



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



**- Koplányi Krisztián, Piros Attila -**

## **Creo Parametric 2.0 segédlet**

Dátum: 2013. 02. 26

**Figyelem!**

Az utolsó fejezet (Mathcad integráció) egyelőre félkész állapotban van.

# 1. FELHASZNÁLÁSI FELTÉTELEK

Copyright © 2009–2013 Koplányi Krisztián, Piros Attila

Ez a mű a Creative Commons Nevezd meg! – Így add tovább! 2.5 Magyarország Licenc; valamint a Gnu Free Documentation License feltételeinek megfelelően szabadon terjeszthető, illetve módosítható.

<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/2.5/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. Az ebből adódó károkért a szerzők nem vállalják a felelősséget.

Minden védjegy saját tulajdonosaié.

Eme dokumentumhoz **mintafájlok** is tartoznak, a terjesztés során ezek elérhetőségéről is gondoskodjunk!

## 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, és a mintafájlok egy részét ő és a kollégái készítették el nekünk.

A használt szoftver verziója: **Creo 2.0 F000**

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

---

### Megjegyzés

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

---

### 2.1.2. Célközönség

A jegyzet elsősorban gépészmérnök hallgatók számára készült. Mivel a legtöbb kolléga már dolgozott 3D -s tervezőrendszerrel (CAD alapjai), ezért a szerzők igyekeztek tömören fogalmazni. Az anyag könnyebb megértése érdekében elérhetővé tettük az egyes fejezetekben előimádkozott példák elektronikus változatát (lásd: zárszó).

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

# TARTALOMJEGYZÉK

1. Felhasználási Feltételek.....	2
2. Előszó.....	2
2.1.1. Peremfeltételek.....	2
2.1.2. Célközönség.....	2
3. Kezdetek.....	5
3.1. Telepítés menete.....	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.....	16
4.2.3. Méretezés.....	16
4.2.4. Kirészletezés.....	17
4.2.5. Sraffozás.....	17
4.2.6. Darabjegyzék.....	18
4.2.7. Tételszámozás.....	18
5. Családtáblás alkatrészek – Csavar.....	19
5.1. Paraméterek és relációk megadása.....	19
5.2. Rajzkészítés.....	20
6. Mechanizmusok – Szakaszos mozgató.....	21
6.1. Összeállítás.....	21
6.2. Mechanizmus modul.....	22
6.2.1. Hajtások.....	23
6.2.2. Analízisek készítése.....	24
6.2.3. Perem- és kezdeti feltételek.....	25
6.3. Rajzkészítés.....	25
7. Mechanizmusok – Hajtómű.....	27
7.1. Fogaskerék összeállítás.....	27
7.2. Hajtómű összeállítás.....	28
7.2.1. Részösszeállítások.....	28
7.2.2. Főösszeállítás.....	29
7.2.3. Csapágyak, tömítések.....	29
7.2.4. Fogaskerek kiegészítés.....	29
7.2.5. Kép renderelése.....	30
7.3. Rajzkészítés.....	30
8. Top-Down design – Motor.....	32
8.1. Összeállítás létrehozása.....	32
8.2. A statikus vázlat megrajzolása.....	32
8.3. Alkatrészek modellezése.....	33
8.3.1. Álló részek.....	34
8.3.2. Mozduló részek.....	34
9. Felületmodell – Star Trek Voyager.....	35
9.1. Számárvezető.....	35
9.2. Görbék rajzolása, felületek kifeszítése.....	36
9.3. Felületek összefűzése, test létrehozása.....	37
9.4. Hibajavítás.....	37
9.5. 3D -s pdf fájl készítése.....	38
10. Mathcad integráció – Tartály.....	39
10.1. Mathcad bevezető.....	39
10.1.1. A felhasználói felület áttekintése.....	39
10.1.2. Rövid ismerkedés a Mathcad -el.....	40
10.1.3. Mathcad – Creo integráció.....	41
11. Zárószó.....	46
11.1.1. Felhasznált szoftverek.....	46
11.1.2. Leírás továbbfejlesztése.....	46
11.1.3. Eredeti változat elérhetősége.....	46



## 3. KEZDETEK

### 3.1. Telepítés menete

– 0. lépés:

A C: meghajtón hozzuk létre a creo munkakönyvtárát: **c:\work\_creo!** (A fájlok, könyvtárak nevében ne használjunk ékezetes karaktereket; szóköz helyett pedig underline -t írunk \_!)

– 1. lépés:

Miután elindítottuk a telepítőfájlt, az első ablak bal alsó sarkában találjuk a MAC címet. A hivatalos tanulói licencünket erre a MAC címre kérjük! (Lehetőleg az Ethernet kártya címét adjuk meg! Laptop esetén a telepítés előtt érdemes a wifi -t kikapcsolni.) Ha az egyetemről megkaptuk a licenc fájlnkat, akkor ezt másoljuk be a fent említett munkakönyvtárba!

– 2. lépés:

A telepítést folytatva: el kell fogadnunk a licenc szerződés feltételeit, majd továbbhaladva először a **PTC License Server** opciót válasszuk! A licenc fájl tállózással válasszuk ki (vagy a windows intézőből „fogd és ejtsd” módszerrel rántsuk át)!

– 3. lépés:

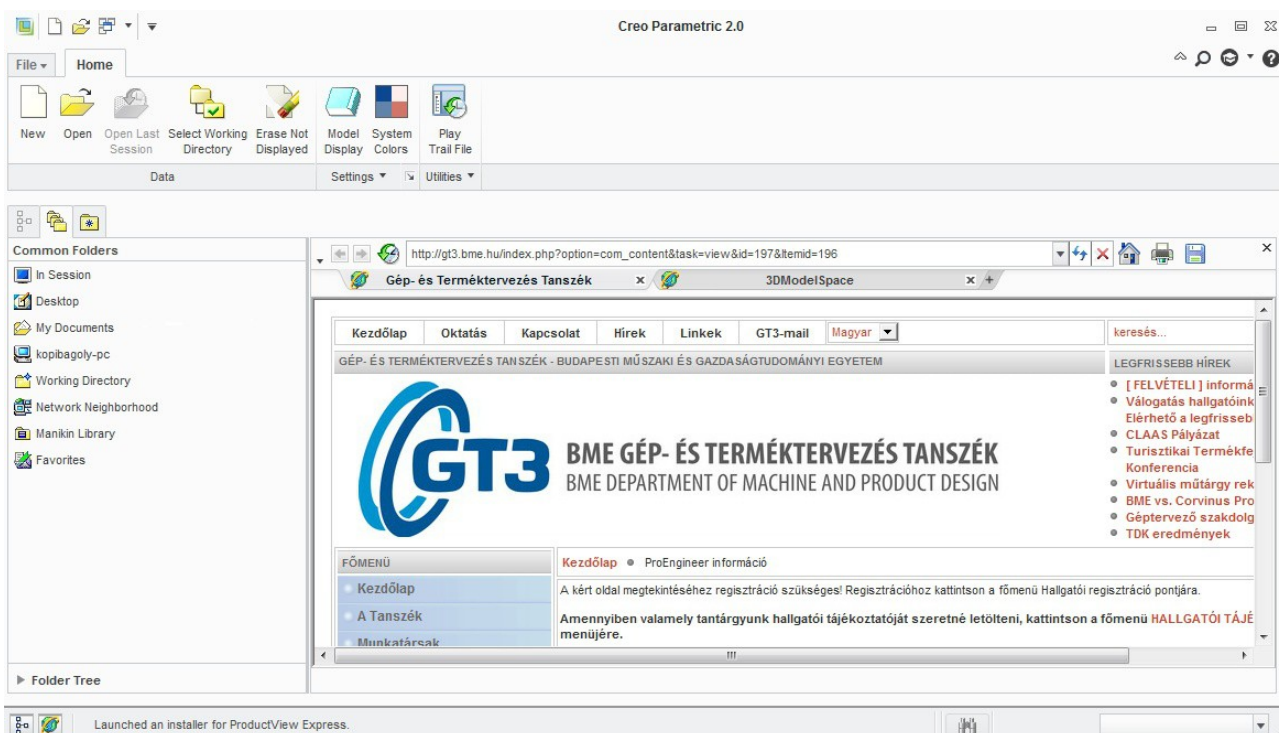
A License Server telepítése után magát a CAD rendszert telepíthetjük, ami a Windows -os programok mintájára történik, így ezt nem részletezem, csak azt emelném ki, hogy a munkakönyvtár helyének megadásakor a már általunk definiált könyvtár helyét adjuk meg!

– 4. lépés:

Töltsük le a **creo2\_001\_bme\_setup.zip** fájlt! A tömörített állományban megtalálható a BME -s telepítőkörnyezet, melynek installálása után az asztalon létrejön egy új parancsikon. Ha a program első indításakor jelez a tűzfal, akkor engedélyezzük a Creo által kezdeményezett műveleteket!

### 3.2. Első lépések

Első indításkor valami ehhez hasonló kép fogad:



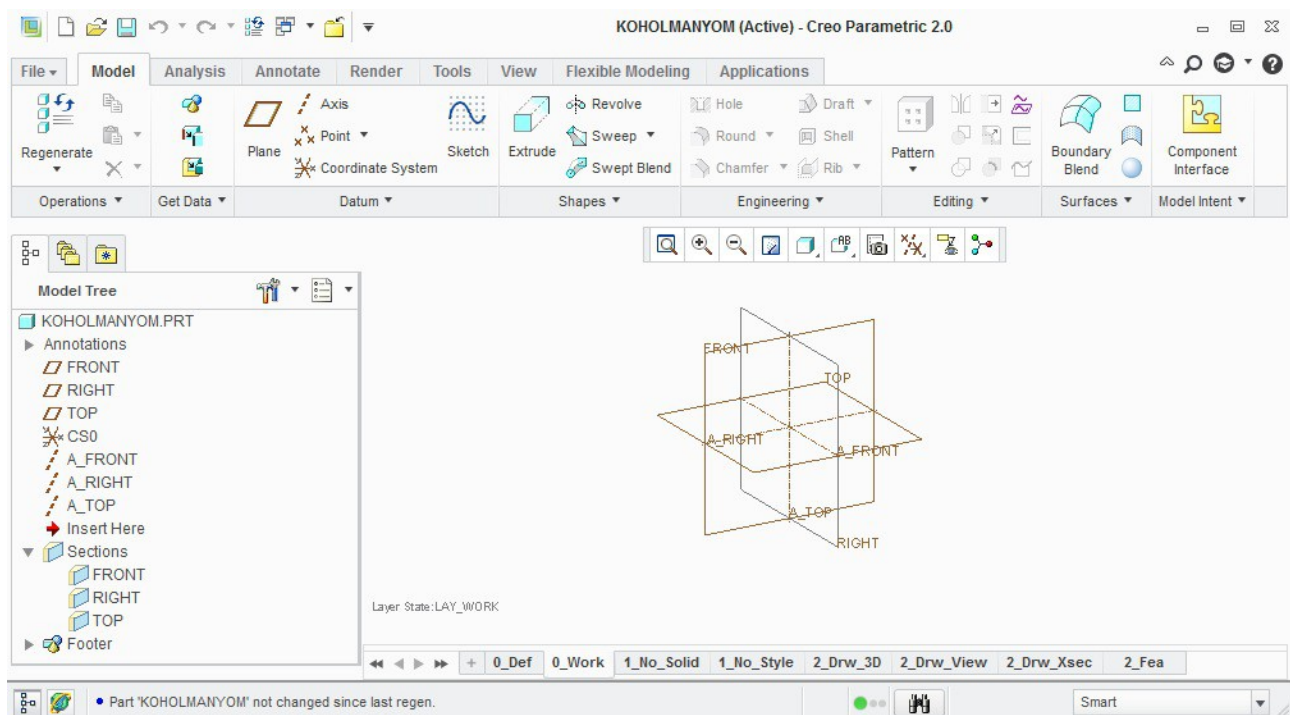
1. ábra. Bejelentkező képernyő

A bal alsó sarokban a **Folder Tree** -re kattintva tallózással kiválaszthatjuk a munkakönyvtárunk helyét (c:\work\_creo) majd jobb egérgomb kattintással az előugró menüből választjuk ki a **Set Working Directory**-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 választjuk! **Name** mezőbe írunk be valami értelmes nevet, pl.: koholmányom. A következő ablakban a **Template** mezőben hagyjuk meg a **creo\_2\_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, nyomjuk le a **vc** billentyűket (Combined Views), majd a képernyő alján előbukkanó fülek közül választunk ki a **0\_Work** -öt (Annotate menüből is elérhető)!



2. ábra. A felhasználói felület

### 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.

Az aktuális divatnak megfelelően a PTC is bevezette a szalagos menürendszert, 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 egérgombbal előugró menüből a **Pro/E Purge** opciót választjuk!

- Biztonsági mentés készítése: hozzunk létre új könyvtárat, állítsuk be munkakönyvtárnak, 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, amik nem állnak kapcsolatban a fő összeállítással!
- **Prepare/Model Properties** ablakban a **change** gombra kattintva kiválaszthatjuk a modell anyagát (Material; miután kiválasztottuk a nekünk megfelelő anyagot, kattintsunk a nyílra, 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.

A **Render** menüpontban színes-szagos képet generálhatunk a modellünkről.

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

### View menü

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

**Applications** menüben különböző szakmodulokba léphetünk át

- **Engineering**: hegesztés;
- **Simulation**: véges elem;

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

A piros nyíl ikonnal 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:

- Az utolsó ikon legördítésével át tudunk váltani **Layer Tree** -re. Itt a nem szimpatikus, ill. kifejezetten idegesítő rétegeket láthatatlanná tudjuk tenni (jobb klikk/Hide)

- A kalapács/villáskulcs **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, a modelltér felett középen látható egy menü:

A – legelső – **Refit** parancssal a modellt a képernyő méretéhez igazíthatjuk.

A **Display Style** -al a modell megjelenítési módját tudjuk változtatni:

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

**Named views** segítségével a modellünket az alapértelmezett nézetekbe 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** arra szolgál, hogy a modellünk megjelenítését leegyszerűsítsük. Erre példa: a kiszerkesztett evolvens fogaskerekeket kiegyyszerűsíthetjük egy tömör tárcsával. Az eredeti nézet a **Master Rep**.

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

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

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

---

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.

---

## Megjegyzés

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

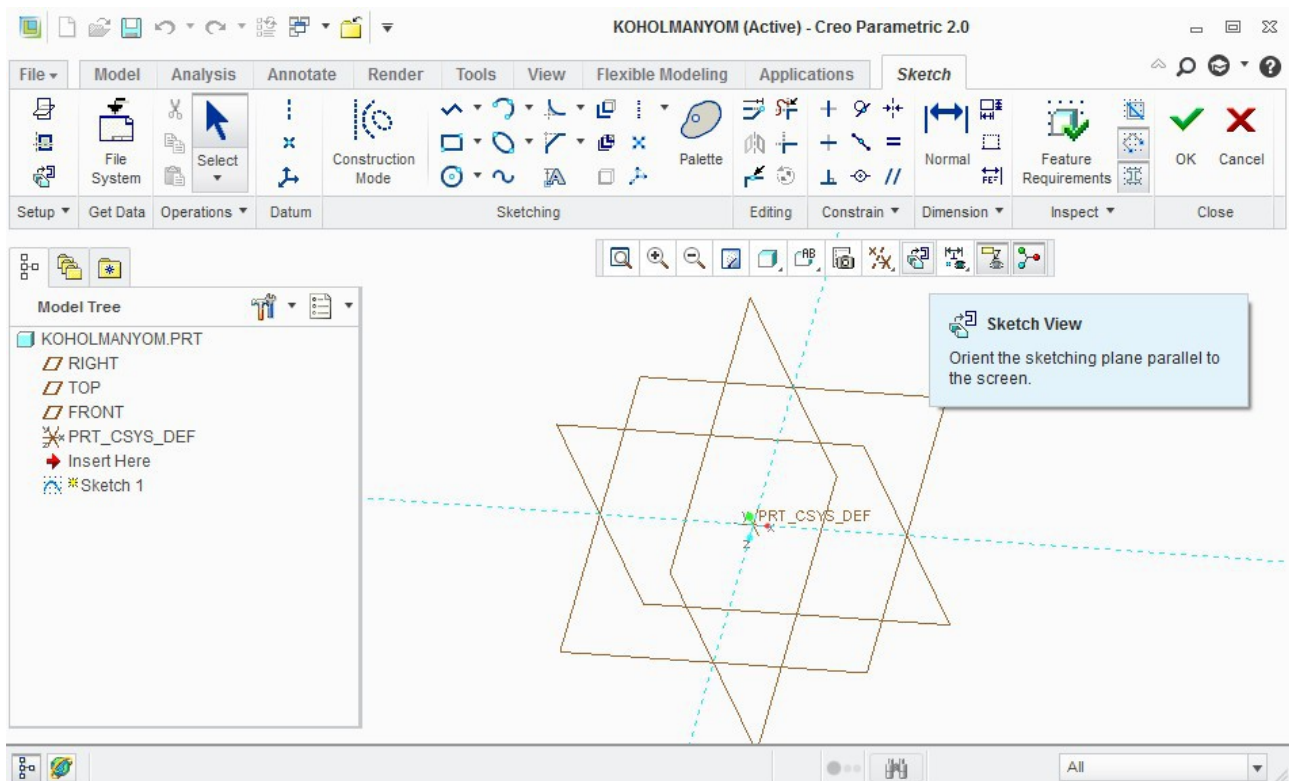
### 3.2.2. Vázlatkészítő

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 élét). 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 lekerekítéseket 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 szimmetriatengelyt húzhatunk be;
- A **Point** akkor lehet hasznos, ha pl. ferdeülékű szelepházát akarunk rajzolni. Ilyenkor a ferde- és vízszintes szimmetriatengelyek metszéspontjához tehetünk egy ilyen pontot, és a ferde szimmetriatengelyt ehhez a ponthoz húzzuk be.
- 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

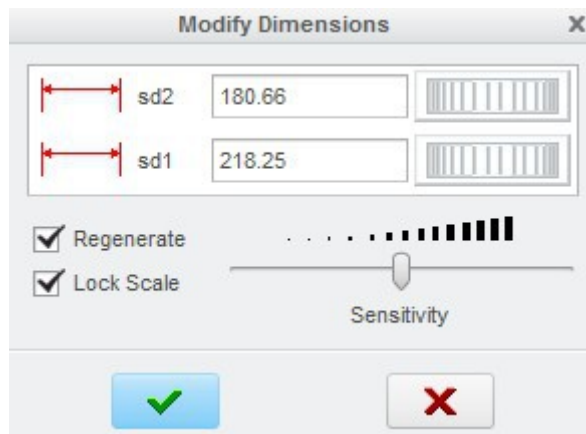
- A zöld pipával elfogadhatjuk a változtatásokat, a piros X -el változtatás nélkül kiléphetünk.

## **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: jobb klikk/**Construction**.)

A creo automatikusan beméretezi a rajzot, ezek a méretek halványak (határozottá tétel: jobb klikk/**Strong**). A Dimension/**Normal** ikon segítségével mi magunk is megadhatunk méreteket, ezeket a program vastagabb vonallal jelöli. Akkor határozott a rajz, ha az összes méretvonal vastag. Próbaképp: Normal ikon, majd klikkeljünk először a téglalap egyik, majd a másik sarkába, ezután pedig a scroll gombbal kattintsunk valahová a kettő közé, ahol a méretszámnak 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. Méretek beállítása

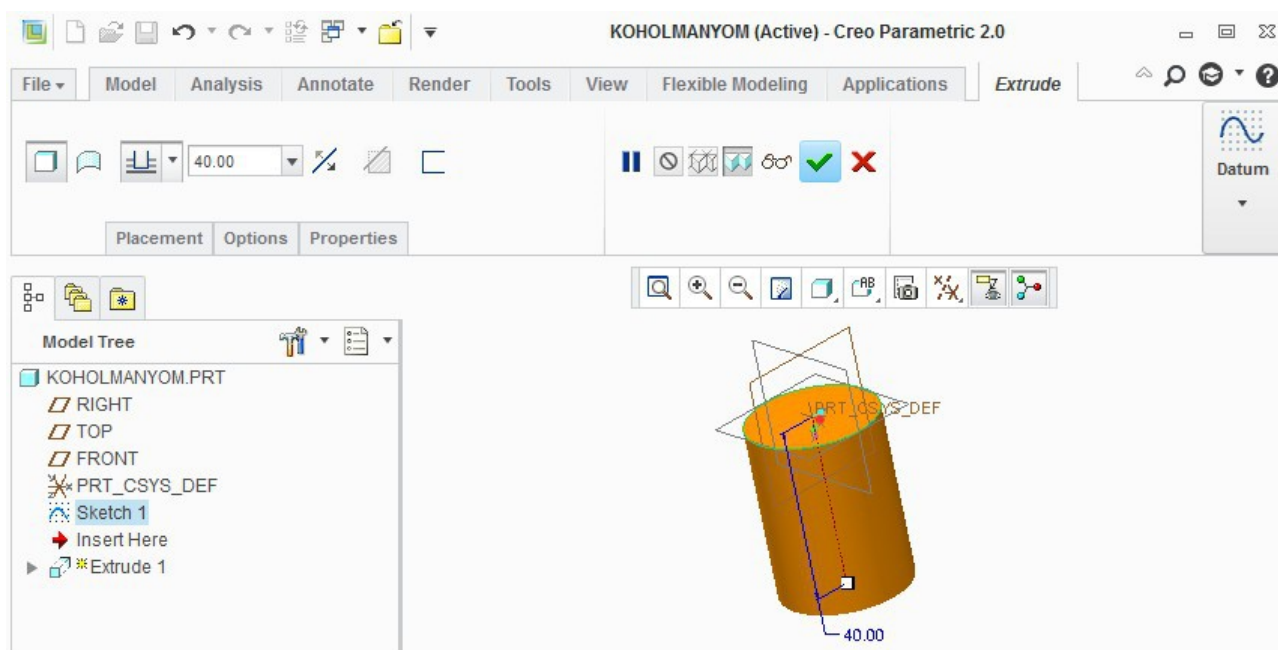
Ctrl gomb letaposása mellett jelöljük ki a téglalap éleit, majd Delete. Rajzoljuk egy kört, melynek átmérőjét írjuk át 30 -ra (méretek [mm]-ben értendők)! Close/Ok -val átléptünk a 3d-s modellezéshez.

## 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 írunk át (pl. 40-re)!



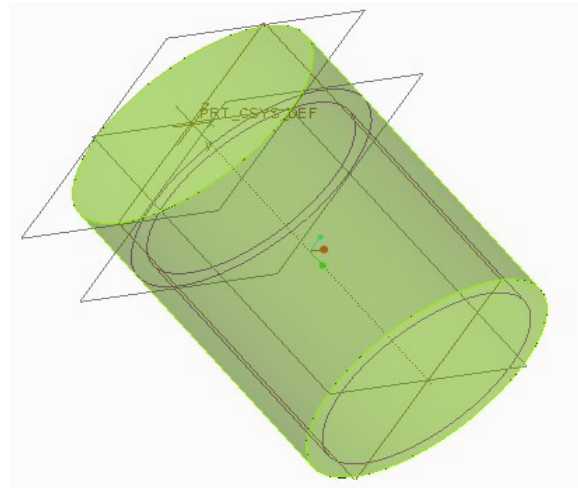
5. ábra. Kihúzás

Az **Extrude as solid** -al tömör testet, az **Extrude as surface** kijelölésével pedig felületet kapunk végeredményül. A méret megadása utáni **Change depth direction** ikonnal megcserélhetjük a kitöltés irányát. A **Remove Material** -al (ami jelenleg inaktív) a kijelölt térfogatról az anyag törlésre kerül. A **Thicken Sketch** segítségével lemez alkatrészt 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 távolabb 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

**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 jobb 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 az egyik sajátosságot módosítani szeretnénk, akkor rámutatva megnyomjuk a jobb egérgombot/**Edit Definition**. Az Insert Here nyilacska szerepét már korábban leírtam.

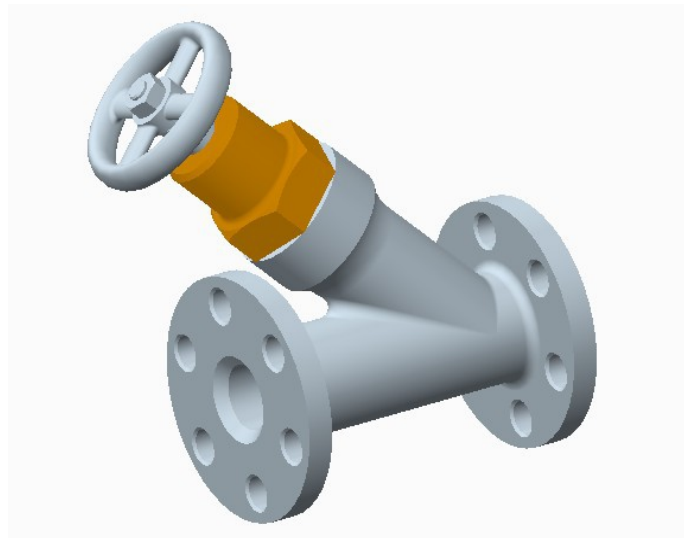
Ha a modellünkön valamelyik méretet szeretnénk ellenőrizni, akkor ehhez az **Analysis/Measure** lehetőségei közül válasszuk! (distance - távolság, lenght - hossz, angle - szög, diameter - átmérő, stb.)

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: **102\_piros\_szelep\_oa.zip**

Az első példában a hagyományos lentről felfelé építkezés szemléletével fogunk megismerkedni, vagyis az egyes alkatrészek külön-külön történő lemodellezése után egy összeállítási fájlba lapátoljuk be – kényszerek megadásával – alkatrészeinket. A lentről felfelé építkezés alapvető hibája: ha az összeállításban ütközésekkel szembesülünk, vissza kell térnünk az egyes alkatrészek modelljébe (jobb klikk a modellfáiban/Open), és egyesével kell átvariálnunk 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. Jobb 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 próbálja kitalálni, mely kényszert célszerű alkalmazni;
- Distance: két síkfelület közötti távolság megadása;
- Angle Offset: szöghelyzet megadása (pl.: hatlapfejű anya pozicionálásához);
- Coincident: hengeres felületek illesztése;
- Default: csak az összeállítás legelső alkatrészénél használandó.

## Megjegyzés

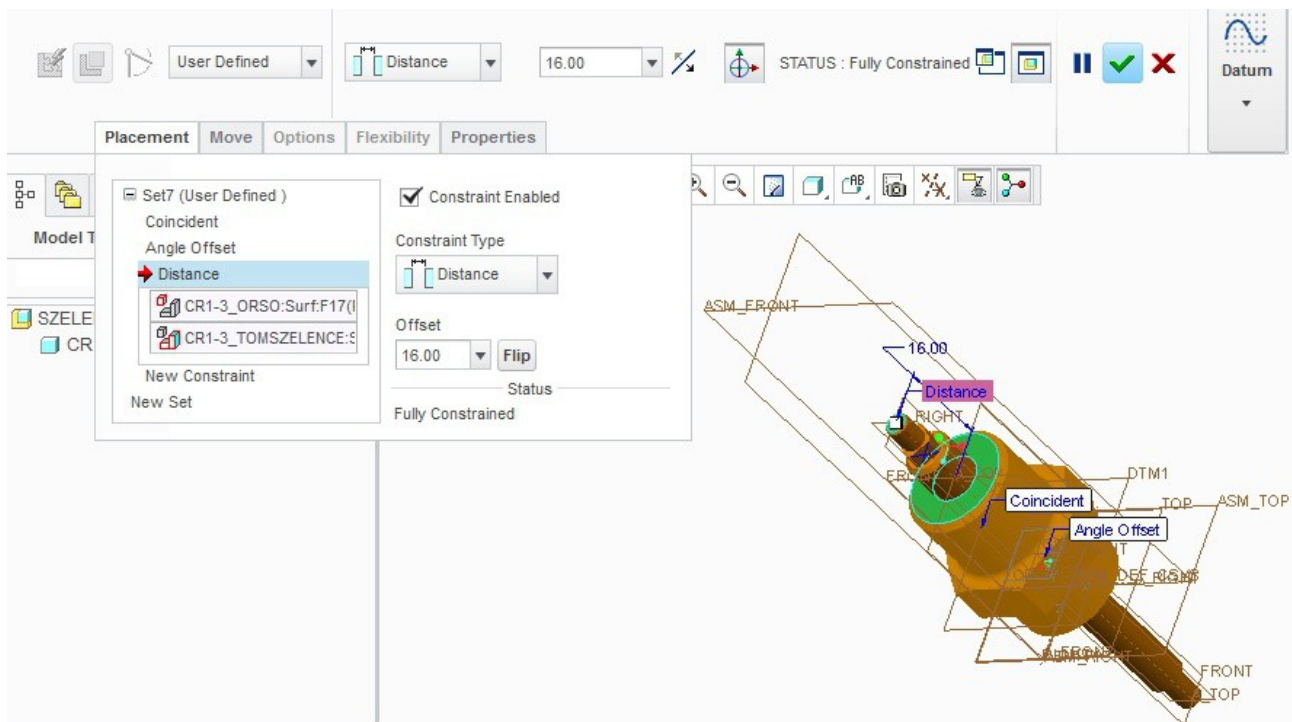
A szöghelyzet beállításának alapvető feltétele, hogy látszódnak az alkatrészek dátum síkjai. Ha WF5 -ös modellekből – amelyeknek voltak úgynevezett kombinált nézetei – készítettünk összeállítást, akkor tegyük a következőt:

Egyesével nyitogassuk meg az alkatrész modelleket, és az **Annotate** menüpontra kattintva a modellter alatti fülek közül a **00\_Work** nevűre bökjünk! (Ezután bezárhatjuk az ablakot.)

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, 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



---

## 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 (emlék: 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 alkatrészsre, 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 nevéen/Save! Az eredeti állapot visszaállítása: jobb klikk a robbantott nézet nevéen, 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 érdekesség, tűrések;
- Sketch: vázlatkészítő elemei (kör, négyszög, éllomás, 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** gombra (wf5 -ös modellek esetén a felugró ablakban a 00\_Work -öt válasszuk), vagy a rajzlap közepén jobb klikk/Insert 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** fölön válasszuk ki, melyik nézet jelenjen meg (pl.: Right, Apply)!
- A **Visible Area** fölön beállíthatjuk, hogy teljes- (Full View) vagy fél nézetet akarunk.
- A **Scale** fölön 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** fölön a **2d cross-section** -nél választhatjuk ki az általunk definiált metszetet, miután a zöld + 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 válasszuk! 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: jobb klikk/**Next**, majd 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/**Insert 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 válasszuk ki az **Axes** -t, végül jelöljük ki a nézetet! Ekkor a program kilistázza és berajzolja a lehetséges tengelyeket. Kattintással válasszuk 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 ablak **Display** fülén a méretszámot tudjuk variálni:

- A **@D** elé rakjuk a kurzort, majd a **Text Symbol** -ra bökve 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 akarunk, a **Properties** fülön a **Tolerance mode** -nál a **Plus-Minus** -t válasszuk ki! **Number of decimal places** -nél 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/Retrieve** -nél **generic** -et elfogadjuk, **Standard** -ot kiválasztjuk, majd **Normal**, végül kattintsunk a helyre, ahová ezt rakni szeretnénk, és adjuk meg az értékét!

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\_Erték** -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**, majd egy elemet ki kell jelölni, aztán egy spline -t kell megrajzolni. 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 dőlésszöget 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.

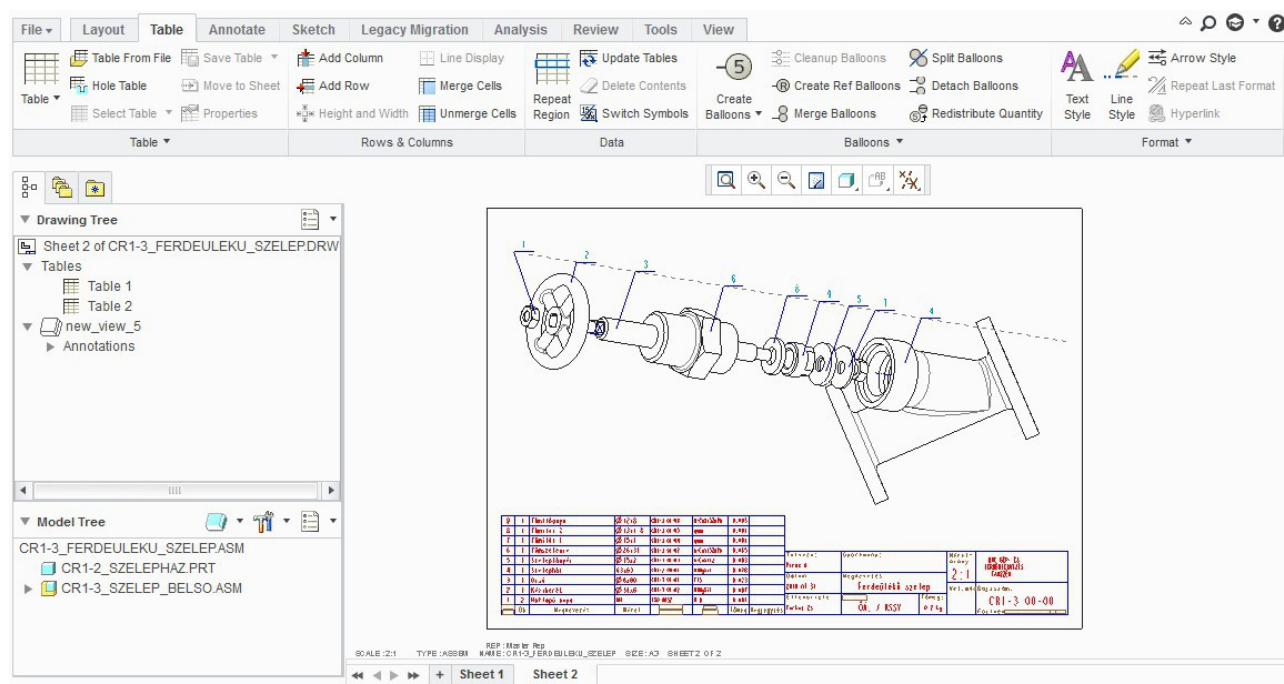
## 4.2.6. Darabjegyzék

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**.

## 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 alkatrészeire mutató vonalakat érdemes arrébb pakolni: a tételre mutató vonalat kijelöljük, jobb klikk/**Edit Attachment/On 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

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 elkülöníthetők 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.

## 5. CSALÁDTÁBLÁS ALKATRÉSZEK - CSAVAR

Mintafájlok: **201\_kopi\_csaladtabla.zip**

(#Megjegyzés: A BME -s beállítások között különböző kötőelemek modellje megtalálható:  
„C:\Users\Public\Documents\work\_creo\zz\_Creo\_setup\lib\”)

Szabványos alkatrészeket az ember nem szívesen rajzolgat. Ha mégis erre kényszerülünk, az egy méretsorba tartozó alkatrészeket egy modellen belül érdemes létrehozni.

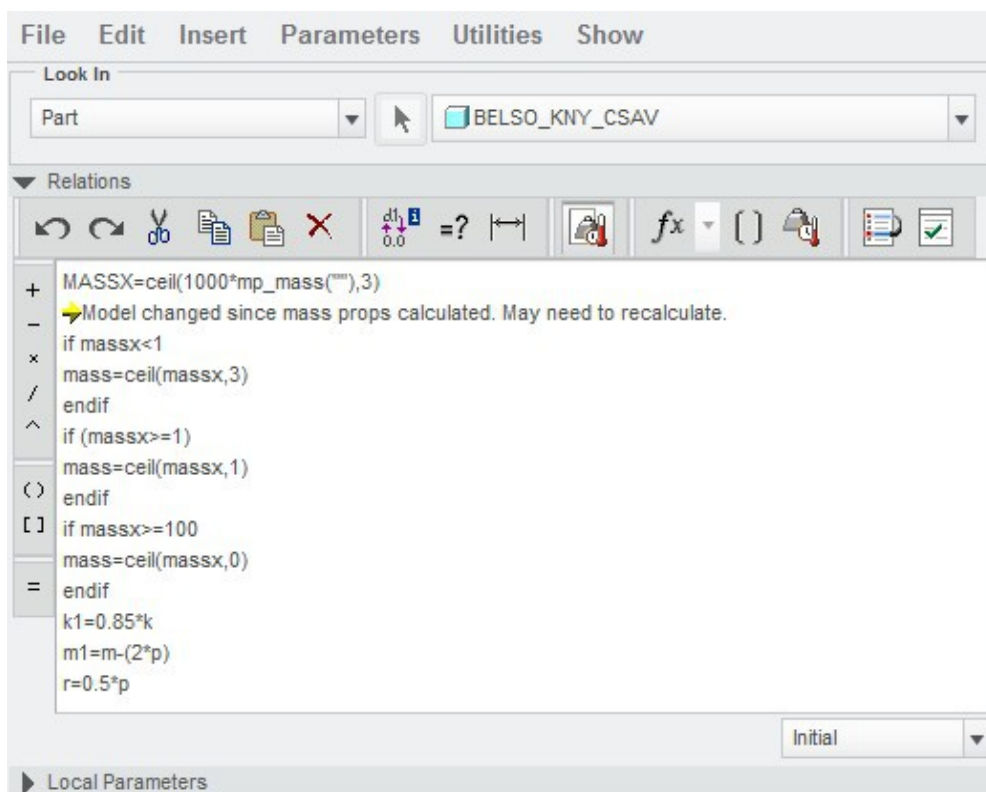
Ebben a példában egy belső kulcsnyílású csavart fogunk rajzolni, melynek méreteit beparaméterezzük. A paraméterek és a köztük lévő kapcsolatok definiálása után készítünk egy táblázatot, amelyben ezek értékét a méretsor alapján rögzítjük. Miután elkészültünk, és később megnyitjuk a modellt, kiválaszthatjuk a nekünk megfelelő méretet.

2HF\_adatok.pdf -ben a 30. sorszámú alkatrészt fogjuk elkészíteni. Először hozzunk létre új Part -ot, és rajzoljuk 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 jobb klikk/**Edit** -hatására a program megjeleníti a méreteket. A méreten jobb klikk/**Properties**, majd a **Properties** fülön a **Name** rubrikába írjuk be a paraméter megnevezését, amire később hivatkozni fogunk!

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



10. ábra. Képletek beírása

**Tools/Model Intent/Family Table** -ben a független paraméterek konkrét értékét rögzíthetjük (táblázatos formában). Hozzunk létre új oszlopot, majd a felugró menü kéri, hogy jelöljük ki a méretet.

11. ábra. Méretek kijelölése

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									
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.prt_m3	20.00	3.00	5.50	2.00	2.00	12.00	0.25	
BKCS_M4	belso_kny_csav.prt_m4	25.00	4.00	7.00	2.80	2.50	14.00	0.25	
BKCS_M5	belso_kny_csav.prt_m5	30.00	5.00	8.50	3.50	3.00	16.00	0.50	
BKCS_M6	belso_kny_csav.prt_m6	40.00	6.00	10.00	4.00	4.00	18.00	0.50	
BKCS_M8	belso_kny_csav.prt_m8	60.00	8.00	13.00	5.00	5.00	22.00	1.00	
BKCS_M10	belso_kny_csav.prt_m10	70.00	10.00	16.00	6.00	7.00	26.00	1.25	
BKCS_M12	belso_kny_csav.prt_m12	80.00	12.00	18.00	7.00	8.00	30.00	1.50	
BKCS_M16	belso_kny_csav.prt_m16	80.00	16.00	24.00	9.00	12.00	38.00	1.50	
BKCS_M20	belso_kny_csav.prt_m20	100.00	20.00	30.00	11.00	14.00	46.00	2.00	
BKCS_M24	belso_kny_csav.prt_m24	100.00	24.00	36.00	13.00	17.00	54.00	2.00	

12. ábra. Családtábla – Értékek megadása

Az egyes értékeket nekünk kell kézzel beírogatni. Soronként töltsük 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/Insert General View, majd 00\_Work), készítünk vetületet (Insert Projektion View). Méretek megadása után 2x klikkelünk rajtuk, Name mezőbe az általunk kitalált megnevezést, Display fölön lévő mezőbe pedig **@S** -t írunk be. A gyakorlatvezetőnk készített olyan táblázatot, melyben a teljes méretsor szerepel. Ennek beszúrása: **Table/Table From File** -ből a **fam\_tab.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 menüben) Annotations/Note, majd miután létrehoztuk 2x kattintsunk rajta, aztán a Text mezőbe írjuk be: **@[{0:Összefuggesek:}]@**, végül ez alá pötyögjük be a Tools/Model Intent/Relations -be írt képleteket!

## 6. MECHANIZMUSOK - SZAKASZOS MOZGATÁS

Mintafájlok: **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 kúpkeréket, amit először hagyományos módon (Coincident+Distance) építsünk be! Bökjünk 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 kúpkerék lelapolására majd az alapkeret felső síkjára! **Current Position**-nak 360° -ot adjunk meg! **Regen Value** mezőben a regenerálás utáni helyzet állítható be, ehhez az **Enable regeneration value** -t kell bepipálnunk. Minimum és Maximum Limit megadásával korlátozható az elfordulás szöge. Ezzel kész a kúpkerék beszerelése. A minta alapján építsük 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 alkatrészre (hajtókar), majd az egér mozgatásával állítsuk be az egyik véghelyzetet (pozíciót elfogad: bal klikk, mellőz: scroll -al klikk)! **Take a Snapshot** (fényképező) ikonra bökve készíthetünk pillanatképet, majd ezt nevezzük el! Kattintsunk a **Make selected snapshot aviable 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!



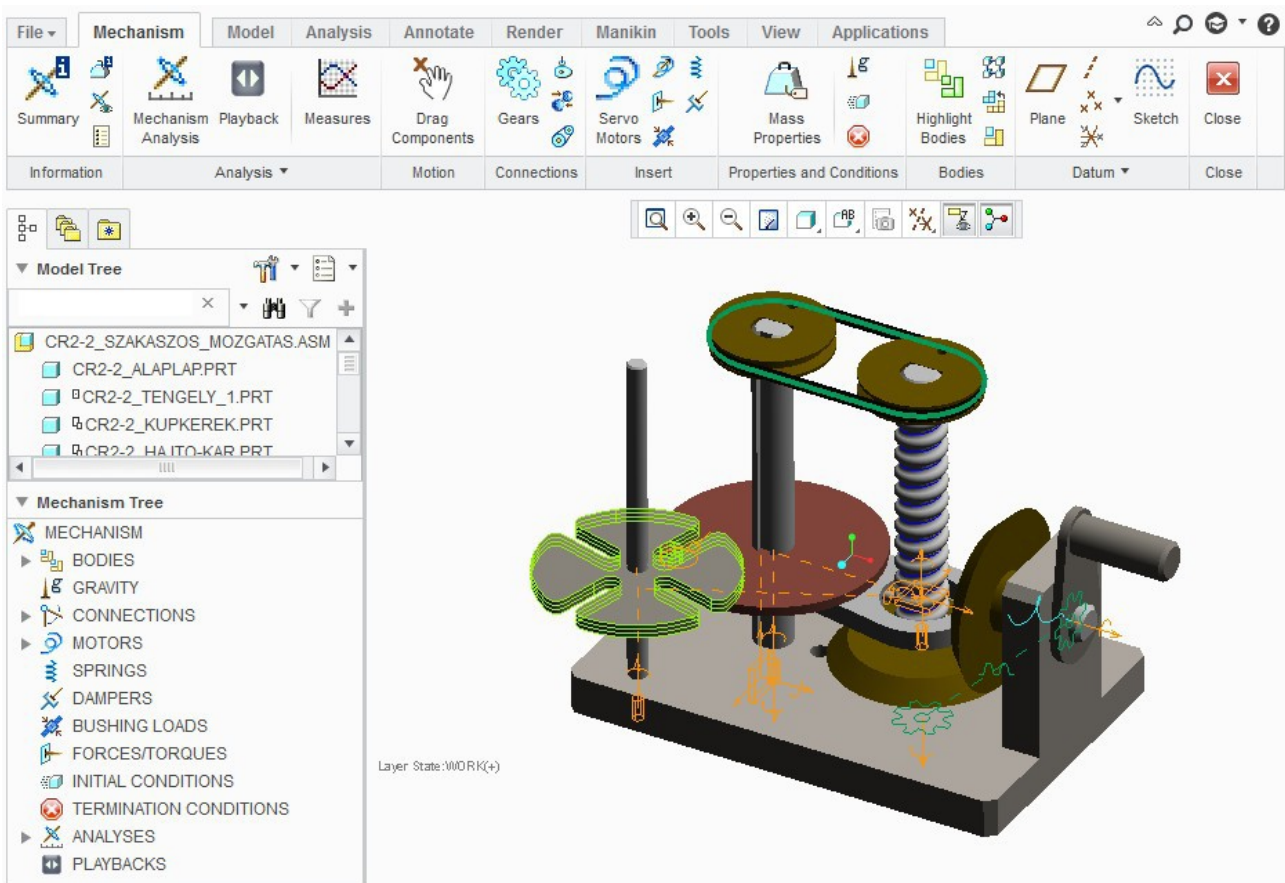
## 6.2. Mechanizmus modul

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 jobb klikk/Edit Definition -el lehet az általunk definiált hajtásokat módosítani.



13. ábra. Mechanizmus modul

A mechanizmusok modellezésének lépései röviden:

- kapcsolatok (Connections) definiálása (fogaskerék-, büttyös-, ékszíj 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 büttykös 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** bepipálásával engedélyezzük a pálya elhagyásának lehetőségét! Ha gondoljuk, megadhatjuk a súrlódási tényezőket (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 kapcsolószöveget (Pressure Angle ( $\alpha$ )) és a fogferdeségi szöveget (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 szöveget 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** fülön a forgatás paramétereit. A szervomotor pozícióját (Position), sebességét (Velocity), gyorsulását (Acceleration) sokféle függvénnyel leírhatjuk. Legegyszerűbb táblázatos formában megadni a motor pozícióját az egyes időpillanatokban: **Specification** mezőből a **Position** -t, **Magnitude** mezőből a **Table** -t kiválasztjuk, majd az **Add rows to 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. **Use External File** -at bejelölve 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 and Balance – erő és 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 **Ext Load** 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) [ $\text{mm/s}^2$ ] egységben kell megadni ( $9810 [\text{mm/s}^2]$ ), 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 függvényvel 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 rugót 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. Először válasszuk ki a terhelés típusát:

- **Point Force**: válasszuk ki az erő támadáspontját! A nagyságát a már ismert függvényekkel, az irányát pedig a gravitációhoz hasonló módon adhatjuk meg.
- **Body Torque**: válasszuk ki az alkatrészt, melyen működtetni szeretnénk a nyomatékot! A nagyság és irány megadása ugyanúgy történik mint az erőnél.
- **Point to Point Force**: válasszuk ki azt a két pontot, amelyek között működtetni szeretnénk az erőt! A nagyság definiálása ugyanúgy történik mint az előzőekben, a hatásvonalat a pontok egyértelműen meghatározzák.

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

- **Define velocity of a point**: Válasszuk 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**: Válasszuk ki egy mozgástengelyt, majd adjuk meg az alkatrész kezdeti sebességét, illetve szögsebességét!
- **Define angular velocity**: Válasszuk ki egy testet, amely forgási sebességét ismerjük a kezdeti időpillanatban! A forgástengelyt ugyanúgy adhatjuk meg, mint az előbb a sebesség irányát.

Lépünk ki a mechanizmus modulból!

## 6.3. Rajzkészítés

Az eddigiekhez képest az lesz az újdonság, hogy a kezdeti- és végállapotot egy nézeten 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 alaphoz képesti magasságot a végállapoton!

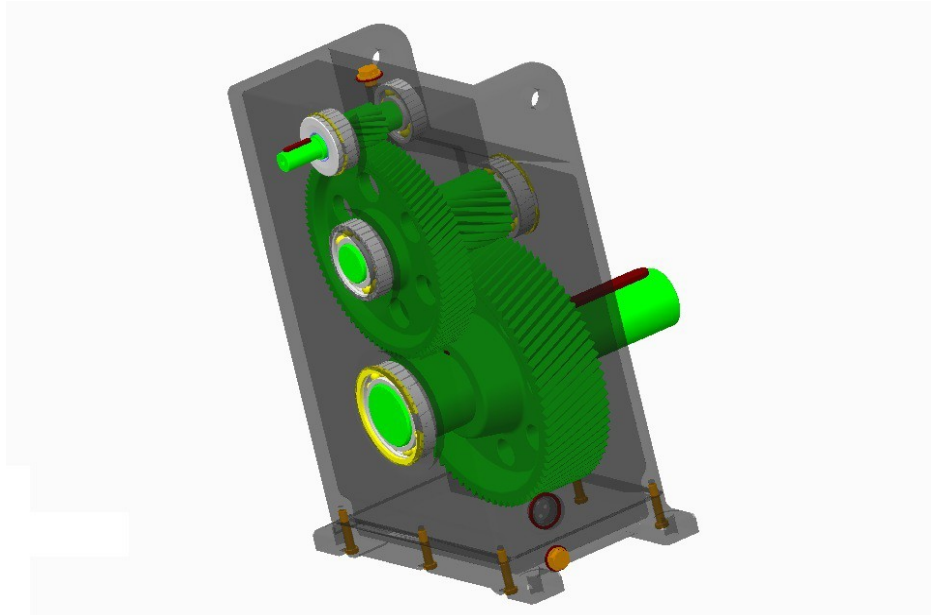
Helyezzük egymásra a 2 nézetet: (a Layout menüben állva) kattintsunk valamelyik nézetet 2x, majd Alignment fölön pipáljuk be az **Align this view to other view** -t, klikkeljünk a másik nézetre! A **Point on this view** mezőben a **Custom** -öt jelöljük ki! A 2 nézet 1-1 vízszintes élét párosítsuk össze, 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 élt rendezzünk össze, Apply. (#Megj.: Esetenként hülyeséget kaphatunk, ekkor kapcsoljuk ki a nézetek igazítását, vonszoljuk el egymástól őket, majd próbálkozzunk újra! Esetleg úgy is megpróbálhatjuk, hogy élek 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/Edge/Use Edge) lenyomása után jelöljük ki az egyik élt (kezdeti nézetet), 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 másik vonalon bal klikk, kettő közé scroll -al klikk. A kiadódó méretet rakjuk zárójelbe! A tizedes jegyek számát (Number of decimal places) 1-re állítsuk!

## 7. MECHANIZMUSOK - HAJTÓMŰ

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



14. ábra. Hajtómű összeállítás

### 7.1. Fogaskerék összeállítás

Mintafájlok: **302\_piros\_fogaskerek\_par.zip**

Mielőtt bármit is csinálnánk, olvassuk el a mellékelt pdf fájlt (az utolsó oldal különösen fontos)! A külső és belső fogaskerékes kapcsolatokat Attilaék készítették el nekünk. Az én példámban k-k kapcsolat van, így ennek összeállítási rajzát nyissuk meg! (A k-b kapcsolat bolygóművek esetében hasznos). Hozzunk létre egy új könyvtárat, melyet állítsuk be munkakönyvtárnak! 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 fogaskerekek 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

15. ábra. Mentés másként

A mentés ablak valamiért nem fér el a képernyőn (1366×768 felbontásban), és átméretezni sem lehet. Az ablak lefelé gördítéséhez vigyük az egeret a képernyő legaljára (tálca alá), majd folyamatosan húzzuk lefelé! 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** (Source oszlop) 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 zárnunk az ablakot, törölni a memóriát, és újratekinteni az egészet. Csak akkor mentsünk, ha meggyőződünk róla, hogy paraméterek megfelelőek és nincs alámetszés!

Lépjünk át a mechanizmus modulba! Láthatjuk, hogy van fogaskerék kapcsolat definiálva. A Diameter mezőkhöz (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 Layerok 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: **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 alkönyvtárban 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 szervo 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 listákból 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 ismétlem meg.) Regenerálás, ismét mentés.

### 7.2.3. Csapágyak, tömítések

A külső forrásból beszerzett – 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

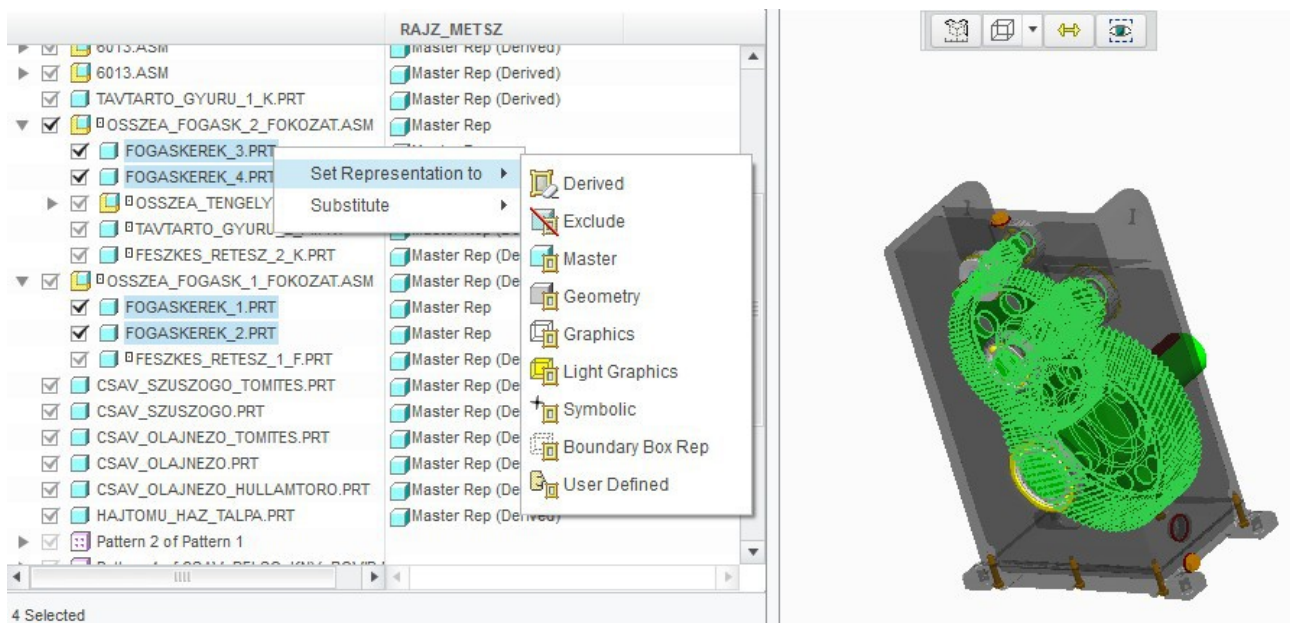
16. ábra. Külső forrásból szerzett alkatrészek paraméterezése

### 7.2.4. Fogaskerek kiegészítés

A rajzkészítésnél a fogaskerek láb-, gördülő-, fejköre helyett az evolvens nézeti/metszeti képe jelenne meg. Hogy megfeleljünk a műszaki ábrázolás szabályainak, egyszerűsített nézeteket (Simplified Representation) kell létrehozniuk. 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.



17. ábra. Simp Rep készítés

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. A **Render/Render Setup** ablakban a kimeneti fájl minőségét tudjuk beállítani. A ceo alapbeállításai elég gagyi képet eredményeznek. A segédlet jelenlegi verziójában nem mennék bele a beállítások részletes ismertetésébe. Ha készen vagyunk a tulajdonságok átbuherálásával, a **Render Window** -al készíthetünk képet, amely a munkakönyvtárunkban lesz megtalálható.

## 7.3. Rajzkészítés

Az összeállítási modellben annyi metszetet készítsünk (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 óvatosságnak kell lennünk. A spline kezdőpontjánál kis

zöld kör látható, tegyük 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 fárasztó 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 (Insert 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.

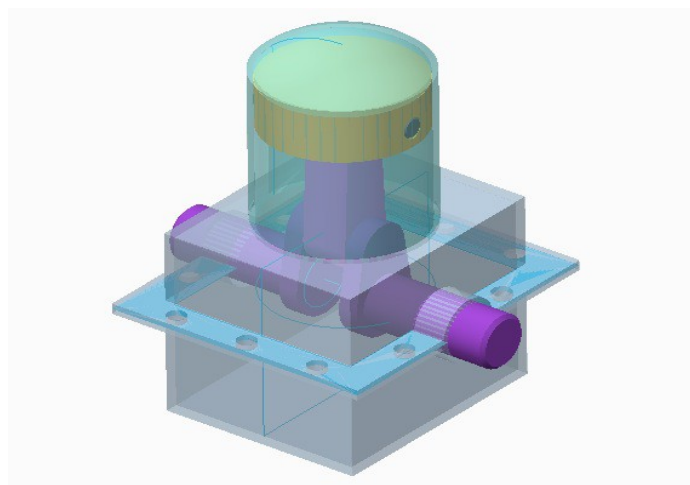
## 8. TOP-DOWN DESIGN - MOTOR

Mintafájlok: **401\_piros\_motor.zip**

A tervezés kezdeti- és végső fázisa között sok módosításon és frissítésen megy át a modellünk. A hagyományos lentről 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.



18. ábra. Motor összeállítás

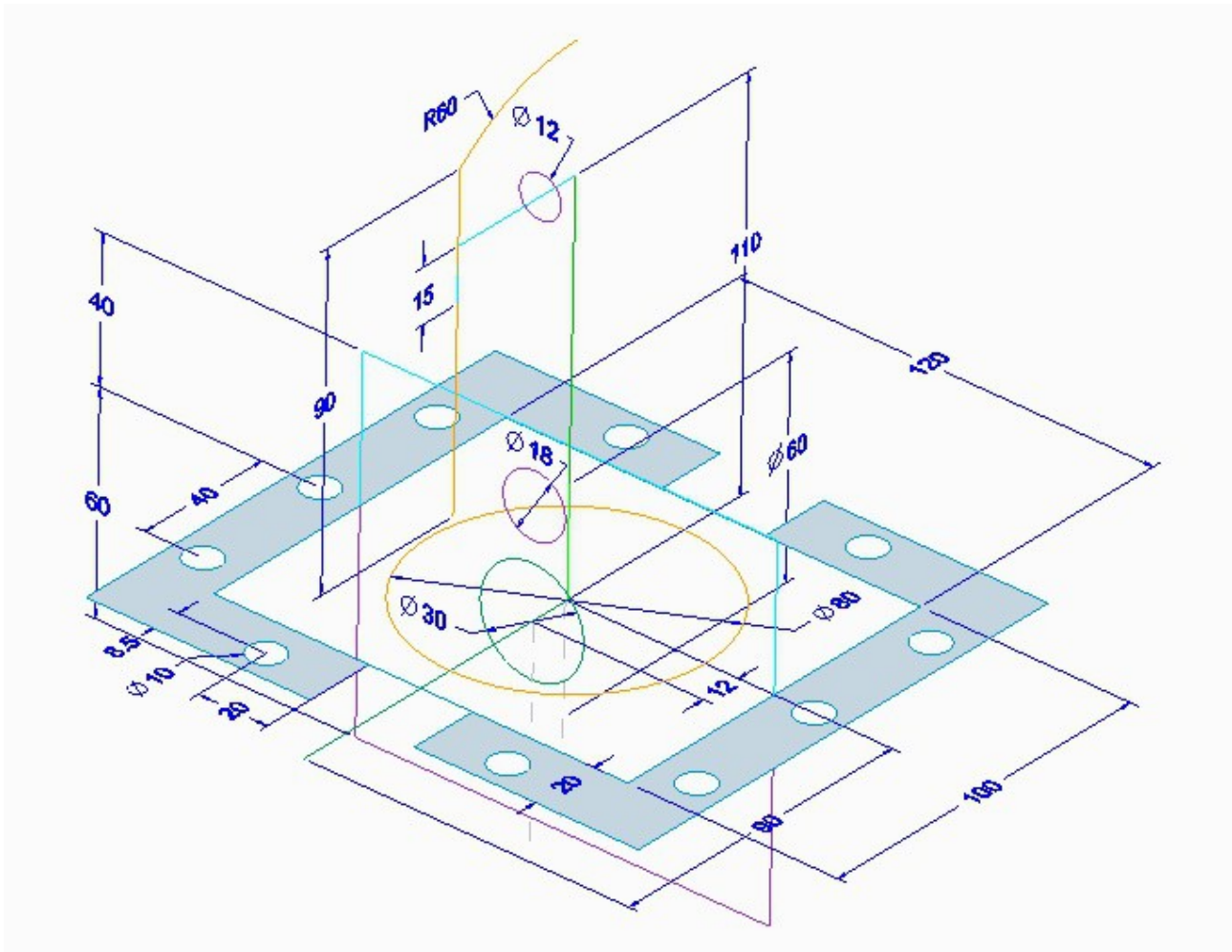
### 8.1. Összeállítás létrehozása

Készítsünk egy új összeállítást **motor.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\_SKELETON. Az Ok lenyomása után a felugró ablakban az Empty -t válasszuk! Aktiváljuk az új modellünket a modellfán: a nevére jobb 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\_SKELETON!

### 8.2. A statikus vázlat megrajzolása

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





19. 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: **Empty**) 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 skeletont definiálása után a kiválasztott görbét automatikusan új rétegre helyezi és elrejt 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 nyomkodjuk meg (2x) a **Published geometry only** ikont! Keressük meg a kisebb ablakban a **BLOKK\_ALSO** nevű csoportot (előfordulhat, hogy takarva van, így használni kell a jobb egérgombot a kiválasztáshoz). 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

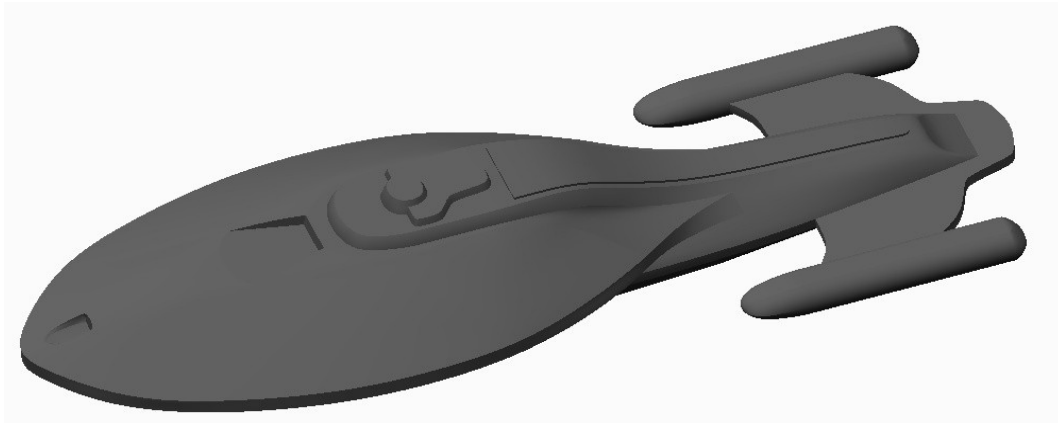
A mozgó alkatrészek létrehozásához nyissuk meg a motor.asm összeállítást! Itt a Model/Component/**Create/Part** paranccsal hozzuk létre a FOTENGELY nevű alkatrészt! A második ablakban válasszuk (Empty) az **Attach Component to Body** opciót és keressük meg a képernyőn a vonatkozó skeleton modellt, esetünkben 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 görbéket, amikre (az előzőekhez hasonló módon) építsük fel a testmodellt!

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: **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.



20. 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 hég testté alakítása (falvastagság megadása vagy tömör test létrehozása).

Nyissunk új Part -ot, de most a Template mezőben a **creo\_2 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 kék pipára kell bökniünk, hogy kilépjünk a felületmodellező modulból, majd a mentést a *testmodellezőben* kell elkövetniünk. Visszatérés a munkához: fájlépítési fában jobb klikk a Style 1 -en, Edit Definition.

---

### 9.1. Szamárvezető

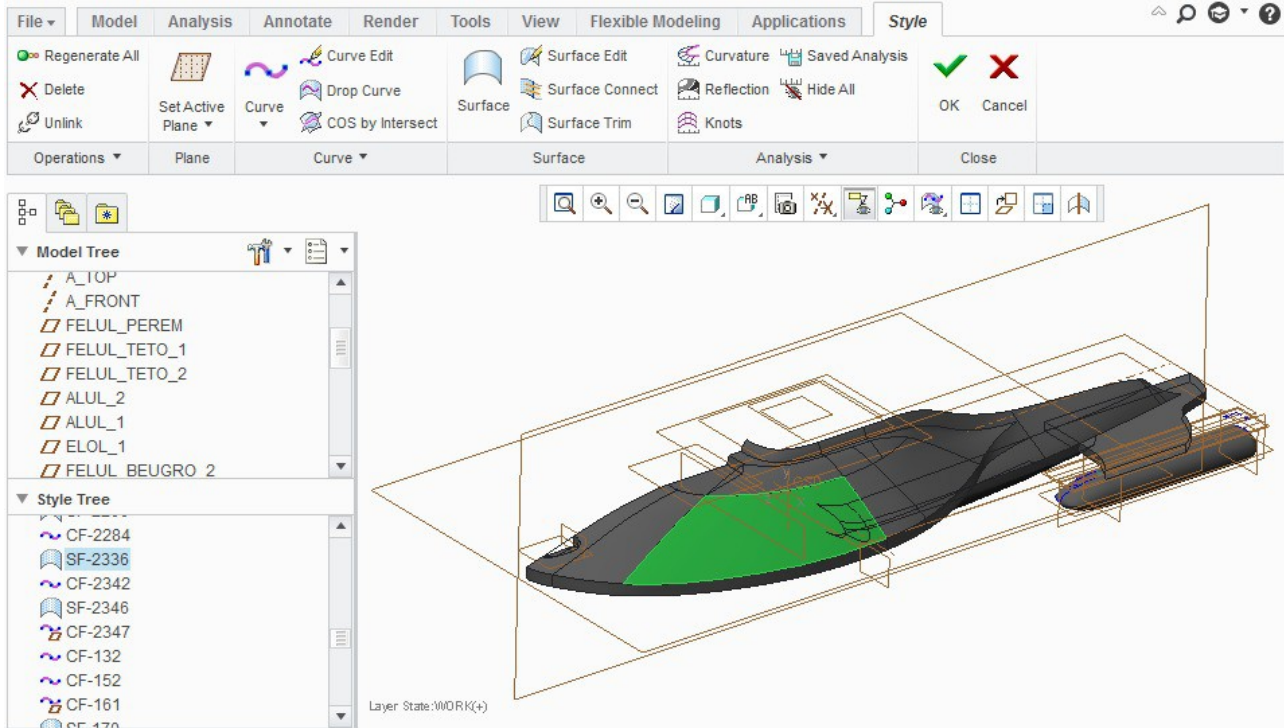
Az egyes görbék rajzolásának megkönnyítéséhez különböző nézeti képeket (.jpg) vetíthetünk a 3 fő síkra. (Akár a méretarányos kézi rajzunkat is beszkenneelhetjük.) A tengely-szimmetrikus testek esetén elég csak a fél-nézetekkel dolgoznunk. El kell döntenünk, hogy az egyes nézetek méretei mekkorák legyenek.

View/Model Display legördítése után **Images**, majd **Image/Add** 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/Imported 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! Görbé rajzolásához a Curve/**Curve** gombra kattintsunk!



21. ábra. Felületek létrehozása

A rajzolás előtt ki kell választanunk a görbe típusát:

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

Első közelítésben a Planar -t válasszuk! Egérekattintással rakosgassuk le a kontrollpontokat! Zöld pipára, majd az **Curve Edit** gombra klikkeljünk! 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 vonalba 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 létrehozunk, 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 szimmetriasíkhhoz 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

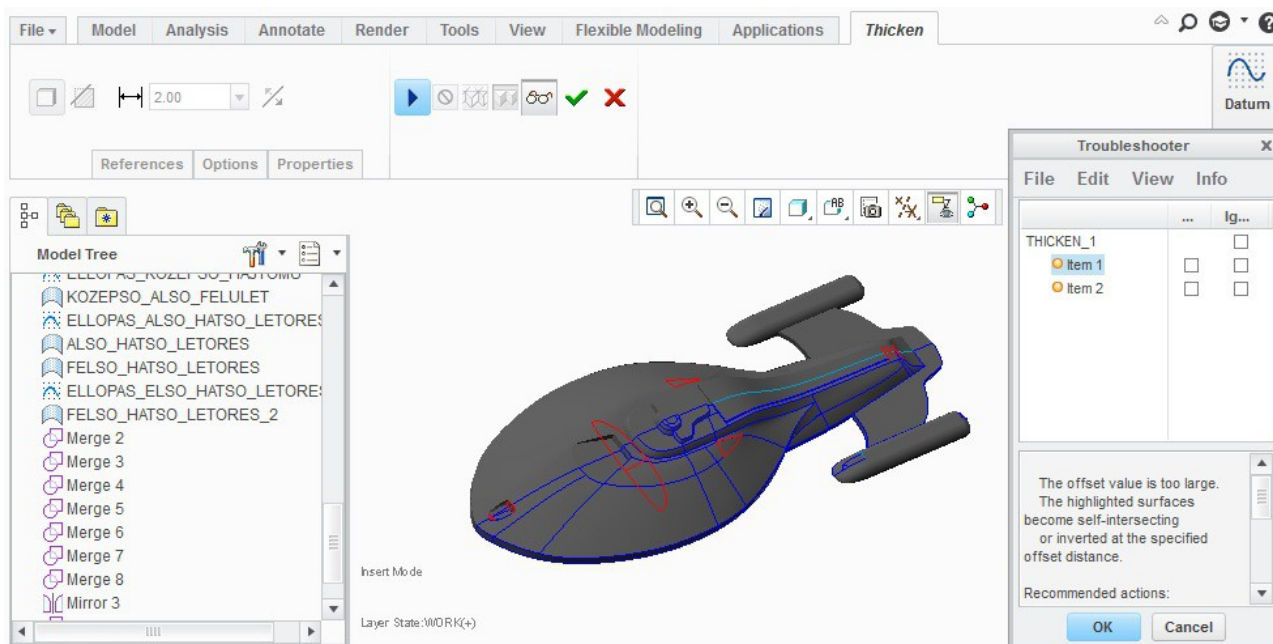
A példában szereplő modellemet több style -ból férceltem össze. Az egyes felületek egymástól függetlenek voltak, ezért egyesíteni kellett ezeket: a képernyő legalsó sorában jobb oldalt (a regenerálás lámpája mellett) látható egy legördülő lista. Válasszuk ki a **Quilts** -et! Ezután az egérrel (Ctrl 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 Quilts 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.





22. ábra. Hiba a mátrixban

A falvastagság értékének megadása után kattintsunk a szemüveg ikonra. A fenti képernyőképen az látható, hogy a rendszer hibát észlelt a modellben. Az Item -ekre kattintással a Creo pirossal jelzi; 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 mentjük! 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 - TARTÁLY

### 10.1. Mathcad bevezető

Az eddigi 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 Mathcad Prime és a Creo Parametric használatával lehetőségünk van asszociatív kapcsolatot teremteni a számítás és a rajz között.

---

#### Megjegyzés

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

---

A használt szoftver verziója: **Mathcad Prime 2.0 F000**

#### 10.1.1. A felhasználói felület áttekintése

Kezdjük a menürendszer átböngészésével!

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

#### Math menü

##### **Regions** mező

- Képlet, megoldó blokk beszúrása;
- Szövegmező, szövegdoboz, kép beszúrása.

##### **Operators and Symbols** mező

- Operators: osztás, hatványozás, deriválás, stb. műveletek beszúrása;
- Symbols: görög betűk, matematikai szimbólumok beszúrása;
- Programming: ha, vagy, stb. programozói műveletek beszúrása;
- Constants: Pi, Avogadro szám, stb. állandók 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 menü**

A beírt szöveg, valamint a számértékek formázása (betűtípus, méret, szín, igazítás stb.).

## **Calculation menü**

Automatikus számolás ki/be kapcsolása; hibakeresés, stb.

## **Document menü**

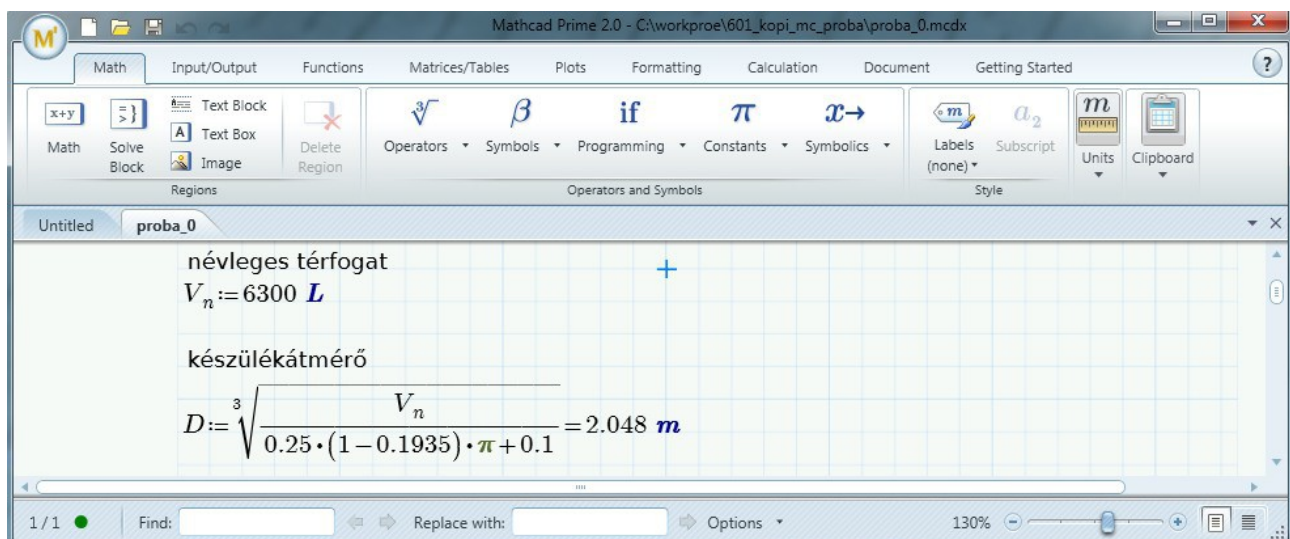
A munkatér megjelenésének formázása (papírméret, elrendezés, igazítás, oldalszámozás, stb.).

## **Getting Started 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.



23. 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 szálkereztet, majd klikk 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 (Getting Started/Tutorial, majd a Tutorials/Getting Started Tutorial/Task 2-1 -el kezdődően haladhatunk).

### 10.1.3. Mathcad - Creo integráció

Mintafájlok: **601\_kopi\_kosargorbe.zip**

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

A Creo - Mathcad integráció lépései röviden:

- CAD modell létrehozása;
- A fő méreteknak megfelelően 1-1 új paraméter definiálása (név, típus, érték, mértékegység megadása);
- Méretezés elvégzése Mathcad -ben; kiindulási adatok és eredmények szétválogatása, illetve megjelölése;
- A Creo -ban Prime Analysis indítása, a be- és kimenő paraméterek összehivatkozása;
- Fő méretek és a Mathcad kimenő paraméterek összerendelése;
- Modell regenerálása;
- A kétirányú kapcsolat működésének tesztelése.

#### A példa definiálása

Készítsünk egy edényfeneket!

#### CAD modell létrehozása

Indítsuk el a Creo -t, hozzunk létre új alkatrészt! További instrukciók megtalálhatóak a mellékelt Mathcad fájlban.

#### Paraméterek definiálása

Tools/Model Intent/Parameters, majd létrehozuk a következő paramétereket (lásd: a lenti ábra).

Name	Type	Value	Desi...	Acce...	Sour...	Descript...	Restr...	Unit ...	Unit
DESCRIPTION	String		<input checked="" type="checkbox"/>	Full ...	User-Defi...				
MODELED_BY	String		<input checked="" type="checkbox"/>	Full ...	User-Defi...				
D_A	Real Number	140.000...	<input type="checkbox"/>	Full ...	User-Defi...	kulso atmero		Length	mm
S	Real Number	3.000000	<input type="checkbox"/>	Full ...	User-Defi...	falvastagsag		Length	mm
H_1	Real Number	10.500000	<input type="checkbox"/>	Full ...	User-Defi...	szakall		Length	mm
R_1	Real Number	140.000...	<input type="checkbox"/>	Locke...	Relation	gombi sugar		Length	mm
R_2	Real Number	14.000000	<input type="checkbox"/>	Locke...	Relation	torusz sugar		Length	mm

24. ábra. Paraméterek létrehozása

## Méretezés Mathcad -ben

Indítsuk el a Mathcad Prime -ot! Csépeljük be az alábbiakat:

Kiindulási (input) adatok	
$d_a := 140 \text{ mm}$	külső átmérő
$s := 3 \text{ mm}$	falvastagság
$h_1 := 10.5 \text{ mm}$	hengeres szakáll magassága ( $h_1 > 3.5 \text{ s}$ )
	$h_{1\_min} := 3.5 \cdot s = 10.5 \text{ mm}$
Összefüggések	
$r_1 := d_a$	gömbi rész sugara (belső)
$r_2 := 0.1 \cdot d_a$	tórusz rész sugara (belső)
$h_2 := 0.1935 \cdot d_a - 0.455 \cdot s$	magasság (s és $h_1$ nélkül)
Számított (output) értékek	
$r_1 = 140 \text{ mm}$	
$r_2 = 14 \text{ mm}$	
$h_2 = 25.725 \text{ mm}$	kiadódó méret

25. ábra. Változók, összefüggések, eredmények

Lépjünk át az **Input/Output** menüre! A Creo számára szétválogatjuk a be- és a kimenő adatokat: egérrel kijelöljük a bemenő adatokat (bal egérgomb nyomva tartásával téglalapot formálunk a kijelölendő elemek körül), Integration/**Assign Input**. A kimenő adatok kijelölése után **Assign Output**. A **Show As List** gombra kattintva megjelennek a szétválogatott adatok. Az Outputs részben, az **Alias** oszlopban érdemes átnevezni a kimenő adatokat! Mentsünk!

## Megjegyzések

**#1** A változók elnevezésével kapcsolatban az alábbiakat célszerű betartani:

- Az alsó index helyett „\_” -t érdemes használni (lásd: a fenti ábra);
- Ne tartsa meg a görög-, vagy egyéb nem latin betűket;
- A betűtípust ne állítsuk át félkövérre, dőltre, stb.;
- 32 karakternél ne legyen hosszabb a változó neve;
- Bővebben a súgóban (About Mapping Names of Variables or Parameters) tájékozódhatunk.

**#2** A mértékegységeket különbözőképpen jelöli a Creo és a Mathcad. Bővebben a súgóban (Mathcad Prime Units and Their Creo Parametric Equivalents).

**#3** A „:=” -el ellátott elemeket a program csak bemenő adatként hajlandó megjelölni. Az egyenlőség jellel ellátott elemek ki- és bemenő adatok is lehetnek.

## A modell és a számítás összeboronálása

Analysis/**Prime Analysis**, a felugró ablakban **Load File**, majd kitallózzuk a Mathcad fájlt.

A **Creo Parametric to Prime** mezőben létrehozunk 1-1 új sort a paramétereknek. A *Creo Parametric* oszlopban jobb klikk/**Select Creo Parametric parameter**, majd kiválasztjuk az első paramétert. A *Prime* oszlopban jobb klikk/**Select Prime input**, majd kiválasztjuk az első bemenő paramétert.

A **Prime to Creo Parametric** mezőben szintén létrehozunk 1-1 új sort a paramétereknek. Jobb klikk/**Select Prime output**, majd rábökünk a megfelelő kimenő paraméterre.

File

Load File... New File Reload File

edenyfenek\_s.mcdx

Creo Parametric to Prime

Creo Parametric	Value	Unit	Prime	Unit
D_A:EDENYFENEK_S	140.00...	mm	d_a	m
S:EDENYFENEK_S	3.0000...	mm	s	m
H_1:EDENYFENEK_S	10.500...	mm	h_1	m

+

-

Add Mapping

Clear All

Auto-map

Prime to Creo Parametric

Prime	Value	Unit	Creo Param...	Unit
r_1	0.1400...	m	MCP_R_1	mm
r_2	0.0140...	m	MCP_R_2	mm

+

-

Add Mapping

Clear All

Info

Csys for datum creation

☒ Use Default Csys

C Sys

Saved Analyses

Compute Add Feature Close

26. ábra. Prime Analysis

Ha a kitöltőgetéssel megvagyunk, **Compute**, aztán **Add Feature** gombokat nyomjuk meg! Végül adjuk meg az analízis nevét, pl.: MC1!

### A fő méretek és a Mathcad (kimenő) változók párosítása

Tools/Model Intent/Relations. Pipáljuk be az Utilities/Unit Sensitive -t! A méretek előcsalogatásához kattintsunk 1x a modellre! Irkáljuk be a következőket:

(Méretek és creo bemenő paraméterek összerendelése)

$d_{20}=d_a$   
 $d_8=s$   
 $d_{11}=h_1$

(Méretek és creo kimenő paraméterek összerendelése)

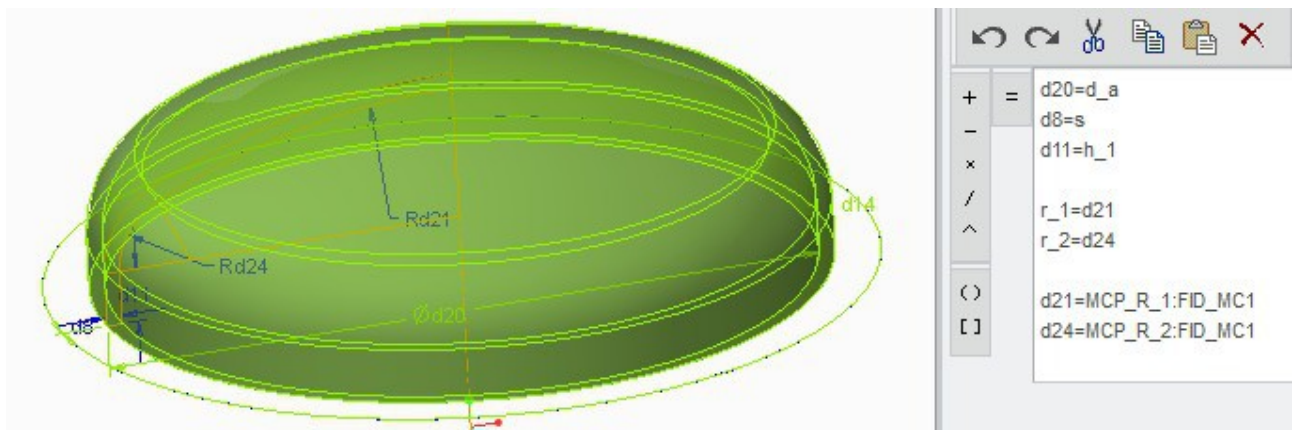
$r_1=d_{21}$   
 $r_2=d_{24}$

(Méretek és mathcad kimenő paraméterek összerendelése)

$d_{21}=MCP\_R\_1:FID\_MC1$   
 $d_{24}=MCP\_R\_2:FID\_MC1$

Ahol:

$d_{21}$  – a rajzon az adott méret neve;  
MCP\_ – a Mathcad Prime rövidítése;  
R\_1 – Mathcad kimenő változójának neve;  
:FID\_ – hivatkozás az analízisre;  
MC1 – a Prime analízis – általunk megadott – neve.



27. ábra. Összefüggések bepötyögése

Regenerálás után a rajz a megadott méretekhez igazodik. Mentsünk!

### A kétirányúság tesztelése

Ha a Creo -ban átírjuk a bemenő paramétereket, regenerálás (2-3x) után a Mathcad kiszámolja a kimenő paramétereket, és az új értékekkel frissül a modell. A Mathcad fájl megtekintéséhez: jobb klikk az analízis sajátosságán/Open Mathcad File. Ennek hatására keletkezik egy ideiglenes fájl, amiben a bemenő adatok változatlanok, a kimenő adatok pedig frissültek.

A Mathcad -ből kezdeményezett változtatások nem módosítják a rajzot (ideiglenes fájlban a bemenő adatok megváltoznak, a kimenőek viszont nem).

Az integráció egyelőre csak 1 irányban működik.

## **BETŰRENDES TÁRGYMUTATÓ**

3d-s pdf.....	38	menet.....	12
alkatrészek paraméterezése.....	29	mentés.....	6
analízis.....	24	méretezés.....	17
Combined Views.....	6	mértékegység rendszer.....	7
Creo - Mathcad integráció.....	41	metszet.....	8
darabjegyzék.....	18	modell anyagát.....	7
egyszerűsített nézet.....	29	modell színének beállítása.....	8
függvénykapcsolat.....	19	munkakönyvtár.....	5
határozott.....	10	összeállítás.....	13
kényszer.....	14	pillanatfelvételek.....	21
kitörés.....	16	Pro/E Purge.....	6
kontrollpontok.....	35	rajzlap.....	15
licenc fájl.....	5	robbantott nézet.....	15
MAC cím.....	5	sraffozás.....	17
mechanizmus.....	22	tételszámozás.....	18
mechanizmus kényszerek.....	21		

## 11. ZÁRSZÓ

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

A Creo a PTC terméke, ami 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="http://hu.libreoffice.org/">http://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 Pro/E 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!

### 11.1.3. Eredeti változat elérhetősége

Ez a tárhely a későbbiek során megváltozhat: <http://kopibagoly.bplaced.net/>

Észrevételeket erre a címre lehet küldeni: [c00kopi@freemail.hu](mailto:c00kopi@freemail.hu)