectionID)
p = sectionData(8,sectionID)
q = sectionData(9,sectionID)
hperf = sectionData(10,sectionID)
dh = 0 ! gerinc magasság módosító [mm]
db1 = 0 ! felső öv szélesség módosító [mm]
dc1 = 0 ! felső merevítő magasság módosító [mm]
db2 = 0 ! alsó öv szélesség módosító [mm]
dc2 = 0 ! alsó merevítő magasság módosító [mm]
dt = 0 ! falvastagság módosító [mm]

```

```

dalpha = 0 ! felső öv vízszintessel bezárt szög módosító
[°] (pozitív, ha felfelé)
dbeta = 0 ! felső merevítő függőlegessel bezárt szög
módosító [°] (pozitív, ha balra)
dgamma = 0 ! alsó öv vízszintessel bezárt szög módosító
[°] (pozitív, ha lefelé)
ddelta = 0 ! alsó merevítő függőlegessel bezárt szög
módosító [°] (pozitív, ha jobbra)

*DO,k,1,kSecNr
sD(k,1) = hg + dh*tapF(1,k) ! gerinc magassága [mm]
sD(k,2) = bg + db1*tapF(1,k) ! felső öv szélessége [mm]
sD(k,3) = cg + dc1*tapF(1,k) ! felső merevítő magassága [mm]
sD(k,4) = bg + db2*tapF(1,k) ! alsó öv szélessége [mm]
sD(k,5) = cg + dc2*tapF(1,k) ! alsó merevítő magassága [mm]
sD(k,6) = t + dt ! falvastagság [mm]
sD(k,7) = he ! felső szélső gerincrész magassága [mm]
sD(k,8) = he ! alsó szélső gerincrész magassága [mm]
sD(k,9) = hc + dh*tapF(1,k) ! középső gerincrész magassága [mm]
sD(k,10) = dg ! gerinc beugrása

sD(k,11) = sD(k,1)-sD(k,6) ! h = hg-t
sD(k,12) = sD(k,2)-sD(k,6) ! b1 = bg1-t
sD(k,13) = sD(k,3)-sD(k,6)/2 ! c1 = cg1-t/2
sD(k,14) = sD(k,4)-sD(k,6) ! b2 = bg2-t sD(k,7) = 0 !alpha+dalpha
! felső öv vízszintessel bezárt szöge [°] (pozitív, ha felfelé)
sD(k,15) = sD(k,5)-sD(k,6)/2 ! c2 = cg2-t/2 sD(k,8) = 0 !beta+dbeta
! felső merevítő függőlegessel bezárt szöge [°] (pozitív, ha balra)
sD(k,16) = (sD(k,11)-sD(k,7)-sD(k,8)-sD(k,9))/2 ! ferde gerincrész magassága
sD(k,17) = atan(sD(k,10)/sD(k,16)) ! epszilon: ferde gerincrész függőlegessel
bezárt szöge
sD(k,18) = sD(k,7)-tan(sD(k,17)/2)*sD(k,6)/2 ! felső gerincrész hálózati hossza
sD(k,19) = sD(k,8)-tan(sD(k,17)/2)*sD(k,6)/2 ! alsó gerincrész hálózati hossza
sD(k,20) = sD(k,9)+2*tan(sD(k,17)/2)*sD(k,6)/2 ! középső gerincrész hálózati hossza
sD(k,21) = (sD(k,11)-sD(k,18)-sD(k,19)-sD(k,20))/2 !ferde gerincrész hálózati magassága
sD(k,22) = p
sD(k,23) = q
sD(k,24) = hperf

*IF,sD(k,13),LE,sD(k,6)/2,THEN
sD(k,12) = sD(k,2)-sD(k,6)/2 ! b1 = bg1-t/2
sD(k,13) = 0 ! c1 = 0
*MSG,UI
Felső merevítő nélkül!
*ENDIF
*IF,sD(k,15),LE,sD(k,6)/2,THEN
sD(k,14) = sD(k,4)-sD(k,6)/2 ! b2 = bg2-t/2
sD(k,15) = 0 ! c2 = 0
*MSG,UI
Alsó merevítő nélkül!
*ENDIF
*ENDDO

spNr = 11+4*holeNr ! keresztmetszet sarokpontjainak
száma
*VSCFUN,h,MAX,sD(1,20)

*ELSEIF,sectiontype,EQ,27,THEN ! Omega szelvény
sec_db_27 ! keresztmetszet adatbázis (külső fájl!)
*IF,holeNr,LE,0,THEN
*MSG,UI,holeNr
Perforált szelvénynél a perforált sorok száma legalább 1 kell legyen (holeNr>=0) holeNr = %.3G
/EOF
*ENDIF
*DEL,sD
*DIM,sD,ARRAY,kSecNr,16 ! keresztmetszeti adatokat tartalmazó mátrix
hg = sectionData(1,sectionID) ! teljes magasság
bg = sectionData(2,sectionID) ! teljes szélesség
cg = sectionData(3,sectionID) ! alsó öv szélesség
dg = sectionData(4,sectionID) ! alsó gerincrész magasság
t = sectionData(5,sectionID) ! vastagság
alpha = sectionData(6,sectionID) ! felső gerincrész függőlegessel bezárt szög
beta = sectionData(7,sectionID) ! középső öv vízszintessel bezárt szög
gamma = sectionData(8,sectionID) ! alsó gerincrész függőlegessel bezárt szög

```

```

delta = sectiondata(9,sectionID) ! alsó öv vízszintessel bezárt szög
hperf = sectionData(10,sectionID) ! perforáció magassága
dhg = 0 ! gerinc magasság módosító [mm]
dbg = 0 ! felső öv szélesség módosító [mm]
dcg = 0 ! alsó öv szélesség módosító [mm]
ddg = 0 ! alsó merevítő magasság módosító [mm]
dt = 0 ! falvastagság módosító [mm]
dalpha = 0 ! gerinc függőlegessel bezárt szög módosító [°]
(pozitív, ha kifelé)
dbeta = 0 ! alsó öv vízszintessel bezárt szög módosító [°]
(pozitív, ha lefelé)
dgamma = 0 ! also merevítő függőlegessel bezárt szög módosító [°]
(pozitív, ha kifelé)
ddelta = 0 ! alsó öv vízszintessel bezárt szög módosító [°]
(pozitív, ha lefelé)
*DO,k,1,kSecNr
sD(k,1) = hg+dhg*tapF(1,k)
sD(k,2) = bg+dbg*tapF(1,k)
sD(k,3) = cg+dcg*tapF(1,k)
sD(k,4) = dg+ddg*tapF(1,k)
sD(k,5) = t+dt
sD(k,6) = alpha+dalpha
sD(k,7) = beta+dbeta
sD(k,8) = gamma+dgamma
sD(k,9) = delta+ddelta
sD(k,10) = sD(k,1)-sD(k,4) ! g = hg-dg, a felső gerincrész magassága
sD(k,11) = sD(k,1)-sD(k,5) ! h = hg-t
sD(k,12) = sD(k,2)-sD(k,5) ! b = bg-t
sD(k,13) = sD(k,3)-sD(k,5) ! c = cg-t
sD(k,14) = sD(k,4)-sD(k,5)/2 ! d = dg-t/2
sD(k,16) = hperf
*IF,cos(sD(k,6)),EQ,0,OR,cos(sD(k,7)),EQ,0,THEN
*MSG,WARN
Hibas hajlasszog!
/EOF
*ENDIF
*IF,cos(sD(k,8)),EQ,0,THEN
*MSG,WARN
Hibas hajlasszog!
/EOF
*ENDIF
kSecL(2,k) = sD(k,2)+2*sD(k,3) ! keresztmetszet vízszintes befoglaló mérete
kSecL(3,k) = sD(k,1) ! keresztmetszet függőleges befoglaló mérete
*ENDDO
spNr = 11 + holeNr*2 ! keresztmetszet sarokpontjainak száma
*VSCFUN,h,MAX,sD(1,14)

*ELSEIF,sectiontype,EQ,28,THEN ! Merevítő nélküli, három helyen lyukasztott omega
szelvény
sec_db_28 ! keresztmetszet adatbázis (külső fájl!)
*IF,holeNr,LE,0,THEN
*MSG,UI,holeNr
Perforált szelvélynél a perforált sorok száma legalább 1 kell legyen (holeNr>=0) holeNr = %.3G
/EOF
*ENDIF
*DEL,sD
*DIM,sD,ARRAY,kSecNr,16 ! keresztmetszeti adatokat tartalmazó mátrix
hg = sectionData(1,sectionID) ! teljes magasság
bg = sectionData(2,sectionID) ! teljes szélesség
cg = sectionData(3,sectionID) ! alsó öv szélesség
dg = sectionData(4,sectionID) ! alsó gerincrész magasság
t = sectionData(5,sectionID) ! vastagság
alpha = sectionData(6,sectionID) ! felső gerincrész függőlegessel bezárt szög
beta = sectionData(7,sectionID) ! középső öv vízszintessel bezárt szög
gamma = sectionData(8,sectionID) ! also gerincrész függőlegessel bezárt szög
delta = sectiondata(9,sectionID) ! alsó öv vízszintessel bezárt szög
ch = sectiondata(10,sectionID)
hperf = sectionData(11,sectionID) ! perforáció magassága
dhg = 0 ! gerinc magasság módosító [mm]
dbg = 0 ! felső öv szélesség módosító [mm]
dcg = 0 ! alsó öv szélesség módosító [mm]
ddg = 0 ! alsó merevítő magasság módosító [mm]
dt = 0 ! falvastagság módosító [mm]

```

```

    dalpha = 0 ! gerinc függőlegessel bezárt szög módosító [°]
(poizív, ha kifelé)
    dbeta = 0 ! alsó öv vízszintessel bezárt szög módosító [°]
(poizív, ha lefelé)
    dgamma = 0 ! also merevítő függőlegessel bezárt szög módosító [°]
(poizív, ha kifelé)
    ddelta = 0 ! alsó öv vízszintessel bezárt szög módosító [°]
(poizív, ha lefelé)
*DO,k,1,kSecNr
    sD(k,1) = hg+dhg*tapF(1,k)
    sD(k,2) = bg+dbg*tapF(1,k)
    sD(k,3) = cg+dcg*tapF(1,k)
    sD(k,4) = dg+ddg*tapF(1,k)
    sD(k,5) = t+dt
    sD(k,6) = alpha+dalpha
    sD(k,7) = beta+dbeta
    sD(k,8) = gamma+dgamma
    sD(k,9) = delta+ddelta
    sD(k,10) = sD(k,1)-sD(k,4) ! g = hg-dg, a felső gerincrész magassága
    sD(k,11) = sD(k,1)-sD(k,5) ! h = hg-t
    sD(k,12) = sD(k,2)-sD(k,5) ! b = bg-t
    sD(k,13) = sD(k,3)-sD(k,5) ! c = cg-t
    sD(k,14) = sD(k,4)-sD(k,5)/2 ! d = dg-t/2
    sD(k,15) = ch
    sD(k,16) = hperf
*IF,cos(sD(k,6)),EQ,0,OR,cos(sD(k,7)),EQ,0,THEN
    *MSG,WARN
    Hibas hajlasszog!
    /EOF
*ENDIF
*IF,cos(sD(k,8)),EQ,0,THEN
    *MSG,WARN
    Hibas hajlasszog!
    /EOF
*ENDIF
    kSecL(2,k) = sD(k,2)+2*sD(k,3) ! keresztmetszet vízszintes befoglaló mérete
    kSecL(3,k) = sD(k,1) ! keresztmetszet függőleges befoglaló mérete
*ENDDO
    spNr = 15 + holeNr*2 ! keresztmetszet sarokpontjainak száma
*VSCFUN,h,MAX,sD(1,14)

*ENDIF

perfHeight = holeNr*holeHeight+(holeNr-1)*plateHeight ! Alkalmazott perforációmagasság
*IF,perfHeight,GT,hperf,THEN
    *MSG,WARN,hperf
A perforáció megadott magassága meghaladja a szelvény felső korlátját: hperf= %i
    /EOF
*ENDIF

! ##### !
! # KERESZTMETSZETI PONTOK KOORDINÁTÁI, ÖSSZEKÖTENDŐ PONTOK # !
! ##### !

crit03_sec_points ! külső fájl !

#crit03_sec_points

! ##### !
! # Keresztmetszeti pontok koordinátái, összekötendő pontok # !
! ##### !

! ***** !
! * DEBUG * !
! ***** !

*IF,debug,EQ,1,THEN
    *MSG,UI
Keresztmetszeti pontok koordinátái, összekötendő pontok
    /WAIT, 2
*ENDIF

*DEL,sp

```

```

*DIM,sp,ARRAY,7,spNr,kSecNr          ! km-i pont koordinátái, falvastag, mit, mivel,
egyenes?, létrehoz?
*DO,k,1,kSecNr
  *IF,sectionType,EQ,1,THEN          ! I szelvény
    sp(1,1,k) = +sD(k,5)/2*cos(sD(k,8)) , -sD(k,9)/2-sD(k,5)/2*sin(sD(k,8))+sD(k,9)*dy0 , 0
    ,0 ,0 ,0 ,1 !+b2/2*cos(beta) , -h/2-b2/2*sin(beta) , 0
    sp(1,2,k) = 0 , -sD(k,9)/2+sD(k,9)*dy0
    ,sD(k,6) ,2 ,1 ,1 ,1 !0 , -h/2 , tf2
    sp(1,3,k) = -sD(k,5)/2*cos(sD(k,8)) , -sD(k,9)/2-sD(k,5)/2*sin(sD(k,8))+sD(k,9)*dy0
    ,sD(k,6) ,3 ,2 ,2 ,1 !-b2/2*cos(beta) , -h/2-b2/2*sin(beta) , tf2
    sp(1,4,k) = 0 , -sD(k,9)/2+sD(k,9)*dy0 , 0
    ,0 ,0 ,0 ,0 !0 , -h/2 , 0
    sp(1,5,k) = 0 , 0+sD(k,9)*dy0
    ,sD(k,2) ,5 ,2 ,3 ,1 !0 , 0 , tw
    sp(1,6,k) = 0 , +sD(k,9)/2+sD(k,9)*dy0
    ,sD(k,2) ,6 ,5 ,3 ,1 !0 , +h/2 , tw
    sp(1,7,k) = -sD(k,3)/2*cos(sD(k,7)) , +sD(k,9)/2+sD(k,3)/2*sin(sD(k,7))+sD(k,9)*dy0
    ,sD(k,4) ,7 ,6 ,4 ,1 !-b1/2*cos(alpha) , +h/2+b1/2*sin(alpha) , tf1
    sp(1,8,k) = 0 , +sD(k,9)/2+sD(k,9)*dy0 , 0
    ,0 ,0 ,0 ,0 !0 , +h/2 , 0
    sp(1,9,k) = +sD(k,3)/2*cos(sD(k,7)) , +sD(k,9)/2+sD(k,3)/2*sin(sD(k,7))+sD(k,9)*dy0
    ,sD(k,4) ,6 ,9 ,5 ,1 !+b1/2*cos(alpha) , +h/2+b1/2*sin(alpha) , tf1
    *IF,sD(k,7),EQ,0,AND,diaphTypeL,EQ,2.0,THEN ! felső öv egyenes éllel, ha egy síkba esik
      sp(6,9,k) = 4
    *ENDIF
    *IF,sD(k,8),EQ,0,AND,diaphTypeL,EQ,2.0,THEN ! alsó öv egyenes éllel, ha egy síkba esik
      sp(6,3,k) = 1
    *ENDIF
    *IF,sD(k,3)*cos(sD(k,7)),LE,sD(k,2),THEN ! felső öv nélkül
      sp(3,7,k) = 0,0,0,0,0
      sp(3,9,k) = 0,0,0,0,0
    *ENDIF
    *IF,sD(k,5)*cos(sD(k,8)),LE,sD(k,2),THEN ! alsó öv nélkül
      sp(7,1,k) = 0
      sp(3,2,k) = 0,0,0,0
      sp(3,3,k) = 0,0,0,0,0
    *ENDIF
    *ELSEIF,sectionType,EQ,2,THEN ! Kereszt szelvény
      sp(1,1,k) = 0 , -sD(k,1)/2+sD(k,1)*dy0 , 0
      ,0 ,0 ,0 ,1 !0 , -h/2 , tw
      sp(1,2,k) = 0 , 0+sD(k,1)*dy0
      ,sD(k,2) ,2 ,1 ,1 ,1 !0 , 0 , 0
      sp(1,3,k) = -sD(k,3)/2*cos(sD(k,5)) , +sD(k,3)/2*sin(sD(k,5))+sD(k,1)*dy0
      ,sD(k,4) ,3 ,2 ,2 ,1 !-b/2*cos(alpha) , +b/2*sin(alpha) , tf
      sp(1,4,k) = 0 , 0+sD(k,1)*dy0 , 0
      ,0 ,0 ,0 ,0 !0 , 0 , 0
      sp(1,5,k) = 0 , +sD(k,1)/2+sD(k,1)*dy0
      ,sD(k,2) ,5 ,2 ,1 ,1 !0 , +h/2 , tw
      sp(1,6,k) = 0 , 0+sD(k,1)*dy0 , 0
      ,0 ,0 ,0 ,0 !0 , 0 , tf
      sp(1,7,k) = +sD(k,3)/2*cos(sD(k,5)) , +sD(k,3)/2*sin(sD(k,5))+sD(k,1)*dy0
      ,sD(k,4) ,7 ,2 ,3 ,1 !+b/2*cos(alpha) , +b/2*sin(alpha) , 0
      *IF,sD(k,5),EQ,0,AND,diaphTypeL,EQ,2.0,THEN ! öv egyenes éllel, ha egy síkba esik
        sp(6,7,k) = 2
      *ENDIF
      *IF,sD(k,3)*cos(sD(k,5)),LE,sD(k,2),THEN ! öv nélkül
        sp(3,3,k) = 0,0,0,0,0
        sp(3,7,k) = 0,0,0,0,0
      *ENDIF
      *ELSEIF,sectionType,EQ,3,THEN ! C szelvény
        sp(1,1,k) = +sD(k,14) , -sD(k,11)/2+sD(k,15)+sD(k,11)*dy0 , 0
        ,0 ,0 ,0 ,1 !+b2 , -h/2+c2 , 0
        sp(1,2,k) = +sD(k,14) , -sD(k,11)/2+sD(k,11)*dy0
        ,sD(k,6) ,2 ,1 ,1 ,1 !+b2 , -h/2 , t
        sp(1,3,k) = 0 , -sD(k,11)/2+sD(k,11)*dy0
        ,sD(k,6) ,3 ,2 ,2 ,1 !0 , -h/2 , t
        sp(1,4,k) = 0 , 0+sD(k,11)*dy0
        ,sD(k,6) ,4 ,3 ,3 ,1 !0 , 0 , t
        sp(1,5,k) = 0 , +sD(k,11)/2+sD(k,11)*dy0
        ,sD(k,6) ,5 ,4 ,3 ,1 !0 , +h/2 , t
        sp(1,6,k) = +sD(k,12) , +sD(k,11)/2+sD(k,11)*dy0
        ,sD(k,6) ,6 ,5 ,4 ,1 !+b1 , +h/2 , t
        sp(1,7,k) = +sD(k,12) , +sD(k,11)/2-sD(k,13)+sD(k,11)*dy0
        ,sD(k,6) ,7 ,6 ,5 ,1 !+b1 , +h/2-c1 , t

```

```

*IF,sD(k,13),LE,sD(k,6)/2,THEN          ! felső merevítő nélkül
    sp(3,7,k) = 0,0,0,0,0
*ENDIF
*IF,sD(k,15),LE,sD(k,6)/2,THEN          ! alsó merevítő nélkül
    sp(7,1,k) = 0
    sp(3,2,k) = 0,0,0,0
*ENDIF
*ELSEIF,sectionType,EQ,4,THEN           ! Z szelvény
    sp(1,1,k) = +sD(k,14)                , -sD(k,11)/2+sD(k,15)+sD(k,11)*dy0          , 0
,0 ,0 ,0 ,1 !+b2 , -h/2+c2 ,0
    sp(1,2,k) = +sD(k,14)                , -sD(k,11)/2+sD(k,11)*dy0
,sD(k,6) ,2 ,1 ,1 ,1 !+b2 , -h/2 ,t
    sp(1,3,k) = 0                        , -sD(k,11)/2+sD(k,11)*dy0
,sD(k,6) ,3 ,2 ,2 ,1 !0 , -h/2 ,t
    sp(1,4,k) = 0                        , 0+sD(k,11)*dy0
,sD(k,6) ,4 ,3 ,3 ,1 !0 , 0 ,t
    sp(1,5,k) = 0                        , +sD(k,11)/2+sD(k,11)*dy0
,sD(k,6) ,5 ,4 ,3 ,1 !0 , +h/2 ,t
    sp(1,6,k) = -sD(k,12)                , +sD(k,11)/2+sD(k,11)*dy0
,sD(k,6) ,6 ,5 ,4 ,1 !-b1 , +h/2 ,t
    sp(1,7,k) = -sD(k,12)                , +sD(k,11)/2-sD(k,13)+sD(k,11)*dy0
,sD(k,6) ,7 ,6 ,5 ,1 !-b1 , +h/2-c1 ,t
    *IF,sD(k,13),LE,sD(k,6)/2,THEN      ! felső merevítő nélkül
        sp(3,7,k) = 0,0,0,0,0
    *ENDIF
    *IF,sD(k,15),LE,sD(k,6)/2,THEN      ! alsó merevítő nélkül
        sp(7,1,k) = 0
        sp(3,2,k) = 0,0,0,0
    *ENDIF
    *ELSEIF,sectionType,EQ,5,THEN       ! Kalap szelvény
        sp(1,1,k) = +sD(k,10)/2+sD(k,11)  , -sD(k,9)+sD(k,12)+sD(k,9)*dy0          , 0
,0 ,0 ,0 ,1 !+b/2+c , -h+d ,0
        sp(1,2,k) = +sD(k,10)/2+sD(k,11)  , -sD(k,9)+sD(k,9)*dy0
,sD(k,5) ,2 ,1 ,1 ,1 !+b/2+c , -h ,t
        sp(1,3,k) = +sD(k,10)/2           , -sD(k,9)+sD(k,9)*dy0
,sD(k,5) ,3 ,2 ,2 ,1 !+b/2 , -h ,t
        sp(1,4,k) = +sD(k,10)/2           , 0+sD(k,9)*dy0
,sD(k,5) ,4 ,3 ,3 ,1 !+b/2 , 0 ,t
        sp(1,5,k) = 0                     , 0+sD(k,9)*dy0
,sD(k,5) ,5 ,4 ,4 ,1 !0 , 0 ,t
        sp(1,6,k) = -sD(k,10)/2           , 0+sD(k,9)*dy0
,sD(k,5) ,6 ,5 ,4 ,1 !-b/2 , 0 ,t
        sp(1,7,k) = -sD(k,10)/2           , -sD(k,9)+sD(k,9)*dy0
,sD(k,5) ,7 ,6 ,5 ,1 !-b/2 , -h ,t
        sp(1,8,k) = -sD(k,10)/2-sD(k,11)  , -sD(k,9)+sD(k,9)*dy0
,sD(k,5) ,8 ,7 ,6 ,1 !-b/2-c , -h ,t
        sp(1,9,k) = -sD(k,10)/2-sD(k,11)  , -sD(k,9)+sD(k,12)+sD(k,9)*dy0
,sD(k,5) ,9 ,8 ,7 ,1 !-b/2-c , -h+d ,t
    *IF,sD(k,11),LE,sD(k,5)/2,THEN      ! alsó öv és merevítő nélkül
        sp(7,1,k) = 0
        sp(3,2,k) = 0,0,0,0,0
        sp(3,3,k) = 0,0,0,0
        sp(3,8,k) = 0,0,0,0,0
        sp(3,9,k) = 0,0,0,0,0
    *ENDIF
    *IF,sD(k,12),LE,sD(k,5)/2,THEN      ! alsó merevítő nélkül
        sp(7,1,k) = 0
        sp(3,2,k) = 0,0,0,0
        sp(3,9,k) = 0,0,0,0,0
    *ENDIF
*ELSEIF,sectionType,EQ,6,THEN           ! Szigma szelvény
    ! km-i pont koordinátái, falvastag, mit, mivel, egyenes?,
létrehoz?
    sp(1,1,k) = +sD(k,14)-sD(k,22)        , -sD(k,11)/2+sD(k,15)+sD(k,23)+sD(k,11)*dy0          , 0
,0 ,0 ,0 ,1 !+b2-p , -h/2+c2+q ,0
    sp(1,2,k) = +sD(k,14)                , -sD(k,11)/2+sD(k,15)+sD(k,11)*dy0          , sD(k,6)
,2 ,1 ,1 ,1 !+b2 , -h/2+c2 ,0
    sp(1,3,k) = +sD(k,14)                , -sD(k,11)/2+sD(k,11)*dy0
,sD(k,6) ,3 ,2 ,2 ,1 !+b2 , -h/2 ,t
    sp(1,4,k) = 0                        , -sD(k,11)/2+sD(k,11)*dy0          , sD(k,6)
,4 ,3 ,3 ,1 !0 , -h/2 ,t
    sp(1,5,k) = 0                        , -sD(k,20)/2-sD(k,21)+sD(k,11)*dy0          , sD(k,6) ,5 ,4 ,
4 ,1 !0 , -közep/2+ferde,t

```



```

sp(1,6,k) = +sD(k,10) , -sD(k,20)/2+sD(k,11)*dy0 , sD(k,6)
,6 ,5, 5 ,1 !dg , -közep/2 , t
sp(1,7,k) = +sD(k,10) , 0+sD(k,11)*dy0 , sD(k,6) , 7
,6, 6 ,1 !dg , 0 , t
sp(1,8,k) = +sD(k,10) , +sD(k,20)/2+sD(k,11)*dy0
,sD(k,6) ,8 ,7, 6 ,1 !dg , közep/2 , t
sp(1,9,k) = 0 , +sD(k,20)/2+sD(k,21)+sD(k,11)*dy0 , sD(k,6) , 9
,8, 7 ,1 !0 , közep/2+ferde , t
sp(1,10,k) = 0 , +sD(k,11)/2+sD(k,11)*dy0
,sD(k,6) ,10 ,9, 8 ,1 !0 , h/2 , t
sp(1,11,k) = +sD(k,12) , +sD(k,11)/2+sD(k,11)*dy0
,sD(k,6) ,11 ,10, 9 ,1 !bg , h/2 , t
sp(1,12,k) = +sD(k,12) , +sD(k,11)/2-sD(k,13)+sD(k,11)*dy0 , sD(k,6)
,12 ,11, 10 ,1 !bg , h/2-c1 , t
sp(1,13,k) = +sD(k,12)-sD(k,22) , +sD(k,11)/2-sD(k,13)-sD(k,23)+sD(k,11)*dy0 , sD(k,6)
,13 ,12, 11 ,1 !bg-p , h/2-c1-q , t
*IF,sD(k,13),LE,sD(k,6)/2,THEN ! felső merevítő nélkül
sp(3,12,k) = 0,0,0,0,0
sp(3,13,k) = 0,0,0,0,0
*ENDIF
*IF,sD(k,15),LE,sD(k,6)/2,THEN ! alsó merevítő nélkül
sp(7,1,k) = 0
sp(3,2,k) = 0,0,0,0,0
sp(3,3,k) = 0,0,0,0,0
*ENDIF
*IF,sD(k,22),EQ,0,AND,sD(k,23),EQ,0,THEN ! sima szigma szelvény
sp(7,1,k) = 0
sp(3,2,k) = 0,0,0,0,0
sp(3,13,k) = 0,0,0,0,0
*ENDIF
*IF,sD(k,9),EQ,0,THEN ! középső gerincrész nélkül
sp(3,7,k) = 0,0,0,0,0
sp(3,8,k) = 0,0,0,0,0
sp(5,9,k) = 6
*ENDIF
*ELSEIF,sectionType,EQ,7,THEN ! Omega szelvény
! km-i pont koordinátái, falvastag,
mit, mivel, egyenes?, létrehoz?
sp(1,1,k) = -sD(k,12)/2+sD(k,13)-sD(k,15) , -sD(k,11)+sD(k,11)*dy0 , 0
,0 ,0 ,0 ,1 !-b/2 , -h , 0
sp(1,2,k) = -sD(k,12)/2+sD(k,13) , -sD(k,11)+sD(k,11)*dy0
,sD(k,5) ,2 ,1 ,1 ,1 !-b/2+c , -h , t
sp(1,3,k) = -sD(k,12)/2+sD(k,13) , -sD(k,10)+sD(k,11)*dy0
,sD(k,5) ,3 ,2 ,2 ,1 !-b/2+c , -g , t
sp(1,4,k) = -sD(k,12)/2 , -sD(k,10)+sD(k,11)*dy0
,sD(k,5) ,4 ,3 ,3 ,1 !-b/2 , -g , t
sp(1,5,k) = -sD(k,12)/2 , 0+sD(k,11)*dy0
,sD(k,5) ,5 ,4 ,4 ,1 !-b/2 , 0 , t
sp(1,6,k) = 0 , 0+sD(k,11)*dy0
,sD(k,5) ,6 ,5 ,5 ,1 !0 , 0 , t
sp(1,7,k) = +sD(k,12)/2 , 0+sD(k,11)*dy0
,sD(k,5) ,7 ,6 ,5 ,1 !+b/2 , 0 , t
sp(1,8,k) = +sD(k,12)/2 , -sD(k,10)+sD(k,11)*dy0
,sD(k,5) ,8 ,7 ,6 ,1 !+b/2 , -g , t
sp(1,9,k) = sD(k,12)/2-sD(k,13) , -sD(k,10)+sD(k,11)*dy0
,sD(k,5) ,9 ,8 ,7 ,1 !+b/2-c , -g , t
sp(1,10,k) = sD(k,12)/2-sD(k,13) , -sD(k,11)+sD(k,11)*dy0
,sD(k,5) ,10 ,9 ,8 ,1 !+b/2-c , -h , t
sp(1,11,k) = +sD(k,12)/2-sD(k,13)+sD(k,15) , -sD(k,11)+sD(k,11)*dy0
,sD(k,5) ,11 ,10 ,9 ,1 !+b/2 , -h , t
*IF,sD(k,15),LE,sD(k,5)/2,THEN ! merevítő nélkül
sp(3,11,k) = 0,0,0,0,0

sp(7,1,k) = 0
sp(3,2,k) = 0,0,0,0,0
*ENDIF
*ELSEIF,sectionType,EQ,9,THEN ! Lemez
sp(1,1,k) = 0 , -sD(k,1)/2 , 0
,0 ,0 ,0 ,1 !+b/2*cos(beta) , -h/2-b/2*sin(beta) , 0
sp(1,2,k) = 0 , +-sD(k,1)/2 , sD(k,2)
),2 ,1 ,1 ,1 !0 , -h/2 , tf2
*ELSEIF,sectionType,EQ,11,THEN ! Négyzet zártszelvény
sp(1,1,k) = +sD(k,7)/2 , -sD(k,6)/2+sD(k,6)*dy0 , 0
,0 ,0 ,0 ,0

```

```

      sp(1,2,k)      = 0 , -sD(k,6)/2+sD(k,6)*dy0
,sD(k,5) ,2 ,9 ,1 ,1
      sp(1,3,k)     = -sD(k,7)/2 , -sD(k,6)/2+sD(k,6)*dy0
,sD(k,5) ,3 ,2 ,1 ,1
      sp(1,4,k)     = -sD(k,7)/2 , 0+sD(k,6)*dy0
,sD(k,2) ,4 ,3 ,2 ,1
      sp(1,5,k)     = -sD(k,7)/2 , +sD(k,6)/2+sD(k,6)*dy0
,sD(k,2) ,5 ,4 ,2 ,1
      sp(1,6,k)     = 0 , +sD(k,6)/2+sD(k,6)*dy0
,sD(k,4) ,6 ,5 ,3 ,1
      sp(1,7,k)     = +sD(k,7)/2 , +sD(k,6)/2+sD(k,6)*dy0
,sD(k,4) ,7 ,6 ,3 ,1
      sp(1,8,k)     = +sD(k,7)/2 , 0+sD(k,6)*dy0
,sD(k,2) ,8 ,7 ,4 ,1
      sp(1,9,k)     = +sD(k,7)/2 , -sD(k,6)/2+sD(k,6)*dy0
,sD(k,2) ,9 ,8 ,4 ,1
*ELSEIF,sectionType,EQ,12,THEN ! Négyszög zártszelvény övű I szelvény
      sp(1,1,k)     = 0 , -sD(k,13)/2+sD(k,13)*dy0 , 0
,0 ,0 ,0 ,0
      sp(1,2,k)     = +sD(k,10)/2 , -sD(k,13)/2+sD(k,13)*dy0
,sD(k,12) ,2 ,7 ,1 ,1
      sp(1,3,k)     = +sD(k,10)/2 , -sD(k,13)/2-sD(k,15)+sD(k,13)*dy0
,sD(k,6) ,3 ,2 ,2 ,1
      sp(1,4,k)     = 0 , -sD(k,13)/2-sD(k,15)+sD(k,13)*dy0
,sD(k,11) ,4 ,3 ,3 ,1
      sp(1,5,k)     = -sD(k,10)/2 , -sD(k,13)/2-sD(k,15)+sD(k,13)*dy0
,sD(k,11) ,5 ,4 ,3 ,1
      sp(1,6,k)     = -sD(k,10)/2 , -sD(k,13)/2+sD(k,13)*dy0
,sD(k,6) ,6 ,5 ,4 ,1
      sp(1,7,k)     = 0 , -sD(k,13)/2+sD(k,13)*dy0
,sD(k,12) ,7 ,6 ,5 ,1
      sp(1,8,k)     = 0 , 0+sD(k,13)*dy0
,sD(k,2) ,8 ,7 ,6 ,1
      sp(1,9,k)     = 0 , +sD(k,13)/2+sD(k,13)*dy0
,sD(k,2) ,9 ,8 ,6 ,1
      sp(1,10,k)    = -sD(k,7)/2 , +sD(k,13)/2+sD(k,13)*dy0
,sD(k,9) ,10 ,9 ,7 ,1
      sp(1,11,k)    = -sD(k,7)/2 , +sD(k,13)/2+sD(k,14)+sD(k,13)*dy0
,sD(k,4) ,11 ,10 ,8 ,1
      sp(1,12,k)    = 0 , +sD(k,13)/2+sD(k,14)+sD(k,13)*dy0
,sD(k,8) ,12 ,11 ,9 ,1
      sp(1,13,k)    = +sD(k,7)/2 , +sD(k,13)/2+sD(k,14)+sD(k,13)*dy0
,sD(k,8) ,13 ,12 ,9 ,1
      sp(1,14,k)    = +sD(k,7)/2 , +sD(k,13)/2+sD(k,13)*dy0
,sD(k,4) ,14 ,13 ,10 ,1
      sp(1,15,k)    = 0 , +sD(k,13)/2+sD(k,13)*dy0
,sD(k,9) ,9 ,14 ,11 ,0
*IF,diaphTypeL,EQ,2.0,THEN ! egyenes élek elágazás esetén is
      sp(6,7,k)     = 1
      sp(6,15,k)    = 7
*ENDIF
*IF,sD(k,3),LE,sD(k,8)+sD(k,9),OR,sD(k,7),LE,2*sD(k,4),THEN ! felső öv nélkül
      sp(3,10,k)    = 0,0,0,0,0
      sp(3,11,k)    = 0,0,0,0,0
      sp(3,12,k)    = 0,0,0,0,0
      sp(3,13,k)    = 0,0,0,0,0
      sp(3,14,k)    = 0,0,0,0,0
      sp(3,15,k)    = 0,0,0,0,0
*ENDIF
*IF,sD(k,5),LE,sD(k,11)+sD(k,12),OR,sD(k,10),LE,2*sD(k,6),THEN ! alsó öv nélkül
      sp(3,2,k)     = 0,0,0,0,0
      sp(3,3,k)     = 0,0,0,0,0
      sp(3,4,k)     = 0,0,0,0,0
      sp(3,5,k)     = 0,0,0,0,0
      sp(3,6,k)     = 0,0,0,0,0
      sp(3,7,k)     = 0,0,0,0,0
*ENDIF
*ELSEIF,sectionType,EQ,21,THEN ! PERFORÁLT I szelvény
      sp(1,1,k)     = +sD(k,5)/2*cos(sD(k,8)) , -sD(k,9)/2-sD(k,5)/2*sin(sD(k,8))+sD(k,9)*dy0 , 0
,0 ,0 ,0 ,1 !+b2/2*cos(beta) , -h/2-b2/2*sin(beta) , 0
      sp(1,2,k)     = 0 , -sD(k,9)/2 , sD(k,6) ,2 ,1 ,1
,1 !0 , -h/2 , tf2
      sp(1,3,k)     = -sD(k,5)/2*cos(sD(k,8)) , -sD(k,9)/2-sD(k,5)/2*sin(sD(k,8))+sD(k,9)*dy0
,sD(k,6) ,3 ,2 ,2 ,1 !-b2/2*cos(beta) , -h/2-b2/2*sin(beta) , tf2

```

```

      sp(1,4,k) = 0 , -sD(k,9)/2+sD(k,9)*dy0 , 0
,0 ,0 ,0 ,0 !0 , -h/2 , 0
! sp(1,5,k) = 0 , -sD(k,9)/2+sD(k,9)*dy0+(sD(k,9)-sD(k,10))/2
,sD(k,2) , 5 , 2 , 3 , 1 !0 , 0 , t
*DO,secp,1,NINT(holeNr/2)
temp=-sD(k,9)/2+(sD(k,9)-perfHeight)/2
*IF,secp,NE,1,THEN
sp(1,secp*2+3,k) = 0 , temp+(secp-1)*holeHeight+(secp-1)*plateHeight,
sD(k,2) , secp*2+3,secp*2+2,3,1 !0 , 0 , t
*ELSE
sp(1,secp*2+3,k) = 0 , temp+(secp-1)*holeHeight+(secp-1)*plateHeight,
sD(k,2) , secp*2+3,2,3,1 !0 , 0 , t
*ENDIF
temp=-sD(k,9)/2+(sD(k,9)-perfHeight)/2
sp(1,secp*2+4,k) = 0 , temp+(secp-0)*holeHeight+(secp-1)*plateHeight,
sD(k,2) , secp*2+4,secp*2+3,3,1 !0 , 0 , t
*ENDDO

sp(1,holeNr+5,k) = 0 , 0 , sD(k,2)
,holeNr+5,holeNr+4,3 , 1 !0 , 0 , tw

*IF,NINT(holeNr/2),NE,holeNr/2,THEN
sp(1,holeNr+6,k) = 0 , 0+holeHeight/2
,sD(k,2) , holeNr+6,holeNr+5,3 , 1 !0 , 0 , tw
*ENDIF
*IF,holeNr,GT,1,THEN
*DO,secp,NINT(holeNr/2)+1,holeNr
temp=-sD(k,9)/2+(sD(k,9)-perfHeight)/2
sp(1,secp*2+4,k) = 0 , temp+(secp-1)*holeHeight+(secp-1)*plateHeight,
sD(k,2) , secp*2+4,secp*2+3,3,1 !0 , 0 , t
sp(1,secp*2+5,k) = 0 , temp+(secp-0)*holeHeight+(secp-1)*plateHeight,
sD(k,2) , secp*2+5,secp*2+4,3,1
*ENDDO
*ENDIF

sp(1,6+holeNr*2,k) = 0 , +sD(k,9)/2+sD(k,9)*dy0
,sD(k,2) , 6+holeNr*2 , 5+holeNr*2 , 3 , 1 !0 , +h/2 , tw
sp(1,7+holeNr*2,k) = -sD(k,3)/2*cos(sD(k,7)) , +sD(k,9)/2+sD(k,3)/2*sin(sD(k,7))+sD(k,9)*dy0
,sD(k,4) , 7+holeNr*2 , 6+holeNr*2 , 4 , 1 !-b1/2*cos(alpha) , +h/2+b1/2*sin(alpha) , tf1
sp(1,8+holeNr*2,k) = 0 , +sD(k,9)/2+sD(k,9)*dy0
,0 , 0 , 0 , 0 , 0 !0 , +h/2 , 0
sp(1,9+holeNr*2,k) = +sD(k,3)/2*cos(sD(k,7)) , +sD(k,9)/2+sD(k,3)/2*sin(sD(k,7))+sD(k,9)*dy0
,sD(k,4) , 6+holeNr*2 , 9+holeNr*2 , 5 , 1 !+b1/2*cos(alpha) , +h/2+b1/2*sin(alpha) , tf1
*IF,sD(k,7),EQ,0,AND,diaphTypeL,EQ,2.0,THEN ! felső öv egyenes éllel, ha egy síkba esik
sp(6,9,k) = 4
*ENDIF
*IF,sD(k,8),EQ,0,AND,diaphTypeL,EQ,2.0,THEN ! alsó öv egyenes éllel, ha egy síkba esik
sp(6,3,k) = 1
*ENDIF
*IF,sD(k,3)*cos(sD(k,7)),LE,sD(k,2),THEN ! felső öv nélkül
sp(3,7,k) = 0,0,0,0,0
sp(3,9,k) = 0,0,0,0,0
*ENDIF
*IF,sD(k,5)*cos(sD(k,8)),LE,sD(k,2),THEN ! alsó öv nélkül
sp(7,1,k) = 0
sp(3,2,k) = 0,0,0,0
sp(3,3,k) = 0,0,0,0,0
*ENDIF
*IF,k,EQ,kSecNr,THEN
*IF,NINT(holeNr/2-0.5),NE,(holeNr/2),THEN
holeNr = (holeNr+1)/2
holeStart = 4 ! Lyukasztás helye a keresztmetszeten
holeStart2 = 4+(holeNr*2-1)
*ELSE
holeNr = holeNr/2
holeStart = 4 ! Lyukasztás helye a keresztmetszeten
holeStart2 = 4+(holeNr*2+1)
*ENDIF
*ENDIF
*ELSEIF,sectionType,EQ,23,THEN ! PERFORÁLT C szelvény

! km-i pont koordinátái, falvastag, mit, mivel, egyenes?,
létrehoz?
```

```

      sp(1,1,k) = +sD(k,14) , -sD(k,11)/2+sD(k,15)+sD(k,11)*dy0
,0 ,0 ,0 ,0 ,1 !+b2 , -h/2+c2 ,0
      sp(1,2,k) = +sD(k,14) , -sD(k,11)/2+sD(k,11)*dy0
,sD(k,6) ,2 ,1 ,1 ,1 !+b2 , -h/2 ,t
      sp(1,3,k) = 0 , -sD(k,11)/2+sD(k,11)*dy0
,sD(k,6) ,3 ,2 ,2 ,1 !0 , -h/2 ,t

      *DO,secp,1,NINT(holeNr/2)
      temp=-sD(k,11)/2+(sD(k,11)-perfHeight)/2
      sp(1,secp*2+2,k) = 0 ,temp+(secp-1)*holeHeight+(secp-1)*plateHeight,
sD(k,6) ,secp*2+2,secp*2+1,3,1 !0 ,0 ,t
      temp=-sD(k,11)/2+(sD(k,11)-perfHeight)/2
      sp(1,secp*2+3,k) = 0 ,temp+(secp-0)*holeHeight+(secp-1)*plateHeight,
sD(k,6) ,secp*2+3,secp*2+2,3,1 !0 ,0 ,t
      *ENDDO

      sp(1,holeNr+4,k) = 0 ,0 ,sD(k,6)
,holeNr+4,holeNr+3,3 ,1 !0 ,0 ,tw

      *IF,NINT(holeNr/2),NE,holeNr/2,THEN
      sp(1,holeNr+5,k) = 0 ,0+holeHeight/2
,sD(k,6) ,holeNr+5,holeNr+4,3 ,1 !0 ,0 ,tw
      *ENDIF
      *IF,holeNr,GT,1,THEN
      *DO,secp,NINT(holeNr/2)+1,holeNr
      temp=-sD(k,11)/2+(sD(k,11)-perfHeight)/2
      sp(1,secp*2+3,k) = 0 ,temp+(secp-1)*holeHeight+(secp-1)*plateHeight,
sD(k,6) ,secp*2+3,secp*2+2,3,1 !0 ,0 ,t
      sp(1,secp*2+4,k) = 0 ,temp+(secp-0)*holeHeight+(secp-1)*plateHeight,
sD(k,6) ,secp*2+4,secp*2+3,3,1
      *ENDDO
      *ENDIF

      sp(1,5+holeNr*2,k) = 0 ,+sD(k,11)/2+sD(k,11)*dy0
,sD(k,6) ,5+holeNr*2 ,4+holeNr*2 ,3 ,1 !0 ,+h/2 ,t
      sp(1,6+holeNr*2,k) = +sD(k,12) ,+sD(k,11)/2+sD(k,11)*dy0
,sD(k,6) ,6+holeNr*2 ,5+holeNr*2 ,4 ,1 !+b1 ,+h/2 ,t
      sp(1,7+holeNr*2,k) = +sD(k,12) ,+sD(k,11)/2-sD(k,13)+sD(k,11)*dy0
,sD(k,6) ,7+holeNr*2 ,6+holeNr*2 ,5 ,1 !+b1 ,+h/2-c1 ,t
      *IF,sD(k,13),LE,sD(k,6)/2,THEN ! felső merevítő nélkül
      sp(3,7+holeNr*2,k) = 0,0,0,0,0
      *ENDIF
      *IF,sD(k,15),LE,sD(k,6)/2,THEN ! alsó merevítő nélkül
      sp(7,1,k) = 0
      sp(3,2,k) = 0,0,0,0
      *ENDIF

      *IF,k,EQ,kSecNr,THEN
      *IF,NINT(holeNr/2-0.5),NE,(holeNr/2),THEN
      holeNr = (holeNr+1)/2
      holeStart = 4 ! Lyukasztás helye a keresztmetszeten
      holeStart2 = 4+(holeNr*2-1)
      *ELSE
      holeNr = holeNr/2
      holeStart = 4 ! Lyukasztás helye a keresztmetszeten
      holeStart2 = 4+(holeNr*2+1)
      *ENDIF
      *ENDIF
      *ELSEIF,sectionType,EQ,24,THEN ! Perforált Z szelvény
      sp(1,1,k) = +sD(k,14) , -sD(k,11)/2+sD(k,15)+sD(k,11)*dy0 ,0
,0 ,0 ,0 ,1 !+b2 , -h/2+c2 ,0
      sp(1,2,k) = +sD(k,14) , -sD(k,11)/2+sD(k,11)*dy0
,sD(k,6) ,2 ,1 ,1 ,1 !+b2 , -h/2 ,t
      sp(1,3,k) = 0 , -sD(k,11)/2+sD(k,11)*dy0
,sD(k,6) ,3 ,2 ,2 ,1 !0 , -h/2 ,t

      *DO,secp,1,NINT(holeNr/2)
      temp=-sD(k,11)/2+(sD(k,11)-perfHeight)/2
      sp(1,secp*2+2,k) = 0 ,temp+(secp-1)*holeHeight+(secp-1)*plateHeight,
sD(k,6) ,secp*2+2,secp*2+1,3,1 !0 ,0 ,t
      temp=-sD(k,11)/2+(sD(k,11)-perfHeight)/2
      sp(1,secp*2+3,k) = 0 ,temp+(secp-0)*holeHeight+(secp-1)*plateHeight,
sD(k,6) ,secp*2+3,secp*2+2,3,1 !0 ,0 ,t
      *ENDDO

```

```

sp(1,holeNr+4,k) = 0 ,0 ,SD(k,6)
,holeNr+4,holeNr+3,3 ,1 !0 ,0 ,tw

*IF,NINT(holeNr/2),NE,holeNr/2,THEN
sp(1,holeNr+5,k) = 0 ,0+holeHeight/2
,SD(k,6) ,holeNr+5,holeNr+4,3 ,1 !0 ,0 ,tw
*ENDIF
*IF,holeNr,GT,1,THEN
*DO,secp,NINT(holeNr/2)+1,holeNr
temp=-SD(k,11)/2 +(SD(k,11)-perfHeight)/2
sp(1,secp*2+3,k) = 0 ,temp+(secp-1)*holeHeight+(secp-1)*plateHeight,
SD(k,6) ,secp*2+3,secp*2+2,3,1 !0 ,0 ,t
sp(1,secp*2+4,k) = 0 ,temp+(secp-0)*holeHeight+(secp-1)*plateHeight,
SD(k,6) ,secp*2+4,secp*2+3,3,1
*ENDDO
*ENDIF

sp(1,5+holeNr*2,k) = 0 ,+SD(k,11)/2+SD(k,11)*dy0
,SD(k,6) ,5+holeNr*2 ,4+holeNr*2 ,3 ,1 !0 ,+h/2 ,t
sp(1,6+holeNr*2,k) = -SD(k,12) ,+SD(k,11)/2+SD(k,11)*dy0
,SD(k,6) ,6+holeNr*2 ,5+holeNr*2 ,4 ,1 !-b1 ,+h/2 ,t
sp(1,7+holeNr*2,k) = -SD(k,12) ,+SD(k,11)/2-SD(k,13)+SD(k,11)*dy0
,SD(k,6) ,7+holeNr*2 ,6+holeNr*2 ,5 ,1 !-b1 ,+h/2-c1 ,t
*IF,SD(k,13),LE,SD(k,6)/2,THEN ! felső merevítő nélkül
sp(3,7,k) = 0,0,0,0,0
*ENDIF
*IF,SD(k,15),LE,SD(k,6)/2,THEN ! alsó merevítő nélkül
sp(7,1,k) = 0
sp(3,2,k) = 0,0,0,0
*ENDIF
*IF,k,EQ,kSecNr,THEN
*IF,NINT(holeNr/2-0.5),NE,(holeNr/2),THEN
holeNr = (holeNr+1)/2
holeStart = 4 ! Lyukasztás helye a keresztmetszeten
holeStart2 = 4+(holeNr*2-1)
*ELSE
holeNr = holeNr/2
holeStart = 4 ! Lyukasztás helye a keresztmetszeten
holeStart2 = 4+(holeNr*2+1)
*ENDIF
*ENDIF
*ELSEIF,sectionType,EQ,26,THEN ! PERFORÁLT közepén merevített C szelvény
! km-i pont koordinátái, falvastag, mit, mivel, egyenes?,
létrehoz?
sp(1,1,k) = +SD(k,14)-SD(k,22) ,-SD(k,11)/2+SD(k,15)+SD(k,23)+SD(k,11)*dy0 ,0
,0 ,0 ,0 ,1 !+b2-p ,-h/2+c2+q ,0
sp(1,2,k) = +SD(k,14) ,-SD(k,11)/2+SD(k,15)+SD(k,11)*dy0 ,SD(k,6)
,2 ,1 ,1 ,1 !+b2 ,-h/2+c2 ,0
sp(1,3,k) = +SD(k,14) ,-SD(k,11)/2+SD(k,11)*dy0
,SD(k,6) ,3 ,2 ,2 ,1 !+b2 ,-h/2 ,t
sp(1,4,k) = 0 ,-SD(k,11)/2+SD(k,11)*dy0 ,SD(k,6)
,4 ,3 ,3 ,1 !0 ,-h/2 ,t

*DO,secp,1,NINT(holeNr)
temp=-SD(k,11)/2 +(SD(k,18)-perfHeight)/2
sp(1,secp*2+3,k) = 0 ,temp+(secp-1)*holeHeight+(secp-1)*plateHeight,
SD(k,6) ,secp*2+3,secp*2+2,3,1 !0 ,0 ,t
sp(1,secp*2+4,k) = 0 ,temp+(secp-0)*holeHeight+(secp-1)*plateHeight,
SD(k,6) ,secp*2+4,secp*2+3,3,1 !0 ,0 ,t
*ENDDO

sp(1,5+2*holeNr,k) = 0 ,-SD(k,20)/2-SD(k,21)+SD(k,11)*dy0
,SD(k,6) ,5+2*holeNr ,4+2*holeNr, 4 ,1 !0 ,-közep/2+ferde,t
sp(1,6+2*holeNr,k) = +SD(k,10) ,0+SD(k,11)*dy0
,SD(k,6) ,6+2*holeNr ,5+2*holeNr, 5 ,1 !dg ,0 ,t
sp(1,7+2*holeNr,k) = 0 ,+SD(k,20)/2+SD(k,21)+SD(k,11)*dy0
,SD(k,6) ,7+2*holeNr ,6+2*holeNr, 6 ,1 !0 ,közep/2+ferde ,t

*DO,secp,1,NINT(holeNr)
temp=+SD(k,20)/2+SD(k,21) +(SD(k,19)-perfHeight)/2
sp(1,secp*2+2*holeNr+6,k) = 0 ,temp+(secp-1)*holeHeight+(secp-1)*plateHeight,
SD(k,6) ,secp*2+2*holeNr+6,secp*2+2*holeNr+5,7,1 !0 ,0 ,t

```

```

      sp(1,secp*2+2*holeNr+7,k) = 0 ,temp+(secp-0)*holeHeight+(secp-1)*plateHeight,
sD(k,6),secp*2+2*holeNr+7,secp*2+2*holeNr+6,7,1 !0 ,0 ,t
*ENDDO

      sp(1,8+4*holeNr,k) = 0 ,+sD(k,11)/2+sD(k,11)*dy0
,sD(k,6),8+4*holeNr,7+4*holeNr,7,1 !0 ,h/2 ,t
      sp(1,9+4*holeNr,k) = +sD(k,12) ,+sD(k,11)/2+sD(k,11)*dy0
,sD(k,6),9+4*holeNr,8+4*holeNr,8,1 !bg ,h/2 ,t
      sp(1,10+4*holeNr,k) = +sD(k,12) ,+sD(k,11)/2-sD(k,13)+sD(k,11)*dy0
,sD(k,6),10+4*holeNr,9+4*holeNr,9,1 !bg ,h/2-c1 ,t
      sp(1,11+4*holeNr,k) = +sD(k,12)-sD(k,22) ,+sD(k,11)/2-sD(k,13)-sD(k,23)+sD(k,11)*dy0
,sD(k,6),11+4*holeNr,10+4*holeNr,10,1 !bg-p ,h/2-c1-q ,t
*IF,sD(k,13),LE,sD(k,6)/2,THEN ! felső merevítő nélkül
      sp(3,10+4*holeNr,k) = 0,0,0,0,0
      sp(3,11+4*holeNr,k) = 0,0,0,0,0
*ENDIF
*IF,sD(k,15),LE,sD(k,6)/2,THEN ! alsó merevítő nélkül
      sp(7,1,k) = 0
      sp(3,2,k) = 0,0,0,0,0
      sp(3,3,k) = 0,0,0,0,0
*ENDIF
*IF,sD(k,22),EQ,0,AND,sD(k,23),EQ,0,THEN ! plusz merevítő nélkül szelvény
      sp(7,1,k) = 0
      sp(3,2,k) = 0,0,0,0,0
      sp(3,11+4*holeNr,k) = 0,0,0,0,0
*ENDIF

      holeStart = 4 ! Lyukasztás helye a keresztmetszeten
      holeStart2 = 8+2*holeNr-1

*ELSEIF,sectionType,EQ,27,THEN ! PERFORÁLT Omega szelvény
      ! km-i pont koordinátái, falvastag,
mit, mivel, egyenes?, létrehoz?
      sp(1,1,k) = -sD(k,12)/2 , -sD(k,11)+sD(k,11)*dy0 ,0
,0 ,0 ,0 ,1 !-b/2 , -h ,0
      sp(1,2,k) = -sD(k,12)/2+sD(k,13) , -sD(k,11)+sD(k,11)*dy0
,sD(k,5),2,1,1,1 !-b/2+c , -h ,t
      sp(1,3,k) = -sD(k,12)/2+sD(k,13) , -sD(k,10)+sD(k,11)*dy0
,sD(k,5),3,2,2,1 !-b/2+c , -g ,t
      sp(1,4,k) = -sD(k,12)/2 , -sD(k,10)+sD(k,11)*dy0
,sD(k,5),4,3,3,1 !-b/2 , -g ,t
      sp(1,5,k) = -sD(k,12)/2 ,0+sD(k,11)*dy0
,sD(k,5),5,4,4,1 !-b/2 ,0 ,t

*DO,secp,1,NINT(holeNr/2)
      temp=-sD(k,12)/2 +(sD(k,12)-perfHeight)/2
      sp(1,secp*2+4,k) = temp+(secp-1)*holeHeight+(secp-1)*plateHeight,0 ,
sD(k,5),secp*2+4,secp*2+3,5,1 !0 ,0 ,t
      sp(1,secp*2+5,k) = temp+(secp-0)*holeHeight+(secp-1)*plateHeight,0 ,
sD(k,5),secp*2+5,secp*2+4,5,1 !0 ,0 ,t

*ENDDO

      sp(1,holeNr+6,k) = 0 ,0 ,sD(k,5)
,holeNr+6,holeNr+5,5,1 !0 ,0 ,tw

*IF,NINT(holeNr/2),NE,holeNr/2,THEN
      sp(1,holeNr+7,k) =0+holeHeight/2 ,0 ,sD(k,5)
,holeNr+7,holeNr+6,5,1 !0 ,0 ,tw
*ENDIF
*IF,holeNr,GT,1,THEN
*DO,secp,NINT(holeNr/2)+1,holeNr
      temp=-sD(k,12)/2 +(sD(k,12)-perfHeight)/2
      sp(1,secp*2+5,k) = temp+(secp-1)*holeHeight+(secp-1)*plateHeight,0 ,
sD(k,5),secp*2+5,secp*2+4,5,1 !0 ,0 ,t
      sp(1,secp*2+6,k) = temp+(secp-0)*holeHeight+(secp-1)*plateHeight,0 ,
sD(k,5),secp*2+6,secp*2+5,5,1
*ENDDO
*ENDIF

      sp(1,7+holeNr*2,k) = +sD(k,12)/2 ,0+sD(k,11)*dy0
,sD(k,5),7+holeNr*2,6+holeNr*2,5,1 !+b/2 ,0 ,t
      sp(1,8+holeNr*2,k) = +sD(k,12)/2 , -sD(k,10)+sD(k,11)*dy0
,sD(k,5),8+holeNr*2,7+holeNr*2,6,1 !+b/2 , -g ,t

```

```

sp(1,9+holeNr*2,k) = sD(k,12)/2-sD(k,13) , -sD(k,10)+sD(k,11)*dy0
,sD(k,5) ,9+holeNr*2 ,8+holeNr*2 ,7 ,1 !+b/2-c ,-g ,t
sp(1,10+holeNr*2,k) = sD(k,12)/2-sD(k,13) , -sD(k,11)+sD(k,11)*dy0
,sD(k,5) ,10+holeNr*2 ,9+holeNr*2 ,8 ,1 !+b/2-c ,-h ,t
sp(1,11+holeNr*2,k) = +sD(k,12)/2 , -sD(k,11)+sD(k,11)*dy0
,sD(k,5) ,11+holeNr*2 ,10+holeNr*2 ,9 ,1 !+b/2 ,-h ,t

*IF,k,EQ,kSecNr,THEN
*IF,NINT(holeNr/2-0.5),NE,(holeNr/2),THEN
holeNr = (holeNr+1)/2
holeStart = 6 ! Lyukasztás helye a keresztmetszeten
holeStart2 = 6+(holeNr*2-1)
*ELSE
holeNr = holeNr/2
holeStart = 6 ! Lyukasztás helye a keresztmetszeten
holeStart2 = 6+(holeNr*2+1)
*ENDIF
*ENDIF
*ELSEIF,sectionType,EQ,28,THEN ! PERFORÁLT Omega szelvény
! km-i pont koordinátái, falvastag,
mit, mivel, egyenes?, létrehoz?
sp(1,1,k) = -sD(k,12)/2+sD(k,13)-sD(k,15) , -sD(k,11)+sD(k,11)*dy0 , 0
,0 ,0 ,0 ,1 !-b/2 ,-h ,0
sp(1,2,k) = -sD(k,12)/2+sD(k,13) , -sD(k,11)+sD(k,11)*dy0
,sD(k,5) ,2 ,1 ,1 ,1 !-b/2+c ,-h ,t
sp(1,3,k) = -sD(k,12)/2+sD(k,13) , -sD(k,11)+sD(k,11)*dy0+(sD(k,14)-sD(k,16)/3)/2
,sD(k,5) ,3 ,2 ,2 ,1 !-b/2+c ,-h ,t
sp(1,4,k) = -sD(k,12)/2+sD(k,13) , -sD(k,11)+sD(k,11)*dy0+(sD(k,14)-
sD(k,16)/3)/2+sD(k,16)/3 ,sD(k,5) ,4 ,3 ,2 ,1 !-b/2+c ,-h ,t
sp(1,5,k) = -sD(k,12)/2+sD(k,13) , -sD(k,10)+sD(k,11)*dy0
,sD(k,5) ,5 ,4 ,2 ,1 !-b/2+c ,-g ,t
sp(1,6,k) = -sD(k,12)/2 , -sD(k,10)+sD(k,11)*dy0
,sD(k,5) ,6 ,5 ,3 ,1 !-b/2 ,-g ,t
sp(1,7,k) = -sD(k,12)/2 , 0+sD(k,11)*dy0
,sD(k,5) ,7 ,6 ,4 ,1 !-b/2 ,0 ,t

*DO,secp,1,NINT(holeNr/2)
temp=-sD(k,12)/2 +(sD(k,12)-perfHeight)/2
sp(1,secp*2+6,k) = temp+(secp-1)*holeHeight+(secp-1)*plateHeight,0
,sD(k,5) ,secp*2+6,secp*2+5,5,1 !0 ,0 ,t
sp(1,secp*2+7,k) = temp+(secp-0)*holeHeight+(secp-1)*plateHeight,0
,sD(k,5) ,secp*2+7,secp*2+6,5,1 !0 ,0 ,t

*ENDDO

sp(1,holeNr+8,k) = 0 ,0 ,sD(k,5)
,holeNr+8,holeNr+7,5 ,1 !0 ,0 ,tw

*IF,NINT(holeNr/2),NE,holeNr/2,THEN
sp(1,holeNr+9,k) =0+holeHeight/2 ,0 ,sD(k,5)
,holeNr+9,holeNr+8,5 ,1 !0 ,0 ,tw
*ENDIF
*IF,holeNr,GT,1,THEN
*DO,secp,NINT(holeNr/2)+1,holeNr
temp=-sD(k,12)/2 +(sD(k,12)-perfHeight)/2
sp(1,secp*2+7,k) = temp+(secp-1)*holeHeight+(secp-1)*plateHeight,0
,sD(k,5) ,secp*2+7,secp*2+6,5,1 !0 ,0 ,t
sp(1,secp*2+8,k) = temp+(secp-0)*holeHeight+(secp-1)*plateHeight,0
,sD(k,5) ,secp*2+8,secp*2+7,5,1
*ENDDO
*ENDIF

sp(1,9+holeNr*2,k) = +sD(k,12)/2 ,0+sD(k,11)*dy0
,sD(k,5) ,9+holeNr*2 ,8+holeNr*2 ,5 ,1 !+b/2 ,0 ,t
sp(1,10+holeNr*2,k) = +sD(k,12)/2 , -sD(k,10)+sD(k,11)*dy0
,sD(k,5) ,10+holeNr*2 ,9+holeNr*2 ,6 ,1 !+b/2 ,-g ,t
sp(1,11+holeNr*2,k) = sD(k,12)/2-sD(k,13) , -sD(k,10)+sD(k,11)*dy0
,sD(k,5) ,11+holeNr*2 ,10+holeNr*2 ,7 ,1 !+b/2-c ,-g ,t
sp(1,12+holeNr*2,k) = sD(k,12)/2-sD(k,13) , -sD(k,11)+sD(k,11)*dy0+(sD(k,14)-
sD(k,16)/3)/2+sD(k,16)/3 ,sD(k,5) ,12+holeNr*2 ,11+holeNr*2 ,8 ,1 !+b/2-c ,-h ,t
sp(1,13+holeNr*2,k) = sD(k,12)/2-sD(k,13) , -sD(k,11)+sD(k,11)*dy0+(sD(k,14)-
sD(k,16)/3)/2 ,sD(k,5) ,13+holeNr*2 ,12+holeNr*2 ,8 ,1 !+b/2-c ,-h ,t
sp(1,14+holeNr*2,k) = sD(k,12)/2-sD(k,13) , -sD(k,11)+sD(k,11)*dy0 ,sD(k,5) ,14+holeNr*2
,13+holeNr*2 ,8 ,1 !+b/2-c ,-h ,t

```

```

      sp(1,15+holeNr*2,k) = +sD(k,12)/2-sD(k,13)+sD(k,15) , -sD(k,11)+sD(k,11)*dy0
,sD(k,5) ,15+holeNr*2 ,14+holeNr*2 ,9 ,1 !+b/2 , -h ,t
*IF,sD(k,15),LE,sD(k,5)/2,THEN ! merevítő nélkül
      sp(3,15+holeNr*2,k) = 0,0,0,0,0
      sp(7,1,k) = 0
      sp(3,2,k) = 0,0,0,0
*ENDIF
*IF,k,EQ,kSecNr,THEN
*IF,NINT(holeNr/2-0.5),NE,(holeNr/2),THEN
      holeNr = (holeNr+1)/2
      holeStart = 8 ! Lyukasztás helye a keresztmetszeten
      holeStart2 = 8+(holeNr*2-1)
*IF,sD(k,15),LE,sD(k,5)/2,THEN ! merevítő nélkül
      holeStart = holeStart -1
      holeStart2 = holeStart2 -1
*ENDIF
*ELSE
      holeNr = holeNr/2
      holeStart = 8 ! Lyukasztás helye a keresztmetszeten
      holeStart2 = 8+(holeNr*2+1)
*IF,sD(k,15),LE,sD(k,5)/2,THEN ! merevítő nélkül
      holeStart = holeStart -1
      holeStart2 = holeStart2 -1
*ENDIF
*ENDIF
*ENDIF

```

```
*ENDIF
```

```
*ENDDO
```

```

! ##### !
! # KERESZTMETSZETI JELLEMZŐK SZÁMÍTÁSA # !
! ##### !

```

```
crit04_sec_prop ! külső fájl !
```

```
#crit04_sec_prop
```

```

! ##### !
! # Keresztmetszeti jellemzők számítása # !
! ##### !

```

```

! ***** !
! *          DEBUG          * !
! ***** !

```

```
*IF,debug,EQ,1,THEN
```

```
*MSG,UI
```

```
Keresztmetszeti jellemzők számítása
```

```
/WAIT, 2
```

```
*ENDIF
```

```
*DEL,lsp
```

```
*DIM,lsp,ARRAY,1,spNr,kSecNr ! keresztmetszeti részek hossza
```

```
*DEL,Asp
```

```
*DIM,Asp,ARRAY,1,spNr,kSecNr ! keresztmetszeti részek területe
```

```
*DEL,As
```

```
*DIM,As,ARRAY,1,kSecNr ! keresztmetszet területe
```

```
*DO,k,1,kSecNr
```

```
*DO,i,2,spNr
```

```
dx = sp(1,i,k)-sp(1,i-1,k) ! szomszédos pontok közötti x távolság
```

```
dy = sp(2,i,k)-sp(2,i-1,k) ! szomszédos pontok közötti y távolság
```

```
lsp(1,i,k) = SQRT(dx**2+dy**2)
```

```
Asp(1,i,k) = lsp(1,i,k)*sp(3,i,k)
```

```
As(1,k) = As(1,k)+Asp(1,i,k)
```

```
*ENDDO
```

```
*ENDDO
```

```
*DEL,Sx0
```

```
*DIM,Sx0,ARRAY,1,kSecNr ! statikai nyomaték x tengelyre
```

```
*DEL,Sy0
```

```
*DIM,Sy0,ARRAY,1,kSecNr ! statikai nyomaték y tengelyre
```



```

*DO, k, 1, kSecNr
  *DO, i, 2, spNr
    Sx0(1, k) = Sx0(1, k) + (sp(2, i, k) + sp(2, i-1, k)) * Asp(1, i, k) / 2
    Sy0(1, k) = Sy0(1, k) + (sp(1, i, k) + sp(1, i-1, k)) * Asp(1, i, k) / 2
  *ENDDO
*ENDDO

*DEL, xg
*DIM, xg, ARRAY, 1, kSecNr           ! súlypont x koordinátája
*DEL, yg
*DIM, yg, ARRAY, 1, kSecNr           ! súlypont y koordinátája

*DO, k, 1, kSecNr
  xg(1, k) = Sy0(1, k) / As(1, k)
  yg(1, k) = Sx0(1, k) / As(1, k)
*ENDDO

*DEL, Ix0
*DIM, Ix0, ARRAY, 1, kSecNr           ! inercia az x tengelyre
*DEL, Iy0
*DIM, Iy0, ARRAY, 1, kSecNr           ! inercia az y tengelyre
*DEL, Ixy0
*DIM, Ixy0, ARRAY, 1, kSecNr          ! centrifugális nyomaték az xy tengelyekre

*DO, k, 1, kSecNr
  *DO, i, 2, spNr
    Ix0(1, k) = Ix0(1, k) + (sp(2, i, k)**2 + sp(2, i-1, k)**2 + sp(2, i, k) * sp(2, i-1, k)) * Asp(1, i, k) / 3
    Iy0(1, k) = Iy0(1, k) + (sp(1, i, k)**2 + sp(1, i-1, k)**2 + sp(1, i, k) * sp(1, i-1, k)) * Asp(1, i, k) / 3
    Ixy0(1, k) = Ixy0(1, k) + (2 * sp(1, i, k) * sp(2, i, k) + 2 * sp(1, i-1, k) * sp(2, i-1, k) + sp(1, i-1, k) * sp(2, i, k) + sp(1, i, k) * sp(2, i-1, k)) * Asp(1, i, k) / 6
  *ENDDO
*ENDDO

*DEL, Ix
*DIM, Ix, ARRAY, 1, kSecNr           ! inercia a súlyponti x tengelyre
*DEL, Iy
*DIM, Iy, ARRAY, 1, kSecNr           ! inercia a súlyponti y tengelyre
*DEL, Ixy
*DIM, Ixy, ARRAY, 1, kSecNr          ! centrifugális nyomaték a súlyponti xy
tengelyekre

*DO, k, 1, kSecNr
  Ix(1, k) = Ix0(1, k) - As(1, k) * yg(1, k)**2
  Iy(1, k) = Iy0(1, k) - As(1, k) * xg(1, k)**2
  Ixy(1, k) = Ixy0(1, k) - Sx0(1, k) * Sy0(1, k) / As(1, k)
*ENDDO

*DEL, phi
*DIM, phi, ARRAY, 1, kSecNr           ! főtengety iránya

*DO, k, 1, kSecNr
  *IF, Ix(1, k), NE, Iy(1, k), THEN
    phi(1, k) = 1/2 * ATAN(2 * Ixy(1, k) / (Iy(1, k) - Ix(1, k)))
  *ELSE
    phi(1, k) = 0
  *ENDIF
*ENDDO

*DEL, Ikszi
*DIM, Ikszi, ARRAY, 1, kSecNr         ! inercia az 1. főtengetyre
*DEL, Ieta
*DIM, Ieta, ARRAY, 1, kSecNr          ! inercia a 2. főtengetyre

*DO, k, 1, kSecNr
  Ikszi(1, k) = (Ix(1, k) + Iy(1, k) + SQRT((Iy(1, k) - Ix(1, k))**2 + 4 * Ixy(1, k)**2)) / 2
  Ieta(1, k) = (Ix(1, k) + Iy(1, k) - SQRT((Iy(1, k) - Ix(1, k))**2 + 4 * Ixy(1, k)**2)) / 2
*ENDDO

*DEL, om
*DIM, om, ARRAY, 1, spNr, kSecNr      ! omega segédmenyiség
*DEL, om0
*DIM, om0, ARRAY, 1, kSecNr          ! omega0 segédmenyiség

```

```

*DO, k, 1, kSecNr
  *DO, i, 2, spNr
    om0(1, k) = sp(1, i-1, k) * sp(2, i, k) - sp(1, i, k) * sp(2, i-1, k)
    om(1, i, k) = om(1, i-1, k) + om0(1, k)
  *ENDDO
*ENDDO

*DEL, Iom
*DIM, Iom, ARRAY, 1, kSecNr                                ! Iomega0 segédmenyiség

*DO, k, 1, kSecNr
  *DO, i, 2, spNr
    Iom(1, k) = Iom(1, k) + (om(1, i-1, k) + om(1, i, k)) * Asp(1, i, k) / 2
  *ENDDO
*ENDDO

*DEL, Ixom0
*DIM, Ixom0, ARRAY, 1, kSecNr                                ! Ixomega0 segédmenyiség
*DEL, Iyom0
*DIM, Iyom0, ARRAY, 1, kSecNr                                ! Iyomega0 segédmenyiség
*DEL, Iomom0
*DIM, Iomom0, ARRAY, 1, kSecNr                                ! Iomegaomega0 segédmenyiség

*DO, k, 1, kSecNr
  *DO, i, 2, spNr
    Ixom0(1, k) = Ixom0(1, k) + (2 * sp(1, i-1, k) * om(1, i-1, k) + 2 * sp(1, i, k) * om(1, i, k) + sp(1, i-1, k) * om(1, i, k) + sp(1, i, k) * om(1, i-1, k)) * Asp(1, i, k) / 6
    Iyom0(1, k) = Iyom0(1, k) + (2 * sp(2, i-1, k) * om(1, i-1, k) + 2 * sp(2, i, k) * om(1, i, k) + sp(2, i-1, k) * om(1, i, k) + sp(2, i, k) * om(1, i-1, k)) * Asp(1, i, k) / 6
    Iomom0(1, k) = Iomom0(1, k) + (om(1, i, k) ** 2 + om(1, i-1, k) ** 2 + om(1, i, k) * om(1, i-1, k)) * Asp(1, i, k) / 3
  *ENDDO
*ENDDO

*DEL, Ixom
*DIM, Ixom, ARRAY, 1, kSecNr                                ! Ixomega segédmenyiség
*DEL, Iyom
*DIM, Iyom, ARRAY, 1, kSecNr                                ! Iyomega segédmenyiség
*DEL, Iomom
*DIM, Iomom, ARRAY, 1, kSecNr                                ! Iomegaomega segédmenyiség

*DO, k, 1, kSecNr
  Ixom(1, k) = Ixom0(1, k) - Sy0(1, k) * Iom(1, k) / As(1, k)
  Iyom(1, k) = Iyom0(1, k) - Sx0(1, k) * Iom(1, k) / As(1, k)
  Iomom(1, k) = Iomom0(1, k) - Iom(1, k) * Iom(1, k) / As(1, k)
*ENDDO

*DEL, xs
*DIM, xs, ARRAY, 1, kSecNr                                ! nyírási középpont x koordinátája
*DEL, ys
*DIM, ys, ARRAY, 1, kSecNr                                ! nyírási középpont y koordinátája

*DO, k, 1, kSecNr
  *IF, Ix(1, k) * Iy(1, k) - Ixom(1, k) * Iyom(1, k) ** 2, THEN
    xs(1, k) = (Iyom(1, k) * Iy(1, k) - Ixom(1, k) * Ixy(1, k)) / (Ix(1, k) * Iy(1, k) - Ixy(1, k) ** 2)
    ys(1, k) = (-Ixom(1, k) * Ix(1, k) + Iyom(1, k) * Ixy(1, k)) / (Ix(1, k) * Iy(1, k) - Ixy(1, k) ** 2)
  *ELSE
    xs(1, k) = 0
    ys(1, k) = 0
  *ENDIF
*ENDDO

*DEL, Iw
*DIM, Iw, ARRAY, 1, kSecNr                                ! torzulási modulus, vagy gátolt csavarási
inercia

*DO, k, 1, kSecNr
  Iw(1, k) = Iomom(1, k) + ys(1, k) * Ixom(1, k) - xs(1, k) * Iyom(1, k)
*ENDDO

*DEL, It
*DIM, It, ARRAY, 1, kSecNr                                ! csavarási inercia

*DO, k, 1, kSecNr
  *DO, i, 2, spNr

```

```

      It(1,k) = It(1,k)+Asp(1,i,k)*sp(3,i,k)**2/3
*ENDDO
*ENDDO

*DEL,dxs
*DIM,dxs,ARRAY,1,kSecNr           ! nyírási középpont x távolsága a súlyponttól
*DEL,dys
*DIM,dys,ARRAY,1,kSecNr           ! nyírási középpont y távolsága a súlyponttól

*DO,k,1,kSecNr
  dxs(1,k) = xs(1,k)-xg(1,k)
  dys(1,k) = ys(1,k)-yg(1,k)
*ENDDO

! ##### !
! #           VÉGESELEMEK ÉS ANYAGMODELLEK           # !
! ##### !

crit05_finite_element             ! külső fájl !

#crit05_finite_element
! ##### !
! #           VÉGESELEMEK ÉS ANYAGMODELLEK           # !
! ##### !

! ***** !
! *           DEBUG           * !
! ***** !

*IF,debug,EQ,1,THEN
  *MSG,UI
Végeselemek és anyagmodellek
  /WAIT, 2
*ENDIF

*IF,eType,EQ,63,THEN             ! elemtípus definiálása gerendához
  ET,1,SHELL63
*ELSEIF,eType,EQ,181,THEN
  ET,1,SHELL181
  KEYOPT,1,3,2
*ELSEIF,eType,EQ,281,THEN
  ET,1,SHELL281
*ELSE
  *MSG,UI
Rossz végeelem-sorszám!
  /EOF
*ENDIF
ALLSEL,ALL

*DO,i,2,spNr                     ! falvastagság definiálása
  *IF,sp(3,i,1),NE,0,THEN
    R,i,sp(3,i,1),sp(3,i,1),sp(3,i,1),sp(3,i,1),,,
  *ENDIF
*ENDDO

MPTEMP,,,,,,,,                 ! acél anyagjellemzőinek definiálása
MPTEMP,1,0

*IF,matType,EQ,1,THEN           ! nû = 0.3, G = E/2/(1+PR) (normál acél)
  PR = 0.3                       ! Poisson tényező
  G = E/2/(1+PR)                 ! anyag nyírási rugalmassági modulusa
*ELSEIF,matType,EQ,2,THEN
  PR = 0.0                       ! Poisson tényező
  G = E/2/(1+0.3)               ! anyag nyírási rugalmassági modulusa
*ELSEIF,matType,EQ,3,THEN
  PR = 0.0                       ! Poisson tényező
  G = E/2/(1+PR)               ! anyag nyírási rugalmassági modulusa
*ENDIF

MPDATA,EX,1,,E
MPDATA,EY,1,,E
MPDATA,EZ,1,,E
MPDATA,PRXY,1,,PR
MPDATA,PRXZ,1,,PR

```

```

MPDATA, PRYZ, 1, , PR
MPDATA, GXY, 1, , G
MPDATA, GXZ, 1, , G
MPDATA, GYZ, 1, , G

rMass = 2*spNr+1
ET, 2, MASS21
R, rMass, 0
! MASS21 elemhez tartozó realconstant száma
! elemtípus definiálása támaszokhoz és diafragmákhoz

ET, 4, BEAM44
KEYOPT, 4, 8, 1100
! elemtípus definiálása teherátadáshoz
! hosszirányú eltolódás (lokális Z) és keresztirányú
! elcsavarodás (lokális X körül) feloldva

MPDATA, EX, 4, , E*1000
MPDATA, PRXY, 4, , PR
! teherátadáshoz használt elem anyagminősége

sectionType, 4, BEAM, RECT, , 0
SECOFFSET, CENT
SECDATA, 10, 10, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0
! teherátadó rúdelem keresztmetszete

ET, 6, SHELL28
KEYOPT, 6, 1, 0
! elemtípus definiálása nyírás kiszűréséhez

*DO, i, 2, spNr
  *IF, sp(3, i, 1), NE, 0, THEN
    R, spNr+i, sp(3, i, 1), , ,
  *ENDIF
*ENDDO
! falvastagság definiálása

MPDATA, EX, 6, , E
MPDATA, GXY, 6, , G*dGSP
! nyírásra dolgozó elem anyagminősége

! ##### !
! # VÉGESELEMEK ÉS ANYAGMODELLEK # !
! ##### !

crit06_geometry
! külső fájl !

#crit06_geometry

! ##### !
! # GERENDA GLOBÁLIS GEOMETRIÁJÁNAK LÉTREHOZÁSA # !
! ##### !

! ***** !
! * DEBUG * !
! ***** !

*IF, debug, EQ, 1, THEN
  *MSG, UI
Gerenda globális geometriájának létrehozása
  /WAIT, 2
*ENDIF

! ***** !
! * Pontok létrehozása * !
! ***** !

*DO, k, 1, kSecNr
  *DO, i, 1, spNr
    *IF, sp(7, i, k), EQ, 1, THEN
      K, i+k*100, sp(1, i, k), sp(2, i, k), kSecL(1, k)
    *ENDIF
  *ENDDO
*ENDDO

! ***** !
! * Felületek létrehozása * !
! ***** !

*DO, k, 1, kSecNr-1
  *DO, i, 2, spNr
    *IF, sp(4, i, k), NE, 0, THEN
      A, sp(4, i, 1)+k*100, sp(5, i, 1)+k*100, sp(5, i, 1)+(k+1)*100, sp(4, i, 1)+(k+1)*100
    *ENDIF
  *ENDDO
*ENDDO

```

```

*ENDIF
*ENDDO
*ENDDO

*IF,HoleShear,EQ,0,THEN
crit900_holes ! külső fájl !
*ENDIF

! ##### !
! # VÉGESELEMHÁLÓ GENERÁLÁSA # !
! ##### !

crit07_meshing ! külső fájl !

#crit07_meshing

! ##### !
! # VÉGESELEMHÁLÓ GENERÁLÁSA # !
! ##### !

! ***** !
! * DEBUG * !
! ***** !

*IF,debug,EQ,1,THEN
*MSG,UI
Hálózás
/WAIT, 2
*ENDIF

! ***** !
! * Elemméret módosító tényező * !
! ***** !

*IF,sectionType,LE,20,and,sectionType,NE,6,THEN
*DEL,lspAv
*DIM,lspAv,ARRAY,kSecNr-1,spNr-1 ! keresztmetszeti részek átlagos hossza
*DO,k,1,kSecNr-1
*DO,i,1,spNr-1
lspAv(k,i) = (lsp(1,i+1,k)+lsp(1,i+1,k+1))/2
*ENDDO
*ENDDO
*DEL,lspMax
*DIM,lspMax,ARRAY,1,spNr-1 ! leghosszabb keresztmetszeti részek
*DO,i,1,spNr-1
*VSCFUN,lspMax(1,i),MAX,lspAv(1,i)
*ENDDO
*DEL,dlsp
*DIM,dlsp,ARRAY,spNr-1,kSecNr-1 ! keresztmetszeti részek relatív hossza
*DO,k,1,kSecNr-1
*DO,i,1,spNr-1
*IF,lspMax(1,i),NE,0,THEN
dlsp(i,k) = lspAv(k,i)/lspMax(1,i)
*ELSE
dlsp(i,k) = 999
*ENDIF
*ENDDO
*ENDDO
*DEL,dLE
*DIM,dLE,ARRAY,1,kSecNr-1 ! elemméret módosító tényező négyzete
*DO,k,1,kSecNr-1
*VSCFUN,dLE(1,k),MIN,dlsp(2,k)
*ENDDO
*ENDIF

! ***** !
! * Paraméterek definiálása * !
! ***** !

*DO,i,2,spNr
*IF,sp(3,i,1),NE,0,THEN
LSEL,NONE
*DO,k,1,kSecNr
KSEL,ALL

```

```

        KSEL,S,KP,,sp(4,i,1)+k*100
        KSEL,A,KP,,sp(5,i,1)+k*100
        LSLK,A,1                                ! keresztirányú vonalak kiválasztása
*ENDDO
ASLL,S,0                                       ! vonalakat tartalmazó felületek kiválasztása
AATT,1,i,1,0
*ENDIF
*ENDDO

ALLSEL,ALL
*IF,forcedSize,EQ,0,THEN
  *IF,sectionType,LE,20,and,sectionType,NE,6,THEN
    *DEL,meshSteps
    *DIM,meshSteps,ARRAY,10,2                 ! hálósűrítés lépései
    elemNr = 2                                ! elemek száma a gerincen
    *DO,q,1,10
      LE = h/elemNr                            ! elemméret
    *DO,k,1,kSecNr-1
      ASEL,S,LOC,Z,kSecL(1,k)-0.01,kSecL(1,k+1)+0.01
      AESIZE,ALL,LE*SQRT(dLE(1,k))
    *ENDDO
    ALLSEL,ALL
    MSHAPE,0,2D
    MSHKEY,1
    AMESH,ALL                                  ! végeelem hálózat generálása
    ALLSEL,ALL
    *GET,nodeNrReal,NODE,0,NUM,MAXD           ! csomópontok száma összesen
    meshSteps(q,1) = elemNr
    meshSteps(q,2) = nodeNrReal
    *IF,nodeNrReal,GE,nodeNrMin,THEN
      *EXIT
    *ELSE
      elemNr = elemNr*SQRT(nodeNrMin/nodeNrReal)
      *IF,NINT(elemNr),LT,elemNr,THEN
        elemNr = NINT(elemNr)+1
      *ELSE
        elemNr = NINT(elemNr)
      *ENDIF
    *ACLEAR,ALL
  *ENDIF
*ENDDO
*ELSE

*ENDIF
*ELSE
  LESIZE = sizemod
  *MSG,UI,LESIZE
  Az elemméret kényszerítve van az alábbi értéken: %f
  /WAIT,1
*ENDIF

        AESIZE,ALL,LESIZE
        ALLSEL,ALL
        MSHAPE,0,2D
        MSHKEY,1
        AMESH,ALL                              ! végeelem hálózat generálása
        ALLSEL,ALL

! ***** !
! * Nyírásra dolgozó elemek definiálása * !
! ***** !

*IF,shearPanel,EQ,1,THEN                       ! shear panel elhelyezése
  *DO,i,2,spNr
    *IF,sp(3,i,1),NE,0,THEN
      LSEL,NONE
    *DO,k,1,kSecNr
      KSEL,ALL
      KSEL,S,KP,,sp(4,i,1)+k*100
      KSEL,A,KP,,sp(5,i,1)+k*100
      LSLK,A,1
    *ENDDO
    ASLL,S,0
    ESLA,S

```

```

REAL, spNr+i
MAT, 6
TYPE, 6
ESURF
*ENDIF
*ENDDO
*ENDIF
ALLSEL, ALL

*IF, HoleShear, EQ, 1, THEN
crit900_holes ! külső fájl !
*ENDIF

! ***** !
! * Tulajdonságok hossz mentén * !
! ***** !

*GET, kNrMin, KP, 0, NUM, MIND ! legkisebb sorszámú keypoint
LSEL, NONE
*DO, k, 2, kSecNr
KSEL, ALL
KSEL, S, KP, , kNrMin+(k-2)*100
KSEL, A, KP, , kNrMin+(k-1)*100
LSLK, A, 1 ! keresztirányú vonalak kiválasztása
*ENDDO
NSLL, S, 1
*GET, nSecNr, NODE, 0, COUNT ! nodeok száma hosszirányban
*DEL, nSecL
*DIM, nSecL, ARRAY, 3, nSecNr ! keresztmetszetek hosszmenti koordinátája
*DO, n, 1, nSecNr
*GET, nLz, NODE, 0, MNLOC, Z
nSecL(1, n) = nLz
nSecL(2, n) = diaphTypeT ! "teljes" diafragma típusa a keresztmetszetben
nSecL(3, n) = diaphTypeL ! "lokális" diafragma típusa a keresztmetszetben
NSEL, U, LOC, Z, nLz-0.01, nLz+0.01
*IF, fNr, NE, 0, THEN
*DO, v, 1, fNr
*IF, nLz, EQ, L/(fNr+1)*v, THEN
nSecL(2, n) = 0 ! teher helyén nem kell diafragma
nSecL(3, n) = 0 ! teher helyén nem kell diafragma
*ENDIF
*ENDDO
*ENDIF
*ENDDO
*IF, suppTypeA, NE, 0, THEN
nSecL(2, 1) = 0 ! "teljes" diafragma nem kell a kezdő keresztmetszbe
*ENDIF

ALLSEL, ALL

! ##### !
! # TÁMASZOK LÉTREHOZÁSA # !
! ##### !

crit08_support ! külső fájl !

#crit08_support

! ##### !
! # TÁMASZOK LÉTREHOZÁSA # !
! ##### !

! ***** !
! *          DEBUG          * !
! ***** !

*IF, debug, EQ, 1, THEN
*MSG, UI
TÁMASZOK LÉTREHOZÁSA
/WAIT, 2
*ENDIF

! ***** !
! * Támasz kialakítása z=0 keresztmetszetben * !

```

! \*\*\*\*\* !

ALLSEL, ALL

\*GET, nodeNrMesh, NODE, 0, NUM, MAXD

! csomópontok száma összesen hálógenerálás után

suppNodeNrA = nodeNrMesh+1

! z=0 keresztmetszetben támasz-csomópont száma

\*IF, suppTypeA, EQ, 1.0, THEN

N, suppNodeNrA, xg(1,1), yg(1,1), 0

NSEL, S, LOC, Z, 0-0.01, 0+0.01

CERIG, suppNodeNrA, ALL, UX, UY, ROTZ

TYPE, 2

REAL, rMass

E, suppNodeNrA

ALLSEL, ALL

D, suppNodeNrA, UX

D, suppNodeNrA, UY

D, suppNodeNrA, ROTZ

\*ELSEIF, suppTypeA, EQ, 2.0, THEN

N, suppNodeNrA, xg(1,1), yg(1,1), 0

NSEL, S, LOC, Z, 0-0.01, 0+0.01

CERIG, suppNodeNrA, ALL, ALL

TYPE, 2

REAL, rMass

E, suppNodeNrA

ALLSEL, ALL

D, suppNodeNrA, UX

D, suppNodeNrA, UY

D, suppNodeNrA, ROTZ

\*ELSEIF, suppTypeA, EQ, 3.1, THEN

N, suppNodeNrA, xg(1,1), yg(1,1), 0

NSEL, S, LOC, Z, 0-0.01, 0+0.01

CERIG, suppNodeNrA, ALL, ALL

TYPE, 2

REAL, rMass

E, suppNodeNrA

ALLSEL, ALL

D, suppNodeNrA, UX

D, suppNodeNrA, UY

D, suppNodeNrA, ROTX

D, suppNodeNrA, ROTZ

\*ELSEIF, suppTypeA, EQ, 3.2, THEN

N, suppNodeNrA, xg(1,1), yg(1,1), 0

NSEL, S, LOC, Z, 0-0.01, 0+0.01

CERIG, suppNodeNrA, ALL, ALL

TYPE, 2

REAL, rMass

E, suppNodeNrA

ALLSEL, ALL

D, suppNodeNrA, UX

D, suppNodeNrA, UY

D, suppNodeNrA, ROTY

D, suppNodeNrA, ROTZ

\*ELSEIF, suppTypeA, EQ, 4.0, THEN

N, suppNodeNrA, xg(1,1), yg(1,1), 0

NSEL, S, LOC, Z, 0-0.01, 0+0.01

CERIG, suppNodeNrA, ALL, ALL

TYPE, 2

REAL, rMass

E, suppNodeNrA

ALLSEL, ALL

D, suppNodeNrA, ROTX

D, suppNodeNrA, ROTY

D, suppNodeNrA, ROTZ

\*ELSEIF, suppTypeA, EQ, 4.1, THEN

N, suppNodeNrA, xg(1,1), yg(1,1), 0

NSEL, S, LOC, Z, 0-0.01, 0+0.01

CERIG, suppNodeNrA, ALL, ALL

TYPE, 2

REAL, rMass

E, suppNodeNrA

ALLSEL, ALL

D, suppNodeNrA, UX

D, suppNodeNrA, ROTX

D, suppNodeNrA, ROTY



```

D, suppNodeNrA, ROTZ
*ELSEIF, suppTypeA, EQ, 4.2, THEN
N, suppNodeNrA, xg(1,1), yg(1,1), 0
NSEL, S, LOC, Z, 0-0.01, 0+0.01
CERIG, suppNodeNrA, ALL, ALL
TYPE, 2
REAL, rMass
E, suppNodeNrA
ALLSEL, ALL
D, suppNodeNrA, UY
D, suppNodeNrA, ROTX
D, suppNodeNrA, ROTY
D, suppNodeNrA, ROTZ
*ELSEIF, suppTypeA, EQ, 5.0, THEN
N, suppNodeNrA, xg(1,1), yg(1,1), 0
NSEL, S, LOC, Z, 0-0.01, 0+0.01
CERIG, suppNodeNrA, ALL, ALL
TYPE, 2
REAL, rMass
E, suppNodeNrA
ALLSEL, ALL
D, suppNodeNrA, UX
D, suppNodeNrA, UY
D, suppNodeNrA, ROTX
D, suppNodeNrA, ROTY
D, suppNodeNrA, ROTZ
*ENDIF
ALLSEL, ALL

! ***** !
! * Tamasz kialakitasa z=L keresztmetszetben * !
! ***** !

suppNodeNrB = suppNodeNrA+1           ! z=L keresztmetszetben tamasz-csomopont szama

*IF, suppTypeB, EQ, 1.0, THEN
N, suppNodeNrB, xg(1, kSecNr), yg(1, kSecNr), L
NSEL, S, LOC, Z, L-0.01, L+0.01
CERIG, suppNodeNrB, ALL, UX, UY, ROTZ
TYPE, 2
REAL, rMass
E, suppNodeNrB
ALLSEL, ALL
D, suppNodeNrB, UX
D, suppNodeNrB, UY
D, suppNodeNrB, ROTZ
*ELSEIF, suppTypeB, EQ, 2.0, THEN
N, suppNodeNrB, xg(1, kSecNr), yg(1, kSecNr), L
NSEL, S, LOC, Z, L-0.01, L+0.01
CERIG, suppNodeNrB, ALL, ALL
TYPE, 2
REAL, rMass
E, suppNodeNrB
ALLSEL, ALL
D, suppNodeNrB, UX
D, suppNodeNrB, UY
D, suppNodeNrB, ROTZ
*ELSEIF, suppTypeB, EQ, 3.1, THEN
N, suppNodeNrB, xg(1, kSecNr), yg(1, kSecNr), L
NSEL, S, LOC, Z, L-0.01, L+0.01
CERIG, suppNodeNrB, ALL, ALL
TYPE, 2
REAL, rMass
E, suppNodeNrB
ALLSEL, ALL
D, suppNodeNrB, UX
D, suppNodeNrB, UY
D, suppNodeNrB, ROTX
D, suppNodeNrB, ROTZ
*ELSEIF, suppTypeB, EQ, 3.2, THEN
N, suppNodeNrB, xg(1, kSecNr), yg(1, kSecNr), L
NSEL, S, LOC, Z, L-0.01, L+0.01
CERIG, suppNodeNrB, ALL, ALL
TYPE, 2

```

```

REAL, rMass
E, suppNodeNrB
ALLSEL, ALL
D, suppNodeNrB, UX
D, suppNodeNrB, UY
D, suppNodeNrB, ROTY
D, suppNodeNrB, ROTZ
*ELSEIF, suppTypeB, EQ, 4.0, THEN
N, suppNodeNrB, xg(1, kSecNr), yg(1, kSecNr), L
NSEL, S, LOC, Z, L-0.01, L+0.01
CERIG, suppNodeNrB, ALL, ALL
TYPE, 2
REAL, rMass
E, suppNodeNrB
ALLSEL, ALL
D, suppNodeNrB, ROTX
D, suppNodeNrB, ROTY
D, suppNodeNrB, ROTZ
*ELSEIF, suppTypeB, EQ, 4.1, THEN
N, suppNodeNrB, xg(1, kSecNr), yg(1, kSecNr), L
NSEL, S, LOC, Z, L-0.01, L+0.01
CERIG, suppNodeNrB, ALL, ALL
TYPE, 2
REAL, rMass
E, suppNodeNrB
ALLSEL, ALL
D, suppNodeNrB, UX
D, suppNodeNrB, ROTX
D, suppNodeNrB, ROTY
D, suppNodeNrB, ROTZ
*ELSEIF, suppTypeB, EQ, 4.2, THEN
N, suppNodeNrB, xg(1, kSecNr), yg(1, kSecNr), L
NSEL, S, LOC, Z, L-0.01, L+0.01
CERIG, suppNodeNrB, ALL, ALL
TYPE, 2
REAL, rMass
E, suppNodeNrB
ALLSEL, ALL
D, suppNodeNrB, UY
D, suppNodeNrB, ROTX
D, suppNodeNrB, ROTY
D, suppNodeNrB, ROTZ
*ELSEIF, suppTypeB, EQ, 5.0, THEN
N, suppNodeNrB, xg(1, kSecNr), yg(1, kSecNr), L
NSEL, S, LOC, Z, L-0.01, L+0.01
CERIG, suppNodeNrB, ALL, ALL
TYPE, 2
REAL, rMass
E, suppNodeNrB
ALLSEL, ALL
D, suppNodeNrB, UX
D, suppNodeNrB, UY
D, suppNodeNrB, ROTX
D, suppNodeNrB, ROTY
D, suppNodeNrB, ROTZ
*ENDIF
ALLSEL, ALL

```

```

! ***** !
! * Hosszirányú támasz z=0 keresztmetszetben * !
! ***** !

```

```

NSEL, S, LOC, Z, 0-0.01, 0+0.01
NSEL, R, LOC, X, 0-0.01, 0+0.01
NSEL, R, LOC, Y, 0-0.01, 0+0.01

```

```
*GET, nodeDUZ, NODE, 0, NUM, MIN
```

```
D, nodeDUZ, UZ
ALLSEL, ALL
```

```

! ##### !
! # DIAFRAGMÁK LÉTREHOZÁSA # !
! ##### !

```

```

crit09_diaphragm                                ! külső fájl !

#crit09_diaphragm

! ##### !
! # DIAFRAGMÁK LÉTREHOZÁSA # !
! ##### !

! ***** !
! *          DEBUG          * !
! ***** !

*IF,debug,EQ,1,THEN
  *MSG,UI
  Diafragmák létrehozása
  /WAIT,2
*ENDIF

! ***** !
! * Teljes keresztmetszetre alkalmazott diafragmák * !
! ***** !

ALLSEL,ALL
*GET,nodeNrSupp,NODE,0,NUM,MAXD                ! csomópontok száma összesen támaszok után
diaphTNodeNr = nodeNrSupp+1                    ! "teljes" diafragma csomópont kezdő sorszáma

*IF,diaphTypeT,NE,0,THEN
  TYPE,2
  REAL,rMass
  *DO,n,1,nSecNr
    *IF,nSecL(2,n),EQ,1.0,THEN                  ! UX+UY diafragma
      ALLSEL,ALL
      N,diaphTNodeNr+n,0,0,nSecL(1,n)
      E,diaphTNodeNr+n
      NSEL,S,LOC,Z,nSecL(1,n)-0.01,nSecL(1,n)+0.01
      CERIG,diaphTNodeNr+n,ALL,UX,UY
      ALLSEL,ALL
    *ELSEIF,nSecL(2,n),EQ,1.1,THEN              ! UX+UY+ROTZ diafragma
      ALLSEL,ALL
      N,diaphTNodeNr+n,0,0,nSecL(1,n)
      E,diaphTNodeNr+n
      NSEL,S,LOC,Z,nSecL(1,n)-0.01,nSecL(1,n)+0.01
      CERIG,diaphTNodeNr+n,ALL,UX,UY,ROTZ
      ALLSEL,ALL
    *ELSEIF,nSecL(2,n),EQ,2.0,THEN              ! felületre merőleges diafragma
      ALLSEL,ALL
      ALLSEL,ALL
    *ELSEIF,nSecL(2,n),EQ,3.0,THEN              ! UZ diafragma
      ALLSEL,ALL
      N,diaphTNodeNr+n,0,0,nSecL(1,n)
      E,diaphTNodeNr+n
      NSEL,S,LOC,Z,nSecL(1,n)-0.01,nSecL(1,n)+0.01
      CERIG,diaphTNodeNr+n,ALL,UZ
      ALLSEL,ALL
    *ELSEIF,nSecL(2,n),EQ,4.0,THEN              ! UZ diafragma
      ALLSEL,ALL
      N,diaphTNodeNr+n,0,0,nSecL(1,n)
      E,diaphTNodeNr+n
      NSEL,S,LOC,Z,nSecL(1,n)-0.01,nSecL(1,n)+0.01
      CERIG,diaphTNodeNr+n,ALL,ALL
      ALLSEL,ALL
    *ENDIF
  *ENDDO
*ENDIF

! ***** !
! * Stabilitásvesztési módot kényszerítő támaszok * !
! ***** !

*IF,diaphTypeT,NE,0,THEN
  *DO,n,1,nSecNr
    *IF,nSecL(2,n),NE,0,THEN
      *IF,bucklingMode,EQ,1,THEN                ! csak függőleges tengely körüli kihajlás

```

```

        D,diaphTNodeNr+n,UY
        D,diaphTNodeNr+n,ROTZ
*ELSEIF,bucklingMode,EQ,2,THEN           ! csak vízszintes tengely körüli kihajlás
        D,diaphTNodeNr+n,UX
        D,diaphTNodeNr+n,ROTZ
*ELSEIF,bucklingMode,EQ,3,THEN           ! csak tisztán elcsavarodó kihajlás
        D,diaphTNodeNr+n,UX
        D,diaphTNodeNr+n,UY
*ELSEIF,bucklingMode,EQ,4,THEN           ! elcsavarodó kihajlás kiszűrése
        D,diaphTNodeNr+n,ROTZ
*ELSEIF,bucklingMode,EQ,5,THEN           ! AXIAL MODE
        D,diaphTNodeNr+n,UX
        D,diaphTNodeNr+n,UY
        D,diaphTNodeNr+n,ROTZ
*ENDIF
*ENDIF
*ENDDO
*ENDIF

! ***** !
! * Keresztmetszeti részekre alkalmazott diafragmák * !
! ***** !

ALLSEL,ALL
*GET,nodeNrDiaphT,NODE,0,NUM,MAXD           ! csomópontok száma összesen T diafragmák után
diaphLNodeNr = nodeNrDiaphT+1             ! "lokális" diafragma csomópont kezdő sorszáma

*IF,diaphTypeL,NE,0,THEN
        TYPE,2
        REAL,rMass
*DO,n,1,nSecNr
*IF,nSecL(3,n),NE,0,THEN
*DO,ii,1,spNr-1
        ASEL,NONE
        LSEL,NONE
*DO,i,2,spNr
*IF,sp(6,i,1),EQ,ii,THEN
*DO,k,1,kSecNr
        KSEL,S,KP,,sp(4,i,1)+k*100
        KSEL,A,KP,,sp(5,i,1)+k*100
        LSLK,A,1           ! keresztirányú vonalak kiválasztása
*ENDDO
        ASLL,A,0           ! vonalakat tartalmazó felületek kiválasztása
*ENDIF
*ENDDO
        LSLA,S
        NSLA,S,1
*GET,selNodesNr,NODE,0,COUNT
*IF,selNodesNr,GT,0,THEN
        NSEL,R,LOC,Z,nSecL(1,n)-0.01,nSecL(1,n)+0.01
*GET,selNodesMinNr,NODE,0,NUM,MIN
*GET,selNodeMinX,NODE,selNodesMinNr,LOC,X
*GET,selNodeMinY,NODE,selNodesMinNr,LOC,Y
        N,diaphLNodeNr+(n-1)*spNr+ii,selNodeMinX,selNodeMinY,nSecL(1,n)
        E,diaphLNodeNr+(n-1)*spNr+ii
        CERIG,diaphLNodeNr+(n-1)*spNr+ii,ALL,UZ
*ENDIF
        ALLSEL,ALL
*ENDDO
*ENDIF
*ENDDO
*ENDIF

! ##### !
! # TERHEK DEFINIÁLÁSA # !
! ##### !

crit10_loads           ! külső fájl !

#crit10_loads

! ##### !
! # TERHEK DEFINIÁLÁSA # !
! ##### !

```

```
! ***** !
! *          DEBUG          * !
! ***** !
```

```
*IF, debug, EQ, 1, THEN
  *MSG, UI
Terhek definiálása
  /WAIT, 2
*ENDIF
```

```
! ***** !
! * Eredmény megadásának módja végnymaték esetén * !
! ***** !
```

```
*IF, mcrResult, EQ, 1, THEN
  *IF, fz, EQ, 0, THEN
    mxA = mxA*Ix(1,1)/1000000      ! eredmény mcr/Ix*1000000 formában
    mxB = mxB*Ix(1,kSecNr)/1000000 ! eredmény mcr/Ix*1000000 formában
    myA = myA*Iy(1,1)/1000000      ! eredmény mcr/Iy*1000000 formában
    myB = myB*Iy(1,kSecNr)/1000000 ! eredmény mcr/Iy*1000000 formában
  *ELSEIF, fz, NE, 0, THEN
    *MSG, UI
    Az eredmény kN-ban lesz kiírva!
  *ENDIF
*ENDIF
```

```
! ***** !
! * Hosszirányú erő és végnymaték a z=0 keresztmetszetben * !
! ***** !
```

```
*IF, suppTypeA, EQ, 1.0, THEN
  loadTypeA = 1      ! vonalmenti megoszló teherrel
*ELSEIF, suppTypeA, EQ, 2.0, THEN
  loadTypeA = 2      ! csomóponti teherrel
*ELSEIF, suppTypeA, EQ, 3.1, THEN
  loadTypeA = 2      ! csomóponti teherrel
*ELSEIF, suppTypeA, EQ, 3.2, THEN
  loadTypeA = 2      ! csomóponti teherrel
*ELSEIF, suppTypeA, EQ, 4.0, THEN
  loadTypeA = 2      ! csomóponti teherrel
*ELSEIF, suppTypeA, EQ, 4.1, THEN
  loadTypeA = 2      ! csomóponti teherrel
*ELSEIF, suppTypeA, EQ, 4.2, THEN
  loadTypeA = 2      ! csomóponti teherrel
*ELSEIF, suppTypeA, EQ, 5.0, THEN
  loadTypeA = 2      ! csomóponti teherrel
*ENDIF
```

```
*IF, loadTypeA, EQ, 1, THEN
  sigAz = 1000*fz/As(1,1)
  *DEL, sigAx
  *DIM, sigAx, ARRAY, 1, spNr
  *DEL, sigAy
  *DIM, sigAy, ARRAY, 1, spNr
  *DO, i, 1, spNr
    sigAx(1,i) = -1000000*mxA/Ix(1,1)*(sp(2,i,1)-yg(1,1))
    sigAy(1,i) = -1000000*myA/Iy(1,1)*(sp(1,i,1)-xg(1,1))
  *ENDDO
  *DEL, sigAsum
  *DIM, sigAsum, ARRAY, 1, spNr
  *DO, i, 1, spNr
    sigAsum(1,i) = sigAx(1,i)+sigAy(1,i)+sigAz
  *ENDDO
  *DO, i, 2, spNr
    *IF, sp(3,i,1), NE, 0, THEN
      ALLSEL, ALL
      KSEL, S, KP, , sp(4,i,1)+100
      KSEL, A, KP, , sp(5,i,1)+100
      LSLK, S, 1
      SFL, ALL, PRES, sigAsum(1, sp(4,i,1))*sp(3,i,1), sigAsum(1, sp(5,i,1))*sp(3,i,1)
    *ENDIF
  *ENDDO
  ALLSEL, ALL
```

```

*ELSEIF,loadTypeA,EQ,2,THEN
  *IF,mxA,NE,0,THEN
    F,suppNodeNrA,MX,-1000000*mxA          ! MX nyomaték a kezdő keresztmetszetben
  *ENDIF
  *IF,myA,NE,0,THEN
    F,suppNodeNrA,MY,-1000000*myA        ! MY nyomaték a kezdő keresztmetszetben
  *ENDIF
  *IF,fz,NE,0,THEN
    F,suppNodeNrA,FZ,+1000*fz           ! FZ teher a kezdő keresztmetszetben
  *ENDIF
*ENDIF

! ***** !
! * Hosszirányú erő és végnyomaték a z=L keresztmetszetben * !
! ***** !

*IF,suppTypeB,EQ,1.0,THEN
  loadTypeB = 1                          ! vonalmenti megoszló teherrel
*ELSEIF,suppTypeB,EQ,2.0,THEN
  loadTypeB = 2                          ! csomóponti teherrel
*ELSEIF,suppTypeB,EQ,3.1,THEN
  loadTypeB = 2                          ! csomóponti teherrel
*ELSEIF,suppTypeB,EQ,3.2,THEN
  loadTypeB = 2                          ! csomóponti teherrel
*ELSEIF,suppTypeB,EQ,4.0,THEN
  loadTypeB = 2                          ! csomóponti teherrel
*ELSEIF,suppTypeB,EQ,4.1,THEN
  loadTypeB = 2                          ! csomóponti teherrel
*ELSEIF,suppTypeB,EQ,4.2,THEN
  loadTypeB = 2                          ! csomóponti teherrel
*ELSEIF,suppTypeB,EQ,5.0,THEN
  loadTypeB = 2                          ! csomóponti teherrel
*ENDIF

*IF,loadTypeB,EQ,1,THEN
  sigBz = 1000*fz/As(1,kSecNr)           ! felületi megoszló teher [kN/mm2]
  *DEL,sigBx
  *DIM,sigBx,ARRAY,1,spNr
  *DEL,sigBy
  *DIM,sigBy,ARRAY,1,spNr
  *DO,i,1,spNr
    sigBx(1,i) = -1000000*mxB/Ix(1,kSecNr) * (sp(2,i,kSecNr)-yg(1,kSecNr))
    sigBy(1,i) = -1000000*myB/Iy(1,kSecNr) * (sp(1,i,kSecNr)-xg(1,kSecNr))
  *ENDDO
  *DEL,sigBsum
  *DIM,sigBsum,ARRAY,1,spNr
  *DO,i,1,spNr
    sigBsum(1,i) = sigBx(1,i)+sigBy(1,i)+sigBz
  *ENDDO
  *DO,i,2,spNr
    *IF,sp(3,i,kSecNr),NE,0,THEN
      ALLSEL,ALL
      KSEL,S,KP,,sp(4,i,kSecNr)+kSecNr*100
      KSEL,A,KP,,sp(5,i,kSecNr)+kSecNr*100
      LSLK,S,1

SFL,ALL,PRES,sigBsum(1,sp(5,i,kSecNr))*sp(3,i,kSecNr),sigBsum(1,sp(4,i,kSecNr))*sp(3,i,kSecNr)
  *ENDIF
  *ENDDO
  ALLSEL,ALL
*ELSEIF,loadTypeB,EQ,2,THEN
  *IF,mxB,NE,0,THEN
    F,suppNodeNrB,MX,+1000000*mxB        ! MX nyomaték a vég keresztmetszetben
  *ENDIF
  *IF,myB,NE,0,THEN
    F,suppNodeNrB,MY,+1000000*myB      ! MY nyomaték a vég keresztmetszetben
  *ENDIF
  *IF,fz,NE,0,THEN
    F,suppNodeNrB,FZ,-1000*fz          ! FZ teher a vég keresztmetszetben
  *ENDIF
*ENDIF

```

```

! ***** !

ALLSEL, ALL
*GET, nodeNrDiaphL, NODE, 0, NUM, MAXD          ! csomópontok száma összesen diafragmák után

fNodeNr = nodeNrDiaphL+1                      ! teher csomópont kezdő sorszáma

*IF, fNr, NE, 0, THEN
  *DO, f, 1, fNr
    *IF, fSecL(2, f), NE, 0, THEN
      *DO, k, 1, kSecNr
        *IF, fSecL(1, f), EQ, kSecL(1, k), THEN
          ALLSEL, ALL
          NSEL, S, LOC, X, xs(1, k)+dfApX*kSecL(2, k)-0.01, xs(1, k)+dfApX*kSecL(2, k)+0.01
          NSEL, R, LOC, Y, ys(1, k)+dfApy*kSecL(3, k)-0.01, ys(1, k)+dfApy*kSecL(3, k)+0.01
          NSEL, INVE
          NSEL, R, LOC, Z, fSecL(1, f)-0.01, fSecL(1, f)+0.01
          *GET, fSecNodeNr, NODE, 0, COUNT      ! csomópontok száma az erő keresztmetszetében
          *DEL, fSecNodes
          *DIM, fSecNodes, ARRAY, 1, fSecNodeNr ! csomópontok sorszáma az erő keresztmetszetében
          *DO, w, 1, fSecNodeNr
            *GET, fSecNodes(1, w), NODE, 0, NUM, MIN
            NSEL, U, NODE, , fSecNodes(1, w)
          *ENDDO
          ALLSEL, ALL
          N, fNodeNr+f, xs(1, k)+dfApX*kSecL(2, k), ys(1, k)+dfApy*kSecL(3, k), fSecL(1, f)
          D, fNodeNr+f, UZ
          MAT, 4
          TYPE, 4
          SECNUM, 4
          *DO, w, 1, fSecNodeNr
            E, fNodeNr+f, fSecNodes(1, w)
          *ENDDO
          F, fNodeNr+f, FY, -1000*fy*fSecL(2, f)
        *ENDIF
      *ENDDO
    *ENDIF
  *ENDDO
*ENDIF
ALLSEL, ALL

! ##### !
! # SZILÁRDSÁGI ÉS STABILITÁSI VIZSGÁLAT VÉGREHAJTÁSA # !
! ##### !

crit11_solution          ! külső fájl !

#crit11_solution

! ##### !
! # SZILÁRDSÁGI ÉS STABILITÁSI VIZSGÁLAT VÉGREHAJTÁSA # !
! ##### !

! ***** !
! *          DEBUG          * !
! ***** !

*IF, debug, EQ, 1, THEN
  *MSG, UI
  Szilárdsági és stabilitási vizsgálat végrehajtása
  /WAIT, 2
*ENDIF

! ***** !
! * Szilárdsági vizsgálat, feszültségek kirajzoltatása* !
! ***** !

FINISH
/SOLU

PSTRES, ON          ! feszültségállapot eltárolása
ANTYPE, 0          ! szilárdsági analízis beállítása
SOLVE              ! futtatás

```

```

*MSG,UI
Szilardsagi szamitas vege.

FINISH
/POST1

ESEL,U,TYPE,,4
ESEL,U,TYPE,,6
PLNSOL,S,Z,0,1
*IF,anType,EQ,1,THEN
    /EOF
*ENDIF

ALLSEL,ALL

! ***** !
! * Stabilitás vizsgálat, stabilitásvesztési alakok kirajzoltatása * !
! ***** !

FINISH
/SOLU

ANTYPE,1
BUCOPT,LANB,stabNr,0,,RANGE
SOLVE

*MSG,UI
Stabilitasvizsgalat vege.

FINISH
/POST1

/WINDOW,2,0.951467815454,0.19171704087,1.70836806266,-0.917956427478,PICK,
/FOCUS,1,0.15,-0.15,0,1
/UDOC,2,CNTR,0
/UDOC,2,TYPE,0
/UDOC,2,TYP2,0
/UDOC,2,DATE,0

ESEL,U,TYPE,,2
ESEL,U,TYPE,,4
ESEL,U,TYPE,,6
/TRIAD,OFF
PLNSOL,U,SUM,0,1
*IF,kiertekeles,EQ,0,THEN
    SET,1,1
    /REPLOT
*ELSEIF,kiertekeles,EQ,1,THEN
    *DO,i,1,stabNr
        SET,1,i
        /REPLOT
        /WAIT,1
    *ENDDO
    SET,1,1
    /REPLOT
*ELSEIF,kiertekeles,EQ,2,THEN
!/SYS,mkdir 'sec%sectionType%'
!/CWD,D:\Ansys\TDK
    *DEL,kritikus
    *DIM,kritikus,ARRAY,1,stabNr
    *DO,i,1,stabNr
        SET,1,i
        *GET,kritikus(1,i),ACTIVE,0,SET,FREQ
        /REPLOT
        /SHOW,PNG,,0
        PNGR,COMP,1,-1
        PNGR,ORIENT,HORIZONTAL
        PNGR,COLOR,2
        PNGR,TMOD,1
        /GFILE,800
        /CMAP,_TEMPCMAP_,CMP,,SAVE
        /RGB,INDEX,100,100,100,0
        /RGB,INDEX,0,0,0,15
        /REPLOT

```



```

/CMAP,_TEMPCMAP_,CMP
/DELETE,_TEMPCMAP_,CMP
/SHOW,CLOSE
/DEVICE,VECTOR,0
/WAIT,0.5
*CFOPEN,eredmeny.txt,,APPEND
! ***** !
! *          DEBUG OFF          * !
! ***** !
temp = 0
*IF,debug,EQ,0,THEN
*IF,holeNr,GT,0,THEN

*VWRITE,kritikus(1,i),%sectionType%,%sectionID%,%L%,%holeHeight%,%plateHeight%,%holeOrig%,%holeLength%,%plateLength%,%holeLNr%,%diaphTypeT%,%diaphTypeL%,%shearPanel%,%HoleShear%,%dGSP%,%suppTypeA%,%suppTypeB%,%LESIZE%
%15.6F,%15.0I,%15.0I,%15.2F,%15.2F,%15.2F,%15.0I,%15.2F,%15.2F,%15.0I,%15.1F,%15.1F,%15.0I,%15.0I,%15.0I,%15.2F,%15.2F,%15.2F
*ELSE

*VWRITE,kritikus(1,i),%sectionType%,%sectionID%,%L%,%temp%,%temp%,%temp%,%temp%,%temp%,%temp%,%diaphTypeT%,%diaphTypeL%,%shearPanel%,%temp%,%dGSP%,%suppTypeA%,%suppTypeB%,%LESIZE%
%15.6F,%15.0I,%15.0I,%15.2F,%15.0I,%15.0I,%15.0I,%15.0I,%15.0I,%15.0I,%15.1F,%15.1F,%15.0I,%15.0I,%15.0I,%15.2F,%15.2F,%15.2F
*ENDIF
*ELSEIF,debug,EQ,1,THEN
! ***** !
! *          DEBUG ON          * !
! ***** !
*IF,holeNr,GT,0,THEN

*VWRITE,kritikus(1,i),%sectionType%,%sectionID%,%L%,%holeHeight%,%plateHeight%,%holeOrig%,%holeLength%,%plateLength%,%holeLNr%,%diaphTypeT%,%diaphTypeL%,%shearPanel%,%HoleShear%,%dGSP%,%suppTypeA%,%suppTypeB%,%LESIZE%,%Ix(1)%,%Iy(1)%,%Ixy(1)%,%holeNr*holeLNr*holeHeight*holeLength%
%15.6F,%15.0I,%15.0I,%15.2F,%15.2F,%15.2F,%15.0I,%15.2F,%15.2F,%15.0I,%15.1F,%15.1F,%15.0I,%15.0I,%15.0I,%15.2F,%15.2F,%15.2F,%15.2F,%15.2F,%15.2F,%15.2F,%15.2F
*ELSE

*VWRITE,kritikus(1,i),%sectionType%,%sectionID%,%L%,%temp%,%temp%,%temp%,%temp%,%temp%,%temp%,%diaphTypeT%,%diaphTypeL%,%shearPanel%,%temp%,%dGSP%,%suppTypeA%,%suppTypeB%,%LESIZE%,%Ix(1)%,%Iy(1)%,%Ixy(1)%
%15.6F,%15.0I,%15.0I,%15.2F,%15.0I,%15.0I,%15.0I,%15.0I,%15.0I,%15.0I,%15.1F,%15.1F,%15.0I,%15.0I,%15.0I,%15.2F,%15.2F,%15.2F,%15.2F,%15.2F,%15.2F,%15.2F
*ENDIF

*ELSEIF,debug,EQ,2,THEN

*VWRITE,'sectionType','sectionID','hossz','diaphT','diaphL','shearPanel','dGSP','suppTypeA','suppTypeB','elemméret','Ix','Iy','Ixy','As','Sx0','Sy0','Iom'
%15.0C,%15.0C,%15.0C,%15.0C,%15.0C,%15.0C,%15.0C,%15.0C,%15.0C,%15.0C,%15.0C,%15.0C,%15.0C,%15.0C,%15.0C,%15.0C,%15.0C,%15.0C
*ENDIF

*VWRITE,%sectionType%,%sectionID%,%L%,%diaphTypeT%,%diaphTypeL%,%shearPanel%,%dGSP%,%suppTypeA%,%suppTypeB%,%LESIZE%,%Ix(1)%,%Iy(1)%,%Ixy(1)%,%As(1,1)%,%Sx0(1,1)%,%Sy0(1,1)%,%Iom(1,1)%
%15.0I,%15.0I,%15.2F,%15.1F,%15.1F,%15.0I,%15.0I,%15.2F,%15.2F,%15.3F,%15.5F,%15.5F,%15.5F,%15.5F,%15.5F,%15.5F,%15.5F,%15.5F
*ENDIF
! ***** !
! *          DEBUG          * !
! ***** !
*CFCLOS
*ENDDO
SET,1,1
/REPLOTT
*ELSEIF,kiertekes,EQ,3,THEN

kihajlas

*DEL,kritrendez
*DIM,kritrendez,ARRAY,4,1

~eui,'package require ansys'
~eui,'ansys::report::setdirectory "%vizsgalat%_hw%_L%"'

```

```

*DO,j,1,3
  *IF,elsorendez(j,1),NE,0,THEN
    SET,1,elsorendez(j,1)
    *GET,kritrendez(j,1),ACTIVE,0,SET,FREQ
    /REPLOTT
    ~eui,'ansys::report::imagecapture {Defl_UX}'
    /WAIT,1
  *ELSE
    kritrendez(j,1) = 0
  *ENDIF
*ENDDO

~eui,'ansys::report::finished'

*CFOPEN,eredmenyek,txt,,APPEND
*VWRITE,vizsgalat,kritrendez(1,1),kritrendez(2,1),kritrendez(3,1),kritrendez(4,1)
%C %15.3F %15.3F %15.3F %15.3F
*CFCLOSE
*ENDIF

#crit900_holes

! ##### !
! #          MODUL 100: LYUKASZTÁS          # !
! ##### !

! ***** !
! *          DEBUG          * !
! ***** !

*IF,debug,EQ,1,THEN
  *MSG,UI
  Lyukasztás
  /WAIT, 2
*ENDIF

! ***** !
! *          Lyukasztás          * !
! ***** !

*IF,holeNr,NE,0,THEN                                     ! lyuk felülete, kivonáshoz

existingP = 0
*DO,i,2,spNr
  *IF,sp(4,i,2),NE,0,THEN
    existingP = existingP+1
  *ENDIF
*ENDDO

ASEL,NONE

*IF,holeStart2,EQ,0,THEN
  holeStart2 = holeStart
*ENDIF

holepiece=1

*IF,holeNr,EQ,holeOrig,or,MOD(holeOrig*holePattern,4),LT,2,THEN                                     ! TESZTELÉS ALATT:
sectionType,EQ,26                                     CSERÉLVE                                     ERRE:                                     holeNr,EQ,holeOrig
*IF,holeNr,EQ,holeOrig,or,MOD(holeOrig*holePattern,4),LT,2,THEN

  *IF,holeOrig,GT,2,THEN

    *DO,hdel,0,holeLNr-1
      *DO,kdel,0,NINT((holeNr+1)/2-0.5)-1
        *DO,lidel,0,holePiece-1                                     ! I

ASEL,A,AREA,,(hdel*holePiece*4+lidel+2)*existingP+holeStart+4*kdel,(hdel*holePiece*4+lidel+2)*existingP+holeStart+4*kdel

ASEL,A,AREA,,(hdel*holePiece*4+lidel+2)*existingP+holeStart2+4*kdel,(hdel*holePiece*4+lidel+2)*existingP+holeStart2+4*kdel
  *IF,sectionType,EQ,28,THEN

```

```

ASEL,A,AREA,,(hdel*holePiece*4+ldel+2)*existingP+2,(hdel*holePiece*4+holePiece+ldel)*existingP+2

ASEL,A,AREA,,(hdel*holePiece*4+ldel+2)*existingP+2*holeOrig+11,(hdel*holePiece*4+ldel+2)*existingP+
2*holeOrig+11
*ENDIF
*ENDDO
*ENDDO
*ENDDO

*DO,hdel,0,(holeLnr-1)*2+1
*DO,kdel,0,holeNr-1 ! II
*DO,ldel,0,holePiece-1

ASEL,A,AREA,,(hdel*holePiece*2+ldel+1)*existingP+holeStart+2*kdel,(hdel*holePiece*2+ldel+1)*existin
gP+holeStart+2*kdel

ASEL,A,AREA,,(hdel*holePiece*2+ldel+1)*existingP+holeStart+2*kdel,(hdel*holePiece*2+ldel+1)*existi
ngP+holeStart+2*kdel
*IF,sectionType,EQ,28,THEN

ASEL,A,AREA,,(hdel*holePiece*2+ldel+1)*existingP+2,(hdel*holePiece*2+2*holePiece+ldel)*existingP+2
ASEL,A,AREA,,(hdel*holePiece*2+ldel+1)*existingP+2*holeOrig+11,(hdel*holePiece*2+ldel+1)*existingP+
2*holeOrig+11
*ENDIF
*ENDDO
*ENDDO
*ENDDO

*DO,hdel,0,holeLnr-2
*IF,NINT((holeNr+0)/2-0.5)-1,GE,0,THEN
*DO,kdel,0,NINT((holeNr+0)/2-0.5)-1 ! III
*DO,ldel,0,holePiece-1

ASEL,A,AREA,,(hdel*holePiece*4+ldel+4)*existingP+holeStart+2+4*kdel,(hdel*holePiece*4+ldel+4)*exist
ingP+holeStart+2+4*kdel

ASEL,A,AREA,,(hdel*holePiece*4+ldel+4)*existingP+holeStart+2+4*kdel,(hdel*holePiece*4+ldel+4)*exist
ingP+holeStart+2+4*kdel
*ENDDO
*ENDDO
*ENDIF
*ENDDO
*ELSE

*DO,hdel,0,holeLnr-1
*DO,kdel,0,NINT((holeNr+1)/2)-1
*DO,ldel,0,holePiece-1 ! I

ASEL,A,AREA,,(hdel*holePiece*2+ldel+1)*existingP+holeStart+2*kdel,(hdel*holePiece*2+ldel+1)*existin
gP+holeStart+2*kdel

ASEL,A,AREA,,(hdel*holePiece*2+ldel+1)*existingP+holeStart+2*kdel,(hdel*holePiece*2+ldel+1)*existi
ngP+holeStart+2*kdel
*IF,sectionType,EQ,28,THEN

ASEL,A,AREA,,(hdel*holePiece*2+ldel+1)*existingP+2,(hdel*holePiece*2+holePiece+ldel)*existingP+2

ASEL,A,AREA,,(hdel*holePiece*2+ldel+1)*existingP+2*holeOrig+11,(hdel*holePiece*2+ldel+1)*existingP+
2*holeOrig+11
*ENDIF
*ENDDO
*ENDDO
*ENDDO
*ENDIF
*ELSE

*DO,hdel,0,holeLnr-1
*DO,kdel,0,NINT((holeNr+1)/2-0.5)-1
*DO,ldel,0,holePiece-1 ! I

ASEL,A,AREA,,(hdel*holePiece*4+ldel+2)*existingP+holeStart+4*kdel,(hdel*holePiece*4+ldel+2)*existin
gP+holeStart+4*kdel

```

```

*ENDDO
*ENDDO
*ENDDO

*DO,hdel,0,holeLnr-2
*IF,holeLnr-1,GE,0,THEN
*DO,kdel,0,NINT((holeNr+0)/2-0.5)-1 ! III
*DO,ldel,0,holePiece-1

ASEL,A,AREA,,(hdel*holePiece*4+ldel+4)*existingP+holeStart+4*kdel+2,(hdel*holePiece*4+ldel+4)*exist
ingP+holeStart+4*kdel+2
*ENDDO
*ENDDO
*ENDIF
*ENDDO

*DO,hdel,0,(holeLnr-1)*2+1
*DO,kdel,0,holeNr-1 ! II
*DO,ldel,0,holePiece-1

ASEL,A,AREA,,(hdel*holePiece*2+ldel+1)*existingP+holeStart+2*kdel,(hdel*holePiece*2+ldel+1)*existin
gP+holeStart+2*kdel

ASEL,A,AREA,,(hdel*holePiece*2+ldel+1)*existingP+holeStart2+2*kdel,(hdel*holePiece*2+ldel+1)*existi
ngP+holeStart2+2*kdel
*ENDDO
*ENDDO
*ENDDO

*IF,holneNr,NE,1,THEN
*DO,hdel,0,holeLnr-2
*DO,ldel,0,holePiece-1
*IF,NINT((holeNr+0)/4)-1,GE,0,THEN
*DO,kdel,0,NINT((holeOrig+0)/4)-1 ! III

ASEL,A,AREA,,(hdel*holePiece*4+ldel+4)*existingP+holeStart2+4*kdel,(hdel*holePiece*4+ldel+4)*existi
ngP+holeStart2+4*kdel
*ENDDO
*ENDIF

*ENDDO
*ENDDO

*ENDIF

*IF,holneNr,NE,1,THEN
*DO,hdel,0,holeLnr-1
*DO,ldel,0,holePiece-1
*IF,holeLnr-1,GE,0,THEN
*DO,kdel,0,NINT((holeOrig+1)/4-0.5)-1 ! I

ASEL,A,AREA,,(hdel*holePiece*4+ldel+2)*existingP+holeStart2+4*kdel+2,(hdel*holePiece*4+ldel+2)*existi
ngP+holeStart2+4*kdel+2
*ENDDO
*ENDIF
*ENDDO
*ENDDO

*ENDIF

*ENDIF

*IF,HoleShear,EQ,1,AND,shearpanel,EQ,1,THEN
ESLA,S,ALL
ESEL,U,TYPE,,6
ACLEAR,ALL
*ELSE
ADELE,ALL
*ENDIF

/WAIT,3

```

```

ALLSEL,ALL

*ENDIF

! ##### !
! #          MODUL 100: LYUKASZTÁS          # !
! ##### !

! A következőkben a szelvény-adatbázis csak azon sorait közöljük, amelyek feltétlen kellene a
vizsgált I és C szelvények modellezéséhez. A teljes adatbázis 17 fájlból, összesen kb. 2000 egyedi
szelvényből áll.

#sec_db_01.mac

! ##### !
! # SZELVÉNY ADATBÁZIS: I SZELVÉNYEK # !
! ##### !

secNumMax = 1
*DEL,sectionData
*DIM,sectionData,ARRAY,8,secNumMax
!sectionData(1,i) = hw, tw, bf1, tf1, bf2, tf2, alpha, beta, !i. NAME
sectionData(1,1) = 200.0, 4.0, 40.0, 8.0, 40.0, 8.0, 0.0, 0.0, !1. CUSTOM

#sec_db_03.mac

! ##### !
! # SZELVÉNY ADATBÁZIS: C SZELVÉNYEK # !
! ##### !

secNumMax = 1
*DEL,sectionData
*DIM,sectionData,ARRAY,10,secNumMax
!sectionData(1,i) = hg, bg1, cg1, bg2, cg2, t, alpha, beta, gamma, delta, !i.
NAME
sectionData(1,1) = 204.0, 40.0, 20.0, 40.0, 20.0, 2.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, !1.
CUSTOM

#sec_db_21.mac

! ##### !
! # SZELVÉNY ADATBÁZIS: I SZELVÉNYEK # !
! ##### !

secNumMax = 1
*DEL,sectionData
*DIM,sectionData,ARRAY,9,secNumMax
!sectionData(1,i) = hw, tw, bf1, tf1, bf2, tf2, alpha, beta, hperf !i. NAME
sectionData(1,1) = 200.0, 4.0, 40.0, 8.0, 40.0, 8.0, 0.0, 0.0, 120 !1. CUSTOM

#sec_db_23.mac

! ##### !
! # SZELVÉNY ADATBÁZIS: PERFORÁLT C SZELVÉNYEK # !
! ##### !

secNumMax = 1
*DEL,sectionData
*DIM,sectionData,ARRAY,11,secNumMax
!sectionData(1,i) = hg, bg1, cg1, bg2, cg2, t, alpha, beta, gamma, delta, hperf !i.
NAME
sectionData(1,1) = 204.0, 40.0, 20.0, 40.0, 20.0, 2.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 194 !1.
CUSTOM

```

## MathCAD számítások

# *Keresztmetszeti jellemzők és kritikus erők meghatározása - Analitikus megoldások*

## 1. I szelvény

### 1.1. A vizsgált I szelvény jellemzői

1.1.1. Anyagmodell:

rugalmassági modulus:  $E := 210\text{GPa}$

nyírási modulus:  $G_{\text{acél}} := 105000 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$

Poisson-tényező:  $\nu := 0$

1.1.2. Szelvényadatok: teljes magasság:  $h := 216\text{mm}$   
gerinc magasság:  $h_w := 200\text{mm}$   
öv szélesség:  $b := 40\text{mm}$   
gerinc vastagság:  $t_w := 4\text{mm}$   
szelvényvastagság:  $t_f := 8\text{mm}$   
öv súlyvonalnak távolsága a szelvény súlypontjától:  $z := 104\text{mm}$

1.1.3. Keresztmetszeti jellemzők: (y-y erős tengely, z-z gyenge tengely)

keresztmetszeti terület:  $A_p := 2 \cdot t_f \cdot b + (h - t_f) \cdot t_w = 14.72 \cdot \text{cm}^2$

Súlypont a kétszeres szimmetria miatt a két szimmetria tengely metszéspontja.

Másrendű nyomtatékok:

Csak Steiner-taggal számolva, vagyis a súlyponti inercia elhanyagolásával:

$$I_{y,\text{steiner}} := \frac{(h - t_f)^3 \cdot t_w}{12} + 2 \cdot t_f \cdot b \cdot z^2 = 992.188 \cdot \text{cm}^4$$

$$I_{z,\text{steiner}} := \frac{2 \cdot t_f \cdot b^3}{12} = 8.533 \cdot \text{cm}^4$$

Súlyponti inerciát is figyelembe véve:

$$I_{y,\text{súlyp}} := \frac{(h - t_f)^3 \cdot t_w}{12} + 2 \cdot t_f \cdot b \cdot z^2 + \frac{2 \cdot t_f^3 \cdot b}{12} = 992.529 \cdot \text{cm}^4$$

$$I_{z,\text{súlyp}} := \frac{(h - t_f) \cdot t_w^3}{12} + \frac{2 \cdot t_f \cdot b^3}{12} = 8.644 \cdot \text{cm}^4$$

Héjmodell alapú megoldásokhoz az axiális (tengelyirányú) kihajlás kritikus ereje:

$$F_a := \frac{E \cdot A_p}{1 - \nu^2} \qquad F_a = 309120 \cdot \text{kN}$$

Vizsgált gerendahosszúságok:  $l_1 := 500\text{mm}$   
 $l_2 := 1000\text{mm}$   
 $l_3 := 1500\text{mm}$   
 $l_4 := 2000\text{mm}$

## 1.2. Kritikus erők számítása:

### 1.2.1. Csak Steiner-taggal számolva

$$F_{1,\text{steiner}} := \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_{z,\text{steiner}}}{l_1^2}$$

$$F_{1,\text{steiner},y} := \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_{y,\text{steiner}}}{l_1^2}$$

ahol: E - a rugalmassági modulus

$I_{z,\text{steiner}}$  - másodrendű nyomaték a súlyponti inercia elhanyagolásával

$l_1$  - a gerenda hossza, 500 mm

eredmények:

	gyenge tengely körül	erős tengely körül
500 mm	$F_{1,\text{steiner}} = 707.453 \cdot \text{kN}$	$F_{1,\text{steiner},y} = 82257.004 \cdot \text{kN}$
1000 mm	$F_{2,\text{steiner}} = 176.863 \cdot \text{kN}$	$F_{2,\text{steiner},y} = 20564.251 \cdot \text{kN}$
1500 mm	$F_{3,\text{steiner}} = 78.606 \cdot \text{kN}$	$F_{3,\text{steiner},y} = 9139.667 \cdot \text{kN}$
2000 mm	$F_{4,\text{steiner}} = 44.216 \cdot \text{kN}$	$F_{4,\text{steiner},y} = 5141.063 \cdot \text{kN}$

### 1.2.2. Súlyponti inerciát is figyelembe véve:

$$F_{1,\text{súlyp}} := \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_{z,\text{súlyp}}}{l_1^2}$$

$$F_{1,\text{súlyp},y} := \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_{y,\text{súlyp}}}{l_1^2}$$

ahol: E - a rugalmassági modulus

$I_{z,\text{súlyp}}$  - másodrendű nyomaték a súlyponti inercia figyelembe vételével

$l_1$  - a gerenda hossza, 500 mm

eredmények:

	gyenge tengely körül	erős tengely körül
500 mm	$F_{1,\text{súlyp}} = 716.65 \cdot \text{kN}$	$F_{1,\text{súlyp},y} = 82285.302 \cdot \text{kN}$
1000 mm	$F_{2,\text{súlyp}} = 179.163 \cdot \text{kN}$	$F_{2,\text{súlyp},y} = 20571.325 \cdot \text{kN}$
1500 mm	$F_{3,\text{súlyp}} = 79.628 \cdot \text{kN}$	$F_{3,\text{súlyp},y} = 9142.811 \cdot \text{kN}$
2000 mm	$F_{4,\text{súlyp}} = 44.791 \cdot \text{kN}$	$F_{4,\text{súlyp},y} = 5142.831 \cdot \text{kN}$



### 1.2.3. Héjmodell alapú analitikus módszer

Kritikus erő "nyn" esetben, vagyis:      n : nem vesszük figyelembe a másodrendű normálfeszültséget  
y : integrálás vastagság mentén a külső potenciálban  
n : nincs integrálás vastagság mentén a belső potenciálban

$$F_{cr.1Y} := \frac{1}{1 - \nu^2} \cdot \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_{y.s\acute{u}lyp}}{l_1^2}$$

$$F_{cr.1Z} := \frac{1}{1 - \nu^2} \cdot \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_{z.s\acute{u}lyp}}{l_1^2}$$

$$F_{cr.1Y} = 82285.302 \cdot \text{kN}$$

$$F_{cr.1Z} = 716.65 \cdot \text{kN}$$

Kritikus erő yyn esetben, vagyis:      y : figyelembe vesszük a másodrendű normálfeszültséget  
y : integrálás vastagság mentén a külső potenciálban  
n : nincs integrálás vastagság mentén a belső potenciálban

$$F_{h\acute{e}j.1y} := \frac{1}{\frac{1}{F_{cr.1Y}} + \frac{1}{F_a} \cdot \frac{I_{y.steiner}}{I_{y.s\acute{u}lyp}}}$$

$$F_{h\acute{e}j.1z} := \frac{1}{\frac{1}{F_{cr.1Z}} + \frac{1}{F_a} \cdot \frac{I_{z.steiner}}{I_{z.s\acute{u}lyp}}}$$

eredmények:

	gyenge tengely körül	erős tengely körül
500 mm	$F_{h\acute{e}j.1z} = 715.014 \cdot \text{kN}$	$F_{h\acute{e}j.1y} = 64991.127 \cdot \text{kN}$
1000 mm	$F_{h\acute{e}j.2z} = 179.06 \cdot \text{kN}$	$F_{h\acute{e}j.2y} = 19288.177 \cdot \text{kN}$
1500 mm	$F_{h\acute{e}j.3z} = 79.608 \cdot \text{kN}$	$F_{h\acute{e}j.3y} = 8880.251 \cdot \text{kN}$
2000 mm	$F_{h\acute{e}j.4z} = 44.784 \cdot \text{kN}$	$F_{h\acute{e}j.4y} = 5058.699 \cdot \text{kN}$

### 1.2.4. Nyírást is figyelembe vevő, héjmodell alapú analitikus módszer

1.2.4.1. Gyenge tengely körül:

Nyírt keresztmetszeti terület:       $A_{s,z} := 2 \cdot b \cdot t_f$

$$F_{s,x} := G_{ac\acute{e}l} \cdot A_{s,z}$$

$$F_{Z,r1} := \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_{z.steiner}}{(1 - \nu^2) \cdot l_1^2}$$

$$\Delta F_{Z1} := \frac{\pi^2 \cdot E \cdot (I_{z.s\acute{u}lyp} - I_{z.steiner})}{(1 - \nu^2) \cdot l_1^2}$$

$$\alpha_{1.1} := 1 + \frac{\Delta F_{Z1}}{F_a}$$

$$\alpha_{2.1} := 1 + 2 \cdot \frac{\Delta F_{Z1}}{F_a}$$

$$\alpha_{3.1} := 1 + \frac{F_{Z,r1}}{F_a} + \frac{\Delta F_{Z1}}{F_a}$$

$$\alpha_4 := 1$$

Kritikus erő számítása:

$$F_{nyír.z1} := \frac{F_a}{2 \cdot \alpha_{1.1} \cdot F_{Z.r1}} \cdot \left[ \frac{(F_{Z.r1} \cdot \alpha_{2.1} + F_{s.X} \cdot \alpha_{3.1}) \dots}{\sqrt{(F_{Z.r1} \cdot \alpha_{2.1} + F_{s.X} \cdot \alpha_{3.1})^2 - \frac{4 \alpha_{1.1} \cdot F_{Z.r1}}{F_a} \cdot [F_{Z.r1} \cdot F_{s.X} + \Delta F_{Z1} \cdot (F_{Z.r1} + F_{s.X}) \cdot \alpha_4]}} \right]$$

$$F_{nyír.z1} = 29738498.544 \cdot \text{kN}$$

$$F_{nyír.z.1} := \frac{F_a}{2 \cdot \alpha_{1.1} \cdot F_{Z.r1}} \cdot \left[ \frac{(F_{Z.r1} \cdot \alpha_{2.1} + F_{s.X} \cdot \alpha_{3.1}) \dots}{\sqrt{(F_{Z.r1} \cdot \alpha_{2.1} + F_{s.X} \cdot \alpha_{3.1})^2 - \frac{4 \alpha_{1.1} \cdot F_{Z.r1}}{F_a} \cdot [F_{Z.r1} \cdot F_{s.X} + \Delta F_{Z1} \cdot (F_{Z.r1} + F_{s.X}) \cdot \alpha_4]}} \right]$$

$$F_{nyír.z.1} = 707.673 \cdot \text{kN}$$

#### 1.2.4.2. erős tengely körül

Nyírt keresztmetszeti terület:  $A_{s,y} := (h - t_f) \cdot t_w = 8.32 \cdot \text{cm}^2$

$$F_{s,Y} := G_{\text{acél}} \cdot A_{s,y}$$

$$F_{Y.r.1} := \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_{y,\text{steiner}}}{(1 - \nu^2) \cdot l_1^2}$$

$$\Delta F_{Y.1} := \frac{\pi^2 \cdot E \cdot (I_{y,\text{súlyp}} - I_{y,\text{steiner}})}{(1 - \nu^2) \cdot l_1^2}$$

$$\alpha_{1y.1} := 1 + \frac{\Delta F_{Y.1}}{F_a} \quad \alpha_{2y.1} := 1 + 2 \cdot \frac{\Delta F_{Y.1}}{F_a} \quad \alpha_{3y.1} := 1 + \frac{F_{Y.r.1}}{F_a} + \frac{\Delta F_{Y.1}}{F_a} \quad \alpha_{4y} := 1$$

$$F_{nyír.y.1} := \frac{F_a}{2 \cdot \alpha_{1y.1} \cdot F_{Y.r.1}} \cdot \left[ \frac{F_{Y.r.1} \cdot \alpha_{2y.1} + F_{s,Y} \cdot \alpha_{3y.1} \dots}{\sqrt{(F_{Y.r.1} \cdot \alpha_{2y.1} + F_{s,Y} \cdot \alpha_{3y.1})^2 - \frac{4 \alpha_{1y.1} \cdot F_{Y.r.1}}{F_a} \cdot [F_{Y.r.1} \cdot F_{s,Y} + \Delta F_{Y.1} \cdot (F_{Y.r.1} + F_{s,Y}) \cdot \alpha_{4y}]}} \right]$$

$$F_{nyír.y.1} = 39424.205 \cdot \text{kN}$$

eredmények:

	gyenge tengely körül	erős tengely körül
500 mm	$F_{nyír.z.1} = 707.673 \cdot \text{kN}$	$F_{nyír.y.1} = 39424.205 \cdot \text{kN}$
1000 mm	$F_{nyír.z.2} = 178.595 \cdot \text{kN}$	$F_{nyír.y.2} = 15950.419 \cdot \text{kN}$
1500 mm	$F_{nyír.z.3} = 79.516 \cdot \text{kN}$	$F_{nyír.y.3} = 8080.799 \cdot \text{kN}$
2000 mm	$F_{nyír.z.4} = 44.755 \cdot \text{kN}$	$F_{nyír.y.4} = 4786.015 \cdot \text{kN}$

## 2. C szelvény

### 2.1. A vizsgált C szelvény jellemzői

#### 2.1.1. Anyagmodell:

rugalmassági modulus:  $E = 210 \cdot \text{GPa}$

nyírási modulus:  $G_{\text{acél}} = 105 \cdot \text{GPa}$

Poisson-tényező:  $\nu = 0$

#### 2.1.2. Szelvényadatok:

teljes magasság:	$h := 204 \text{mm}$
gerinc magasság:	$h_w := 200 \text{mm}$
öv szélesség:	$b := 40 \text{mm}$
merevítő magasság:	$c := 20 \text{mm}$
szelvényvastagság:	$t := 2 \text{mm}$
öv súlyvonalnak távolsága a szelvény súlypontjától:	$z := 101 \text{mm}$
hálózati méretek:	$h_h := 202 \text{mm}$
	$b_h := 38 \text{mm}$
	$c_h := 19 \text{mm}$

#### 2.1.3. Keresztmetszeti jellemzők: (y-y erős tengely, z-z gyenge tengely)

keresztmetszeti terület:  $A_p := h \cdot t + 2(b - t) \cdot t + 2(c - t) \cdot t = 6.32 \cdot \text{cm}^2$

súlypont helyzete:  
szélső száltól

$$y_s := \frac{h_w \cdot t \cdot \frac{t}{2} + 2 \cdot b \cdot t \cdot \frac{b}{2} + 2(c - t) \cdot t \cdot \left(b - \frac{t}{2}\right)}{A_p}$$

$$y_s = 1.014 \cdot \text{cm}$$

$z_s$  szimmetria miatt a szelvény szimmetria-tengelyében

Másodrendű nyomatékok:

Csak Steiner-taggal számolva, a súlyponti inercia elhanyagolásával:

$$I_{\text{Steiner}} := \frac{t \cdot (h - t)^3}{12} + 2t \cdot (b - t) \cdot z^2 + \frac{2t \cdot \left(c - \frac{t}{2}\right)^3}{12} + 2t \cdot \left(c - \frac{t}{2}\right) \cdot \left(z - \frac{c - \frac{t}{2}}{2}\right)^2 = 356.286 \cdot \text{cm}^4$$

$$I_{\text{Steiner}} := \frac{2 \cdot t \cdot (b - t)^3}{12} + (h - t) \cdot t \cdot \left(y_s - \frac{t}{2}\right)^2 + 2 \cdot (b - t) \cdot t \cdot \left(\frac{b}{2} - y_s\right)^2 + 2 \cdot t \cdot \left(c - \frac{t}{2}\right) \cdot \left(b - \frac{t}{2} - y_s\right)^2 \dots = 13.01184 \cdot \text{cm}^4$$

Súlyponti inerciát is figyelembe véve:

$$I_{y.s\acute{u}lyp} := \frac{t \cdot (h-t)^3}{12} + \frac{2 \cdot (b-t) \cdot t^3}{12} + \frac{2t \cdot \left(c - \frac{t}{2}\right)^3}{12} + 2t \cdot (b-t) \cdot z^2 \dots = 356.291 \cdot \text{cm}^4$$

$$+ 2t \cdot \left(c - \frac{t}{2}\right) \cdot \left(z - \frac{c - \frac{t}{2}}{2}\right)^2$$

$$I_{z.s\acute{u}lyp} := \frac{(h-t) \cdot t^3}{12} + \frac{2 \cdot t \cdot (b-t)^3}{12} + \frac{2 \cdot \left(c - \frac{t}{2}\right) \cdot t^3}{12} + (h-t) \cdot t \cdot \left(y_s - \frac{t}{2}\right)^2 \dots = 13.028 \cdot \text{cm}^4$$

$$+ 2 \cdot (b-t) \cdot t \cdot \left(\frac{b}{2} - y_s\right)^2 + 2 \cdot t \cdot \left(c - \frac{t}{2}\right) \cdot \left(b - \frac{t}{2} - y_s\right)^2$$

Héjmodell alapú megoldáshoz az axiális kihajlás kritikus ereje:

$$F_{a,v} := \frac{E \cdot A_p}{1 - \nu^2} \quad F_a = 132720 \cdot \text{kN}$$

Vizsgált gerendahosszúságok:

- $l_1 = 500 \cdot \text{mm}$
- $l_2 = 1000 \cdot \text{mm}$
- $l_3 = 1500 \cdot \text{mm}$
- $l_4 = 2000 \cdot \text{mm}$

## 2.2. Kritikus erők számítása:

### 2.2.1. Csak Steiner-taggal számolva

$$F_{1,steiner} := \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_{z,steiner}}{l_1^2} \quad F_{1,steiner,y} := \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_{y,steiner}}{l_1^2}$$

ahol: E - a rugalmassági modulus

$I_{z,steiner}$  - másodrendű nyomaték a súlyponti inercia elhanyagolásával

$l_1$  - a gerenda hossza, 500 mm

eredmények:

	gyenge tengely körül	erős tengely körül
500 mm	$F_{1,steiner} = 1078.743 \cdot \text{kN}$	$F_{1,steiner,y} = 29537.809 \cdot \text{kN}$
1000 mm	$F_{2,steiner} = 269.686 \cdot \text{kN}$	$F_{2,steiner,y} = 7384.452 \cdot \text{kN}$
1500 mm	$F_{3,steiner} = 119.86 \cdot \text{kN}$	$F_{3,steiner,y} = 3281.979 \cdot \text{kN}$
2000 mm	$F_{4,steiner} = 67.421 \cdot \text{kN}$	$F_{4,steiner,y} = 1846.113 \cdot \text{kN}$

### 2.2.2. Súlyponti inerciát is figyelembe véve:

$$F_{1,s\acute{u}lyp} := \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_{z.s\acute{u}lyp}}{l_1^2} \quad F_{1,s\acute{u}lyp,y} := \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_{y.s\acute{u}lyp}}{l_1^2}$$

ahol: E - a rugalmassági modulus

$I_{z.s\acute{u}lyp}$  - másodrendű nyomaték a súlyponti inercia figyelembe vételével

$l_1$  - a gerenda hossza, 500 mm

eredmények:

	gyenge tengely körül	erős tengely körül
500 mm	$F_{1.súlyp} = 1080.069 \cdot \text{kN}$	$F_{1.súlyp.y} = 29538.229 \cdot \text{kN}$
1000 mm	$F_{2.súlyp} = 270.017 \cdot \text{kN}$	$F_{2.súlyp.y} = 7384.557 \cdot \text{kN}$
1500 mm	$F_{3.súlyp} = 120.008 \cdot \text{kN}$	$F_{3.súlyp.y} = 3282.025 \cdot \text{kN}$
2000 mm	$F_{4.súlyp} = 67.504 \cdot \text{kN}$	$F_{4.súlyp.y} = 1846.139 \cdot \text{kN}$

### 2.2.3. Héjmodell alapú analitikus módszer

Kritikus erő "nyn" esetben, vagyis: n : nem vesszük figyelembe a másodrendű normál feszültséget  
y : integrálás vastagság mentén a külső potenciálban  
n : nincs integrálás vastagság mentén a belső potenciálban

$$F_{cr.1X} := \frac{1}{1 - \nu^2} \cdot \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_{y.súlyp}}{l_1^2}$$

$$F_{cr.1Y} = 29538.229 \cdot \text{kN}$$

$$F_{cr.1Z} := \frac{1}{1 - \nu^2} \cdot \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_{z.súlyp}}{l_1^2}$$

$$F_{cr.1Z} = 1.08 \times 10^3 \cdot \text{kN}$$

Kritikus erő yyn esetben, vagyis: y : figyelembe vesszük a másodrendű normál feszültséget  
y : integrálás vastagság mentén a külső potenciálban  
n : nincs integrálás vastagság mentén a belső potenciálban

$$F_{héj.1Y} := \frac{1}{\frac{1}{F_{cr.1Y}} + \frac{1}{F_a} \cdot \frac{I_{y.steiner}}{I_{y.súlyp}}}$$

$$F_{héj.1Z} := \frac{1}{\frac{1}{F_{cr.1Z}} + \frac{1}{F_a} \cdot \frac{I_{z.steiner}}{I_{z.súlyp}}}$$

eredmények:

	gyenge tengely körül	erős tengely körül
500 mm	$F_{héj.1Z} = 1071.361 \cdot \text{kN}$	$F_{héj.1Y} = 24161.017 \cdot \text{kN}$
1000 mm	$F_{héj.2Z} = 269.47 \cdot \text{kN}$	$F_{héj.2Y} = 6995.341 \cdot \text{kN}$
1500 mm	$F_{héj.3Z} = 119.899 \cdot \text{kN}$	$F_{héj.3Y} = 3202.824 \cdot \text{kN}$
2000 mm	$F_{héj.4Z} = 67.47 \cdot \text{kN}$	$F_{héj.4Y} = 1820.812 \cdot \text{kN}$

### 2.2.4. Nyírást is figyelembe vevő, héjmodell alapú analitikus módszer

1.2.4.1. Gyenge tengely körül:

Nyírt keresztmetszeti terület:

$$A_{s.z} := 2 \cdot b \cdot t$$

$$F_{s.z} := G_{acél} \cdot A_{s.z}$$

$$F_{Z1} := \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_{z.steiner}}{(1 - \nu^2) \cdot l_1^2}$$

$$\Delta F_{Z1} := \frac{\pi^2 \cdot E \cdot (I_{z.súlyp} - I_{z.steiner})}{(1 - \nu^2) \cdot l_1^2}$$

$$\alpha_{1.1} := 1 + \frac{\Delta F_{Z1}}{F_a}$$

$$\alpha_{2.1} := 1 + 2 \cdot \frac{\Delta F_{Z1}}{F_a}$$

$$\alpha_{3.1} := 1 + \frac{F_{Z.r1}}{F_a} + \frac{\Delta F_{Z1}}{F_a}$$

$$\alpha_{4.1} := 1$$

Kritikus erő számítása:

$$F_{nyír.z.1} := \frac{F_a}{2 \cdot \alpha_{1.1} \cdot F_{Z.r1}} \cdot \left[ (F_{Z.r1} \cdot \alpha_{2.1} + F_{s.X} \cdot \alpha_{3.1}) \dots \right. \\ \left. + \sqrt{(F_{Z.r1} \cdot \alpha_{2.1} + F_{s.X} \cdot \alpha_{3.1})^2 - \frac{4 \alpha_{1.1} \cdot F_{Z.r1}}{F_a} \cdot [F_{Z.r1} \cdot F_{s.X} + \Delta F_{Z1} \cdot (F_{Z.r1} + F_{s.X}) \cdot \alpha_4]} \right]$$

$$F_{nyír.z.1} = 1007.736 \cdot \text{kN}$$

#### 1.2.4.2. erős tengely körül

Nyírt keresztmetszeti terület:

$$A_{nyír} := h_h \cdot t = 4.04 \cdot \text{cm}^2$$

$$F_{s.Y} := G_{acél} \cdot A_{s.y}$$

$$F_{X.r.1} := \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_{y.steiner}}{(1 - \nu^2) \cdot l_1^2}$$

$$\Delta F_{Y.1} := \frac{\pi^2 \cdot E \cdot (I_{y.súlyp} - I_{y.steiner})}{(1 - \nu^2) \cdot l_1^2}$$

$$\alpha_{1.y.1} := 1 + \frac{\Delta F_{Y.1}}{F_a} \quad \alpha_{2.y.1} := 1 + 2 \cdot \frac{\Delta F_{Y.1}}{F_a} \quad \alpha_{3.y.1} := 1 + \frac{F_{Y.r.1}}{F_a} + \frac{\Delta F_{Y.1}}{F_a} \quad \alpha_{4.y.1} := 1$$

$$F_{nyír.y.1} := \frac{F_a}{2 \cdot \alpha_{1.y.1} \cdot F_{Y.r.1}} \cdot \left[ F_{Y.r.1} \cdot \alpha_{2.y.1} + F_{s.Y} \cdot \alpha_{3.y.1} \dots \right. \\ \left. + \sqrt{(F_{Y.r.1} \cdot \alpha_{2.y.1} + F_{s.Y} \cdot \alpha_{3.y.1})^2 - \frac{4 \alpha_{1.y.1} \cdot F_{Y.r.1}}{F_a} \cdot [F_{Y.r.1} \cdot F_{s.Y} + \Delta F_{Y.1} \cdot (F_{Y.r.1} + F_{s.Y}) \cdot \alpha_4]} \right]$$

$$F_{nyír.y.1} = 16102.549 \cdot \text{kN}$$

eredmények:

	gyenge tengely körül	erős tengely körül
500 mm	$F_{nyír.z.1} = 1007.736 \cdot \text{kN}$	$F_{nyír.y.1} = 16102.549 \cdot \text{kN}$
1000 mm	$F_{nyír.z.2} = 265.234 \cdot \text{kN}$	$F_{nyír.y.2} = 6044.051 \cdot \text{kN}$
1500 mm	$F_{nyír.z.3} = 119.052 \cdot \text{kN}$	$F_{nyír.y.3} = 2982.69 \cdot \text{kN}$
2000 mm	$F_{nyír.z.4} = 67.201 \cdot \text{kN}$	$F_{nyír.y.4} = 1746.821 \cdot \text{kN}$

### 3. Perforált C szelvény

#### 3.1. A vizsgált C szelvény jellemzői

##### 3.1.1. Anyagmodell:

rugalmassági modulus:	$E = 210 \cdot \text{GPa}$
nyírási modulus:	$G_{\text{acél}} = 105 \cdot \text{GPa}$
Poisson-tényező:	$\nu = 0$

##### 3.1.2. Szelvényadatok:

teljes magasság:	$h := 204 \text{mm}$
gerinc magasság:	$h_{\text{gerinc}} := 200 \text{mm}$
öv szélesség:	$b := 40 \text{mm}$
merevítő magasság:	$c := 20 \text{mm}$
szelvényvastagság:	$t := 2 \text{mm}$
öv súlyvonalnak távolsága a szelvény súlypontjától:	$z := 101 \text{mm}$
hálózati méretek:	$h_{\text{hál}} := 202 \text{mm}$
	$b_{\text{hál}} := 38 \text{mm}$
	$c_{\text{hál}} := 19 \text{mm}$

n lyuksor vizsgált esetek: 9, 11, 13 és 15 lyuksor

Megjegyzés:

- n páratlan, (de n=0 is lehet, ekkor tömör)
- szimmetrikusan helyezkednek el a lyukak,
- a lyuk magassága és a lyukak közötti távolság megegyezik

##### 3.1.3. Keresztmetszeti jellemzők: (y-y erős tengely, z-z gyenge tengely)

lyuksorok száma:	$n := 11$
lyukak magassága:	$h_{\text{lyuk}} := 5 \text{mm}$
lyukasztott rész magassága:	$h_{\text{perf}} := 2 \cdot n \cdot h_{\text{lyuk}} = 110 \cdot \text{mm}$

felülről számozva páratlan sorszámú lyukak száma:  $n_2 := \text{floor}[(n + 1) \cdot 0.5]$   $n_2 = 6$

felülről számozva páros sorszámú lyukak száma:  $n_3 := \text{ceil}[(n - 1) \cdot 0.5]$   $n_3 = 5$

##### 0. Teli szelvény

keresztmetszeti terület:  $A_{\text{perf.0}} := t \cdot (h_h + 2b_h + 2c_h)$

súlypont helyzete:  $y_{s,\text{perf.0}} := \frac{2 \cdot b_h \cdot t \cdot \frac{b_h}{2} + 2c_h \cdot t \cdot b_h}{A_{\text{perf.0}}}$

$$A_{\text{perf.0}} = 6.32 \cdot \text{cm}^2$$

$$y_{s,\text{perf.0}} + \frac{t}{2} = 1.014 \cdot \text{cm}$$

másodrendű nyomatékok:

elhanyagolva a súlyponti inerciát:

$$I_{z,\text{steiner.perf.0}} := h_h \cdot t \cdot y_{s,\text{perf.0}}^2 + 2 \cdot c_h \cdot t \cdot (b_h - y_{s,\text{perf.0}})^2 + 2 \cdot \frac{b_h^3 \cdot t}{12} + 2 \cdot b_h \cdot t \cdot \left( \frac{b_h}{2} - y_{s,\text{perf.0}} \right)^2$$

$$I_{z,\text{steiner.perf.0}} = 13.012 \cdot \text{cm}^4$$

$$I_{y,\text{steiner.perf.0}} := \frac{h_h^3 \cdot t}{12} + 2 \cdot b_h \cdot t \cdot \left( \frac{h_h}{2} \right)^2 + 2 \cdot \frac{c_h^3 \cdot t}{12} + 2 \cdot c_h \cdot t \cdot \left( \frac{h_h}{2} - \frac{c_h}{2} \right)^2$$

$$I_{y,\text{steiner.perf.0}} = 356.286 \cdot \text{cm}^4$$

figyelembe véve a súlyponti inerciát:

$$I_{z,\text{súlyp.perf.0}} := I_{z,\text{steiner.perf.0}} + \frac{h_h \cdot t^3}{12} + 2 \cdot \frac{c_h \cdot t^3}{12}$$

$$I_{z,\text{súlyp.perf.0}} = 13.028 \cdot \text{cm}^4$$

$$I_{y,\text{súlyp.perf.0}} := I_{y,\text{steiner.perf.0}} + 2 \cdot \frac{b_h \cdot t^3}{12}$$

$$I_{y,\text{súlyp.perf.0}} = 356.291 \cdot \text{cm}^4$$

1. n db lyukkal ellátott szelvény

keresztmetszeti terület:  $A_{s,z,\text{perf.1}} := (h_{\text{perf}} - n \cdot h_{\text{lyuk}}) \cdot t = 1.1 \cdot \text{cm}^2$

$$A_{\text{perf.1}} := A_{\text{perf.0}} - n \cdot h_{\text{lyuk}} \cdot t$$

$$y_{s,\text{perf.1}} := \frac{2 \cdot b_h \cdot t \cdot \frac{b_h}{2} + 2c_h \cdot t \cdot b_h}{A_{\text{perf.1}}}$$

$$A_{\text{perf.1}} = 5.22 \cdot \text{cm}^2$$

$$y_{s,\text{perf.1}} + \frac{t}{2} = 1.207 \cdot \text{cm}$$

másodrendű nyomatékok:

elhanyagolva a súlyponti inerciát:

$$I_{z,\text{steiner.perf.1}} := (h_h - n \cdot h_{\text{lyuk}}) \cdot t \cdot y_{s,\text{perf.1}}^2 + 2 \cdot c_h \cdot t \cdot (b_h - y_{s,\text{perf.1}})^2 + 2 \cdot \frac{b_h^3 \cdot t}{12} + 2 \cdot b_h \cdot t \cdot \left( \frac{b_h}{2} - y_{s,\text{perf.1}} \right)^2$$

$$I_{z,\text{steiner.perf.1}} = 11.899 \cdot \text{cm}^4$$

$$I_{y,\text{steiner.perf.1}} := I_{y,\text{steiner.perf.0}} - n \cdot \frac{h_{\text{lyuk}}^3 \cdot t}{12} - \frac{n}{n} 2h_{\text{lyuk}} \cdot t \cdot \sum_{i=1}^{n2} (2 \cdot i \cdot h_{\text{lyuk}})^2$$

$$I_{y,\text{steiner.perf.1}} = 338.063 \cdot \text{cm}^4$$

figyelembe véve a súlyponti inerciát:

$$I_{z,\text{súlyp.perf.1}} := I_{z,\text{steiner.perf.1}} + (h_h - n \cdot h_{\text{lyuk}}) \cdot \frac{t^3}{12} + 2 \cdot \frac{c_h \cdot t^3}{12}$$

$$I_{z,\text{súlyp.perf.1}} = 11.912 \cdot \text{cm}^4$$

$$I_{y,\text{súlyp.perf.1}} := I_{y,\text{steiner.perf.1}} + 2 \cdot \frac{b_h \cdot t^3}{12}$$

$$I_{y,\text{súlyp.perf.1}} = 338.069 \cdot \text{cm}^4$$

2. n2 db lyukkal ellátott szelvény

keresztmetszeti terület:  $A_{s,z,\text{perf.2}} := (h_{\text{perf}} - n2 \cdot h_{\text{lyuk}}) \cdot t = 1.6 \cdot \text{cm}^2$

$$A_{\text{perf.2}} := A_{\text{perf.0}} - n2 \cdot h_{\text{lyuk}} \cdot t$$

$$y_{s,\text{perf.2}} := \frac{2 \cdot b_h \cdot t \cdot \frac{b_h}{2} + 2c_h \cdot t \cdot b_h}{A_{\text{perf.2}}}$$

$$A_{\text{perf.2}} = 5.72 \cdot \text{cm}^2$$

$$y_{s,\text{perf.2}} + \frac{t}{2} = 1.11 \cdot \text{cm}$$



másodrendű nyomatékok:

elhanyagolva a súlyponti inerciát:

$$I_{z,\text{steiner.perf.2}} := (h_h - n_2 \cdot h_{\text{lyuk}}) \cdot t \cdot y_{s,\text{perf.2}}^2 \dots$$

$$+ 2 \cdot c_h \cdot t \cdot (b_h - y_{s,\text{perf.2}})^2 + 2 \cdot \frac{b_h^3 \cdot t}{12} + 2 \cdot b_h \cdot t \cdot \left( \frac{b_h}{2} - y_{s,\text{perf.2}} \right)^2$$

$$I_{z,\text{steiner.perf.2}} = 12.458 \cdot \text{cm}^4$$

$$n_4 := \text{floor}(0.25 \cdot n) = 2$$

$$I_{y,\text{steiner.perf.2}} := I_{y,\text{steiner.perf.0}} - n_2 \frac{h_{\text{lyuk}}^3 \cdot t}{12} - \frac{n}{n} h_{\text{lyuk}} \cdot t \cdot \sum_{i=1}^{n_4} (4 \cdot i \cdot h_{\text{lyuk}})^2$$

$$I_{y,\text{steiner.perf.2}} = 354.274 \cdot \text{cm}^4$$

figyelembe véve a súlyponti inerciát:

$$I_{z,\text{súlyp.perf.2}} := I_{z,\text{steiner.perf.2}} + (h_h - n_2 \cdot h_{\text{lyuk}}) \cdot \frac{t^3}{12} + 2 \cdot \frac{c_h \cdot t^3}{12}$$

$$I_{z,\text{súlyp.perf.2}} = 12.472 \cdot \text{cm}^4$$

$$I_{y,\text{súlyp.perf.2}} := I_{y,\text{steiner.perf.2}} + 2 \cdot \frac{b_h \cdot t^3}{12}$$

$$I_{y,\text{súlyp.perf.2}} = 354.279 \cdot \text{cm}^4$$

### 3. n2 db lyukkal ellátott szelvény

keresztmetszeti terület:

$$A_{s,z,\text{perf.3}} := (h_{\text{perf}} - n_3 \cdot h_{\text{lyuk}}) \cdot t = 1.7 \cdot \text{cm}^2$$

$$A_{\text{perf.3}} := A_{\text{perf.0}} - n_3 \cdot h_{\text{lyuk}} \cdot t$$

súlypont helyzete:

$$y_{s,\text{perf.3}} := \frac{2 \cdot b_h \cdot t \cdot \frac{b_h}{2} + 2 c_h \cdot t \cdot b_h}{A_{\text{perf.3}}}$$

$$A_{\text{perf.3}} = 5.82 \cdot \text{cm}^2$$

$$y_{s,\text{perf.3}} + \frac{t}{2} = 1.092 \cdot \text{cm}$$

másodrendű nyomatékok:

elhanyagolva a súlyponti inerciát:

$$I_{z,\text{steiner.perf.3}} := (h_h - n_3 \cdot h_{\text{lyuk}}) \cdot t \cdot y_{s,\text{perf.3}}^2 \dots$$

$$+ 2 \cdot c_h \cdot t \cdot (b_h - y_{s,\text{perf.3}})^2 + 2 \cdot \frac{b_h^3 \cdot t}{12} + 2 \cdot b_h \cdot t \cdot \left( \frac{b_h}{2} - y_{s,\text{perf.3}} \right)^2$$

$$I_{z,\text{steiner.perf.3}} = 12.558 \cdot \text{cm}^4$$

$$n_5 := \text{floor}[0.25 \cdot (n + 1)] = 3$$

$$I_{y,\text{steiner.perf.3}} := I_{y,\text{steiner.perf.0}} - n_3 \frac{h_{\text{lyuk}}^3 \cdot t}{12} - \frac{n}{n} h_{\text{lyuk}} \cdot t \cdot \sum_{i=1}^{n_5} [(4 \cdot i - 2) \cdot h_{\text{lyuk}}]^2$$

$$I_{y,\text{steiner.perf.3}} = 352.776 \cdot \text{cm}^4$$

figyelembe véve a súlyponti inerciát:

$$I_{z.s\acute{u}lyp.perf.3} := I_{z.steiner.perf.3} + (h_h - n \cdot h_{lyuk}) \cdot \frac{t^3}{12} + 2 \cdot \frac{c_h \cdot t^3}{12}$$

$$I_{z.s\acute{u}lyp.perf.3} = 12.573 \cdot \text{cm}^4$$

$$I_{y.s\acute{u}lyp.perf.3} := I_{y.steiner.perf.3} + 2 \cdot \frac{b_h \cdot t^3}{12}$$

$$I_{y.s\acute{u}lyp.perf.3} = 352.781 \cdot \text{cm}^4$$

Átlagos km jellemzők, pl.:

$$\text{s\acute{u}lysz\acute{a}mok:} \quad s_1 := 0.45 \quad s_2 := \frac{1 - s_1}{2} \quad s_3 := s_2$$

Ezekre azért van szükség, mert a perforált rúdnak sokkal nagyobb részét teszi ki az egyes, vagyis a n db lyuksorral ellátott szelvényű rész, mint a kettes vagy a hármas.

$$\text{keresztmetszeti terület:} \quad A_{perf} := s_1 \cdot A_{perf.1} + s_2 \cdot A_{perf.2} + s_3 \cdot A_{perf.3}$$

$$A_{perf} = 5.522 \cdot \text{cm}^2$$

súlypont helyzete:

$$y_{s.perf} := s_1 \cdot y_{s.perf.1} + s_2 \cdot y_{s.perf.2} + s_3 \cdot y_{s.perf.3}$$

$$y_{s.perf} = 1.049 \cdot \text{cm}$$

másodrendű nyomatékok:

$$I_{z.steiner.perf} := s_1 \cdot I_{z.steiner.perf.1} + s_2 \cdot I_{z.steiner.perf.2} + s_3 \cdot I_{z.steiner.perf.3}$$

$$I_{z.s\acute{u}lyp.perf} := I_{z.steiner.perf} + \frac{h_h \cdot t^3}{12} + 2 \cdot \frac{c_h \cdot t^3}{12}$$

$$I_{z.steiner.perf} = 12.234 \cdot \text{cm}^4$$

$$I_{z.s\acute{u}lyp.perf} = 12.25 \cdot \text{cm}^4$$

$$I_{y.steiner.perf} := s_1 \cdot I_{y.steiner.perf.1} + s_2 \cdot I_{y.steiner.perf.2} + s_3 \cdot I_{y.steiner.perf.3}$$

$$I_{y.s\acute{u}lyp.perf} := I_{y.steiner.perf} + 2 \cdot \frac{b_h \cdot t^3}{12}$$

$$I_{y.steiner.perf} = 346.567 \cdot \text{cm}^4$$

### 3.1.4. A perforáció csökkentő hatása:

$$\text{red}_A := \frac{A_{perf.0} - A_{perf}}{A_{perf}}$$

$$\text{red}_A = 14.441 \cdot \%$$

$$\text{red}_{I_z} := \frac{I_{z.steiner.perf.0} - I_{z.steiner.perf}}{I_{z.steiner.perf}}$$

$$\text{red}_{I_z} = 6.356 \cdot \%$$

$$\text{red}_{I_y} := \frac{I_{y.steiner.perf.0} - I_{y.steiner.perf}}{I_{y.steiner.perf}}$$

$$\text{red}_{I_y} = 2.804 \cdot \%$$

### 3.1.5. Redukciós tényező meghatározása

"próbálgatással"

$$\text{lyuksorok száma:} \quad n := 9$$

vizsgált hossz:  $l := 2000\text{mm}$

cökkent tényező:  $\text{red} := 0.17$

redukált nyírt keresztmetszetre:  $F_{s.Y.p} := \text{red} \cdot G_{\text{acél}} \cdot (h_h \cdot t)$

axiális kihajlás kritikus ereje  
a perforált szelvényekre:  $F_{a.p} := \frac{E \cdot A_{\text{perf}}}{1 - \nu^2}$

$$F_{Y.r.p} := \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_{y.\text{steiner.perf}}}{(1 - \nu^2) \cdot l^2} \quad \Delta F_{Y.p} := \frac{\pi^2 \cdot E \cdot (I_{y.\text{súlyp}} - I_{y.\text{steiner}})}{(1 - \nu^2) \cdot l^2}$$

$$\alpha_{1y.p} := 1 + \frac{\Delta F_{Y.p}}{F_{a.p}} \quad \alpha_{2y.p} := 1 + 2 \cdot \frac{\Delta F_{Y.p}}{F_{a.p}} \quad \alpha_{3y.p} := 1 + \frac{F_{Y.r.p}}{F_{a.p}} + \frac{\Delta F_{Y.p}}{F_{a.p}} \quad \alpha_{4y.p} := 1$$

$$F_{\text{nyír.y.perf}} := \frac{1}{\frac{1}{F_{Y.r.p}} + \frac{1}{F_{s.Y.p}}}$$

$$F_{\text{nyír.y.p}} := \frac{F_{a.p}}{2 \cdot \alpha_{1y.p} \cdot F_{Y.r.p}} \cdot \left[ F_{Y.r.p} \cdot \alpha_{2y.p} + F_{s.Y.p} \cdot \alpha_{3y.p} \dots \right. \\ \left. + - \sqrt{(F_{Y.r.p} \cdot \alpha_{2y.p} + F_{s.Y.p} \cdot \alpha_{3y.p})^2 - \frac{4 \alpha_{1y.p} \cdot F_{Y.r.p}}{F_{a.p}} \left[ F_{Y.r.p} \cdot F_{s.Y.p} \dots \right. \right.} \\ \left. \left. + \Delta F_{Y.p} \cdot (F_{Y.r.p} + F_{s.Y.p}) \cdot \alpha_{4y.p} \right] \right]$$

$$F_{\text{nyír.y.p}} = 1423.596 \cdot \text{kN}$$

ha  $n=15$ ,  $\text{red}=0.1$   
ha  $n=13$ ,  $\text{red}=0.11$   
ha  $n=11$ ,  $\text{red}=0.135$   
ha  $n=9$ ,  $\text{red}=0.17$