TARTALOM

1 Általános ismertetés ... 11
1.1 A szoftver telepítése ... 11
1.2 A főképernyő ... 12
1.2.1 Program indítása ... 12
1.2.2 Grafikus ablak ... 13
1.2.3 A menü ... 14
1.2.4 Fülek ... 22
1.2.5 Oldal sáv ... 25
1.2.6 csPI ... 25
1.2.7 Állapotsor ... 26
1.2.8 Objektumfa, Diagnosztika és Objektum tulajdonságok ablakok ... 32
1.3 Az ablakok általános felépítései ... 35
1.4 Táblázatok általános funkciói ... 36
1.5 Gyorsbillentyűk ... 37
2 Fájlkezelés ... 40
2.1 Alapok ... 40
2.2 Fájltípusok ... 40
2.3 Tekla Structures model Import, Export és Update ... 41
2.3.1 Rúdelemek importálása ... 41
2.3.1.1 Rúdelemek importálásának korlátai ... 44
2.3.2 Rúdelemek exportálása Tekla Structures szoftverbe ... 45
2.3.2.1 Rúdelemek és kapcsolatok exportálásának korlátai ... 47
2.3.3 ConSteel és Tekla Structures modellek közötti változás követés: Tekla update ... 48
2.4 IFC modell import és export ... 50
2.4.1 IFC fájl importálása ... 50
2.4.1.1 importálható objektumok ... 54
2.4.2 IFC Export ... 56
2.4.2.1 Exportálható objektumok ... 58
2.5 Dxf fájl beolvasás ... 61

2.6 Vasmennyiség exportálása DXF fájlba ... 62
2.7 Dlubal rstab és SAP2000 modell beolvasás (xlsx) ... 64
2.8 Dlubal Rstab modellek exportálása xlsx formátumba ... 66
3 Modell nézet ... 69
3.1 Alapok ... 69
3.2 Modell nézetek ... 69
3.3 Kijelölés ... 72
3.4 Részlet kezelő ... 74
3.5 Objektum átnevezés és újraszámozás ... 76
3.6 Kótázás ... 78
3.7 Mérés ... 82
3.8 Modell raszter ... 83
4 Geometria rajzolása ... 86
4.1 Alapok ... 86
4.2 Koordináta rendszerek ... 86
4.2.1 Felhasználói koordinátarendszer, lokális koordináta rendszer ... 87
4.2.2 Rúdelemek lokális koordinátarendszere ... 89
4.2.3 Síkidomok lokális koordinátarendszere ... 90
4.3 Fogópontok meghatározása ... 91
4.4 Rajzolás ... 91
4.5 Módosítás ... 93
4.6 Fóliák ... 98
5 Szerkezet modellezése ... 100
5.1 Alapok ... 100
5.2 Rúdelem elemek ... 100
5.2.1. Acél keresztmetszetek ... 103
5.2.1.1. Szelvénykönyvtár ... 103
5.2.1.2. Makró szelvények ... 104
5.2.1.3. Szelvény rajzolás ... 107
5.2.1.3.1. Hidegen alakított szelvények rajzolása ... 108
5.2.1.3.2. Általános vékonyfalú szelvények rajzolása ... 114

5.2.2 Vasbeton keresztmetszetek 115
5.2.2.1 Méretezési opcióval rendelkező vasbeton keresztmetszetek (#1): 116
5.2.2.1.1 Gerenda vasalás definiálása 117
5.2.2.1.2 Oszlop vasalás definiálása 119
5.2.2.2 Méretezési opcióval nem rendelkező vasbeton keresztmetszetek (#2): 121
5.2.3 Öszvér oszlop keresztmetszetek 121
5.2.4 Öszvér gerenda keresztmetszetek 122
5.2.5 Kiékelés 125
5.3 Felületi elemek 131
5.4 Diafragma 132
5.5 Merev test 133
5.5.1 Merev test módosítása 133
5.6 Rúdelemek konvertálása lemezekké 134
5.7 Keretsarok varázsló 135
5.8 Anyagminőségek 139
5.9 Támaszok 140
5.9.1 Pont támasz elhelyezése ( ) 141
5.9.2 Vonalmenti támasz elhelyezése ( ) 150
5.9.3 Felületi támasz elhelyezése ( ) 151
5.10 Kapcsolati elemek 151
5.10.1 Két szerkezeti pont összekötése ( ) 152
5.10.2 Két egyenlő hosszúságú, párhuzamos él összekötése ( ) 153
5.11 Nyírási mező 153
5.11.1 Nyírási merevség értelmezése 154
5.11.2 Nyírási merevség számítása 155
5.11.2.1 Hoesch panelek nyírási merevségének meghatározása 156
5.11.2.2 Fischer panelek nyírási merevségének meghatározása 157
5.11.2.3 Arcelor panelek nyírási merevségének meghatározása 157
5.11.2.4 EuroCode által megadott képlet nyírási merevség számításához 158

5.11.3 Nyírási merevség megadása 158
5.11.3.1 Nyírási merevség számítása 160
5.12 Szelemen 163
5.12.1 Szelemensor 163
5.12.1.1 Funkciók 164
5.12.1.2 Rugók szerepe 165
5.12.1.3 Eltolódási rugó 165
5.12.1.4 Elfordulási rugó 166
5.12.2 Feltámaszkodási zóna 168
5.12.3 Szelemen átfedéses toldás 170
6 Terhek 172
6.1 Alapok 172
6.2 Teheresetek és tehercsoportok 172
6.3 Teherkombináció 174
6.4 Tehertípusok 176
6.4.1 Koncentrált teher ( ) 176
6.4.2 Vonalmenti megoszló teher ( ) 177
6.4.2.1 Vonalmenti szélteher 180
6.4.2.2 Vonalmenti hóteher 184
6.4.3 Felületi teher ( ) 185
6.4.4 Teherátadó felület ( ) 185
6.4.4.1 Teherátadó felület módosítása 189
6.4.5 Hőteher ( ) 190
6.4.6 Előírt elmozdulás ( ) 190
6.4.7 Hosszváltozás ( ), feszítőerő ( ) 191
6.5 Globális imperfekciók 192
6.5.1 Vízszintes helyettesítő erőrendszer 192
6.5.2 Kezdeti ferdeség 193

6.5.3 Sajátalak applikáció 193
6.5.3.1 Kihajlási sajátalak alkalmazása 193
6.5.3.2 Automatikus sajátalak amplitúdó meghatározás 195
6.5.3.3 Sajátalakok kezelése 198
6.6 Mozgó teher 199
6.6.1 Hatásvonal ( ) 199
6.6.2 Hatásábra ( ) 200
6.6.2.1 Hatásábrák kezelése 202
6.6.2.2 Hatásábrák számítása 202
6.6.3 Daruteher ( ) 202
6.6.3.1 Szabványos 203
6.6.3.2 Szabványos teher alapú 204
6.6.3.3 Egyéni 205
6.6.3.4 Daruteher elhelyezése 206
6.6.4 Vonatteher ( ) 208
6.7 Meteorológiai teher generálás 209
6.7.1 Tehercsoportok és teheresetek 210
6.7.2 Meteorológiai felület 211
6.7.2.1 Szél felület 212
6.7.2.2 Hó felület 216
6.7.2.3 Meteorológiai felület elhelyezése 216
6.7.3 Meteorológiai teher létrehozása 218
7 Tömegek 220
7.1 Alapok 220
7.2 Tömegesetek és tömegcsoportok 220
7.2.1. Teher tömeggé alakítása 221
7.2.2. Kézi tömegesetek és tömegcsoportok létrehozása 221
7.2.3. Tömegirány figyelembevételének megadása 222
7.3 Tömegkombinációk megadása 223
7.4 Pontszerű tömeg elhelyezése 223

7.5 Földrengés hatás ... 224
7.6 Válaszspektrum felvétele ... 224
7.6.1. Új szabványos rugalmas válaszspektrum ... 225
7.6.2. Új Egyedi válaszspektrum ... 227
7.6.2.1 Egyedi válaszspektrum kézi felvétele ... 228
7.6.2.2 Egyedi válaszspektrum felvétele, egy meglévő spektrum másolataként ... 229
8 Szerkezetek analízise ... 230
8.1 Alapok ... 230
8.2 Végeselemek ... 230
8.2.1 Alapok ... 230
8.2.2 Vonalelemek ... 231
8.3 Modell ellenőrzés (diagnosztika) ... 233
8.4 Analízis beállítások ... 234
8.4.1 Összegző oldal ... 234
8.4.2 Globális analízis beállításainak részletezése aloldal ... 237
8.4.3 Teheresetek analízis beállításainak részletezése aloldal ... 238
8.4.4 Teherkombinációk analízis beállításainak részletezése aloldal ... 239
8.4.5 Dinamikai számítások analízis beállításainak részletezése aloldal ... 240
8.5 Analízis típusok ... 242
8.5.1 Rugalmas analízis ... 242
8.5.1.1 Elsőrendű analízis ... 242
8.5.1.2 Másodrendű számítás ... 242
8.5.1.3 Statikai sajátérték – kihajlás analízis ... 243
8.5.1.3.1 Kihajlási érzékenységi vizsgálat ... 244
8.5.1.4 Dinamikai sajátérték – rezgésanalízis ... 244
8.5.2 Képlékeny analízis ... 245
8.5.2.1 Alapok ... 245
8.5.2.2 Elsőrendű analízis ... 247
8.5.2.3 Másodrendű analízis ... 249
8.5.2.4 Statikai sajátérték – kihajlás analízis ... 249
8.6 Analízis eredmények ... 250
8.6.1 Eredmény típusok ... 250

8.6.2 Eredmények megjelenítése ... 253
8.6.3 Jelölt eredmények ... 256
8.6.4 Burkoló ábrák ... 257
8.6.4.1 Egyénileg összeállított burkoló ábrák ... 259
8.6.5 A szerkezet eredeti alakjának megtekintése ... 260
8.6.6 Mértékadó értékek táblázata ... 261
8.6.7 Rezgésalakok animációja ... 262
9 Szabványos tervezés ... 263
9.1 Alapok ... 263
9.2 Acélszerkezet tervezés ... 263
9.2.1 Globális vizsgálatok ... 264
9.2.1.1 Alapok ... 264
9.2.1.2 Keresztmetszet vizsgálat ... 264
9.2.1.3 Stabil hossz ellenőrzés ... 265
9.2.1.4 Kihajlás vizsgálat ... 265
9.2.1.5 Eredmények ... 266
9.2.2 Elem vizsgálatok ... 267
9.2.2.1 Alapok ... 267
9.2.2.2 Egyedi elemtervezés ... 268
9.2.2.3 Csoportos elemtervezés ... 272
9.3 Öszvérszerkezet tervezés ... 274
9.3.1 Öszvér oszlop tervezése ... 274
9.3.1.1 Eredmények ... 274
9.3.2 Öszvér gerenda tervezése ... 275
9.3.2.1 Analízis modell ... 276
9.3.2.2 Nyírócsapok tervezése ... 276
9.3.2.3 Öszvérszerkezetek nyírási horpadási ellenállás ... 278
9.3.2.4 Öszvérszerkezetek hajlítási és függőleges nyírási ellenállása ... 278
9.3.2.5 Öszvér gerenda kifordulása ... 278
9.3.2.6 Öszvér tartó alátámasztó gerendájával párhuzamos trapézlemez bordázás ... 278
9.3.2.7 Öszvér tartó alátámasztó gerendájára merőleges trapézlemez bordázás ... 279
9.4 Vasbeton szerkezetek tervezése ... 279
9.4.1 Vasbeton gerendák tervezése ... 281

9.4.2 Vasbeton oszlopok tervezése ... 282
9.4.3 Vasbeton lemezek tervezése ... 283
9.5 Használhatósági vizsgálatok ... 285
9.5.1 Alapok ... 285
9.5.2 Globális vízszintes eltolódás vizsgálat ... 286
9.5.3 Globális függőleges lehajlás vizsgálat ... 286
9.5.4 Rudankénti lokális függőleges lehajlás vizsgálat ... 286
9.5.5 Két pont relatív elmozdulásának vizsgálata ... 287
10 Keresztmetszet modul ... 288
10.1 Alapok ... 288
10.2 Szelvénykezelő ... 288
10.3 Szelvénymodellezés ... 289
10.3.1 EPS (Vékonyfalú szelvény) modell ... 289
10.3.2 GSS (Általános szelvény) Modell ... 290
10.4 Szelvény eszközök ... 291
10.4.1 Geometriai számítások ... 291
10.4.2 Terhek ... 291
10.4.3 Feszültségek ... 292
10.4.4 Hatékony keresztmetszet ... 293
10.4.5 Szabványos teherbírás vizsgálat ... 294
10.4.5.1 Acél keresztmetszet ... 294
10.4.5.2 Öszvér és vasbeton keresztmetszet ... 296
10.4.5.3 Eredmények ... 296
10.5 Dokumentáció ... 297
11 Tűzhatás tervezés ... 299
11.1 Tűzhatás és tűzvédelem ... 299
11.2 Tűzhatás és tűzvédelem ... 300
11.3 Analízis ... 302
11.4 Tervezés ... 303
12 Földrengés analízis ... 306
12.1 Alapok ... 306
12.2 Földrengés analízis lépései ... 307

12.3 Földrengés hatás 308
12.3.1. Földrengés beállítások 308
12.3.2. További hatások 311
12.4 Szeizmikus tehercsoportok és teherkombinációk 313
12.4.1. Szeizmikus tehercsoportok és teheresetek 313
12.4.2. Szeizmikus tervezési helyzethez tartozó kombinációk 315
13 Dokumentáció 316
13.1 Alapok 316
13.2 Dokumentálás fül 316
13.2.1 Dokumentáció létrehozása 316
13.2.1.1 Dokumentáció modul 318
13.2.2 Pillanatkép készítése 320
13.2.3 Ábrák kezelése 321
13.2.4 Modell információs adatlap 322
13.2.5 Anyaghatékonyság 322
13.3 Dokumentáció exportálása MS Word számára 325
13.3.1 Egyéni sablon létrehozása MS Word exportáláshoz 327
14 Csomópont modul 328
14.1 Alapok 328
14.2 Csomópont típusok 328
14.3 Csomópont létrehozása 332
14.3.1 Önálló csomópont létrehozása 332
14.3.2 Csomópont létrehozása a modell alapján 336
14.3.3 Csomópont elhelyezése ConSteel modellen 337
14.3.4 Csomópontok módosítása 338
14.3.4.1 Csomópont részletezése dialóg 339
14.3.4.2 Csomópont módosítása 341
14.3.5 Alapértelmezett csomóponti beállítások 347
14.4 Csomópontok számítása 348
14.5 Eredmények és dokumentáció 349
14.6 Dokumentáció 349
14.7 A szerkezet és a csomópontok kölcsönhatása 352

14.8 Kapcsolatok exportálása 353
14.9 Joint update 354
15 csPI – ConSteel Programming Interface 357
15.1 Mi is az a csPI? 357
15.2 A csPI panel, és funkciói 357
15.2.1 A csPI panel funkciói becsukott állapotban 357
15.2.2 A csPI panel funkciói kinyitott állapotban 358
15.3 a csPI alapvető eszközei 358
15.3.1 Változók 359
15.3.1 Matematikai operátorok 359
15.3.2 For ciklus 360
15.3.3 If - else elágazás 360
15.3.4 Elérhető parancsok 361
15.4 csPI kód hibakeresés (debug) funkciók 365

1 ÁLTALÁNOS ISMERTETÉS

1.1 A SZOFTVER TELEPÍTÉSE

Az alábbi szoftver és hardver követelmények nélkül a *ConSteel* program nem futtatható, vagy hiányok lassú működést okoz.

Minimális konfiguráció:

- Processzor: Intel Core i5 vagy ennek megfelelő
- Memória: 4 GB
- HDD: 300 MB
- Video-kártya: 512 MB nem alaplapra integrált!
- Operációs rendszer: MS Windows 7, 8 és 10 64-bit

Ajánlott konfiguráció:

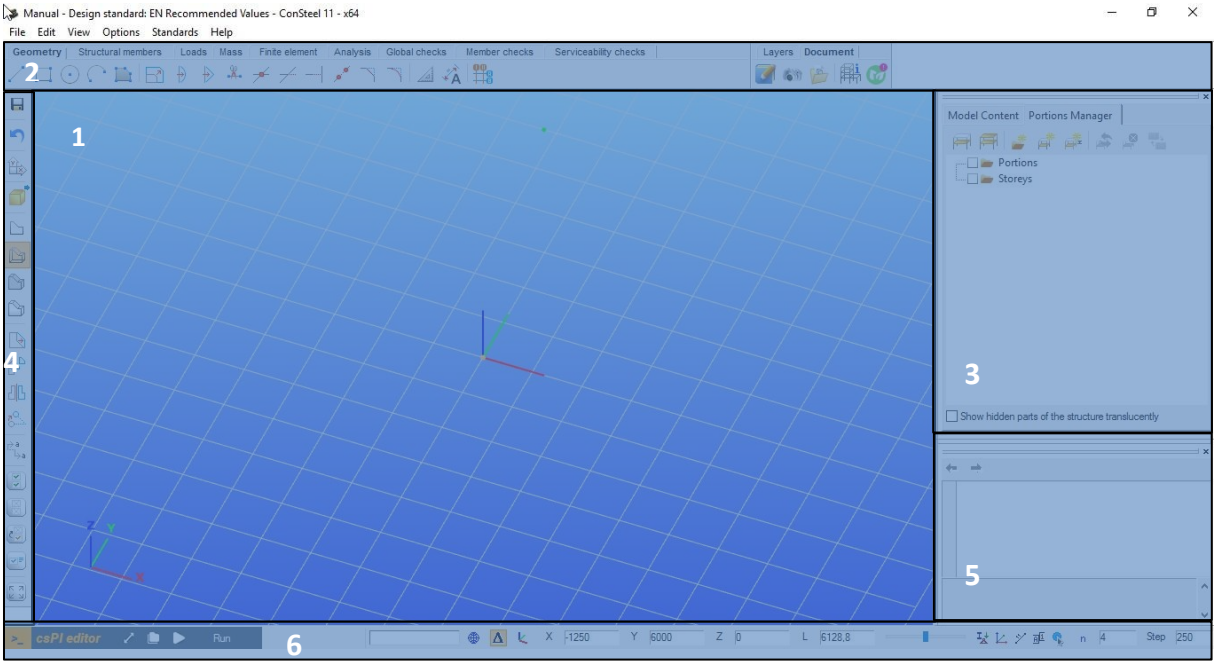
- Processzor: Intel Core i7 vagy ennek megfelelő
- Memória: 32 GB
- Video-kártya: 2 GB nem alaplapra integrált!

A telepítéshez rendszergazdai jogosultság szükséges. Rendszergazdai jogok nélkül a hardverkulcs és a program működéséhez elengedhetetlen **.dll** fájlok nem telepíthetőek.

A *ConSteel* szoftver az internetről letölthető telepítő csomag segítségével telepíthető. A telepítő csomag letölthető a *ConSteel* honlap *Letöltések (Downloads)* menüpontjából felhasználói regisztrációt követően (www.consteelsoftware.com/en/downloads/install-packages).

A telepítéshez el kell indítani a *ConSteel* telepítő fájlt és követni kell a telepítő instrukcióit. Első lépésként ki kell választani a telepítő nyelvét. A kiválasztott nyelvet fogja használni a *ConSteel* az első indítás során is, amely szükség esetén megváltoztatható. A telepítő a megadott mappába (alapesetben a C:\Program Files\ConSteel 13 mappába) másolja a szükséges fájlokat, a választott beállításoknak megfelelően elhelyezi a program ikonját az asztalra és a „START” menüben. A telepítés utolsó fázisa a hardverkulcs szoftverének installálása. Ez a folyamat nem kerül kijelzésre, és több percig is eltarthat.

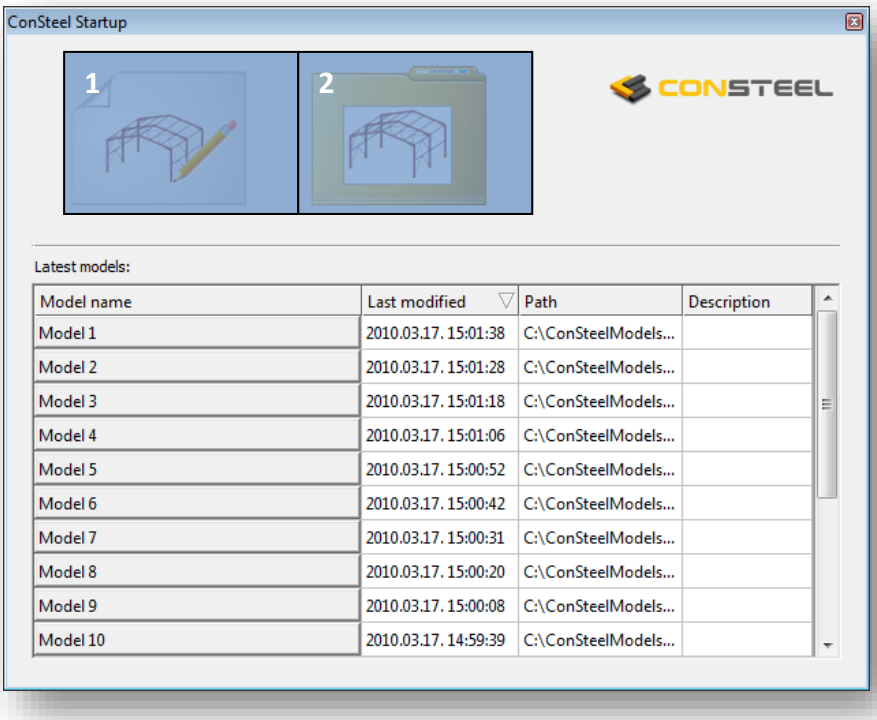
1.2 A FŐKÉPERNYŐ



A főképernyő hat különböző funkciójú részt tartalmaz. A legnagyobb méretű rész, a grafikus ablak (#1), ami a 3 dimenziós modell elkészítésére, megjelenítésére szolgál. A tervezés menetének megfelelő sorrendben elhelyezett füleken (#2) találhatóak az egyes lépések során használatos funkciók. A bal oldali sáv (#4) tartalmazza a modellezés során legtöbbször használt funkciókat: pl.: raszter-, koordináta rendszer-, és nézetváltoztatás, objektumok kijelölése, mozgatása/másolása. A képernyő alján található állapotsávon (#6) érhetőek el a modellezést segítő beállítási lehetőségek, és a különböző objektumok, adatok láthatóságát szabályozó kapcsolók. Jobbra fent az objektum ablak (#3) biztosítja a modell gyors áttekintését, és a részmodellek kezelési funkcióit is. Alatta található, a kiválasztott objektumok paramétereit tartalmazó ablak (#5), amely a paraméterek áttekintését és gyors módosítását teszi lehetővé.

1.2.1 PROGRAM INDÍTÁSA

A *ConSteel* elindítása után, az alábbi kezdőképernyő jelenik meg, amelynek segítségével könnyen és gyorsan nyithatunk és készíthetünk modelleket. Az alsó táblázat tartalmazza az utoljára megnyitott modelleket, amelyek közvetlenül innen is megnyithatóak. A táblázatban a modellek az utolsó módosítási dátumuk szerint vannak sorba rendezve, de sorrendbe rendezhetjük modell név vagy elérési út alapján is.



Az első gomb (#1) segítségével hozhatunk létre új modellt, a második gombbal (#2) pedig meglévő modelleket nyithatóak meg.

1.2.2 Grafikus ablak

A 3D modell megjelenítése történik a grafikus ablakban. A megjelenítési módok széleskörűen változtathatók. A grafikus ablak a globális koordinátarendszer (*GKR*) tengelyeinek bal alsó sarokban történő kijelzésével, a mozgatható, forgatható és átméretezhető raszter hálóval rajzolást és a modellezést nagyban segíti. A globális koordinátarendszer helyzete és tengelyirányai nem változtathatóak. A felhasználói koordináta rendszer (*FKR*) középpontja mindig a raszter háló középpontjában helyezkedik el, illetve a raszter háló síkja az *FKR* „XY” síkjával esik egybe. Szerkesztés ás modellezés során az alábbi mozgatási és gyors nézet beállítások, használhatóak:

- **A képernyőablak mozgatása:**
  középső egérgomb lenyomva tartása mellett az egér mozgatásával, vagy a billentyűzet nyíl billentyűinek használatával

- **Nézet forgatása:**
  Alt billentyű és bal egérgomb nyomva tartása mellett az egérmozgatásával. A forgatás középpontja mindig az adott nézet középpontjával egyezik meg

- **Nagyítás, kicsinyítés:**
  középső egérgomb (görgő) forgatásával vagy a **+** és **-** gombokkal, illetve az ***ALT*** billentyű és a jobb egérgomb egyidejű lenyomásával és mozgatásával

- **Ablakos nagyítás:**
  SHIFT+ALT billentyűk lenyomása mellett, a bal egérgombbal történő ablakos kijelöléssel

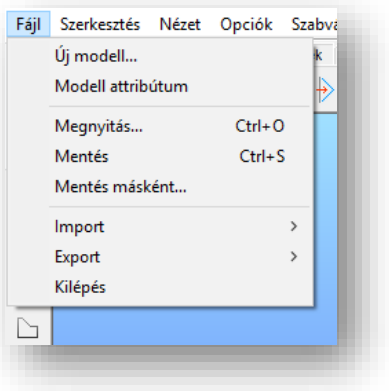
- **Nézetváltás 5 gyorsbillentyű parancsa:**
  - **Ctrl+1: Felülnézet**
  - **Ctrl+2: Elölnézet**
  - **Ctrl+3: Oldalnézet**
  - **Ctrl+4: Axonometria**
  - **Ctrl+5: Aktuális raszter síkra merőleges nézet**
  - **The Ctrl+0: Teljes nézet**

1.2.3 A MENÜ

A *ConSteel* menüi tartalmazzák az összes parancsot. A legtöbb funkció a füleken és az oldalsávokon elhelyezett ikonokkal érhetőek el. A menüsoron 6 fontos funkciócsoport található:

FÁJL műveletek, néhány ***SZERKESZTÉSI*** opció (visszavonás-ismétlés), ***NÉZET*** beállítások és diagnosztika, ***OPCIÓK*** a beállításhoz (mentés, programfrissítés, program nyelv és modell diagnosztika), ***SZABVÁNYOK*** a tervezési paraméterek áttekintése és új paraméterek létrehozása, és a ***SÚGÓ***.

FÁJL menü:

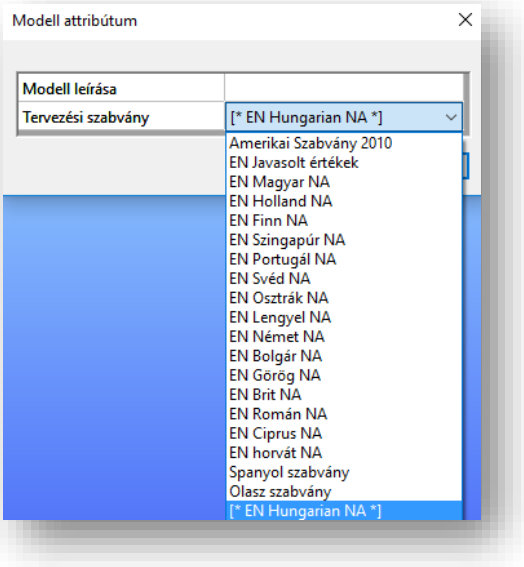


Új modell…

Új modell létrehozása.

Modell attribútum

A modell rövid leírása és a tervezési szabvány adható meg, illetve változtatható meg. A modell ezen adatai munka során bármikor módosíthatók.

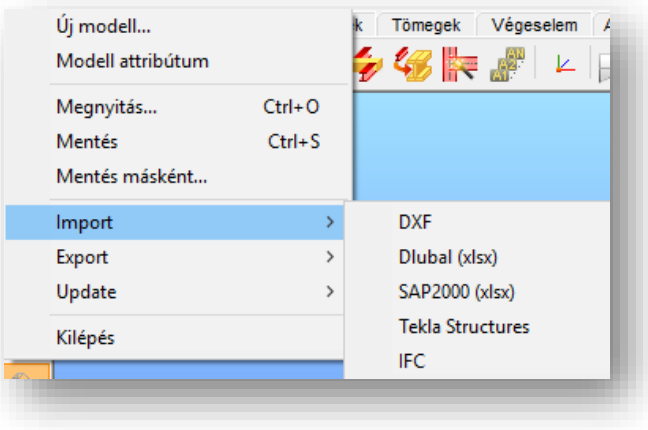


Megnyitás, Mentés, Mentés másként

A funkciók az elnevezésnek megfelelő műveletet végzik el.

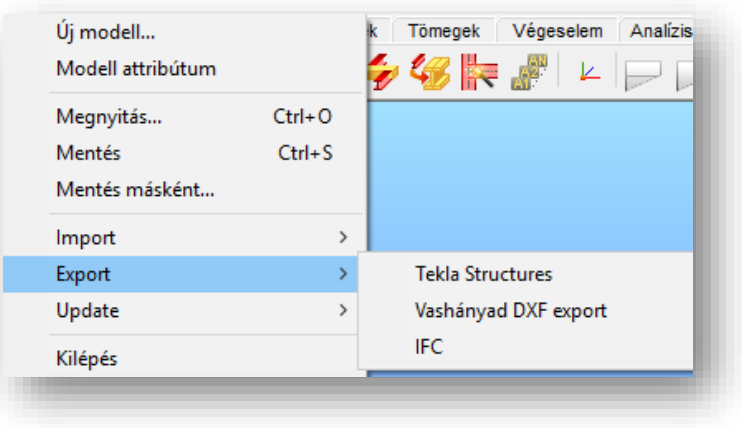
Import

Az Import menü számos modell importálási lehetőséget tartalmaz, a legegyszerűbb DXF formátumú drótváz importálásától, a széles körben használt IFC-én keresztül egészen a teljes, terhelést is magában foglaló Dlubal és SAP2000 modellek importálásáig.

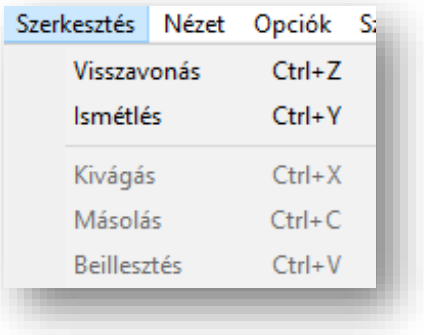


Export

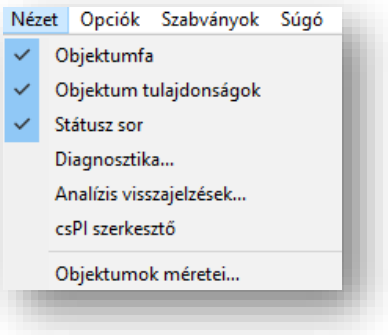
A funkciók segítségével, a kiválasztott modellrész kiexportálható *TEKLA Structures* programba vagy IFC formátumban, illetve számított födém vasmennyiség esetén, a színezett eredménymegjelenítés kiexportálható DXF formátumba.



A ***SZERKESZTÉS*** menüben az alábbi parancsok érhetőek el:



A ***NÉZET*** menü az alábbi beállításokat tartalmazza:

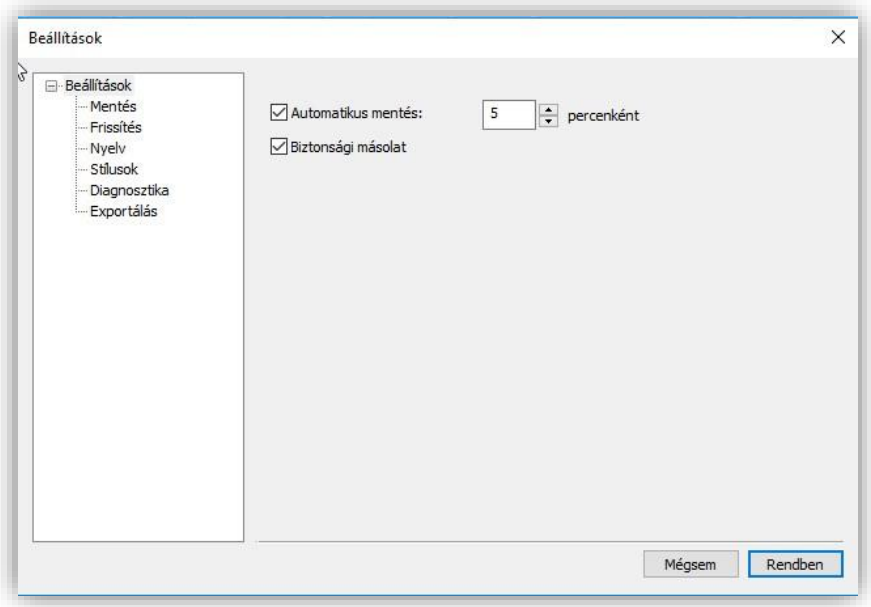


A nézet funkciók segítségével megjeleníthető vagy kikapcsolható az objektumfa, az objektumok tulajdonsága, a státusz sor, diagnosztika ablak, analízis visszajelzések illetve a csPI

felülete. Az ***Objektum méretei…*** funkcióval az alábbi objektumok megjelenítési méretei állíthatóak be:

Az ***Opciók*** menüben a következő beállítási lehetőségek találhatóak: ***Mentés***, ***Frissítés***, ***Nyelv***, ***Stílusok*** és ***Diagnosztika***.

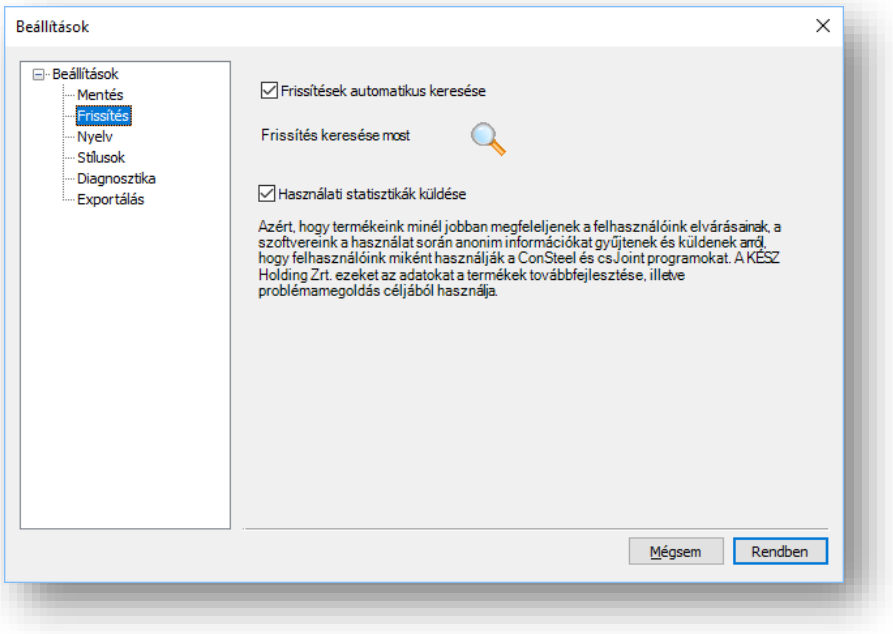
Mentés



Ha az **Automatikus mentés** funkció be van kapcsolva, a program a megadott időközönként automatikus mentéseket készít. Ha a **Biztonsági másolat** funkció be van kapcsolva, akkor a *ConSteel* biztonsági másolatot hoz létre a modellről, *de csak az első manuális mentést követően*! A biztonsági mentési fájl tartalma azonos a mentéskori modellfájl tartalmával, de a fájl kiterjesztése azonban a .bak kiterjesztéssel bővül, melynek eltávolításával a biztonsági mentési fájl a *ConSteel*-ba betölthető.

Frissítés

A frissítése funkció minden indításkor ellenőrzi az interneten, hogy elérhető-e újabb verzió, amely itt kikapcsolható. Az ellenőrzés manuálisan is elvégezhető a **Frissítés keresése most** ( ) ikonra kattintva.



Felhasználói élmény fokozása

Azért, hogy termékeink minél jobban megfeleljenek a felhasználóink elvárásainak, a szoftvereink a használat során anonim információkat gyűjtenek és küldenek arról, hogy felhasználóink miként használják a ConSteel és csJoint programokat. A KÉSZ Holding Zrt. ezeket az adatokat a termékek továbbfejlesztése, illetve problémamegoldás céljából használja.

A termékeink az alábbi információkat gyűjtik és küldik el: verzióinformáció, használt funkciók, használati időtartam, földrajzi hely.

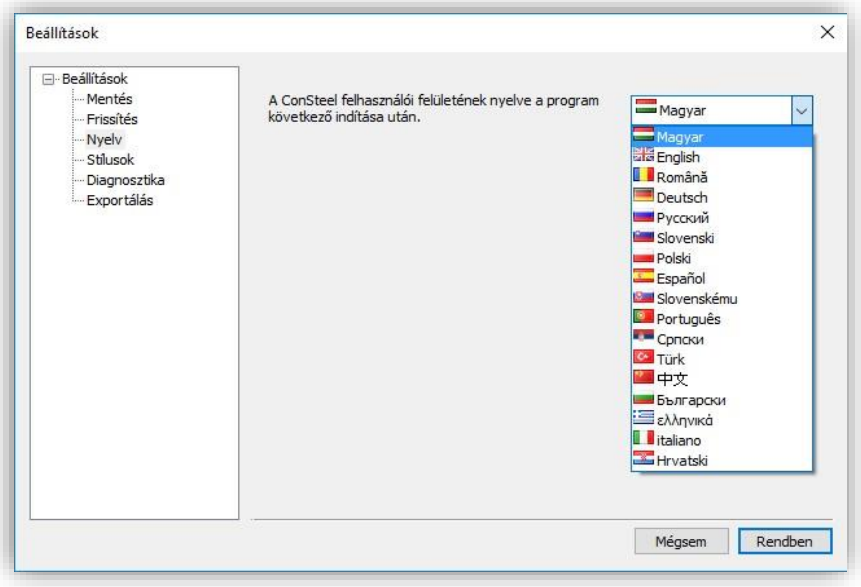
A küldött információk semmilyen személyes adatot nem tartalmaznak (például név, cím, telefon), a felhasználók azonosítására a KÉSZ Holding Zrt. nem használja.

Kereskedelmi ConSteel és csJoint verziók esetén az információk gyűjtése kikapcsolható az Opciók/Frissítés menüpontban. Kipróbálási és diák verziók esetén az információküldés nem kapcsolható ki.

Nyelv

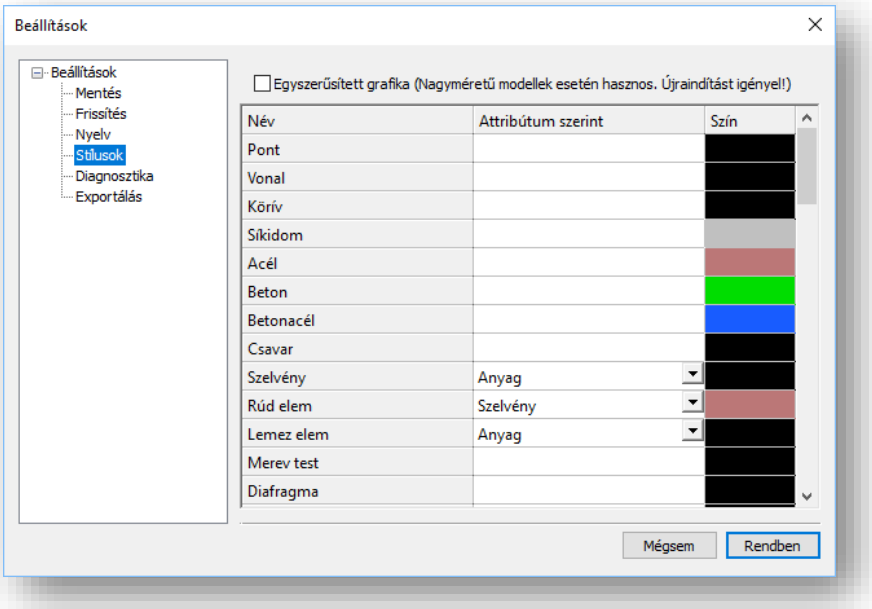
Itt állítható be a felhasználói felület nyelve, ami a következő nyelvek közül választható: magyar, angol, német, spanyol, olasz, görög, portugál, orosz, kínai, török, lengyel, szlovák, szlovén, román, bulgár, szerb és horvát.

A felhasználói felület nyelvének változtatása a program újraindítását követően érvényesül.

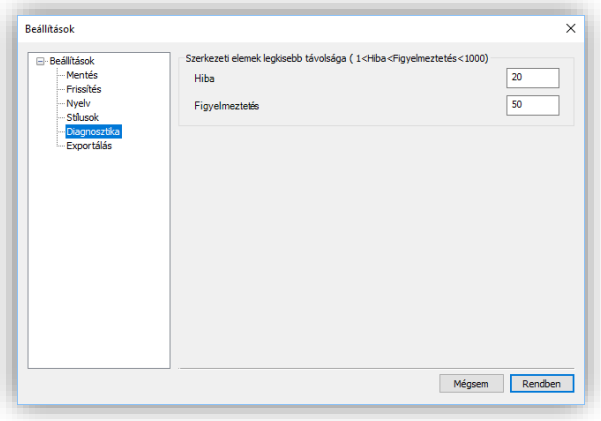


Stílusok

A különböző objektumok színeit lehet megadni.



Diagnosztika



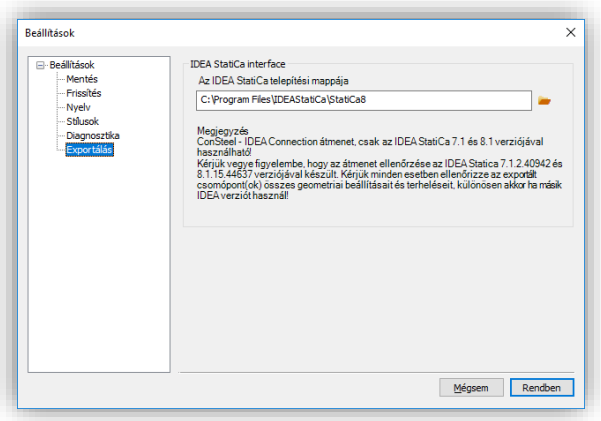
Analízis indítása előtt, a program ellenőrzi az esetleges modellezési hibákat.

Két jelzési szint létezik, amivel a program figyelmezetheti a felhasználót az esetleges modellezési hibákról:

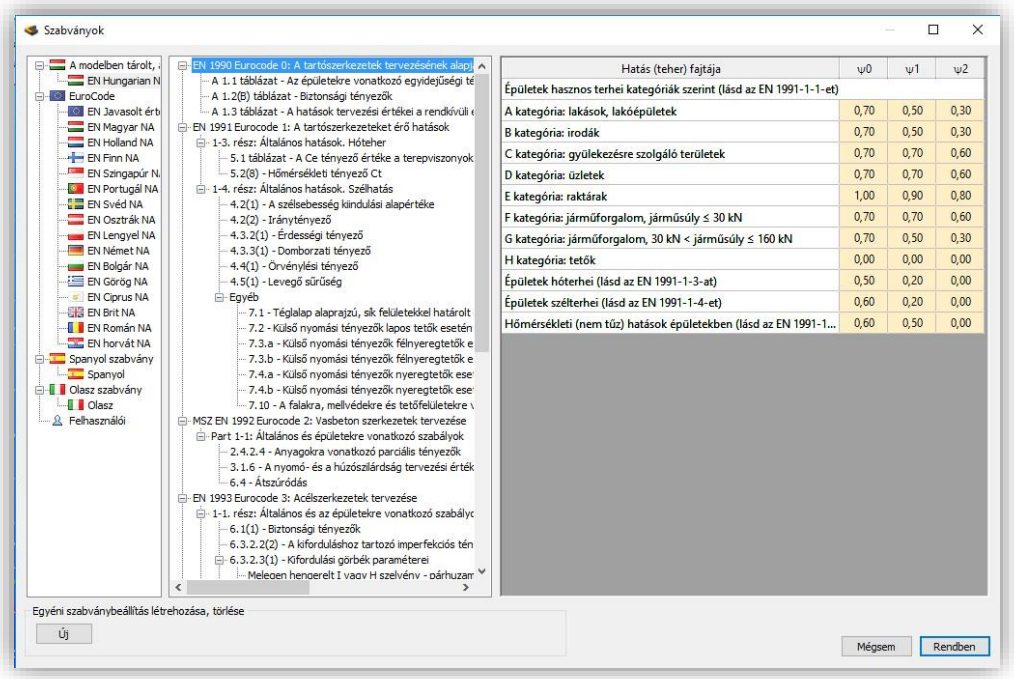
- **Hiba:** Ha két rúd vagy objektum végpontjainak távolsága 0 és a beállított érték közé esik, a program hibaüzenetet küld, a diagnosztika ablakban piros jelzéssel felsorolja ezeket az elemeket és nem hatja végre a kért analízist.
- **Figyelmeztetés:** Ha két rúd vagy objektum végpontjainak távolsága a hiba beállításnál megadott érték és a figyelmeztetés beállításnál megadott érték közé esik, a program figyelmezető üzenetet küld és a diagnosztika ablakban sárga jelzéssel felsorolja ezeket az elemeket.

Exportálás

Bizonyos programoknak, mint az IDEA StatiCa-nak közvetlen kapcsolatra van szüksége az adott programba való exportáláshoz. Ezek a beállítások végezhetőek el az adott menüpontban.



SZABVÁNYOK menüpont

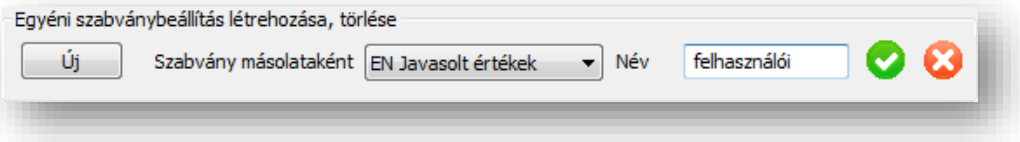


A menü segítségével egyszerűen és gyorsan áttekinthetjük a program által kezelt szabványok paramétereit, illetve hozhatunk létre saját tervezési paramétereket. A tervezési szabványa a ***FÁJL*** menüben állítható be.

A szabványfa első sora az alkalmazott tervezési szabványt mutatja, ami a modellbe kerül eltárolásra.

Egyéni szabványbeállítás létrehozása:

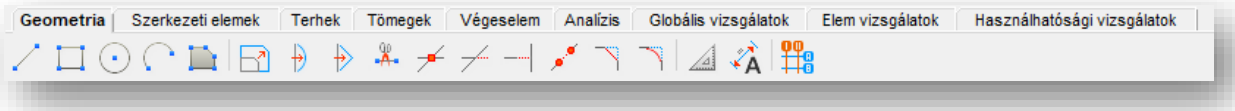
- a létrehozás az ***ÚJ*** gomb megnyomásával indítható el
- az egyéni szabvány, egy már meglévő szabvány módosításával jön létre, ezért ki kell választani egy már meglévő szabványt



- a név mezőbe meg kell adni az új szabvány nevét, majd a zöld pipára kattintva létrehozásra kerül
- az egyéni szabvány paraméterei megadhatóak a különböző fejezetekben

Az egyéni szabványbeállítást a program az alábbi fájlba menti: *\Dokumentumok\ConSteel\UserStandard.xml*

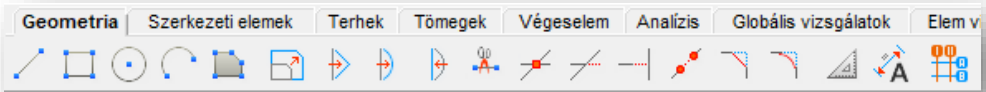
1.2.4 FÜLEK



A fülek tartalmazzák a modellezés, analízis és tervezés szisztematikusan összegyűjtött funkcióit, végigvezetve a mérnököt a tervezés lépésein.

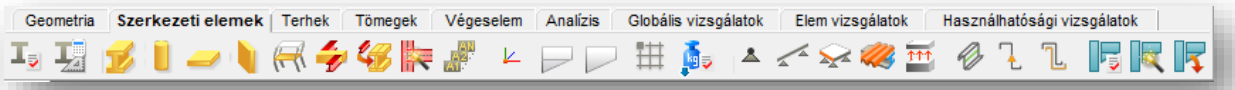
A képernyőn megjelenik az ikon neve, ha az egér mutatója az ikon fölött áll.

GEOMETRIA FÜL



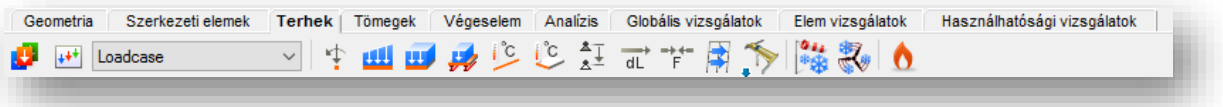
A szerkesztéshez szükséges rajzolási, módosítási, méretezési és mérési funkciókat tartalmazza.

SZERKEZETI ELEMEK FÜL



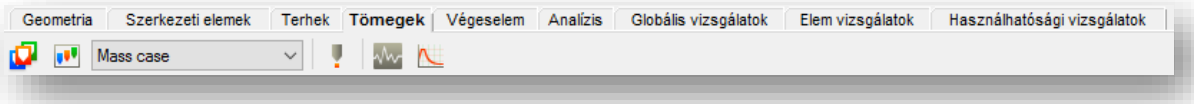
A keresztmetszetek kiválasztásával, definiálásával, szerkezeti oszlopok, gerendák, födémek, falak, illetve a támaszok és a kapcsolatok létrehozásához szükséges funkciók találhatóak a fülön. A fenti funkciók mellett, ezen a fülön kaptak helyet további modellezési funkciók is, úgymint a diafragma és merevtest szerkesztő funkciók, keretsarok varázsló, nyírási mező illetve a rúdelemeket lemezelemekké konvertáló funkció is.

TERHEK FÜL



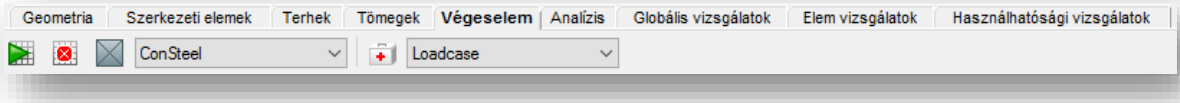
Különböző teher típusok, illetve teheresetek, tehercsoportok és teherkombinációk létrehozását lehetővé tevő funkciók találhatóak a fülön. Az automatikus meteorológiai teher generálás, daru és vonatteher, és a tűzteher, illetve tűzvédelem funkciói is itt kaptak helyet.

TÖMEGEK FÜL



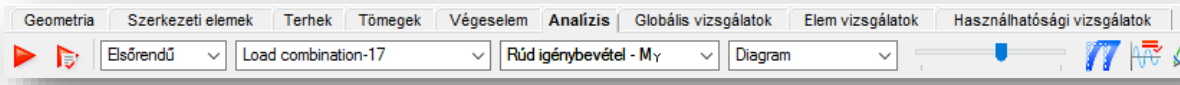
Tömegesetek, tömegkombinációk létrehozását lehetővé tévő funkciók találhatóak ezen a fülön. Emellett itt kapott helyet a koncentrált tömeg elhelyezése, földrengés hatás és válaszspektrum felvétele funkció is.

VÉGESELEM FÜL



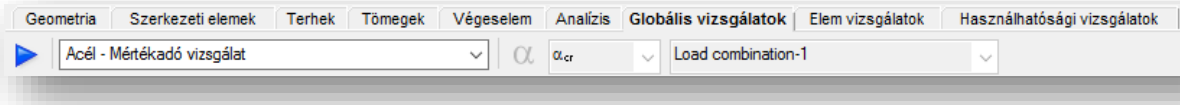
A végeselem generálás létrehozásához és módosításához szükséges funkciókat tartalmazza a fül, illetve az itt található modell ellenőrzés funkció segítségével kiszűrhetőek az esetleges modellezési hibák.

ANALÍZIS FÜL



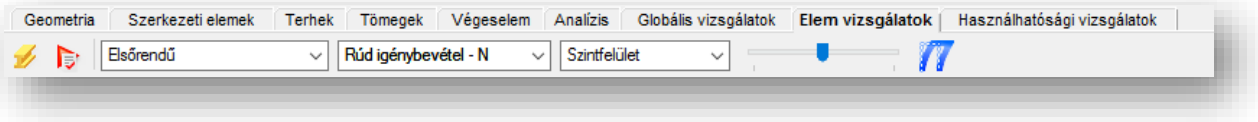
A különböző szerkezeti analízis típusok beállítása és végrehajtása végezhető el. A számítás eredményei megtekinthetőek és feliratozhatóak számos megjelenítési mód alapján.

GLOBÁLIS VIZSGÁLATOK FÜL



A Globális vizsgálatok fül tartalmazza a stabilitás és keresztmetszeti vizsgálat eredményeit, öszvér oszlop ellenőrzéséből kapott eredményeket, illetve vasbeton elemek esetén végeselemes tartományokra vonatkoztatott szükséges vasmennyiség értékét.

ELEM VIZSGÁLATOK FÜL

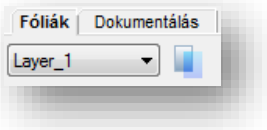


Az elkülönített elemtervezéshez kapcsolódó (kihajlás, kifordulás és interaktív stabilitás), illetve öszvérgerenda méretezésével kapcsolatos funkciók találhatóak a fülön.

HASZNÁLHATÓSÁGI VIZSGÁLATOK FÜL

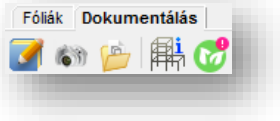
A használhatósági határállapotok ellenőrzéséhez kapcsolódó funkciók találhatóak a fülön.

FÓLIÁK FÜL



Fóliák kezeléséhez és beállításához tartozó funkciók találhatóak a fülön.

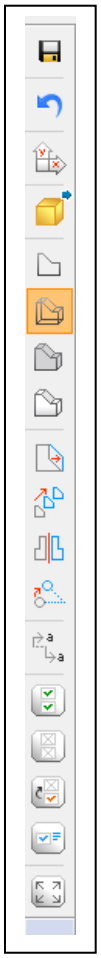
DOKUMENTÁLÁS FÜL



A ***DOKUMENTÁLÁS*** fül funkciói segítségével hozható létre a részletes statikai dokumentáció, illetve itt található a modell információ is.

1.2.5 Oldal sáv

Az oldalszalag a modellezés során leggyakrabban használt funkciókat tartalmazza.



Modell mentése

Visszavonás/Ismétlés

Koordinátarendszer és a raszter háló beállítása

Modell nézetek: ***Felül-, Elöl-, Oldal-, Izommetrikus-, Raszterre merőleges nézet***

Egyvonalas megjelenítés

Drótváz modell megjelenítés

Takart vonalas megjelenítés

Test nézet megjelenítés

Pont, és él mozgatása

Mozgatás/Másolás

Tükrözés

Forgatás

Metszősík elhelyezése (csak héjmodelleknél)

Összes objektum kijelölése

Összes kijelölés megszűntetése

Kijelölés megfordítása

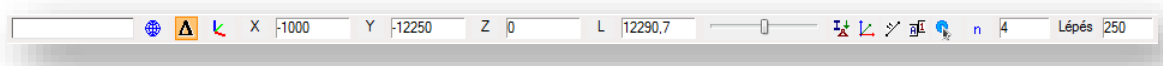
Tulajdonságok szerinti kijelölés

Befoglaló nézet (Ctrl+D)

1.2.6 csPI

A ConSteel programozói interfésze, korlátok nélküli szerkezet modellezést tesz lehetővé. A programozható felültnek köszönhetően szinte bármilyen parametrikus szerkezeti modell elkészíthető a funkció segítségével a meglévő ConSteel objektumok (szerkezeti elemek, lemezek, támaszok, terhek stb.), illetve for ciklusok és if...else parancsok felhasználásával. Lásd részletesebben a ***15. fejezetben (csPI – ConSteel Programming Interface)***

1.2.7 ÁLLAPOTSOR



Az állapotsor első mezője egy állapot csík, amely a futó folyamatok aktuális állapotát jelzi.

Az állapotsor következő 3 ikonja ( ) a modellezés, rajzolás során megadott koordinátaértékek térbeli irányának meghatározását teszik lehetővé. A koordináta értékek manuális megadása a megfelelő billentyű megnyomásával történik ("X, Y, Z, L" billentyűk a derékszögű koordináta rendszer és hossz megadása esetén, "a, b, L" pedig polár koordináta rendszer esetén). A következő beállítások döntik el a megadott koordináták értelmezését:

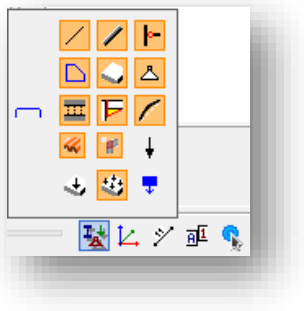
Globális	**vagy**	**Felhasználói koordináta rendszer**
Abszolút	**vagy**	**Relatív értékmegadás**
Derékszögű	**vagy**	**Polár koordináta rendszer**

A csúszka ( ) mozgatásával vagy jobb egérgombbal történő módosításával az objektumok megjelenítési méretei változtathatóak. A ( ) ikonok a különböző objektumok láthatóságát szabályozzák. Ezen ikonok egérrel történő megközelítése esetén megjelennek a láthatóság ki-/bekapcsolásának ikoncsoportjai.

A mindegyik ikoncsoportok első ikonja a megjelenítési beállítás érvényességét szabályozza (globális ( ) érvényes mindegyik fülön; lokális ( ) csak az aktuális fülön érvényes). A beállítás mind a négy láthatósági csoportra vonatkozik.

Ez a hatókör változtatás megváltoztatja a fülekre korábban alkalmazott globális és fülre alkalmazott beállításokat is.

Grafikus szimbólumok láthatósága ( )



Vonalak láthatósága. A ***GEOMETRIA*** fül vonal, kör és körív funkcióival rajzolt elemeket érinti

Szerkezeti elemek láthatósága. A ***SZERKEZETI ELEMEK*** fül oszlop vagy gerenda szerkesztés funkciójával létrehozott elemekre vonatkozik. Kikapcsolt állapotban a szerkezeti elemek középvonalai láthatók maradnak, ha a vonalak ( ) láthatósága be van kacsolva

Csuklók láthatósága (vég folytonosság)

Síkidomok láthatósága. Kikapcsolt állapotban a síkidomok határoló vonalai láthatók maradnak, ha a vonalak ( ) láthatósága be van kapcsolva

A 3D felületi elemek (lemez és fal) láthatósága. Kikapcsolt állapotban a 3D felület határoló vonalai és síkidom komponense láthatóak maradnak, ha a vonalak ( ) és síkidomok ( ) láthatósága be van kapcsolva

Támaszok láthatósága

Kapcsolati elemek láthatósága

Elhelyezett csomópontok szimbólumának láthatósága

Elhelyezett kezdeti görbeség szimbólumának láthatósága

Terhek láthatósága (pont, vonal és felületi teher)

Nyírási mező szimbólumának láthatósága

Keretsarok szimbólumának láthatósága

Teherátadó felület láthatósága. Kikapcsolt állapotban a síkidomok határoló vonalai láthatók maradnak, ha a vonalak ( ) láthatósága be van kacsolva

Szétosztott felületi teher megjelenítése

Tömegek megjelenítése

Lokális koordináta rendszerek láthatósága ( )

Raszter láthatósága

A szerkezeti elemek lokális koordináta rendszerének láthatósága (gerenda, oszlop)

3D felületi elemek lokális koordináta rendszerének láthatósága (lemez, fal)

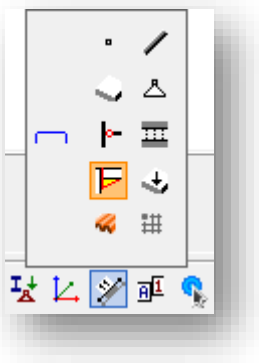
Támaszok lokális koordináta rendszerének láthatósága

Kapcsolati elemek lokális koordináta rendszerének láthatósága

Teher átadó felületek lokális koordináta rendszerének láthatósága

Ha egy objektumok láthatóságát kikapcsoljuk, akkor az objektum lokális koordináta rendszerének láthatósága is megszűnik!

Azonosítók láthatósága ( )



Végeselem pontok sorszámainak láthatósága. (Csak a ***VÉGESELEM*** és az ***ANALÍZIS*** fülön látható!)

Rúdelemek neveinek láthatósága

3D felületelemek neveinek láthatósága (lemez, fal)

Támaszok neveinek láthatósága

Csuklók (vég folytonosság) neveinek láthatósága

Kapcsolati elemek neveinek láthatósága

Elhelyezett csomópontok neveinek láthatósága

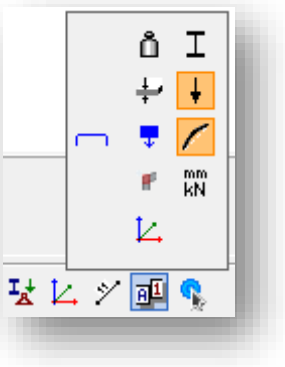
Teherátadó felületek neveinek láthatósága

Nyírási mező azonosítójának láthatósága

Vasalási objektum azonosítójának láthatósága

Ha egy objektumok láthatóságát kikapcsoljuk, akkor az objektum nevének láthatósága is megszűnik!

Feliratok láthatósága ( )



Anyagminőségek láthatósága

Szelvénynevek láthatósága

Lemezvastagságok láthatósága (mm)

Teherintenzitás láthatósága

Kezdeti görbeség láthatósága

Keretsarok feliratának láthatósága

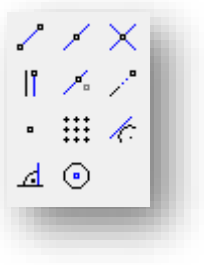
Mértékegységek láthatósága

Lokális koordináta rendszerek tengelyneveinek láthatósága

Tömegek feliratának megjelenítése

Fogópont beállítások ( )

A **Fogópont beállítások** ikoncsoport funkciói számos beállítási lehetőséget kínálnak a hatékony modellezés elősegítéséhez:



Végponti fogópontok (vonalak, ívek, szerkezeti elemek)

Felosztási funkció Be / Ki

- Be:

  Bekapcsolt állapotban megjelenik a felosztási mező az állapotsoron. Osztópontok megadása 3 féle képen történhet. A felhasználó a mező előtt látható ikonra klikkeléssel választat ezek közül:

  - % 25, a n ikonra klikkelve, a megadott százalékos értéke alapján kerülnek elhelyezésre az osztópontok a szerkezeti elemek hossza mentén. A távolságokat a kurzorral megközelített végponttól jelöli ki a program. Általában maradéktávolság adódik
  - d 1000, a % ikonra, klikkelve, távolság érték adható meg. A kurzorral megközelített végponttól kerülnek felmérésre a fogópontok. Általában maradéktávolság adódik
  - n 4, a d ikonra klikkelve, a felosztás darabszáma adható meg. Ez esetben nincs maradék távolság
- Ki: A mező eltűnik az állapotsorból

Grafikai vagy szerkezeti elemek metszéspontjai fogópontokként működik. Vonalak, körök, ívek, szerkezeti elemek (gerendák, oszlopok)

Egyenes objektummal párhuzamos fogópontok megjelenítése

A kurzorhoz legközelebbi elemhez tartozó fogópont megjelenítése

Egyenes elem meghosszabbítása adott távolsággal. A rendszer mutatja az aktuális pont távolságát (mm). A lépéseket az állapotsor utolsó mezőjébe lehet megadni (mm)

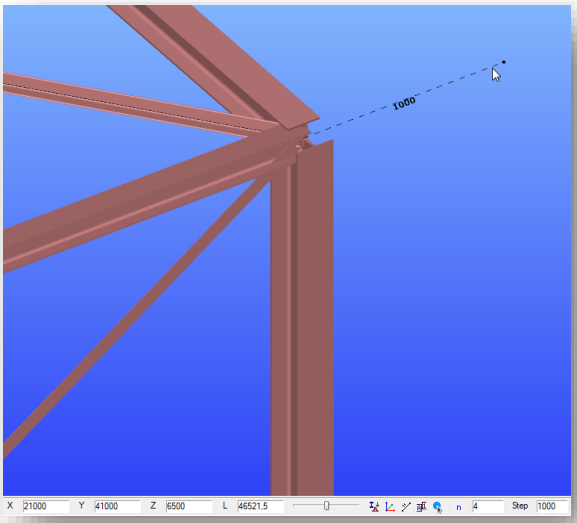
Raszter háló fogópontjainak működésének Ki/Be kapcsolása

Ív/kör érintő pontjainak megjelenítése

Egy pontból egy egyenesre, ívre, körre merőleges pont kijelölése

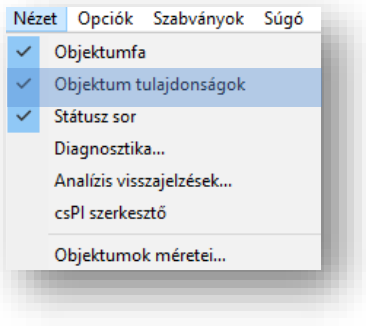
Ív/kör középpontjának kijelölése
Egyenes elemek középpontjának megfogása a felosztás funkció megfelelő beállításával érhető el!

Az állapotsor utolsó mezője a meghosszabbítás lépésköze. A mezőben magadott szám, a meghosszabbítás lépésközét adja meg mm-ben.



1.2.8 Objektumfa, Diagnosztika és Objektum tulajdonságok ablakok

Ezen ablakok láthatósága a ***Nézet*** menüben kapcsolható Ki / Be.

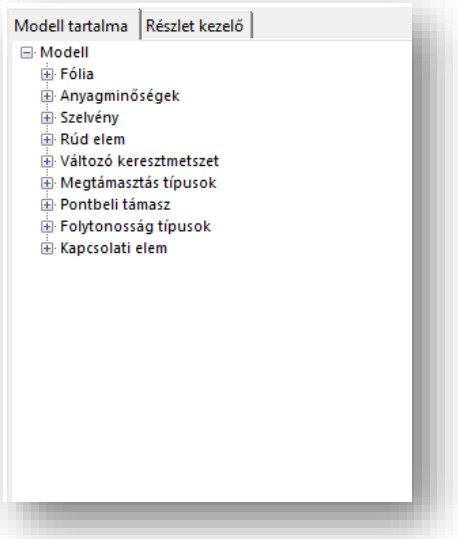


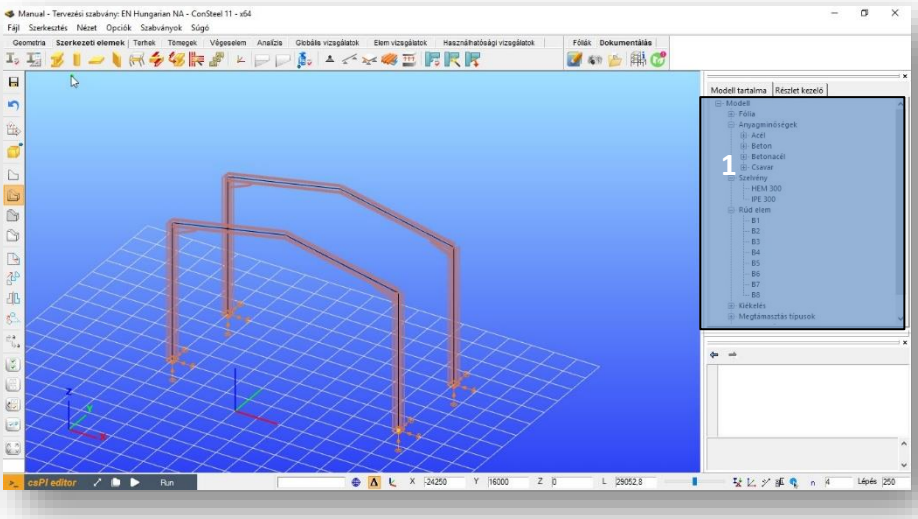
Objektumfa ablak

Két fül található az objektum ablakon:

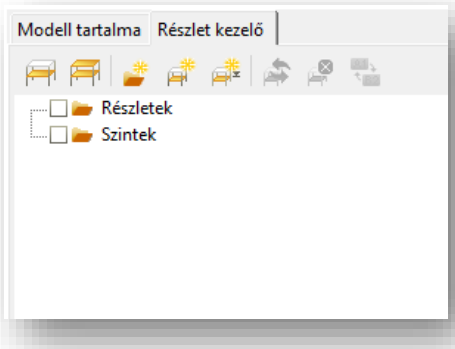
Modell tartalma fül

A modellfa (#1) alapesetben is tartalmazza azokat az objektum csoportokat, amelyek szükségesek egy szerkezet felépítéséhez.
Modellezés során minden új objektum (anyagminőségek, szelvények, terhek, támaszok stb.) bekerül a modellfa megfelelő csoportjaiba.
Objektumok a fastruktúrában is kijelölhetőek. A kiválasztott elemek a modelltérben is kijelöltek lesznek.





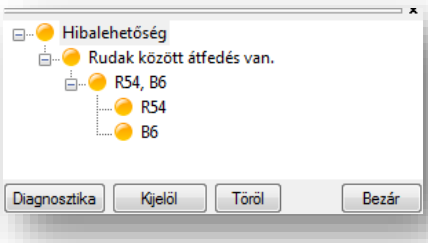
Részlet kezelő fül



Részlet kezelő használatának leírását lásd a ***3.2 Modell nézetek*** és a ***3.4 Részlet kezelő*** fejezetekben.

Diagnosztika ablak

Geometriai vagy modellezési hibák (egy vagy több elem átfedése, hiányzó támasz stb…) észlelése esetén a Diagnosztika ablak automatikusan megjelenik, kijelezve a problémás elemeket.



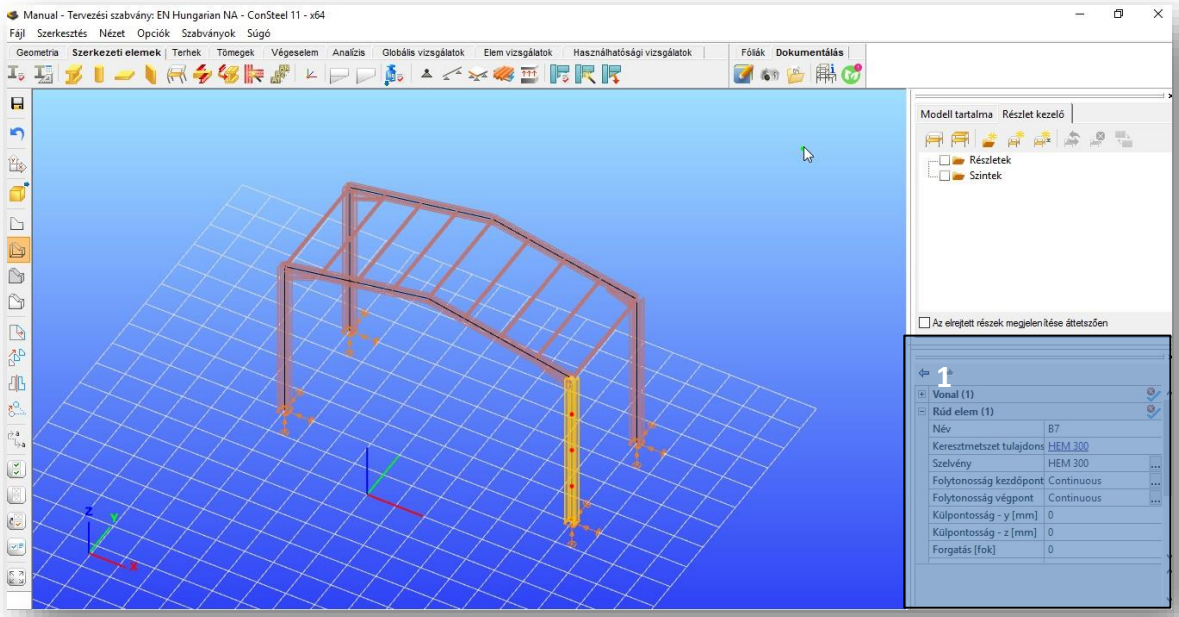
A Diagnosztika ablakban a hiba üzenetek piros színnel, a figyelmeztetések pedig sárga színnel kerülnek megjelenítésre.

A Diagnosztika ablakban kiválasztott objektum a ***KIJELÖL*** gomb megnyomásával a modelltérben is kijelölésre kerül. A ***SHIFT*** vagy ***CTRL*** billentyűk egyidejű lenyomásával a többszörös kijelölés is lehetséges.

A kiválasztott objektum/ok a ***TÖRÖL*** gomb, vagy a ***DELETE*** billentyű segítségével kitörölhető/ek.

Objektum tulajdonságok ablak

Minden kiválasztott objektum (és alobjektum) megjelenik az ablakban (#1). Az egyes objektumcsoportok ablakai „kinyithatók”, a paraméterek megtekinthetők, illetve a legtöbb paraméter módosítható is. Ha több azonos csoportba tartozó objektumot választunk ki, akkor a kiválasztott objektumok azonos tulajdonságai olvashatóak, a különböző tulajdonságok esetén az „eltérő” szöveg kerül kijelzésre.

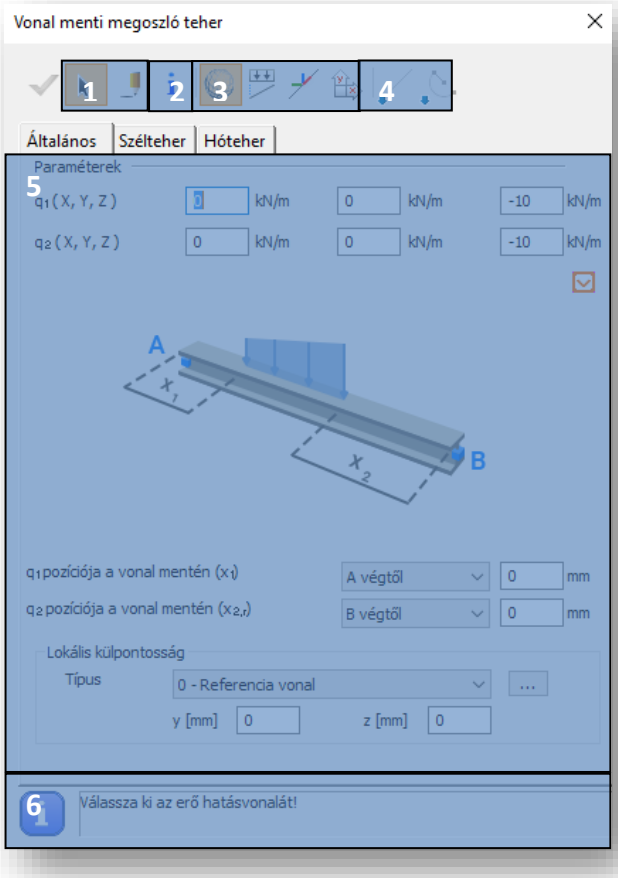


A kijelölt objektumok tulajdonságai, eltérő tulajdonságok esetén is, egyszerre megváltoztathatók.

A kijelölés megszüntetése ( ) gombbal, az előzőleg kiválasztott objektum típusok kivonhatóak a kiválasztásból.

1.3 AZ ABLAKOK ÁLTALÁNOS FELÉPÍTÉSEI

A funkciók és eszközök közötti könnyebb eligazodás érdekében, a legtöbb szerkesztő ablaknak – különösen a legfontosabb ***SZERKEZETI ELEMEK*** és ***TERHEK*** fül funkciói esetén – megegyezik a szerkezete. Ezen ablakok általános részei a következőek:



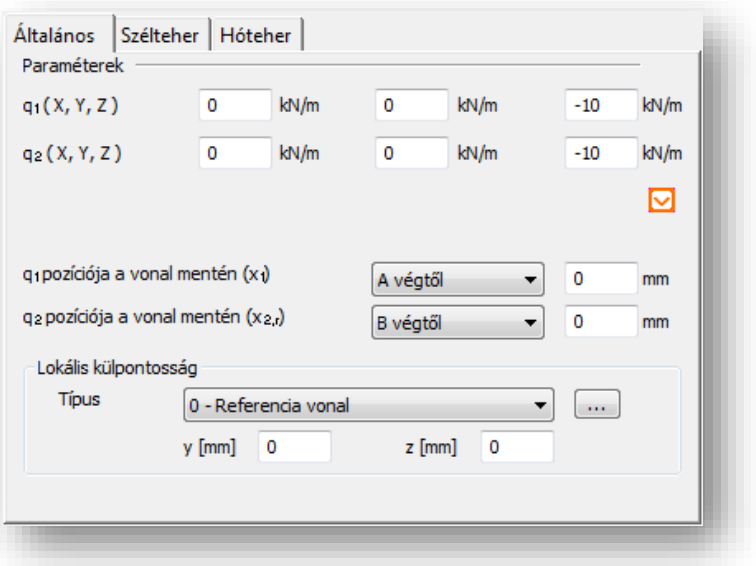
#1 elhelyezés módja (teljes elem hossza mentén; rajzolással két pont között)

#2 paraméterek átvétele egy már elhelyezett objektumról

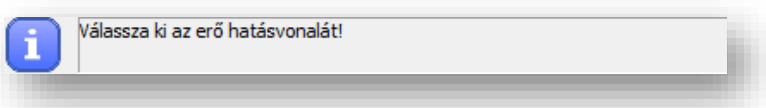
#3 az elhelyezés koordinátarendszere

#4 vonal és ívrajzolási funkció, ha az elhelyezés módja a “Rajzolás” ( )

Az ablak középső része tartalmazza az objektum fő paramétereit (#5):



A következő lépésről, az ablak alsó részén található információs mező (#6) ad tájékoztatást.



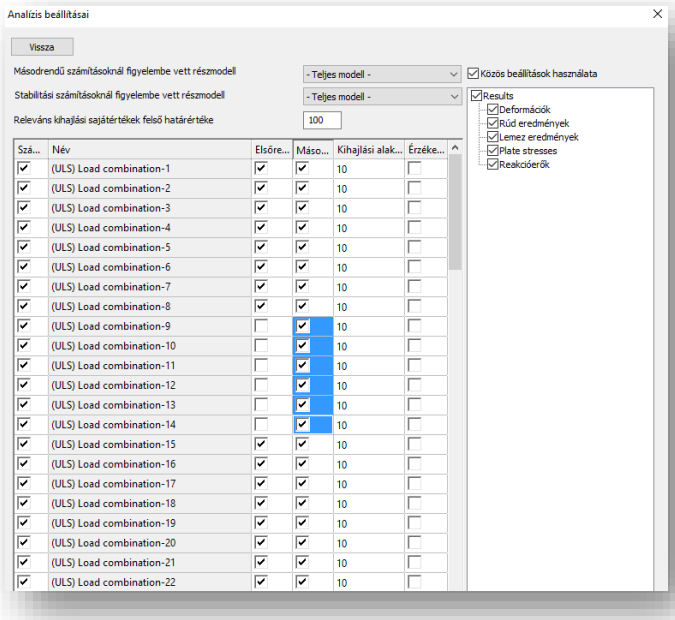
Az ikonok egérrel való megközelítésével láthatóvá válnak a funkciók nevei.

1.4 Táblázatok általános funkciói

A *ConSteel*-ban két féle táblázattípus található: az adatbeviteli és az eredmény táblázat. A táblázatok általában nagy mennyiségű adatokat tartalmaznak. Ezen adatok kezelésének kényelmesebbé tételét a következő funkciók segítik.

Adatbeviteli táblázatok (a ***Teherkombinációk*** és az ***Analízis beállításai*** ablakok használják) funkciói:

- egész oszlop kiválasztása a fejléccellára való kattintással
- jelölő négyzetes opció esetén is lehetséges egyidejűleg kiválasztott több cella kijelölése. Kijelölt cellákra jobb egérgombbal kell kattintani
- azonos érték bevitele is történhet az egyidejűleg kiválasztott több cellába. Kiválasztott cellákra jobb egérgombbal kattintva az érték megadható a megjelenő ablakba



- Módosítható táblázatok esetén, a cella tartalmak ***CTRL+C*** billentyű kombinációkkal másolhatóak és ***CTRL+V*** billentyű kombinációkkal beszúrhatóak táblázaton belül, vagy MS Excel vagy más táblázat kezelő programokba

Az eredmény táblázatoknál (***ANALÍZIS*** és ***GLOBÁLIS VIZSGÁLATOK*** fülek és a ***MÉRTÉKADÓ ÉRTÉKEK*** és a ***MODELL INFORMÁCIÓS ADATLAP*** ablakok használják) a következő lehetőségek érhetőek el:

- az oszlopok fejlécére kattintva a sorok rendezhetőek növekvő, csökken és ABC sorrendbe
- az aktuális táblázat Excel fájlba menthető
- az aktuális táblázat elmenthető a dokumentációba való beillesztés céljából (lásd ***13. FEJEZET DOKUMENTÁCIÓ***)

1.5 GYORSBILLENTYŰK

Használatuk jelentősen gyorsítják a modellezést. A *ConSteel*-ben az alábbi gyorsbillentyűk használhatók:

- **CTRL+N: új modell**
- **CTRL+O: modell megnyitása**
- **CTRL+S: modell mentése**

- CTRL+Z: utolsó művelet visszavonása
- CTRL+Y: visszavont művelet érvényesítése
- CTRL+A: minden objektum kijelölése
- CTRL+I: kijelölés megfordítása
- CTRL+1: XY nézet (felülnézet)
- CTRL+2: XZ nézet (elölnézet)
- CTRL+3: YZ nézet (oldalnézet)
- CTRL+4: XYZ nézet (axonometria)
- CTRL+5: aktuális raszter síkra merőleges nézet
- CTRL+C: kiválasztott cellatartalmak másolása módosítható táblázatokból
- CTRL+V: másolt cellatartalmak beszúrása
- ESC: kijelölés megszüntetése, vagy kilépés egy műveletből
- DELETE: kiválasztott objektumok törlése
- F1: súgó
- F3: analízis futtatása az aktuális beállításokkal
- X: Globális X koordináta értékének manuális megadása
- Y: Globális Y koordináta értékének manuális megadása
- Z: Globális Z koordináta értékének manuális megadása
- a: alfa szög megadása polár koordináta rendszerben
- b: béta szög megadása polár koordináta rendszerben
- L: hosszérték manuális megadása egy adott irányba, egy előzőleg kiválasztott ponttól
- R: váltás a globális és a legutóbb definiált felhasználói koordináta rendszer között
- Középső egérgomb: modell mozgatása
- ALT+bal egérgomb: modell forgatása
- ALT+jobb egérgomb: modell nagyítása/kicsinyítése
- ↑: képernyő mozgatása fel
- ↓: le

- →: jobbra
- ←: balra
- középső egérgomb tekerése: modell nagyítása/kicsinyítése
- +: modell távolítása
- -: modell közelítése
- SHIFT + bal egérgombbal kattintás elemre: kiválasztás megszűntetése
- SHIFT+ALT+ bal egérgombbal ablakrajzolás: ablakos nagyítás

2 FÁJLKEZELÉS

2.1 ALAPOK

ConSteel-ben a fájlkezelés az MS Windows-nál megszokott módon történik. A tárolt fájlok minden információt tartalmaznak a modellről, ezért mappahelytől függetlenül megnyithatók. Alap esetben a **.csm** fájlkiterjesztés van a *ConSteel* programhoz rendelve. Az ilyen kiterjesztésű fájlokat dupla kattintással a *ConSteel* automatikusan megnyitja.

2.2 FÁJLTÍPUSOK

A *ConSteel* az alábbi fájltípusokat kezeli:

.csm: a ConSteelModel fájl, natív bináris formátumú. Megnyitható korábban számított eredményeket tartalmazó eredményfájllal együtt, vagy eredmények betöltése nélkül. Az eredményeket a **.csr** (ConSteelResult) kiterjesztésű fájlban tárolja a program. Ez a fájl önmagában nem nyitható meg és nem menthető. A **.csm** fájl menthető és megnyitható.

.csm~: az automatikus mentés által létrehozott modellfájl. Az automatikus mentés időintervalluma az ***OPCIÓK*** menüben állítható.

.csm.bak: a biztonsági mentés által létrehozott fájl. A biztonsági mentés az ***OPCIÓK*** menüben állítható be. Biztonsági mentés minden manuális mentésnél létrejön és tárolja az előzőleg mentett modell állapotot. Szükség esetén a **.bak** kiterjesztés törölhető, ezáltal a fájl, mint modellfájl betölthető a programba.

.anf: *StruCad* szöveges fájl. Csak megnyitás.

.csf: régi *ConSteel* verzió bináris fájltípusa (ConSteel 2.x, 3.x). Csak megnyitás.

.asc: *Tekla Structures* ASCII fájl. Csak megnyitás.

.dxf: *AutoCad* text fájl. Megnyitás, mentés.

.sc1: *BoCad* text fájl típus. Megnyitás, mentés. (Bocad opcionális modulja szükséges a Bocad oldali mentéshez, olvasásához)

.snf: *StruCad* text fájl típus. Megnyitás, mentés.

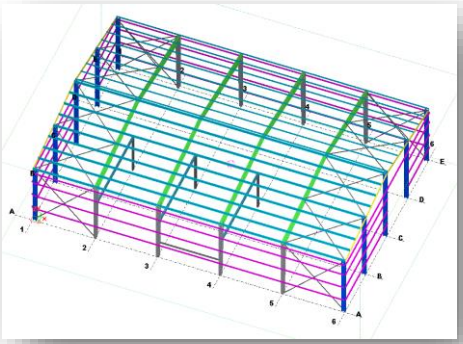
2.3 TEKLA STRUCTURES MODEL IMPORT, EXPORT ÉS UPDATE

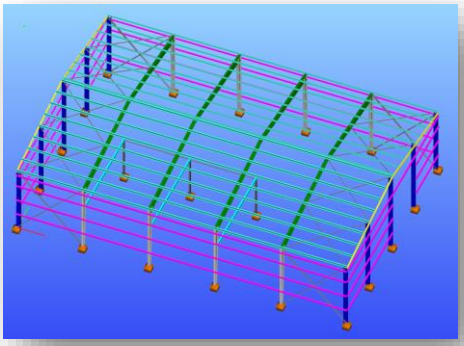
Zökkenőmentes és gyors átmenettel a statikai modell és szerkesztői modell között jelentős időt és pénzt lehet megspórolni. Ezt elősegítendő a *ConSteel* magas fokú kapcsolattal rendelkezik a *Tekla Structures* program 64 bites változataival.

A *ConSteel* a *Tekla* .NET API technológiáját használja az import és export folyamatok során. Ez lehetővé teszi, hogy a *Tekla* modellt közvetlenül elérjék külső programok. Ennek megfelelően *ConSteel* és a *Tekla* szoftvereknek is telepítve kell lennie a számítógépen.

2.3.1 RÚDELEMEK IMPORTÁLÁSA

Az import során lehetőségünk van a *Tekla Structures* programban definiált szerkezeti elemek beolvasására. A konstrukciós szoftverben elérhető elemek közül a rúdszerkezetek (gerendák, oszlopok, íves rudak) importja érhető el.



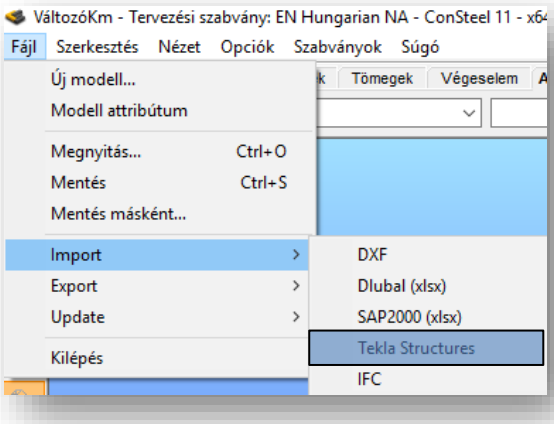


Az import funkció a következő *Tekla Structures* verziókkal kompatibilis.

- 19.0, 19.1 64 bit
- 20.0, 20.1 64 bit
- 21.0, 21.1 64 bit
- 2016, 2016i 64 bit
- 2017, 2017i
- 2019, 2019i
- 2020

A *Tekla Structures* modellek importálásához feltétlenül szükséges, hogy párhuzamosan mind a két program fusson, továbbá a *Tekla Structures*-ben nyitva legyen az importálandó szerkezeti modell, valamint a *ConSteel*-ben egy üres vagy már használt modell. A helyes import

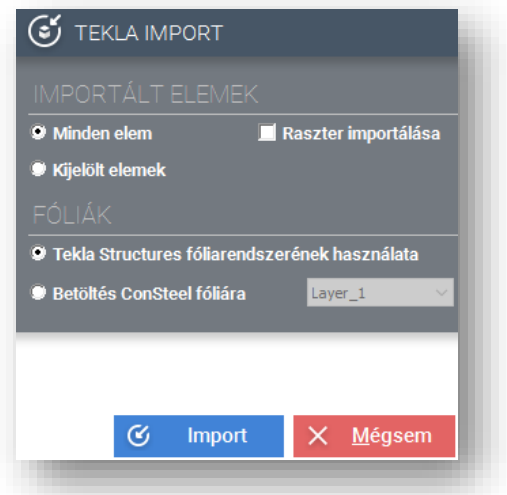
folyamathoz javasoljuk, hogy a *Tekla Structures* Default környezettel induljon el. Ezt követően válasszuk a ***FÁJL*** menü ***IMPORT*** almenüjében található ***TEKLA STRUCTURES*** opciót.



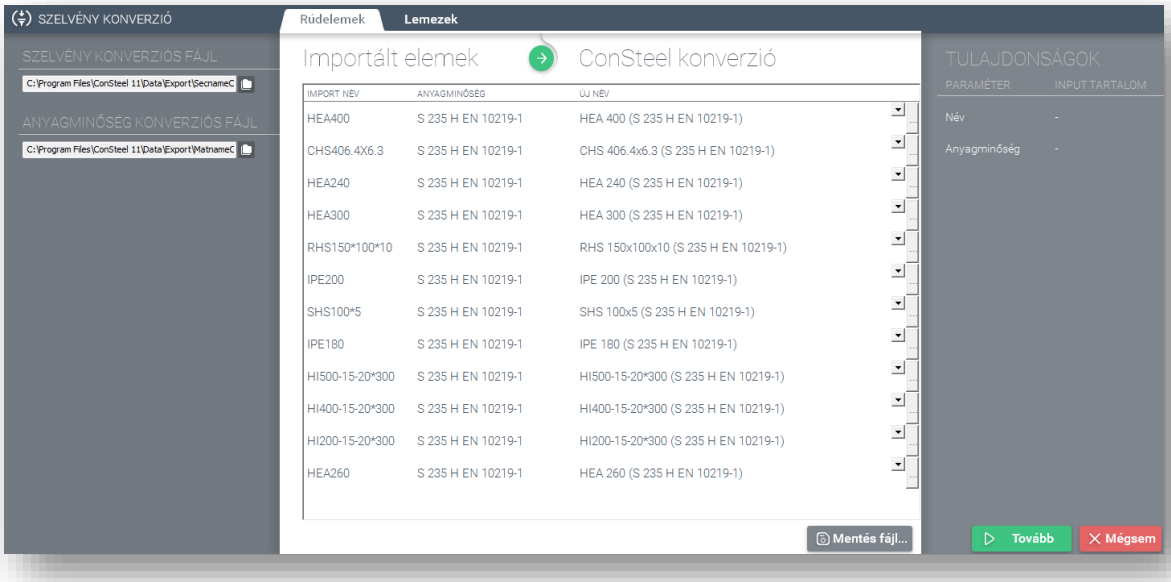
Ezután megnyílik az Importálás funkció ablak. Itt lehetőségünk van kiválasztani, hogy mely elemeket kerüljenek beimportálásra.

- Minden elem
- Kijelölt elemek

Amennyiben csak a kijelölt elemeket szeretnénk beolvasni, a kijelölést előre végezzük el a *Tekla Structures*-ben. Továbbá opcionálisan kiválaszthatjuk, hogy az importálandó elemeket a *ConSteel*-ben előre létrehozott fóliára hívjuk be, vagy a *Tekla Structures*-ben az osztályok által megadott fóliarendszert használjuk. Az utóbbi esetben a külön osztályon lévő elemeket külön fóliára tölthetjük be, melyek színei követik a *Tekla Structures* osztályokban definiált színeket. Mindemellett lehetőségünk van raszter hálót is importálni. Ezután az ***IMPORT*** gombra kattintva elindíthatjuk a folyamatot.



Következő lépésben adjuk meg a beillesztés referencia pontját a *Tekla Structures*-ben. Felhívjuk a figyelmet, hogy célszerű ellenőrizni a *Tekla Structures* koordináta rendszerének irányát a helyes importáláshoz. A referencia pont megadása után megjelenik a ***SZELVÉNY KONVERZIÓ*** ablak, ahol a szelvénynevek és az anyagnevek megfeleltetése végezhető el. A *Tekla Structures*-ben alkalmazott profilok és anyagminőségek elnevezései eltérhetnek a *ConSteel*-ban használt elnevezésektől. A megfeleltetés lehet egyértelmű, a konverziós fájlok alapján, vagy manuálisan elvégzendő.



A megfeleltetés során 2 fő eset különböztethető meg:

- *Automatikus megfeleltetés*:
  - A konverziós file alapján egyértelműen megfeleltethető a Tekla-ból importálásra kerülő szelvény a szabványos szelvénykönyvtárban szereplő ConSteel szelvénynek.
  - *Automatikus, „szabványos makro szelvény”*: A ConSteel szabványos szelvénytárában név szerint nem szereplő, de paramétereit tekintve szabványos szelvénynek megfeleltethető szelvény. A szelvény hozzárendelés ebben az esetben is automatikusan történik
- *Manuális megfeleltetés*: A konverziós file alapján egyértelműen nem feleltethető meg a Tekla-ból érkező szelvény a ConSteel szabványos szelvénytárában található egyik szelvénynek sem. *Manuálisan megfeleltetett makro szelvény*: Ha a ConSteel szabványos makro szelvényt nem tud társítani az importált keresztmetszethez, a hozzá rendelés a ***(...)*** ikonra kattintva (vagy a már betöltött szelvények közül választva) manuálisan elvégzendő. Ebben az esetben az automatikusan meg nem feleltethető szelvény kontúrja a konverziós ablak ***TULAJDONSÁGOK*** részén kirajzolásra kerül

Változtatás esetén az adatok a mentés (Mentés fájl...) gomb segítségével elmenthetők egy új konverziós fájlba, későbbi felhasználás céljából. A ***TULAJDONSÁG*** ablakban megjelennek az importált elemek jellemzői: név és anyagminőség. A ***TOVÁBB*** gomb megnyomása után adjuk meg a beillesztési pontot a *ConSteel* modelltérben, amivel az importálási folyamat megtörténik.

2.3.1.1 RÚDELEMEK IMPORTÁLÁSÁNAK KORLÁTAI

Rúdelemek – importálható szelvények

- I és H profilok:
  - Melegen hengerelt
  - Hegesztett szimmetrikus, állandó és változó magasságú hegesztett
  - Hegesztett nem szimmetrikus, állandó és változó magasságú hegesztett
- L profilok:
  - Melegen hengerelt, egyenlő és nem egyenlő szárú
  - Hidegen hajlított, egyenlő és nem egyenlő szárú
- U profilok:
  - Melegen hengerelt
- T profilok:
  - Melegen hengerelt
- C profilok:
  - Hidegen alakított szimmetrikus szelvények
  - Hidegen alakított aszimmetrikus szelvények
- Doboz szelvények:
  - Szimmetrikus, állandó magasságú hegesztett
  - Nem szimmetrikus, állandó magasságú hegesztett doboz szelvényeknél a kisebb övszélességgel definiálódik a szelvény
- Köracél profilok:
  - Állandó magasságú
  - Változó fő- és mellék tengelyhosszú profil nem importálható
- Zártszelvények:
  - Melegen hengerelt négyzet és téglalap alakú, állandó magasságú
  - Változó magasságú zártszelvény esetén a változó km-i beállításokat kézzel kell megadni
- Csőszelvények:
  - Melegen hengerelt, állandó és változó magasságú
- Z profilok

- Hidegen alakított szimmetrikus
- Hidegen alakított asszimetrikus szelvények
- Törtvonalú, folytatólagos gerenda nem importálható

Lemezelemek

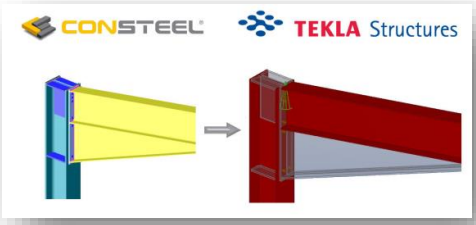
- Kör alaprajzú lemez
- Téglalap alaprajzú lemez

Kapcsolatok

- Tekla Structures-ben definiált makrók elemei nem importálhatóak

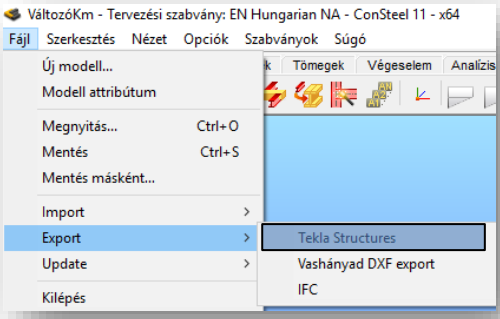
2.3.2 Rúdelemek exportálása Tekla Structures szoftverbe

A szerkezeti modell (pl.: gerendák, oszlopok, födémek, falak) exportálásán túl, a *ConSteel* kapcsolatoknak is megvan a megfelelő *Tekla* komponense, így lehetőség van a teljes szerkezeti modell (vázszerkezet és csomópontok) átkonvertálására szerkesztői modellé egy lépésben.



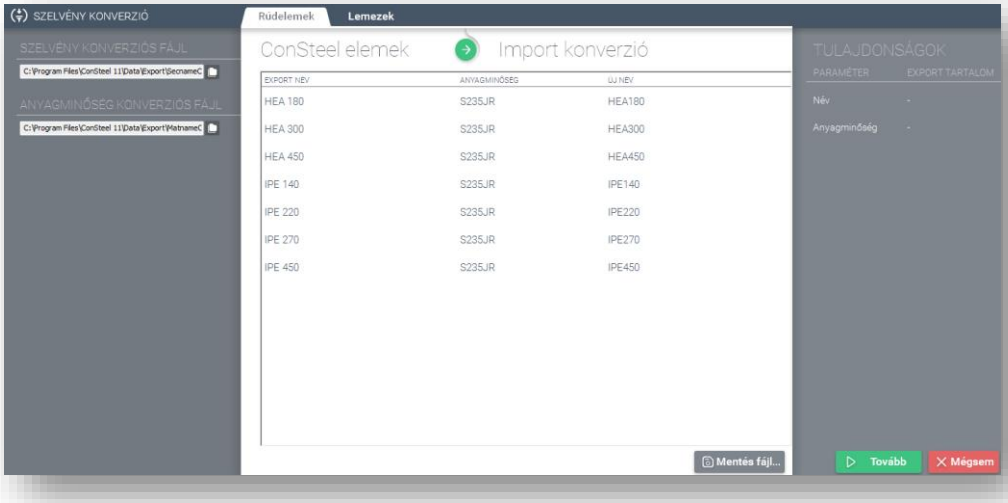
Az export funkció a 19.0 *Tekla Structures* verzióval vagy újabbal használható.

A modell *Tekla Structures*-be való exportálásához elengedhetetlen, hogy egyszerre fusson mind a két program és meg legyen nyitva egy üres modell a *Tekla Structures*-ben. Exportáláshoz válaszuk a ***Fájl*** menü ***Export*** almenüjében található ***Tekla Structures*** opciót.



A funkció elindításával megnyílik az exportálás ablaka. Kiexportálható a teljes modell is, de a dialóg ablak felkínálja azt a lehetőséget is, hogy csak a felhasználó által kiválasztott elemek kerüljenek kiexportálásra. Kapcsolóelemek exportálása is lehetséges, de felhívjuk a figyelmet, hogy csak azok a kapcsolatok kerülnek átexportálásra, amelyek előzőleg elhelyezésre kerültek a *ConSteel* modellen. Felülírhatjuk a Tekla modellünket is vagy akár egy meglévő modell mellé is beilleszthetjük a kiexportált modellünket. Az egyes szerkezeti elemek exportálása mellett lehetőségünk van raszter hálót is átvinni Teklába. Következő lépésként ki kell választani a modellbeillesztés referencia pontját, majd az ***EXPORT*** gombra kattintva elindíthatjuk a funkciót.

Következő lépésként a *Tekla Structures*-ben is meg kell adni a beillesztés referencia pontját. A referencia pont megadása után megjelenik a ***SZELVÉNY KONVERZIÓ*** ablak. A szelvénynevek és az anyagnevek megfeleltetése végezhető el, mivel a *Tekla* elnevezései eltérhetnek a *ConSteel*-ben használt elnevezésektől. A megfeleltetés történhet kézileg, vagy az előre elkészített konverziós fájlokkal.



Változtatás esetén az adatok a mentés (Mentés fájl...) gomb segítségével elmenthetők későbbi felhasználás céljából. A ***TULAJDONSÁG*** ablakban megjelennek az importált elemek jellemzői: név és anyagminőség. Az ***TOVÁBB*** gomb megnyomásával megtörténik a modell exportálása.

2.3.2.1 RÚDELEMEK ÉS KAPCSOLATOK EXPORTÁLÁSÁNAK KORLÁTAI

Rúdelemek – exportálható szelvények

- Standard szelvények
- Makró szelvények
  - Hegesztett I állandó magasságú
  - Hegesztett I változó magasságú
  - Hegesztett szekrény keresztmetszet
  - Hegesztett C szelvények
  - Hidegen alakított Z szelvények
  - Máltai kereszt szelvény
  - Hegesztett kalap szelvény
  - Hegesztett WQ szelvény
  - Hegesztett T szelvény
- Lemezek
  - Kör alaprajzú lemez
  - Téglalap alaprajzú lemez

Talplemez (1042)

- Kiékelés nem kerül exportálásra
- Lehorgonyzó csavarok típusát kézzel kell beállítani a *Tekla*-ban (*ConSteel* beállításnak nincs hatása az exportra)

- Lehorgonyzó csavaroknak csak a következő tulajdonságai kerülnek átvitelre: átmérő, anyagminőség
- Alaptestek nem kerülnek exportálásra
- Felső és alsó övek varratának azonosnak kell lennie a *Tekla*-ban (*ConSteel* beállításnak nincs hatása az exportra)

Kiékelés (40)

- Alsó és felső kiékelések méretei azonosak lesznek a *Tekla*-ban (a felső kiékelés az alsó adatai alapján kerül felvételre)
- Nyírási merevítők nem kerülnek exportálásra, csak a gerinchizlaló lemezek
- Övmerevítők nem kerülnek exportálásra

Taréjcsomóponti kiékelés (106)

- Felső kiékelés exportálása nem lehetséges

Merevített homloklemez (27)

- A *Tekla*-ban nincs gerincmerevítő lemez

2.3.3 ConSteel és Tekla Structures modellek közötti változás követés: Tekla update

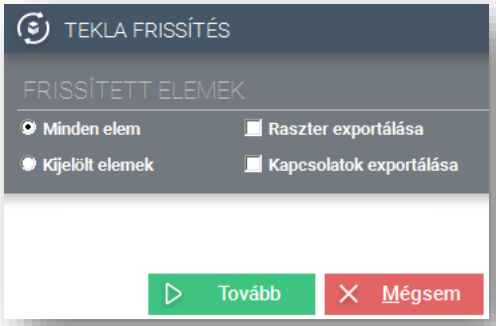
Az import és export funkciók mellett lehetőségünk nyílik, a statikai és konstrukciós modellek változásainak követésére. A ConSteel változáskövetés funkciójának segítségével egyszerűen és vizuálisan ellenőrizhetőek a módosított, törölt és újonnan létrehozott elemek, a ConSteel és a Tekla Structures modell összehasonlításával.

A Tekla modell frissítése mindig az aktuális ConSteel modell alapján valósul meg. Az elemek összehasonlítása az alábbi attribútumok szerint történik:

- Elem név
- Anyagnév
- Keresztmetszet név
- Keresztmetszeti jellemzők
- Elem geometria és pozíció

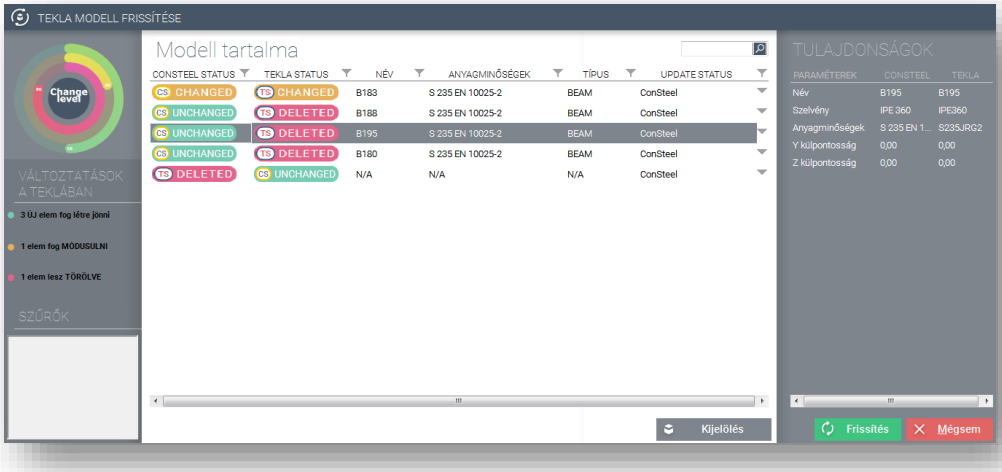
Az első lépés változáskövetés indítása előtt a Tekla modell importálása ConSteelbe:

Tekla modell változáskövetéséhez fontos, hogy mindkét program fusson, és a modell legyen megnyitva Tekla Structures-ben. Ezután a ***File*** menü ***Export*** fül ***TEKLA Structures frissítés*** funkcióra kattintva a következő dialog jelenik meg:



A dialógon eldönthetjük, hogy a teljes modellt, vagy annak csak egy részét szeretnénk frissíteni. A megfelelő beállítások után a ***TOVÁBB*** gombra kattintva haladhatunk tovább.

A modellek frissítésekor a párhuzamosan futó ConSteel és Tekla modellek összehasonlításra kerülnek. Azon elemek esetében, amelyek frissítése nem egyértelmű a felhasználó dönthet, melyik változatot kívánja használni.



A ***FRISSÍTÉS*** gombra való kattintással a változtatások alkalmazásra kerülnek. A ConSteelben újonnan létrehozott elemek automatikusan exportálásra kerülnek a Tekla Structures-be. A következő táblázat tartalmazza az egyesítés eseteit:

CONSTEEL	Tekla	*UPDATE* / *MERGE*
CS UNCHANGED	TS UNCHANGED	-

CS UNCHANGED	TS CHANGED	*MERGE*
CS UNCHANGED	TS DELETED	*MERGE*
CS CHANGED	TS UNCHANGED	*UPDATE*
CS CHANGED	TS CHANGED	*MERGE*
CS CHANGED	TS DELETED	*MERGE*
CS DELETED	TS UNCHANGED	*MERGE*
CS DELETED	TS CHANGED	*MERGE*
CS DELETED	TS DELETED	-

2.4 IFC MODELL IMPORT ÉS EXPORT

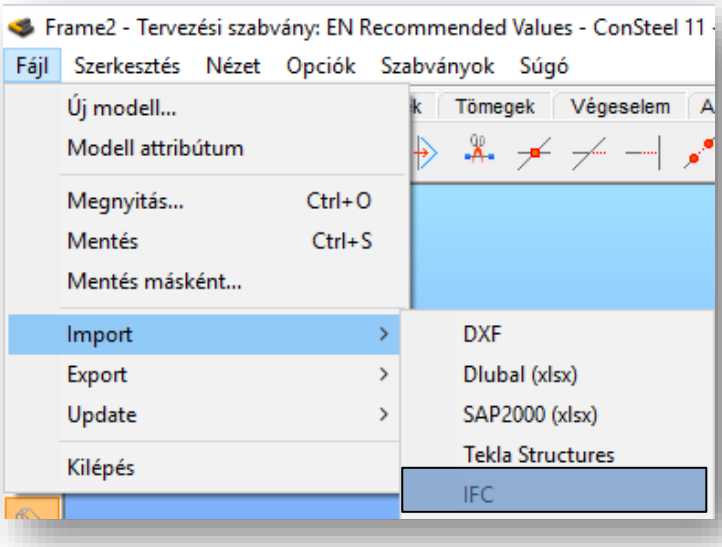
Az IFC (*Industry Foundation Classes*) egy nyílt leírású, az építő ipar és létesítmény management számára, a BIM (*Building Information Modeling*) adat cserét lehetővé tevő nemzetközi szabvány (*openBIM*).
A *BuildingSMART International* szervezet publikálja és fejleszti a hivatalos specifikációkat az épület modell leírásához és az adatátviteli követelményeket.

2.4.1 IFC FÁJL IMPORTÁLÁSA

Az import funkció az alábbi IFC sémával létrehozott ifc fájlok beolvasását támogatja.

- IFC 2x3

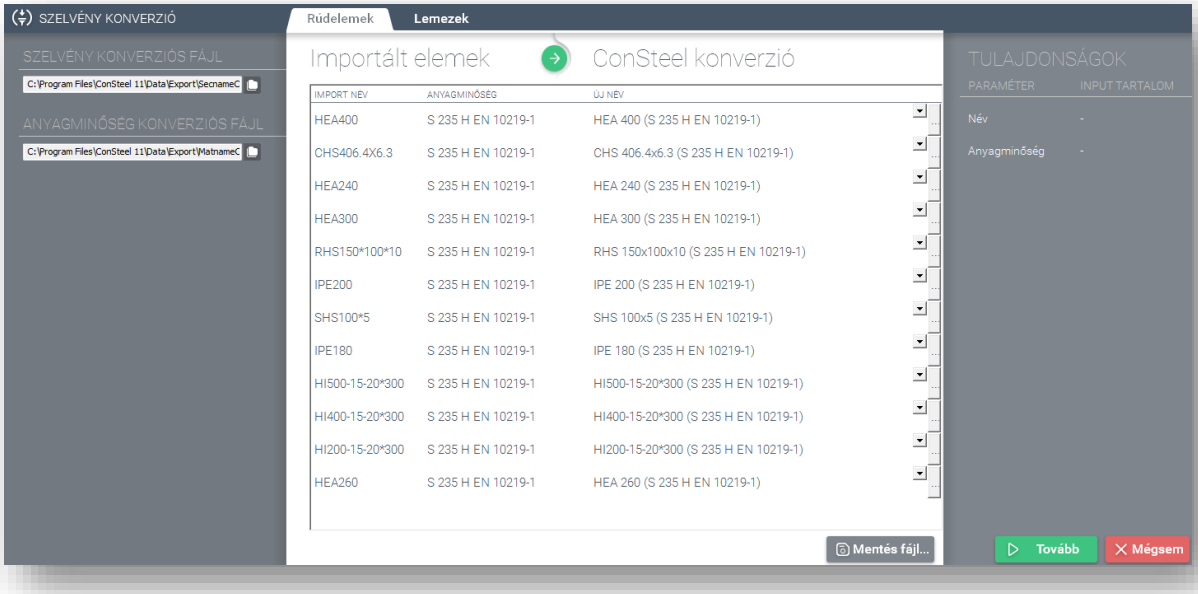
Az IFC fájl importálása funkció a ***FÁJL*** menü ***IMPORT*** almenüjében található.



Az ***IFC*** funkcióra kattintva megnyílik az Import funkció ablak. Itt legelső lépésként ki kell választani az adott IFC fájlt, amelyet be szeretnénk olvasni ConSteel-be. Továbbá definiálható, hogy a beolvasott modell milyen méretaránnyal és mértékegységgel kerüljön beimportálásra. Megadható manuálisan is az elhelyezési pont, abban az esetben, ha ezt nem tesszük meg, a szoftver a globális koordináta rendszer origójához fogja igazítani a beimportálásra kerülő modellünket. Az elhelyezés síkja szintén ezen a dialóg ablakon adható meg Ezután az ***IMPORT*** gombra kattintva elindíthatjuk a folyamatot.

Mindezek után megjelenik a ***SZELVÉNY KONVERZIÓ*** ablak, ahol a szelvénynevek és az anyagnevek megfeleltetése végezhető el. A beimportált profilok és anyagminőségek elnevezései eltérhetnek a *ConSteel*-ben használt elnevezésektől, ezért a megfeleltetés történhet kézileg, vagy az előre elkészített konverziós fájlokkal. A ***SZELVÉNY KONVERZIÓ***

ablakon feltüntetésre kerül az egyes elemek import neve, anyagminősége és a ConSteel által megfeleltetett új neve.

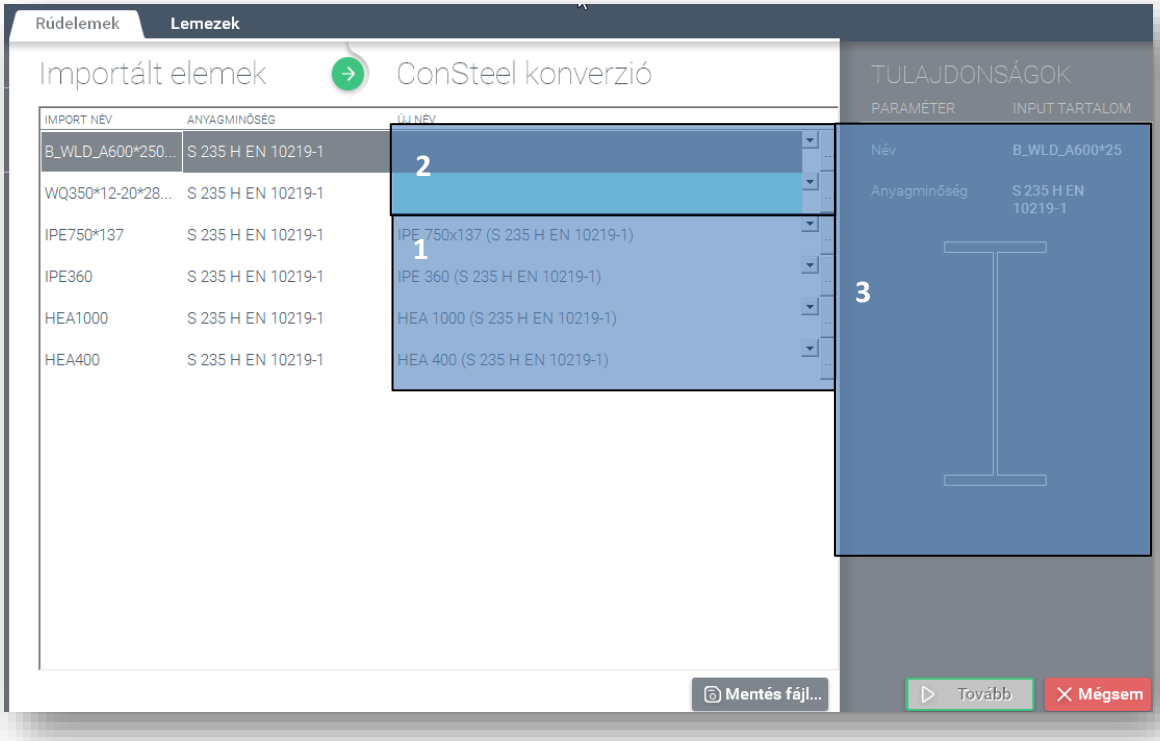


Kézi megfeleltetés esetén 2 különböző eset állhat elő:

- *Egyértelmű megfeleltetés (#1)*: ebben az esetben a beimportálásra kerülő szelvényekhez automatikusan hozzárendelődnek a ConSteel szelvénykönyvtárában található szelvények. A megfeleltetés ebben az esetben szelvénynév alapján történik. Többnyire szabványos szelvények feleltethetőek meg így, melyek mindkét szoftver szelvénykönyvtárában megtalálhatóak, azonos névvel.
- *Részben egyértelmű megfeleltetés (#2)*:
  - *„Szabványos makró" szelvények esetén*: a beimportálásra kerülő szelvényekhez nem rendelődnek hozzá automatikusan a ConSteel szelvénykönyvtárában található szelvények, mivel a beolvasásra kerülő szelvényekhez nem lehet egyértelműen hozzárendelni egyetlen szelvényt sem a ConSteel saját szelvénykönyvtárából. Többnyire szabványos makró szelvények esetén történhet így a megfeleltetés (pl.: hegesztett I szelvények). *Részben egyértelmű megfeleltetéskor* az *Új név* oszlopban található cellák üresen maradnak, ilyenkor a felhasználó két opció közül választhat a megfeleltetéskor:
    - Legördülő menüből kiválasztható és hozzárendelhető a betöltött szelvények közül a beimportált szelvénynek megfelelő szelvény.
    - a hárompontos ( ) ikonra kattintva felugrik a ConSteel szelvénykönyvtára, mely segítségével megadható, mely szelvényt

töltjük be a szelvénykonverziós dialógra, majd feleltetünk meg a beimportált szelvénynek megfelelően.

- *Makró szelvények megfeleltetése*: a beimportálásra kerülő szelvényekhez nem rendelődnek hozzá automatikusan a ConSteel szelvénykönyvtárában található szelvények, mivel a beolvasásra kerülő szelvényekhez nem lehet egyértelműen hozzárendelni egyetlen szelvényt sem a ConSteel saját szelvénykönyvtárából, viszont ebben az esetben megjelenik egy kis ábra a szelvénykonverziós ablak jobb oldalán, mely a beimportált szelvény keresztmetszetét illusztrálja (#3). *Új név* oszlopban található cellák üresen maradnak a megfeleltetés szintén két módon történhet, analóg módon az előzőekben leírtakkal:
  - Legördülő menüből kiválasztható és hozzárendelhető a betöltött szelvények közül a beimportált szelvénynek megfelelő szelvény.
  - a hárompontos (…) ikonra kattintva felugrik a ConSteel szelvénykönyvtára, mely segítségével megadható, mely szelvényt töltjük be a szelvénykonverziós dialógra, majd feleltetünk meg a beimportált szelvénynek megfelelően.



Változtatás esetén az adatok a mentés (Mentés fájl...) gomb segítségével elmenthetők későbbi felhasználás céljából. A ***TULAJDONSÁG*** ablakban megjelennek az importált elemek

jellemzői: név és anyagminőség. A ***TOVÁBB*** gomb megnyomása után megtörténik a beimportálás.

2.4.1.1 IMPORTÁLHATÓ OBJEKTUMOK

Acél rúdelemek:

- I profilok:
  - Általános helyzetű, melegen hengerelt, állandó övvastagságú egyenes és íves szimmetrikus I szelvényű rúdelemek
  - Általános helyzetű, hegesztett, állandó övvastagságú egyenes és íves szimmetrikus I szelvényű rúdelemek
  - Általános helyzetű, hegesztett, állandó övvastagságú egyenes és íves aszimmetrikus I szelvényű rúdelemek
  - Általános helyzetű, melegen hengerelt, lejtős övű egyenes és íves I szelvényű rúdelemek
- H profilok:
  - Általános helyzetű, melegen hengerelt, állandó övvastagságú egyenes és íves H szelvényű rúdelemek
  - Általános helyzetű hegesztett, állandó övvastagságú egyenes és íves H szelvényű rúdelemek
- T profilok:
  - Általános helyzetű, melegen hengerelt egyenes és íves T szelvényű rúdelemek
  - Általános helyzetű, hegesztett egyenes és íves T szelvényű rúdelemek
- U profilok:
  - Általános helyzetű, melegen hengerelt állandó övvastagságú egyenes és íves U szelvényű rúdelemek
  - Általános helyzetű, melegen hengerelt lejtős övű egyenes és íves U szelvényű rúdelemek
- Melegen hengerelt zártszelvények:
  - Általános helyzetű, melegen hengerelt egyenes és íves zártszelvényű rúdelemek
- Hidegen alakított zártszelvények:
  - Általános helyzetű, hidegen alakított egyenes és íves zártszelvényű rúdelemek
- Melegen hengerelt csőszelvények:
  - Általános helyzetű, melegen hengerelt egyenes és íves csőszelvényű rúdelemek
- Hidegen alakított csőszelvények:
  - Általános helyzetű, hidegen alakított egyenes és íves csőszelvényű rúdelemek
- Melegen hengerelt L profilok:
  - Melegen hengerelt, egyenlő és nem egyenlő szárú L szelvényű rúdelemek
- Hidegen alakított L profilok:

  - Hidegen alakított, egyenlő és nem egyenlő szárú L szelvényű egyenes és íves rúdelemek
- Hidegen alakított C profilok:
  - Hidegen alakított, általános helyzetű, peremmel rendelkező egyenes és íves C szelvényű rúdelemek
  - Hidegen alakított, általános helyzetű perem nélküli egyenes és íves C szelvényű rúdelemek
  - Hidegen alakított, általános helyzetű peremmel rendelkező ferde övvel rendelkező egyenes és íves C szelvényű rúdelemek
- Hidegen alakított C profilok:
  - Hidegen alakított, általános helyzetű peremmel rendelkező egyenes és íves C szelvényű rúdelemek
  - Hidegen alakított, általános helyzetű visszahajtott peremmel rendelkező egyenes és íves C szelvényű rúdelemek
- Lindab C profilok:
  - Hidegen alakított, általános helyzetű peremmel rendelkező, aszimmetrikus C szelvényű egyenes és íves rúdelemek
- Hegesztett C profilok:
  - Hegesztett, általános helyzetű perem nélküli, szimmetrikus C szelvényű egyenes és íves rúdelemek
- Hidegen alakított J profilok:
  - Hidegen alakított, általános helyzetű J szelvényű egyenes és íves rúdelemek
- Hidegen alakított U profilok:
  - Hidegen alakított, általános helyzetű U szelvényű egyenes és íves rúdelemek
- Hidegen alakított Z profilok:
  - Hidegen alakított, általános helyzetű peremmel rendelkező Z szelvényű egyenes és íves rúdelemek
  - Hidegen alakított, általános helyzetű ferde peremmel rendelkező Z szelvényű egyenes és íves rúdelemek
  - Hidegen alakított, általános helyzetű perem nélküli Z szelvényű egyenes és íves rúdelemek
- Laposacélok:
  - Általános helyzetű laposacél szelvényű egyenes és íves rúdelemek
- Négyzetacélok:
  - Általános helyzetű négyzetacél szelvényű egyenes és íves rúdelemek
- Doboz szelvények:
  - Általános helyzetű, hegesztett doboz szelvényű egyenes és íves rúdelemek
- Máltai kereszt profil:
  - Általános helyzetű, hegesztett máltai kereszt szelvényű egyenes és íves rúdelemek

- Fél máltai kereszt profil:
  - Általános helyzetű, hegesztett fél máltai kereszt szelvényű egyenes és íves rúdelemek
- PI szelvény:
  - Általános helyzetű, hegesztett PI szelvényű egyenes és íves rúdelemek
- WQ szelvény:
  - Általános helyzetű, hegesztett WQ szelvényű egyenes és íves rúdelemek

Vasbeton rúdelemek

- Általános helyzetű T alaprajzú egyenes vasbeton rúdelemek
- Általános helyzetű kör alaprajzú egyenes vasbeton rúdelemek
- Általános helyzetű téglalap alaprajzú egyenes vasbeton rúdelemek
- Általános helyzetű I alaprajzú egyenes vasbeton rúdelemek
- Általános helyzetű, üreges téglalap alaprajzú egyenes vasbeton rúdelemek
- Általános helyzetű trapéz alaprajzú egyenes vasbeton rúdelemek
- Általános helyzetű, üreges kör alaprajzú egyenes vasbeton rúdelemek

Lemezelemek

- Általános áttöréssel rendelkező vagy áttörés nélküli vízszintes helyzetű szabályos alaprajzú lemezek lekerekítéssel, letöréssel vagy lekerekítés és letörés nélkül
- Általános áttöréssel rendelkező vagy áttörés nélküli vízszintes helyzetű poligon alaprajzú lemezek lekerekítéssel, letöréssel vagy lekerekítés és letörés nélkül
- Általános áttöréssel rendelkező vagy áttörés nélküli vízszintes helyzetű kör alaprajzú lemezek
- Általános áttöréssel rendelkező vagy áttörés nélküli általános helyzetű szabályos alaprajzú lemezek lekerekítéssel, letöréssel vagy lekerekítés és letörés nélkül
- Általános áttöréssel rendelkező vagy áttörés nélküli általános helyzetű poligon alaprajzú lemezek lekerekítéssel, letöréssel vagy lekerekítés és letörés nélkül
- Általános áttöréssel rendelkező vagy áttörés nélküli általános helyzetű kör alaprajzú lemezek

Tárcsaelemek

- Áttöréssel rendelkező vagy áttörés nélküli függőleges helyzetű tárcsák letöréssel, lekerekítéssel vagy lekerekítés és letörés nélkül

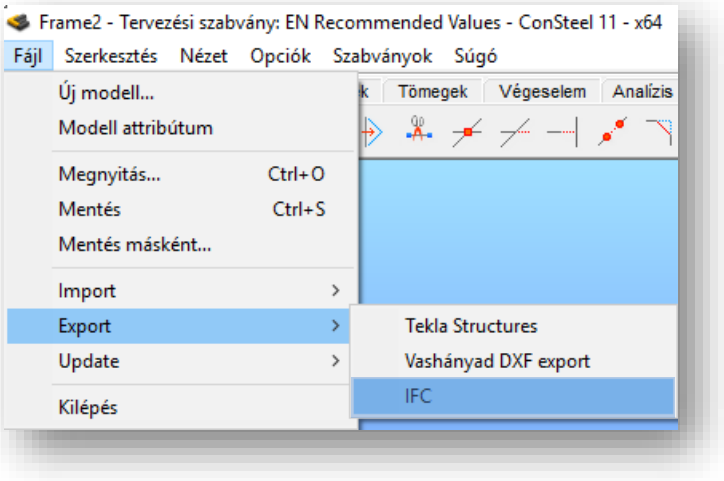
2.4.2 IFC Export

A ConSteel modell szerkezeti elemeit az új funkciónak köszönhetően ki lehet exportálni IFC fájl formátumba is, amivel lehetőség nyílik a ConSteel modell átadására más, elsősorban BIM modellezést támogató szoftverek (Revit, Allplan, Tekla Structures) felé.

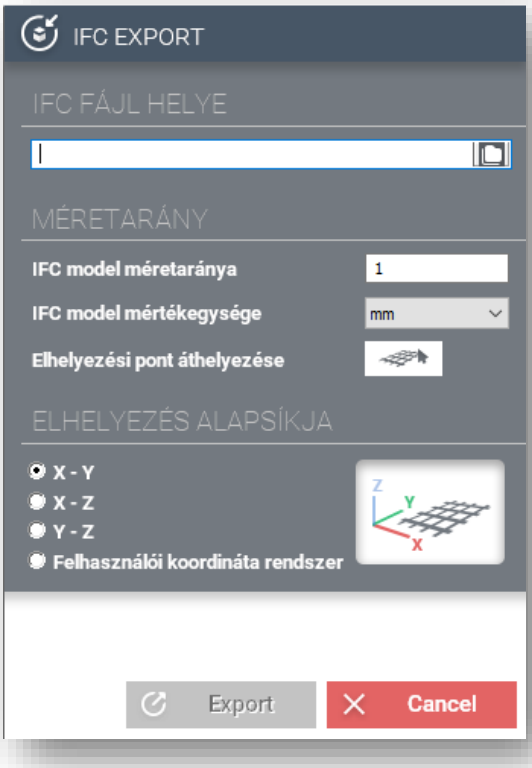
Az export funkció az alábbi IFC séma írását támogatja.

- IFC 2x3

Exportáláshoz válaszuk a ***FÁJL*** menü ***EXPORT*** almenüjében található ***IFC*** opciót.



Ezután megnyílik az exportálás funkció ablak. Itt legelső lépésben meg kell adnunk az IFC fájl kimentési helyét. Továbbá definiálható, hogy a kiexportálásra kerülő modell milyen méretaránnyal és mértékegységgel kerüljön kiírásra. Megadhatunk manuálisan elhelyezési pontot is, abban az esetben, ha ezt nem tesszük meg, a szoftver a globális koordináta rendszer origóját fogja megadni elhelyezési pontnak. Az elhelyezés síkja szintén ezen a dialóg ablakon adható meg. Ezután az ***EXPORT*** gombra kattintva elindíthatjuk a folyamatot.



Mindezen műveletek elvégzése után kiírásra kerül a modellünk. Exportálásnak az egyik korlátja, hogy nincs lehetőségünk csak kijelölt szerkezeti elemeket kiexportálni IFC fájlba, export során a teljes modell kiírásra kerül.

2.4.2.1 Exportálható objektumok

Acél rúdelemek:

- I profilok:
  - Általános helyzetű, melegen hengerelt, állandó övvastagságú egyenes és íves szimmetrikus I szelvényű rúdelemek
  - Általános helyzetű, hegesztett, állandó övvastagságú egyenes és íves szimmetrikus I szelvényű rúdelemek
  - Általános helyzetű, hegesztett, állandó övvastagságú egyenes és íves aszimmetrikus I szelvényű rúdelemek
  - Általános helyzetű, melegen hengerelt, lejtős övű egyenes és íves I szelvényű rúdelemek
- H profilok:
  - Általános helyzetű, melegen hengerelt, állandó övvastagságú egyenes és íves H szelvényű rúdelemek

  - Általános helyzetű, hegesztett, állandó övvastagságú egyenes és íves H szelvényű rúdelemek
- T profilok:
  - Általános helyzetű, melegen hengerelt egyenes és íves T szelvényű rúdelemek
  - Általános helyzetű, hegesztett egyenes és íves T szelvényű rúdelemek
- U profilok:
  - Általános helyzetű, melegen hengerelt állandó övvastagságú egyenes és íves U szelvényű rúdelemek
  - Általános helyzetű, melegen hengerelt, lejtős övű egyenes és íves U szelvényű rúdelemek
- Melegen hengerelt zártszelvények:
  - Általános helyzetű, melegen hengerelt egyenes és íves zártszelvényű rúdelemek
- Hidegen alakított zártszelvények:
  - Általános helyzetű, hidegen alakított egyenes és íves zártszelvényű rúdelemek
- Melegen hengerelt csőszelvények:
  - Általános helyzetű, melegen hengerelt egyenes és íves csőszelvényű rúdelemek
- Hidegen alakított csőszelvények:
  - Általános helyzetű, hidegen alakított egyenes és íves csőszelvényű rúdelemek
- Melegen hengerelt L profilok:
  - Melegen hengerelt, egyenlő és nem egyenlő szárú L szelvényű rúdelemek
- Hidegen alakított L profilok:
  - Hidegen alakított, egyenlő és nem egyenlő szárú L szelvényű egyenes és íves rúdelemek
- Hidegen alakított C profilok:
  - Hidegen alakított, általános helyzetű, peremmel rendelkező egyenes és íves C szelvényű rúdelemek
  - Hidegen alakított, általános helyzetű perem nélküli egyenes és íves C szelvényű rúdelemek
  - Hidegen alakított, általános helyzetű peremmel rendelkező ferde övvel rendelkező egyenes és íves C szelvényű rúdelemek
- Hidegen alakított C profilok:
  - Hidegen alakított, általános helyzetű peremmel rendelkező egyenes és íves C szelvényű rúdelemek
  - Hidegen alakított, általános helyzetű visszahajtott peremmel rendelkező egyenes és íves C szelvényű rúdelemek
- Lindab C profilok:
  - Hidegen alakított, általános helyzetű peremmel rendelkező, aszimmetrikus C szelvényű egyenes és íves rúdelemek
- Hegesztett C profilok:

  - Hegesztett, általános helyzetű perem nélküli, szimmetrikus C szelvényű egyenes és íves rúdelemek
- Hidegen alakított J profilok:
  - Hidegen alakított, általános helyzetű J szelvényű egyenes és íves rúdelemek
- Hidegen alakított U profilok:
  - Hidegen alakított, általános helyzetű U szelvényű egyenes és íves rúdelemek
- Hidegen alakított Z profilok:
  - Hidegen alakított, általános helyzetű peremmel rendelkező Z szelvényű egyenes és íves rúdelemek
  - Hidegen alakított, általános helyzetű ferde peremmel rendelkező Z szelvényű egyenes és íves rúdelemek
  - Hidegen alakított, általános helyzetű perem nélküli Z szelvényű egyenes és íves rúdelemek
- Laposacélok:
  - Általános helyzetű laposacél szelvényű egyenes és íves rúdelemek
- Négyzetacélok:
  - Általános helyzetű négyzetacél szelvényű egyenes és íves rúdelemek
- Doboz szelvények:
  - Általános helyzetű, hegesztett doboz szelvényű egyenes és íves rúdelemek
- Máltai kereszt profil:
  - Általános helyzetű, hegesztett máltai keresztszelvényű egyenes és íves rúdelemek
- Fél máltai kereszt profil:
  - Általános helyzetű, hegesztett fél máltai keresztszelvényű egyenes és íves rúdelemek
- PI szelvény:
  - Általános helyzetű, hegesztett PI szelvényű egyenes és íves rúdelemek
- WQ szelvény:
  - Általános helyzetű, hegesztett WQ szelvényű egyenes és íves rúdelemek

Vasbeton rúdelemek

- Általános helyzetű T alaprajzú egyenes vasbeton rúdelemek
- Általános helyzetű kör alaprajzú egyenes vasbeton rúdelemek
- Általános helyzetű téglalap alaprajzú egyenes vasbeton rúdelemek
- Általános helyzetű I alaprajzú egyenes vasbeton rúdelemek
- Általános helyzetű, üreges téglalap alaprajzú egyenes vasbeton rúdelemek
- Általános helyzetű trapéz alaprajzú egyenes vasbeton rúdelemek
- Általános helyzetű, üreges kör alaprajzú egyenes vasbeton rúdelemek

Lemezelemek

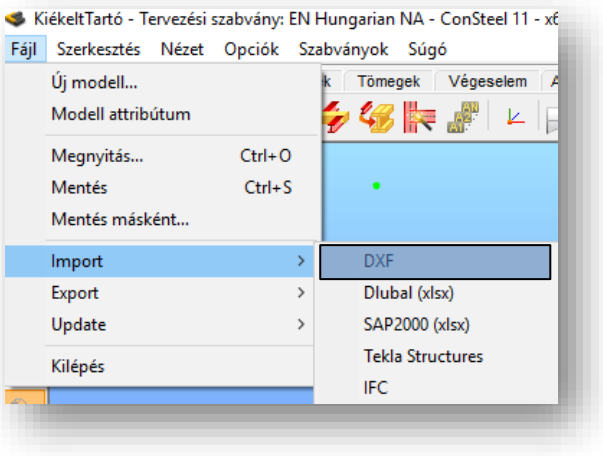
- Általános áttöréssel rendelkező vagy áttörés nélküli vízszintes helyzetű szabályos alaprajzú lemezek lekerekítéssel, letöréssel vagy lekerekítés és letörés nélkül
- Általános áttöréssel rendelkező vagy áttörés nélküli vízszintes helyzetű poligon alaprajzú lemezek lekerekítéssel, letöréssel vagy lekerekítés és letörés nélkül
- Általános áttöréssel rendelkező vagy áttörés nélküli vízszintes helyzetű kör alaprajzú lemezek
- Általános áttöréssel rendelkező vagy áttörés nélküli általános helyzetű szabályos alaprajzú lemezek lekerekítéssel, letöréssel vagy lekerekítés és letörés nélkül
- Általános áttöréssel rendelkező vagy áttörés nélküli általános helyzetű poligon alaprajzú lemezek lekerekítéssel, letöréssel vagy lekerekítés és letörés nélkül
- Általános áttöréssel rendelkező vagy áttörés nélküli általános helyzetű kör alaprajzú lemezek

Tárcsaelemek

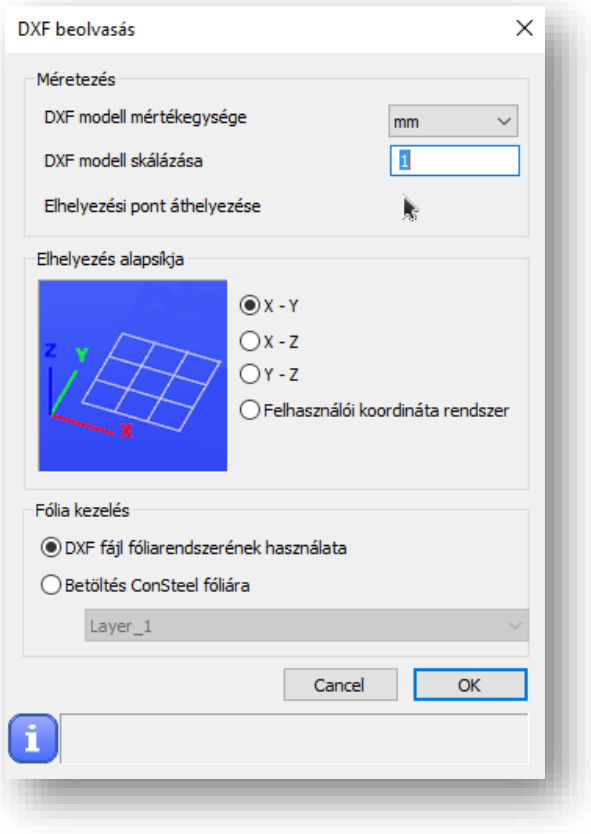
- Áttöréssel rendelkező vagy áttörés nélküli függőleges helyzetű tárcsák letöréssel, lekerekítéssel vagy lekerekítés és letörés nélkül

2.5 DXF FÁJL BEOLVASÁS

Lehetőség van dxf kiterjesztésű fájlok importálására, amelyhez az alábbi lépéseket kell követni. Első lépésként, a ***FÁJL*** menü ***IMPORT*** opciójára kel kattintani, ahol a megjelenő menüből ki kell választani a ***DXF*** lehetőséget.



Ekkor megjelenik egy Windows „file megnyitás” dialóg, ahol ki kell választani az importálandó dxf fájlt. A rajz megjelenik a modell térben, de még nem kerül elhelyezésre. A dxf modell megnyitásával egy időben megjelenik az DXF beolvasás dialóg is.

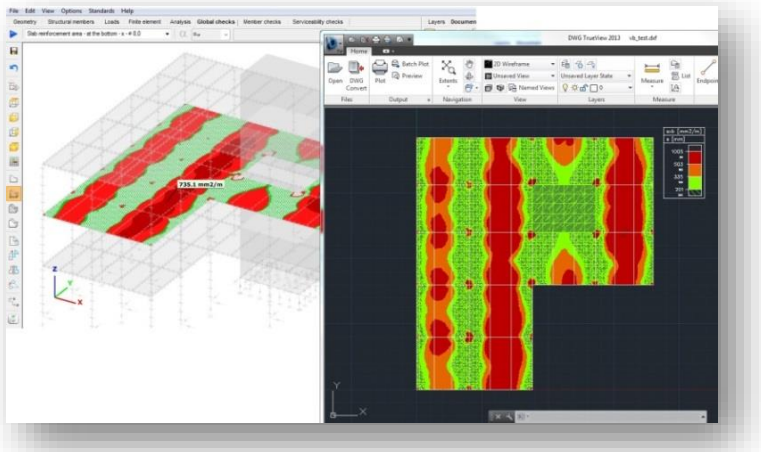


A dialógon az alábbi paramétereket lehet beállítani:

- DXF modell mértékegységének megadása (mm/cm/m)
- DXF modell skálázása (szorzófaktor)
- Elhelyezési pont áthelyezése
- Elhelyezés alapsíkja: kiválasztható, hogy „X-Y”, „X-Z”, „Y-Z”, vagy egy felhasználói koordináta rendszer legyen a modell alapsíkja
- Elhelyezés fóliája: beolvasható és használható az eredeti dxf fájl fóliarendszere, vagy kiválasztható valamely már létrehozott ConSteel fólia is. (Megjegyzés: ConSteel fólia választása esetén a teljes rajz a kiválasztott fóliára kerül betöltésre függetlenül az eredeti modell fóliáitól).

A dialógón végzett módosítások rögtön módosítják a még le nem helyezett, de már megnyitott dxf modellt. Az ***OK*** gomb megnyomásával megtörténik a módosított modell importálása.

2.6 Vasmennyiség exportálása DXF fájlba



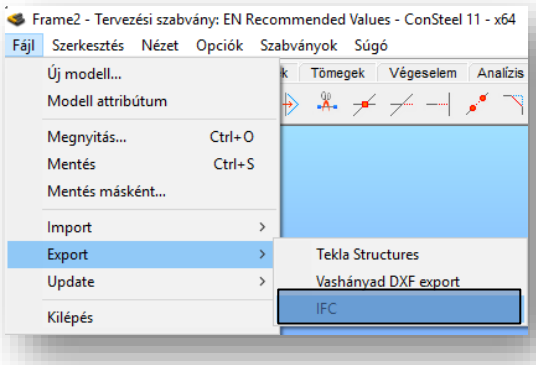
Vasbeton födémek esetén, a szükséges vasmennyiség számítás eredményei egyszerűen exportálhatóak AutoCAD program számra, ráadásul nem csak a grafikus eredménynézet, de a megfelelő színpaletta is exportálása kerül az AutoCAD rajzba.

Az exportálás során külön fóliára kerülnek a vashányad értékek feliratozva a megfelelő végeselem pontokon. Külön fóliára kerülnek a színpaletták, valamint a vashányad kontúrok is. Amennyiben nem áll rendelkezésre megfelelő eredmény, figyelmeztetni fog bennünket a szoftver, hogy futtassunk szükséges vasmennyiség számítást.

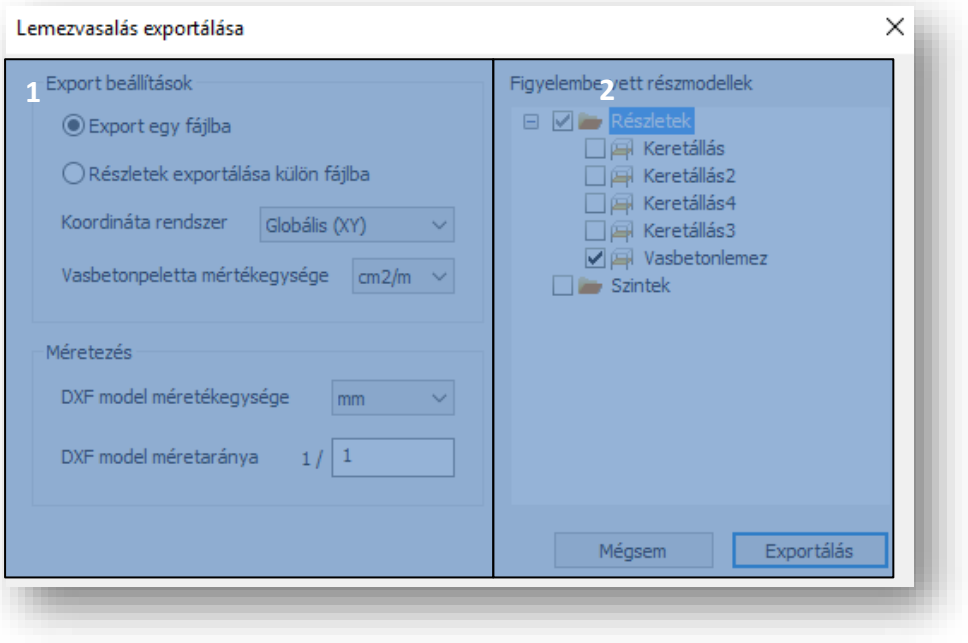
Elemek, melyek a funkció segítségével exportálásra kerülhetnek:

- Raszter: vonal, szaggatott vonal vagy pont-vonal a sorszám és betűjel feltüntetésével.
- Lemezek, héjelemek: kontúrvonalakkal
- Végeselem felosztás: folytonos vonallal
- Elemek feliratai, név, lemez vastagság, anyagminőség, ha az adott felirat láthatósága be van kapcsolva.

A funkció a ***FÁJL*** menü ***EXPORT*** fül lehetőségei között található:



A ***VASHÁNYAD DXF EXPORTRA*** kattintva felugrik a dialog ablak, melynek a felépítése következőképp néz ki:



Az ablak jobb (#2) oldalán jelenik meg a modell részletek panel, bal (#1) oldalán a vezérlőpanel, ahol a következő paramétereket és opciókat lehet beállítani:

- Exportálási mód:
  - 1 fájlba
  - Külön fájlokba
- Koordináta rendszer:
  - Globális koordináta rendszer
  - Felhasználói koordináta rendszer
- DXF fájl export egységének beállítása: m, cm, mm
- Vasbetonpaletta mértékegysége
- DXF model mértékegysége
- DXF model méretaránya

A modell részleteknél kiválaszthatjuk, mely részlet vagy részletekre számított vasmennyiséget szeretnénk kiexportálni.

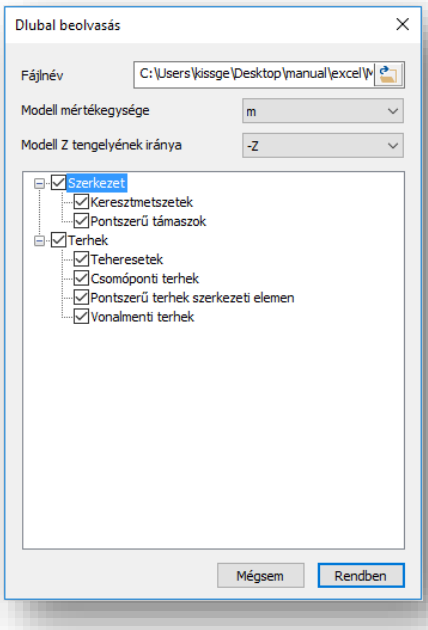
Az exportálási mód kiválasztásával lehetőség van kiválasztani, hogy a kiválasztott részleteknél az elemeket 1 fájlba, vagy külön fájlokba exportáljuk ki.

A beállításokat elvégezve, majd az ***EXPORTÁLÁS*** gombra kattintva megjelenik egy dialóg, ahol megadhatjuk, hova és milyen néven szeretnénk létrehozni a DXF fájlt. ***MENTÉS*** gombra kattintva a megadott helyre létrehoizásra kerül(nek) a dxf fájl(ok). ***MÉGSEM*** gomb megnyomása esetén kilépünk a funkció ablakból.

2.7 DLUBAL RSTAB ÉS SAP2000 MODELL BEOLVASÁS (XLSX)

A ConSteel képes modell adatok beolvasására Excel segítségével, ahol a különböző modell adatok különböző munkalapokon vannak tárolva. Ezek a táblázat fájlok a fenti szoftverekkel létrehozhatóak.

A modell adatok importálásához a ***FÁJL*** menü ***IMPORT*** opciójára kell kattintani. A legördülő menüből kiválasztható, a ***DLUBAL (XLSX)*** vagy ***SAP2000 (XLSX)*** opció. Az adatok importálása mindkét szoftverben ugyanúgy működik. A megfelelő import funkció kiválasztása után az alábbi ***IMPORT*** dialóg jelenik meg:

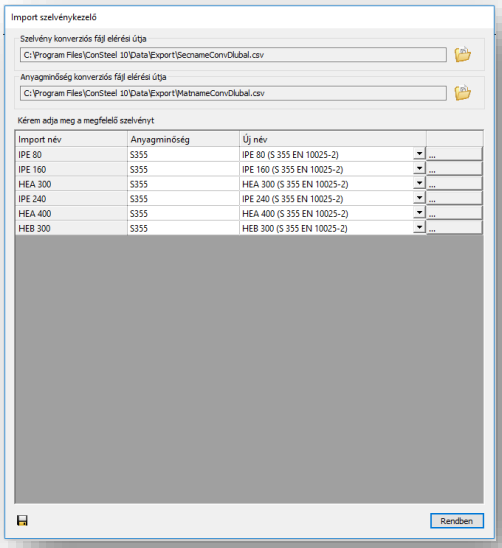


Az importáláshoz az alábbi lépéseket kell követni:

- A beolvasni kívánt fájl elérési útját az alábbi ( ) ikonra kattintva adhatjuk meg
- Kiválasztható a modell mértékegysége (mm/cm/m)
- A Z tengely iránya módosítható, mert eltérőek lehetnek a különböző szoftverekben
- A következő modell adatok importálhatóak:
    - Keresztmetszetek (keresztmetszeti paraméterek, forgatás, excentricitás)
    - Csomóponti támaszok (forgatás, excentricitás)
    - Terhelési esetek
    - Csomóponti erők
    - Koncentrált erők az elemeken
    - Rúdelemek erői

Fontos tudni a folyamatról, hogy csak az import dialógon kijelölt modell adatok kerülnek beolvasásra, azok, amelyek az xls fájlban szerepelnek, vagy más szavakkal a modell tartalmazza őket.

A beállítások elvégzése után a ***RENDBEN*** gombra kattintva elindul az importálási folyamat és az ***IMPORT SZELVÉNYKEZELŐ*** fog megjelenni. Itt lehetőség van megváltoztatni a konverziós fájlt illetve manuálisan anyagminőség és keresztmetszet is módosítható.



Változtatás esetén az adatok a mentés ( ) gomb segítségével elmenthetők későbbi felhasználás céljából. A ***RENDBEN*** gomb megnyomásával megtörténik a modell importálása.

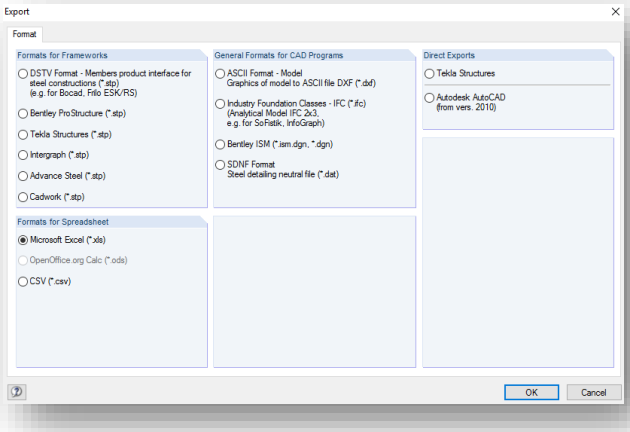
A rendben gomb megnyomása után az importált modell megjelenik a modellezési felületen.

Fontos tudni, hogy az xlsx modell export fájlt angol nyelven kell létrehozni, más nyelvvel a beolvasás nem működik.

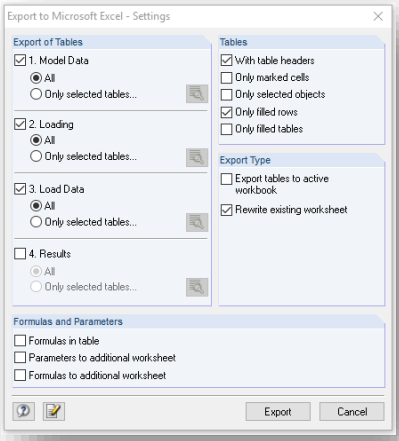
2.8 DLUBAL RSTAB MODELLEK EXPORTÁLÁSA XLSX FORMÁTUMBA

Az xlsx formátumú exportáláshoz a következő lépésekre van szükség Dlubal Rstab szoftverben:

Kattintson a ***FÁJL*** menü ***EXPORT*** funkciójára, és válassza a ***MICROSOFT EXCEL (*XLSX)***, formátumot az alábbi dialóg szerint:

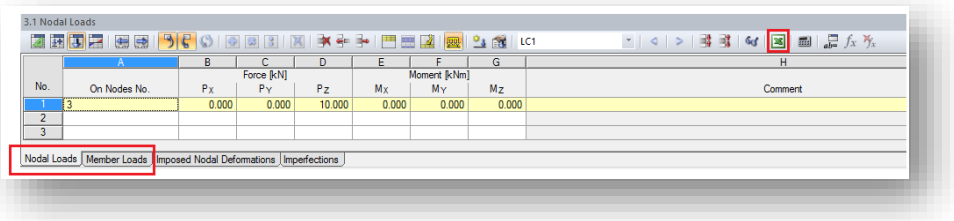


Az ok gomb megnyomása után az ***EXPORT BEÁLLÍTÁSOK*** dialóg jelenik meg. Itt ki lehet választani az exportálni kívánt adatokat. A dialógon be kell pipálni a „With table headers” és az „Only filled rows” funkciót. Az exportálás típusánál a „Rewrite existing worksheet” funkciót kell választani.

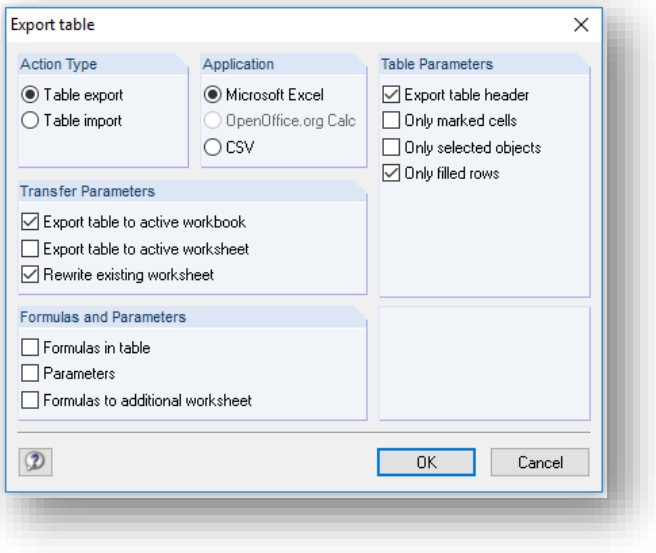


Az export gomb megnyomása után létrejön és megnyílik egy Excel (xlsx) fájl. Nagyon fontos, hogy ha terheket is akarunk exportálni, akkor ezt a fájlt ne zárjuk be.

A terhek exportálása manuálisan lehetséges a megnyitott Excel fájlba. A csomóponti és rudakon lévő terhek exportálása Dlubalban az alábbiak szerint lehetséges:



Az exportálni kívánt terhek kiválasztása után az exportálás Excel formátumba gombra ( ) kattintva az alábbi dialóg jelenik meg:



A dialógon ki kell választani az export funkciót, és a Microsoft Excel formátumot. Ezek után be kell jelölni az „Export table to active workbook” a „Rewrite existing worksheet” az „Export table header” és az „Only filled rows” funkciókat.

A dialógon az alábbi beállításokat alkalmazva, majd az ***OK*** gombra kattintva egy fájlba történik meg a modell adatainak az exportálása. A fájl mentése után már megnyitható a modellfájl a ConSteel segítségével.

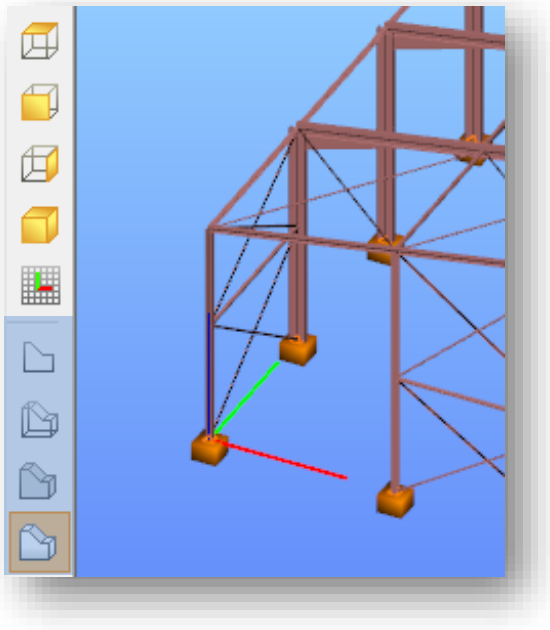
3 MODELL NÉZET

3.1 ALAPOK

A modell helyességének elsődleges ellenőrzési eszköze a grafikus felület. Az ellenőrzéshez elengedhetetlen az átlátható és széleskörűen felhasználható modell nézetek. A grafikus ellenőrzéssel egyszerűen eldönthetjük, hogy a megfelelő objektum kerülte a megfelelő helyre.

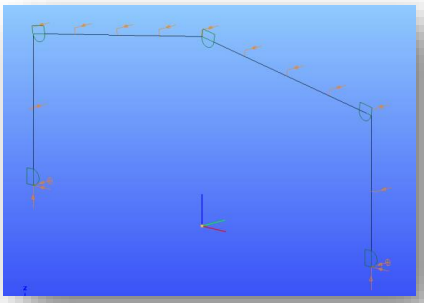
3.2 MODELL NÉZETEK

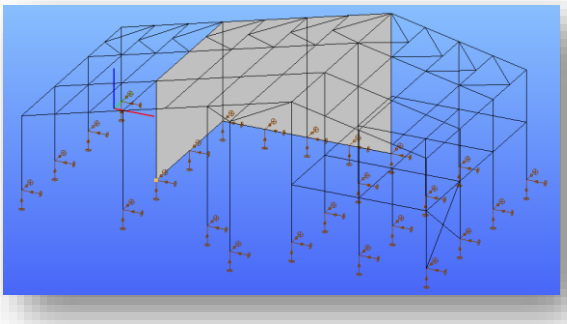
A nézet beállítás funkciói a baloldali sávon találhatóak.



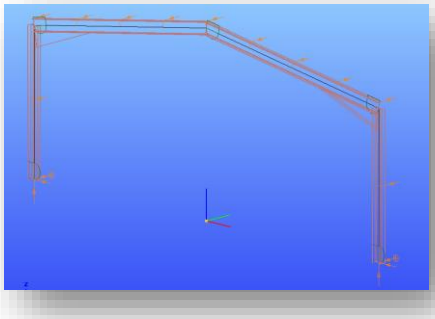
A szokásos modellnézeteken (felülnézet, elölnézet, oldalnézet, izommetrikus nézet) túl, négy megjelenítési lehetőség használható az objektumok megjelenítésére:

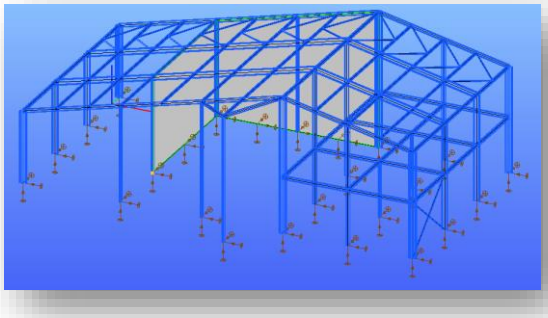
- **Szerkesztő nézet** : a legegyszerűbb modellnézet, ahol a rudakat egyenesek (vagy ívek), a lemezeket vastagság nélküli síkidomok, a támaszokat tengelyeik reprezentálják. *Használata a modellépítés során ajánlott, mert a megjelenő fogópontok ebben a nézetben láthatóak a legtisztábban, elősegítve az elemek pontos elhelyezését.*



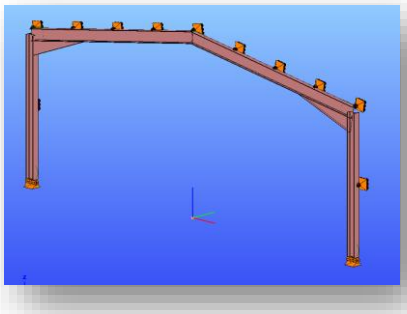


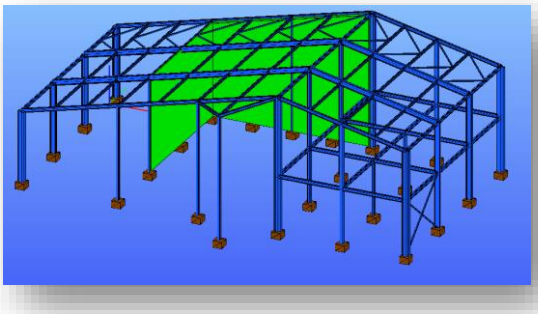
- **Drótvázas nézet** : megjelennek a szelvények alakjai és a lemezek vastagságai, támaszokat továbbra is tengelyeik reprezentálják.



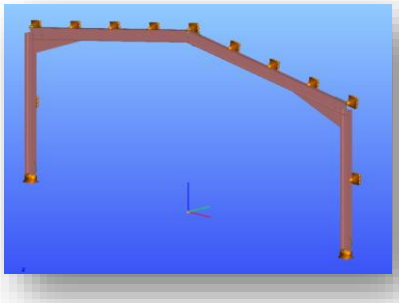


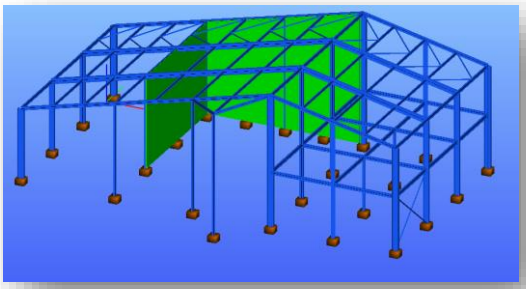
- **Takartvonalas nézet** : a keresztmetszetek és a lemezek tükröződések nélküli, testnézettel jelennek meg. A támaszok is testnézetben jelennek meg.



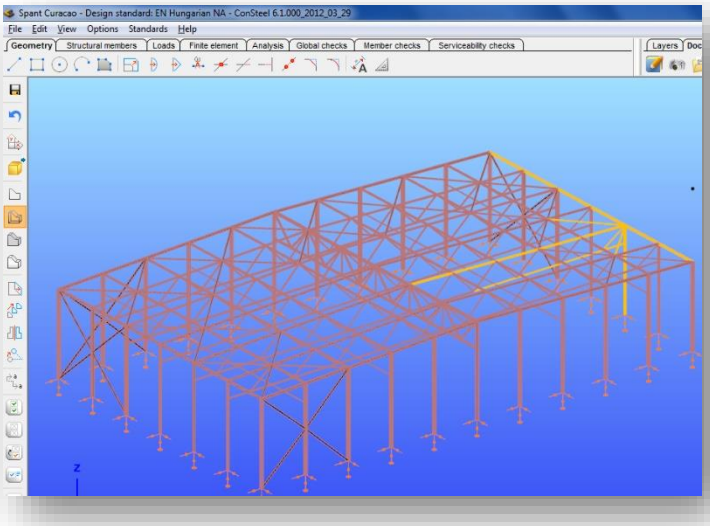


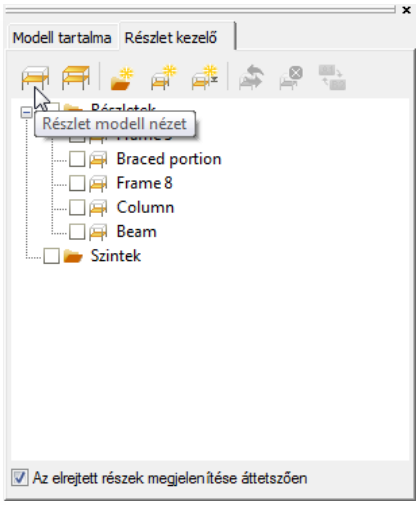
- **Test nézet** : a keresztmetszetek és a lemezek tükröződéssel és csillogással kiegészített testnézettel jelennek meg. A támaszok is testnézetben jelennek meg.



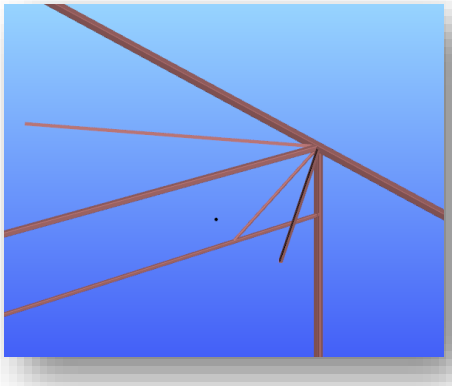


Nagy modelleknél gyakran van szükség arra, hogy csak egy része kerüljön megjelenítésre. Ilyenkor használható a ***RÉSZLET MODELL NÉZET*** funkció.

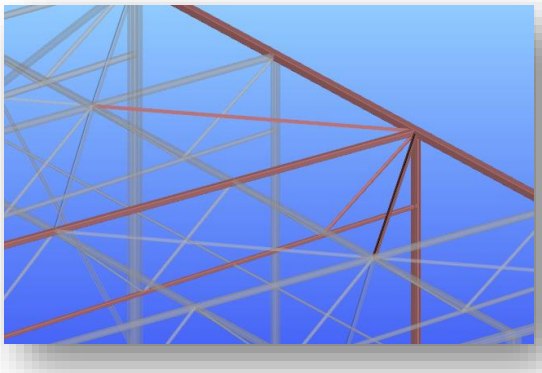




A funkció csak a kiválasztott elemeket mutatja.

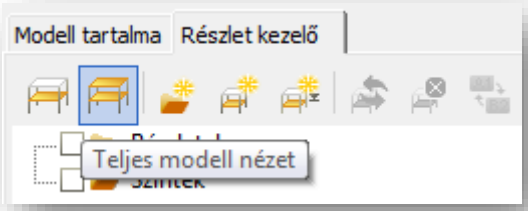


A ***RÉSZLET KEZELŐ*** alján található jelölő négyzet kiválasztásával megjeleníthetőek az elrejtett elemek átlátszóan.



Az összes fülön a kiválasztott részmodell látható.

A ***Teljes modell nézet*** ikonra kattintva a teljes modell újra láthatóvá válik.



3.3 Kijelölés

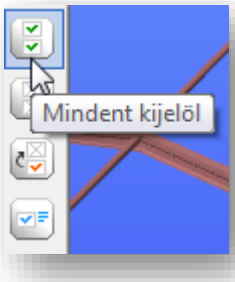
Az objektumok kijelölése történhet a grafikus képernyőn, az objektumfán, és a tulajdonságok szerinti kiválasztási módszerrel. Általános szabály, hogy csak a látható objektumok jelölhetők ki a grafikus képernyőről, ezért a különböző füleken egy azonos kijelölési művelet eredménye eltérő lehet. Egy kiválasztott elem kijelölése megszűntethető az elemre kattintással a ***Shift*** billentyű lenyomása mellett. Az ***ESC*** billentyű lenyomása az összes kijelölést megszűnteti.

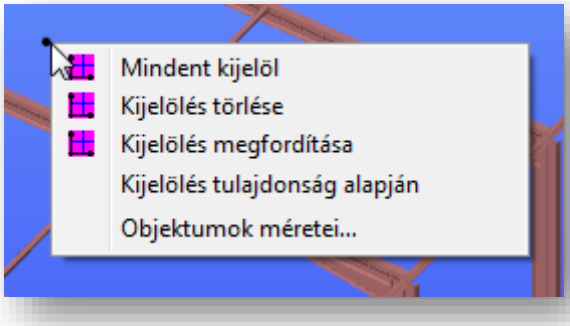
Az alapvető kijelölési lehetőségek és azok működése a következőek:

- **Egyszerű grafikus kijelölés**: a kijelölendő elemre történő bal egérgombos kattintással. Minden olyan objektum kijelölésre kerül, amelyet a klikkelési pontban a képernyő síkjára bocsátott merőleges képzeletbeli egyenes átdöf. A kijelölés eredménye függ a grafikus szimbólum méretétől is. A takart, nem látszó objektumok is kijelölésre kerülnek!
- **Kijelölés ablakkal**: a bal egérgombbal történő ablakrajzolással. Az egérgomb fölengedésével a rajzolás befejeződik. Az ablak aktuális mérete rajzolás közben folyamatosan látható. Ha az ablakot balról jobbra rajzoljuk, akkor csak azok az objektumok

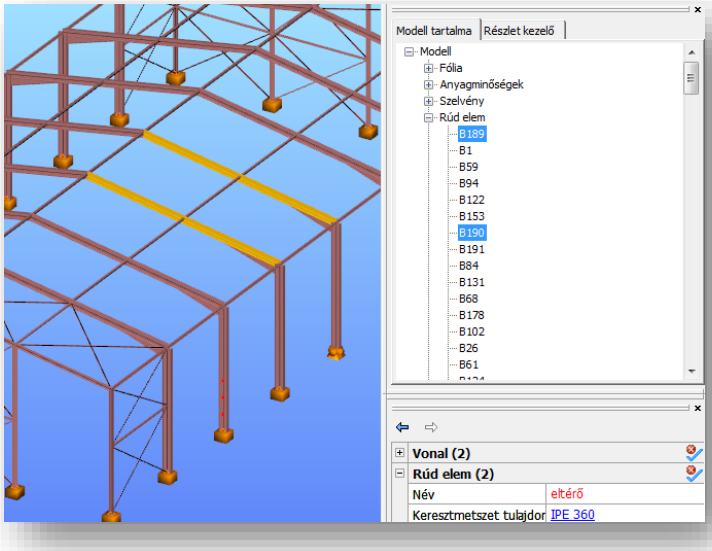
kerülnek kijelölésre, amelyek teljes terjedelmükben az ablakon belül esnek. Ha az ablakot jobbról balra rajzoljuk, akkor az ablak belsejébe eső elemeken kívül, az ablak határvonalai által elmetszett elemek is kijelölésre kerülnek, akár milyen kis részt is ér az ablak.

- **Kijelölés tulajdonságok szerint**: a funkció elérhető a bal oldali sávból, vagy a grafikus képernyőre való jobb egérgombos kattintással. A kijelölni kívánt elemek kijelölése elvégezhető, amely tovább szűkíthető további tulajdonságok alapján.





- **Kijelölés az objektumfából**: kijelölni kívánt elemek kijelölése az objektumfában lévő elemek nevére való kattintással.



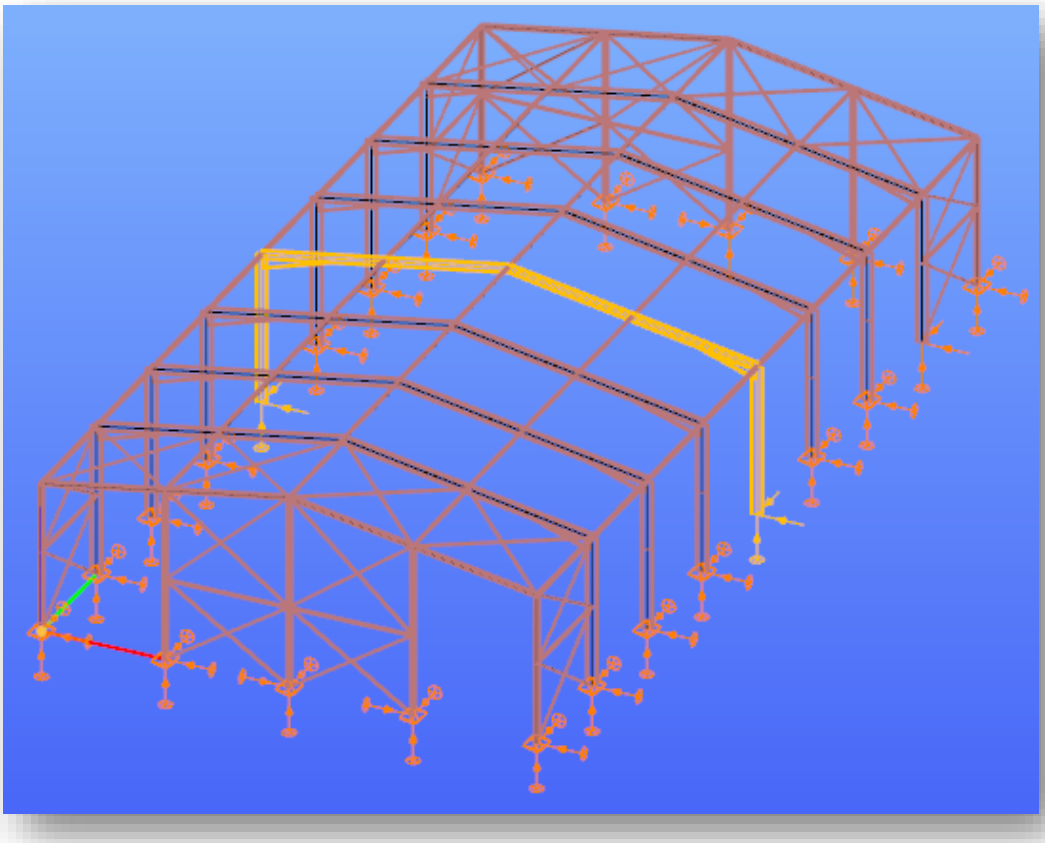
A ***CTRL*** vagy a ***SHIFT*** billentyű lenyomása mellett a többszörös elemkijelölés is elvégezhető. A modellfában kijelölt objektumnévre, egyidejű ***CTRL*** billentyű lenyomásával történő újbóli kattintással a kiválasztás megszüntethető.

További általános kiválasztási funkció (mindet kijelöl, kijelölés törlése, kijelölés megfordítása) található a bal oldali sávon, vagy elérhetőek a képernyőre történő jobb egérgombos kattintással.

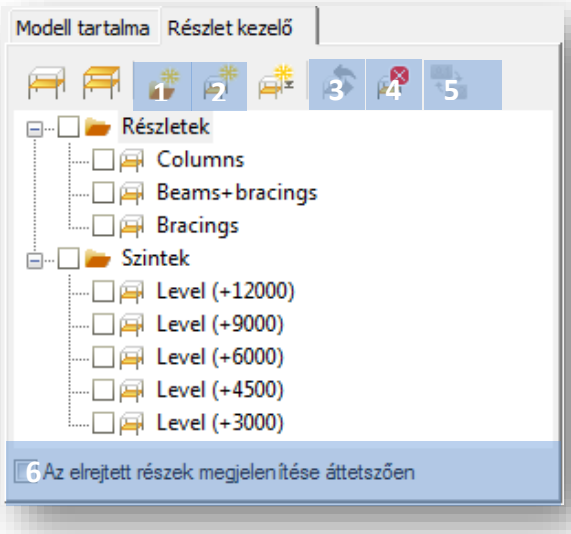
3.4 RÉSZLET KEZELŐ

A ***RÉSZLET KEZELŐ*** egy igen hasznos eszköz, a modell különböző részleteinek kezelésére, úgymint például szintek, oszlopok merevítés, gerendák stb. A funkció a ***RÉSZLET KEZELŐ*** fűlőn található.

Új részlet az ***ÚJ RÉSZLET*** gombra (#2) kattintással hozható létre. A létrehozás előtt ki kell választani azt a modellrészt, amit bele kívánunk rakni az új részletmodellbe.



A létrehozott részletek mappákba is rendezhetőek. Új mappa az ***ÚJ MAPPA*** gombra (#1) kattintással hozható létre.

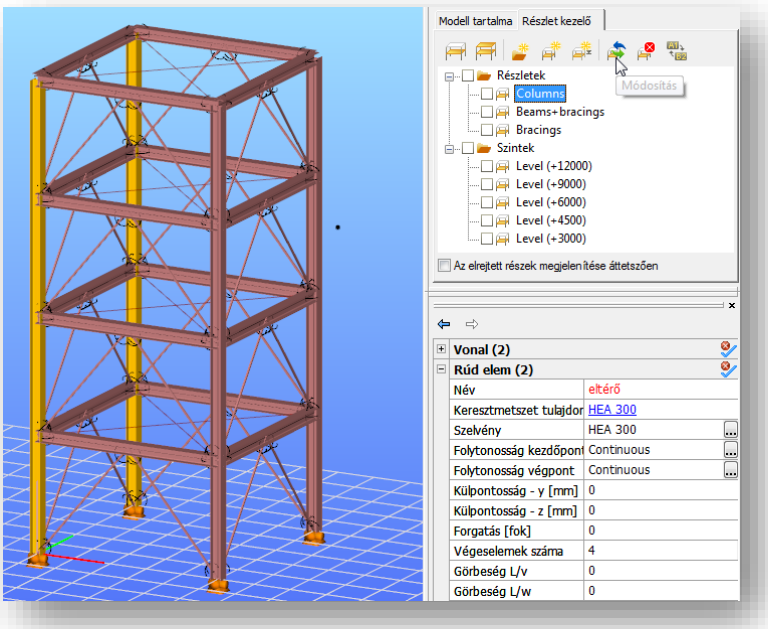


Részlet modell bekapcsolásához be kell jelölni a részletek neve előtt található jelölő négyzetet. Egyszerre több részletmodell is bekapcsolható.

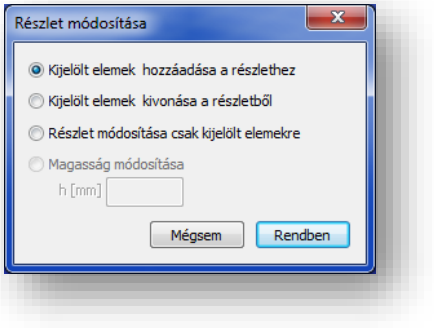
Ha a ***RÉSZLET KEZELŐ*** fül alján található *„Az elrejtett részek megjelenítése áttetszően”* jelölő négyzet (#6) be van jelölve, akkor az elrejtett része a modellnek megjelenik, de áttetszően.

Bármely objektum lehet egyszerre több részletmodellnek is része.

Létrehozott részletmodellek módosításához először ki kell választani azt a modellrészt, ami a tárgya lesz a módosításnak, majd ki kell választani a módosítani kívánt részletmodell nevét és végül a ***MÓDOSÍTÁS*** gombra (#3) kell kattintani.



A ***MÓDOSÍTÁS*** gombra (#3) kattintva a ***RÉSZLET MÓDOSÍTÁSA*** ablak jelenik meg a következő opciókkal:



- **Kijelölt elemek hozzáadása a részlethez:** a ***RENDBEN*** gombra kattintva a kijelölt elemek az aktív részmodellhez hozzáadódnak. Ha a kijelölt elemek közül már néhány ehhez a részmodellhez tartozik, akkor ezek státusza nem változik.
- **Kijelölt elemek kivonása a részletből:** a kijelölt elemek nem lesznek részei az aktuális részletmodellnek.
- **Részlet módosítása csak kijelölt elemekre:** Az aktuális részmodell csak a kijelölt elemeket fogja tartalmazni.

A részletmodell átnevezése, az átnevezendő részletmodell kiválasztása után az ***ÁTNEVEZÉS*** (5#) gombra kattintással történik.

A részletmodell törlése, az törlendő részletmodell kiválasztása után a ***TÖRÖL*** (4#) gombra kattintással történik.

3.5 OBJEKTUM ÁTNEVEZÉS ÉS ÚJRASZÁMOZÁS

A különböző objektumok áttekinthetősége és a dokumentálhatóság érdekében neveket és címkéket használ a program az objektumok megkülönböztetésére. A legtöbb objektum nevét és számát a program automatikusan adja a modellezés folyamán. Néhány esetben azonban (pl. kapcsolatok létrehozásakor) a felhasználó adhat nevet az új objektumnak.

Objektum átnevezésére és újraszámozására a következő funkciók érhetőek el:

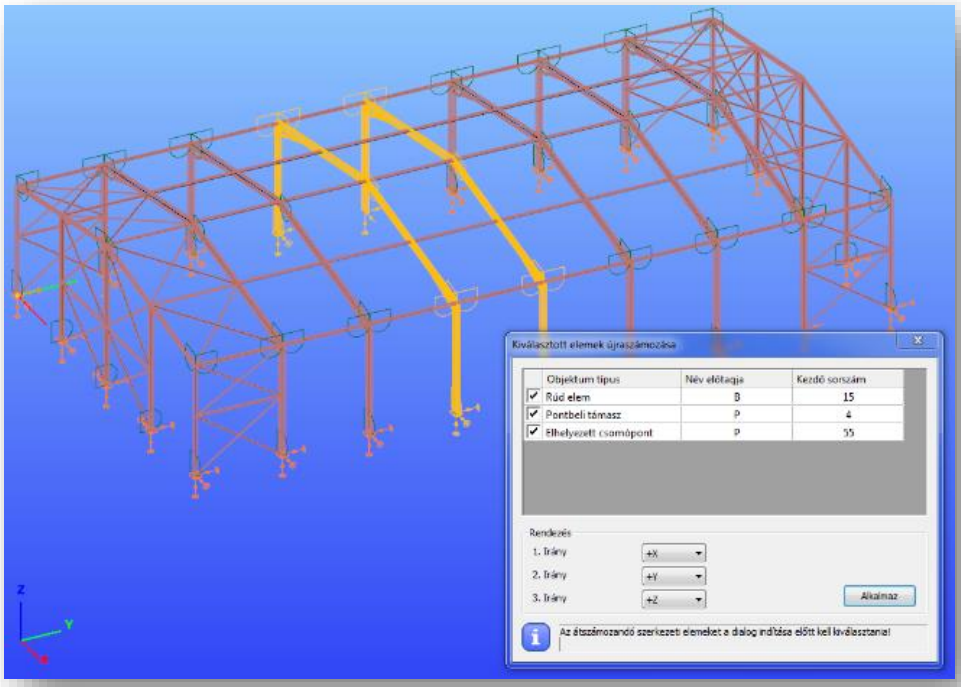
- **Végeselem pontok számozása** – teljesen automatikusan történik, a felhasználó nem tudja befolyásolni a számozást.
- **Szerkezeti elemek nevei** – a szerkezeti objektumok (oszlopok, gerendák, lemezek) elhelyezésekor, másolásakor az elemnevek automatikusan létrejönnek. A nevek egy

előtagból és egy számból állnak (például „B1” egy rúdelemnél). Ezek az elemnevek jelennek meg a képernyő jobb oldalán található objektumfában. A nevek megváltoztathatók a ***SZERKEZETI ELEMEK*** fülön található ***KIVÁLASZTOTT ELEMEK ÚJRASZÁMOZÁSA*** funkció segítségével. A funkció segítségével egy új előtag és kezdőszám, valamint az újraszámozás irányai adhatóak meg. A megadott irányokat figyelembe véve veszi sorba és adja a növekvő sorszámokat az átszámozandó elemeknek a program.

- **Szerkezeti támaszok, elemvég folytonosságok és kapcsolati elemek nevei** – a nevek mutatják a támaszok, elemvég folytonosságok és kapcsolati elemek típusait (például: “Merev” „Folytonos” vagy “yy, zz, w”).
- **Kapcsolatok nevei** – a nevek az elhelyezett csomópontok felhasználó által megadott neveit mutatja (például: „Oszlop-gerenda 01”)

Objektumok újraszámozása

Az újraszámozáshoz először ki kell választani az újraszámozandó objektumokat, majd a ***SZERKEZETI ELEMEK*** fülön található ***KIVÁLASZTOTT ELEMEK ÚJRASZÁMOZÁSA*** gombra kell kattintani.



A funkció elindításával a ***KIVÁLASZTOTT ELEMEK ÚJRASZÁMOZÁSA*** ablak jelenik meg, ami már tartalmazza az előzőleg kiválasztott objektumtípusokat. A kiválasztott objektumtípusok neve előtt lévő kijelölő négyzettel állítható be, hogy az újraszámozás melyik objektumok típusokra történjen.

Az alábbi funkciók használhatóak az újraszámozáshoz:

- Megadható a név előtagja
- Megadható a számozás kezdősorszáma
- Az újraszámozás iránya beállítható a három főtengely irányába (X, Y Z)

Az objektumok új nevei a megadott előtagból és sorszámból fognak állni, kivétel az Elhelyezett csomópont objektumtípus esetén.

Feliratok láthatósága

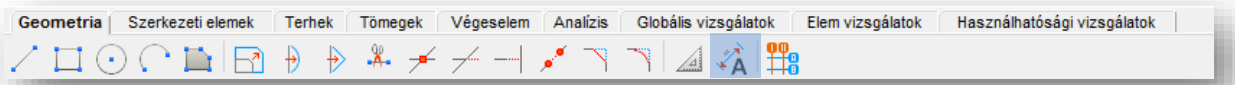
A feliratok láthatóságát az alsó állapotsoron lehet beállítani (lásd ***1.2.7 FEJEZET ÁLLAPOTSOR***). Az alábbi beállítási lehetőségek érhetőek el:

- **anyagminőség** – szerkezeti elemek anyagnevei (pl.: “S235”)
- **szelvény** – a szerkezeti elemek keresztmetszeti nevei (pl.: “HEA 200”)
- **vastagság** – falak, lemezek vastagsága
- **teher intenzitása** – szerkezetre ható terhek láthatóságának szabályozására
- **mértékegység** – terhek és lemezvastagságok mértékegységei
- **kezdeti görbeség** – a szerkezeti elem kezdeti görbesége
- **keretsarok** – keretsarok típusának láthatóságának szabályozására
- **koordináta rendszer** – lokális koordináta rendszerek nevei (pl.: x, y, z)

A szerkezeti elemekhez tetszőleges szövegcímkét rendelhetünk a ***MÉRETVONALAK ELHELYEZÉSE*** funkció utolsó eszközével.

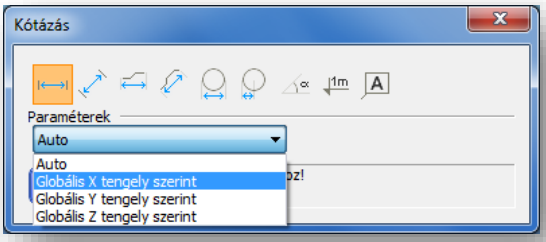
3.6 KÓTÁZÁS

A modell dokumentálásakor lényeges, hogy a szerkezet méretei dokumentálhatók legyenek. A méretezés eszköztára a ***GEOMETRIA*** fülön érhető el.



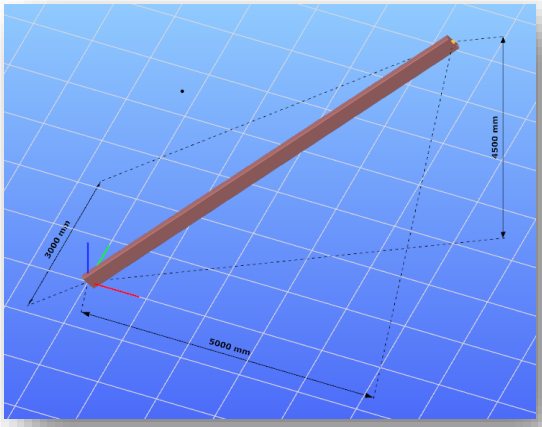
Számos méretezési mód áll rendelkezésre:

- **Vetületi méretvonal elhelyezése** : A kiválasztott vonal elem globális X, Y, vagy Z tengelyre vetített méretének elhelyezésé.



Lehetőségek:

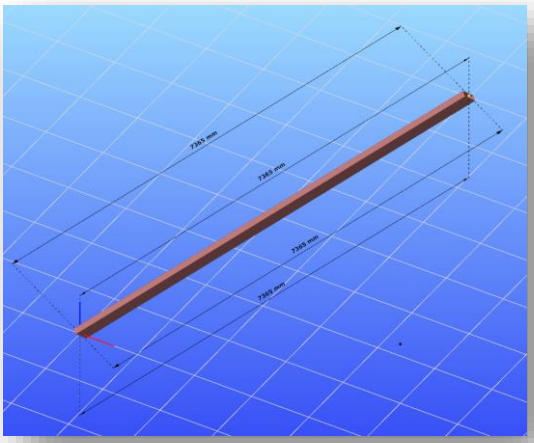
- Auto: az egér mozgatása közben a rendszer érzékeli a kívánt viszonyítási tengelyt.
- Globális X tengely szerint: X tengelyre vetített méret kótázása.
- Globális Y tengely szerint: Y tengelyre vetített méret kótázása.
- Globális Z tengely szerint: Z tengelyre vetített méret kótázása.



- **Hosszanti méretvonal elhelyezése** : Lineáris elem hosszméretének elhelyezése, a objektum középvonala és a globális koordináta rendszer X,Y síkjaáltal meghatározott síkban, vagy az előbbire merőleges síkban, ami tartalmazza az elem középvonalát.

Lehetőségek:

- Auto: az egér mozgatása közben a rendszer érzékeli a kívánt síkot.



- **Vetületi méretvonal elhelyezése két pont között** : Két pont közötti távolság globális koordináta rendszer X,Y vagy Z tengelyére vetített méretének elhelyezése.

Lehetőségek:

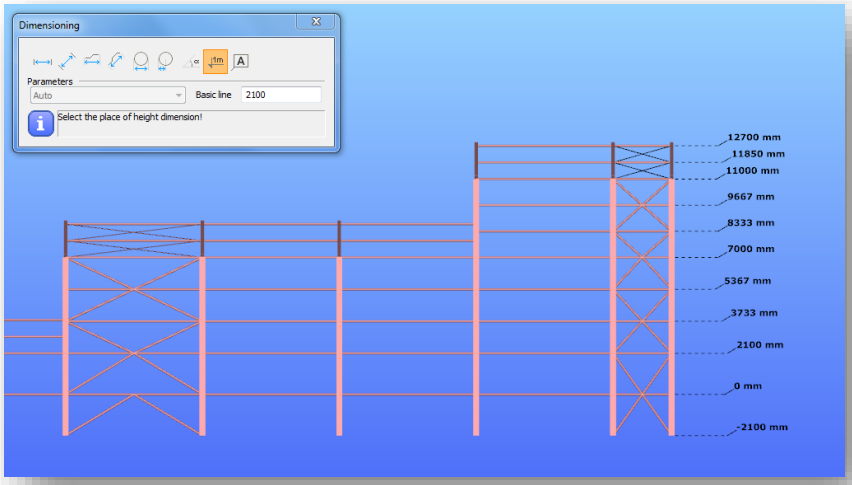
- Auto: az egér mozgatása közben a rendszer érzékeli a kívánt viszonyítási tengelyt.
- Globális X tengely szerint: X tengelyre vetített méret kótázása a két kiválasztott pont között.
- Globális Y tengely szerint: Y tengelyre vetített méret kótázása a két kiválasztott pont között.
- Globális Z tengely szerint: Z tengelyre vetített méret kótázása a két kiválasztott pont között.

- **Hosszanti méretvonal elhelyezése két pont között** : A két pont közötti távolság méretvonala az alábbi síkokban helyezhető el:
  - Az objektum középvonalát tartalmazó és a globális X,Y síkra merőleges síkban
  - A fenti síkra merőleges, az objektum középvonalát tartalmazó síkban.

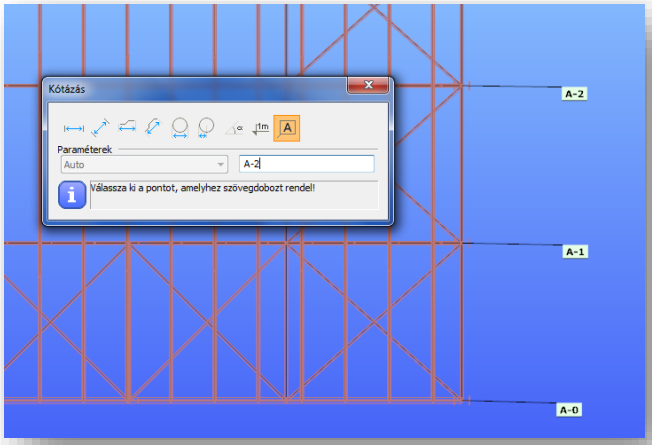
Lehetőségek:

- Auto: az egér mozgatása közben a rendszer érzékeli a kívánt viszonyítási tengelyt.

- **Méretvonal elhelyezése kör átmérőjére**
- **Méretvonal elhelyezése kör sugarára**
- **Két vonal között szögkóta elhelyezése** : A két egyenest kiválasztását követően bármely szög méretvonala elhelyezhető.
- **Magassági méretvonal elhelyezése** : A funkció egy szerkezet kijelölt pontjainak a megadott magassági alapvonaltól mért Globális Z irányba eső relatív magassági méretei adhatóak meg.

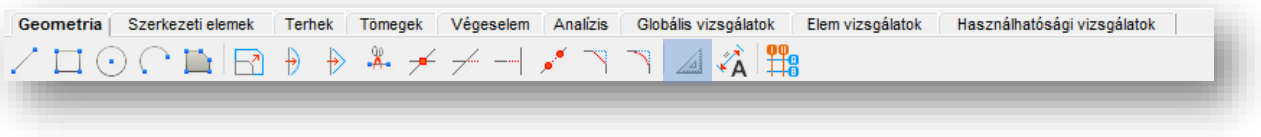


- **Szövegdoboz elhelyezése egy adott vonalhoz** : A szöveges mezőben megadott szöveg (pl.: A-2) elhelyezhető a modellen.

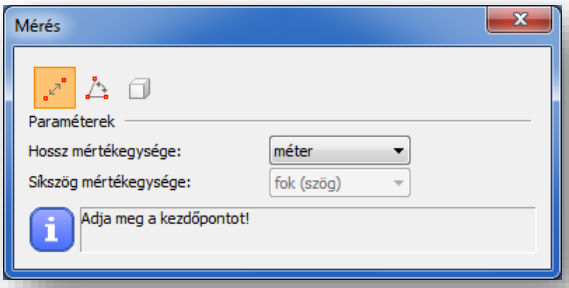


3.7 MÉRÉS

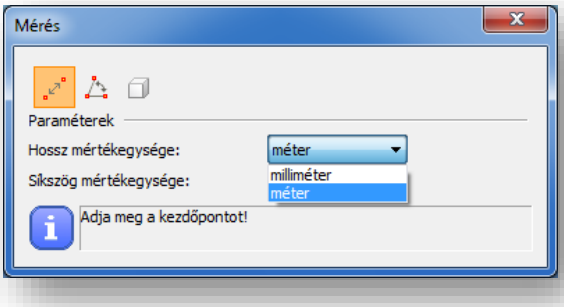
Modellezés közben szükséges lehet távolságok, szögek megmérése. A ***MÉRÉS*** funkció a ***GEOMETRIA*** fülön található.

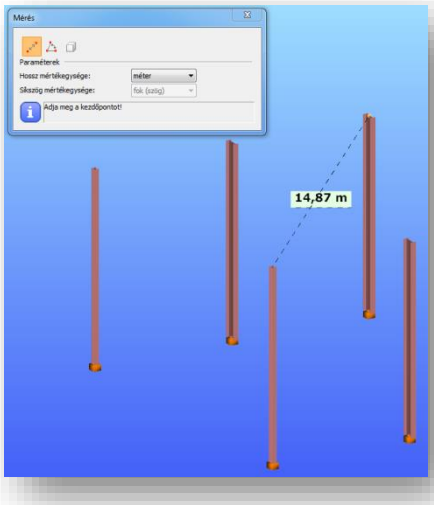


A mérési funkciók a következő ablakon érhetőek el:

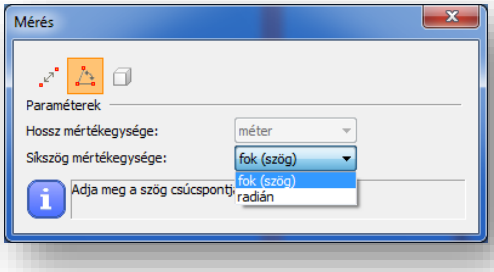


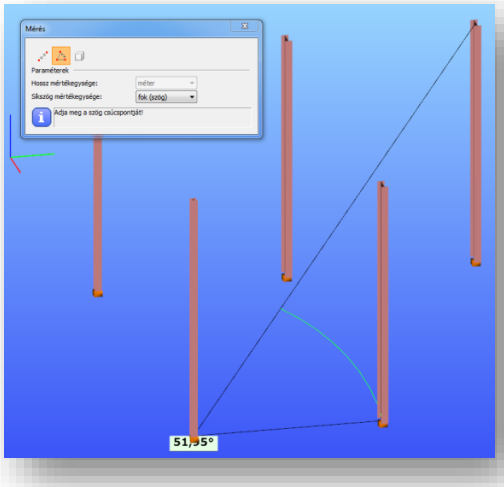
- **Távolságmérés** : Kijelzi a képernyőn a két kiválasztott pont közötti távolságot milliméterben vagy méterben. A mértékegység a legördülő menüből választható.



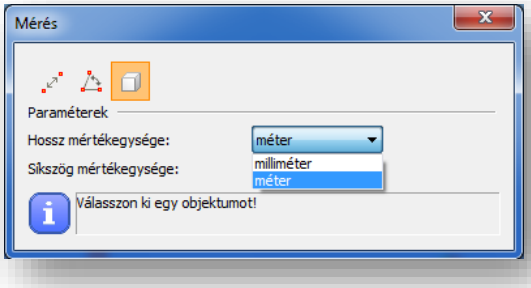


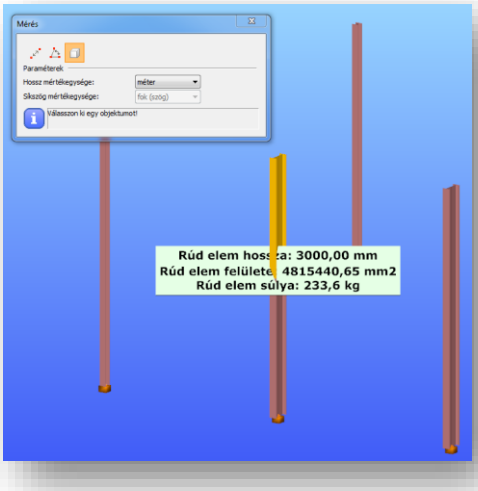
- **Szögmérés** : Kijelzi a képernyőn három pont által meghatározott két vonal által bezárt szöget fokban vagy radiánban.





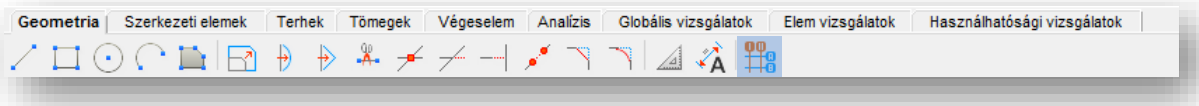
- **Szerkezeti elem adatainak lekérdezése** : Kijelzi a képernyőn a kiválasztott szerkezeti elem hosszát, felületét és tömegét.



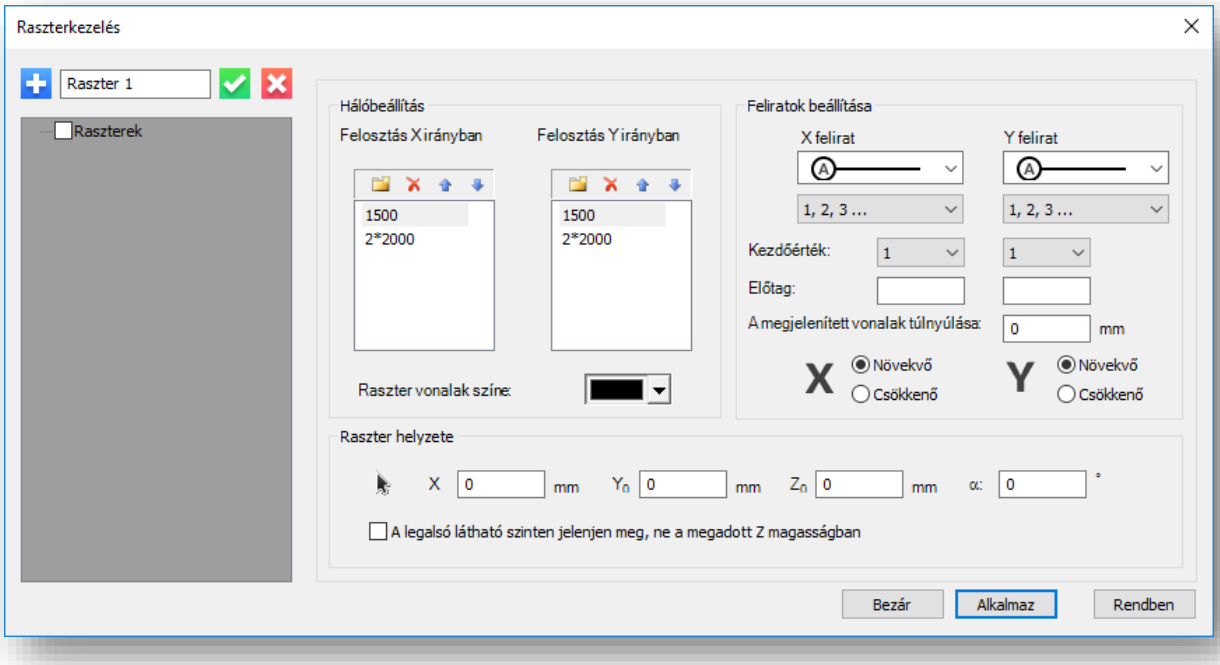


3.8 MODELL RASZTER

A ***GEOMETRIA*** fülön lehetőség van általános ***MODELL RASZTER*** létrehozására.



A funkcióra kattintva az alábbi ***RASZTERKEZELÉS*** dialóg nyílik meg.



Raszterkezelés funkciói:

- Új raszter létrehozása
- A raszter tulajdonságok elfogadása és véglegesítése
- A korábban létrehozott raszter törlése

Modell raszter tulajdonságai:

- Raszter felosztása X és Y irányban.
  - Raszter új sorának létrehozása az alábbi ikonnal lehetséges
  - Meglévő sor törölhető az alábbi ikonnal.
  - A raszter sorrendje az alábbi ikonnal módosítható. Raszterháló távolságok definiálható egyszerű számmal (1500) vagy több azonos esetén szorzás jelöléssel (2*2000)
- Felirat tulajdonságainak módosítása X és Y irányban.
  - Lehetőség van nagy és kisbetű, egész és római szám használatára.

- A kezdőérték állítható a legördülő menüből.
- Lehetséges egyedi előtag definiálása.
- Lehetőség van változtatni a felirat sorrendjén. Növekvő vagy csökkenő X és Y irányban egyaránt megadható sorrend.

- Raszter pozíciójának módosítása a dialóg alsó részén.
  - A kezdőpont koordinátái megadhatóak kézzel globális koordináta rendszerben (X0, Y0, Z0) vagy a kijelölhető az ikon használatával is bármely pontra kattintva a kijelzőn.
  - A raszter elforgatása definiálható egy alfa szög érték megadásával, az alfa szög érték a globális + X tengelytől értelmezett.
  - Raszter megjeleníthető a legalsó látható szinten (ehhez szükségesek előre definiált szintek).

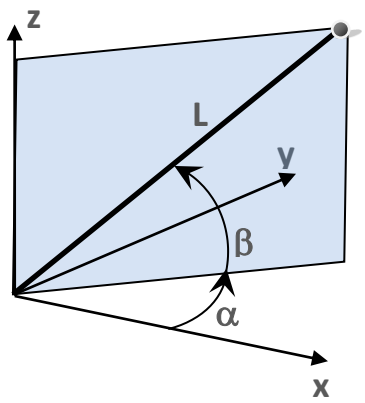
4 GEOMETRIA RAJZOLÁSA

4.1 ALAPOK

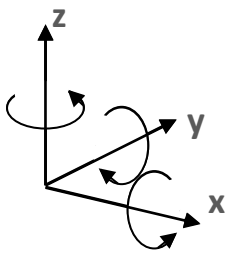
A modellezés első fázisa a szerkezet geometriájának megrajzolása. *ConSteel*-ben az összes objektum rajzolása és módosítása egyszerűen elvégezhető a 3 dimenziós grafikai felületen. Az alapvető CAD rajzolási funkciók mellett, hatékony pontfogási és módosítási lehetőségek segítik a geometria felépítését. Az összes CAD funkció a ***GEOMETRIA*** fülön található, míg a nézetváltoztatások, pontfogás beállítások és kijelölési funkciók a bal oldali sávon, illetve az alsó állapotsávon helyezkednek el. A szerkezeti elemek modellezéséhez szükséges rajzolási funkciók, a szerkezeti elemek modellezésénél megjelenő dialógón találhatóak.

4.2 KOORDINÁTA RENDSZEREK

Az alkalmazott koordinátarendszereknek a helyes modellezésben és az eredmények értelmezésében fontos szerepe van. Ez a fejezet részletesen ismerteti a *ConSteel*-ben alkalmazott koordinátarendszereket.

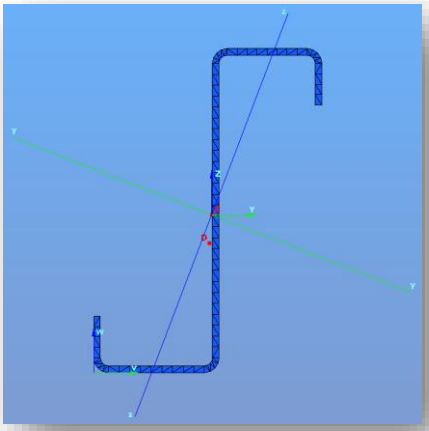


A *ConSteel*-ben a következő két típusú koordinátarendszer használható: derékszögű Descartes-féle (XYZ) és polárkoordináta rendszer (αβL). Polárkoordináta rendszerben az "α" az „X" tengely és a „Z" tengely és a pont által meghatározott függőleges sík által bezárt szög, a "β" a pontot az origóval összekötő egyenes és a „XY" sík által bezárt szög, az „L" pedig a pont origóból mért távolsága.



Általánosan elmondható, hogy minden Descartes-féle koordinátarendszer (tengelyek iránya, forgatás előjele) a jobb kéz szabályt követi. Ez a szabály érvényesül a geometria és a terhek modellezésénél is. A globális és a lokális rendszerek esetén is a tengelyekkel szemben állva, az órajárásával ellentétes irányú nyomaték a pozitív.

A továbbiakban az alábbi jelölési rendszert használjuk:



Globális geometria esetén (3D szerkezeti modellezéskor):

- X, Y, Z: globális koordinátarendszer
- x, y, z: lokális koordinátarendszer

Keresztmetszeteknél (2D szelvénymodell):

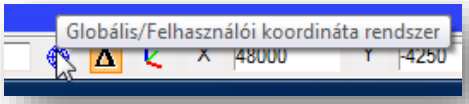
- v, w: keresztmetszet szerkesztői rendszer
- Y, Z: keresztmetszet súlypontjába eltolt keresztmetszet szerkesztői rendszer
- y, z: keresztmetszet főtengelyi rendszer

4.2.1 Felhasználói koordinátarendszer, lokális koordináta rendszer

A Felhasználói koordinátarendszer (FKR) a könnyebb és gyorsabb modellezést teszi lehetővé. Az FKR egy speciálisan elhelyezett derékszögű koordinátarendszer (XYZ).

A koordinátarendszerek létrehozását és módosítását elősegítő eszközök a bal oldali sávon található ***Raszterháló és koordinátarendszer beállítása*** gomb megnyomásával érhetőek el.

A Globális és a Felhasználói koordináta rendszerek közötti váltás az alsó állapotsoron található kapcsolóval történik.



A ***RASZTERHÁLÓ ÉS KOORDINÁTARENDSZER*** dialóg ikonjai (balról jobbra):

- Váltás a globális koordinátarendszerre
- FKR origójának áthelyezése
- FKR váltása a globális „XY” síkra
- FKR váltása a globális „XZ” síkra
- FKR váltása a globális „YZ” síkra
- FKR megadása 3 ponttal: origó, ”X” és “Y” tengelyek
- FKR tengelyeinek beállítása a síkidom lokális koordinátarendszerének megfelelően, az FKR origója a síkidom első pontjába kerül
- FKR „X” tengelyének megadása két ponttal
- FKR „Y” tengelyének megadása két ponttal
- FKR „Z” tengelyének megadása két ponttal
- A kiválasztott tengely irányának megfordítása

A ***SZERKEZETI ELEMEK*** fülön a ***LOKÁLIS KOORDINÁTA RENDSZEREK BEÁLLÍTÁSÁNAK*** ( ) ikonjára kattintva ki kell választani, hogy rúd ( ), felület ( ), vagy pont megtámasztás ( ) lokális koordináta rendszerét akarja módosítani.

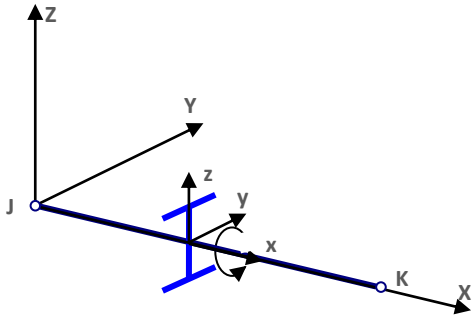
A módosítási lehetőségek ikonjai (balról jobbra), melyek a ***RASZTERHÁLÓ ÉS KOORDINÁTARENDSZER*** dialógón nem szerepeltek:

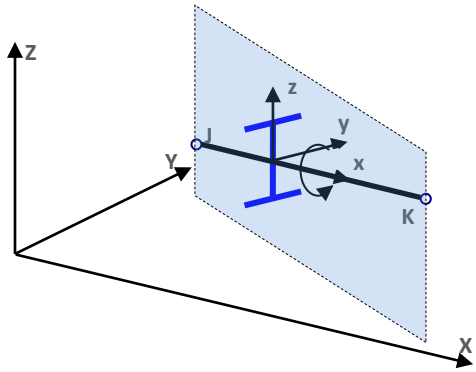
- FKR „X” tengelyének beállítása iránypontal
- FKR „Y” tengelyének beállítása iránypontal
- FKR „Z” tengelyének beállítása iránypontal
- FKR „X” tengely irányának megfordítása
- FKR „Y” tengely irányának megfordítása
- FKR „Z” tengely irányának megfordítása
- A lokális Z tengely beállítása a kapcsolódó rudak által alkotott felületre merőlegesen (Egyszer görbült felületek rúdelemein alkalmazható).

4.2.2 Rúdelemek lokális koordinátarendszere

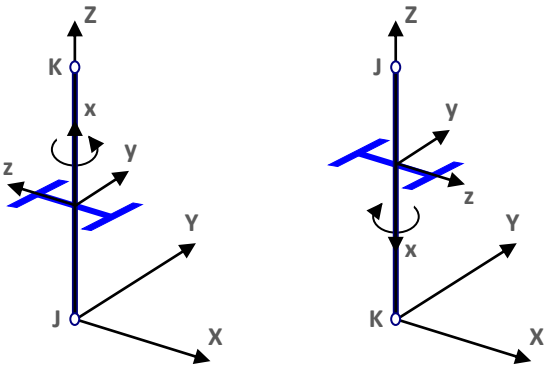
A rúdelemek középvonala határozza meg a rúdelemek lokális koordinátarendszerének „x” tengelyét. A lokális koordinátarendszer „x” tengelye a rúdelem kezdőpontjából (**J**) mutat a rúdelem végpontjába (**K**).

Alapesetben, ha egy rúd lokális koordinátarendszerének „x” tengelye egybeesik a globális „X” tengellyel, akkor a rúd lokális “y” és “z” tengelyeinek irányai megegyeznek a globális “Y” és “Z” tengelyek irányával. Rúdelemek keresztmetszetének elhelyezkedése a következő: a keresztmetszet súlypontja illeszkedik a rúdelem középvonalára, és a szelvény „Y” és „Z” koordinátatengelyei egybeesnek a rúdelem lokális „y” és „z” koordináta tengelyeivel.





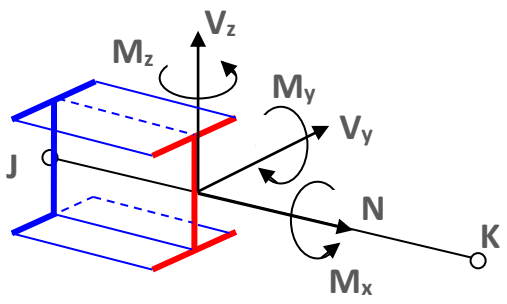
Tetszőleges helyzetű rúd (amely nem egy függőleges helyzetű oszlop) esetén, a rúd lokális „xz” tengelyei által meghatározott sík mindig merőleges a globális „XY” síkra, és a rúd lokális „z” tengelye a globális „Z” tengely irányába mutat. Íves rudak esetén a rúd lokális koordinátarendszerének “x” tengelye a mindenkori érintő.



Ha a rúd középvonala függőleges (oszlopok), akkor a rúd lokális koordinátarendszerének „y” tengelyének iránya megegyezik a globális „Y” tengellyel. A lokális „z” tengely iránya az oszlop elhelyezésétől függ (a kezdő és a végpont helyzetétől).

A rúdelemek lokális koordináta rendszerének módosítása a 4.2.1. fejezetben ismertetettek szerint lehetséges.

Rúdigénybevételek értelmezése és előjele a rúd lokális koordinátarendszere alapján történik, az alábbi ábrának megfelelően:



4.2.3 Síkidomok lokális koordinátarendszere

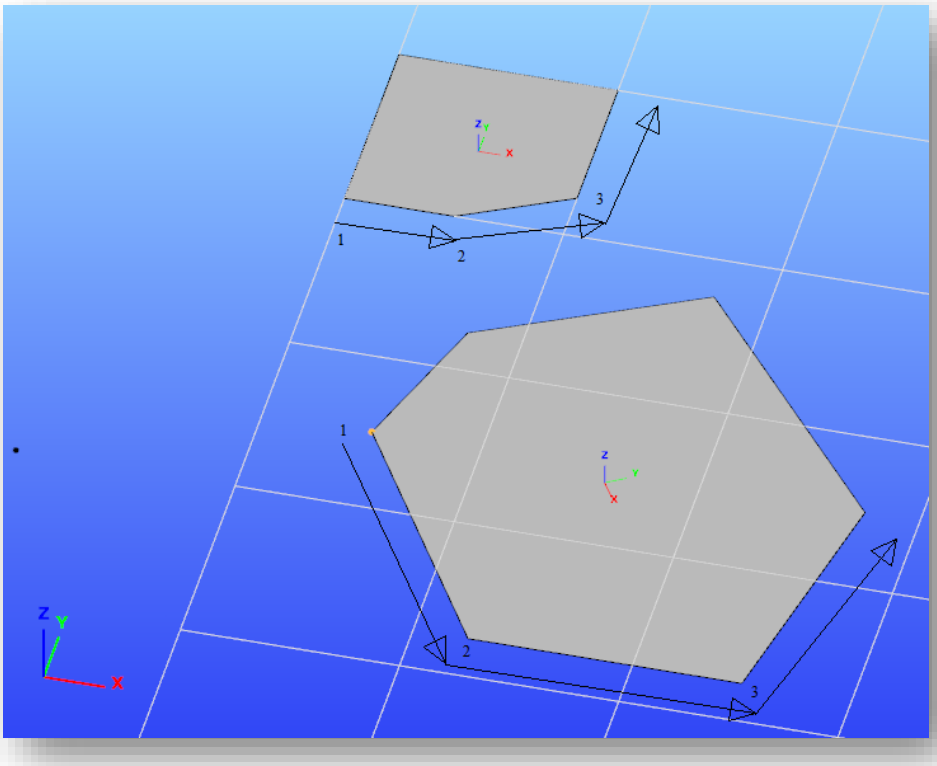
Síkidomok lokális koordinátarendszere által meghatározott „xy” sík megegyezik a síkidom síkjával, a „z” tengely pedig merőleges a síkra, illetve iránya a jobb kéz szabálynak megfelelően alakul. A síkidomok lokális koordináta tengelyeit meghatározó szabályok:

Derékszögű négyszög síkidomok létrehozása esetén:

- az “x” és “y” tengelyek iránya párhuzamosak az oldalélekkel. A “z” tengely iránya pedig a jobbkéz szabály szerinti.

Sokszög síkidomok létrehozása esetén:

- az “x” párhuzamos az első és második pont által meghatározott oldaléllel. Ez az első oldaléle a síkidomnak.
- az “y” tengely a harmadik megadott pont irányának megfelelően mutat. Ez a pont határozza meg a poligon második oldalélét.
- a “z” tengely iránya pedig a jobbkéz szabály szerinti.



A síkidomok helyi koordinátarendszerének módosítása a ***4.2.1 FEJEZETBEN*** ismertetett eszközökkel lehetséges.

4.3 FOGÓPONTOK MEGHATÁROZÁSA

A fogópontok beállítása a státuszbáron elhelyezkedő ikon funkcióival történik. A fogópont beállítás lehetőségeinek részletes bemutatása az ***1.2.7 ÁLLAPOTSOR*** fejezetben található.

4.4 RAJZOLÁS

A rajzolás funkciói a ***GEOMETRIA*** fülön találhatóak.

Vonal rajzolása

Egyenes rajzolása. Az egyenes kezdő- és végpontjának megadásával.

Vonallánc rajzolása. Az első pont megadása után a vonallánc szakaszpontjainak megadásával. ***ESC*** billentyű lenyomásával befejeződik a művelet.

Téglalap rajzolása

Téglalap rajzolása átlópontok megadásával.

Térben elhelyezkedő téglalap rajzolása. Az alapél két pontjának megadásával, majd a harmadik pont megadásával.

Kör rajzolása

Kör rajzolása sugárral. A kör középpontjának és egy kerületi pontjának megadásával. A kör síkja a megadott középponton megy át és párhuzamos *FKR* síkjával.

Kör rajzolása átmérővel. A kör két pontjának megadásával. A kör létrehozható az *FKR* síkján kívül is.

Kör rajzolása 3 térbeli pont megadásával. A kör síkja, a három megadott pont síkja lesz.

Ív rajzolása

Az ívek létrehozhatóak az aktuális *FKR* síkján kívül is.

Körív rajzolása középpont, kezdőpont és szög megadásával. A szög megadása történhet pontfogással a modelltérben, vagy a szög megadásával a dialógon.

Körív rajzolása 3 pont megadásával.

Körív rajzolása kezdőpont, végpont és érintő megadásával.

Síkidom szerkesztés

Síkidom rajzolása.

Lyuk definiálása. Kilyukasztani kívánt síkidom kiválasztása, majd a lyuk geometriájának definiálása (négyszög, zárt poligon vagy kör).

MOD Síkidom módosítása. A síkidom módosítás parancsait aktiválja.

Síkidom lokális „x” tengely irányának módosítása két pont megadásával. Síkidom kiválasztása, majd az „x” tengely irányvektor két pontjának megadása.

Síkidomrajzolás és lyuk definiálás módjai:

Téglalap alakú síkidomok rajzolási módjait: téglalap vagy térben elhelyezkedő téglalap.

Kör alakú síkidomok rajzolási módjai: kör megadása sugárral, átmérővel, vagy 3 kerületi ponttal.

Sokszög alakú síkidom rajzolása. Pontok megadását követően a sokszög bezárása a jobb egérgombbal történhet.

Síkidom módosítás módjai:

ADD Él megtörésével új pont hozzáadása a síkidomhoz. Ehhez ki kell jelölni a kívánt élt, majd az új pont helyét kell megadni.

DEL A síkidom valamely pontjának vagy íves szakaszának törlése. A törlés után mindkét esetben a szomszédos sarokpontok között egy egyenes szakasz jön létre.

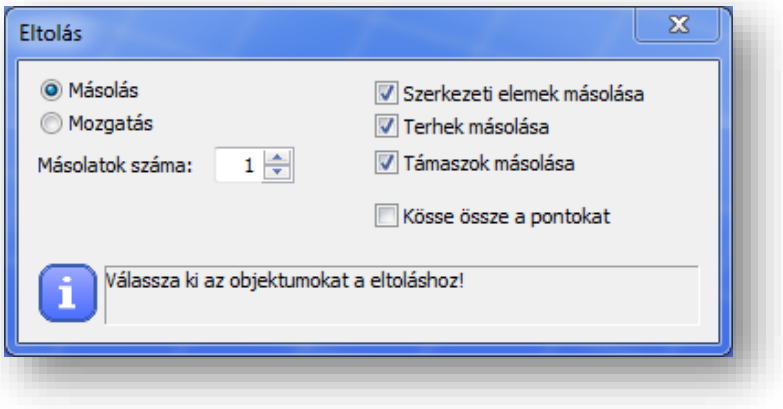
4.5 MÓDOSÍTÁS

A négy leggyakrabban használt módosítási funkció a bal oldali sávon találhatóak:

Pont és él mozgatása. Pont vagy él kijelölése, majd új helyzet megadása. A funkcióval módosíthatóak az egyenesek vagy ívek végpontjainak helyzetei, és a síkidomok, illetve síkidomokban definiált lyukak sarokpontjainak és éleinek helyzetei.

Kijelölt objektumok mozgatása. A kiválasztott objektumok mozgathatóak vagy másolhatóak.

Első lépésként a módosítandó elemeket kell kiválasztani, majd a ***KIJELÖLT OBJEKTUMOK MOZGATÁSA*** ikonra kell kattintani:



A választó gombokkal kiválasztható a módosítás módja (Másolás vagy Mozgatás). Másolás választása esetén megadható a másolatok száma.

Mozgatás/másolás két pont megadásával történik.

A kiválasztott elemek, terhek és támaszok mozgatásra/másolásra kerülnek a két ponttal meghatározott vektor alapján, illetve a beállított opciók szerint. A mozgatás/másolás funkció független az aktuális *FKR*-től.

A funkció működését befolyásoló opciók:

Szerkezeti elemek másolása:

Jelöletlen: Szerkezeti elemeken elhelyezett terhek és/vagy támaszok mozgatása/másolása a szerkezeti elem mozgatása/másolása nélkül.

Jelölve: Alapállapot. Szerkezeti elemek mozgatásra/másolásra kerülnek.

Terhek másolása:

Jelöletlen: Terhek nem kerülnek másolásra.

Jelölve: Terhek másolásra kerülnek.

Támaszok másolása:

Jelöletlen: Támaszok nem kerülnek másolásra.

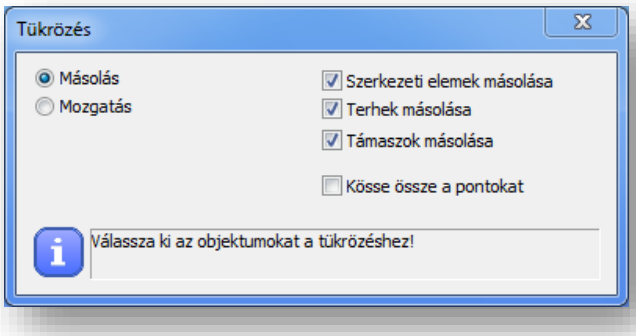
Jelölve: Támaszok másolásra kerülnek.

Pontok összekötése:

Funkciók választása esetén, a másolt elemek és az eredeti elemek végpontjai összekötésre kerülnek egyenesekkel.

Kijelölt objektumok tükrözése. Kijelölt elemek tükrözés két pont által meghatározott tengely körül. A tükrözés síkja mindig merőleges lesz az aktuális *FKR*-re.

Első lépésként a tükrözendő elemeket kell kiválasztani, majd a ***KIJELÖLT OBJEKTUMOK TÜKRÖZÉSE*** ikonra kell kattintani:

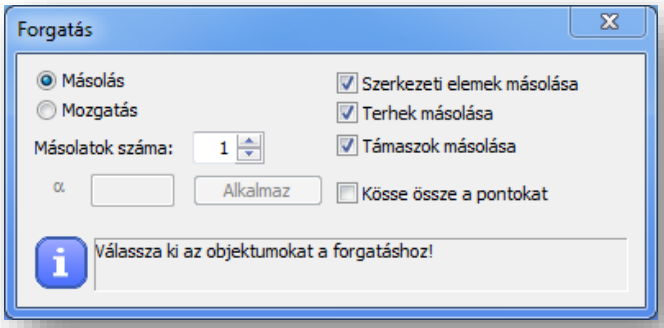


A tükrözés tengelye két ponttal adható meg. A tengely megadása után a kiválasztott elemek másolásra vagy mozgatásra kerülnek az új pozícióba.

A dialógon található opciók hatásai megegyeznek a mozgatás funkciónál leírtakkal.

Kijelölt objektumok forgatása. Kijelölt elemek forgatása.

Első lépésként a forgatandó elemeket kell kiválasztani, majd a ***KIJELÖLT OBJEKTUMOK FORGATÁSA*** ikonra kell kattintani:



A forgatáshoz meg kell adni a forgatás középvonalát, majd a forgatás szögét. A szög megadása történhet pontfogással a modelltérben, vagy a szög megadásával a dialógon. Másolás esetén megadható a másolatok száma.

A dialógon található opciók hatásai megegyeznek a mozgatás funkciónál leírtakkal.

A további módosítási funkciók a *GEOMETRIA* fülön találhatóak:

Kijelölt objektumok átméretezése. Átméretezéshez először ki kell választani az átméretezendő objektumokat, majd meg kell adni egy referencia pontot és egy nagyító pontot (a referencia pont és a nagyító pont közötti távolság határozza meg az átméretezés mértékét). Az utolsó pont megadása után megtörténik az átméretezés. Az objektumok hosszai az átméretezésnek megfelelően fognak megváltozni.

Az átméretezett objektumokon lévő vonalmenti terhek hosszai is megváltoznak az átméretezésnek megfelelően.

Kijelölt vonalelem megtörése. Megtöréshez ki kell választani a vonalelemet és egy törési pontot a vonalelem tengelye mentén, majd meg kell adni a kiválasztott pont új pozícióját. Az eredeti vonalelem két elemre kerül felbontásra.

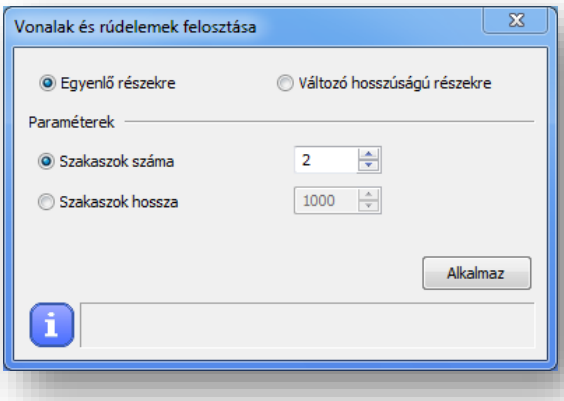
A kiválasztott pont új pozíciójának koordinátái megadhatóak begépeléssel is az aktuális koordinátarendszer szerint.

Kijelölt vonalelem görbítése. Görbítéshez ki kell választani a görbítendő vonalelemet, majd meg kell adni a beillesztési pontot.

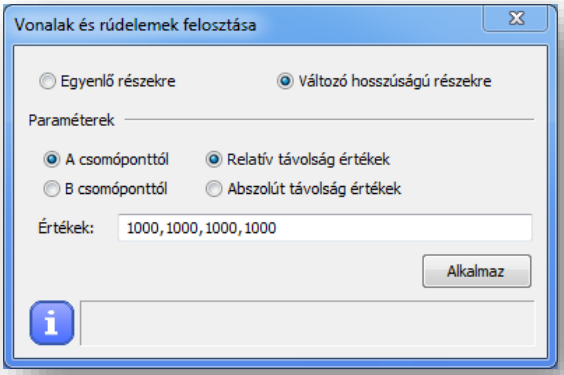
Kijelölt körív kiegyenesítése. Kiegyenesítéshez ki kell választani a kiegyenesítendő ívet, amit a program letöröl, a kezdő- és végpontját pedig egyenes szakasszal köti össze.

Kijelölt objektum felosztása. Vonalak és rudak adott darabszámú, vagy adott hosszúságú részekre osztása.

Az **Egyenlő részekre** opció választása esetén megadhatóak a szakaszok száma vagy a szakaszok hosszai állíthatóak be.



A **Változó hosszúságú részekre** opció választása esetén a szakaszok relatív vagy abszolút hosszai adhatók meg A vagy B végpontoktól.



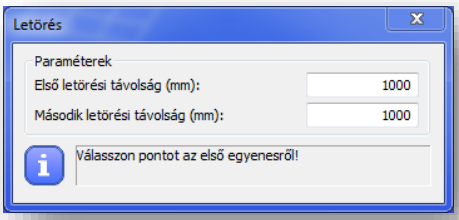
Kijelölt objektumok darabolása metszéspontok mentén. Daraboláshoz ki kell választani a két metsző objektumot. Mind a két objektum feldarabolásra kerül a metszéspontban. Működik egyenes és íves elemekkel, valamint síkidomokkal is.

Kijelölt vonalelem vagy síkidom vágása vágóéllel vagy vágósíkkal. Vágáshoz először ki kell jelölni a vágóélt vagy -síkot, majd meg kell adni a vágandó vonalelem vagy síkidom eldobandó részét. Működik egyenes és íves elemekkel, valamint síkidomokkal is.

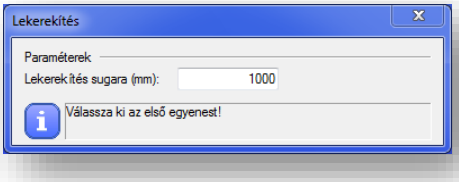
Kijelölt vonalelem vagy síkidom határvonalakhoz vagy határsíkhoz igazítása. Igazításhoz először ki kell jelölni a határvonalat vagy -síkot, majd a meghosszabbítandó elemet. Síkidomok esetében a parancs akkor végrehajtható, ha a síkidom élei a nyújtás során nem metsződnek egymásba.

Kijelölt szakasz adott részének kivágása. Kivágáshoz először ki kell jelölni az objektumot, majd a kivágandó szakasz kezdő és végpontját.

Két kijelölt vonalelem letörése. Letöréshez először ki kell választani a két egyenes elemet. A letörés a kiválasztás sorrendjében fog történni.

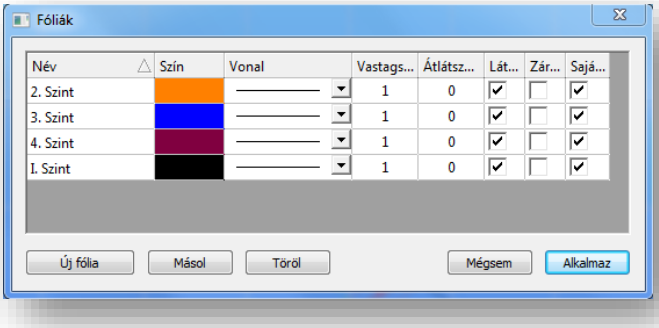


Két kijelölt vonalelem metszéspontjában az élek lekerekítése. Lekerekítéshez először ki kell választani a két egyenes elemet, majd meg kell adni a lekerekítés sugarát.



4.6 FÓLIÁK

A fólia kezelő dialógon az alábbi funkciók találhatóak:



- Új fólia létrehozása
- Meglévő fólia tulajdonságainak lemásolásával új fólia létrehozása
- Fóliák törlése
- Fóliák tulajdonságainak megváltoztatása (szín, vonaltípus, vonalvastagság és átlátszóság)
- Láthatóság ki-be kapcsolása

- Zároltság (látható, de nem érhetők el a rajta lévő elemek) ki-be kapcsolása
- Saját stílus ki-be kapcsolása. Ha a Saját stílus ki van kapcsolva, akkor a fólián szereplő objektumok a megadott színnel, vonaltípussal és vonalvastagsággal jelennek meg. Ha be van kapcsolva (alapesete) akkor az összes objektum a globálisan beállított stílust használja.

A fóliák az objektumok igény szerinti csoportosítását teszik lehetővé, amely segíti a modell áttekintését.

5 SZERKEZET MODELLEZÉSE

5.1 ALAPOK

A *ConSteel* fejlesztésének kezdetétől fogva a felhasználó barát szerkezet modellezés volt az előtérben, amely során a mérnök valódi szerkezeti elemekből építheti fel a szerkezetet. A mérnök által felépített mérnöki modellben a szerkezet egész elemekből (gerenda kiékeléssel, változó keresztmetszetű oszlop, húzott rúd, födém stb.) épül fel, amely teljesen elkülönített a számítási modelltől, ami egy automatikusan előállított végeselemes modell az analízishez és a tervezéshez. Ennek megfelelően a mérnök a megfelelő szerkezet modellezésére koncentrálhat.

A MODELLEZÉS SORÁN KÖRÜLTEKINTŐEN KELL ALKALMAZNI A KÜLÖNBÖZŐ FUNKCIÓKAT, LEHETŐSÉGEKET ÉS FIGYELEMBE KELL VENNI AZ ALKALMAZOTT ANALÍZIS MODELL KORLÁTJAIT, MERT A NEM MEGFELELŐEN HASZNÁLT MODELLEZÉSI LEHETŐSÉGEK HELYTELEN ANALÍZIS ÉS TERVEZÉSI EREDMÉNYEKET EREDMÉNYEZHETNEK.

A szerkezetmodellezéshez kapcsolódó összes funkció a ***SZERKEZETI ELEMEK*** fülön található. A keresztmetszetek és a kapcsolatok létrehozásának funkciói a ***CSSECTION*** (10. fejezet) és a ***CSJOINT*** (14. fejezet) modulokban találhatóak.

5.2 RÚDELEM ELEMEK

Rúdelemek a következő keresztmetszeti típusokkal modellezhetők: vékonyfalú acél, vasbeton és kompozit. Elhelyezéstől függően a szerkezeti elemek lehetnek oszlopok és gerendák. Oszlop egy speciális helyzetű rúdelem, amely mindig függőleges, emiatt az elhelyezésük egyszerűbb, mert csak a magasságát kell definiálni.

A rúdelem dialóg az alábbi modellezési opciókat tartalmazza:

Rúdelem rajzolása középvonallal

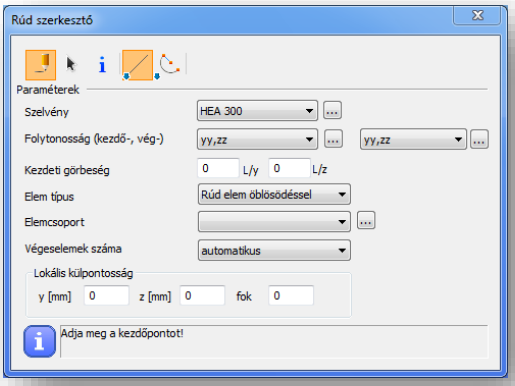
Egyenes vonal, vagy vonallánc rajzolása

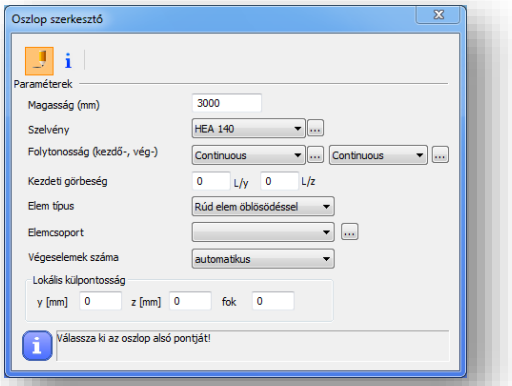
Körív (középpont, kezdőpont és szög megadásával; 3 pont megadásával; kezdőpont, végpont és érintő megadásával) rajzolása

Meglévő vonal átalakítása rúdelemmé

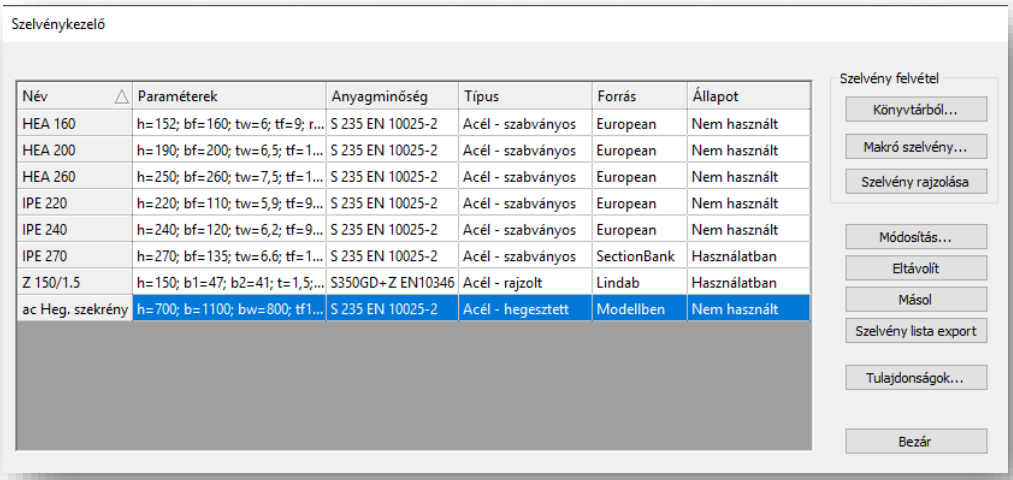
Meglévő rúdelem paramétereinek kiolvasása a rúdelemre való kattintással és azok alkalmazása a létrehozandó rúdelemhez

Rúdelem paramétereinek megadása a dialóg középső részén történik:





- *Szelvény:* gerenda vagy oszlop létrehozása előtt a legördülő menüből ki kell választani a megfelelő szelvényt. A legördülő menü a betöltött szelvényeket tartalmazza. Ha nincs szelvény betöltve, akkor a legördülő menü mellett található ... gombra kattintva megnyíló ***SZELVÉNYKEZELŐ*** dialógon betölthetők a szükséges szelvények. További információk a szelvények betöltéséről és kezeléséről a következő alfejezetekben találhatóak. A ConSteelben használt szelvénymodellekről és szabványos vizsgálatokról részletes információk találhatók a 10. fejezetben.



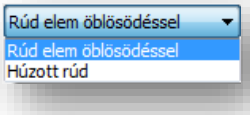
Név	Paraméterek	Anyagminőség	Típus	Forrás	Állapot
HEA 160	h=152; bf=160; tw=6; tf=9; r...	S 235 EN 10025-2	Acél - szabványos	European	Nem használt
HEA 200	h=190; bf=200; tw=6,5; tf=1...	S 235 EN 10025-2	Acél - szabványos	European	Nem használt
HEA 260	h=250; bf=260; tw=7,5; tf=1...	S 235 EN 10025-2	Acél - szabványos	European	Nem használt
IPE 220	h=220; bf=110; tw=5,9; tf=9...	S 235 EN 10025-2	Acél - szabványos	European	Nem használt
IPE 240	h=240; bf=120; tw=6,2; tf=9...	S 235 EN 10025-2	Acél - szabványos	European	Nem használt
IPE 270	h=270; bf=135; tw=6.6; tf=1...	S 235 EN 10025-2	Acél - szabványos	SectionBank	Használatban
Z 150/1.5	h=150; b1=47; b2=41; t=1,5;...	S350GD+Z EN10346	Acél - rajzolt	Lindab	Használatban
ac Heg. szekrény	h=700; b=1100; bw=800; tf1...	S 235 EN 10025-2	Acél - hegesztett	Modellben	Nem használt

- *Folytonosság (kezdő, vég)*: előre definiált csukló típusok választhatóak ki a rúdelem végeihez. A ... gombra kattintva létrehozhatunk újfajta csuklókat is.

- *Kezdeti görbeség:* fél szinusz hullám alakú kezdeti görbeség definiálható a két lokális irányba, merőlegesen az elem referenciatengelyére („y,z”). A megadott amplitúdó az elem felében értendő.
- *Elem típus:*

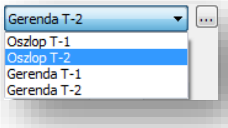
  Acélszelvények esetén:

  Két elemtípus közül választhatunk: *Rúdelem öblösödéssel* és *Húzott rúd.* A típusok határozzák meg, hogy a szerkezeti elemhez az analízis milyen végeselem típust használjon. A *Rúdelem öblösödéssel* esetén egy 14 szabadságfokú végeselemet használ, ami tartalmazza a vékonyfalú szelvény öblösödését. Az öblösödésnek jelentős hatása lehet olyan acélszerkezetek esetén, amelyek hagyományos profilokból épülnek fel. A *Húzott rúd*-nak csak tengelyirányú húzási ellenállása van (se nyomatéki, se csavarási, se nyírási ellenállás). Nyomás esetén az analízis kihagyja a számításból.

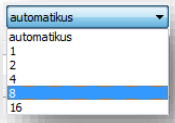


  Vasbeton vagy Öszvér keresztmetszet esetén:

  Ilyen típusú keresztmetszetek esetén csak az *Általános rúdelem* elemtípus használható, ami egy hagyományos 12 szabadságfokú végeselem típust jelent.
- *Elemcsoport*: a szerkezeti elemek különböző szempontok szerinti csoportosítására szolgál (kiválasztás, mértékadó eredmény, érzékenységvizsgálat stb.). a három pontos ikonra kattintva a ***SZERKEZETI ELEMEK CSOPORTJAI*** dialógon új elemcsoportok definiálhatók.



- *Végeselemek száma*: a megadott végeselem számot használja a program az analízis során. Alapesetben az *automatikus* van beállítva, amely a legtöbb esetben a legoptimálisabb megoldást adja.



- *Lokális külpontosság*: lokális külpontosság definiálható az elem lokális koordinátarendszerében („y, z”), illetve megadható elforgatás is a lokális „x” tengely körül.
- Az ablak alsó része a felhasználókat támogató információk és parancsok kijelzésére szolgál.

SZÜKSÉGES MEGJEGYEZNI, HOGY NEM CSAK A KÜLPONTOS NORMÁLERŐKNEK VAN HATÁSA AZ ANALÍZIS EREDMÉNYÉRE (TOVÁBBI NYOMATÉK), HANEM A KÜLPONTOS NYOMATÉKNAK ÉS CSAVARÁSNAK (TOVÁBBI NYOMATÉK ÉS CSAVARÁS, VALAMINT BIMOMENT) IS!

5.2.1. Acél keresztmetszetek

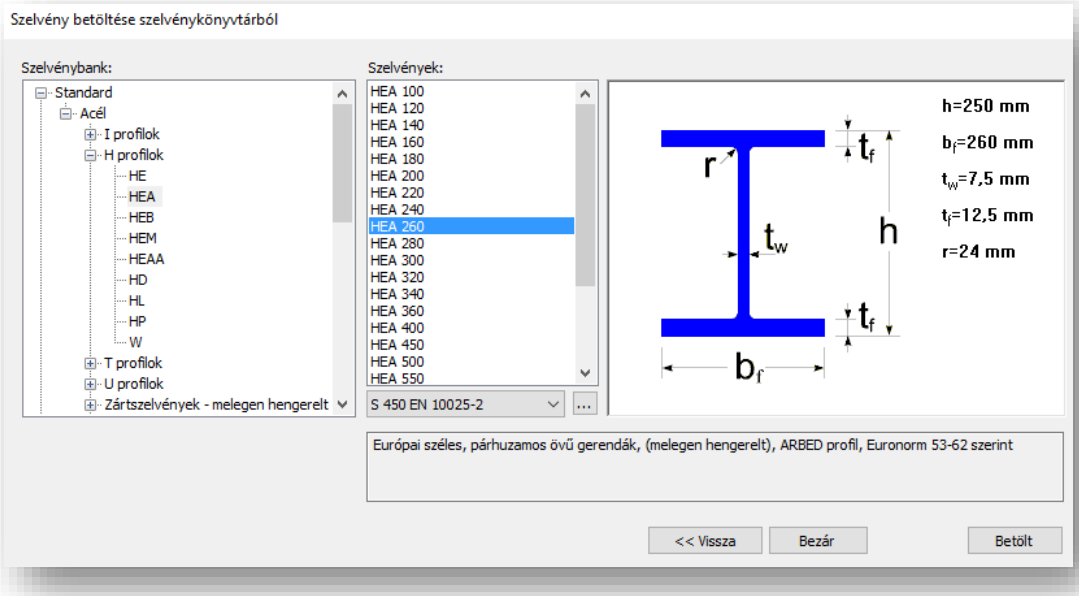
Első lépésként a keresztmetszet betöltést kell elvégezni. Ez elvégezhető mind a ***SZELVÉNYKEZELŐBŐL*** ( )közvetlenül, mind pedig a ***RÚD SZERKESZTŐ*** dialógról is. Acél keresztmetszetek betöltéséhez a ConSteel, a 13-as verziótól kezdve, a szabványos szelvénytárban megtalálható szelvényeken, és a makró szelvényeken túl, rajzolt (egyedi) szelvények betöltésére is lehetőséget ad.

! Fontos megjegyezni, hogy ConSteelben az anyagminőség a szelvény egy paramétere, így annak definiálását a szelvény betöltésnél kell megtenni!

5.2.1.1. Szelvénykönyvtár

A ***SZELVÉNYKEZELŐ*** dialóg ablakban a szabványos szelvények esetén a következő könyvtárak érhetők el:

- Standard (európai) szelvénykönyvtár
- Amerikai szelvénykönyvtár (metrikus és angolszász méretekkel)
- Brit szelvénykönyvtár
- Kínai szelvénykönyvtár
- Orosz szelvénykönyvtár
- Gyártói szelvények (különböző gyártók egyedi szelvény katalógusai)



5.2.1.2. MAKRÓ SZELVÉNYEK

Makró szelvényt négyféle kategóriában lehet létrehozni:

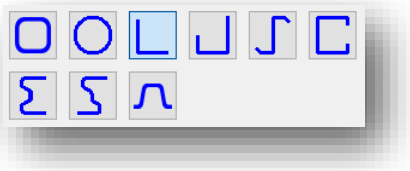
1) Lemezekből hegesztett típusok:

- I vagy H szelvény
- Szekrény szelvény
- Máltai szelvény
- Fél máltai szelvény
- Kalap szelvény
- T szelvény
- WQ szelvény
- Ferde övű I vagy H szelvény
- C szelvény

2) Melegen hengerelt típusok:

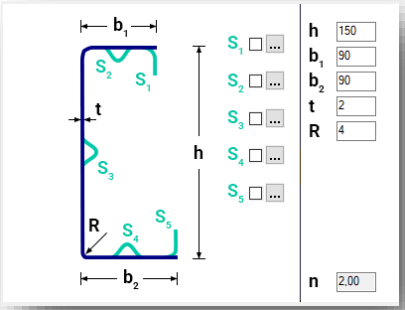
- Párhuzamos övű I vagy H szelvény
- L szelvény (párhuzamos szárak)
- Párhuzamos övű U szelvény
- CHS szelvény
- T szelvény (fél I) szelvény
- Lemez szelvény
- Zártszelvény
- Köracél

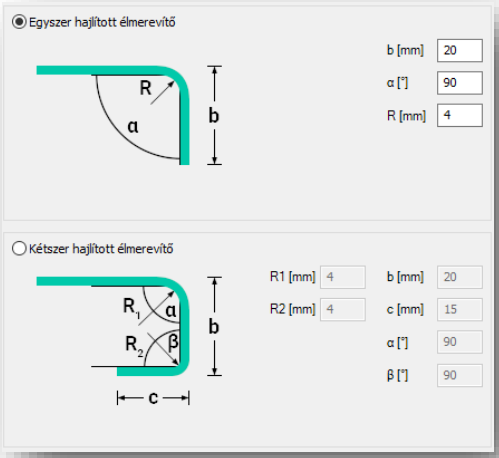
3) Hidegen alakított típusok:

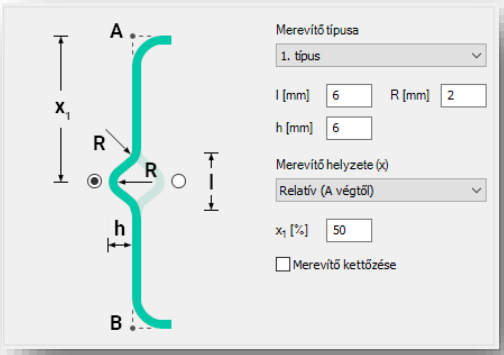


- RHS zártszelvény
- Körcső szelvény
- L szelvény
- Nem szimmetrikus U szelvény
- Z szelvény
- C szelvény
- Szigma szelvény
- Zeta szelvény
- Kalap szelvény

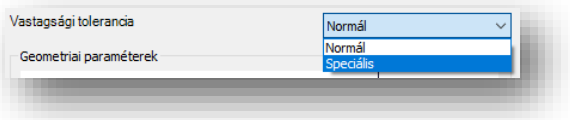
A hidegen alakított szelvénymakrók utóbbi 5 szelvény típusánál lehetőség van merevítők megadására is. A öveken egyszer vagy kétszer hajlított élmerevítőt, és kétféle közbenső merevítőt, a gerinceken pedig háromféle különböző típusú közbenső merevítőt lehet definiálni. A gerincmerevítők esetén lehetőség van a merevítők kettőzésére is. Az így definiált merevítőket az EN 1993-1-3 szabványban meghatározott módon, a torzulásos horpadás (distortional buckling) számításánál veszi figyelembe a program.





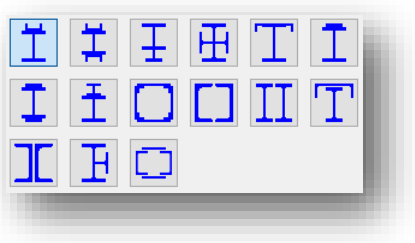


A hidegen alakított makró szelvényeknél, amennyiben azok bevonatos anyagból készülnek, meg kell adni az EN 10143 szabványban definiált vastagsági tolerancia kategóriát is. Kétféle kategória létezik: normál és speciális. A szelvény tervezési falvastagságát ennek megfelelően az EN 1993-1-3 3.2.4. pont szerint számítja a program. Az általános építési gyakorlatban, az ilyen szelvények leggyakrabban az említett EN 10143 szabvány szerinti, bevonatos acéllemezekből készülnek, ezért ezeknél a makróknál az ebben a szabványban definiált vastagsági tolerancia kategóriákat vettük alapul.



FONTOS, HOGY HA A TERVEZŐ NEM AZ ADATBÁZISBAN SZEREPLŐ BEVONATOS ANYAGOK KÖZÜL VÁLASZT, ÉS A VÁLASZTOTT ANYAG VASTAGSÁGI TOLERANCIÁJA NAGYOBB MINT 5%, EBBEN AZ ESETBEN A TERVEZÉSI FALVASTAGSÁG SZÁMÍTÁSA NEM LESZ PONTOS. ENNEK ELKERÜLÉSÉRE A SZELVÉNYT BE KELL IMPORTÁLNI A SZELVÉNY RAJZOLÓ MODULBA, ÉS OTT KELL MEGADNI A VASTAGSÁGI TOLERANCIÁT. (A SZELVÉNY RAJZOLÓT LD. A KÖVETKEZŐ ALFEJEZETBEN!)

4) Összetett típusok



- I vagy H szelvény egyik övén U szelvény erősítéssel
- I vagy H szelvény mindkét övén U szelvény erősítéssel
- I vagy H szelvény övén fél I vagy H szelvénnyel megerősítve
- I vagy H szelvény gerincén fél I vagy H szelvénnyel megerősítve
- I vagy H szelvény övén szögacéllal megerősítve
- I vagy H szelvény övén lemezzel megerősítve
- I vagy H szelvény mindkét övén lemezzel megerősítve
- I vagy H szelvény övén I vagy H szelvénnyel megerősítve
- Doboz szelvény szögacélból és lemezekből
- Zárt 2U keresztmetszet
- Zárt 2I keresztmetszet
- I és U keresztmetszet
- Nyitott 2U keresztmetszet
- Fél máltai keresztmetszet
- Nyitott 2C keresztmetszet
- Hevederezett keresztmetszet

5.2.1.3. SZELVÉNY RAJZOLÁS

A Consteel 13 verzióban a harmadik lehetőség szelvény létrehozására a szelvény rajzolás a ***KERESZTMETSZET LÉTREHOZÓ*** modulban. A funkciót a ***SZELVÉNY KEZELŐ*** dialógus ablak ***SZELVÉNY RAJZOLÁSA*** nyomógombjával lehet elindítani.

Első lépésben, a parancs indítása után, egy felugró ablakban ki kell választani a szelvény típusát és anyagminőségét, valamint meg kell adni a szelvény nevét. A szelvény típusa kétféle lehet:

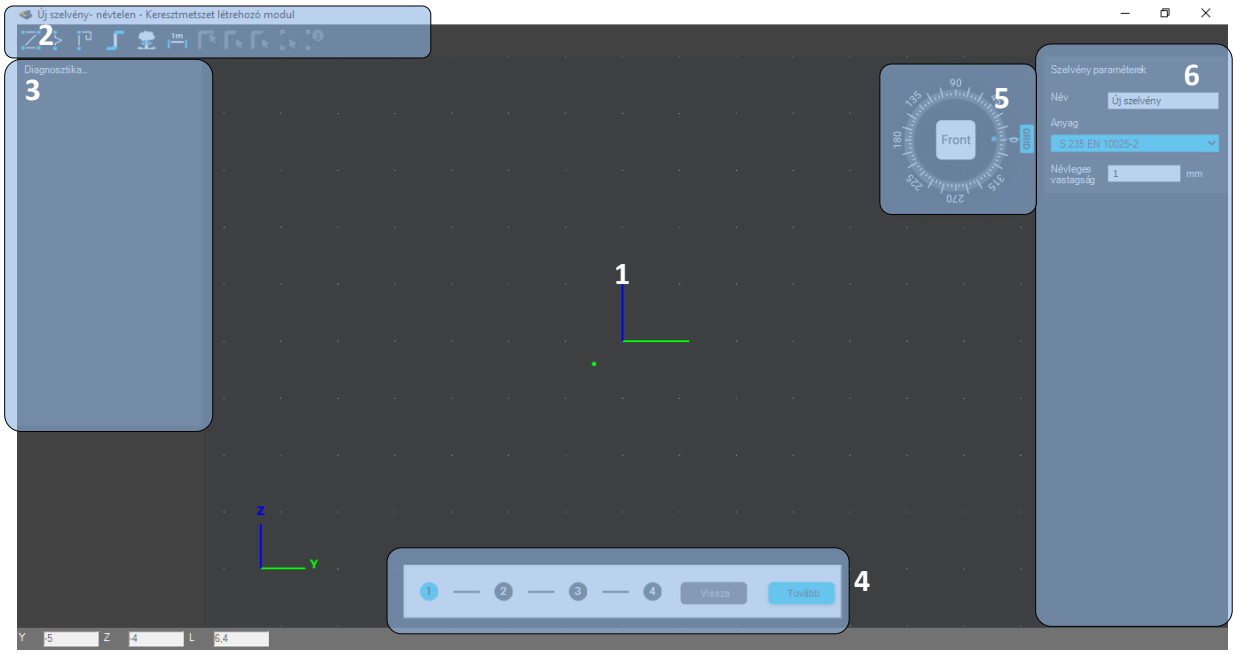
- Hidegen alakított szelvény
- Általános vékonyfalú szelvény

A szelvény típusa alapvetően befolyásolja a későbbi működését. **Hidegen alakított szelvény** esetén csak egyetlen vonallal lerajzolható szelvények hozhatók létre, melyeknél a falvastagság egységes, a szegmensek között automatikusan lekerekítési ív keletkezik, és a szelvény nem lehet zárt. Az ilyen szelvénnyel készült rudak méretezésénél a szilárdsági, a lokális és a globális stabilitás vizsgálatokon túl, a program figyelembe veszi a torzulásos horpadás (distortional buckling) hatására bekövetkező effektív keresztmetszet csökkenést is az EN 1993-1-3 szabvány alapján.

Általános vékonyfalú szelvények esetén különböző vastagságú lemezek használhatók, a szelvénynek nem kell egy vonallal lerajzolhatónak lennie, illetve készíthető egyszeresen zárt szelvény is. Ez a típus alapvetően a lemezekből hegesztett szelvények létrehozására szolgál. Ezen szelvények esetében csak a szilárdsági, a lokális (horpadás) és a globális stabilitás vizsgálat végezhető el.

Miután kiválasztottuk a szelvény típusát, a ***TOVÁBB*** gombra kattintva egy külön ablakban nyílik meg a ***KERESZTMETSZET LÉTREHOZÓ MODUL***, melynek tartalma a választott szelvénytípustól függően némileg eltérő.

A szelvény rajzoló ablak felépítése az alábbi:



1# Rajzterület

2# Parancsikonok

3# Diagnosztikai üzenetek: itt jeleníti meg a program a különböző figyelmeztető és hibaüzeneteket

4# Navigáció: a ***VISSZA*** és a ***TOVÁBB*** gombokkal lehet lépni a keresztmetszet megadás egyes fázisai között

5# Felhasználói felület beállítása: a felugró ablakban négy fülön találhatók a ***LÁTHATÓSÁG***, ***RASZTERHÁLÓ***, ***FOGÓPONTOK*** és ***OBJEKTUMOK MÉRETEI*** beállítására szolgáló paraméterek és kapcsolók

6# Paraméterek megadása: mindig az aktuális funkcióhoz, illetve a kijelölt elemhez tartozó paraméterek paneljait jeleníti meg

5.2.1.3.1. HIDEGEN ALAKÍTOTT SZELVÉNYEK RAJZOLÁSA

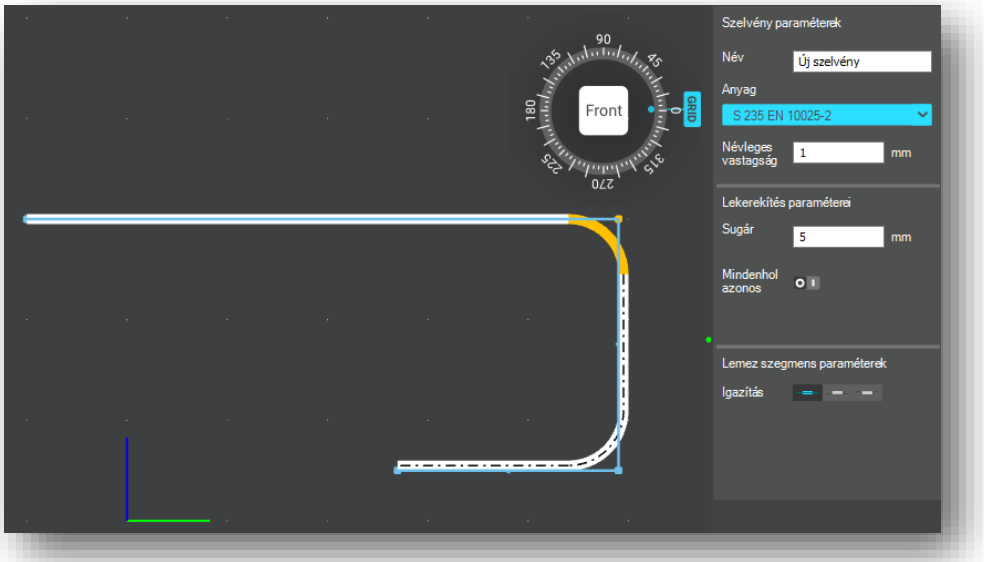
A hidegen alakított szelvények megadása 4 fázisban történik.

(1) Geometria rajzolása
(2) Tervezési paraméterek megadása szilárdsági és globális stabilitási vizsgálatokhoz
(3) Tervezési paraméterek megadása horpadás vizsgálathoz
(4) Merevítők definiálása

(1) Geomteria rajzolása

A szelvény geometriájának szerkesztése történik az első fázisban. A merevítőket makrók segítségével lehet könnyen és gyorsan megrajzolni. Lehetőség van korábban betöltött szelvény importálására is.

A ***Sokszögvonal rajzolása*** parancsikonnal indítható a geometria szerkesztése. A rajzolás történhet végpontok kijelölésével a rajztéren, vagy a ***Vonal rajzolás*** felugró ablakban koordináták megadásával is. Koordinátákat derékszögű vagy poláris koordináta rendszerben adhatunk meg, az origó lehet lokális vagy globális. Lokális megadás esetén az utoljára megadott pont az origó, globális esetén a rajztér közepén látható Y-Z tengelykereszt. A lemezszegmensek elhelyezése a rajzolt referenciavonalhoz képest lehet központos, balra, vagy jobbra igazított. Ezt rajzolás közben, vagy utólag, akár egyenként is lehet módosítani az oldalsávon található ***Lemez szegmens paraméterek*** című panelen. A lekerekítések a lemez szegmensek rajzolásakor automatikusan létrejönnek. A lekerekítési sugarat utólag, a lekerekítést kijelölve, az oldalsávon lehet módosítani egyenként, vagy egységesen megadva az egész szelvényre. Ugyan itt lehet megadni a névleges lemezvastagságot is.



! A szelvény rajzoló ablakban minden paraméter beírása után az ENTER-t is meg kell nyomni ahhoz, hogy a beírt érték érvényesüljön!

A szegmensek rajzolását mindig csak valamelyik végponttól lehet folytatni. Ha befejeztük a rajzolást, az ESC billentyűvel, vagy az ***EXIT*** gombra kattintva lehet kilépni a parancsból. Ha elrontjuk valamelyik részt, az adott szakasz törlésével és újra rajzolásával lehet a hibát javítani.

A következő két parancsikon a ***KÖZBENSŐ MEREVÍTŐ*** és az ***ÉLMEREVÍTŐ*** makrókat indítja el. Közbenső merevítő esetén három, élmerevítő esetén két típusból választhatunk. A jobb oldali oldalsávon jelenik meg a merevítő geometriai paramétereinek megadására szolgáló panel. Megadhatjuk azt is, hogy a merevítő a lemez melyik oldalára legyen elhelyezve. A parancs indítása után, a kurzorral valamelyik lemezszegmensre mutatva megjelenik a beállított paramétereknek megfelelő merevítő. A paraméterek beállítása után a kívánt helyre történő kattintással lehet elhelyezni a merevítőt. Elhelyezés után, a merevítőt kijelölve, a paraméterek, illetve közbenső merevítők esetében a pozíció is módosítható marad. Fontos tudni, hogy ezek a parancsok csak rajzolást segítő makrók. Az így megrajzolt lemezszakaszok csak a 4. fázisban definiálva válnak ténylegesen a lemezszegmenseket megtámasztó merevítőkké.

A ***SZELVÉNY IMPORTÁLÁSA*** parancsikonnal lehetőség van egy korábban létrehozott könyvtári, makró vagy rajzolt szelvény beolvasására és további szerkesztésére. Értelemszerűen csak hidegen alakított, egy vonallal lerajzolható szelvényt lehet importálni. A parancs kiadása után egy felugró ablakban jelennek meg azok a szelvények, amelyek alkalmasak a beolvasásra. A ***TOVÁBB*** gomb megnyomására a választott szelvény betöltődik. Ha már volt korábban megrajzolt geometria, a program figyelmeztet arra, hogy az eddig megrajzolt minden szegmens törlődni fog. Az importált szelvény megőrzi minden geometriai és tervezési paraméterét, és továbbra is szerkeszthető marad.

A ***SZELVÉNY ROBBANTÁSA*** parancs a megrajzolt merevítőket és az íveket önálló lemezszegmensekké bontja szét. Ezután ezen elemek esetében is csak a vastagság és a külpontosság változtatható, a méretük és pozíciójuk nem. A felrobbantás által, a korábban egy lemezként definiált elemek külön szegmenseké alakulnak, melyek osztályozását önállóan lehet definiálni.

A ***MÉRETVONAL ELHELYEZÉS*** paranccsal a szelvény egyes szegmenseit lehet méretvonalakkal ellátni. A felugró ablakban található két ikonnal lehet kiválasztani a méretvonal elhelyezésének módját:

Méretvonal elhelyezés derékszögű koordináta rendszerben. Ezzel Y vagy Z irányú méretvonalakat lehet megadni.

Méretvonal elhelyezés a lemezszegmenssel párhuzamosan.

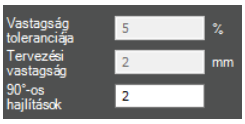
A méretvonal elhelyezéséhez, a parancs indítása után, kattintsunk valamelyik lemezszegmensre, majd újabb kattintással helyezzük el a méretvonalat a kívánt pozícióba.

(2) Tervezési paraméterek megadása

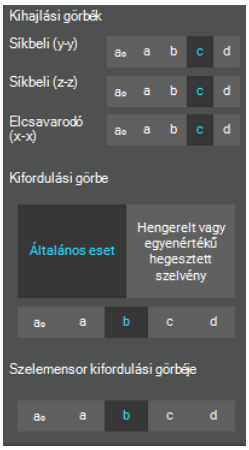
A geometria felvétele után a szilárdsági és globális stabilitási határállapotokhoz szükséges szabványos paramétereket kell megadni.

Az első, legördülő menüben a szelvény gyártási módját kell kiválasztani. Ez lehet melegen hengerelt vagy hegesztett.

Ez után a tervezési falvastagság számításához szükséges vastagsági toleranciát, és a 90°-os hajlítások számát kell megadni A hajlítások számát a program automatikusan kiszámítja, amennyiben makróval készült szelvényt importálunk be. Rajzolt szelvény esetén kézzel kell ezt a mezőt kitölteni.

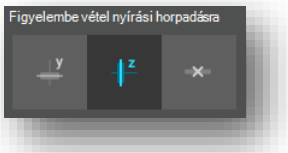


Ezután következik a kihajlási és kifordulási görbék kiválasztása. Amennyiben egy szelvényt később ***SZELEMENSOR*** objektummal ellátott rúdelemen használunk, a kifordulás ellenőrzésekor a legalsó, *Szelemensor kifordulási görbéje* mezőben megadott görbe lesz figyelembe véve.

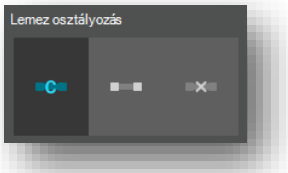


(3) Lokális stabilitási paraméterek megadása

A harmadik fázisra lépve a rajzterületen megjelennek a lemezek hatékony lemezhossz számításhoz használt (b_p) hosszai. Egy szegmenst kijelölve, az oldalsávon lehet megadni, hogy a számításban az adott szegmens nyíróerő okozta horpadásra figyelembe legyen-e véve vagy nem, és melyik irányban.

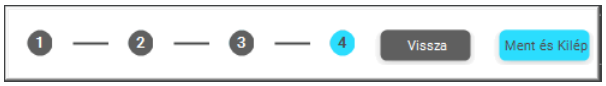


A következő mezőben azt kell megadni, hogy a lemezosztályozásnál az adott szegmenst hogyan vegye figyelembe a számítás. Három lehetőség közül lehet választani:

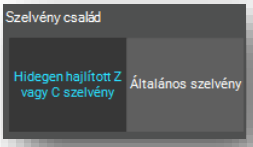


- Automatikus osztályozás és hatékony hossz számítás (Alapértelmezett)
- Osztályozás mellőzése, és a teljes hossz figyelembevétele
- Osztályozás mellőzése, és a lemez elhagyása a hatékony keresztmetszetből

(4) Merevítők definiálása



Ahhoz, hogy a megrajzolt merevítők ténylegesen szabványos merevítőként szerepeljenek a számításban, ebben a fázisban kell definiálni azokat. Első lépésben el kell dönteni, hogy a szelvény hidegen hajlított Z vagy C szelvény-e, vagy pedig az általános kategóriába tartozik. Ezt az oldalsávon található választógombbal lehet megadni.



Z vagy C szelvényt választva, a számítás, az övek megtámasztásában figyelembe veszi a másik öv feszültségi állapotát, és a gerinc merevségét is. Ehhez természetesen meg kell adni, hogy a szelvény mely részei alkotják az alsó és felső övet, illetve a gerincet, és meg kell adni a gerinc hosszát is. Általános szelvényt választva az élmerevítők számítása egymástól függetlenül történik.

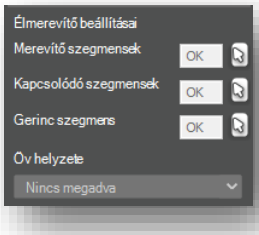
További lényeges különbség, hogy csak a Z-C típusú szelvénnyel létrehozott rúdelemre lehet a későbbiekben ***Szelemensor, Feltámaszkodási zóna vagy átfedéses szakasz*** objektumokat elhelyezni. (Lásd az 5.12 fejezetet!)

A bal oldali diagnosztika panel mellett megjelenik egy új panel, amely fa struktúrába rendezve jeleníti meg a szelvény definiált merevítőit.

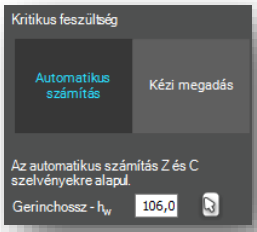
A merevítők megadását a bal felső parancssoron található parancsikonokkal lehet indítani:

Merevítetlen öv kiválasztása: csak Z vagy C típusú szelvényeknél használható. Amennyiben valamelyik öv merevítetlen, ezzel a paranccsal lehet ezt az övet definiálni. Keretezéssel vagy rákattintással ki kell jelölni a merevítetlen övhöz tartozó lemezszegmenseket, majd a bevitelt az ***ENTER*** gomb, vagy az ENTER billentyű megnyomásával befejezni.

ÉLMEREVÍTŐ és ***KETTŐS ÉLMEREVÍTŐ KIVÁLASZTÁSA:*** a felugró ablakban lévő súgó utasításait követve, 4 lépésben lehet a merevítőket definiálni. Az első lépésben keretezéssel vagy rákattintással ki kell jelölni az(oka)t a lemezszegmens(eke)t, amely(ek) a merevítőt alkotják, majd a bevitelt az ***ENTER*** gomb, vagy az ENTER billentyű megnyomásával befejezni. Ezután a merevített lemezt kell kijelölni, és ismét az ENTER-rel befejezni a műveletet. A következő lépésben a gerincet alkotó lemezt kell megadni, legvégül két ponttal meg kell határozni a gerinc hosszát. Minden lépést ugyan úgy az ENTER-rel kell lezárni. A folyamat lépésit a jobb oldali panelen lehet követni, ahol helyes bevitel esetén mind a három sorban OK felirat lesz olvasható.



Amennyiben a szelvény Z vagy C típusúnak van beállítva, a folyamat bármely lépésében az öv helyzetét is meg kell adni a fenti ábrán látható lenyíló menüben. A nyíl ikonra kattintva valamely komponens újbóli bevitelét lehet elvégezni.

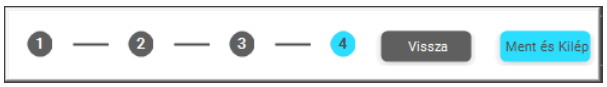


Legvégül meg kell adni a merevítő kritikus feszültségét a panel legalsó szakaszában. Itt lehet automatikus számítást, vagy kézi megadást választani. Fontos, hogy az automatikusan számítás csak Z vagy C típusú szelvényekre működik, mert a szabvány csak ilyen esetekre ad megoldást.

KÖZBENSŐ MEREVÍTŐ és ***KETTŐS KÖZBENSŐ MEREVÍTŐ KIVÁLASZTÁSA:*** az élmerevítőhöz hasonlóan ki kell jelölni a merevítőt alkotó lemezszegmenseket, és az ENTER-rel elfogadni a bevitelt. További lépésekre nincs szükség, azonban a jobb oldali panelen a merevítő kritikus feszültségét, hasonlóan az élmerevítőhöz, ugyancsak meg kell adni.

A merevítők, a bevitel után kijelölhetők, és a paramétereik módosíthatók, illetve törlésre is lehetőség van a DEL billentyű leütésével.

A szelvény rajzolást végül a fázisjelző panelen található ***MENT ÉS KILÉP*** gomb megnyomásával zárhatjuk le.



5.2.1.3.2. ÁLTALÁNOS VÉKONYFALÚ SZELVÉNYEK RAJZOLÁSA

Az általános vékonyfalú szelvények megadása 3 fázisban történik.

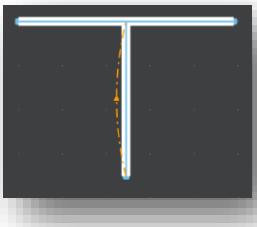
(1) Geometria rajzolása
(2) Tervezési paraméterek megadása szilárdsági és globális stabilitási vizsgálatokhoz
(3) Tervezési paraméterek megadása horpadás vizsgálathoz

(1) Geomteria rajzolása

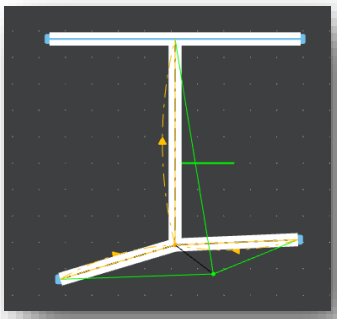
Ennél a szelvénytípusnál kevesebb parancs áll rendelkezésre a szerkesztéshez, mivel nincs lehetőség külön merevítőket rajzolni és definiálni. A szerkesztés menete hasonló az előzőhöz.

A ***SOKSZÖGVONAL RAJZOLÁSA*** parancs során használható dialóg megegyezik a hidegen alakított szelvény hasonló párbeszédablakával, részletesen ld. az előző alfejezetet.

A szerkesztés annyiban eltér az előzőtől, hogy itt a szelvény jellegéből adódóan, minden szegmensnek eltérő vastagságot lehet adni, és zárt szelvény is létrehozható. A rajzolás során egy végpontról egy már megrajzolt lemez közbenső pontjára kattintva a vonalrajzolás „átugrik” arra a pontra, és a szerkesztés arról a pontról folytatható. A szelvénymodellezés számára szükséges ún. „dummy” elemek is létrejönnek, melyek a képernyőn barna, szaggatott, íves vonallal ábrázolódnak.



A ***PONT ÉS ÉL MOZGATÁSA*** paranccsal valamely végpont, vagy teljes szegmens eltolása hajtható végre. Pont kijelölése esetén a következő lépésben rögtön a mozgatás végpontját kell megadni, él kijelölése után először a kezdő-, majd a végpontját.



A ***SZELVÉNY IMPORTÁLÁSA*** parancs működése megegyezik az előző fejezetben leírttal, részletesen ld. ott.

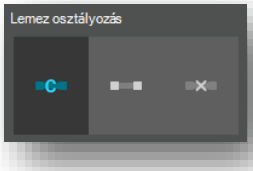
A ***MÉRETVONAL ELHELYEZÉS*** parancs működése megegyezik az előző fejezetben leírttal, részletesen ld. ott.

(2) Tervezési paraméterek megadása

A geometria felvétele után a szilárdsági és globális stabilitási határállapotokhoz szükséges szabványos paramétereket kell megadni. Az előző alfejezetben leírtakhoz képest azzal az eltéréssel, hogy itt nincs lehetőség vastagsági tolerancia megadására, és nem definiálható szelemensor kihajlási görbe sem, hiszen ezen szelvényeket nem lehet szelemensor objektumhoz használni.

(3) Lokális stabilitási paraméterek megadása

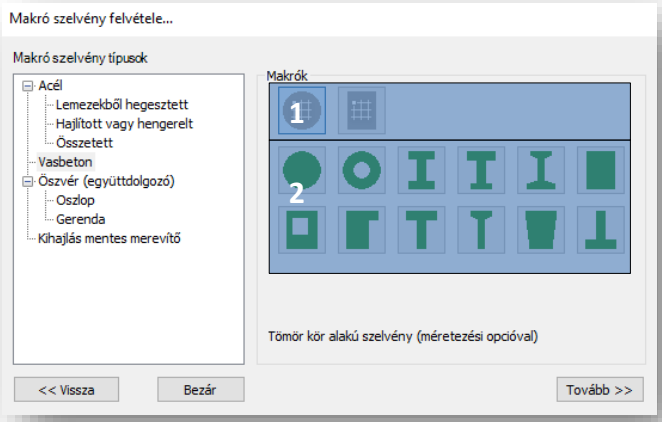
A harmadik, egyben utolsó fázisra lépve ezen szelvények esetében egyedül a keresztmetszet egyes alkotó lemezeinek osztályba sorolását lehet szabályozni az előző fejezetben megismerttel azonos módon. Részletesen ld. az előző fejezetet.



A szerkesztést itt is a ***MENT ÉS KILÉP*** paranccsal lehet befejezni.

5.2.2 VASBETON KERESZTMETSZETEK

Vasbeton keresztmetszetek definiálását a ***MAKRÓ SZELVÉNYEK*** között lehet elvégezni. A vasbeton keresztmetszetek között két fő típus választható, a **MÉRETEZÉSI OPCIÓVAL RENDELKEZŐ** *(#1)*, és a ***MÉRETEZÉSI OPCIÓVAL NEM RENDELKEZŐ*** *keresztmetszeti típus (#2)*.

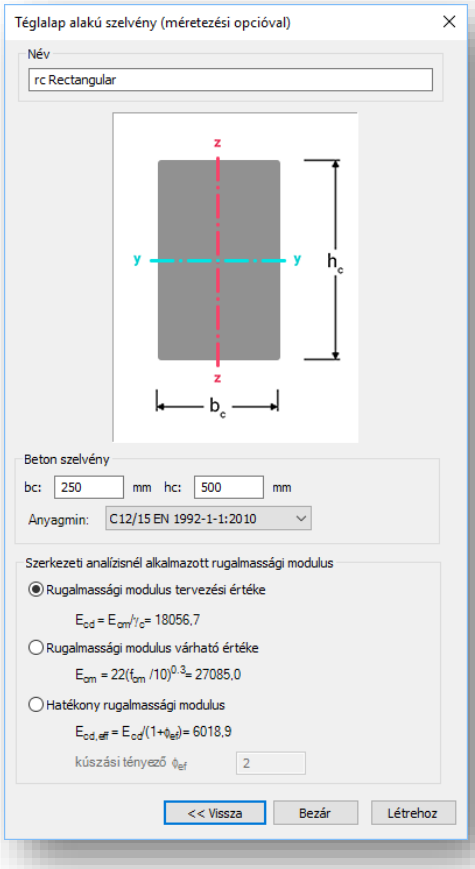


5.2.2.1 MÉRETEZÉSI OPCIÓVAL RENDELKEZŐ VASBETON KERESZTMETSZETEK (#1):

A Lágyvasalás méretezési opcióval rendelkező keresztmetszetek a ***MAKRÓ SZELVÉNY FELVÉTEL DIALÓGON*** szürke színnel ábrázoltak. A ConSteel 13 verziójában kétfajta keresztmetszet érhető el:

- Tömör kor alakú szelvény
- Téglalap alakú szelvény

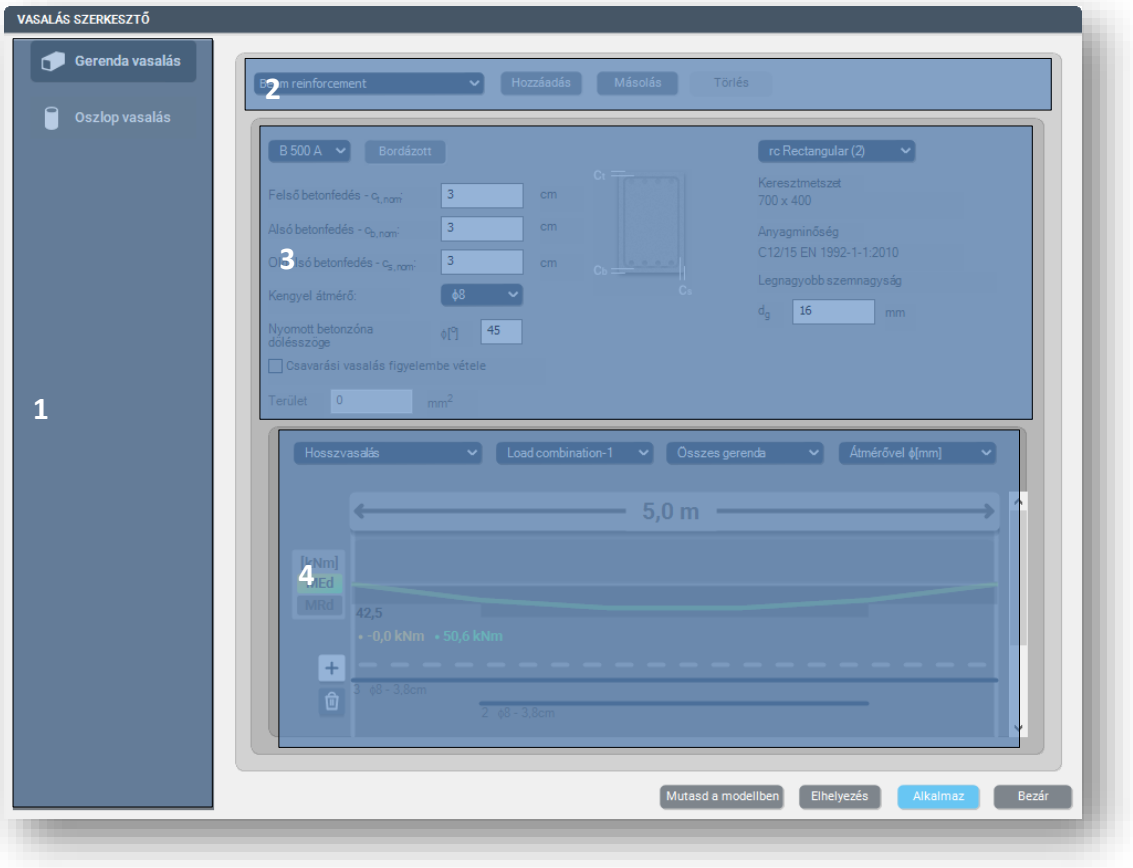
A keresztmetszet kiválasztása után csupán a befoglaló méreteket, az alkalmazott betonminőséget, illetve a szerkezeti analízishez alkalmazott rugalmassági modulus értékét kell kiválasztani.



Mivel a lágyvasalás egy adott rúdelem hossza mentén változhat, ezért ennek definiálása egy külön funkció segítségével végezhető el, a ***SZERKEZETI ELEMEK*** fülön elhelyezett ***VASALÁS SZERKESZTŐ*** dialógról ( ).

5.2.2.1.1 Gerenda vasalás definiálása

A ***VASALÁS SZERKESZTŐ*** dialóg bal oldali panelján (#1) a gerenda vasalás opciót választva érhetőek el a lágyvasalás felvételéhez szükséges beállítási és információs lehetőségek.

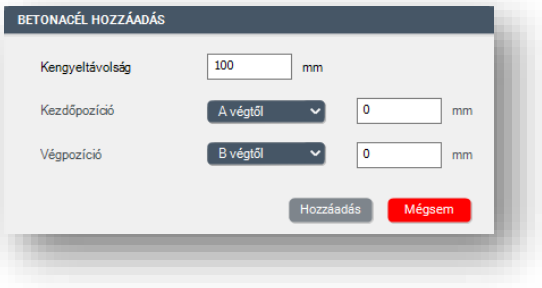


- **#2** -Amennyiben a modellben van betöltve méretezési opcióval rendelkező vasbeton keresztmetszet, úgy a ***HOZZÁADÁS*** gombbal új vasalási objektumot vehetünk fel. Több objektum létrehozható, melyek között a váltás a legördülő menü segítségével, törlés pedig a törölni kívánt objektum kiválasztása után a ***TÖRLÉS*** gomb segítségével végezhető el.
- **#3** – A dialóg középső részén a jobb oldali legördülő menüből a vasalni kívánt keresztmetszet választható ki, aminek keresztmetszeti (befoglaló méretek, anyagminőség) adatai a legördülő menü alatt szöveges formában kerülnek megjelenítésre. A baloldalon található paraméterek, mint a lágyvas anyagminősége, betonfedések, alkalmazott csavarási vasmennyiség és az alkalmazott kengyelátmérő a jobb oldalon kiválasztott keresztmetszethez tartozóan kerülnek definiálásra
- **#4** – A dialóg alsó része egy többfunkciós panel, melyen a rúdelem hossza mentén az alkalmazott felső és alsó hosszirányú, valamint a keresztirányú nyírási vasak definiálhatóak, illetve a már definiált vasakból számolt előtervezési eredmények,

szerkesztési szabályokra vonatkozó figyelmeztetések megjelenítésre kerülnek. A panel funkciói:

- Grafikus megjelenítő: A megjelenítőben, miután az Elhelyezés gombbal a vasobjektum elhelyezésre került egy rúdelemen, megjelenik a gerenda hossza. Amennyiben rendelkezésre állnak analízis eredmények, úgy a teherkombinációkból származó nyomatéki igénybevételi ábrák is megjelenítésre kerülnek, melyekből a felső legördülő menük segítségével burkoló igénybevételi ábrák is kérhetőek. Amennyiben a baloldali felső legördülő menüben a Nyírási vasalás opció van kiválasztva, úgy a grafikus megjelenítőn a nyírási és nyírási burkoló ábrák kerülnek megjelenítésre. A nyomatéki, vagy burkoló nyomatéki ábrák minimális és maximális értékei is feltüntetésre kerülnek a grafikán.
  Amennyiben van definiált hosszvasalás, úgy a grafikus megjelenítőn megjelenítésre kerül az abból számolt Mrd nyomatéki ellenállás is.
  Amennyiben van definiált nyírási vasalás, úgy a grafikus megjelenítőn megjelenítésre kerül az abból számolt Vrd, illetve a beton keresztmetszet Vrdc és a maximális Vrdmax értéke is.
  Amennyiben van alkalmazott hosszirányú vagy nyírási vasalás, úgy a kapcsolódó szerkesztési szabályok a panel alján kerülnek megjelenítésre.
- Hosszirányú vas felvétele a baloldali felső legördülő menü ***HOSSZVASALÁS*** opciójának kiválasztása után a + gombbal végezhető el. A megjelenő ***BETONACÉL HOZZÁADÁSA*** dialógon a vas pozíciója, a szálak mennyisége, átmérője, és a rúdelem kezdő-végpontjától való pozicionálása állítható be. A ***HOZZÁADÁS*** gombra kattintva a hosszvasalás megjelenik a grafikus megjelenítőn.

- ***NYÍRÁSI VASALÁS*** a baloldali felső legördülő menü megfelelő opcióját választva definiálható, szintén a + gomb lenyomása után. A megjelenő Betonacél hozzáadása dialógon a kengyeltávolság, illetve a kezdő-végpozíció megadása után a Hozzáadás gombra kattintva a grafikus megjelenítőn megjelenik az alkalmazott kengyelkiosztás.

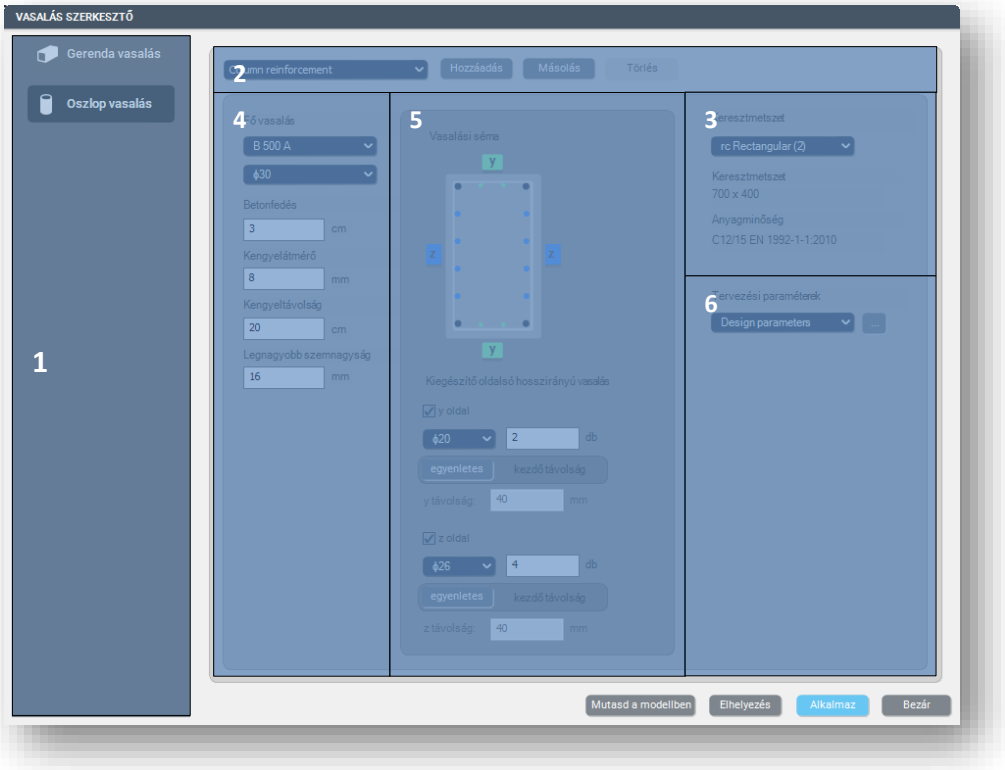


Egy vasobjektum az ***ELHELYEZÉS*** gomb segítségével több, azonos paraméterekkel (hossz és keresztmetszet) rendelkező rúdelemre is elhelyezhető.

Amennyiben több, változó hosszal rendelkező rúdelemre kerül elhelyezésre a vasobjektum, a ***CONSTEEL*** automatikusan létrehoz egy másolatot a vasobjektumról, amihez a megfelelő rúdhosszat rendeli hozzá.

5.2.2.1.2 OSZLOP VASALÁS DEFINIÁLÁSA

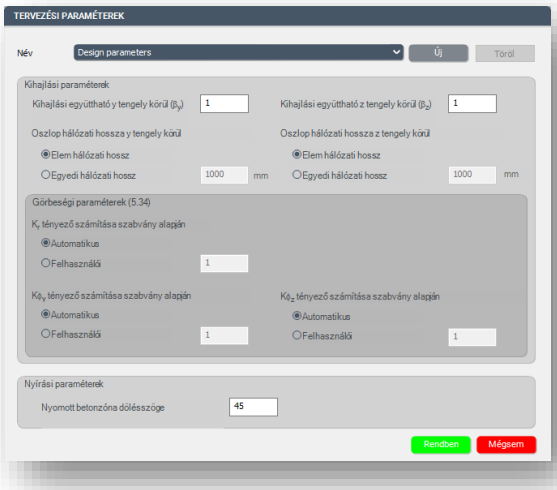
A ***VASALÁS SZERKESZTŐ*** dialóg bal oldali panelján (#1) az oszlop vasalás opciót választva érhetőek el a lágyvasalás felvételéhez szükséges beállítási és információs lehetőségek.



- **#2** -Amennyiben a modellben van betöltve méretezési opcióval rendelkező vasbeton keresztmetszet, úgy a ***HOZZÁADÁS*** gombbal új vasalási objektumot vehetünk fel. Több

objektum létrehozható, melyek között a váltás a legördülő menü segítségével, törlés pedig a törölni kívánt objektum kiválasztása után a ***TÖRLÉS*** gomb segítségével végezhető el.

- **#3** – A legördülő menüben a modellben betöltött, méretezési opcióval rendelkező vasbeton keresztmetszetek kerülnek listázásra. A listából kiválasztott keresztmetszet paraméterei (befoglaló méret, beton anyagminőség) a legördülő menü alatt szöveges formában kerülnek megjelenítésre, valamint grafikus formában a dialóg középső részén (#5) kirajzolásra
- **#4** – A dialóg bal oldalán lévő panelon a fővasalás (keresztmetszet 4 sarokpontjában lévő acélbetét), illetve a kengyel paraméterei állíthatóak be.
- **#5** – A dialóg középső részén a #3 résznél kiválasztott keresztmetszet kerül kirajzolásra, melyen a #4 résznél beállított fővasak és kengyel átmérők is az aktuális beállításoknak megfelelően megjelenítésre kerülnek. A fővasak mellé y és z irányban kiegészítő vasak felvételére is van lehetőség, ez a megfelelő oldalhoz tartozó jelölőnégyzet bekapcsolása után a vas paraméterek megadásával végezhető el
- **#6** – Annak érdekében, hogy a ***9.4 VASBETON SZERKEZETEK TERVEZÉSE FEJEZETBEN*** taglalt vizsgálatok elvégezhetőek legyenek, az oszlopok vasalás objektumához kiegészítő tervezési paraméterek felvétele szükséges. Ennek felvételére a (…) ikonra kattintva a megjelenő tervezési paraméterek dialógon van lehetőség. A már létrehozott, elmentett és vasalási objektumhoz alkalmazni kívánt tervezési paramétereket a legördülő menüből van lehetőség kiválasztani. Új tervezési paraméter definiálásánál a kihajlási paramétereket, görbeségi paramétereket és a nyírási paramétereket szükséges megadni.



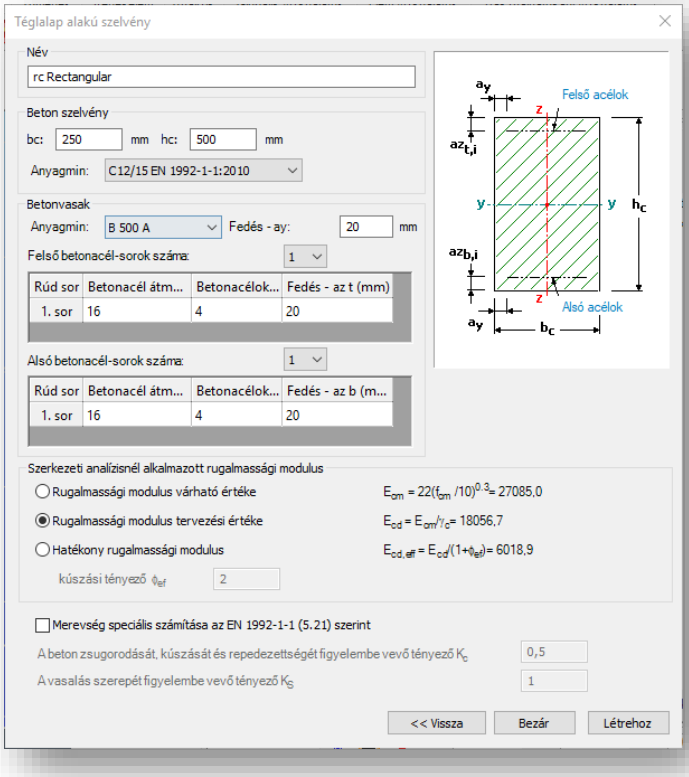
5.2.2.2 MÉRETEZÉSI OPCIÓVAL NEM RENDELKEZŐ VASBETON KERESZTMETSZETEK (#2):

A létrehozott rúdelemek a keresztmetszetben definiált vasbeton acélok ellenőrzésére, és vasbeton tervezésre nem alkalmas, az ilyen keresztmetszetből felépített rúdelemek analízis eredményeket (lásd ***8.6 FEJEZET***), illetve teherbírási görbét (lásd ***10.4.5.2 FEJEZET***) tudnak szolgáltatni (az alkalmazott vasalásnak, és egyéb keresztmetszeti beállításoknak megfelelő merevséggel számolva).

Az elérhető keresztmetszetek:

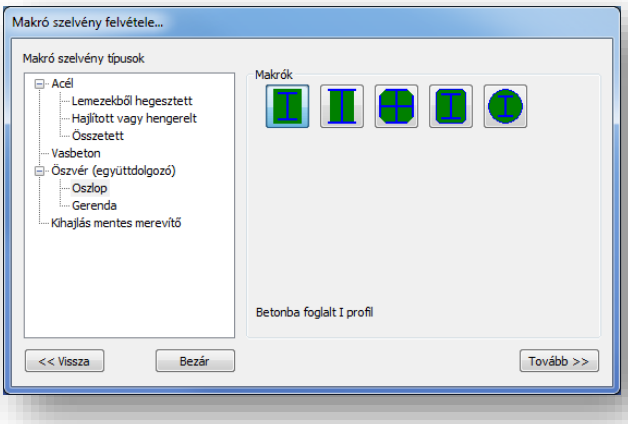
- Tömör kör alakú szelvény
- Körgyűrű alakú szelvény
- Kétszeresen szimmetrikus I szelvény
- Egyszeresen szimmetrikus I szelvény
- Változó övvastagságú I szelvény
- Téglalap alakú szelvény
- Téglalap alakú szelvény lyukkal
- Füllel kiegészített téglalap alakú szelvény
- T alakú szelvény
- Változó övvastagságú T szelvény
- Trapéz alakú szelvény
- Fordított T alakú szelvény

A szelvények definiálásánál a befoglaló paramétereket, beton anyagminőséget, betonvasak paramétereit, és a szerkezeti analízisnél alkalmazott rugalmassági modulust szükséges megadni.

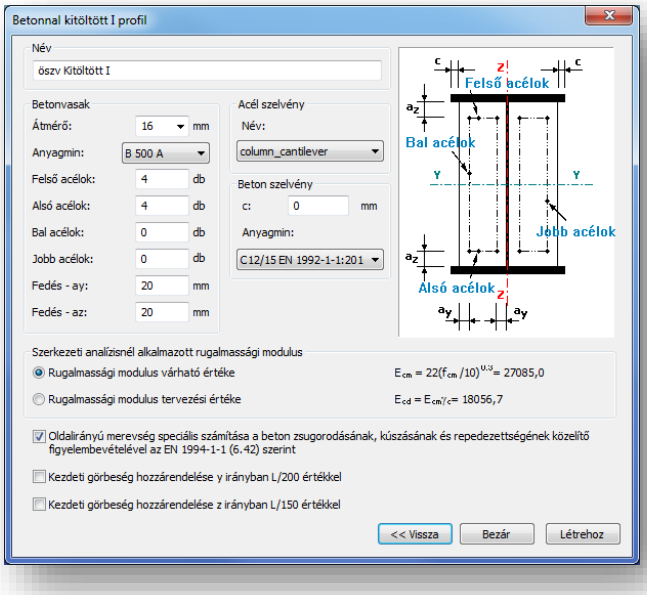


5.2.3 ÖSZVÉR OSZLOP KERESZTMETSZETEK

Első lépésként definiálni kell az öszvér oszlop keresztmetszetét. Öt típusú keresztmetszet használható: betonba foglalt I profil, betonnal kitöltött I profil, betonnal kitöltött máltai kereszt, zártszelvénybe foglalt I profil, körcső szelvénybe foglalt I profil. A keresztmetszeti makrók a ***MAKRÓ SZELVÉNY*** típusok között találhatóak.



A keresztmetszet létrehozás során meg kell adni a vasbeton szelvény, a vasalás és a befoglalt acél szelvény paramétereit.

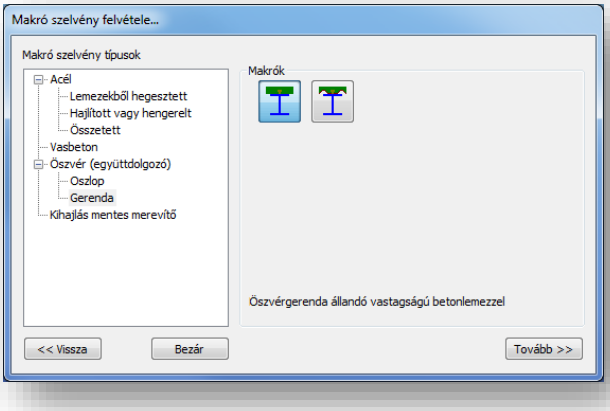


Az analízis során öszvér szerkezeti elemek esetén két fajta rugalmassági modulus használható, ami a dialóg közepén adható meg.

A keresztmetszetek létrehozása során megadható szabványos kezdeti görbeség is y és z irányokba, amik a felvett szerkezeti elemeken kerülnek alkalmazásra. Kezdeti görbeség alkalmazása mellet öszvér keresztmetszetű oszlopok esetén a keresztmetszeti vizsgálat elegendő az EuroCode szerint. Stabilitás vizsgálat nem szükséges.

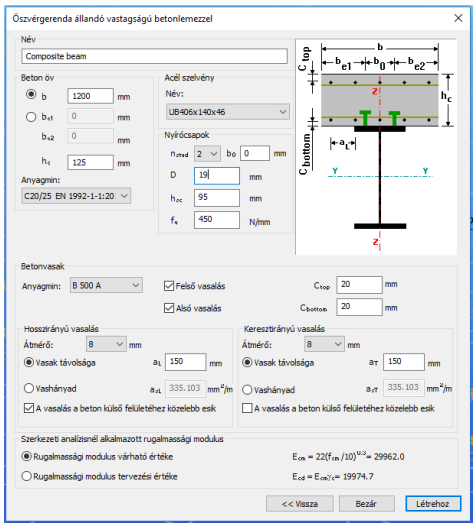
5.2.4 Öszvér gerenda keresztmetszetek

Első lépésként definiálni kell az öszvér gerenda keresztmetszetét. Kettő fajta keresztmetszet használható: öszvér gerenda állandó vastagságú betonlemezzel és öszvér gerenda trapézlemezzel. A keresztmetszeti makrók a ***MAKRÓ SZELVÉNY*** típusok között találhatóak.



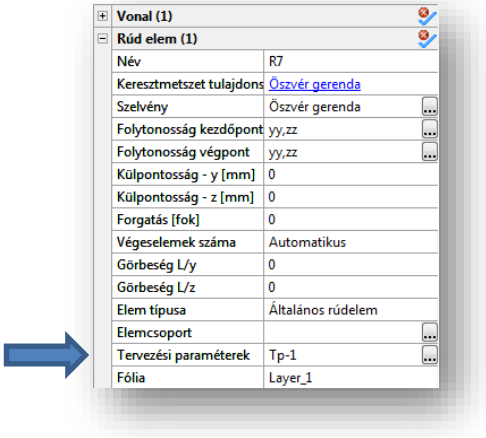
Új öszvér gerenda keresztmetszet létrehozásakor meg kell adni a gerenda szélességét. Fontos megjegyezni, hogy az analízis során a tényleges effektív szélesség automatikusan meghatározásra kerül, a beállított tervezési paramétereknek megfelelően. A keresztmetszet létrehozása során megadott szélesség csak a grafikai megjelenítés és az önsúly meghatározása során kerül felhasználásra. Szélső (aszimmetrikus) keresztmetszet definiálásra is van lehetőség, a bal és a jobb oldali szélesség megadásával.

A vasalás egyszerűen megadható a betonvasak távolságának, vagy a vashányad (mm^2/m) megadásával.



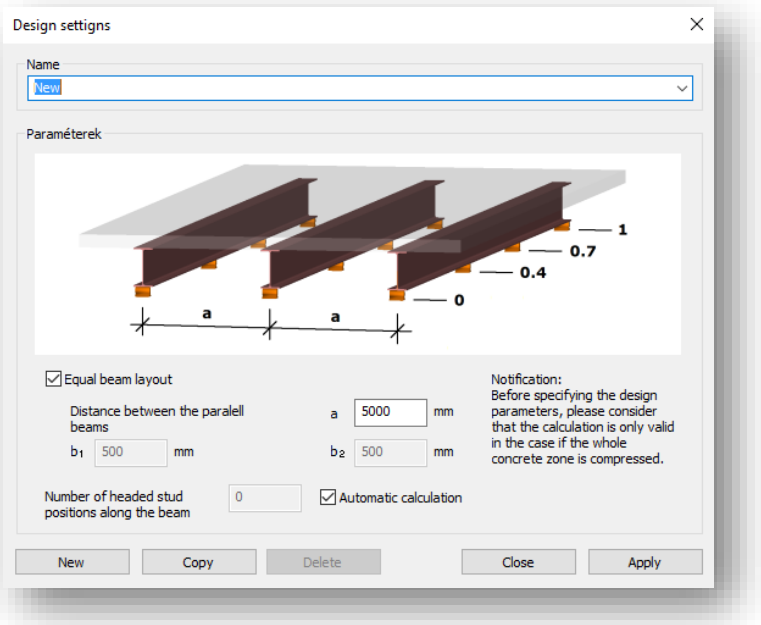
A keresztmetszet létrehozása után, a szerkezeti elemek létrehozása megegyezik az acél szelvényű rudak létrehozásánál bemutatottakkal.

Analízis futtatása előtt meg kell adni a ***TERVEZÉSI PARAMÉTEREKET*** az ***OBJEKTUM TULAJDONSÁGOK*** ablakban. Ehhez először ki kell jelölni az öszvér gerendá(ka)t.



A ***TERVEZÉSI BEÁLLÍTÁSOK*** dialógon megadható a párhuzamos öszvér gerendák közötti távolság, a nyírócsapok pozíciójának száma, illetve választható az automatikus nyírócsap kiosztás is. Az automata számítás során a program a minimális nyírócsap pozícióból számolt nyírócsap darabszámmal elvégzi a nyomatéki ellenállás számítását.

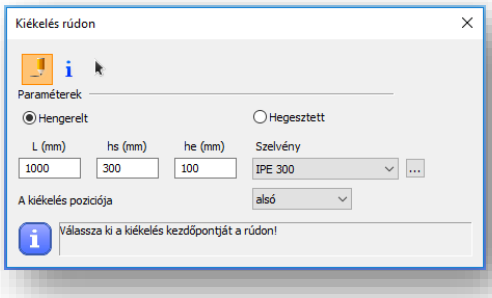
A keletkező igénybevétel függvényében addig növeli a nyírócsapok számát, amíg a hajlítási ellenállás meghaladja a hajlítási igénybevételt. A különböző szerkezeti elemekhez különböző tervezési paraméterek is létrehozhatóak.



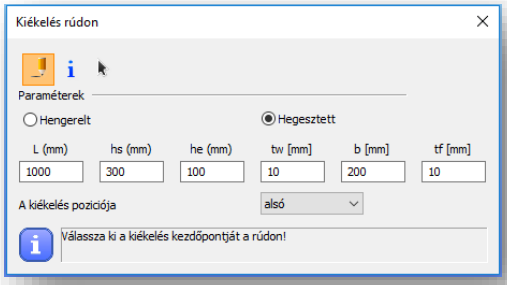
5.2.5 KIÉKELÉS

A szerkezeti elemek szükség esetén ***KIÉKELÉS*** funkció ( ) alkalmazásával megerősíthetőek.

Kiékelés „I” alakú hengerelt (IPE, HEA, stb.) és hegesztett szelvények esetén alkalmazhatóak. A kiékelés egy fél hegesztett vagy hengerelt I szelvényként (egy övvel) kerülhet felvételre. A kiékelés dialógon először ki kell választani, hogy milyen típusú szelvényt szeretnénk alkalmazni. Hengerelt szelvény esetén a következő paraméterek adhatóak meg: kiékelés hossza (L), kezdőmagassága (hs), végmagassága (he), alkalmazandó szelvény típusa és a kiékelés pozíciója. Az ikon használatával lehetséges új szelvények betöltése a szelvénytárból, ezáltal alkalmazhatóak különböző övszélességű elemek is.



Hegesztett szelvény alkalmazásánál további adatok megadása szükséges, melyek a következők: kiékelés gerinc vastagsága (tw), öv szélessége (b), öv vastagsága (tf).

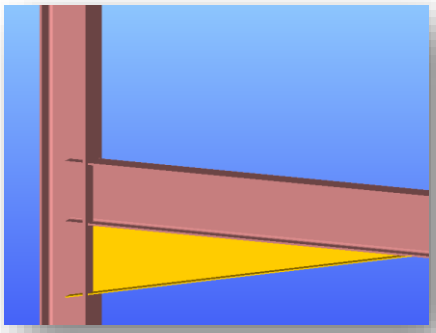


A fekete nyíl gomb ( ) használatával a geometriai adatok feltölthetőek a kiválasztott gerenda adataival.

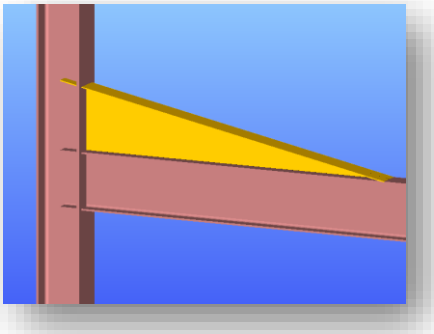
A kiékelés elhelyezéséhez először ki kell választani a rúdon a kiékelés kezdőpontját (ahol a kiékelés magassága a maximális lesz), majd meg kell adni a kiékelés irányát egy iránypontal. Abban az esetben, ha egy olyan pontba kívánjuk elhelyezni a kiékelést ahova több rúd is befut

(gyakori eset pl.: keretsarok), akkor a kezdőpont kiválasztása után ki kell választani azt az elemet, amelyikre el kívánjuk helyezni a kiékelést. A kiékelés pozíciójával adható meg, hogy az elemen hova kerüljön elhelyezésre a kiékelés. Hagyományos helyzetű gerendák esetén a pozíció hatása a következő:

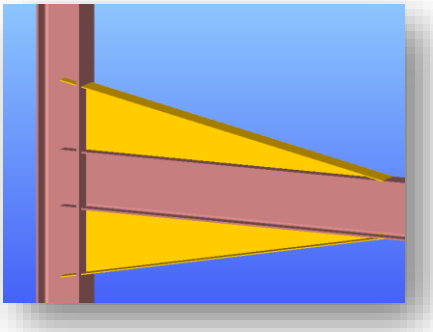
- alsó



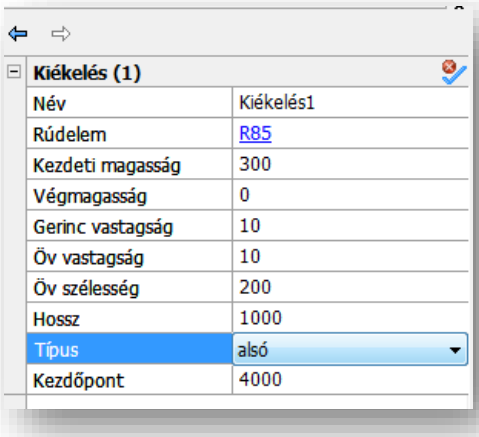
- felső



- szimmetrikus

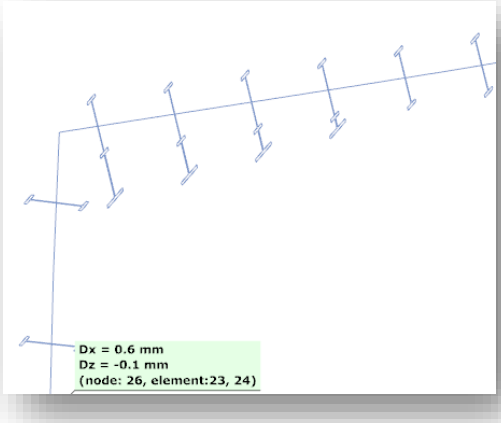


KIÉKELÉS ÖNÁLLÓ OBJEKTUMKÉNT KIJELÖLHETŐ ÉS MÓDOSÍTHATÓ AZ OBJEKTUM TULAJDONSÁGOK ABLAKBAN:



Kiékelés (1)	
Név	Kiékelés1
Rúdelem	R85
Kezdeti magasság	300
Végmagasság	0
Gerinc vastagság	10
Öv vastagság	10
Öv szélesség	200
Hossz	1000
Típus	alsó
Kezdőpont	4000

FONTOS TUDNI, HOGY A KIÉKELT ELEM SZAKASZON AZ AUTOMATIKUS VÉGESELEM GENERÁLÁS SORÁN ÚJ KERESZTMETSZETEK KERÜLNEK ELŐÁLLÍTÁSRA, AMELY MAGÁBAN FOGLALJA AZ EREDETI SZELVÉNYT ÉS A KIÉKELÉST. AZ ÚJ KERESZTMETSZETEK KÜLPONTOSAN KERÜLNEK ELHELYEZÉSRE AZ ELEM KÖZÉPVONALÁN (KIVÉTEL SZIMMETRIKUS KIÉKELÉS ESETÉN).



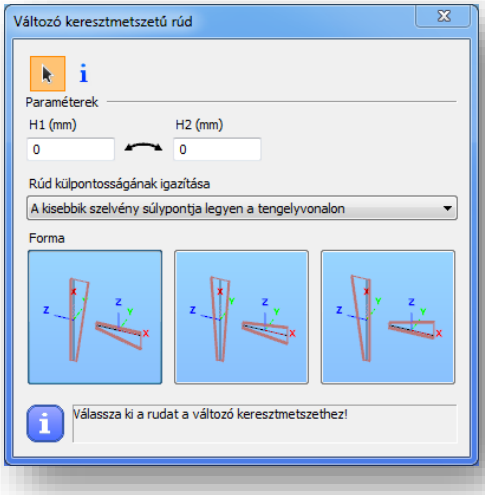
A KERESZTMETSZETEK KÜLPONTOSSÁGA MIATT AZ IGÉNYBEVÉTELEK IS KÜLPONTOSSÁ VÁLNAK, AMIKNEK A HATÁSA MEGJELENIK AZ ANALÍZIS EREDMÉNYEKBEN (PÉLDÁUL KIÉKELT KERETSAROK ESETÉN, AZ ERŐS TENGELYI HAJLÍTÓ NYOMATÉK EGYENSÚLYA CSAK AKKOR ÁL ELŐ, HA FIGYELEMBE VESSZÜK A NORMÁLERŐ KÜLPONTOSSÁGÁBÓL KELETKEZŐ EXTRA NYOMATÉKOT).

5.2.3 VÁLTOZÓ KERESZTMETSZETŰ ELEMEK

Változó keresztmetszetű elemek használata acélszerkezetek gazdaságos tervezésnél kerülnek előtérbe, emiatt különösen fontos, hogy változó keresztmetszetű elemek modellezése gyors és egyszerű legyen. Változó keresztmetszetű elem létrehozásához először egy hegesztett I, H, doboz vagy hidegen hajlított C szelvényű rudat kell felvenni.

Melegen hengerelt vagy egyéb makró keresztmetszetű rúd nem alakítható át változó keresztmetszetű rúddá.

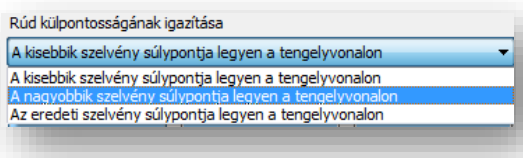
A ***VÁLTOZÓ KERESZTMETSZET*** funkció ( ) segítségével kezdő- és végponti keresztmetszeti magasság adható meg. A két pont között a magasság lineárisan változik az elem hossza mentén.



Változó keresztmetszet létrehozásához a ***VÁLTOZÓ KERESZTMETSZETŰ RÚD*** dialógon először meg kell adni a keresztmetszet magassági paramétereit és a külpontosság igazítását.

A kezdő (H1) és végponti (H2) keresztmetszeti magasság függetlenül megadható az eredeti keresztmetszet magasságától. A kezdőponti keresztmetszeti magasság az elem kezdőpontján, a végponti érték pedig az elem végpontján kerül alkalmazásra. A H1 és H2 értékek a gomb megnyomásával megcserélhetőek. Az értékek megcserélése után újra ki kell választani az elemet, hogy a változtatás megtörténjen.

A változó keresztmetszetű rúd külpontos elhelyezésének szabálya összefügg az eredeti rúd tengelyének helyzetével.



1. *A kisebbik szelvény súlypontja legyen a tengelyvonalon:* a kisebb H értékű rúdvég középpontján átmenő tengelyt helyezi az eredeti rúd tengelyére

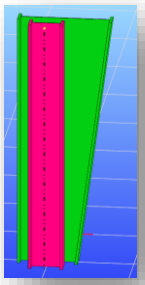
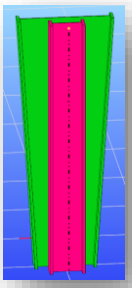
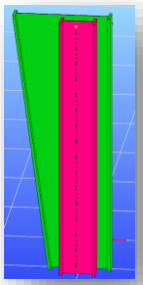
2. *A nagyobbik szelvény súlypontja legyen a tengelyvonalon:* a nagyobb H értékű rúdvég középpontján átmenő tengelyt helyezi az eredeti rúd tengelyére
3. *Az eredeti szelvény súlypontja legyen a tengelyvonalon:* a változó keresztmetszetű rúd szélét helyezi az eredeti rúd szélére

A változó keresztmetszet helyzete lehet –z (a változó keresztmetszetű rúd bal oldala lesz párhuzamos az eredeti rúd tengelyével), szimmetrikus vagy +z (a változó keresztmetszetű rúd jobb oldala lesz párhuzamos az eredeti rúd tengelyével). A fenti definíciók határozzák meg a megadott magasságok külpontosságát a változó keresztmetszetű rúd helyi „z" koordinátatengelye mentén.

Az alábbi ábrák a különböző paraméterek alkalmazásának hatásait mutatják:

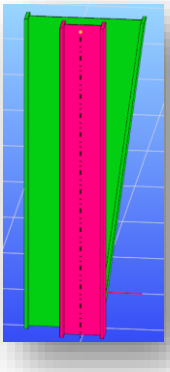
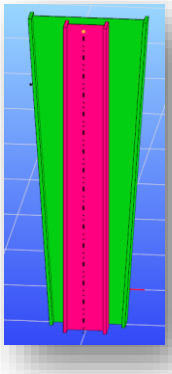
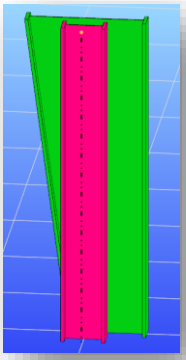
1. *A kisebbik szelvény súlypontja legyen a tengelyvonalon:* a kisebb H értékű rúdvég középpontján átmenő tengelyt helyezi az eredeti rúd tengelyére

-z ***szimmetrikus*** ***+z***

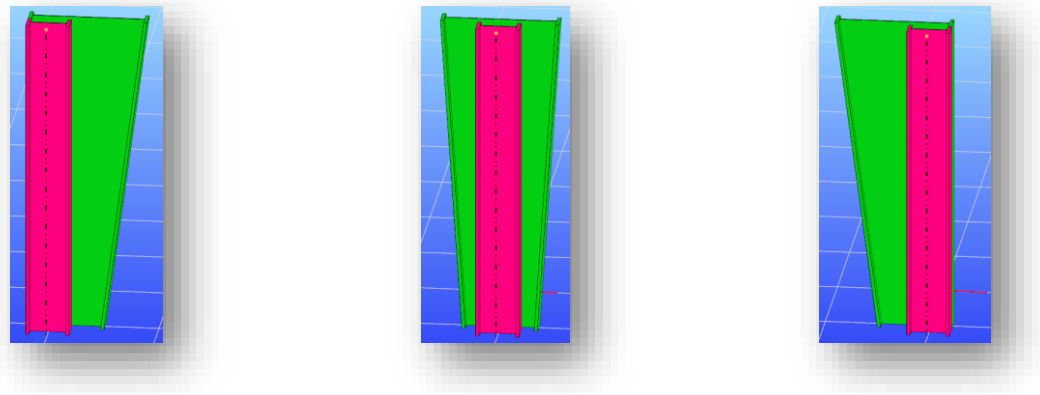
2. *A nagyobbik szelvény súlypontja legyen a tengelyvonalon:* a nagyobb H értékű rúdvég középpontján átmenő tengelyt helyezi az eredeti rúd tengelyére

-z ***szimmetrikus*** ***+z***

3. *Az eredeti szelvény súlypontja legyen a tengelyvonalon:* a változó keresztmetszetű rúd szélét helyezi az eredeti rúd szélére

-z ***szimmetrikus*** ***+z***



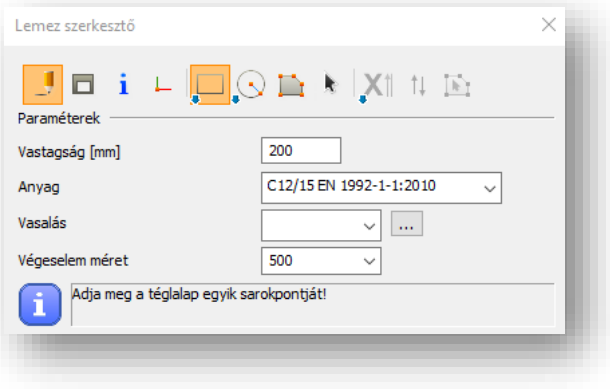
Az i megnyomásával egy korábban létrehozott változó keresztmetszetű rúdra kattintva kiolvashatóak a magassági értékek, a külpontosság és a kiékelés pozíciója. A kiolvasás után egy új elemre való kattintással a változó keresztmetszet a kiolvasott paraméterek alapján fognak létrejönni.

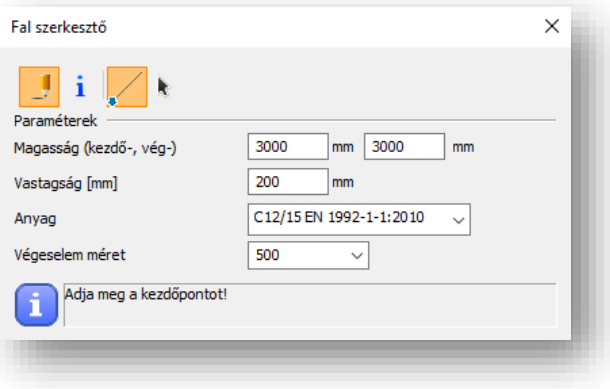
VÁLTOZÓ KERESZTMETSZETŰ RÚD KIJELÖLÉSE ESETÉN NEM CSAK AZ EREDETI ELEM, HANEM A VÁLTOZÓ KERESZTMETSZET IS KIJELÖLÉSRE KERÜL. A VÁLTOZÓ KERESZTMETSZET PARAMÉTEREI AZ OBJEKTUM TULAJDONSÁGOK ABLAKBAN MÓDOSÍTHATÓAK.

FONTOS TUDNI, HOGY VÁLTOZÓ KERESZTMETSZETŰ ELEM ESETÉN AZ AUTOMATIKUS VÉGESELEM GENERÁLÁS SORÁN ÚJ KERESZTMETSZETEK KERÜLNEK ELŐÁLLÍTÁSRA A MEGFELELŐ KERESZTMETSZETI MAGASSÁGGAL. AZ ÚJ KERESZTMETSZETEK KÜLPONTOSAN KERÜLNEK ELHELYEZÉSRE AZ ELEM KÖZÉPVONALÁN (KIVÉTEL SZIMMETRIKUS KIÉKELÉS ESETÉN). A KERESZTMETSZETEK KÜLPONTOSSÁGA MIATT AZ IGÉNYBEVÉTELEK IS KÜLPONTOSSÁ VÁLNAK, AMIKNEK A HATÁSA MEGJELENIK AZ ANALÍZIS EREDMÉNYEKBEN (PÉLDÁUL VÁLTOZÓ KERESZTMETSZETŰ KERETSAROK ESETÉN, AZ ERŐS TENGELYI HAJLÍTÓ NYOMATÉK EGYENSÚLYA CSAK AKKOR ÁL ELŐ, HA FIGYELEMBE VESSZÜK A NORMÁLERŐ KÜLPONTOSSÁGÁBÓL KELETKEZŐ EXTRA NYOMATÉKOT).

5.3 FELÜLETI ELEMEK

Állandó vastagságú felületi elemek modellezhetőek *ConSteel*-ban. Felületelemek modellezésére két lehetőség áll rendelkezésre: tetszőleges alakú és helyzetű *lemez elemek (*) és függőleges helyzetű ás téglalap lakú *fal elemek (*).

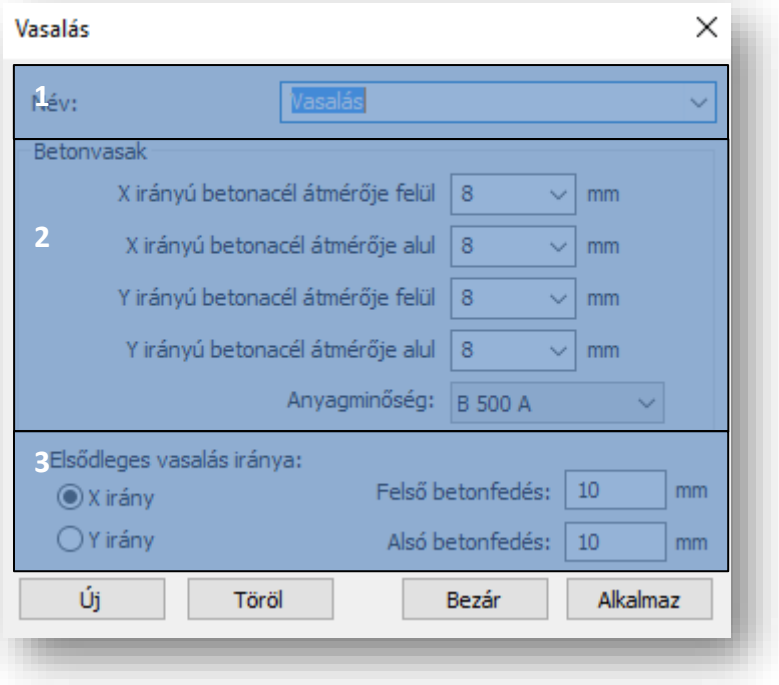




A ***LEMEZ SZERKESZTÉS*** és ***FAL SZERKESZTÉS*** dialógokon a rajzolási funkciók a felső sorban találhatóak. Meglévő lemez elemen tetszőleges formájú lyuk helyezhető el. Mind a két elemtípus esetén három paraméter adható meg: vastagság, anyagminőség és végeselem méret. A végeselem méret a végeselem generálás során alkalmazható maximális méretet jelenti.

5.3.1 LEMEZ VASALÁS

A dialóg ablakon az (...) ikonra kattintva megadhatóak a vasbeton lemez vasalásának megadásához szükséges paraméterek.



#1 - **Név:** Elnevezhető a beállított vasalásunk

#2 - **Betonvasak:** Alsó, felső oldali fő és elosztóvasalás megadása, illetve definiálható a betonacél anyagminősége.

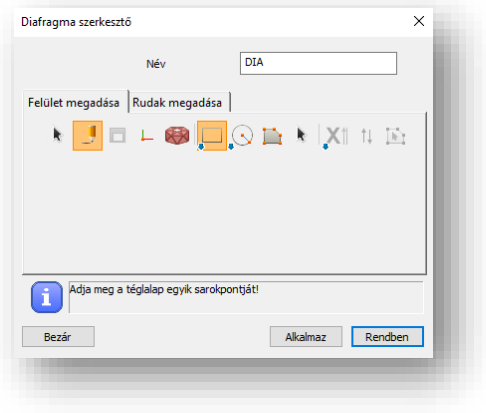
#3 - **Elsődleges vasalás iránya:** megadható a fővasalás iránya, illetve az alsó és felső oldali betonfedés is.

ÚJ parancsra kattintva létrehozható egy új vasalási beállítás, ***TÖRÖL*** parancsra kattintva törölhetjük a beállításokat, ***BEZÁR*** gombal bezárható az ablak, ***ALKALMAZ*** parancsra kattintva pedig elfogadásra kerülnek a beállított paramétereket, melyek automatikusan betöltődnek a modellben.

5.4 DIAFRAGMA

A diafragma elem segítségével, a síkjában végtelen merev, tetszőleges síkú felületi elem hozható létre. A diafragmához hozzáadott szerkezeti elemek megtartják az egymástól mért távolságukat a diafragma síkjában. Diafragma elem segítségével síkjukban merev szerkezeti elemek, például födémek, trapézlemezes burkolatok modellezhetőek egyszerűen.

A ***SZERKEZETI ELEMEK*** fülön található ***DIAFRAGMA SZERKESZTÉSE*** ( ) ikonra kattintva az alábbi dialóg nyílik meg.



A síkidom rajzolásához hasonlóan, diafragma esetén is számos funkció használható a felület megrajzolására: téglalap rajzolása ( ), döntött téglalap rajzolása ( ), kör rajzolása ( ), illetve poligon rajzolása ( ). A kiválasztás funkcióval ( ) előzőleg létrehozott ***TEHER ÁTADÓ FELÜLET(EK)*** alakíthatóak át diafragmává.

A felület megrajzolása után megadható hogy mely rudak legyenek hozzáadva a diafragma elemhez, vagy választható lehetőség, hogy az összes diafragma síkjában fekvő rúd automatikusan hozzáadódjon.

A ***DIAFRAGMA*** elem egyben ***TEHER ÁTADÓ FELÜLETKÉNT*** is funkcionál, azaz felületi terhek elhelyezhetőek rajta.

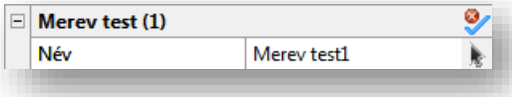
5.5 MEREV TEST

A funkcióval tetszőleges helyzetű merev test vonal hozható létre a modellen. Különálló szerkezeti elemek köthetőek össze a segítségével.

Első lépésként ki kell jelölni azokat a vonalakat, szerkezeti elemeket, illetve felületi elem éleket, amiket merev testé szeretnénk alakítani, majd a ***SZERKEZETI ELEMEK*** fülön található ***MEREV TEST LÉTREHOZÁSA*** ( ) ikonra kell kattintani. Az ***ALKALMAZ*** gombra kattintva létrejön a merev test.

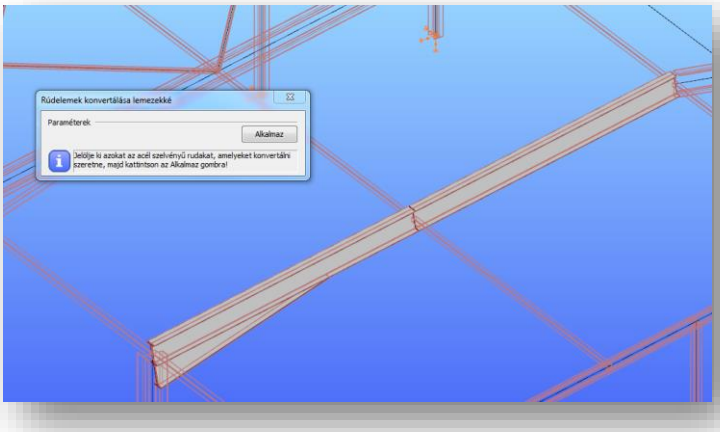
5.5.1 MEREV TEST MÓDOSÍTÁSA

A már létrehozott merev test módosítható. A módosításhoz ki kell jelölni a merev testet és az ***OBJEKTUM TULAJDONSÁGOK*** ablakban található fekete nyíl segítségével, az előzőleg kiválasztott elemek kivonhatóak a merevtestből, illetve újjak is hozzáadhatóak.



5.6 RÚDELEMEK KONVERTÁLÁSA LEMEZEKKÉ

Kiválasztott szerkezeti elemek konvertálhatóak automatikusan lemezelemekké, a ***SZERKEZETI ELEMEK*** fülön található ***RÚDELEMEK KONVERTÁLÁSA LEMEZEKKÉ*** ( ) funkció segítségével.



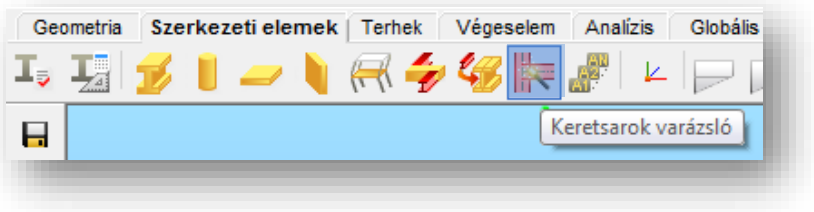
Az alábbi keresztmetszetű rudak konvertálása lehetséges:

- Melegen hengerelt I, H és csőszelvény
- Hidegen hajlított C, Z és csőszelvény
- Hegesztett I, H és doboz szelvény

Az ***ALKALMAZ*** gombra kattintva a *ConSteel* lemezelemekké alakítja a kiválasztott rúdelemeket. A konvertálás figyelembe veszi az esetlegesen megadott külpontosságokat is, azaz a külpontosan felvett terhek és támaszok a konvertálás után az eredeti pozíciójukban maradnak. A bekötő elemek kapcsolódási pontja, elhelyezett kiékelés és változó keresztmetszetű elem is automatikusan konvertálásra kerülnek.

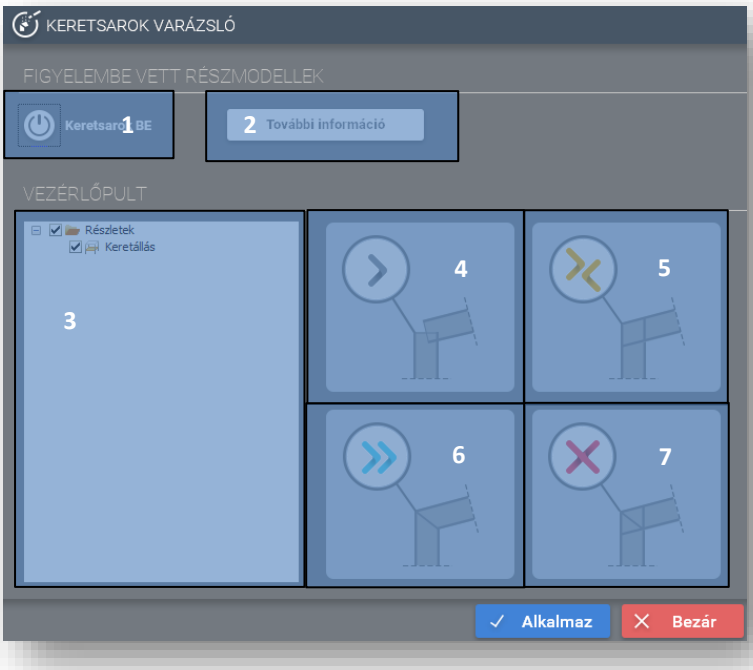
Melegen hengerelt szelvényű rúdelemek esetén, nem csak a szelvény övei és gerinc kerül átalakításra, hanem a nyakrész is, egy megfelelő méretű lemezelemmel helyettesítve. Ennek köszönhetően az eredeti és a már átkonvertált keresztmetszetek tulajdonságai megegyeznek.

5.7 KERETSAROK VARÁZSLÓ



A Keretsarok varázsló egy hasznos kiegészítő funkció, amelynek segítségével még realisztikusabban modellezhető és számítható a keretsarok tartomány. A funkció automatikusan felismeri a keretsarok tartományt és a tartományban speciális eljárásokat alkalmaz a keretsarok modellezésére, a kihajlás számítására, illetve a képlékeny analízis és a szabványos ellenőrzés során.

A mechanikai háttere a funkciónak az, hogy a – az általában merevített – keretsarok tartomány általában teljesen eltérő viselkedéssel rendelkezik, mint a keretsarokba bekötő rúdelemek. Mivel ezek a keretsarok tartományok relatíve rövidek, azért a viselkedését leginkább a nyírás befolyásolja, míg a bekötő oszlop, illetve gerenda elemek viselkedését a hajlítás.



#1 - Keretsarok tartomány ki és bekapcsolása. Ezen funkció segítségével kapcsolhatóak ki és be a korábban definiált keretsarkok.

#2 - További információk: keretsarokvarázsló információs panele hívható elő a funkció segítségével.

#3 - Vezérlőpult: részletkezelő fa megjelenítő felülete, melyben beállíthatjuk, mely részletre mely keretsarok típus legyen elhelyezve. Fontos megjegyezni, hogy a speciális keretsarkok csak részletmodelleken helyezhetők el, egységesen a teljes modellre csak az alapértelmezett (default (#4)) keretsarkot lehet elhelyezni. Az elhelyezéshez először be kell pipálni ahhoz a részlethez tartozó jelölőnégyzetet, melyre el szeretnénk helyezni a speciális keretsarkot, majd rá is kell kattintani a részletmodell nevére csak ezután helyezhető el a keretsarok a részletmodellen.

#4 - Alapértelmezett keretsarok: a szomszédos elemek végső csomópontjainak 7. szabadságfokú elmozdulásai a kapcsolat kialakításától függetlenül kerülnek átvitelre.

#5 - Teljes és közvetett keretsarok: doboz kialakítású csavarozott vagy hegesztett kapcsolat. Szomszédos elemek között definiált kényszerelemek elhelyezése, melynek hatására a kapcsolat zónájának határán a csomópontok 7. szabadságfokú elmozdulásai egymás ellentettjei lesznek.

#6 - Teljes és közvetlen keretsarok: egy diagonális merevítőbordán keresztül csavarozott vagy egy diagonális merevítőbordával rendelkező hegesztett kapcsolat. Szomszédos elemek között definiált kényszerelemek elhelyezése, melynek hatására a kapcsolat

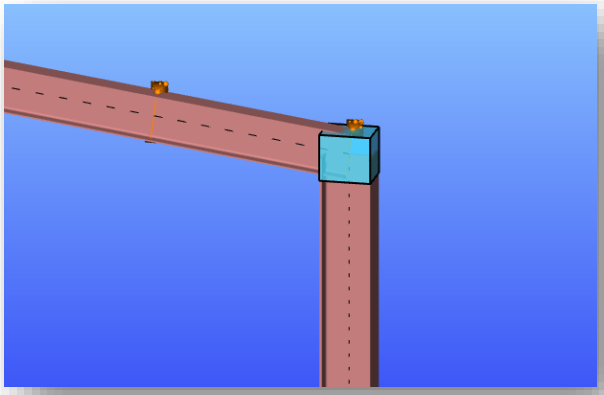
zónájának határán a csomópontok 7. szabadságfokú elmozdulásai egymással azonosak lesznek.

#7 - Torzulás ellen merev keretsarok: doboz kialakítása csavarozott vagy hegesztett kapcsolat egy vagy két diagonális merevítőbordával megerősítve. Szomszédos elemek között definiált kényszerelemek elhelyezése, melynek hatására a kapcsolat zónájának határán a csomópontok 7. szabadságfokú elmozdulásai zérus értékűek lesznek.

Az ***ALKALMAZ*** gombra kattintva, a program felismeri keretsarok tartományokat figyelembe véve az esetleges külpontosságokat, kiékeléseket és változó keresztmetszetek is.

A bekötő szerkezeti elemek keretsarok tartományon belüli részei elkülönítésre kerülnek és speciálisan kezelődnek:

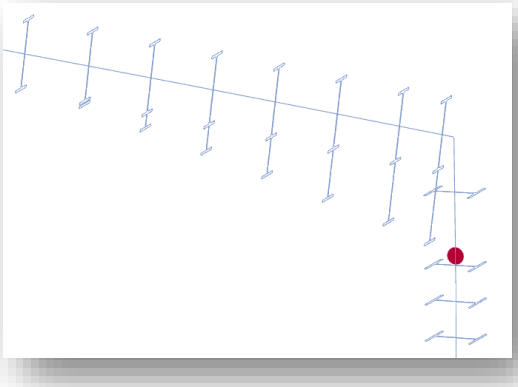
- *Geometria*: az esetleges kiékelés a keretsarok tartomány széltől kezdődik. Így a kiékelés a valóságos mérettel és pozícióval kerül modellezésre



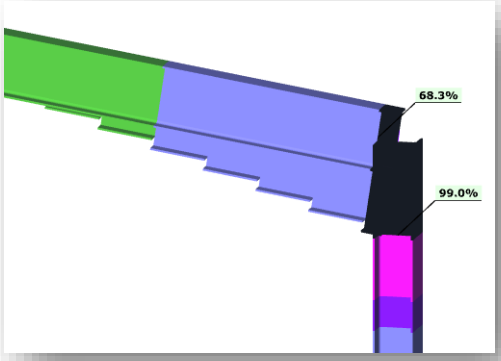
- *Stabilitás számítás*:

- Alapértelmezett keretsarok esetén a bekötő szerkezeti elemek keretsarok tartományon belüli részei kihagyásra kerülnek a stabilitás számításból.
- Speciális keretsarok objektumok esetén a bekötő szerkezeti elemek keretsarok tartományon belüli részei is figyelembe vannak véve a stabilitásszámítás során.

- *Képlékeny analízis*: képlékeny csuklók nem alakulhatnak ki a keretsarok tartományon belül. Ennek megfelelően a képlékeny csuklók a pontos pozíciókban alakulnak ki (például az oszlopon a kiékelés alatt) és nem rúdelemek kapcsolódás pontjában, ahol a legnagyobb a hajlító nyomaték



- *Szabványos ellenőrzés*:
  - Alapértelmezett és speciális keretsarok esetén a szabványos ellenőrzés a bekötő szerkezeti elemek csak a keretsarok tartományon kívüli részén kerülnek elvégzésre. Így a hajlító nyomaték virtuális csúcsa a rúdelemek keretsarok tartományon belüli kapcsolódás pontjában (aminek valójában nincs valóságos mechanikai jelentése) kikerül a szabványos ellenőrzésből. A bekötő szerkezeti elemek szabványos ellenőrzése csak a valóságos és tényleges hajlító nyomatékra (és az egyidejű további igénybevételekre) kerül elvégzésre

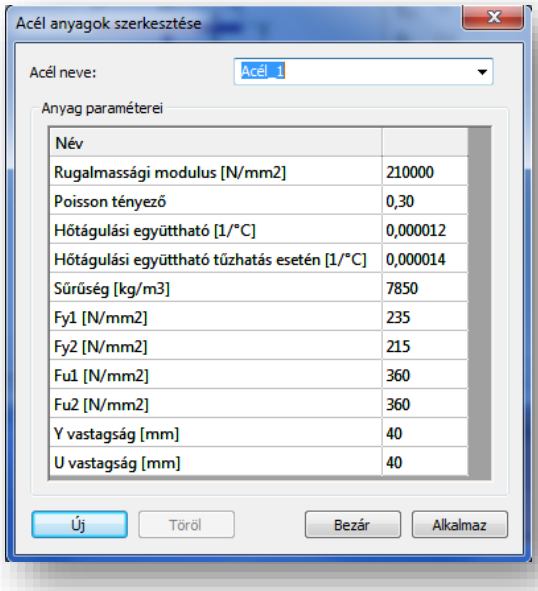


- *Csomópont tervezés*: hasonlóan az előző pontokhoz, a csomópont tervezéshez használt tervezési hajlító nyomaték és a nyíróerő a keretsarok tartomány szélén kerül meghatározásra, ott ahol az oszlop-gerenda kapcsolat ténylegesen található

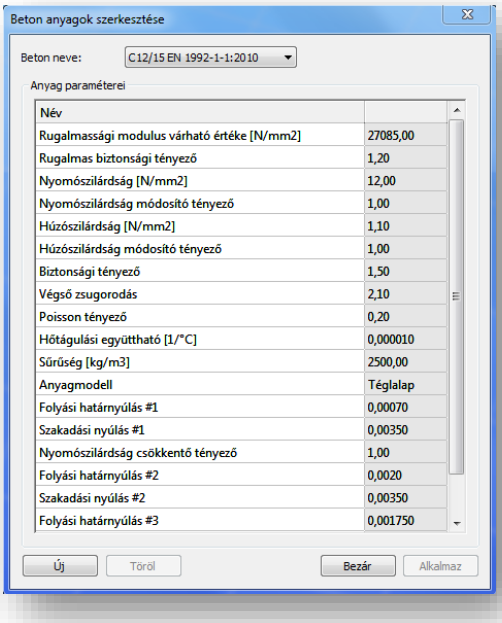
5.8 ANYAGMINŐSÉGEK

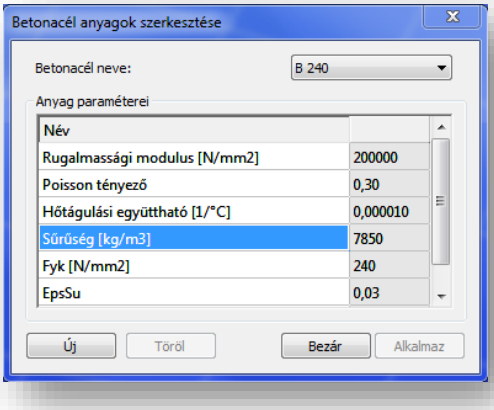
Három féle alapanyag típus található a *ConSteel*-ban: acél, beton és betonacél. Mind a három alapanyagtípushoz hozhatunk létre új anyagminőséget.

A betonacél anyagminőséget a vasbeton és a kompozit keresztmetszetekben alkalmazott betonacélokhoz használja a program. A beépített anyagminőségek az EuroCode megfelelő fejezeteiből (EN 1993-1-1 és EN 1992-1-1) kerültek felvételre. Szükség esetén új anyagminőségek hozhatóak létre tetszőleges paraméterekkel:



A *ConSteel* az analízis során a rugalmas anyagmodellt használja, ennek megfelelően a számítási eredményekre az alábbi anyag paraméterek hatnak: rugalmassági modulus, Poisson tényező, sűrűség (ha számításban figyelembe van véve az önsúly) és hőtágulási együttható (ha hőteher vagy tűzteher van a modellen). Beton anyagminőség esetén, az EC 2-nek megfelelően az analízis során az *effektív rugalmassági modulus* kerül használatra.





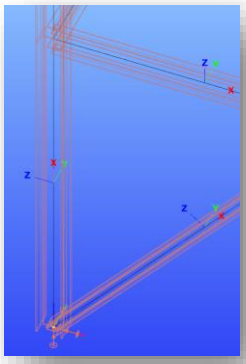
FONTOS TUDNI, HOGY A RÚD ELEMEKNÉL (OSZLOP/GERENDA) AZ ANYAGMINŐSÉG A KERESZTMETSZETEK PARAMÉTERE. AZ ANYAGMINŐSÉG MÓDOSÍTÁSAKOR A KERESZTMETSZETEK ANYAGMINŐSÉGÉT VÁLTOZTATJUK MEG. EZ A MEGOLDÁS LEHETŐVÉ TESZI, HOGY EGY KERESZTMETSZETHEZ TÖBB TÍPUSÚ ANYAGOT LEHESSEN HASZNÁLNI (PL.: ÖSZVÉR KERESZTMETSZET). UGYANAZON KERESZTMETSZET TÖBB FÉLE ANYAGMINŐSÉGGEL VALÓ HASZNÁLATA ESETÉN UGYANAZT A KERESZTMETSZETET BE KELL TÖLTENI KÜLÖNBÖZŐ ANYAGMINŐSÉGEKKEL.

5.9 TÁMASZOK

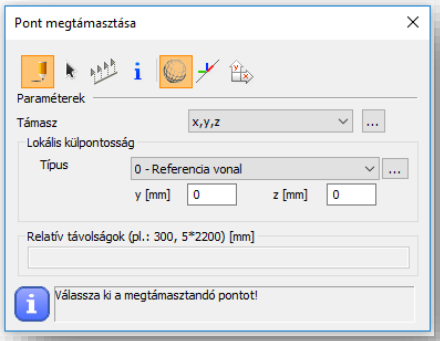
ConSteel-ben három fajta támasz használatára van lehetőség: pontbeli, vonalmenti és felületi támasz.

Támaszok elhelyezhetőek **Globális** ( ), **Lokális** ( ) vagy **Felhasználói** ( ) koordinátarendszerek szerint.

Támasz elhelyezés lokális koordinátarendszer szerint funkció nagyon hasznos lehet ferde rúdelemekből álló szerkezet esetén. A lokális koordinátarendszer láthatósága bekapcsolható a *„Lokális koordináta rendszerek láthatósága”* menüben. A lokális koordináta rendszerek tengelyeinek betűjelei bekapcsolhatóak a *„Feliratok láthatósága”* menüben.

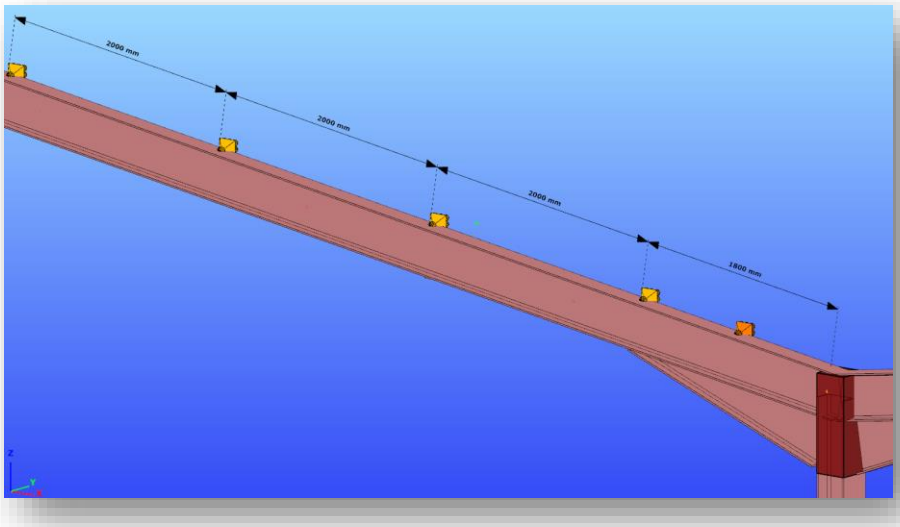


5.9.1 PONT TÁMASZ ELHELYEZÉSE ( )



Pontbeli támasz vonal és felület elemen bárhol elhelyezhető (előre definiált pontokra nincs szükség; végpontok és fogópontok egyaránt használhatóak a támaszok elhelyezésére). Egyszerre több rúdelem végpontján is elhelyezhető a kiválasztott támasz a kijelölő funkció ( ) használatával. A rúdelemek végpontjait ablakos kijelöléssel lehet kiválasztani.

A többszörös támasz funkcióval ( ) egyszerre több támasz helyezhető el a kiválasztott rúdon, a támaszok közötti relatív távolságok megadásával. A támaszok kiosztása mindig a rúd kezdőpontjától (A vég) értelmezett.

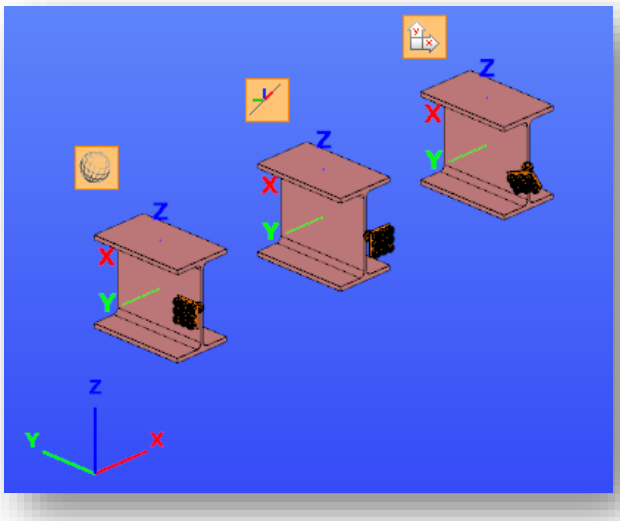


A többszörös támaszként elhelyezett támaszok egy objektumként vannak kezelve. A támaszok közötti távolság a támaszt kijelölve az objektum paramétereinél bármikor módosítható.

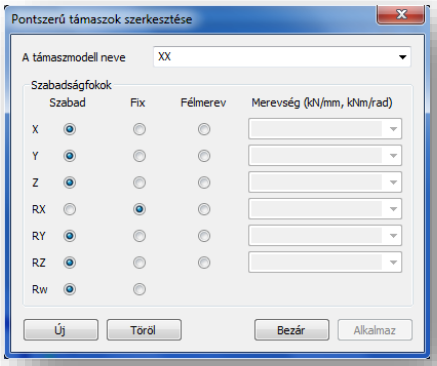
Pontbeli támasz (1)	
Név	P84
Támasz	y
Hatáspont	
Külp. ref. vonala	főmodell, id=463
Külpontosság viszonyítá:	8 - Közép-Fent
Külpontosság - y	0
Külpontosság - z	0
Távolságok	500 5*1000

Az elhelyezés koordinátarendszerének kiválasztását követően, a legördülő menüből ki kell választani a megfelelő támaszt típust. A listában számos előre definiált típus található.

Elhelyezéskor a kiválasztott koordináta rendszer határozza meg az irányok értelmezését. A különböző (**Globális** ( ), **Lokális** ( ), **Felhasználói** ( )) koordináta rendszerek szerinti támaszelhelyezést mutatja az alábbi példa:



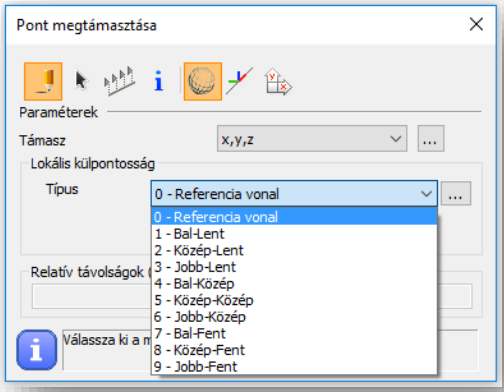
A megtámasztott objektum külpontosságának megváltoztatása esetén a támasz megtartja az elhelyezéskor alkalmazott koordinátarendszerhez viszonyított irányítottságát.
Ha a modellezés során olyan új, speciális támasz alkalmazása válik szükségessé, amelynek tulajdonságai eltérnek az előre definiált és rendelkezésre álló támaszokétól, akkor a támasz típusa melletti három pontos ikonra (...) kattintva létrehozható új típusú támasz. A támasz definiálásához 6 szabadságfok állítható a következőek szerint: fix, szabad, vagy félmerev. A félmerev esetén a merevség értéke kN/mm, vagy kNmm/rad mértékegységekben adhatóak meg. A 7. szabadságfok szabad, vagy fix lehet.



A támaszok elnevezései könnyen értelmezhetőek. Például „x,y,z xx” támasz név jelentése a következő: minden elmozdulás gátolt az x, y és z irányokban, illetve xx tengely körül gátolt az elfordulás. A többi szabadságfok szabad.

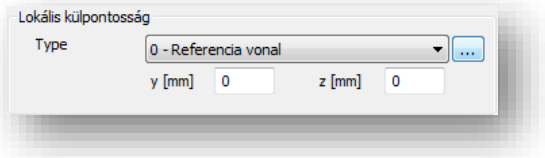
Lokális külpontosság is definiálható a támaszokon:

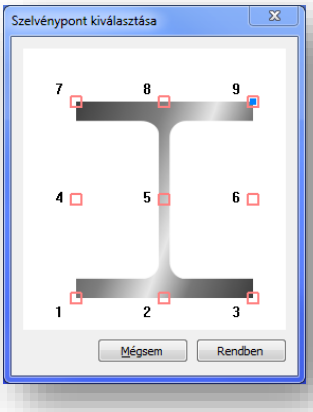
(Ez a funkció használható, olyan merevítések megtámasztó hatásának a modellezésére, amelyek nem a megtámasztott rúd középvonalába, hanem például a felső övekhez kapcsolódnak.)



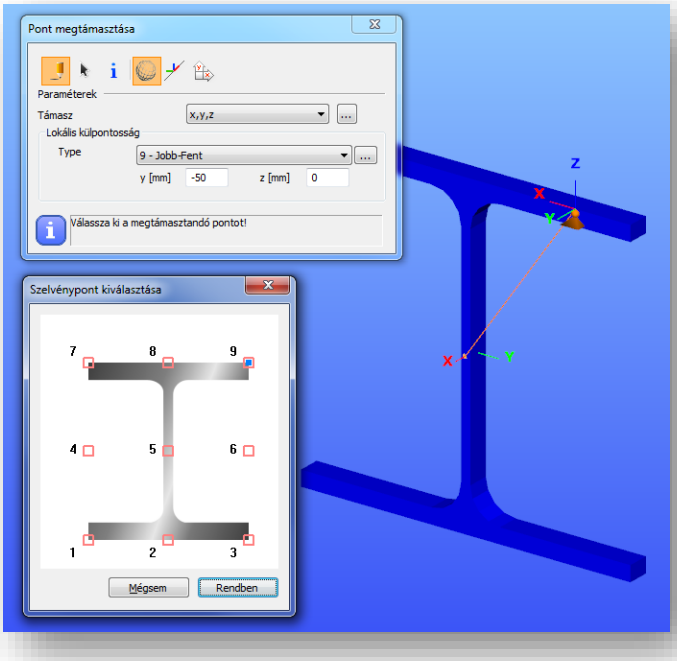
A támasz külpontosság megadható a **szelvény középvonalától**, vagy a **szelvény geometriáján**. A „0 – referencia vonal” lokális külpontosság típus csak a legördülő menüből választható.

A lokális külpontosság a **szelvény geometriáján** két módon adható meg. Egyik lehetséges mód, hogy a legördülő menüből kerül kiválasztásra a szelvény geometriájának egyik tipikus pontja (1-9), vagy a három pontos ikonra (...) kattintva a megjelenő ábrán kerül kiválasztásra az egyik tipikus szelvény pont (1-9).





Az y és z mezőkben megadható lokális külpontosság értékek a fent beállított külpontosságokhoz adódnak hozzá.



Ha a megtámasztott szelvény külpontossága megváltozik, akkor a támasz szelvényhez viszonyított fentiekben meghatározott külpontosságát megtartja.

Attól függően, hogy a támasz külpontosságát a szelvény referencia vonalához, vagy a szelvény geometriájához adtuk meg, a szelvény külpontosság változása esetén a támasz helyzete az alábbiak szerint változik:

A “0 – Referencia vonal” külpontosság típus használata esetén:

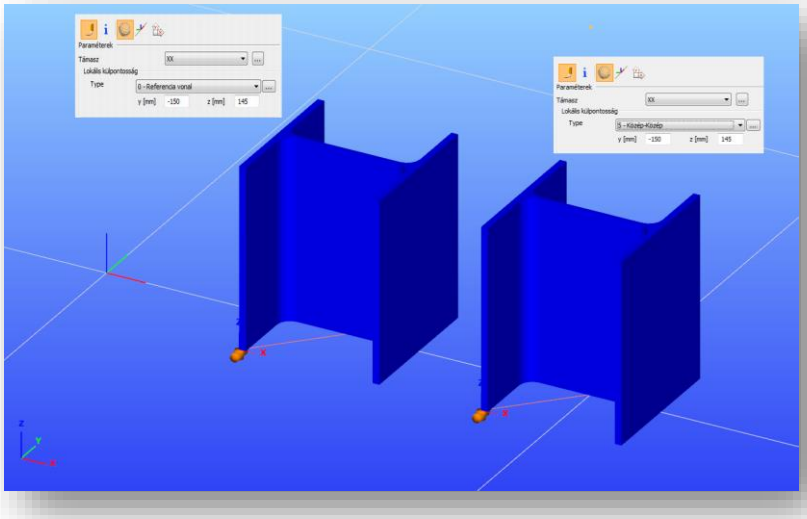
> A szelvény “y” vagy „z” külpontosságának módosítása estén, mivel a támasz a szelvény referenciavonalához tartja meg a relatív helyzetét és nem a szelvényhez, a támasz helye nem változik. A szelvény “Forgatás” szögnek módosítása esetén, a referenciavonal is elfordul, ezért a támasz is elfordul.

Ha a támasz helyzetét a szelvény geometriához (az 1-9 szelvénypozíciók valamelyikéhez) adjuk meg:

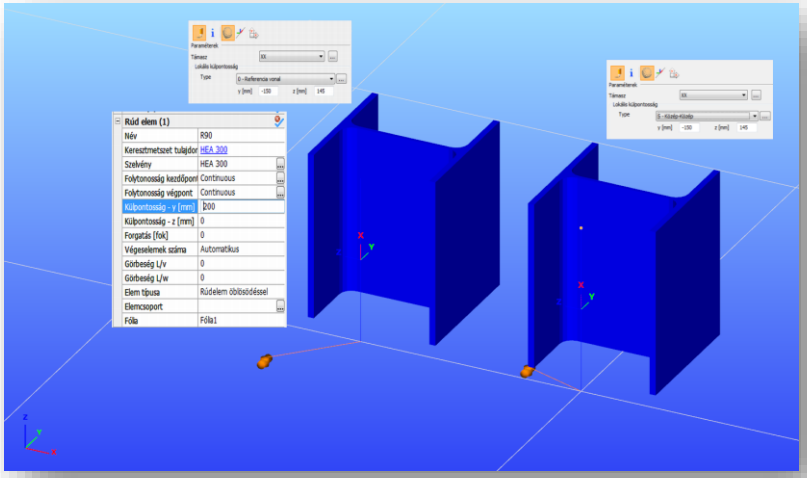
> A szelvény “y” vagy „z” külpontosságának módosítása esetén, mivel a támasz a szelvény egy tipikus pontjához viszonyított relatív helyzetét tartja meg, ezért a támasz helyzete a szelvénnyel együtt változik. A szelvény “Forgatás” szögnek módosítása esetén, a referenciavonal is elfordul, ezért a támasz is elfordul.

Példák a különböző típusú külpontosságokra:

1. Példa: Mind a két támasz -150mm-es y irányú külpontossággal lett elhelyezve, de a bal oldali esetben a külpontosság a szelvény referencia vonalától, míg a jobb oldali esetben a szelvény geometria közép-közép pontjától lett megadva.

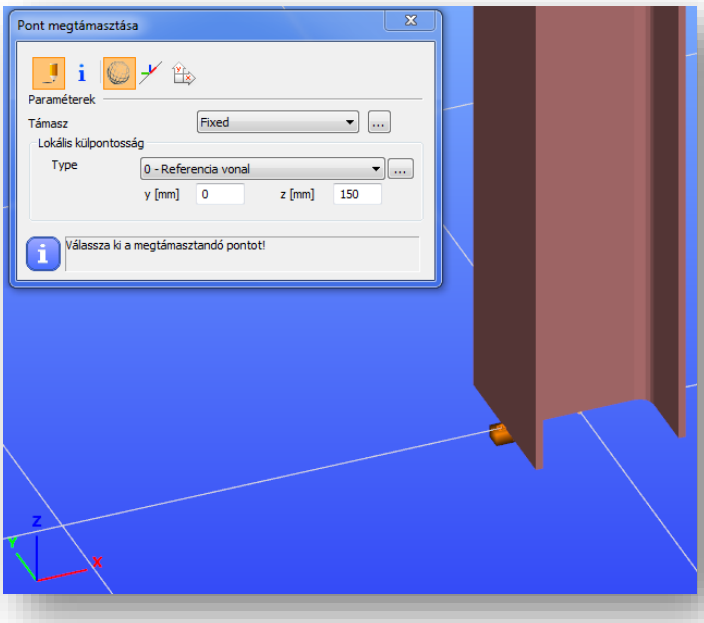


Ha megváltoztatjuk mindkét oszlop külpontosságát y=100mm-re, akkor az elhelyezett támaszok új pozíciója az alábbi lesz:

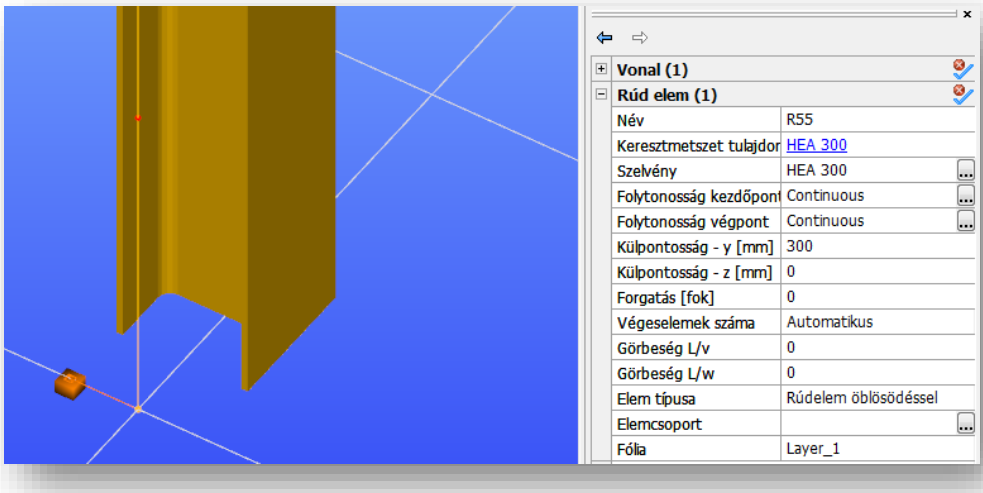


A baloldali esetben az elhelyezett támasz pozíciója nem változott, hiszen az oszlop referencia vonalának pozíciója sem változott, míg a jobboldali esetben a támasz együtt mozdult az oszloppal.

2. Példa: Támasz a globális koordináta rendszer szerint kerül elhelyezésre, külpontossága 150mm a megtámasztott oszlop lokális koordináta rendszerének z irányában. Támasz lokális külpontosság típusa: „0 – Referencia vonal”.

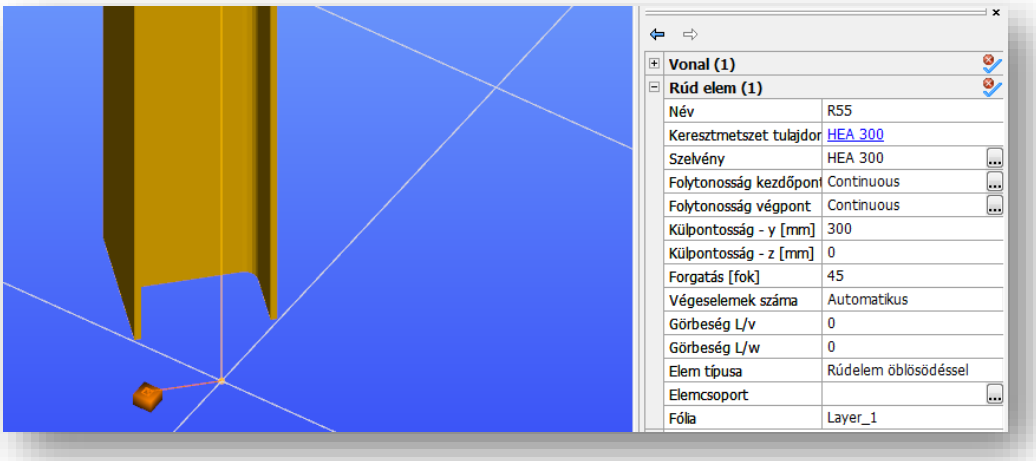


Ha az oszlop külpontosságát y=300mm-re változtatjuk, akkor a támasz pozíciója nem változik.

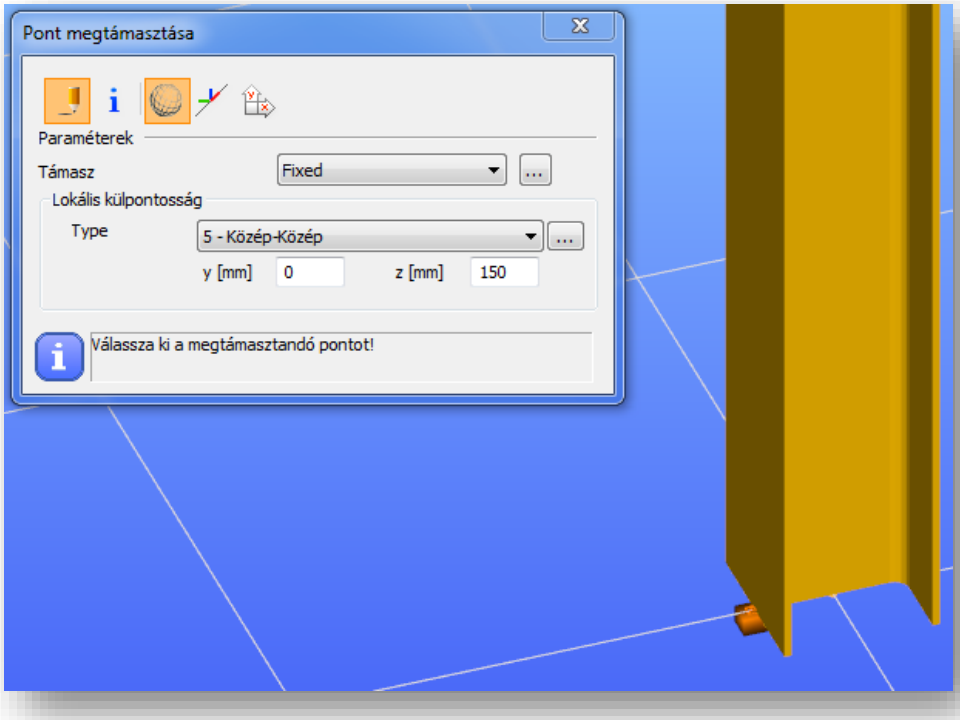


A támasz megtartotta a relatív pozícióját az oszlop referencia vonalától.

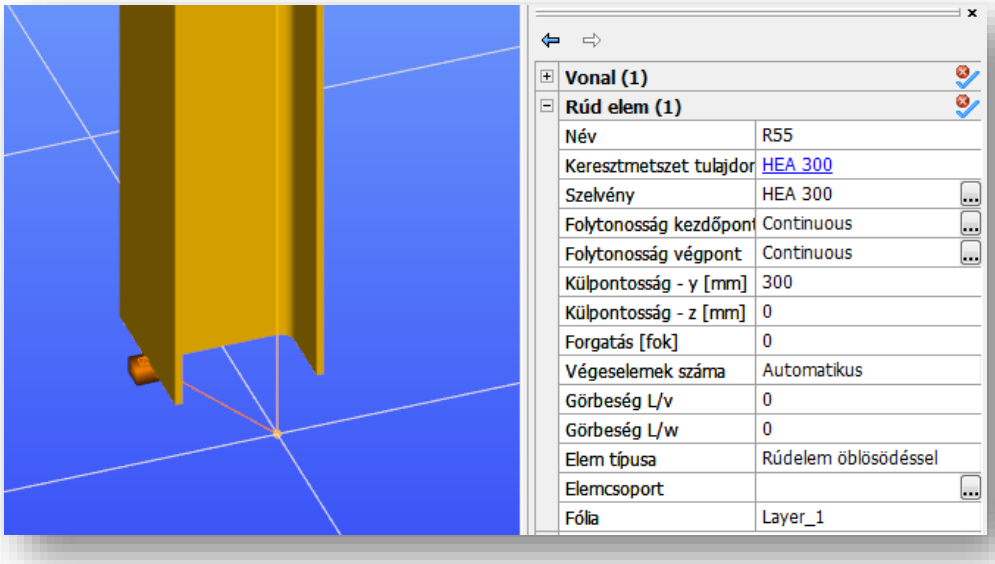
Ha elforgatjuk az oszlopot 45 fokkal, akkor a támasz is ennek megfelelően elfordul, mivel forgatáskor az elem referencia vonala is fordul. Viszont a támasz megtartja irányultságát, ami a továbbiakban is az elhelyezéskor kiválasztott globális koordináta rendszer szerint van értelmezve.



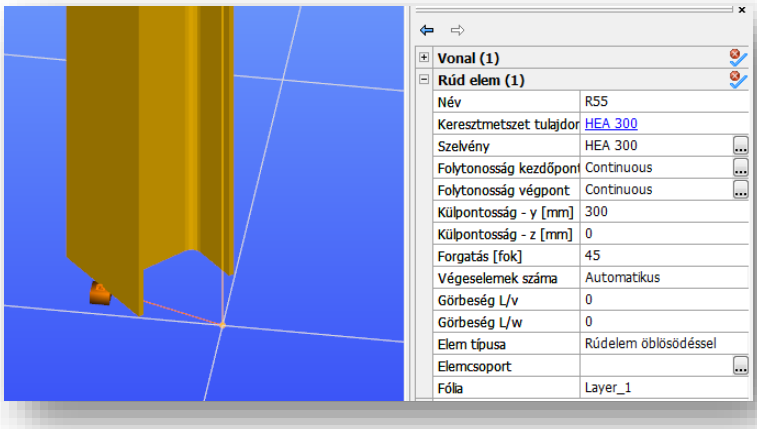
3. Példa: Támasz a globális koordináta rendszer szerint került elhelyezésre, külpontossága 150mm a megtámasztott oszlop lokális koordináta rendszerének z irányában. Támasz lokális külpontosság típusa: „5 – Közép - Közép”.



Ha az oszlop külpontosságát y=300mm-re változtatjuk, akkor a támasz együtt mozdul az oszloppal.



Ha elforgatjuk az oszlopot 45 fokkal, akkor a támasz is ennek megfelelően elfordul, mivel forgatáskor az elem referencia vonala is fordul. Viszont a támasz megtartja irányultságát, ami a továbbiakban is az elhelyezéskor kiválasztott globális koordináta rendszer szerint van értelmezve.



Bármelyik külpontossági típust is válasszuk a támasz elhelyezéséhez, a támasz megtartja kiválasztott referencia ponttól mért relatív külpontosságát, a megtámasztott elem külpontosságának módosítása esetén is, illetve megtartja irányultságát az elhelyezéskor választott koordináta rendszernek megfelelően.

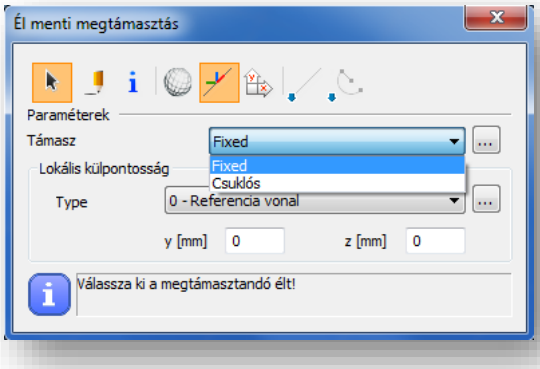
FIGYELMEZTETÉS!

VEGYÜK FIGYELEMBE, HOGY AZ ACÉL RÚDELEMEK VÉGESELEMEI 7 SZABADSÁGFOKÚAK, EZÉRT A PONT TÁMASZOK IS 7 SZABADSÁGFOKKAL RENDELKEZNEK, AHOL A 7. SZABADSÁGFOK A SZELVÉNY ÖBLÖSÖDÉSÉT JELENTI. EZÉRT HA EGY ADOTT KERESZTMETSZETNÉL AZ ÖBLÖSÖDÉS

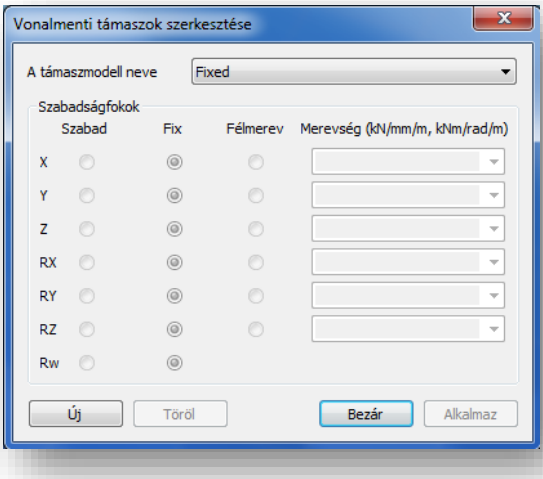
KIZÁRHATÓ (PÉLDÁUL EGY MEREV KAPCSOLATNÁL), AKKOR EZEN A HELYEN AZ ÖBLÖSÖDÉST MEG KELL AKADÁLYOZNI. TÖBB RÚDELEM TALÁLKOZÁSÁNÁL, AHOL A RUDAK KÜLPONTOSAK, AJÁNLOTT AZ ÖBLÖSÖDÉST MEGAKADÁLYOZÓ TÁMASZ ALKALMAZÁSA!

5.9.2 VONALMENTI TÁMASZ ELHELYEZÉSE ( )

Vonalmenti támasz elhelyezhető egy meglévő vonalra (vonal elemen vagy felületi elem élén) vagy vonal rajzolásával (például egy felület elemen).



A vonaltámaszoknak két előre definiált típusa van, a Fix és a Csuklós. A hárompontos ( ) ikonra kattintva új vonalmenti támasz vehető fel az új támasz nevének, és kényszereinek megadásával.



Vonalmenti támasz elhelyezése esetén a különböző koordinátarendszerek és külpontosságok hatása megegyezik a pontbeli támasz elhelyezésénél leírtakkal.

Kiválasztás funkció ( ):

A vonalmenti támasz elhelyezhető egy felületi elem élének (amely lehet külső kerületen, vagy belső áttörésen) vagy egy rúdelem tengelyének kiválasztásával.

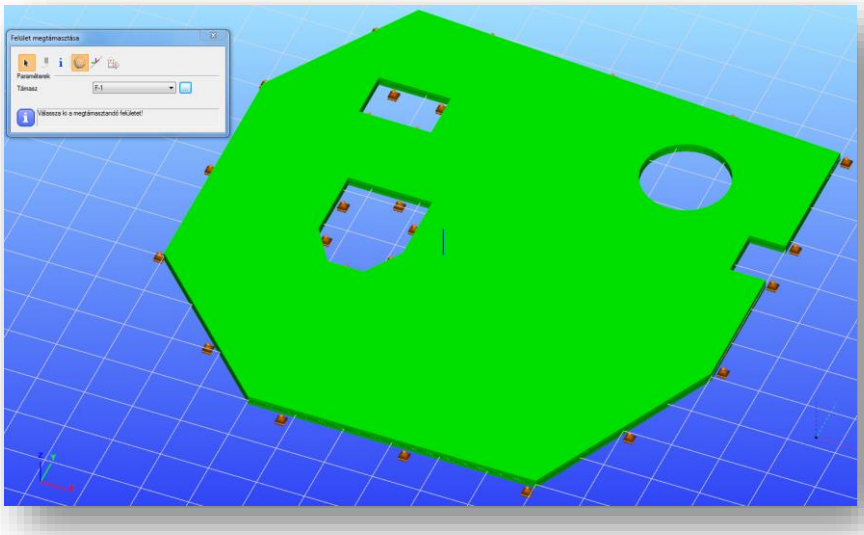
Rajzolás funkció ( ):

Vonalmenti támasz elhelyezése rajzolással egy rúdelemen vagy felületi elemen kiválasztott két pontja között.

5.9.3 Felületi támasz elhelyezése ( )

Felületi támasz meglévő felület elemre helyezhető el.

Alaphelyzetben nincs előre definiált felületi támasz. A három pontos ( ) ikonra kattintva, a felhasználó felvehet felületi támaszokat. Három szabadságfokot lehet beállítani támaszonként.



Egy felületi elemre kattintva a lemez teljes felületén elhelyezésre kerül a felületi támasz.

5.10 Kapcsolati elemek

A kapcsolati elem ( ) azoknak az elemeknek az összekötésére szolgál, amelyek referenciavonalai nem kapcsolódnak közvetlenül egymáshoz.

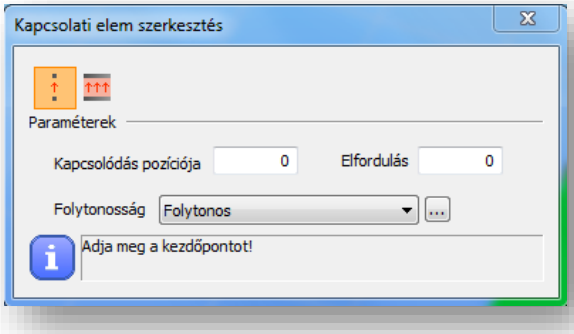
Az alábbi tulajdonságai adhatóak meg a kapcsolati elemeknek:

- Kapcsolódás pozíciója: itt lehet megadni azt a pontot a kapcsolati elem hosszának a százalékában, ahol a megadott folytonosságot értelmezni kell. Az érték 0 és 1 között lehet
- Elfordulás: a megadott szöggel el lehet forgatni a kapcsolati elemet
- Folytonosság: előre definiált folytonosságokat lehet rendelni a definiált pozícióhoz. Ha új folytonossági típus szükséges, akkor a hárompontos (...) ikonra kattintva létrehozható

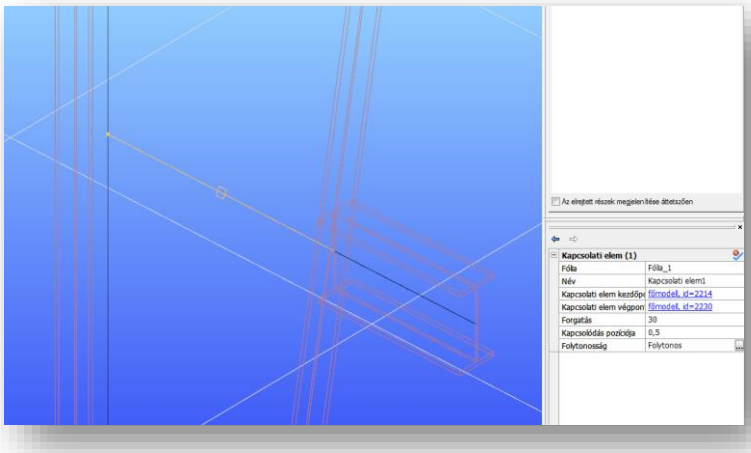
A kapcsolati elemeknek két típusa van.

5.10.1 Két szerkezeti pont összekötése ( )

Két szerkezeti pont köthető össze ezzel a típusú kapcsolati elemmel.



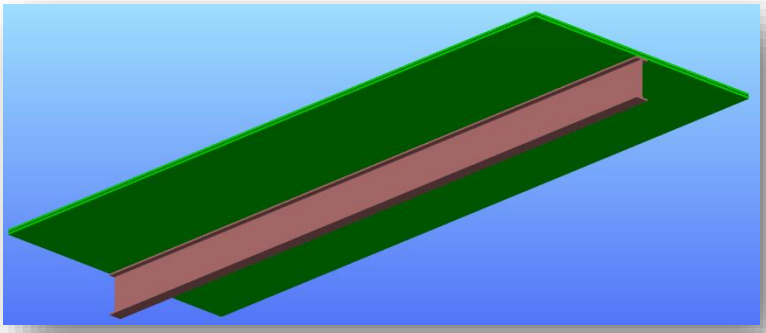
Például ha egy jelentős magasságú oszlophoz egy konzol kapcsolódik, akkor ajánlatos a konzolt nem az oszlop referenciavonalába bekötni, hanem csak az oszlopövig modellezni és ezt a végpontot egy kapcsolóelemmel az oszlop referenciavonalába bekötni. Ily módon modellezett szerkezet számítása pontosabb, a valós helyzethez közelebb álló eredményt ad.

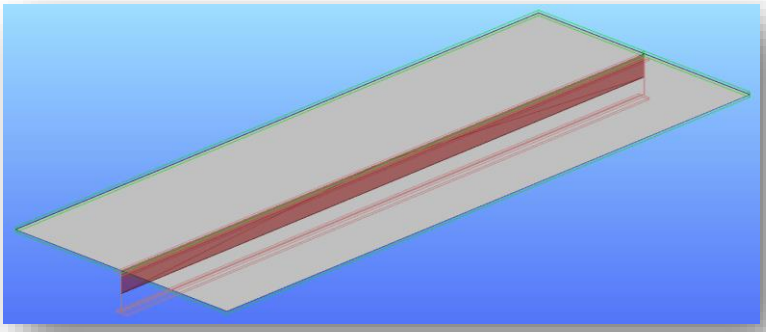


5.10.2 KÉT EGYENLŐ HOSSZÚSÁGÚ, PÁRHUZAMOS ÉL ÖSSZEKÖTÉSE ( )

Egyenlő hosszúságú és párhuzamos élek és rúdelemek köthetőek össze ezzel a típusú kapcsolati elemmel.

Felhasználható például egy külpontos födém és egy gerenda összekapcsolására





5.11 NYÍRÁSI MEZŐ

A nyírási mező objektummal figyelembe vehető a trapézlemez megtámasztó hatása a kihajlás számításban. A nyírási merevséget csak a 7 szabadságfokú rúdelemeket használó végeselem szoftverek képesek kezelni. Nagyon fontos megjegyezni, hogy az implementálásra került képletek által meghatározott nyírási merevségek csak abban az esetben szolgáltatnak megfelelő eredményt, ha a trapézlemezeket megfelelő módon rögzítjük. Ilyen rögzítési követelmény a trapézlemezek mind a 4 oldalán való rögzítése az alszerkezethez.

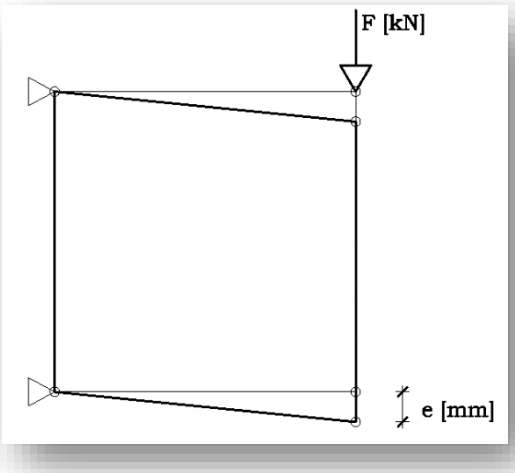
5.11.1 Nyírási merevség értelmezése

Az 1. ábrán a nyírási merevség értelmezése látható. A nyírási diafragma elmozdulása e [mm] egy adott F [kN] nyíróerő hatására [1]. A nyírási rugalmasság definíció szerint:

$$c = \frac{e}{F} : \text{Nyírási rugalmasság [mm/kN]}$$

A nyírási rugalmasság reciproka a nyírási merevség, melyet S-el jelöl a szakirodalom:

$$S = \frac{F}{e} : \text{Nyírási merevség [kN/mm]}$$



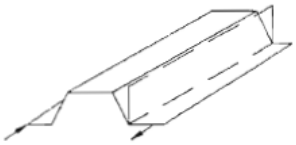
A nyírási rugalmasságot és nyírási merevséget legtöbbször trapézlemezeknél értelmezik. Egy ilyen lemez esetén a teljes nyírási rugalmasság (C) az alábbi komponensekből tevődik össze:

- Profil torzulása:

(h) profile distortion : every trough fastened

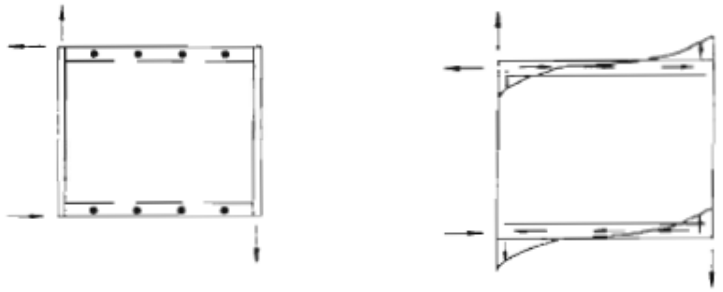
(i) profile distortion : alternate troughs fastened

- Nyírási alakváltozás a lemezben:



(j) shear strain in sheeting

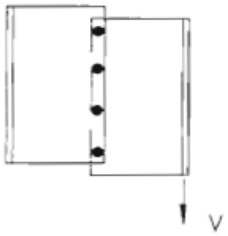
- Rögzítő elemek megcsúszása:



(c) sheet/purlin fasteners: 4 sides fastened

(d) sheet/purlin fasteners: 2 sides only fastened

- Összeillesztések elmozdulása

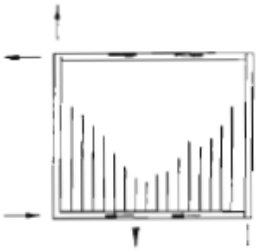


(a) seam fasteners

- Gerenda - szelemen kapcsolat elmozdulása

(k) purlin/rafter connection

- Tengelyirányú igénybevétel (alakváltozás) a hosszirányú szélső elemekben:



(g) edge member forces

Az imént felsorolt 6 különböző komponens összegzésével kapjuk a teljes nyírási rugalmasság értéket (C). Ennek a reciprokaként kapjuk meg a nyírási merevséget (S), melyet figyelembe lehet venni a stabilitási analízis során.

5.11.2 Nyírási merevség számítása

A nyírási merevség meghatározásához a különböző német trapézlemez gyártók eltérő számítási módszereket fejlesztettek ki a saját termékükhöz. A gyártónként meghatározott eljárásokat minden esetben csak a saját termékéhez lehet használni.

Az alábbi módszerek lettek beépítve a programba:

- Hoesch
- Fischer
- Arcelor
- EuroCode

5.11.2.1 Hoesch panelek nyírási merevségének meghatározása

A Hoesch panelek esetén a nyírási merevség meghatározásához a következő képletet ajánlja a gyártó (DIN 18807, Schardt/Strehl eljárás):

$$S = \frac{10^4}{K_1 + \frac{K_2}{L}} * a$$

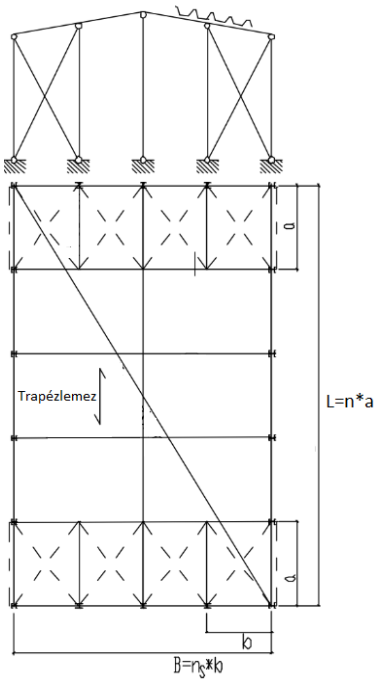
S: nyírási merevség [kN]

K_1: trapézlemez szelvénytől függő paraméter [m/kN]

K_2: trapézlemez szelvénytől függő paraméter [m^2/kN]

L: nyírási mező teljes hossza borda irányban [m]

a: effektív szélesség, stabilizáló mező szélessége [m]



Az ábrán látható egy épület vázlatos rajza, rajta az előbb említett jelölések értelmezésével. A nyírási merevség (S) meghatározására szolgáló képlet itt is csak abban az esetben igaz, ha a trapézlemez az épület mind a 4 oldalán kellő sűrűséggel kerül rögzítésre.

A **K1** és **K2** értékeket a trapézlemez gyártók egyedileg határozzák meg az összes különböző vastagságú és profilú trapézlemezük esetén. Ezeket a K1 és K2 értékeket a honlapjaikon lévő tanúsítványokban találhatjuk meg. Nem árt tudni, hogy ezek az értékek egy meghatározott dátumig érvényesek, tehát célszerű ezekben a dokumentumokban az érvényességi dátumot ellenőrizni a használat előtt.

A meghatározott S értékek (1) abban az esetben érvényesek, ha a trapézlemez minden völgyben rögzítésre kerül az alszerkezethez. Ha csak minden 2. völgyben kerül rögzítésre akkor az S értékét egy 0,2-es tényezővel kell megszorozni.

5.11.2.2 Fischer panelek nyírási merevségének meghatározása

A Fischer trapézlemez gyártó cég a nyírási merevség meghatározásához az általa gyártott trapézlemezekre a következő képletet ajánlja (fejlesztett Schardt/Strehl eljárás) (2). Bekerült a képletbe 3 db új változó, a **K_1***, a **K_2*** és az **e_L**, melyek segítségével figyelembe lehet venni a trapézlemezek rögzítésének a hatását is. Ezen kívül a 10^4 pedig bekerült a nevezőben lévő K tényezőkbe.

$$S = \frac{1}{\left(K_1 + K_1^* \, e_L\right) + \frac{K_2 + K_2^*}{L}} * a$$

S: nyírási merevség értéke [kN]

K_1: trapézlemez szelvénytől függő paraméter [10^{-4}*m/kN]

K_2: trapézlemez szelvénytől függő paraméter [$10^{-4*}m^2$/kN]

K_1*: trapézlemez szelvénytől függő paraméter [10^{-4}*1/kN]

K_2*: trapézlemez szelvénytől függő paraméter [10^{-4}*m^2/kN]

e_L: trapézlemez rögzítések távolsága hosszirányban [m]

a: effektív szélesség, stabilizáló mező szélessége [m]

A meghatározott S értékek (2) abban az esetben érvényesek, ha a trapézlemez minden völgyben rögzítésre kerül az alszerkezethez. Ha csak minden 2. völgyben kerül rögzítésre akkor az S értékét egy 0,2-es tényezővel kell megszorozni.

5.11.2.3 Arcelor panelek nyírási merevségének meghatározása

Az Arcelor trapézlemez gyártó cég a következő képletet (3) (Bryan/Davies eljárás) ajánlja az általa gyártott szelvények esetén:

$$S = \frac{10^4}{\left[\left(K_1{}' * \alpha_2 + K_1^* \, e_L\right) + \frac{\left(K_2' * \alpha_1 * \alpha_4 + K_2^* * \alpha_3\right)}{L_s}\right]} * a$$

S: nyírási merevség értéke [kN]

K_1': trapézlemez szelvénytől függő paraméter [m/kN]

K_2': trapézlemez szelvénytől függő paraméter [m^2/kN]

K_1*: trapézlemez szelvénytől függő paraméter [1/kN]

K_2*: trapézlemez szelvénytől függő paraméter [m^2/kN]

L: nyírási mező teljes hossza borda irányban [m]

α_1, α_2, α_3: támaszközök és keretállások számától függő paraméter (táblázatosan adott értékek)

α_4: hosszirányú paneltoldások számától függő paraméter

a: effektív szélesség, stabilizáló mező szélessége [m]

Szintén érvényes Arcelor panelek nyírási merevségének számításánál, hogy a meghatározott S értékek (2) abban az esetben érvényesek, ha a trapézlemez minden völgyben rögzítésre kerül az alszerkezethez. Ha csak minden 2. völgyben kerül rögzítésre akkor az S értékét egy 0,2-es tényezővel kell megszorozni.

5.11.2.4 EuroCode által megadott képlet nyírási merevség számításához

Az Eurocode [7] is ad egy ajánlást a trapézlemezek nyírási merevségének a meghatározására.

$$S = \left(1000 * \sqrt{t^3} * \left(50 + 10 * \sqrt[3]{b_{roof}}\right) * \frac{1}{h_w}\right) * a$$

S: nyírási merevség értéke [kN]

t: trapézlemez vastagsága [mm]

h_w: trapézlemez magassága [mm]

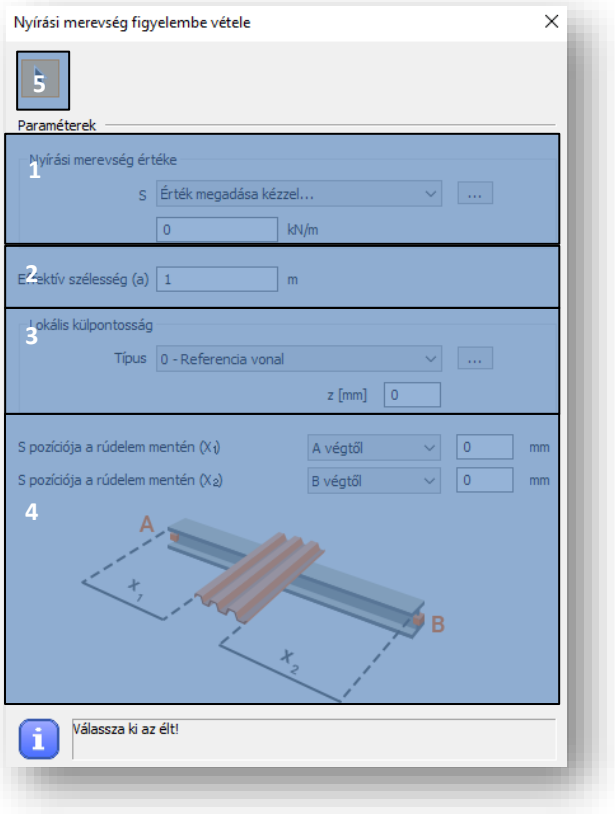
a: effektív szélesség, stabilizáló mező szélessége [m]

b_{roof}: tető szélessége [mm]

A meghatározott S értékek (4) abban az esetben érvényesek, ha a trapézlemez minden völgyben rögzítésre kerül az alszerkezethez. Ha csak minden 2. völgyben kerül rögzítésre akkor az S értékét egy 0,2-es tényezővel kell megszorozni.

5.11.3 Nyírási merevség megadása

A nyírási mező beállításait részletező dialóg az alábbi ikonnal ( ) hívható fel. A dialóg ablak 4 funkcióból épül fel.



#1 - Itt adható meg a ***NYÍRÁSI MEREVSÉG*** értéke. A merevséget definiálhatjuk kézzel, de a (...) ikonra kattintva lehetőségünk van bizonyos paraméterek megadásával automatikus merevséget is számítani (Lásd ***5.11.3.2***).

#2 - Effektív szélesség megadása

#3 - Lokális külpontosság:

1. Referencia vonal
2. Közép – lent
3. Közép – közép
4. Közép - fent

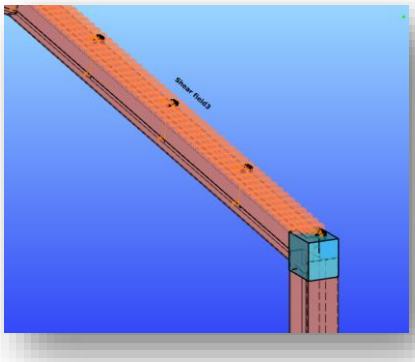
A (...) ikonra kattintva felugrik a szelvénykeresztmetszet illusztráció, melyen szintén megadhatjuk a ***NYÍRÁSI MEREVSÉG*** külpontosságát.

#4 - Nyírási mező pozíciója a rúdelem mentén:

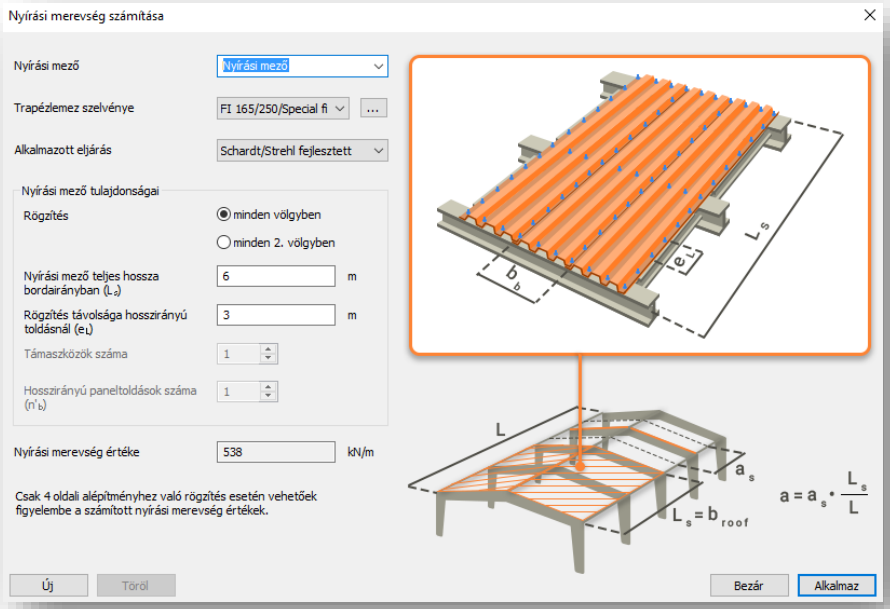
1. X1:
    a. A végtől mérve: X1 távolság megadása a rúdelem A végpontjától mérve
    b. B végtől mérve: X1 távolság megadása a rúdelem B végpontjától mérve
2. X2:

a. A végtől mérve: X2 távolság megadása a rúdelem A végpontjától mérve
b. B végtől mérve: X2 távolság megadása a rúdelem B végpontjától mérve
c. Relatív: X2 távolság megadása X1 távolsághoz viszonyítva

#5 - ( ) ikonra kattintva kiválasztható, mely rúdelemre kerüljön a definiált trapézlemezünk.

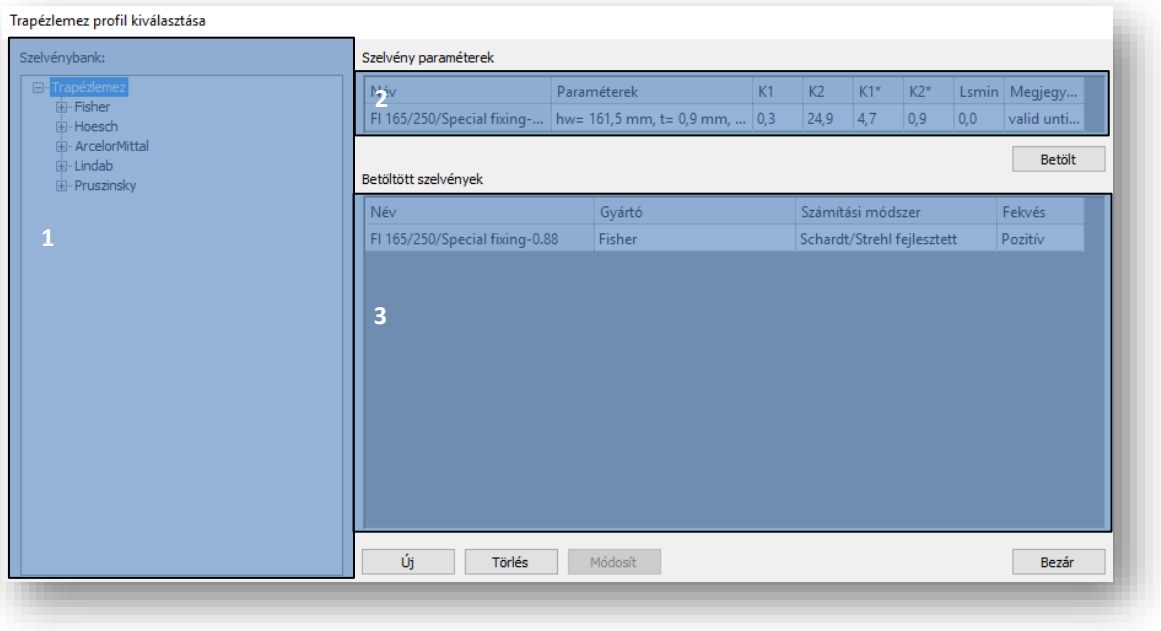


5.11.3.1 Nyírási merevség számítása



ÚJ parancsra kattintva létrehozhatjuk a nyírási mezőt, melyet tetszés szerint el is nevezhetünk.

NYÍRÁSI MEREVSÉG számításához első lépésként ki kell választanunk a trapézlemez szelvényét. A ( ) ikonra kattintva fel is hívhatjuk a szelvényválasztó ablakot. A dialóg ablak felépítése:



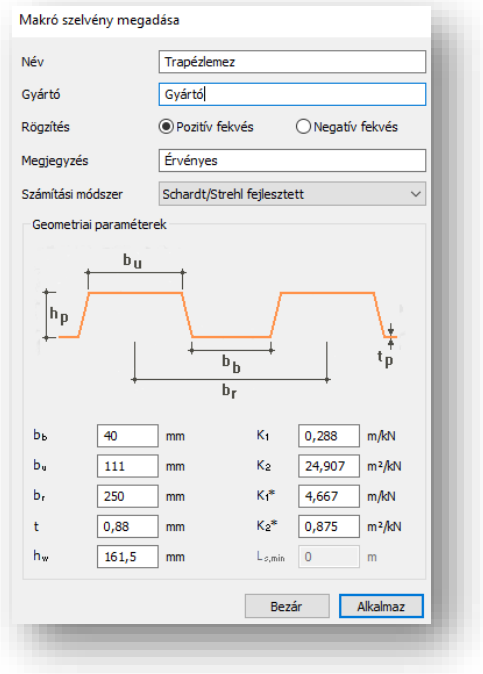
#1 - Szelvénybank: e panelen vannak feltűntetve az egyes gyártók termékei. Itt választhatjuk ki, mely szelvényt szeretnénk alkalmazni a merevség számításához.

#2 - Szelvény paraméter: a kiválasztott termék paraméterei kerülnek itt megjelenítésre.

#3 - Betöltött szelvények: azon szelvények kerülnek a panelre, melyek előzőleg betöltésre kerültek. A művelet ***BETÖLT*** parancsra kattintva végezhető el. Egyszerre több szelvény is betölthetünk a katalógusból, melyek a panelen automatikusan sorba rendeződnek.

TÖRLÉS parancsra kattintva törölhetőek a kiválasztott trapézszelvények.

Lehetőségünk van akár manuálisan is szelvényt definiálni. A funkció az ***ÚJ*** parancsra kattintással érhető el. A felugró ablakon megadhatjuk a betöltésre kerülő trapézlemezünk geometriáját. Emellett megadható a gyártó is, illetve nevet is adhatunk a kézzel definiált trapézlemezünknek.



A szelvény betöltését követően a további paraméterek megadása szükséges a merevség számításához.

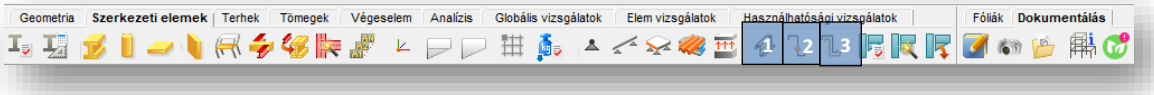
- Alkalmazott eljárás a merevség számításakor:
  - Schardt/Strehl által fejlesztett eljárás
  - EC alapú eljárás
- Rögzítés:
  - Minden völgyben
  - Minden második völgyben
- A nyírási mező teljes hossza bordairányban (Ls)
- A rögzítés távolsága hosszirányú toldásnál (es)

Ezen információk ismeretében a program automatikusan számítja a ***NYÍRÁSI MEREVSÉG*** értékét. A merevség számításhoz szükséges paraméterek elsőre nem biztos, hogy egyértelműnek tűnnek, ebben az esetben a kis ábrák nagyon nagy segítséget nyújthatnak. Az illusztrációk segítségével könnyen értelmezhetővé válnak a bemenő paraméterek.

Ezután már vissza is térhetünk a nyírási mező bázis dialógjára ahol további bemenő adatok alapján megadható a figyelembe vett ***NYÍRÁSI MEZŐ***.

5.12 SZELEMEN

Szelemen méretezéssel kapcsolatos funkciók 3 nagy egységre különülnek el



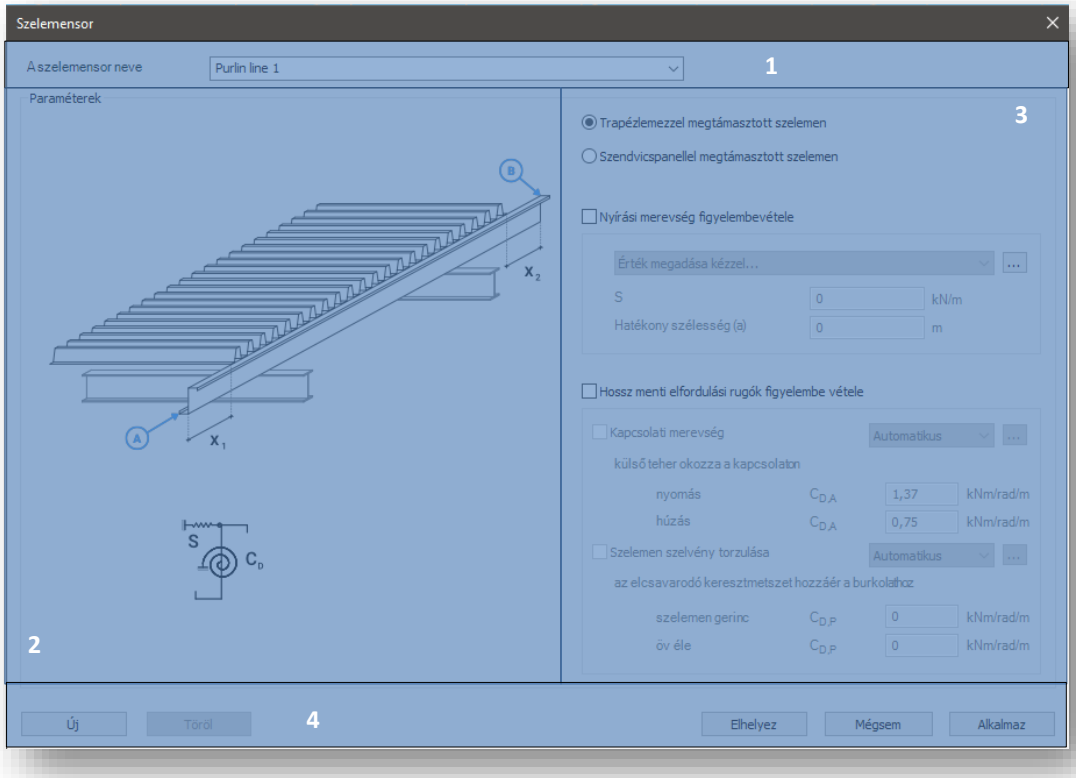
#1 - ***SZELEMENSOR ELHELYEZÉSE***: szelemensor definiálásának dialógja, a panelen találhatóak a megtámasztási viszonyokkal kapcsolatos beállítások

#2 - ***FELTÁMASZKODÁSI SZAKASZ***: feltámaszkodási szakasz és a támasz környezetének geometriai viszonyai adhatók meg

#3 - ***SZELEMEN ÁTFEDÉSES TOLDÁS*** elhelyezés: szelemen toldási szakaszára vonatkozó geometriai paraméterek adhatók meg a panelen

5.12.1 SZELEMENSOR

A szelemensor fő dialóg ablakához további négy dialóg panel kapcsolódik közvetlenül, melyek a későbbiekben ismertetésre kerülnek.



5.12.1.1 FUNKCIÓK

#1 - Szelemensor objektum nevének megadása: az objektum neve a szerkesztő dobozban szöveg és szám karakter formájában adható meg

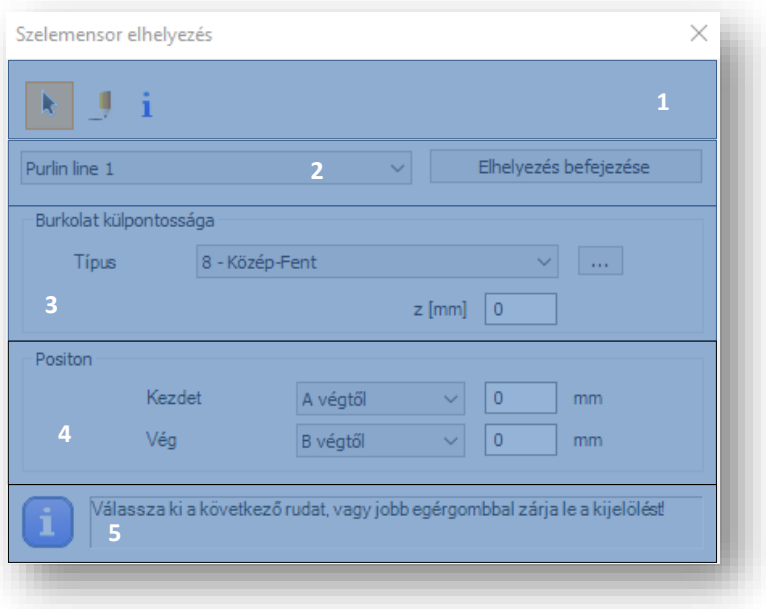
#2 - Magyarázó ábra: jelölések és paraméterek értelmezésére szolgáló rajz

#3 - Támasz merevségének megadása: lehetőségek a burkolat megtámasztó hatásának megadására.

#4 - Parancssor:

- Létrehozható ***ÚJ*** szelemen objektum
- Törölhető a már meglévő, aktuálisan kiválasztott szelemen objektum ***TÖRÖL*** parancs segítségével
- Elhelyezhető a már meglévő, aktuálisan kiválasztott szelemen objektum ***ELHELYEZ*** parancs segítségével
- ***ALKALMAZ*** parancs segítségével elfogadhatók a beállítások

ELHELYEZ parancsra kattintva felhívható a szelemensor elhelyezésének paramétereit rögzítő dialóg ablak



#1 - Megadási opciók: elem kijelöléssel, vonal rajzolással történő megadás

#2 - Szelemensor objektum kiválasztása: legördülő menüből

#3 - Burkolat külpontossága: megadható manuálisan z irányú külpontosság, illetve automatikusan:

- Legördülő menüből kiválasztva
  - Közép – fent
  - Közép – lent
- ( ) ikonra kattintva grafikusan (5.9)

ELHELYEZ BEFEJEZÉS parancsra kattintva elfogadhatók a beállítások

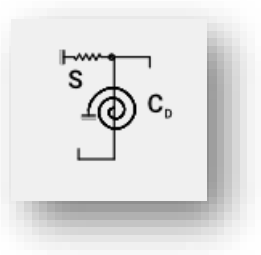
#4 - Pozíció megadása: A vagy B végponttól adott távolságra mm egységben értelmezve

#5 - Információs panel: utasítások megjelenítését szolgáló panel

5.12.1.2 RUGÓK SZEREPE

A szelemenek teherbírásában a burkolat megtámasztó hatása nagyon jelentős lehet. Ezt a hatást a szelemenhez csatlakozó elemek merevségéből lehet származtatni, modellezésük rugók formájában történik. Kétféle rugó típust lehet figyelembe venni:

- Eltolódási (nyírási) rugó: a burkolat nyírási merevségéből származtatható (S)
- Elfordulási rugó: kapcsolati merevségből és a szelemen szelvény torzulásból származtatható (C_D)



5.12.1.3 ELTOLÓDÁSI RUGÓ

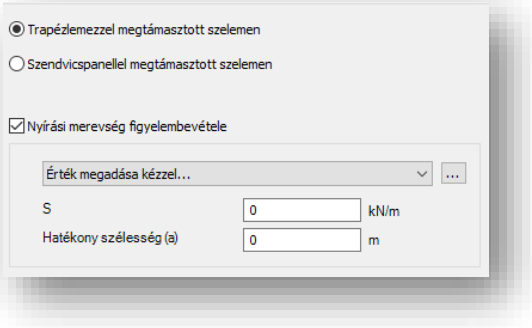
Az eltolódási rugó megadása nem kötelező. Megadása előtt ki kell választani a szelemenre kerülő burkolat típusát, ami kétféle lehet:

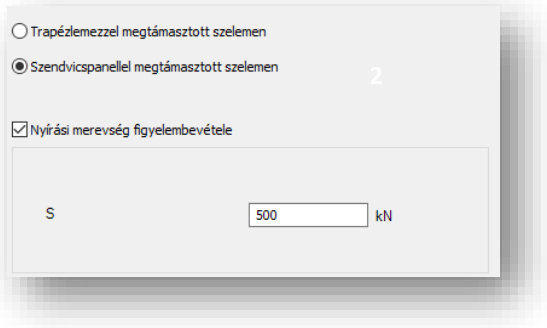
- Trapézlemez
- Szendvicspanel

A kiválasztásnak megfelelően változik a szelemensor dialógablak tartalma.

Trapézlemezes héjalás választása esetén a nyírási merevség megadható kézzel az effektív szélességgel együtt, illetve a gombra kattintva, a korábban bemutatott nyírási mező dialógablak segítségével, automatikusan is (ld.: 5.11 pont).

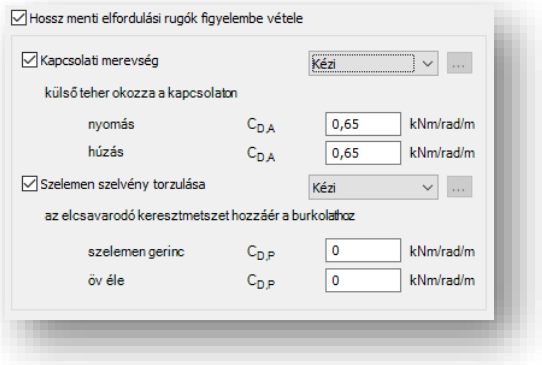
Szendvicspanel héjalás esetén a nyírási merevség csak kézzel adható meg.





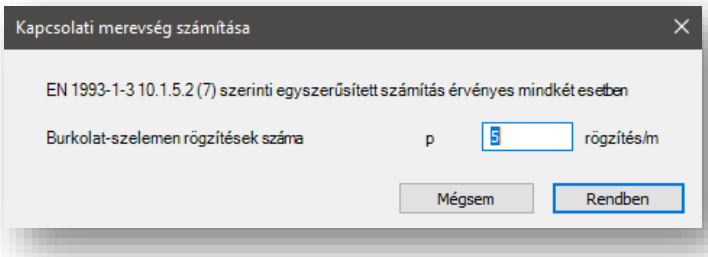
5.12.1.4 Elfordulási rugó

Hasonlóan az eltolódási rugóhoz, az elfordulási rugó megadása is opcionális. Az elfordulási rugó két komponensből (kapcsolati merevség és szelvény torzulás) tevődik össze. A végleges rugómerevségben a komponensek reciproka kerül összegzésre. Zérus merevség, illetve inaktív jelölőnégyzetek esetén az adott komponens merevsége nullázódik.



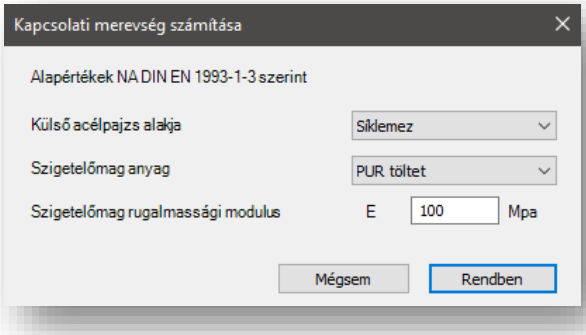
1. Kapcsolati merevség:

Automatikus számítást választva, trapézlemez fedés esetén a ... gombra kattintva, az Eurocode egyszerűsített számítási módszere szerint történik a kapcsolati merevség meghatározása. A felugró ablakban mindössze a folyóméterekénti rögzítőelemek számát kell megadni:



Szendvicspanel fedést választva, a kapcsolati merevség automatikus számításához több adatot kell megadni:

- A külső acélpajzs alakja:
  - Síklemez
  - Trapézlemez
- Szigetelőanyag típusa:
  - PUR kitöltés
  - Ásványgyapot kitöltés
- Szigetelőanyag rugalmassági modulusa MPa-ban

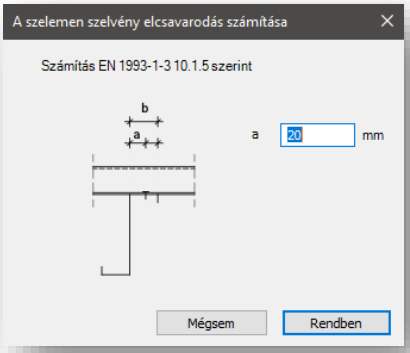


Kézi megadás esetén a rugómerevségeket be kell írni a külső teher által, a kapcsolatokban okozott húzó-, illetve nyomóerő esetére is.

2. Szelemen szelvény torzulás:

A rugómerevség megadása a kapcsolati merevség megadásához hasonlóan történik.

Automatikus számításhoz (...), a felugró ablakban, a rögzítő elem és a gerinc – öv csatlakozási pont közötti távolságot kell megadni mm-ben. A számítás az EN 1993 - 1- 3 10.1.5 szerint történik, ahogy erre a panelen lévő megjegyzés is felhívja a figyelmet.



Kézi megadás esetén az alábbi két esethez szükséges megadni a torzulásból származó merevség komponens értékét:

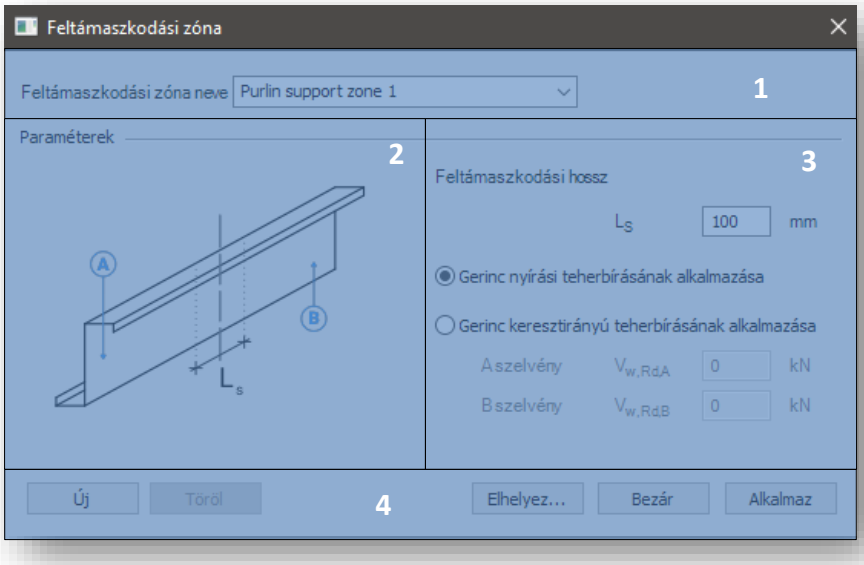
- A szelemen a torzulást követően a szelvény gerincénél érintkezik a burkolattal
- A szelemen a torzulást követően a szelvény övének szélső pontjánál érintkezik a burkolattal

FIGYELEM!

A SZELEMEN TERVEZÉS FUNKCIÓ CSAK Z ÉS C TÍPUSÚ PROFILOKRA ALKALMAZHATÓ. EGYÉB, HIDEGEN ALAKÍTOTT GYÁRTÓI SZELVÉNYEKRE, ILLETVE NEM Z VAGY C TÍPUSÚ FELHASZNÁLÓI SZELVÉNYEKRE NEM HELYEZHETŐ EL SZELEMENSOR OBJEKTUM.

5.12.2 FELTÁMASZKODÁSI ZÓNA

A feltámaszkodási zóna, mint ahogyan az a nevében is megjelenik, a szelemen megtámasztási pontjára vonatkozó geometriai paraméterek megadására szolgáló funkció.



#1 - Feltámaszkodási zóna nevének megadása: az objektum neve szöveg és szám karakter formájában adható meg

#2 - Magyarázó ábra: jelölések és paraméterek értelmezésére szolgáló rajz

#3 - Feltámaszkodási hossz geometriai és teherbírási adatainak megadása:

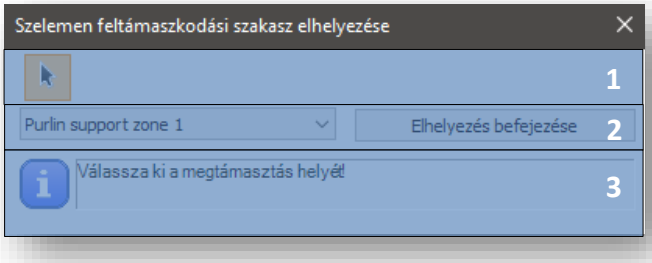
- Feltámaszkodási hossz mm-ben
- Számítás során használt teherbírás érték kiválasztása:
  - Gerinc nyírási teherbírásának alkalmazása a számítás során
  - Gerinc keresztirányú teherbírásának alkalmazása a számítás során
    - A szelvény keresztirányú teherbírása [kN]
    - B szelvény keresztirányú teherbírása [kN]

  A keresztirányú teherbírást (lokális erőbevezetéssel szembeni ellenállást) kézzel kell megadni az EC 1993 - 1 – 3 6.1.7 fejezete alapján.

#4 - Parancssor:

- Létrehozható ***ÚJ*** feltámaszkodási zóna objektum
- Törölhető a már meglévő, aktuálisan kiválasztott feltámaszkodási zóna objektum ***TÖRÖL*** parancs segítségével
- Elhelyezhető a már meglévő, aktuálisan kiválasztott feltámaszkodási zóna objektum ***ELHELYEZ*** parancs segítségével
- ***ALKALMAZ*** parancs segítségével elfogadhatóak a beállítások

ELHELYEZ parancsra kattintva felhívható a feltámaszkodási szakasz elhelyezésének paramétereit rögzítő dialóg ablak.



#1 - Megadási opciók: elem kijelöléssel

#2 - Szelemen feltámaszkodási zóna objektum kiválasztása: legördülő menüből

ELHELYEZ BEFEJEZÉS parancsra kattintva elfogadhatóak a beállítások

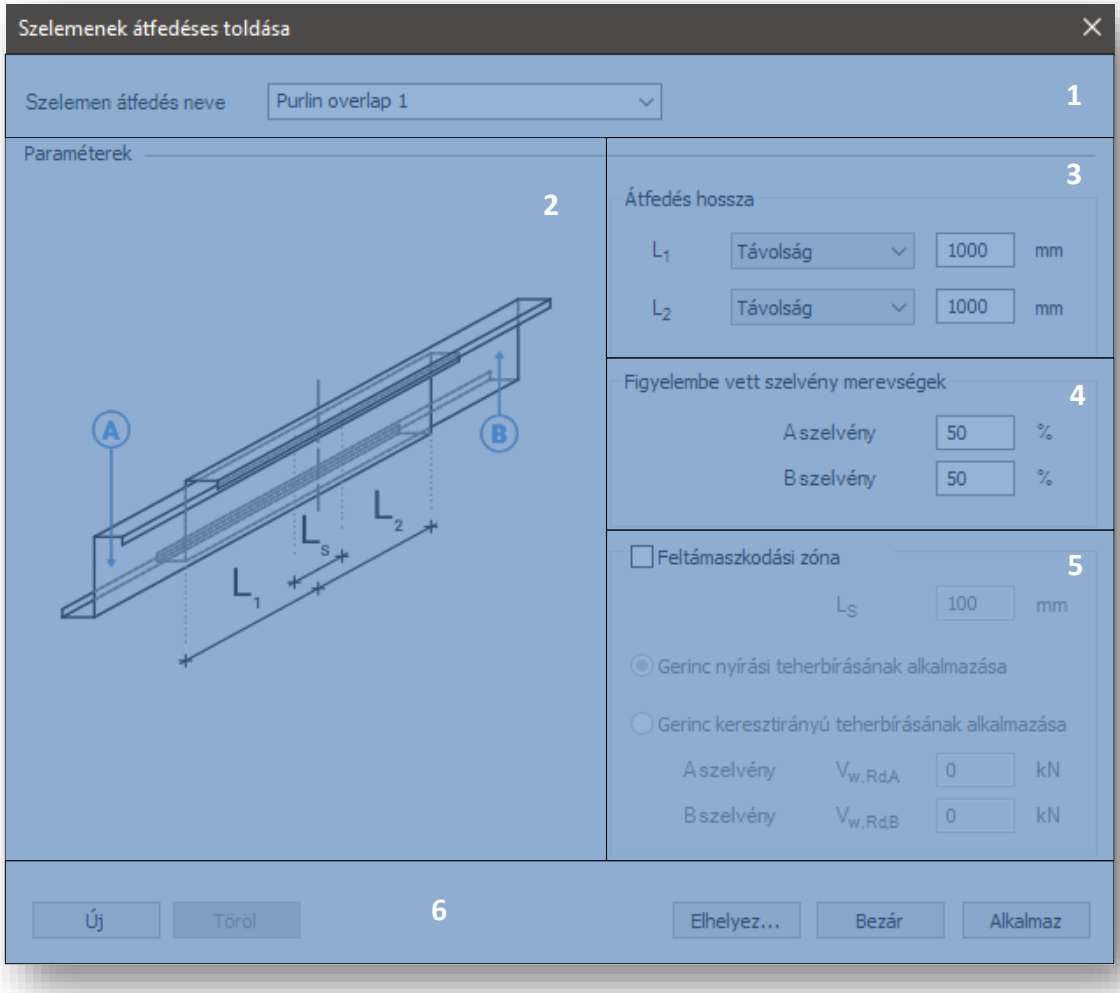
#3 - Információs panel: utasítások megjelenítését szolgáló panel

5.12.3 Szelemen átfedéses toldás

A szabvány két fő toldás típust különböztet meg. Mindkét toldás típushoz egyedi, a tervezéshez és az ellenőrzéshez szükséges, teherbírás számítási formulák tartoznak

- Szelemen átfedéses/átlapolásos toldás
- Szelemen toldóelemes toldás

Jelenleg a programban csak átfedéses/átlapolásos toldás elérhető el. A dialóg ablakhoz közvetlenül egy panel kapcsolódik.



#1 - Szelemen átfedéses toldás objektum nevének megadása: az objektum neve a szerkesztő dobozban szöveg és szám karakter formájában adható meg

#2 - Magyarázó ábra: jelölések és paraméterek értelmezésére szolgáló rajz

#3 - Átfedés hosszának megadása: mindkét rúdelem túlnyúló szakaszának megadása távolság értékkel (mm-ben), vagy a rúdhossz százalékában (%).

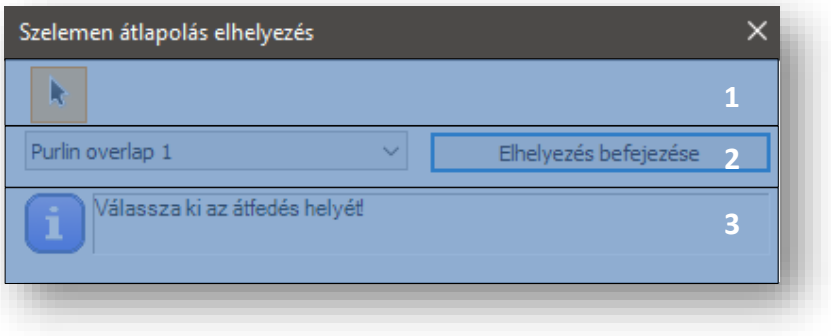
#4 - Az együttes szelvény merevségének megoszlása a két rúd között.

#5 - Feltámaszkodási zóna: lehetőség van az átfedéssel egyidejűleg egy feltámaszkodási szakasz megadására is a korábban ismertetett módon.

#6 - Parancssor:

- Létrehozható ***ÚJ*** szelemen átfedéses toldás objektum
- Törölhető a már meglévő, aktuálisan kiválasztott szelemen átfedéses toldás objektum ***TÖRÖL*** parancs segítségével
- Elhelyezhető a már meglévő, aktuálisan kiválasztott szelemen átfedéses toldás objektum ***ELHELYEZ*** parancs segítségével
- ***ALKALMAZ*** parancs segítségével elfogadhatóak a beállítások

ELHELYEZ parancsra kattintva felhívható a szelemen átfedéses toldás elhelyezésének paramétereit rögzítő dialóg ablak.



#1 - Megadási opciók: elem kijelöléssel

#2 - Szelemen átfedéses toldás objektum kiválasztása: legördülő menüből

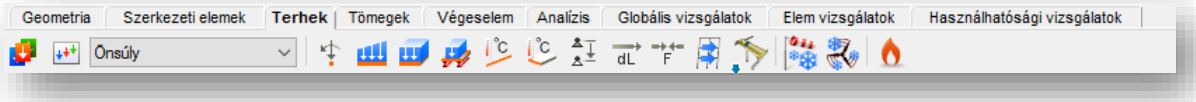
ELHELYEZ BEFEJEZÉS parancsra kattintva elfogadhatók a beállítások

#3 - Információs panel: utasítások megjelenítését szolgáló panel

6 TERHEK

6.1 ALAPOK

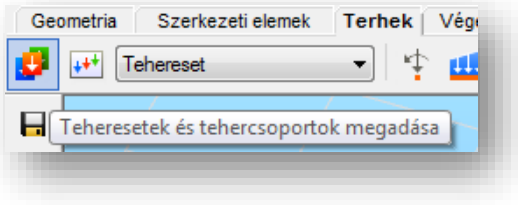
A teherfelvétel az egyik legfontosabb fázisa a szerkezetek modellezésének. Ellentétben a szerkezet modellezésével, a terhek felvételét a szabványok részletesen meghatározzák, mivel a terhek helyes felvételének döntő szerepe van a szerkezet valósághű viselkedésének elemzését lehetővé tevő számítási modell előállításakor. A *ConSteel*-ban számos funkció segíti a mérnököt. A szerkezeti elemek kezeléséhez hasonlóan, a szabványok által kezelt és meghatározott teher típusok alkalmazhatóak. Az alkalmazott terheket a program automatikusan átalakítja véges elemeken ható terhekre a számítási modell részére. A terhek modellezéséhez kapcsolódó funkciók a ***TERHEK*** fülön találhatóak.



6.2 TEHERESETEK ÉS TEHERCSOPORTOK

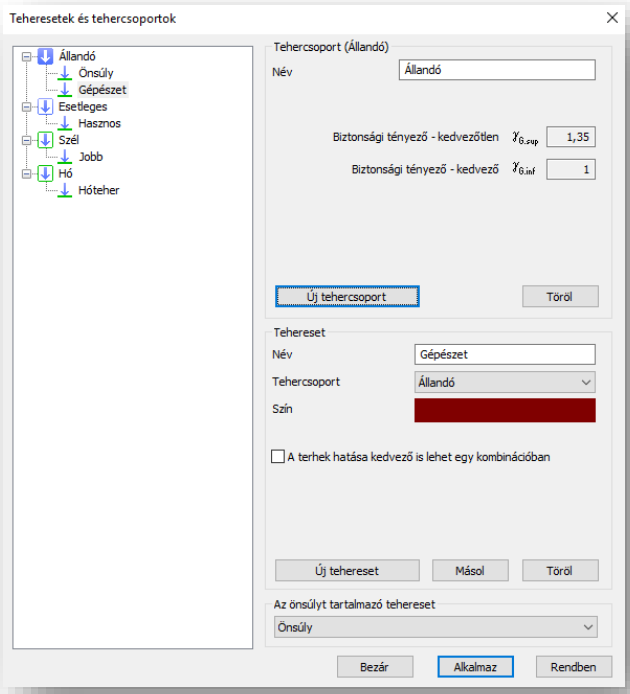
Teherelhelyezés előtt létre kell hozni a tehereseteket és tehercsoportokat a ***TERHEK*** fülön található ***TEHERESETEK ÉS TEHERCSOPORTOK MEGADÁSA*** ( ) funkció segítségével. Alapesetben egy tehercsoport és egy tehereset az új modell megnyitásakor létrehozásra került.

Egy tehercsoport több teheresetet tartalmazhat. Az automatikus teherkombinációk automatikus generálásához megfelelően létrehozott tehercsoportok szükségesek!

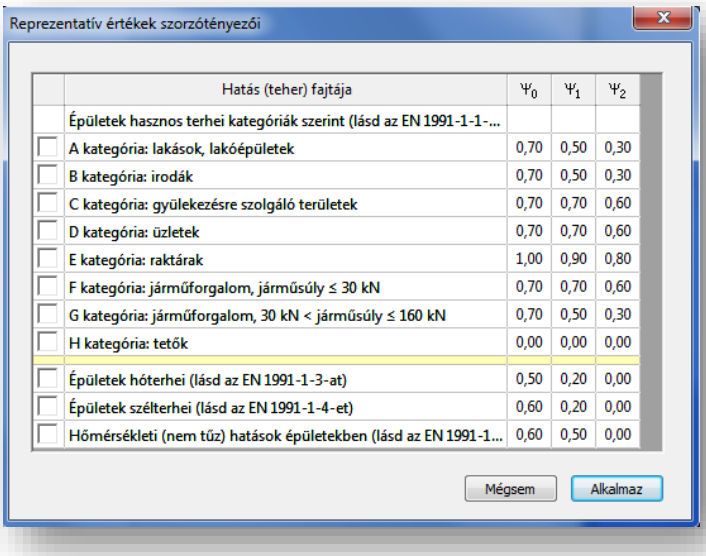


9 különböző tehercsoport található a *ConSteel*-ban: Állandó, Esetleges, Meteorológiai, Szél, Hó, Daru, Rendkívüli, Rendkívüli hó és Szeizmikus.

Az ***ÚJ*** gomb megnyomásával láthatóvá válnak a szabványos tehercsoportok. A tehercsoport kiválasztásával létrehozható az új csoport.



Minden tehercsoporthoz meg kell adni a biztonsági és kombinációs tényezőket. A kombinációs tényezők megadása történhet kézzel vagy a megfelelő eset kiválasztásával a ***TÉNYEZŐK SZABVÁNYOS ÉRTÉKEI*** gomb megnyomásával megjelenő dialógon. A dialógon az EuroCode, Spanyol EAE és Olasz szabványok által meghatározott tipikus esetek közül választhatunk. A tényezők értékei függnek a kiválasztott EuroCode nemzeti melléklettől.



A szerkezet önsúlya hozzá rendelhető egy kiválasztott teheresethez, ha szükséges. A hozzárendeléshez a ***Teheresetek és tehercsoportok*** dialóg alsó részén lévő legördülő menüből lehet kiválasztani az egyik már felvételre került teheresetet.

6.3 Teherkombináció

A kiválasztott tervezési szabványnak megfelelően a teherkombinációk a teheresetekből állíthatóak elő. A teherkombinációk ( ) létrehozhatók manuálisan, a biztonsági és kombinációs tényezők teheresetenkénti megadásával, vagy a *ConSteel* ***Teherkombinációk automatikus létrehozása*** ( ) funkciójának segítségével.

Kijelölt cellák értékei egyidejűleg is megadhatóak jobb egér gombbal való kattintással.

Cella tartalmak másolhatóak és beszúrhatóak. A táblázatban ki kell jelölni a másolandó cellákat és meg kell nyomni a ***Ctrl+C*** billentyűkombinációkat. Beszúráshoz ki kell jelölni a beszúrás helyet (több cella másolása esetén a bal felső cellát) és meg kell nyomni a ***Ctrl+V*** billentyűkombinációkat. Cellatartalom bemásolható MS Excel és más táblázatkezelő szoftverekből is a ***Ctrl+C*** és ***Ctrl+V*** billentyűkombinációk segítségével.

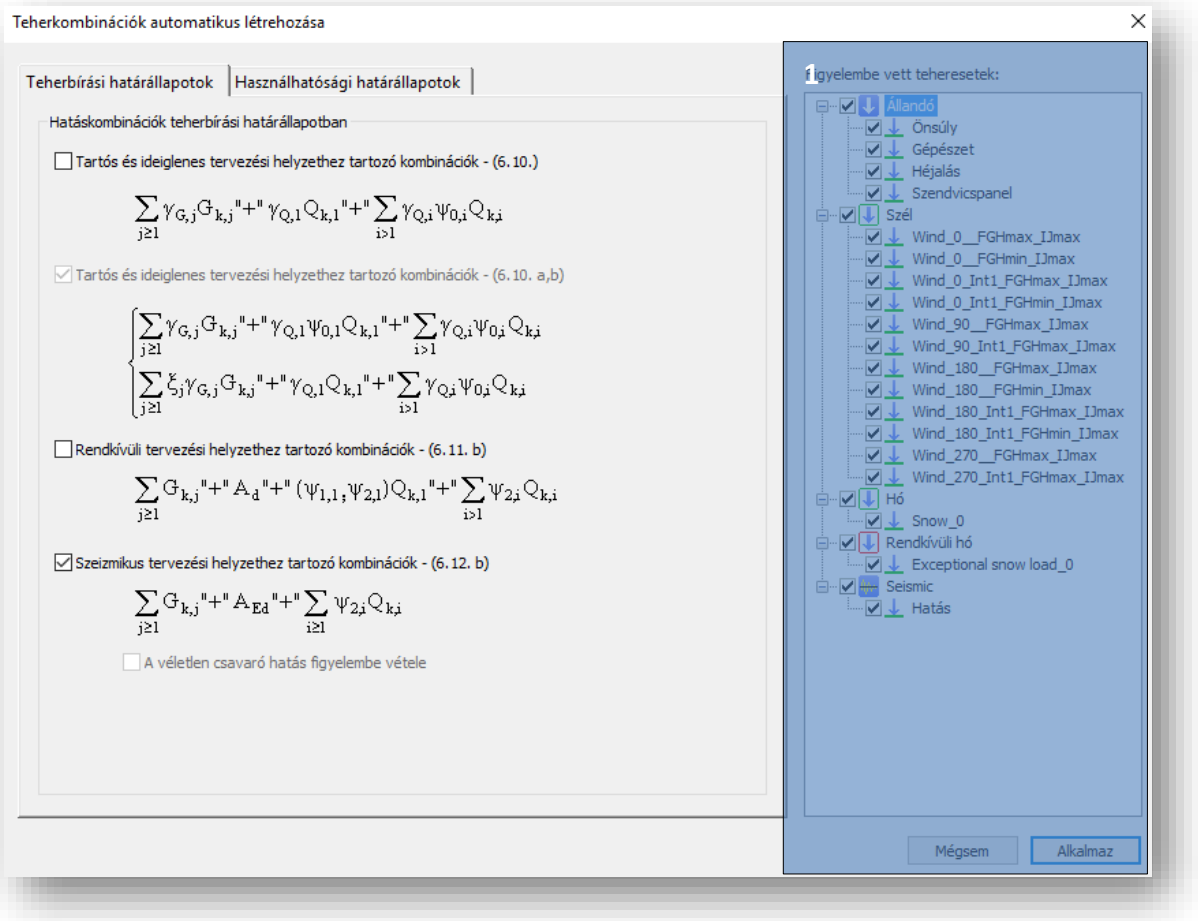
Teherkombinációk

Név	Határállapot	Önsúly	Gépészet	Héjalás	Szendvi...	Wind_0...	Wind_0...	Wind_0...	Wind_0...	Wind_9...	Wind_9...	Wind_1...	Wind_1...	Wind_1...	Wind_1...	Wind_2...	Wind_2...	Snow_0	Excepti...	Hó
		Komb. t.	Komb. t.	Komb. t.	Komb. t.	Komb. t.	Komb. t.	Komb. t.	Komb. t.	Komb. t.	Komb. t.	Komb. t.	Komb. t.	Komb. t.	Komb. t.	Komb. t.	Komb. t.	Komb. t.	Komb. t.	Komb. t.
Load combination-1	(ULS) Teherbírás	1,35	1,35	1,35	1,35	0,9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Load combination-2	(ULS) Teherbírás	1,35	1,35	1,35	1,35	0,9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,75	0	1,05
Load combination-3	(ULS) Teherbírás	1,35	1,35	1,35	1,35	0	0,9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Load combination-4	(ULS) Teherbírás	1,35	1,35	1,35	1,35	0	0,9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,75	0	1,05
Load combination-5	(ULS) Teherbírás	1,35	1,35	1,35	1,35	0	0	0,9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Load combination-6	(ULS) Teherbírás	1,35	1,35	1,35	1,35	0	0	0,9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,75	0	1,05
Load combination-7	(ULS) Teherbírás	1,35	1,35	1,35	1,35	0	0	0	0,9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Load combination-8	(ULS) Teherbírás	1,35	1,35	1,35	1,35	0	0	0	0,9	0	0	0	0	0	0	0	0	0,75	0	1,05
Load combination-9	(ULS) Teherbírás	1,35	1,35	1,35	1,35	0	0	0	0	0,9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Load combination-10	(ULS) Teherbírás	1,35	1,35	1,35	1,35	0	0	0	0	0,9	0	0	0	0	0	0	0	0,75	0	1,05
Load combination-11	(ULS) Teherbírás	1,35	1,35	1,35	1,35	0	0	0	0	0	0,9	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Load combination-12	(ULS) Teherbírás	1,35	1,35	1,35	1,35	0	0	0	0	0	0,9	0	0	0	0	0	0	0,75	0	1,05
Load combination-13	(ULS) Teherbírás	1,35	1,35	1,35	1,35	0	0	0	0	0	0	0,9	0	0	0	0	0	0	0	0
Load combination-14	(ULS) Teherbírás	1,35	1,35	1,35	1,35	0	0	0	0	0	0	0,9	0	0	0	0	0	0,75	0	1,05
Load combination-15	(ULS) Teherbírás	1,35	1,35	1,35	1,35	1,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Load combination-16	(ULS) Teherbírás	1,35	1,35	1,35	1,35	0	1,50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,75	0	1,05

A sárga színű sorok az automatikusan generált kombinációkat jelöli, míg a fehér színű sorok a manuálisan létrehozottakat.

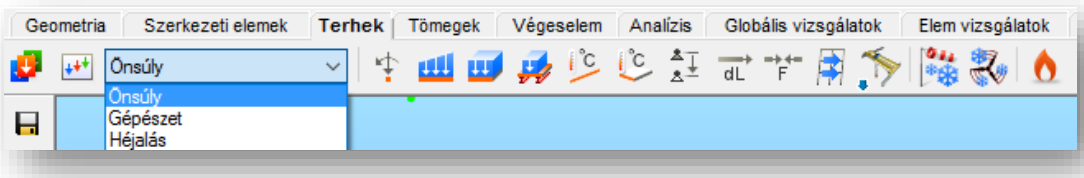
Az automatikus generálás esetenként nagyszámú teherkombinációt eredményez, és ez jelentősen növelheti a számítási időt. Ezért a teherkombinációk számát érdemes minimalizálni.
Teherkombinációk automatikus létrehozása dialógon lehetőség van a nem releváns teheresetek kihagyására a teherkombináció generálás folyamatából. Ez a dialóg jobb oldalán elhelyezett fa rendszerben szereplő teheresetek előtt lévő jelölőnégyzet kikapcsolásával érhető el: (#1).

A legenerált teherkombinációk számának csökkentése a szükségtelen kombinációk törlésével végezhető el. Ehhez ki kell jelölni a törlendő kombinációk sorait (a ***SHIFT*** vagy ***CTRL*** billentyűk lenyomása mellett több sor is kijelölhető), majd a ***TEHERKOMBINÁCIÓ TÖRLÉSE*** gombra kattintva törlődnek a kijelölt kombinációk. Nagyon fontos, hogy a teherkombinációkhoz a megfelelő határállapot típus kerüljön beállításra, mert a szabványos tervezés csak a Teherbírási (*ULS*), a használhatósági vizsgálat pedig csak a Használhatósági (*SLS*) teherkombinációkra fognak elvégződni.



6.4 TEHERTÍPUSOK

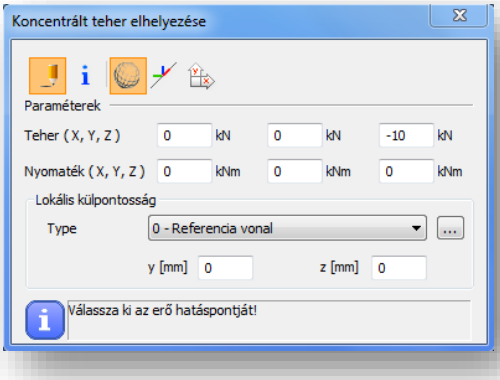
A terhek modellezése a ***TERHEK*** fülön elhelyezett funkciókkal történik. Minden elhelyezésre kerülő teher a legördülő menüből kiválasztott teheresethez fog tartozni.



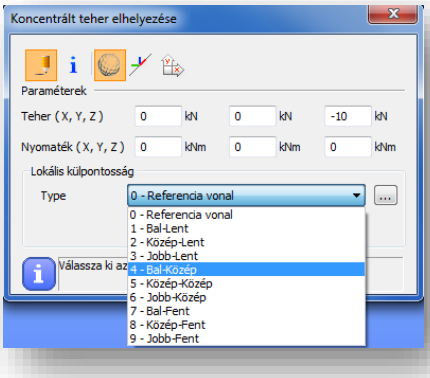
6.4.1 KONCENTRÁLT TEHER ( )

Koncentrált teher vonal és felület elemen bárhol elhelyezhető (előre definiált pontokra nincs szükség; végpontok és fogópontok egyaránt használhatóak a terhek elhelyezésére).

Koncentrált teher elhelyezhető **Globális** ( ), **Lokális** ( ) vagy **Felhasználói** ( ) koordinátarendszerek szerint.



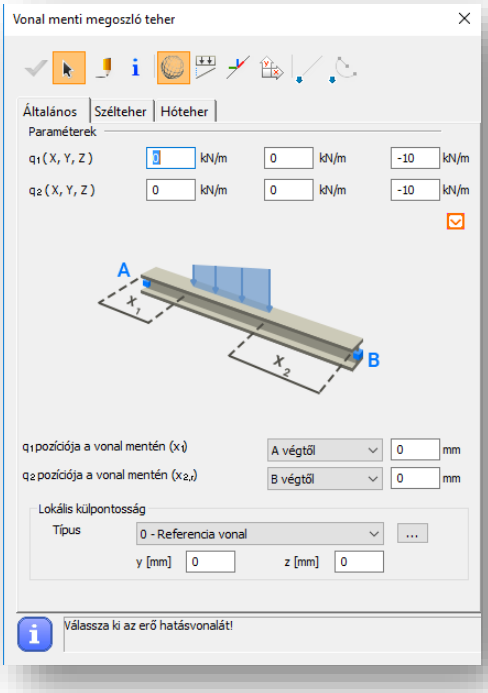
A koncentrált teher esetében is alkalmazható külpontosság. A kiválasztott koordináta rendszer és az alkalmazott külpontosság hatása megegyezik a pontszerű támaszoknál bemutatottakkal (lásd 5.9.1 fejezet).



6.4.2 Vonalmenti megoszló teher ( )

Vonalmenti megoszló teher elhelyezhető egy meglévő vonalra (vonal elemen vagy felületi elem élén) vagy vonal rajzolásával (például egy felület elemen).

Vonalmenti megoszló teher elhelyezhető **Globális** ( ), **Lokális** ( ), **Felhasználói** ( ) vagy **Globális vetületi rendszer** ( ) koordinátarendszerek szerint.

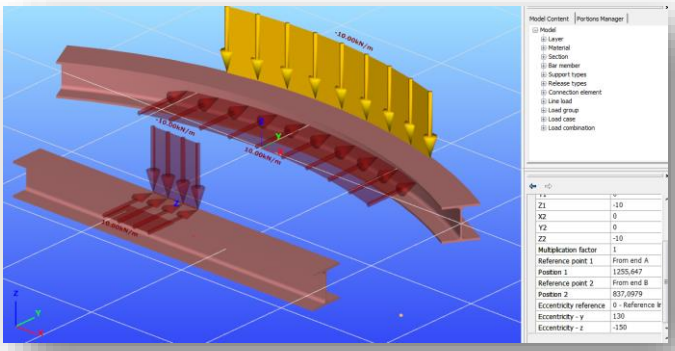


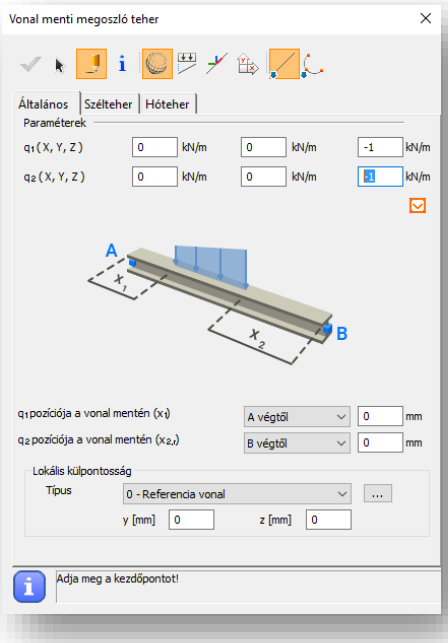
Vonalmenti teher elhelyezhető a kiválasztás funkció ( ) segítségével, a szerkezeti elemre kattintva, illetve egyidejűleg több rúdelemre is. Ehhez a ***VONALMENTI MEGOSZLÓ TEHER*** dialóg megnyitása előtt ki kell választani az elemeket, majd a ***TERHEK ELHELYEZÉSE*** ( ) gombra kattintva elhelyezésre kerülnek a megadott terhek.

Az objektumok nem teljes hossza mentén ható vonalmenti terhek felvételnek két módja van:

Részleges vonalmenti teher két módszerrel is elhelyezhető:

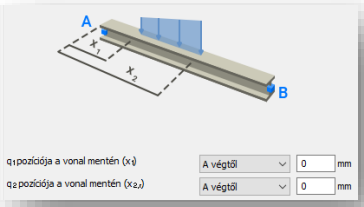
Az első lehetőség a rajzolás funkció. A rajzolás ( ) ikonra kattintva a szerkezeti elemen megadható a vonalmenti teher kezdő és végpontja. A funkció használható egyenes és íves rudak esetén is a megfelelő rajzolási funkció kiválasztásával ( ).

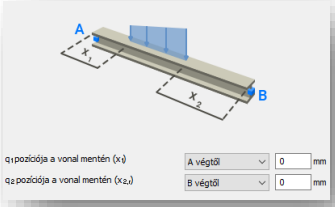


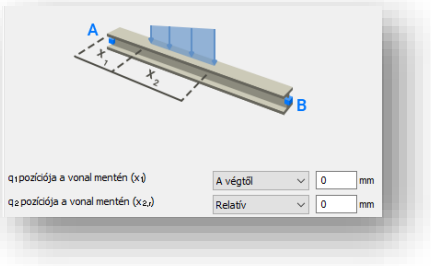


A második lehetőség, a vonalmenti teher kezdő- és végpontja közti távolságának megadása a rúdelem végpontjaitól. A q_1, q_2 pozíciója beállítási lehetőség használatával a részleges vonalmenti teher 6 féle képen adható meg teljesen analóg módon a nyírási mezőnél megismertekkel.

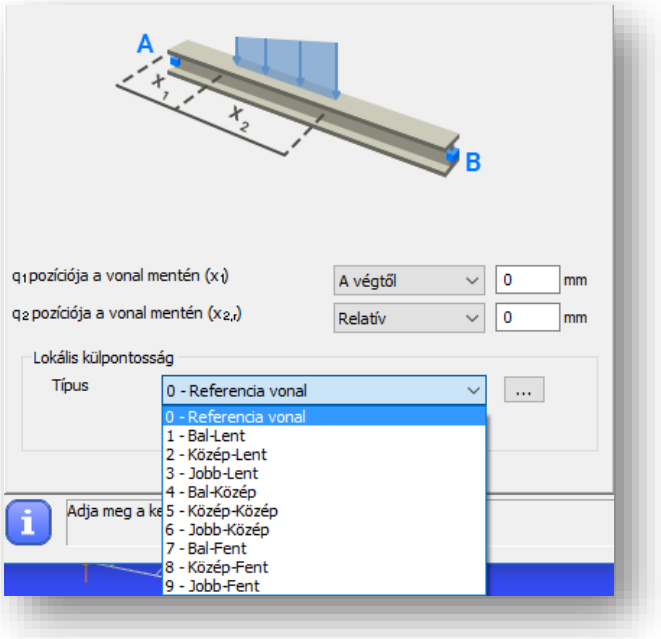
Például a q_1 pozíciója megadható a rúd A és a B végétől is 3-3 féle képen:







A vonalmenti teher esetében is alkalmazható külpontosság. A kiválasztott koordináta rendszer és az alkalmazott külpontosság hatása megegyezik a pontszerű támasznál bemutatottakkal (lásd 5.9.1 fejezet).



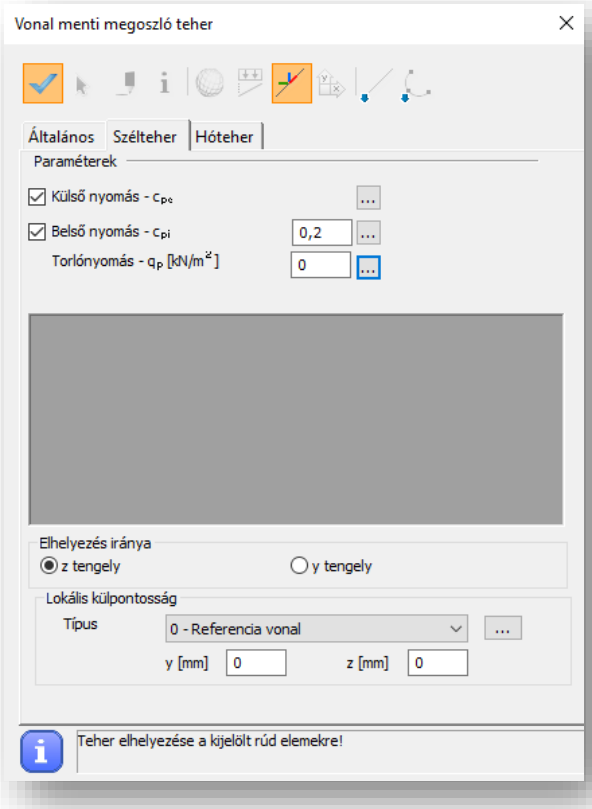
Egy előzőleg már elhelyezett teher tulajdonságai beolvashatóak a tulajdonságok funkció (i) kiválasztása után, a beolvasandó teherre kattintva.

6.4.2.1 Vonalmenti szélteher

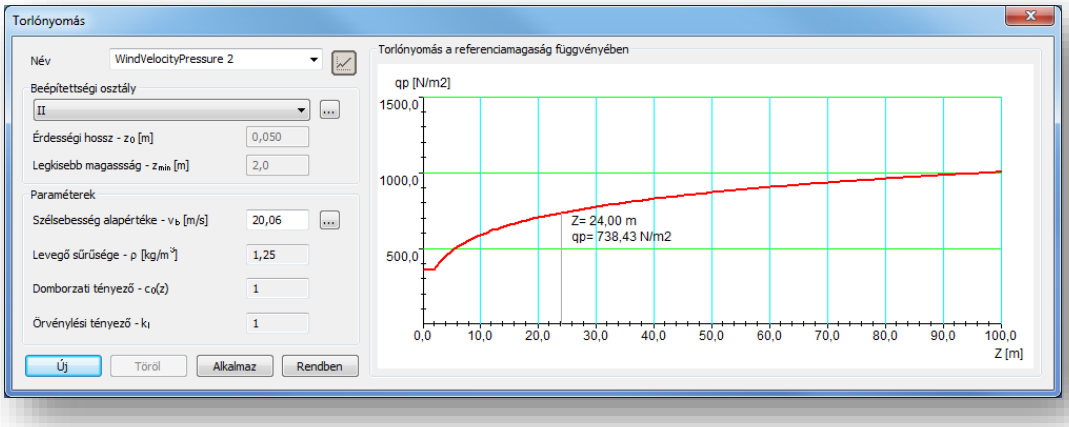
Vonalmenti szélteher funkció, egy hatékony eszköz, amivel egyszerűen helyezhető el szélteher rúdelemeken. Szélteher egyszerűen felvehető az alapadatok megadásával. A hárompontos ikonok segítségével könnyen meghatározhatóak a szükséges paraméterek.

A ***Vonalmenti megoszló teher elhelyezése*** funkció kiválasztása előtt, első lépésként ki kell választani azt a szerkezeti elemet, elemeket, amelyre a szélterhet szeretnénk elhelyezni.

A vonalmenti szélteherhez kapcsolódó funkciók a ***VONALMENTI MEGOSZLÓ TEHER*** dialóg ***SZÉLTEHER*** fülén találhatóak.

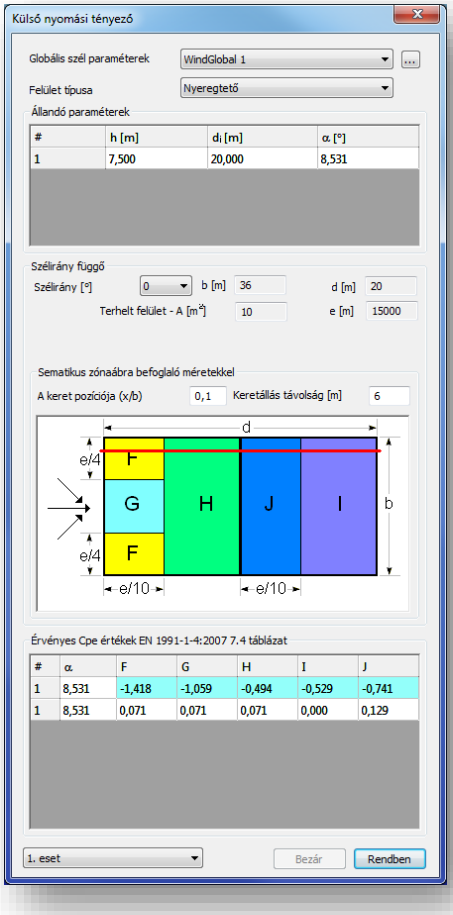


Első lépésként a *Torlónyomás* értékét kell megadni, vagy a három pontos ikonra (...) kattintva egy előzőleg létrehozott torlónyomás függvény is kiválasztható a legördülő menü segítségével, vagy a legördülő menü mellett található hárompontos ikonra (...) kattintva új torlónyomás függvény is létrehozható. A kiválasztott torlónyomás függvény felhasználásával kerül meghatározásra a megfelelő torlónyomás érték.

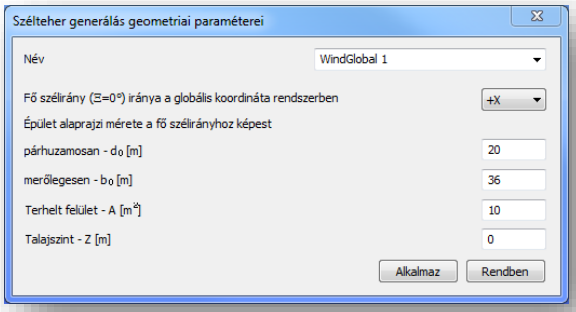


A jelölő négyzet bekapcsolásával a *Belső nyomás* is figyelembe vehető. A belső nyomási tényező (c_{pi}) megadható kézzel, vagy használható a Belső nyomás számítása funkció is, a három pontos ikonra kattintva (...).

Külső nyomás a hárompontos ikonra (...) kattintva adható meg.



A *Belső nyomási tényezők* számításához meg kell adni a teljes épület méreteit. Az épült méretei a *Globális szél paraméterek* dialógon adhatóak meg.



Az épület méretei mellett ezen a dialógon adható meg a fő szélirány iránya is, illetve itt adható meg a talajszint is, ha a modell legalsó pontja a valóságban nem a talaj szintjén lesz.

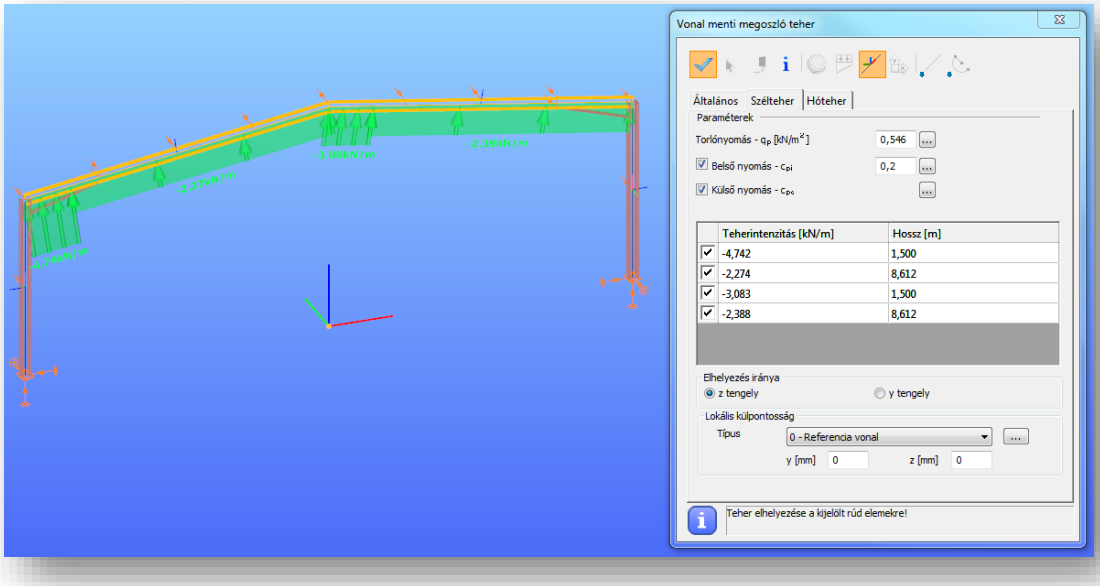
Következő lépésként ki kell választani valamelyik szabványos *Felület típust* (fal, lapostető, nyeregtető stb.). A felület kiválasztása után a szükséges paraméterek betöltődnek a kiválasztott elem(ek)ről és az aktuális c_{pe} értékek meghatározásra kerülnek.

A vonalmenti szélteher meghatározáshoz meg kell adni a keret épületen belüli elhelyezkedését *A keret pozíciója* megadásával, illetve a *Keretállás távolságot*.

Utolsó lépésként, ha szükséges ki kell választani a megfelelő vonalmenti szélteher esetet a ***KÜLSŐ NYOMÁSI TÉNYEZŐ*** dialóg alján található legördülő menüből.

Az ***RENDBEN*** gomb megnyomásával létrejönnek a vonalmenti szélterhek.

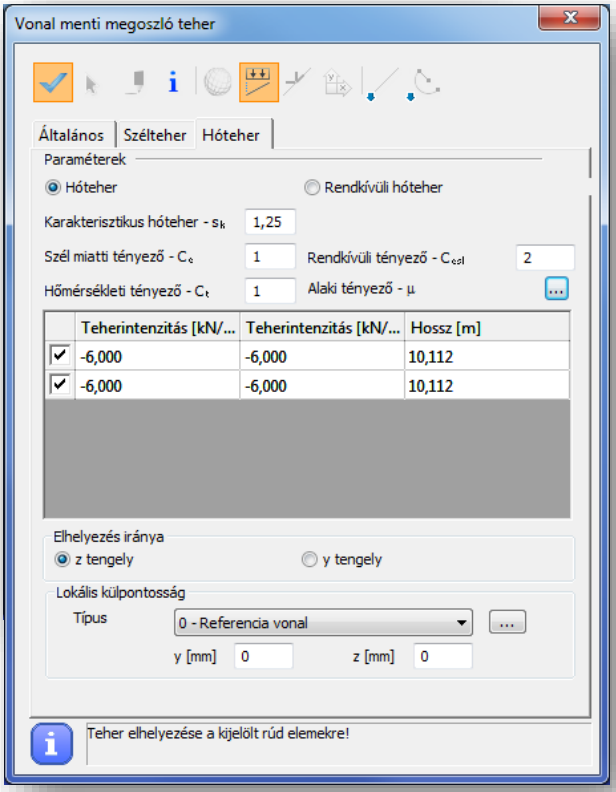
A ***VONALMENTI MEGOSZLÓ TEHER*** dialógon található ***TERHEK ELHELYEZÉSE*** ( ) gomb megnyomásával a vonalmenti szélterhek elhelyezésre kerülnek az előzőleg kiválasztott szerkezeti elem(ek)re.



A MEGFELELŐ VONALMENTI SZÉLTEHER ELHELYEZÉSHEZ A HASZNÁLT LOKÁLIS KOORDINÁTA TENGELYEKNEK (Z TENGELY VAGY Y TENGELY) KIFELE KELL MUTATNIUK AZ ÉPÜLETBŐL.

6.4.2.2 VONALMENTI HÓTEHER

Vonalmenti hóteher funkció, egy hatékony eszköz, amivel egyszerűen helyezhető el hóteher rúdelemeken. Hóteher egyszerűen felvehető az alapadatok megadásával.

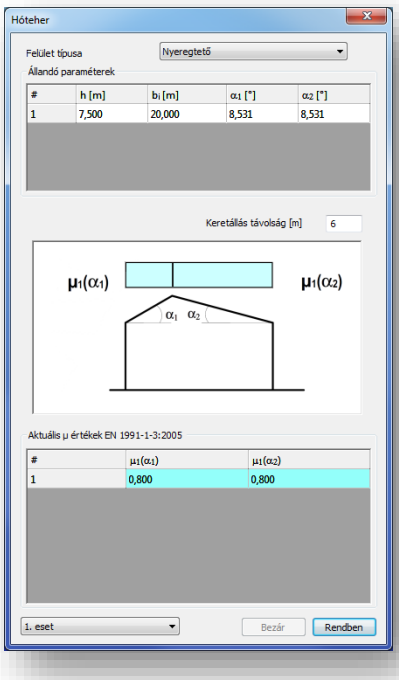


A ***VONALMENTI MEGOSZLÓ TEHER ELHELYEZÉSE*** funkció kiválasztása előtt, első lépésként ki kell választani azt a szerkezeti elemet, elemeket, amelyre a hóterhet szeretnénk elhelyezni.

A vonalmenti hóteherhez kapcsolódó funkciók a ***VONALMENTI MEGOSZLÓ TEHER*** dialóg ***HÓTEHER*** fülén találhatóak.

A hóteher paraméterek automatikusan betöltődnek az előzőleg kiválasztott EuroCode nemzeti mellékeltből, de az összes paraméter módosítható.

Első lépésként az *Alaki tényezőt* kell beállítani a hárompontos ikonra kattintva (...).



Az alaki tényező meghatározásához a legördülő menüből ki kell választani a *Felület típusát* (lapos tető, nyeregtető stb.) A felület kiválasztása után a szükséges paraméterek betöltődnek a kiválasztott elem(ek)ről és az aktuális alaki tényező meghatározásra kerül.

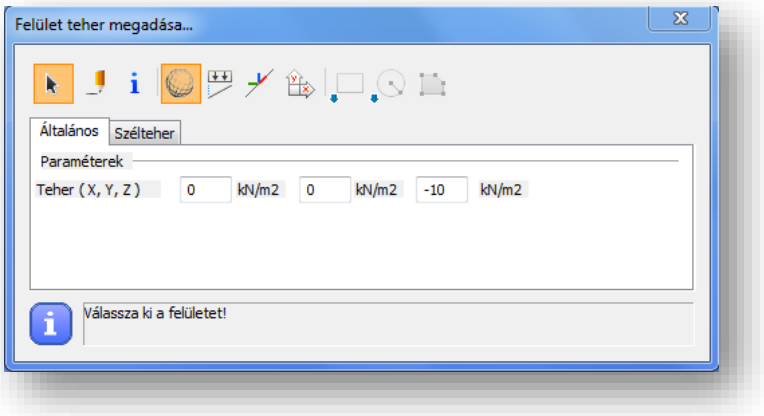
Utolsó lépésként, ha szükséges ki kell választani a megfelelő vonalmenti hóteher esetet a ***HÓTEHER*** dialóg alján található legördülő menüből.

Az ***RENDBEN*** gomb megnyomásával létrejönnek a vonalmenti hóterhek.

A ***VONALMENTI MEGOSZLÓ TEHER*** dialógon található ***TERHEK ELHELYEZÉSE*** ( ) gomb megnyomásával a vonalmenti hóterhek elhelyezésre kerülnek az előzőleg kiválasztott szerkezeti elem(ek)re.

6.4.3 FELÜLETI TEHER ( )

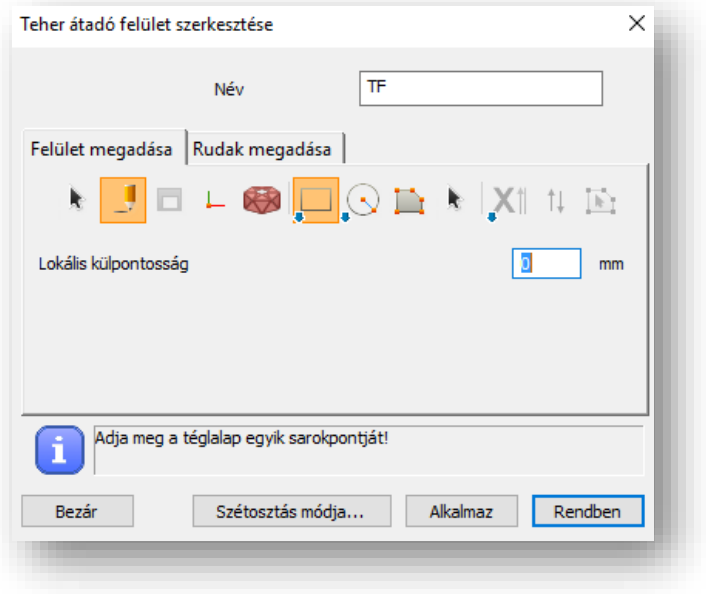
Felületi teher a pontbeli és a vonalmenti terhek megadásával egyezik meg. Felületi nyomaték nem hozható létre.



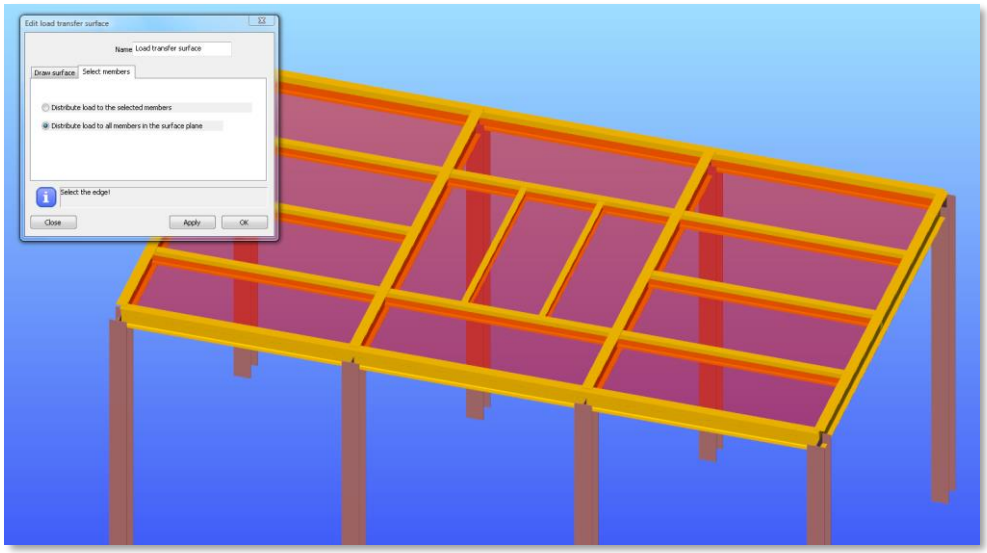
6.4.4 TEHERÁTADÓ FELÜLET ( )

Teherátadó felület egy speciális felület, ami a rajta elhelyezett felületi terheket osztja szét rudakra vonalmenti terhekként. Azokban az esetekben ahol felületi terhet kell szétosztani rudakra, mint például hasznos teher vagy hóteher igen hatékonyan használható ez a funkció.

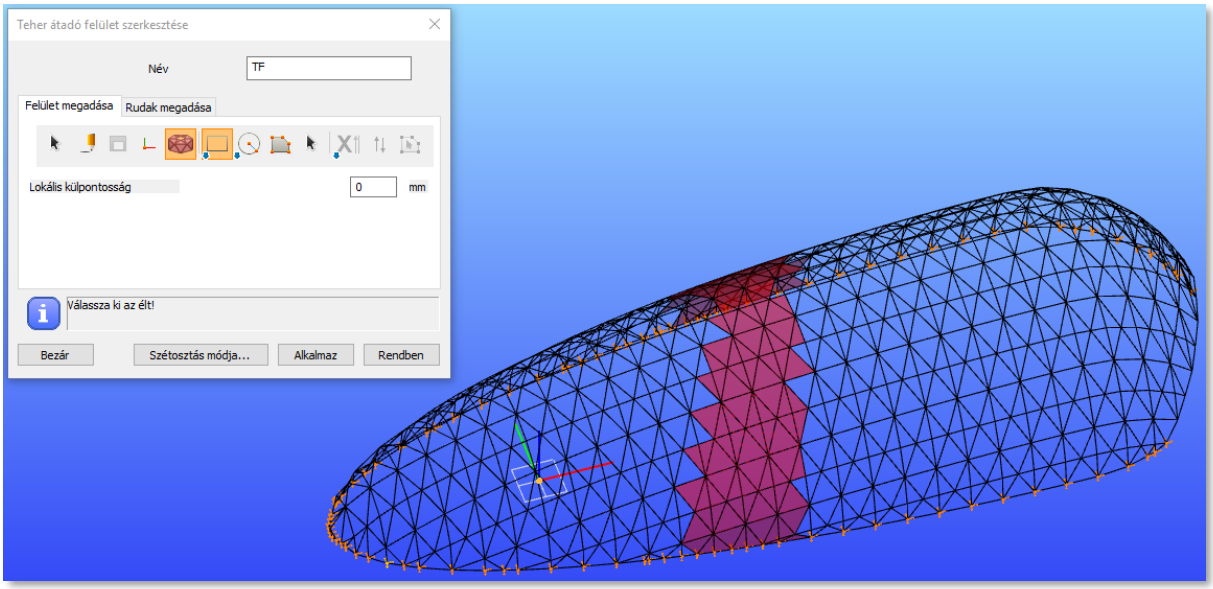
A ***TERHEK*** fülön található ***TEHER ÁTADÓ FELÜLET*** ( ) ikonra kattintva az alábbi ablak jelenik meg:



Teherátadó felület rajzolási funkciói megegyeznek a síkidomok rajzolási funkcióival (téglalap, döntött téglalap, kör és zárt poligon rajzolása). A felület megrajzolása után megadható, hogy mely rudakra ossza szét a felület a felületi terhet. A felületi teher szétosztható az összes elemre, ami a teherátadó felület síkjában fekszik, illetve szétosztható a csak a kijelölt elemekre. Második eset választása esetén a megfelelő elemek kijelölésre kerülnek.



Lehetőség van ***TEHERÁTADÓ FELÜLETEK CSOPORTOS ELHELYEZÉSE***-re az alábbi ( ) ikonra kattintva. Ekkor nem kell egyenként síkidom rajzolási funkcióval definiálni a felületeket. A kattintás után ki kell választani a megszokott ablakos kijelöléssel (balról jobbra vagy jobbról balra) mely rudakra akar teherátadó felületet definiálni. Fontos megjegyezni, hogy az egyedi teherátadó felületeket csak egy síkban lévő rúdelemek esetén lehet létrehozni (például 3 rúdelem által meghatározott háromszög).

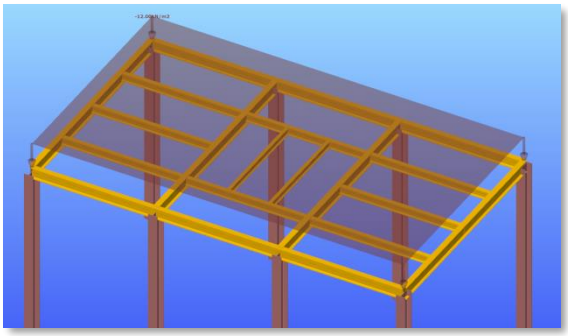


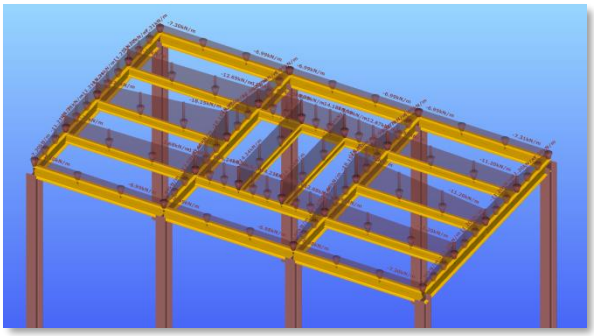
A funkció nagy számítási igénye miatt egyszerre maximum 200 rúdelem kijelölése lehetséges (több rúdelem kijelölése esetén nem kerülnek létrehozásra a teherátadó felületek).

Terhelendő rudak kiválasztásához vagy a kiválasztásból való kivételhez a rudakat a SHIFT billentyű lenyomása mellet kell kiválasztani a bal egérgombbal. A terhelendő rudak kiválasztása és az ***OK*** gomb megnyomása után a felület létrehozásra kerül.

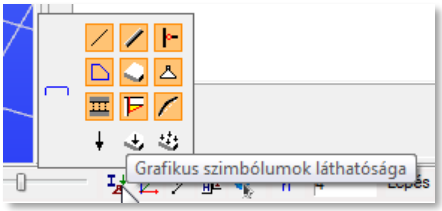
Felületi teher a teherátadó felületen a 6.4.3 fejezetben leírtak szerint helyezhető el.

Teherátadó felületre elhelyezett terheknek két megjelenítési opciója van: felületi teher nézet és a szétosztott felületi teher nézet.



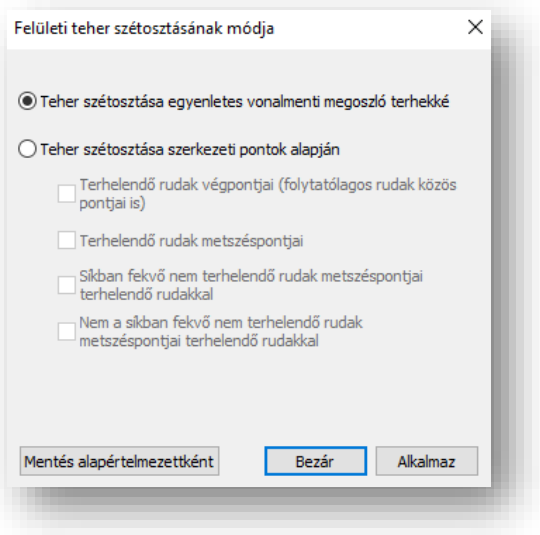


A nézetek között a grafikus szimbólumok láthatósága opció ***SZÉTOSZTOTT FELÜLETI TEHER*** gombjával lehet váltani.

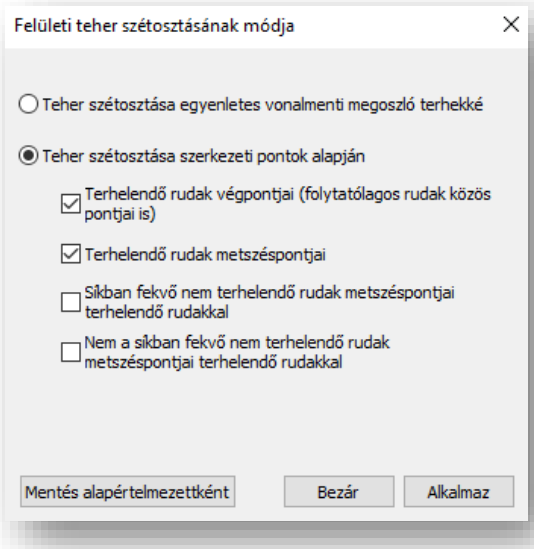


Felületi teher szétosztása két módszer szerint történhet:

1. Felületi teher szétosztása egyenletes vonalmenti teherré módszer az alábbiak figyelembevételével osztja szét a terhet:
   - a vonalmenti terhek eredője megegyezik az eredeti felületi teher eredőjével
   - a vonalmenti terhek állandóak az összes terhelt rúdelemen



2. Felületi teher szétosztása szerkezeti pontok alapján módszer az alábbiak szerint osztja szét a terhet:
   (1) első lépésként a felületi teher a kiválasztott szerkezeti pontokba kerül koncentrálásra a Delaunay háromszögelési módszer használatával
   (2) következő lépésként a koncentrált terhek vonalmenti terhekké alakítása a kiválasztott elemekre a következő eljárások alapján:
      - a vonalmenti terhek eredője megegyezik az eredeti felületi teher eredőjével
      - a vonalmenti terhek lineárisan változóak az összes terhelt rúdelemen
      - a kiválasztott elemek metszéspontjaiban a vonalmenti terhek végein a teherintenzitás megegyezőek

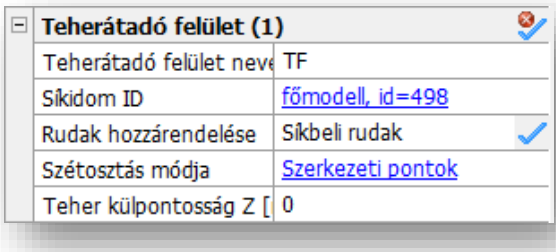


A teherátadó felület működés módja a következő:

Első lépésként létre kell hozni a teherátadó felületet, majd ki kell választani a terhelendő elemeket. A terhelendő elemek kiválaszthatóak egyénileg vagy az alap beállítást változatlanul hagyva a szétosztás megtörténik az összes elemre ami a teherátadó felület síkjában fekszik. Következő lépésként a felületi terhet kell elhelyezni a teherátadó felületen, ahol szükséges.

6.4.4.1 Teherátadó felület módosítása

A teherátadó felületek kijelölésével a beállítási paraméterek az Objektum tulajdonságok ablakban megváltoztathatóak. A szétosztás módja könnyen átállítható síkbeli rudakról kijelölt rudakra. A kék pipa megnyomásával kiemelésre kerülnek a teherátadó felülethez hozzárendelt rudak.

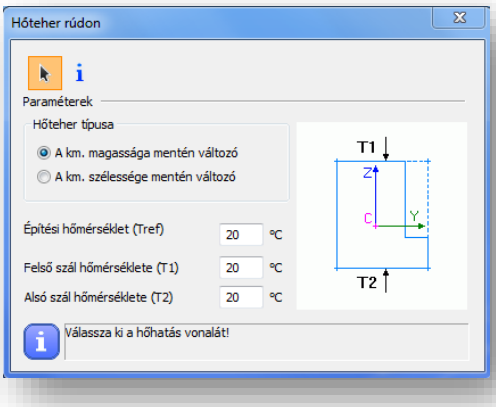


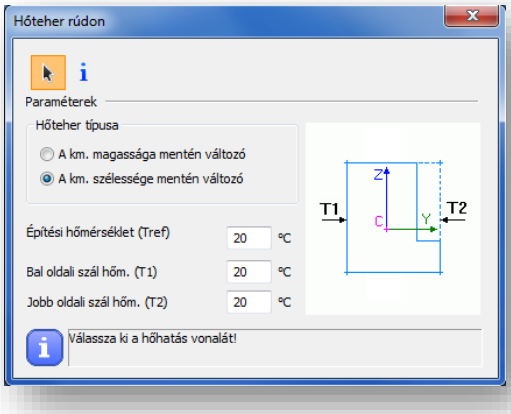
Ha hozzárendelésnél a kijelölt rudak van kiválasztva, akkor a fekete nyíl megnyomásával megtekinthetjük és módosíthatjuk (hozzáadhatunk és kivonhatunk) a hozzárendelt rudakat.

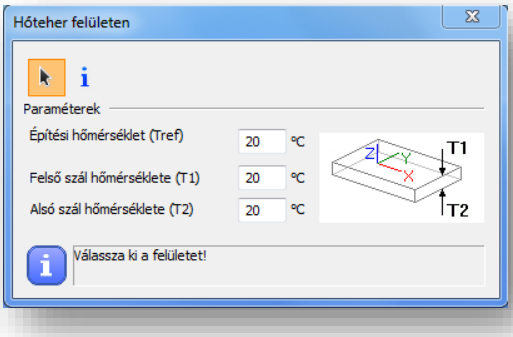
6.4.5 Hőteher ( )

Hőteher definiálható rudakon ( ) és felületek ( ) egyaránt.

Első lépésként ki kell választani a hőteher típusát: a keresztmetszet magassága vagy a szélessége mentén változó hőteher. A típus kiválasztása után meg kell adni a hőmérsékleti paramétereket: építési hőmérséklet (referencia), valamint az alsó és a felső szál hőmérsékletét. A paraméterek megadása után, a hőteher elhelyezhető a rudakon vagy a felületeken, mint egy hagyományos teher.

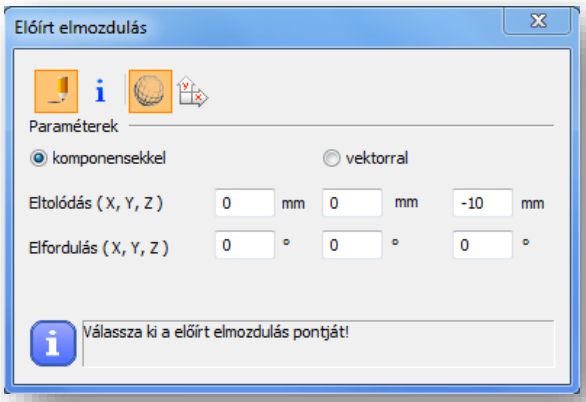






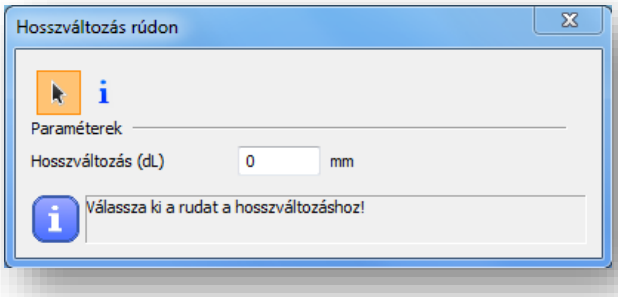
6.4.6 Előírt elmozdulás ( )

Pont támaszokra megadható előírt elmozdulás, ami elhelyezhető a **Globális** ( ), vagy **Felhasználói** ( ) koordinátarendszerek szerint. Az elmozdulás megadható komponensekkel vagy vektorosan.

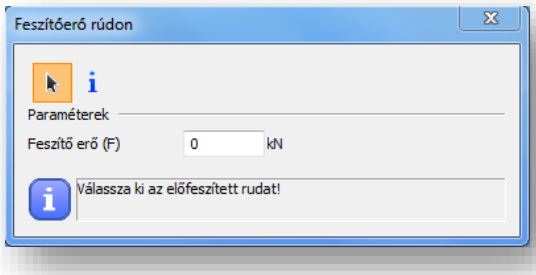


6.4.7 Hosszváltozás (dL), feszítőerő (F)

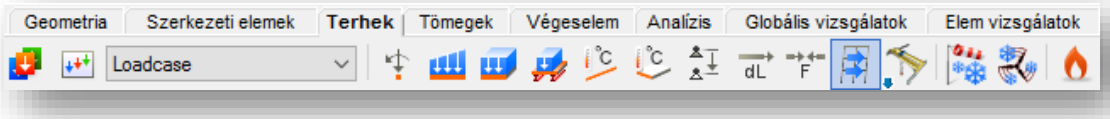
Szerkezeti elem eredeti hálózati hosszának változása megadható és elhelyezhető, mint teher a ***Hosszváltozás*** (dL) funkció segítségével modellezhetjük az előfeszítés hatását.



Rúdelemekre teherként megadható feszítőerő is a ***Feszítőerő*** (F) funkció segítségével.



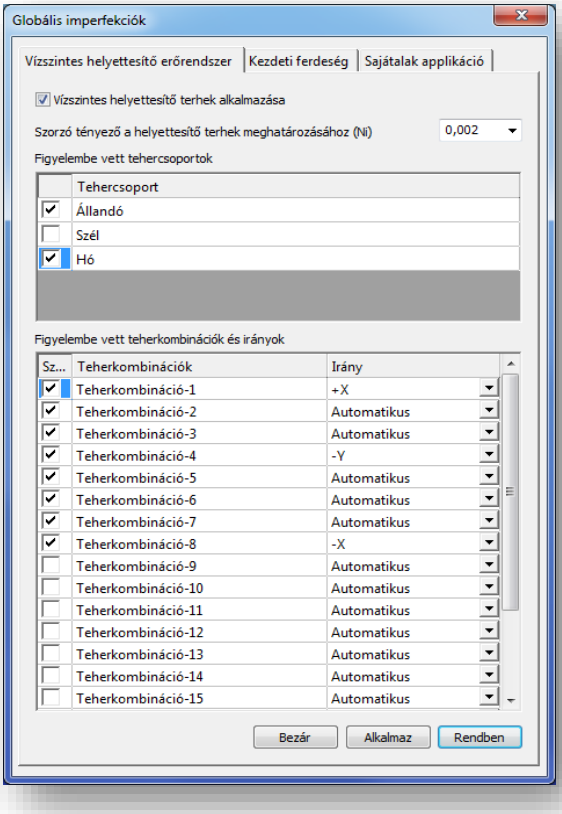
6.5 GLOBÁLIS IMPERFEKCIÓK



Három fajta globális imperfekció alkalmazható a modellen a ***GLOBÁLIS IMPERFEKCIÓK*** ( ) funkció segítségével. Számos globális imperfekció hozható létre, de egyszerre csak egy használható. A használt imperfekció az ***ANALÍZIS*** fül ***ANALÍZIS PARAMÉTEREK*** dialógján választható ki (lásd 8.4 fejezet).

6.5.1 VÍZSZINTES HELYETTESÍTŐ ERŐRENDSZER

Kezdeti ferdeség felvehető vízszintes helyettesítő erőrendszer használatával is.



A kiválasztott tehercsoportok alapján a vízszintes helyettesítő erőrendszer automatikusan előállításra kerül a kiválasztott teherkombinációkban. Az erőrendszer iránya meghatározható automatikusan a *ConSteel* által, vagy megadható minden egyes teherkombináció esetén.

Szorzó tényező a helyettesítő terhek meghatározásához (Ni) kiválasztható a legördülő menüből, vagy megadható kézzel is.

A szorzótényező adja meg, hogy a kiválasztott terhek hány százaléka működjön, mint vízszintes helyettesítő erőrendszer. A tényező értéke 0 és 1 között változhat.

Az ***ALKALMAZ*** vagy a ***RENDBEN*** gomb megnyomásával létrehozható a definiált erőrendszer.

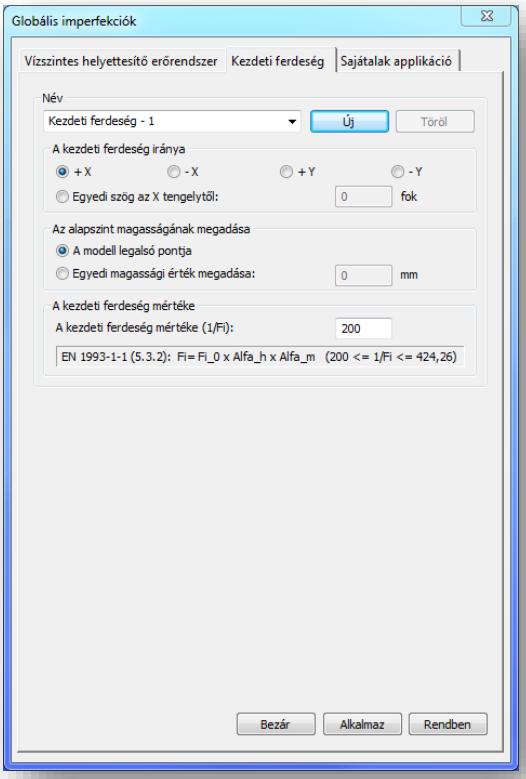
6.5.2 KEZDETI FERDESÉG

Kezdeti ferdeség megadható a teljes modellre.

Az ***ÚJ*** gomb megnyomásával tetszőleges számú kezdeti ferdeség hozható létre. Előzőleg létrehozott kezdeti ferdeség a ***TÖRÖL*** gomb megnyomásával törölhető.

Kezdeti ferdeség létrehozásához meg kell adni a ferdeség irányát, alapszint magasságát és a kezdeti ferdeség mértékét (1/Fi).

Az ***ALKALMAZ*** vagy a ***RENDBEN*** gomb megnyomásával létrehozható a definiált kezdeti ferdeség.



6.5.3 SAJÁTALAK APPLIKÁCIÓ

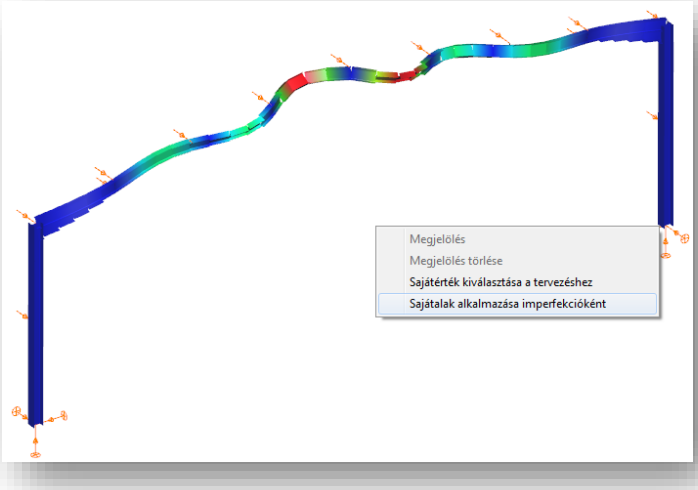
Előzőleg már leszámolt kihajlási alakok is felvehetőek, mint geometriai imperfekció. Egyszerre több kihajlási alakok is egymásra halmozhatóak és alkalmazhatóak, mint egy imperfekció.

6.5.3.1 KIHAJLÁSI SAJÁTALAK ALKALMAZÁSA

Kihajlási sajátalak alkalmazásához előzőleg le kell futtatni a stabilitás számítást.

Az ***ANALÍZIS*** fül Kihajlás eredménynézet bármelyik meghatározott kihajlási alakja alkalmazható imperfekcióként.

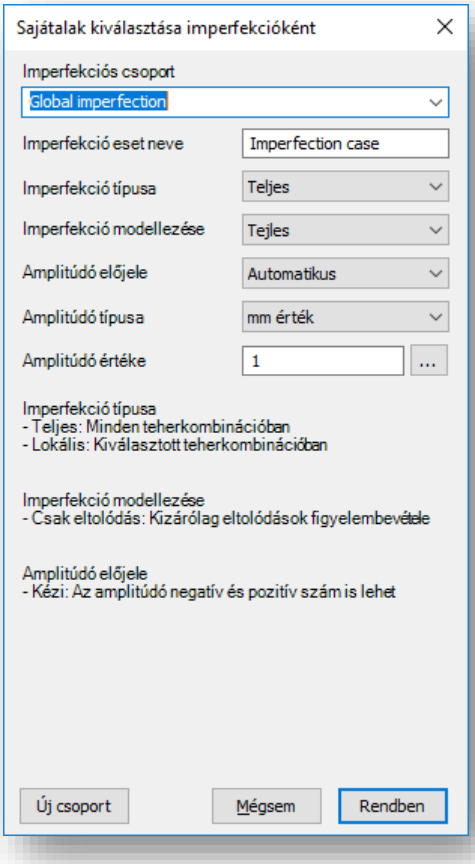
A használni kívánt kihajlási alak kiválasztása után a grafikus felületen jobb egérgombbal kell kattintani, majd a megjelenő menün a *Sajátalak alkalmazása imperfekcióként* menüpontot kell kiválasztatni.



A megjelenő ablakban az alábbi paramétereket lehet megadni:

- *Imperfekciós csoport*: minden kiválasztott sajátalak egy imperfekciós csoportba fog kerülni, ami a legördítő menüből választható ki. Egy csoport tartalmazhat több sajátalakot is. Ebben az esetben a sajátalakok hatása összeadódnak az analízis során. Az ***ÚJ CSOPORT*** gomb segítségével létrehozható új imperfekciós csoport is.
- *Imperfekció eset neve:* egyedi név adható meg az imperfekciós esetnek
- *Imperfekció típusa:*
    - Teljes: imperfekció az össze teherkombinációban használva lesz
    - Lokális: az imperfekció csak abban a teherkombinációban lesz használva, amely a felhasznált kihajlási alakot okozta
- *Imperfekció modellezése:*
    - Teljes: kihajlási alak minden elmozdulási komponense alkalmazásra kerül a modellen (csomóponti eltolódás, elfordulás és öblösödés)
    - Csak eltolódás: csak a csomóponti elmozdulások kerülnek alkalmazásra
- *Amplitúdó előjele:*
    - Automatikus: imperfekció iránya minden egyes teherkombinációban a többi tehernek megfelelően kerül meghatározásra
    - Kézi: az imperfekció iránya a megadott amplitúdó előjelének megfelelően kerül meghatározásra
- *Amplitúdó típusa*:
    - *mm érték*: a kihajlási alak maximális elmozdulásának értéke adható meg mm-ben. A többi elmozdulási érték a megadott értékből kerül meghatározásra arányosítással
    - *szorzófaktor*: a számított elmozdulási értékek a megadott értékkel kerülnek felszorzásra

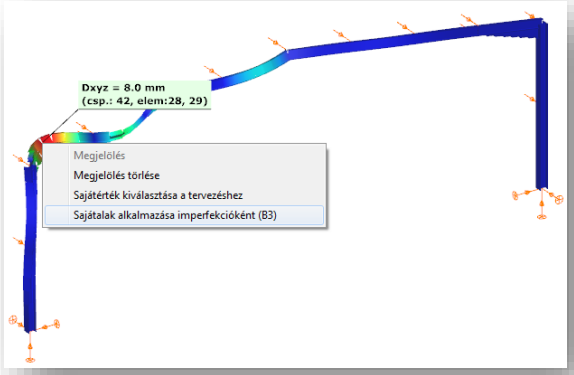
- *Amplitúdó értéke*: az előzőleg kiválasztott amplitúdó típusának értéke adható meg



A ***RENDBEN*** gomb megnyomásával a kiválasztott sajátalak kiválasztásra kerül imperfekcióként.

6.5.3.2 AUTOMATIKUS SAJÁTALAK AMPLITÚDÓ MEGHATÁROZÁS

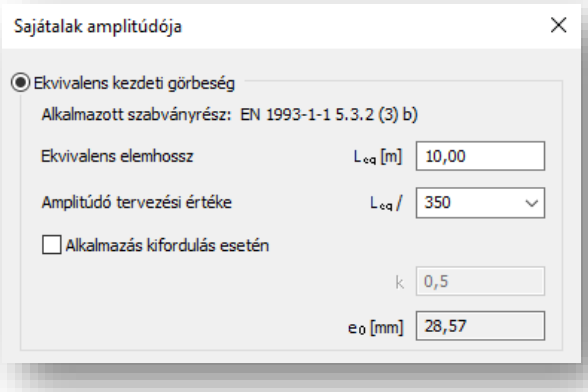
Imperfekció alkalmazása esetén állandó probléma a megfelelő (biztonságos, de egyben gazdaságos megoldást adó) amplitúdó meghatározása. EuroCode EN 1993-1-1 szabványban található néhány korlátozottan használható iránymutatás. Ezen iránymutatások alapján *ConSteel* automatikusan meg tudja határozni az imperfekció amplitúdóját. Mivel ezek az iránymutatások erősen kötődnek a szerkezeti elem paramétereihez (keresztmetszet típusa, alakja, tulajdonságai, kihajlási görbéje stb.), ezért első lépésként ki kell jelölni a referencia elemet, amely alkalmas lehet az amplitúdó meghatározásához.



A kiválasztáshoz a referencia elemre kell kattintani jobb egér gombbal és a megjelenő menüből a *Sajátalak alkalmazása imperfekciókén* menüpontot kell kiválasztani. A funkció neve mögött zárójelben megjelenik a kiválasztott elem neve is. A kiválasztott elemnek dominánsnak kell lennie a kihajlási sajátalakban. Az automatikus amplitúdó meghatározáshoz az *Amplitúdó értéke* mező mellett található három pontos ikonra kell kattintani (...), az előzőekben már bemutatott dialógon.

Amplitúdó meghatározására két lehetőség áll rendelkezésre:

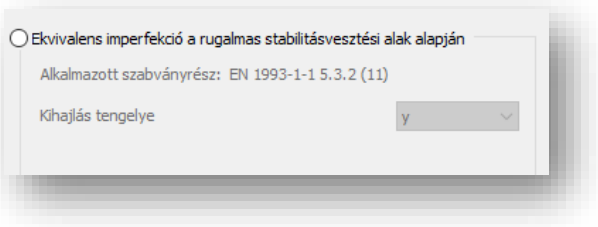
- *Ekvivalens kezdeti görbeség*



Ennek az eljárásnak az EuroCode 1993-1-1 szabvány 5.3.2 (3)b táblázata az alapja, amelyben a kezdeti lokális görbeség tervezési értékei vannak meghatározva, kihajlási görbék szerint. Az amplitúdó meghatározásához meg kell adni az ekvivalens szerkezeti elemhosszt (ami nem feltétlenül egyenlő a szerkezeti elem tényleges hosszával). Ezek után a számított érték megjelenik a dialógon. Kifordulás esetén egy plusz tényezőt (k) is meg kell adni. Fontos megjegyezni, hogy ezek az értékek hivatalosan csak csuklósan megtámasztott, egyenes, állandó keresztmetszetű és egyenletes normálerővel vagy nyomatékkal terhelt szerkezeti elemre igaz. Más esetben a felhasználónak kell

figyelembe vennie a kezdeti görbeség meghatározása során a speciális megtámasztás, geometria, illetve terhelés hatását. Végezetül a számított értéket (e_0) a ***RENDBEN*** gomb megnyomásával lehet elfogadni, ami automatikusan beíródik az *Amplitúdó mértéke* mezőbe.

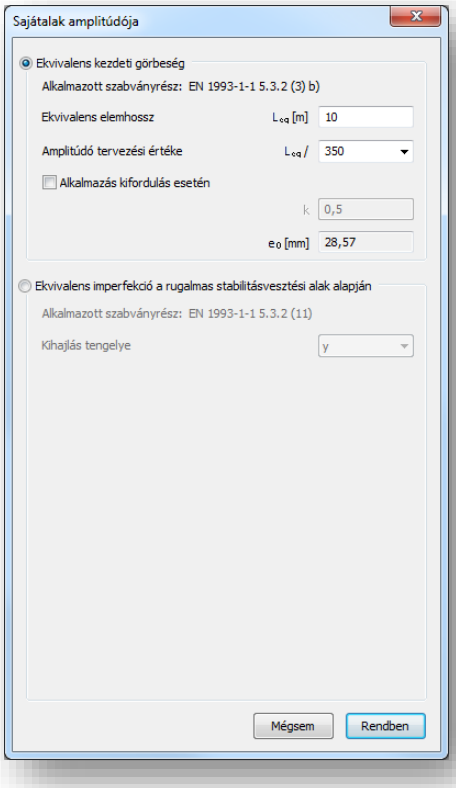
- *Ekvivalens imperfekció a rugalmas stabilitásvesztési alak alapján*

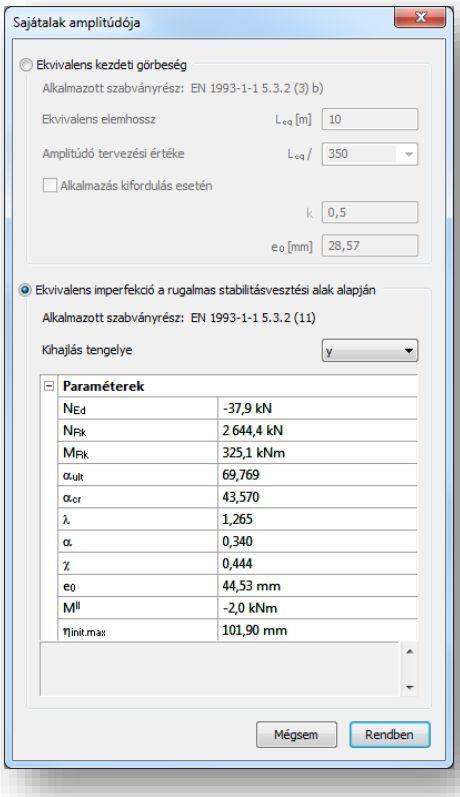


Ez az eljárás az EuroCode 5.3.2 (11) pontjában található előírásokon alapszik. Az eljárás teljesen automatikusan számítja az amplitúdó értékét a kiválasztott kihajlási tengely alapján, az alábbi lépések szerint:

1. Igénybevételek meghatározása a szerkezeti elem végeselem pontjaiban a kiválasztott kihajlási alakkal megegyező deformált alakból
2. Kritikus hely meghatározása, ahol a legnagyobb a megfelelő hajlító (1. pontban meghatározott M_y vagy M_z) nyomaték
3. Az alábbi információk kiolvasása a kritikus pontból:
   i. Normálerő értéke [N_{Ed}] elsőrendű analízis alapján (imperfekciók nélkül) – normálerőnek nyomásnak kell lennie
   ii. Megfelelő hajlító nyomaték értéke [M_y vagy M_z, továbbiakban M^{II}-vel jelöli a szoftver. A szabványban $EI\eta_{cr,max}$ -nel jelölik]
   iii. Keresztmetszet tulajdonságai [nyomás szerinti osztályozás, folyási határfeszültség, megfelelő keresztmetszeti modulus (W_y vagy W_z), megfelelő kihajlási görbe]

Végezetül a számított értéket ($\eta_{init,max}$) a ***RENDBEN*** gomb megnyomásával lehet elfogadni, ami automatikusan beíródik az *Amplitúdó mértéke* mezőbe. Fontos megjegyezni, hogy ez az előjárás csak nyomott szerkezeti elemek (tetszőleges megtámasztással) kihajlási problémájára ad megoldást.





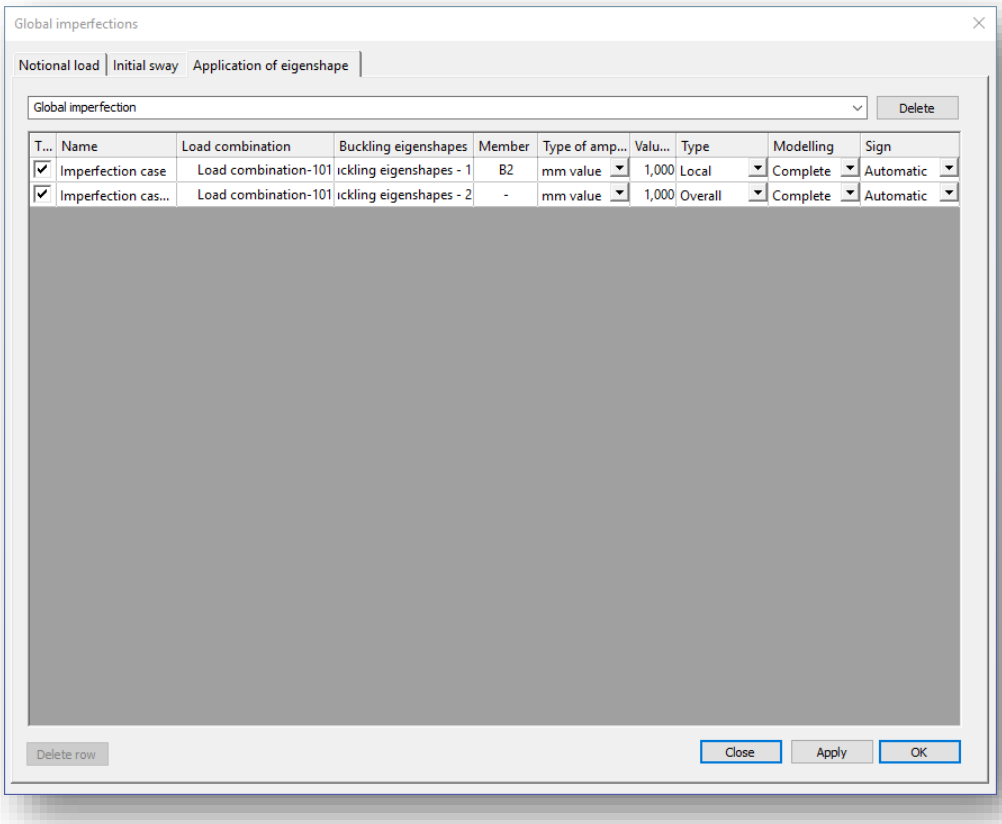
6.5.3.3 SAJÁTALAKOK KEZELÉSE

A már létrehozott imperfekciós csoportok és az azokban lévő, alkalmazott sajátalakok a ***GLOBÁLIS IMPERFEKCIÓK*** dialóg ***SAJÁTALAK APPLIKÁCIÓ*** fülén tekinthetőek meg és szerkeszthetőek.

A felső legördítő menüből választható ki az imperfekciós csoport. A ***TÖRÖL*** gombbal az egész csoport törölhető, beleértve az alkalmazott sajátalakokat is.

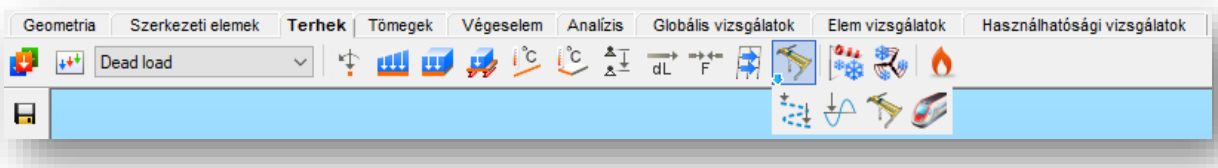
A dialóg középső részén látható(ak) a kiválasztott imperfekciós csoportban lévő imperfekciós esetek (alkalmazott sajátalakok). Az első oszlopban található jelölő négyzetekkel minden egyes imperfekció eset ki- és bekapcsolhatóak. A táblázat többi oszlopában a beállított paraméterek láthatóak és módosíthatóak.

A ***SOR TÖRLÉSE*** gomb segítségével a kijelölt imperfekciós esetek törölhetőek.



6.6 Mozgó teher

A funkció segítségével, EuroCode alapú vagy teljesen felhasználó által definiált daru és vonatteher hozható létre és helyezhető a modellen kézzel, tetszőleges helyre, vagy hatásábra leterhelésével a mértékadó pozícióba.

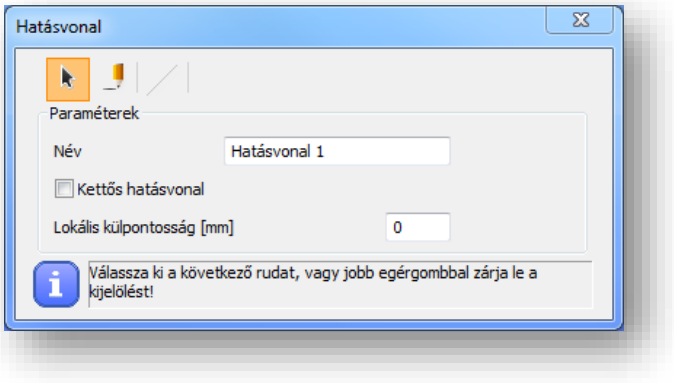


6.6.1 Hatásvonal ( )

Mozgóteher elhelyezéséhez, vagy hatásábra számításához először létre kell hozni ***Hatásvonalat***, azokon a szerkezeti elemeken, ahova a terhet szeretnénk elhelyezni, vagy az egységteher fog mozogni.

Azon szerkezeti elemeken helyezhető el hatásábra, amelyek egy vonalban fekszenek és kapcsolódnak egymáshoz.

Hatásvonal létrehozható a kiválasztással ( ), vagy rajzolással ( ).



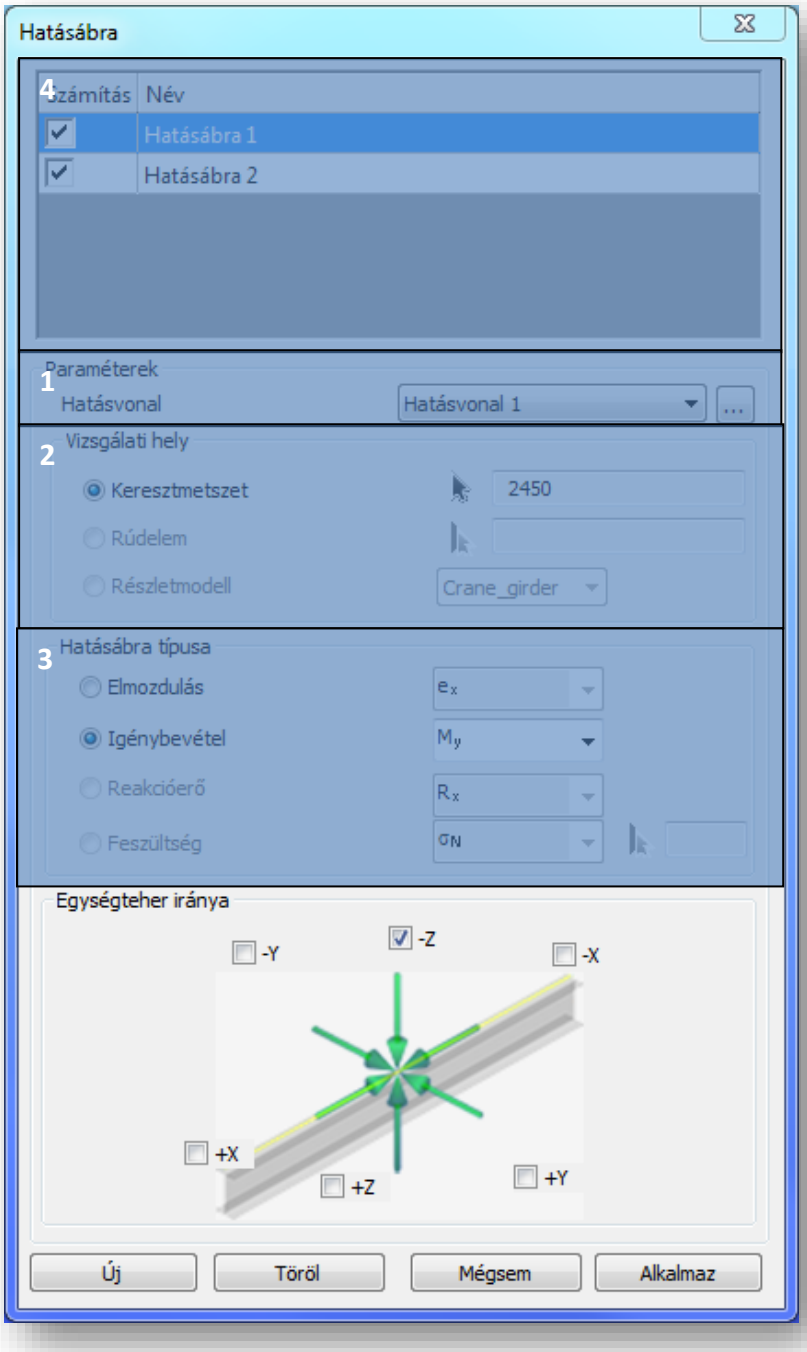
Kiválasztás esetén a kiválasztás ( ) funkciót kell használni és az összes szerkezeti elemet ki kell választani a bal egérgombbal való kattintással, amire el szeretnénk helyezni a ***HATÁSVONALAT***. A kiválasztás végén a jobb egérgombbal való kattintással fejezhető be a művelet.

Rajzolás esetén a rajzolás ( ) funkciót kell kiválasztani. A modellen a ***HATÁSVONAL*** kezdő és végpontját kell lebökni. A ***HATÁSVONAL*** létrehozásra kerül az összes olyan szerkezeti elemen, amely a rajzolt vonal alá esik.

Kettős hatásvonal is létrehozható a jelölőnégyzet bekattintásával.

6.6.2 HATÁSÁBRA ( )

Hatásábra analízis futtatásához, először meg kell adni az ***HATÁSÁBRA*** paramétereket.



A megjelenő dialógon első lépésként ki kell választani a legördülő menüből (#1) egy előzőleg létrehozott hatásvonal. Ha még nincs létrehozva hatásvonal, vagy egy ujjat szeretnénk létrehozni, akkor a három pontos (...) ikonra kattintva ez megtehető.

Következő lépésként a vizsgálat helyét (#2) kell kiválasztani a modellen kiválasztó ( ) funkció segítségével. A *ConSteel* aktuális verziójában jelenleg még csak a modell egy

tetszőleges keresztmetszete választható ki vizsgálati helynek, a másik két opció még további fejlesztést igénylenek.

Három fajta hatásábra választható (#3):

- Elmozdulás
  - Lokális x, y és z tengely irányú elmozdulás
  - Lokális x, y és z tengelyek körüli elfordulás
- Igénybevétel
  - Erős (M_y) és gyenge (M_z) tengely körüli hajlítás
  - Normálerő (N)
  - Erős (V_y) és gyenge (V_z) tengely irányú nyírás
  - Csavarás (T)
  - Bimoment (B)
- Reakcióerő
  - Globális X, Y és Z tengely irányú reakcióerő
  - Globális X, Y és Z tengely körüli reakció nyomaték

Utolsó lépésként az egységerő irányát kell kiválasztani. Egyszerre több irány is megadható, de minden irányhoz külön hatásábra fog tartozni.

Az ***ALKALMAZ*** gombra kattintva a beállítások elmentődnek.

Az ***ÚJ*** gombra kattintva létrehozható másik hatásábra is.

6.6.2.1 HATÁSÁBRÁK KEZELÉSE

A létrehozott hatásábra beállításokat a dialóg felső, táblázatos (#4) részében lehet megtekinteni és módosítani.

A kiválasztott hatásábra bármely paramétere változtatható és az ***ALKALMAZ*** gombbal elmenthető.

A ***TÖRÖL*** gomb megnyomásával a kiválasztott hatásábra beállítás eltávolítható.

A *Számítás* oszlopban található jelölőnégyzetek segítésével hatásábra ki- és bekapcsolható az analízis számára.

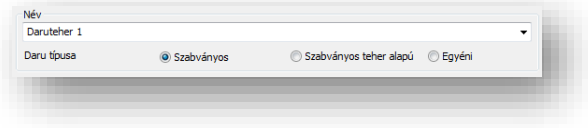
6.6.2.2 HATÁSÁBRÁK SZÁMÍTÁSA

Hatásábra analízis futatását lásd a ***8 SZERKEZETEK ANALÍZISE*** fejezetben.

6.6.3 DARUTEHER ( )

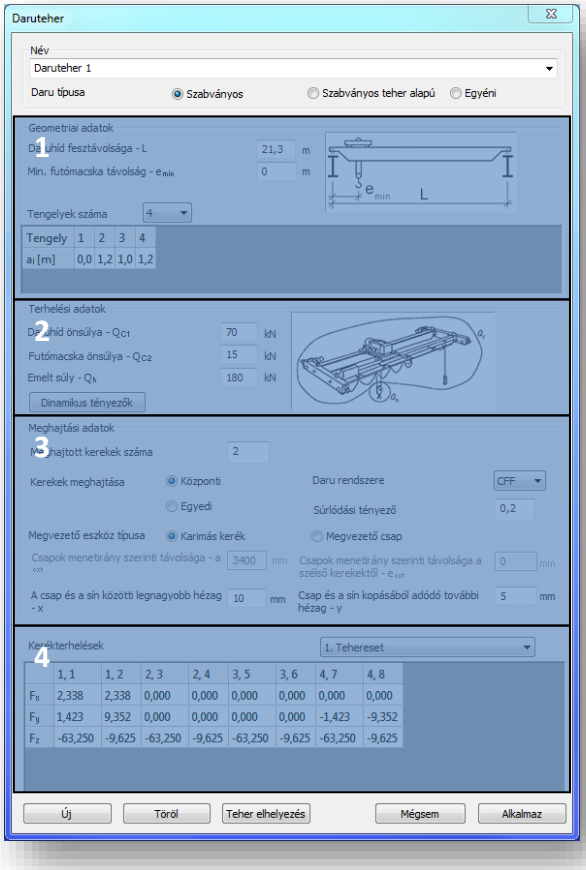
Három típusú fel híddaru definiálható a programban:

- Szabványos: teljesen EuroCode EN 1991-3 alapú
- Szabványos teher alapú: EN 1991-3 szabvány által definiált kerékterheket kell megadni. A szükséges tehercsoportokat a ConSteel előállítja
- Egyéni: közvetlen kerékterheléseket kell megadni minden egyes kerék esetében



6.6.3.1 Szabványos

A teljesen EuroCode EN 1991-3 alapú daruteherhez a geometriai paramétereket (#1), a terhelést (#2) és a meghajtási adatokat (#3) kell megadni. A paraméterek megadása után a kerékterhelések automatikusan számítódnak.



Az alábbi geometriai paraméterek (#1) megadása szükséges:

- Daruhíd fesztávolsága – L [m]
- Minimum futómacska távolság – emin [m]: futómacska és a darupálya tartó közötti lehetséges legkisebb távolság
- Tengelyek száma: a daruhíd tengelyeinek a száma választható ki a legördülő menüből. A tengelyek száma 2 és 10 között lehetnek. A tengelyek közötti távolságot a táblázat módosításával lehet megadni

A terhelési adatoknál (#2) meg kell adni a daruhíd önsúlyt (Q_{c1}), a futómacska önsúlyt (Q_{c2}) és az emelt súlyt (Q_h) is. A ***DINAMIKUS TÉNYEZŐK*** gomb megnyomásával a dinamikus tényezők alapértékei megtekinthetőek és módosíthatóak.

A fenti paramétereken túl még meg kell adni a meghajtási adatokat (#3) is:

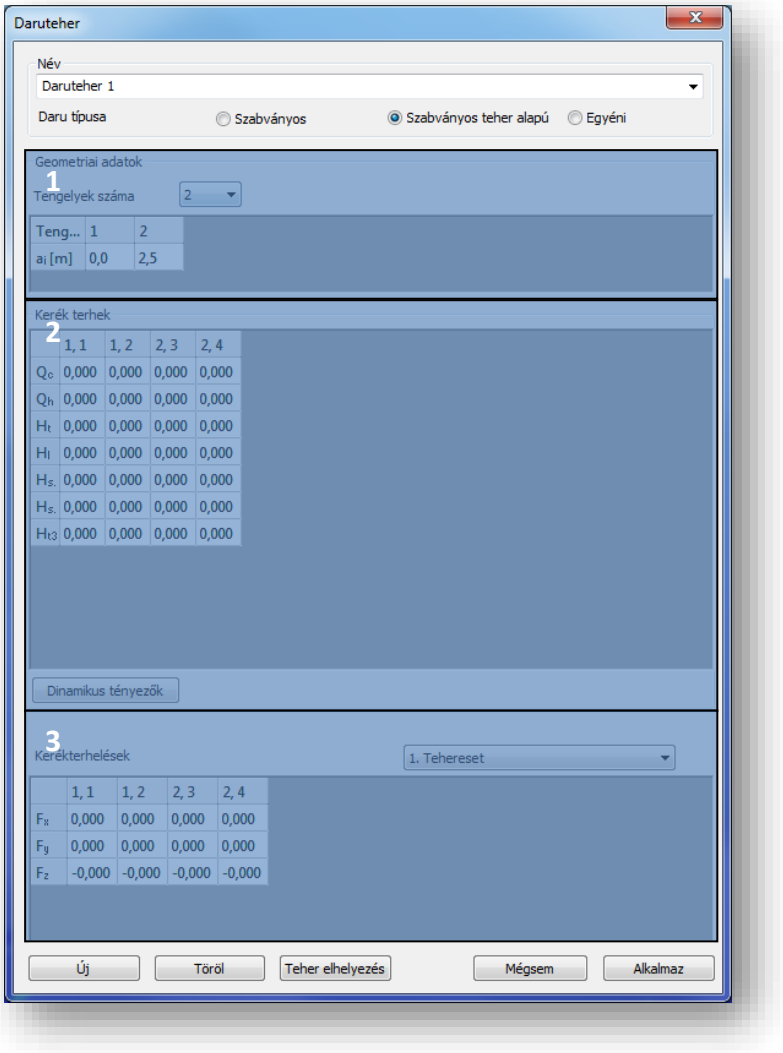
- Kerék meghajtás: meg kell adni a meghajtott kerekek számát és a kerékmeghajtás típusát (központi vagy egyedi)
- Daru rendszer: a legördítő menüből ki kell választani a megfelelő EuroCode-os darurendszert. A darurendszerek definícióját lásd az EN 1991-3 szabvány megfelelő fejezetében
- Súrlódási tényező: meg kell adni a sín és a daru kereke közötti súrlódási tényezőt
- Megvezető eszköz: két fajta megvezető eszköz közül lehet választani: karimás kerék és megvezető csap. A választott eszköznek megfelelően meg kell adni a szükséges geometriai paramétereket

Az automatikusan előállított kerékterhelések a dialóg alján található táblázatban (#4) megtekinthetőek. A tehereset a legördülő menü segítségével változtatható.

A kerekek nevében az első tag a tengely számát, míg a második a kerék számát jelöli.

6.6.3.2 SZABVÁNYOS TEHER ALAPÚ

A szabványos teher alapú daruteher esetén a daru tengelyeinek a számát és az egyes szabványos kerékterheket kell megadni.



A geometriai adatok (#1) mezőben a daruhíd tengelyeinek a száma választható ki a legördülő menüből. A tengelyek száma 2 és 10 között lehetnek. A tengelyek közötti távolságot a táblázat módosításával lehet megadni.

A második mezőben (#2) az EuroCode alapú kerék terheket kell megadni minden egyes kerék esetén. A ***Dinamikus tényezők*** gomb megnyomásával a dinamikus tényezők alapértékei megtekinthetőek és módosíthatóak.

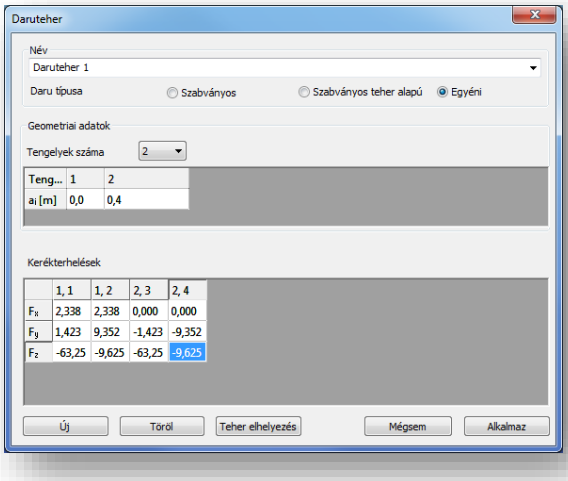
Az automatikusan előállított kerékterhelések a dialóg alján található táblázatban (#3) megtekinthetőek. A tehereset a legördülő menü segítségével változtatható.

A kerekek nevében az első tag a tengely számát, míg a második a kerék számát jelöli.

6.6.3.3 Egyéni

Egyéni daruteher esetén az alábbi paraméterek megadása szükséges:

- Tengelyek száma: a daruhíd tengelyeinek a száma választható ki a legördülő menüből. A tengelyek száma 2 és 10 között lehetnek. A tengelyek közötti távolságot a táblázat módosításával lehet megadni
- Kerékterhelések három irányú (F_x, F_y és F_z) komponense minden egyes kerék esetében

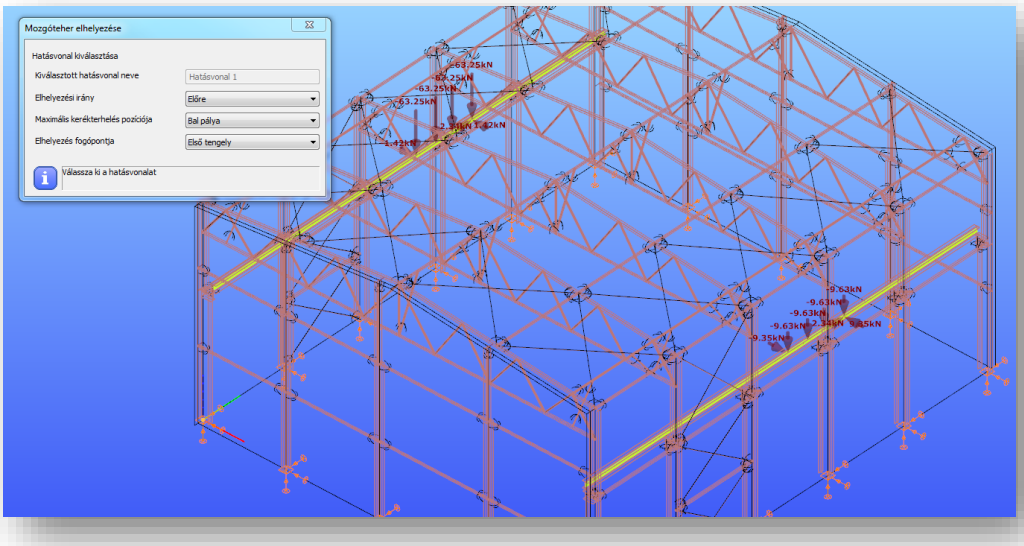


6.6.3.4 DARUTEHER ELHELYEZÉSE

Daruteher kétféle képen helyezhető el a modellen, de mindenek előtt az ***ALKALMAZ*** gombra kattintva a létrehozott daruterhet el kell menteni.

Kézi daruteher elhelyezés

A ***DARUTEHER*** dialóg alján található ***TEHER ELHELYEZÉSE*** gomb segítségével a kiválasztott daru tehereset kézzel elhelyezhető a modellen.



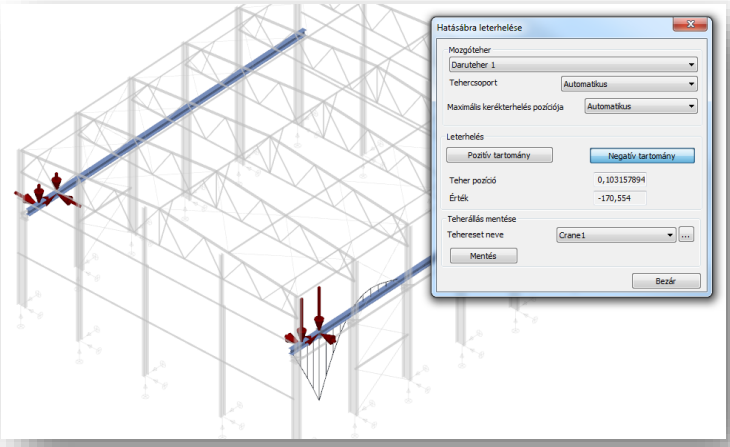
Első lépésként ki kell választani a bal egérgombbal a hatásvonalat, amire a terhet el szeretnénk helyezni. A kiválasztás után a bal egérgombbal lehelyezhető a daruteher a hatásvonal mentén.

Az elhelyezés iránya, a maximális kerékterhelés pozíciója és az elhelyezés fogópontja kiválasztható a legördülő menük segítségével.

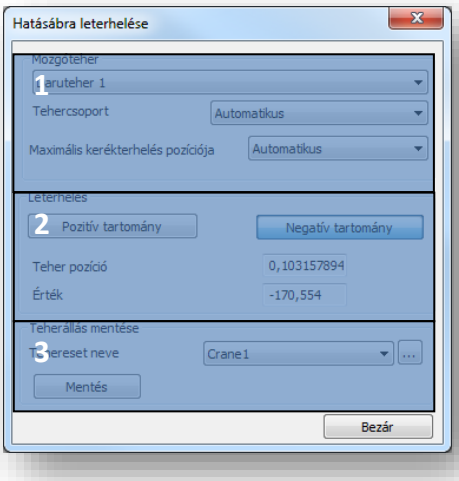
Daruteher elhelyezése hatásábra leterhelésével

Daruteher hatásábra leterhelésével is elhelyezhető a modellen.

Hatásábra analízis futatását lásd a 6.6.2 fejezetben



Hatásábra leterhelésével való daruteher elhelyezéshez, az ***ANALÍZIS*** fülön a *Hatásábra analízis* típust kell választani. A leterhelendő hatásábra kiválasztása után a grafikus felületre jobb egérgombbal kell kattintani és megjelenő menüből a ***HATÁSÁBRA LETERHELÉSE*** menüpontot kell kiválasztani.



A *Mozgóteher* mezőben (#1) a terhelés tulajdonságait lehet beállítani:

- Az első legördülő menüből lehet kiválasztani az elhelyezni kívánt daruterhet
- Tehercsoport: szabványos és szabványos teher alapú daruteher esetén, a tehercsoportok automatikusan előállítódnak. Hatásábra leterhelhető valamelyik kiválasztott tehercsoporttal, vagy az *Automatikus* funkció használatával a mértékadó esettel
- Maximális kerékterhelés pozíciója: függőleges kerékterhelés függ a futómacska pozíciójától. A maximális függőleges kerékterhelés lehet a jobb vagy a balpályán, vagy az *Automatikus* funkció használatával a mértékadó állásban

A *Leterhelés mezőben* (#2) található ***POZITÍV TARTOMÁNY*** és ***NEGATÍV TARTOMÁNY*** gombok segítségével a hatásábra leterhelhető. ***POZITÍV TARTOMÁNY*** használata esetén a leterhelés a maximális pozitív értéket fogja adni a keresztmetszetben, ***NEGATÍV TARTOMÁNY*** használata esetén a maximális negatívot. A terhelés pozíciója megjelenik a grafikus felületen, a leterhelés okozta maximális érték pedig a dialógon.

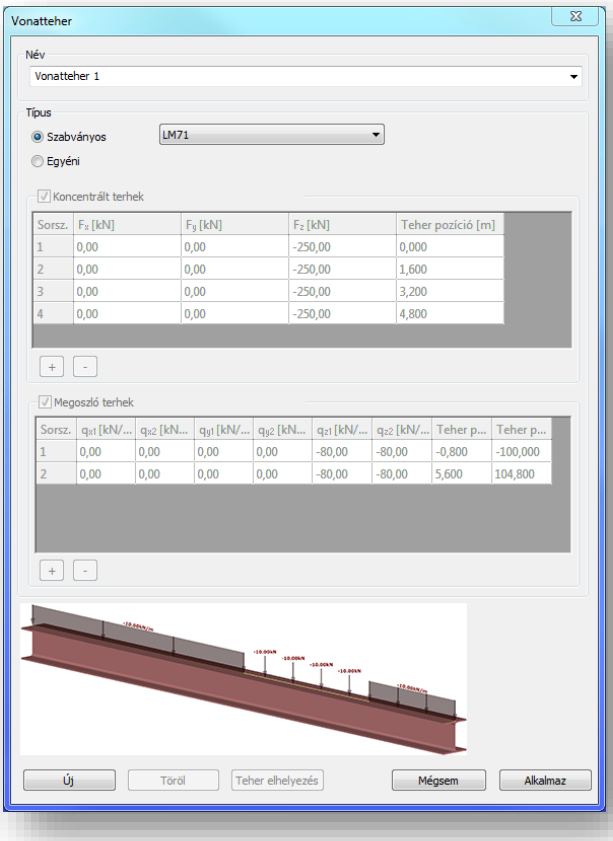
Az elhelyezett teher elmenthető valamelyik teheresetbe, a *Teherállás mentése* (#3) mező funkciónak a segítségével. A legördülő menüből kiválasztható valamelyik már létrehozott tehereset, vagy a három pontos ikonra kattintva létrehozható egy új eset. A ***MENTÉS*** gombra kattintva az elhelyezett teher elmenthető a kiválasztott teheresetbe.

6.6.4 VONATTEHER ( )

Két fajta vonatteher hozható létre.

Szabványos

A legördülő menüből kiválasztható három, előre definiált EuroCode szabvány szerinti vonatteher. A teher paraméterei megtekinthetőek a lenti táblázatokban.



Egyéni

Egyéni esetben a koncentrált és a megoszló terhek táblázata szerkeszthető. A + és a - gombok segítségével egy új sor adható hozzá, illetve vonható ki a táblázatokból.

Koncentrált teher esetén a teher három komponensét és a pozícióját kell megadni.

Megoszló teher esetén a kezdő és végponti intenzitás három komponensét, illetve a kezdő és a végpont pozícióját kell megadni.

Vonatteher elhelyezése megegyezik a daruteher darutehernél bemutatottakkal (lásd 6.6.3.4 fejezetet).

6.7 METEOROLÓGIAI TEHER GENERÁLÁS

Az összes meteorológiai teher generálásához kapcsolódó funkció (***METEOROLÓGIAI FELÜLET***, ***METEOROLÓGIAI TEHER LÉTREHOZÁSA***) a Terhek fülön találhatóak.

Meteorológiai teher generálás általános szerkezet típusokra végezhetőek el az alábbi szabványok szerint:

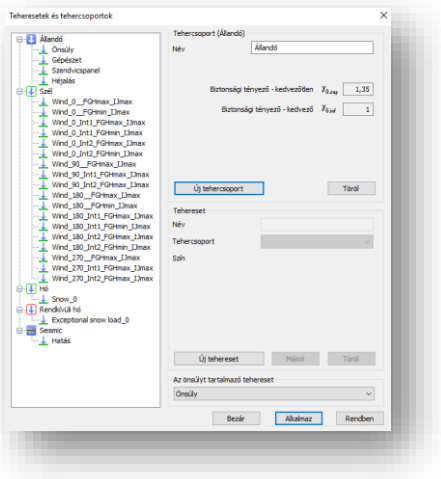
- Szél
  - EuroCode 1 (EN 1991-4)
  - Spanyol szabvány (SE-AE)
  - Olasz szabvány
- Hó
  - EuroCode 1 (EN 1991-3)

A SZÉLTEHER GENERÁLÁSHOZ SZÜKSÉGES ÉPÜLET MAGASSÁGOKAT (H) A PROGRAM A GLOBÁLIS Z=0 SZINTŐL SZÁMÍTJA. EZÉRT AZ ÉPÜLETET ÚGY KELL MODELLEZNI, HOGY A MODELLTÉRBEN AZ ÉPÜLET ELEMEI A GLOBÁLIS Z=0 SZINTŐL MÉRVE A VALÓS MAGASSÁGBA KERÜLJENEK. PÉLDÁUL, EGY SZÉLTÁMADTA FAL ALSÓ ÉLE NEM KERÜLHET A GLOBÁLIS Z=0 SZINT ALÁ, ILLETVE HA CSAK EGY TETŐT MODELLEZÜNK, AKKOR A TETŐT A VALÓS MAGASSÁGBAN KELL ELHELYEZNI A Z=0 SZINTŐL.

6.7.1 Tehercsoportok és teheresetek

A szükséges tehercsoportok és a teheresetek a generálás során automatikusan létrejönnek az elhelyezett meteorológiai felületeknek és kiválasztott szélirányoknak megfelelően.

A biztonsági és egyidejűségi tényezők az előzőleg kiválasztott EuroCode nemzeti mellékletből töltődnek be.

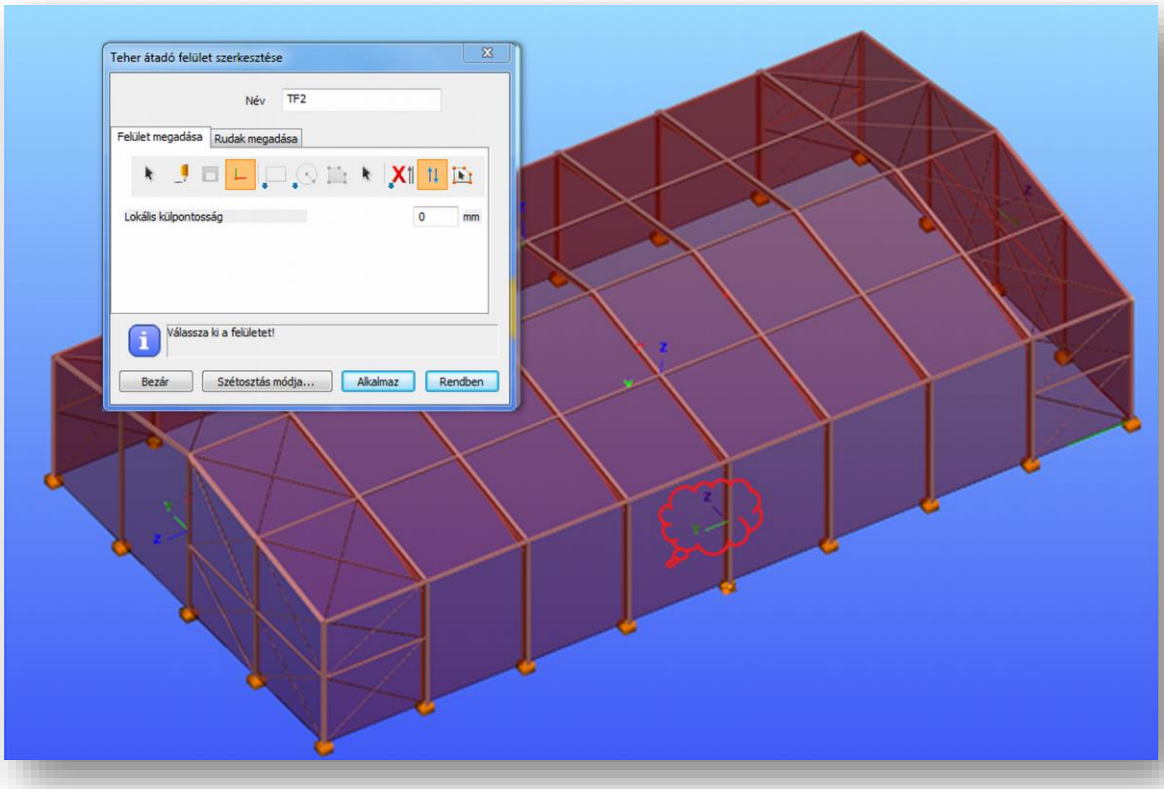


6.7.2 METEOROLÓGIAI FELÜLET

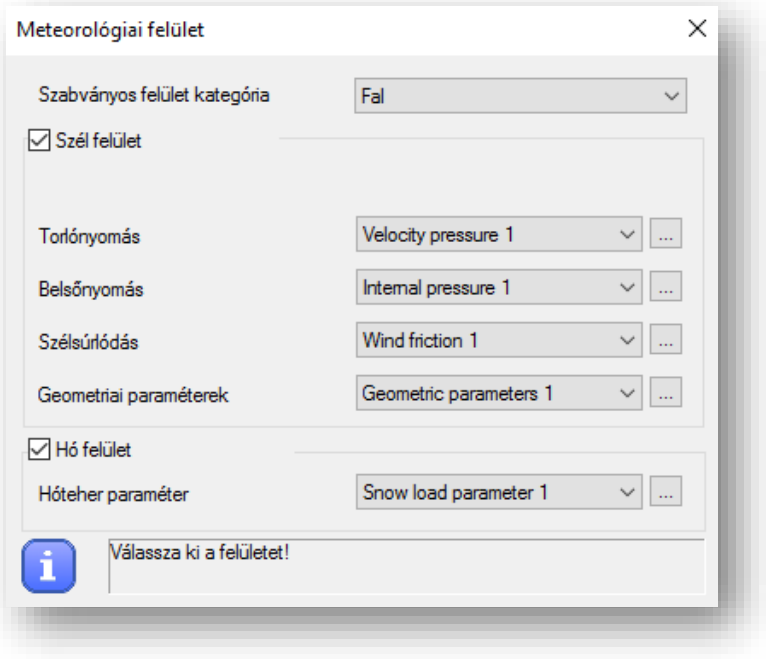
A meteorológiai terhek generálásának első lépése, hogy a megfelelő meteorológiai felületeket el kell helyezni a modellen. A meteorológiai felületek tartalmazzák az összes olyan információt és paramétert, amik elengedhetetlenek a terhek generálásához.

Meteorológiai felületek teherátadó felületeken helyezhetőek el. Javasolt, hogy a modell minden meteorológiai teher által terhelt felülete kerüljön beburkolásra.

Fontos a teherátadó felületek lokális koordinátarendszerét ellenőrizni! Az összes teherátadó felületnek, amelyekre meteorológiai felületet is el kívánunk helyezni, a lokális z (kék) tengelyének kifele kell mutatni az épületből. Ha szükséges, akkor a ***TEHERÁTADÓ FELÜLET*** dialógon a *z tengely megfordítása* funkcióval a z tengely helyes irányba állítható (lásd az alábbi ábrát).

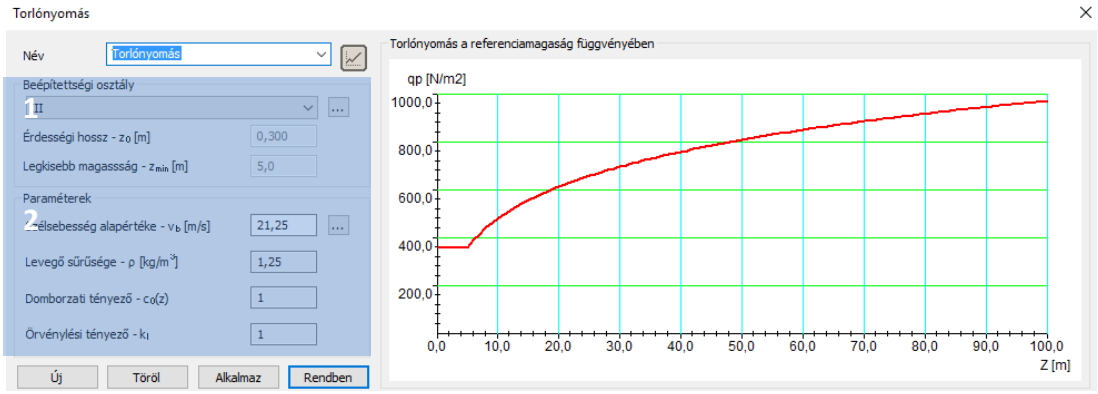


A meteorológiai felületek elhelyezése előtt a szükséges paramétereket meg kell adni, a Meteorológiai felület ( ) dialógon.



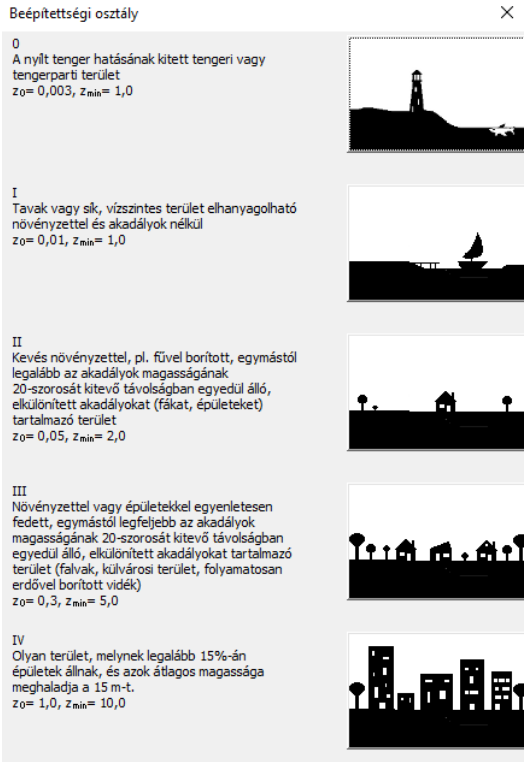
6.7.2.1 SZÉL FELÜLET

Torlónyomás



Torlónyomás dialógon az alábbi paramétereket kell megadni:

- Beépítettségi osztály (#1)
  A legördülő menüből a megfelelő kategória kiválasztható, vagy a három pontos ikonra (...) kattintva a kategóriák szabványos definíciói is megtekinthetőek.
  Érdességi hossz (z_0) és a legkisebb magasság (z_{min}) értékei automatikusan betöltődnek a kiválasztott nemzeti melléklet alapján. Az (...) ikonra kattintva az alábbi dialóg ablak ugrik fel:



- Paraméterek (#2)

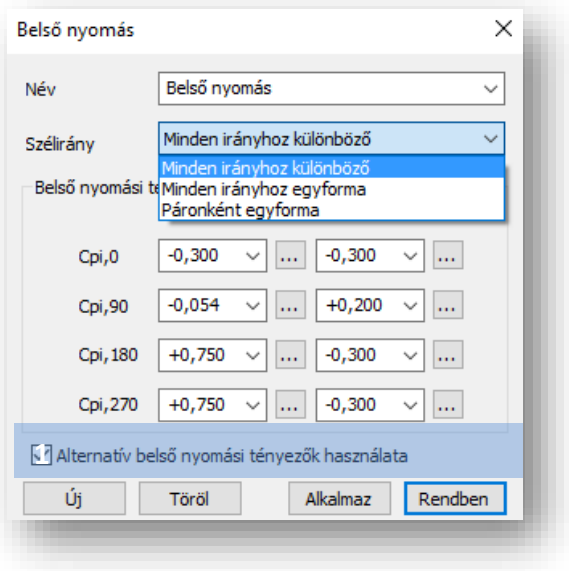
  Az összes paraméter automatikusan betöltődik a kiválasztott nemzeti melléklet alapján. Egyedül a szélsebesség alapértékét (v_b) szükséges megadni. A három pontos ikonra (...) kattintva a szélsebesség kiindulási alapértéke ($v_{b,0}$) is megadható vagy kiválasztható valamelyik szélsebesség térkép használatával.

A TORLÓNYOMÁS DIALÓG ÉS A SZÜKSÉGES PARAMÉTEREK A KÜLÖNBÖZŐ EUROCODE NEMZETI MELLÉKLETEK ESETÉN ELTÉRŐEK LEHETNEK

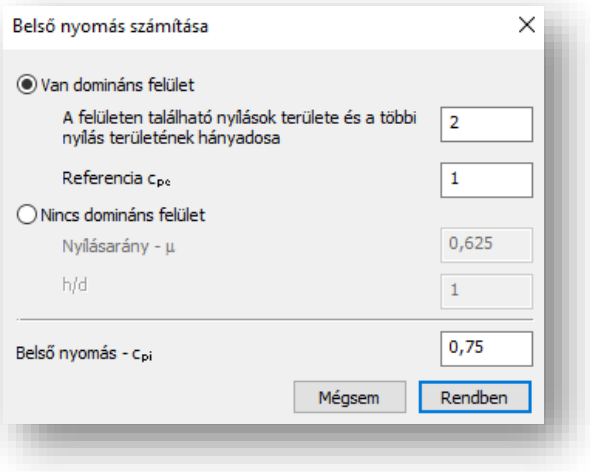
Belsőnyomás

Belsőnyomás figyelembe vehető a teher generálásakor, az alábbiak szerint:

- Belső nyomás az összes szélirányban különböző
- Belső nyomás az összes irányban megegyező
- Belső nyomás iránypáronként megegyező



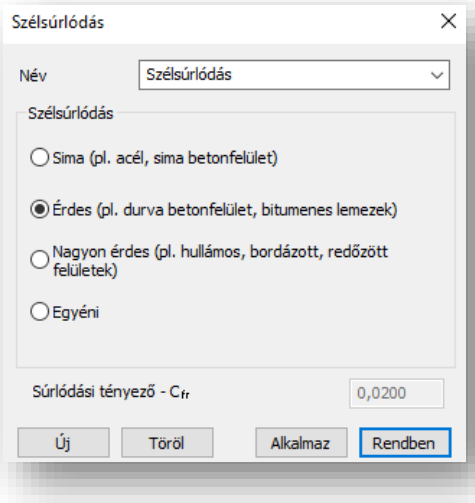
A belsőnyomás értéke megadható kézzel, vagy a legördülő menü segítségével a szélsőértékek kiválasztásával. A három pontos ikonra (...) kattintva a nyomási érték meghatározására használható a EuroCode belső nyomási érték számítója is.



A jelölő négyzet (#1) segítségével alternatív belső nyomási tényező érték is megadható.

Szélsúrlódás

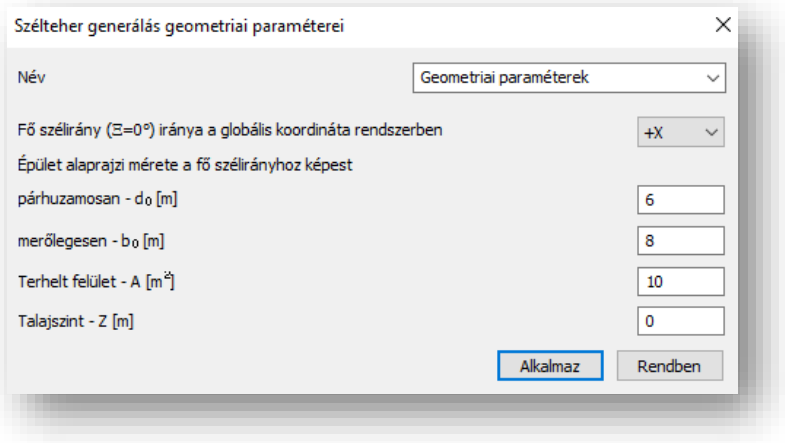
Szétsúrlódás felvétele esetén csak a szélsúrlódás tényezőt szükséges megadni. Használható valamelyik szabvány által definiált kategória, vagy kézzel is megadható a tényező értéke.



Geometriai paraméterek

Nyomási tényezők pontos számításához az alábbi geometriai tényezőket kell megadni:

- Fő szélirány iránya a globális koordináta rendszerben. A fő szélirány a 0° szélnek felel meg.
- Épület alaprajzi méretei a fő szélirány szerint
- Terhelt felület (A). Ha a terhelt felület 10m^2 vagy nagyobb, akkor a *ConSteel* a teher generálása során a c_{pe10} értékeket használja. Ha a terhelt felület 1m^2 vagy kisebb, akkor a *ConSteel* a c_{pe1} értékeket használja. 1m^2 és 10m^2 között az EuroCode előírásának megfelelően a c_{pe1} és c_{pe10} között interpolál a *ConSteel*.

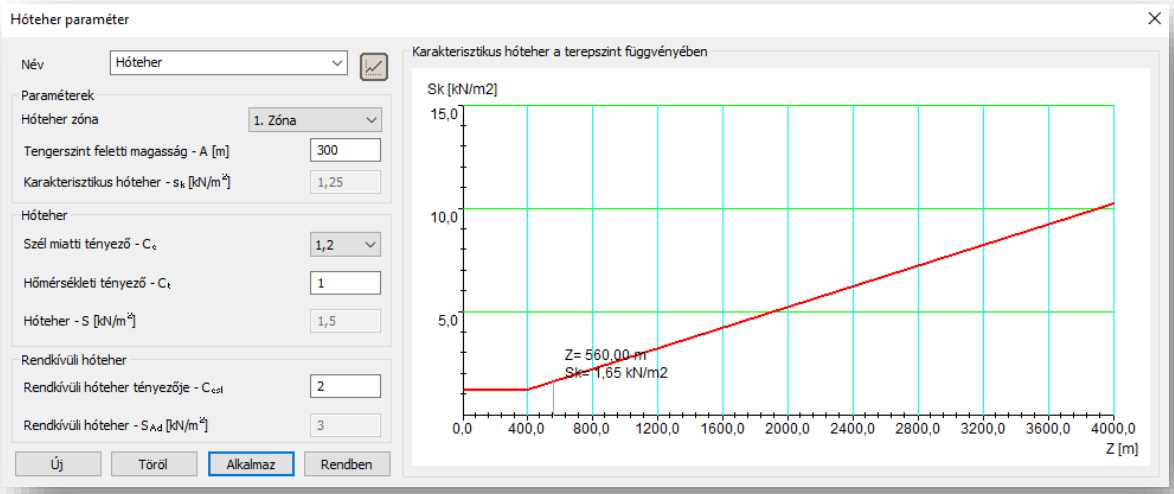


6.7.2.2 Hó felület

A Hóteher paraméter dialógon az alábbi paramétereket kell megadni:

- Hóteher zóna (ha szükséges a választott nemzeti melléklet szerint)
- Tengerszint feletti magasság (ha szükséges a választott nemzeti melléklet szerint)
- Szél miatti (C_e) és hőmérsékleti tényező (C_t)
- Rendkívüli hóteher tényezője

A megjelenített alapértékek a kiválasztott EuroCode nemzeti mellékletből töltődnek be.



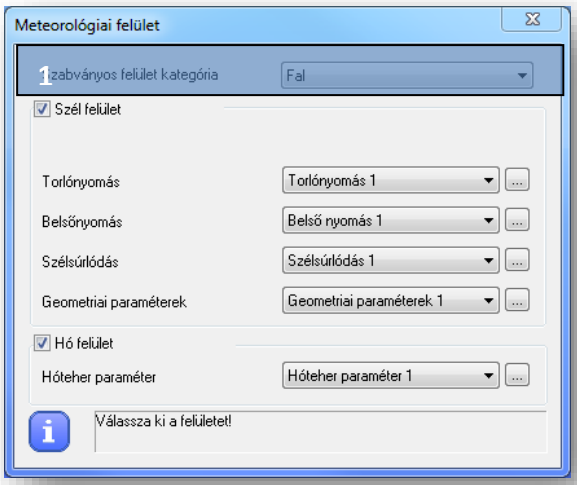
6.7.2.3 Meteorológiai felület elhelyezése

Az összes szükséges paraméter beállítása után, a meteorológiai felületek elhelyezhetőek a 3D modellen.

A legördülő menü (#1) segítségével a megfelelő szabványos felületi kategória kiválasztása után, a bal egér gombbal kiválaszthatóak a teherátadó felületek.

Sikeres elhelyezés után az alábbi szimbólumok jelennek meg a teherátadó felületeken:

- Szél felület:
- Hó felület: (csak tetőn)



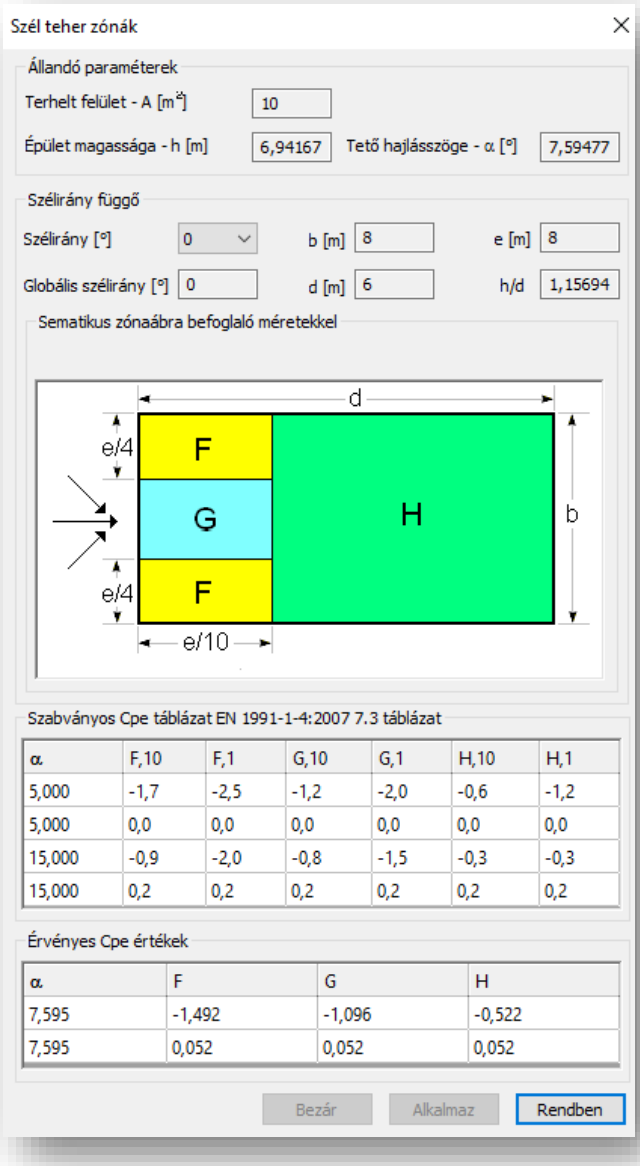
A legördülő menüből (#1) az alábbi kategóriák választhatóak ki:

- Fal
- Lapos tető (szögletes eresz)
- Lapos tető (mellvédekkel)
- Lapos tető (ívesen lekerekített eresz)
- Lapos tető (ferde eresz)
- Félnyeregtető
- Nyeregtető

Nyeregtető elhelyezése esetén kettő, egymáshoz kapcsolódó teherátadó felület kiválasztása szükséges.

A szimbólumok kijelölése esetén a meteorológiai felületek módosíthatóak az ***OBJEKTUM TULAJDONSÁGOK*** ablakban.

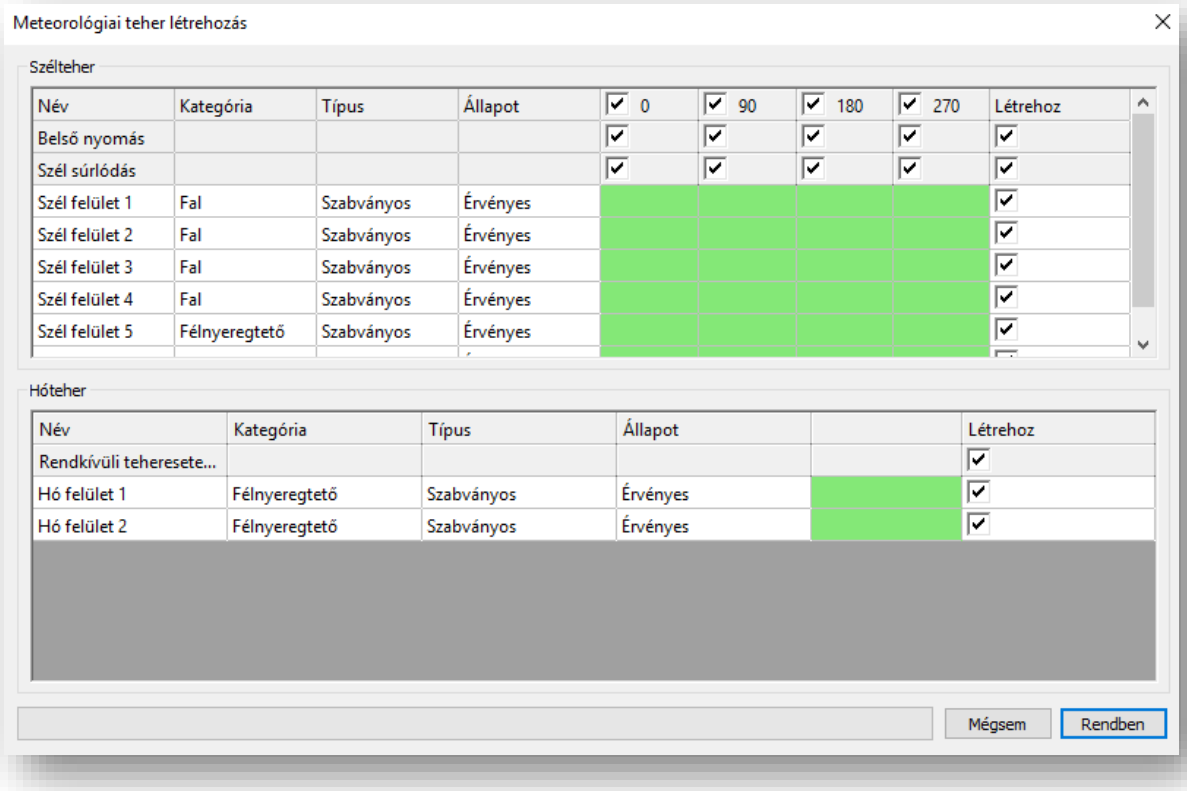
Szél felület esetén, a Zónák meghatározása sorban található három pontos ikonra kattintva, a megjelenő ***Szél teher zónák*** dialóg segítségével megtekinthetőek a meghatározott szél zónák és a számított c_{pe} értékek.



6.7.3 Meteorológiai teher létrehozása

A meteorológiai teher generáló funkció a ***Terhek*** fülön található.

A funkció a létrehozott szél és hó felületek adatait felhasználva létrehozza az épület szél és hó terheit. Minden számításba veendő irány és felület ki és be kapcsolható a jelölőnégyzetek segítségével.



Szélteher								
Név	Kategória	Típus	Állapot	0	90	180	270	Létrehoz
Belső nyomás				✓	✓	✓	✓	✓
Szél súrlódás				✓	✓	✓	✓	✓
Szél felület 1	Fal	Szabványos	Érvényes					✓
Szél felület 2	Fal	Szabványos	Érvényes					✓
Szél felület 3	Fal	Szabványos	Érvényes					✓
Szél felület 4	Fal	Szabványos	Érvényes					✓
Szél felület 5	Félnyeregtető	Szabványos	Érvényes					✓

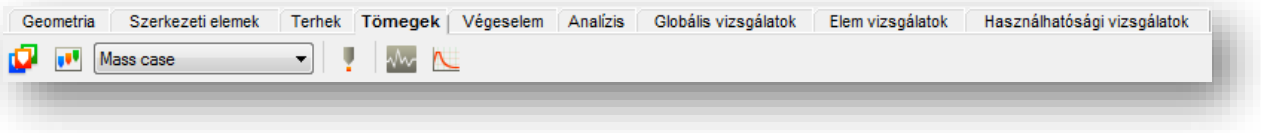
Hóteher					
Név	Kategória	Típus	Állapot		Létrehoz
Rendkívüli teheresete...					✓
Hó felület 1	Félnyeregtető	Szabványos	Érvényes		✓
Hó felület 2	Félnyeregtető	Szabványos	Érvényes		✓

A ***RENDBEN*** gombra kattintva a kiválasztott irányokba és felületeken létrejönnek a meteorológiai terhek. A szükséges teher csoportok és esetek automatikusan létrehozásra kerülnek.

7 TÖMEGEK

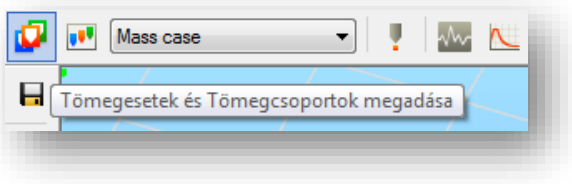
7.1 ALAPOK

A 11-es verziótól a ConSteel főmenüsora kiegészült egy teljesen új füllel, amely a dinamikai számításokhoz kapcsolódó objektumokat és funkciókat tartalmazza. A funkciók segítségével tömegeket helyezhetünk el a szerkezeten a dinamikai számítás számára. Lehetőség van, a már elhelyezett terheket is automatikusa tömeggé alakítani.



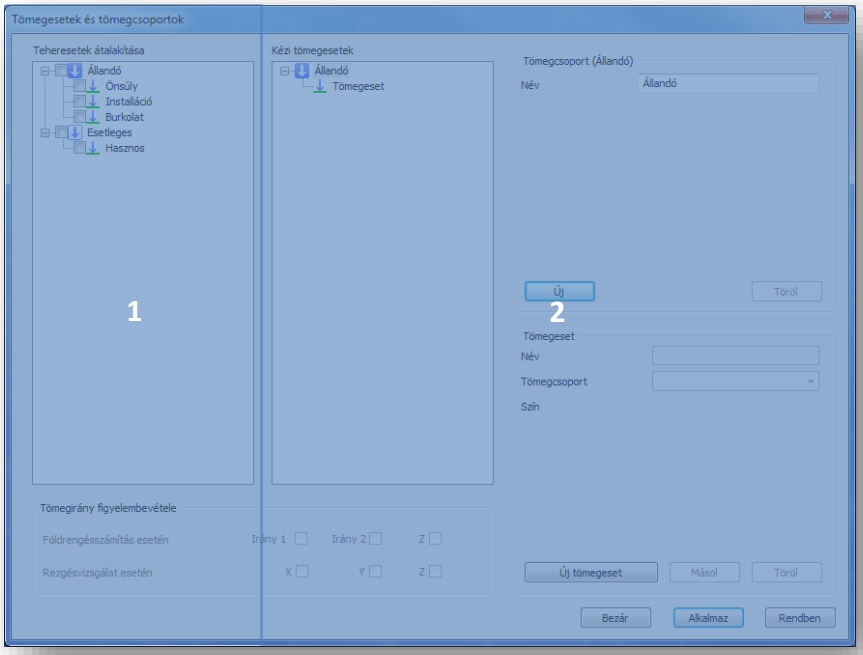
7.2 TÖMEGESETEK ÉS TÖMEGCSOPORTOK

A szerkezeten ható tömegeket, mint a terhelés esetében, tömegcsoportokba és tömegesetekbe kell rendezni. Ennek megfelelően, mielőtt tömeget helyeznénk el a szerkezeten, létre kell hozni a szükséges tömegeseteket és csoportokat a ***TÖMEG*** fülön lévő ***TÖMEGESETEK ÉS TÖMEGCSOPORTOK MEGADÁSA (*** ***)*** funkció segítségével.



A megjelenő dialóg két jól elkülöníthető funkciócsoportra osztható.

A dialóg bal oldalán (#1) található funkciók segítségével a ***TEHER*** fülön már létrehozott terhek alakíthatóak át automatikusa tömeggé, a dinamikai számítás számára. A dialóg jobb oldalán (#2) található funkciók segítségével pedig a kézzel elhelyezni kívánt tömegek számára hozhatóak létre tömegesetek és csoportok.



7.2.1. Teher tömeggé alakítása

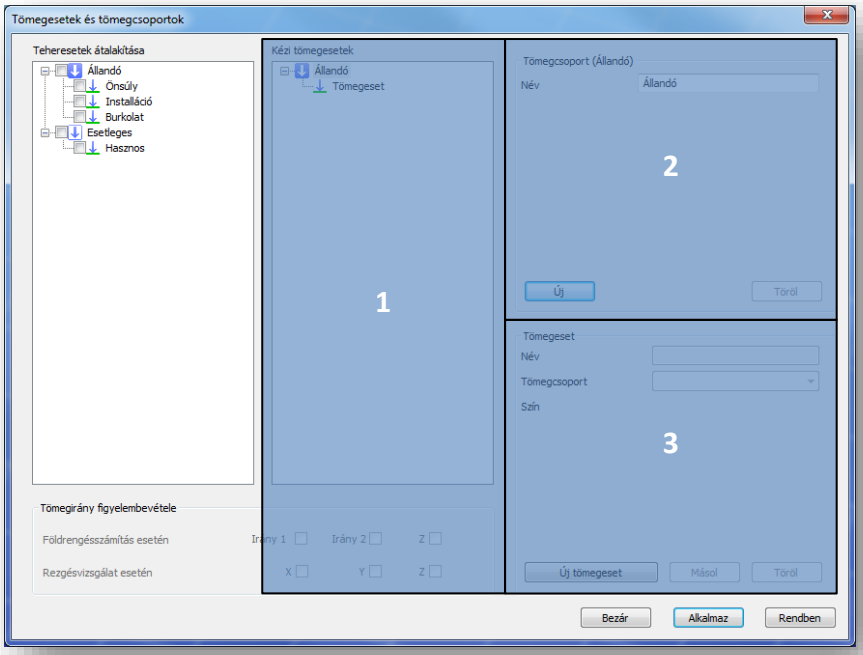
A ***Teher*** fülön már elhelyezett terhek, a ***Tömegesetek és tömegcsoportok*** dialóg baloldalán található *Teheresetek átalakítása* mező segítségével átalakíthatóak tömegekké.

A *Teheresetek átalakítása* mezőbe betöltődnek a ***Teher*** fülön előzőleg felvett tehercsoportok és teheresetek. A csoportok és esetek nevei előtt található jelölő négyzetek bepipálásával, a teheresetekben elhelyezett összes teher automatikusan átalakításra kerül tömeggé a dinamikai számítás számára.

Tehercsoport kiválasztása esetén, az összes, a csoportban található teheresetben lévő teher átalakításra kerül.

7.2.2. Kézi tömegesetek és tömegcsoportok létrehozása

A ***Tömegesetek és tömegcsoportok*** dialóg jobb oldalán található funkciók segítségével, a teheresetek és csoportok létrehozásával analóg módon, lehetőség van manuálisan is létrehozni tömegeseteket és csoportokat, a manuálisan elhelyezendő tömegek számára.



A *Tömegcsoport* mezőben lévő ***ÚJ*** gomb megnyomásával, láthatóvá válnak a létrehozható tömegcsoportok: *Állandó, Esetleges* és *Hó*. A megfelelő tehercsoport kiválasztásával létrejön az új csoport. A *Név* mezőben átírható a létrehozott csoport neve.

A *Tömegeset mezőben* (#3) lévő ***ÚJ TÖMEGESET*** gomb segítségével új tömegeset hozható létre a *Kézi tömegesetek* (#1) fában kiválasztott tömegcsoportban. Egy tömegcsoportban tetszőleges számú tömegeset hozható létre. A létrehozott tömegesetnek a *Név* mezőben módosíthatóak a nevei, illetve a színre kattintva, az elhelyezendő tömegobjektum(ok) színe.

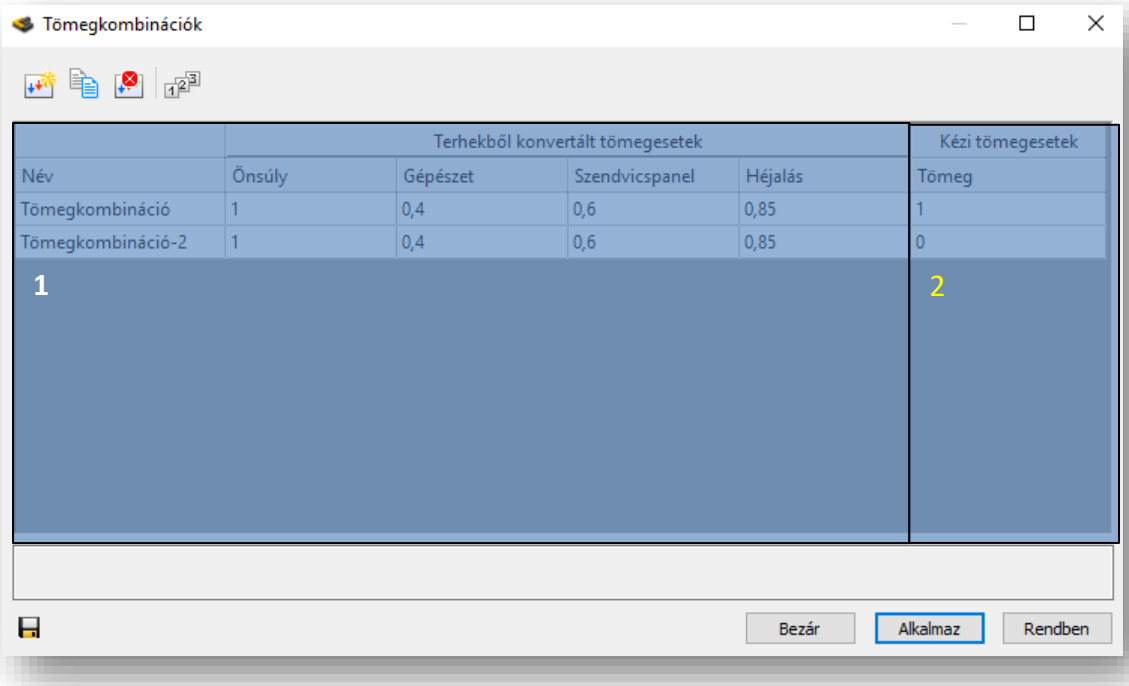
A létrehozott tömegesetek a *Kézi tömegesetek* fában (#1) való kiválasztása után, a *Tömegeset* mezőben lévő *Tömegcsoport legördítő* menü segítségével, vagy a fában (#1), drag-and-drop funkció segítségével átmozgathatóak.

7.2.3. Tömegirány figyelembevételének megadása

A szerkezeten manuálisan elhelyezett tömegek és a teherből átalakított tömegek esetében is megadható, hogy mely irányokban működnek, a *Tömegirány figyelembevétele* mező funkciói segítségével. A *Teheresetek átalakítása* fában vagy a *Tömegesetek fában* történt tömegeset kiválasztása után, lehetőség van megadni, hogy a kiválasztott esetben lévő tömegek mely irányokba működjenek. Földrengés számítás esetén csak a globális *Z* irány kapcsolható ki/be a jelölő négyzet segítségével, míg rezgésvizsgálat esetén mind a három globális irány (*X*, *Y* és *Z*) külön-külön is ki/bekapcsolható.

7.3 TÖMEGKOMBINÁCIÓK MEGADÁSA

TÖMEGKOMBINÁCIÓK MEGADÁSA funkció ( ) teljesen analóg módon működik a ***TEHERKOMBINÁCIÓK*** (***6.3 FEJEZET***) megadásánál leírtakkal, annyi különbséggel, hogy tömegkombinációk megadásánál nincs lehetőség automatikusan generált kombinációk létrehozására, így minden egyes kombinációt kézzel kell definiálni. A ***TÖMEGKOMBINÁCIÓ*** panel 2 nagyobb egységből tevődik össze:

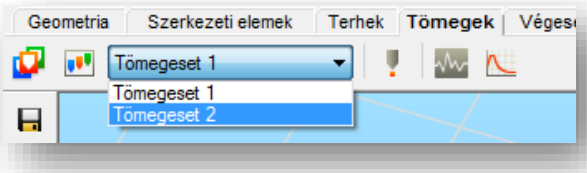


#1 Terhekből konvertált tömegesetek táblázata

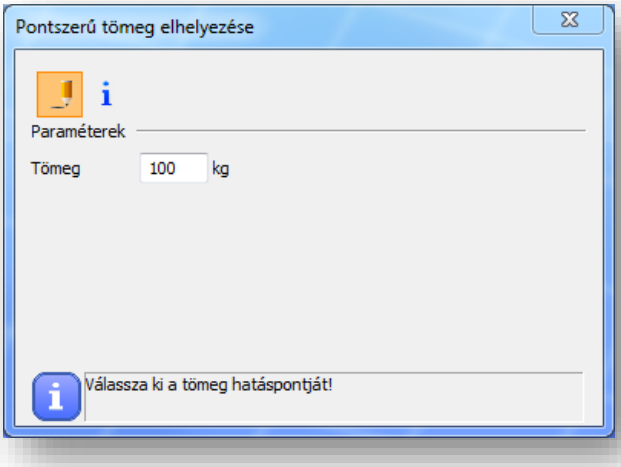
#2 Kézzel definiált tömegesetek táblázata

7.4 PONTSZERŰ TÖMEG ELHELYEZÉSE

PONTSZERŰ TÖMEG ( ) tetszőleges pozícióban elhelyezhető a szerkezeten. Minden elhelyezésre kerülő tömeg a legördülő menüből kiválasztott kézi tömegesethez fog tartozni.



Pontszerű tömeg vonal elemen bárhol elhelyezhető (előre definiált pontokra nincs szükség; végpontok és fogópontok egyaránt használhatóak a tömegek elhelyezésére).



A tömeg értékének megadása után, a szerkezet valamely pontjára való kattintással, a pontszerű tömeg elhelyezésre kerül.

7.5 Földrengés hatás

A földrengéshatás használatának részletes leírását lásd a ***Földrengés hatás (12. fejezet)*** fejezetben.

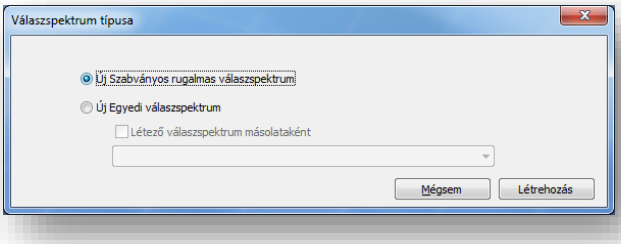
7.6 Válaszspektrum felvétele

A ***Válaszspektrum felvétele*** ( ) funkció segítségével az alábbi két fajta spektrum felvételére van lehetőség:

- Szabványos rugalmas válaszspektrum: a kiválasztott szabvány, illetve nemzeti mellékletnek megfelelő szabványos rugalmas válaszspektrum felvétele. A megadáshoz

szükséges paraméterek szabványonként illetve nemzeti mellékletenként eltérőek lehetnek

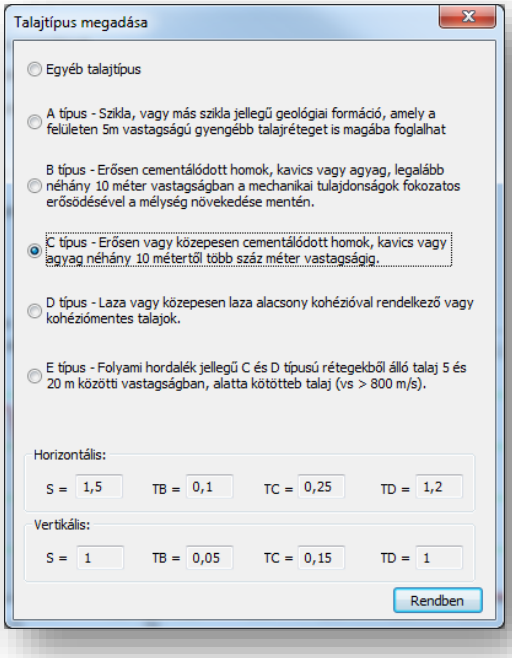
- Egyedi válaszspektrum: egyedi válaszspektrum felvétele, a spektrum pontjainak táblázatos megadásával



7.6.1. ÚJ SZABVÁNYOS RUGALMAS VÁLASZSPEKTRUM

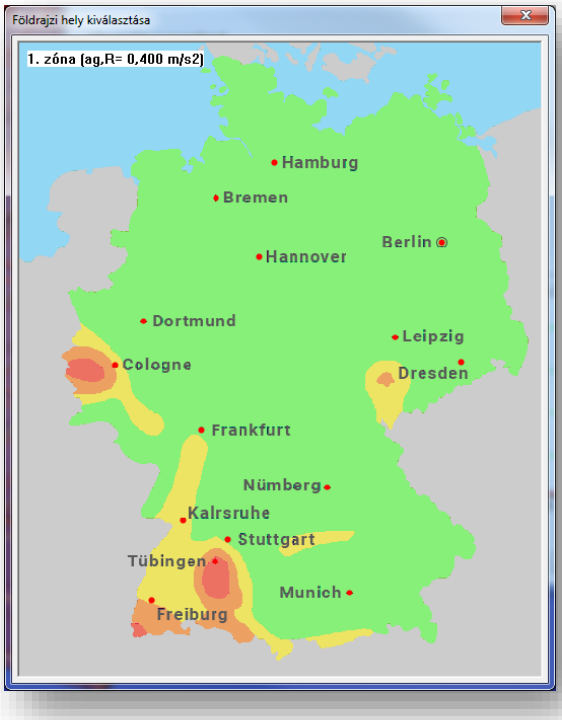
Az ***ÚJ SZABVÁNYOS RUGALMAS VÁLASZSPEKTRUM*** létrehozása opció választása esetén, az előzetesen kiválasztott szabvány, illetve nemzeti mellékletnek megfelelő szabványos rugalmas válaszspektrum hozható létre válaszspektrum analízis, illetve földrengésszámítás számára.

A szabványos *EuroCode* szerint, az alábbi paraméterek megadása szükséges, a rugalmas válaszspektrum felvételéhez:

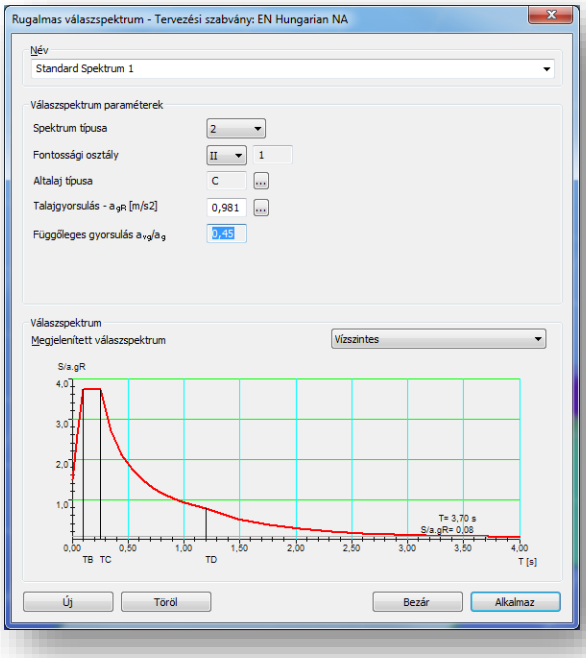


- *Spektrum típusa:* a legördítő menüből kiválasztható az aktuális szabvány szerint használható spektrum típus
- *Fontossági osztály:* a legördítő menüből kiválasztható a létesítménynek megfelelő fontossági osztály. A fontossági osztály mellet megjelenik az aktuális szabvány szerinti tényező
- *Altalaj típusa*: a három pontos (...) gombra kattintva kiválasztható a létesítmény helyszínén lévő altalaj típus. A dialóg alján megjelennek a kiválasztott altalaj típushoz tartozó szabványos spektrum paraméterek
- *Talajgyorsulás – a_{gR} [m/s^2]:* a beviteli mezőben megadható a létesítmény helyszínén érvényes talajgyorsulás értéke m/s^2 mértékegységben, vagy a három pontos (...) gombra kattintva, valamely beépített

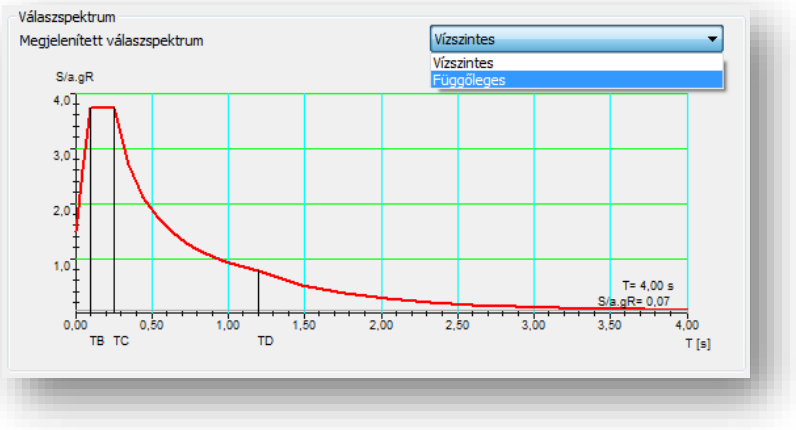
földrengés térképeken a megfelelő helyszínre kattintva, a talajgyorsulás értéke betöltődik



- *Függőleges gyorsulás a_{vg}/a_g:* nem módosítható, csak tájékoztató információ. A mező megmutatja az aktuálisan kiválasztott szabvány által használt értéket. Felhasználó szabvány létrehozásával módosítható (lásd 1.2.3 fejezet)

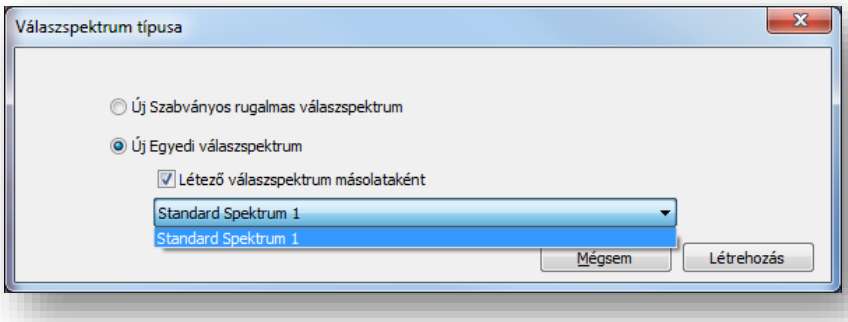


A dialóg Válaszspektrum mezőjében grafikusan megjelenik a megadott paraméterek szerinti szabványos rugalmas válaszspektrum. Az egér mutatóval megtekinthető a spektrum minden egyes pontjában a függvény értéke. A függőleges és vízszintes spektrumok között a legördítő menüvel lehet váltani.



7.6.2. Új Egyedi válaszspektrum

Új Egyedi válaszspektrum létrehozására két lehetőséget nyújt a *ConSteel*.



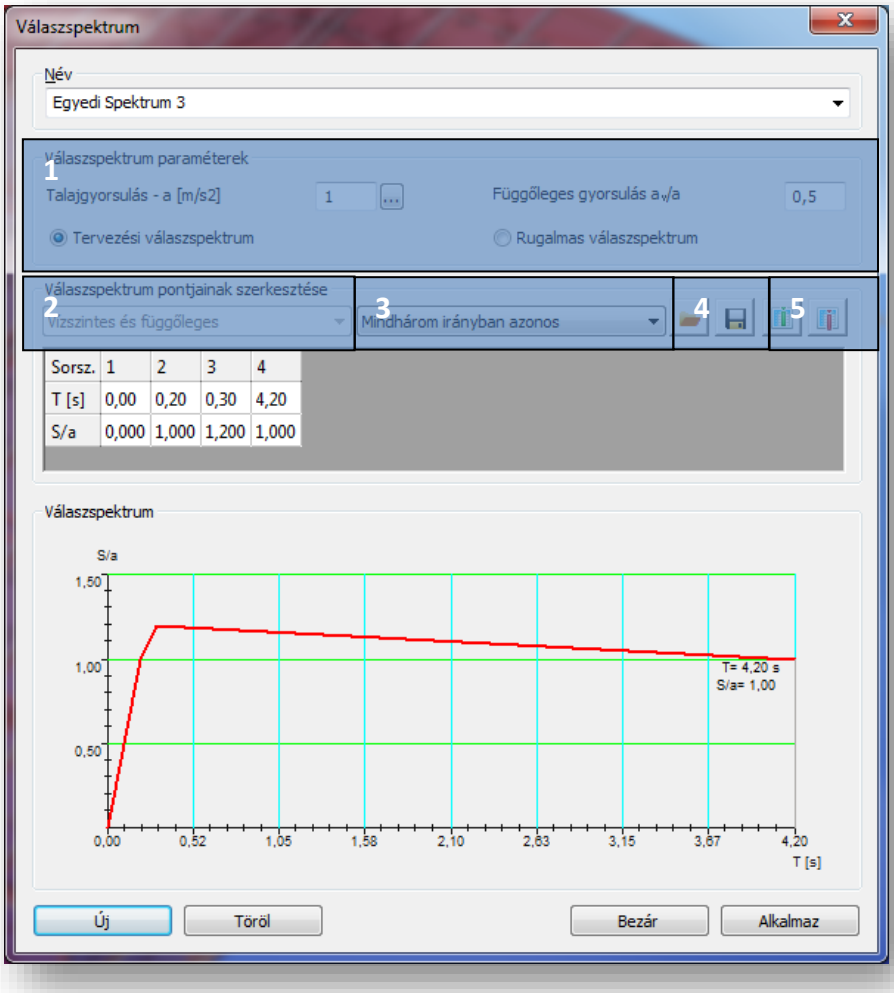
1. Válaszspektrum létrehozható kézzel a függvény pontjainak megadásával, ebben az esetben az ***Új Egyedi válaszspektrum*** opció kiválasztása után a ***Létrehozás*** gombra kell kattintani. Ebben az esetben a létrehozó dialóg teljesen üresen jelenik meg
2. Válaszspektrum létrehozása, egy már meglévő spektrum másolataként. Az ***Új Egyedi válaszspektrum*** opció kiválasztása után be kell pipálni a *Létező válaszspektrum másolataként* opció jelölőnégyzetét és a legördülő menüből ki kell választani valamelyik már előzőleg létrehozott spektrumot, majd a ***Létrehozás*** gombra kell kattintani. Ebben az esetben a létrehozó. Ebben az esetben a létrehozó dialóg felöltődik a másolatként használt spektrum értékeivel, amelyek kézzel módosíthatóak

7.6.2.1 EGYEDI VÁLASZSPEKTRUM KÉZI FELVÉTELE

Az ***ÚJ EGYEDI VÁLASZSPEKTRUM*** opció kiválasztása után a ***LÉTREHOZÁS*** gombra kattintva megjelenik a létrehozó dialóg.

A *Válaszspektrum paraméterek* (#1) mezőben az alábbi paramétereket kell megadni:

- *Talajgyorsulás – a [m/s²]:* a beviteli mezőben megadható a létesítmény helyszínén érvényes talajgyorsulás értéke m/s² mértékegységben, vagy a három pontos (...) gombra kattintva, valamely beépített földrengés térképeken a megfelelő helyszínre kattintva, a talajgyorsulás értéke betöltődik
- *Függőleges gyorsulás a_v/a:* a beviteli mezőben megadható a függőleges és a vízszintes gyorsulás aránya
- *Válaszspektrum fajtája:* egyedi válaszspektrum lehet Tervezési, vagy Rugalmas válaszspektrum. A megadott beállításnak megfelelően fogja a spektrumot a ConSteel kezelni. Tervezési válaszspektrum tervezési szituációban, míg a rugalmas válaszspektrum használhatósági szituációban használható



A válaszspektrum függvény, a *Válaszspektrum pontjainak szerkesztése* mezőben adható meg táblázatosan, megadva az időértéket másodperc mértékegységben, illetve a hozzá tartozó gyorsulással leosztott spektrum értéket (mértékegység nélküli szám).

A spektrum megadó tábláz oszlopainak a száma tetszőlegesen változtatható. Új oszlop a (#5) gombbal adható hozzá, míg oszlopot törölni a (#4) gombbal lehet.

Az egyedi válaszspektrum alap esetben mind a három (X, Y és Z) irányban megegyezik. Ha szükséges, a #3 legördülő menü segítségével megadható eltérő spektrum a függőleges, illetve mind a három irányhoz. Viszont ezekben az esetekben a táblázatos spektrum megadást kétszer, illetve háromszor kell elvégezni a különböző irányokban. Az éppen szerkesztett irányhoz tartozó spektrum a #2 legördülő menü segítségével választható ki.

A megadott spektrum elmenthető *.csv és *.txt formátumokba, a (#4) gomb segítségével, illetve egy már elmentett spektrum megnyitható a (#4) gomb segítségével.

A *Válaszspektrum* mezőben, az aktuálisan szerkesztett válaszspektrum függvénye jelenik meg. Az egér mutatóval megtekinthető a spektrum minden egyes pontjában a függvény értéke.

7.6.2.2 Egyedi válaszspektrum felvétele, egy meglévő spektrum másolatként

Az ***Új Egyedi válaszspektrum*** opció kiválasztása és a *Létező válaszspektrum másolatként* opció jelölőnégyzetét bepipálása és a legördülő menü segítségével, valamely már előzőleg létrehozott spektrum kiválasztása után, a ***Létrehozás*** gombra kattintva, megjelenik a létrehozó dialóg, feltöltve a másolatként használt spektrum paramétereivel.

A spektrum betöltése után már a spektrum bármely paramétere módosítható és átírható.

A funkciók használata megegyezik az ***Egyedi válaszspektrum kézi felvétele (7.6.2.1)*** fejezetben leírtakkal.

8 SZERKEZETEK ANALÍZISE

8.1 ALAPOK

A mérnökök számára az analízis a legkevésbé átlátható fázis, egy „fekete doboz” a tervezési folyamat során. A szabványok általában meghatározzák az egyes tervezési képletekhez alkalmazandó analízis típusát. A ConSteel az összes számításhoz a végeselem módszert alkalmazza, két különböző típusú rúd (tradicionális 12 szabadságfokú Timoshenko, illetve 14 szabadságfokú vékonyfalú, amely az öblösödést is figyelembe veszi) és két héj (háromszög és négyszög) végeselem használatával. Számítás során lehetőség van első és teljes másodrendű (nem csak P-δ hatás); síkbeli, elcsavarodó kihajlás és kifordulás; héjból felépített karcsú szerkezeti elemek horpadás; statikus és dinamikus sajátérték és válaszspektrum és modal analízis alapú földrengésszámítás elvégzésére. A rendkívül gyors és stabil egyenletmegoldó algoritmusnak köszönhetően szokatlanul nagy modellek számítása is elfogadható időn belül elvégezhető. A szerkezeti analízishez kapcsolódó funkciók a ***VÉGESELEM*** és ***ANALÍZIS*** füleken találhatóak. A ***VÉGESELEM*** fülön a héj végeselem generálás beállításai érhetőek el, és itt tekinthető meg a szerkezet végeselem modellje is. Általában a fülön található funkciókra nincs szükség, mivel az analízis indításakor a végeselemek generálása automatikusan megtörténik.

8.2 VÉGESELEMEK

8.2.1 ALAPOK

A mechanikai eredmények és a számítás korlátai nagyban függenek a számított modellben alkalmazott végeselemek típusától. Az analízis minőségét, a várható eredményeket és ezzel összhangban az alkalmazható szabványos ellenőrzéseket, a figyelembe vett elmozdulások, erők, keresztmetszeti funkciók és másodrendű hatások határozzák meg. Annak érdekében, hogy a mérnök a szerkezet „működését” a lehető legpontosabban meghatározhassa, és hogy elkerülje a szerkezet nem várt viselkedését, a mérnöknek a modellezés során ügyelnie kell az egyes alkalmazott végeselemek jellemzőire. A *ConSteel* programban minden végeselemes modell a tényleges 3D-ben működik; nincs mód a szabadságfokok korlátozására (síkbeli keret stb.). Ha szükséges, támaszok és/vagy teherrendszerek alkalmazásával megoldható. Az összes teher és támasz, teheresetenként csomóponti erőkké és csomóponti támasszá kerülnek

konvertálásra, végeselem mentén megoszló erő és támasz nem alkalmazható. A konvertálást a végeselem generálás során automatikusan végzi a program.

A következő fejezet nem törekszik az alkalmazott végeselemeket megalapozó elméletek bemutatására, mert ezek a szakirodalmakban megtalálhatóak. Mindössze azokat a tulajdonságokat mutatja be, amelyek ismerete az eredmények helyes értelmezéséhez szükségesek.

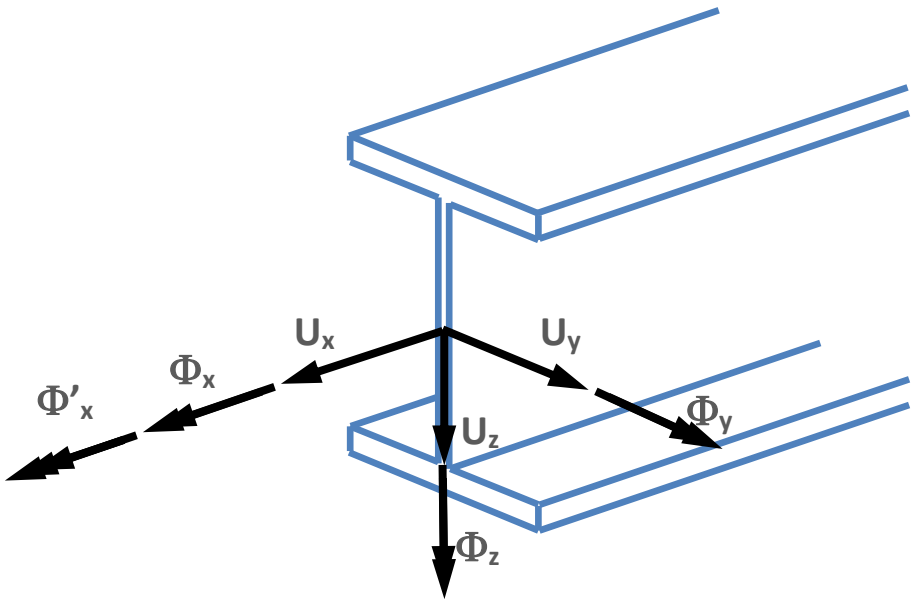
8.2.2 Vonalelemek

Három végeselem típus használható:

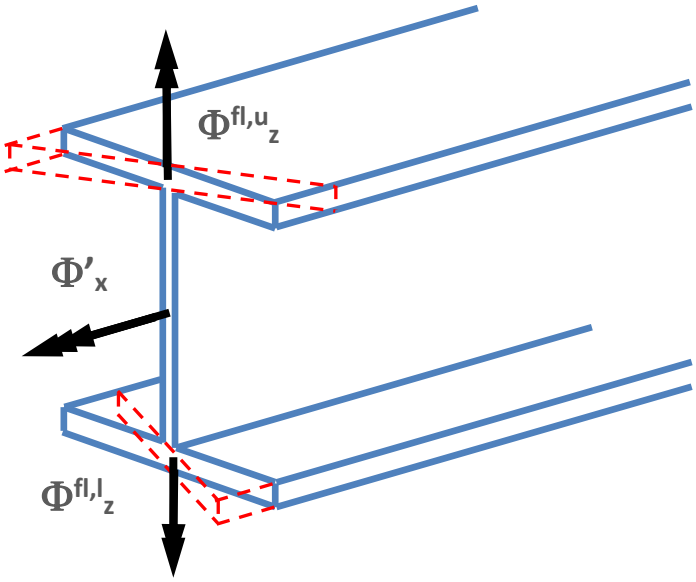
- 6 szabadságfokú (6SZF) általános elem, olyan rudak modellezésére, amelyeken tengelyirányú erő, nyíróerő, nyomaték, csavarás vagy ezek tetszőleges interakciója működik
- 7 szabadságfokú (7SZF) rúdelem öblösödéssel elem, működése megegyezik a 6SZF elemmel, kiegészítve az öblösödés hatásával
- húzott rúd (HR) elem, olyan 1 szabadságfokú rudak modellezésére, amelyek nyomást nem tudnak felveni

6 szabadságfokú rúdelemet használ a ConSteel a vasbeton elemek és öszvér gerenda modellezésére. A ConSteel által alkalmazott 6 szabadságfokú rúdelem nyírási alakváltozásokat is figyelembe venni képes.

A 7SZF elem speciálisan olyan vékonyfalú rudakhoz került kifejlesztésre, ahol a keresztmetszet öblösödésének figyelembevétele különösen fontos a viselkedés során. Ez a hatás jelenik meg a hetedik szabadságfokban. A következő ábra bemutatja a csomóponti elmozdulásokat:



Az első 6 SZF a hagyományos elmozdulásokat (U_x, U_y, U_z) és elfordulásokat (Φ_x, Φ_y, Φ_z) tartalmazza, a rúd helyi koordinátarendszerében (lásd ***4.2 Koordináta rendszerek***). A hetedik szabadságfok több magyarázatot igényel. Ez szabadságfok a hossztengely menti elfordulás első deriváltját (Φ'_x) jelenti matematikailag, mechanikailag a szelvény öblösödését jelenti, amely egyenes következménye a vékonyfalú szelvény torzulásának. Az alábbi ábra az öblösödést igyekszik bemutatni. Az öv kilép a szelvény eredeti síkjából.



Ebben az esetben az öblösödés szabadságfoka, mint két, ellentétes irányú az öv tengelyére merőleges tengely körüli elfordulásként értelmezhető.

A 7 szabadságfokú rúdelemnek egy speciális továbbfejlesztett változatát használja a ConSteel lineárisan változó keresztmetszetű rudak modellezésére.

Mivel az acél szelvényű rudak általában karcsúak, ezért globális stabilitásvesztésüknek számos változata fordulhat elő: kihajlás, elcsavarodó kihajlás, kifordulás, és ezek együttes hatása. A 7 SZF végeselemeknek köszönhetően mindezen módok számíthatók. Ilyen rudak stabilitásszámításakor ez egy fontos és előnyös lehetőség, de mivel a komplex elcsavarodások pontos számítása nagyban függ a 7. öblösödési szabadságfoktól, ennek hatását már a modell felépítésénél figyelembe kell venni (lásd a ***Szerkezet modellezése*** fejezet figyelmeztetéseit).

A húzott rudaknak 1 szabadságfokuk (SZF) van, ami a hosszirányú elmozdulás (U_x). A húzott rudak csak akkor kerülnek figyelembevételre a számítás során, ha húzóerő ébred bennük az iteratív számítás alapján. Az iteráció első lépéseként lefutó számítás során az összes elhelyezett HR elem figyelembevételre kerül a hossza mentén egyetlen végeselemmel, mint húzás és nyomást viselni tudó elem. Következő lépésként ellenőrzésre kerülnek a HR rudakban keletkező erők. Azok a rudak, amelyekben nyomás ébred, egy olyan minimális fiktív keresztmetszetre lesznek cserélve, amely csak egy nominális nyomóerő viselésére képes, majd

a módosított végeselem modellre újból elvégzésre kerül az analízis. Ez az iteráció addig folytatódik, míg minden HR elem ténylegesen húzottá, vagy csak nominálisan nyomottá nem válik. A sajátérték számítás erre a módosított végeselem modellre kerül elvégzésre.

MIVEL A SAJÁTÉRTÉK SZÁMÍTÁS NEM HAJTHATÓ VÉGRE ITERATÍV MÓDON, A FENTI STRATÉGIA NEM ALKALMAZHATÓ. A CONSTEEL EHELYETT A SAJÁTÉRTÉKSZÁMÍTÁSHOZ FIGYELEMBE VEENDŐ TEHERKOMBINÁCIÓRA ELVÉGEZ EGY FENTI STRATÉGIA SZERINTI ANALÍZIST, MAJD A HR RUDAKRA KAPOTT VÉGEREDMÉNY SZERINTI MEREVSÉGGEL (TÉNYLEGESEN HÚZOTT RÚD TELJES ÉRTÉK, NOMINÁLISAN NYOMOTT HR RÚD FIKTÍV ÉRTÉK) VÉGZI A SAJÁTÉRTÉKSZÁMÍTÁST.

HASONLÓAN PROBLÉMÁS A DINAMIKAI SZÁMÍTÁS HR RUDAK ESETÉN. EBBEN AZ ESETBEN A SAJÁTÉRTÉKEKHEZ HASZNÁLT STRATÉGIA SEM HASZNÁLHATÓ. A CONSTEEL MINDEN HR RUDAT HÚZOTT-NYOMOTT RÚDKÉNT FELTÉTELEZ, DE 50% MEREVSÉGGEL. EZ AZ ÉRTÉK ANNAK A FELTÉTELEZÉSÉVEL LETT FELVÉVE, HOGY JELLEMZŐEN HÚZOTT RUDAS MEREVÍTÉSEK PÁRBAN VANNAK HASZNÁLVA ÉS EGY ADOTT TERHELÉSBEN JELLEMZŐEN CSAK AZ EGYIK "DOLGOZIK" KÖZÜLÜK.

8.3 MODELL ELLENŐRZÉS (DIAGNOSZTIKA)

A számítások futtatása előtt elvégezhető egy modell ellenőrzés. Az ellenőrzés automatikusan lefut minden végeselem modell generálás és analízis futtatása előtt, de elindítható függetlenül is a modellezés bármelyik fázisában (***NÉZET*** menü „Diagnosztika…" funkciójával lehet megjeleníteni a ***DIAGNOSZTIKA*** ablakot, ahol a ***DIAGNOSZTIKA*** gombbal indítható). Két típusú diagnosztika üzenet lehetséges:

- ***HIBA:*** a hibák lehetetlenné teszik a modell számítását vagy értelmetlenné teszi az elvégzését. Hiba esetén számításokat nem lehet végrehajtani
- ***FIGYELMEZTETÉS:*** a figyelmeztetés mellett elvégezhetőek a számítások, de felhívja a figyelmet a lehetséges hibákra

Az ellenőrzés első lépéseként a szoftver a felhasználói modellt ellenőrzi (alapellenőrzés). Második lépésként a generált végeselemes modellt ellenőrzi a program (számítás előtti ellenőrzés).

Az alábbi alapellenőrzések kerülnek elvégzésre:

- van e teher a szerkezeten
- van e támasz a szerkezeten
- rudak, vonalmenti és erők és támaszok hosszának ellenőrzése
- felületi elemek lemezvastagságainak és végeselem méreteinek ellenőrzése

- átlapolás, kiékelés hosszának és elhelyezésének ellenőrzése
- többszörös támasz elhelyezésének ellenőrzése
- húzott elemek megfelelősségének ellenőrzése (nem lehet íves elem)

Az alábbi számítás előtti ellenőrzések kerülnek elvégzésre:

- van-e túllógó vonalmenti erő és teher
- pontbeli terhek és támaszok a szerkezeten vannak e
- felületi elemek átlapolása
- rúdelemek átlapolása
- nagyon kis távolság (<5 mm) a felületek, rudak, terhek, támaszok pontjai és vonalai között (a határtávolságok az ***OPCIÓK*** menüben állíthatóak)

A figyelmeztetéssel vagy hibával megjelölt objektumok kiválaszthatóak és kitörölhetőek a diagnosztika eredmény ablakon.

8.4 ANALÍZIS BEÁLLÍTÁSOK

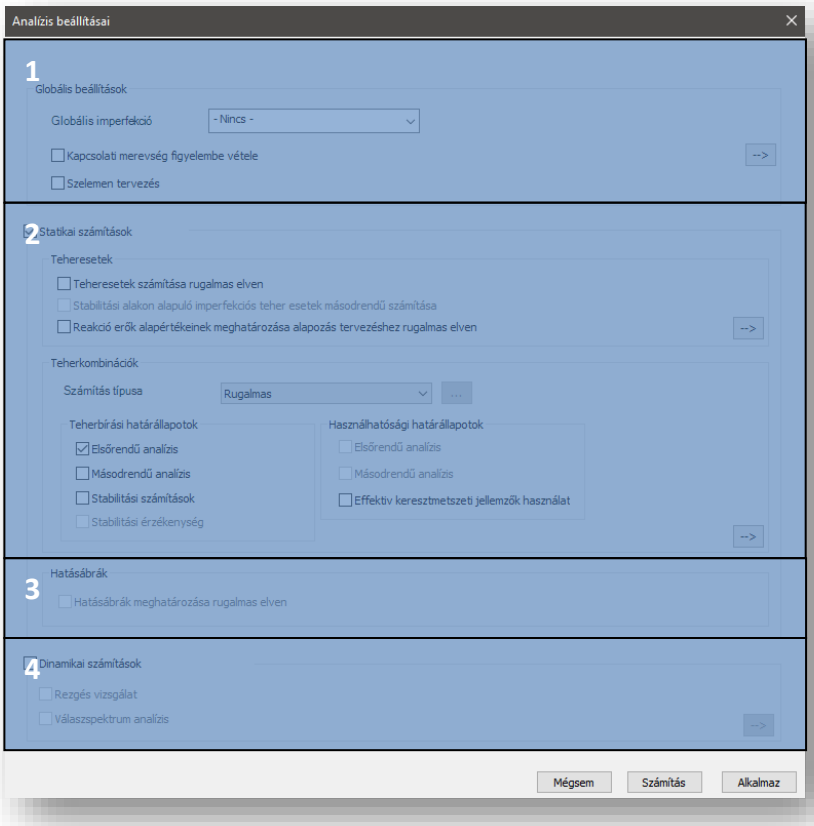
A végrehajtandó analízis típusok az ***ANALÍZIS BEÁLLÍTÁSAI*** dialógon állíthatóak be. A beállítási lehetőségek könnyebb átláthatósága érdekében a dialóg egy összegző oldala három fő csoportra került szétosztásra, melyekről összesen további négy, részletes beállításokat tartalmazó aloldal nyitható meg. Ezek az aloldalak a következők:

- ***GLOBÁLIS BEÁLLÍTÁSOK*** *(Globális beállítások részletezése aloldal* ***8.4.2****)*
- ***STATIKAI SZÁMÍTÁSOK*** *(Teheresetek beállításainak részletezése* **8.4.3***, és Teherkombinációk beállításainak részletezése* **8.4.4** *aloldal)*
- ***DINAMIKAI SZÁMÍTÁSOK*** *(Dinamikai számítások beállításainak részletezése aloldal* ***8.4.5****)*

8.4.1 ÖSSZEGZŐ OLDAL

A ***BEÁLLÍTÁSOK ÖSSZEGZÉSE*** fülön beállított analízis típusok az összes teherkombinációra le fognak futni.

A jobb áttekinthetőség kedvéért a beállítások különböző csoportokba kerültek elhelyezésre.



A Globális beállítások csoportban (#1) lévő beállítások az egész modellre érvényesek:

- A globális imperfekció legördülő menü segítségével előzőleg létrehozott Globális imperfekció (lásd 6.5 fejezet) helyezhető el a modellen. Egyszerre csak egy globális imperfekció csoport használható
- A jelölőnégyzet segítségével előzőleg létrehozott és elhelyezett szerkezeti csomópontok merevsége is figyelembe vehetőek a számítás során
- Szelemen tervezés funkció bekapcsolásával figyelembe vehető minden olyan paraméter az analízis során, melyek korábban szelemen tervező funkciók segítségével definiálásra kerültek, mint például burkolat nyújtotta oldalriányú megtámasztás, átlapolásos toldás esetén a toldási szakasz merevsége.

A további beállítások a --> gombbal megnyíló ***GLOBÁLIS BEÁLLÍTÁSOK RÉSZLETEZÉSE ALOLDALON 8.4.2*** érhetőek el.

A Statikai számítások (#2) csoport beállításai:

- A teheresetek alatt található két jelölő négyzet csak rugalmas számítás esetén érhető el: teheresetek számítása, reakcióerők alapértékeinek meghatározása alapozás

tervezéshez. A további beállítások a --> gombbal megnyíló ***TEHERESETEK BEÁLLÍTÁSAINAK RÉSZLETEZÉSE ALOLDALON 8.4.3*** érhetőek el.

- A teherkombinációk alatt két különböző számítási típus választható: 1) rugalmas: az összes szerkezeti elem lineárisan rugalmas anyagtulajdonsággal rendelkezik (Hook törvény), 2) képlékeny: képlékeny csukló analízis figyelembe veszi a speciális keresztmetszetek hajlító nyomaték okozta koncentrált képlékenyedését, részleteket lásd a 8.5.2 fejezetben. A jelölőnégyzetekkel a szükséges analízis (első-, illetve másodrendű) típusok kapcsolhatóak be, külön-külön a teherbírási és használhatósági határállapotokhoz tartozó teherkombinációk esetén, továbbá a stabilitási számítás, az ehhez tartozó érzékenység vizsgálat és az effektív keresztmetszeti jellemzők használata is itt kapcsolható. A stabilitás számítások bekapcsolásakor alapesetben 10 sajátalak kerül leszámolásra minden egyes teherkombinációban. (A sajátalakok száma a csoporthoz tartozó aloldalon módosítható) A jelölőnégyzeteket be-, illetve kikapcsolva az adott számítási típus az összes teherkombinációra alkalmazásra kerül.

A további beállítások a --> gombbal megnyíló ***TEHERKOMBINÁCIÓK BEÁLLÍTÁSAINAK RÉSZLETEZÉSE ALOLDALON 8.4.4*** érhetők el.

A hatásábrák csoport (#3) beállításai:

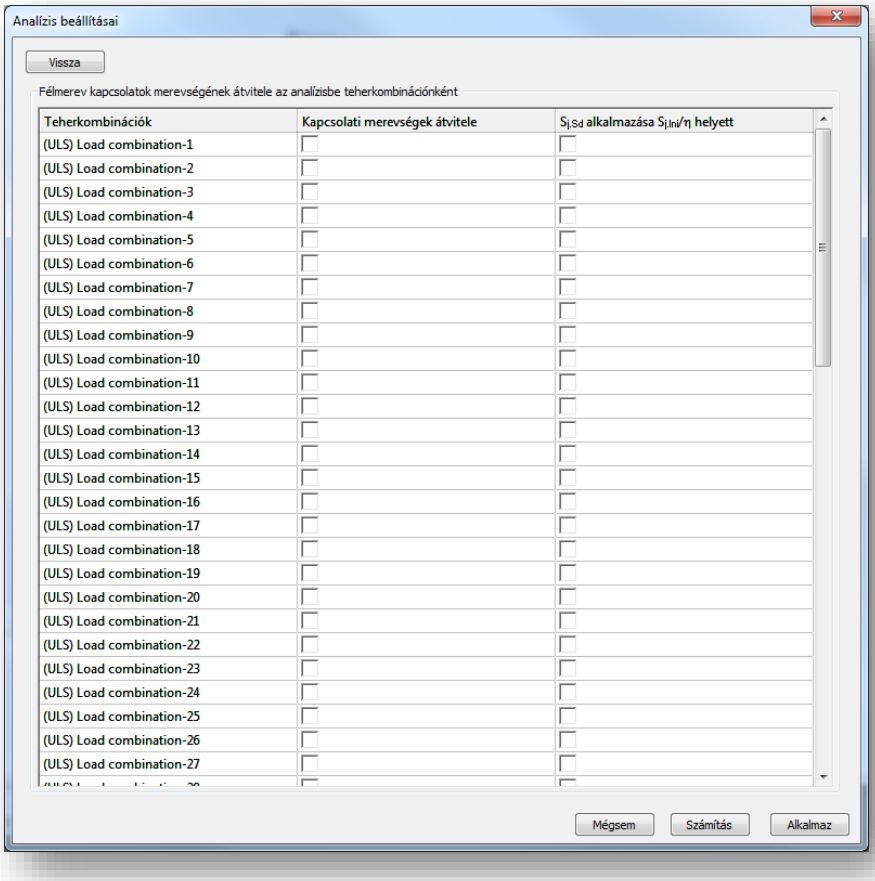
- Hatásábra számítása, az előzőleg kiválasztott hatásvonalon a jelölőnégyzet bekapcsolásával elvégezhető.

A Dinamikai számítások csoport (#4) beállításai:

- A dinamikai számítások csoport alatti két jelölőnégyzet segítségével számítható a szabadrezgés, és válaszspektrum analízis

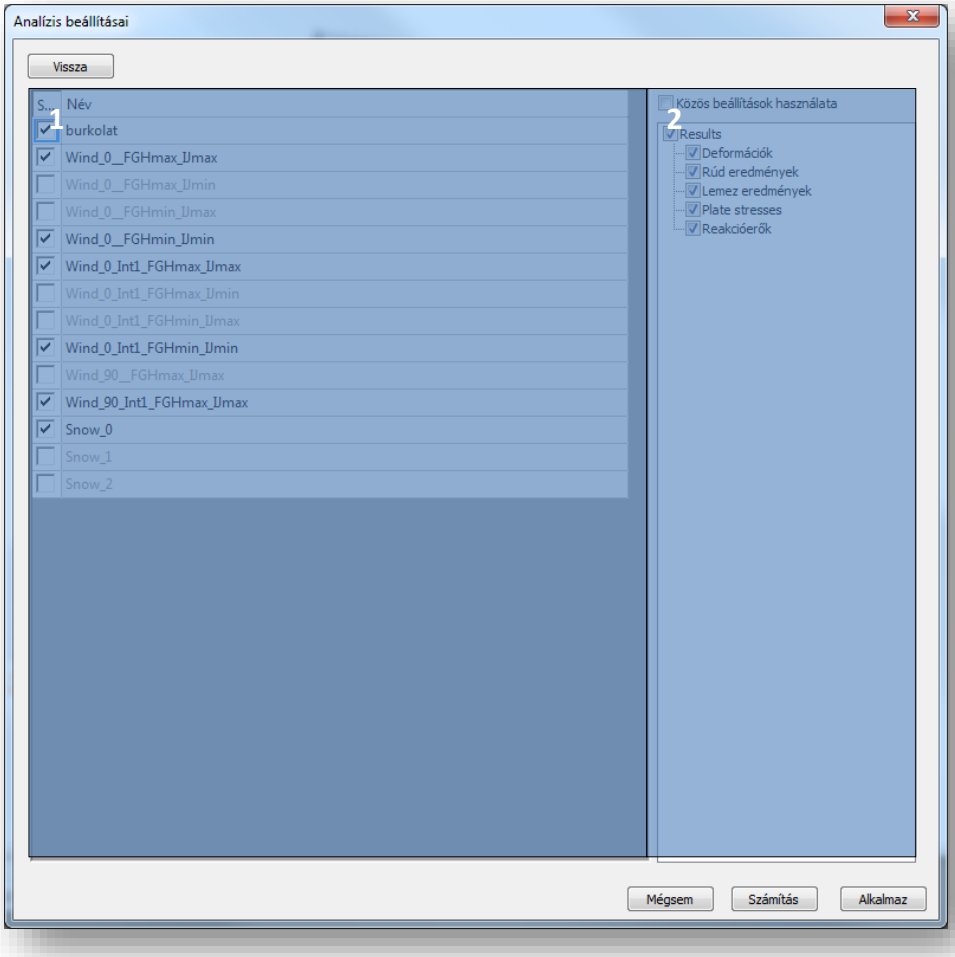
A további beállítások a --> gombbal megnyíló ***DINAMIKAI SZÁMÍTÁSOK BEÁLLÍTÁSAINAK RÉSZLETEZÉSE ALOLDALON 8.4.5*** érhetők el.

8.4.2 GLOBÁLIS ANALÍZIS BEÁLLÍTÁSAINAK RÉSZLETEZÉSE ALOLDAL



Az aloldalon a második oszlopban található jelölőnégyzetek segítségével előzőleg létrehozott és elhelyezett szerkezeti csomópontok merevsége vehető figyelembe a számítás során. A harmadik oszlopban lévő jelölőnégyzetek használatával a szekáns merevség választható a kezdeti merevség helyett.

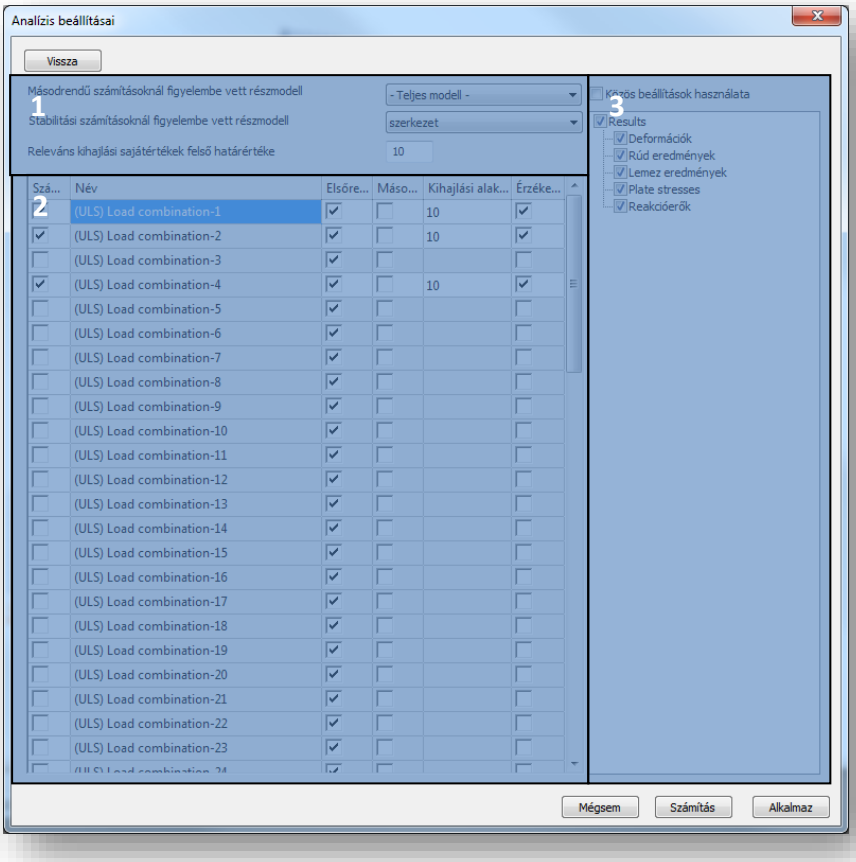
8.4.3 TEHERESETEK ANALÍZIS BEÁLLÍTÁSAINAK RÉSZLETEZÉSE ALOLDAL



Az aloldal két fő része:

- Teheresetek táblázat (#1)
  A táblázatban a modellben létrehozott teheresetek kerülnek listázásra. A jelölőnégyzetek segítségével eldönthető, hogy mely tehereseteket szeretnénk leszámolni az analízis során. Az eredmények a jobb oldalon lévő eredménytípusok fa (#2) beállításainak megfelelően kerülnek leszámolásra.
- Eredménytípusok fa (#2)
  A fában a jelölőnégyzetek segítségével teheresetenként beállítható hogy mely típusú eredményeket szeretnénk leszámítani az analízis során. A ***KÖZÖS BEÁLLÍTÁSOK*** használata gombbal a fa beállításai az összes teheresetre alkalmazásra kerülnek.

8.4.4 TEHERKOMBINÁCIÓK ANALÍZIS BEÁLLÍTÁSAINAK RÉSZLETEZÉSE ALOLDAL



Az aloldal három fő része:

- Figyelembe vett részletmodellek, és kihajlási alakok felső határértéke (#1)
  Mind a másodrendű, mind pedig a stabilitási számítások elvégezhetőek külön részletmodellekre.

  Másodrendű számításnál figyelembe vett részletmodell segítségével olyan instabil modellrészletek hagyhatóak ki a másodrendű számításokból, amelyek megakadályoznák a számítások futását.

  Stabilitás számítást részletmodellre futtatva a részletmodellben nem szereplő elemekre stabilitási számítások nem lesznek elvégezve. Ezek az elemek merevségükkel, mint megtámasztó hatásként lesznek figyelembe véve a számítás során.

  Itt lehet megadni a releváns kihajlási sajátérték felső határát is. Az összes olyan sajátalak, amelynek a sajátértéke nagyobb, mint a megadott érték, ki lesz hagyva. E miatt a leszámolt sajátalakok száma lehet kevesebb, mint a beállított.

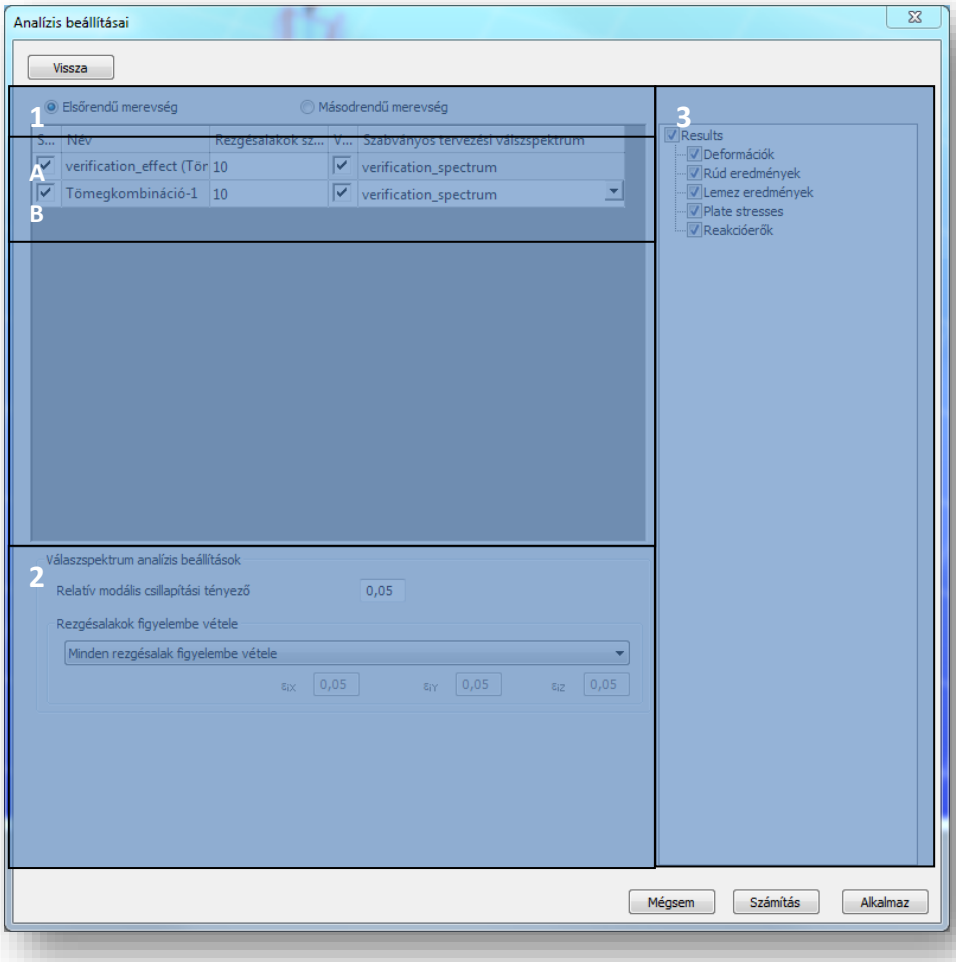
- Teherkombinációk táblázat (#2)

A táblázatban a modellben létrehozott teherkombinációk kerülnek listázásra. A táblázatban kombinációnként megadható, hogy melyek milyen számítási eljárással kerüljenek leszámításra. Állítható továbbá a kombinációnként leszámolt kihajlási alakok száma is, mely alapértelmezett értéke 10. Az eredmények a jobb oldalon lévő eredménytípusok fa (#3) beállításainak megfelelően kerülnek leszámolásra.

- Eredménytípusok fa (#3)

  A fában a jelölőnégyzetek segítségével teheresetenként beállítható hogy mely típusú eredményeket szeretnénk leszámítani az analízis során. A ***KÖZÖS BEÁLLÍTÁSOK*** használata gombbal a fa beállításai az összes teherkombinációra alkalmazásra kerülnek.

8.4.5 DINAMIKAI SZÁMÍTÁSOK ANALÍZIS BEÁLLÍTÁSAINAK RÉSZLETEZÉSE ALOLDAL



Az aloldal három fő része:

- A dinamikai számítások beállításainak táblázata (#1)

A táblázat felett kiválasztható, hogy a dinamikai számításokhoz az első vagy másodrendű merevségi mátrix kerüljön figyelembe vételre. Másodrendű merevséget választva a táblázatban megjelenik egy Teherkombináció oszlop, ahol a dinamikai számításhoz használt tömegkombinációkhoz külön definiálandó, hogy azokhoz mely teherkombináció másodrendű mátrixai legyenek figyelembe véve.

A táblázatban előzőleg az definiált földrengés hatás mellett az összes tömegkombináció listázásra kerül. A dinamikai számításokhoz alapesetben 10 sajátalak kerül leszámolásra minden egyes tömegkombinációra, ami tetszés szerint módosítható.

- **A,** Első sor: modális válaszspektrum analízis beállításai
  A táblázat első sora (amennyiben van definiált földrengés hatás) minden esetben a modális válaszspektrum analízisnek van fenntartva.
- **B,** Szabadrezgés, és válaszspektrum analízis
  A modális válaszspektrum analízis sora után a modellben definiált tömegesetek felsorolása követi. Minden tömegesetre elvégezhető a szabad rezgés analízis, ami kiegészíthető válaszspektrum analízissel.
  Abban az esetben, ha a „Számítandó” oszlopban egy adott tömegkombináció bekapcsolt, a „Válaszspektrum analízis” pedig kikapcsolt állapotban van, a számítás gombra kattintva a ***SZABAD REZGÉS*** analízis fog lefutni. Ha a „válaszspektrum analízis” is bekapcsolt állapotban van (és a modellben van definiált válaszspektrum), a szabadrezgés számítás ***VÁLASZSPEKTRUM ANALÍZISSEL*** is kiegészül.

- Válaszspektrum analízis beállítások (#2)
  A relatív modális csillapítási tényezőnek és a rezgésalakok különböző irányokba való figyelembevételének beállítási lehetőségét takarja.
- Eredménytípusok fa (#3)
  A fában a jelölőnégyzetek segítségével teheresetenként beállítható hogy mely típusú eredményeket szeretnénk leszámítani az analízis során. A ***KÖZÖS BEÁLLÍTÁSOK*** használata gombbal a fa beállításai az összes teherkombinációra alkalmazásra kerülnek.

8.5 ANALÍZIS TÍPUSOK

8.5.1 RUGALMAS ANALÍZIS

8.5.1.1 ELSŐRENDŰ ANALÍZIS

Az elsőrendű analízis a szerkezete kezdeti merevsége alapján számítja ki a szerkezet alakváltozásait, igénybevételeit. A modell elkészülte után ajánlatos először elsőrendű analízist futtatni és ez alapján leellenőrizni a szerkezet viselkedését, mielőtt időigényesebb számítást futtatnánk (például sajátérték számítás). Az elsőrendű számítás végrehajtásának lépései a következőek:

1. A végeselem elsőrendű (kezdeti) merevségi mátrixának számítása lokális koordináta rendszerben
2. A teljes szerkezet globális merevségi mátrixának (**K_s**) és erővektorának (**P**) előállítása, az elem merevségi mátrixok globális koordináta rendszerbe történő transzformálásával
3. A globális merevségi mátrix és az erővektor módosítása a peremfeltételek figyelembevételével (támaszok, rúdvégi folytonosság, előírt elmozdulás, hőmérsékletteher stb.)
4. Az alkalmazott csomóponti erők – a terhekből előállított ismert változó – és a csomóponti elmozdulások – ismeretlen változó (**U**) – közötti kapcsolatot leíró lineáris egyenletrendszer megoldása a szerkezet globális koordináta rendszerében a globális modellre (a csomóponti elmozdulások és erők értelmezését lásd. ***8.2 VÉGESELEMEK*** fejezetben):

$$\mathbf{K}_s\mathbf{U} = \mathbf{P} \quad \rightarrow \quad \mathbf{U} = \mathbf{K}_s^{-1}\mathbf{P} \tag{1}$$

5. Az elemek igénybevételeinek (és feszültségeinek) (**f^{el}**) számítása a lokális koordináta rendszerekben, az elemek globális csomóponti elmozdulásainak lokális merevségi mátrixszal lokális koordináta rendszerekbe (**u^{el}**) való transzformálásával:

$$\mathbf{f}^{el} = \mathbf{K}_s^{el}\mathbf{u}^{el} \tag{2}$$

8.5.1.2 MÁSODRENDŰ SZÁMÍTÁS

A másodrendű számítás figyelembe veszi, hogy a terhelt és deformált szerkezet a terhelés hatására eltérően viselkedik, mint az elsőrendű számításnál. Ez a hatás a kezdeti merevség terhelés hatására létrejövő változásaként vehető figyelembe. A másodrendű számítás lépései:

1. Az elsőrendű számítás fentiekben leírtak szerinti végrehajtása
2. A végeselemek geometriai merevségi mátrixának ($\mathbf{K}^{el}_g$) saját koordinátarendszerben történő meghatározása az egyes elemek igénybevételeinek ($\mathbf{f}^{el}$) figyelembevételével
3. A másodrendű globális merevségi mátrix ($\mathbf{K}_s + \mathbf{K}_g$) és a teljes modell erővektorának (**P**) előállítása, az elem merevségi mátrixok globális koordináta rendszerbe történő transzformálásával
4. A globális másodrendű merevségi mátrix és az erővektor módosítása a peremfeltételek figyelembevételével (támaszok, rúdvégi folytonosság, előírt elmozdulás, hőmérsékletteher stb.)
5. Az alkalmazott csomóponti erők – a terhekből előállított ismert változó – és a csomóponti elmozdulások – ismeretlen változó (**U**) – közötti kapcsolatot leíró lineáris egyenletrendszer megoldása a szerkezet globális koordináta rendszerében a terhelt és deformált globális modellre (a csomóponti elmozdulások és erők értelmezését lásd. ***8.2 VÉGESELEMEK*** fejezetben):

$$\left(\mathbf{K}_s + \mathbf{K}_g\right)\mathbf{U} = \mathbf{P} \quad \rightarrow \quad \mathbf{U} = \left(\mathbf{K}_s + \mathbf{K}_g\right)^{-1}\mathbf{P} \tag{3}$$

6. Az elemek igénybevételeinek (és feszültségeinek) ($\mathbf{f}^{el}$) számítása a lokális koordináta rendszerekben, az elemek globális csomóponti elmozdulásainak lokális merevségi mátrixszal lokális koordináta rendszerekbe ($\mathbf{u}^{el}$) való transzformálásával:

$$\mathbf{f}^{el} = \mathbf{K}_s^{el}\mathbf{u}^{el}$$

7. Ha egy csomóponti korábbi helyzethez viszonyított elmozdulása egy határértéket túllép, akkor a számítás a második lépéstől ismétlődik

8.5.1.3 STATIKAI SAJÁTÉRTÉK – KIHAJLÁS ANALÍZIS

A sajátértékszámítás mechanikai értelmezése egy olyan rugalmas kritikus terhelési szint, amelynél a szerkezet valamilyen módon elveszíti a stabilitását. Matematikailag ez azt jelenti, hogy a másodfokú egyenletnek (3) nincs megoldása, mert a másodrendű merevségi mátrix szinguláris. A *ConSteel* programban a lineáris sajátérték számítás egy paramétert vesz figyelembe, a konzervatív terhelés és a geometriai merevségi mátrix a teherfaktortól (λ) lineárisan függ:

$$\mathbf{K}_g(\lambda\mathbf{f}) = \lambda\mathbf{K}_g(\mathbf{f}) \tag{4}$$

Ebben az esetben a sajátérték számítás az alábbi formában írható fel:

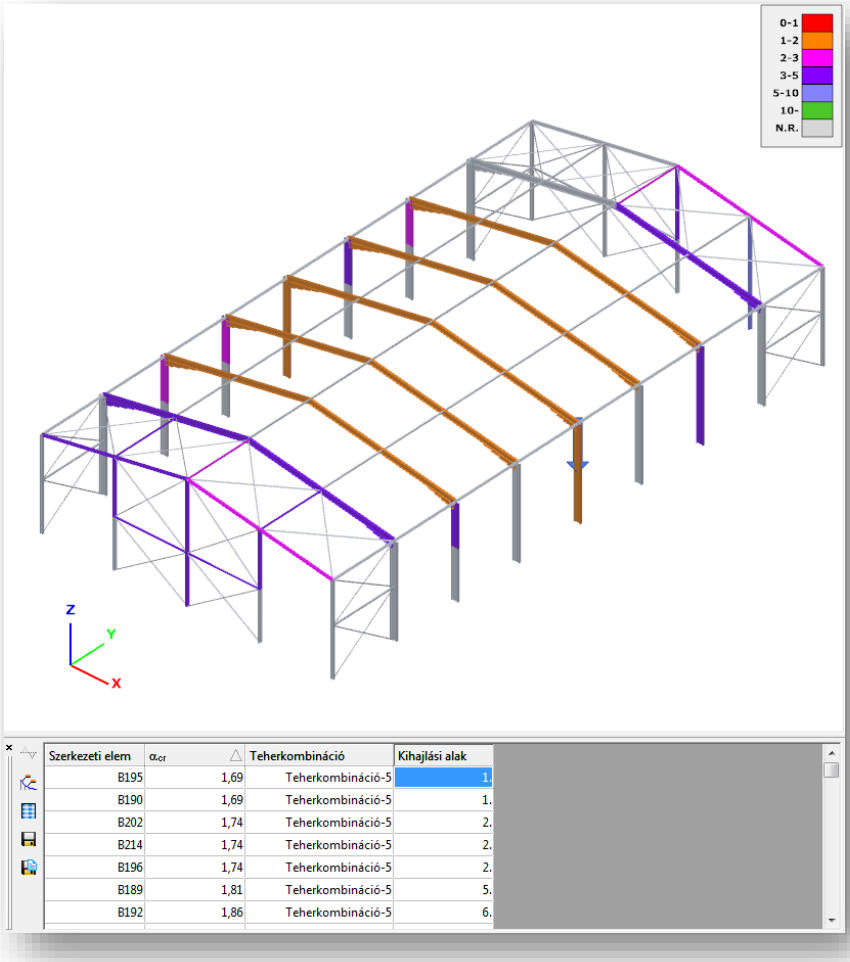
$$\left(\mathbf{K}_s + \lambda\mathbf{K}_g\right)\mathbf{U} = 0 \tag{5}$$

Az egyenletnek a megoldásai a kritikus teherfaktorok (kihajlási teher faktor λ^i_{cr}) amelyek a másodrendű merevségi mátrixokat szingulárissá teszik és az elmozdulások (kihajlási alakok $\mathbf{U}^i$).

A sajátérték analízis elvégzésével kapott lehetséges kihajlási alakokat alapvetően befolyásolja a figyelembe vett másodrendű hatás, amit az alkalmazott végeselem típus határoz meg. Például 7 SZF oszlop-gerenda végeselem esetén figyelembe vehető az összes globális kihajlási alak: kihajlás, elcsavarodó kihajlás, kifordulás és ezek interakciója.

8.5.1.3.1 Kihajlási érzékenységi vizsgálat

Funkció segítségével összefoglaló képet kapunk a szerkezet kihajlási alakjairól, illetve rudanként megadja, hogy az adott rúd stabilitás vizsgálatához melyik teherkombináció melyik kihajlási alakja a legrelevánsabb, azaz melyiket érdemes alkalmazni.



8.5.1.4 Dinamikai sajátérték – rezgésanalízis

A dinamikus sajátérték számítás mechanikai értelmezése a szerkezet sajátfrekvenciáinak meghatározása. A lineáris sajátérték analízis elvégzése során a *ConSteel* a másodrendű merevségi mátrixot és a konzisztens tömeg mátrixot (**M**) veszi figyelembe.

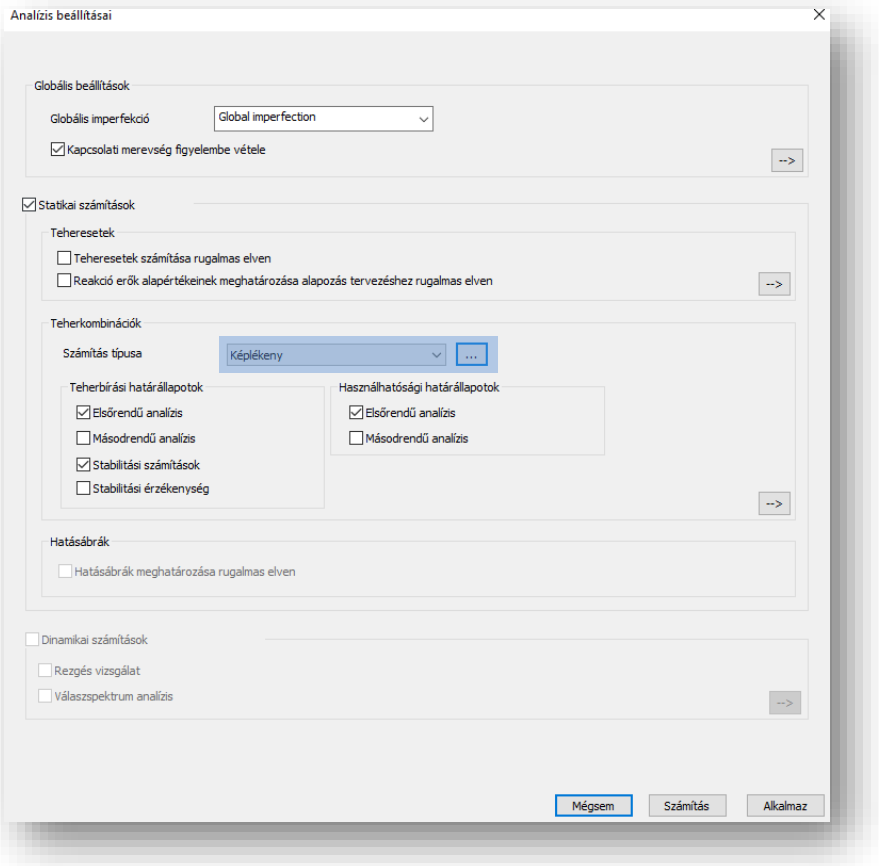
$$\left(\left(\mathbf{K}_s + \mathbf{K}_g\right) + \omega^2 \mathbf{M}\right)\mathbf{U} = 0 \qquad (6)$$

Az egyenletnek a megoldásai a sajátfrekvenciák (ω^j) és az elmozdulások (szabad rezgési alakok alakok $\mathbf{U}^i$).

A sajátérték analízis elvégzésével kapott lehetséges rezgési alakokat alapvetően befolyásolja a figyelembe vett merevség és tömeg mátrix, amit az alkalmazott végeselem típus határoz meg. Például 7 SZF oszlop-gerenda végeselem esetén figyelembe vehető az összes globális rezgési alak: kihajlás, elcsavarodó kihajlás, kifordulás és ezek interakciója.

8.5.2 Képlékeny analízis

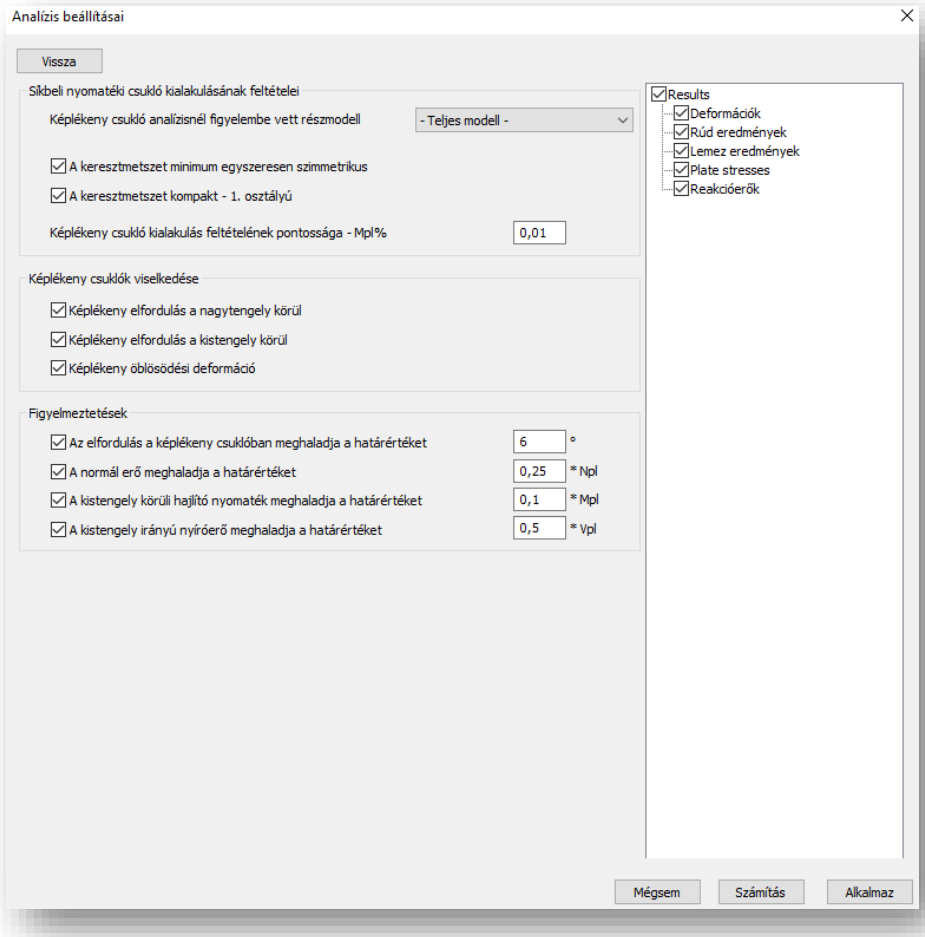
Képlékeny analízis indítására az ***Analízis*** fül ***Analízis beállításai*** ablakon van lehetőség. Ehhez a ***Számítás típusa*** legördülő menü, ***Képlékeny*** opció kiválasztására van szükség.



8.5.2.1 Alapok

Képlékeny analízis választása esetén, képlékeny csukló analízis fut le, amely figyelembe veszi a kizárólag erőstengely körül nyomaték (M_y) hatására, a keresztmetszet *y* lokális tengelye kerül

kialakuló síkbeli képlékeny csuklókat – más hatásnak (nyírás, normálerő vagy gyengetengely körüli hajlítás) nincs hatása a csuklók kialakulására. Az analízis beállításai elérhetőek az ***ANALÍZIS BEÁLLÍTÁSAI*** dialógon, a *Számítás típusa* legördítő menü mellett található három pontos (...) ikonra kattintva.



Az első csoportban a képlékeny csuklók kialakulásának feltételei állíthatóak be. A legördülő menü segítségével kiválasztható részmodell is. Ebben az esetben az analízis a képlékeny csuklókat csak a kiválasztott részmodellben fogja keresni. Keresztmetszetek tekintetében két opció érhető el, ahol a képlékeny csuklók kialakulhatnak: keresztmetszetek minimum egyszeresen szimmetrikusak (a lokális z tengely körül) és kompakt (AISC szabvány esetén) vagy első osztályú (EuroCode szabvány esetén). A szokásos szabványos előírásoknak megfelelően ennek a két feltételnek szükséges teljesülnie képlékeny analízis végrehajtásához. A képlékeny csukló analízis pontossága is megadható a képlékeny nyomatéki ellenállás százalékában (M_{pl}).

A második csoportban a képlékeny csuklók kialakulása utáni mechanikai viselkedése állítható be. Mivel a síkbeli (síkbeli kifejezés csak a csukló kialakulására vonatkozik) csuklók részei egy térbeli modellnek, ezért meg kell határozni a kialakulás utáni térbeli mechanikai

viselkedésüket (térbeli csukló). Ennek megfelelően a kialakult csuklók el tudnak fordulni az erős tengely körül, illetve a gyenge tengely körül a szabad öblösödési deformációval együtt. A két utóbbi opció segítségével realisztikusan figyelembe vehető hogy a képlékeny csuklók okozta teljes övmegfolyások egy I szelvény esetén gyakorlatilag kistengely körüli és öblösödési csukló viselkedést tesznek lehetővé. Ezek az opciók befolyásolják a síkra merőleges viselkedését a modellnek (például abban az esetben, ha egy szerkezeti elem kihajlása a képlékeny csukló mellett alakul ki a csukló síkjára merőlegesen).

A harmadik csoportban található beállítási lehetőségek segítségével különböző figyelmeztetéseket megjelenítésére van lehetőség az analízis során. A figyelmeztetések abban az estben jelennek meg, ha a képlékeny csuklók kialakulására jelentős hatással bír a nagytengely körüli hajlításon kívül más igénybevétel is.

A negyedik csoportban adható meg, hogy mely analízis eredmények kerüljenek elmentésre és megjelenítésre minden egyes státuszban. Nagy modell és jelentősszámú képlékeny csukló esetén az eredmény mérete jelentős lehet, ezért tanácsos csak azokat az eredmény típusokat kiválasztani, amelyekre ténylegesen szükség van.

8.5.2.2 Elsőrendű analízis

Matematikailag a rugalmas számításnál leírtakhoz hasonlóan történik, de azzal a nagy különbséggel, hogy nem csak a megadott terhelésre végez analízist, hanem a megadott terhelést lépésenként addig változtatja (növeli vagy csökkenti), amíg a szerkezet instabillá nem válik a kialakuló képlékeny csuklók miatt.

A megoldás folyamata a következő:

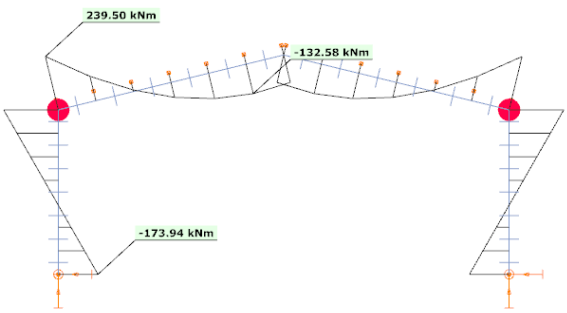
1: A felhasználó által megadott teherkombinációnak megfelelően lefut egy elsőrendű rugalmas analízis, majd a kapott erős tengely körüli M_y hajlítónyomaték értékek az első csoportban szereplő szempontok szerint összehasonlításra kerülnek a végeselemhez rendelt szelvény képlékeny nyomatéki ellenállásával.

2a: Amennyiben a képlékeny analízisre kijelölt elemek egyetlen pontjában sem érik el a felhasználó által megadott teherszinten számolt igénybevételek a képlékeny csukló(k) kialakulásának feltételeit, a ConSteel a teherszintet lépésekben emeli mindaddig, amíg az első képlékeny csukló ki nem alakul.

2b: Amennyiben a felhasználó által megadott teherszinten van olyan pont, ahol a képlékeny csukló kialakulna, a ConSteel a teherszintet lépésekben csökkenti addig a teherszintnek a megtalálásáig, amikor az első képlékeny csukló kialakulna.

3: A megtalált $\alpha * M_{yEd}$ teherszinten az aktuális összes olyan végeselempontra, ahol a képlékeny csukló kialakulásának a feltételei adottak, a ConSteel csuklót helyez el a

„Képlékeny csuklók viselkedése” paramétereknek megfelelően, amely a további teherlépcsőkre elvégzett analízisnél kerül alkalmazásra. Az csuklók elhelyezése miatt a szerkezet globális merevségi mátrixa aktualizálásra kerül és egy újabb számítási szint indul. Az elhelyezett csuklók grafikusan ábrázolásra kerülnek majd következő számítási lépés indul.



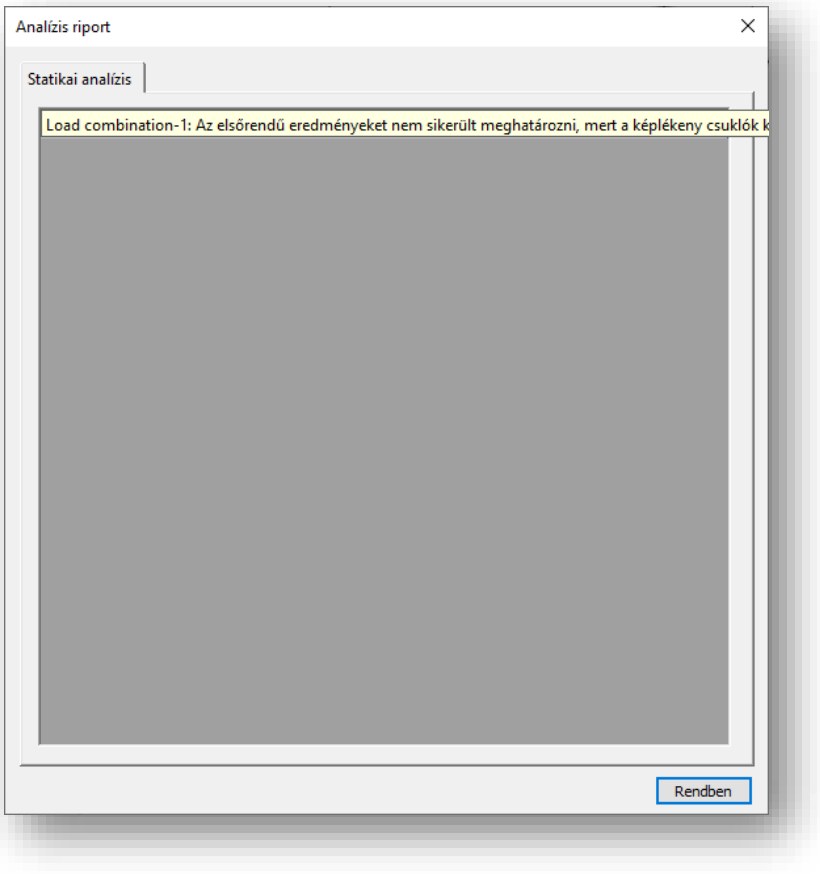
Tiszta igénybevételi ellenállások	
Képlékeny interakciós ellenállás (Mértékadó)	
Nagytengely körüli hajlít	
Keresztmetszet osztály	1
Alkalmazott szabvány	6.2.8 (1)-(4) - (6.29) formula
$M_{y,Ed}$	239.500 kNm
$M_{y,V,Rd}$	239.500 kNm
Megjegyzés	nyíróerő hatása elhanyagolva
$V_{z,Ed}$	-216.180 kN
$V_{z,pl,Rd}$	476.733 kN
ρ_y	0.00

4: A ConSteel tovább növeli a terhelést az α teherszorzón keresztül, a megváltoztatott merevségi mátrix használatával mindaddig, amíg a következő képlékeny csukló kialakulásának a teherszintjét el nem éri.

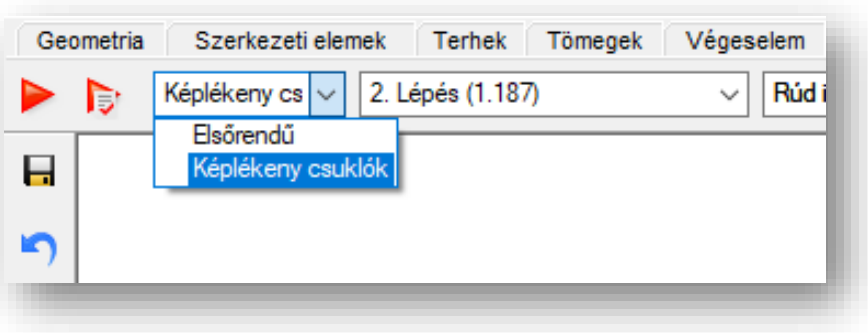
5: A 3. ponthoz hasonlóan elhelyez csuklókat az újonnan megtalált csomópontokra, aktualizálja a merevségi mátrixot és folytatja az iterációt a 4. pont szerint.

A képlékeny analízis akkor ér véget, amikor a kialakuló képlékeny csuklók eredményeképpen a szerkezet instabillá változik. Amennyiben az így kapott végső teherszorzó értéke 1.00 alatti, a szerkezet instabil és az elsőrendű számítás eredmény nélkül záródik. Erre üzenet figyelmezteti a felhasználót.

Az iteráció során, amikor a program eléri az 1.00 teherszorzó értéket, az aktuális igénybevétel értékek elmentődnek, mert a teherbírás vizsgálatokat ezen a szinten – azaz a megadott terhelések szintjén – kell elvégezni. Ezek az igénybevételek lesznek az alapjai a további lépésben elvégzendő sajátérték-kihajlás analízisnek.



Az egyes teherszint-növelési lépések, a hozzá tartozó teherszorzók és a lépés során kialakult képlékeny csuklók története végignézhető az analízis típusok legördülő menüben megjelenő „Képlékeny csuklók” opció választásával.



8.5.2.3 Másodrendű analízis

Hamarosan!

8.5.2.4 STATIKAI SAJÁTÉRTÉK – KIHAJLÁS ANALÍZIS

Az elsőrendű analízisnél leírt iterációt végzi a program az 1,00 teherszorzó értékig, ami a megadott teherszintnek felel meg. Az ezen a teherszinten érvényes statikai váznak megfelelő elsőrendű Ks és az ehhez tartozó igénybevételeloszláshoz számolt Kg mátrixok használatával a rugalmas számításnál leírtak szerint történik a számítás.

8.6 ANALÍZIS EREDMÉNYEK

8.6.1 EREDMÉNY TÍPUSOK

A két különböző típusú (rúd és héj) végeselemhez az alábbi analízis eredmények állnak rendelkezésre:

1. **Rúd elemek**
   Rugalmas és képlékeny analízis

- Első és másodrendű számítás:
  - Deformációk – a végeselem pontokban, globális koordinátarendszerben
    - XYZ – összes elmozdulás komponens
    - X – "X" irányú elmozdulás
    - Y – "Y" irányú elmozdulás
    - Z –"Z" irányú elmozdulás
    - R_x –"X" tengely körüli elfordulás
    - R_y –"Y" tengely körüli elfordulás
    - R_z – „Z" tengely körüli elfordulás
    - W – öblösödés [1/rad]
    - R_{xx} – LOKÁLIS "x" tengely körüli elfordulás
  - Igénybevételek – lokális koordinátarendszerben, a végeselemek végpontjaiban
    - N – normálerő
    - V_y – lokális koordinátarendszer "y" irányú nyíróerő
    - V_z – lokális koordinátarendszer "z" irányú nyíróerő
    - T – csavaró nyomaték
    - M_y – lokális koordinátarendszer „y" körüli hajlító nyomaték
    - M_z – lokális koordinátarendszer „z" körüli hajlító nyomaték
    - B – bimoment
  - Reakcióerők – a támaszok lokális koordinátarendszerében, a támaszokon
    - R – összes reakcióerő és reakciónyomaték komponens
    - R_R – összes reakcióerő komponens

- R_{RR} – összes reakciónyomatékok komponens
- R_x – globális “X” irányú reakcióerő
- R_y – globális “Y” irányú reakcióerő
- R_z – globális “Z” irányú reakcióerő
- R_{xx} – globális “X” irányú reakciónyomaték
- R_{yy} – globális “Y” irányú reakciónyomaték
- R_{zz} – globális “Z” irányú reakciónyomaték

- Statikai sajátértékek és megfelelő sajátalakok – a végeselemek csomópontjaiban, globális koordinátarendszerben

  Csak rugalmas analízis esetén
- Dinamikus sajátértékek és megfelelő saját rezgésalakok – a végeselemek csomópontjaiban, globális koordinátarendszerben

  Csak rugalmas analízis esetén
- Képlékeny csukló – képlékeny csuklók kialakulásának állapotai. Állapotonként a képlékeny csuklók megjelennek a megfelelő végeselem végeken és megjelenítésre kerülnek a teherfaktorok is

2. **Héj elemek**

- Első és másodrendű számítás:
  - Deformációk – a végeselem pontokban, globális koordinátarendszerben
    - XYZ – összes elmozdulás komponens
    - X – "X” irányú elmozdulás
    - Y – "Y” irányú elmozdulás
    - Z – "Z” irányú elmozdulás
    - R_x – végeselempont lokális “x” tengelye körüli elfordulása
    - R_y – végeselempont lokális “y” tengelye körüli elfordulása
    - R_z – végeselempont lokális “z” tengelye körüli elfordulása
    - W – öblösödés [1/rad]
    - R_{xx} –elfordulása lokális “x” tengely körül
  - Egyensúly – a csomóponti belső erők, és a megfelelő külső erő és reakció komponensek előjeles összegzése, amelynek minden pontban nullával kell egyenlőnek lennie. Ez a feltétele annak, hogy a modell a számított deformált helyzetben, egyensúlyban van
  - Felületi igénybevételek – erők és nyomatékok hosszegységre vetítetve végeselem pontokban, lokális koordinátarendszerben
    - m_x – szelvényen ható helyi „x” tengelyre merőleges hajlító nyomaték
    - m_y – szelvényen ható helyi „y” tengelyre merőleges hajlító nyomaték
    - m_{xy} – csavaró nyomaték
    - n_x – helyi “x” irányú normálerő
    - n_y – helyi “y” irányú normálerő

- n_{xy} – tárcsa nyíróerő
- v_{xz} – a szelvényen ható helyi „x” tengelyre merőleges lemez nyíróerő
- v_{yz} – a szelvényen ható helyi „y” tengelyre merőleges lemez nyíróerő
- v_{Rz} – eredő lemez nyíróerő
- α_n – tárcsa erők fő irányai

$$\alpha_n = \frac{1}{2} arctan\left(\frac{2n_{xy}}{n_x - n_y}\right) \quad -90° < \alpha_n \leq +90°$$

- α_m – lemez nyomatékok fő irányai

$$\alpha_m = \frac{1}{2} arctan\left(\frac{2m_{xy}}{m_x - m_y}\right) \quad -90° < \alpha_m \leq +90°$$

- Felületi feszültségek – a héj végeselemek felső, középső, és alsó síkjaiban, végeselem pontokban, lokális koordinátarendszerben
  - σ_x – “x” irányú normálfeszültség
  - σ_y – “y” irányú normálfeszültség
  - σ_{xy} – nyírófeszültség
  - σ_1 – főfeszültségek maximuma

$$\sigma_1 = \frac{\sigma_x + \sigma_y}{2} + \sqrt{\left(\frac{\sigma_x - \sigma_y}{2}\right)^2 + \sigma_{xy}^2}$$

  - σ_2 – főfeszültségek minimuma

$$\sigma_2 = \frac{\sigma_x + \sigma_y}{2} - \sqrt{\left(\frac{\sigma_x - \sigma_y}{2}\right)^2 + \sigma_{xy}^2}$$

  - σ_{HMH} – Huber-Mises-Hencky feszültség

$$\sigma_{HMH} = \sqrt{\sigma_x^2 + \sigma_y^2 - \sigma_x \sigma_y + 3\sigma_{xy}^2}$$

  - α_σ – feszültségek főirányai

$$\alpha_\sigma = \frac{1}{2} arctan\left(\frac{2\sigma_{xy}}{\sigma_x - \sigma_y}\right) \quad -90° < \alpha_\sigma \leq +90°$$

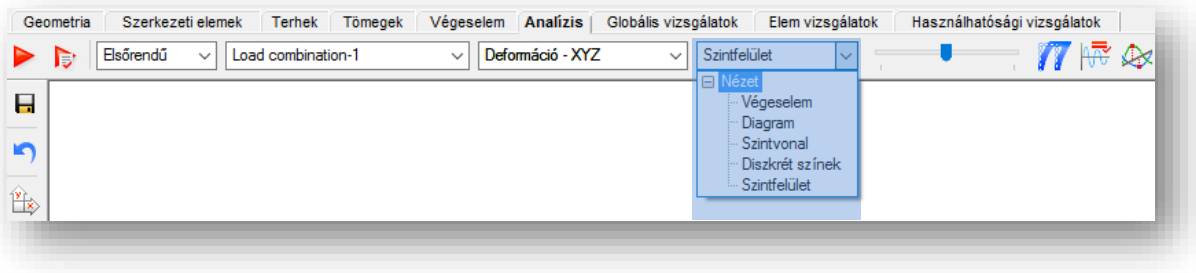
- Reakciók – megtámasztott csomópontokban, globális koordinátarendszerben
  - R – összes reakcióerő és reakciónyomaték komponens
  - R_R – összes reakcióerő komponens
  - R_{RR} – összes reakciónyomaték komponens
  - R_x – globális “X” irányú reakcióerő
  - R_y – globális “Y” irányú reakcióerő
  - R_z – globális “Z” irányú reakcióerő
  - R_{xx} – globális “X” irányú reakciónyomaték
  - R_{yy} – globális “Y” irányú reakciónyomaték

- R_{zz} – globális "Z" irányú reakciónyomaték

- Statikai sajátértékek és megfelelő sajátalakok – a végeselemek csomópontjaiban, globális koordinátarendszerben
- Dinamikus sajátértékek és megfelelő saját rezgésalakok – a végeselemek csomópontjaiban, globális koordinátarendszerben

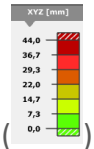
8.6.2 Eredmények megjelenítése

Az analízis során keletkező óriási adatmennyiség hatékony kezelése kiemelt fontosságú. Lehetőséget kell biztosítani az eredmények adott típusának általános, és a pontos, részletes adatok áttekintésére. Az analízis eredmények áttekintésére két fő lehetőség van: a *grafikus nézet*, és az *eredmény táblázatok* (A *ConSteel*-ben alkalmazott táblázatok kezelési funkcióit lásd a ***1.4 Táblázatok általános funkciói*** fejezetben). A kétféle megjelenítés természetesen szorosan összefüggésben állnak egymással, és az ***Analízis*** fül felső részén található funkciókkal módosíthatóak. A négy legördülő menü (balról jobbra) a következő beállítási lehetőségeket nyújtja:

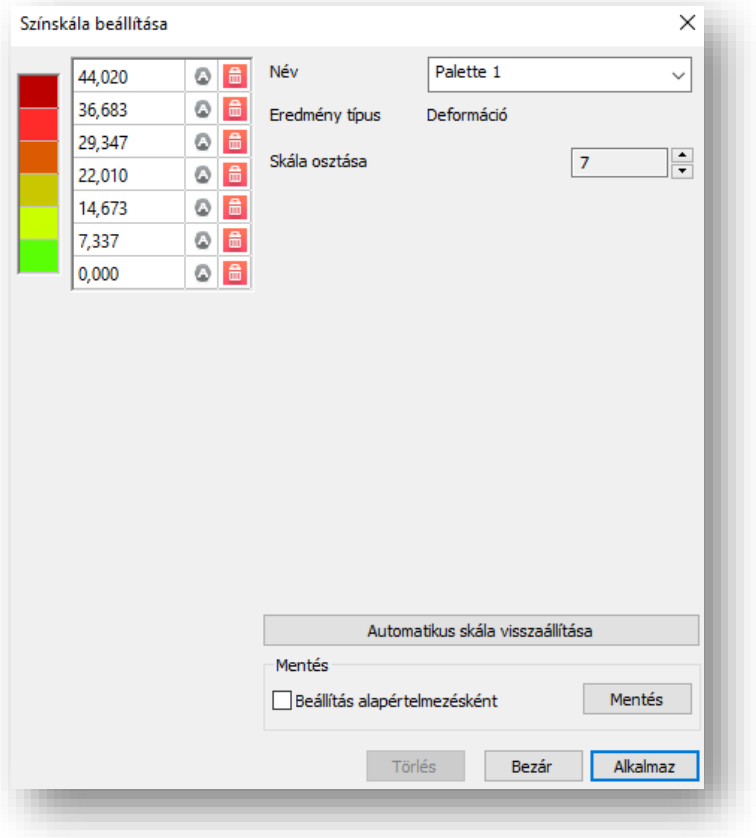


- analízis típusa (lásd. ***8.4 Analízis típusok*** fejezet)
- teherkombináció és teheresetek kiválasztása
- eredmény típus kiválasztása (lásd. ***8.6.1 Eredmény típusok*** fejezet)
- megjelenítési mód kiválasztása (végeselem/diagram/szintvonal/diszkrét színek/szintfelület)

A megjelenítési módok közül a legördülő menüből a ***diszkrét színek***-et választva lehetőségünk van egy diszkrét pontokban állítható színskála létrehozására. A skála állítását a

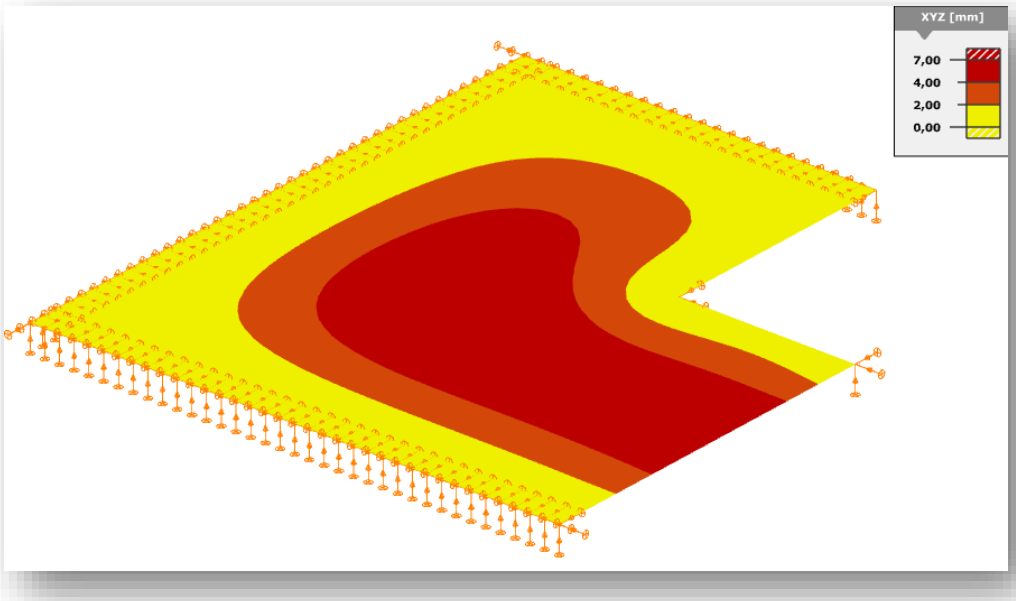


színskála összefoglaló panelre ( ) jobb egérgombbal való kattintással végezhetjük el. Ekkor az alábbi színskála beállító dialógót fogjuk látni.



A skála használata során megadható a színezési szintek száma (skála osztása). Ennek a módosítását a nyilak ( ) segítségével végezhetjük el, vagy törölhetünk a skálából a törlés ikonra ( ) kattintva. Megadható továbbá az adott színhez tartozó érték is, egyszerű kézi adatbevitellel. A színskálánál két érték közé eső eredmény ugyanazzal a színnel kerül megjelenítésre. Az automatikus skála visszaállításra kattintva az alapbeállítások visszaállítása érhető el. A beállított eredmények elmenthetők a későbbi használat érdekében (Dokumentumok→ConSteel mappa).

Az előző dialógón lévő beállításokkal ábrázolt vasbeton lemez látható az alábbi ábrán.



A ***3.2 MODELL NÉZETEK*** fejezetben bemutatott modell nézeti lehetőségek az eredmények grafikai megjelenítésénél is használhatóak. A legördülő menük után található csúszka segítségével az eredmények grafikai megjelenítésének mértéke módosítható. Részletmodell vagy részmodell esetén a grafikai megjelenítés és az eredmény táblázat csak a kiválasztott modell rész eredményeit mutatja. Az eredmény táblázatnak három féle megjelenítése nézete van:

Szélső értékek elemenként: kiválasztja rudanként a szélsőértékeket

Felhasználói értékek: a felhasználó által elhelyezett jelölők helyein mutatja az értékeket (megjelölést lásd a ***8.6.3 JELÖLT EREDMÉNYEK*** fejezetben)

Minden érték: az összes érték megjelenítése végeselem pontonként

Az eredménytáblázatok az értékeket a megjelenített eredménytípusoknak megfelelően rendezik:

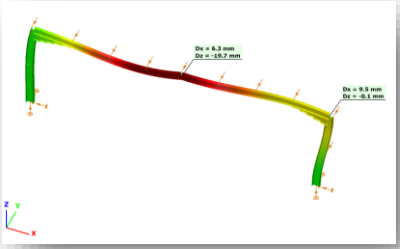
- elmozdulás típusú eredmények (első- másodrendű deformációk, statikus és dinamikus sajátalakok): végeselem pontok száma, elmozdulás komponensek
- erő típusú eredmények (igénybevételek, felületi erők és feszültségek): végeselem pontok száma, végeselemek száma, erőkomponensek
- reakció típusú eredmények (reakciók, egyensúly): végeselem pontok száma, reakció komponensek

8.6.3 JELÖLT EREDMÉNYEK

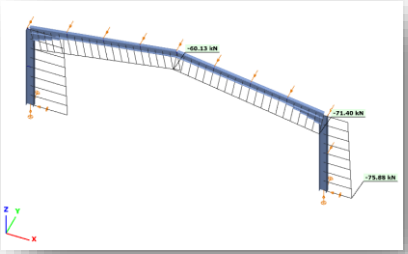
Az eredmények grafikus megjelenítésén jelölők helyezhetőek el, amelyekkel megmutathatóak az értékek. Szerkezeti elemeken történő egér mozgatás esetén, az eredmény jelölő folyamatosan megjelenik, mutatva az aktuális értékeket. Ezek a jelölők rögzíthetőek a jobb egér gombbal történő kattintással és a „Megjelölés” opció választásával.

Az elhelyezett jelölők minden eredménynézetben láthatóak, ahol van értelmezhető eredmény:

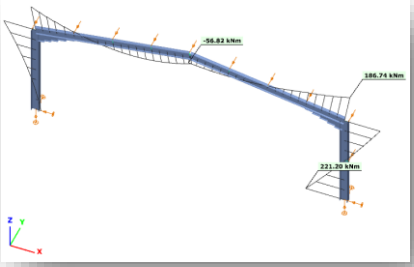
- Alakváltozás:

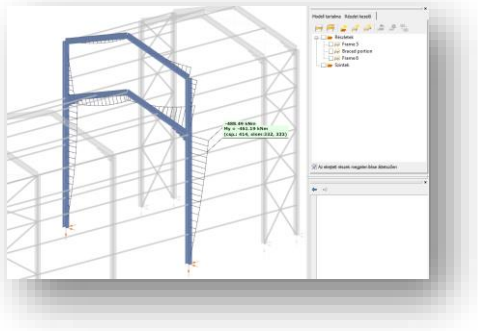


- Normál erő



- Hajlító nyomaték





Elhelyezett jelölők esetén a „Felhasználói értékek” táblázat tartalmazza a megfelelő értékeket a jelölt pontokban. A táblázatban a jelölök ki/bekapcsolhatóak a sorok előtti jelölőnégyzetekkel.

☐	5	37	-60,130	0,000	4,900	0,000	-56,820	0,000	0,000
☑	4	56	-71,400	0,000	52,980	0,000	186,740	0,000	0,000
☑	3	9	-75,880	0,000	-78,680	0,000	221,200	0,000	0,000

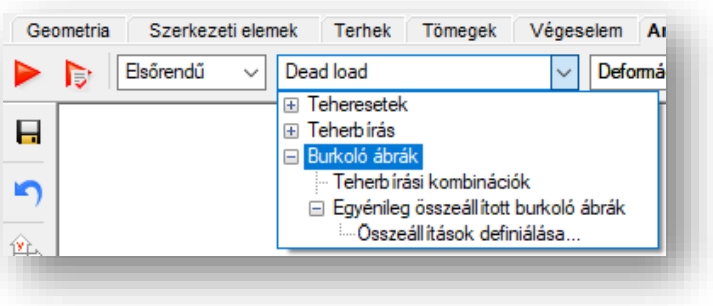
A jelölők az alábbi módokon törölhetők:

- a táblázat megfelelő sorainak kijelölését követően jobb egérgombbal kattintva és a „Kijelölt sorok törlése” opció választásával
- a grafikus megjelenítésen a jelölt pontra jobb egérgombbal kattintva a „Megjelölés törlése” opció választásával

A szélső értékek automatikusan megjelölhetőek a „Szélső értékek elemenként” táblázat sorai előtt található jelölőnégyzet segítségével.

8.6.4 Burkoló ábrák

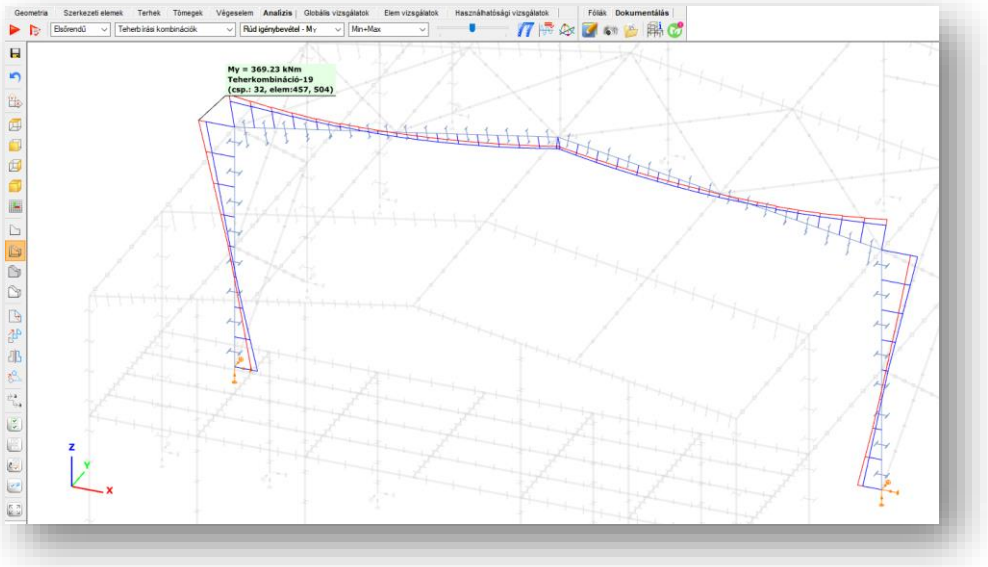
ConSteelben mind rúdelemekre, mind pedig héjfelületekre elérhető az eredmények burkolóábrán való megjelenítési módja. A burkolóábrák az ***Analízis*** fülön a ***Teherkombinációk és teheresetek*** legördülő menüjéből érhetőek el, ha rendelkezésre állnak első és/vagy másodrendű analízis eredmények. Alapértelmezésként két féle burkoló ábra érhető el, egy az összes teherbírási (ULS) egy pedig az összes használhatósági (SLS) kombinációkból származó eredményekhez. Ezek mellett lehetőség van létrehozni saját, egyedi adatok alapján összeállított burkoló ábrákat, erről részletes leírás a ***8.6.4.1 fejezetben*** érhető el!



A következő eredmény típusok ábrázolhatóak burkoló ábrás megjelenítési módban (az ***EREDMÉNY TÍPUSOKRÓL*** a ***8.6.1 FEJEZETBEN*** található részletes leírás):

- Igénybevételek rudakra
- Felületi igénybevételek héj elemeken
- Felületi feszültségek héj elemeken

A burkolóábrás megjelenítési mód a következő színsémával kerül megjelenítésre. A minimum értékekhez tartozó ábra pontjai kék színnel, míg a maximum értékekhez tartozó pontok piros színnel kerülnek megjelenítésre. A burkolóábra pontjai fölé mozgatva a kurzort, a megjelenő zászlón a burkoló érték mellett a teherkombináció is megjelenítésre kerül.

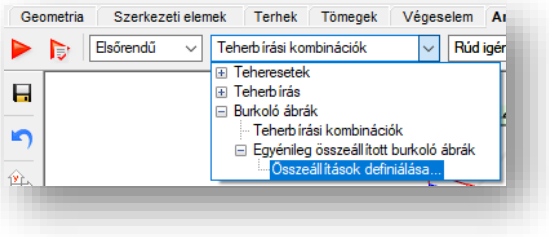


A burkolóábrákon jobb egérgombbal a zászlók pozíciója a rögzíthető, ilyenkor az analízis eredmény megjelenítő táblázatban felhasználói értékek részénél kerülnek megjelenítésre a burkoló értékek.

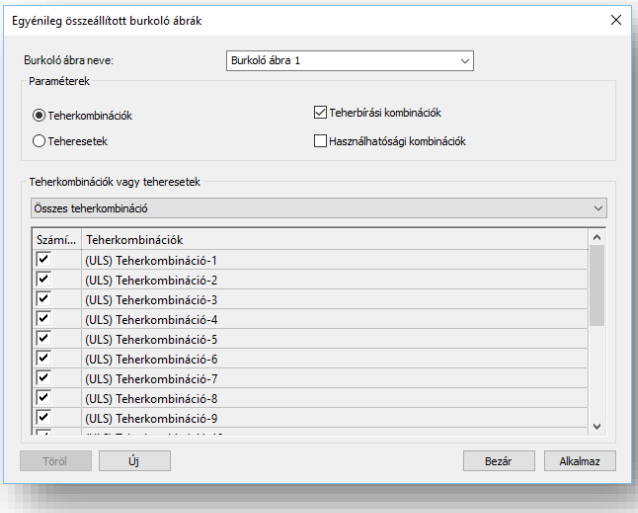
	Min/Max My	Pont	Elem	Teherkombináció	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	T [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]	B [kNm²]
✓	Maximális	129	445	Teherkombináció-14	-75,805	0,250	-10,860	-0,003	-90,430	-0,380	-0,002
✓	Minimális	531	491	Teherkombináció-6	-150,862	0,060	-73,460	-0,087	-1,610	0,180	0,038
✓	Maximális	59	489	Teherkombináció-20	-192,055	-0,210	-89,400	-0,113	247,310	-0,290	-0,163
✓	Maximális	32	457	Teherkombináció-19	-114,048	-0,060	-122,810	-0,032	344,990	-0,260	-0,031

8.6.4.1 Egyénileg összeállított burkoló ábrák

Az alapértelmezésként elérhető beépített burkolóábrákon (összes ULS és SLS kombináció alapján létrehozott ábrák) túl, lehetőség van egyénileg meghatározott adatok alapján létrehozott burkolóábrák használatára. Egyéni burkolóábrák létrehozására az ***Analízis fül*** teheresetek és teherkombinációk legördülő menüjének ***Egyénileg összeállított burkolóábrák*** alatti ***Összeállítások definiálása…*** funkcióra kattintva van lehetőség.

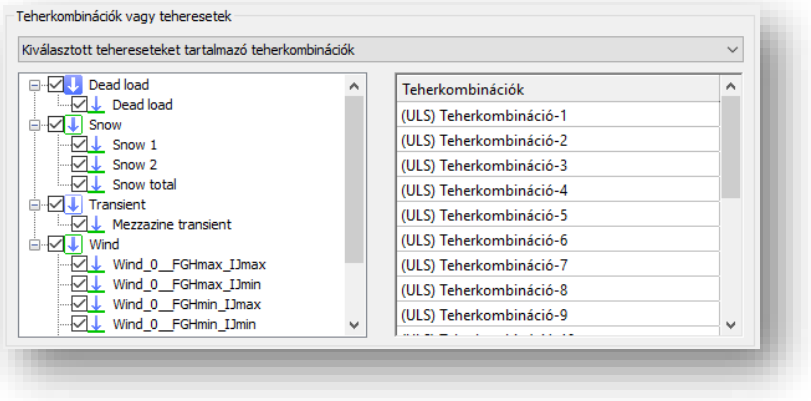


A megjelenő ***Egyénileg összeállított burkoló ábrák*** dialógon az ***Új*** gomb létrehozásával hozhatóak létre új burkolóábrák. Annak függvényében, hogy a Paraméterek panelon a teher kombinációk vagy a teher esetek van kijelölve, a ***Teherkombinációk és teheresetek legördülő*** menu tartalma változik.



Ha a paraméterek panelon a teherkombinációk opció van kijelölve, a legördülő menüből (#1) a következő lehetőségek érhetőek el:

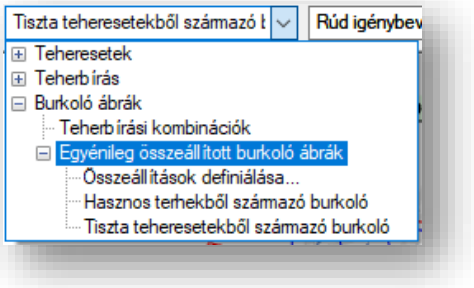
- Összes teherkombináció: Minden leszámolt teherkombináció figyelembevétele a burkolóábra létrehozásához
- Kiválasztott teherkombinációk: A jelölőnégyzetekkel kiválasztott teherkombinációk figyelembevétele a burkolóábra létrehozásához
- Kiválasztott tehereseteket tartalmazó teherkombinációk: Azon teherkombinációk figyelembevétele a burkolóábra létrehozásához, melyek tartalmazzák a jelölőnégyzetekkel kiválasztott tehereseteket



Ha a paraméterek panelon a teheresetek opció van kijelölve, a legördülő menüből (#1) a következő lehetőségek érhetőek el:

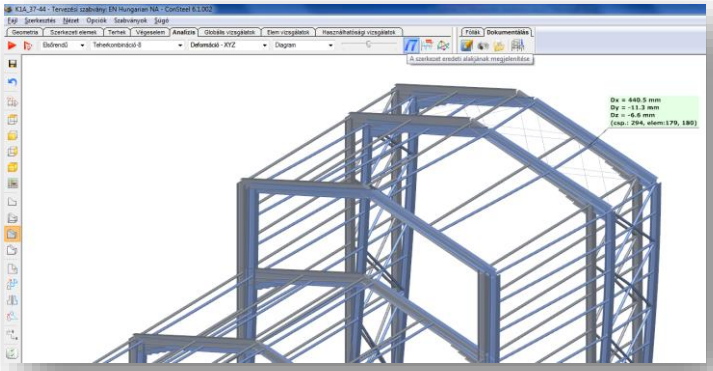
- Összes tehereset: Minden leszámolt tehereset figyelembevétele a burkoló ábra előállításához
- Kiválasztott teheresetek: Csak a jelölőnégyzetek segítségével kiválasztott teheresetek figyelembevétele a burkoló ábra előállításához

Az egyéni burkolóábrák összeállítása után és a dialóg bezárása után a azok a teheresetek és teherkombinációk legördülő menüben kerülnek listázásra, az ***EGYÉNILEG ÖSSZEÁLLÍTOTT BURKOLÓÁBRÁK*** rész alatt:



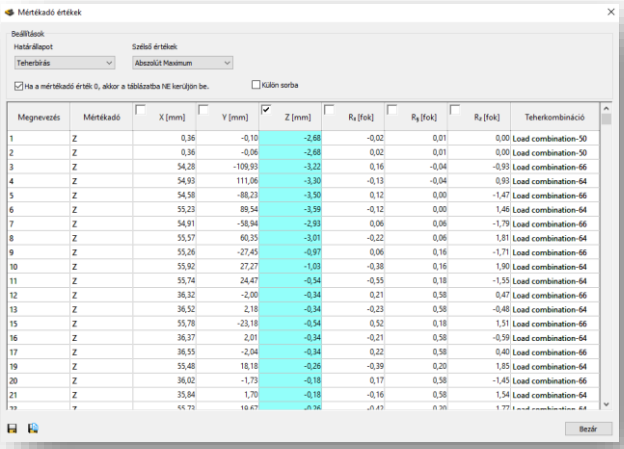
8.6.5 A SZERKEZET EREDETI ALAKJÁNAK MEGTEKINTÉSE

A szerkezet eredeti alakjának megtekintés funkció megjeleníti a szerkezet eredeti és deformált alakját egy időben:



8.6.6 Mértékadó értékek táblázata

Az ***Analízis*** fül utolsó ikonja segítségével előállítható mértékadó értékek táblázata. A táblázat nézet érzékeny, ami azt jelenti, hogy mindig az aktuálisan nézett eredmény típus kerül dominánsként megjelölésre a táblázatban. A táblázatban csak a szerkezeti elemek végein lévő értékek kerülnek megjelenítésre. A táblázaton az alábbi lehetőségek találhatóak:



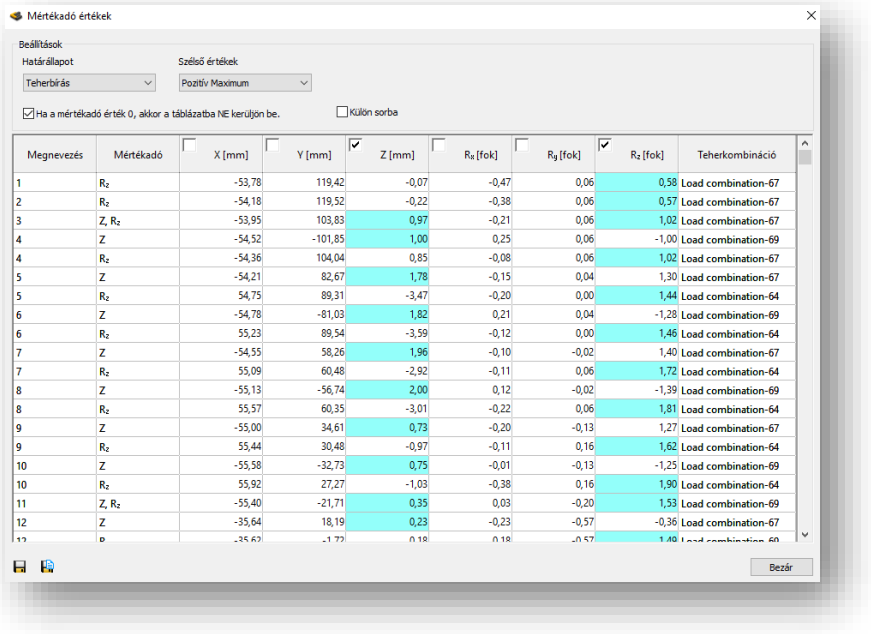
Határállapot: kiválasztható a vizsgált határállapot (a teherbírási határállapothoz a belső erők és a reakciók, míg a használhatósági határállapothoz a deformációk automatikusan megjelennek)

Szélső értékek: szélsőérték típusának kiválasztása

Leválogatás: az értékek megjelenítése rudanként, rúdcsoportonként vagy szelvényenként

Rúdvég: a rúdvégi eredmények megjeleníthetőek külön-külön (A,B külön), vagy együtt is (Mindkét vég)

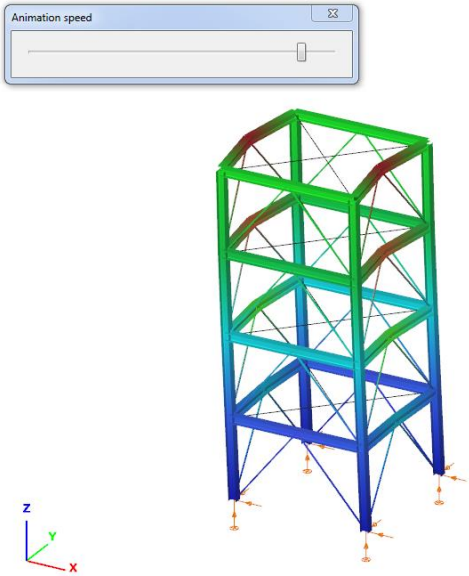
Az önálló és a többszörös komponens kiválasztás is lehetséges. A kiválasztott mértékadó értékek cellái színezéssel kiemelésre kerülnek. A mértékadónak jelölt oszlop tartalmazza a mértékadó komponenseket.



Megnevezés	Mértékadó	X [mm]	Y [mm]	Z [mm]	R_x [fok]	R_y [fok]	R_z [fok]	Teherkombináció
1	R_z	-53,78	119,42	-0,07	-0,47	0,06	0,58	Load combination-67
2	R_z	-54,18	119,52	-0,22	-0,38	0,06	0,57	Load combination-67
3	Z, R_z	-53,95	103,83	0,97	-0,21	0,06	1,02	Load combination-67
4	Z	-54,52	-101,85	1,00	0,25	0,06	-1,00	Load combination-69
4	R_z	-54,36	104,04	0,85	-0,08	0,06	1,02	Load combination-67
5	Z	-54,21	82,67	1,78	-0,15	0,04	1,30	Load combination-67
5	R_z	54,75	89,31	-3,47	-0,20	0,00	1,44	Load combination-64
6	Z	-54,78	-81,03	1,82	0,21	0,04	-1,28	Load combination-69
6	R_z	55,23	89,54	-3,59	-0,12	0,00	1,46	Load combination-64
7	Z	-54,55	58,26	1,96	-0,10	-0,02	1,40	Load combination-67
7	R_z	55,09	60,48	-2,92	-0,11	0,06	1,72	Load combination-64
8	Z	-55,13	-56,74	2,00	0,12	-0,02	-1,39	Load combination-69
8	R_z	55,57	60,35	-3,01	-0,22	0,06	1,81	Load combination-64
9	Z	-55,00	34,61	0,73	-0,20	-0,13	1,27	Load combination-67
9	R_z	55,44	30,48	-0,97	-0,11	0,16	1,62	Load combination-64
10	Z	-55,58	-32,73	0,75	-0,01	-0,13	-1,25	Load combination-69
10	R_z	55,92	27,27	-1,03	-0,38	0,16	1,90	Load combination-64
11	Z, R_z	-55,40	-21,71	0,35	0,03	-0,20	1,53	Load combination-69
12	Z	-35,64	18,19	0,23	-0,23	-0,57	-0,36	Load combination-67

8.6.7 Rezgésalakok animációja

Dinamikai vizsgálat esetén elérhető a rezgés alakok animációja az ikonra kattintva. Az animáció sebessége a csúszka mozgatásával növelhető és csökkenthető.



9 SZABVÁNYOS TERVEZÉS

A tervezési funkciók a következő három fülön találhatóak: ***GLOBÁLIS VIZSGÁLATOK***, ***ELEM VIZSGÁLAT*** és a ***HASZNÁLHATÓSÁGI VIZSGÁLATOK*** fül.

9.1 ALAPOK

A különböző típusú szerkezeti komponensek – keresztmetszet, elem – megkövetelt szabványos vizsgálatai az EuroCode következő fejezetei alapján kerülnek elvégzésre:

Acélszerkezetek tervezése:

- EuroCode
  - EN 1993-1-1: Általános és az épületekre vonatkozó szabályok
  - EN 1993-1-2: Általános szabályok. Tervezés tűzteherre
  - EN 1993-1-3: Általános szabályok. Kiegészítő szabályok hidegen-alakított elemekre
  - EN 1993-1-5: Lemezszerkezetek (részben)
- Spanyol szabvány
  - Structural Steel Code (EAE)

Együtt dolgozó, acél-beton öszvérszerkezetek tervezése:

- EuroCode
  - EN 1994-1-1: Általános és az épületekre vonatkozó szabályok

Vasbeton szerkezetek tervezése:

- EuroCode
  - EN 1992-1-1: Általános és az épületekre vonatkozó szabályok

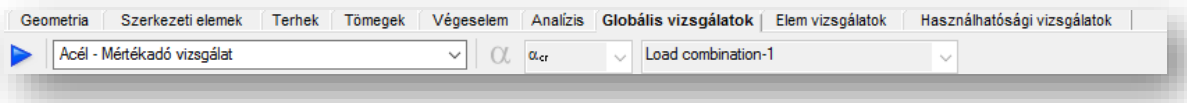
9.2

ACÉLSZERKEZET TERVEZÉS

Az acélszerkezet tervezéshez szükséges funkciók a ***GLOBÁLIS VIZSGÁLATOK*** és az ***ELEM VIZSGÁLATOK*** fülön találhatóak.

9.2.1 GLOBÁLIS VIZSGÁLATOK

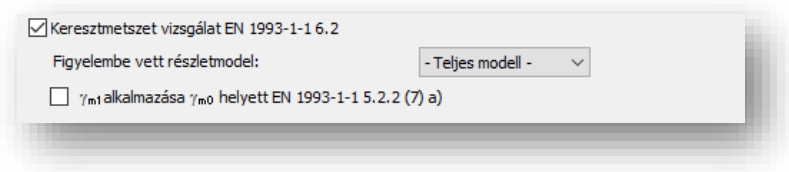
9.2.1.1 ALAPOK



Keresztmetszet ellenőrzés és a globális stabilitás vizsgálat (EN 1993-1-1 6.3.4 fejezet (Általános módszer) szerint) végezhetőek el a ***GLOBÁLIS VIZSGÁLATOK*** fülön. Ezek a vizsgálatok teljesen függetlenek mindenféle speciális szerkezeti elem paramétertől (pl.: kihajlási hossz stb.), ezért teljesen automatikusan elvégezhetőek az egész szerkezetre.

A dialóg felső részén kiválasztható, hogy mely eredmény típus (első vagy másodrendű analízis) alapján történjen a vizsgálatok elvégzése, illetve a táblázatban kiválasztható hogy mely teherkombinációk esetén.

9.2.1.2 KERESZTMETSZET VIZSGÁLAT



Keresztmetszet ellenőrzés elvégezhető az EN 1993-1-1 6.2 vagy EN 1993-1-2 4.2 (ha az adott teherkombináció tartalmaz tűzhatást) szabványok szerint.

Az ellenőrzés elvégezhető teljes vagy részletmodellre is.

Kiválasztható a méretezés során használandó biztonsági tényező is. Ha szükséges, a jelölő négyzet kiválasztásával a γ_{M0} helyett, a γ_{M1} is használható.

Amennyiben a modell hidegen-alakított szelvényeket is tartalmaz, ezek keresztmetszeti méretezése az EN 1993-1-3 szerint akkor végezhető el, ha az ezek elvégzésére utasító kapcsoló bekapcsolt állapotban van.

☑ Kiegészítő szabályok figyelembe vétele EN1993-1-3 alapján a hidegen alakított szelvényekre

9.2.1.3 STABIL HOSSZ ELLENŐRZÉS

Képlékeny csuklókat tartalmazó szerkezet esetén az EuroCode (1993-1-1 BB3) szerinti stabil hossz számítása elvégezhető. A számítás során a képlékeny csukló és az oldalirányú(Lub) elmozdulás, illetve elcsavarodás elleni támaszok közötti képlékeny szakasz hosszak(Lt), valamint az ezekre a szakaszokra számolt stabil hosszak(Lm,Ls) kerülnek összehasonlításra. Ha az adott szakaszra meghatározott stabil hossz nagyobb, mint a rúdelemen kialakult képlékeny csukló és az oldalirányú/elcsavarodás elleni támasz közötti képlékeny szakasz hossza, a kifordulás ellenőrzésétől el lehet tekinteni.

Stabil hossz ellenállás meghatározásánál a program a következő lépéseket hajtja végre:

1. Automatikusan felismeri a képlékeny csuklók helyeit a szerkezeten
2. Képlékeny csukló szomszédos támaszainak felkeresése
    a. Oldalirányú eltolódás elleni támasz
    b. Elcsavarodás elleni támasz
3. Képlékeny csukló és szomszédos támaszok közötti képlékeny szakaszok hosszának meghatározása
4. Képlékeny csukló és szomszédos támaszok közötti szakaszok stabil hosszának számítása a megfelelő módszerrel

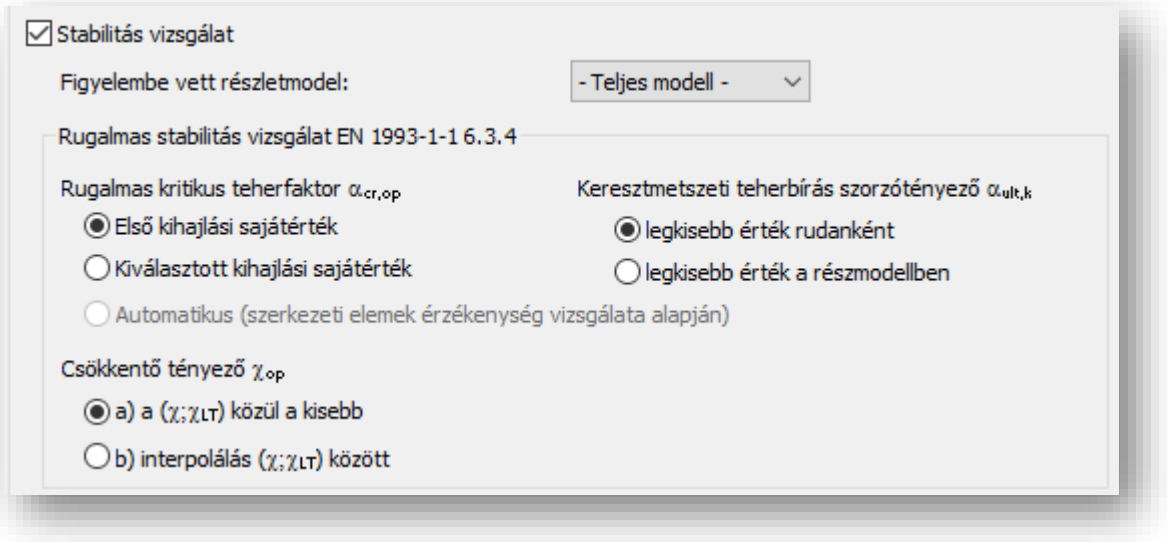
A Rugalmas szakaszokon az Eurocode általános módszere szerint kerül meghatározásra a stabilitási ellenállás.

9.2.1.4 STABILITÁS VIZSGÁLAT SÍKRA MERŐLEGESEN

A síkra merőleges stabilitásvizsgálat elvégezhető az EuroCode általános módszere szerint (EN 1993-1-1 6.3.4).

$$\frac{\chi_{op}\alpha_{ult,k}}{\gamma_{M1}} \geq 1{,}0$$

A stabilitás vizsgálat elvégzésének előfeltétele a stabilitás-analízis futtatása.



Stabilitás vizsgálat esetén, az alábbi paraméterek állíthatóak be:

- Rugalmas kritikus teherfaktor $\alpha_{cr,op}$: a minimális teherszorzó, kihajlási analízis sajátértéke. Kombinációkként külön állítható. Használható az első kihajlási sajátérték vagy a tervezési szituációnak megfelelő másik kiválasztott sajátérték, illetve érzékenység vizsgálat lefuttatása esetén automatikusan is kiválasztható a szerkezeti elemeknek legmegfelelőbb kritikus teherfaktor is.
  Sajátérték kiválasztható az ***ANALÍZIS*** fülön a megfelelő sajátérték kiválasztása után a modell területre való jobb egérgombbal való kattintással.
- Keresztmetszeti teherbírási szorzótényező $\alpha_{ult,k}$: a stabilitásvesztés szempontjából domináns normálerőből és erős tengelyű hajlításból, karakterisztikus ellenállásokkal számolt kihasználtság reciproka. A kihasználtsági érték figyelembe vehető külön-külön rudanként, vagy részmodellenként a legkisebb érték.

$$\bar{\lambda}_{op} = \sqrt{\frac{\alpha_{ult,k}}{\alpha_{cr,op}}}$$

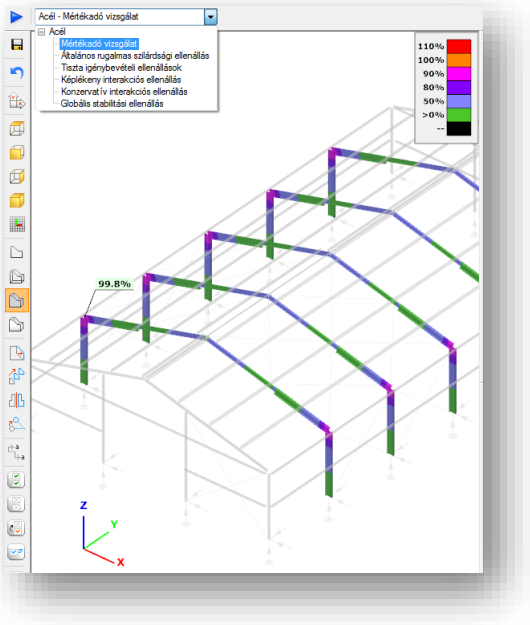
- Csökkentő tényező χ_{op}: λ_{op} karcsúságból megállapított csökkentő tényező. Csökkentő tényező meghatározására két módszert ad az EuroCode. χ,χ_{LT} értékek közül a kisebb, vagy e kettő érték interpoláltjaként.

Az ellenőrzés elvégezhető a teljes, vagy részlet modellre.

9.2.1.5 EREDMÉNYEK

Az elvégzett ellenőrzések eredményei megtekinthetőek grafikus formában, vagy táblázatosan (a táblázatok általános kezelési funkcióit lásd a ***1.4 TÁBLÁZATOK ÁLTALÁNOS FUNKCIÓI*** fejezetben).

Az aktuálisan megjelenített eredménytípus a legördülő menüből választható.

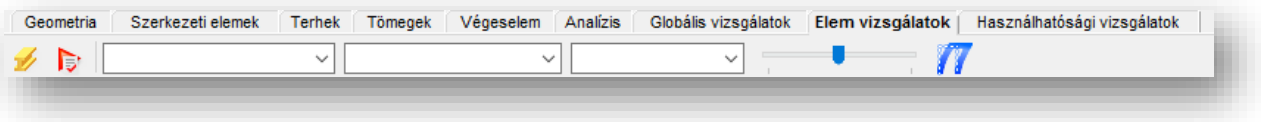


Szerkezeti elemeken történő egér mozgatás esetén, az eredmény jelölő folyamatosan megjelenik, mutatva az aktuális kihasználtságot.

A számítás részletei megtekinthetőek a keresztmetszeti modulban (keresztmetszeti modul leírását lásd a ***10. KERESZTMETSZETI MODUL*** fejezetben). A keresztmetszeti modul megnyitható közvetlenül a ***GLOBÁLIS VIZSGÁLATOK*** fülről is, a megfelelő keresztmetszet grafikus felületen vagy táblázatban történő jobb egérgombos kiválasztásával.

9.2.2 ELEM VIZSGÁLATOK

9.2.2.1 ALAPOK



Acélszerkezetek elemszintű vizsgálataihoz tartozó funkciók találhatóak az ***ELEM VIZSGÁLATOK*** fülön.

Az EuroCode 3 (EN 1993-1-1) következő fejezetei szerinti vizsgálatok végezhetőek el:

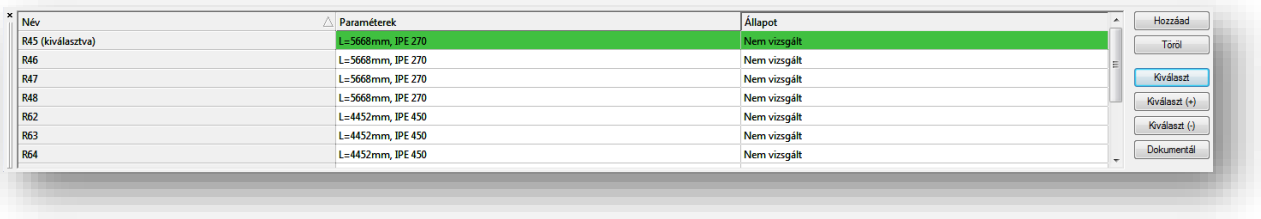
6.3.1 Állandó keresztmetszetű nyomott rúdelemek

6.3.2 Állandó keresztmetszetű hajlított rúdelemek

6.3.3 Állandó keresztmetszetű hajlított és nyomott rúdelemek

9.2.2.2 EGYEDI ELEMTERVEZÉS

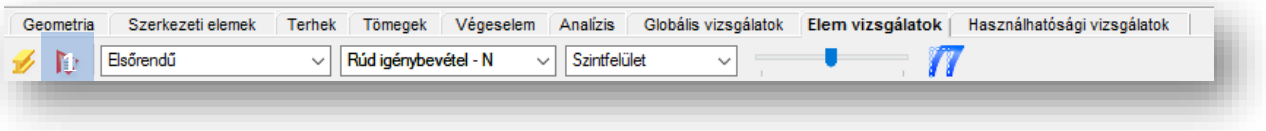
Elemtervezés elvégzéséhez először ki kell választani és hozzá kell adni a listához a vizsgálandó elemeket. A hozzáadás elvégezhető az ***ACÉL*** fülön állva, a ***HOZZÁAD*** gomb segítségével. A hozzáadás után a listából egy elem a ***KIVÁLASZT*** gomb megnyomásával kiválasztható tervezésre.



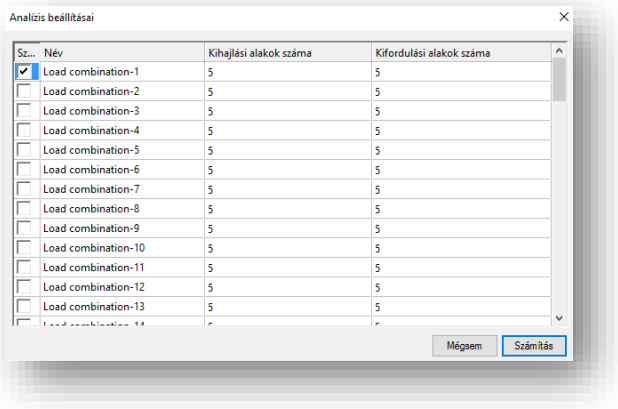
Név	Paraméterek	Állapot
R45 (kiválasztva)	L=5668mm, IPE 270	Nem vizsgált
R46	L=5668mm, IPE 270	Nem vizsgált
R47	L=5668mm, IPE 270	Nem vizsgált
R48	L=5668mm, IPE 270	Nem vizsgált
R62	L=4452mm, IPE 450	Nem vizsgált
R63	L=4452mm, IPE 450	Nem vizsgált
R64	L=4452mm, IPE 450	Nem vizsgált

Hozzáad
Töröl
Kiválaszt
Kiválaszt (+)
Kiválaszt (-)
Dokumentál

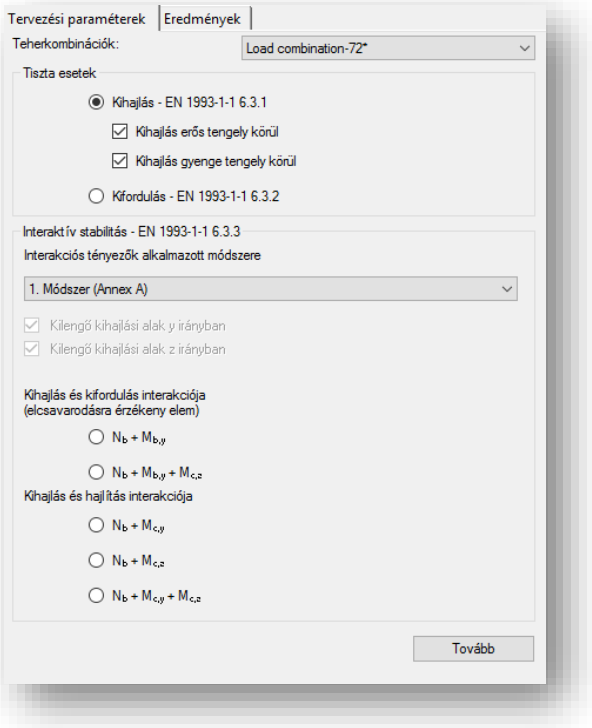
Kiválasztott elem sora a táblázatban zöld színűre változik és az analízis eredményei automatikusan betöltődnek. Elemtervezés elvégezhető, ha a szükséges analízis (első és másodrendű számítás) és keresztmetszet vizsgálati eredmények rendelkezésre állnak. Az analízis eredmények megtekintése, az ***ANALÍZIS*** fülnek megfelelően, a három legördülő menü segítségével történik.



A második gomb (#1) megnyomásával egy speciális analízis indítható. Egyszerre csak egy teherkombinációra végezhető el a számítás. A kihajlási és kifordulási analízis csak a kiválasztott elemre kerül elvégzésre. Ha a normálerő elhanyagolható, akkor a kihajlás analízis nem futtatható le. A speciális kihajlási és kifordulási analízis elvégzése esetén, a *ConSteel* meg tudja határozni a kihajlási és kifordulási tényezőket.

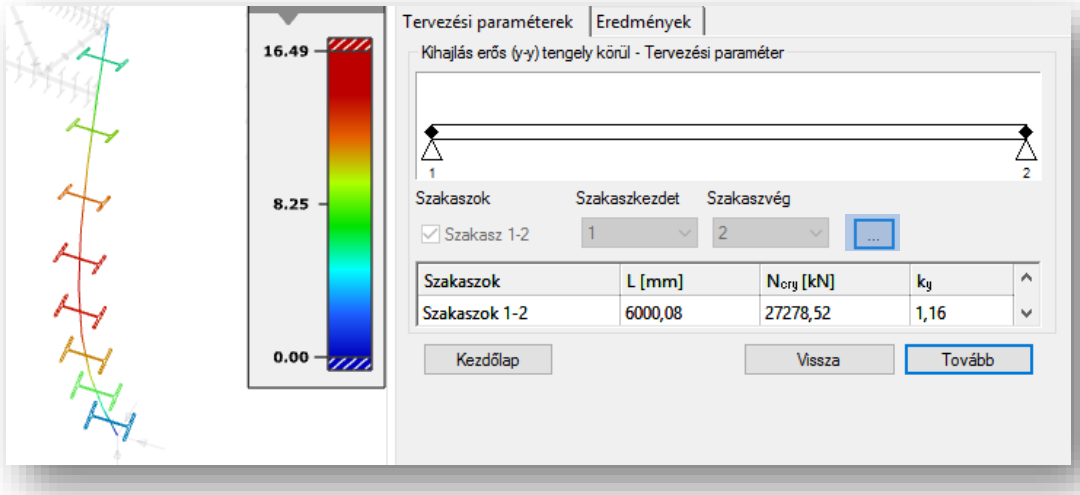


A következő lépés a teherkombináció és az ellenőrzés módjának kiválasztása a következő lehetőségek közül: tiszta esetek (kihajlás erős tengely körül, kihajlás gyenge tengely körül, kifordulás) és interaktív stabilitás (kihajlás és kifordulás interakciója, kihajlás és hajlítás interakciója, kifordulás és hajlítás interakciója). A mértékadó teherkombinációt a program automatikusan kiválassza és *-al megjelöli.

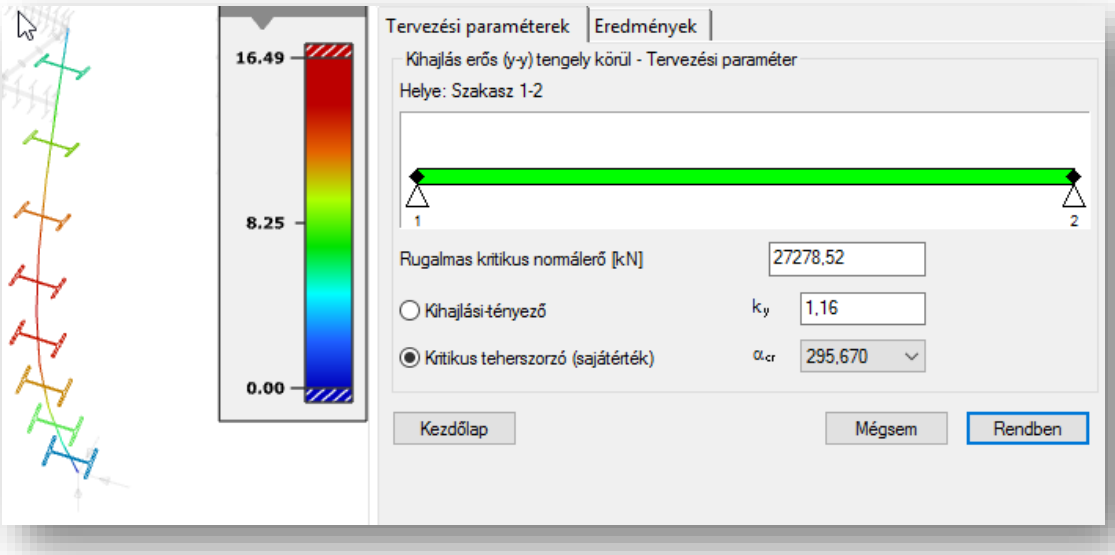


A végrehajtható ellenőrzések az egyes rudak terhelési állapotától függenek. Ha normálerő elhanyagolható, akkor az erős és gyenge tengely körüli kihajlás ellenőrzése nem hajtható végre.

Kihajlás (erős és gyenge tengely körül) esetén meg kell adni a tervezési paramétereket. A program automatikusan érzékeli a kihajlást befolyásoló támaszokat.

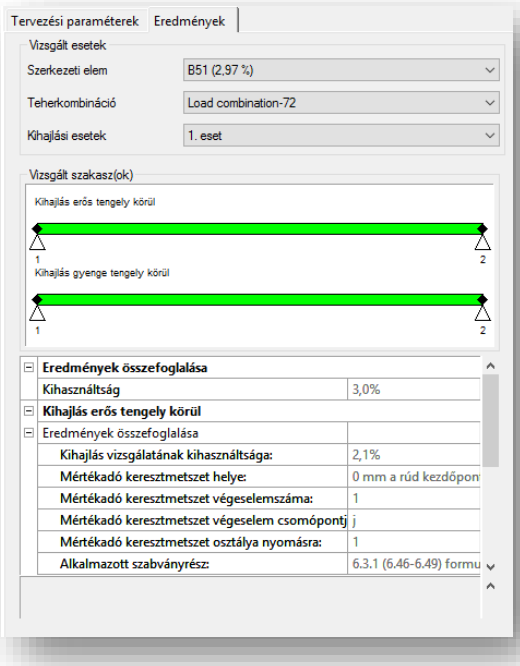


A rúd a támaszoknak megfelelően fölbontásra kerül. Az egyes szegmensek kikapcsolhatók, ha ellenőrzéskor figyelembe vételük nem szükséges. A tervezési paraméterek szegmensenként adhatók meg a hárompontos ikonra kattintva.

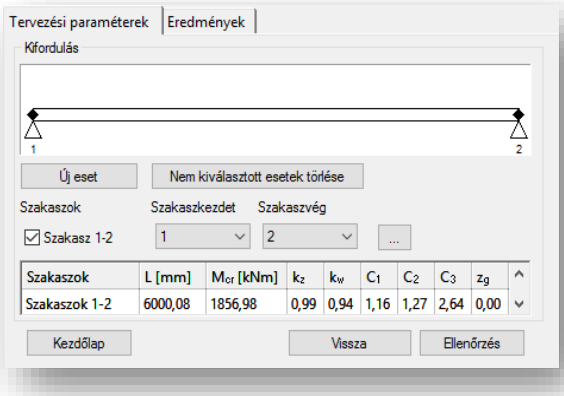


A számított szegmens zölddel jelölt. Két módon adhatóak meg a tervezési paraméterek: a kihajlási hossz értékének manuális megadásával, vagy a megfelelő kritikus teherszorzó kiválasztásával. Erre csak akkor van lehetőség, ha a speciális analízist lefuttattuk. A rugalmas kritikus normálerőt a program mind a két esetben automatikusan számítja.

Ha valamennyi tervezési paramétert beállításra került, akkor az ellenőrzés az ***ELLENŐRZÉS*** gomb megnyomásával végrehajtható. Az ellenőrzés végrehajtása után a program megjeleníti a számítás részletes eredményeit.



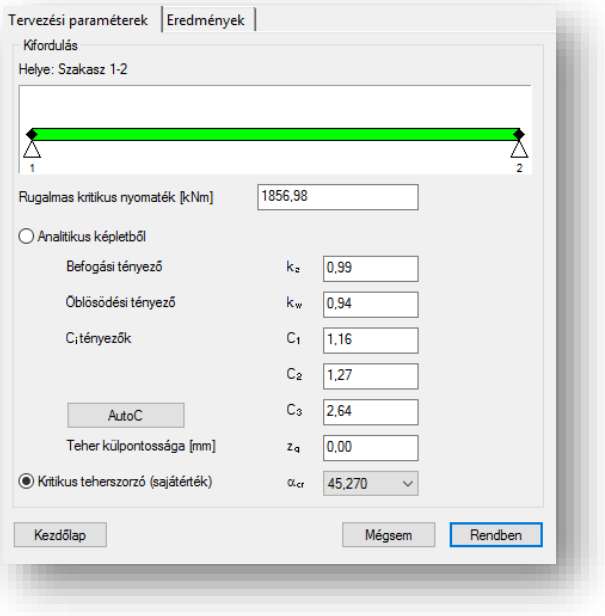
A különböző eredmények megtekintésére három legördítő menü áll rendelkezésre. Az elsővel a szerkezeti elemet lehet változtatni, a másodikkal a teherkombinációt, a harmadikkal pedig a kihajlási esetet. A beállításoknak megfelelő szegmenset az ábra zöld színnel jelzi. A kiválasztásnak megfelelő rövid összefoglaló található az eredménynézet felső részén.



A **Kifordulás** ellenőrzés többé-kevésbé a kihajlás vizsgálathoz hasonló módon történik. Új szegmensek definiálhatóak és nem szükséges szegmensek törölhetőek. Minden szegmensre beállítható szakaszkezdet és szakaszvég.

A tervezési paraméterek szegmensenként adhatóak meg a hárompontos ikonra kattintva. A rugalmas kritikus nyomaték számítható analitikus képletből, vagy a kritikus teherfaktor segítségével. Az első esetben a szükséges tényezők manuálisan megadhatóak, vagy az ***AutoC*** gomb segítségével a C tényezőket a program automatikusan meghatározza. A második

esetben a megfelelő kritikus teherfaktor kiválasztásával kerül meghatározva a kritikus nyomaték.



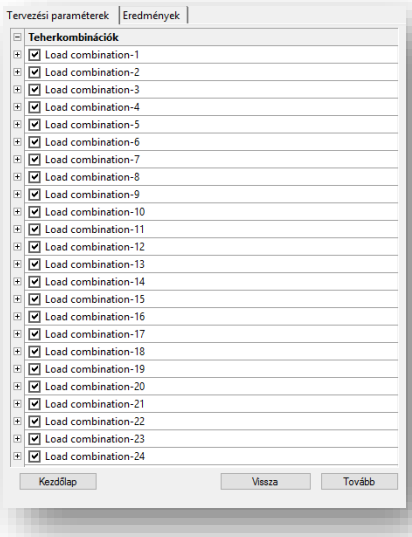
Interakciós stabilitástervezés a tiszta eseteket veszi alapul.

Miután egy elem ellenőrzésre került, a listában az elem állapota „Nem vizsgált”-ról „Vizsgált” –ra változik.

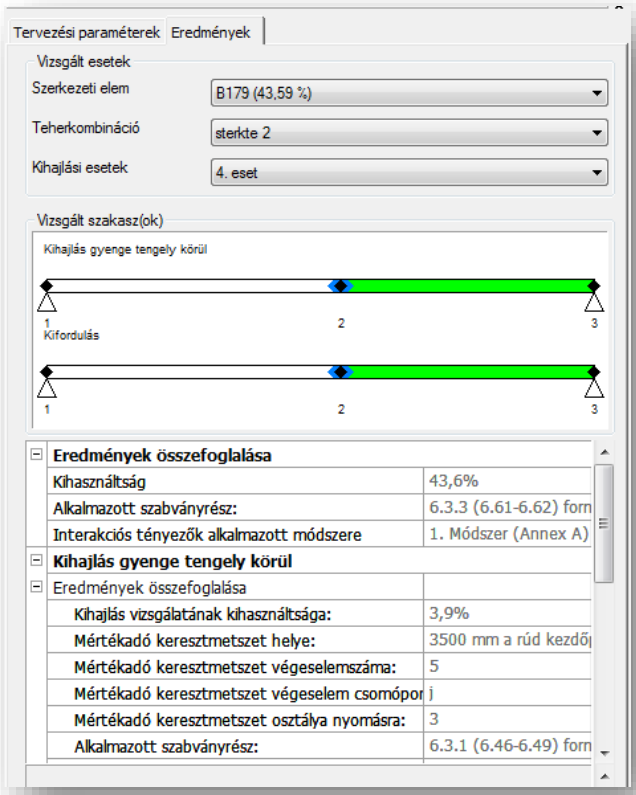
9.2.2.3 Csoportos elemtervezés

A ***Kiválaszt (+)*** gomb használatával lehetőség van több elem egyszerre történő kiválasztására elemtervezéshez. A ***Kiválaszt (-)*** gomb segítségével a kiválasztásból lehet eltávolítani a kijelölt elemeket. A csoportos elemtervezés hasonlóan működik, mint az egyedi elemtervezés. A különbség, hogy nem futtatható speciális analízis, ezért a kritikus teherszorzó alapján történő kritikus normálerő és nyomaték meghatározása nem elérhető.

Az elemek kiválasztása után, a következő lépés, az egyedi elemtervezéshez hasonlóan az ellenőrzés módjának kiválasztása és a tervezési paraméterek megadása után, az ***Ellenőrzés*** gomb megnyomásával az ellenőrzés elvégzése.



Az elemtervezési teherkombinációnként kikapcsolható. Fontos tudni, hogy nem minden ellenőrzési mód futtatható az összes elemre az összes teherkombinációban. Az elvégezhető vizsgálatok az analízis eredményeitől függnek.



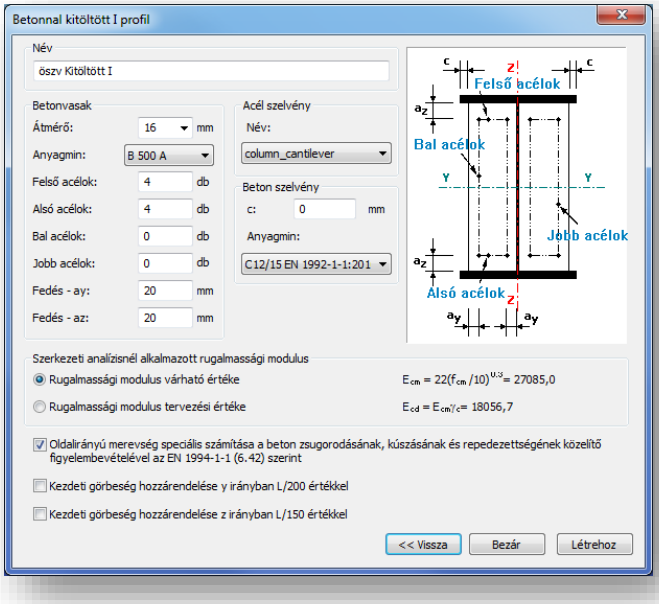
Az eredmények fülön a mértékadó elem automatikusan kiválasztásra és megmutatásra kerül. A százalék az elemszám mellett a kihasználtságot mutatja.

9.3 ÖSZVÉRSZERKEZET TERVEZÉS

Az öszvér oszlopok tervezéséhez tartozó funkciók a ***GLOBÁLIS VIZSGÁLATOK*** fülön, míg az öszvér gerendákhoz tartozóak az ***ELEM VIZSGÁLATOK*** fülön találhatóak.

9.3.1 ÖSZVÉR OSZLOP TERVEZÉSE

Öszvér oszlop keresztmetszeti vizsgálata a ***GLOBÁLIS VIZSGÁLATOK*** fülön található kék nyíl segítségével végezhető el. A ***TERVEZÉS…*** dialógon az *Öszvér oszlop tervezése* jelölő négyzetet kell kiválasztani. A vizsgálat elvégezhető teljes vagy részletmodellre is. A ***TERVEZÉS…*** dialóg felső részén kiválasztható, hogy mely eredmény típus (első vagy másodrendű analízis) alapján történjen a vizsgálatok elvégzése, illetve a táblázatban kiválasztható hogy mely teherkombinációk esetében.

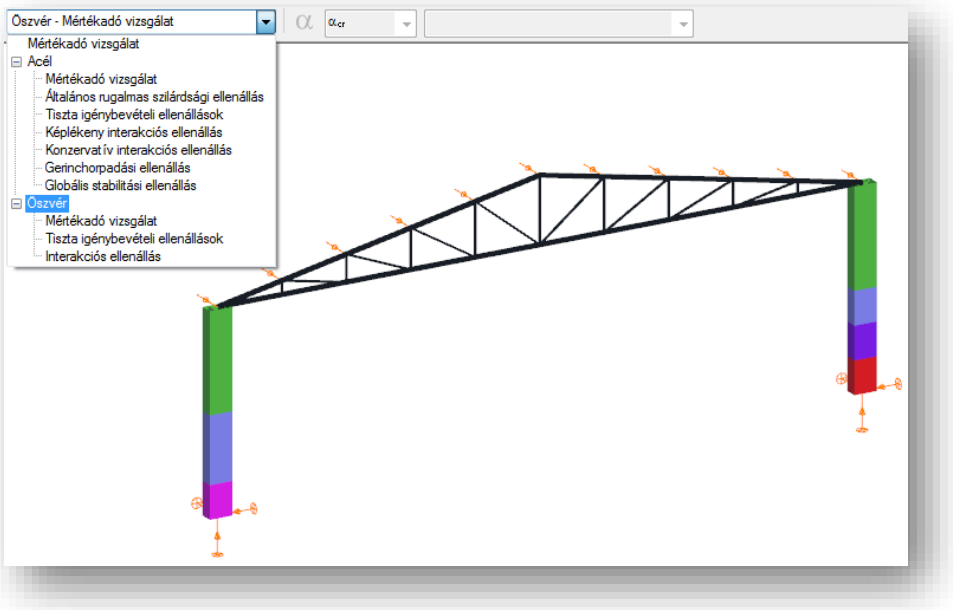


Ha a vizsgált keresztmetszet létrehozásakor ki lett választva a *Kezdeti görbeség hozzárendelése* opció az y és z irányokban is, akkor az oszlop stabilitásvizsgálata elhanyagolható. Elegendő csak a keresztmetszeti vizsgálatok elvégzése.

9.3.1.1 EREDMÉNYEK

Az elvégzett ellenőrzések eredményei megtekinthetőek grafikus formában, vagy táblázatosan (a táblázatok általános kezelési funkcióit lásd a ***1.4 TÁBLÁZATOK ÁLTALÁNOS FUNKCIÓI*** fejezetben).

Az aktuálisan megjelenített eredménytípus a legördülő menüből választható.



Szerkezeti elemeken történő egér mozgatás esetén, az eredmény jelölő folyamatosan megjelenik, mutatva az aktuális kihasználtságot.

A számítás részletei megtekinthetőek a keresztmetszeti modulban (keresztmetszeti modul leírását lásd a ***Keresztmetszeti modul*** fejezetben). A keresztmetszeti modul megnyitható közvetlenül a ***Globális vizsgálatok*** fülről is, a megfelelő keresztmetszet grafikus felületen vagy táblázatban történő jobb egérgombos kiválasztásával.

9.3.2 Öszvér gerenda tervezése

Öszvér gerendák tervezése az ***Elem vizsgálat*** fülön található funkciók segítségével végezhetőek el. A fül alján az ***Öszvér gerenda*** fület kell választani, majd ki kell választani a vizsgálandó öszvér gerendá(ka)t és a ***Hozzáad*** gombra kattintva hozzá kell adni a vizsgálandó gerendák táblázatához. A vizsgálandó gerendák táblázatából ki kell választani azt a gerendá(ka)t, amelyeket vizsgálni szeretnénk, és a ***Kiválaszt*** (***Kiválaszt +***) gombra kell kattintani. Kiválasztható hogy első vagy másodrendű analízis eredmények alapján történjen a tervezés, illetve megadható, hogy mely teherkombinációkra legyenek elvégezve. Az ***Ellenőrzés*** gombra kattintva a vizsgálatok elvégzésre kerülnek.

Öszvér keresztmetszetű gerendák ellenőrzését a *ConSteel* az EN 1994-1-1:2010 szabvány alapján végzi el.

A tervezési hajlítási ellenállás meghatározását képlékeny elmélet alapján végzi el, a 6.2.1.2 vagy a 6.2.1.3 EuroCode fejezeteknek megfelelően, 1. és 2. keresztmetszeti osztályok esetén.

A keresztmetszeti osztályok meghatározása az 5.5.2 fejezet alapján történik. 3. és 4. keresztmetszeti osztályú kompozit gerendák tervezése jelenleg még nem végezhető el a *ConSteel* segítségével. Öszvér gerendák ellenőrzése a következő vizsgálatokra történik az összes kritikus keresztmetszetben: képlékeny hajlítás, függőleges nyírás, nyírási horpadás, betonöv morzsolódása, illetve hosszirányú nyírás. A kritikus keresztmetszeti helyek meghatározása a 6.1.1. (4) bekezdés alapján történik. A következő vizsgálatok nem kerülnek elvégzésre: nemlineáris hajlítási ellenállás (6.2.1.4) és rugalmas hajlítási ellenállás (6.2.1.5). Az esetleges trapézlemez ellenállása elhanyagolásra kerül.

9.3.2.1 ANALÍZIS MODELL

Az **analízis modellben** a betonöv effektív szélességét (b_{eff}) a *ConSteel* a korábbi fejezetben található eljárás alapján határozza meg (a támaszköz és az egy keresztmetszetben lévő nyírási csapok egymástól való távolságának a függvényében). A gyakorlati tapasztalatok alapján az öszvér gerendák legtöbbször kéttámaszú „csuklós-csuklós” tartóként kerülnek kialakításra, emiatt a ConSteel csak ebben az esetben végzi el az öszvérgerenda ellenőrzését. Többtámaszú kialakítás illetve húzott betonzóna esetén a felhasználó hibaüzenet kap, és nem tudja elvégezni az ellenőrzést.

Az analízis modell megtekinthető az ***ANALÍZIS*** fülön.

9.3.2.2 NYÍRÓCSAPOK TERVEZÉSE

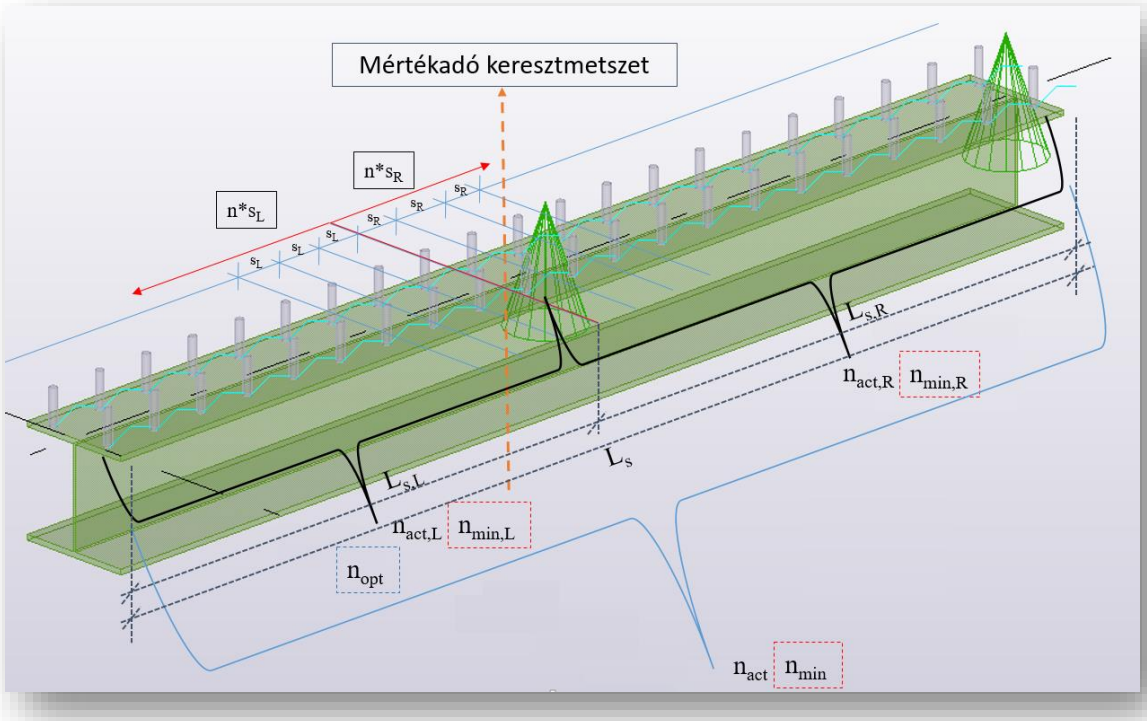
A nyírócsapok kiosztását képlékeny alapon végezzük el, mely alapján a csapokat egyenletesen kell kiosztani a mértékadó keresztmetszettől balra és jobbra eső szakaszon. A mértékadó keresztmetszet meghatározását a program automatikusan elvégzi. (Mértékadó keresztmetszet: az öszvér gerendában keletkező maximális hajlítónyomaték helye.) Ennek a keresztmetszetnek az ismeretében már lehet tőle balra illetve jobbra eső szakaszról beszélni.

Nyírócsapok automatikus számítása opció választása esetén a program a minimális nyírócsap pozícióból számolt nyírócsap darabszámmal elvégzi a nyomatéki ellenállás számítását. A keletkező igénybevétel függvényében addig növeli a nyírócsapok számát, amíg a hajlítási ellenállás meghaladja a hajlítási igénybevételt.

A gerenda sematikus ábráján a zöld szakasz mutatja azt a szakaszt, amely mentén meghatározásra került az optimális nyírócsap pozíció és a kiosztás. Az alábbi paraméterek kerülnek meghatározásra az öszvér gerendák vizsgált szakaszaira:

n_{opt}: a nyírócsapok pozíciójának optimális száma a rúd mértékadó szakaszán
n_{act}: a nyírócsapok pozíciójának száma a vizsgált rúdon
s_L: a nyírócsapok kiosztása a keresztmetszettől balra eső szakaszon [mm]
$n_{act,L}$: a nyírócsapok pozíciójának száma a keresztmetszettől balra eső szakaszon
s_R: a nyírócsapok kiosztása a keresztmetszettől jobbra eső szakaszon [mm]

$n_{act,R}$: a nyírócsapok pozíciójának száma a keresztmetszettől jobbra eső szakaszon

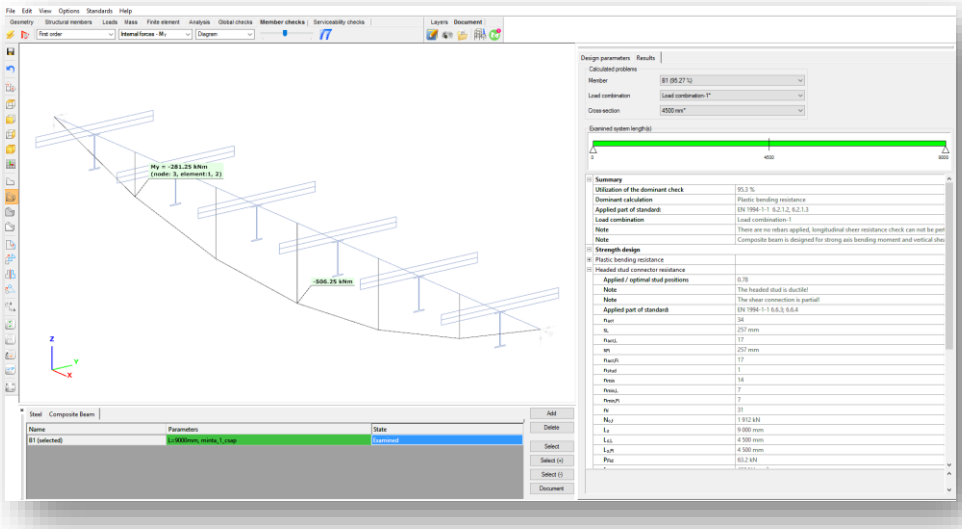


n_{stud}: az egy keresztmetszetben lévő nyírócsapok száma

n_{min}: a minimális nyírócsap pozíciók száma a vizsgált rúdon
$n_{min,L}$: a minimális nyírócsap pozíciók száma a keresztmetszettől balra eső szakaszon
$n_{min,R}$: a minimális nyírócsap pozíciók száma a keresztmetszettől jobbra eső szakaszon

Az automata kiosztás helyett megadható a nyírócsap pozíciók pontos száma is. Ebben az esetben a program ellenőrzi, hogy megfelel-e a kiosztás a szabványos előírásoknak, illetve minimális és maximális távolsági követelményeknek. A nyírócsap pozíciók számát a teljes gerendára kell megadni. Az ellenőrzés során a *ConSteel* a megadott nyírócsap pozíciót egyenletesen szétosztja a gerenda hossza mentén (az automata kiosztás esetén a keletkező igénybevétel függvényében előfordulhat nem egyenletes csapkiosztás is a mértékadó keresztmetszettől balra és jobbra eső szakaszon).

A nyírócsapok kihasználtságának a számítása a következőek szerint történik: alkalmazott nyírócsap szám osztva az optimális nyírócsap számmal (n_{act} / n_{opt}).



9.3.2.3 Öszvérszerkezetek nyírási horpadási ellenállás

A nyírási horpadási ellenállás meghatározása az EN 1993-1-5:2006 szabvány 5 szakasza, illetve az A melléklete alapján történik. Az övek nyírási ellenállása elhanyagolásra került.

9.3.2.4 Öszvérszerkezetek hajlítási és függőleges nyírási ellenállása

A függőleges nyírás hajlítási ellenállásra gyakorolt hatása elhanyagolásra kerül, ha a függőleges nyíróerő kevesebb, mint a keresztmetszet nyírási ellenállásának a fele.

Első és második keresztmetszeti osztály esetén, ha a függőleges nyíróerő nagyobb, mint a keresztmetszet nyírási ellenállásának fele, akkor a hajlítás ellenállás meghatározásához csökkentett tervezési acél határfeszültség kerül használatra, a 6.2.2.4 (2) fejezet szerint.

9.3.2.5 Öszvér gerenda kifordulása

Öszvér gerenda kifordulása nincs vizsgálva.

9.3.2.6 Öszvér tartó alátámasztó gerendájával párhuzamos trapézlemez bordázás

A nyírócsapok tervezési ellenállása a következőek szerint kerül meghatározásra: állandó vastagságú betonlemezes öszvérgerenda esetén meghatározott nyírócsap ellenállás, szorozva a 6.6.4.1 (2) fejezetben megadott csökkentő tényezővel.

-k_l egy gerendával párhuzamos acél profillemez fejes csapja ellenállásának csökkentő tényezője

Nem folytonos trapézlemez esetén, a ConSteel azt feltételezi, hogy a trapézlemez a gerenda övére van hegesztve, de a távolság a két trapézlemez között nem adható meg ('a' paraméter).

9.3.2.7 ÖSZVÉR TARTÓ ALÁTÁMASZTÓ GERENDÁJÁRA MERŐLEGES TRAPÉZLEMEZ BORDÁZÁS

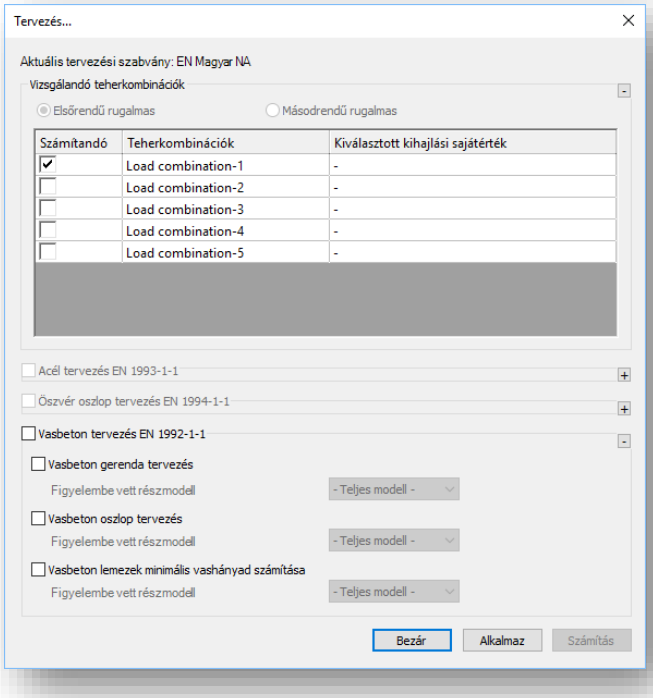
A nyírócsapok tervezési ellenállása a következőek szerint kerül meghatározásra: állandó vastagságú betonlemezes öszvérgerenda esetén meghatározott nyírócsap ellenállás, szorozva a 6.23 képlet szerinti csökkentő tényezővel (maximum érték a 6.2 táblázat szerint).

- k_t egy gerendára merőlegesen elhelyezett acél profillemez fejes csapja ellenállásának csökkentő tényezője

Állandó vastagságú betonlemezes öszvérgerenda esetén számított nyírócsap ellenállás során a szakadási feszültség maximalizálva van (450 N/mm^2).

9.4 VASBETON SZERKEZETEK TERVEZÉSE

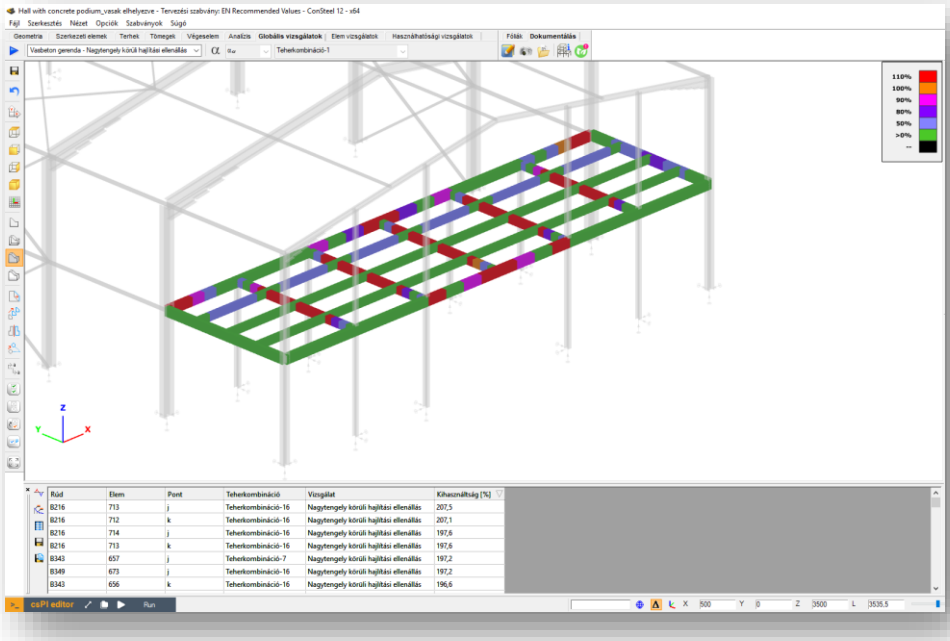
A vasbeton szerkezetek tervezése a globális vizsgálatok fülről érhető el. A globális tervezés ikonra kattintva , a megjelenő ***TERVEZÉS…*** dialógon az acél illetve öszvér tervezési lehetőségek alatti ***VASBETON TERVEZÉS EN1992-1-1*** csoportban található meg a ***VASBETON GERENDA***, ***VASBETON OSZLOP*** illetve ***VASBETON LEMEZ MINIMÁLIS VASHÁNYAD SZÁMÍTÁSA*** opció. Amennyiben rendelkezésre állnak a tervezéshez szükséges bemeneti adatok *(keresztmetszetek, vasalási paraméterek, tervezési paraméterek és analízis eredmények)*, úgy a jelölőnégyzetek segítségével kiválasztható, hogy a ***SZÁMÍTÁS*** gombra kattintva a kiválasztott teherkombinációkra a szabványos vizsgálatok végrehajtásra kerüljenek.



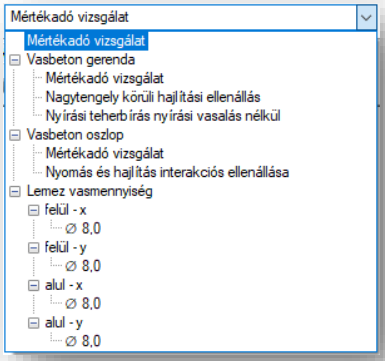
A vasbeton tervezéshez a szükséges bemenő paraméterek a következők (részletesen lásd ***5.2.2 VASBETON KERESZTMETSZETEK*** fejezetben):

- Vasbeton gerendák és oszlopok esetében:
  - Méretezési opcióval rendelkező vasbeton keresztmetszet (lásd ***5.2.2.1***)
  - Vasbeton rúdelemhez rendelt vasalási objektum (lásd ***5.2.2.1.1*** és ***5.2.2.1.2***)
  - Első vagy másodrendű analízis eredmények (lásd ***8.5.1.1*** és ***8.5.1.2***)
- Vasbeton lemezek esetében:
  - Egyes főirányokhoz tartozó vasalási paraméterek (lásd ***5.3 FEJEZET***)
  - Első vagy másodrendű héj elem analízis eredmények (lásd ***8.6.1 FEJEZET***)

Amennyiben a vasbeton tervezéshez szükséges bemenő adatok rendelkezésre állnak, a ***SZÁMÍTÁS*** gombra kattintva a szabványos ellenőrzéseket a ***CONSTEEL*** minden keresztmetszetre automatikusan elvégzi. A keresztmetszetekhez tartozó mértékadó kihasználtságokat eredményező vizsgálatok a ***MÉRTÉKADÓ KIHASZNÁLTSÁGOK*** táblázatban automatikusan kigyűjtésre, a modell grafikán pedig ezek színkódos ábrázolással megjelenítésre kerülnek.



A képernyő bal felső sarkában található legördülő menüben az egyes vizsgálatok eredményei külön-külön is lekérhetőek:



9.4.1 Vasbeton gerendák tervezése

A vasbeton gerenda tervezés az ***Eurocode 1992-1-1*** következő vizsgálatait hajtja végre:

- Szerkesztési szabályok
  - EN 1992-1-1 9.2.1.1. (1) (9.1.n) formula, Minimális hosszirányú vasmennyiség ellenőrzés
  - EN 1992-1-1 9.2.1.1. (3) formula, Maximális hosszirányú vasmennyiség ellenőrzés
- Hajlítás

  - EN 1992-1-1 6.1, Nagytengely körüli hajlítás ellenőrzés
- Nyírás
  - EN 1992-1-1 9.2.2. (6) (9.6.N) formula, Maximális kengyeltávolság ellenőrzés
  - EN 1992-1-1 9.2.2. (5) (9.5.n) formula, Minimális fajlagos kengyel mennyiség ellenőrzés
  - EN 1992-1-1 6.2.2. (1) (6.2.a) és (6.2.b) formula, Nyírási teherbírás tervezési értéke nyírási vasalás nélkül
  - EN 1992-1-1 6.2.3. (3) (6.8) és (6.9) formula, Nyírási teherbírás tervezési értéke nyírási vasalással
- Nyírás és csavarás interakciója
  - EN 1992-1-1 6.3.2. (4) (6.29) formula, Ferde nyomott betonzónák teherbírása
  - EN 1992-1-1 6.3.2 (5) (6.31) formula, Szükséges csavarási hosszvasalás
  - EN 1992-1-1 6.3.2. (3) (6.28) formula, Alkalmazott csavarási hosszvasalás ellenőrzés

9.4.2 Vasbeton oszlopok tervezése

A vasbeton oszlop tervezés az ***Eurocode 1992-1-1*** következő vizsgálatait hajtja végre:

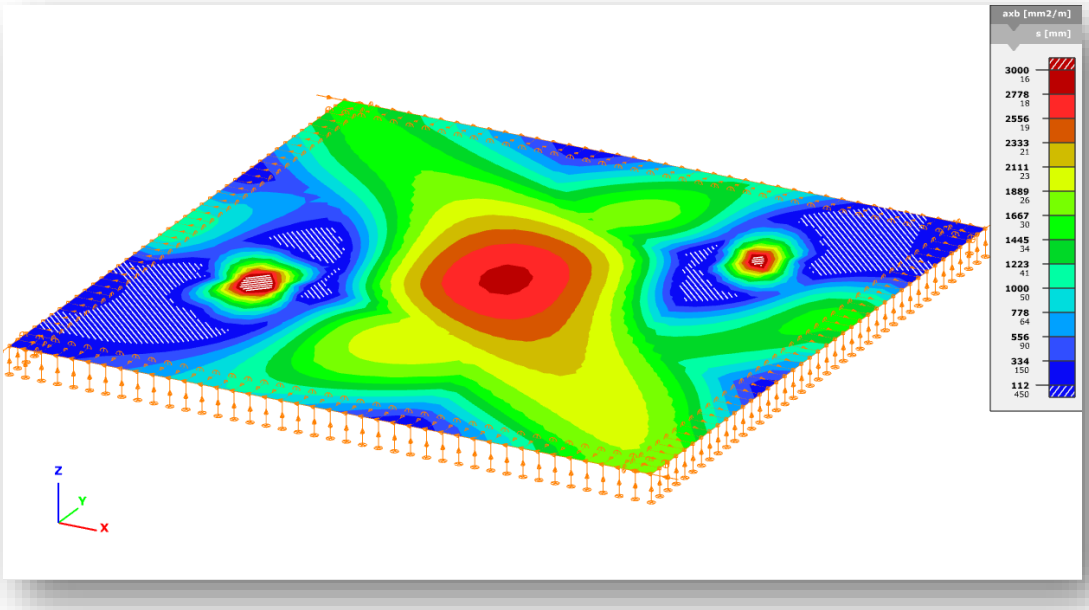
- Szerkesztési szabályok
  - EN 1992-1-1 9.5.2 (1), Hosszirányú acélbetétek minimális átmérője
  - EN 1992-1-1 9.5.2 (2), (9.12.N) formula, Minimális hosszirányú vasmennyiség
  - EN 1992-1-1 9.5.2 (3), Masimális hosszirányú vasmennyiség
  - EN 1992-1-1 9.5.3. (1), Kengyel minimális átmérője
  - EN 1992-1-1 9.5.3 (2), Maximális kengyeltávolság
- Hajlítás
  - EN 1992-1-1 5.8.3, 5.8.8, Ferde hajlítás
- Nyírás
  - EN 1992-1-1 6.2.2 (1) (6.2.a) és (6.2.b) formula, Nyírási teherbírás tervezési értéke nyírási vasalás nélkül
  - EN 1992-1-1 6.2.3. (3) (6.8) és (6.9) formula, Nyírási teherbírás tervezési értéke nyírási vasalással

Vasbeton oszlopoknál elérhető továbbá a teherbírási felület, melyről részletesen a ***10.4.5.2 fejezetben*** található leírás.

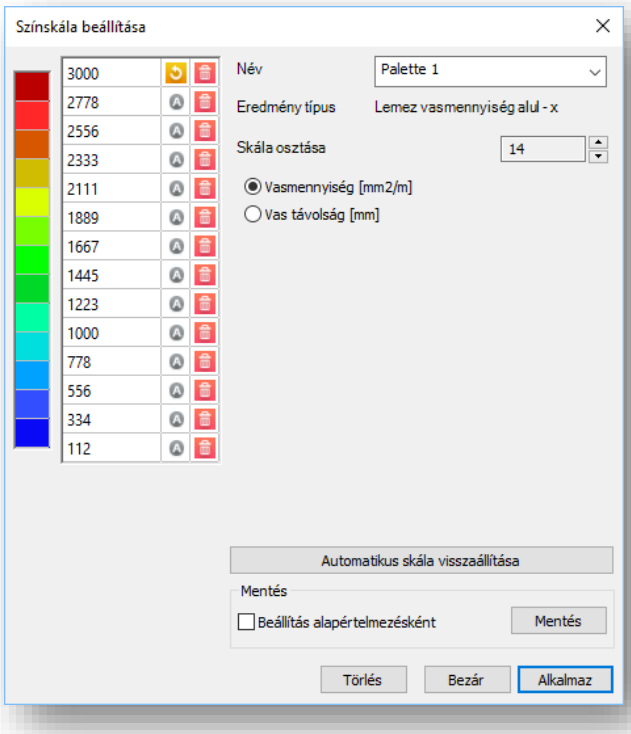
9.4.3 VASBETON LEMEZEK TERVEZÉSE

Amennyiben a modellben létrehozott vasbeton lemezhez az ***5.3 FEJEZETBEN*** részletesen bemutatott módon megadásra kerültek x és y irányban alsó és felső vasalási paraméterek, úgy a ***GLOBÁLIS VIZSGÁLATOK FÜL TERVEZÉS…*** dialógján a ***VASBETON LEMEZEK MINIMÁLIS VASHÁNYAD SZÁMÍTÁSA*** opció aktív, és a jelölőnégyzet bekapcsolásával a számítás elvégezhető.

A számítás eredménye a lemez igénybevételei alapján számolt szükséges vasmennyiségek [mm2/m] a főirányokban, alsó és felső pozícióra külön-külön meghatározva. A főirányok között a legördülő menü segítségével van lehetőség váltani, az eredmények kijelzése pedig szintfelületes ábrázolással történik:



A jobb oldalon található színpalettán jobb egérgombot kattintva annak tulajdonságai (osztások száma, osztások értékei, vasmennyiség vagy vas távolság kijelzése) módosíthatóak:

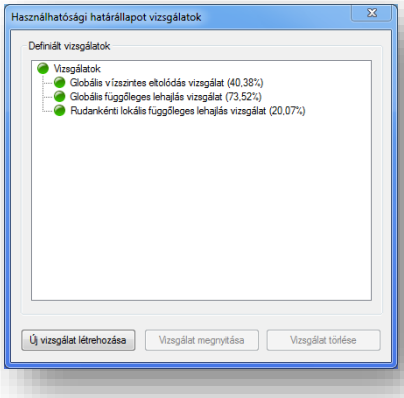


A főirányokhoz tartozó szükséges vasmennyiség ábrák dxf formátumba exportálhatóak, a ***2.6 FEJEZETBEN*** bemutatott módon.

9.5 HASZNÁLHATÓSÁGI VIZSGÁLATOK

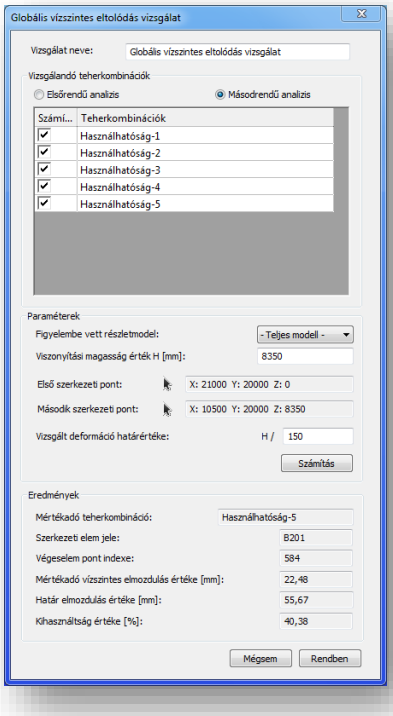
9.5.1 ALAPOK

Az összes használhatósági határállapothoz kapcsolódó funkció a ***HASZNÁLHATÓSÁGI VIZSGÁLATOK*** fülön találhatók. A kék nyílra kattintva megjelenő ablakban, az előzőleg létrehozott használhatósági ellenőrzések találhatóak, amelyek megnyithatóak és törölhetőek is.



Új használhatósági vizsgálat az ***ÚJ VIZSGÁLAT LÉTREHOZÁSA*** gomb megnyomásával hozható létre. Az alábbi vizsgálatok végezhetőek el:

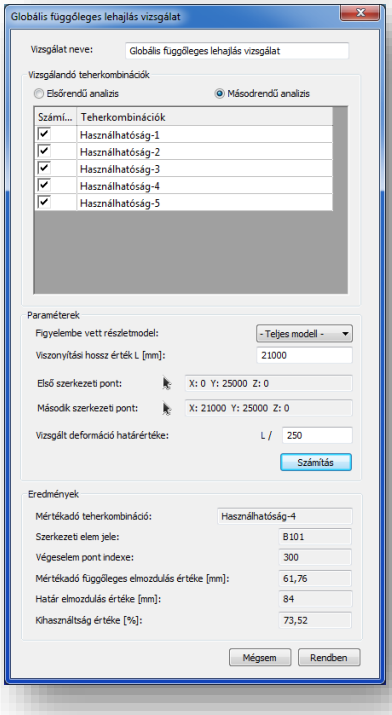
- Globális vízszintes eltolódás vizsgálat
- Globális függőleges lehajlás vizsgálat
- Rudankénti lokális függőleges lehajlás vizsgálat
- Két pont relatív elmozdulásának vizsgálata



9.5.2 GLOBÁLIS VÍZSZINTES ELTOLÓDÁS VIZSGÁLAT

A globális vízszintes eltolódás vizsgálat segítségével ellenőrizhető a teljes szerkezet, vagy a részmodell legnagyobb vízszintes eltolódása. Első vagy másodrendű analízis eredményei használhatóak. A teherkombinációk közül, csak a használhatósági határállapothoz tartozó teherkombinációk választhatóak.

A viszonyítási magassági érték megadható manuálisan begépelve, vagy a modellen történő két pont lebökésével, amely alapján a program automatikusan számítja az értéket. A ***SZÁMÍTÁS*** gomb megnyomásával az ellenőrzés elvégzésre kerül. A mértékadó rúd automatikusan kiválasztásra kerül a modelltérben.



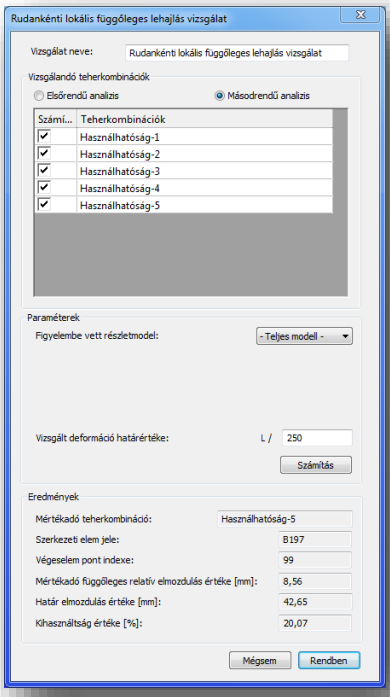
9.5.3 GLOBÁLIS FÜGGŐLEGES LEHAJLÁS VIZSGÁLAT

A globális függőleges lehajlás vizsgálat működése hasonló a globális vízszintes eltolódás vizsgálatéhoz. A különbség a következő: referencia magasság helyett itt referencia hosszt kell megadni. Ez itt is megadható manuálisan, vagy a modellen történő két pont lebökésével.

9.5.4 RUDANKÉNTI LOKÁLIS FÜGGŐLEGES LEHAJLÁS VIZSGÁLAT

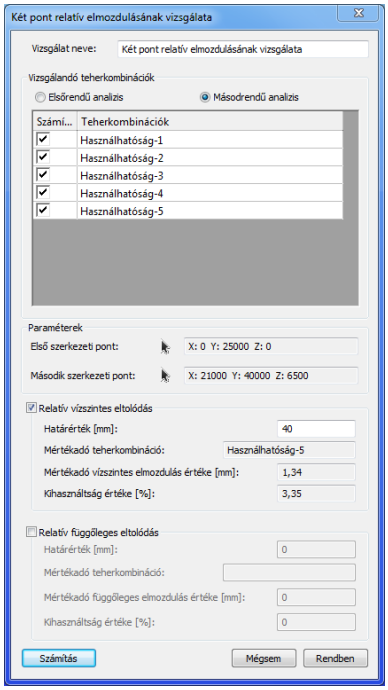
A rudankénti lokális lehajlás vizsgálat egyesével ellenőrzi az összes rúd lehajlását és kiválasztja ezek közül a legnagyobbat. A vizsgálat csak vízszintes, az XY síkban fekvő rudakra alkalmazható.

A rudankénti lokális lehajlás vizsgálat nem alkalmazható konzolok ellenőrzésére, csak olyan rudakra használható, amelyek mindkét végpontja megtámasztott támasszal vagy másik két kapcsolódó rúddal.



9.5.5 Két pont relatív elmozdulásának vizsgálata

Két pont relatív elmozdulásának vizsgálatával bármely két kiválasztott pont egymáshoz képesti relatív vízszintes és függőleges eltolódása ellenőrizhető.



10 KERESZTMETSZET MODUL

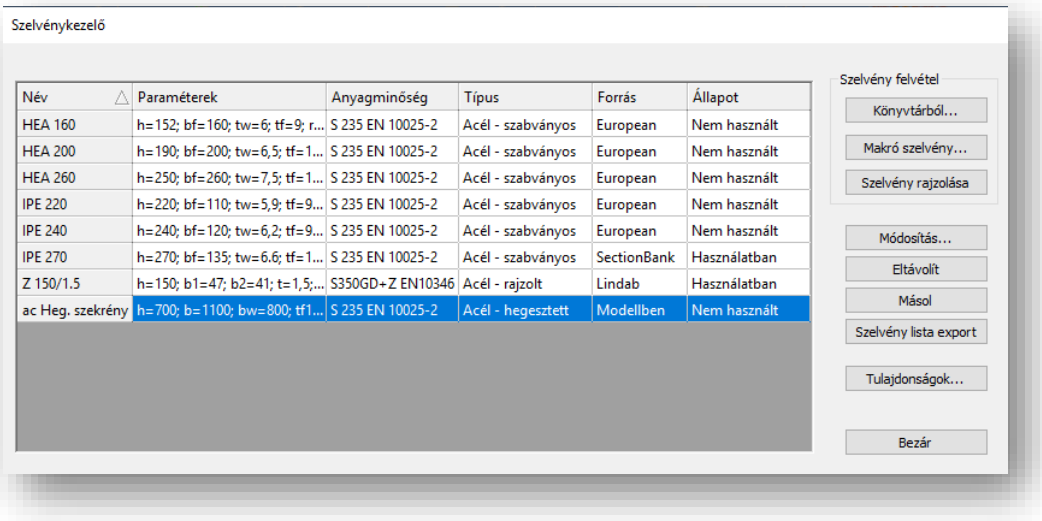
10.1 ALAPOK

A *ConSteel* számos funkcionalitása a keresztmetszetekhez kapcsolódik, ezért ezek egy különálló modulba, a Keresztmetszet modulba (***csSECTION***) kerültek. Ez a modul tartalmazza az összes olyan eszközt, ami keresztmetszet létrehozáshoz, keresztmetszeti tulajdonságok és feszültségek számításához, illetve a keresztmetszetek szabványos vizsgálatához tartoznak. Két párhuzamos keresztmetszet modellezés létezik egymás mellett: az *Általános szelvénymodell (GSS)* egy pontos, végeselem alapú felületmodell, bármilyen típusú keresztmetszethez; a *Vékonyfalú szelvénymodell (EPS)* egy vékony lemezszegmensekből előállított szelvénymodell, speciálisan acél szelvényekhez. Az acél szabványos tervezési képletek az EPS modell alapján könnyen megoldhatók, beleértve a szerkezeti analízis során meghatározott keresztmetszeti igénybevételek alapján előállított tényleges 4. osztályú hatékony keresztmetszetet is.

A Szelvénykezelő és a Keresztmetszet modul a ikonokra kattintva érhetők el. Az ikonok a ***SZERKEZETI ELEMEK*** fülön találhatóak.

10.2 SZELVÉNYKEZELŐ

A modellek felépítéséhez szükséges szelvényeket be kell tölteni a modell adatbázisába, ami a ***SZELVÉNYKEZELŐ*** ablakban végezhető el. Itt találhatóak az előzőleg már betöltött szelvények, illetve itt van lehetőség új szelvények betöltésére, létrehozására, módosítására is a jobb oldalon található gombok segítségével.



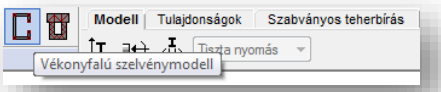
Név	Paraméterek	Anyagminőség	Típus	Forrás	Állapot
HEA 160	h=152; bf=160; tw=6; tf=9; r...	S 235 EN 10025-2	Acél - szabványos	European	Nem használt
HEA 200	h=190; bf=200; tw=6,5; tf=1...	S 235 EN 10025-2	Acél - szabványos	European	Nem használt
HEA 260	h=250; bf=260; tw=7,5; tf=1...	S 235 EN 10025-2	Acél - szabványos	European	Nem használt
IPE 220	h=220; bf=110; tw=5,9; tf=9...	S 235 EN 10025-2	Acél - szabványos	European	Nem használt
IPE 240	h=240; bf=120; tw=6,2; tf=9...	S 235 EN 10025-2	Acél - szabványos	European	Nem használt
IPE 270	h=270; bf=135; tw=6.6; tf=1...	S 235 EN 10025-2	Acél - szabványos	SectionBank	Használatban
Z 150/1.5	h=150; b1=47; b2=41; t=1,5;...	S350GD+Z EN10346	Acél - rajzolt	Lindab	Használatban
ac Heg. szekrény	h=700; b=1100; bw=800; tf1...	S 235 EN 10025-2	Acél - hegesztett	Modellben	Nem használt

Fontos tudni, hogy a rudak anyagminőségének a megadása, a keresztmetszetek betöltésénél történik.

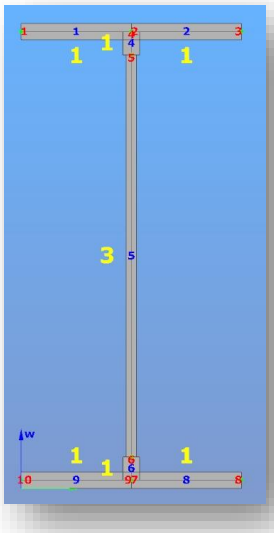
A szelvények betöltéséről és létrehozásáról részletes leírás az 5.2 fejezetben található.

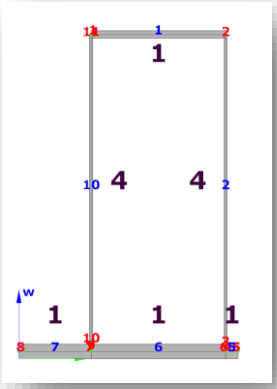
10.3 SZELVÉNYMODELLEZÉS

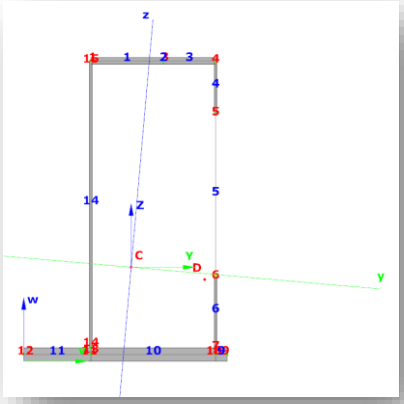
10.3.1 EPS (VÉKONYFALÚ SZELVÉNY) MODELL

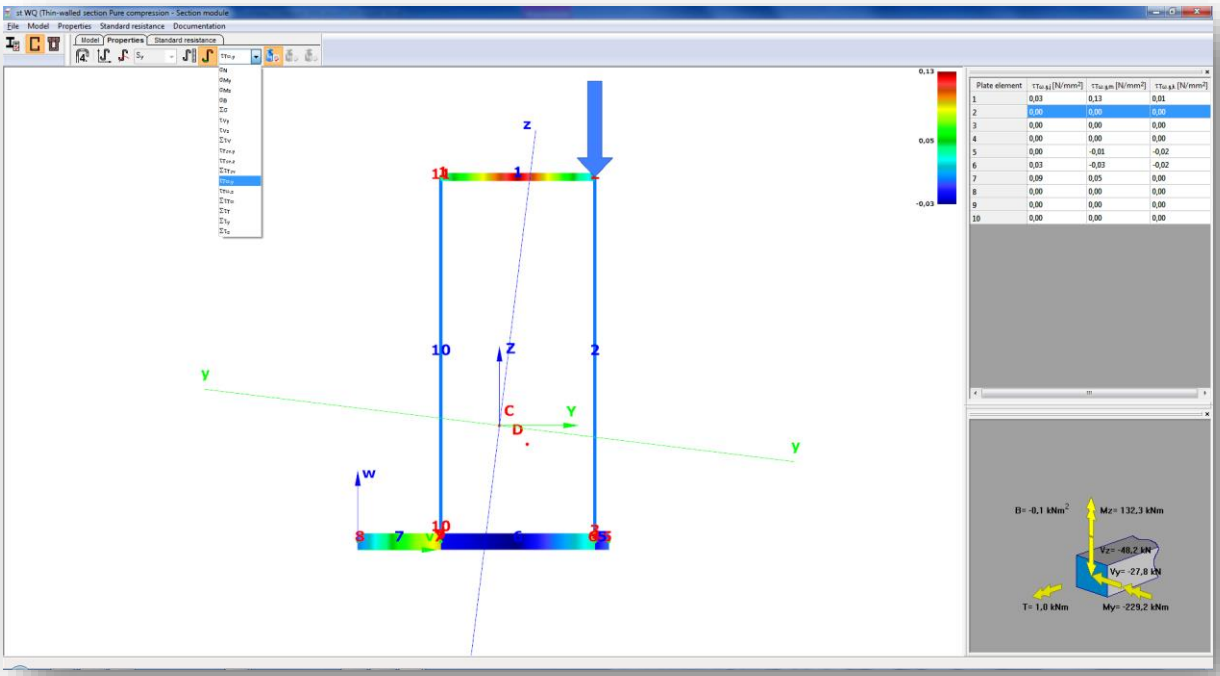


A *Vékonyfalú Szelvénymodell (Elastic Plate Segment - EPS)* egy vékony lemezszegmensekből előállított egyszerűsítése a szokásos acél szelvényeknek (hegesztett, hengerelt és hidegen hajlított). A modell számításokhoz nagyon egyszerűen és gyorsan használható, illetve vékonyfalú szelvények esetén pontos eredményt ad, a vele párhuzamosan futtatható és használható GSS szelvénymodellel összehasonlítva. A modell által adott általános, csavarási és nyírási tulajdonságok, illetve feszültségek megegyeznek, és ezeken túlmenően megadja a számított statikai nyomatékokat és az EuroCode szerinti szelvényosztályt. Az EPS modell rendkívül alkalmas az összes szabványos tervezési képlet megoldására. 4. keresztmetszeti osztály esetén, pedig a hatékony keresztmetszet automatikusan előállítható az igénybevételek alapján, illetve a szabványos vizsgálatok elvégezhetők az előállított hatékony keresztmetszettel. Újdonság a ConSteel 13-as verziójában, hogy a program, a hidegen alakított vékonyfalú szelvények esetében, a hatékony keresztmetszet számításánál a torzulásos horpadás (distortional buckling) hatását is automatikusan figyelembe veszi.

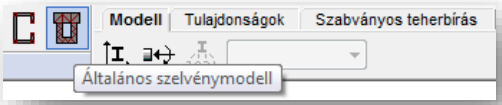






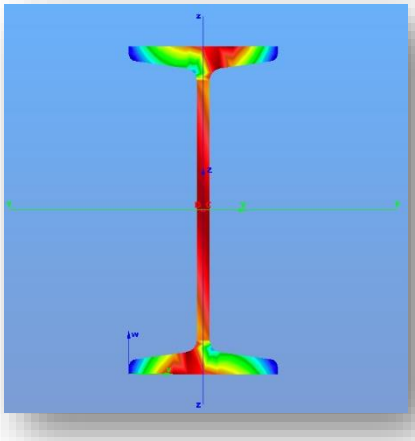


10.3.2 GSS (Általános szelvény) Modell



Az *Általános Szelvénymodell (General Solid Section - GSS)* tetszőleges szelvények a lehető legpontosabb modellezésére szolgál. A modell a szelvényt háromszögekre bontja és a keresztmetszeti jellemzőket végeselemes módszerrel határozza meg. A szelvény akárhány különböző anyagból összeállítható. A végeselem generálás során a háromszögekre bontás

anyagonként elkülönülve történik, a végeselemek mérete pedig az anyagok rugalmas tulajdonságai alapján kerülnek meghatározásra. A szokásos tulajdonságok (keresztmetszeti terület, inercianyomatékok stb.) mellett, a GSS modell pontosan számítja a nyírási és csavarási tulajdonságokat, mint St. Venant, illetve gátolt csavarási inerciát, a nyírási területe stb. Az itt kiszámolt tulajdonságok kerülnek felhasználásra a globális analízisek során. A rugalmas normál, csavarási és nyírási feszültségek ugyancsak számíthatóak és megtekinthetőek színskálás ábrázolással.



10.4 Szelvény eszközök

10.4.1 Geometriai számítások

A keresztmetszet modul 3 fajta koordinátarendszert használ: főtengelyi rendszer (y,z), szerkesztői rendszer (v,w) és a keresztmetszet súlypontjába (C) eltolt szerkesztői rendszer (Y,Z). A keresztmetszet nyírási középpontja a D pont.

A szelvénytulajdonságok ezekben a koordinátarendszerekben nézhetők meg.

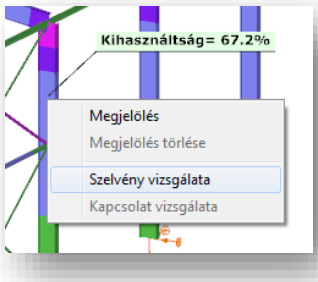
10.4.2 Terhek

Ha a keresztmetszet modul közvetlenül a modellből kerül megnyitásra, akkor az összes teherkombináció és a hozzá tartozó keresztmetszeti igénybevétel is automatikusan betöltődik. A mértékadó teherkombináció automatikusan kiválasztásra kerül, de bármely másik teherkombináció kiválasztható a név után található jelölőnégyzettel. További teherkombinációk hozzáadására is van lehetőség az ***Új teherkombináció hozzáadása*** ikonra kattintva.

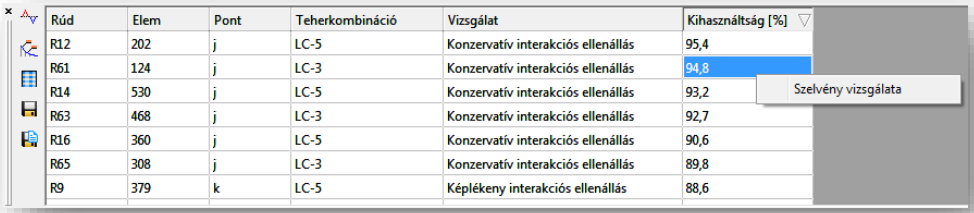
Lcomb.	Current	N_{Ed} [kN]	$M_{Y,Ed}$ [kNm]	$M_{Z,Ed}$ [kNm]	$V_{Y,Ed}$ [kN]	$V_{Z,Ed}$ [kN]	B_{Ed} [kNm²]	$T_{t,Ed}$ [kNm]	$T_{w,Ed}$ [kNm]	T_{Ed} [kNm]	$\beta_{cr,op}$ [-	β_{ult} [-
Load Combination 1 (first order)	☐	0,0	-162,3	0,0	-0,0	93,8	-0,1	-0,1	0,1	0,0	1,370	0,937
Load Combination 1 (second order)	☑	-0,5	-162,3	-0,0	-0,2	93,8	-0,1	-0,0	0,0	0,0	1,370	0,937

A ***csSection*** modul modellből közvetlenül az ***Analízis*** vagy a ***Globális vizsgálatok*** fülről érhető el, ha le lett futtatva első vagy másodrendű analízis, vagy szabványos vizsgálat.

csSECTION modul két féle képen nyitható meg. Egyik lehetséges mód, a vizsgálandó szelvényre jobb egér gombbal történő kattintással megjelenő menüből a ***SZELVÉNY VIZSGÁLAT*** opció kiválasztása.



A másik mód, az eredmény táblázatban a vizsgálandó elem sorára jobb egér gombbal történő kattintással megjelenő menüből a ***SZELVÉNY VIZSGÁLAT*** opció kiválasztása.



Rúd	Elem	Pont	Teherkombináció	Vizsgálat	Kihasználtság [%]
R12	202	j	LC-5	Konzervatív interakciós ellenállás	95,4
R61	124	j	LC-3	Konzervatív interakciós ellenállás	94,8
R14	530	j	LC-5	Konzervatív interakciós ellenállás	93,2
R63	468	j	LC-3	Konzervatív interakciós ellenállás	92,7
R16	360	j	LC-5	Konzervatív interakciós ellenállás	90,6
R65	308	j	LC-3	Konzervatív interakciós ellenállás	89,8
R9	379	k	LC-5	Képlékeny interakciós ellenállás	88,6

10.4.3 FESZÜLTSÉGEK

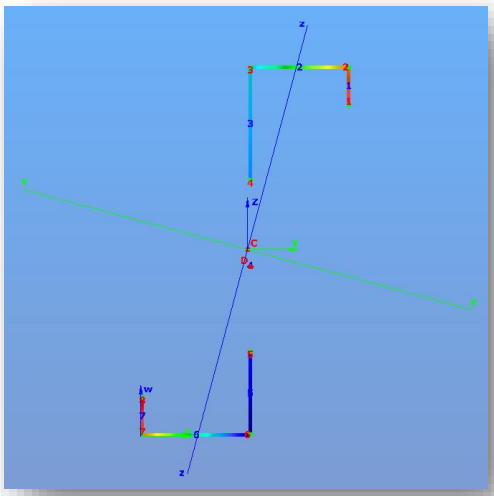
A ***TULAJDONSÁGOK*** fül ***FESZÜLTSÉGEK*** ikonjára kattintva jeleníthetőek meg a szelvényben keletkező feszültségek. A feszültségek megtekinthetőek EPS és GSS modell esetén is. A ***csSECTION*** az alábbi feszültségeket számítja:

Feszültség jele	Feszültség neve
σ_N	Húzási / nyomási normálfeszültség
σ_{My}	Nagytengely körüli hajlítási normálfeszültség
σ_{Mz}	Kistengely körüli hajlítási normálfeszültség
σ_B	Öblösödési normálfeszültség
$\Sigma\sigma$	Eredő normálfeszültség

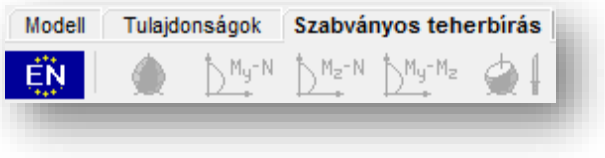
τ_{Vy}	Y irányú nyírásból származó nyírófeszültség
τ_{Vz}	Z irányú nyírásból származó nyírófeszültség
$\Sigma\tau_V$	Nyírásból származó eredő nyírófeszültség
$\tau_{Tsv.y}$	St. Venant csavarásból származó Y irányú nyírófeszültség
$\tau_{Tsv.z}$	St. Venant csavarásból származó Z irányú nyírófeszültség
$\Sigma\ \tau_{Tsv}$	St. Venant csavarásból származó eredő nyírófeszültség
$\tau_{T\omega.y}$	Öblösödési csavarásból származó Y irányú nyírófeszültség
$\tau_{T\omega.z}$	Öblösödési csavarásból származó Z irányú nyírófeszültség
$\Sigma\ \tau_{T\omega}$	Öblösödési csavarásból származó eredő nyírófeszültség
$\Sigma\ \tau_T$	Eredő csavarási nyírófeszültség
$\Sigma\ \tau_y$	Eredő Y irányú csavarási nyírófeszültség
$\Sigma\ \tau_z$	Eredő Z irányú csavarási nyírófeszültség

10.4.4 Hatékony keresztmetszet

EPS szelvénymodell használata és a ikon bekapcsolása mellett, a 4. osztályú szelvények esetén a hatékony keresztmetszet kerül figyelembevételre.



10.4.5 SZABVÁNYOS TEHERBÍRÁS VIZSGÁLAT



A megadott terhelési esetekre a keresztmetszeti modul meghatározza a szükséges és az elvégezhető vizsgálatokat, illetve elvégzi az összes szabványos tervezési vizsgálatokat és kiválasztja a mértékadó esetet.

10.4.5.1 ACÉL KERESZTMETSZET

Az *EPS* keresztmetszeti modellen elvégezhető acélszerkezeti tervezési eljárások lefedik szinte a teljes EuroCode 3-as kötetét (teljes EN 1993-1-1, részlet EN 1993-1-5), beleértve az általános rugalmas szilárdsági ellenállás, tiszta igénybevételi ellenállás, képlékeny és konzervatív interakciós ellenállás, nyírási gerinchorpadási ellenállás számítását.

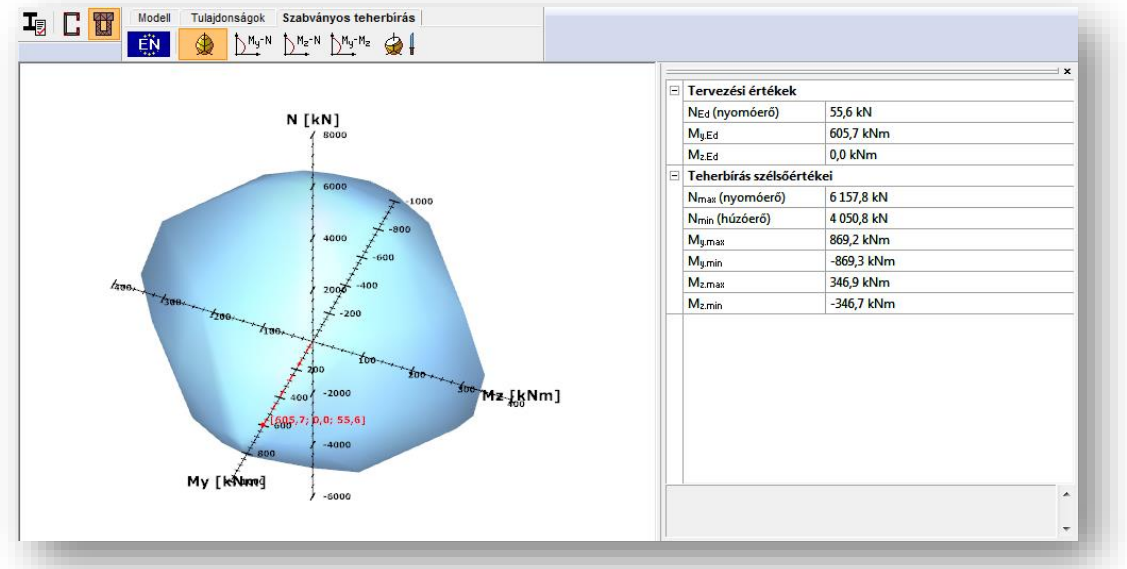
Az alábbi tervezési eljárások kerülnek kiszámításra:

Vizsgálat típus	Szelvény oszt.				Keresztmetszet alakja					
	1	2	3	4	I	U	O	□	■	Other
Tiszta esetek										
6.2.3	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
6.2.4	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
6.2.5	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
6.2.6(2-3)	•	•			•	•	•	•	•	•
6.2.6(4-5)			•	•	•	•	•	•	•	•
6.2.7	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
EN 1993-1-5	•	•	•	•	•	•		•		
Interakció – képlékeny										
V + T										
6.2.7(6.26)	•	•			•					
6.2.7(6.27)	•	•				•				
6.2.7(6.28)	•	•					•	•		

M + V (+ T)										
6.2.8	•	•			•	•	•	•	•	•
My + N (+ V + T)										
6.2.9(6.32)	•	•							•	
6.2.9(6.33 - 6.34, 6.36)	•	•			•					
6.2.9(6.39)	•	•						•		
ENV 1993-1-1:1995 (E) 5.4.8.1(5.34)	•	•					•			
Mz + N (+ V + T)										
6.2.9(6.32)	•	•							•	
6.2.9(6.35, 6.37 - 6.38)	•	•			•					
6.2.9(6.40)	•	•						•		
ENV 1993-1-1:1995 (E) 5.4.8.1(5.34)	•	•					•			
My + Mz + N (+ V + T)										
6.2.9(6.41)	•	•			•		•	•		
Interakció – általános										
My + Mz + N (+ V + T)										
6.2.1 (6.2)	•	•	•		•	•	•	•	•	•
6.2.9.3(6.44)				•	•	•	•	•	•	•
Ellenőrzés a rugalmas feszültségek alapján										
My + Mz + N (+ V + T)										
6.2.1 (6.1)	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Kihajlás és kifordulás										
6.3.4	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•

10.4.5.2 Öszvér és vasbeton keresztmetszet

Vasalási opcióval nem rendelkező vasbeton keresztmetszet esetén a ***csSECTION*** modul csak a teherbírási felületet tudja előállítani. A teherbírási vonal megtekinthető a három koordináta tengely mentén és tetszőleges metszet is készíthető.



Öszvér keresztmetszet esetén, az alábbi tervezési eljárások kerülnek kiszámításra:

Vizsgálat típus	Keresztmetszet alakja				
Tiszta esetek					
6.7	•	•	•	•	•
6.7.3.2 (6.30)	•	•	•	•	•
6.7.3.2 (ábra 6.19), 6.7.3.4	•	•	•	•	•
6.7.1 (9), táblázat 6.3		•	•	•	•
Interakció	•	•	•	•	•
6.7.3.6 (6.45)	•	•	•	•	•
6.7.3.7 (6.46-6.47)	•	•	•	•	•

10.4.5.3 Eredmények

A tervezési eredmények összefoglalója a jobb oldalon található. A mértékadó eset, vizsgálat és teherkombináció neve kijelzésre kerül.

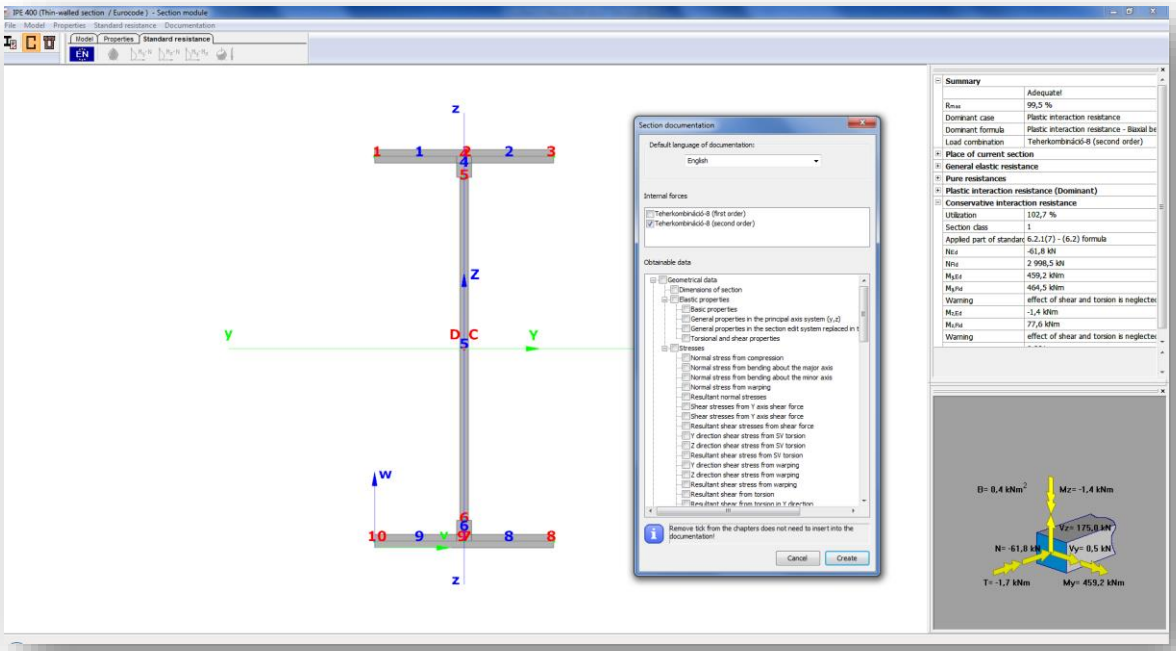
Összegzés	
	Nem felel meg!
R_{max}	192,8 %
Mértékadó vizsgálat	Képlékeny interakciós ellenállás
Mértékadó formula	Képlékeny interakciós ellenállás - Hajlítás +
Teherkombináció	LC-1 (elsőrendű)
Általános rugalmas szilárdsági ellenállás	
Tiszta igénybevételi ellenállások	
Nyomás	
Nagytengely körüli hajlít	
Kihasználtság	192,8 %
Keresztmetszet osztály	1
Alkalmazott szabvány	6.2.5 (1)-(3) - (6.12-6.15) formula
$M_{y,Ed}$	78,6 kNm
$M_{y,c,Rd}$	40,8 kNm
$W_{pl,y,min}$	173 495,1 mm^3
f_y	235,0 N/mm^2
γ_{M0}	1,0
Kistengely körüli hajlítás	
Kistengely irányú nyírás	
Csavarás	
Képlékeny interakciós ellenállás (Mértékadó)	
Konzervatív interakciós ellenállás	

$M_{y,Ed}$
Hajlítónyomaték tervezési értéke

10.5 DOKUMENTÁCIÓ

Az ellenőrzött keresztmetszetek egyedileg dokumentálhatók. A dokumentáció részletei kiterjedhetnek a szelvény paraméterekre valamint a geometriai, mechanikai és tervezési eredményekre. Az egyes szelvénydokumentációk a szerkezet fődokumentációjához csatolhatóak.

A dokumentáció előállítása a **Dokumentálás** menüparanccsal indítható. A dokumentáció előállításának módja megegyezik a globális szerkezet dokumentálásának módjával (lásd a 11. fejezet).


IPE 400 (Thin-walled section / Eurocode) - Section module
Model
Properties
Standard resistance
Section documentation
Default language of documentation:
English
Internal forces
Teherkombináció-8 (first order)
Teherkombináció-8 (second order)
Obtainable data
Geometrical data
Dimensions of section
Elastic properties
Basic properties
Stresses
Cancel
Create
Summary
Adequate!
99,5 %
Dominant case
Plastic interaction resistance
Dominant formula
Load combination
Teherkombináció-8 (second order)
Place of current section
General elastic resistance
Pure resistances
Plastic interaction resistance (Dominant)
Conservative interaction resistance
Utilization
102,7 %
Section class
1
Warning
Warning
B= 0,4 kNm²
Mz= -1,4 kNm
Vz= 175,0 kN
N= -61,8 kN
Vy= 0,5 kN
T= -1,7 kNm
My= 459,2 kNm

11 TŰZHATÁS TERVEZÉS

A tűz tervezés teljesen integrált részét képezi a ConSteel automatikus és hatékony tervezési eljárásának. A tűz tervezési szituációban a ConSteel automatikusan alkalmazza az Eurocode megfelelő eljárásait és képleteit acél szerkezeti elemekre. Általános információkat a tervezési funkciókról a 9. fejezetben talál.

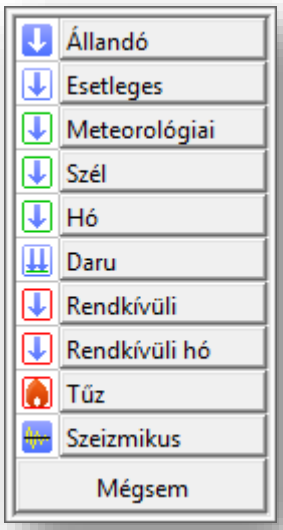
Ez a fejezet a tűzhatásra való tervezés folyamatát mutatja be, kiemelve az általános tervezéstől való eltéréseket.

A különböző acélszerkezeti komponensek (keresztmetszet, elem stb.) szabványos ellenőrzését az alábbi EuroCode szabvány alapján végzi a ConSteel:

- EN 1993-1-2: Általános szabályok. Tervezés tűzteherre

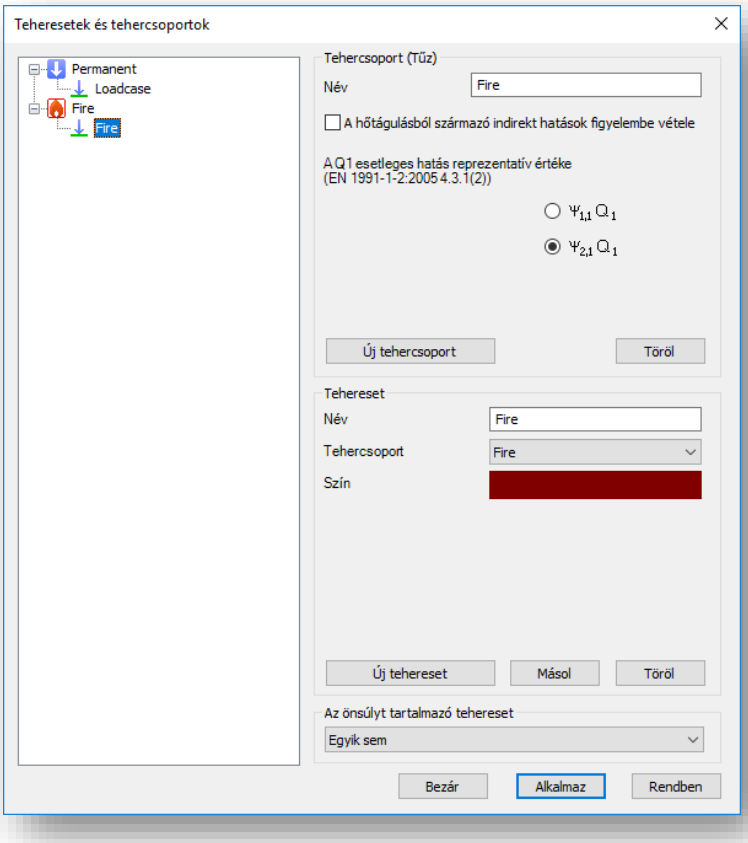
11.1 TŰZHATÁS ÉS TŰZVÉDELEM

A tűzhatás specialitásainak kezelésére egy önálló *Tűz tehercsoport* került létrehozásra.



A tűz tehercsoportoknak két beállítási opciója van:

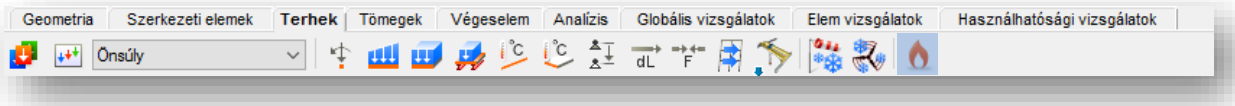
- Hőtágulásból származó indirekt hatások figyelembevétele
  Alap esetben a ConSteel az analízis során nem veszi figyelembe a hőtágulás hatását, de a jelölőnégyzet bepipálásával figyelembe lehet venni
- A kiemelt esetleges hatás egyidejűségi tényezője:
  Alap esetben a ConSteel a $\Psi_{2,1}$ egyidejűségi tényezőt alkalmazza, de lehetőség van a $\Psi_{1,1}$ tényező használatára is kombinációk generálása során



A tűzhatás szerkezeten való elhelyezéséhez legalább egy tűz teheresetet létre kell hozni a tűz tehercsoportban.

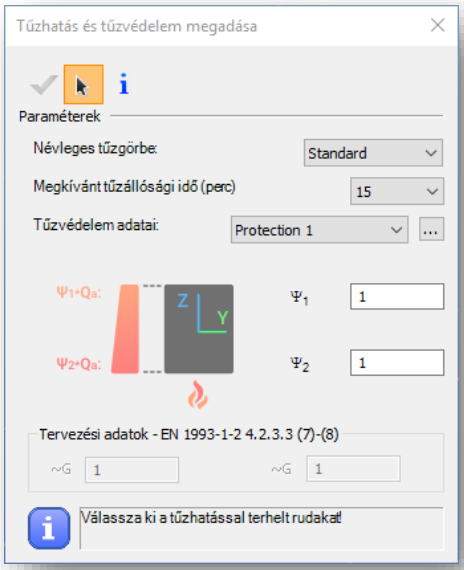
11.2 Tűzhatás és tűzvédelem

A tűzhatás megadása előtt definiálni kell legalább egy rendkívüli tehercsoportot, és egy rendkívüli teheresetet. A tűzhatás és tűzvédelem megadása a ***Terhek*** fülön lévő ***Tűzhatás és tűzvédelem megadása*** ( ) ikon segítségével történik



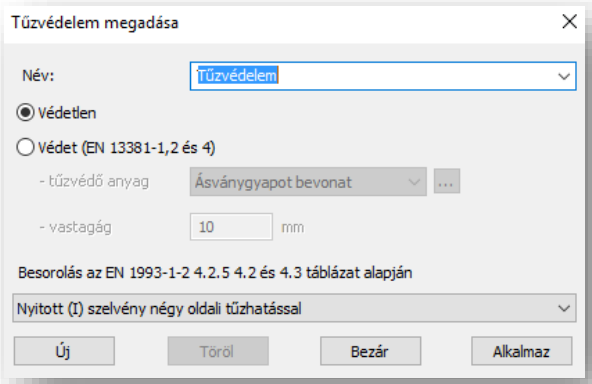
Első lépésként be kell állítani a használt névleges tűzgörbét. Három Eurocode által javasolt tűzgörbe került beépítésre: Standard, External és Hydrocarbon.

Második lépésként meg kell adni az elvárt tűzállósági időt, amelye 15 perc és 200 perc között változhat.



A tűzvédelem adatai mellett lévő hárompontos gombra kattintva, különböző tűzvédelem felvételére van lehetőség.

A megjelenő dialógon ki lehet választani a védelem típusát, amely lehet Védet vagy Védetlen. Védett típus választása esetén megadható a szigetelő anyag típusa és a szigetelés vastagsága. A legördülő menüből ki kell választani a szerkezeti eleme EN 1993-1-2-4.5. szabvány szerinti tűzvédelmi besorolását.



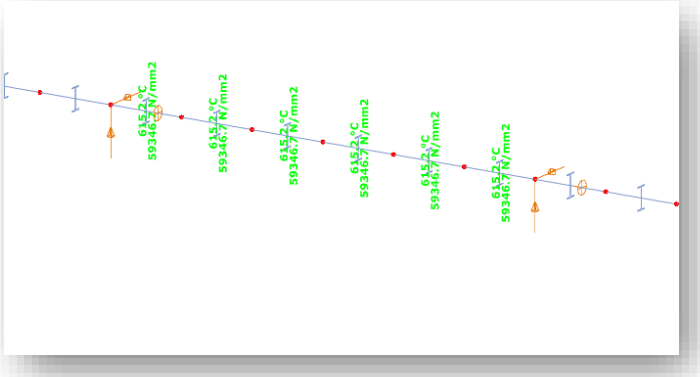
Az ***ALKALMAZ*** gombra kattintva a tűzvédelmi beállítások elmentésre kerülnek. Az ***ÚJ*** gombra kattintva további tűzvédelemi beállítások is létrehozhatóak. A ***TÖRLÉS*** gombbal törölhető a kiválasztott tűzvédelem.

A tűzhatás intenzitása a keresztmetszet mentén változhat a Ψ_1 es Ψ_2 szorzótényezők módosításával. Változó intenzitás esetén az EN 1993-1-2 4.2.3.3 (7)-(8) szabvány szerinti tervezési paraméterek is megadhatóak.

A tűzhatás egyszerű kattintással elhelyezhető a tűzhatásra tervezni kívánt szerkezeti elemeken. Az elhelyezés történhet több rúdra is egyszerre. Ebben az esetben az elemeket előbb ki kell jelölni, és csak a kijelölés után kell megnyitni a ***TŰZHATÁS ÉS TŰZVÉDELEM MEGADÁSA*** ablakot.

11.3 ANALÍZIS

A végeselem generálás során a *ConSteel* meghatározza az acél hőmérsékletet, és ennek megfelelően csökkenti a rugalmassági modulust. Az értékek megtekinthetők a ***VÉGESELEM*** fülön, a megfelelő terhelési eset kiválasztásával.



A tűz teherkombinációk analízise globális szinten történik, ezért a számított alakváltozások és igénybevételek tartalmazhatják a tűz okozta hőtágulás hatását, illetve a rugalmassági modulus csökkenésének a hatását, azokon az elemeken ahol elhelyezésre került a tűzhatás.

11.4 TERVEZÉS

ConSteel az EuroCode 3 szabvány vonatkozó formulái szerint ellenőrzi a tűzzel terhelt szerkezeti elemek keresztmetszeteit.

Keresztmetszet osztályozása (EN 1993-1-2 4.2.2)

A keresztmetszetek osztályba sorolása a normál tervezési eljárásoknál alkalmazott szabványrész (EN 1993-1-1) szerint történik, azzal a különbséggel csökkentett ε kerül figyelembevételre.

$$\varepsilon = 0{,}85 \cdot \left[\frac{235}{f_y}\right]^{0,5}$$

Húzás (EN 1993-1-2 4.2.3.1)

Állandó hőmérséklet ((1))

$$N_{t,fi,\theta,Rd} = k_{y,\theta} \cdot \frac{\gamma_{M,0}}{\gamma_{M,fi}} \cdot N_{pl.Rd} \qquad \text{(1-4 osztály)}$$

Ahol

$k_{y,\theta}$ értékeit a 3.1 táblázat tartalmazza

$N_{pl,Rd}$ tűzhatás nélküli esetben

Változó hőmérséklet ((2))

$$N_{t,fi,t,Rd} = A_{non,t} \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M,fi}} \qquad \text{(1-4 osztály)}$$

Nyomás (1-3 osztály: EN 1993-1-2 4.2.3.2, 4 osztály: + E.2 melléklet)

Állandó hőmérséklet ((1))

$$N_{c,ft,t,Rd} = A \cdot \frac{k_{y,\theta} \cdot f_y}{\gamma_{M,fi}} \qquad \text{(1-3 osztály)}$$

$$N_{c,fi,t,Rd} = A_{eff} \cdot \frac{k_{p0.2,\theta} \cdot f_y}{\gamma_{M,fi}} \qquad \text{(4 osztály)}$$

Ahol,

$k_{p0.2,\theta}$ értékeit a 3.1 táblázat tartalmazza

Változó hőmérséklet ((6))

Konzervatív módszer, (1) eset ahol $\theta_a = \theta_{a,max}$

Hajlítás (EN 1993-1-2 1-2 osztály: 4.2.3.3; 3 osztály: 4.2.3.4; 4 osztály: + E.2 melléklet)

Állandó hőmérséklet ((1))

$$M_{fi,\theta,Rd} = k_{y,\theta} \cdot \frac{\gamma_{M,0}}{\gamma_{M,fi}} \cdot M_{Rd}$$

Ahol, $M_{Rd} = M_{pl.Rd}$ nyírás esetén $M_{Rd} = M_{V.Rd}$ (1-2 osztály)

$M_{Rd} = M_{el.Rd}$ nyírás esetén $M_{Rd} = M_{V.Rd}$ (3 osztály)

$M_{Rd} = M_{eff.Rd}$ (4 osztály)

$k_{y,\theta}$ értékeit a 3.1 táblázat tartalmazza

Változó hőmérséklet ((2))

$$M_{fi,t,Rd} = W_{pl,non,t} \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M,fi}}$$ (1-2 osztály)

$$M_{fi,t,Rd} = k_{y,\theta,max} \cdot \frac{\gamma_{M,0}}{\gamma_{M,fi}} \cdot \frac{1}{\kappa_1 \cdot \kappa_2} M_{el,Rd}$$ (3 osztály)

Ahol, $\kappa_1 = 0{,}7$ ha a tűzvédelem =1 és m_faktor_section=2,3 or 10

$\kappa_1 = 0{,}85$ ha a tűzvédelem =2 és m_factor_section=3 or 4

$\kappa_1 = 1{,}0$ egyéb esetekben

$\kappa_2 = 1{,}0$ konzervatív

$$M_{fi,t,Rd} = k_{p0.2,\theta,max} \cdot \frac{\gamma_{M,0}}{\gamma_{M,fi}} \cdot \frac{1}{\kappa_1 \cdot \kappa_2} M_{eff,Rd}$$ (4. osztály)

Nyírás (EN 1993-1-2 1-2 osztály: 4.2.3.3(6); 3 osztály: 4.2.3.4(4); 4 osztály: + E.2 melléklet)

Állandó hőmérséklet

$$V_{fi,t,Rd} = k_{y,\theta.web} \cdot \frac{\gamma_{M,0}}{\gamma_{M,fi}} \cdot V_{Rd}$$ (1-4 osztályokra)

Változó hőmérséklet

$k_{y,\theta,web}$ az öv legmelegebb pontja.

Összetett belső erők esetén a *ConSteel* a konzervatív interakciós képletet használja, és a nyírást figyelmen kívül hagyja:

$$\frac{N_{fi,Ed}}{N_{fi,\theta,Rd}} + \frac{M_{y,fi,Ed}}{M_{y,fi,\theta,Rd}} + \frac{M_{z,fi,Ed}}{M_{z,fi,\theta,Rd}} \leq 1$$

Globális stabilitási ellenállás:

A stabilitási ellenállás számításra a ConSteel az EuroCode általános módszerét használja, megfelelően az általános tervezési szituációhoz, de természetesen a megfelelő, tűz tervezési szituációban használandó kihajlási görbék felhasználásával.

Nyomás

$$\chi_{fi} = \frac{1}{\varphi_\theta + \sqrt{\varphi_\theta{}^2 - \bar{\lambda}_\theta{}^2}}$$

Hajlítás

$$\chi_{LT,fi} = \frac{1}{\phi_{LT,\theta,com} + \sqrt{\phi_{LT,\theta,com}{}^2 - \bar{\lambda}_{LT,\theta,com}{}^2}}$$

12 FÖLDRENGÉS ANALÍZIS

12.1 ALAPOK

A ConSteel szoftver a földrengés analízist Modális válaszspektrum-analízis (MRSA) eljárás alapon végzi el, az alábbi három analízismód támogatásával:

- Minden modális alak, CQC összegzéssel:
  Minden dinamikai alakra elvégzi a ConSteel a modális terhek előállítását irányonként és elsőrendű analízis segítségével kiszámítja a dinamikai alakokhoz és irányokhoz tartozó analízis eredményeket (elmozdulás, igénybevételek stb.), majd az egyes alakok eredményeit CQC módszerrel összegzi. A CQC összegzés statisztikai módon adja meg a szerkezet összes pontjában a várható legnagyobb elmozdulást, igénybevételt stb. A CQC módszer eredményei előjel nélküli burkoló elmozdulási, igénybevételi stb. ábrák
- Egy domináns modális alak:
  A kiszámított dinamikai alakok közül a ConSteel automatikusan kiválasztja minden irányhoz a domináns rezgés alakot és arra az irányonkénti egy alakra végzi el a számítást. A módszer eredménye minden irányhoz tartozó modális teher
- Kiválasztott modális alakok, lineáris összegzéssel:
  A felhasználó által irányonként kiválasztott modális alakok és a megadott kombinációs tényezők segítségével, a ConSteel a rezgés alakok lineáris kombinációját állítja elő és erre az irányonkénti kombinált alakra végzi el a számítást. A módszer eredménye minden irányhoz tartozó modális teher

A három módszer összehasonlítása:

	Minden modális alak, CQC összegzéssel	**Egy domináns modális alak**	**Kiválasztott modális alakok, lineáris összegzéssel**
Dinamikai számítás	Szükséges	Szükséges	Szükséges
Másodrendű analízis	Nem lehetséges	Igen	Igen
Stabilitás számítás	Nem lehetséges	Igen	Igen

Globális vizsgálatok – keresztmetszet vizsgálat	Igen	Igen	Igen
Globális vizsgálatok – stabilitás vizsgálat	Nem lehetséges	Igen	Igen
Elemtervező	Nem lehetséges	Igen	Igen
Figyelembe vett tömegek	Minden irányba a meghatározott rezgés alakokhoz tartozó tömegek	Minden irányba a kiválasztott rezgés alakokhoz tartozó, a megadott kombinációs tényezővel szorzott tömegek	Minden irányba a megadott tömegek 100%-a
Automatikus funkció	Igen	Kézi megadás szükséges	Igen
Másodrendű érzékenység ellenőrzés	Igen	Igen	Igen

A Modális válaszspektrum-analízis eredményeit a ConSteel a 100% „+” 30%-os szabállyal kombinálja hozzá szeizmikus határállapotban is működő egyéb hatásokhoz.

a) E_{Edx} "+" 0,30 E_{Edy} "+" 0,30 E_{Edz}

b) 0,30 E_{Edx} "+" E_{Edy} "+" 0,30 E_{Edz}

c) 0,30 E_{Edx} "+" 0,30 E_{Edy} "+" E_{Edz}

12.2 Földrengés analízis lépései

A Modális válaszspektrum-analízis alapú földrengés analízist a ConSteel szoftverben az alábbi lépések elvégzésével lehet elvégezni:

1. Modális tömegek definiálása / Tömegek fül
   - Tömegesetek és tömeg csoportok definiálása
   - Tömegek felvétel a szerkezet kézzel vagy meglévő teheresetek tömeggé alakításával
   - Tömegkombinációk felvétele
2. Földrengés hatás definiálása / Tömegek fül

- Szabványos vagy egyedi válaszspektrum definiálása
- Földrengés hatás definiálása
- Analízismód definiálása

3. Földrengés tehercsoport és kombinációk felvétele / Terhek fül
   - Szeizmikus tehercsoport felvétele
   - Földrengés hatás hozzárendelése
   - Szeizmikus hatás esetek definiálása – Csak *Kiválasztott modális alakok, lineáris összegzéssel* analízismód használata esetén!
4. Analízis / Analízis fül
   - Statikai számítások beállítása; elérhető analízis típusokat lásd a 13.1 fejezet analízismódok összehasonlítása táblázatban
   - Dinamikai számítások beállítása
5. Tervezés / Globális vizsgálatok illetve Elemtervező fül
   - Elérhető szabványos vizsgálatokat lásd a 13. 1 fejezet analízismódok összehasonlítása táblázatban

12.3 FÖLDRENGÉS HATÁS

A ***TÖMEGEK*** fülön található ***FÖLDRENGÉS HATÁS ( )*** funkció segítségével hozható létre új földrengés hatás. A megjelenő hatás dialógon lehet megadni minden olyan paramétert és beállítást, amely a földrengés analízishez szükséges.

Földregés hatás definiálásához már létrehozott tömegkombináció és válaszspektrum szükséges (lásd ***7. TÖMEGEK*** fejezet)!

Új földrengés hatás az ***ÚJ*** gomb megnyomásával hozható létre. Egyszerre több földrengés hatás is definiálható. Az egyes hatások között a legfelső *Név* mezőben található legördülő menü segítségével válthatóak.

A megjelenő ***FÖLDRENGÉS HATÁS*** dialóg beállításai az alábbi két fülre kerültek szétosztásra:

- Földrengés beállítások
- További hatások

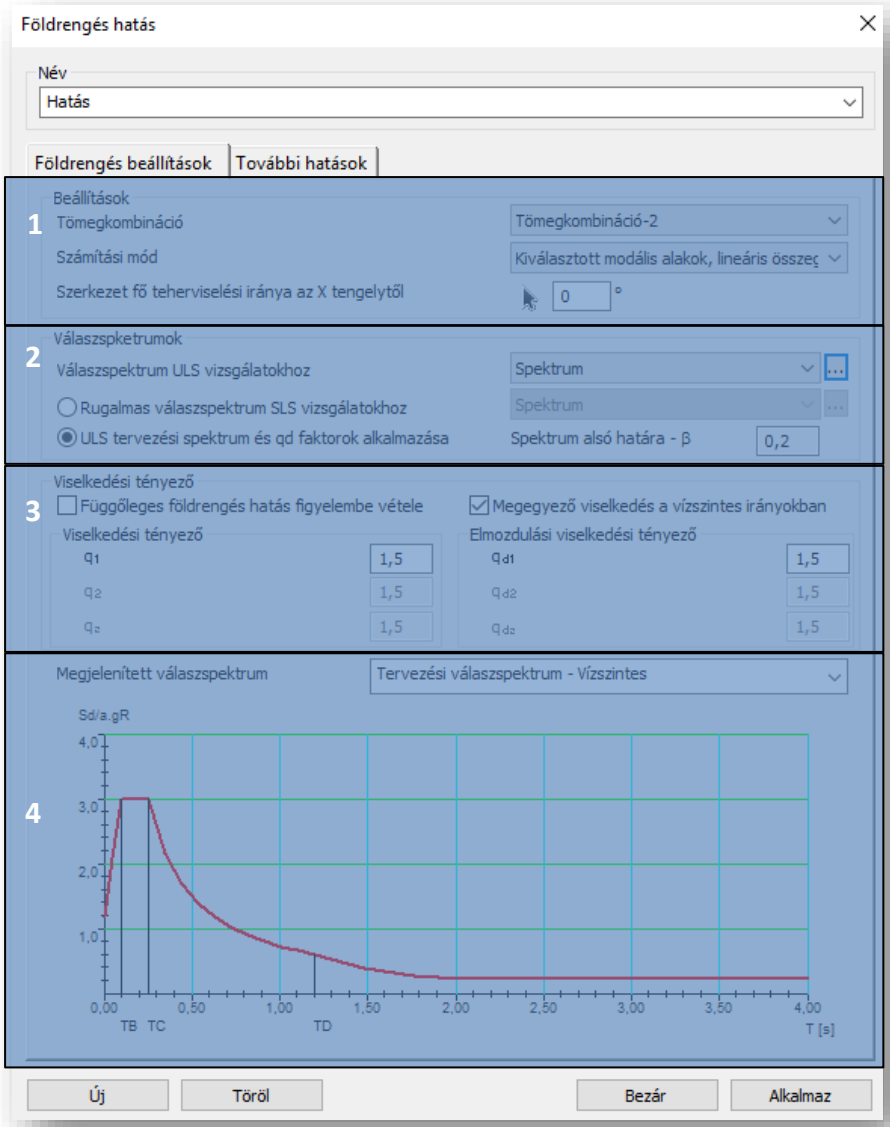
12.3.1. FÖLDRENGÉS BEÁLLÍTÁSOK

A *Beállítások* (#1) mezőben lehet megadni az földrengés analízis legfőbb paramétereit.

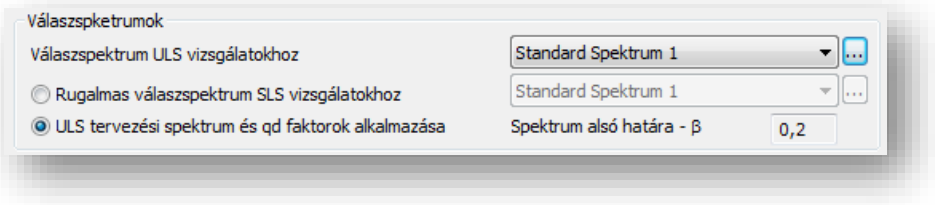
- *Tömegkombináció:* meg kell adni, hogy a Modális válaszspektrum-analízishez szükséges dinamikai alakok számításához melyik tömegkombinációt használja a program. A legördülő menüből bármelyi, előzőleg már definiált tömeg kombináció

kiválasztható. A földrengés analízis csak erre a kiválasztott tömegkombinációra fog futni!

- *Számítási mód:* a legördülő menü segítségével kiválasztható a használni kívánt számítási mód. A számítási módok leírását és összehasonlítását lásd a 12.1 fejezetben
- *Szerkezet fő teherviselési iránya az X tengelytől:* a szerkezet fő teherviselési iránya megadható a fekete nyíl gomb ( ) megnyomásával a modelltérben egy irányvektorral, vagy a globális X tengelytől fokban. A megadott irányba lesz értelmez a földrengés hatás 1-es iránya, a q_1 tényező illetve erre merőlegesen a földrengés hatás 2-es iránya és a q_2 tényező



A *Válaszspektrum* (#2) mezőben lehet kiválasztani a földrengés analízis során használni kívánt válaszspektrumot, válaszspektrumokat.



A válaszspektrumok kezelése a tervezési és a használhatósági határállapotban az alábbiak szerint történhet:

- ULS válaszspektrum és q_d faktorok alkalmazása
  Ebben az esetben csak az ULS vizsgálathoz választható szabványos vagy tervezési egyedi válaszspektrum. Az SLS vizsgálatokhoz szükséges elmozdulást a program a megadott q_d elmozdulási viselkedési tényező segítségével állítja elő a program az ULS eredményekből.
- Külön válaszspektrum alkalmazása ULS és SLS határállapotokhoz
  A *Rugalmas válaszspektrum SLS vizsgálatokhoz* opció használata esetén, külön válaszspektrum adható meg ULS és külön spektrum SLS határállapotokhoz. ULS határállapothoz csak szabványos vagy egyedi tervezési válaszspektrum, míg SLS határállapothoz csak szabványos vagy egyedi rugalmas válaszspektrum választható ki a legördítő menü segítségével

A három pontos (...) gombra kattintva megnyitható és megtekinthető a kiválasztott válaszspektrum, vagy új spektrum hozható létre (lásd ***7.6 VÁLASZSPEKTRUM FELVÉTELE***).

A *Viselkedési tényező* (#3) mezőben megadhatóak az egyes földrengési főirányhoz tartozó viselkedési és elmozdulási viselkedési tényezők.

A megadható viselkedési tényezők az alkalmazott válaszspektrum(ok) típusától függ(nek):

	Viselkedési tényező (q)	**Elmozdulási viselkedési tényező (q_d)**
ULS tervezési spektrum és q_d faktor alkalmazása	Szabványos spektrum esetén megadható Egyéni tervezési spektrum esetén a spektrum tartalmazza; nem adható meg	Megadható

Külön válaszspektrum alkalmazása ULS és SLS határállapotokhoz	Szabványos spektrum esetén megadható Egyéni tervezési spektrum esetén a spektrum tartalmazza; nem adható meg	Nem adható meg

A spektrum típusán túl, a megadható viselkedési tényezők az alábbi opcióktól is függnek:

- *Függőleges földrengés hatás figyelembe vétele:* az opció segítségével megadható hogy a számítás során figyelembe vételre kerüljön-e a függőleges földrengéshatás. Az opció bekapcsolása esetén a függőleges viselkedési tényezőket is meg adni
- *Megegyező viselkedési tényező a vízszintes irányokban:* az opció bekapcsolása esetén, a vízszintes irányokban (1 és 2 földrengési főirányok) elegendő egy tényezőt megadni

A *Megjelenített válaszspektrum* (#4) mezőben megtekinthető, a földrengés hatáshoz hozzárendelt és a legördülő menü segítségével kiválasztott tervezési vagy elasztikus válaszspektrum. A grafikonon történő mozgással megtekinthetőek a spektrum függvény értékei.

12.3.2. TOVÁBBI HATÁSOK

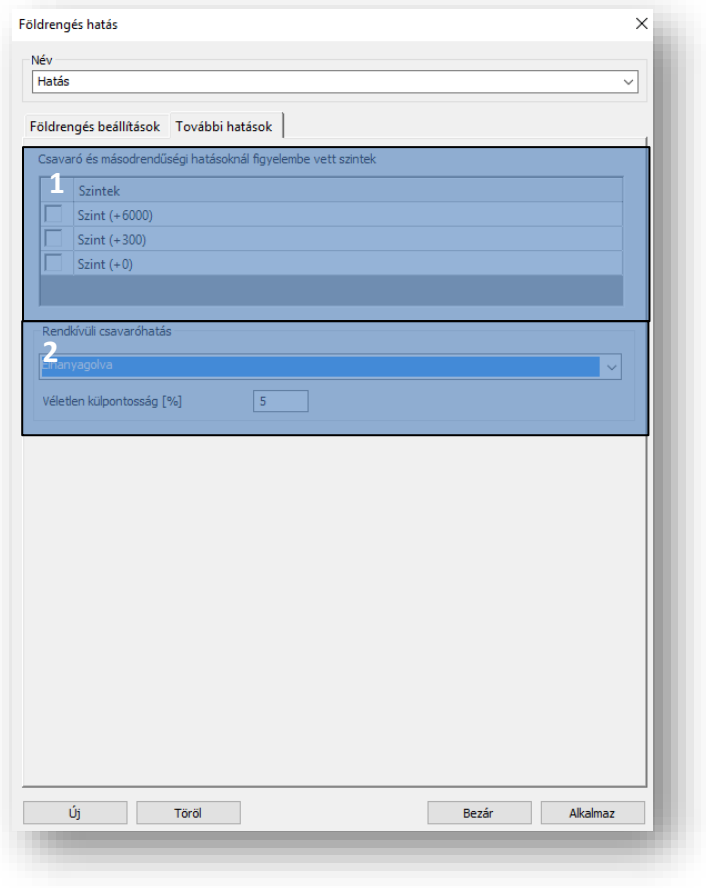
A ***TOVÁBBI HATÁSOK*** fülön lehet megadni az alábbi, földrengés hatáshoz kapcsolódó hatások paramétereit:

- Rendkívüli csavaró hatás: Térbeli modellek esetén figyelembe kell venni a tömegek elhelyezkedéséből és a szeizmikus hatás térbeli változásaiból eredő bizonytalanság okozta rendkívüli csavaró hatást. A hatást a ConSteel automatikusan számítja. A számításhoz épület szinteken kell megadni, ahol a csavaró hatás működik, illetve egy véletlen külpontosság értéket, amellyel a tömegpontok kimozdításra kerülnek
- *Másodrendűségi hatás:* a másodrendű hatásokat akkor kell figyelembe venni, ha a szintek közötti eltolódás különbség együtthatója (θ) nagyobb, mint 0,1. Ezt a ConSteel automatikusan számítja és figyelembe veszi. A számításhoz szükséges épület szinteket megadni

A *Csavaró és másodrendű hatásoknál figyelembe vett szintek* (#1) mezőben kell megadni, hogy a ConSteel mely szinteket vegye figyelembe, mint épület szintek a számítás során.

A táblázat a *Részlet kezelőben* (lásd ***3.4 RÉSZLET KEZELŐ*** fejezet), már előzőleg létrehozott szinteket tartalmazza. A szintek nevei előtt található jelölő négyzetek bepipálásával lehet kiválasztani, a számítás során figyelembe veendő épület szinteket.

A SZINTEK MEGADÁSÁVAL KAPCSOLATBAN FONTOS TUDNI, HOGY A CONSTEEL A LEGALSÓ BEADOTT SZINT ALATTI SZERKEZET TÖMEGEIT MIND A LEGALSÓ SZINTHEZ TARTOZÓNAK VESZI FIGYELEMBE A CSAVARÓ ÉS MÁSODRENDŰ HATÁSOKNÁL. EZ ELKERÜLHETŐ AZZAL, HA LÉTREHOZUNK EGY 0 SZINTET A TÁMASZOK SÍKJÁN, ÍGY A TÁMASZ ÉS AZ ELSŐ SZINT KÖZÖTT IS MEGTÖRTÉNIK A TÖMEGEK SZÉTOSZTÁSA.



A *Rendkívüli csavaróhatás* (#2) mezőben, a legördítő menü segítségével lehet bekapcsolni a csavaróhatás figyelembevételét, illetve, hogy milyen kombinációkat vegyen figyelembe a program a tömegpontok elmozdításánál:

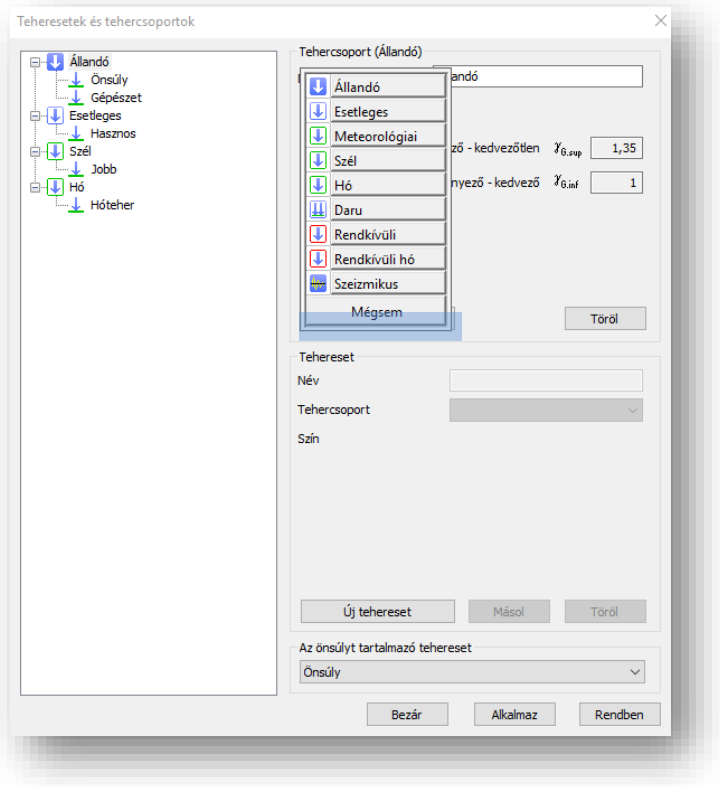
- $+e_{aX}+e_{aY}$, $-e_{aX}-e_{aY}$: az opció használata esetén, a ConSteel a tömegpontokat, mind a globális X és Y vízszintes pozitív és negatív irányokban kimozdítja a megadott mértékben. Egyszerűsítő eljárás. Csökkenti a szükséges földrengéses kombinációk számát
- $+e_{aX}+e_{aY}$, $+e_{aX}-e_{aY}$, $-e_{aX}+e_{aY}$, $-e_{aX}-e_{aY}$: az opció használata esetén, a ConSteel a tömegpontokat a globális X és Y vízszintes irányokban egyező és ellentétes előjellel is kimozdítja a megadott mértékben. EuroCode által megadott eljárás, viszont jelentősen növeli a földrengéses kombinációk számát

A mezőben módosítható, illetve megadható a kimozdítás mértéke százalékosan.

12.4 SZEIZMIKUS TEHERCSOPORTOK ÉS TEHERKOMBINÁCIÓK

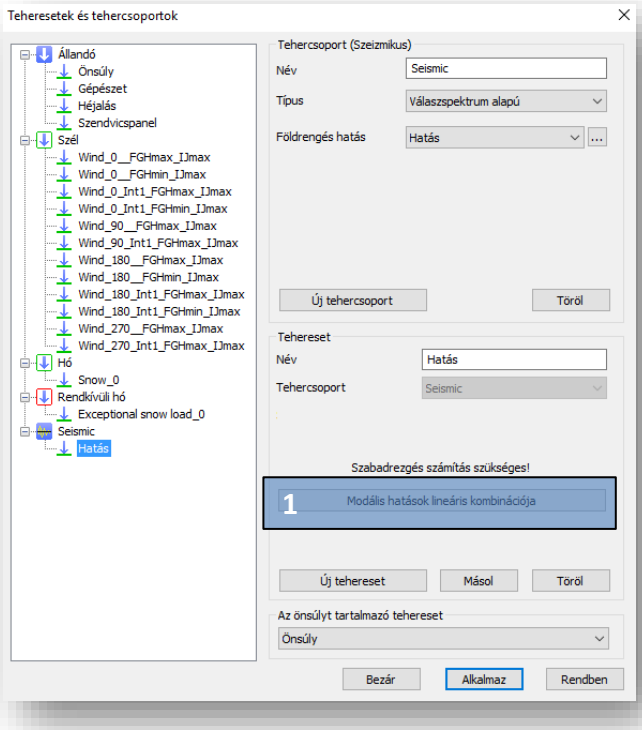
12.4.1. SZEIZMIKUS TEHERCSOPORTOK ÉS TEHERESETEK

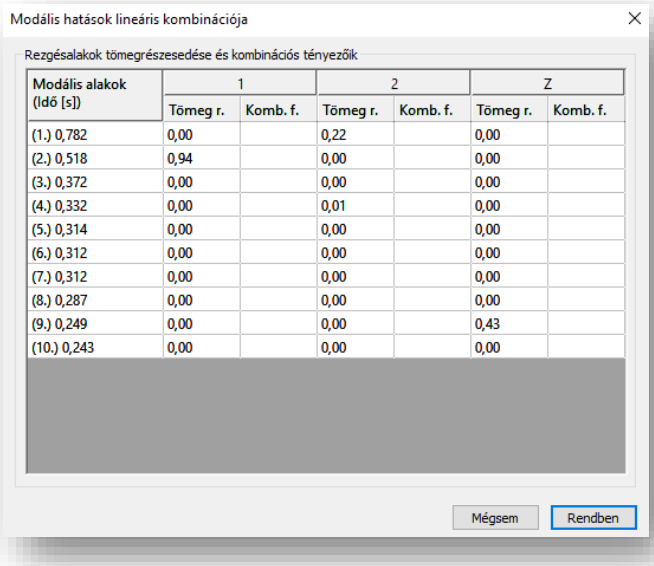
Visszalépve a ***TEHERESETEK ÉS TEHERCSOPORTOK*** dialógra megadható a földrengés tehercsoport és tehereset. Az ablakon kiválasztva a ***SZEIZMIKUS*** tehercsoportot automatikusan betöltődik teheresetként az előzőleg ledefiniált szeizmikus hatás.



Abban az esetben, ha a számítási eljárás során a ***KIVÁLASZTOTT MODÁLIS ALAKOK LINEÁRIS ÖSSZEGZÉSÉT*** választjuk, megjelenik a ***TEHERESETEK ÉS TEHERCSOPORTOK*** dialógon egy új parancs, mely ***MODÁLIS HATÁSOK LINEÁRIS KOMBINÁCIÓJA*** (#1) nevet kapta. A parancsra kattintva felhívható a táblázat, mely tartalmazza az egyes leszámolt rezgésalakokhoz tartozó irányonkénti tömegrészesedést. A kombinációs faktorok manuális megadásával megadhatjuk, hogy egy adott rezgésalak adott irányába mekkora tömegrészesedést veszünk figyelembe a számított tömegrészesedésből.
Itt fontos megjegyezni azt, hogy alapértelmezett állapotban mind a 3 irányhoz tartozó kombinációs faktor oszlopaihoz tartozó cellák üresen állnak. Abban az esetben, ha a cellákat üresen hagyjuk, tehát nem adjuk meg manuálisan, hogy a számított tömegrészesdésekből

mennyit veszünk figyelembe a számítás során, akkor a szoftver a ***DOMINÁNS MODÁLIS ALAK*** eljárás alapján számítja le a földrengés hatást.

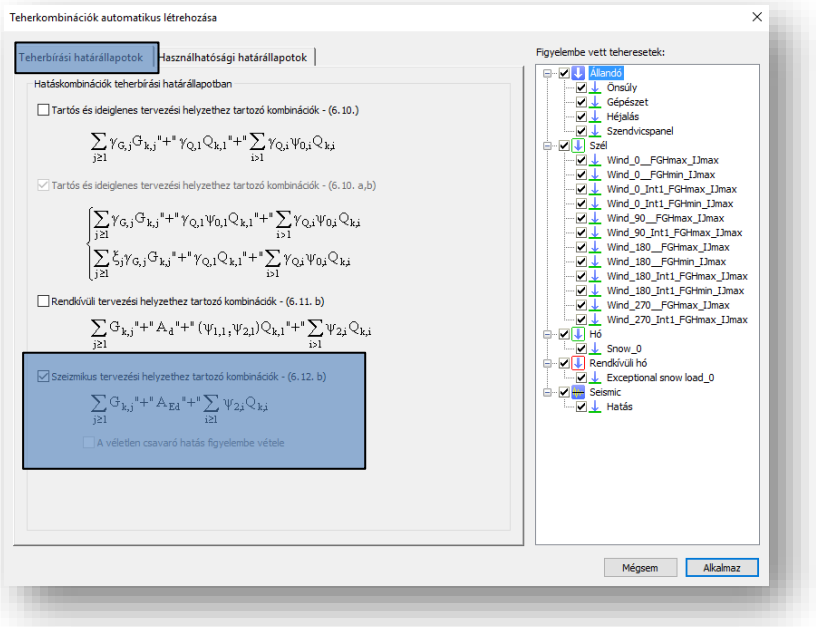


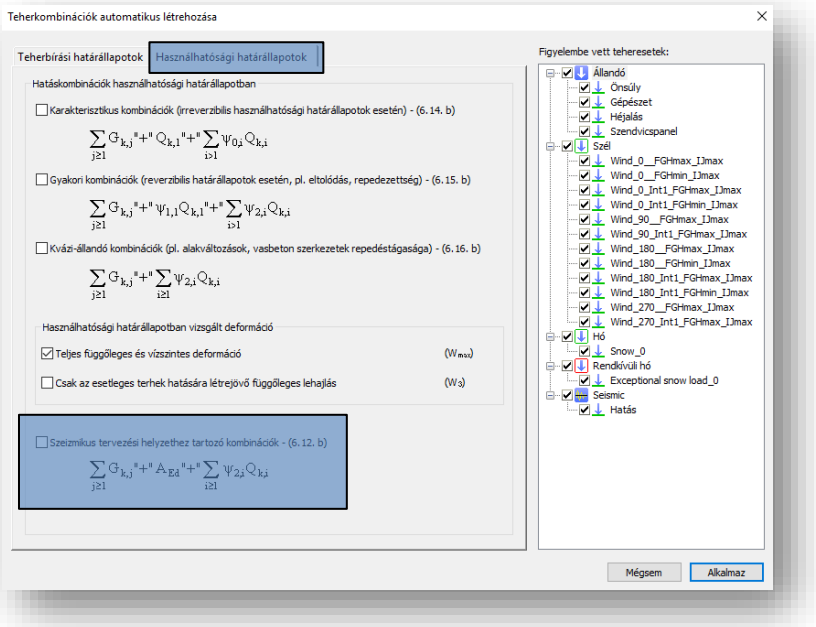


Modális alakok (Idő [s])	1		2		Z	
	Tömeg r.	Komb. f.	Tömeg r.	Komb. f.	Tömeg r.	Komb. f.
(1.) 0,782	0,00		0,22		0,00	
(2.) 0,518	0,94		0,00		0,00	
(3.) 0,372	0,00		0,00		0,00	
(4.) 0,332	0,00		0,01		0,00	
(5.) 0,314	0,00		0,00		0,00	
(6.) 0,312	0,00		0,00		0,00	
(7.) 0,312	0,00		0,00		0,00	
(8.) 0,287	0,00		0,00		0,00	
(9.) 0,249	0,00		0,00		0,43	
(10.) 0,243	0,00		0,00		0,00	

12.4.2. SZEIZMIKUS TERVEZÉSI HELYZETHEZ TARTOZÓ KOMBINÁCIÓK

Automatikus tömegkombinációk dialógon kiválasztva a ***SZEIZMIKUS TERVEZÉSI HELYZETHEZ TARTOZÓ KOMBINÁCIÓKAT*** a szoftver automatikusan legenerálja a földrengés hatás figyelembe vételével a teherbírási és használhatósági határállapotokhoz tartozó teherkombinációkat.





13 DOKUMENTÁCIÓ

13.1 ALAPOK

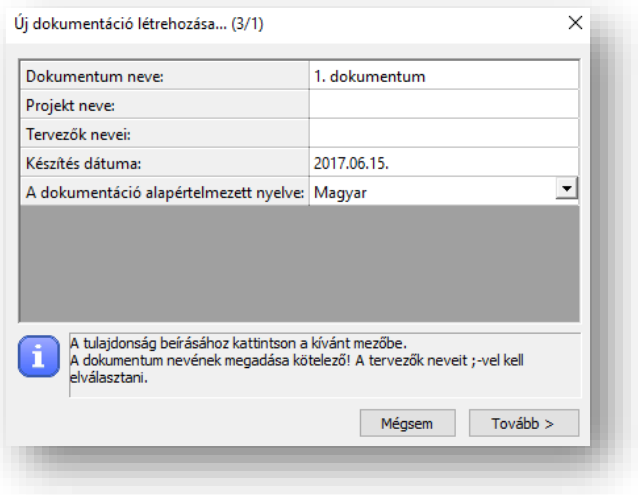
ConSteel egy egyszerűen használható, a mérnöki elvárásoknak megfelelő, hatékony dokumentációs rendszert tartalmaz.

A statikai dokumentáció tartalmazza a modell teljes leírását, illetve az analízis és a tervezés eredményeit.

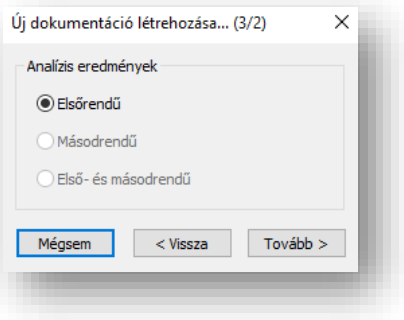
13.2 DOKUMENTÁLÁS FÜL

13.2.1 DOKUMENTÁCIÓ LÉTREHOZÁSA

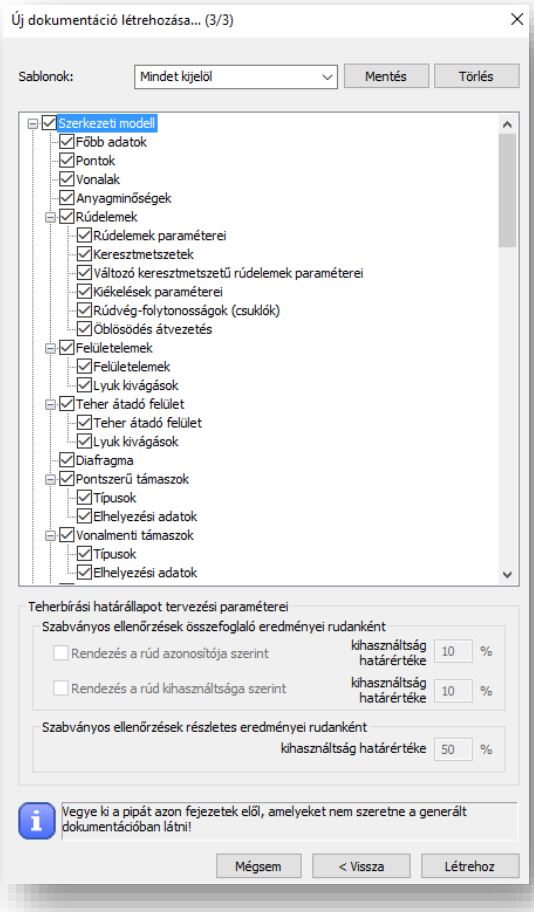
A dokumentáció készítés összes ikonja a ***DOKUMENTÁLÁS*** fülön található. Az első ikonnal hozható létre új dokumentáció. A dokumentációvarázsló végigvezeti a felhasználót a dokumentációkészítés folyamatán. Az első ablakban meg kell adni a dokumentáció a nevét. Ez a név a dokumentáció minden oldalán megjelenik. A többi mező tartalma, mint a projekt neve, tervező neve, készítés dátuma csak a dokumentáció előlapján jelenik meg. Itt adható meg a dokumentálás nyelve is, ami a későbbikben bármikor megváltoztatható.



A dokumentáció fejlécében és láblécében található képek testre szabhatóak, ezáltal saját céglogó is elhelyezhető. Ehhez a fejlécben és láblécben található képeket kell kicserélni a saját logóra. Ezek a fájlok a *ConSteel* telepítési mappájában találhatóak; alapesetben az alábbi helyen: C:\Program Files\ConSteelversion\Pic. A fejléc “Header_pic.png”, illetve a lábléc “Footer_pic.png” képeket lehet lecserélni a saját logóra. Ügyelni kell, hogy az új képek formátuma ***.png** legyen!



A második lépés a dokumentálandó analízis típusának kiválasztása. Bármely lefuttatott analízistípus eredményei dokumentálhatóak.



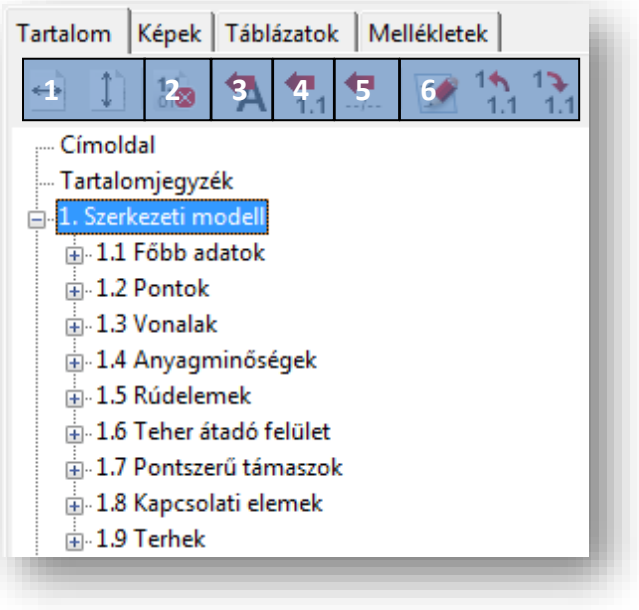
A harmadik lépés a dokumentációs fejezetek hozzáadása és kivonása a dokumentációhoz.

Tervezési határállapot dokumentálásához kihasználtsági határérték adható meg a dialóg alján. Azon szerkezeti elemek kerülnek dokumentálásra, amelyek kihasználtsága legalább a megadott kihasználtsági érték. Külön-külön adható meg kihasználtsági érték az összefoglaló és a részletes dokumentációkhoz.

Dokumentáció készítőben létrehozhatóak dokumentáció sablonok, a ***MENTÉS*** gombbal. A sablonként elmenthetőek a legtöbbet használt dokumentációs struktúrák, amelyeknek köszönhetően a jövőben egy kattintással hozhatjuk létre ugyanazokat a dokumentációkat.

A ***LÉTREHOZÁS*** gomb megnyomásával a *ConSteel* előállítja a dokumentációt.

13.2.1.1 DOKUMENTÁCIÓ MODUL



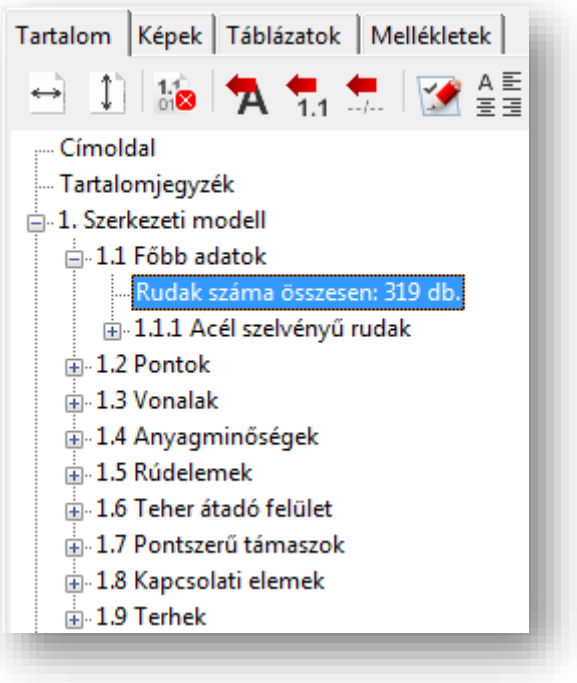
Az elkészült dokumentáció egy új ablakban nyílik meg. Az ablak jobb felső részen a dokumentáció fejezetei láthatók. A kiválasztott fejezet drag-and-drop funkcióval mozgatható föl és le. Fejezetek a harmadik ikonnal (#2) törölhetőek.

A negyedik ikon (#3) segítségével tetszőleges szöveg helyezhető el bárhol a dokumentációban. Új címsor is beszúrható az ötödik ikon megnyomásával (#4).

Oldaltörés a hatodik ikon (#5) megnyomásával hozható létre. Az utolsó három (#6) ikonnal a kiválasztott címsor nevezhető át, illetve a címsor szintje növelhető vagy csökkenthető.

Az utolsó kettő ikon változik annak megfelelően, hogy címsor, vagy táblázatot, vagy szöveget tartalmazó paragrafus került e kiválasztásra. Ha táblázat lett kiválasztva Táblázatot tartalmazó

paragrafus választása esetén, a megjelenő ikon segítségével oszlopok törölhetőek ki a táblázatból. Szöveget tartalmazó paragrafus választása esetén, pedig a megjelenő két ikon segítségével a szöveg tartalma és igazítása adható meg.



Az első két ikonnal (#1) a lap igazítása állítható be. A dokumentáció lapja igazítható a szélessége ( ) vagy a magassága ( ) szerint.

A **Képek** fülre kattintva megjelennek a képkezelő ikonok. Segítségükkel a korábban készített pillanatképek bármelyike beilleszthető a dokumentumba, vagy törölhető onnan. A kép a kiválasztott paragrafus után kerül elhelyezésre.

A harmadik fül a **Táblázatok** fül. A *ConSteel* programban számos táblázattípus menthető a dokumentumba való beillesztés céljából. Az analízis és a tervezés folyamán az eredménytáblázatok mellet megjelenő ikon segítségével a táblázatok elmenthetőek a

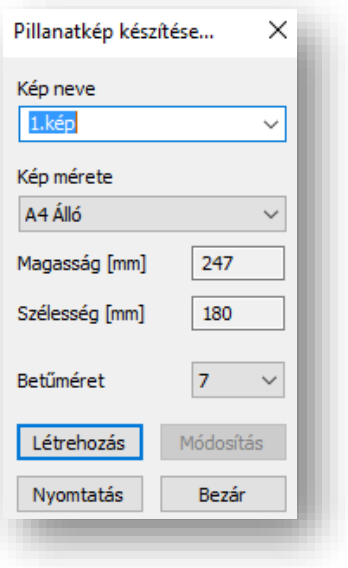
dokumentáláshoz. Minden dokumentálás céljából előzetesen elmentett táblázat beszúrható a dokumentációba, vagy törölhető a modell adatbázisából. A táblázat a kiválasztott paragrafus után kerül elhelyezésre.

Az utolsó fül a **Mellékletek** fül. Ha van már létrehozott csomóponti vagy keresztmetszeti dokumentáció a modellben, akkor ezek a dokumentációk mellékletként beszúrhatóak a statikai dokumentáció végére. Melléklet szintén törölhető a modell adatbázisából.

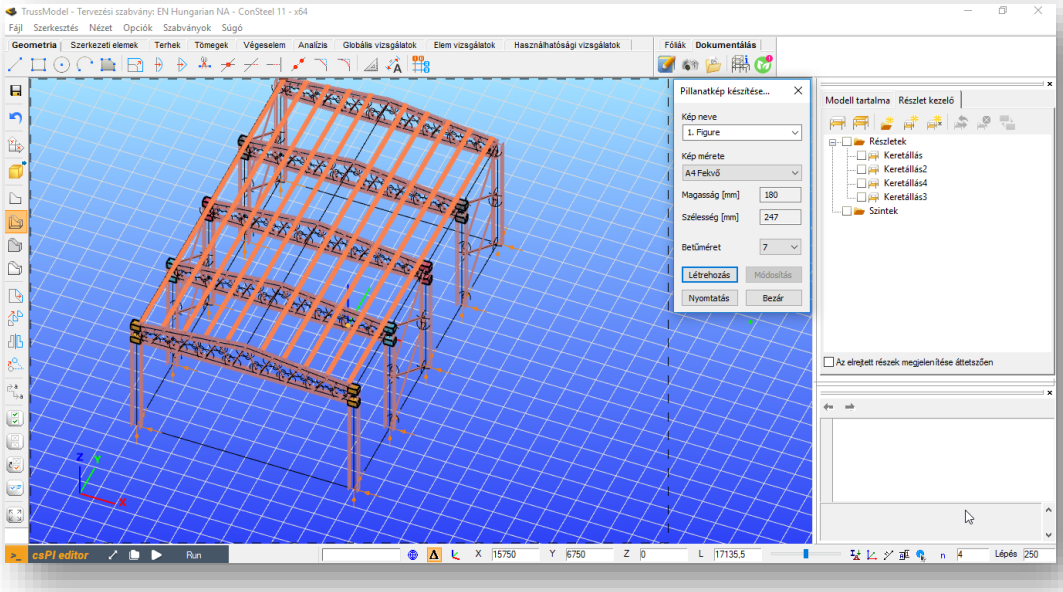
A MODELLBEN TÖRTÉNT VÁLTOZTATÁSOK ESETÉN, A DOKUMENTÁCIÓKAT ÚJRA KELL GENERÁLNI. HA PILLANATKÉPEKET IS TARTALMAZOTT A DOKUMENTÁCIÓ, AKKOR VÁLTOZÁS ESETÉN EZEKET A KÉPEKET IS ÚJRA EL KELL KÉSZÍTENI, ÉS AZ ÚJ DOKUMENTÁCIÓBA ISMÉT BE KELL ILLESZTENI.

13.2.2 PILLANATKÉP KÉSZÍTÉSE

A ***DOKUMENTÁLÁS*** fül második ikonja segítségével a modellről pillanatképek rögzíthetőek. Ezeket a képeket egyszerűen hozzáadhatjuk a dokumentáció megfelelő részéhez (lásd ***13.2.1.1*** fejezet). A ***NYOMTATÁS*** segítségével az aktuális képernyőnézet kinyomtatható.

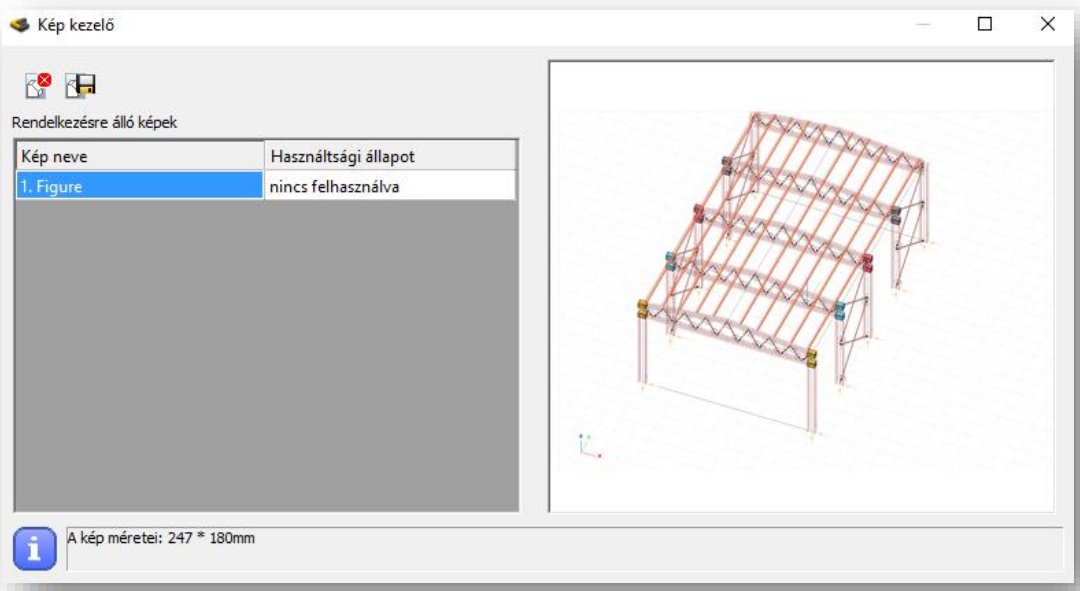


A pillanatkép mérete beállítása után, egy szaggatott négyszög mutatja a modell fényképezendő részét. Mozgatással és forgatással hozzáilleszthetjük a modellt a négyszöghöz.



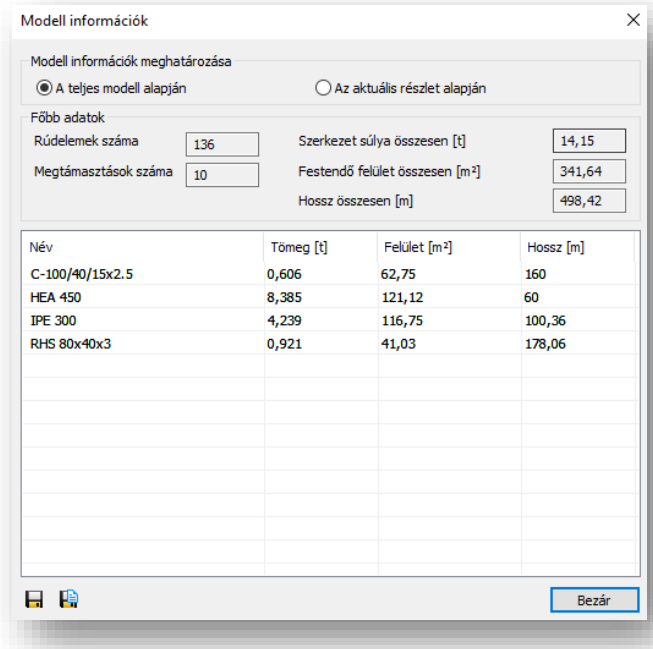
13.2.3 Ábrák kezelése

A harmadik ikon ( ) az ábrák kezelését teszi lehetővé. A készített felvételeket fájlba exportálhatjuk, vagy törölhetjük (kivéve, ha a képet már tartalmazza a dokumentáció) a modellből a modellméret csökkentése érdekében. Együttes kijelöléssel lehetséges több kép együttes fájlba mentése és törlés. A kép nevére való dupla kattintással módosítható a kép neve.



13.2.4 MODELL INFORMÁCIÓS ADATLAP

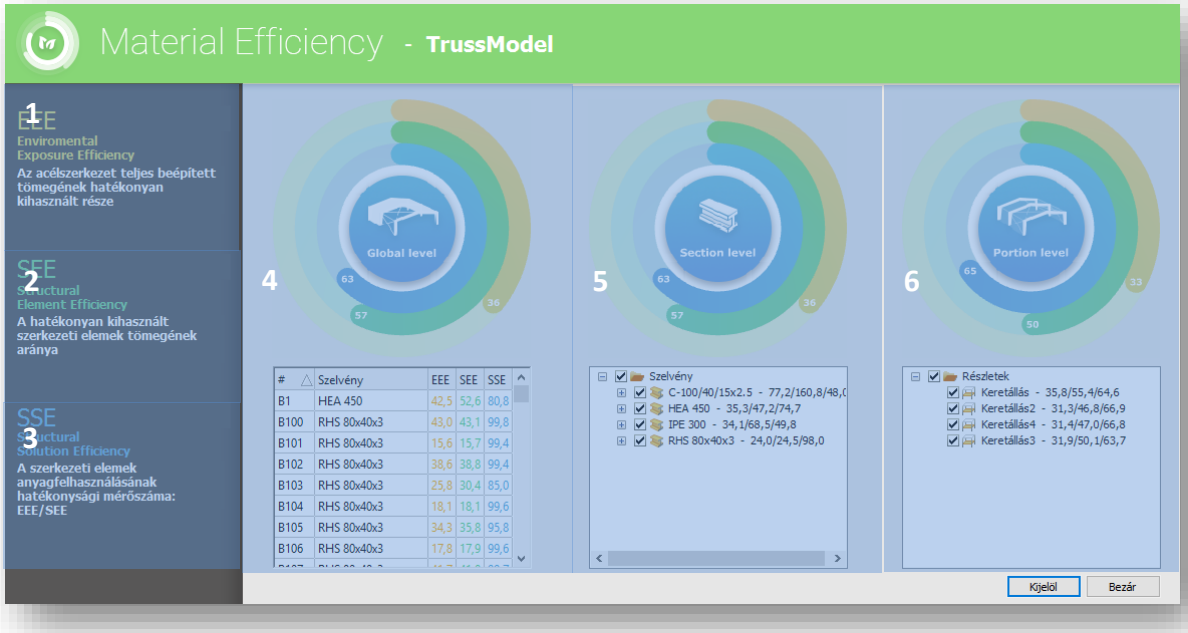
A ***DOKUMENTÁCIÓ*** fül negyedik ikonjának segítségével a modell információk tekinthetőek meg és exportálhatóak ki fájlba. A modell információk ablak a legfontosabb információkat tartalmazza, úgymint a rudak és támaszok számát, szerkezet súlyát stb. A tömeg, felület és a hossz megtekinthető szelvénytípusonként is. A modell információk megtekinthetőek akár részmodellre is.



13.2.5 ANYAGHATÉKONYSÁG

A ***DOKUMENTÁCIÓ*** fülön található ötödik funkció segítségével lekérhetjük a modellünk anyagfelhasználásával kapcsolatos információit, melyek könnyen átlátható, értelmezhető és nagyon szemléletes grafikonok segítségével kerültek megjelenítésre. Fontos, hogy a funkció csak abban az esetben képes kigyűjteni az információkat, ha korábban futtattunk globális vizsgálatot.

Az ( ) ikonra kattintva érhető el a dialóg ablak.



#1 - ***Enviromental Exposure Efficiency***: A szerkezet teljes beépített tömegének hatékonyan kihasznált részét megadó mérőszám (továbbiakban EEE). Az épület egyszerűsített "ökológiai lábnyoma", a végeselem szintű kihasználtságok kiértékelése alapján:

$$EEE = \frac{\sum(v.e.szakasz\ kihasználtság * v.e.szakasz\ tömeg)}{\sum(v.e\ szakasz\ tömeg)}$$

#2 - ***Structural Element Efficiency***: Hatékonyan kihasznált szerkezeti elemek tömegének arányát megadó mérőszám (továbbiakban SEE). Anyagfelhasználások hatékonysága, rúdelem szintű kihasználtságok kiértékelése alapján.

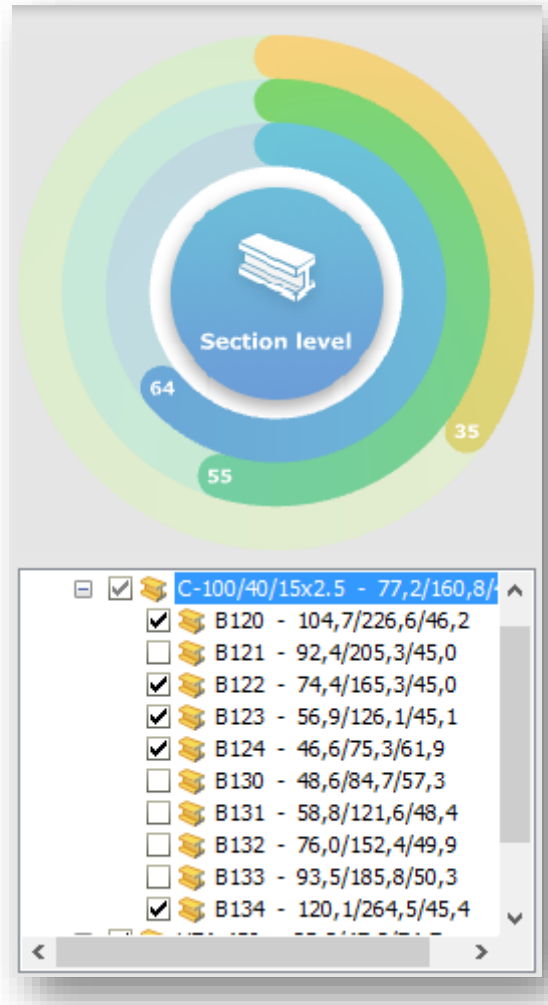
$$SEE = \frac{\sum(rúd\ \max kihasználtság * rúd\ tömeg)}{\sum(rúd\ tömeg)}$$

#3 - ***Structural Solution Efficiency***: A szerkezeti elemek anyagfelhasználásának hatékonysági mérőszáma, melyet az előzőekben definiált 2 érték hányadosaként kapunk (továbbiakban SSE). A szerkezet hatékonysága anyagfelhasználás és környezettudatos tervezés szempontjából.

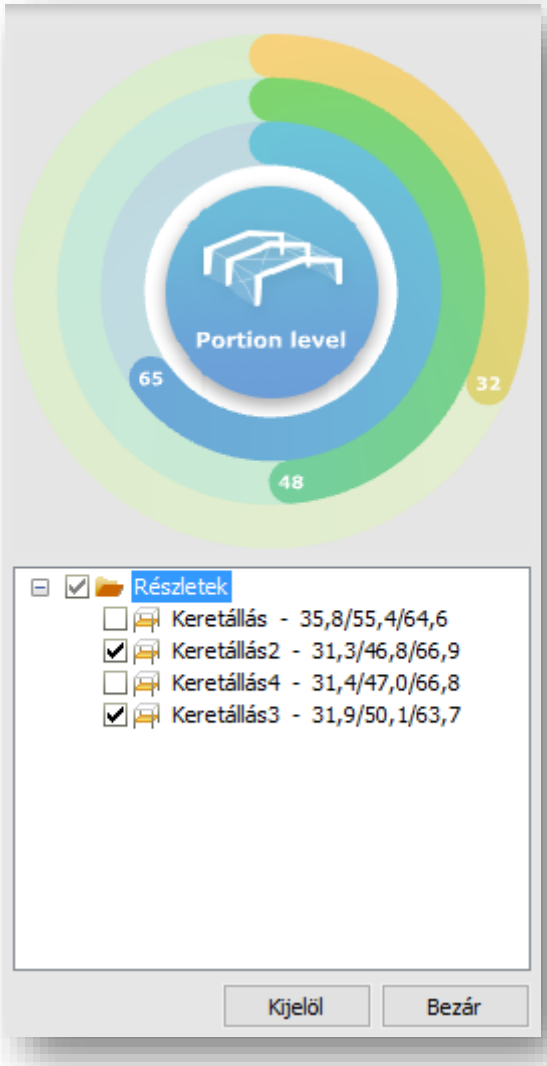
$$SSE = \frac{EEE}{SEE}$$

#4 - A teljes globális szerkezeti szintre vonatkoztatott mérőszámok grafikonon való ábrázolása, mely az egyes szerkezeti elemekre (rúdelemekre) meghatározott mérőszámok átlagából kerül meghatározásra a teljes modellre.

#5 - Szelvény csoport szintre vonatkoztatott mérőszámok grafikonon való ábrázolása. Lehetőségünk van a jelölőnégyzetek ki és bekapcsolásával megadni, mely rúdelemet, rúdelemeket vegye figyelembe a grafikon való ábrázolás során. A megjelölt rúdelemekre számított mérőszámok átlagából határozza mega program a grafikon megadásához szükséges diagram értékeket.



#6 - Részletmodell szintre vonatkoztatott mérőszámok grafikonon való ábrázolása. Lehetőségünk van a jelölőnégyzetek ki és bekapcsolásával megadni, mely részletmodellt illetve részletmodelleket vegye figyelembe az ábrázolás során. Az egyes részletmodellekre meghatározott mérőszámok átlaga lapján határozza meg a szoftver a grafikon megadásához szükséges diagram értékeket.

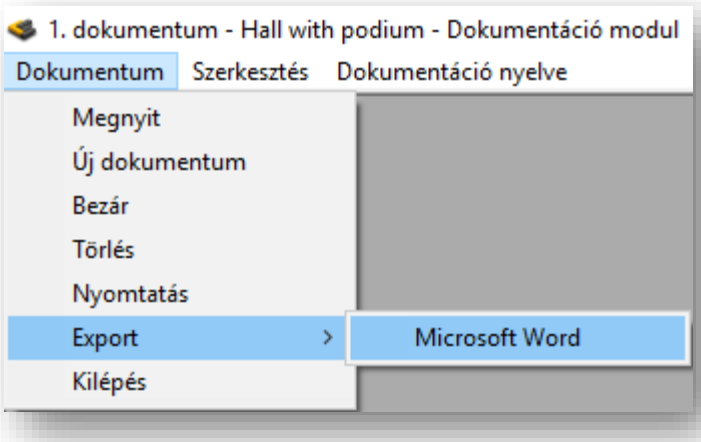


Kijelöl parancsra kattintva bármelyik elemre, amire a táblázatban/fa struktúrában rákkattintottunk, kijelölésre kerül a modellben.

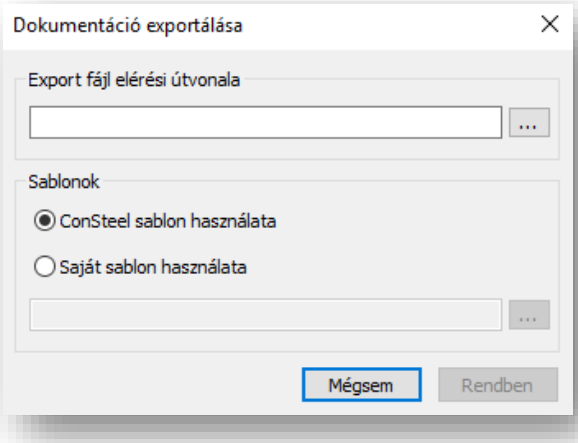
Bezárás parancsra kattintva bezáródik a dialog ablak.

13.3 Dokumentáció exportálása MS Word számára

A ConSteelben készített dokumentációk *.docx* formátumú szerkeszthető Word fájlba exportálhatóak. Az exportálás teljes körű, így a ConSteel dokumentáció összes eleme, táblázatok, képek, grafikonok, mellékletek mind exportálásra kerülnek. A funkció a Dokumentáció modulon belül a ***Dokumentum*** fül ***Export***, majd a ***Microsoft Word*** gomb alatt érhető el:

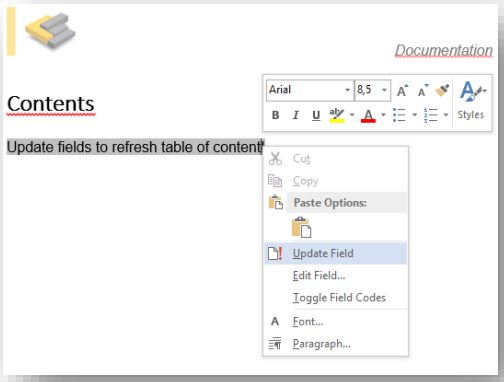


A ***MICROSOFT WORD*** funkció kiválasztása után a ***DOKUMENTÁCIÓ EXPORTÁLÁSA*** dialógra jutunk:



A dialógon az exportálandó fájl elérési útvonala a (...) gomb segítségével betallózható. Szükséges megadni tovább egy az export folyamán alkalmazandó ***SABLONT*** is. A sablonok formázási beállításokat tartalmazó fájlok, amely beállítások az exportált dokumentumon kerülnek alkalmazásra. A ConSteel telepítő csomagjában mellékelve alapértelmezettként megtalálható egy sablon, ami az eredeti ConSteel dokumentáció stílusbeli formázási beállításait tartalmazza. A ***CONSTEEL SABLON HASZNÁLATA*** gombbot választva, majd az ***OK*** gombot megnyomva ez a sablon kerül alkalmazásra az exportált dokumentumon, ami így tartalmát tekintve teljes egészében, stílusbeli beállításait tekintve pedig a lehető legközelebb fog állni az eredeti ConSteel dokumentumhoz. Természetesen egyedi stílusbeállításokkal rendelkező sablonok is létrehozhatóak és használhatóak, erről bővebb leírás a ***13.3.1. FEJEZETBEN*** olvasható!

Az exportált dokumentum első alkalommal való megnyitásakor a tartalomjegyzék frissítése szükséges, melyet a tartalomjegyzéken jobb egér gombot gombot kattintva, majd a frissítés opciót választva lehet megtenni:

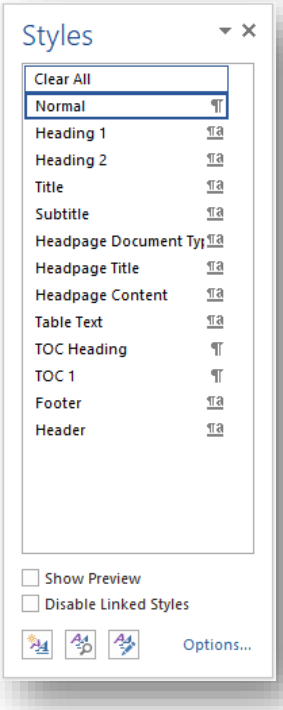


13.3.1 Egyéni sablon létrehozása MS Word exportáláshoz

Ahogyan az előző fejezetben említésre került, a ConSteel dokumentáció exportálásához egyedi stílusbeállításokkal rendelkező sablon is használható. Ehhez a telepítő csomaghoz mellékelt, és alapértelmezésként a ConSteel telepítő mappájában található **ConSteel.dotx** nevű fájl másolandó, majd módosítandó. A fájl alapértelmezett elérési útvonala:

*"C:\Program Files\ConSteel 13\Data\Export**ConSteel.dotx**"*

A másolt fájlt megnyitva a Word ***STÍLUSOK*** ablakában az összes tartalomjegyzéki elem stílusa külön-külön módosítható:



A stílus módosítások elvégzése után ***FÁJL – MENTÉS MÁSKÉNT*** opciót használva a kiinduló formátumnak megfelelően a sablont .dotx fájlként szükséges menteni. Ez után a ***DOKUMENTÁCIÓ EXPORTÁLÁSA*** dialógon a (...) gombbal már bármikor betallózható az egyedi sablon fájl.

14 CSOMÓPONT MODUL

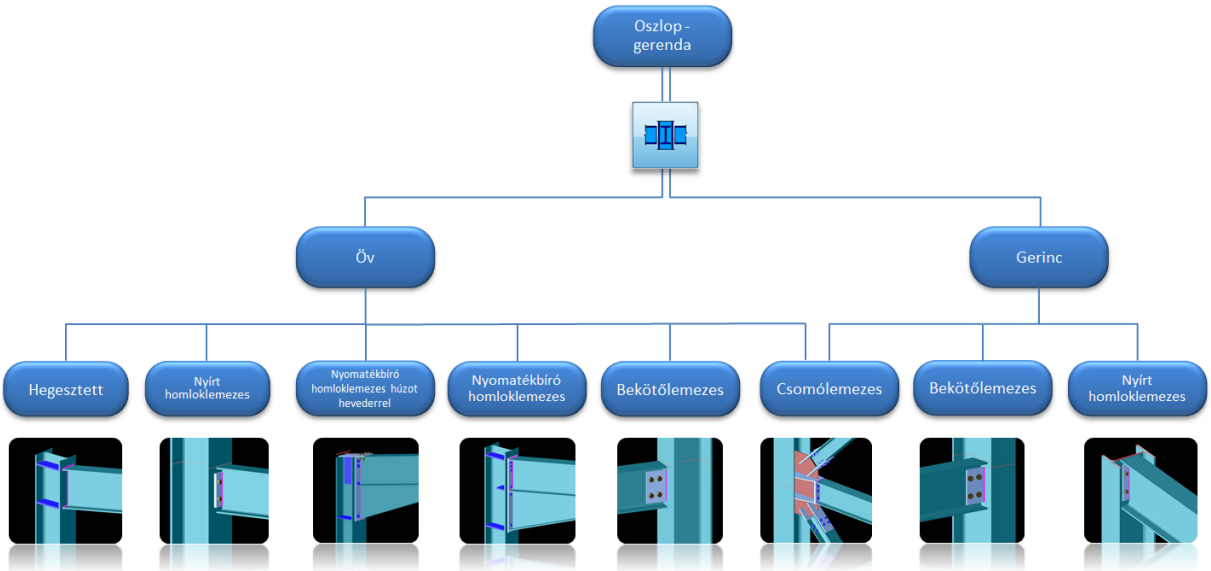
14.1 ALAPOK

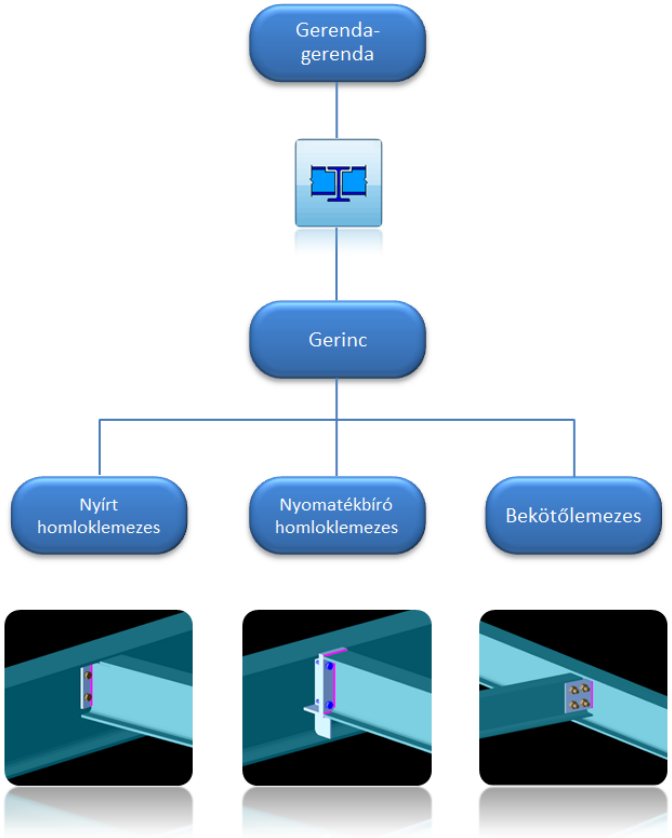
A *ConSteel* tervezési filozófiája nagy hangsúlyt helyez a globális szerkezet és a csomópontok integrált modellezésére és számítására. Ennek megfelelően egy hatékony acélszerkezeti csomópont méretező modul (*csJoint*) került kifejlesztésre. Számos különböző típusú csomópont hozható létre, számos speciális kapcsolati elem felhasználásával. A méretezési lehetőségek lefedik a teljes csomóponti szabványt, az Eurocode EN 1993-1-8. Csomópont létrehozható a szerkezeti modell alapján az automatikus csomópont felismerő segítségével, vagy önállóan, a szerkezeti modelltől függetlenül is. A létrehozott csomópontok elhelyezhetőek az összes szükséges helyen a szerkezeten. Az elhelyezett csomópontok automatikusan újraszámolódnak az aktuális analízis eredmények alapján, illetve a csomóponti merevség is fegyelembe vehető a szerkezet számítása során.

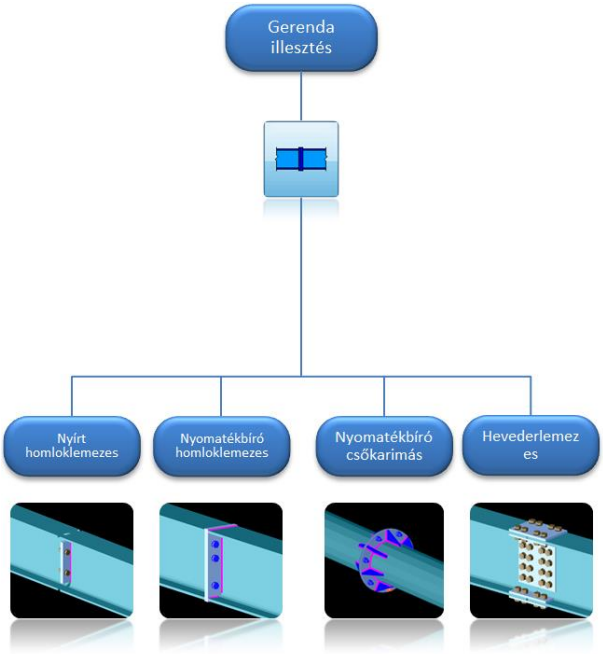
A csomópontokkal kapcsolatos funkciók a ***SZERKEZETI ELEMEK*** fülön találhatók. Ezek a következőek: Csomópont szerkesztő, Csomópont felismerése, Csomópont elhelyezése.

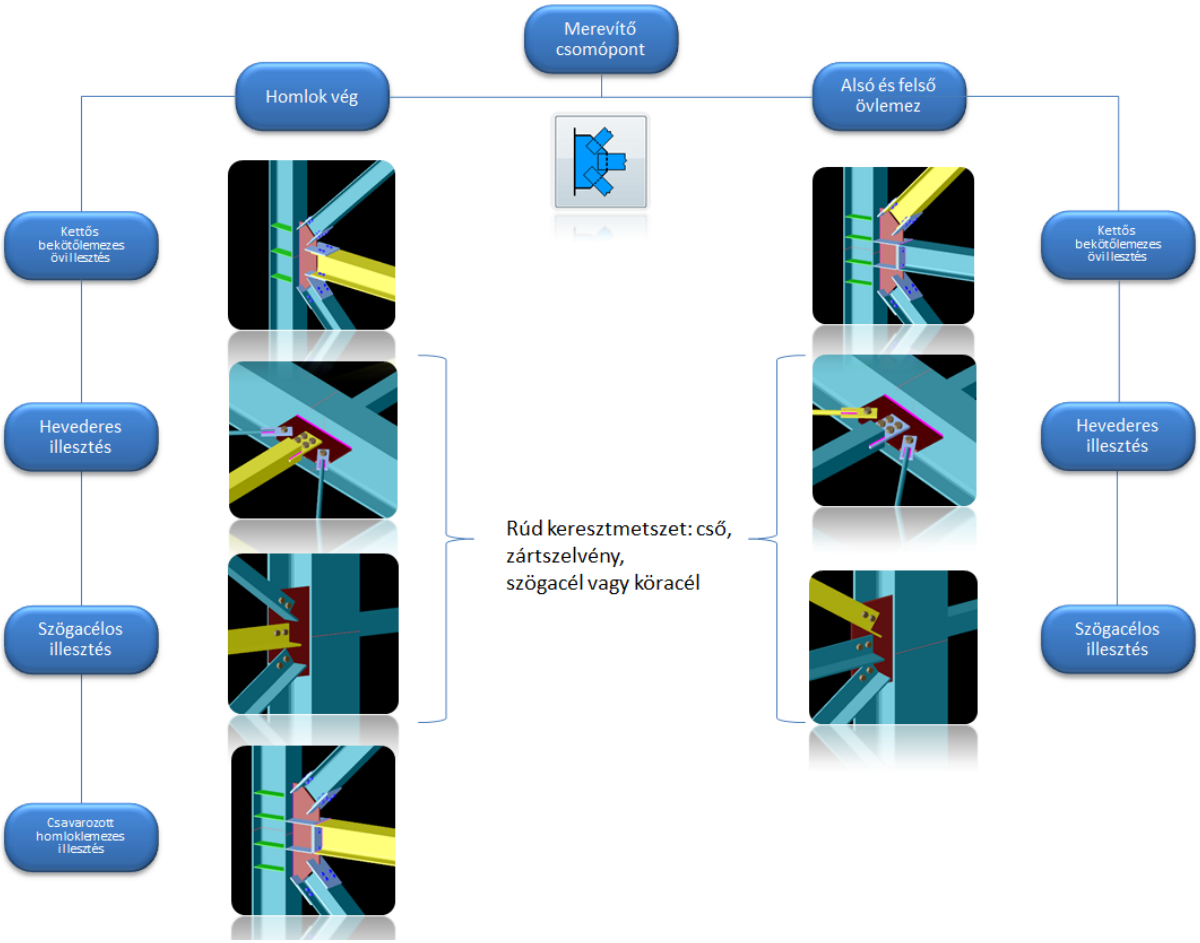
14.2 CSOMÓPONT TÍPUSOK

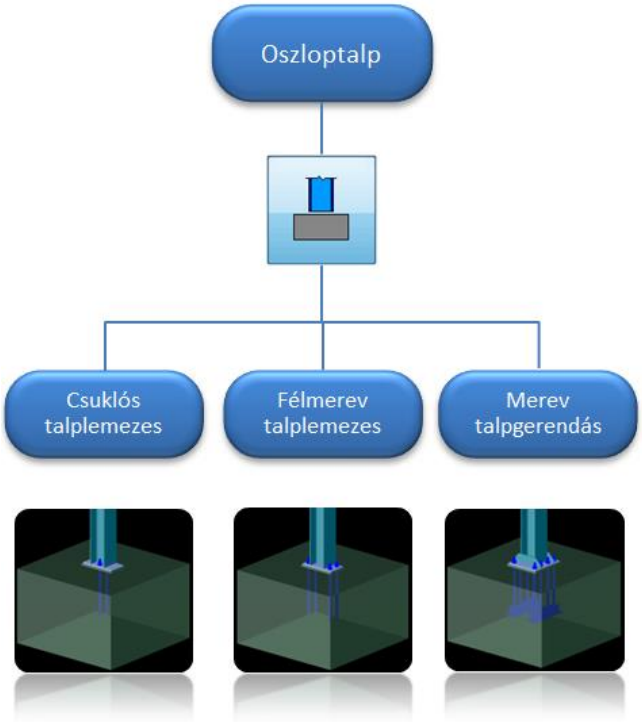
A csomópont típusok száma az egyik legdinamikusabb fejlődő része a szoftvernek. A modul sok megerősítési lehetőséget is kínál, mint például alsó vagy felső kiékelés, gerinc, vagy övmerevítők, nyírási bordák (gerinchizlaló, Morrison merevítő, egyszerű, vagy dupla ferde merevítő). Jelenleg az alábbi kapcsolatok érhetők el a ***CSJOINT*** modulban:

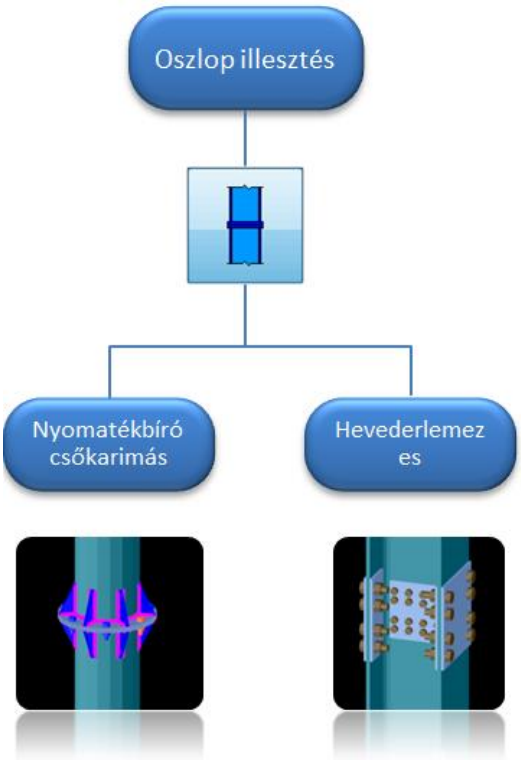


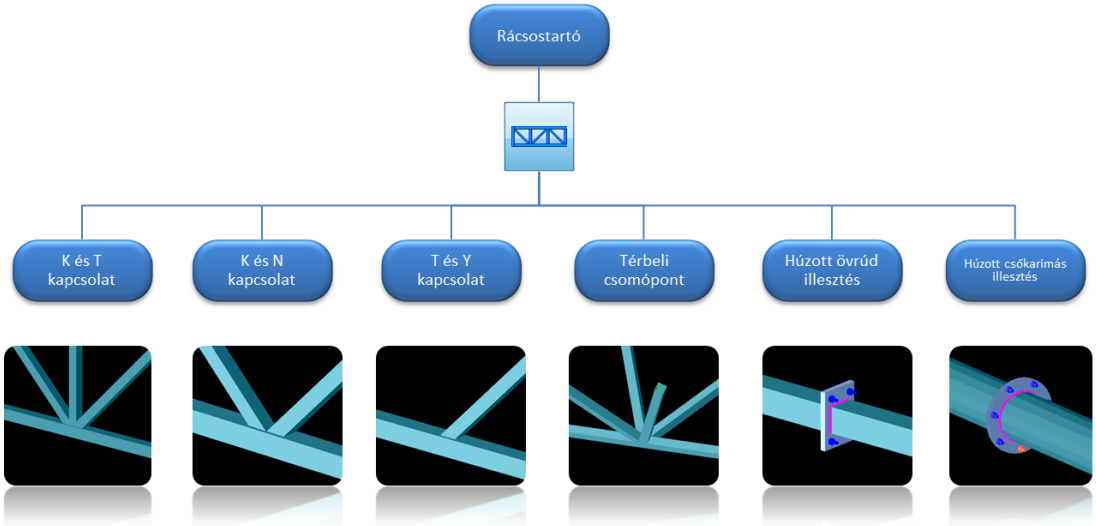

Gerenda-gerenda
Gerinc
Nyírt homloklemezes
Nyomatékbíró homloklemezes
Bekötőlemezes

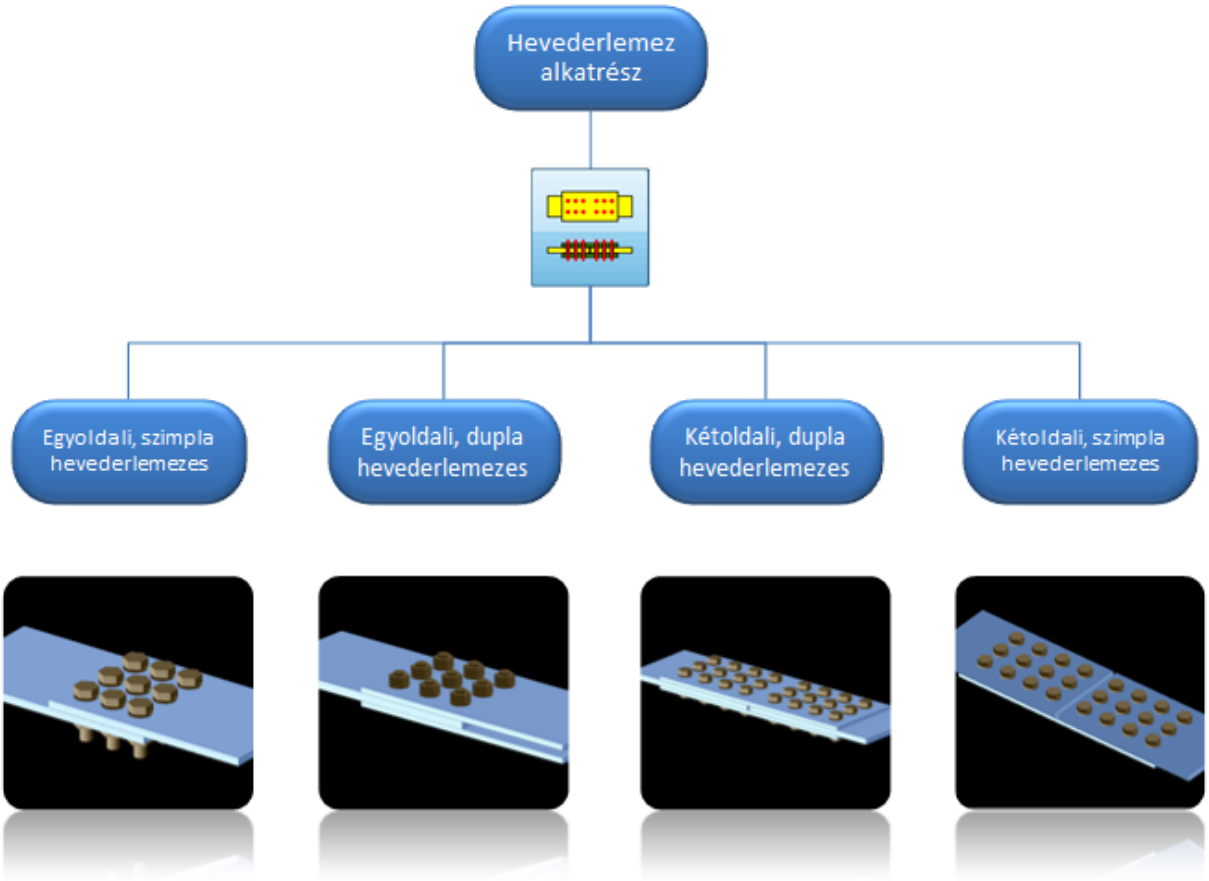

Gerenda illesztés
Nyírt homloklemezes
Nyomatékbíró homloklemezes
Nyomatékbíró csőkarimás
Hevederlemez es


Merevítő csomópont
Homlok vég
Alsó és felső övlemez
Kettős bekötőlemezes övillesztés
Hevederes illesztés
Szögacélos illesztés
Csavarozott homloklemezes illesztés
Rúd keresztmetszet: cső, zártszelvény, szögacél vagy köracél
Kettős bekötőlemezes övillesztés
Hevederes illesztés
Szögacélos illesztés


Oszloptalp
Csuklós talplemezes
Félmerev talplemezes
Merev talpgerendás


Oszlop illesztés
Nyomatékbíró csőkarimás
Hevederlemez es


Rácsostartó
K és T kapcsolat
K és N kapcsolat
T és Y kapcsolat
Térbeli csomópont
Húzott övrúd illesztés
Húzott csőkarimás illesztés



14.3 Csomópont létrehozása

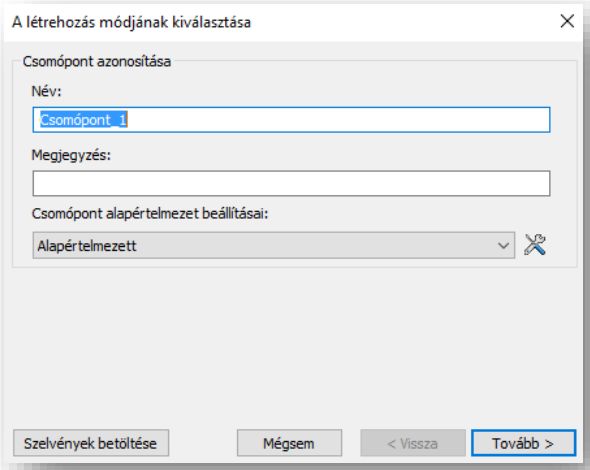
14.3.1 Önálló csomópont létrehozása

Csomópontok a modelltől függetlenül, önállóan is létrehozhatóak, a ***Szerkezeti elemek*** fülön található ***Csomópont szerkesztő*** ikonra kattintva.

Szerkezeti csomópont a ***Csomópont szerkesztő*** funkcióval történő létrehozása esetén a csomópont típusát, geometriáját és terheit a *ConSteel* modelltől függetlenül, kézzel kell megadni. A *ConSteel* egyik előnye, hogy képes több kapcsolatot is kezelni egyetlen csomóponton belül. Ezáltal a csomópontok széles skálán személyre szabhatóak, és optimalizálhatóak. A következőekben egy oszlop-gerenda csomóponton keresztül mutatjuk be a csomóponti *csJoint* modul használatát.

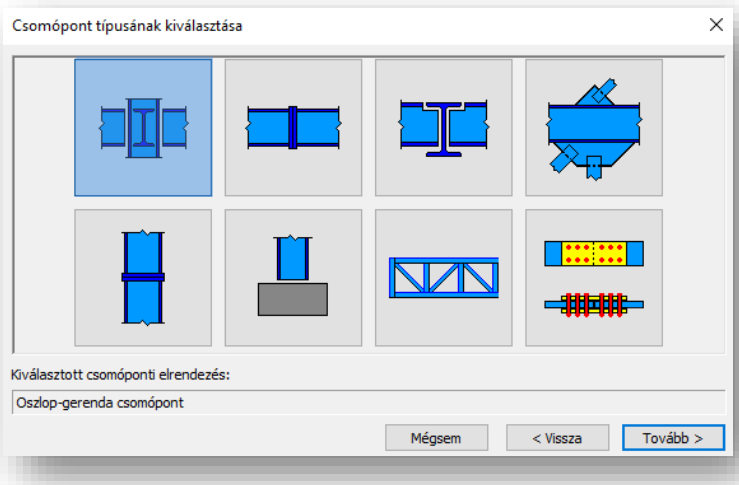
▶ Első lépés – Csomópont azonosítása

Új csomópont a csomópont kezelő bal felső sarkában található ***LÉTREHOZÁS*** ( ) gombbal hozható létre. A csomópont azonosítása során megadható a csomópont neve és egy rövid megjegyzés is fűzhető hozzá. A legördülő menü segítségével kiválasztható a létrejövő új csomópont alapértelmezett beállításai (lásd ***14.3.5 FEJEZET***) is. Az adatok megadása után a ***TOVÁBB>*** gombbal lehet.

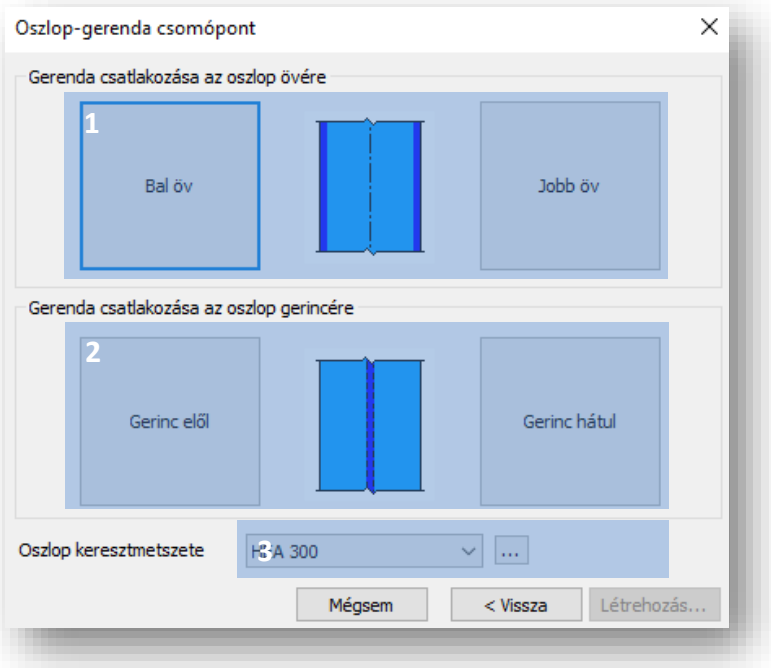


▶ Második lépés – Csomópont típusának kiválasztása

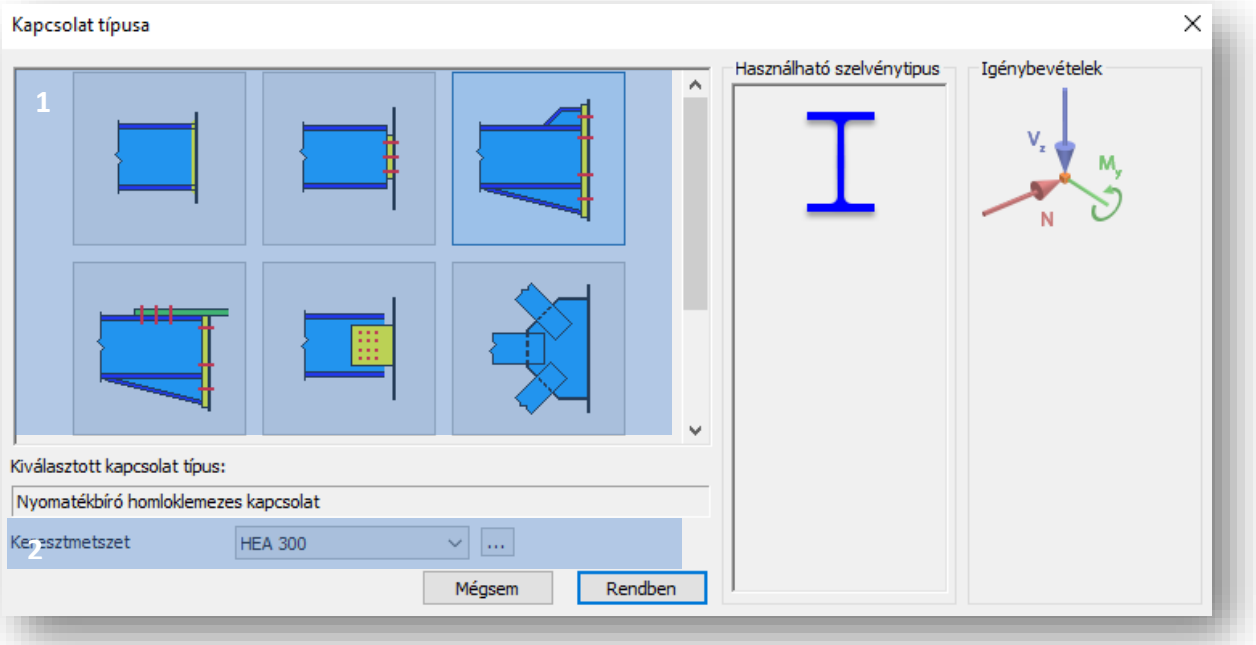
Második lépésként ki kell választani a csomópont típusát. A *csJoint* modul a csomópontok széles skáláját tudja kezelni, ami lefedi szinte a teljes Eurocode 3 1-8 részét (az elérhető csomópontok listáját lásd a ***14.2 CSOMÓPONT TÍPUSOK*** fejezetben). A megfelelő típus kiválasztása után a ***TOVÁBB>*** lehet továbblépni.



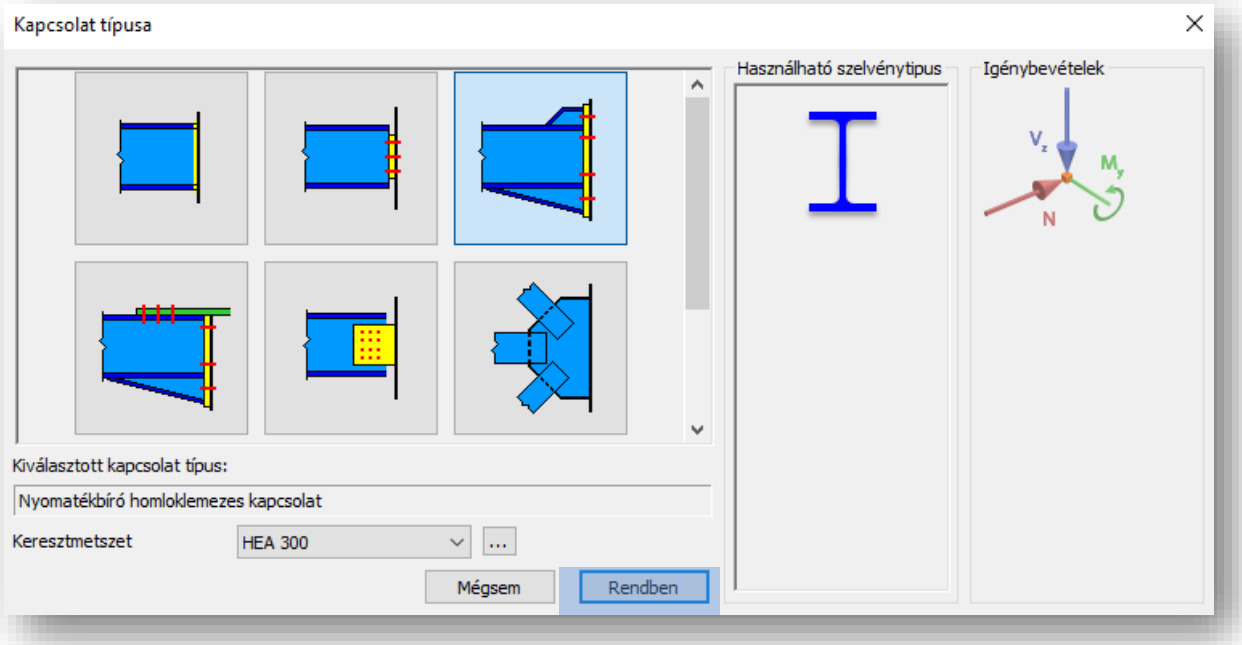
Harmadik lépés – Kapcsolatok beállítása



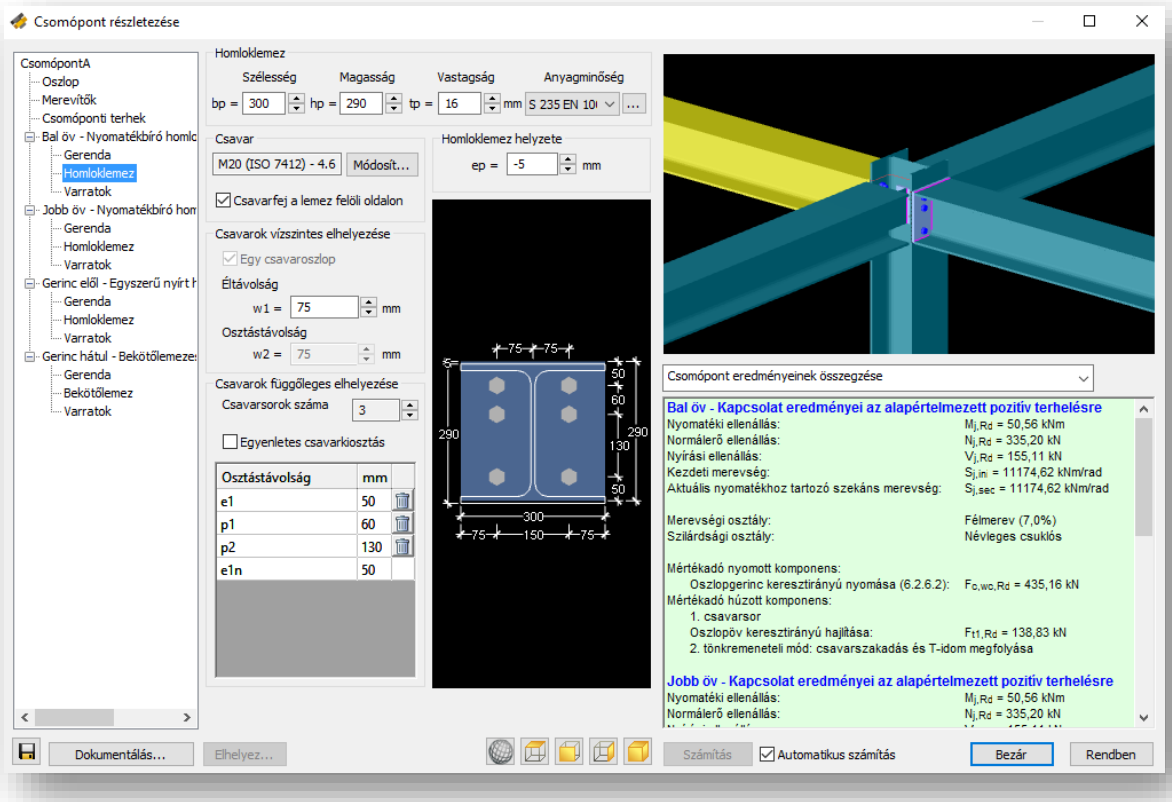
Az Oszlop-gerenda dialógon lehet kiválasztani a csomópontba bekötő szerkezeti elem végén lévő kapcsolat típusát. Jelen példánkban, kapcsolat beköthet az oszlop mindkét övére (#1) és gerinc mindkét oldalára (#2) is. A legördülő menü segítségével megadható az oszlop keresztmetszete is (#3). Új keresztmetszeti típus a három pontos gombra kattintva tölthető be.



Az oszlop valamelyik oldalára kattintva definiálható a bekötő kapcsolat típusa. A definiálás során kiválasztható a kapcsolat típusa (#1) és a bekötő szerkezeti elem keresztmetszete is (#2). Új keresztmetszeti típus a három pontos gombra kattintva tölthető be.



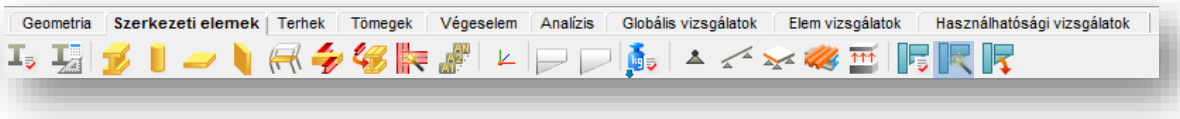
Miután a bekötő szerkezeti elemek kapcsolatai beállításra kerültek a csomópont a ***LÉTREHOZÁS*** gombra kattintva létrehozható a kiválasztott alapértelmezett csomóponti beállításoknak megfelelően (lásd ***14.3.5 FEJEZET***). A létrehozás után megjelenik a csJoint modul fő képernyője. Ezen a képernyőn végezhetőek el a kapcsolatok módosításai, optimalizálásai.



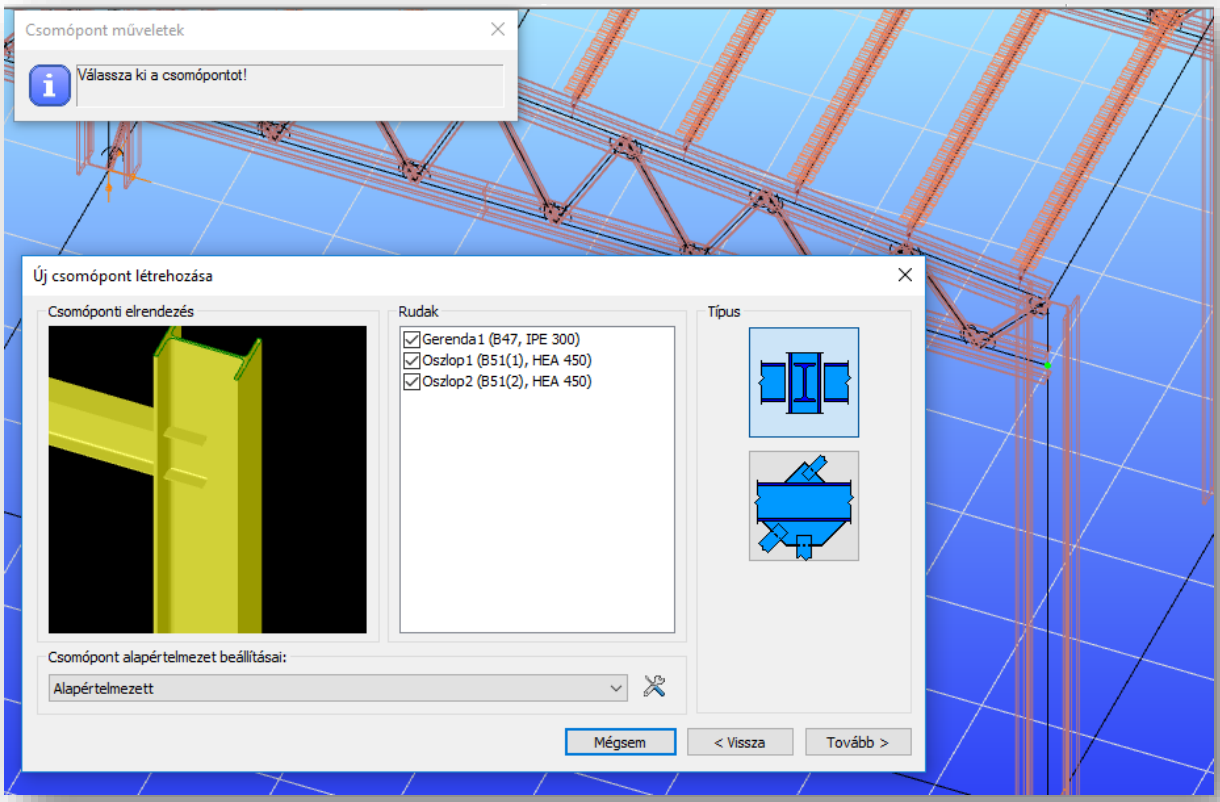
A csomópontok módosítását lásd a ***14.3.4 Csomópontok optimalizálása*** fejezetben.

14.3.2 Csomópont létrehozása a modell alapján

ConSteel modell alapján gyorsan és egyszerűen hozható létre csomópont a felismertetés funkció segítségével. Ehhez első lépésként a ***Csomópont felismerése*** opciót kell kiválasztani, majd a szerkezeten kijelölni a felismertetni kívánt csomópontot.



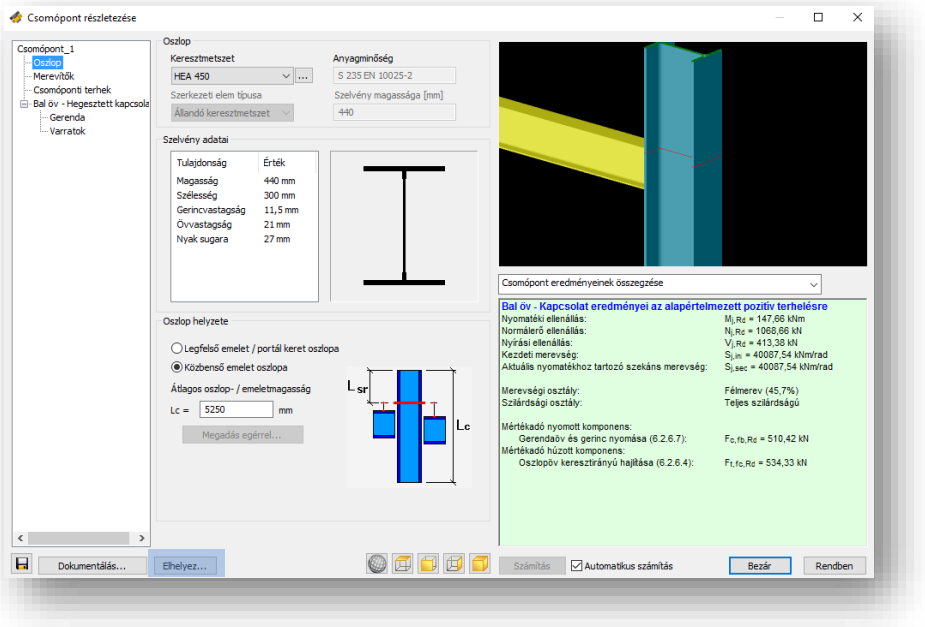
A kapcsolódó elemeket a program automatikusan felismeri és felkínálja a lehetséges csomópont típusokat. A felismerés után lehetőség van eltávolítani rudakat a létrehozandó kapcsolatból, a rudak nevei előtt lévő jelölőnégyzettel.



14.3.3 Csomópont elhelyezése ConSteel modellen

A csomópont létrehozása után ajánlott a létrehozott csomópontot elhelyezni a *ConSteel* modellen, hiszen így a szerkezeti analízis eredményei alapján a csomóponti terhek automatikusan beimportálásra kerülnek a csJoint modulba.

Az elhelyezés két módon történhet: a leggyorsabban közvetlenül a ***Csomópont részletezése*** dialógon található ***Elhelyez...*** gomb segítségével történhet; a második lehetőség a ***Szerkezeti elemek*** fülön található ***Csomópont elhelyezés*** funkció használata.



A ***Szerkezeti elemek*** fülön található ***Csomópont elhelyezése*** funkció akkor lehet hasznos, ha több előzőleg már létrehozott csomópont elhelyezésére van szükség.

Az elhelyezési művelet mindkét esetben az ***Elhelyezés*** befejezése gomb megnyomásával lehet befejezni.

Egy csomópont többször is, minden olyan helyre elhelyezhető a modellen, ahol a modell geometria megegyezik a csomópont geometriájával.

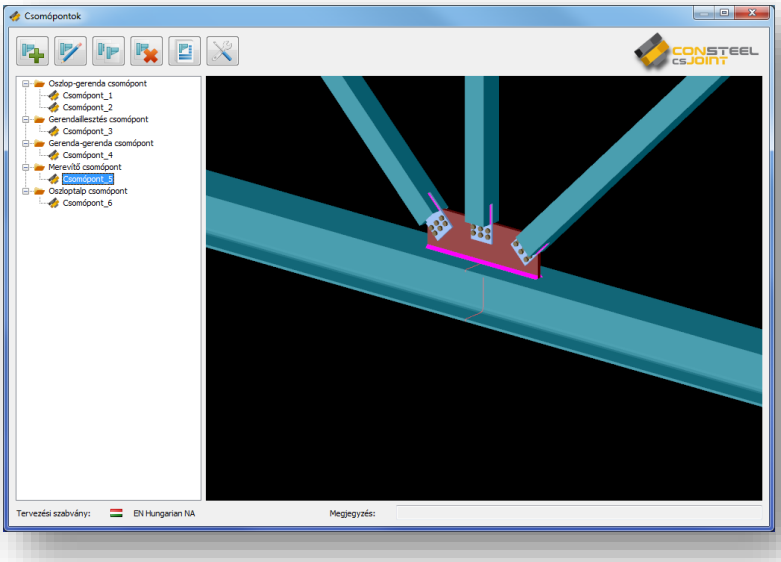
Fontos azza tisztában lenni, hogy csJoint modulban végzett módosítások (keresztmetszet vagy anyagminőség változtatás) nem befolyásolja a 3D szerkezeti modellt. Ezek csak csJoint számítás eredményeire vannak hatással. A felhasználónak kell a modellt ennek megfelelően szinkronban tartania: 1. ha megváltozik valami a kapcsolatban, a 3D modellt is meg kell változtatni annak megfelelően. 2. ezután a számítást újra kell futtatni, és a kapcsolatot újra ellenőrizni kell.

14.3.4 Csomópontok módosítása

Mindegy, hogy egy csomópont modell alapján (*ConSteel*), vagy modell nélkül (*csJoint*) lett létrehozva, a csomóponti paraméterek módosítása mindkét esetben megegyezik.

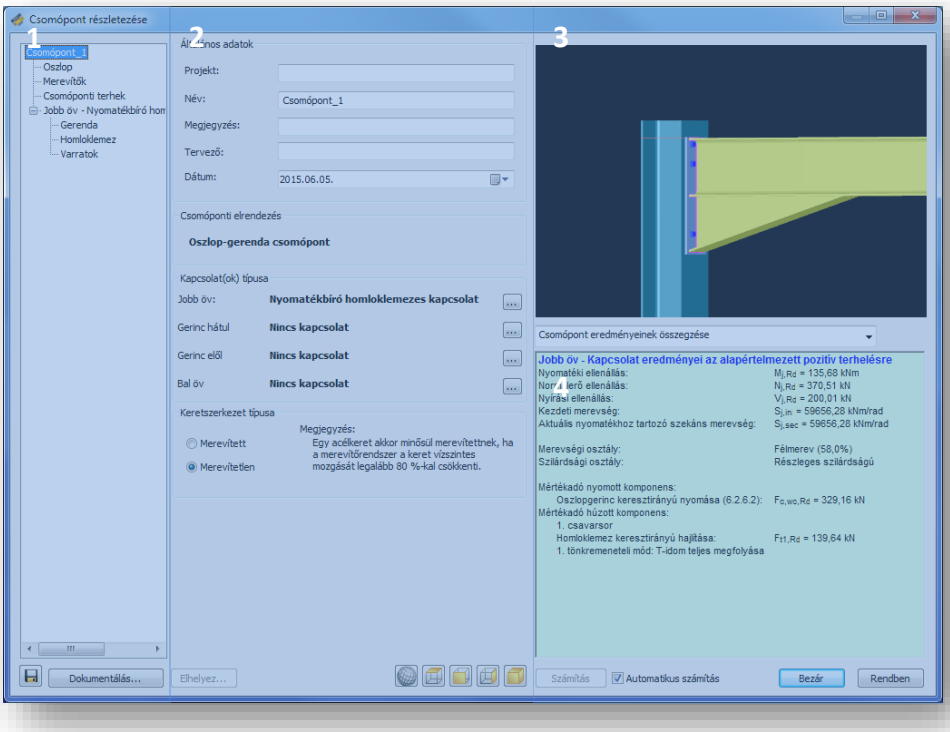
A csomóponti részletek egy új ablakában jelennek meg, ahol számos beállítási lehetőség található. A következő oldalak egy oszlop-gerenda kapcsolat példáján keresztül mutatják be a csomópontok módosítási lehetőségeit.

Csomópont módosításához először ki kell választani a módosítandó csomópontot a ***Csomópont szerkesztő*** ( ) ikonra kattintva megjelenő ***Csomópontok*** dialógon. A baloldali fastruktúrából láthatóak az előzőleg már létrehozott csomópontok. A fában kiválasztott csomópont megnyitható a ***Módosítás*** ( ) gombra kattintva, vagy a csomópont nevére dupla kattintással, illetve a csomópont 3D grafikájára dupla kattintással.



14.3.4.1 Csomópont részletezése dialóg

A csomópont létrehozása után, vagy megnyitása után látható ***Csomópont részletezése*** dialóg négy fő részből áll.



- (#1) Az első rész a csomópont fa struktúráját mutatja. A csomópont összes komponense megtalálható itt, illetve kijelölés után módosíthatóvá válik
- (#2) A második rész a kijelölt komponenshez kapcsolódó információkat és paramétereket mutatja, ezek módosítása itt végezhető el. Az általános adatoknál megadható projekt, csomópont és tervező neve, illetve a beállított dátum a csomópont dokumentációjának fedőlapján is megjelennek (lásd 13.6 fejezet)
- (#3) A harmadik rész a grafikus felület, ahol a csomópont 3D grafikája látható, ami forgatható és nagyítható

  A dialóg alján található nézetfunkciók segítségével a grafika beállítható fix nézetekbe:

- (#4) A negyedik rész a csomóponti számítások eredményeit mutatja. A számítások minden a csomóponton történt módosítás után automatikusan lefutnak, ha az *Automatikus számítás* jelölőnégyzet a dialóg alján ki van választva. Ha nincsen, akkor a ***SZÁMÍTÁS*** gombra kattintva futtatható le a csomópont számítása. A legördülő menüben kiválasztható az eredménymegjelenítés módja:
  - Csomópont eredményeinek összegzése
  - Kiválasztott kapcsolat eredményeinek összegzése
  - Kiválasztott kapcsolat részletes eredményei (kiválasztott terhelési esetben)

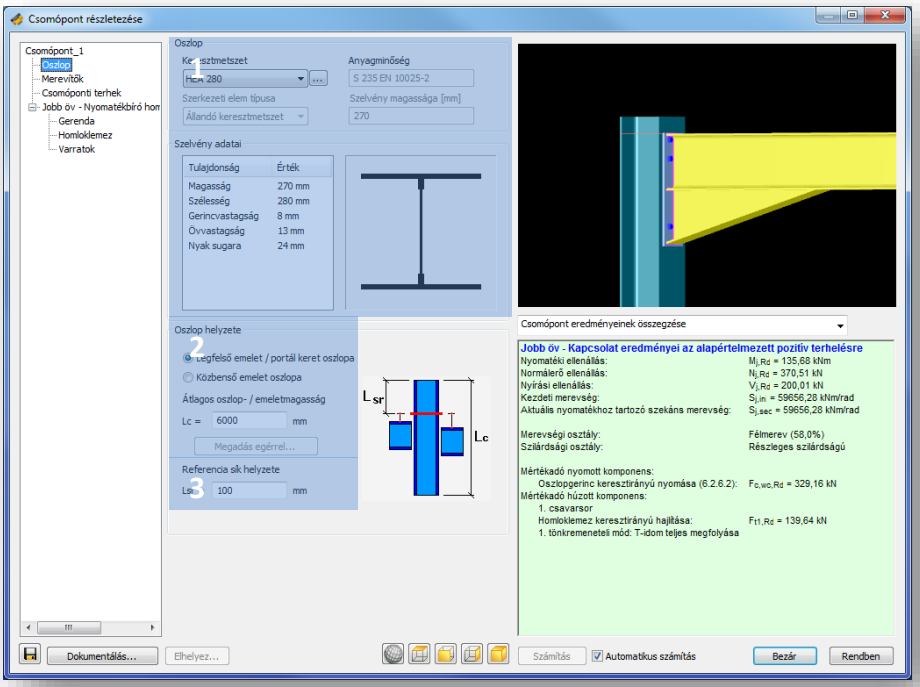
Csomóponti dokumentáció a dialóg bal alsó sarkában található ***DOKUMENTÁLÁS...*** gombra kattintva hozható létre.

14.3.4.2 Csomópont módosítása

A csomópont módosítása és optimalizálása a csomóponti fa (fenti kép #1) megfelelő elemének kiválasztása után és annak paramétereinek módosítása útján történik.

Oszlop

A csomóponti fa *Oszlop* elemének kiválasztása után, az oszlopra vonatkozó tulajdonságok módosíthatóak.



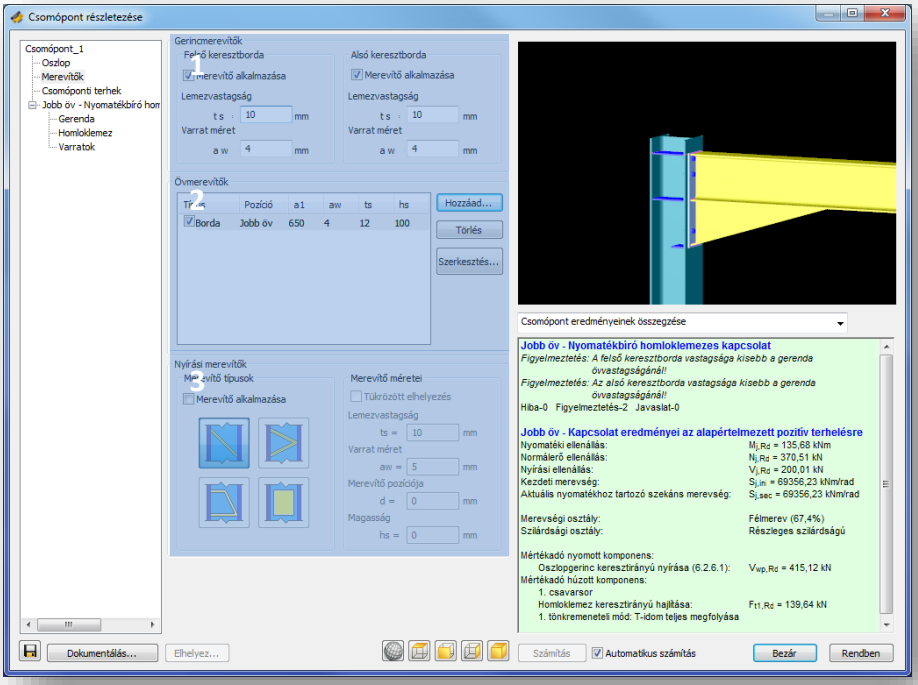
Az *Oszlop* (#1) mezőben tekinthető meg a használt oszlop keresztmetszet és anyagminőség. A legördülő menü segítségével változtatható meg az oszlop keresztmetszete. A három pontos gombra kattintva tölthető be új keresztmetszet. Az anyagminőség a keresztmetszethez tartozik, ezért csak új keresztmetszet betöltésével módosítható.

Az *Oszlop helyzete* (#2) mezőben adható meg, hogy a csomópont az oszlop végén (felső emeleti / portál keret), vagy egy közbenső pozícióban helyezkedik e el.

A *Referencia sík* helyzete (#3) mezőben adható meg a referencia sík oszlop végétől mért távolsága. A geometriai méretek (például merevítők helyzete) általában ettől a síktól vannak megadva. A referencia sík pozíciójának kihatása van a merevség számítására is. A csomópont grafikáján a referencia sík egy piros vonalként jelenik meg az oszlopon.

Merevítők

A csomóponti fa *Merevítők* elemének kiválasztása után, lehetőség van különböző merevítők alkalmazására.



A *Gerincmerevítők* (#1) mezőben keresztbordák elhelyezésére van lehetőség, a megfelelő jelölőnégyzet kiválasztásával. Megadható az alkalmazandó lemezvastagságot, illetve a varrat méretet. Ha a gerendavégen kiékelés található, akkor az *Alsó keresztborda* egyszerűen hozzáigazítható a kiékelés aljához a *Gerenda* elem kiválasztása után a ***KIÉKELÉS MEGADÁSA*** ( ) dialógon.

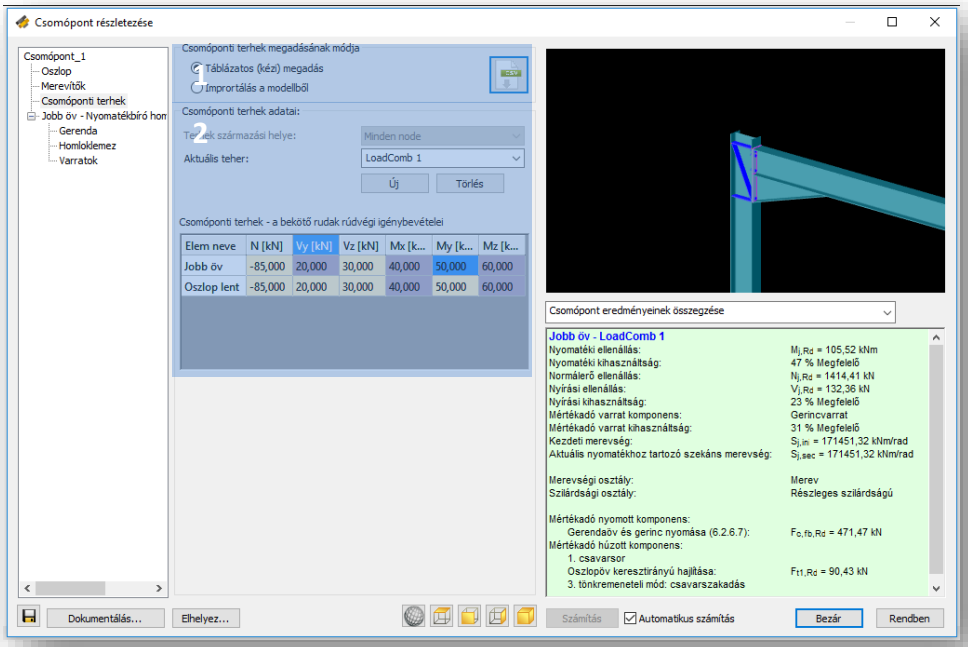
Az *Övmerevítők* (#2) mezőben tetszőleges helyzetű és geometriájú övmerevítők helyezhetőek el. A ***HOZZÁAD…*** gomb segítségével adható hozzá új övmerevítő. A megjelenő dialógon kiválasztható a merevítő típusa (keresztborda vagy övhizlaló), merevítő helyzete (jobb vagy bal öv), megadható az alkalmazandó varrat mérete és a merevítő geometriai paraméterei. A merevítő pozíciója megadható több referenciaponttól is, ami a legördülő menüből választható ki. Létrehozott merevítők a táblázatban tekinthetőek meg. A *Típus* oszlopban található jelölőnégyzet segítségével bármelyik létrehozott borda kikapcsolható. A táblázatban kiválasztott borda a ***TÖRLÉS*** gombbal törölhető, illetve a ***SZERKESZTÉS…*** gombbal módosítható.

A *Nyírási merevítők* (#3) mezőben nyírási merevítő helyezhető el az oszlopban. Négy különböző nyírási merevítő választható. A kiválasztott merevítőnek megfelelően

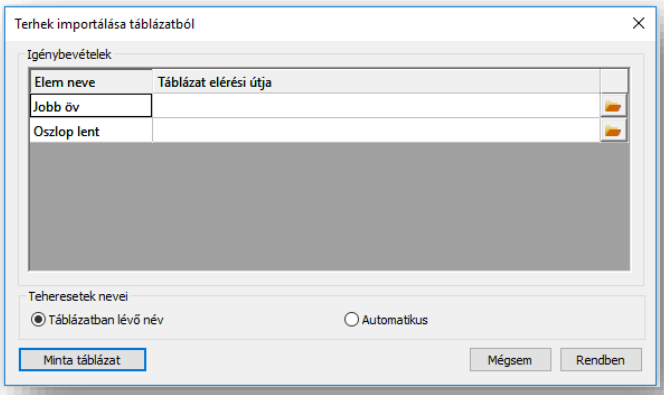
megadhatóak különböző geometriai paraméterek. Ha szükséges a *Tükrözött elhelyezés* jelölőnégyzet kiválasztásával a merevítő megtükrözhető.

Csomóponti terhek

A csomóponti fa *Csomóponti terhek* elemének kiválasztása után megadhatóak a csomópontban ható erők.



A *Csomóponti terhek megadásának módja* (#1) mezőben adható meg a terhek megadásának módja. Bevihetőek a terhek kézzel, vagy az ikonra ( ) kattintva táblázatból importálhatóak. Az előző ikonra kattintás után az alábbi dialóg jelenik meg:

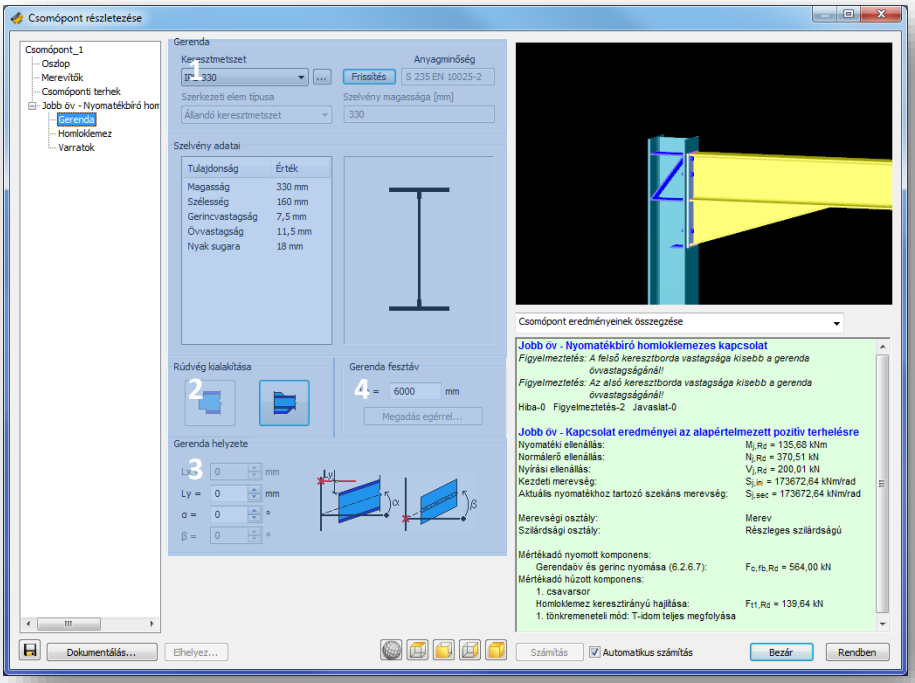


Itt a ***MINTA TÁBLÁZAT***-ra kattintva megjelenik egy minta adatsor, amely segítséget ad a táblázatunk adatokkal való feltöltéséhez. A dialóg alsó részén tudjuk dönteni, hogy az aktuális teheresetek milyen nevet kapjanak. Lehetőségünk van a táblázatban lévő név használatára, vagy automatikus generálást is alkalmazhatunk A megnyitás ikonra ( ) kattintva tudjuk kiválasztani a terheket tartalmazó fájlt. A ***RENDBEN*** gombra kattintva a táblázatunkban lévő értékek fognak szerepelni a (#2) mezőben. A már felismertetett és elhelyezett csomópontok esetén beimportálhatóak a terhek közvetlenül a ConSteel modellből is.

A *Csomóponti terhek adatai* (#2) mezőben adhatóak meg a különböző erő komponensek teheresetenként kézi megadás esetén, illetve felismertetett csomópontok esetén itt tekinthetőek meg a beimportált terhek is.

Gerenda

A csomóponti fa *Gerenda* elemének kiválasztása után, a gerendára vonatkozó tulajdonságok módosíthatóak.



A *Gerenda* (#1) mezőben tekinthető meg a használt gerenda keresztmetszet és anyagminőség. A legördülő menü segítségével változtatható meg a gerenda keresztmetszete. A három pontos gombra kattintva tölthető be új keresztmetszet. Az anyagminőség a keresztmetszethez tartozik, ezért csak új keresztmetszet betöltésével módosítható.

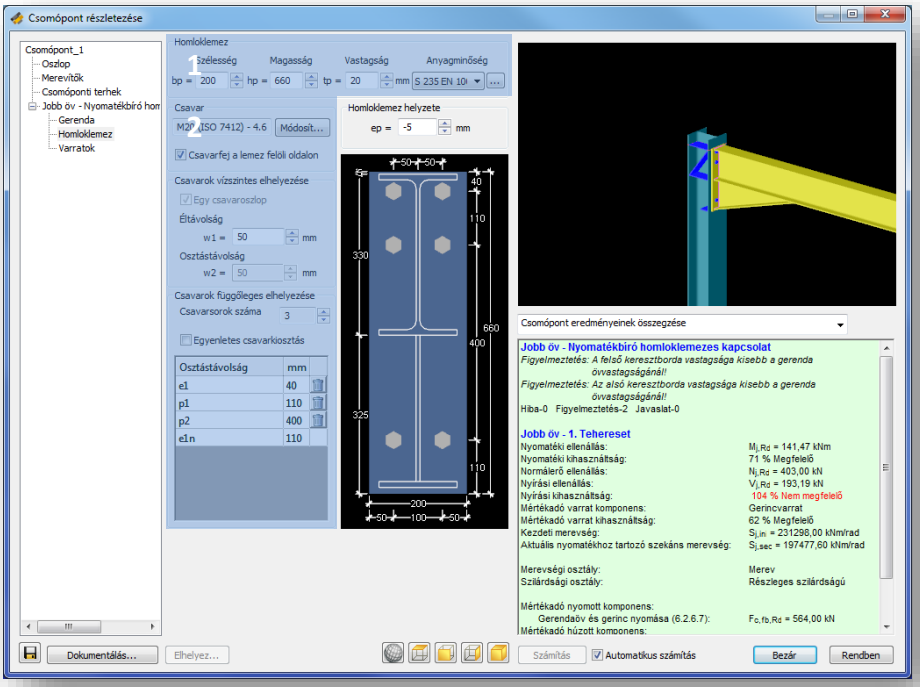
A *Rúdvég kialakítása* (#2) mezőben a gerendavég kialakítás adható meg: gerenda övkivágás, kiékelés. Kiékelés felvehető a gerenda alsó és felső övére is.

A *Gerenda helyzete* (#3) mezőben adható meg a gerenda felső síkjának referencia síktól mért távolsága, illetve a gerenda hajlásszöge.

A *Gerenda fesztáv* (#4) mezőben a gerenda fesztávja adható meg. Erre az értékre a merevségszámításhoz van szükség. Felismertetett csomópont esetén a *ConSteel* szerkezeti modell alapján kitöltődik.

Homloklemez

A csomóponti fa *Homloklemez* elemének kiválasztása után, a homloklemezre és a csavarokra vonatkozó tulajdonságok módosíthatóak.

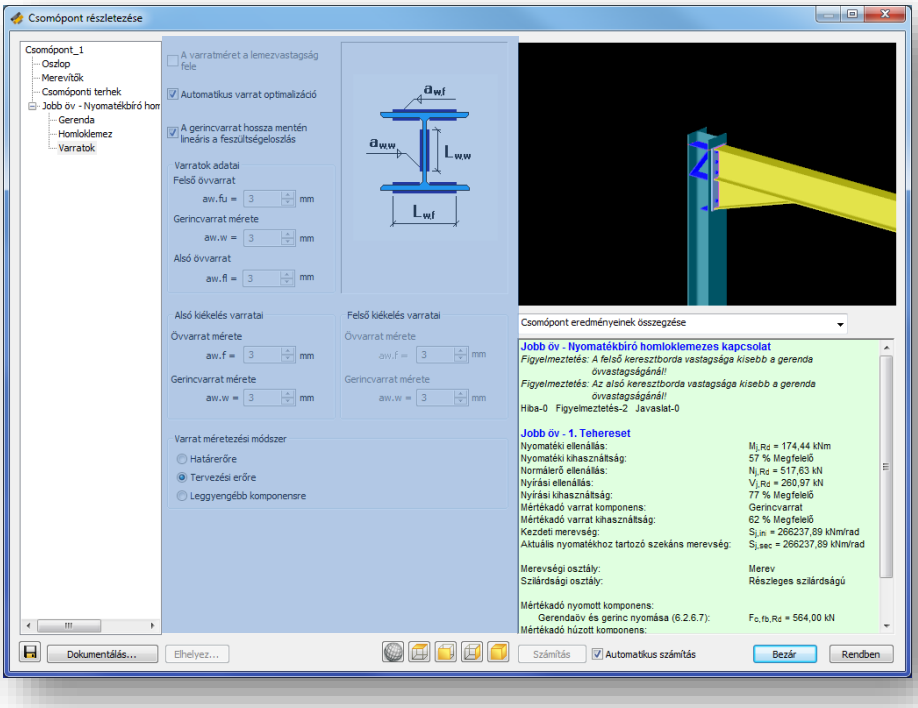


A *Homloklemez* (#1) mezőben adhatóak meg a homloklemez geometriai paraméterei és anyagminősége.

A *Csavar* (#2) mezőben adhatóak meg a csavarok anyagminőséges, átmérője és geometriai paraméterei. A ***MÓDOSÍTÁS…*** gombra kattintva módosítható a használandó csavar átmérője és anyagminősége. A dialóg középső részén látható csavarkép összes paramétere módosítható: felvehető, illetve törölhető (kuka ikon) új csavarsor; módosíthatóak az éltávolságok, illetve a csavarok közti távolságok.

Varratok

A csomóponti fa *Varratok* elemének kiválasztása után, a különböző varratok méretei, illetve a méretezés módszere adható meg.

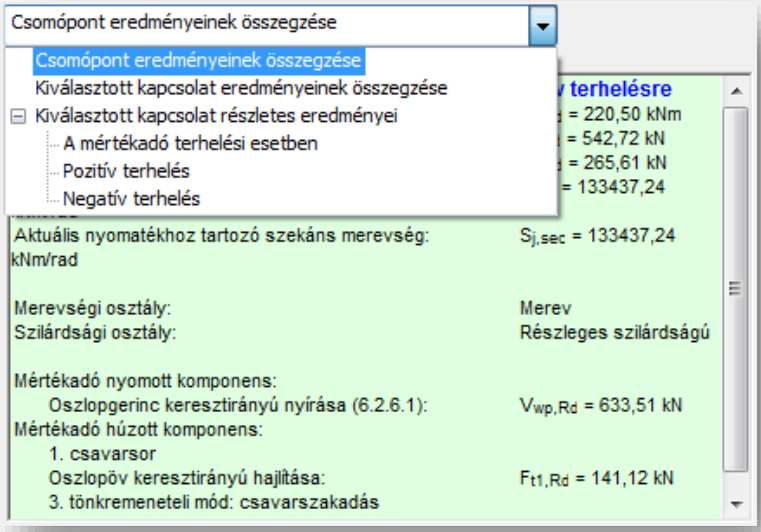


Az *Automatikus varrat optimalizáció* funkció választása esetén a szükséges varratméretek automatikusan meghatározásra kerülnek.

A gerincvarrat hossza mentén lineáris feszültségeloszlás funkció használata esetén, a hagyományos varratméretezési eljárás (övvarratok viselik a hajlítást, a gerincvarratok viselik a nyíróerőt), helyett a gerinc varrat is viseli a hajlítást, ezáltal sokkal kedvezőbb varratméretek adódnak.

Minden csomóponton történt változtatás automatikusan megjelenik a számítási eredményekben az ***ENTER*** billentyű lenyomása, vagy más módosítható mezőbe való kattintással, illetve - ha az *Automatikus számítás* funkció ki van kapcsolva, akkor- a ***SZÁMÍTÁS*** gombra kattintás után.

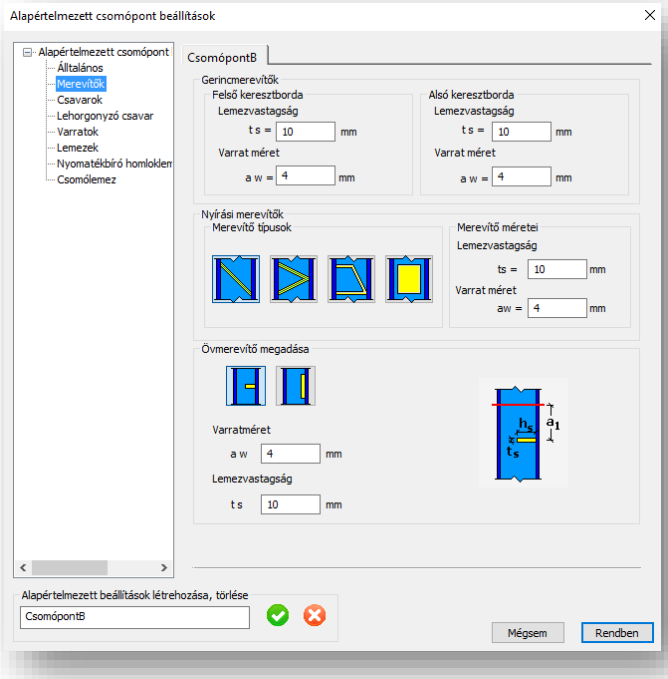
A számítási eredmények megjelenítési módjai a legördülő menüből választhatóak ki. Az alábbi megjelenítések közül lehet választani: csomópont eredményeinek összegzése; kiválasztott kapcsolatok eredményeinek összegzése; kiválasztott kapcsolat részletes eredményei. Az utolsó kettő megjelenítési esetén ki kell választani egy kapcsolatot a fastruktúrában.



A csomópont számítási eredményei az ablak zöldhátterű részén tekinthető meg. Részletes eredménynézet esetén az összes számítási eredmény megtekinthető a kiválasztott tehereset, vagy mértékadó tehereset szerint.

14.3.5 Alapértelmezett csomóponti beállítások

Alapértelmezett csomóponti beállítások, mint varratméret, csavarátmérő stb. megváltoztathatóak és elmenthetőek.



Alapértelmezett csomóponti beállítás a ***CSOMÓPONTOK*** dialóg ***ALAPÉRTELMEZETT CSOMÓPONTI BEÁLLÍTÁS*** ( ) ikonra kattintva módosítható vagy hozható létre.

Az alapértelmezett csomóponti beállítások fájl (UserConfig.xml) a Dokumentumok\ConSteel mappába kerül elmentésre.

14.4 CSOMÓPONTOK SZÁMÍTÁSA

A ***CSJOINT*** a csomópontok számításához az EuroCode 3 1-8 fejezetének szabványos eljárásait használja, lefedve szinte valamennyi eljárást. A különböző típusú csomópontokhoz az alábbi számításokat végzi el a program:

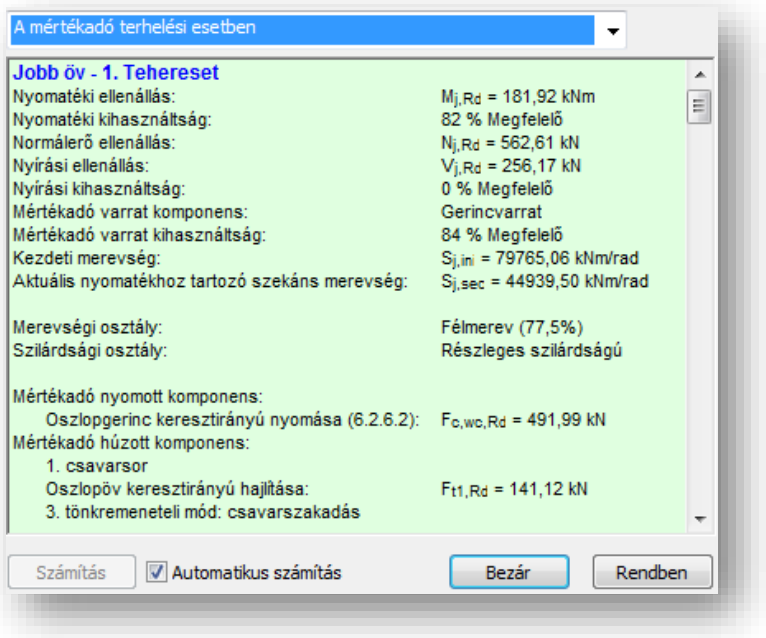
- Nyomatékbíró kapcsolatok
    - Nyomatéki teherbírás a csavarok vagy csavarcsoportok képlékeny húzási komponense és a nyomási komponens alapján kerül meghatározásra, a normálerő hatásának figyelembevételével
    - Csavarok nyírási teherbírás a nyírás és húzás interakciójával
    - Lemezek palástnyomási ellenállása
    - Gerinc- és övhegesztések teherbírása és kihasználtsága a szelvény határerejére, a tervezési erőre vagy a leggyengébb komponensre
    - Húzási és nyomási komponens, illetve alkalmazott nyomaték alapján számított kezdeti és szekáns merevség
- Nyírt kapcsolatok
    - Csavarok és lemezek nyírási teherbírása
    - Lemezek palástnyomási ellenállása
    - Csoportos kisszakadási ellenállás
    - Hegesztés teherbírása és kihasználtsága a szelvény határerejére és a tervezési erőre
- Zártszelvény kapcsolatok
    - Öv övfelületének törése, gerinc tönkremenetel, nyírási és átszúródó nyírási tönkremenetel
    - Rácsrúd törése
    - Rudak helyi kihajlása

14.5 EREDMÉNYEK ÉS DOKUMENTÁCIÓ

A számítás eredményei összefoglaló vagy részletezett formában jeleníthetőek meg.

Az összefoglaló számítási nézet a fő teherbírási értékeket, a merevséget, kihasználtságot és a mértékadó nyomott, illetve húzott komponenst mutatja. A mértékadó komponens megmutatja, hogy melyik a leggyengébb kapcsolati komponens, azaz mely kapcsolati részt érdemes erősíteni, ahhoz, hogy változzon a kapcsolat teherbírása.

A részletes számítási nézet valamennyi számítási részletet mutatja, amelyek segítségével könnyen megtalálhatóak a kapcsolatok gyenge pontjai és megerősítendő részei. A csomópontok számítása az összes csomópont elhelyezésből származó erőre vagy létrehozott teheresetre elvégzésre kerül, és a mértékadó hely és kombináció automatikusan megjelölésre kerül.



14.6 DOKUMENTÁCIÓ

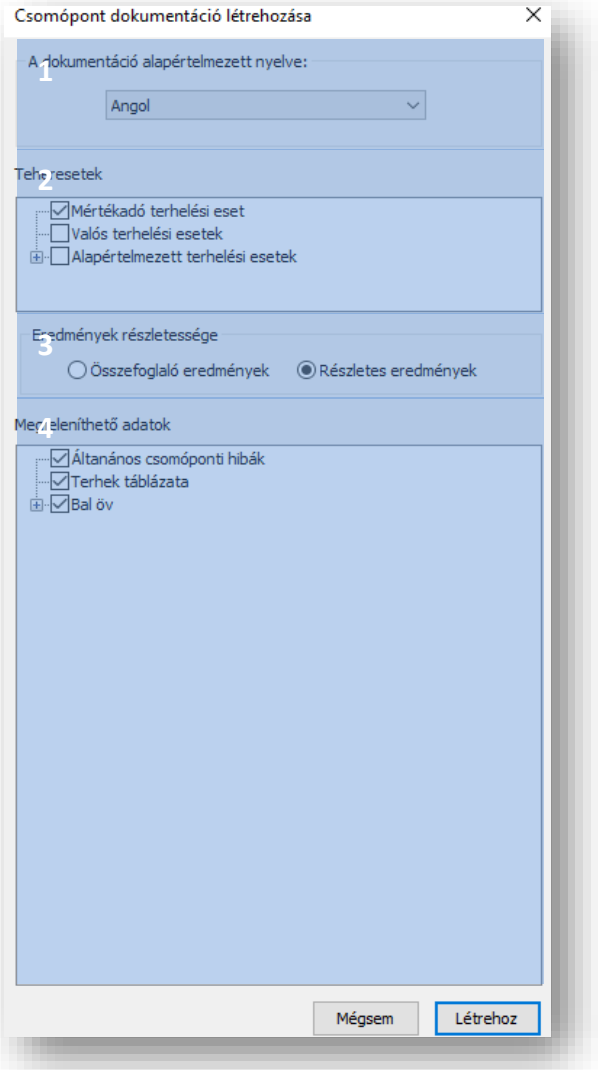
A *csJoint* dokumentációs moduljával könnyen, és egyszerűen generálható a csomópontokról átfogó statikai dokumentáció. A dokumentáció generálása a modul elindítása és a dokumentálni kívánt eredmények kiválasztása után automatikusan történik. A

dokumentációba az eredményeken túl bekerülnek a kapcsolatokról részletes geometriai ábrák is, ezzel is átláthatóbbá és kezelhetőbbé téve a dokumentációt.

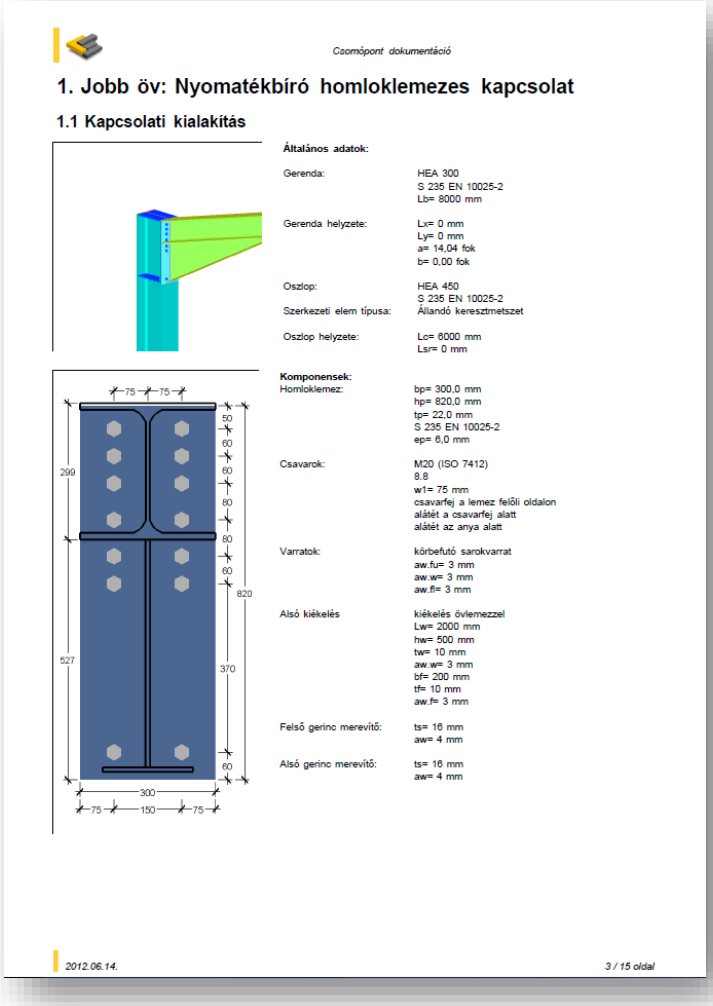
Csomóponti dokumentáció két fél képen állítható elő:

- A ***CSOMÓPONTOK*** dialógon a ***DOKUMENTÁLÁS*** ( ) ikon segítségével. A dokumentálás megkezdése előtt, a dokumentálni kívánt csomópontot ki kell választani a fastruktúrából
- Szerkesztésre megnyitott csomópont esetén, közvetlenül a ***CSOMÓPONT RÉSZLETEZÉSE*** dialóg alján található ***DOKUMENTÁLÁS…*** gomb megnyomásával

A dokumentálás elindítása után a ***CSOMÓPONT DOKUMENTÁCIÓ LÉTREHOZÁSA*** dialóg jelenik meg, ahol megadható a dokumentálás nyelve (#1), a dokumentálandó teheresetek (#2), az eredmények részletezettsége (összefoglaló vagy részletes) (#3), illetve a kiválasztható hogy a csomópont mely kapcsolatai, illetve hogy azok milyen tartalommal kerüljenek kidokumentálásra.



A dokumentáció módosításának módja megegyezik a globális szerkezet dokumentálásának módjával.



Csomópont dokumentáció

1. Jobb öv: Nyomatékbíró homloklemezes kapcsolat

1.1 Kapcsolati kialakítás

Általános adatok:

Gerenda:	HEA 300 S 235 EN 10025-2 Lb= 8000 mm
Gerenda helyzete:	Lx= 0 mm Ly= 0 mm a= 14,04 fok b= 0,00 fok
Oszlop:	HEA 450 S 235 EN 10025-2
Szerkezeti elem típusa:	Állandó keresztmetszet
Oszlop helyzete:	Lc= 6000 mm Lsr= 0 mm

Komponensek:

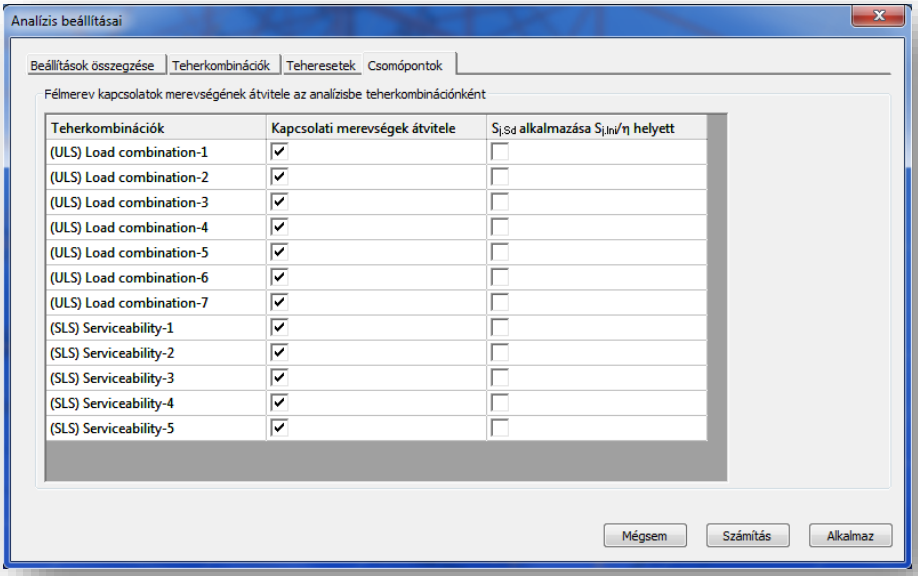
Homloklemez:	bp= 300,0 mm hp= 820,0 mm tp= 22,0 mm S 235 EN 10025-2 ep= 6,0 mm
Csavarok:	M20 (ISO 7412) 8.8 w1= 75 mm csavarfej a lemez felőli oldalon alátét a csavarfej alatt alátét az anya alatt
Varratok:	körbefutó sarokvarrat aw.fu= 3 mm aw.w= 3 mm aw.fl= 3 mm
Alsó kiékelés	kiékelés övlemezzel Lw= 2000 mm hw= 500 mm tw= 10 mm aw.w= 3 mm bf= 200 mm tf= 10 mm aw.f= 3 mm
Felső gerinc merevítő:	ts= 16 mm aw= 4 mm
Alsó gerinc merevítő:	ts= 16 mm aw= 4 mm

2012.06.14. 3 / 15 oldal

14.7 A szerkezet és a csomópontok kölcsönhatása

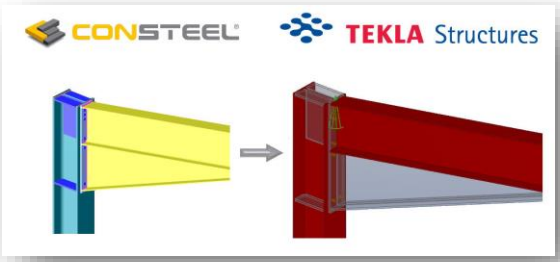
A legújabb tervezési eljárások képesek figyelembe venni a globális szerkezeti modell és a szerkezeti kapcsolatok közötti kölcsönhatásokat (merev, fél-merev vagy csuklós), amelynek következtében az eredmény valósághűbb és gazdaságosabb. Ennek feltétele a korábbiaknál élethűbb modell felépítés, amely a mérnöktől komolyabb erőfeszítést kíván a modellezés során. *ConSteel*-ban a csomópontokat manuálisan, vagy a modell geometria felhasználásával hozhatunk létre a csomópont felismerése funkció segítségével, amely megvizsgálja kapcsolódó szerkezeti elemek helyzetét és a szelvényeket, és felajánlja az adott elrendezéshez létrehozható csomóponttípusokat. A csomópont létrehozását követően a csomópontokat elhelyezhetjük a modellen és a csomóponti merevségek automatikusan felhasználhatók a globális szerkezet analíziséhez. Az elhelyezett kapcsolatok ellenőrzése az újabb analíziseredmények esetén újra megtörténik.

A csomópontok elhelyezése a ***CSOMÓPONT ELHELYEZÉSE*** ( ) ikonra kattintva megjelenő ablak segítségével lehetséges. Egy csomópont az összes olyan helyre elhelyezhető, ahol a geometria megegyezik a csomóponti geometriával. A csomóponti merevség is figyelembe vehető a szerkezetek analízise során. A kapcsolati merevség figyelembevételéhez be kell jelölni az ***ANALÍZIS BEÁLLÍTÁSAI*** ablak, ***BEÁLLÍTÁSOK ÖSSZEGZÉSE*** fül alján található *Kapcsolati merevség figyelembe vétele* jelölőnégyzetet vagy a ***CSOMÓPONTOK*** fülön teherkombinációnként külön-külön a *Kapcsolati merevségek átvitele* jelölőnégyzet bejelölésével.



14.8 KAPCSOLATOK EXPORTÁLÁSA

A modellben létrehozott csomópontok exportálhatók a *TEKLA Structures* és a *StruCad* programokba. Lásd 2.3 fejezetben.

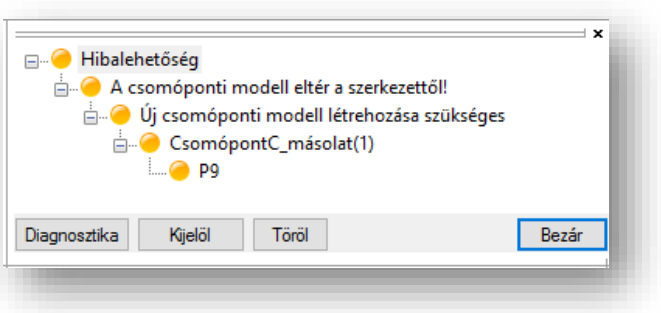


14.9 JOINT UPDATE

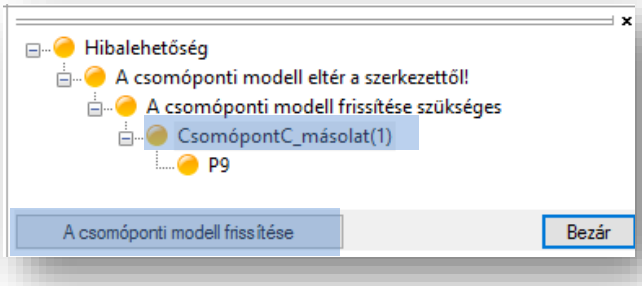
Az új funkció segítségével, az elhelyezett csomópontok egyszerűen frissíthetőek az érvényes ConSteel szerkezeti modell alapján.

Mivel egy csomóponti modellt a szerkezetben több helyre is elhelyezhetünk a modell megváltozása esetén alapvető kérdés, hogy minden elhelyezési pontban egyformán változtak-e meg az elemek (tehát a rúdelemek kapcsolódása továbbra is megoldható egy darab csomóponti modellel) vagy eltérően változtak meg az elemek az elhelyezett csomópont pontjaiban (tehát kettő, vagy több csomópont típus kialakítására lenne szükség).

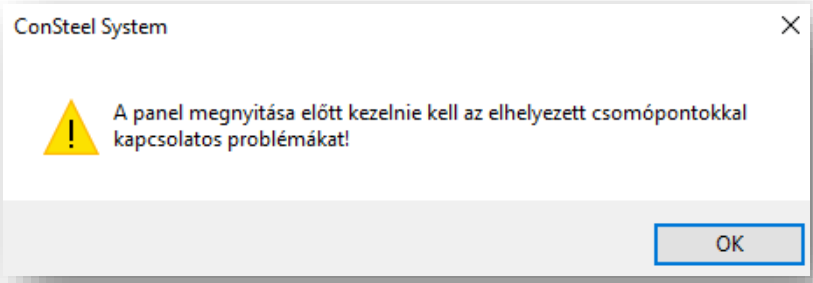
Abban az esetben, ha az elemek eltérően változtak meg egy csomópont típus elhelyezési pontjain, a szoftver figyelmeztet minket közvetlenül az adott szerkesztési művelet elvégzésekor, hogy rögtön kijavíthassuk a problémát. Ekkor a figyelmeztetés után eldönthetjük, hogy az elemek eltérő módosítását szándékosan végeztük el, vagy véletlenül. Bármelyik is történt, az elhelyezett csomópontjaink megmaradnak a szerkezeten. A kapcsolat szimbólumok mindaddig láthatóak maradnak, amíg az egyes bekötő rudakat nem töröljük. A figyelmeztetés egy panelen jelenik meg, ami a részmodell kezelő alá dokkolódik, és folyamatosan mutatja azokat a csomópontokat, amik eltérően változtak meg. Ezt az panelt nevezzük ***DIAGNOSZTIKA*** ablaknak (***1.2.7*** fejezet).

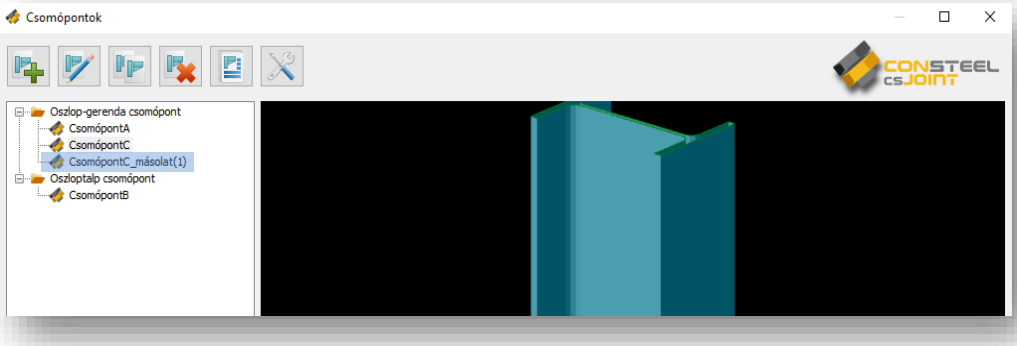


BEZÁR parancsra kattintva bezárhatjuk a diagnosztika panelt, ***KIJELÖL*** parancs segítségével kijelölhető a problémás csomópont és a ***DIAGNOSZTIKA*** paranccsal futtatható az ellenőrzés.
Ha a létrehozandó új csomópont nevét kijelöljük (Jelen esetben CsomópontC_másolata(1)), akkor a diagnosztika panel alján megjelenik egy új parancs: ***ÚJ CSOMÓPONTI MODELL FRISSÍTÉSE*** névvel***.*** A parancsra kattintva automatikusan frissítésre kerül a problémás csomópont. Ez jelen esetben annyit jelent, hogy létrejön egy teljesen új csomópont típus. Az újonnan létrehozott csomópontok szerkeszthetőek, módosíthatóak, illetve elérhetőek a ***CSOMÓPONT SZERKESZTŐBŐL.***



A ***CSOMÓPONT SZERKESZTŐ*** dialóg csak abban az esetben nyitható meg, ha korábban már kezeltük a csomópontokkal kapcsolatos problémákat. Ha ezt nem tettük meg, akkor az alábbi figyelmeztetés ugrik fel:

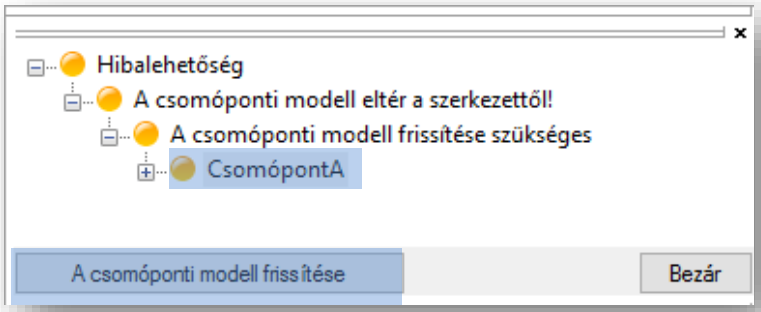


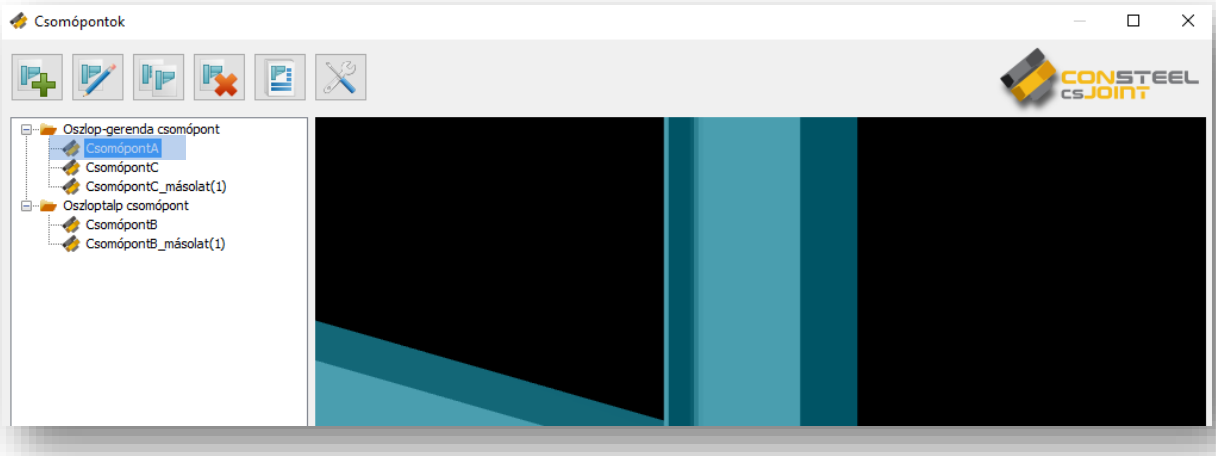


Ha a megváltozott modell alpján nem hozható létre az új csomópont, a ***ÚJ CSOMÓPONTI MODELL LÉTREHOZÁSA*** parancsra kattintás után letörlődik a problémás csomópont.

- Abban az esetben, ha az elemek azonosan változtak meg egy csomópont típus elhelyezési pontjain, a szoftver nem fog létrehozni egy újabb csomópontot, hanem a megváltozott csomópontot fogja frissíteni az aktuális modell alapján. Az egyes parancsok megegyeznek az előzőekben leírtakkal, ***BEZÁR*** parancsra kattintva bezárhatjuk a diagnosztika ablakot, ***KIJELÖL*** parancs segítségével kijelölhető az adott csomópont, illetve a ***DIAGNOSZTIKA*** paranccsal futtatható az ellenőrzés.
  Ha a módosításra kerülő csomópont nevét kijelöljük (Jelen esetben CsomópontA),

akkor a diagnosztika panel alján megjelenik az ***ÚJ CSOMÓPONTI MODELL FRISSÍTÉSE*** parancs, de ebben az esetben, mint ahogy az a korábbiakban említésre került, nem új csomópont fog létrejönni, hanem a meglévő csomópont lesz felülírva a változásoknak megfelelően.





15 CSPI – CONSTEEL PROGRAMMING INTERFACE

15.1 MI IS AZ A CSPI?

A ***CSPI*** programozói felületének köszönhetően, parametrikus modellek építése és futtatása válik lehetővé a ConSteel programban.

A ***CSPI*** saját, könnyen olvasható és értelmezhető nyelvezetében íródott paracsok segítségével a legtöbb ConSteel objektum létrehozható és elhelyezhető a modellben (szerkezeti elemek, lemezek, támaszok, terhek stb.). A hatékony parametrikus modellépítés érdekében a ***CSPI*** támogatja az olyan alapvető programozási eszközök használatát, mint a ***VÁLTOZÓK***, ***FOR CIKLUSOK*** vagy ***IF - ELSE*** elágazások.

A ***CSPI*** teljeskörű dokumentációjához, **parancs leírásokhoz**, **szintaktikai szabályokhoz**, **copy& paste mintakódokhoz**, **letölthető modellekhez** kérem, látogasson el az alábbi címen elérhető Wikipedia oldalunkra:

http://wiki.consteelsoftware.com/index.php/Main_Page

15.2 A CSPI PANEL, ÉS FUNKCIÓI

A ***CSPI*** panel a ConSteel megnyitása után a bal alsó sarokban helyezkedik el, alapértelmezésként "becsukott" állapotban. A panelnak megnyitása után plusz funkciók válnak elérhetővé.

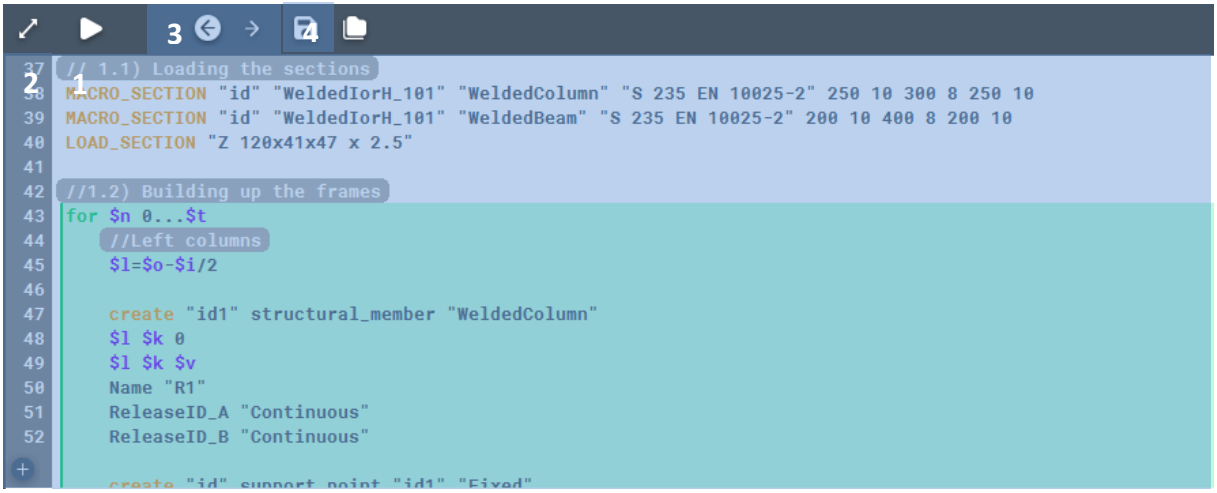
15.2.1 A CSPI PANEL FUNKCIÓI BECSUKOTT ÁLLAPOTBAN

A panel becsukott állapotában a csPI kód bevitelére nincs lehetőség, csak az alábbi funkciók érhetőek el:

1. ***CSPI*** panel ***MEGNYITÁSA/BEZÁRÁSA***
2. Előzőleg létrehozott és elmentett ***CSPI*** file (.cspi) ***BETÖLTÉSE***
3. Betöltött, vagy létrehozott kódsor ***FUTTATÁSA***

15.2.2 A csPI PANEL FUNKCIÓI KINYITOTT ÁLLAPOTBAN

A **csPI** panel megnyitása után további funkciók válnak elérhetővé, és a futtatni kívánt kód létrehozása megkezdődhet:



1. A panel fő része a ***KÓD BEVITELI FELÜLET***. Ezen a felületen kerülnek definiálásra a különböző változók, ciklusok, elágazások, majd sorról sorra végrehajtásra a ***FUTTATÁS*** gomb lenyomása után. A kód beviteli felület további funkciói:
    a. Parancsok, változók, kommentek, ciklusok, elágazások automatikus színezése
    b. Jobb egérgombbal kattintva a felületen, a megnyíló menü ***INSERT*** parancsával minta parancsok beszúrására van lehetőség
    c. Jobb egérgombbal kattintva a felületen, a megnyíló menü ***HELP*** funkcióját választva az alapértelmezett böngészőn keresztül a ***csPI WIKIPÉDIA*** oldala nyílik meg. Ha egy parancson történik a job egérgombbal való kattintás, az adott parancs wikipédia oldala nyílik meg.
2. A ***SORSZÁMOZÁSNAK*** alapvetően két funkciója van. Segíti a kódban való **navigációt**, és segít a kódban lévő hibák lokalizálását. Hibás kód esetén futtatása esetén a hiba helyéről a kódban egy automatikus hibaüzenet ad tájékoztatást.
3. A ***VISSZA/ELŐRE*** gomb a legutolsó művelet visszavonására/megismétlésére szolgál
4. A ***MENTÉS*** gomb a kód beviteli felület tartalmát menti el egy ***.cspi*** kiterjesztésű fájlba, ami a betöltés gombbal bármikor újra betölthető
5. A ***csPI*** panel fejlécén bal egérgombbal kattintva a panel szabadon mozgatható, és dokkolható, ami másodlagos kijelző használata esetén különösen hasznos lehet.

15.3 A csPI ALAPVETŐ ESZKÖZEI

15.3.1 VÁLTOZÓK

A ***csPI*** képes a névvel ellátott ***VÁLTOZÓK***, és azok tartalmának használatára és feldolgozására. Egy változó egyenértékű a hozzá tartozó értékkel.

Új objektumok létrehozása megkívánja különböző objektum specifikus paraméterek megadását (pl.: szerkezeti elem → kezdő és vég koordináták). Ezen paraméterek értékadása nem csak direkt módon, de parametrikusan, változók használatával is lehetséges.

csPI-ben változók definiálása minden esetben egy ***$*** jellel kezdődik, amit a változó neve, majd egyenlőség jel után az értékadás követ: **$x=1000**

A változók típusukat tekintve két félék lehetnek:

- Számszerű
- Szöveges változók [HAMAROSAN]

Ha egy változó definiálásra került egy adott sorban, szabadon használható a további kódsorokban.

15.3.1 MATEMATIKAI OPERÁTOROK

A ***MATEMATIKAI OPERÁTOROK*** számszerű értékekkel, és változókkal való műveletekhez használhatóak. .

A ***csPI*** a következő operátorokat ismeri:

+ → Összeadás

- → Kivonás

***** → Szorzás

/ → Osztás

% → Maradékos osztás

^ → Kitevő

sin → Szinus

cos → Cosinus

tan → Tangens

log → Logaritmus (10-es alapú)

round → Kerekítés egész számra

floor → Kerekítés egész számra lefelé

ceil → Kerekítés egész számra felfelé

nint → Legközelebbi egész szám

sqrt → Négyzetgyök

15.3.2 FOR CIKLUS

A ***CIKLUS*** az ismétlődő (azonos vagy hasonló) műveletek végrehajtásának alapvető eszköze.

A ***CSPI*** kezeli a ***FOR*** ciklust, paraméterei a futó változó, a kezdő érték és a záró érték, melyet a futó változó sosem vesz fel. ***FOR*** ciklus paraméterei a következőek:

- Futó paraméter
- Futó paraméter kezdő értéke
- Futó paraméter végértéke

Példakódokért és további részletekért kérem, látogasson el az alábbi címen elérhető Wikipedia oldalunkra:

http://wiki.consteelsoftware.com/index.php/Cycles

15.3.3 IF - ELSE ELÁGAZÁS

Az ***IF - ELSE ELÁGAZÁS*** valamilyen feltétel esetén végrehajt az esetre tartogatott utasítás blokkot, mely egyszerű esetben egyetlen utasítást, gyakorlatban általában több utasítást tartalmaz.

A ***CSPI*** támogatja az egyszerű (egyirányú) feltételes elágazást, és az összetett (kétirányú) feltételes elágazást.

- Egyszerű elágazás:

if [feltétel]
utasítás
endif

- **if** és **endif** az elágazás kezdetét, és végét jelzi
- a feltétel eredménye **igaz**, vagy **hamis** lehet
- az utasítás akkor fut le, ha a feltétel **igaz**

- Összetett elágazás:

if [feltétel]
utasítás 1
else
utasítás 2
endif

- **if** és **endif** az elágazás kezdetét, és végét jelzi
- a feltétel eredménye **igaz**, vagy **hamis** lehet
- az utasítás 1 akkor fut le, ha a feltétel **igaz**
- az utasítás 2 akkor fut le, ha a feltétel **hamis**

In the expression, after the if command, the following operators can be used:

A feltételben a következő operátorok használata megengedett:

== → Egyenlő

!= → Nem egyenlő

< → Kisebb, mint

<= → Kisebb egyenlő

> → Nagyobb, mint

>= → Nagyobb egyenlő

Példakódokért és további részletekért kérem, látogasson el az alábbi címen elérhető Wikipedia oldalunkra:

http://wiki.consteelsoftware.com/index.php/If_else_statements

15.3.4 ELÉRHETŐ PARANCSOK

Ebben a fejezetben a csPI elérhető parancsai vannak listaszerűen összegyűjtve. A parancsok részletes dokumentációjához, **parancs leírásokhoz**, **szintaktikai szabályokhoz**, **copy& paste mintakódokhoz**, kérem, látogasson el az alábbi címen elérhető Wikipedia oldalunkra:

http://wiki.consteelsoftware.com/index.php/CsPi_functions

- Load Section

  LOAD_SECTION paranccsal a szabványos szelvénytárból tölthetőek be szelvények.

Példakód:

LOAD_SECTION "HEA 200"

- Macro Section

MACRO_SECTION paranccsal a Wikipedia oldalon található makró szelvények hozhatóak létre.

Példakód:

STANDARD_MACRO_SECTION "id" "RolledIorH_1" "rolledI" "S 235 EN 10025-2" 200 100 6 10 12

- Create

Create paranccsal úgynevezett **általános** objektumok, és plusz bemenő paraméterek igénylő **nem általános** objektumok hozhatók létre. Create parancsokkal létrehozható parancsok listája:

  - LoadGroup
  - LoadCase
  - LoadTransferSurface
  - Structural_Member
  - Structural_Plate
  - Tapered_Member
  - Link
  - Support_Point
  - NodeForce
  - MemberForce
  - PlateForce

- Set

A SET parancs különböző, már létrehozott objektum típusok Objektum attribútumainak beállítására és megváltoztatására szolgál. Set paranccsal módosítható objektumok listája:

  - LoadGroup
  - LoadCase
  - Structural_Member
  - Structural_Plate
  - Tapered_Member
  - Link
  - Support_Point
  - NodeForce

- MemberForce
- PlateForce

- Get Release Name

  Rúdvégi release folytonosságok alapján való megkeresésére, és változóba történő tárolására, illetve nem létező folytonosság beállítások esetén új rúdvégi folytonosság létrehozására, és változóba történő eltárolására használt parancs

  Példakód:

  GET_RELEASE_NAME "Fix" "Fix" "Fix" "Free" "Fix" "Free" "Fix" "rel1"

- Get Support Name

  Támasz szabadságfok alapján való megkeresésére, és változóba történő tárolására, illetve nem létező szabadságfok keresés esetén új támasztípus létrehozására, és változóba történő eltárolására használt parancs

  Példakód:

  GET_SUPPORT_NAME "Free" "Fix" "Free" "Free" "Fix" "Free" "Free" "sup1"

- Select

  A kijelölés parancsokkal előzőleg létrehozott és elhelyezett objektumok jelölhetőek ki, melyek így egyéb modellező parancsokkal módosíthatóak

  - Select all/Deselect all
  - Select by_ID/Deselect by_ID
  - Select by_Type/Deselect by_Type
  - Select by_Attribute/Deselect by_Attribute
  - Select by_User
  - Select invert

- Move & Copy

  A mozgatás és másolás parancsokkal előzőleg létrehozott és elhelyezett objektumok mozgathatóak, másolhatóak. Az alábbi parancs változatok érhetőek el:

  - Move_selected_point_or_edge
  - Move_selected
  - Copy_selected

- Rotate

A forgatás parancsokkal előzőleg létrehozott és elhelyezett objektumok forgathatóak. Az alábbi parancs változatok érhetőek el:

- Rotate_selected
- Rotate_copy_selected

- Mirror

A tükrözés parancsokkal előzőleg létrehozott és elhelyezett objektumok tükrözhetőek. Az alábbi parancs változatok érhetőek el:

- Mirror_selected
- Mirror_copy_selected

- Get user input

A Get_user_input parancsokkal változók bekérése végezhető el ún. dinamikus ablakokon keresztül, melyek tartalma (legördülő menük, jelölőnégyzetek, szövegdobozok) egyedileg változtatható, és a programkód futása közben a felhasználótól közvetlenül kér be adatokat. A dinamikus ablakokon a következő elemek helyezhetőek el:

- TEXT – Szövegdoboz elhelyezése a dialógon, melynek elfogadott bemeneti paramétere szöveg. A beadott érték a parancs megadásánál meghatározott változóba kerül eltárolásra
- NUMBER – Szövegdoboz elhelyezése a dialógon, melynek elfogadott bemeneti paramétere szám. A beadott érték a parancs megadásánál meghatározott változóba kerül eltárolásra
- BOOL –Jelölőnégyzet elhelyezése a dialógon. A jelölőnégyzet bepipálásával a parancsban meghatározott változóba 1, ellenkező esetben 0 érték kerül eltárolásra
- OPTION – Legördülő menü elhelyezése a dialógon. A lista elemei a parancsban előre definiálandóak. A felhasználó által kiválasztott lista elem értéke kerül tárolásra a parancsban megadott változóban,
- POINT – Kiválasztás gomb elhelyezése a dialógon, mellyel egy pont modelltérben kijelölt pont koordinátái kérhetőek le és tárolhatóak el a parancsban meghatározott tömbben
- OBJECT – Kijelölő gomb elhelyezése a dialógon, mellyel a kijelölt elemek azonosítója kerül eltárolásra a parancsban meghatározott tömbben

- Excel parancsok

Az Excel parancsokkal csPI-n keresztül van lehetőség Excelből való adat beolvasásra. Az alábbi parancsok érhetőek el:

- EXCEL_OPEN –Megadott elérési útvonalon, vagy annak hiányában a mentett modellfile mellett lévő excel file megnyitása. További Excel parancsokhoz előfeltétel
- EXCEL_CLOSE – Legutoljára megnyitott Excel file megnyitása
- EXCEL_READ_CELL –Megadott Excel cella értékének beolvasása és csPI változóba történő tárolása
- EXCEL_COUNT_FILLED_ROWS –Excel file meghatározott oszlopának nem üres sorainak megszámlálása, és az érték csPI változóban történő tárolása

15.4 csPI KÓD HIBAKERESÉS (DEBUG) FUNKCIÓK

A csPI hibakereső funkció segítségével könnyen megkereshetőek a megírt kód hibái, illetve lépésről lépésre megtekinthető, hogy hogyan működik a kód.

A hibakereső funkció két részből áll:

- Automatikus kód ellenőrzés: automatikus kód ellenőrzés folyamatosan fut a kód írása közben és ellenőrzi a megírt kód megfelelősségét.
  A kódellenőrzésnek két fajta visszajelzése van:
  1. Figyelmeztetés: a szükséges sorokat sárga háttérrel kiemeli és soronként kiírja a lehetséges figyelmeztetési üzeneteket. Figyelmeztetések nem blokkolják a kód futtatását

     3 LOAD_SECTION "HEA 200" Figyelmeztetés: A szelvény nem lett betöltve, mivel már szerepel ezzel a
  2. Hiba: a szükséges sorokat piros háttérrel kiemeli és soronként megjeleníti a hibaüzeneteket. Hiba üzenetek blokkolják a kód futtatását

     5 CRETE "01" NodeForce "LC1" 0 Hiba: Ismeretlen parancs: CRETE
- Hibakeresés funkció (debug): a funkció segítségével sorról sorra léptethető a kód futtatása és minden egyes lépés során megtekinthetőek a változók aktuális értékei.
  A hibakeresés (debug) funkció a csPI szerkesztő felső sorában található:

  Hibakeresési pont hozzáadása: hibakeresés futtatása során a kód minden egyes hibakeresési pontnál megáll. Tetszőleges számú hibakeresési pont helyezhető el a kódban. Hibakeresési pont elhelyezéséhez a kurzorral a megfelelő sorba kell állni és meg kell nyomni a pont hozzáadása gombot.

Elhelyezett hibakeresési pont kiemeli az adott sor sorszámát (9).

Hibakeresési pont törlése: hibakeresési ponttal ellátott sorban állva a hozzáadás gomb automatikusan átvált pont törlése funkcióra. A gomb megnyomásával az adott sor hibakeresési pontja törlődik

Összes hibakeresési pont törlése: a gomb megnyomásával az összes elhelyezett pont törlésre kerül

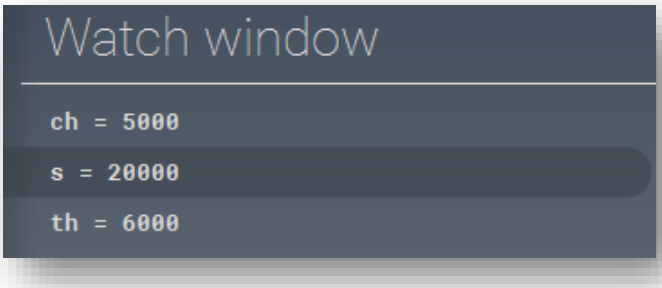
Hibakeresési funkció bekapcsolása: a gomb megnyomásával a funkció elindul és a kód futás az első hibakeresési pontnál megáll.

A hibakeresési funkció bekapcsolásával további hibakeresési funkciók is elérhetővé válnak:

Következő sorra ugrás: a gomb megnyomásával kód futtatása sorról sorra történik

Ugrás a következő hibakeresési pontra: a gomb megnyomásával a kód a következő hibakeresési pontig lefut és ott megáll

Futtatás a kód végéig: a gomb megnyomásával a kód figyelmen kívül hagyja az elhelyezett hibakeresési pontokat és az utolsó sorig lefut

Hibakeresési funkció kikapcsolása: a gomb megnyomásával a hibakeresés befejeződik

Betekintő ablak (Watch window): a betekintő ablak megmutatja az adott sor fölött az aktuális változó értékeket