



Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem  
Gépészmérnöki Kar  
Gép -és Terméktervezés Tanszék



**- Koplányi Krisztián, Piros Attila -**

## **Creo Parametric 4.0 segédlet (kezdőknek)**

Dátum: 2020. 02. 11.

# 1. FELHASZNÁLÁSI FELTÉTELEK

Copyright © 2009–2020

– Koplányi Krisztián, [koplanyi.krisztian@outlook.hu](mailto:koplanyi.krisztian@outlook.hu)

– Piros Attila, [piros.attila@gt3.bme.hu](mailto:piros.attila@gt3.bme.hu)

Ez a mű a Creative Commons Nevezd meg! – Így add tovább! (CC-BY-SA-4.0) Licenc; valamint a Gnu Free Documentation License feltételeinek megfelelően szabadon terjeszthető, illetve módosítható (lásd: zárszó). A segédlethez **mintapéldák** is tartoznak, a terjesztés során ezek elérhetőségéről is gondoskodjunk!

<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/deed.hu>

<http://www.gnu.org/licenses/fdl.html>

Minden információ, ami ebben a dokumentumban található, a lehető legnagyobb gondossággal lett készítve, ennek ellenére előfordulhatnak hibák, pontatlanságok.

Minden védjegy saját tulajdonosaié.

## 2. ELŐSZÓ

### 2.1.1. Peremfeltételek

Ez az anyag a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Gépészmérnöki Karán hallgatott *CAD technológiák 1 és 2* tantárgyak gyakorlati (2008/2009; pro/e wf4) órái alapján készült. A gyakorlatvezető oktatónk **Piros Attila** volt, aki a *C3D Kft.* -nél munkálkodik. A BME -s beállításokat, valamint a mintapéldák nagy részét ő és a kollégái készítették el nekünk.

A használt szoftver verziója: **Creo Parametric 4.0 M030**

Az egyetem kapcsolatai révén érvényes hallgatói licenchez jutottunk (University Edition).

---

### Megjegyzés

Az iparban használt Creo Parametric (leánykori nevén: Pro/Engineer) nem nyitja meg a tanulói változattal készített fájlokat!

---

### 2.1.2. Célközönség

A jegyzet elsősorban főiskolai / egyetemi hallgatók fejtágításához készült. Mivel a legtöbb kolléga már dolgozott 3D -s tervezőrendszerrel (CAD alapjai), ezért a szerzők igyekeztek tömören fogalmazni. Az anyag könnyebb megértésének érdekében elérhetővé tettük az egyes fejezetekben előimádkozott példák elektronikus változatát.

A segédlet vége felé haladva egyre bonyolultabb feladatokat fogunk megoldani, ezért fontos a korábbi fejezetek ismeretanyagának elsajátítása.

### 2.1.3. Az anyagok elérhetősége

– BME -s beállítások, segédletek, mintapéldák: <https://server.intellifiles.eu/>

– Példák megoldása különböző CAD rendszerekben: <http://cad-feladatok.c3d.hu/dw00/doku.php>

– E segédlet + válogatott mintapéldák: <http://kopibagoly.bplaced.net/proe/proe.php>

# TARTALOMJEGYZÉK

1. Felhasználási Feltételek.....	2
2. Előszó.....	2
2.1.1. Peremfeltételek.....	2
2.1.2. Célközönség.....	2
2.1.3. Az anyagok elérhetősége.....	2
3. Kezdetek.....	5
3.1. Telepítés menete (hallgatói licenc esetén).....	5
3.2. Első lépések.....	5
3.2.1. A modellező felületének rövid áttekintése.....	6
3.2.2. Vázlatkészítő.....	8
3.2.3. 3D-s modellező.....	11
4. Első példa – Ferdeülékű szelep.....	13
4.1. Összeállítási modell.....	13
4.1.1. Robbantott ábra.....	15
4.2. Rajzkészítés.....	15
4.2.1. A rajzkészítő rövid áttekintése.....	15
4.2.2. Nézetek beszúrása, beállítása.....	15
4.2.3. Méretezés.....	16
4.2.4. Kirészletezés.....	17
4.2.5. Sraffozás.....	17
4.2.6. Darabjegyzék.....	17
4.2.7. Tételszámozás.....	17
4.3. Modellek kikupálása.....	18
5. Családtáblás alkatrészek – Csavar.....	20
5.1. Paraméterek és relációk megadása.....	20
5.2. Rajzkészítés.....	22
6. Mechanizmusok – Szakaszos mozgítás.....	23
6.1. Összeállítás.....	23
6.2. Mechanizmus modul.....	24
6.2.1. Hajtások.....	25
6.2.2. Analízisek készítése.....	26
6.2.3. Perem- és kezdeti feltételek.....	27
6.3. Rajzkészítés.....	27
7. Mechanizmusok – Hajtómű.....	29
7.1. Fogaskerék összeállítás.....	29
7.2. Hajtómű összeállítás.....	30
7.2.1. Részösszeállítások.....	30
7.2.2. Főösszeállítás.....	31
7.2.3. Csapágyak, tömítések.....	31
7.2.4. Fogaskerek kiegészítés.....	31
7.2.5. Kép renderelése.....	32
7.3. Rajzkészítés.....	32
8. Top-Down design – Motor.....	34
8.1. Összeállítás létrehozása.....	34
8.2. A statikus vázlat megrajzolása.....	34
8.3. Alkatrészek modellezése.....	35
8.3.1. Álló részek.....	36
8.3.2. Mozduló részek.....	36
9. Felületmodell – Star Trek Voyager.....	37
9.1. Számárvezető.....	37
9.2. Görbék rajzolása, felületek kifeszítése.....	38
9.3. Felületek összefűzése, test létrehozása.....	39
9.4. Hibajavítás.....	39
9.5. 3D -s pdf fájl készítése.....	40
10. Mathcad integráció – Edényfenék.....	41
10.1. Mathcad bevezető.....	41
10.1.1. A felhasználói felület áttekintése.....	41
10.1.2. Rövid ismerkedés a Mathcad -el.....	42
10.2. Mathcad – Creo integráció.....	43
11. Zárszó.....	49
11.1.1. Felhasznált szoftverek.....	49

## MINTAPÉLDÁK JEGYZÉKE

A segédlethez az alábbi csomagok tartoznak:

- BME -s beállítások (*creo4\_001\_bme\_setup.zip*)
- Kezdő példák
  - öntömítő áteresztőcsap (*wf5\_101\_kopi\_csap.zip*),
  - ferdeülékű szelep (*creo4\_102\_piros\_szelep\_oa.zip*),
  - söprés keverék (*wf3\_103\_piros\_sweep\_blend.zip*),
  - belső kulcsnyílású csavar (*wf5\_201\_kopi\_csaladtabla.zip*),
- Kezdő mechanizmusok
  - szakaszos mozgítás (*wf5\_301\_piros\_szakaszos\_mozgatas.zip*),
  - fogaskerék párok (*wf3\_302\_piros\_fogaskerek\_par.zip*),
  - fogaskerekes hajtómű (*wf5\_303\_kopi\_hajtomu.zip*),
  - bordás tengely és -agy (*wf3\_304\_piros\_bordas\_tengely.zip*),
- Fentről lefelé építkezés „skeleton” vázlatokkal:
  - dugattyús motor (*wf5\_401\_piros\_motor.zip*),
  - fogaskerekes hajtómű (*creo3\_402\_piros-horvath\_hajtomu.zip*),
- Felületmodellek
  - Voyager (*wf5\_501\_kopi\_voyager.zip*),
  - cápamobil (*wf3\_502\_piros\_capamobil.zip*),
- Creo - Mathcad integráció:
  - kosárgörbe (*creo4\_601\_kopi\_kosargorbe.zip*),
  - henger (*creo4\_602\_piros-varga\_math\_henger.zip*),
- Végeselem analízis:
  - teleszkóp (*wf5\_701\_tokes\_telescope.zip*),

### Megjegyzések a példákhoz:

- kezdők számára ismerkedési céllal készültek (→ ipari felhasználásra nem alkalmasak),
- mivel régen készültek, így nincsenek az aktuális Creo verzióhoz igazítva (→ újabb Creo verzióval való megnyitás esetén pár gikszer előfordulhat),
- némelyik zip csomagban szöveges leírás is található,
- nem mindegyik példához készült szöveges leírás,

### 3. KEZDETEK

#### 3.1. Telepítés menete (hallgatói licenc esetén)

- Hozzuk létre a creo munkakönyvtárát: **c:\work\_creo**

A fájlok, könyvtárak nevében ne használjunk ékezetes karaktereket; szóköz helyett pedig underline -t használjunk: \_

- Töltsük le a **creo4\_001\_bme\_setup.zip** fájlt, majd csomagoljuk ki! *PTC\_Creo\_installalas.pdf* leírás alapján szerezzük be a hallgatói licencünket, amelyet mentünk a munkakönyvtárunkba!

- Indítsuk el a Creo telepítőt (jobb klikk/futtatás rendszergazdaként)! El kell fogadnunk a licenc szerződés feltételeit, majd a licenc fájlt tállózással válasszuk ki (vagy a Windows Intézőből „fogd és ejtsd” módszerrel rántsuk át)! Lásd: *PTC\_Creo\_installalas.pdf* szerint.

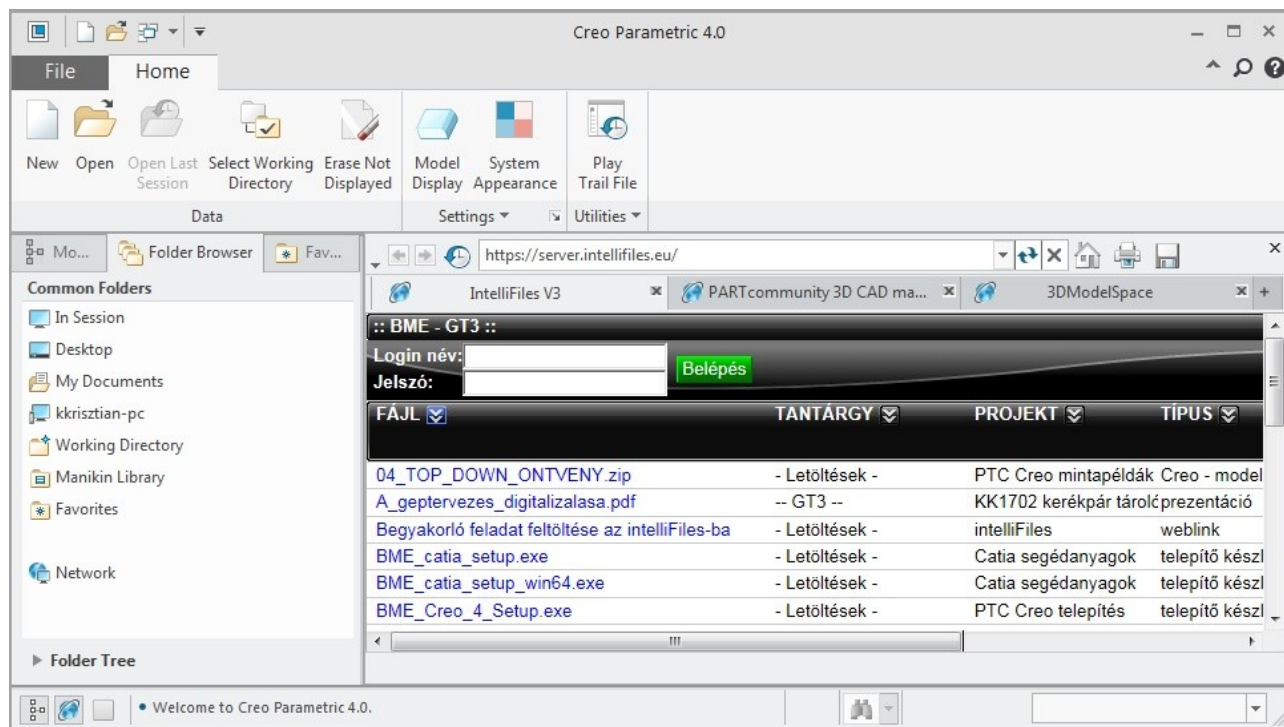
- A modulok kiválasztását követően feltelepül a szoftver.

- A BME -s beállításokat is telepítsük, amely után az asztalon létrejön egy új parancsikon. Ha a program első indításakor jelez a tűzfal, akkor engedélyezzük a Creo számára az internet elérését!

#### 3.2. Első lépések

A BME -s beállítások feltelepítését követően érdemes a következő könyvtár tartalmát átnézni:  
*C:\Users\Public\Documents\work\_creo\_4\zz\_Creo\_doc\*

Első indításkor valami ehhez hasonló kép fogad:



1. ábra. Bejelentkező képernyő

A bal alsó sarokban a **Folder Tree** -re kattintva tállózással kiválaszthatjuk a munkakönyvtárunk helyét (c:\work\_creo) majd jobb egérgomb kattintással az előugró menüből válasszuk ki a **Set Working Diretory**-t!

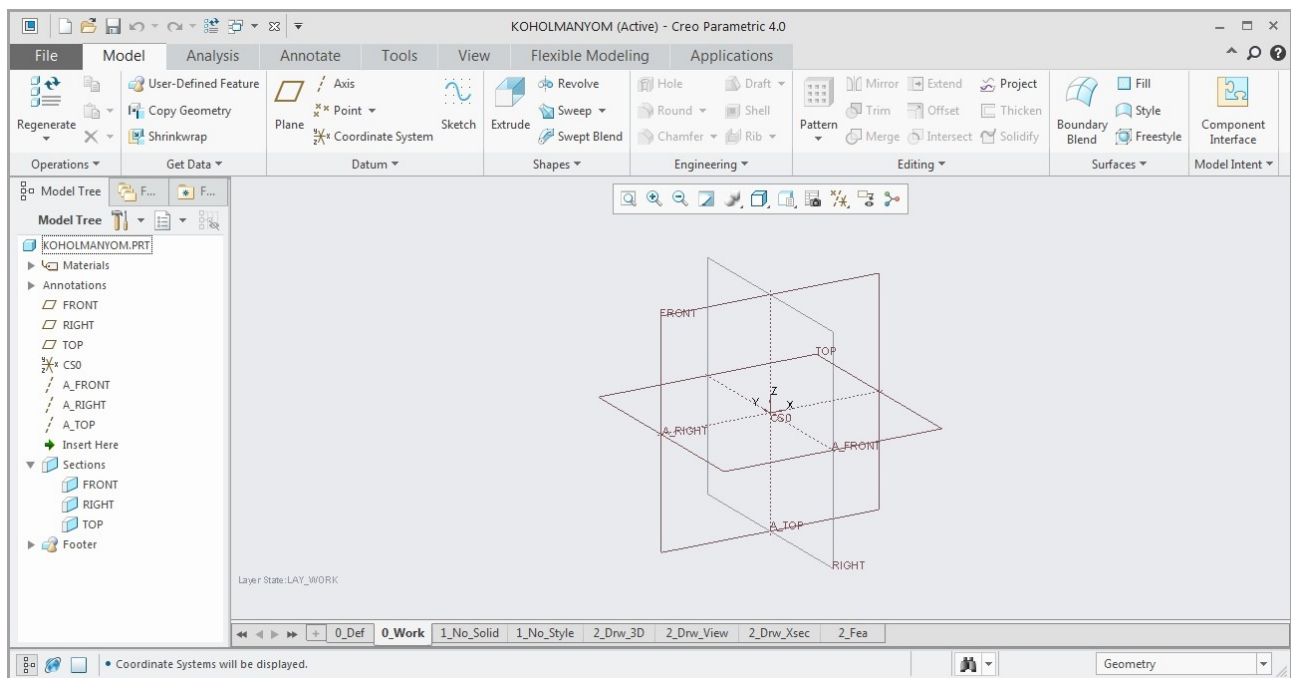
**Home/New** (Ctrl+N) menüből új dokumentumot hozhatunk létre:

- Layout: 2d vezérelt 3d rajz;
- Sketch: vázlat;
- Part: alkatrész modell;
- Assembly: összeállítás;
- Manufacturing: gyártás (CAM);
- Drawing: 2d-s rajz;
- Format: 2d-s rajzhoz rajzlapkeret formátum.

Mi most a **Part** -ot válasszuk! **Name** mezőbe írjunk be valami értelmes nevet, pl.:

*koholmanyom*. A következő ablakban a **Template** mezőben hagyjuk meg a

**creo\_3\_prt\_standard** beállítást. A **Parameters** mező elemeit töltsük ki tisztességesen, mert a rajzkészítésnél a darabjegyzék adatai ebből fognak generálódni! Miután létrejött egy új üres modell, a képernyő alján látható fülék (Combined Views, vc) közül válasszunk ki a **0\_Work** -öt!



2. ábra. Alkatrész modellezés felhasználói felülete

### 3.2.1. A modellező felületének rövid áttekintése

A **legfelső menüsorban** a következő ikonok sorakoznak:

Új fájl létrehozása; megnyitás; mentés; műveletek visszavonása; modell regenerálása; ablakválasztó (több megnyitott modell esetén hasznos); ablak bezárása; felhasználói felület testreszabása.

A PTC is szalagos menürendszert (ribbon) használ, melyben az egyes ikonok külön-külön mezőkbe lettek rendezve. A mező nevére kattintva további lehetőségek gördülnek elő.

#### File menü

- **Save** (Ctrl+S) -ről azt kell tudni, hogy minden egyes mentésnél külön fájl jön létre. Ha csak a legújabb változatot szeretnénk meghagyni, akkor Windows Intézőben a munkakönyvtáron jobb egérgéppel előugró menüből a **Creo Purge** opciót válasszuk!
- Biztonsági mentés készítése: hozzunk létre új könyvtárat, állítsuk be munkakönyvtárunk, majd nyissuk meg a menteni kívánt könyvtárból a fő összeállítást (ha van rajz, akkor azt), **File/Save As/Save a Backup**. Figyelem: azok a modellek (és egyéb fájlok) nem lesznek elmentve, amelyek nem állnak kapcsolatban a fő összeállítással!
- **Prepare/Model Properties** ablakban a Material sorban látható **change** gombra kattintva kiválaszthatjuk a modell anyagát (a nekünk megfelelő anyagon jobb klikk/Add to Model, hogy a **Materials in Model** rubrikában megjelenjen az új anyag neve, majd jobb klikk/**Assign**. Ha új anyagot szeretnénk definiálni, akkor ezt a **File/New** ablakban tehetjük meg, ahol figyeljünk, hogy a sűrűség dimenziója [tonna/m<sup>3</sup>!]). A mértékegység rendszert (Units; [mmNs]); paramétereket (Parameters), összefüggéseket (Relations),

- tűrést (Tolerance) adhatunk meg.
- A **creo** a megnyitott fájlokat a memóriában tárolja, így ha bezárjuk az épp szerkesztés alatt lévő modellt, majd újra megnyitjuk azt, akkor nem a mentett, hanem a bezárás előtti állapot töltődik be. A **Manage Session/Erase Not Displayed** el kiválaszthatjuk a memóriából törlendő elemeket.
- **Help** -ből elérhető a súgó.

### Model menü

- **Operations**: regenerálás, másolás, beillesztés;
- **Get Data** mezőben található parancsok a „top-down” modellezésnél lesznek érdekesek;
- **Datum**: segéd síkot/pontot/szimmetriatengelyt definiálhatunk, valamint vázlatot készíthetünk (Sketch);
- **Shapes**: az elkészült vázlat kihúzásával/forgatásával/söprésével 3d-s objektumot hozhatunk létre;
- **Engineering**: a 3d -s modellre lekerekítést, letörést, stb. rakhatunk;
- az **Editing** és a **Surfaces** mezők parancsai a felületmodelleknél használatosak.

**Analysis** menüpontban különböző méréseket, tűrésvizsgálatot végezhetünk.

**Annotate** menüben különböző méreteket, felületi érdekességet dobálhatunk a modellre.

**Tools** menüből érhető el a paraméter, függvény megadás; szabványos alkatrészek esetén családtáblás modellt hozhatunk létre.

### View menü

- **Visibility**: Layer -ek manipulálása;
- **Appearance**: jelenetek (háttér), valamint a modell színének kiválasztása;
- **Orientation**: zoom -olás, nézetek választása/definiálása;
- **Model Display**: metszetek/nézetek definiálása;
- **Show**: síkok/pontok/szimmetriatengelyek ki-be kapcsolgatása;
- **Window**: megnyitott ablakok közötti navigálás, illetve azok bezárása.

**Applications** menüben különböző szakmodulokba léphetünk át

- **Welding**: hegesztés;
- **Simulate**: véges elem;
- **Render Studio**: színes-szagos látványterv generálása, stb.

Bal oldalt látható a modellfa, melyből kideríthető, a drága tervező milyen lépésekből, ill. sajátosságokból építette fel modellt.

A zöld nyíllal jelzett **Insert Here** -nek fontos szerepe van: ha erős a gyanúnk, hogy a program regenerálás után idegösszeomlást fog kapni, akkor érdemes ezt a nyilacskát a fájlépítési fában feljebb húzni az általunk gondolt lépésig, ekkor a nyíl alatt lévő műveletek érvényüket veszítik. Érdemes lehet egy mentést csinálni ilyenkor.

A **Model Tree** felirattal egy sorban két ikon található:

- **Show** ikon legördítésével át tudunk váltani **Layer Tree** -re. Itt a nem szimpatikus, ill. kifejezetten idegesítő rétegeket láthatatlanná tudjuk tenni (jobb klikk/Hide)
- **Settings** (kalapács/villáskulcs ikon) legördítése: **Save Model Tree** parancsával el tudjuk menteni a fenti módosításokat. A Tree Filters és a Tree Columns használatára később térek ki (hajtóműves példa, alkatrészek újra paraméterezése).

A szalagos menü alatt középre igazítva látható egy rövid menüsor:

- **Refit** parancssal a modellt a képernyő méretéhez igazíthatjuk.
- **Display Style** -al a modell megjelenítési módját tudjuk változtatni:
 

Shading	árnyékolt testmodell
No hidden	takart vonalakat nem mutatja
Hidden line	takart vonalakat mutatása
Wireframe	drótváz



- **Saved Orientations** segítségével a modellünket a kiválasztott nézetbe forgathatjuk. Ha a modellt a számunkra kívánatos pozícióba forgattuk, akkor a **Reorient** -el készíthetünk róla saját nézetet. Ez majd rajzkészítésnél lesz hasznos.

- **View Manager** -ben az alábbiakat valósíthatjuk meg:

**Simp rep** egyszerűsített ábrázolási módot definiálhatunk. Példa: a kiserkesztett evolvens fogaskereket egy tömör tárcsaként jeleníthetjük meg. Az eredeti nézet a **Master Rep**.

**Sections** segítségével metszeteket hozhatunk létre. Új metszet készítéséhez a **New/Planar** gombra kell kattintani, a név megadása után jelöljük ki a metszősíkot, majd **Done**. Ha lépcsős metszetet szeretnénk, a **Planar** helyett az **Offset** -et válasszuk!

- **Datum Display Filters** -ben a síkok/pontok/tengelyek láthatóságát/elrejtését állíthatjuk.

- **Annotation Display** -el a méretek, tűrések stb. megjelenítését kapcsolhatjuk ki-be.

- **Spin Center** -el a forgatási középpont megjelenítését ki-be kapcsolhatjuk.

---

A modelltérben:

Zoom -olni az egér scroll gombjával, a modellt forgatni pedig a lenyomott scroll gomb + az egér mozgatásával tudunk. Ha a nagyítást/kicsinyítést vagy a forgatást egy középpont körül kívánjuk megtenni, akkor a Ctrl gomb lenyomása közben kell az egér scroll gombját letaposnunk, miközben az egeret mozgatjuk.

---

## Megjegyzések

- A modell színének beállítása: a fájlépítési fa legtetején található a fájl neve, miután ezt kijelöltük, (View fülön) **Appearances** -t legördítjük, majd a My Appearances mezőből kiválasztjuk kedvenc színünket. (Átlátszó anyag: **ptc-glass**.)

- A jobb egérgombos helyi menü előcsalogatásához helyenként hosszabban kell lenyomva tartani a gombot.

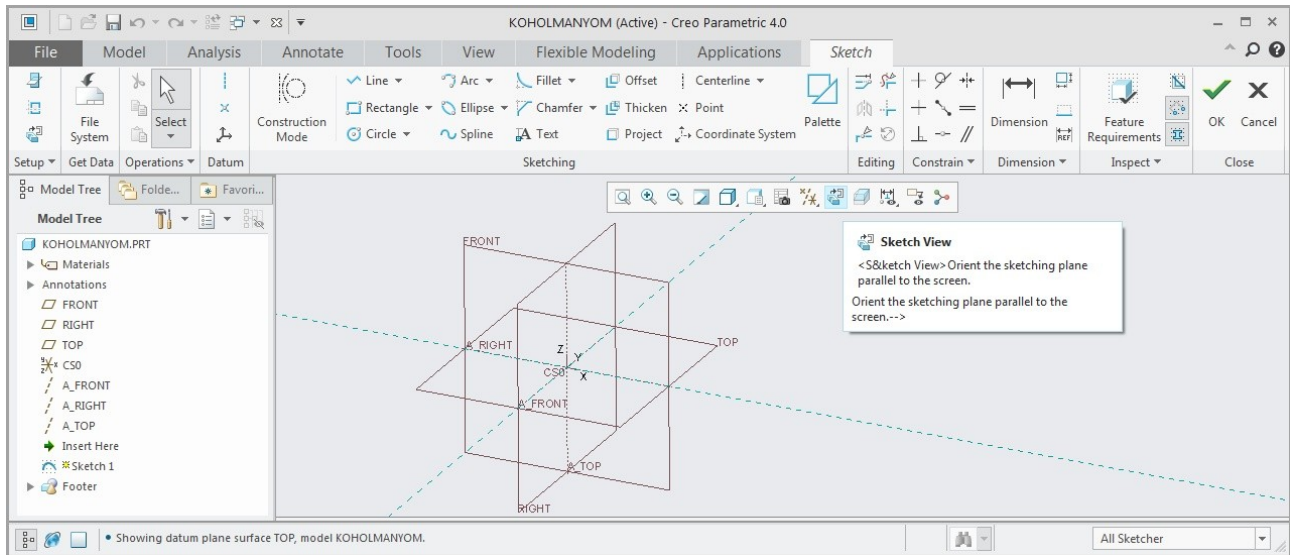
### 3.2.2. Vázlatkészítő

A modellfában kattintsunk arra a síkra (pl.: Top), amelyre rajzolni szeretnénk, majd bökjünk a Model/Datum/**Sketch** ikonra!

(Ha a sík megadása nélkül kattintottunk a vázlat ikonra, akkor felugrik egy ablak, amely pont ennek elmaradása miatt rinyál. [Ha szükséges, a **Flip** gombbal megcserélhetjük a vetítési irányt.] Ha már készítettünk vázlatot, és megint egy újat szeretnénk kezdeni az előbbi síkon, akkor a **Use Previous** -ra kattintsunk!)

A megadott sík képernyő síkjába forgatásához kattintsunk a **Sketch View** gombra (Datum Display Filters mellett)!





3. ábra. Vázlatkészítő

Láthatjuk, hogy létrejött a **Sketch** feliratú menüpont/fül a többi mellett, ezzel együtt csomó új ikon került elő.

### A vázlatkészítő rövid áttekintése

#### **Setup** mező

- A **References** segítségével referencia vonalat tudunk megadni. Akkor használhatjuk, ha már létrehoztunk egy 3d-s testet (referenciának megadhatjuk a test valamelyik élet). Használata előtt váltsunk át drótváz megjelenítésre!

#### **Get Data** mező

- Itt külső fájlból vett rajzot tudunk beszípkázni (igs, dwg, dxf, stb.).

#### **Operations** mező

- Kivágás, másolás, beillesztés;
- A **Select** -el a már megrajzolt vonalakat (egyesével, vagy az összeset egyszerre) tudjuk kijelölni.

#### **Datum** mező

- **Centerline** -al pl. forgástest szimmetriatengelyét húzhatunk be;

#### **Sketching** mező

- **Construction Mode** -al szerkesztővonalakat rajzolhatunk;
- Vonal, téglalap, kör, ív, ellipszis rajzolását nem részletezném;
- Ha olyan **Spline** -t akarunk rajzolni, amelynek zárt görbét kellene alkotnia, akkor a végpontot a kezdőpont felé addig kell közelítenünk, míg egy kis körrel jelzi a program, hogy a pontok egybeesnek, ekkor klikkeljünk!
- A lekerekítések és letöréseket a vázlatkészítő helyett lehetőleg a testmodellező részben adjuk majd meg!
- A **Text** ikon segítségével szöveget tudunk írni az általunk kijelölt helyre.
- **Offset**: párhuzamos eltolás a megadott távolsággal;
- A **Thicken** -el – az eltoláshoz hasonló módon – falvastagságot tudunk megadni;
- A **Project** („lopós”) ikon – mely most épp inaktív – arra használható, hogy egy távolabb lévő vonalat a mi síkunkba bemásoljunk. (Ez a lehetőség akkor lenne aktív, ha már lenne egy vázlatunk amiből kihúzással vagy forgatással testet hoztunk volna létre.)
- **Centerline** -al szimmetriatengely húzhatunk be;
- A **Point** akkor lehet hasznos, ha pl. ferdeülékű szelepházat akarunk rajzolni: a ferde- és vízszintes szimmetriatengelyek metszéspontjához tehetünk egy ilyen pontot, így a ferde szimmetriatengelyt ehhez a ponthoz illesztve tudjuk behúzni.
- A **Palette** segítségével különböző sokszögeket, illetve idomokat választhatunk ki. (Az általunk kiválasztott elemet rá kell húzni a vázlatra.)

#### **Editing** mező

- Tükrözés, megtörés, metszés, forgatás, stb.;

### **Constrain** mező

- Különböző kényszerek megadása: függőleges, vízszintes, merőleges, érintőleges, szimmetrikus, egyenlő hossz, párhuzamos;
- Ha túlhatározott lenne a szerkezet, az automatikusan felugró ablakban kiválaszthatjuk, hogy melyik kényszert töröljük.

### **Dimension** mező

- Méretezés;

### **Inspect** mező

- **Shade Closed Loops** segítségével bizonyosodhatunk meg arról, hogy tényleg határozott-e a vázlatunk. Ha az általunk körberajzolt területet kitöltőszínnel be tudja színezni, akkor jól állunk.

### **Close** mező

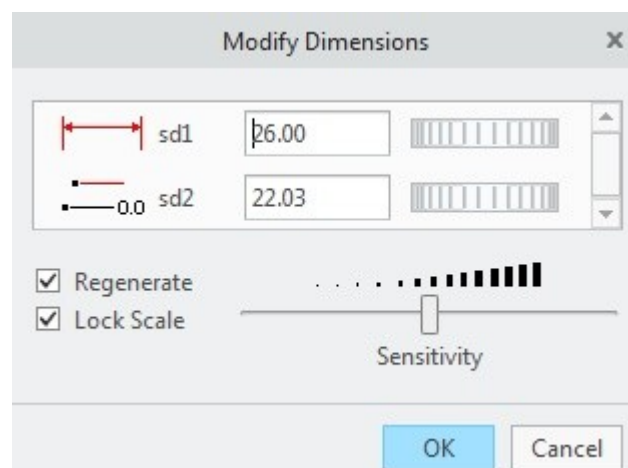
- A zöld pipával elfogadhatjuk a változtatásokat, a piros X -el változtatás nélkül kiléphetünk.

### **Na akkor rajzoljunk is valamit!**

Tengely-szimmetrikus alkatrészek rajzolását a tengelyek behúzásával kell kezdenünk. Kattintsunk a Sketching/**Centerline** -ra, majd a program által automatikusan megjelenített két egymást metsző szaggatott vonal középpontjába rajzoljuk be két tengelyt! Téglalap rajzolásához a **Rectangle** ikonra bökjünk, majd valahol a bal felső ténegyedbe kattintsunk egyet, aztán húzzuk az egeret a jobb alsó ténegyed felé! Az egér vonszolása közben lesz olyan állapot, amikor a szimmetria vonalak előzetes berajzolása miatt a téglalap origóra pont szimmetrikus lesz. Ebben az állapotban ismét nyomjuk le a bal egérgombot! A téglalap szerkesztéséből úgy lehet kilépni, hogy az Operations/**Select** ikonra klikkelünk, vagy megnyomjuk az egér scroll gombját.

(#Megj.: Ha egy vonalat szerkesztővonalként akarjuk definiálni: bal klikk/**Toogle Construction.**)

A creo automatikusan beméretezi a rajzot, ezek a méretek halványak (határozottá tétel: bal klikk/**Strong**). A Dimension/**Dimension** ikon segítségével mi magunk is megadhatunk méreteket, ezeket a program vastagabb vonallal jelöl. Akkor határozott a rajz, ha az összes méretvonal vastag. Próbaképp: Dimension ikon, majd klikkeljünk először a téglalap egyik, majd a másik sarkába, ezután pedig a scroll gombbal kattintsunk valahová a kettő közé, ahol a méretszám kb. el kéne helyezkednie! Ha a méretszám pozíciója nem megfelelő, akkor vonszolással a megfelelő helyre taszigálhatjuk. Ha a méretszámon kettőt kattintunk, akkor az értékét át tudjuk írni. Előfordulhat, hogy a méretek megadása után eltorzul a rajz, ennek elkerülésére a következőt tehetjük: jelöljük ki a teljes rajzunkat (Operations/Select/All), majd jobb klikk/**Modify**. Pipáljuk be a **Lock Scale** -t, majd ezután a méretek mellett látható görgők húzogatóásával beállíthatunk egy közel megfelelő arányt.



4. ábra. Az összes méret egyszerre történő módosítása

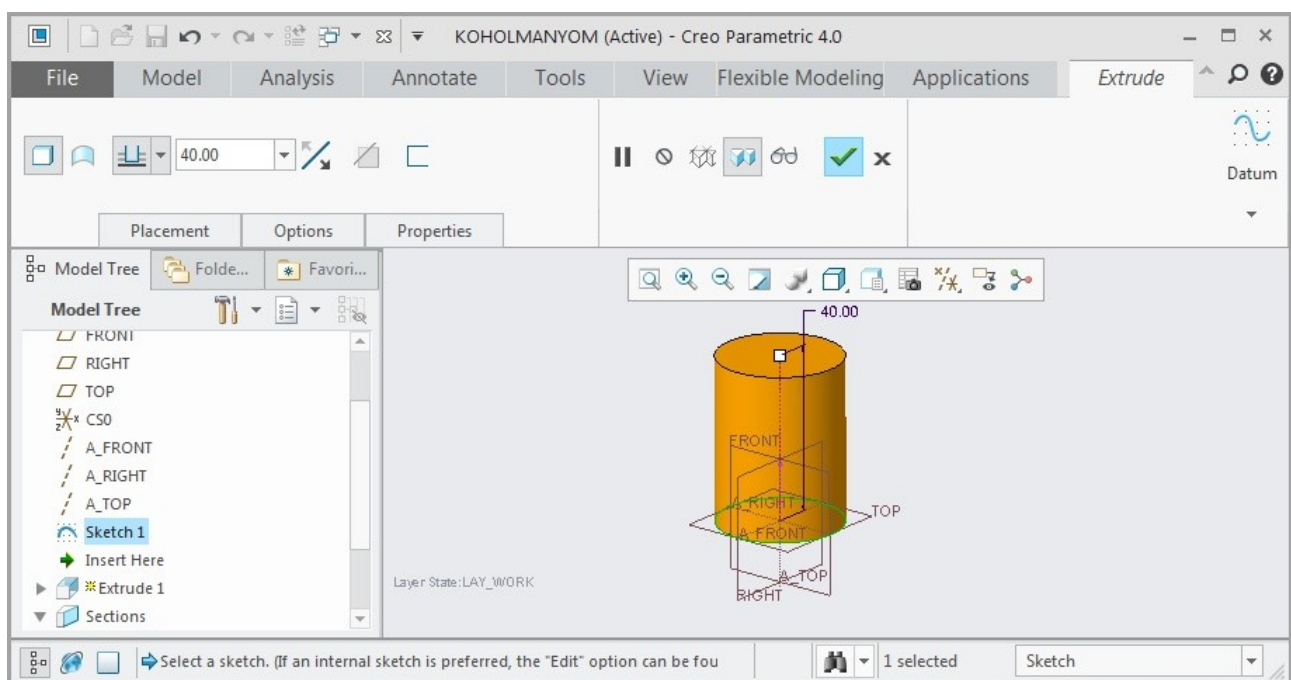
Ctrl gomb letaposása mellett jelöljük ki a téglalap éleit, majd Delete. Rajzoljuk egy kört, melynek átmérőjét írjuk át 30 -ra (méretek [mm]-ben értendők)! Close/**Ok** -val átléptünk a 3d-s modellezéshez.

## Megjegyzés

Ha lehet, igyekezzünk minél egyszerűbb vázlatokat készíteni, mert a rajz módosításakor – túl bonyolult vázlat esetén – elég kellemetlen helyzetbe kerülhetünk. A lekerekítéseket, letöréseket a vázlatkészítő helyett inkább a testmodellező részben adjuk meg! Nagyon meg kell gondolnunk, hogy a modellezendő alkatrészünket hogyan építjük fel!

### 3.2.3. 3D-s modellező

Az egér scroll gombjával forgassuk a kívánt pozícióba a vázlatunkat! A fájl építési fában jelöljük ki a Sketch1 -et, majd kattintsunk a kihúzás ikonra (Model/Shapes/Extrude)! A program automatikusan felvesz egy értéket, amit tetszés szerint írjunk át (pl. 40-re)!



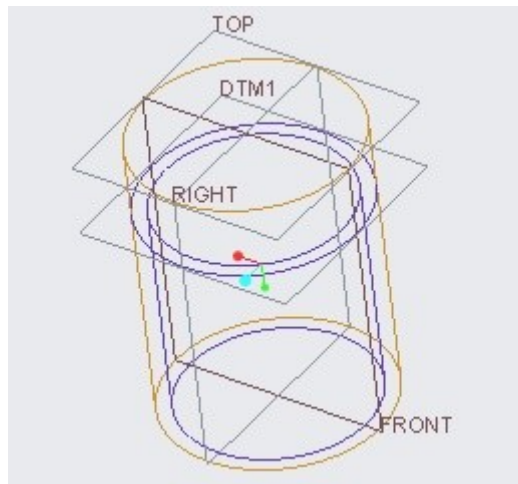
5. ábra. Kihúzás

Az **Extrude as solid** -al tömör testet, az **Extrude as surface** kijelölésével pedig felületet kapunk végeredményül. A méret megadása után a **Change depth direction** ikonnal megcserélhetjük a kitöltés irányát. A **Remove Material** -al (ami jelenleg inaktív) a kijelölt térfogatból az anyag törlésre kerül. A **Thicken Sketch** segítségével lemez alkatrész hozhatunk létre, melynek meg kell adnunk a falvastagságát. A zöld pipával fogadjuk el a mostani állapotot!

A kihúzás után a vázlatunk a fájlépítési fában Hide -olva látszódik.

Datum/**Plane** -el hozzunk létre új síkot: először egy referencia síkot kell egérrel kiválasztanunk (Top), majd az ettől való távolságot kell megadnunk (Offset: 10 [mm]). (Megj.: A nyílra való kattintással megcserélődik az irány.)

A hengeres részre menetet fogunk vágni: Engineering mezőt legördítve **Cosmetic Thread**. Először jelöljük ki a henger palástját, majd bökjünk a DTM1 síktól tovább eső kör zárófelületre (ekkor megjelenik a vetítési irányt jelző nyíl), a **Depth** gombra kattintva, (Depth Option) **To Selected** kiválasztása után bökjünk a DTM1 síkra! Thread diameter -nek (magátmérő) 26-ot adjunk meg, majd zöld pipa. A menet zöld színnel lesz kijelölve. Ha a kijelölést megszüntetjük, akkor a testmodellen nem lesz látható a menet. Drótváz (Display Style/Wireframe) nézetben lila színnel látható a menet.



6. ábra. Menet ábrázolása (kékes-lilás színnel jelölve)

**Chamfer** a letörések, **Round** a lekerekítések készítésére szolgál. Készítsünk 2 [mm]-es letörést a megfelelő élre kattintva!

Üregeket a **Hole** -al gyárthatunk, melynél menetes furat kiválasztására is van lehetőség. Üreg készítésénél először meg kell adnunk a kiindulási felületet. Az üreg elhelyezkedését 2 db zöld négyzet vonszolásával állíthatjuk be. Az egyik ilyen zöld négyzetet valamelyik tengelyhez, a másikat pedig a test valamelyik felületéhez (vagy síkhoz) érdemes illeszteni. Így 2 méret adódik, amiket meg kell adnunk; ezen felül az üreg átmérője és hossza változtatható. A zárófelület megadására több lehetőség is van, amit az átmérő és a hossz megadására szolgáló mezők között található ikon (**Drill from placement**) legördítésénél választatunk ki. Végül zöld pipával fogadjuk el a műveletet! Ha több ugyanilyen üreget szeretnénk létrehozni, akkor a fájlépítési fában bal klikk a Hole1 -en, majd az előugró menüből a **Pattern** -t válasszuk! Ha a kiosztást egy tengely körül szeretnénk megadni, a legördíthető listából az **Axis** -t válasszuk! Ha a kiosztást egy irány megadásával szeretnénk létrehozni, akkor a **Direction** -t használjuk!

Ha a fájl építési fa hosszúra nyúlna, akkor az egyes sajátosságokat érdemes elneveznünk, hogy módosítás során ne kelljen hosszasan keresgelnünk. Ha valamelyik sajátosságot módosítani szeretnénk, akkor bal egérgombbal rábökve **Edit Definition**. Az Insert Here nyilacska szerepét már korábban leírtam.

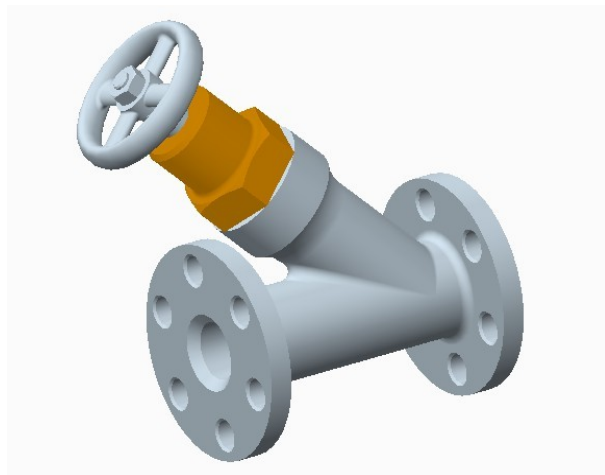
Ha a modellünkön valamelyik méretet szeretnénk ellenőrizni, akkor ehhez az **Analysis/Measure** lehetőségei közül válasszuk! (Distance - távolság, Length - hossz, Angle - szög, Diameter - átmérő, stb.)

Mentés után a **File/Close** -al bezárhatjuk az eddig szerkesztés alatt lévő kezdetleges fájlunkat. Töröljünk a memóriából a fájlt (File/Manage Session/Erase Not displayed)!

## 4. ELSŐ PÉLDA - FERDEÜLÉKŰ SZELEP

Mintafájlok: **wf5\_102\_piros\_szelep\_oa.zip**

Az első példában a hagyományos lentről felfelé építkezés szemléletével fogunk megismerkedni, vagyis az egyes alkatrészek külön-külön történő lemodellezését követően egy összeállítási fájlban „szereljük össze” – kényszerek definiálásával – alkatrészeinket. A lentről felfelé építkezés alapvető hibája: ha az összeállításban ütközésekkel szembesülünk, vissza kell térnünk az egyes alkatrészek modelljébe (a modellfájlban az alkatrészen bal klikk/Open), és egyesével kell átváriálnunk azok méreteit.



7. ábra. Ferdeülékű szelep

A parametrikus tervezőprogramokban az alkatrészek modelljét az alábbi lépésekkel építjük fel:

- 2D -s vázlat rajzolása, szimmetriatengely behúzása, méretek megadása;
- A vázlat kihúzásával/forgatásával/söprésével 3D-s objektumot hozunk létre;
- Letörések/lekerekítések/üregek, stb. készítése.

A fájlépítési fában az egyes sajátosságoknak megfelelően új bejegyzések jönnek létre, így egyrészt látjuk hogyan épül fel a modell, másrészt viszonylag egyszerűen tudunk módosításokat végrehajtani. Ebből kifolyólag az egyes alkatrészek modellezésének mikéntjére nem térek ki, hiszen a mellékelt fájlok magukban hordozzák a felépítésükhöz szükséges információkat.

Ha az összes alkatrésszel megvagyunk, akkor a továbbiakban az összeállítási modellt, majd a 2d-s összeállítási rajzot fogjuk elkészíteni. A Parameters mező elemeit ne felejtjük el rendesen kitölteni!

### 4.1. Összeállítási modell

A **New** gombra kattintva hozunk létre új **Assembly**-t *szelep\_belso* névvel! A Model/Component/**Assemble** ikonra kattintva illesszük be az első alkatrészt (tömszelence)!

Az egyes alkatrészeket kényszerekkel kell egymáshoz illeszteni. (#Megj.: későbbi példában lesz szó a mechanizmus kényszerekről, de egyelőre csak statikus kényszereket fogunk használni, így a határozottsághoz az összes szabadságfokot le kell kötnünk.) Amikor egy összeállítást elkezdünk, a legelső alkatrésznek mindig **Default** kényszert kell megadnunk! Miután ezt kiválasztottuk, az alkatrészünk sárga színnel jelenik meg, valamint a következő feliratot olvashatjuk: **STATUS: Fully Constrained**. Ez jelenti azt, hogy teljesen határozott a modell. Zöld pipa!

Ezután adjuk hozzá a következő modellt, ami az orsó legyen! Ha az alkatrészeket külön-külön akarjuk mozgatni/forgatni egymáshoz képest, akkor egérrel mutassunk rá, majd a **Ctrl+Alt+Scroll** gombokat lenyomva az alkatrészt a saját koordináta tengelye körül forgathatjuk, a **Ctrl+Alt+jobb egérgomb** lenyomásával pedig elmozdíthatjuk a nekünk kényelmes helyzetbe. Ha a mostani állapotot elfogadjuk, akkor a fájlépítési fában az alkatrész



mellett kis négyzet lesz látható, ami azt jelenti, hogy határozatlan a rajz. Bal klikk/Edit Definition -nal ismét lépünk vissza a kényszerek megadásához!

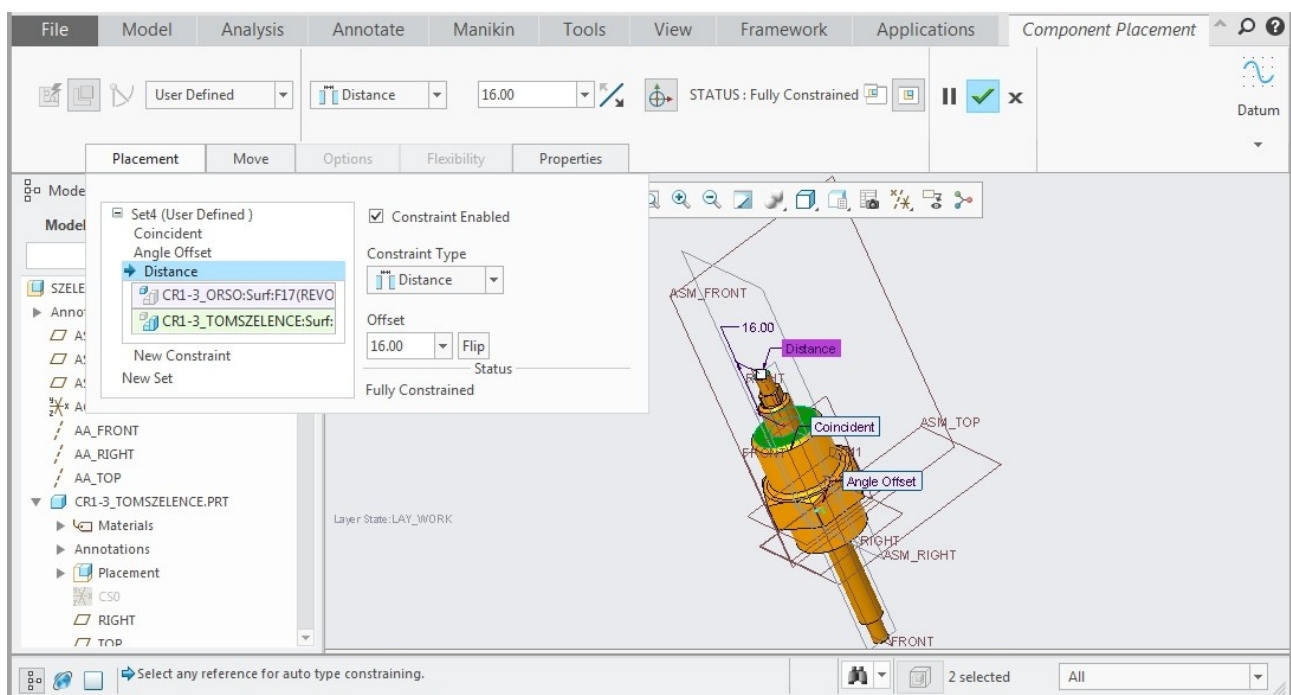
A leggyakrabban használt kényszerek:

- Automatic: ha két alkatrész 1-1 felületére kattintunk, a program automatikusan próbál kényszert meghatározni;
- Distance: két síkfelület közötti távolság megadása;
- Angle Offset: szöghelyzet megadása (pl.: hatlapfejű anya pozicionálásához);
- Parallel: párhuzamos felületek / síkok megadása;
- Coincident: hengeres felületek illesztése;
- ...;
- Default: csak az összeállítás legelső alkatrészénél használandó.

Kattintsunk a **Placement** gombra! A Constraint Type mezőben a **Coincident** -et válasszuk! Ezután kattintsunk az orsó külső-, majd a tömszelence belső hengeres felületére (a Flip gombra klikkelve megfordítható az orsó iránya)!

**New Constraint** gombra kattintva definiáljunk új kényszert! Az **Angle Offset** -et válasszuk, majd bökjünk az orsó, aztán a tömszelence Right nevű síkjára (a modellfában), végül Offset értéknek 270° -ot állítsunk be!

Ismét definiáljunk új kényszert, ezúttal a **Distance** -t! Az orsó, majd a tömszelence legfelső felületeire kattintsunk, majd 16 [mm] távolságot állítsunk be közöttük! Ezután az alkatrész teljesen határozott lesz, amit a pipára kattintva fogadjunk el! A többi alkatrész beszerelését az olvasóra bízom.



8. ábra. Kényszerek definiálása

## Megjegyzés

Egyes alkatrészek az illesztés során „eltűnhetnek”, ilyenkor a kisebbik alkatrészt a creo beletolja a nagyobbba, ezen a kisebb alkatrész Ctrl+Alt+jobb egérgomb -os elmozdításával segíthetünk.

A kész összeállítást érdemes egy síkkal elmetszeni, mert ez a rajzkészítésnél jól jön majd (emlékeztető: View Manager/Sections/New/Planar, majd a sík kiválasztása).

### 4.1.1. Robbantott ábra

A View Managerben az **Explode** fülön hozzunk létre egy új robbantott nézetet: kattintsunk a **Properties>>** gombra, majd az **Edit Position** ikonra! Ekkor a creo automatikusan szétrobbantja az összeállítást. A kézikereket rögzítő hatlapfejű anyát fogjuk először elmozdítani, ehhez először kattintsunk az alkatrészre, majd a megjelenő koordináta-rendszerben jelöljük ki a megfelelő irányt, és a bal egérgomb lenyomva tartása mellett vonszoljuk arrébb a testet! Ha megfelel a pozíciója, zöld pipa. A többi alkatrészt is egyenként taszigáljuk arrébb! Ha kész vagyunk, akkor a **<<List** gombbal léphetünk ki a szerkesztésből. Mentsük a robbantott nézetet: jobb klikk a nézet nevére/Save! Az eredeti állapot visszaállítása: jobb klikk a robbantott nézet nevére, majd az előugró menü Explode felirata mellől vegyük ki a pipát.

## 4.2. Rajzkészítés

Miután mentettünk, hozzunk létre új **Drawing** -ot! A következő ablakban az **Empty with format** kiválasztása után tallózzuk ki a **bme\_a3\_hu.frm** -et, így A3 -as (BME -s szabványoknak megfelelő) rajzlapra fogunk rajzolni. **Open Rep** ablakban a **Master Rep** -et válasszuk! Az Ok lenyomása után a rajzkészítő modulban találjuk magunkat.

### 4.2.1. A rajzkészítő rövid áttekintése

A szalagos menü leggyakrabban használt pontjai a következők:

- Layout: nézetek, új rajzlapok beszúrása, kirészletezés;
- Table: tételszámozás, darabjegyzék;
- Annotate: méretezés, szimmetria tengelyek, felületi érdesség, tűrések;
- Sketch: vázlatkészítő elemei (kör, négyszög, éllopás, stb.).

Az egyes sajátosságokat csak akkor tudjuk kijelölni és megváltoztatni, ha a nekik megfelelő fülön állunk!

A képernyő bal szélén egymás alatt helyezkedik el a rajzkészítési fa (Drawing Tree) és a modellfa (Model Tree).

A papírtér alatt a következőket láthatunk halványan kiírva: méretarány, típus (összeállítási- vagy műhelyrajz), név, lapméret, oldalszám. Ha a méretarányon változtatni akarunk, akkor a **Scale** -re kattintás után megadhatjuk a kívánt arányt.

A BME-s rajzlapkeretben megjelenik az összeállítás tömege. Ha ez nem stimmel, akkor valamelyik alkatrész anyagát vagy sűrűségét rosszul adtuk meg.

Ha a nevünk kilógna a neki szánt keretből, akkor (a Table menüben állva) jelöljük ki azt, majd a jobb klikk/**Properties** hatására előugró ablakban a **Text Style** fülön állítsuk át a szöveg magasságát kisebbre!

Bizonyos parancsok nem hajtódnak automatikusan végre, a regeneráláshoz kattintsunk valahová, vagy az egér scroll gombját tekergessük!

A síkok, tengelyek, pontok megjelenítését a rajzkészítő modulban érdemes kikapcsolnunk.

### 4.2.2. Nézetek beszúrása, beállítása

A fő nézet beszúrásához bökjünk a **General View** gombra (a felugró ablakban a 00\_Work -öt válasszuk), vagy a rajzlap közepén jobb klikk/General View. Amikor a rajzlapon valahol bal egérgombbal kattintunk, egyből megjelenik a fő nézet és a **Drawing View** ablak, melyben az alábbiakat állíthatjuk be:

- A **View Type** fülön válasszuk ki, melyik nézet jelenjen meg (pl.: Right, Apply)!
- A **Visible Area** fülön beállíthatjuk, hogy teljes- (Full View) vagy fél nézetet akarunk.
- A **Scale** fülön a méretarányt csak akkor állítsuk át, ha az adott nézet méretarányát a rajzlapi alapértelmezetthez képest különbözőre akarjuk állítani, egyébként hagyjuk így. (A méretarány beállítása feljebb olvasható.)
- A **Sections** fülön a **2d cross-section** -nél választhatjuk ki az általunk definiált metszetet, miután a **+** gombra katteltünk. (#Megj.: Ha a metszeten felül még kitörést is



szeretnénk, akkor az összeállítási modellben ugyanazzal a metszősíkkal hozzunk létre új néven egy másik metszetet, majd (a rajzkészítőbe visszatérve) a + gombot kiválasztva ezt az új metszetet adjuk meg, valamint a **Sectioned Area** -nál a **Local** -t választjuk! A kitörés területének megadásához olyan spline -t kell rajzolnunk, amely zárt görbét alkot.)

- **View States** földre akkor van szükségünk, ha robbantott (explode) és/vagy egyszerűsített (simplified) nézetet akarunk ábrázolni.
- **View Display** -nél választhatunk a megjelenítési módok közül (takart vonalas, drótváz, stb.)
- Ha több nézetünk van, ezeket az **Alignment** -nél rendezhetjük egymáshoz.

Ok/Close gomb lenyomása után kilépünk a Drawing View ablakból. (Ha vissza akarunk térni ide: 2x kattintsunk a nézeten!)

Nézet kijelölése, majd jobb klikk/**Lock View Movement** -el a nézet helyét rögzíthetjük (vagy épp a helyzet rögzítését oldhatjuk fel). A metszet nevét jelző szöveget töröljük ki: jobb klikk/**Erase** -el!

Új vetített nézet beszúrásához (Layout fölön) a meglévő nézetet kijelölve jobb klikk/**Projection View** -re kattintás után az egérrel a rajzon oda bökjünk, ahová a nézet vetítve legyen! Ha a fő nézetet arrébb vonszoljuk, a vetített nézet is vele együtt fog elmozdulni. Ha csak simán General View -t szúrunk be, akkor a két nézetet a jobb klikk/Properties/Alignment fölön igazíthatjuk egymáshoz.

---

## Megjegyzés

Előfordulhat, hogy valamelyik alkatrész vázlata véletlenül kék színnel berajzolva marad. Ennek eltüntetéséhez nyissuk meg az adott modellt, a fájlépítési fában keressük meg azt a vázlatot, amelyik megjelenítve látszódik, majd jobb klikk/Hide. A Modell Tree felirat sorában legördítjük a Show gombot, majd Layer Tree. A fa tetején terpeszkedő Layers feliraton jobb klikk/**Save Status**. Végül mentjük a modellt, és nyissuk meg ismét a rajzkészítő modult!

---

### 4.2.3. Méretezés

Az **Annotate** menüben dobálhatunk a rajzra méreteket, adhatjuk meg a szimmetria tengelyeket, bázis jelet, stb.

Szimmetria tengelyek kirajzoltatása: kattintsunk az Annotations/**Show Model Annotations** gombra, majd az utolsó fölön a legördülő listából választjuk ki az **Axes** -t, végül jelöljük ki a nézetet! Ekkor a program kilistázza és berajzolja a lehetséges tengelyeket. Kattintással választjuk ki, melyeket szeretnénk a rajzon látni (#Megj.: ha a jobb egérgombbal kattintgatunk, az egérmutató környékén lévő alkatrészek közül kiválaszthatjuk a nekünk megfelelőt), majd Apply.

A méretezés ikonja (Dimension) a lámpás ikon mellett található. (Ha az **On Entity** alapbeállítás nem megfelelő, választhatunk helyette másikat.) Egymás után folyamatosan rakhatjuk fel a rajzra a méreteket. A program időnként megkérdezi, hogy a megadott élek között vízszintes vagy függőleges távolságot mérjen.

Összeállítási rajzon csak a kapcsolódó és a befoglaló méreteket adjuk meg!

Kattintsunk 2x a méreten, előugró (Dimension) menü **Dimension Text** gombjára kattintva a méretszámot tudjuk variálni:

- A **@D** elé rakjuk a kurzort, majd a **Symbols** mezőben böngészve átmérő és egyéb jeleket szűrhetünk a méretszám elé.
- Ha a méretszám helyett valami szöveget akarunk írni, akkor: **@Oszoveg** -re módosítsuk a szerkeszthető mező tartalmát!
- Ha tűrésezett méretet szeretnénk megadni, a **Tolerance** gombot legördítve a **Plus-Minus** -t választjuk ki! **Precision** mezőben a tizedesjegyek számát állíthatjuk be.

Ha bizonyos méreteket másik nézetre akarunk áthelyezni, akkor: jobb klikk a méreten/**Move Item to View**, majd kattintsunk a megfelelő nézetre!

Felirat beszúrása: (méretezés melletti) Annotations/**Note** gombbal.

Ha bázist szeretnénk megadni, azt csak síkra illesszük!

Geometriai tűrések (párhuzamosság, merőlegesség, stb.): Annotations/**Geometric Tolerance**. Felületi érdesség: Annotations/**Surface Finish/generic/standard** -ot kiválasztjuk, majd a Model melletti mező legördítésével a The Drawing -ot válasszuk, végül kattintsunk a helyre, ahová ezt rakni szeretnénk, OK (Properties mezőnél +90° -onként elforgathatjuk a jelölést)!

Ha általános felületi érdesség jelet szeretnénk szűrni a lap jobb felső sarkába: Annotations/**Symbol/Custom\_Symbol/Browse** -nál az **alt\_erdesség.sym** -et válasszunk ki, majd a **Grouping** fülön az **Erd Ertek** -et pipáljuk ki, végül a megfelelő helyre történő beillesztés (rajz jobb felső sarkánál kattintás) után Ok.

#### 4.2.4. Kirészletezés

A Layout menüben **Model Views/Detailed View**, majd egy elemet ki kell jelölni, aztán egy spline -t kell megrajzolnunk. Ha a spline 2 végpontja közel van egymáshoz, a scroll gombot kell lenyomnunk a szerkesztés befejezéséhez. Végül a rajzlap tetszőleges üres területére kattintsunk! Az alapértelmezett nagyítás 2x -es. A körberajzolt területre mutató felirat BME -s szabványúra alakításához (Annotate menüben) jelöljük ki a feliratot, majd jobb klikk/**Toggle Leader Type**.

#### 4.2.5. Sraffozás

A sraffozás átállítása (Layout menüben): 2x kattintsunk a sraffon, majd előugrik a beállító ablak. Mivel egyenként fogunk végigmenni minden elemen, az **X-Component** legyen bejelölve. A vonalsűrűség módosításához: **Spacing/Value**, majd írjuk be az értéket, pipa. **Angle** -el a dőlésszöveget állíthatjuk (45° vagy 135° legyen). Ha műanyag alkatrész miatt más mintázatot akarunk: **Retrieve**, majd az **electric** -et tallózzuk ki! **Erase** hatására az alkatrész ugyanúgy metszve lesz, de a sraff eltűnik (visszaállítás: **Show** -al). Ha a metszésből ki akarjuk zárni az adott alkatrészt: **Exclude** (visszaállítás: **Restore** -al). A következő alkatrész sraffozásához a **Next** -el léphetünk. Ha végeztünk, Done.

#### 4.2.6. Darabjegyzék

Darabjegyzék készítése:

A Table menüben a Table/**Table from File** -nál **User Formats/tables** mappából a **bme\_dbj\_kibontott\_hu.tbl** -t válasszuk ki, a tárgyraszter követés hiánya miatt közelítsünk a meglévő szövegmező bal sarkához, majd amennyire lehet, nagyítsuk fel a sarkot, aztán bal egérgomb lenyomásával rögzítsük le a darabjegyzéket! Data/**Repeat Region/Attributes** lenyomása után jelöljük ki a darabjegyzéket, majd **Recursive**, Done. Ennek hatására a rész összeállítások alkatrészei is megjelennek. Ha tételeket akarunk törölni: **Filters**, jegyzéket kiválasztjuk, **By Item** -el a kívánt tételt kijelöljük, majd **Exclude**.

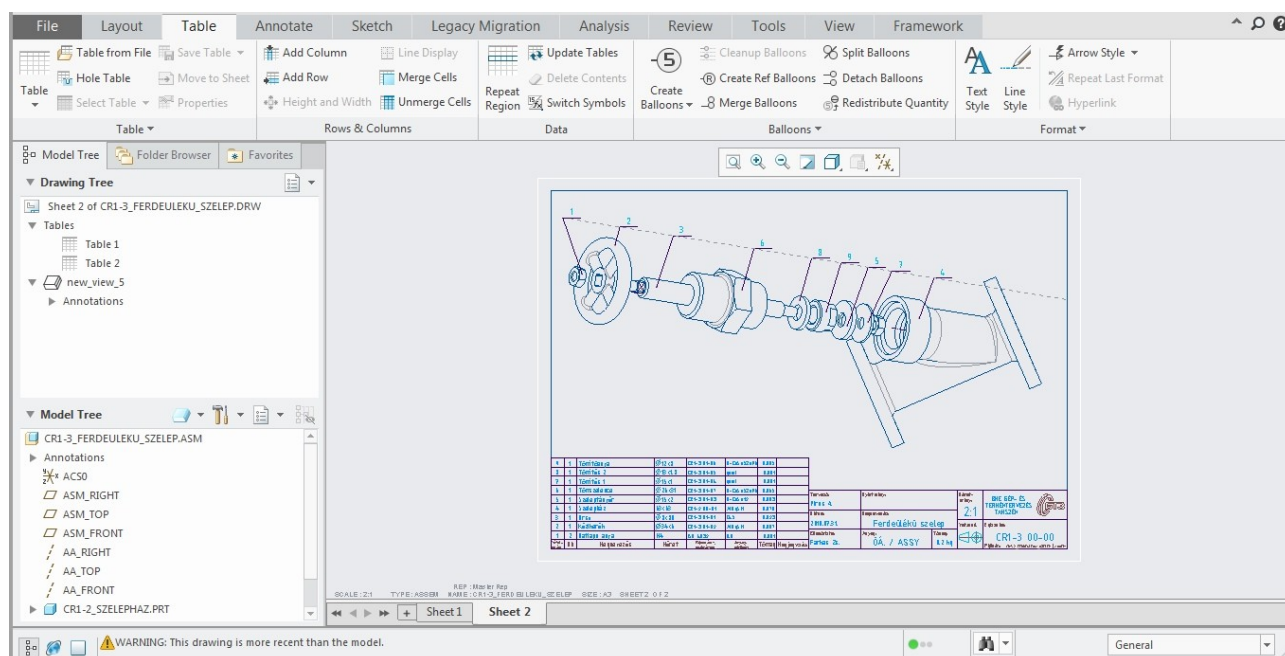
Darabjegyzék tartalmának kiexportálása külső fájlba:

Jelöljük ki a teljes darabjegyzéket (addig kattintgatunk jobb egérgombbal, míg az egész ki nem jelölődik, majd bal egérgomb), Table fül/Table mező/**Save Table legördítése/Save as CSV**, majd elmentjük a fájlt (a kiterjesztését ellenőrizzük, hogy csv legyen). LibreOffice -al megnyitva táblázatos formátumba elmenthetjük a darabjegyzéket. A különleges karaktereket nem ismeri fel a táblázatkezelő (pl. átmérő helyett n betűt látunk), így ezeket át kell írunk.

#### 4.2.7. Tételszámozás

Table menüben **Balloons/Create Balloons/By View** kiválasztása után a megfelelő nézetre kattintsunk! A megjelenő tételszámok stílusának átalakítása: a (teljes) darabjegyzék kijelölése (jobb egérgombos kattintgatással) és kiválasztása után jobb klikk, Properties. A megjelenő ablak Bom Balloons fülén, a Type mezőben a Custom -öt válasszuk, majd tallózzuk ki a **bme\_bom.sym** -t!

Az automatikus tételszámozás eléggé szedett-vetett, így az alkatrészsre mutató vonalakat érdemes arrébb pakolni: a tételre mutató vonalat kijelöljük, jobb klikk/ **Edit Attachment / Select a Surface** kiválasztása után kattintsunk a nekünk megfelelő helyre, így a vonal végpontja áthelyeződik. Miután Done -t nyomtunk (Scroll -al kattintottunk), a számnál megfogva a kívánt pozícióba vonszolhatjuk a bejegyzést. **Balloons/Create Snap Line** -al egy szerkesztővonalat hozhatunk létre, amelyhez a tételszámozás vonalait illeszthetjük. **Offset Objekt** -et választva jelöljük ki a test egyik élét, OK, majd adjuk meg a tőle felvenni kívánt távolságot, végül a program kérdezi hány darab vonal kell: 1. Ragadjuk meg az egyik tételszámot, és kezdjük vonszolni a Snap Line felé! A program lila színnel jelzi, ha a tételszámozás vonala a Snap Line -hoz ér.



9. ábra. Tételszámozás a robbantott ábrán

Vonalak törlése (Layout menüben): Edit/Edge Display -ből **Erase Line** választásával lehetséges.

File/Save As/Export menüben pdf fájlba is elmenthetjük rajzunkat. A fekete-fehér állapotba mentéshez (Settings gombra kattintva) a General/Color/**Monochrome** -ot kell bejelölni. Pipáljuk be az **Use pentable** -t, így a különböző vonalvastagságok elkülöníthetőek lesznek! A **Content** fülön a **Visible Only** választásával a nem látszódó, ill. Hide -olt elemek nem fognak megjelenni. Kapcsoljuk be a **Stroke All Fonts** -t is, különben a szövegmezőben beállított betűtípus True Type -ra lenne kicserélve, így egyes szövegek a keretükből kilógnának.

### 4.3. Modellek kikupálása

A korábbi BME -s beállításokkal készült modellek esetén pár anomáliát tapasztalhatunk:

- új rajz készítésénél a tételszámozás és darabjegyzék nem működik,
- néhány paraméter hiányzik.

Az alábbiakban e rendellenességeket fogjuk gatyába rázni.

#### 1. változat

Nyissuk meg a fő összeállítást! **Model Tree** felirattal egy sorban található **Settings** ikont legördítjük / **Open Settings File...**, majd kitallózzuk a következő fájlt:

C:\Users\Public\Documents\work\_creo\_4\zz\_Creo\_setup\tree\_params.cfg

Ennek hatására a modellfa mellett egy táblázat jelenik meg. Itt megkeressük a **BOM\_VISIBILITY** oszlopot. Jelenleg az oszlop tartalma üres, így a tételszámozás / darabjegyzék funkciók nem működnek. Döntsük el, mely alkatrészeket (vagy összeállítást) szeretnénk a darabjegyzékben megjeleníteni! Kattintsunk bele az adott rubrikába, majd a **Type** mezőben **Yes No** -t, **Value** mezőben **YES** -t állítsunk! Így szépen sorban menjünk végig az egyes alkatrészekben!

A darabjegyzékben az anyagminőségek nem jelennek meg, mert a korábbi BME -s beállításoknál más anyagminőség paraméter volt használatban. Rendbe rakás:

- Új 2d-s rajz indítása (A3), fő nézet (Left), valamint darabjegyzék felrakása a rajzra.
- **Table/Data/Switch Simbols**, ennek hatására az értékek eltűnnek, és az alsó sorban a paraméterek jelennek meg.
- Az anyagminőség paraméterének rubrikájára bökjünk, jobb klikk/Properties, majd a paraméter hivatkozását írjuk át: **&asm.mbr.assigned\_material**
- Switch Simbols, majd Update Tables gomb.

## **2. változat**

Indítsunk egy üres alkatrész vagy összeállítási modellt! Tools/Model Intent/Parameters, itt: **File/Export Data/in \*.xml format**, majd (név megadását követően) Save. Eztán zárjuk be az üres fájlt!

Nyissuk meg a felturbózni kívánt modellt! A Parameters -nél: **File/Import Data/in \*.xml format**, a felugró ablakban megkeressük / kiválasztjuk az előbb elmentett fájlt. Eztán a következő felugró ablak azt kérdezi, hogy az egyező paraméterek esetén mi a teendő. Esetünkben a **Skip** -et választjuk, így csak azokkal a paraméterekkel bővül a repertoár, amelyek a korábbi BME -s beállításokban nem szerepeltek. Ez alapján menjünk végig az egyes alkatrészeken!

- MATERIAL	anyag paraméter (a régi: ASSIGNED_MATERIAL megfelelője)
- MISC1	tetszőleges megjegyzés 1
- MISC2	tetszőleges megjegyzés 2
- MISC3	tetszőleges megjegyzés 3
- BOM_VISIBILITY	a darabjegyzékben való láthatóság

### **#Megjegyzések:**

- A MISC -ként írt megjegyzések nem jelennek meg a darabjegyzékben.
- A NOTE -ként írt megjegyzések megjelennek a darabjegyzékben (lásd: utolsó oszlop).
- Szabványos alkatrészek esetén a szabvány hivatkozási számát vagy a cikkszámot a DWG\_NUMBER értékének adjuk meg!

## **Tömeg értékének megadása**

Mintafájlok: *creo4\_102\_piros\_szelep\_oa.zip*, *ARI\_szelep* könyvtárban

Külső forrásból szerzett modellek (csapágyak, tömítések, szerelvények) esetén a gyártó katalógusában megtaláljuk a tömeg értékét. A Creo alapértelmezetten a modell térfogata és az anyagminőséghez társított sűrűség alapján számolja a tömeget. A tömeg kézzel történő megadásához ki kell iktatnunk az alapértelmezett tömeg kalkulációt.

Tools/Model Intent/Relations, majd a tömeg számításánál beírt relációkat kikommentezzük:

```
/* MASSX=ceil(1000*mass:FID_MASS_PROP_CALC,6)
/* if log(massx) > 3
/* mass=ceil(massx,0)
/* else
/* mass=ceil(massx,3-log(massx))
/* endif
```

Az OK gomb lenyomása után a Parameters -ben átírhatjuk a MASS és a MASSX értékét a gyártó által megadott katalógus értékre.

## 5. CSALÁDTÁBLÁS ALKATRÉSZEK - CSAVAR

Mintafájlok: **wf5\_201\_kopi\_csaladtabla.zip**

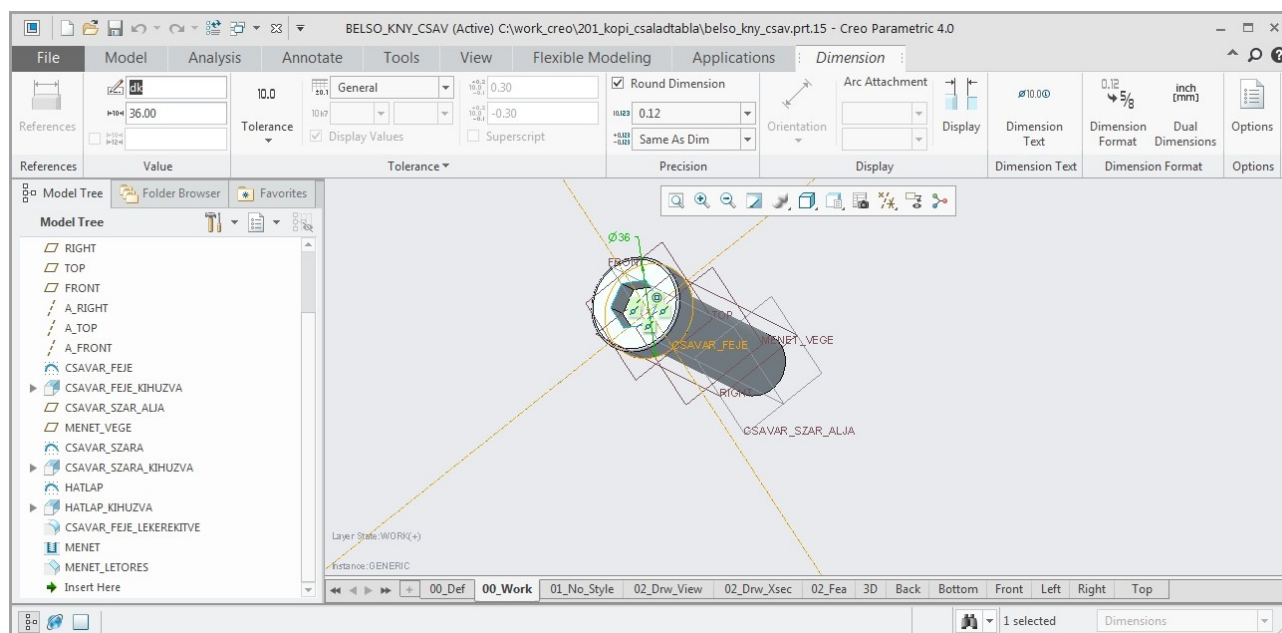
Szabványos alkatrészeket az ember nem szívesen rajzolgat. Ha mégis erre kényszerülünk, az egy méretsorhoz tartozó alkatrészeket egy modellen belül – családtáblás kivitelben – érdemes létrehozni.

Ebben a példában belső kulcsnyílású csavart fogunk modellezni, melynek méreteit beparaméterezzük. A paraméterek és a közöttük lévő összefüggések definiálása után készítünk egy táblázatot, amelyben a méretsor adatait rögzítjük. Így később a nekünk megfelelő – épp aktuálisan használandó – alkatrészt tudjuk kiválasztani és a programba betölteni.

*2HF\_adatok.pdf*-ben a 30. sorszámú alkatrészt fogjuk elkészíteni. Nyissunk új Part -ot, és modellezzük le a csavart valamelyik méretben a szabványsorból! Ezután gondoljuk végig, mely méreteket szükséges paraméterként definiálni!

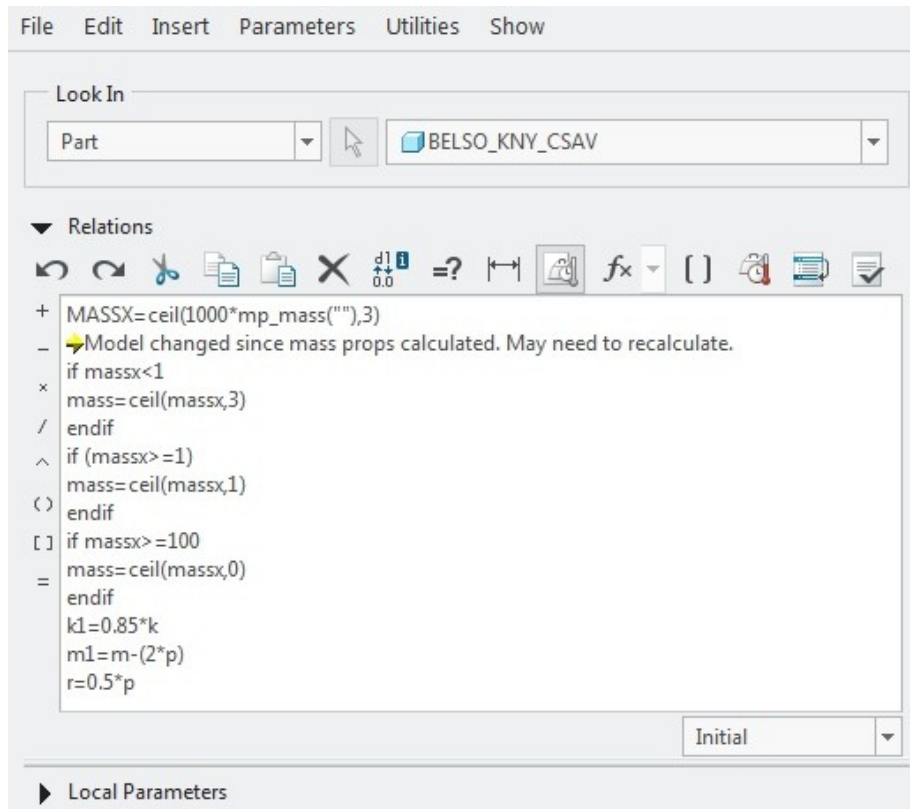
### 5.1. Paraméterek és relációk megadása

A fájlépítési fa megfelelő elemén (pl.: csavar\_feje) bal klikk/**Edit Dimensions** -hatására a program megjeleníti a méreteket. A kiválasztott méretre kattintva a szalagos menüben megjelenik **Dimension** fül. A Value mezőben legfelülre (a ceruza ikon melletti rubrikába) írjuk be a paraméter megnevezését, amelyre majd később hivatkozni fogunk!



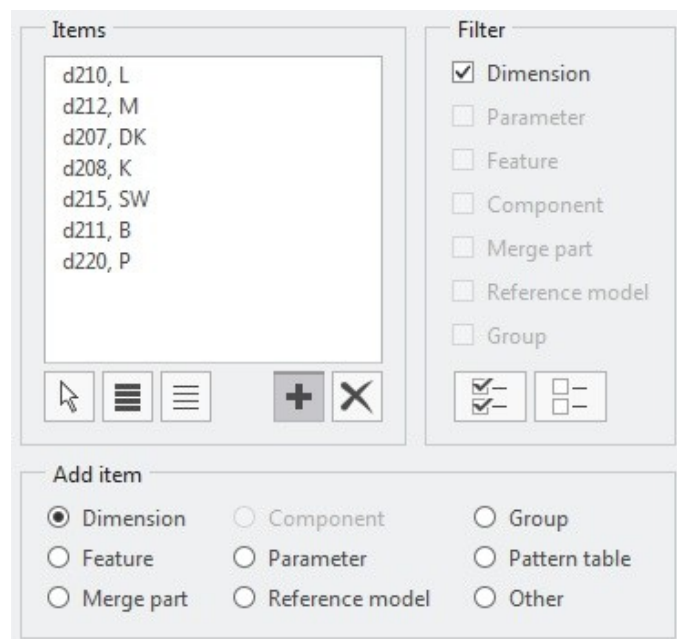
10. ábra. Méretekhez paraméterek társítása

Ha a paraméterként használandó méretek megnevezését átírtuk, függvénykapcsolatot is definiálhatunk közöttük a **Tools/Model Intent/Relations**-ben. (Mielőtt beírnánk a képleteket, mentünk és regeneráljuk a modellt!) A sor legvégén található gomb (pipa van rajta) lenyomására a program ellenőrzi, hogy helyes -e a megadásunk.



11. ábra. Relations ablak – képletek / összefüggések megadása

**Tools/Model Intent/Family Table** -ben a független paraméterek konkrét értékét rögzíthetjük (táblázatos formában). Hozzunk létre új oszlopot (Add/delete the table columns), majd a felugró menü kéri, hogy jelöljük ki a méreteket. A méretek előcsalogatásához először (a fájlépítési fában) rá kell kattintanunk az egyes sajátosságokra, majd ha látjuk a kívánt méretet, akkor arra.



12. ábra. Méretek kiválasztása

Ezután egyesével hozzuk létre a többi oszlopot! Láthatjuk, hogy a legelső sorban a megrajzolt modell méretei szerepelnek. Hozzunk létre új sort, és töltsük ki a mezőket! Az **Instance Name** az a név, amit a program fel fog ajánlani a modell megnyitásakor, így lehetőleg rövid és könnyen beazonosítható elnevezést válasszunk!



File Edit Insert Tools									
Look In: BELSO_KNY_CSAV									
Type	Instance Name	Common Name	d210 L	d212 M	d207 DK	d208 K	d215 SW	d211 B	d220 P
	BELSO_KNY_CSAV	belso_kny_csav.prt	100.00	24.00	36.00	13.00	17.00	54.00	2.00
	BKCS_M3	belso_kny_csav.pr...	20.00	3.00	5.50	2.00	2.00	12.00	0.25
	BKCS_M4	belso_kny_csav.pr...	25.00	4.00	7.00	2.80	2.50	14.00	0.25
	BKCS_M5	belso_kny_csav.pr...	30.00	5.00	8.50	3.50	3.00	16.00	0.50
	BKCS_M6	belso_kny_csav.pr...	40.00	6.00	10.00	4.00	4.00	18.00	0.50
	BKCS_M8	belso_kny_csav.pr...	60.00	8.00	13.00	5.00	5.00	22.00	1.00
	BKCS_M10	belso_kny_csav.pr...	70.00	10.00	16.00	6.00	7.00	26.00	1.25
	BKCS_M12	belso_kny_csav.pr...	80.00	12.00	18.00	7.00	8.00	30.00	1.50
	BKCS_M16	belso_kny_csav.pr...	80.00	16.00	24.00	9.00	12.00	38.00	1.50
	BKCS_M20	belso_kny_csav.pr...	100.00	20.00	30.00	11.00	14.00	46.00	2.00
	BKCS_M24	belso_kny_csav.pr...	100.00	24.00	36.00	13.00	17.00	54.00	2.00

13. ábra. Családtábla – értékek megadása

Az egyes értékeket nekünk kell kézzel beírogatni (vagy Excelből behívni). Soronként töltjük fel a táblázatot! A kitöltés formai helyességét a Relations részből már ismert gombbal ellenőriztethetjük. Mentsünk!

## 5.2. Rajzkészítés

Zárjuk be a modell szerkesztése ablakát, majd ismét nyissuk meg! A felugró ablakból a **The generic** -et válasszuk! Hozzunk létre új Drawing -ot (A4 -es lap elég lesz)! Itt szintén lesz egy ablak, ahol megint a The generic -re bökünk. Open Rep ablakban a Master Rep-et választjuk.

Beszúrjuk a fő nézetet (jobb klikk/General View, majd 00\_Work), készítünk vetületet (Projekcion View). A méretek felszórása után kattintsunk rájuk, Value/Name rubrikába a paraméter nevét, Dimension Text -nél pedig **@S** -t írunk be. Attila készített olyan táblázat formátumot, amely kilistázza a teljes méretsort. Ennek beszúrása: **Table/Table From File** -ből a **fam\_tab\_wf2.tbl** -t válasszuk ki, majd a rajzlapon kattintsunk a kívánt helyére! (A táblázat a mintafájlok között található meg, melyet másoljunk át a munkakönyvtárunkba!) A rajzon feltüntethetjük a felhasznált összefüggéseket, ehhez **Annotate/Annotations/Note**, aztán írjuk be: **Összefüggések**!, végül ez alá pötyögtük be a Tools/Model Intent/Relations -be írt képleteket! Az Összefüggések felirat köré téglalap rajzoltatása: jelöljük ki a szöveget, majd Style/Box gomb.

### Kiegészítő megjegyzések

– A C3D Kft. lemodellezte a kereskedelmi forgalomban beszerezhető szabványos kötőelemeket: C:\Users\Public\Documents\work\_creo\_4\zz\_Creo\_setup\lib\

Ezek többszörösen összetett családtáblás modellek (a családtábla elemein belül is családtáblák lettek létrehozva).

– Az összeállítási modellbe a Creo gyári kötőelemeit is beépíthetjük: Tools/Intelligent Fastener



## 6. MECHANIZMUSOK - SZAKASZOS MOZGATÁS

Mintafájlok: **wf5\_301\_piros\_szakaszos\_mozgatas.zip**

Ez a fejezet a mechanizmusokról szól, melyek segítségével mozgó gépelemek kinematikai vizsgálata válik lehetővé.

### 6.1. Összeállítás

Azt javaslom, hozzunk létre új összeállítást, melyet a minta alapján próbáljunk meg felépíteni!

A gépek többsége talajhoz rögzített alapkerettel rendelkezik. Ezt az alkatrészt kell először beépítenünk a fő összeállításba (természetesen a már megismert Default kényszerrel). Új alkatrész beszúrásakor (az eddig használt statikus kényszerek melletti sávban található) mechanizmus kényszerek közül fogunk választani:

- Rigid: mechanizmus kényszerek közé hagyományos kényszerek vegyítése;
- Pin: tengely körüli elfordulás;
- Slider: egyenes lecsúszik egy egyenesen;
- Cylinder: 2 hengeres felület illesztése;
- Planar: 2 test síkját illesztjük;
- Ball: gömbcsukló kapcsolatot;
- Weld: ha lehet, ehelyett inkább a Rigid -et részesítsük előnyben;
- Bearing: csapágyazás;
- General: hagyományos kényszerekből mechanizmus kényszereket kreálunk;
- 6Dof: a 6 szabadságfokot kézzel vesszük el;
- Slot: pályát lehet követni (Curve).

Nyissuk meg a tengely\_1 -et, amelyet először hagyományos módon építünk be (*Coincident* [tengely palástjára, majd az alaplap megfelelő furatára kattintva] + *Distance* [a tengelyre merőleges körcikkre, majd az alaplap elülső felületére kattintva, távolságnak 0 értéket beállítva]). Bőkjünk a **Placement** gombra, majd jelöljük ki a *Coincident* kényszert, ahol az **Allow Assumptions** mellől vegyük ki a pipát! Kattintsunk az így aktívvá váló **Convert constraints to Mechanism** ikonra (körző alakú ikon a Placement gomb fölött)! Ennek hatására a kényszerek hagyományosról mechanizmusra konvertálódnak. Az újonnan megjelenő kapcsolatok közül a *Rotation 1* még nincs helyesen megadva, így kattintsunk bele, majd az első üres rubrikába, aztán kattintsunk a tengely lelapolására majd az alapkeret felső síkjára! **Current Position** -nak 180° -ot adjunk meg, valamint bőkjünk rá >>, majd a **Set Zero Position** gombokra! Pipáljuk be az **Enable regeneration value** -t! (Minimum és Maximum Limit megadásával korlátozható lenne az elfordulás szöge.) Ezzel kész a tengely 1 beszerelése. A minta alapján építjük be a többi alkatrészt is!

Kattintsunk a Model/Component/**Drag Components** (kéz vagy „mancsos”) ikonra! Gördítsük le a **Snapshots** gombot! Ez a pillanatfelvételek rögzítésére szolgál. Kattintsunk az egyik alkatrészt (hajtókar), majd az egér mozgásával állítsuk be az egyik véghelyzetet (pozíciót elfogad: bal klikk, mellőz: sroll -al klikk)! **Take a Snapshot** (fényképező) ikonra bökve készíthetünk pillanatképet, majd ezt nevezzük el! Kattintsunk a **Make selected snapshot available in drawings** -ra, mert erre a rajzkészítésnél lesz szükségünk! Állítsuk be a másik szélső helyzetet, majd a fenti műveletsort ismét játsszuk el! Ezek a pillanatfelvételek sajnos statikusak, így ha valami változtatást hajtunk végre, akkor az **Update** -el (sárga háromszög fekete + jellel) frissítenünk kell ezeket, különben regenerálás után összeomolhat az összeállítási modell!

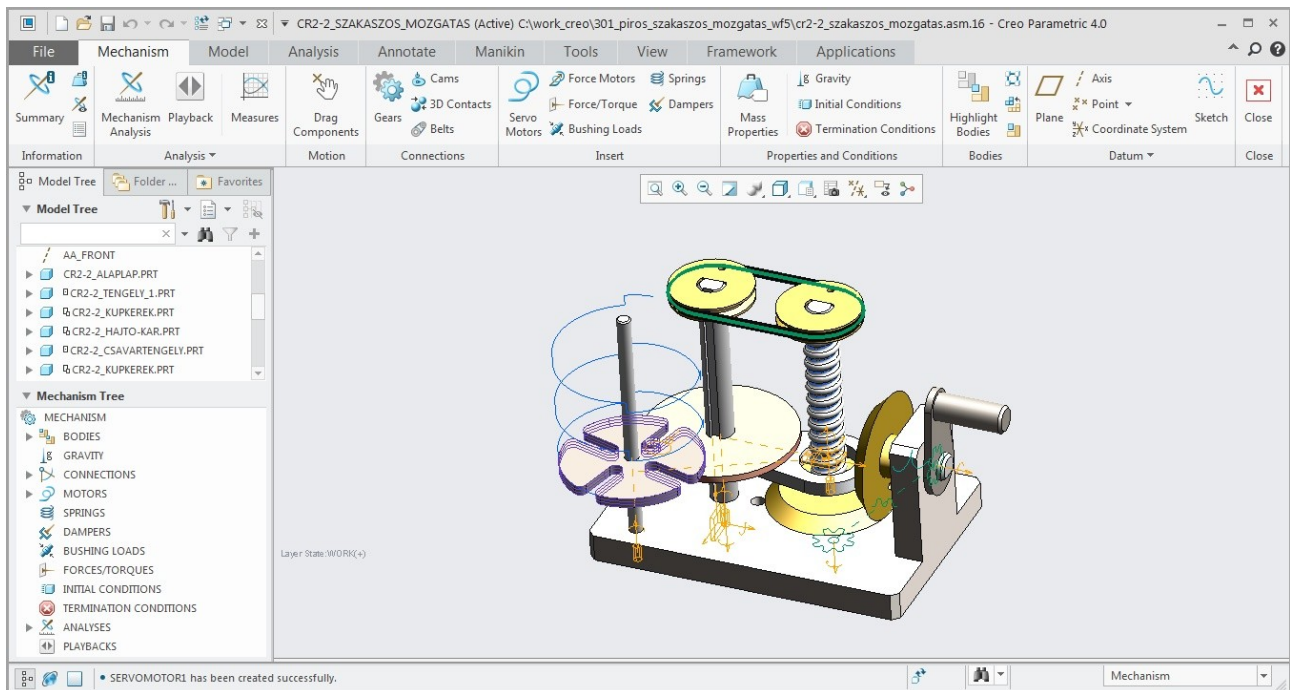
## 6.2. Mechanizmus modul

Lépünk át a mechanizmus modulba: **Applications/Motion/Mechanism!**

### Megjegyzés

Ehhez az alfejezethez asszimiláltam Koletics Ádám leírását, mely megtalálható a fent említett állományban.

A fájlépítési fa alatt jelenik meg a **Mechanism Tree**, ahol a szokásos bal klikk/Edit Definition - el lehet az általunk definiált hajtásokat módosítani.



14. ábra. Mechanizmus modul

A mechanizmusok modellezésének lépései röviden:

- kapcsolatok (Connections) definiálása (fogaskerék-, büttyös-, ékszj hajtás);
- hajtó motor megadása (Insert/Servo Motors);
- peremfeltételek (Insert) meghatározása (rugó, csillapítás, erő/nyomaték);
- kezdeti feltételek és gravitáció megadása (Properties and Conditions);
- analízisek készítése (Analysis/Mechanism Analysis);
- a működésről videó készítése, ütközésvizsgálat (Analysis/Playback);
- mérések, elmozdulás-idő diagram készítése (Analysis/Measures).

A következő alfejezetekben részletesen végigmegyünk a fenti lépéseken. (Olyan lehetőségekre is kitérünk, amelyek ennél a konkrét példánál nem jönnek elő.)

### 6.2.1. Hajtások

A bütökös tárcsa és a máltai kereszt kapcsolata a Connections/**Cams** paranccsal valósult meg. Cam1 fölön jelöljük ki az egyik alkatrészen a megfelelő felületet, majd középső egérgombbal fogadjuk el, aztán a Cam2 fölön játsszuk el ugyanezt a másik alkatrésszel! A Properties fölön az **Enable Liftoff** bepípálásával engedélyezzük a pálya elhagyásának lehetőségét! **Smoothen the cam curves** -t érdemes bepípálni. Ha gondoljuk, megadhatjuk a súrlódási tényező (nyugalmi, mozgási) értékét. A mancsos ikonnal mozgassuk a megfelelő pozícióba az alkatrészeket!

A Connections/**3D Contacts** kényszerrel megakadályozhatjuk, hogy két alkatrész egymásba hatoljon. Először válasszuk ki az egyik alkatrész azon felületét, amelyikhez hozzá fog érni a másik alkatrész! Ezután a másik alkatrészen válasszuk ki azt a pontot, amely először fog érintkezni a felülettel! A pont körül létrejön egy gömb, amelynek sugarán belül fogja az egyik alkatrész a másikat lökdösni. (Vigyázzunk a túl gyors mozgásokkal, mert át lehet lökni a pontot a sík túlsó felére!)

Connections/**Gears** segítségével fogaskerék/dörzshajtás kapcsolatot definiálhatunk. Az előugró menü Type mezejében választhatjuk ki a hajtás típusát.

**Generic:** általános hajtáskényszer. Tetszőlegesen definiálhatunk vele lineáris-lineáris, forgó-forgó, forgó-lineáris kapcsolatot. Először jelöljük ki az első alkatrész elmozdulásának tengelyét, ezután a Gear2 fölön tegyük meg ugyanezt a másik alkatrésszel! Áttétel megadása:

- Forgó-forgó kapcsolat esetén a Gear1 és Gear2 füleken a Diameter rubrikába adjuk meg a gördülőkör átmérőt (vagy a fogak számát), vagy a Properties fölön adjuk meg az átmérők arányát (User Definied)! Az átmérők (vagy fogak száma) alapján a program kiszámolja az áttételt.

- Forgó-lineáris esetben elég megadni a forgó kerék átmérőjét (vagy a properties fölön az áttételt [mm/fordulat] -ban).

- Lineáris-lineáris kapcsolat esetén csak a properties fölön tudjuk megadni az áttételt [mm/mm] -ben.

**Spur:** hengeres fogaskerék-hajtás. Ugyanúgy kell definiálni mint a Generic esetén a forgó-forgó kapcsolatot. A Properties fölön megadhatjuk a kapcsolószöget (Pressure Angle ( $\alpha$ )) és a fogferdeségi szöget (Helix Angle ( $\beta$ )).

**Bevel:** Kúpos fogaskerék-hajtás. A hajtás definiálása ugyanúgy történik mint a hengeres fogaskerek esetében, azzal a különbséggel, hogy két egymást metsző, tetszőleges szöget bezáró tengelyt kell kiválasztani.

**Worm:** csigahajtás. Először válasszuk ki a csiga (worm) forgástengelyét, és adjuk meg a gördülőkör átmérőjét! Ezután válasszuk ki a csigakerék (wheel) forgástengelyét! Az áttételt kétféleképp adhatjuk meg: a csiga és csigakerék fogszámával, vagy a csiga menetemelkedési szögével (Screw Angle ( $\beta$ )).

**Rack and Pinion:** fogasléc-fogaskerék-hajtás. Először válasszuk ki a meghajtó fogaskerék (pinion) forgástengelyét! Jelöljük ki a lineáris mozgató tengelyét! Az áttételt megadhatjuk a fogaskerék átmérőjével, vagy manuálisan [mm/fordulat] -ban.

Connections/**Belts** -el szíjhajtást adhatunk meg. Ctrl gomb letaposása mellett jelöljük ki a szíjtárcsák azon felületét, amelyen a szíj futni fog (elég a felület felét kijelölni). Ékszíjak esetében a csúszásmentes gördülés valahol a kúpos felület mentén jön létre. Mivel ezt nem tudjuk kiválasztani, ezért a megfelelő áttétel definiálása érdekében az alkatrészen hozunk létre egy sketch -et (melyre megrajzoljuk a megfelelő átmérőjű kört), és ezt jelöljük ki. A szíj és a tárcsa találkozásánál lévő fehér fogópont segítségével a szíj azon ágát át tudjuk tenni a tárcsa másik oldalára. Az áttétel és a forgásirány megadásával nem kell foglalkozni, mert azt a creo az átmérőkből és a szíj pozíciójából számítja helyettünk.

A virtuális szíjból alkatrészt készíthetünk: jelöljük ki a zöld vonalat, jobb klikk/**Make Part**. Az alkatrész kényszerítésével nem kell foglalkozni, csak középső egérgombbal elfogadni. A mechanizmus modulból kilépve egy fekete vonal látszik a szíj helyén. Kijelölése után jobb klikk/**Open** vagy **Activate** paranccsal szerkeszthetjük. Ismét jelöljük ki, majd Shapes/**Sweep**

(átvezetett kihúzás parancs). A keresztmetszet megrajzolásához kattintsunk a vázlat ikonra! Ha az Activate parancsot választottuk, akkor referenciaként használhatjuk a szíjtárcsát. Lépünk vissza a mechanizmus modulba!

Insert/**Servo Motors** -al forgó vagy lineáris motort definiálhatunk. Ehhez meg kell adnunk a forgatás tengelyét (motion axis), majd a **Profile Details** fülön a forgatás paramétereit. A szervomotor pozícióját (Position), sebességét (Velocity), gyorsulását (Acceleration) sokféle függvényel leírhatjuk. Legegyszerűbb táblázatos formában megadni a motor pozícióját az egyes időpillanatokban: **Driven Quantity** mezőből az **Angular Position** -t, **Motor Function** mezőből a **Table** -t kiválasztjuk, majd az **Add rows to the table** ikonnal 2 sort hozunk létre. Az első sorba pl. 0-0 -át, a másodikba 10-3600 -et írunk. Ez azt jelenti, hogy a nulladik pillanatban semmi sem mozog, majd (miután az analízist elindítottuk) 10 másodperc alatt a tengely 3600 fokot fordul el. **Browse for an external table file** -al előre elkészített fájlt is beolvastathatunk. A **Graph** gombra bökve egy grafikon rajzolódik ki (elmozdulás az idő függvényében). A felkínált grafikon nyomtatási szempontból nem éppen optimális, a tulajdonságok megváltoztatása: **Format/Graph**. A felugró ablakban átírhatjuk a tengelyek megnevezését, átállíthatjuk a betű- és a háttérszín. **File/Export Excel** -el külső (Excel) táblázatba menthetünk. Ha pl. jpg képként szeretnénk elmenteni a gráfot, akkor ezt a **File/Print** ablak beállításainak segítségével tehetjük meg.

### 6.2.2. Analízisek készítése

Ha az összes kapcsolatot létrehoztuk, akkor az Analysis/**Mechanism Analysis** -el készíthetünk analízist.

A **Name** mezőbe adjuk meg egy értelmes nevet, a **Type** mezőben válasszuk ki az analízis típusát (Position – pozíció, Kinematic – kinematikai, Dynamic – dinamikai, Force balance – erő egyensúly)! A Position -t válasszuk!

**Preferences** fülön adjuk meg a kezdés idejét (Start time), majd a görgetőszávból válasszuk ki, melyik paramétert szeretnénk még megadni (Length and rate – hossz és sebesség, Length and frame count – hossz és képkockák száma, Rate and frame count – sebesség és képkockák száma)! Maradjon a legelső!

Adjuk meg az analízis végének idejét (End Time)! Ha túl gyors/lassú lenne az animáció, a másodpercenkénti képkockák számát (Frame rate) vagy a minimális időközt (Minimum interval) -t írjuk át! Állítsuk be, hogy az analízis melyik pozícióból induljon (Current – épp aktuális, Snapshot – előzőleg definiált pillanatfelvétel)!

**Locked Entities** mezőben kizárhatunk a mozgásból bizonyos alkatrészeket.

A **Motors** fülön jelöljük ki a már általunk definiált ServoMotor1 -et! (Ha több motorunk van, itt adhatjuk meg, mikor melyik működjön.)

Az **External loads** fülön külső terheléseket adhatunk meg, illetve eldönthetjük, figyelembe kívánjuk-e venni a gravitációt és a súrlódást. A **Run** gombra nyomva lefut az analízis.

Mentsünk! Regenerálással állítsuk vissza az eredeti állapotot!

Az analízis visszajátszásához az Analysis/**Playback** ikonra kattintunk! Az általunk létrehozott és lefuttatott analíziseket a **Result Set** mezőből tudjuk kiválasztani. Kattintsunk a **Play** ikonra! Ha videót szeretnénk készíteni az animációról, az előugró menüből a **Capture** -t válasszuk! Itt megadhatjuk a kimeneti videó fájl beállításait (név, felbontás, stb.). Ha a **Photorender frames** -t bepipáljuk, jobb minőségű videót kapunk, de sokkal hosszabb ideig fog tartani a mentés. Ha mégis ezt választjuk, ügyeljünk rá, hogy képernyőkímélő ne zavarjon be, ne kapcsoljon ki a monitor, ne nyíljon meg semmilyen ablak, mert ez mindazt elmenti a videóba, amit mi a képernyőn látunk! Az Ok gombot lenyomva elindul az analízis videó fájlba mentése. **Create a Motion Envelope** -al kirajzoltathatjuk az alkatrészek által súrolt térrészt. Ütközések vizsgálata: **Collision Detection Settings**. Előugró menüben a **Global** a teljes, **Partial** pedig csak a kijelölt részek vizsgálatát jelenti. Végezetül regeneráljunk, majd mentsünk!

Analysis/**Trace Curve** -el egy pont mozgásának pályáját rajzoltathatjuk ki. Először ki kell jelölnünk azt az alkatrészt, amelyhez viszonyítani szeretnénk a pont mozgását. Ezután válasszuk ki a vizsgálni kívánt pontot, majd válasszuk ki az egyik korábban lefuttatott analízist!

Analysis/**Measures** -el diagramot készíthetünk (beállításokhoz lásd fentebb a Graph részt). Ehhez persze ki kell jelölni a test egy pontját, és a mozgás tengelyét, valamint ki kell választani a mozgás típusát.

### 6.2.3. Perem- és kezdeti feltételek

Properties and Conditions/**Gravity** segítségével nehézségi erőter hatását tudjuk figyelembe venni. Nagyságát (Magnitude)  $[mm/s^2]$  egységben kell megadni ( $9810 [mm/s^2]$ ), irányát pedig az alap koordináta-rendszer tengelyeire mért vetületek arányával.

Insert/**Force Motors** -al külső erőt vagy nyomatékot adhatunk a mozgó alkatrészekre. A mozgástengely kiválasztása után adjuk meg a terhelés nagyságát, melyet a szervo motorok mozgatásához hasonlóan többféle függvénnel definiálhatunk.

Rugót a Insert/**Springs** -el hozhatunk létre. A ctrl gomb letaposása mellett jelöljük ki a rugó két végpontját (ehhez célszerű korábban létrehozni az alkatrészen a pontokat). Ezután adjuk meg a K rugómerevség és az U egyensúlyi hossz értékét!

Ez egy virtuális alkatrész, így ha rugós kapcsolat dinamikáját szeretnénk modellezni, akkor ezt olyan összeállításban kövessük el, amelyből előzőleg eltávolítottuk a fizikai rugó elemet! (A testmodellezéssel készült merev testként kell felfogni, így ez a dinamikus vizsgálatok szempontjából nem lenne megfelelő.)

Insert/**Dampers**: csillapítás. A rugóhoz hasonlóan adjuk meg a csillapítás két végpontját, majd a C csillapítási tényező értékét!

**Force/Torque** -el tetszőleges erő/nyomaték terhelést tudunk ráerőszakolni a modellre.

Properties and Conditions/**Initial Conditions**: kezdeti feltételek.

- **Define velocity of a point**: Válasszunk ki azt a pontot, melynek sebességét meg szeretnénk adni a kezdeti időpillanatban, majd adjuk meg a nagyságát! A hatásvonalát háromféleképp adhatjuk meg: egységvektorokkal, élekkel vagy két pont segítségével.
- **Define motion axis velocity**: Válasszunk ki egy mozgástengelyt, majd adjuk meg az alkatrész kezdeti sebességét, illetve szögsebességét!
- **Define angular velocity**: Válasszunk ki egy testet, amely forgási sebességét ismerjük a kezdeti időpillanatban! A forgástengelyt ugyanúgy adhatjuk meg, mint az előbb a sebesség irányát.

Lépjünk ki a mechanizmus modulból!

## 6.3. Rajzkészítés

Az eddigiekhez képest az lesz az újdonság, hogy a kezdeti- és végállapotot egy nézetben belül fogjuk ábrázolni. Hozzunk létre egy új A3 -as rajzot! Illesszük be a fő nézetet, ami a Front legyen! View States fülön pipáljuk be az **Explode components in view** -t, majd a legördülő menüből válasszuk a **Start** -ot (kezdő Snapshot)! Ismét szúrjunk be új nézetet (megint Front), aminél pedig az **End** -et (végső Snapshot) állítsuk be! Így lényegében 2 különböző véghelyzetben van meg ugyanaz a nézet.

Jelöljük ki a végső állapotot, **Layout** menü/**Edit** csoport/**Component Display**, itt a **Style** és **Picked View** legyenek kijelölve! Jobb egérgombbal addig klikkelgessünk, míg az egész nézet ki nem jelölődik, bal gomb, majd középső egérgomb (scroll). Végül a **PhantomOpaque** -re klikkeljünk, Done, Ok, középső gomb. Ennek hatására a teljes nézet halvány szaggatott vonallal jelenik meg. Annotate menüben kattintsunk a méretezés gombra, és adjuk meg az alaphelyzethez képesti magasságot a végállapoton!

Helyezzük egymásra a 2 nézetet: (a Layout menüben állva) kattintsunk valamelyik nézetben 2x, majd Alignment fülön pipáljuk be az **Align this view to other view** -t, klikkeljünk a másik nézetre! A **Point on this view** mezőben a **Custom** -öket jelöljük ki! A 2 nézet 1-1 vízszintes élét párosítsuk össze, majd Apply. Jelöljük be a **Vertical** -t, kattintsunk az At view origin -re, majd vissza a Custom -re (így elfelejti az előző beállítást), és most 1-1 függőleges él rendezzük össze, Apply. (#Megj.: Esetenként hülyeséget kaphatunk, ekkor kapcsoljuk ki a nézetek igazítását, vonszoljuk el egymástól őket, majd próbálkozzunk újra! Esetleg úgy is megpróbálhatjuk, hogy élék kijelölgetése nélkül/helyett, csak egyszerűen a Horizontal -ra majd

a Vertical -ra 1-1 Apply -t nyomunk. Ilyenkor a koordináta-rendszerük középpontjait illeszti egymáshoz. Ez esetenként nem használható (pl. ha a véghelyzet az alapkereten túllógna, így a koordináta-rendszer középpontja eltolódna.)

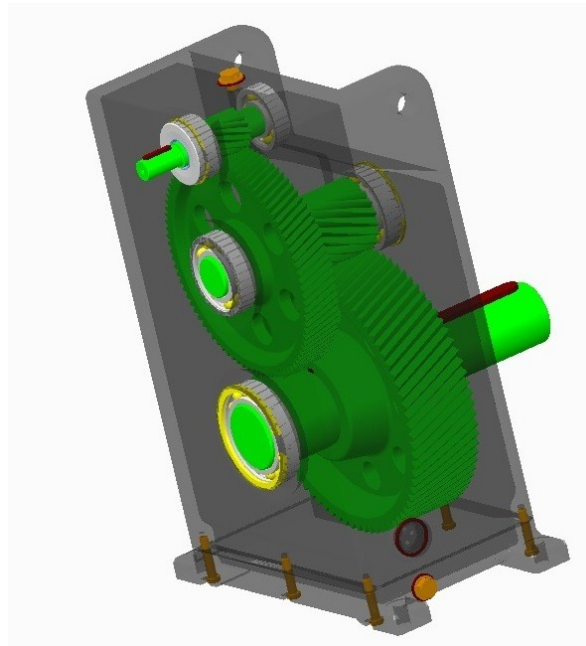
Ha a menet végállapotbeli vonalát törölni akarjuk: Layout/Edit/Component Display nál a **Blank** -ot válasszuk, jobb klikkel keressük ki a megfelelő vonalat, bal klikk, Ok, középső gomb.

Elmozdult hossz megadása: lopós ikon (Sketch menü/Sketching/Edge/Use Edge) lenyomása után jelöljük ki az egyik élt (kezdeti nézet), majd a scroll gombbal katt. Jelöljük ki az így keletkezett vonalat, jobb klikk/**Unrelate**, majd jobb klikk/**Relate to View**, kijelöljük a nézetet, amihez a vonalat rögzíteni akarjuk (végső nézet). Rakjuk fel a méretet: jobb klikkel keressük meg a lelopott vonalat (bal alsó sarokban nézzük, melyik vonalon áll épp), bal klikk, majd a Ctrl gomb lenyomása közben kattintsunk a másik vonalra. A kiadódó méretet rakjuk zárójelbe! A tizedes jegyek számát (Precision) 0-ra állítsuk!



## 7. MECHANIZMUSOK - HAJTÓMŰ

Ebben a fejezetben kétfokozatú áthajtóművet fogunk mechanizmus kényszerekkel összeépíteni (gépelemek 3, 2. házi).



15. ábra. Hajtómű összeállítás

### 7.1. Fogaskerék összeállítás

Mintafájlok: **wf3\_302\_piros\_fogaskerek\_par.zip**

A fogaskerekes kapcsolatokat Attiláék készítették el nekünk. Mielőtt bármit is csinálnánk, olvassuk el a mellékletben található pdf fájlt (az utolsó oldal különösen fontos)! Hozzunk létre egy új könyvtárat, amelyet állítsuk be munkakönyvtárnak! A mintafájlok közül nyissuk meg a k-k kapcsolat összeállítási rajzát! (A k-b kapcsolat bolygóművek esetében hasznos). Készítsünk biztonsági mentést: File/Save As/**Save a Copy**, adjuk meg az új összeállítás nevét, a következő ablakban pedig a **Reuse** melletti gördítősávra bökjünk (Action oszlopban), és a **Save a Copy** kiválasztása után írjuk be a fogaskerek új neveit!

	Action	New Name	Common Name
FOGASKEREK_PAR_K-K_WF3.ASM	Save a Copy	OA_FOGASK_1_FOK	fogaskerek_par_wf3.asm
FOGASKEREK_1_K-K_WF3.PRT	Save a Copy	FOGASK-1	fogaskerek_1_wf3.prt
FOGASKEREK_2_K-K_WF3.PRT	Reuse	FOGASKEREK_2_K-K_WF3	fogaskerek_2_wf3.prt

16. ábra. Mentés másként

A Save a Copy gomb lenyomása után zárjuk be az eredeti összeállítást, és nyissuk meg az újat! Tools/Model Intent/Parameters -ben írjuk át az **User-Defined** -al jelzett paramétereket (Source oszlop), kezdve a modul megadásával. (Az exhefo excel tábla ugye mindenkinek ismerős.) A **Description** oszlopban szerepel a paraméterek magyar megnevezése. A **Relation** (lásd: Source oszlopban) jelzetű paramétereket a program előre meghatározott összefüggésekkel számolja ki (regenerálás után). A tengelytáv változás (Delta\_A) értékét 0 -ra állítsuk! Figyelem: itt a profileltolás értéke nem azonos az exhefo által megadottal!

Miután beírtuk a nekünk megfelelő értékeket, a modellfában jobb klikk az első fogaskeréken/**Insert Here**. Model/**Regenerate** (Ctrl+G), majd jobb klikk a második fogaskeréken/Insert Here, ezután ismét regeneráljunk! (#Megj.: Az Insert Here variálásával kerülhető el, hogy regenerálás után összeomoljon a modell.)



Tools/Model Intent/Parameters -ben az általunk tervezett tengelytávból vonjuk ki a program által kiszámoltat (TENGYELTAV), és ezt a különbséget írjuk be a Delta\_A értékének! Insert Here az első fogaskeréken, regenerál, Insert Here a második fogaskeréken, regenerál. Ezután elvileg jó lesz a tengelytáv.

Az X profileltolási tényező értékét úgy kell beállítani, hogy a fogaskerék fejköre ne kerüljön a csatlakozó fogaskerék alapköre alá! Az X átírása után a tengelytáv megváltozhat, ilyenkor sajnos be kell zárunk az ablakot, törölni a memóriát, és újratekdeni az egészet. Csak akkor mentsünk, ha meggyőződünk róla, hogy paraméterek megfelelőek és nincs alámetszés!

Lépünk át a mechanizmus modulba! Láthatjuk, hogy van fogaskerék kapcsolat definiálva. A Diameter mezőbe (Gear1 és 2 fűleken) adjuk meg a fogak számát! Hajtást majd a fő összeállításban fogunk megadni, most ne törődjünk ezzel! Mentsünk!

A fogaskerék összeállításunk elkészült, most már elkezdhetjük a fogaskerekeket külön-külön módosítani. Nyissuk meg a kiskereket! A modellfát váltsuk át Layer fára, **DEF\_DTM\_PLANE** -en jobb klikk/Unhide, majd váltsunk vissza modellfára! A további szerkesztésekhez érdemes létrehozni segédsíkokat. Az Axis Display legyen bekapcsolva, majd Model/Datum/Plane parancs. Jelöljük ki a modellfában az A\_4 tengelyt, majd a Ctrl gomb letaposása mellett a fogaskerék szimmetriatengelyét! Az így létrejött síkra merőlegesen is érdemes egy új síkot létrehozni. A további szerkesztések elvégzését az olvasóra bízom.

A nagykerék modellben is kövessük el a fenti bekezdésben leírtakat! Ezen kívül akad még 1 probléma: az A\_5 tengely valamiért nem a gördülőkörön megy keresztül. A Layerek között a **POINT** -ot Unhide -ra állítsuk! A modellfában a **PNT1** -en jobb klikk/Edit Definition. A felugró ablakban jelöljük ki a gördülőköröket!

## 7.2. Hajtómű összeállítás

Mintafájlok: **wf5\_303\_kopi\_hajtomu.zip**

Ha nincs kedvünk saját hajtóművet alkatrészenként modellezgetni, másoljuk ki a mintafájlokból ezeket a munkakönyvtárunkba! A zzz\_olvass\_meg.txt fájlban (egyeb\_formatumok könyvtárban található) felsoroltam, melyik fájl micsoda.

### 7.2.1. Részösszeállítások

A harmadik tengelyről külön összeállítás (osszea\_tengely.asm) készült a fészkes reteszekkel. Itt a tengely Default, a reteszek pedig hagyományos (Coincident+Distance) kényszerekkel kerültek beépítésre.

A (Simrit) szimmerringeket és (SKF) csapágyakat a gyártójuk honlapjáról töltöttem le egy külön könyvtárba. File/Save As/Save a Copy -val mentsük el ezeket a munkakönyvtárunkba! Az egyes alkatrészeknek külön-külön adjunk meg anyagminőséget, valamint a koordináta-rendszerét állítsuk át (File/Prepare/Model Properties, majd **Units** mellett change, **mmNs** kijelölése után **Set** nyíl)!

Az első fokozat fogaskerék összeállításába szereltem bele mechanizmus kényszerekkel az íves reteszt. Planar -el a retesz oldalát a horony oldalához, megint Planar -el a retesz alsó síkját a horony aljához, a retesz és horony íves felületeit pedig Cylinder -el illesztettem.

A második fogaskerék fokozat összeállításába beolvastam a tengely részösszeállítást. Beépítés: a tengely és fogaskerék hengeres felületeit Cylinder -el adtam meg. A nagykerék modelljében létrehoztam dátum síkot oda, ahová a retesz felső felületének illeszkednie kell, majd a reteszt és ezt a síkot Planar -el gyógyítottam össze. Végül megint Planar -el csatlakoztattam a tengely megfelelő vállát a nagykerék megfelelő felületéhez. A következő alkatrész a távtartógyűrű: hengeres felület Cylinder -el, sík felület Planar -el van összeépítve. A kiskerék reteszét az első fogaskerék fokozatnál ismertetett módon szereltem be.

### 7.2.2. Főösszeállítás

A fő összeállításba a két fogaskerék fokozaton kívül mindent statikus kényszerekkel lapátoltam be. A középső tengely (illetve kiskerék) távtartó gyűrűjét is hagyományos módon csatlakoztattam. Egyes alkatrészek beszereléséhez el kell metszeni a komplett hajtóművet.

A második fogaskerék fokozatot szereltem be előbb: Cylinder -el a középső tengelyt a csapágyhoz, majd megint Cylinder -el a harmadik tengelyt a csapágyához, végül Planar -al a harmadik tengely távtartóját a csapágyhoz. Az első fokozatot a másodikhoz hasonlóan építettem be, de azzal a különbséggel, hogy, a nagykeréket a 2. fokozat kistengelyéhez illesztettem (Cylinder -el).

A mechanizmus modulban a fogaskerék kapcsolatok megadásával már nem kell bajlódniuk, mert ezeket a program a részösszeállításokból felismeri.

- Létrehoztam egy szervó motort. A behajtás tengelyének (Motion Axis) az első fokozat tengelyét adtam meg (ami az első fogaskerék kapcsolat tengelye is egyben). A Profile fülön a legördülő listából a Position -t, majd Table-t választottam. Létrehoztam két rekordot (1. a kezdeti állapot, 2. a végállapot). A végállapot elfordulási szögének a következő értéket adtam meg: a fokozatok áttételének szorzata, szorozva 360 -al.
- Kinematic típusú analízis definiáltam, melynek futási ideje 10 [s]. A síkok és tengelyek megjelenítését kapcsoljuk ki, majd Run -al futtathatjuk az analízist.
- Ha az animáció során mindegyik fogaskerék a megfelelő irányban forgott, akkor annak befejeződése után mentünk! (A mozgókép készítését már a szakaszos mozgatás példa során ismertettük, ezért ezt nem ismételtem meg.) Regenerálás, ismét mentés.

### 7.2.3. Csapágyak, tömítések

A külső forrásból beszerezett – pl. a gyártó honlapjáról letöltött – modellek általában máshogy vannak paraméterezve, mint az általunk – BME -s beállításokkal – létrehozott fájlok. Ennek eredményeképp egyrészt nem jelennek meg a darabjegyzékben, másrészt a tömegük hibásan számítható. (A creo a sűrűséget [tonna/m<sup>3</sup>] -ben értelmezi.) A hibák kiküszöböléséhez újra kell paramétereznünk a modelleket. Nyissuk meg a főösszeállítást!

A Modell Tree felirat sorában gördítsük le a **Settings** gombot, itt a **Tree Columns** -ra bökjünk! **Type** mezőből a **Model Params** -ot válasszuk! A **Displayed** mezőbe rakjuk át az **Object\_Description** -t és az **Assigned\_Material** -t! A **Type** mezőből most a **Mass Properties Params** -ot választva az **MP\_Density** -t (sűrűség) rakjuk át a **Displayed** -be! Ok. Ezután a modellfa mellett új oszlopok jelennek meg.

Az **Object\_Description** oszlopban a kitöltetlen mezőkbe kattintsunk! A felugró ablakban **Type** -nak **String** -et válasszunk, majd Ok, aztán írjuk be az alkatrész megnevezését, valamint ellenőrizzük annak sűrűségét! A részösszeállításokat ne felejtsük el lenyitni!

	OBJECT_DESCRIPTION	ASSIGNED_MATERIAL	MP_DENSITY
▼ 1287320_OA.ASM	128732 Simrit		
1287320_GUMI.PRT	128732 gumi		1.500000e-09
1287320_FEMGYURU.PRT	128732 femgyuru		7.850000e-09
▼ 451669_OA.ASM	451669 Simrit		
451669_GUMI.PRT	451669 gumi		1.500000e-09
451669_GYURU.PRT	451669 gyuru		7.850000e-09

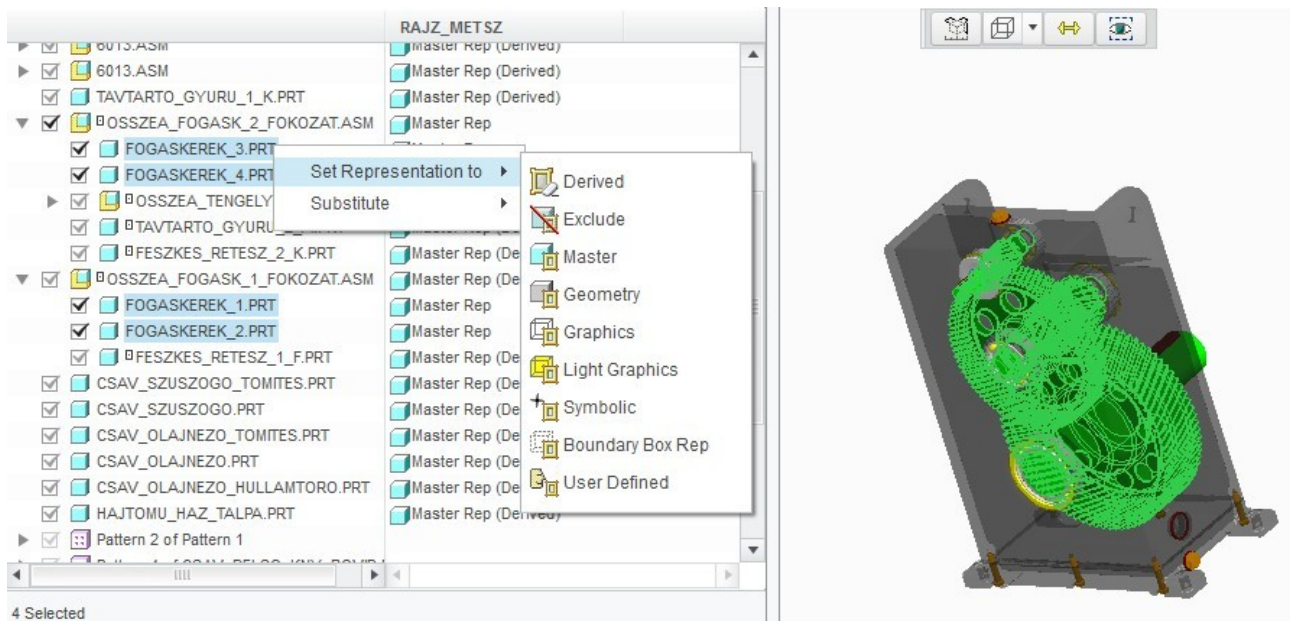
17. ábra. Külső forrásból szerzett alkatrészek paraméterezése

### 7.2.4. Fogaskerek kiegyszerűsítése

A rajzkészítésnél alapértelmezetten (a fogaskerek láb-, gördülő-, fejköre helyett) az evolvens nézeti/metszeti képe jelenik meg. Hogy megfeleljünk a műszaki ábrázolás szabályainak, egyszerűsített nézeteket (Simplified Representation) kell létrehoznunk. A mellékelt fogaskerék párok modelljeiben ezek el lettek készítve, de a fő összeállításban is aktiválni kell ezeket.

Nyissuk meg a fő összeállítást! View Manager -ben a **Simp Rep** fülön hozzunk létre Rajz\_metsz nevű nézetet! A felugró ablak legtetején lévő pipára (ennek hatására minden alkatrész ki lesz

pipálva), majd a jobb oldali térfél üres fehér területére kattintsunk! Nyissuk le a fogaskerék összeállításokat, és Ctrl lenyomása mellett jelöljük ki a fogaskerekeket, jobb klikk/**Set Representation to/User Defined**. Ezután előugrik egy ablak, ahol Rajz\_Metszetet választjuk ki, Apply, Ok.



18. ábra. Simp Rep megjelenítése

Előzőhöz hasonlóan hozzunk létre új Rajz\_nez nevű nézetet, jelöljük ki megint a fogaskerekeket, Rajz\_Nezet, Apply, OK.

### 7.2.5. Kép renderelése

Előfordulhat, a művünk olyan szépre sikerül, hogy színes-szagos háttérképet szeretnénk róla készíteni. **Applications/Rendering/Render Studio/Render Output/Render** ablakban a kimeneti fájl minőségét tudjuk beállítani. A creo alapbeállításai elég gagyi képet eredményeznek. A segédlet jelenlegi verziójában nem mennék bele a beállítások részletes ismertetésébe. Ha készen vagyunk a tulajdonságok átbuherálásával, a **Screenshot** -al készíthetünk képet, amely a munkakönyvtárunkban lesz megtalálható.

## 7.3. Rajzkészítés

Az összeállítási modellben annyi metszetet készítsunk (akár ugyanazzal metszősíkkal, de más néven); ahány kitörést, kirészletezést a rajzon ábrázolni szeretnénk!

Nyissunk egy üres A0 -ás lapot! Open Rep ablakban a Rajz\_Metsz -et választjuk! Szűrjünk be új nézetet (Right)! Sections -nél jelöljük ki a 2D cross sections -t, a + gomb lenyomása után választjuk ki az első metszetünket, ami teljes (Full) metszet legyen, Apply! View States fülön a Simplified representation mezőben a Rajz\_Metsz -et választunk ki! Miután kiléptünk a Drawing View ablakból, állítsuk át a léptéket (Scale) 1-1 -re!

Első körben állítsuk át a sraffozást (Layout menüben állva)! A tengelyeket, csapágy golyókat, csavarokat, reteszeket Exclude -oljuk ki; a többi alkatrész sraffozását állítsuk 45° vagy 135° -ra (Angle), a sraff sűrűségét állítsuk megfelelőre (Spacing, Value)!

Bizonyára feltűnt, hogy a fogaskerék kapcsolatok nem megfelelően jelennek meg. Ezt kitörések készítésével fogjuk megoldani. Kattintsunk 2x a nézetben, majd a Sections fülön jelöljük be a 2d cross-sections -t, majd + jellel választjuk ki a sorban következő metszetet! Ez **Local** metszet lesz (magyarul kitörés), majd ki kell jelölnünk a kezdőpontot. A legfelső fogaskerék feltételezhető lábköre alá kattintsunk, majd ahogy mozgatjuk az egeret és kattintunk, úgy rajzolódik ki a spline. Ha egyenes vonalat akarunk húzni, akkor 3 kontroll pont kb. egy egyenesbe essen! A spline bezárásakor óvatosnak kell lennünk. A spline kezdőpontjánál kis zöld kör látható, tegyünk egy kontroll pontot ehhez közel, majd kattintsunk bele ebbe a kis körbe, aztán nyomjuk le a scroll -t! Ha kéken megjelenik a spline, akkor jól állunk, Apply.

Egyébként elég fáradságos művelet jól berajzolni a spline -okat, néha az ember majd agyvérzést kap. A többi kitörést ugyanígy csináljuk meg!

Zseblámpa ikon (Annotate menüben), majd a felugró ablak utolsó fülén a legördülő listából az Axes -t választjuk. A nézet kijelölése után – ctrl lenyomása mellett – jelöljük ki a megjeleníteni kívánt tengelyeket, majd Apply!

Az A0 -ás lapon nem minden nézet fér el teljesen. A felül- és alulnézet (Layout/General View) felhajigálása után kattintsunk 2x a nézeten, Visible Area fülön válasszuk a Half View -t, a rajzon keressük meg és jelöljük ki az ASM\_Right síkot (ez lesz a szimmetria tengely), Apply!

Rakjuk fel a darabjegyzéket, majd a tételszámozást! A creo alapból csak azokra a nézetekre hajlandó tételszámot rakni, amelyeken azonos Simp. rep. lett beállítva.

A darabjegyzék részösszeállításait bontsuk ki (Table/Data/Repeat Region/Attributes lenyomása után jelöljük ki a darabjegyzéket, majd Recursive, Done.)! Ha túl magas lenne a táblázat, így törhetjük ketté: jelöljük ki a darabjegyzéket, Table/Table/**Paginate, Set Extent**, jelöljük ki a sort, ahol törni akarunk, **Add Segment**, majd valahová kattintsunk a rajzon, ahová a táblázat másik felének alját akarjuk, majd kattintsunk egy másik helyre, ahová a táblázat teteje kerüljön! Done.

Ha lépcsős metszetet szeretnénk létrehozni, lépünk vissza az összeállítási modellbe! View Manager, Sections, New/**Offset**, majd jelöljük ki a síkot, amin rajzolni kívánunk! Ezzel átkerültünk a vázlatkészítés modulba. Forgassuk be a síkot a képernyő síkjába (Named Views)! Jelöljük ki a vonal elemet, és úgy rajzoljuk be a lépcsőt, hogy a vonal felül és alul is túllógjon a modellen! Pipa.

---

## Megjegyzések

A mintafájlok között egy másik hajtóműves példa is megtalálható, lásd: **creo3\_402\_piros-horvath\_hajtomu.zip**

Ez a példa „top-down design” -al készült, így mielőtt nekiveselkednénk, nézzük át a következő fejezetet!

A példa több szempontból is érdekes:

- A segítségével az egyes részösszeállításokat és külső forrásból szerzett modelleket külön-mappákba tudjuk rendezni.
  - Hajtóműház és csapágyfedelek profibb modellezése.
-

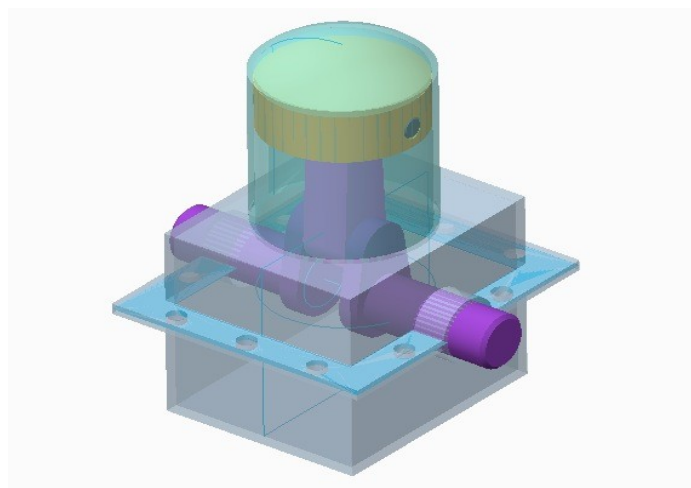
## 8. TOP-DOWN DESIGN - MOTOR

Mintafájlok: **wf5\_401\_piros\_motor.zip**

A tervezés kezdeti- és végső fázisa között sok módosításon és frissítésen megy át a modellünk. A hagyományos lentől felfelé építkezési struktúra nem képes lekövetni a tervezők kicsapongásait, ugyanis a fő méretek megváltoztatásával nehezen feloldható ütközésekbe futunk.

Ebben a példában a fentről lefelé elvű építkezéssel (külföldiül: top-down design) fogunk megismerkedni. A modell létrehozásának lépései röviden a következők:

- Új összeállítás készítése, azon belül először Motion-, majd Standard (Design) Skeleton létrehozása.
- Design Skeleton megnyitása, majd megrajzolása. Az egyes alkatrészeket reprezentáló vonalakat külön-külön vázlatokra érdemes rajzolni! Az egyes „alkatrészek” csoportokba rendezése.
- Motion Skeleton összeállítás megnyitása, majd Body Skeletonok létrehozása. Az első body skeletonba a nem mozgó alkatrészeket kell besorolni. A mozgó alkatrészeknek viszont 1-1 saját body skeletont kell létrehozni. Snapshot készítése.
- Statikus alkatrészek modellezése, amely során felhasználjuk a Design\_Skel -ben már meghatározott geometriai adatokat.
- Az 1. lépésben létrehozott összeállítás megnyitása, majd a mozgó alkatrészek létrehozása, modellezése. A mechanizmus elmozdítása véghelyzetbe, Snapshot készítése.



19. ábra. Motor összeállítás

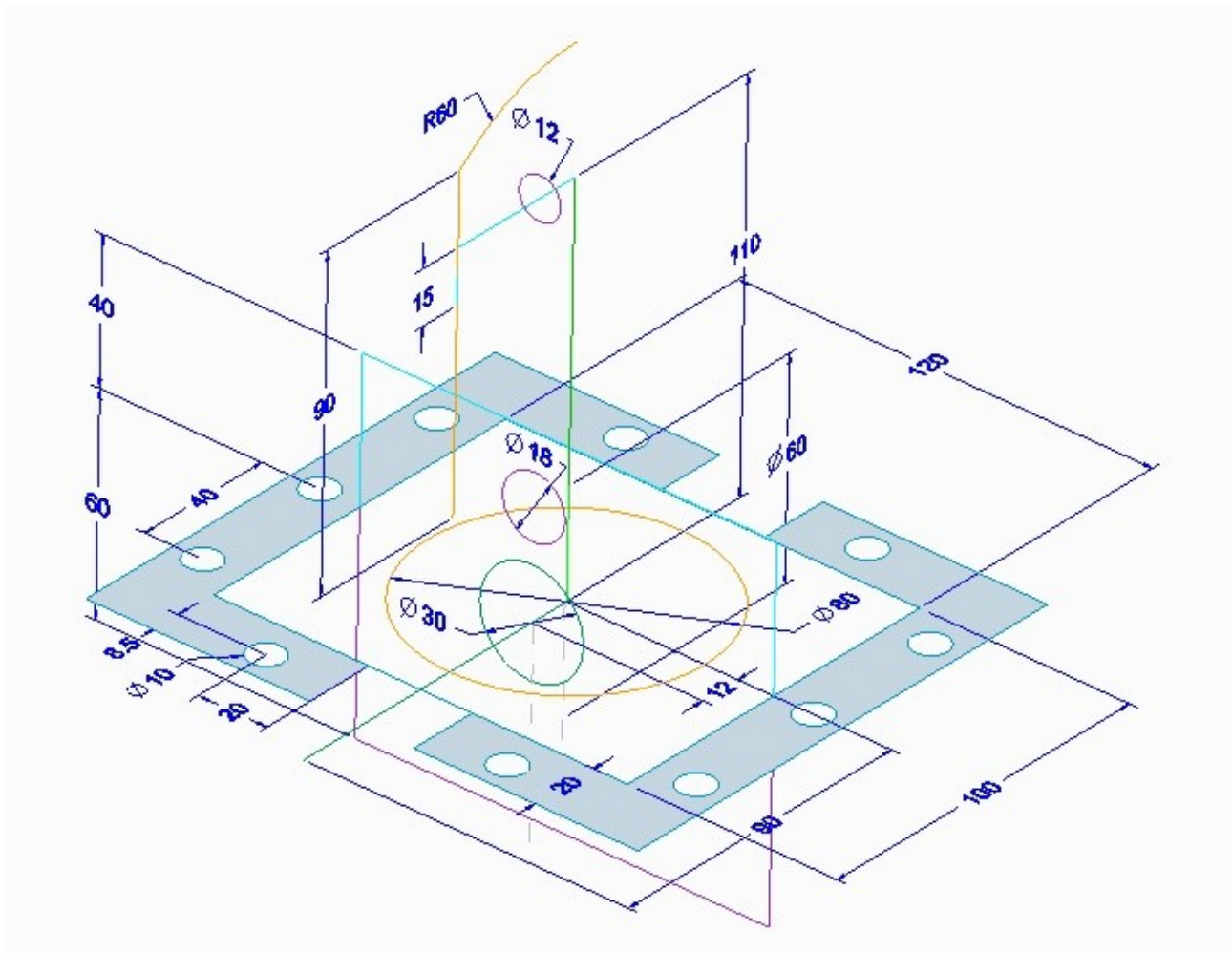
### 8.1. Összeállítás létrehozása

Készítsünk egy új összeállítást **motor\_top\_down.asm** néven! Hozzuk létre a mozgó skeleton összeállítást: Model/Component/**Create**, a felugró ablakban a **Skeleton Model** -t és a **Motion** opciókat válasszuk! A skeleton összeállításunk neve legyen MOTION\_SKEL. Az Ok lenyomása után a felugró ablakban a Copy from existing -et válasszuk! Aktiváljuk az új modellünket a modellfán: a nevének bal egérgombbal kattintva **Activate**! Az előbbiekhöz hasonlóan hozzuk létre a mozgó skeletonunk felső holtpontot ábrázoló (statikus) vázlatát: Model/Component/Create, a felugró ablakban a Skeleton Model -t és a **Standard** opciókat válasszuk, a modellünk neve legyen DESIGN\_SKEL!

### 8.2. A statikus vázlat megrajzolása

Nyissuk meg külön ablakba a DESIGN\_SKEL -t (bal klikk/Open), és hozzuk létre a következő vázlatokat a mintapéldában látható módon: BLOKK\_FELUL, BLOKK\_JOB\_B\_FELSO, BLOKK\_JOB\_B\_ALSO, FOTENGELY\_HOSSZ, HENGER\_FURAT!





20. ábra. DESIGN\_SKEL vázlat

Hozzunk létre a Right alapsíkkal párhuzamosan 12 mm-re egy új síkot HAJTOKAR\_SZELESSEG néven! Ezen a síkon rajzoljuk meg a FOTENGELY\_FURAT nevű vázlatot! Készítsük el a PEREM nevű vázlatot, majd a Model/Surface/**Fill** parancs segítségével hozzuk létre a **Fill 1** nevű felületet! Ezeket a vázlatokat és a létrehozott felületet fogjuk majd felhasználni a nem mozgó alkatrészek top-down elvű létrehozásához.

Azért, hogy a későbbiekben könnyebben megtaláljuk az egyes álló alkatrészekhez tartozó építőelemeket, gyűjtsük össze azokat két speciális csoportba (BLOKK\_ALSO, BLOKK\_FELSO) a Tools/Model Intent/**Publish Geometry** paranccsal!

Folytassuk a ténykedésünket a mozgó alkatrészekhez szükséges vázlatok megrajzolásával: HENGER, DUGATTYU, CSAPSZEG, FOTENGELY\_EXCENTER, HAJTOKAR, FOTENGELY\_CSAP! Vigyázzunk, hogy pontosan kövessük a vázlatok létrehozásában a mintapéldát, mert csak úgy lehet gyorsan és automatikusan összeszerelni a motion skeleton mozgó alkatrészeit!

### 8.3. Alkatrészek modellezése

Nyissuk meg a MOTION\_SKEL.ASM fájlt! Itt hozzuk létre a mozgó skeleton álló modelljét: Model/Component/Create/Skeleton Model, ahol a **Body** opció választása után nevezzük el a modellt BODY\_SKEL\_HENGER -nek! (Creation Options ablakban: Copy from existing) A felugró ablakban válasszunk ki a HENGER és a FOTENGELY\_HOSSZ vázlatokat, pipa!

Hozzuk létre az első mozgó skeleton a Model/Component/Create/Skeleton Model paranccsal BODY\_SKEL\_FOTENGELY néven! Amikor ki kell választani a görbét, akkor először a FOTENGELY\_EXCENTER vázlatot válasszuk a DESIGN\_SKEL modellből, majd nyomjuk meg az **Update** gombot. Ha mindent jól csináltunk, akkor a kényszerek listáján megjelenik egy **Pin** kényszer. Ezután már ne nyomjuk meg többet ebben a definícióban az Update gombot, de válasszuk még ki a következő vázlatokat: FOTENGELY\_FURAT, FOTENGELY\_CSAP, FOTENGELY\_HOSSZ.

---

## Megjegyzések

- A skeletonok definiálása után a kiválasztott görbét automatikusan új rétegre helyezi és elrejtí a Creo. A láthatóvá tételükhöz lépünk át Layer Tree -re, majd a Copied\_Items\_ névvel ellátott elemen jobb klikk/Unhide.
- A kényszerek helyes működésének kipróbálásához a mancsos ikonnal ragadjuk meg a FOTENGELY\_CSAP -ot! Ha a design\_skel valamely elemét ragadjuk meg, akkor a mechanizmus nem fog megmozdulni. Ennek elkerüléséhez a modell fában Hide -oljuk a design\_skel -t!

---

Hasonlóan a leírtakhoz, hozzuk létre a következő két body skeleton modellt is: BODY\_SKELETON\_DUGATTYU, BODY\_SKELETON\_HAJTOKAR. Ezeket a skeletonokat már lehet mozgatni a Model/Component/**Drag Components** paranccsal. Azonban mielőtt megmozdítanánk bármit is, mentjük el a mozgatás kiinduló állapotát a **Snapshots** mező lehajtása után a **Take a Snapshot** ikonra kattintva **felső holtpont** néven.

### 8.3.1. Álló részek

Most már elkezdődhet a valódi modellek építése. Kezdjük a sort az álló alkatrészek Top-Down elvű létrehozásával!

File/New/Part paranccsal BLOKK\_ALSO néven hozzunk létre egy alkatrészt! Ebbe a Model/Get Data/**Copy Geometry** paranccsal másoljuk be a szükséges információt a geometriához: a parancs elindítása után az **Open a model** ikonra kattintva tallózzuk ki a **design\_skel.prt** alkatrészt! A beépítést definiáló ablakban hagyjuk meg a **Default** opciót! Amennyiben ezután nem jelenik meg a képernyőn egy kisebb ablak a forrás modellel, akkor nyomjuk meg (2x) a **Published geometry only** ikont! Keressük meg a **Modell Tree (2)** ablakban a **BLOKK\_ALSO** nevű csoportot. Amennyiben sikerült kiválasztani ezt a Published geometry-t, akkor fogadjuk el azt a zöld pipával! A megjelölt görbékre és a felületre alapozva építsük fel a blokk alsó részének testmodelljét! Mielőtt kilépnénk a modell építéséből, kapcsoljuk ki a másolt elemek megjelenítését: a View/Visibility/**Layers** paranccsal váltsunk át a rétegek megjelenítésére a modellfában! Kapcsoljuk ki a **COPY\_GEOM** layer-t a **Hide** paranccsal (jobb gombos helyi menü)! A legfelső **Layers** feliratra jobb gombbal kattintva válasszuk a **Save Status** parancsot a rétegek jelenlegi állapotának elmentéséhez! Ezután azonnal mentjük el a modellt is (**File/Save**)!

Hasonló módon építsük fel a **BLOKK\_FELSO** nevű modellt is! A két modell beszerelésekor (a motor.asm fájlban: Model/Component/Assamble) használjuk a **Default** kényszert a pozicionáláshoz!

### 8.3.2. Mozgó részek

A mozgó alkatrészek létrehozásához nyissuk meg a motor\_top\_down.asm összeállítást! Itt a Model/Component/**Create/Part** paranccsal hozzuk létre a FOTENGELY nevű alkatrészt! A második ablakban válasszuk (Copy from existing) az **Attach component to body** opciót és keressük meg a képernyőn a vonatkozó skeleton modellt, esetünkben a BODY\_SKELETON\_FOTENGELY.PRT nevű alkatrészt. (#Megjegyzés: Az új alkatrész létrehozásakor előfordulhat, hogy a creo nem akarja létrehozni a modellt és a következő üzenetet dobja: „Can not copy from the model selected”. Ilyenkor nyomjuk meg **Browse** gombot, és válasszuk ki a **metric.dtl** nevű fájlt!) Nyissuk meg az alkatrészt (FOTENGELY/Open)! Itt már látni fogjuk a skeleton modellből automatikusan átmásolt görbét, amikre (az előzőekhez hasonló módon) építsük fel a testmodell!

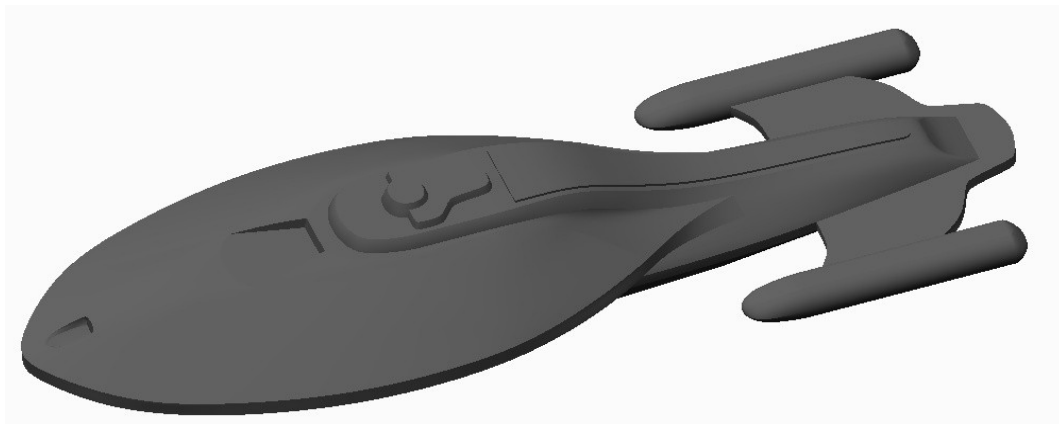
Ezzel a módszerrel készítsük el a következő mozgó alkatrész modelleket: HAJTOKAR, DUGATTYU, CSAPSZEG, HENGER! A dugattyú és a csapszeg modelleknél ugyanazt a skeleton -t lehet használni: BODY\_SKELETON\_DUGATTYU.PRT. Amennyiben kész minden modell, akkor a motor.asm -ben is célszerű létrehozni egy snapshot -ot (Model/Component/Drag Components, Snapshots Take a Snapshot) a mozgás alaphelyzetéről **motor felső holtpont** néven.



## 9. FELÜLETMODELL - STAR TREK VOYAGER

Mintafájlok: **wf5\_501\_kopi\_voyager.zip**

Gondolom sokakban felvetődött a kérdés, hogyan tudjuk hajók testét, autók karosszériáját, gépek áramvonalas külső burkolatát lemodellezni. Most a terméktervező énünket fogjuk csiszolgatni.



21. ábra. Voyager modell

A szabad-formájú felületek modellezésének lépései röviden:

- Segédsíkok létrehozása.
- Görbék megrajzolása. (A Bézier vagy B-spline görbék alakját a kontrollpontok helyzete, és a pontokhoz behúzott érintő meredeksége határozza meg.)
- A görbék találkozásának csúcspontjában a záró kontrollpontok egymáshoz illesztése (snap), majd a helyzetük rögzítése (Lock to Point).
- A görbékre felületek illesztése.
- Felületek egyesítése.
- A héj testté alakítása (falvastagság megadása vagy tömör test létrehozása).

Nyissunk új Part -ot, de most a Template mezőben a **creo\_3\_prt\_surface** -t válasszuk! Ha ez megvan, a jobb oldali sávban a Model/Surfaces/**Style**-ra bökjünk!

---

### Megjegyzés

A mentés a szokásostól eltérően történik: először a jobb oldalon található pipára kell böknünk, hogy kilépjünk a felületmodellező modulból, majd *a mentést a testmodellezőben kell elkövetnünk*. Visszatérés a munkához: fájlépítési fában bal klikk a Style 1 -en, Edit Definition.

---

### 9.1. Szamárvezető

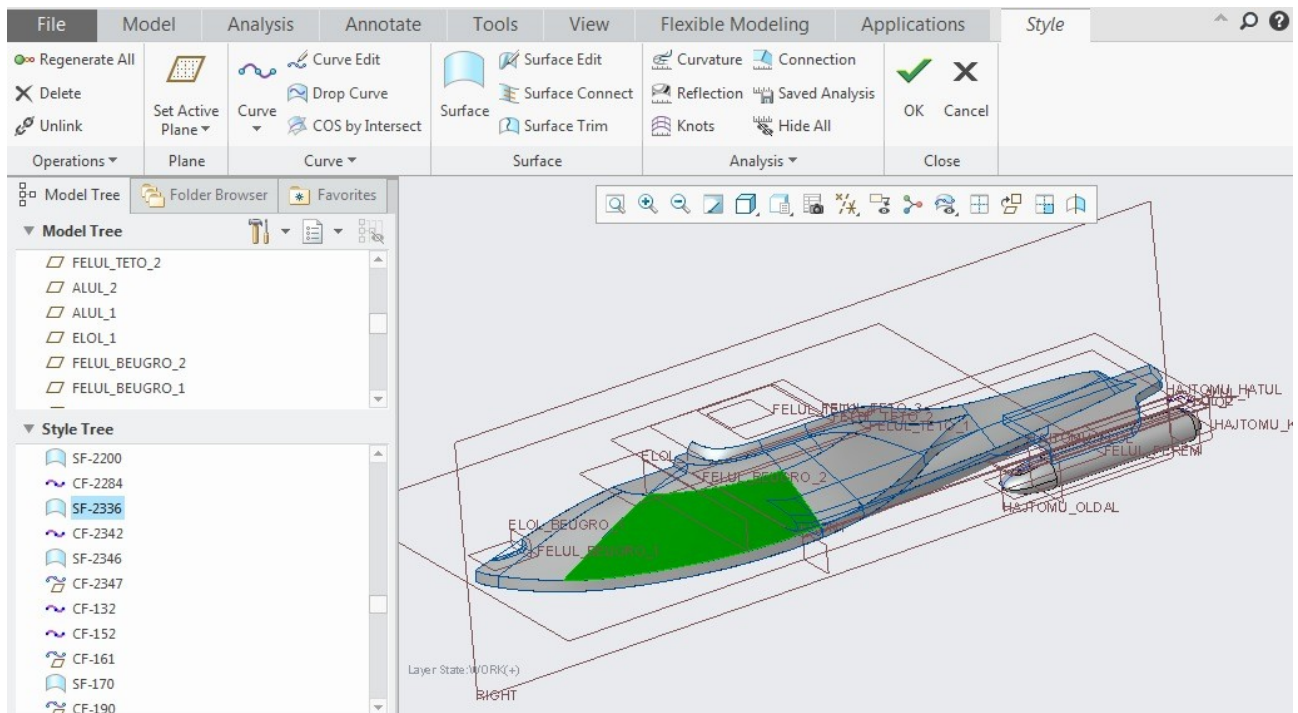
Az egyes görbék rajzolásának megkönnyítéséhez különböző nézeti képeket (.jpg) vetíthetünk a 3 fő síkra. (Akár a méretarányos kézi rajzunkat is beszkennehetjük.) Tengely-szimmetrikus testek esetén elég csak a fél-nézetekkel dolgoznunk. El kell döntenünk, hogy az egyes nézetek méretei mekkorák legyenek.

View/Model Display legördítése után **Images**, majd **Image/Import** gomb, aztán kiválasztunk egy síkot, majd a felugró menüben kitallózzuk a kívánt képet. A **Scale** mezőben adjuk meg a kép magasságát és szélességét! Végül egérrel mozgassuk a képet a kívánt pozícióba!

**Image/Images** legördítése, majd a nézeti kép kiválasztása után módosíthatjuk annak beállításait. (Amikor már nem lesz szükség a képekre, a **Hide** gombbal egyesével eltüntethetjük azokat.)

## 9.2. Görbék rajzolása, felületek kifesztése

Először a Plane/**Set Active Plane** ikonra bökjünk, majd jelöljük ki a síkot, amelyre rajzolni szeretnénk! Görze rajzolásához a Curve/**Curve** gombra kattintsunk!



22. ábra. Felületek létrehozása

A rajzolás előtt ki kell választanunk a görbe típusát:

- Create a Free Curve: 3d -s térgörbe;
- Create a Planar Curve: a kiválasztott síkra tudunk rajzolni;
- Create a Curve on Surface: felületre rajzolhatunk.

Első közelítésben a Planar -t válasszuk! Egérkattintással rakosgassuk le a kontrollpontokat! Zöld pipára, majd az **Curve Edit** gombra kattinkunk! Ha az első/utolsó kontrollpontra kattintunk, megjelenik egy zöld szakasz, amely a görbe adott pontjához tartozó meredekségének állítására szolgál. Jobb egérgomb lenyomására megjelenik egy menü, ahol az alábbi kényszereket adhatunk meg:

- Fix Angle: szög befagyasztása
- Normal: felületi normális, ehhez ki kell jelölni a síkot, amelyre merőlegest akarunk állítani
- Tangent: 1. rendű folytonosság (2 görbe 2 végpontjának érintői egy vonalban állnak, de görbületük nem egyforma)
- Curvature: 2. rendű folytonosság (2 görbe második deriváltjai is megegyeznek)

Rajzoljunk egy másik görbét, majd Curve Edit. Ha az új görbe végpontját az előző görbe végpontjához kezdjük vonszolni, és közben a Shift billentyűt letapossuk, lesz olyan állapot amikor a két pont egymásra talál (Snap). Jobb klikk/**Lock to Point** -al rögzíthetjük ezt a helyzetet.

Görbe párhuzamos eltolása: Curve legördítése/**Offset Curve** (merőleges eltolás esetén a Normal -t pipáljuk be). Az ily módon képzett görbével egyrészt az a baj, hogy nem lehet szerkeszteni (teljes egészében a szülő görbétől függ), másrészt a végpontjához nem feltétlen lehet másik görbét Lock -al összekapcsolni. Ez utóbbi esetben törölni kell az eltolt görbét, majd létre kell hozni egy új síkot, és azon sajnos még 1x meg kell rajzolni a görbét.

Ha van 4 spline -unk, ezekre felületet illeszthetünk a Surface/**Surface** ikonnal. Ha túl bonyolult felületet készítenénk, akkor több kereszt- és hosszgörbét érdemes létrehozni, és így a nagy felületet több kisebbből állítjuk össze.

Ha kijelöltünk egy felületet, majd az Analysis/**Curvature** ikonra klikkelünk, kirajzolódik a felület görbület-függvénye. Felületek kijelölése után a **Reflection** -el zebracsíkos minta rajzolódik ki. Ez lényegében esztétikai minősítésre szolgál. Akkor megfelelőek a felületek, ha a zebra mintázatban nincsenek törések.

Miután megrajzoltuk a görbéket, és ezekre felületeket illesztettünk, lépünk ki a felületmodellezés modulból! Mentés.

---

## Megjegyzések

- Először mindig a fontosabb görbéket szerkesszük meg jól, és csak ezután illesszünk rájuk felületet!
  - Törekedjünk a minél kevesebb kontrollpont felhasználására!
  - A szimmetriasíkhoz illesztett görbéknél ügyeljünk a merőleges befutásra (Normal)!
  - Az egyes görbék utolsó kontrollpontjai Lock to Point -al csatlakozzanak egymáshoz!
  - Lehetőleg 4 folytonos, zárt görbére fektessünk felületet! Ha csak 3 görbénk van, akkor egy további pont felvételével 4 oldalú alakzatot érdemes alkotnunk!
- Ha lehet, egyetlen style feature -ben próbáljuk összehozni az alkotásunkat!
- Ha már több style -t készítettünk, célszerű egybefüggő felületeket modellezni ezekben!
- A felületmodellező modulban nem lehet tükrözni, felületeket összefűzni, menteni; ezért ezeket a testmodellező modulban kell elkövetni.
- Jobb quilt -eket tükrözni mint feature -öket.
- Tükrözés után mindig fűzzük össze a felületeket (merge)!

---

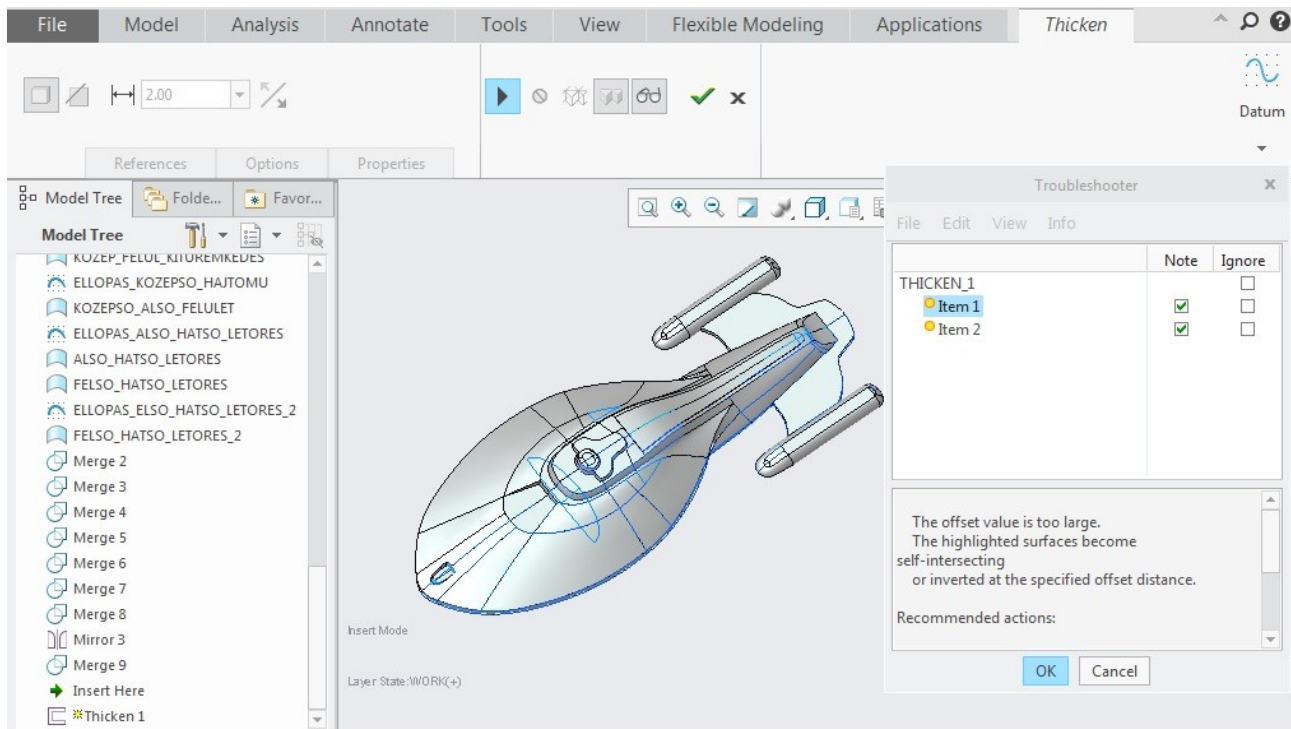
## 9.3. Felületek összefűzése, test létrehozása

A példában szereplő modellemet több style -ból férceltem össze. Az egyes felületek egymástól függetlenek voltak, ezért egyesíteni kellett ezeket: a képernyő legalsó sorában jobb oldalt látható egy legördülő lista. Válasszuk ki a **Quilt** -et! Ezután az egérrel (Ctrl letaposása mellett) jelöljük ki két egymásnak feszülő felületdarabot, majd Model/Editing/**Merge**. A további Quilt -ek egyesítését addig folytassuk, míg az egész modell teljesen egybefüggő nem lesz!

A tükrözés során ugyanúgy a Quilt legyen beállítva a legördülő listában, majd Editing/**Mirror**. Az eredeti és a tükrözött Quilt -eket Merge -eljük össze! A modellezés utolsó lépésében el kell döntenünk, tömör testet, vagy lemezalkatrészt akarunk-e létrehozni. Tömör test választása esetén jelöljük ki az összefércelt objektumot, majd Editing/**Solidify**. Lemezalkatrész létrehozása esetén meg kell adni a falvastagságot: Editing/**Thicken**.

## 9.4. Hibajavítás

Előfordulhat, hogy a Solidify funkció inaktív, a Thicken megadása után meg idegösszeomlást kap szegény Creo.



23. ábra. Hiba a mátrixban

A falvastagság értékének megadása után kattintsunk a szemüveg ikonra. A fenti képen az látható, hogy a rendszer hibát észlelt a modellben. Az Item -ekre kattintással a Creo jelzi (bár a halvány kék jelölések alig látszódnak); mely görbékkel, felületekkel, pontokkal van kényszerítve; valamint némi szöveges magyarázatot is ad. Természetesen különböző falvastagságok választása esetén különböző problémákkal találkozhatunk szembe magunkat. Az igazi szenvedés csak most kezdődik! Vissza kell térnünk az egyes style feature -ök szerkesztéséhez, hogy a vélt/valós hibákat javítsuk.

- Ha valamelyik felület nem megfelelő, akkor azt (új görbék megrajzolása után) több kisebb felületből érdemes összeállítani.
- Ha csatlakozási pontokat jelöl be a rendszer hibaként, akkor ellenőrizzük, hogy azok egymáshoz lettek -e rendesen Lock -olva!

Ha már végképp semmi ötletünk sem maradt, elmenthetjük más formátumba a modellt, majd egy új alkatrészbe beimportálhatjuk:

- File/Save As/Save a Copy -val mentjük el igs -be a modellt!
- Hozzunk létre új Part -ot!
- Model/Get Data/Import -al tallózzuk ki az igs fájlunkat!

Az importálás után sem lesz feltétlen testté/lemez alkatrészé alakítható a modellünk, de egy próbát megérhet.

Valószínűleg, mire kiismerjük a felületmodellező gyengeségeit, már sokadjára rajzoltuk át a modellünket, és lábrázást kapunk az egésztől. Sok türelmet, és még több kitartást kívánok!

## 9.5. 3D -s pdf fájl készítése

Lehetőség van arra, hogy a modellünket 3d-s pdf formátumba mentjük el. Most a szokásostól eltérően ne az asztalon található ikonnal indítsuk a Creo -t, hanem a fájlkezelőben kattintva nyissuk meg a fájlt, majd File/Save As/Save a Copy. A **Type** mezőben scroll -ozzunk lefelé, majd a **PDF U3D (\*.pdf)** -et válasszuk! A felugró menüben adjuk meg a beállításokat (Size: lapméret, stb.), majd mentünk! Egyelőre a 3d-s formátumot csak az Adobe Reader (8.1 verziótól felfelé) támogatja. Miután megnyitottuk a fájlt: jobb klikk/3d engedélyezése. Bal egérgomb nyomva tartásával forgathatjuk a modellt, jobb gombbal pedig nagyíthatunk/kicsinyíthetünk. A Modellstruktúra gombra kattintás után az előre definiált nézetekbe forgathatjuk a modellt.

## 10. MATHCAD INTEGRÁCIÓ - EDÉNYFENÉK

### 10.1. Mathcad bevezető

A korábbi tanulmányaink során a számításokat papírra vetve manuálisan végeztük, majd az eredményül kapott fő méretekre alapozva készítettük el a rajzunkat. Ha utólag derült ki, hogy számolási hibát vétettünk, a rajzot csak kíméservesen tudtuk javítani.

A Creo Parametric és a Mathcad Prime használatával lehetőségünk van asszociatív kapcsolatot teremteni a 3d-s modell és a számítás között.

---

#### Megjegyzés

A Prime nem kompatibilis lefelé, a Mathcad 15 -ben (vagy régebbi verzióban) készült fájlokat nem nyitja meg!

---

A használt szoftver verziója: **Mathcad Prime 4.0 M030**

#### 10.1.1. A felhasználói felület áttekintése

Kezdjük a menürendszer átböngészésével!

A fájl menü a nagy **M** betűre kattintva érhető el (új fájl, megnyitás, mentés, nyomtatás).

#### Math menü

##### **Regions** mező

- Képlet (Math), megoldó blokk (Solve Block) beszúrása;
- Szövegmező (Text Block), szövegdoboz (Text Box), kép (Image) beszúrása.

##### **Operators and Symbols** mező

- Operators: algebrai és egyéb műveletek beszúrása;
- Symbols: görög betűk, matematikai szimbólumok beszúrása;
- Programming: programozói (ha, vagy, stb.) műveletek beszúrása;
- Constants: állandók (Pi, Avogadro szám, stb.) beszúrása.

##### **Style** mező

- Labels: beírt szöveg átminősítése változóvá, mértékegységgé, konstanssá, stb.;
- Subscript: alsó index létrehozása (formázás).

##### **Units** mező

- Mértékegységek kiválasztása;
- Mértékegység rendszer kiválasztása.

##### **Clipboard** mező

- Vágólap műveletek (kivágás, másolás, beillesztés).

#### Input/Output menü

- Régi és új Mathcad fájlok közötti konverzió (akkor működik, ha a Mathcad 15 is telepítve van);
- Mathcad és Excel közötti adatcsere;
- Be- és kimenő adatok kiválasztása Creo integrációhoz.



## **Functions** menü

Görbe illesztés és simítás; differenciál egyenlet megoldó; valószínűségi eloszlás; statisztikák, vektor és mátrix; stb. függvények.

## **Matrices/Tables** menü

- Mátrixok, táblázatok beszúrása;
- Vektor/mátrix műveletek és függvények;
- Sorok/oszlopok beszúrása/törlése a táblázatokba/mátrixokba;
- Eredmény formázása.

## **Plots** menü

Diagramok beszúrása és szerkesztése (Descartes/poláris; oszloptípus kiválasztása; diagram formázása; logaritmikus skálázás, stb.).

## **Formatting** (Math-, Text-) menü

Képletek, eredmények, szövegek formázása (betűtípus, méret, szín, igazítás stb.).

## **Calculation** menü

Automatikus számolás ki/be kapcsolása; hibakeresés, stb.

## **Document** menü

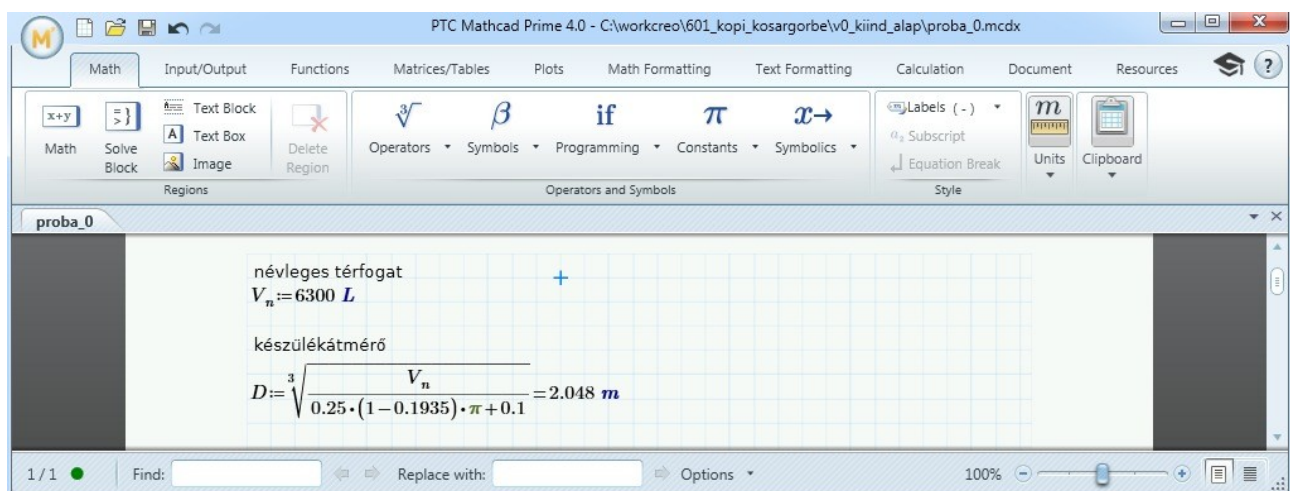
A munkatér megjelenésének formázása (papírméret, elrendezés, igazítás, oldalszámozás, stb.).

## **Resources** menü

Súgó (beépített példák, netről elérhető segédletek, hagyományos súgó, stb.).

### **10.1.2. Rövid ismerkedés a Mathcad -el**

Az első indításkor megfigyelhettük, hogy a munkaterület A4 -es négyzetrácsos papírra hajaz.



24. ábra. Változók és összefüggések megadása

A kék **szálkereszt** jelzi a „kurzor” helyét. Kattintsunk bal oldalon az 1. sorba!

A Regions/**Text Box** -ra kattintás után írjuk be a változó megnevezését (pl.: névleges térfogat)! Tegyük át a 2. sorba a szálkereesztet, majd kattik a **Math** gombra! A V betű leütése után Style/**Subscript**, n betű leütése, majd az egyenlőség jel helyett „:=” -t kell beírnunk (ahogy a fenti képen is látszódik). Az egyenlőség jel csak akkor használható, ha a képletben szereplő változókat/konstansokat már előzőleg definiáltuk!



A mérőszám (6300) beírása után válasszunk mértékegységet (Units/Volume/L)! A számok bepötyögésénél figyeljünk, hogy **tizedesvessző helyett pontot** kell tenni! A mértékegységek alapértelmezetten kék-, az állandók pedig zöld színben jelennek meg.

A képlet szerkesztésekor használandó műveleteket (szorzás, gyökvonás, deriválás, stb.) az **Operators** almenüből választhatjuk ki. A görög betűket (és egyéb szimbólumokat) a **Symbols** almenüben találjuk. A program által előre definiált állandók (Euler-szám, Pi, stb.) a **Constants** almenüben leledzenek.

A szoftver az egyenletek megoldása során fentről lefelé halad, ezért a változókat, összefüggéseket, eredményeket egymás alatti sorokba célszerű rendezni (nem egymás mellé)!

Bővebben nem mennék bele a Mathcad használatának rejtelseibe. A súgó jól használható a program alap szintű megismeréséhez (Resources/Tutorial, majd a Tutorials/Getting Started Tutorial/Task 2-1 -el kezdődően haladhatunk).

## 10.2. Mathcad - Creo integráció

Mintafájlok: **creo4\_601\_kopi\_kosargorbe.zip**

A CAD modell és a számítás összehuzalozását egy egyszerű példán keresztül próbáljuk megérteni.

A Creo - Mathcad integráció lépései röviden:

- CAD modell létrehozása;
- A fő méretek azonosítóinak összegyűjtése;
- Bemenő (input) és kimenő (output) értékek kiválogatása;
- Bemenő (input) paraméterek definiálása (név, érték, megnevezés, mértékegység megadása);
- Méretezés / számítások elvégzése Mathcad -ben; input és output értékek megjelölése;
- Fő méretek és a Mathcad paraméterek összerendelése, közben a modell regenerálása és a számítás mentése;
- A modell mentése és a működés tesztelése.

---

### Megjegyzések

A fentebb hivatkozott csomagban több verzió is található:

- **v0\_kiind\_alap**: integráció nélküli modellek,
- **v1\_int\_lassu**: az integrációt youtube videók alapján hoztam össze;
- **v2\_int\_jo**: az integrációt Dr. Piros Attila - Varga László Károly segédlete alapján végeztem (lásd: **creo4\_602\_piros-varga\_math\_henger.zip**).

Az 1. verziónál a regenerálás lassan fut le, ráadásul az új értékek nem rögzítődnek a Mathcad fájlban. A 2. verzióval nincs ilyen gond, ezért ez utóbbi megoldást célszerű átvenni.

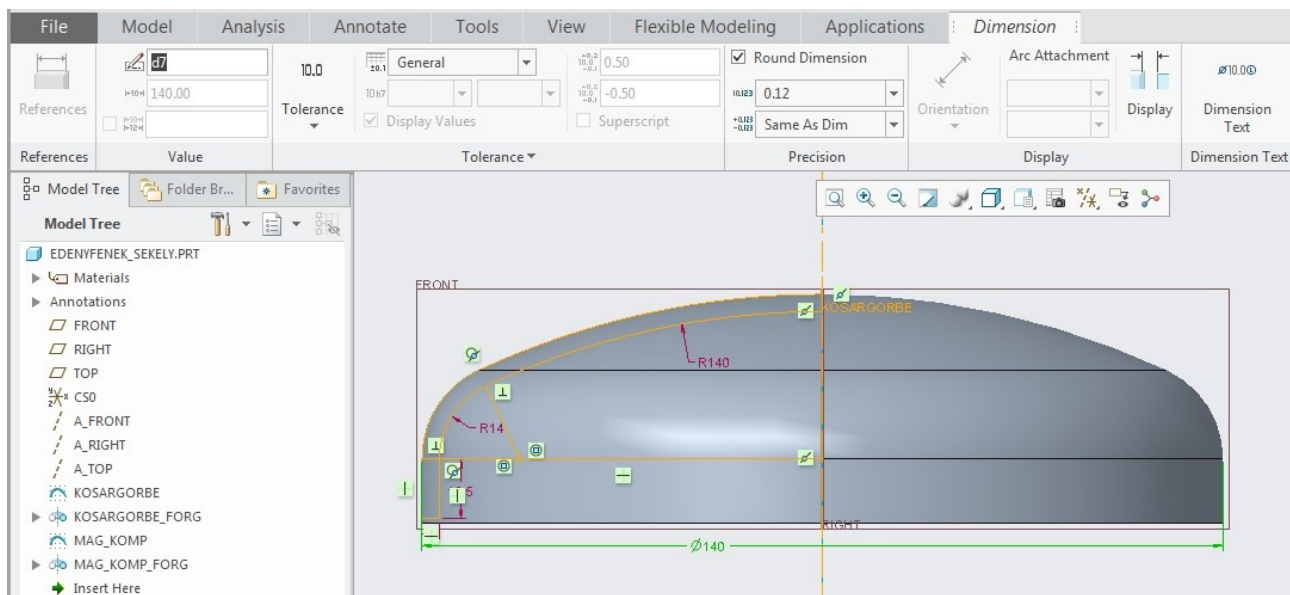
---

Először a CAD modellt kell elkészítenünk. A sekélydomború edényfenék kiszerkesztéséhez szükséges instrukciókat a **v0\_kiind\_alap** mappában találjuk (lásd: a hivatkozott mellékletben). Mivel ugyanitt 3d -s modellek is találhatóak, ezért a geometriai modell előállítását nem ragozom tovább.

A mellékletben található **v2\_int\_jo** mappát állítsuk be munkakönyvtárnak! Ezen keresztül magyarázom el a Creo - Mathcad integráció lépéseit.

## Fő méretek beazonosítása

A modellfában a vázlatokon bal egérgomb/**Edit Dimensions**, majd a méretekre egyesével kattintva olvassuk le azok azonosítóit!



25. ábra. Edit Dimensions

Mivel rövid az eszünk, ezért az azonosítókat (pl.: d7) és a jövőben hozzájuk társítandó paraméterek neveit (pl.: d\_a) célszerű jegyzetombba összegyűjteni. A bemenő- és a kimenő paramétereket válogassuk szét:

- bemenő paraméter: független változó, amelynek értékét a Creo -ban adjuk meg;
- kimenő paraméter: függő változó, amelynek értékét a Mathcad -ben fogjuk kiszámítani.

Definiáljuk a bemenő paramétereket: **Tools/Model Intent/Relations**

Local Parameters (Filter By: Default) -nél hozzunk létre 1-1 új sort a külső átmérőnek (D\_A), valamint a falvastagságnak (S). Adjuk meg az értéküket, megnevezésüket, mértékegységüket! (Megjegyzés: az érték a vázlatkészítőben látható aktuális érték legyen!) Relations részbe beírjuk:

/\* Mathcad bemeno parameterei, amelyeket a Parameters -ben tudunk atirni:

d7=d\_a

d6=s

OK gomb lenyomásával kilépünk a paraméterek és összefüggések megadásából.

## Mathcad számítás indítása / meglévő fájl beszállása

**Applications/Calculation/PTC Mathcad** menüt gördítsük le! Két lehetőség is adódik:

- *Open/Create Worksheet*: egy üres külső Mathcad fájl indítása, vagy:
- *Insert Worksheet*: egy meglévő Mathcad fájl kitallózása és beszállása (ez esetben a számítás beágyazódik a Creo modellbe, így a továbbiakban nem lesz szükség külső Mathcad fájlra).

A Mathcad -es számítást előre megírtam, a példában az **Insert Worksheet** -et választottam. Ezután a Creo munkatér jobb oldalán megjelenik az **M'** logó, valamint elindul a Mathcad.

## Bemenő paraméterek

A Creo modellből áthozandó paraméterek értékét meg kell adnunk. A mellékelt Mathcad fájlban az alábbiak látszódnak:

d\_a:=140 mm

s:=3 mm

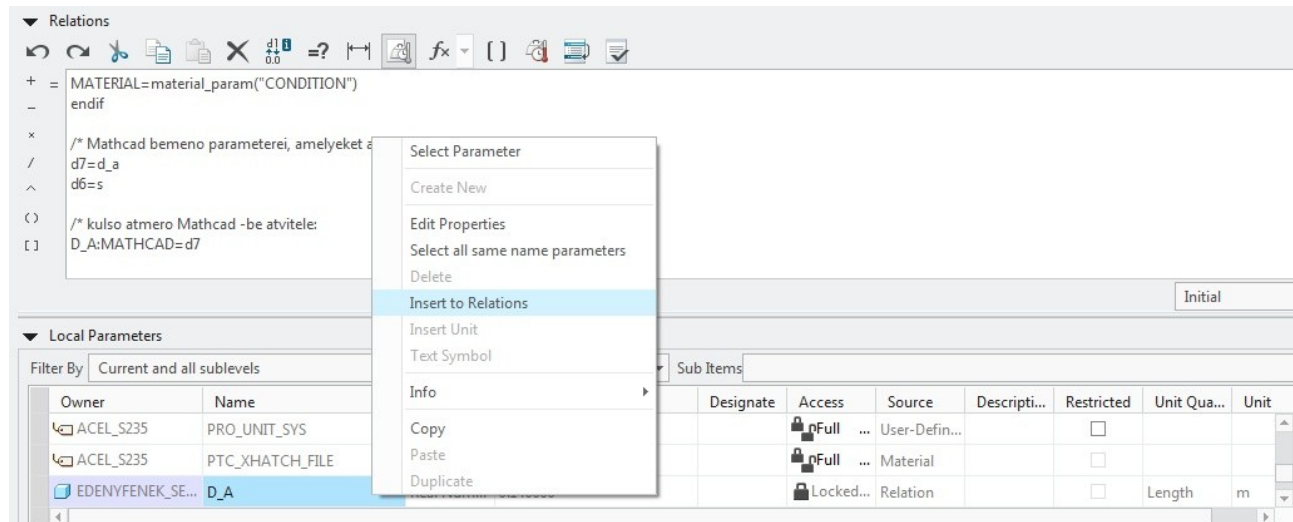
#Megjegyzés 1: Az input paramétereknél a relációjel ":=

#Megjegyzés 2: ha már Input -ként lett megadva egy paraméter (lásd lejjebb), akkor azt már a Mathcad -ben nem tudjuk átírni.

Jelöljük ki az elsőt ( $d_a=140$  mm), majd **Input/Output** menüben **Assign Inputs** gombra bökjünk, így a paraméter In felirattal jelölődik meg. A fejlécben látható **Save and Push** ikonra kattintva mentünk, majd megjelenik a következő üzenetet tartalmazó ablak: "Save and Push was completed successfully"

Térjünk vissza a Creo modellhez, Tools/Model Intent/Relations („ir” makróval is elérhető) Local Parameters alatti szűrőt (Filter By) "Default" -ról átállítjuk: "Current and all sublevels" -re, majd megkeressük a Mathcad -ben megjelölt bemenő paramétert. A nevére (pl.: D\_A) jobb klikk/**Insert to relations**, így a Relations részbe átkerült a paraméter, amelyet egyenlővé teszünk a kívánt mérettel:

D\_A:MATHCAD=d7



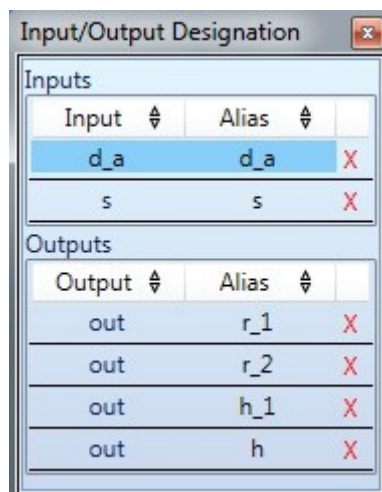
26. ábra. Bemenő paraméterek összekötése a számítással

És ennek mintájára végigmegyünk a bemenő paramétereken. Regeneráljuk a Creo modellt!

Térjünk vissza a Mathcad számoláshoz! Input/Output menüben nyomjuk meg az **Update Inputs** gombot! Ennek hatására a Mathcad frissíti a bemenő adatokat (a Creo modell alapján). Rögtön észrevesszük, hogy a mértékegységek mm -ről átállnak m -re.

### Kimenő paraméterek

Még mindig a Mathcadben vagyunk. Jelöljük ki az első kimenő paramétert ( $r_1=140$  mm), Input/Output menüben **Assign Outputs** gombra bökünk. Ennek hatására a számított érték felett az Out felirat jelenik meg. **Show As List** gombra kattintva előugrik egy ablak, amelyben az integrációhoz kapcsolódó paraméterek láthatóak. A kimenő adatoknál az Alias oszlopban célszerű átírni a megnevezéseket (pl.: out -ról  $r_1$  -re), mert így a Creo -ban jobban beazonosíthatóak lesznek.



27. ábra. Show As List ablak tartalma (a végleges fájlban)

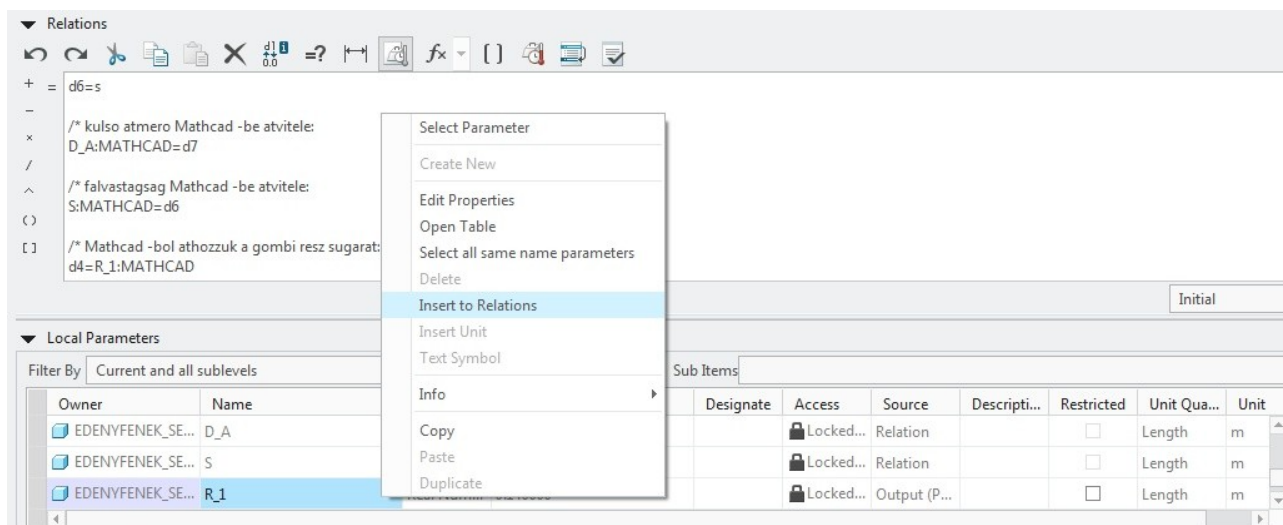
Mentsünk (Save and Push)!

#Megjegyzés: Az output paramétereknél a relációjel "="

Térjünk vissza a Creo modellhez, Tools/Model Intent/Relations

Megkeressük az új paramétert, a nevén (pl.: R\_1) jobb klikk/Insert to relations, így a Relations részbe átkerült a paraméter, amelyet egyenlővé teszünk a kívánt mérettel:

d4=R\_1:MATHCAD



28. ábra. Kimenő paraméterek összekötése a modellel

És ennek mintájára végigmegyünk a kimenő paramétereken. A végén elmentjük a modellt.

### **Működési próba**

- Creo -ban: Tools/Model Intent/Parameters, ahol az alábbi értékeket írjuk át: D\_A, S OK, majd 1x regenerálunk, elindítjuk a Mathcad -et (jobb oldali **M** ikonra kattintva).

- Mathcad -ben: Input/Output fülön: Update Inputs gomb, h\_t értékének manuális átírása (h\_resz értékét kerekítsük fel egész számra), Save and Push (fejlécben található gomb)

- Creo -ban: 2x regenerálunk

### **Összegzés**

Tulajdonképp azt értünk el, hogy a Creo saját képletszerkesztője helyett a Mathcad -el számítottuk ki a képleteket.

Mathcad -ben a képletek pont úgy néznek ki, mint ahogy azt kézzel a papírra vetnénk. Nem kell különösebb szintaktikai trükköket elsajátítanunk. Ráadásul a szoftverbe a mértékegység átváltás is be van építve.

A modell és a számítás összekötése révén az utólagos változtatásokat (a korábbiakhoz képest) gyorsabban és fájdalommentesebben tudjuk végrehajtani. Komplexebb példák esetén a Skeleton modellekkel érdemes összehuzalozni a számítást.

---

## **Megjegyzések a változók elnevezésével kapcsolatban**

- A Mathcad -ben az alsó index -el ellátott változók a Creo -ba átvíve máshogy fognak megjelenni (ne lepődjünk meg);
- A változó ne tartalmazzon görög-, vagy egyéb nem latin betűket;
- A betűtípust ne állítsuk át félkövérré, dőltre, stb.;
- 32 karakternél ne legyen hosszabb a változó neve;
- bővebben lásd: „irodalom” mappa tartalma (a mintapéldában).

---

## **A számítás függetlenítése a modelltől**

Mathcad -ben Input/Output menü, Show As List. Ha az előugró menü jobb oldalán látható piros X -ekre kattintunk, akkor az adott értékek már nem lesznek megjelölve. Ha ezt az állapotot mentjük, akkor a Creo modellel való kapcsolat megszakad.

A Creo -ban a relációk és paraméterek törlése.

## BETŰRENDES TÁRGYMUTATÓ

3d-s pdf.....	40	mechanizmus kényszerek.....	23
Combined Views, vc.....	6	menet.....	11
Creo – Mathcad integráció.....	43	mentés.....	6
Creo Purge.....	6	méretezés.....	16
<i>alkatrészek paraméterezése</i> .....	31	mértékegység rendszer.....	6
analízis.....	26	metszet.....	8
darabjegyzék.....	17	modell anyagát.....	6
egyszerűsített nézet.....	31	modell színének beállítása.....	8
függvénykapcsolat.....	20	munkakönyvtár.....	5
határozott.....	10	összeállítás.....	13
kényszer.....	14	pillanatfelvételek.....	23
kitörés.....	15	rajzlap.....	15
kontrollpontok.....	37	robbantott nézet.....	15
licenc fájl.....	5	sraffozás.....	17
mechanizmus.....	24	tételszámozás.....	18



## 11. ZÁRSZÓ

Remélem használhatónak bizonyult számodra az olvasmány, annak ellenére, hogy leginkább a BME -s felhasználók nyomorúságához lett igazítva.

A Creo a PTC terméke, amely zárt forráskódú, így erre a szokásos megkötések érvényesek. Ennek ellenére az a célom, hogy e segédlet későbbi változatainak kiadására másoknak is legyen lehetősége, épp ezért igyekeztem a nyílt forráskódú szoftvereknél (ebben az esetben inkább azok dokumentációinál) alkalmazott módszereket preferálni. Remélem ezt a szemléletet más művek szerzői is átveszik, és ennek hatására szakmai közösségek/fórumok jöhetnek létre, melyek tagjai vállalnák a dokumentációk karbantartását, valamint a felhasználókat a megfelelő irányba terelgetnék.

### 11.1.1. Felhasznált szoftverek

A mű írása során az alábbi ingyenesen elérhető szoftvereket használtam fel:

Irodai programcsomag	LibreOffice	<a href="https://hu.libreoffice.org">https://hu.libreoffice.org</a>
Képnézegető/szerkesztő	Irfanview	<a href="http://www.irfanview.com">http://www.irfanview.com</a>
Képszerkesztő	Gimp	<a href="http://www.gimp.hu">http://www.gimp.hu</a>
Tömörítőprogram	7zip	<a href="http://www.7-zip.org">http://www.7-zip.org</a>
Pdf fájlba nyomtató	doPDF	<a href="http://www.dopdf.com">http://www.dopdf.com</a>

### 11.1.2. Leírás továbbszerkesztése

Tartsd be a felhasználási feltételek részben leírtakat! Ha új változatot adsz közre/terjesztesz, nevedet illeszd be a szerzők közé (fedlap), és egyértelműen jelezd, hogy ez nem az eredeti változat!

A szövegszerkesztőből mentett pdf fájlon kívül külön elérhetővé kell tenned az eredeti odt fájlt (lehetőleg a képernyőmentésekkel egyetemben), valamint az összecsomagolt mintafájlokat! A mintafájlok közül **Creo Purge** paranccsal töröljük a biztonsági mentéseket, hogy minél kisebb méretű fájljaink legyenek!

A szerkesztéshez saját stílusokat hoztam létre, amelyhez külön leírás is készült. Olvasd el ezt a mellékletet, és a formázást ennek megfelelően végezd el!

[http://kopibagoly.bplaced.net/gepesz/kopi\\_iso.php](http://kopibagoly.bplaced.net/gepesz/kopi_iso.php)

Lehetőleg minél kevesebb képernyőképet használjunk fel, mert egyrészt nem szeretném, ha képeskönyv irányába tolódna el a történet, másrészt pedig feleslegesen megnövekedne a kimeneti fájlok mérete.

Az utolsó módosítás dátumát az előlapon ne felejtse el átírni, valamint a tartalomjegyzéket frissíteni! A módosításaid alapján frissítsd a változáslistát!