

CAD ALKALMAZÁSOK – I.

CSUKLÓS MUNKADARABBEFOGÓ KÉSZÜLÉK KONCEPCIONÁLIS TERVEZÉSE, REDUKÁLÓ SZERSZÁM TERVEZÉSE

Halbritter Ernő
Széchenyi István Egyetem
Győr 2005, 2007

HEFOP-3.3.1-P.-2004-06-0012/1.0

A HEFOP pályázat a humán erőforrás fejlesztését támogatja a szakképzés és a foglalkoztatás területén.

A pályázatot az Európai Unió és a magyar állam támogatja.

Tartalomjegyzék

CSUKLÓS MUNKADARABBEFOGÓ KÉSZÜLÉK KONCEPCIONÁLIS TERVEZÉSE,	1
REDUKÁLÓ SZERSZÁM TERVEZÉSE	1
Bevezető	4
A mechanizmus vonalas modellje	4
A peremfeltételek megfogalmazása 1	6
Négytagú mechanizmus tervezése a peremfeltételek 1 alapján	6
A működést szemléltető vonalas modell létrehozása	8
Holtpontok meghatározása a vonalas modell alapján	10
A rudak összhosszának minimalizálása	13
A célfüggvény érzékenységeinek vizsgálata	17
Alkatrészek létrehozása függő modelként	22
A vonalas modell elhelyezése az összeállításban	22
A párhuzamos munkavégzés előkészítése függő modelként	23
A vázlat felhasználása	26
Az alkatrészek módosítása	30
Animáció készítése	31
A mechanizmus alkatrészeinek az összeszerelése	31
Szervó motor felvétele, a mozgások lehatárolása	37
Az animáció beállításai	39
A peremfeltételek megfogalmazása 2	42
Négytagú mechanizmus tervezése a peremfeltételek 2 alapján	42
A peremfeltételek megfogalmazása 3	44
Négytagú mechanizmus tervezése a peremfeltételek 3 alapján	46
Irodalomjegyzék	49
REDUKÁLÓSZERSZÁM TERVEZÉSE	50
A redukálással megoldandó feladat ismertetése	51
Részfeladatok	53
A munkadarab geometriai modellje	53
A hatszögprofil elkészítése külön vázlatként / *.sec /	53
Az alakítási zóna létrehozása átmenettel	56
Előzetes számítás paraméterek felvételével	56
Az átmenet / Blend / parancs kiadása, az átmenet tulajdonságainak megadása	58
Az első vázlat felvétele	59
Az előre elkészített vázlat importálása	60
A vázlat haladási irányának módosítása	62
Osztópontok elhelyezése	63
A kezdőpont áthelyezése	64
Változó sugarú lekerekítés előírása az élek mentén	64
Tervezői összefüggések megadása	65
Gyárthatósági vizsgálat mérésépítőelemek alkalmazásával	68
Vázlatkészítés a meglévő élek vetítésével /az átmenet előtti és utáni rész kialakítása /	72
A kiinduló húzal hosszának megadása mérésépítőelem alkalmazásával	74
Redukáló szerszám geometriai modelljének előállítása	76
Konstrukciós szempontok a redukálógyűrűk kialakításához	76

Módosított munkadarab előállítása az üregképzéshez	78
Segédgörbék előállítása metszősíkkal	79
A bevezető kúp kialakítása forgatással	81
A redukálógyűrű geometriai modellje	82
A módosított munkadarab kivonása a szerszámüregből	85

BEVEZETŐ

A munkadarab-befogó készülékek között szép számmal fordulnak elő csuklós mechanizmusok [1]. Ezek többnyire egyedi tervezésű gyártóeszközök. Az egyedi tervezést nagymértékben segíti a hasonló feladatoknál alkalmazott megoldások ismerete. A hasonló megoldások ismerete ötleteket, koncepciókat adhatnak, amik elvezethetnek a helyes megoldáshoz. Az ötlettől a megvalósításig többnyire hosszú út vezet. Mindenekelőtt az ötleteket ki kell dolgozni, a tényleges megvalósíthatóságukat meg kell vizsgálni. Az ötletek kidolgozásának első szakasza a koncepcionális tervezés [2]. A koncepcionális tervezés eredménye gyakran egy ajánlati terv, egy virtuális prototípus, esetleg a mechanizmus működését bemutató animáció.

A koncepcionális terv alapján még nem lehet legyártani, elkészíteni az objektumot, de arról már előzetes véleményt lehet alkotni. A korszerű CAD szoftverek erősen támogatják a koncepcionális tervezést.

A segédletben nem tárgyaljuk a mechanizmusok kinematikáját, amely a helyzet sebesség- és a gyorsulás-állapotát vizsgálja, valamint a mechanizmusok dinamikáját, amely a kinematikai vizsgálatokon túl a mechanizmusok erőjátékának vizsgálatával foglalkozik. Ezek vizsgálata is megoldható a Pro Engineer megfelelő moduljával.

Munkánkban bemutatjuk a Pro Engineer szoftver alkalmazhatóságát néhány lehetséges négycsuklós szerkezet koncepcionális tervezésénél.

A MECHANIZMUS VONALAS MODELLJE

Mint ismeretes a modell nem más, mint a valós, vagy elképzelt objektum mása, szűkített információkkal való leképezése. A CAD szoftvereknél többnyire geometriai modellt készítenek, ahol metrikusan jellemző információkat képeznek le. A csuklós mechanizmusok koncepcionális tervezésénél egy másfajta / mechanikai / modellt kell készíteni!

Itt a modell célja, a megfelelő a peremfeltételekkel megfogalmazott mechanizmus működéshelyes elvi megtervezése, az elvi modell viselkedésére vonatkozó számítások végzése [3]. Mint már említettük, az egyedi tervezésű csuklós munkadarabefogó készülékek tervezését segítik a hasonló feladatoknál alkalmazott megoldások. Ennek szellemében először olyan négycsuklós mechanizmusokat tárgyalunk, amelyekhez hasonló kerül / kerülhet / beépítésre egyes heverők betétjének nyitására, csukására / 1. ábra / , illetve néhány személyautónál a csomagtartó ajtajának mozgásához / 79. ábra /.

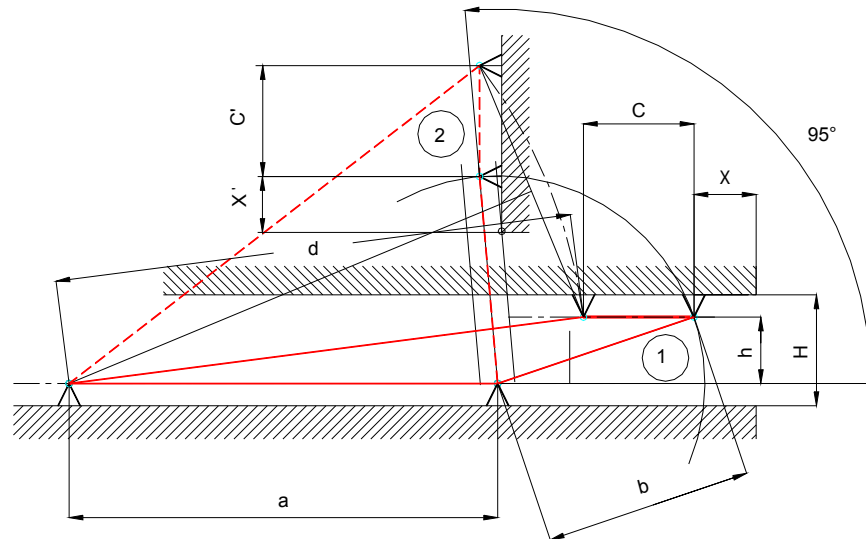


1. ábra

Egy heverő betétjének nyitó – csukó szerkezete

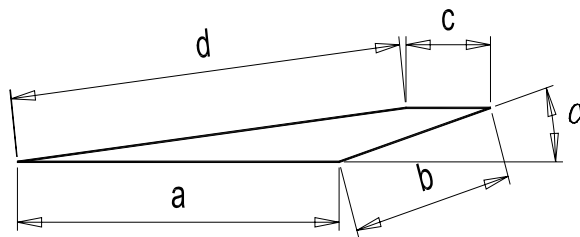
A 2. ábra mutatja az 1. ábrán látható csuklós mechanizmus géprajzi vázlatát. A vázlat a lényeges dolgokat kiemeli, a lényegtelen dolgokat elhanyagolja. A tervezés kezdeti szakaszában mindenképp a mechanizmus működési elve, mozgásviszonya tisztázandó. Ehhez elegendő a csuklós szerkezet elemeit az ábrán látható

módon jelképesen vázolni. A 2. ábra a csuklókat háromszög és a csúcspontjában lévő kör, a rudakat egy – egy vonal jelöli.



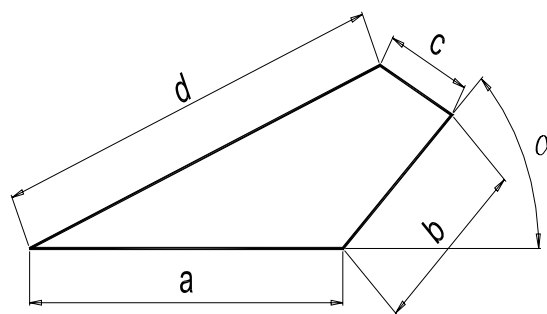
2. ábra
A mechanizmus vázlata

A számítógépes környezetben a vázlat tovább egyszerűsíthető.



3. ábra
A mechanizmus számítógépes durva vázlata

Az új vázlatnál a csuklók jelképei nincsenek kirajzolva, a csuklópontokat a vonalasan rajzolt elemek csatlakozó pontjai jelentik. A számítógépes vázlat nemcsak egyszerűsítést jelent, hanem minőségi változást is, hiszen a vázlat életre kelthető, mozgatható. Ez úgy érhető el egy parametrikus CAD szoftvernél, hogy a vázlatot ellátjuk megfelelő geometriai és méretkényszerekkel, majd az egyik méretkényszert / pl. egy rögzített csuklóval rendelkező tag α szögállását / utólag módosítjuk.



4. ábra

A mechanizmus mozgása a szögérték változtatásával

A méretmódosítás után a mechanizmus rúdjaikat szemléltető egyenes szakaszok felveszik a beállított méretnek megfelelő új helyzetet. Tehát a számítógépes környezetben a mechanizmus vázlata hasonlóan viselkedik, mint maga a mechanizmus, így a vonalas vázlat a mechanizmus modelljeként kezelhető.

A valós mechanizmusnál a **b** jelű rögzített csuklóval rendelkező tag szögállását változtatva a **d** jelű rúd forgó, a **c** jelű rúd változó lefolyású mozgást végezve veszi fel az új helyzetet. A 4. ábrán látható számítógépes vonalas modell csak a beállított méretnek megfelelő helyzetet ábrázolja, de magát a mozgást nem szemlélteti.

Természetesen a vonalas modell csak megfelelő geometriai adatokkal működik helyesen. A geometriai adatokat / a rúdhosszakat / az előírt feltételek / továbbiakban peremfeltételek / figyelembevételével kell meghatározni. Az eltérő peremfeltételek befolyásolhatják a feladatmegoldás menetét.


A PEREMFELTÉTELEK MEGFOGALMAZÁSA 1


A 2. ábrán látható négycsuklós mechanizmus középső, **c** hosszúságú tagját a vízszintes / 1 jelű / helyzetből függőleges / 2 jelű / helyzetbe kell állítani! A két, hiányosan előírt helyzetben túl követelmény még, hogy a mechanizmus 2 jelű helyzetében az egyelőre ismeretlen **b** hosszúságú rúd a vízszintessel 95 fokos szöget zárjon be! A mechanizmus két megadott helyzetét biztosítsák ütközők! Az 1 jelű helyzetben a rögzített és a mozgó csuklók egymással **h** távolságban lévő párhuzamos egyeneseken találhatók. Ezenkívül a tervezés kezdetén, ideiglenes jelleggel vegyük fel a **b** és a **c** rúd hosszúságát / **b**=131, **c**=70 /!

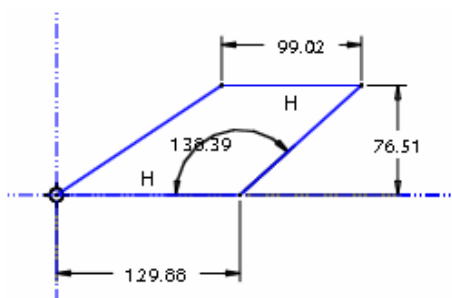
Négytagú mechanizmus tervezése a peremfeltételek 1 alapján

A négytagú mechanizmus tervezése két előírt helyzet alapján szögfelezők alkalmazásával már régóta megoldott [4]. A Pro Engineer vázlatkészítő környezetében a megoldást a számítógép hatatosan támogatja.

A parametrikus szoftvereknél főleg háromdimenziós építőelemeket hoznak létre. Az építőelemek alapja többnyire egy vázlat. Ennélfogva a parametrikus szoftverek fejlett vázlatkészítő környezettel rendelkeznek.

A vázlatkészítő környezet  felhasználható segédgörbék készítésére is. A segédgörbék több geometriai elemből / szakasz, kör, körív / állhatnak.

Kezdjük új objektumot vmodell.prt névvel! Készítsük el a FRONT síkon a 3. ábrán látható mechanizmus vázlatát ! Ha a vázlatkészítő környezetben először elkészítjük a 3. ábrán látható mechanizmus vonalas vázlatát / 5. ábra /, akkor a szoftver automatikus kényszerítő képességének megfelelően geometriai és méretekényszereket helyez el.

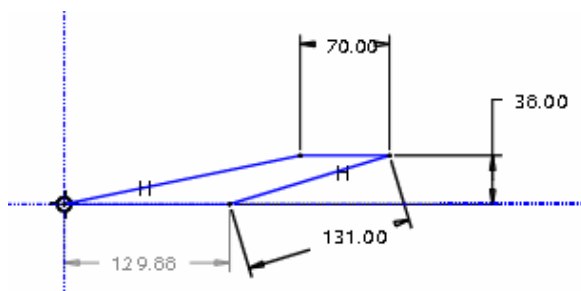


5. ábra

A mechanizmus egyik szélső helyzetének durva vázlata

Az automatikus méretmegadást befolyásolja a vázaltsík kiválasztásánál felvett két méretezési referencia, ami az 5. ábrán kettős pont- vonalként látható.

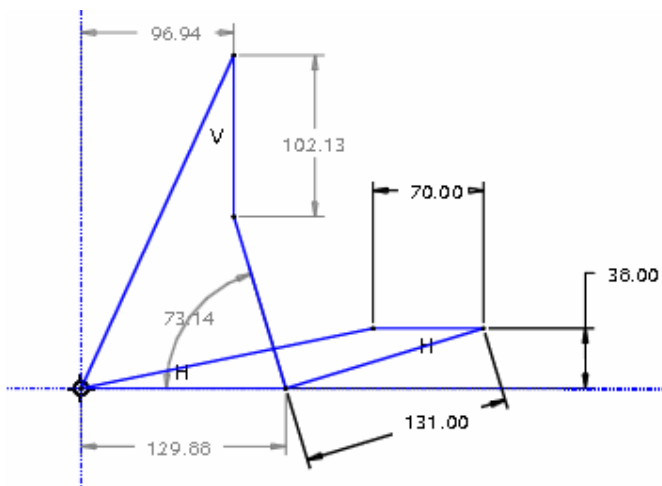
A szoftver automatikusan egy-egy vízszinteséget / H / előíró geometriai kényszert helyezett el. Ezeket hagyjuk meg, és helyezzük el a peremfeltételeknél megismert méretkényszereket / 6. ábra, $h=38$, $b=131$, $c=70$! A 6. ábrán az **a** és **d** szakasz / rúd / hossza még egyelőre ismeretlen, ezért a 6. ábrán gyenge méret is látszik / 129.88 /.



6. ábra

A mechanizmus egyik szélső helyzete az ismert méretek megadásával

Rajzoljuk hozzá a másik szélső helyzetet is durva vázlatként / 7. ábra !

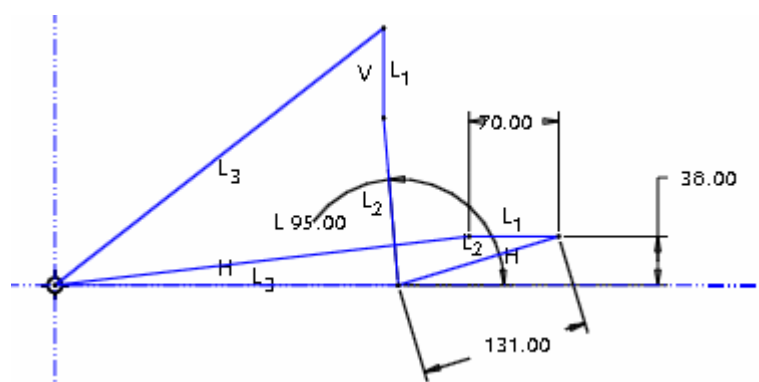


7. ábra

A mechanizmus két szélső helyzetének durva vázlata

Adjuk meg az ismert szögértéket / 95° /, és végül a megfelelő rudaknál írjuk elő az egyenlő hosszúság kényszerét. Az utolsó kényszer elhelyezésekor a vázlat geometriailag határozott lesz, azaz a 8. ábrán látható modell alkalmas az **a** és **d** rudak hosszának meghatározására. Ha ezeket a rúdhosszakat szeretnénk feltüntetni a vonalas modellnél, akkor azokat referenciaméretként tudjuk csak megadni.

A 8. ábrán látható méret bármelyikét módosíthatjuk. A módosítás után az ábra az új méretnek megfelelő geometriát veszi fel. Az ábra úgy kezelhető, mint egy adott peremfeltételekkel megfogalmazott feladatokat megoldó automata. Ez a vonalas modell lesz a későbbiekben bemutatott optimalizálás alapja, illetve ezt lehet felhasználni a függő alkatrészek létrehozásánál.



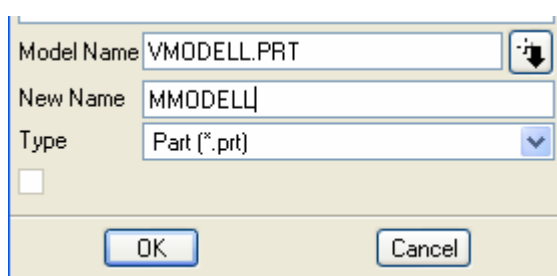
8. ábra

Vonalas modell / vmodell / mint feladatmegoldó automata

A működést szemléltető vonalas modell létrehozása

A 8. ábrán látható vonalas modell segítségével meghatározhatjuk a peremfeltételeknek megfelelő négy-csuklós mechanizmus ismeretlen **a** és **d** rúdhosszait. A rúdhosszak ismeretében elkészíthetünk egy olyan vonalas modellt, amely a 4. ábrához hasonlóan mozgatható.

A mozgó modellhez készítsünk a vmodell-ről egy másolatot mmodell névvel!



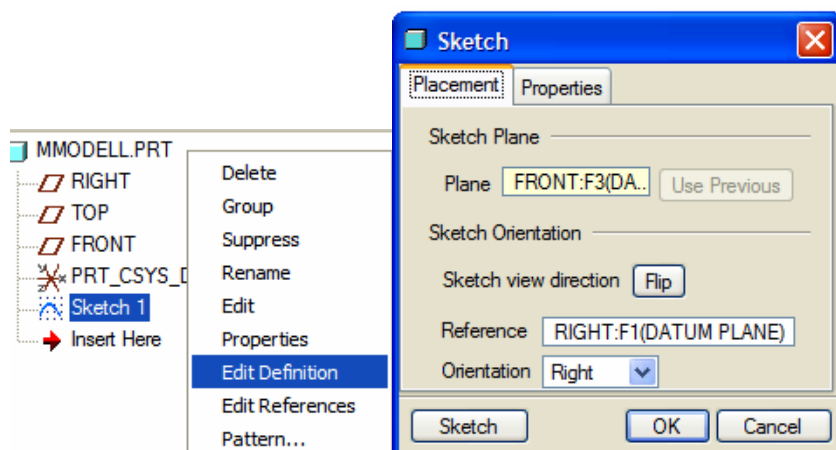
9. ábra

Mentés más névvel

Zárjunk be minden ablakot, és töröljük az összes modellt a memóriából!

File ► Close Window, illetve File ► Erase ► Not Displayed

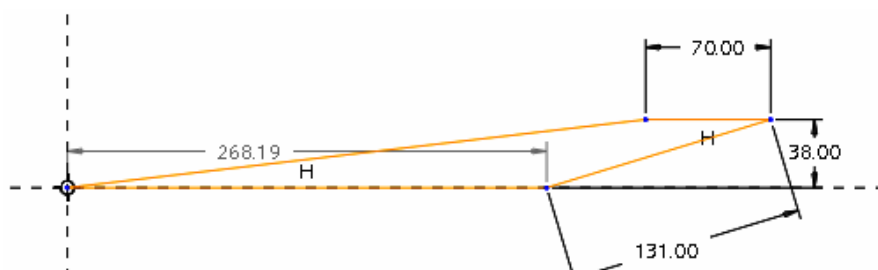
Ezt követően hívjuk be az mmodell.prt fájlt, és módosítsuk a vázlatot!



10. ábra

A vázlat módosítása Sketch 1 ► Edit Definition ► Sketch

A vázlatkészítési környezetbe lépve, töröljük le a **b**, **c**, **d** jelű rúd felső állásának megfelelő vonalakat!



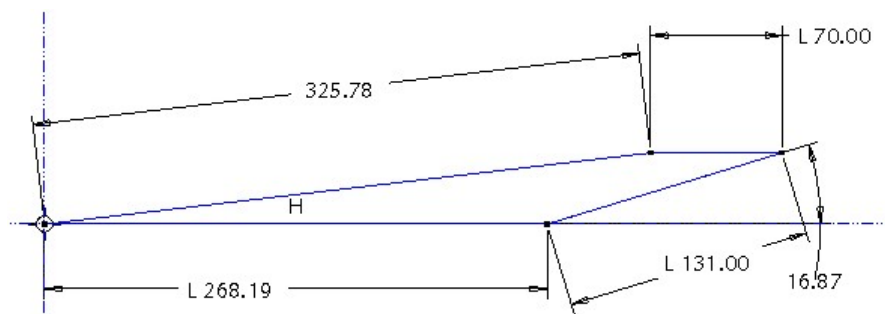
11. ábra

A modell képe a felső állásnak megfelelő vonalak letörlése után

Ilyen állapotban már nem szabad méretet módosítani, mert egy esetleges méretmódosítás esetén a modell nem felelne meg a peremfeltételeknek. Annak érdekében, hogy ne változzon egyetlen rúd hosszúsága sem, a rudak hosszát meg kell adni.

Működés közben a modell C jelű elemének változó lefolyású mozgást kell végezni. Az ilyen mozgását jelenleg gátolja az elemre vonatkozó automatikusan elhelyezett vízszinteséget „H” előíró geometriai kényszer, illetve a vízszintes rudaknál előírt 38 mm távolság. Töröljük ki ezt a geometriai, illetve méretkényszert!

Ezt követően már megadható egy szögérték / 16,87 /, aminek változtatásával a modell különböző helyzetbe beállítható / 12. ábra /.

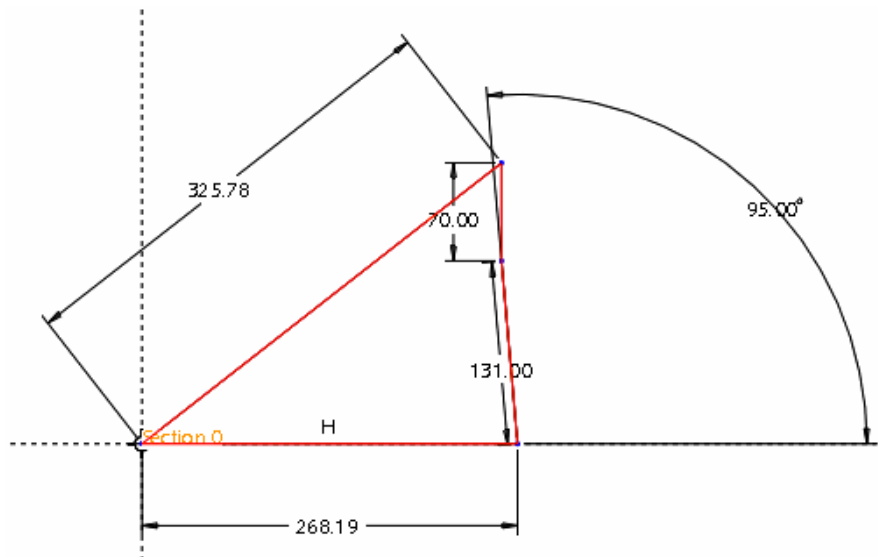


12. ábra

A mechanizmus közbenső helyzetét szemléltető vonalas modell / mmodell /

A vázlatkészítési környezetből kilépve egy segédgörbének számító építőelemet kapunk. Ez az építőelem megfelel a mechanizmus mozgatható vonalas modelljének. A vonalas modellnél tetszés szerint állítható a szög értéke, és megfigyelhető a modell viselkedése.

Meggyőződhetünk arról, hogy a 95 fokos szögállásnál a tervezett mechanizmus felveszi-e a kívánt szélső helyzetet.

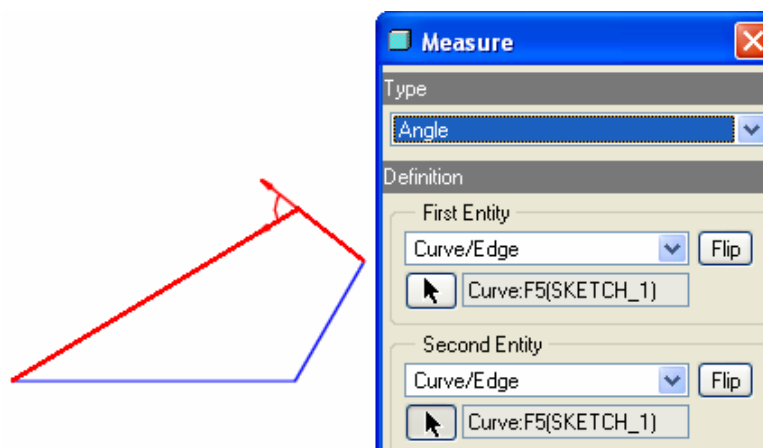


13. ábra
A modell szélső állása

Holtpontok meghatározása a vonalas modell alapján

A Pro Engineer szoftvernél lehetőség adódik bizonyos mérési feladatok elvégzésére, illetve mérésépítőelem létrehozására.

Analysis ► Measure ► Angle

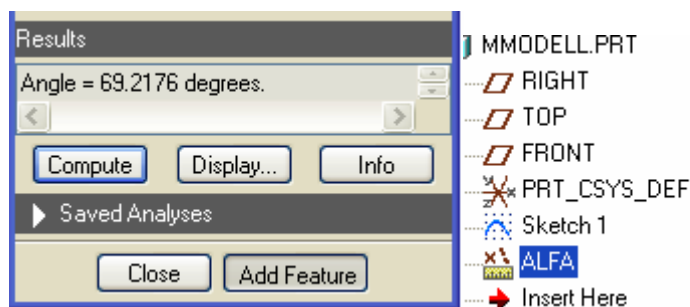


14. ábra
A rudak által bezárt szög mérése

A 14. ábra a vastag vonallal ábrázolt rudak által bezárt szöget szemlélteti. A két kijelölt rúd határesetekben egy egyenesre esik. Ilyenkor a bejelölt szög értéke vagy 180°, vagy 0°. Ez a két határeset a mechaniz-

musnál holtpontot jelent [4]. A holtpontokban a bejelölt szögnek szélsőérték maximuma, illetve minimuma van.

A kijelölt szög / Angle /értékét a szoftver kiírja. A mérésről egy építőelemet hozhatunk létre / Add Feature /, melynek egy nevet kell adni / ALFA /.



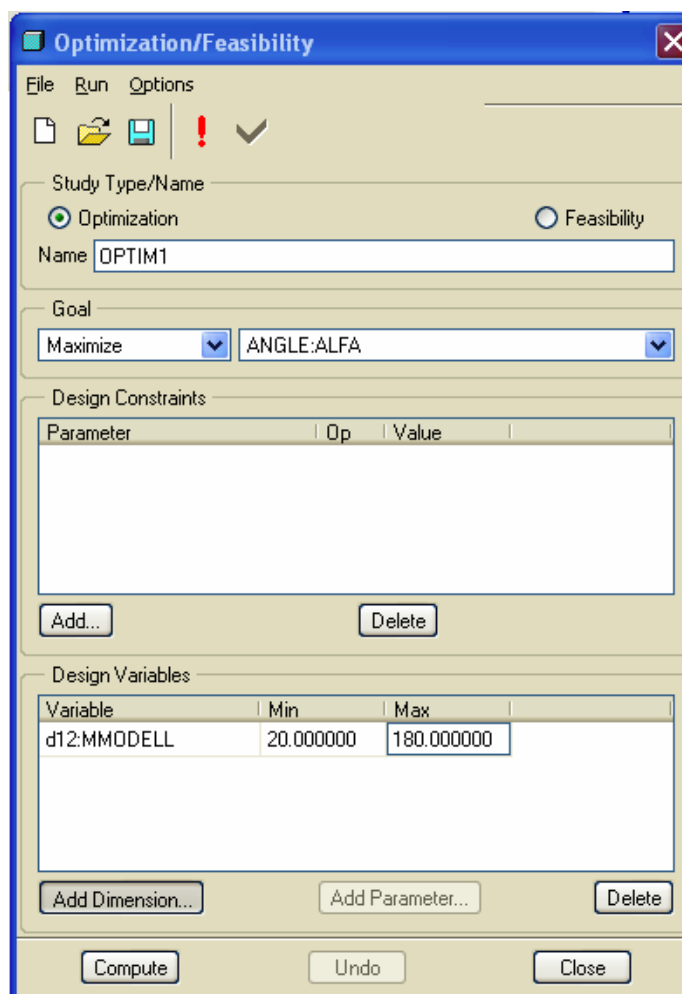
15. ábra

A mért eredmény, a mérésépítőelem / ALFA / létrehozása

A mérésépítőelem paraméterként tárolja a mért értéket. Külön parancs áll rendelkezésre a paraméter vizsgálatára, annak maximum, illetve minimum értékének meghatározására egy megválasztott változó függvényében.

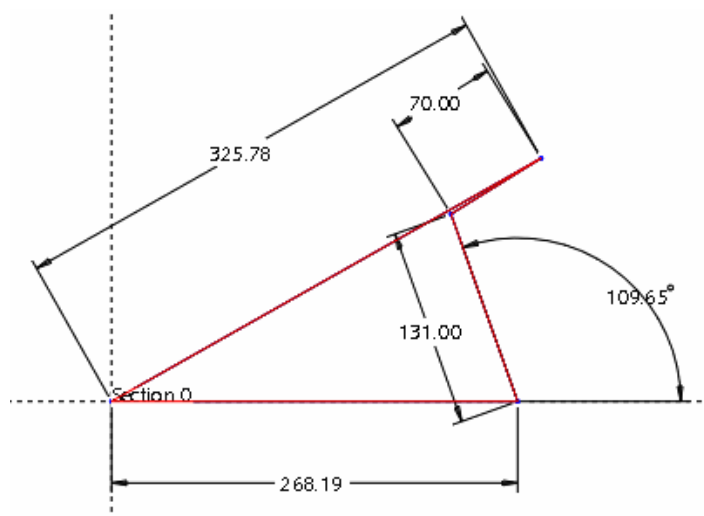
Analysis ► Optimization

Változóként jelöljük ki a forgattyú mozgására megadott szöget / Add Dimension /! A mechanizmus vizsgálatánál az a kérdés, hogy a holtpontok a forgattyú milyen szögállásához tartoznak. A forgattyúnak a meghatározott szögértékek mellett / max = 109,65° ; min =15,97° / szélső helyzete van, tovább nem forgatható [4].



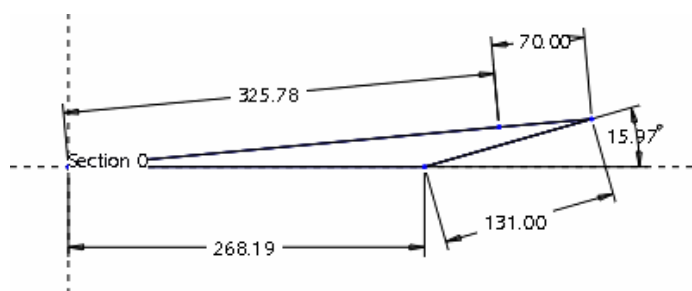
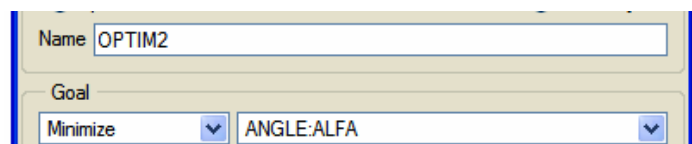
16. ábra
Optimalizálás

Az optimalizálás végrehajtásához kattintsunk a Compute mezőre! Az optimalizálás végén a mechanizmus felveszi a kiszámított szélső helyzetet / 17. ábra /.

**17. ábra**

A forgattyú maximális szélső helyzete

A másik szélső helyzet meghatározásához minimalizálni / minimize / kell a mért építőelem értékét.

**18. ábra**

A forgattyú minimális szélső helyzete

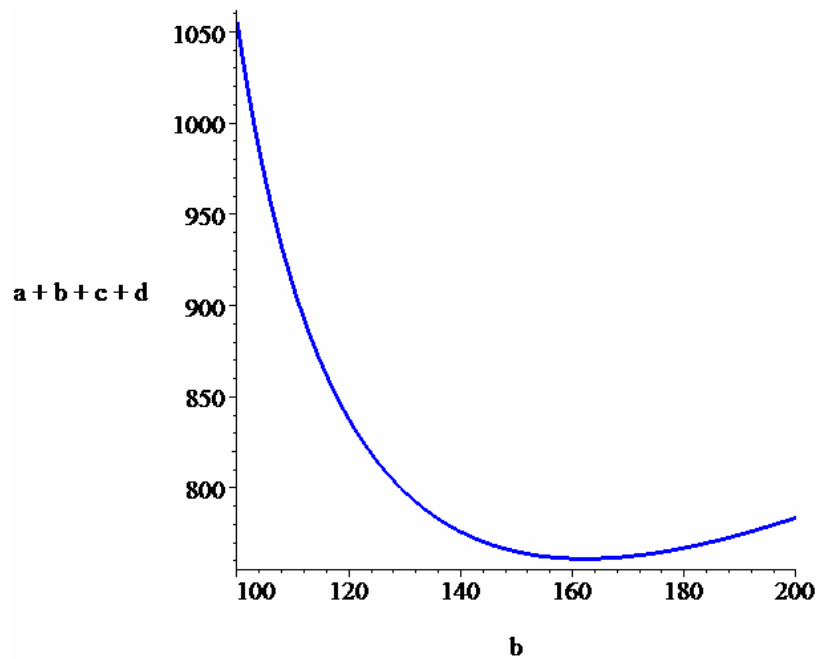
Hasonló vizsgálat végezhető el a leghosszabb rúd forgatásánál is.

A rudak mérete befolyásolja a forgatás lehetőségét. Ennek elemzése megtalálható szakkönyvekben [pl. 4].

A rudak összhosszának minimalizálása

A 8. ábrán látható vonalas modell feladatmegoldó automataként használható. Ha módosítunk egy peremfeltételt, akkor azonnal megkapjuk az új megoldásnak megfelelő geometriai adatokat. Ez a módszeres hatásvizsgálaton túl az optimalizálás egyik feltételét is biztosítja.

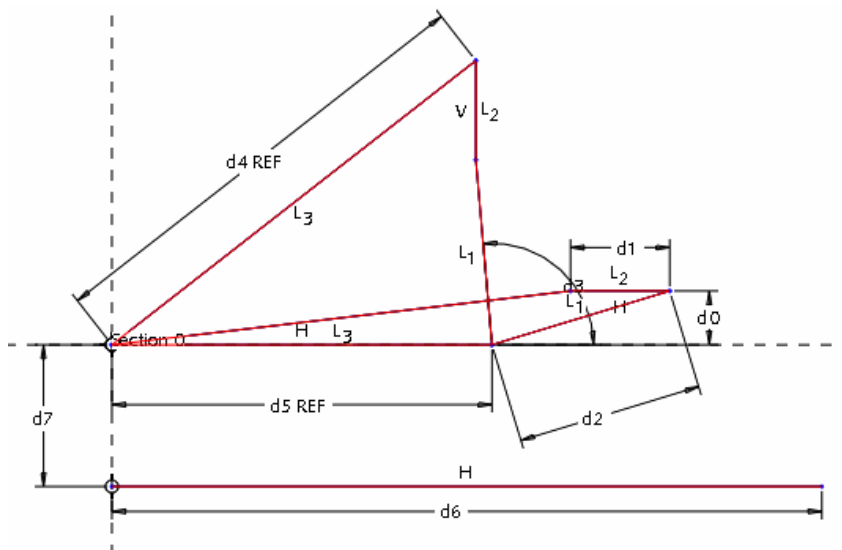
Matematikai értelemben az optimalizálás szélsőértékszámítást jelent. A bemutatott feladatnál azt vizsgáljuk, hogy a b jelű rúdnak létezik-e olyan értéke, melynél a rudak összhossza minimális. Az érthetőség kedvéért előzetesen bemutatjuk a MAPLE matematikai programmal végzett vizsgálat eredményét / 19. ábra /. A vizsgálatnál a c jelű rúd hossza 70 mm volt. Az ábrán jól látható, hogy a megadott peremfeltételek mellett létezik szélsőértékminimum. Úgy is fogalmazhatjuk, hogy a peremfeltételek által meghatározott méréthálózat mellett a rudak összhossza egy olyan függvénnyel adható meg, amelynek létezik szélsőérték minimuma, ha a b jelű rúd a független változó.



19. ábra

A rudak összhosszának változása a **b** jelű rúd függvényében

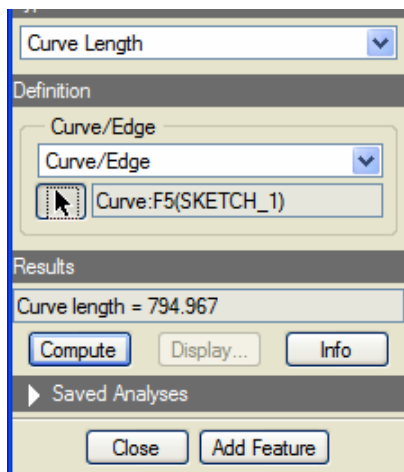
Az optimalizálásnál mindig egy mérés-építőelemre hivatkozunk, amikor a célfüggvényt megfogalmazzuk. Tehát a rudak összhosszának minimalizálásánál mérhetővé kell tenni a rudak összhosszát. A mérhetőség érdekében a vázlatkészítő környezetben rajzoljunk egy egyenes szakaszt! Később tervezői összefüggéssel biztosítjuk a szakasz megfelelő hosszát. A tervezői összefüggések megadásánál mind a négy rúd hossz mértével számolunk. Két rúdnak a méretét a peremfeltételeknél megadtuk / $b=131$, $c=70$ /, a másik két rúd hossza pedig a feladatmegoldáskor adódott ki. A kiadódó hosszakat adjuk meg referenciaméretként / $d4$ REF, $d5$ REF 20. ábra /!



20. ábra

Referenciaméreték felvétele

Zárjuk be a vázlatkészítő környezetet, majd alkatrészsztíví tervezői összefüggéssel a d6 szakasz hosszát tegyük egyenlővé a rudak összhosszával / $d6=d1 + d2 + d3 + d4 + d5$. / ! Ezt követően mérjük meg a felvett szakasz hosszát / 21. ábra /! **Analysis ► Measure ► Curve Length**

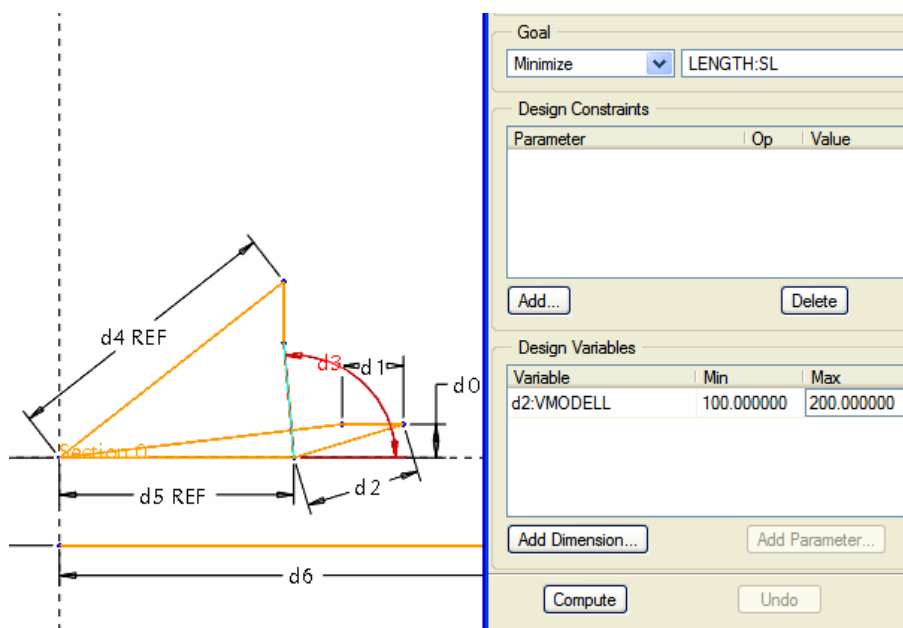


21. ábra
A rudak összhosszának mérése

A mérésről vegyünk fel egy építőelemet / Add Feature /! Az építőelem neve legyen SL! Ezek után már elvégezhető az optimalizálás.

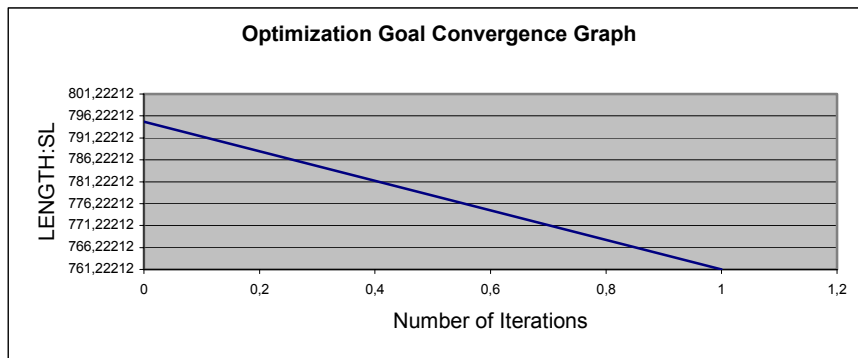
Analysis ► Optimization

Változóként jelöljük ki a **b** jelű rúd méretét, vagy annak kódját / Add Dimension ► d2 /



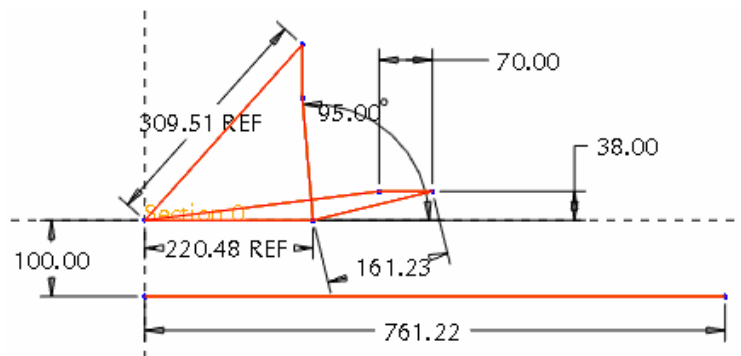
22. ábra
A rudak összhosszának minimalizálása

Az optimalizálás elindításakor / Compute / a program egy konvergenciadiagramot készít, melynek képe az alábbiakban látható.



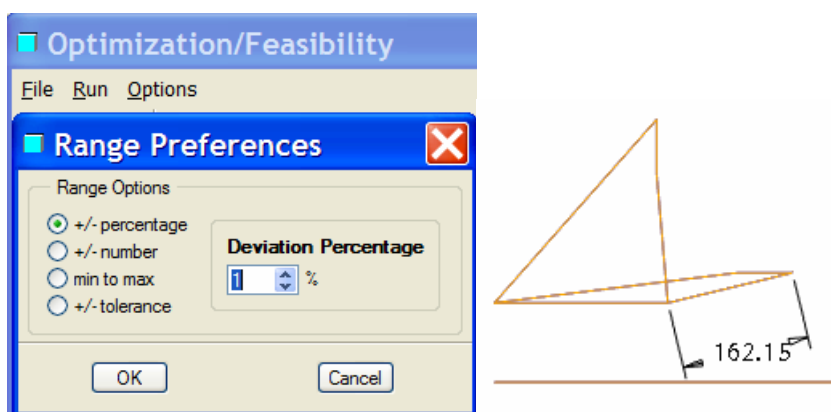
23. ábra
Konvergenciadiagram

A mechanizmus rúdjainak megváltozott méreteit a 24. ábrán tekinthetjük meg.



24. ábra
A mechanizmus rúdjainak méretváltozása

A szoftver a **b** jelű rúd optimális hosszúságát egy alapértelmezés szerinti pontossággal határozta meg. Pontosabb értéket kapunk, ha a hibaszázalékot csökkentjük.



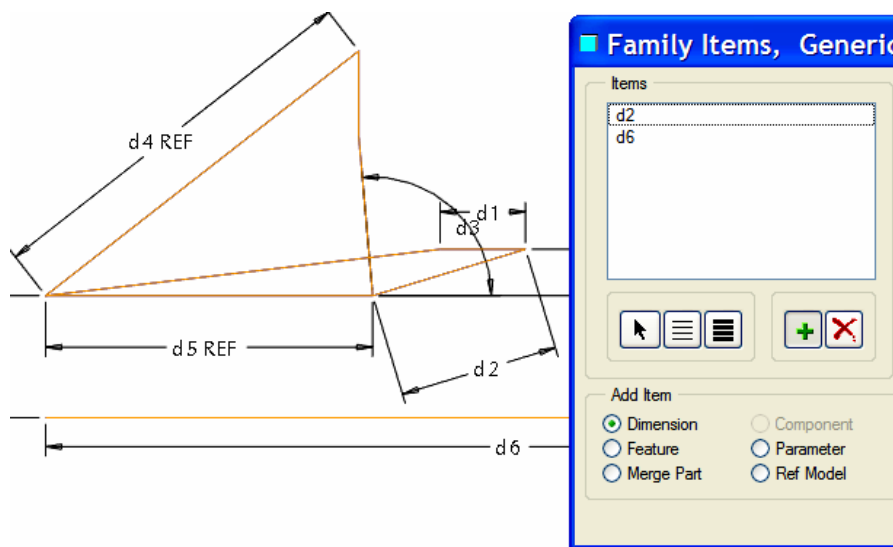
25. ábra
A számolási pontosság beállítása

A célfüggvény érzékenységének vizsgálata

Az érzékenységvizsgálat olyan elemző eljárás, amely során felderíthető, hogy milyen hatással vannak az optimális megoldásra a modell paramétereinek értékeiben bekövetkezett változások [7].

A 19. ábra alapján már fogalmat alkothattunk arról, hogyha eltérünk a **b** jelű rúd optimális értékétől, akkor milyen mértékben változik a rudak összhossza. A 19. ábra MAPLE matematikai programmal készült. Először ehhez hasonló ábra elkészítésének a lehetőségét mutatjuk be a Pro Engineer szoftveren belül.

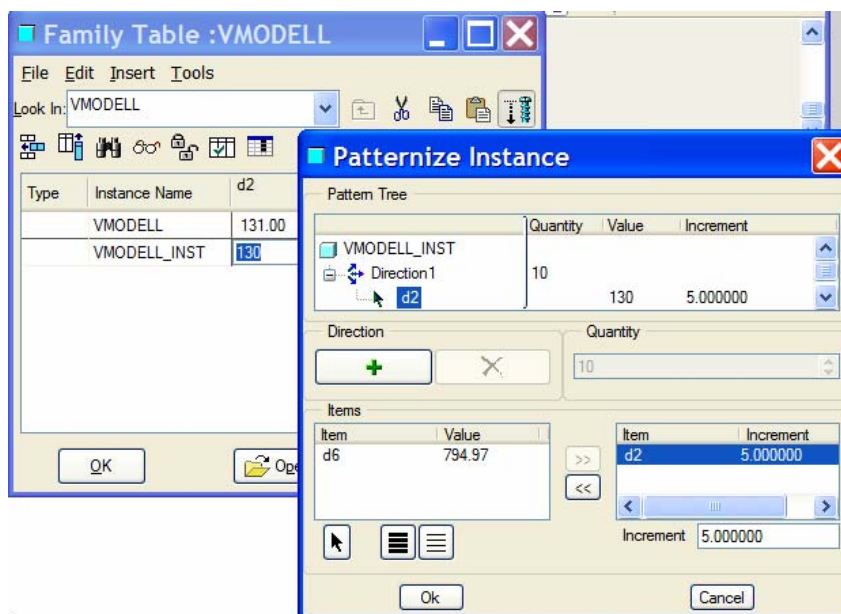
Vegyük fel a családtábla tagjai közé a független változónak számító d2 rúd hosszát és a rúdak összhosszát / d6 / ! Ezek az értékek szerepelnek a 19. ábra koordinátatengelyein is.



26. ábra


A családtábla részére kiválasztott értékek

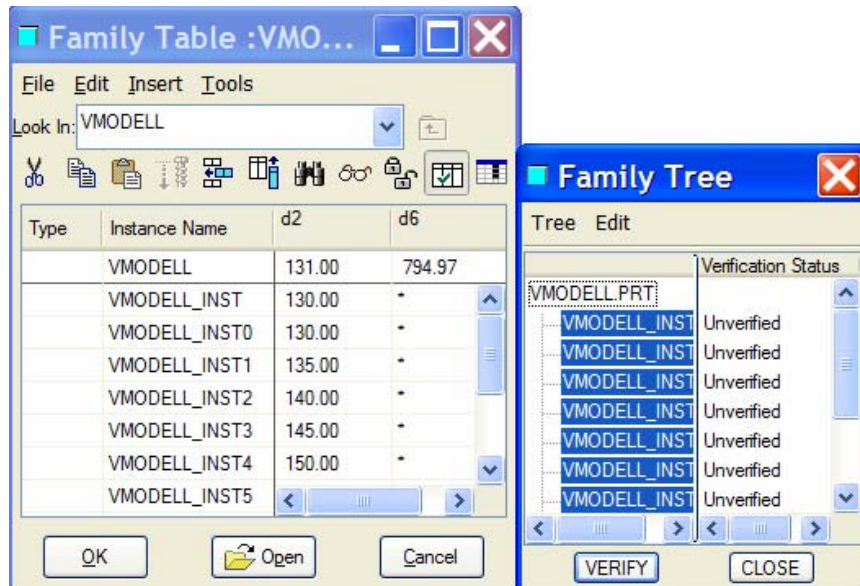
A b jelű rúd hosszát tízszer 10 mm-es lépésenként növeljük meg 130 mm-től kezdődően  !



27. ábra

A d2 változó mintázat szerinti felvétele

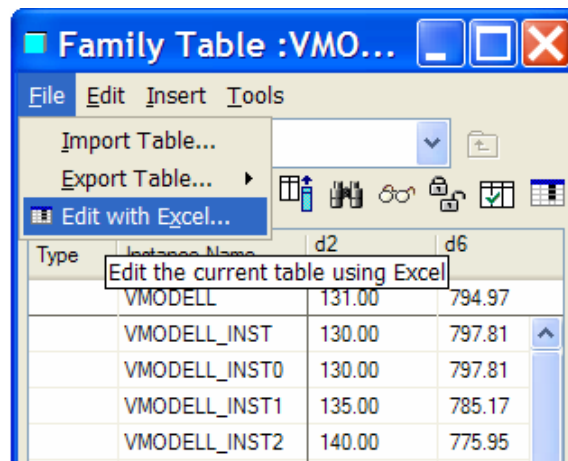
A d2 értékekhez kapcsolódó d6 értéket számíttassuk ki a szoftverrel  ! A számítások eredményét a VERIFY , majd a CLOSE mezőre kattintva kapjuk meg.



28. ábra

Közbenő értékek kiszámíttatása

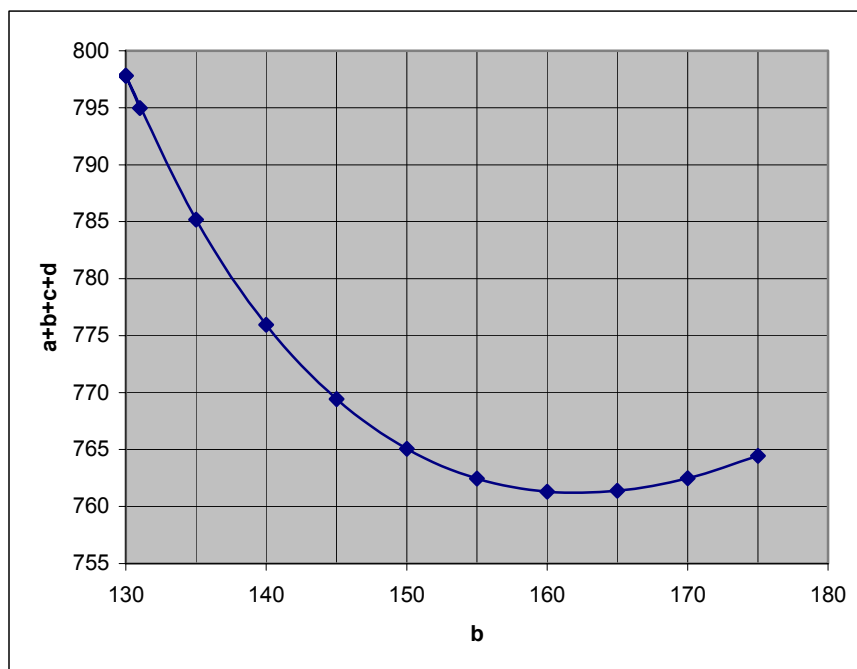
A kiszámított értékeket mentjük el Excel táblázatkezelő szoftver számára!



29. ábra

Az adatok mentése Excel táblázatkezelő szoftver számára

Az Excel táblázatkezelő szoftverben az adatok ábrázolhatók / 30. ábra /.

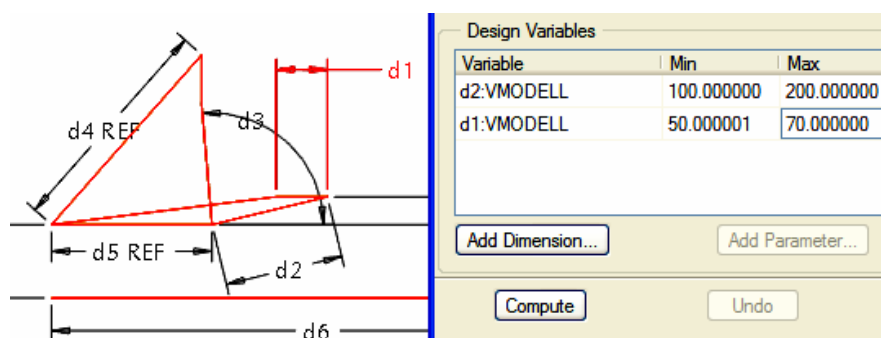


30. ábra

Az adatok ábrázolása az Excel táblázatkezelő szoftverrel

A 30. ábra alapján megállapíthatjuk, hogy a rudak összhossza alig változik, ha a **b** jelű rúd hossza 155 és 170 mm között van. Ilyen esetben más tervezői szempontok is előtérbe kerülhetnek.

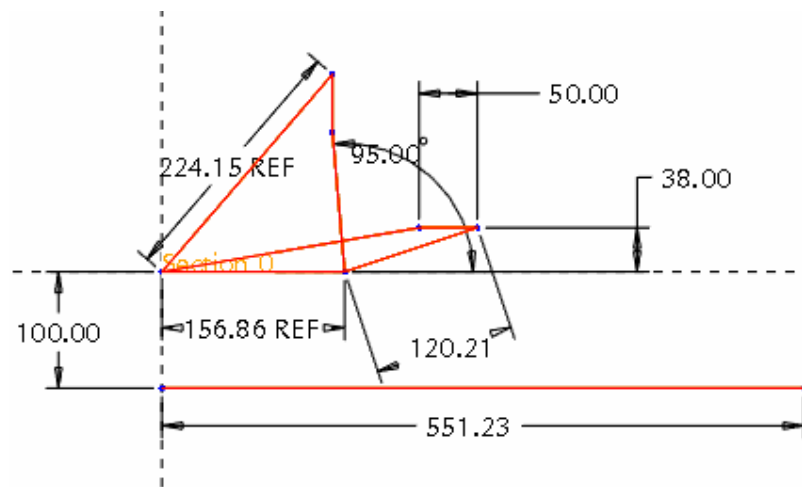
Az előzőekben a **b** jelű rúd hosszúságát optimalizáltuk. A célfüggvényt - a rudak összhosszának minimalizálását - más értékek is befolyásolják. Így például a peremfeltételek megfogalmazásánál említettük, hogy a **c** jelű rúd hosszát ideiglenes jelleggel vegyük fel 70 mm-re. A felvett érték egy előzetes közelítésnek tekinthető. A tényleges méretét főleg szilárdsági megfontolásból kell ellenőrizni. Ha túl rövid a **c** jelű elem, akkor a betét mozgatásánál nem lehet a fellépő erőt megfelelően elosztani. Szilárdsági számításra itt nem vállalkozunk, de azt érdemes megvizsgálni, hogy a **c** jelű rúd miképpen befolyásolja a rudak összhosszát. A vizsgálathoz vegyük fel változónak a **c** jelű rudat is / Add Dimension ► d1 !/



31. ábra

A második változó megadása

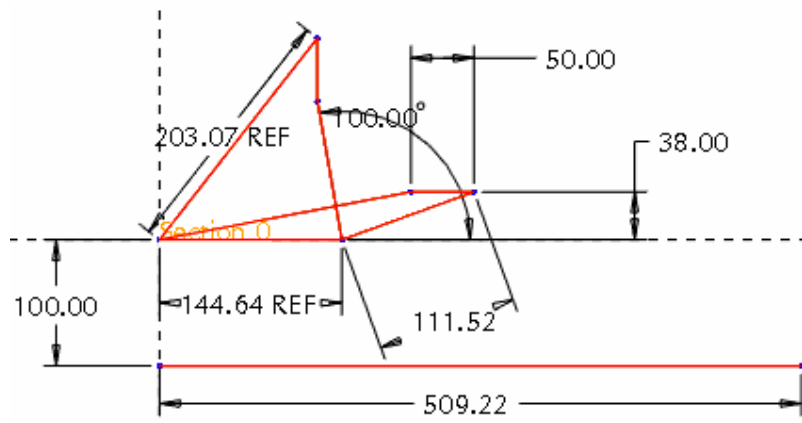
A kétváltozós optimalizálás eredményét a 32. ábrán mutatjuk.



32. ábra
Kétváltozós optimalizálás eredménye

A kétváltozós optimalizálás eredményét vizsgálva egyértelmű, hogy a *c* jelű rúd hossza jelentősen befolyásolja a rudak összhosszát. Az is kitűnik, hogy matematikai értelemben a *c* jelű rúdnak nincs optimális értéke. Erre utal, hogy a legkedvezőbb értéként a megadott intervallum / $c = 50 - 70$ mm / legkisebb értékét kapjuk. Úgy is fogalmazhatunk, hogy az optimalizálást a *c* jelű rúdnak a megengedhető legkisebb értékére célszerű elvégezni.

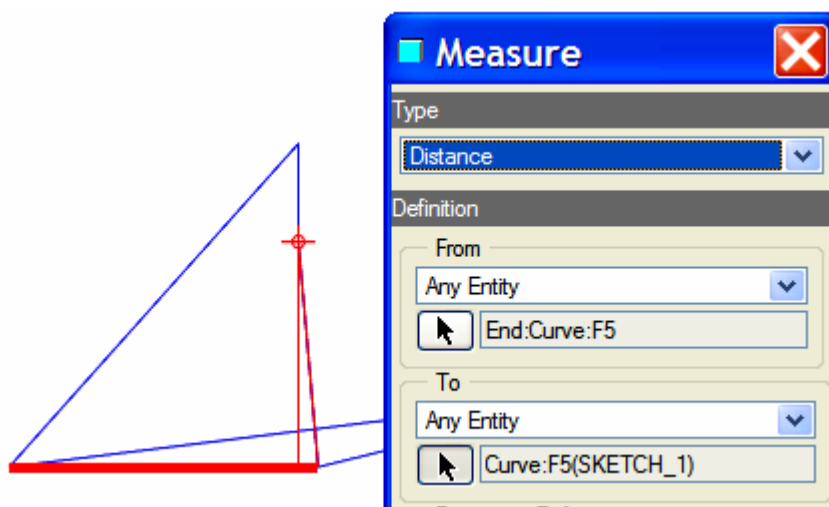
Hasonló módon bevonható a vizsgálatba a megadott szögérték is. A szögérték megengedhető intervallumát 91° és 100° között vettük fel. A harmadik változónak szintén nincs optimális értéke, de a vizsgálat további lehetőséget mutat a rudak összhosszának csökkentésére.



33. ábra
Háromváltozós optimalizálás eredménye

A 38 mm-s beépítési méretet adottnak, véglegesnek tekinthetjük, így annak vizsgálatára nincs szükség.

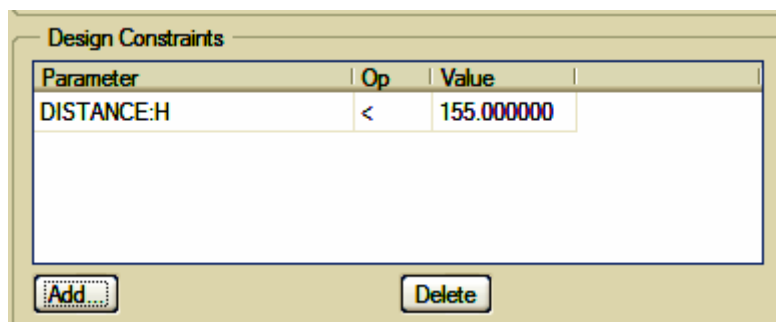
Az optimalizáló modulnál **korlátozó feltételt is megadhatunk**. Alkalmazzunk távolságmérést a mechanizmus felső állásánál a *c* jelű rúd alsó pontja és a mozdulatlan vízszintes rúd között. A mért értékkel vegyük fel egy H nevű építőelemet!



34. ábra

A vizsgálni kívánt távolság mérése

A távolságmérés alapján az optimalizálásnál előírhatjuk / Add /, hogy a H értéke legyen kisebb egy megadott értéknél / 33. ábrán $H < 155$ /.

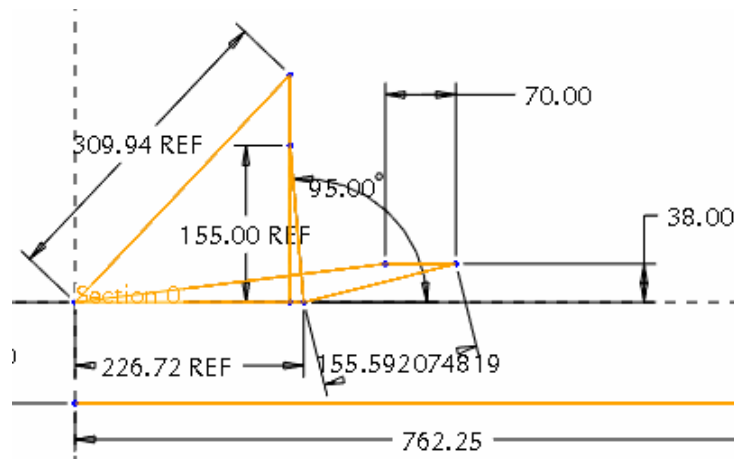


35. ábra

A korlátozó feltétel előírása

A kapott érték nem a rudak összhosszának minimuma lesz, hanem a megengedhető értékek közül a leginkább megfelelő.

Ezt egy felvett referenciamérettel szemléltetjük / 36. ábra /.



36. ábra

A megengedhető legjobb megoldás $H < 155$ esetén

ALKATRÉSZEK LÉTREHOZÁSA FÜGGŐ MODELKÉNT


A vonalas modell / vmodell.prt / elkészítésével a feladatot koncepcionálisan részben megoldottuk. Az elvi modellnél a rudaknak egy-egy szakasz, a csuklóknak a szakaszok végpontjai felelnek meg. A vonalas modell, mint elvi megoldás a további koncepcionális tervezést és a részlettervezést is többféle módon támogatja. Helyes tervezés esetén:

- a vonalas modell felhasználható a megfelelő rudak / alkatrészek / modellezésénél,
- a vonalas modell módosítása kihat a megfelelő rudak méretére,
- segíti a további munka kiosztását, az egyes alkatrészek párhuzamos tervezését.

A felsoroltakat az ún. függő modellek létrehozásával és a konkurens tervezéssel lehet elérni. A függő modellek összeállítási környezetben hozhatók létre. Az összeállítást a bázisalkatrész beépítésével szokás kezdeni. A vonalas modell formailag / a fájl kiterjesztése alapján / alkatrésznek tekinthető, így bázisalkatrészként beépíthető.

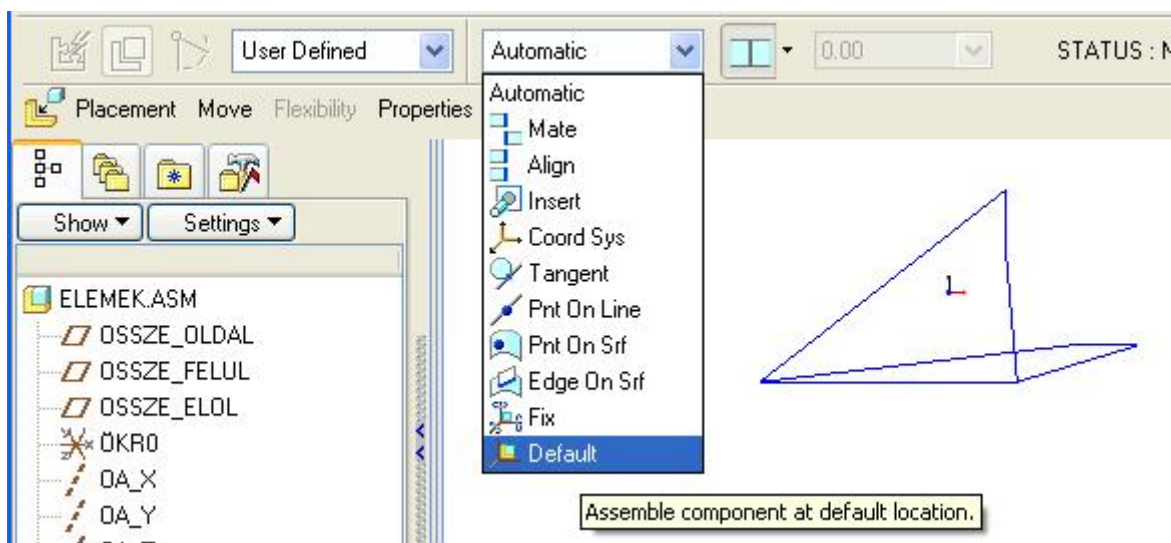
A vonalas modell elhelyezése az összeállításban

Nyissunk meg egy új összeállítást, legyen az összeállítás neve elemek.asm. Lépések: File ► New ► Assembly ► sablonfájl választása / design_asm_mmns sablont /.

Az alkatrész / adott esetben a vmodell.prt fájl / beépítéséhez kattintsunk a megfelelő ikonra , vagy Insert ► Component ► Assemble mezőre!



Jelöljük ki a beépítendő alkatrészt / vmodell.prt fájlt /!

Az alkatrész kiválasztása után megjelenik a vezérlőpult:




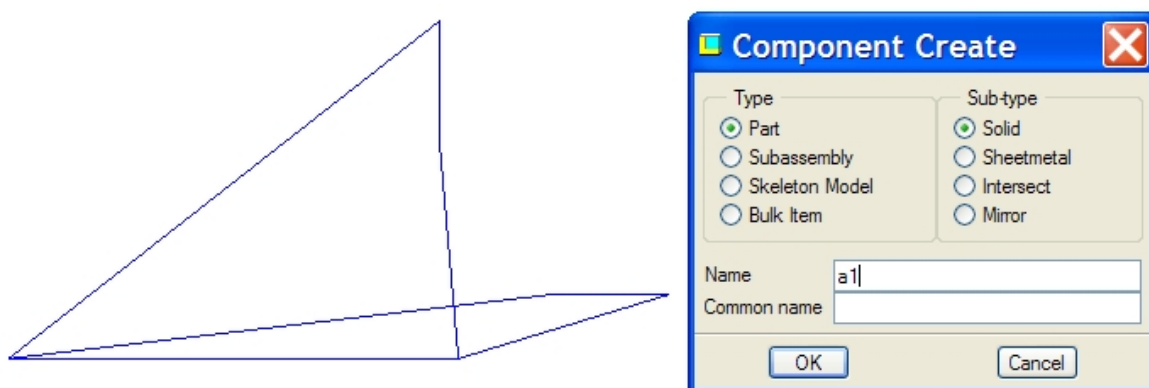
37. ábra

A vonalas modell alapértelmezés szerinti beépítése

Az alkatrész koordináta-rendszerét hozzáilleszthetjük a szerelési koordináta-rendszerhez, ha a vezérlőpultnál a Default opciót  használjuk. Ilyenkor a helyzet-meghatározás alapértelmezés szerinti, és a beszerelendő alkatrész minden szabadságfokát leköti / Placement Status - Fully Constrained /. A zöld pipára kattintva  fejezhetjük be a vonalas modell beépítését.

A párhuzamos munkavégzés előkészítése függő modellként

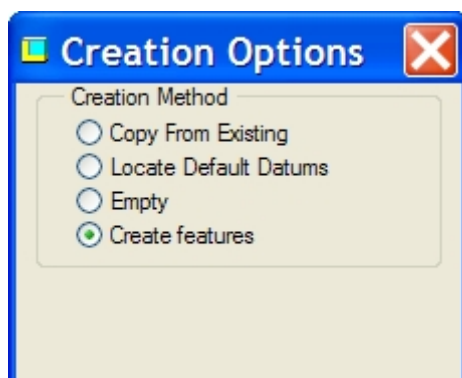
A következőkben feltételezzünk egy olyan munkamegosztást, ahol a mechanizmus rúd-jainak geometriai modelljét külön-külön más-más ember készíti el. Eddig a vezető tervező elkészítette a vonalas modellt, beépítette egy ELEMKEK.ASM nevű összeállításba, ezután pedig előkészíti a párhuzamos munkavégzés lehetőségét. Az összeállítási környezetben kezdeményezi az új alkatrész létrehozását . Az új alkatrész neve legyen alkatrész1, röviden A1.



38. ábra

Új alkatrész létrehozása összeállítási környezetben

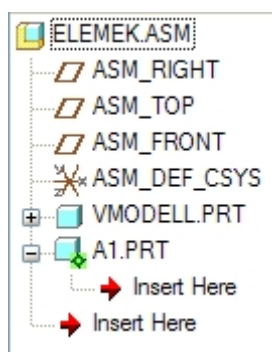
A névadás után megjelenő ablaknál kijelöli a Create features opciót.



39. ábra

Az alkatrész létrehozási módjának kiválasztása


A Create Options ablak lezárása után az összeállítási környezetben az A1 nevű alkatrész lesz az aktív, ennél az alkatrésznél lehet új építőelemeket létrehozni.



40. ábra

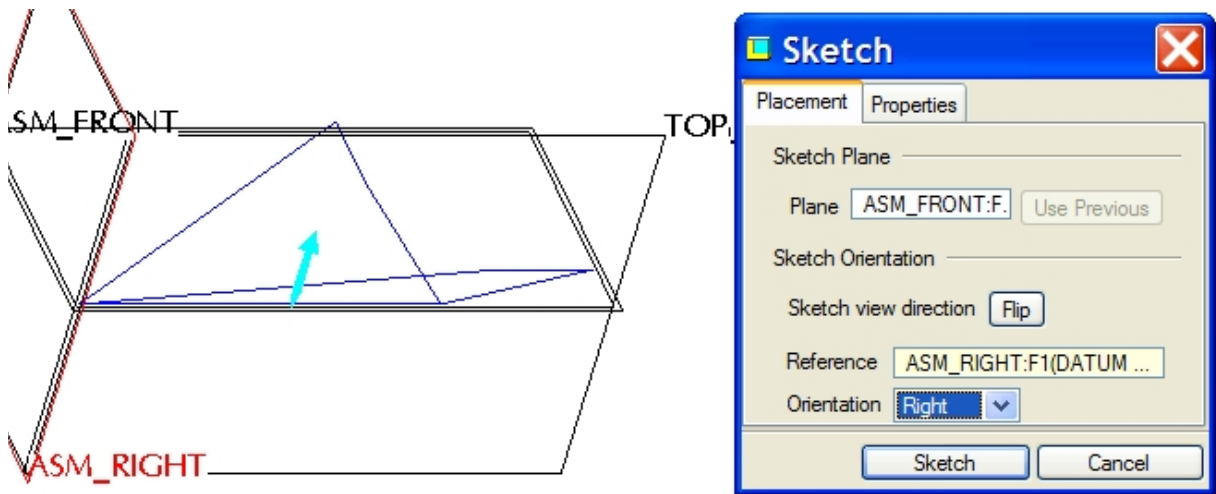
Az aktív állapotú új alkatrész / A1.PRT / bejegyzése

A vezető tervező az A1 alkatrésznél csak annyi építőelemet készít el, annyi információt ad tovább, amennyi elegendő a további önálló munkavégzéshez. Jelen esetben elegendő egy vázlat készítése. Ennek

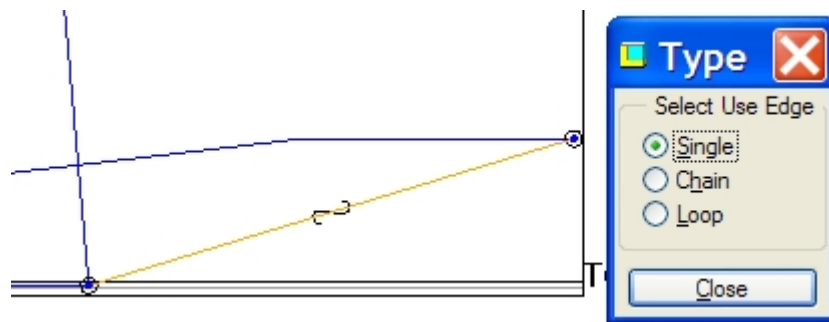
megfelelően a vezető tervező kér egy új vázlatot . A vázlat síkjának kiválasztja a FRONT síkot / 41. ábra /, mivel a vonalas modell is azon a síkon készült. A méretezési referenciákat mutató ablakot üresen hagyja, a References ablakot bezárja / Close /. A szoftver figyelmeztető üzenetet ad, mely szerint nincs elegendő referencia. Ennek ellenére a vezető tervező folytatja a munkát a Yes nyomógombra kattintva.

A méretezési referenciák a mérethálózat kialakításához, egy –egy vázlatrész helyzet-meghatározásához kellenek. A jelenlegi esetben csak egy szakaszt kell átvenni, amely egy kiválasztott rúdnál megadja a csuklópontok távolságát. Az egyenes szakasz átmásolásához nincs szükség méretezési referenciára.

A megfelelő szakasz átmásolásához a  Single opciót kijelölve a vonalas modell megfelelő szakaszára / 42. ábra / kattint.

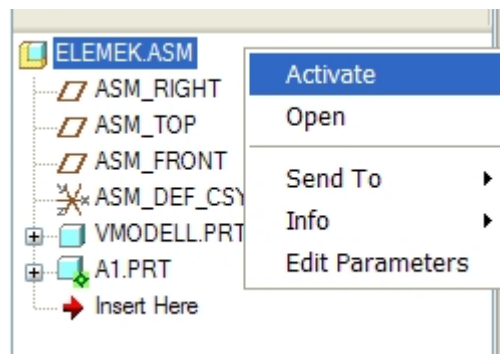


41. ábra
Vázlatsík kijelölése



42. ábra
A kiválasztott egyenes szakasz átmásolása

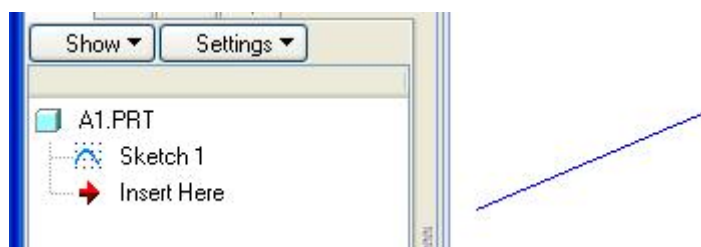
Ezek után befejezi a vázlatkészítést. Az így elkészített vázlat egyetlen szakaszból áll, melynek hossza függő viszonyban van a vonalas modell megfelelő szakaszával. Ha a vonalas modellt módosítjuk, akkor a szakasz átmásolt képe követi a változást. Az A1 alkatrész geometriai modellje az eddig elkészített vázlat alapján már felépíthető. Az A1 alkatrész kimentéséhez az egész összeállítást aktív állapotba kell hozni.



43. ábra
Az összeállítás aktivizálása

A vázlat felhasználása

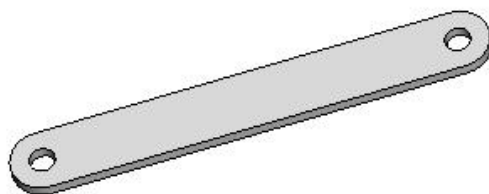
A korábbi feltételezések szerint az alkatrészek geometriai modelljét külön-külön más-más személy végzi. Az egyik kolléga E-mail-en megkapja az A1 alkatrészek megfelelő, egyelőre csak egyetlen szakaszt tartalmazó fájlt. A fájl megnyitásakor látható képet a 44. ábra szemlélteti.



44. ábra

Az a1 alkatrész vonalas modellje

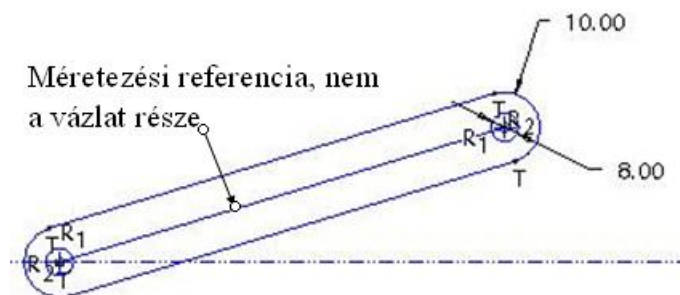
A koncepcionális tervezésnél az alkatrészt többnyire leegyszerűsítve modellezik, mert az alkatrészek alakját még szilárdsági, gyárthatósági, szerelhetőségi szempontból még nem tekintik véglegesnek. Jelen esetben mind a négy rúd laposvasból készülhet. Az A1 alkatrész leegyszerűsített geometriai modelljét a 45. ábrán látható.



45. ábra

Az A1 alkatrész leegyszerűsített geometriai modellje

A 45. ábra szerinti alkatrész kihúzással modellezhető. Mint ismeretes a kihúzás alapja egy vázlat, amit az adott feladatnál az alkatrész kerületét leíró zárt vonalból és azon belül két szigetből - körből - áll / 46. ábra /. A szigetek / lyukak / helyét az átmásolt szakasz végpontjai határozzák meg.



46. ábra

Az a1 alkatrész vázlata

A 46. ábrán látható vázlat elkészítése átmeneti nehézséget jelent, mert a kapott fájl / 44. ábra / nem tartalmaz síkokat, így a vázlat síkját sem lehet kijelölni. Mint ismeretes a vmodell.prt elkészítésekor a vázlat

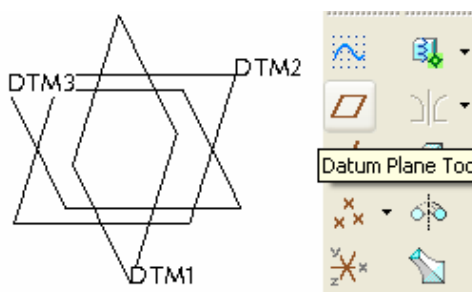
síkja az egyik koordinátásik volt. Utólag felvehetjük a három koordinátásikot, ha az alkatrész geometriai modellje még nem tartalmaz építőelemeket. Ezt az állapotot a meglévő vázlat / sketch / elrejtésével / Suppress / érhetjük el.



47. ábra

Az építőelem elrejtése, új vázlat/sík/ok/ felvétele

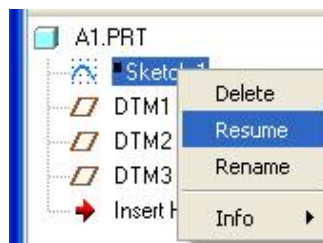
Ha már az A1 alkatrészfájl üres, akkor egyszerre három segédsík / koordinátásík / jeleníthető meg a Datum Plane ikonra kattintva / 48. ábra /.



48. ábra

A koordinátásíkok utólagos felvétele

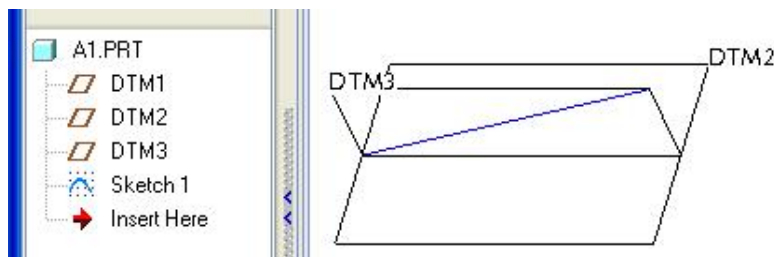
Ezek után az elrejtett építőelem feléleszthető / Resume /.



49. ábra

Az elrejtett építőelem felélesztése

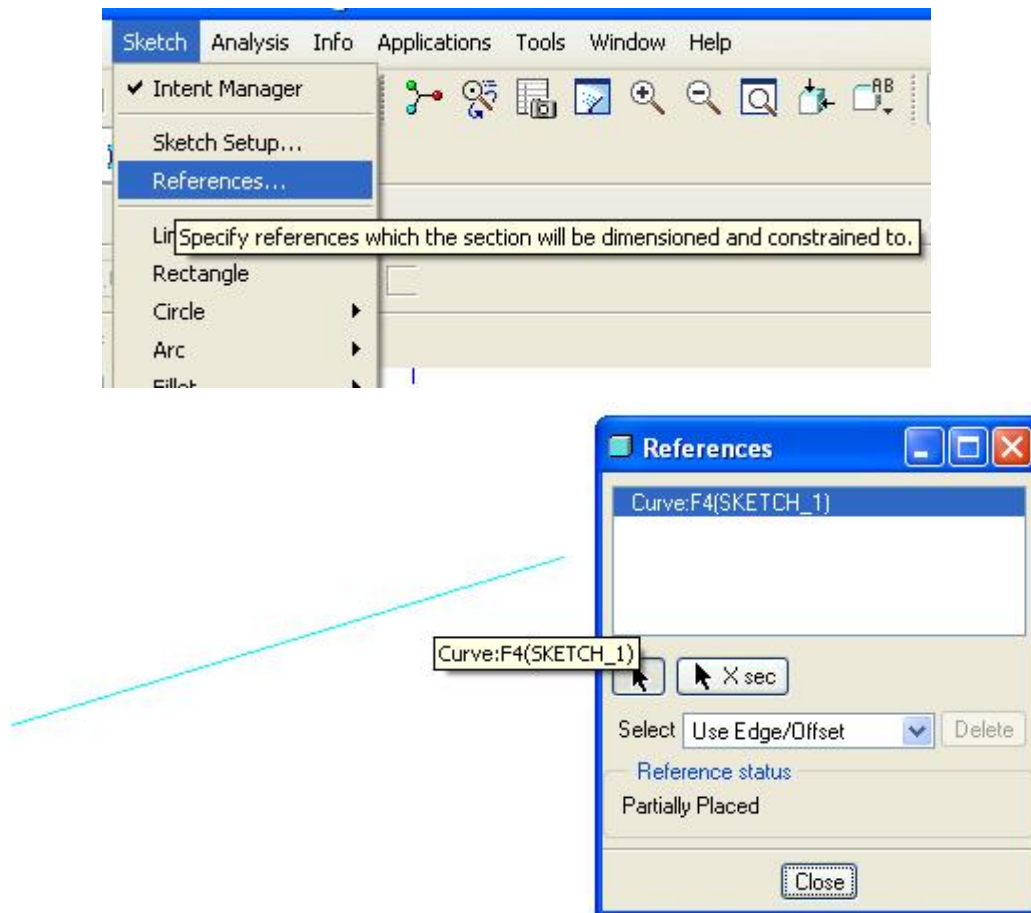
A modellfán az építőelemek sorrendje akár fel is felcserélhető / 50. ábra /.



50. ábra

Az elrejtett építőelem felélesztése

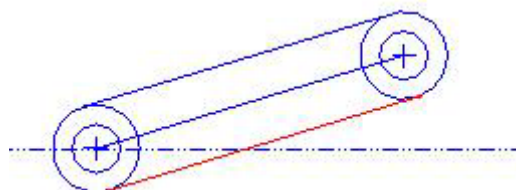
Az A1 alkatrész modellezésénél fontos, hogy a kapott információt megfelelően vegyük át. Kérjünk kihúzást! Ügyeljünk arra, hogy a kihúzás kérésekor a Sketch1 vázlat / szakasz / ne legyen kijelölt állapotban, mert akkor a szoftver felületmodellét készíti a kijelölt szakasz felhasználásával. A vázlat síkja legyen a DTM3 segédsík, méretezési referenciának vegyük fel a meglévő egyenes szakaszt.



51. ábra


Az információ átvétele méretezési referenciaként

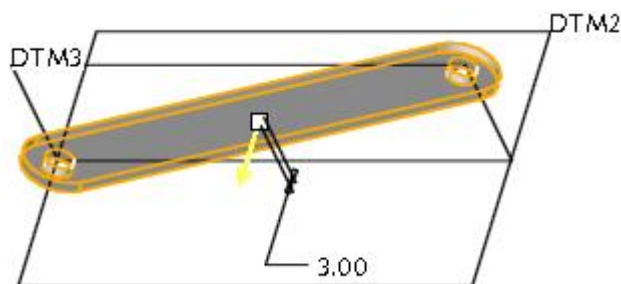
Az átvett méretezési referencia segít a szakasz végpontjaiban / a csuklópontok helyén / megrajzolni a köröket. A körök páronként legyenek azonos átmérőjűek, majd a külső köröket kössük össze egy-egy érintőszakasszal.



52. ábra

A vázlat közbeni állapota

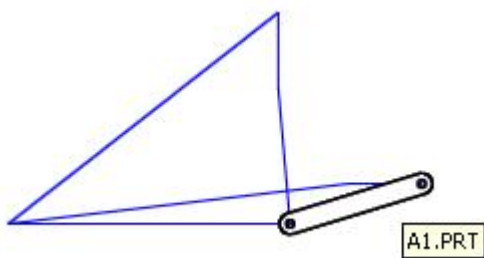
A vázlat felesleges vonalait eltávolítva  a vázlat / 46. ábra / már alkalmas a kihúzásra.



53. ábra

Az A1 alkatrész vázlatának kihúzása

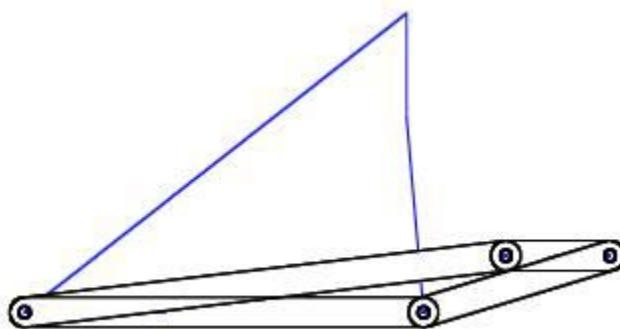
Az A1 alkatrész geometriai modellje a koncepcionális tervezés szempontjainak már megfelel, így ki-menthető, a vezető tervezőnek visszaküldhető. A visszaküldött fájl verziószáma megnövekedett, így ha a vezető tervező megnyitja az ELEMEEK.ASM fájlt, akkor az A1 alkatrész helyén már az 53. ábrán látható modell jelenik meg.



54. ábra

A visszaküldött A1 alkatrész megjelenése a vonalas modellre épülő összeállításnál

A többi / A2, A3, A4 / alkatrész geometriai modellje hasonlóképpen készíthető el.

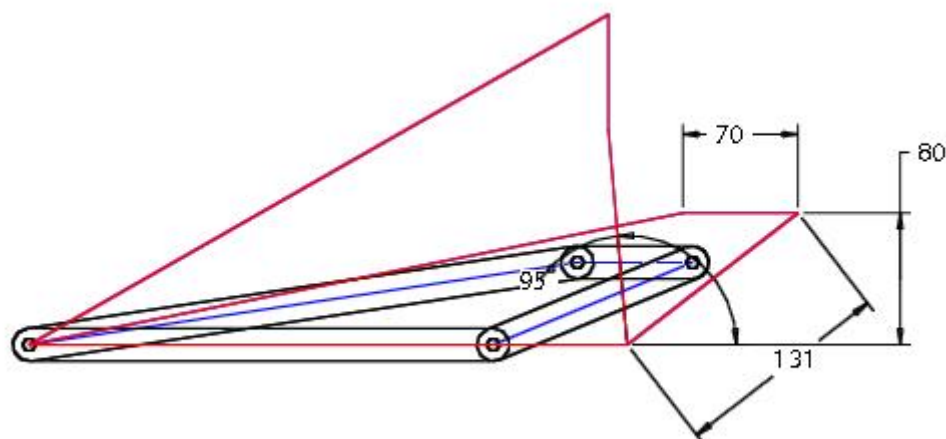


55. ábra

A visszaküldött A1, A2, A3, A4 alkatrész megjelenése a vonalas modellre épülő összeállításnál

Az alkatrészek módosítása

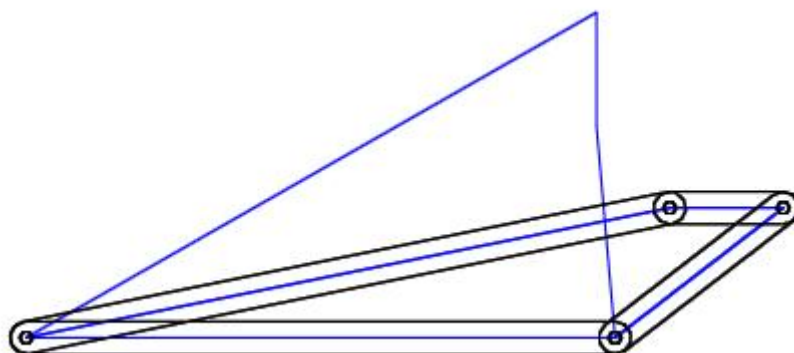
Az alkatrészek hosszmerétét a vonalas modell egy-egy szakasza határozta meg. A hosszmeretek változtatását ennek megfelelően a vonalas modellnél / vmodell.prt / kell kezdeményezni.



56. ábra

A vonalas modell méretmódosítása / 38 ► 80 /

Ha a vonalas modell módosítása után frissítjük a ELEMENK:ASM összeállítást, akkor az alkatrészek hosszmerete is módosul a vonalas modellnek megfelelően.



57. ábra

A függő alkatrészek automatikus módosulása az összeállítás frissítésénél

Az itt bemutatásra kerülő ELEMENK.ASM összeállítás csak a függő alkatrészek létrehozásához, azok hatékony módosításához használható, ebben a környezetben az alkatrészek között nincs szerelési kényszer, az alkatrészeket nem lehet mozgatni. A mozgatáshoz, az animáláshoz az alkatrészeket egy új összeállításba kell szerelni.

ANIMÁCIÓ KÉSZÍTÉSE


Mint már említettük a koncepcionális tervezés eredménye gyakran egy virtuális prototípus, egy animáció, amely a mechanizmust működés közben szemlélteti. Ebben a fejezetben azt mutatjuk be, hogyan lehet a négycsuklós mechanizmusnál animációt készíteni.

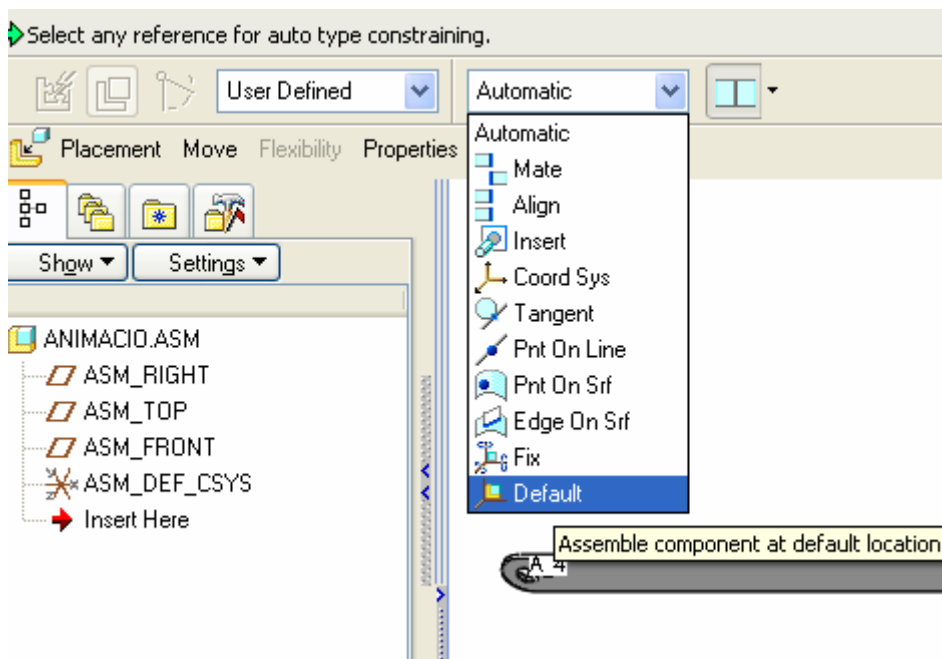
A mechanizmus alkatrészeinek az összeszerelése

Mint ismeretes a geometriai modellekből készíthetünk egy statikus összeállítást, vagy a szerelésnél biztosíthatjuk az alkatrészek egymáshoz viszonyított elmozdulását, pl. animáció készítésének céljából.

A szerelés tulajdonképpen az alkatrészek beépítését – helyzetmeghatározását, bizonyos fokú rögzítését - jelenti. A számítógépes tervezésnél a szerelést az összeállítási környezetben végezzük el. Az elsőnek beépített alkatrészt bázisalkatrésznek szokás nevezni.

A bázisalkatrész beépítéséhez mindenképpent egy új fájlt kell megnyitni. A fájl neve legyen animacio.asm. **File►New►Assambly** . Válasszuk sablonfájlként a mmns_asm_design sablont!

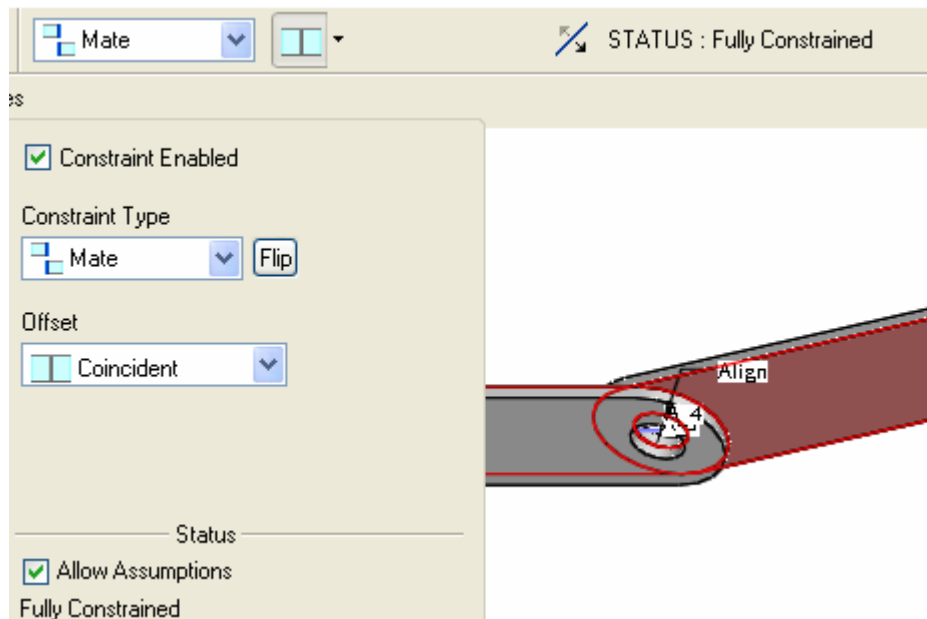
Hívjuk be az összeállításba az első alkatrészt . Legyen ez az alkatrész az ágykerethez csavarokkal rögzített elem, amihez kapcsolódnak a mozgó alkatrészek. Rögzítsük ezt az alapértelmezett /Default / helyzetben / 58. ábra /!



58. ábra

A bázisalkatrész alapértelmezés szerinti rögzítése

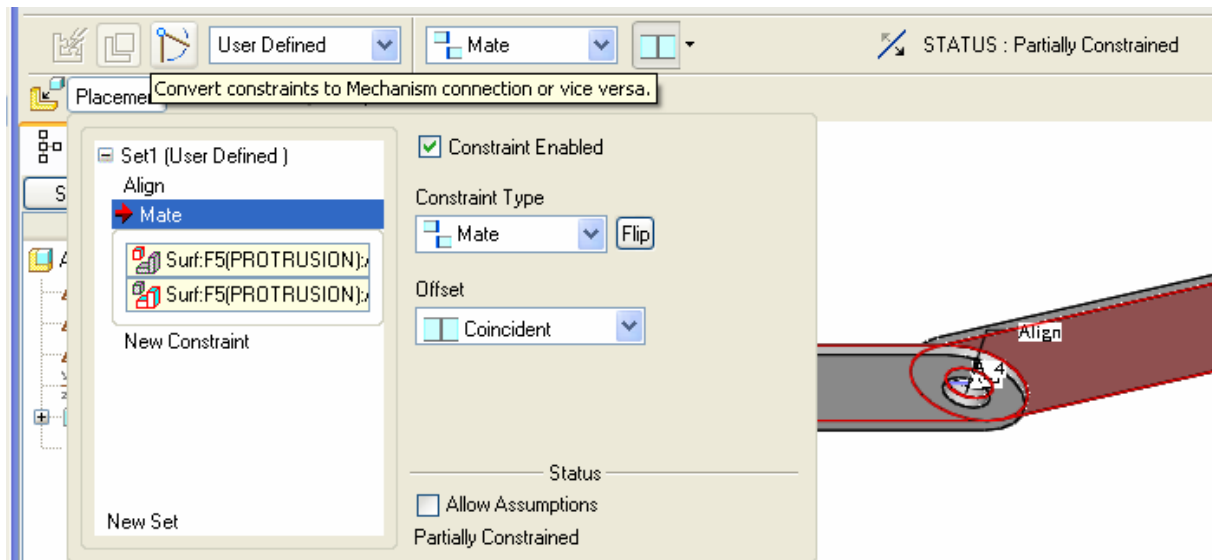
Ezután hívjuk be az egyik csatlakozó alkatrészt és statikus kényszerekkel / Align, Mate / határozzuk meg a helyzetét!



59. ábra

A csatlakozó alkatrész statikus szerelése

Az Align, illetve a Mate szerelési kényszerek a 59. ábra szerint teljesen / Fully Constrained / lekötik a szabadsági fokokat. Ez csak azon feltételezés / Allow Assumptions / mellett igaz, hogy a behívott alkatrész helyzete / ferdesége / változatlan marad. Ha ezt nem feltételezzük, akkor az Allow Assumptions felirat előtti zöld pipát kapcsoljuk ki. A feltételezés kiiktatásával a kényszerezés részlegessé válik / Partially Constrained – 60. ábra /.

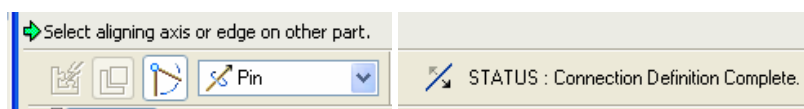


60. ábra

A forgatási lehetőség biztosítása az előzetes feltételezés kikapcsolásával

A teljes kényszerítés megszüntetése után a beszerelt alkatrész a tengely körül elforgatható. Ilyen állapotban a statikus kényszerítés átalakítható, konvertálható a mechanizmusoknál szükséges kényszerekre / pl. Pin

/ . A konvertálás a  ikonnal kezdeményezhető.



61. ábra

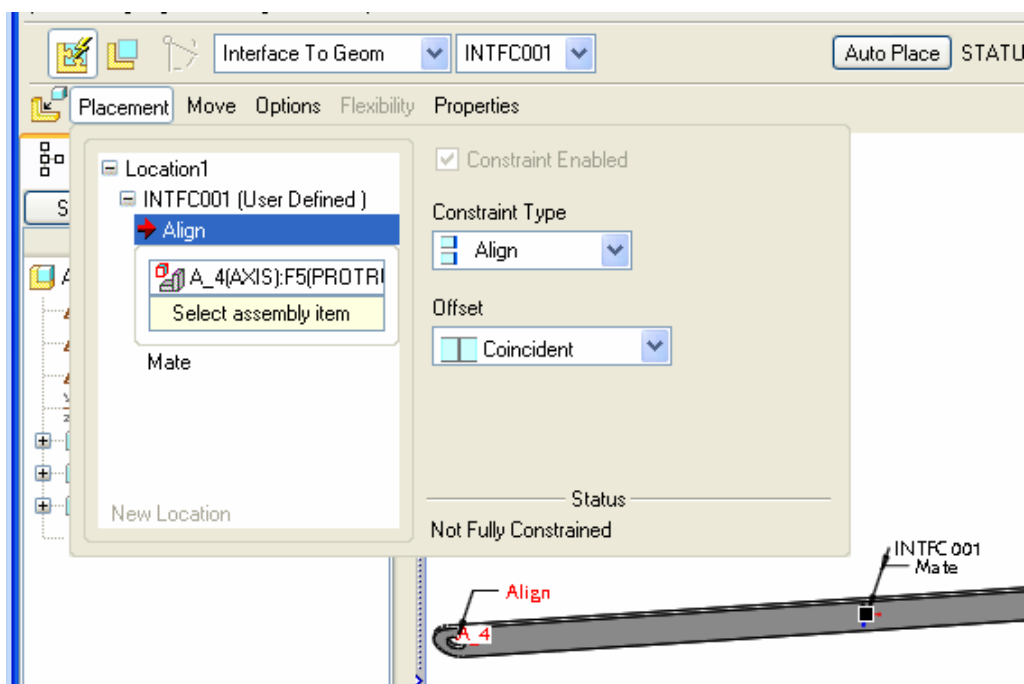
A statikus kényszerek konvertálása

Szereljük be az előbb ismertetett módon a többi alkatrészt is, természetesen a csatlakozási sorrendnek, helyzetnek megfelelően. A záróelem szerelésénél a szoftver konfigurálásától függően előfordul, hogy a beszerelendő komponensnél / zárótagonál / automatikusan értelmezi az Align, illetve a Mate kényszereket, így azokat csak az összeállítási komponensnél kell kijelölni.

A megoldás hasonló a Komponens Interfész használatához / Lásd Képlékenyalakító technológiák számítógépes tervezése 122 oldal /.

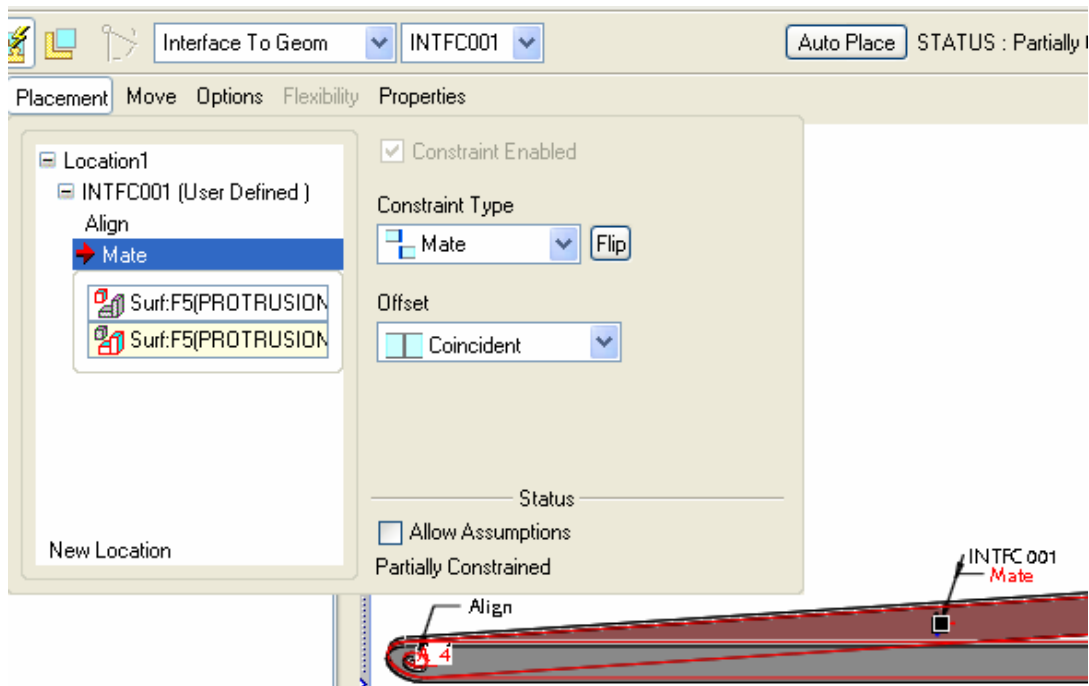
A 62. ábrán a Placement mezőt lenyitva érzékelhetjük, hogy a beszerelendő zárótagonál a tengely automatikusan kijelölt állapotban van / \Rightarrow Align A_4(Axis) / , és a szoftver a az összeállítási referenciára vár / Select assembly item / . Az adott esetben az összeállítási referencia megfelel a bázisalkatrésznek, így jelöljük ki a tengely / A_4(Axis) / párját.

Ezt követően ki kell jelölni az automatikusan értelmezett Mate kényszer párját is.



62. ábra

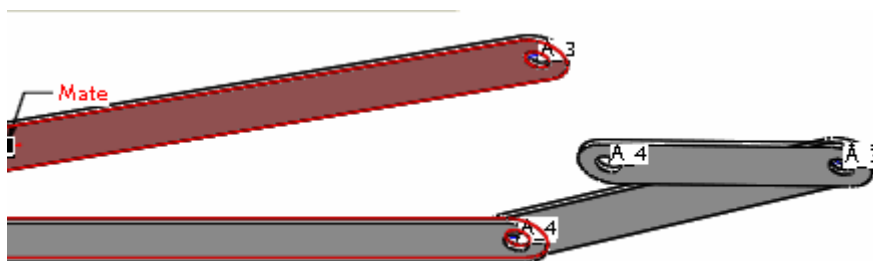
A záróalkatrésznel automatikusan kijelölt kényszerek



63. ábra

A záróalkatrésznél automatikusan kijelölt kényszerek

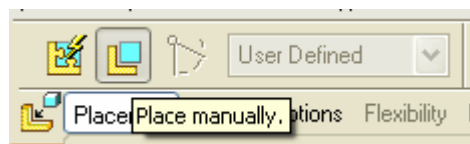
A 63. ábra szerint elvégezve a szerelést a beszerelendő rúd még elfordítható / Ctrl + Alt + középső egérgomb /, de természetesen csak akkor, ha a mozgási szabadsága nincs feltételezéssel lekötve / Allow Assumptions – Partially Constrained /.



64. ábra

Az elforgatott helyzetű zárótag

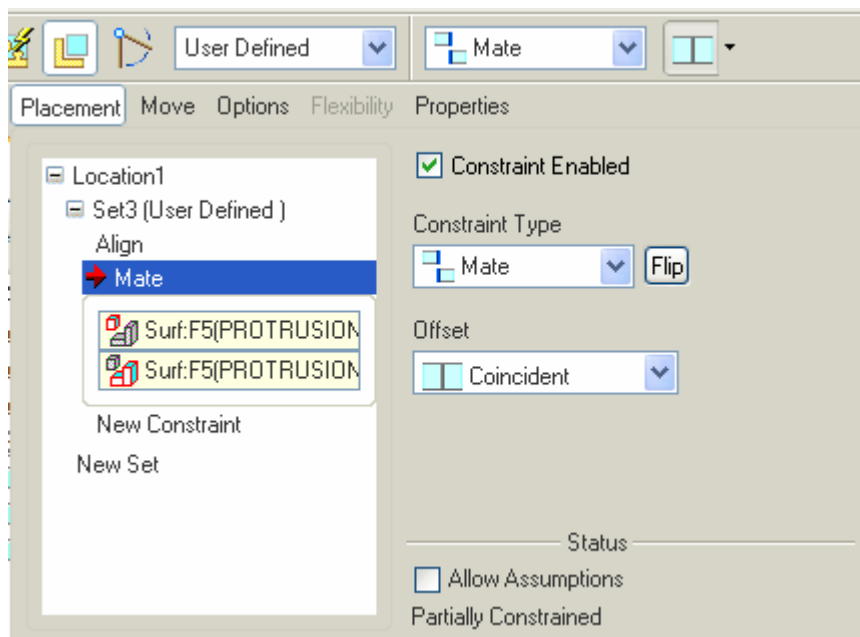
Az elfordított helyzet jól mutatja a hiányos kapcsolatot. A szerelést csak új szerelési csoporttal / New Set / tudjuk folytatni. Ha a New Set felirat nem aktív, akkor kattintsunk a Place manually ikonra.



65. ábra

Újabb szerelési csoport kezdése "kézi" módszerrel

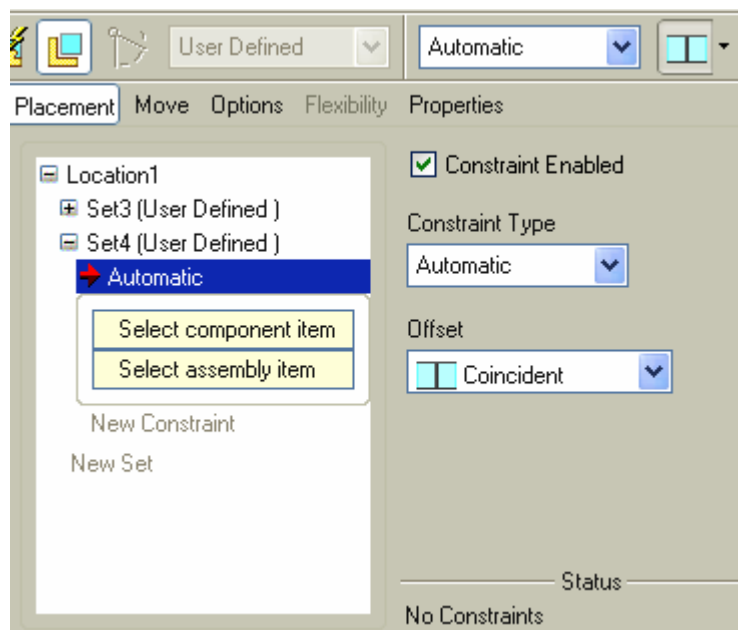
A Place manually ikonra kattintva már kezdeményezhető egy új szerelési csoport a New Set felírra kattintva.



66. ábra

Új szerelési csoport kezdése / New Set /

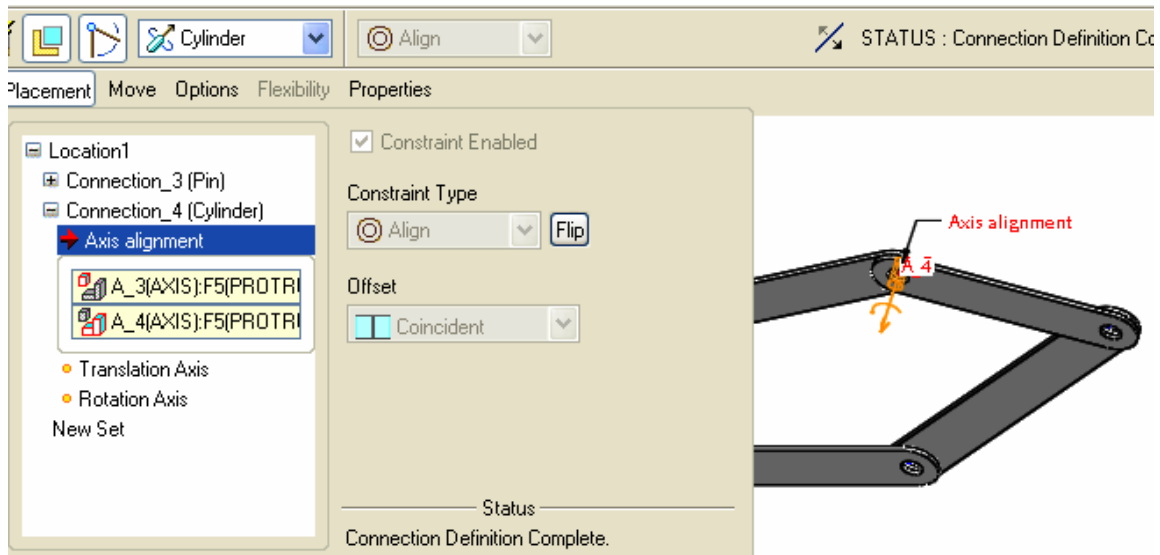
A New Set parancs kiadása után újabb / Set4 / szerelési csoporttal dolgozhatunk tovább / 67. ábra /.



67. ábra

Automatikus helyzetmeghatározás az új / Set4 / szerelési csoportnál

A Set4 csoportnál elegendő a tengelyeket igazítani. Az összetartozó tengelyek kijelölése után a statikus szerelési kényszereket még konvertálnunk kell.

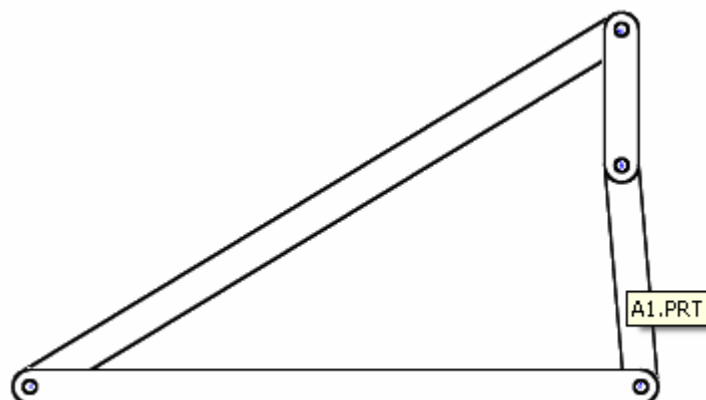


68. ábra

Automatikus helyzetmeghatározás az új / Set4 / szerelési csoportnál

Ha a Set4 szerelési csoportnál az Align statikus kényszeren kívül a Mate kényszert is alkalmazzuk, akkor a konvertálás épügy lehetséges és szükséges, de akkor a kapcsolat a Cylinder helyett Pin lesz.

A dinamikus kényszerekkel létrehozott összeállítás a koncepcionális tervezésnek megfelelően egy egyszerűsített konstrukció. A csuklóknál nem építettünk be csapokat, az alkatrészek alakja, mérete nem tartalmaz szilárdsági, illetve valós szerelési megfontolásokat. A modell szerepe a működés szemléltetése, a tervezés helyességének bizonyítása. A modell az összeállítási környezetben kézzel mozgatható / Ctrl + Alt + bal egérgomb /. A mechanizmusnál nem mindegy, hogy melyik elemét mozgatjuk. Erről könnyen meggyőződhetünk, ha a kézi mozgatót más – más alkatrésztre kattintva végezzük el. A továbbiakban a magyarázatot csak az A1 alkatrész forgatására korlátozzuk. Ahhoz, hogy az A1 alkatrész rögzített csuklójánál értelmezzük a forgatást, egy szervó motort kell felvenni az említett csuklónál / Joint axis / .

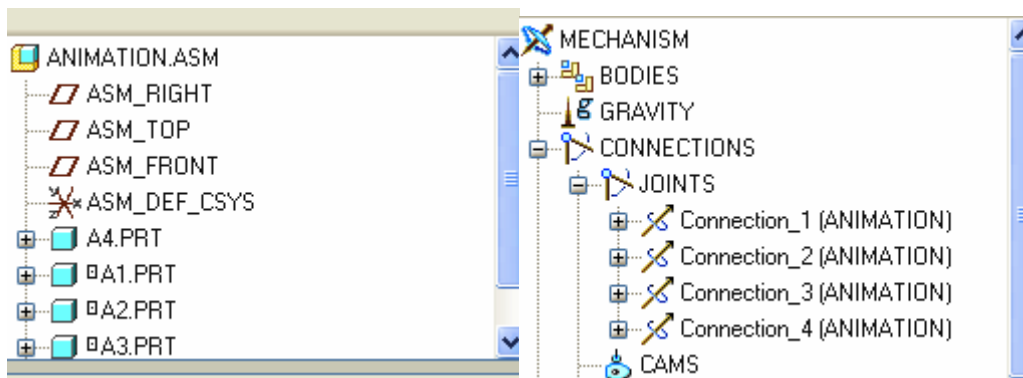


69. ábra

A mozgásra kijelölt alkatrész / A1 /

Szervó motor felvétele, a mozgások lehatárolása

Az Applications legördülő menüben válasszuk ki a Mechanism menüpontot!



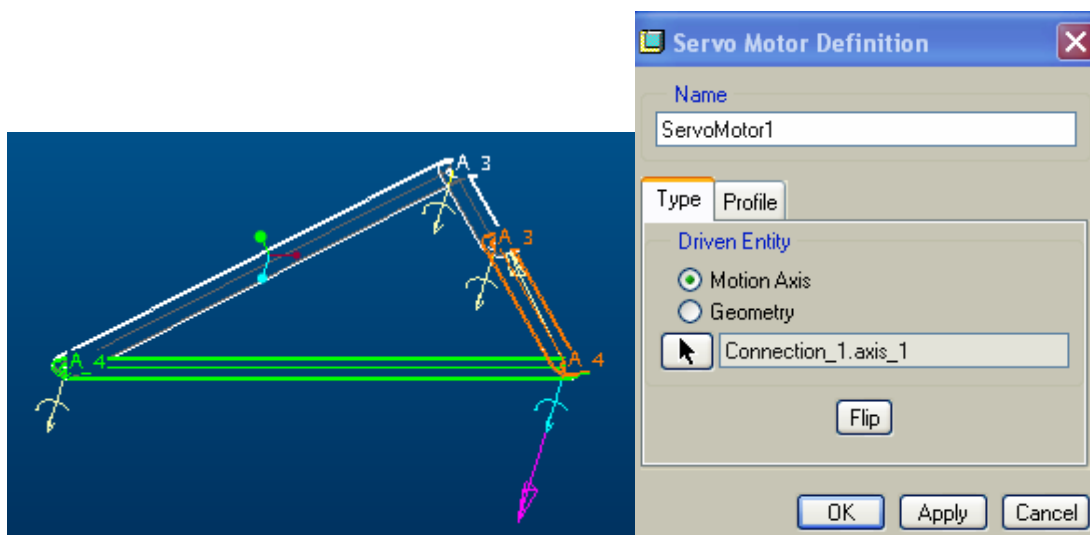
70. ábra

A modellfa kiegészítése a Mechanism menü választásakor

A kiegészített modellfán az alkalmazott kapcsolatok megjelennek : Joints ► Connection_ 1 – Connection_4.

A megfelelő tengely kijelölése után a Servo Motor Definition ablaknál a választás bejegyzésre kerül / Connection_1_axis_1 /.



A grafikus képernyőn a hajtott alkatrész narancs-sárga színnel, a referencia alkatrész pedig zöld színnel jelenik meg. A forgatás irányát egy lila színű nyíllal jelöli a szofver. / The direction of motion is shown by the magenta arrow. Driven entity (body1) is highlighted in orange and reference entity (body2) is highlighted in green. / Az irány a Flip kapcsolóval megfordítható. A forgatás pozitív iránya a mágneses erővonalak irányának meghatározásánál alkalmazott jobbkézszabály szerint értelmezhető.

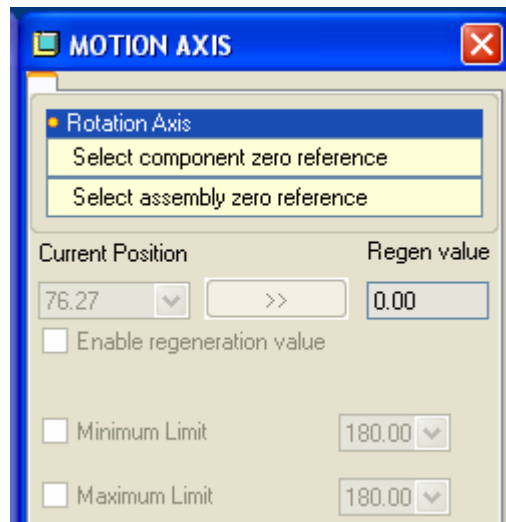


71. ábra

A szervomotor elhelyezése

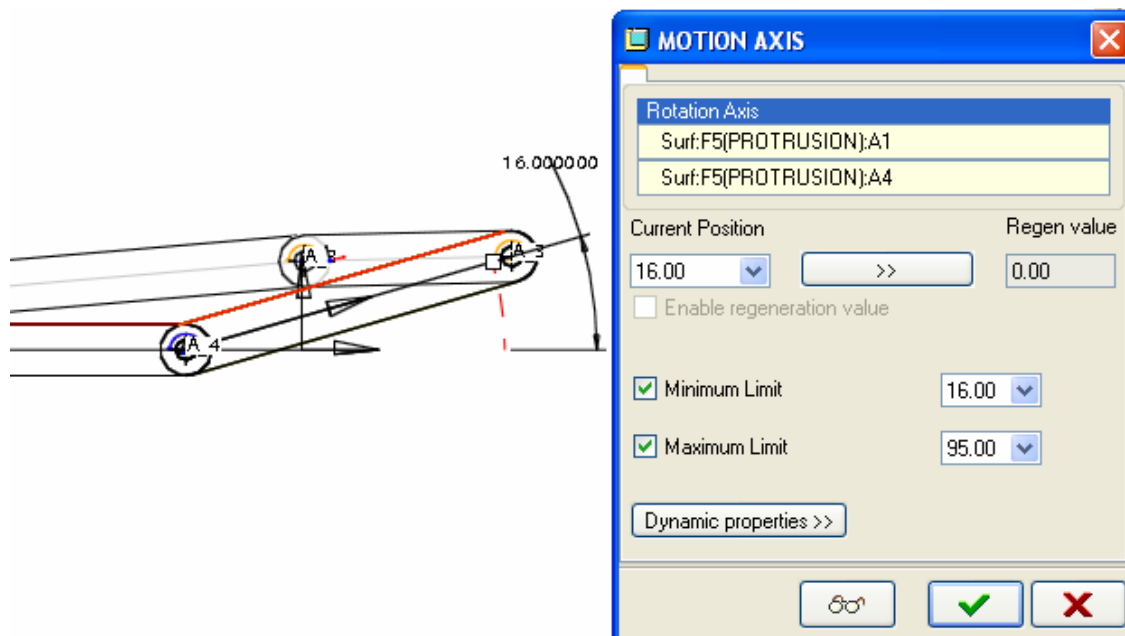
Ebben a környezetben állíthatjuk be a mechanizmus szélső helyzeteit / Minimum Limit, Maximum Limit

/ . Kattintsunk rá a Profile felírra, majd a speciális beállítást igénylő mezőre  Positio  ! A szélső helyzeteket / szögértékeket / a megjelenő Motion Axis ablaknál / 72. ábra / akkor tudjuk beírni, ha előbb a komponens referenciát, illetve a szerelési referenciát az igényeknek megfelelően kijelöljük / Select component , illetve assembly zero reference / .



72. ábra

Az új referenciák kijelölési lehetősége




73. ábra

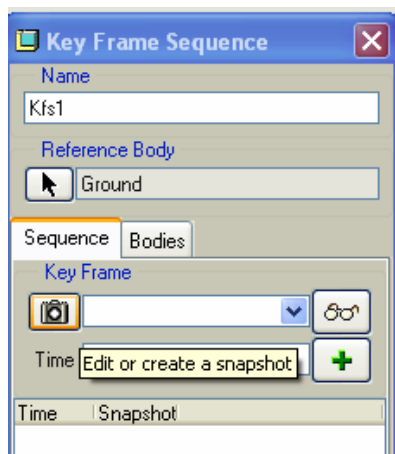
Az új referenciák megadása

Az új referenciák az A1, illetve az A4 alkatrésznél legyenek lemezvastagságnak megfelelő sík felületek. A szög minimum értékét / Minimum Limit / a modellnél előzetesen meg kell mérni a mechanizmus kiinduló helyzeténél. A szög maximum értéke a peremfeltételből adódik / 95° / .

Ezek után bezárhatjuk az ablakokat. A mechanizmus modellje már csak a két meghatározott végállás között mozgatható / a Ctrl + Alt + bal egérgomb tartós lenyomása mellett mozgassuk az egeret /.

Az animáció beállításai

Az animációnál egy képsorozatot hozunk létre, ami kimenthető, áttűnés nélkül megjeleníthető. Először az Applications legördülő menüből válasszuk az Animation menüpontot, majd a  ikont!





74. ábra

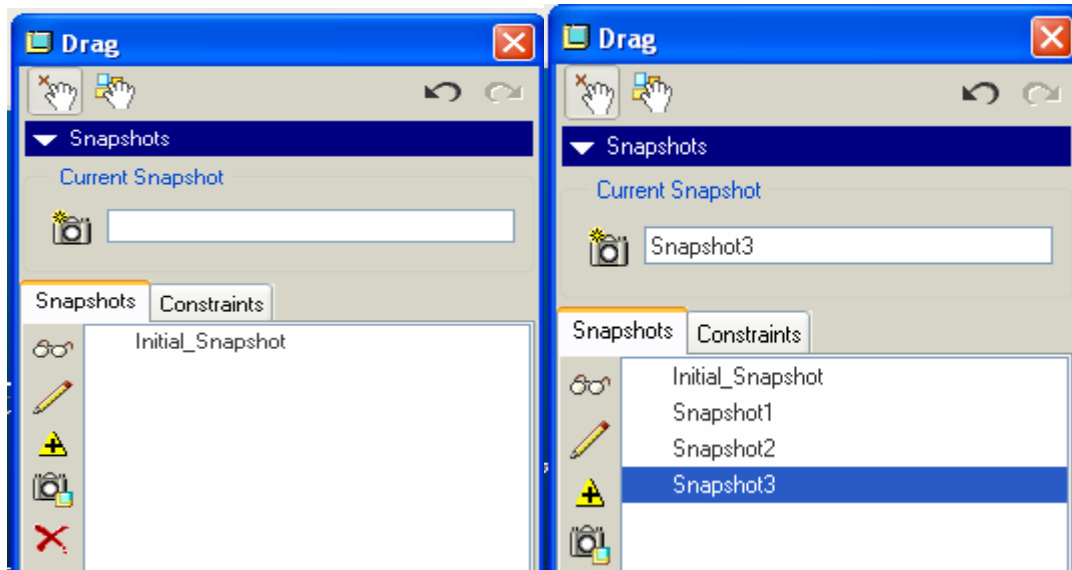
Fényképek felvétele, ütemidők beállítása

A heverő emelő mozgását szemléltető animációnál elegendő "lefényképezni" a két szélső helyzetet., a többi a szoftver generálja. A szélső helyzetek beállításához, a felvételek / Snapshots / elkészítéséhez a Key

Frame Sequence ablaknál kattintsunk fényképezőgépnek megfelelő ikonra  ! A Drag feliratú ablaknál a

nyitott tenyérre  katintva tudjuk kijelöni, mozgatni a megfelelő alkatrészt. A mozgatásnál bal egérgombbal kattitsunk a mozgatandó alkatrésztre, majd mozgassuk az egeret az egérgombok lenyomása nélkül. A kívánt helyzet elérésénél bal gomb kattintásával rögzíthetjük a pillanatnyi állást. A mozgatást először vé-

gezzük el az összecukott állapotnak megfelelő szélső helyzetig. Ezután a fényképezőgép képére  katintva készíthetünk egy felvételt / Snapshot1 /. A második felvétel / Snapshot2 / a nyitott állapotot rögzítse. Végezetül a harmadik felvétel ugyancsak az összecukott állapotnak feleljen meg!

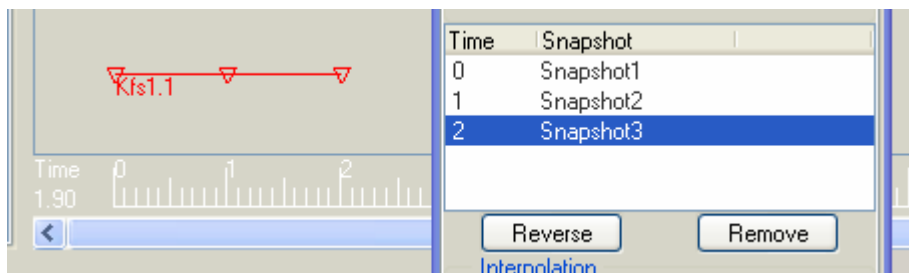


75. ábra

A beállított helyzetek lefényképezése

A sikeres felvételek után / Snapshot1 – Snapshot3 / Close –zal bezárhatjuk a Drag ablakot!

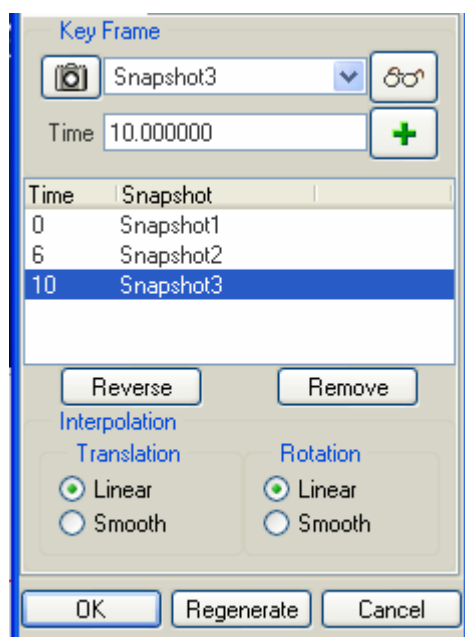
A Key Frame Sequence ablaknál a felvételekhez ütemidők tartoznak. Az idő változását a képernyő alján is figyelmeztetéssel kísérhetjük. Alapértelmezés szerint az időskála 10 egység hosszúságú, ami az adott esetben nincs kihasználva.



76. ábra

Ütemidők megjelenítése

Ha az ablaknál beállítjuk valamelyik felvételt, akkor a hozzá tartozó időt át lehet írni / 77. ábra /.



77. ábra
Ütemidők átírása

Az OK gomb megnyomásával zárjuk be az ablakot. A modell tér alsó részén lévő idősávban már az új értékek jelennek meg.

Ha ezzel megvagyunk, már készen is áll a modellünk az animálásra. Az animáció a legördülő menüből, vagy a megfelelő ikonra / Start the animation / kattinva indítható.



78. ábra
Az animáció indítása

Ha ezt ki szeretnénk menteni mozgókép formátumú fájlba, akkor a Playback ikonra kattintva megjelenik a Playback (visszajátszás) ablak. Itt a Capture gombra kattintás után beállíthatjuk a mozgókép paramétereit, a kimeneti fájlformátumot.

A PEREMFELTÉTELEK MEGFOGALMAZÁSA 2

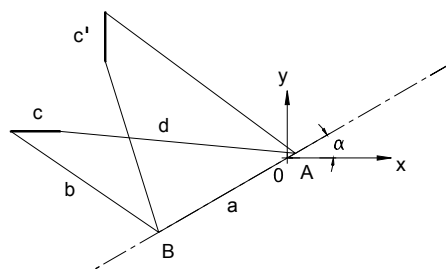
A 79. ábra egy személygépkocsi csomagtartó ajtajának nyitó-csukó szerkezetét szemlélteti.



79. ábra

Egy személygépkocsi csomagtartó ajtajának nyitó-csukó szerkezete [8]

A szerkezet áttervezésénél ismertnek tekinthetjük a négycsuklós mechanizmus középső c jelű tagjának hosszát és két előírt helyzetét, valamint a rögzített csuklópontokat tartalmazó egyenesről tudjuk, hogy az átmegy egy adott ponton, és a koordináta-rendszer X tengelyével α szöget zár be. Az α szög értéke egy megengedett intervallumon belül változhat / 80. ábra /.



80. ábra

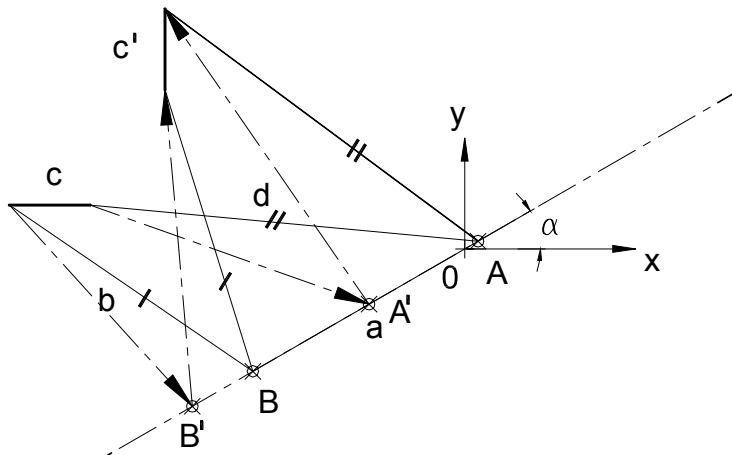
Vázlat a peremfeltétel magyarázásához

Négytagú mechanizmus tervezése a peremfeltételek 2 alapján

A tervezésnél célfüggvényként fogadjuk el a rudak összhosszának minimalizálását!

A megoldást vezessük vissza egy egyszerűbb esetre! Válasszuk meg az α szög értékét, azaz vegyünk fel egy valamilyen szögben hajló egyenest az adott ponton át!

Az egyenesen vegyünk fel A^I és B^I pontokat, majd ezeket kössük össze a két helyzetben adott c jelű tag megfelelő végpontjaival a 81. ábra szerint, és végül a kapott szakaszokra páronként írjuk elő az egyenlőség kényszerét.



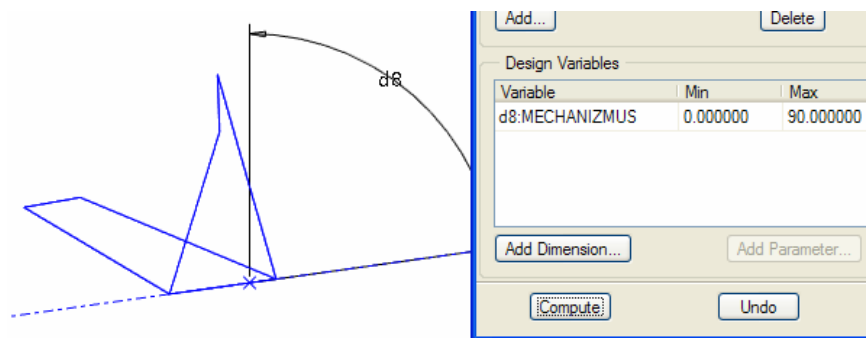
81. ábra
Megoldási algoritmus

Az egyenlőségi kényszer érvényesülésekor megkapjuk a keresett A és B pontok helyét, illetve az A, B pontokhoz kapcsolódó a , b , d szakaszok hosszát. Az a , b , d szakaszok - rudak - hossza kiadódó méret. Ezeknek a méreteknak az értékét a Pro Engineer szoftvernél csak referenciaméretként adhatjuk meg.

A 81. ábra is úgy kezelhető, mint egy adott peremfeltételekkel megfogalmazott feladatokat megoldó automata. A c jelű rúd hosszát, helyzetét változtatva a 81. ábra a modell frissítése után az új méreteknak megfelelően változik, azaz újból meghatározza az A, B csuklópontok helyét, és ezzel együtt a mechanizmus a , b , d rúdjaik hosszát is.

Ezt követően a vonalas modelltől függetlenül vegyünk fel egy egyenes szakaszt. A szakasz hosszát tervezési összefüggéssel adjuk meg. Az előírt tervezői összefüggés / reláció / szerint a szakasz hossza legyen egyenlő a rudak összhosszával.

Az optimalizálás változójaként jelöljük ki az α szöveget / 82. ábra /!



82. ábra
A szögérték optimalizálása

Az optimalizálás végrehajtásakor a szoftver megkeresi, majd beállítja azt az α szögállást, amelynél a rudak összhossza minimális.

Matematikai értelemben optimális megoldásról csak akkor beszélhetünk, ha a célfüggvénynek van szélsőérték minimuma. Esetenként a relatív szélsőérték megkeresése is hasznos lehet.

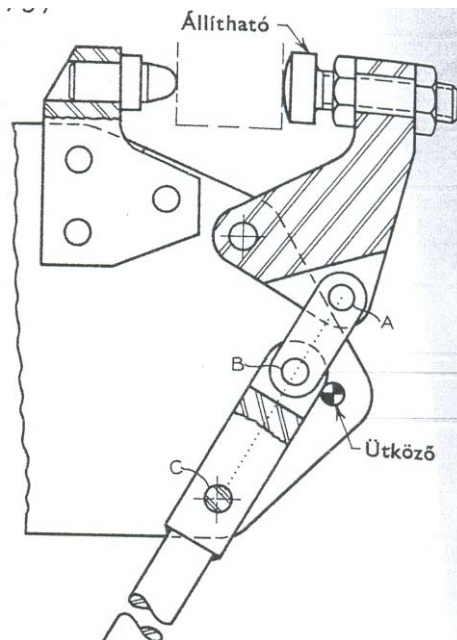
Ennél a mechanizmusnál is érdemes érzékenységi vizsgálatot végezni.

A valóságban a rögzített csuklókat nem mindig köti össze külön az **a** jelű rúd. Ilyenkor a rudak összhosszát előíró tervezői összefüggésnél az **a** jelű rúd méretét nem kell figyelembe venni.

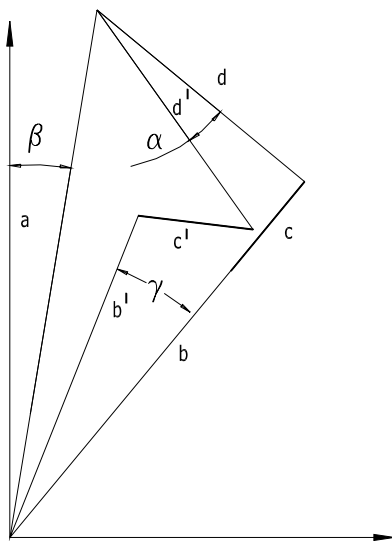
A PEREMFELTÉTELEK MEGFOGALMAZÁSA 3

A bevezetőben már írtuk, hogy a munkadarabbefogó készülékeknél a szorítást gyakran csuklós szerkezetekkel oldják meg. Ezek a szorítók az egyvonalba kényszerített csuklópontok szorítási elvén működnek. Az áttételi arányok helyes megválasztásával kis kézi erővel nagy szorítóerő érhető el. Megfelelő állítócsavarok alkalmazásával ugyanazon gyorszorítók különböző munkadarabok befogására használhatók. A következőkben ilyen megoldásokat mutatunk be.

A 83. ábrán egy munkadarabbefogó készülék vázlata látható [1]. A négycsuklós mechanizmus két helyzetének vonalas vázlatát a 84. ábra tartalmazza. Legyen ismert a rögzített csuklópontokat összekötő **a** jelű egyenes szakasz hossza $L=200$ mm / és hajlásszöge $\beta=15^\circ$! A mechanizmus **b** és **c** jelű rúdjai a szorítási elvnek megfelelően essenek egy egyenesbe, és a kedvező erőátadás érdekében a **c** jelű rúd legyen merőleges a **d** jelű rúdra! A szorítás oldásakor a **d** jelű rúd α szöggel, a **b** jelű rúd pedig γ szöggel fordul el a fix csuklópontja körül. A **d** jelű rúd hossza ideiglenesen legyen 100 mm!



83. ábra
Munkadarabbefogó készülék [1]

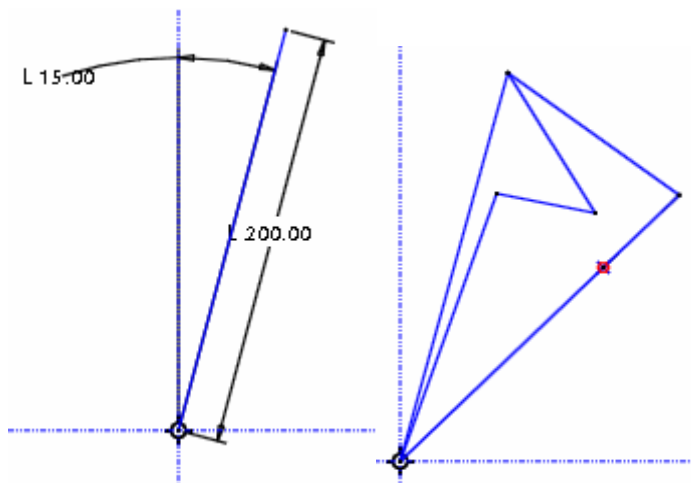
**84. ábra**

A munkadarabefogó készülék vonalas vázlata

Négytagú mechanizmus tervezése a peremfeltételek 3 alapján

A tervezésnél célfüggvényként fogadjuk el, hogy a **b** és **c** jelű rudak hosszának arányát a kívánt értékre lehessen állítani.

Segédgörbéként rajzoljuk meg a rögzített csuklópontok által meghatározott egyenes szakaszt, majd az egyenes szakasz végpontjaiból kiindulva a mechanizmus durva vonalas vázlatát a szorító és egy közbenső állásának megfelelően / 85. ábra /!



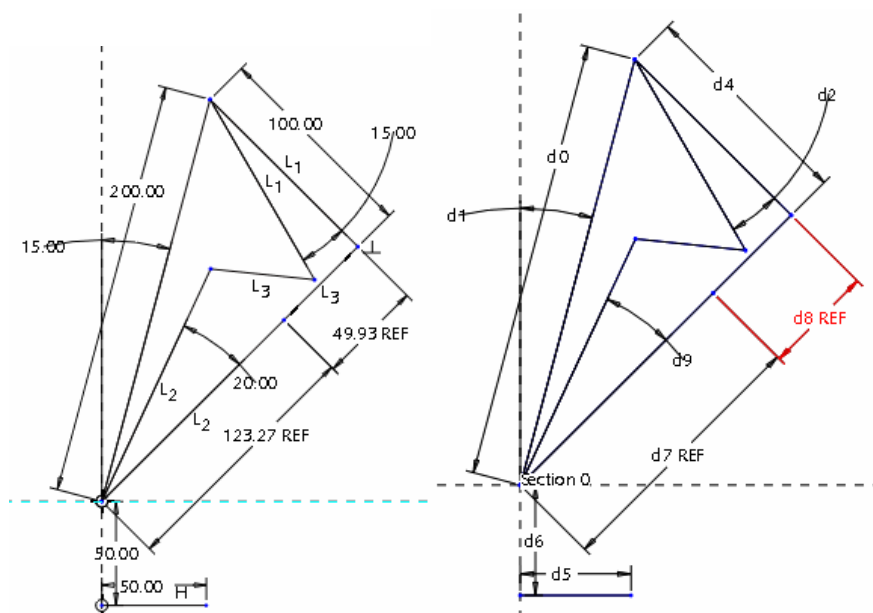
85. ábra

A munkadarabfegő készülék vonalas vázlata

Írjuk elő a megfelelő rudaknál az egyenlőség, a **c** és **d** jelű rudaknál a merőlegesség, a **b** és **c** jelű rudaknál pedig az egyvonalba esés kényszerét! Adjuk meg az ismert rúdhosszat / $d = 100$ mm /, és a pillanatnyi szögértékeket! Ezzel a vonalas modell minden szabadsági fokát lekötöttük, nem maradt egyetlen gyenge méret sem. Ebben az állapotban a **b** és **c** jelű rudak hossza csak kiadódó, referencia méretként adható meg / 86. ábra/.

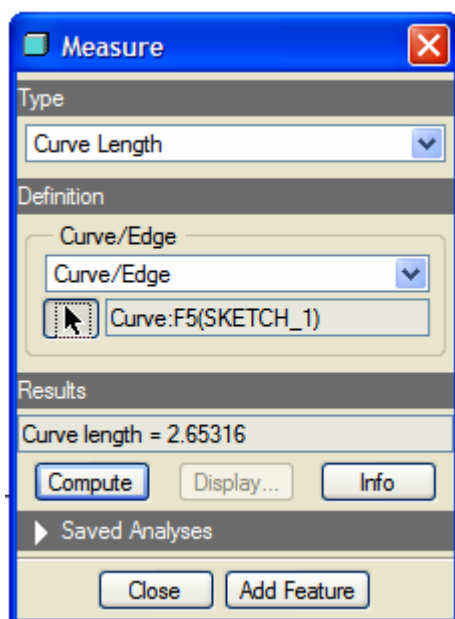
Végezetül a vázlatkészítő környezetben a célfüggvény megfogalmazása érdekében vegyünk egy vízszintes szakaszt tetszés szerinti hosszúsággal / a 86. ábrán a szakasz hossza 50 mm /! Kilépve a vázlatkészítő környezetből változtassuk meg a **b**, illetve a **d** rúd elfordulási szögét! A szögek módosítása kihat a **b** és **c** jelű rudak méretére, megváltozik azok hosszúságának aránya.

Az említett rúdhosszak arányát tervezői összefüggéssel rendeljük a különálló egyenes szakasz hosszához / $d5 = d7/d8$ /! A $d5$, $d7$, $d8$ jelöléseket lásd 86. ábrán! A segédszakasz hosszáról készítsünk mérésépítőelemet / Add Feature 87. ábra /! A mérésépítőelem paraméterként tárolja a **b** és **c** rúdhosszak arányát!



86. ábra

A vonalas modellnél alkalmazott geometriai és méretkényszerek, illetve kódok



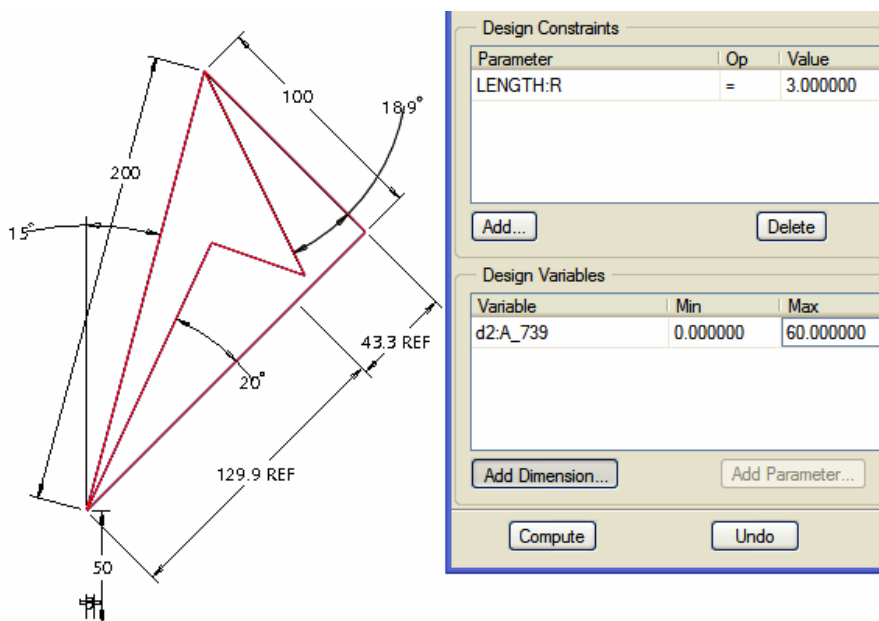
87. ábra

A segédszakasz hosszának mérése, mérésepítőelem létrehozása

Hívjuk elő az optimalizáló modult!

Analysis ► Optimization

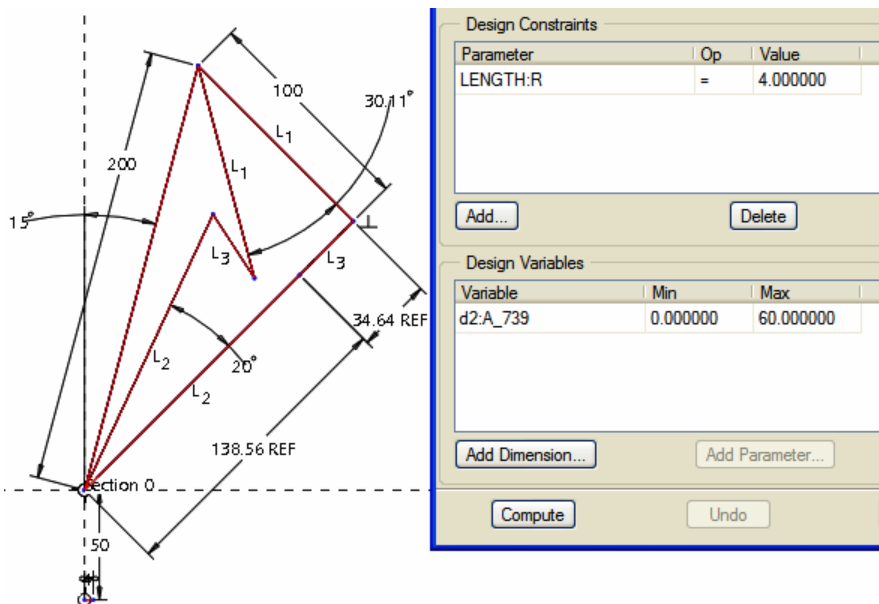
Változóként jelöljük ki a **d** jelű forgattyú mozgására megadott szöveget / Add Dimension /! Korlátozó feltételként / Design Constraints / adjuk meg a mérésepítőelem paraméterének kívánatos értékét / R=3 /!



88. ábra

A változó kijelölése, a korlátozó feltétel megadása / $R=3$ /

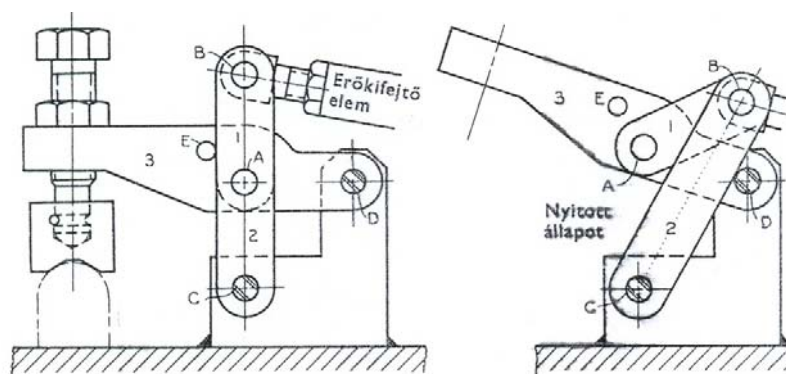
Az optimalizálás során a szoftver megkeresi azt a szögértéket, amelynél a rúdhosszak aránya az előírtaknak megfelelő. Ilyen megoldást mutat a 88, illetve 89. ábra. Az ábrákon a **b** és **c** rudak hosszmerete referencianéretként szerepel. Természetesen az R értéke csak a geometriától függő intervallumon belül változtatható.



89. ábra

A korlátozó feltétel módosítása / $R=4$ /

Ennél a négycsuklós mechanizmusnál is lehetne átfogó érzékenységi vizsgálatot végezni. Az előzőekhez hasonló peremfeltételeket és célfüggvényt lehet alkalmazni a 90. ábrán látható munkadarabefogó készülék-nél.



90. ábra

Prizmás munkadarabbefogó készülék [1]

Az előzőekben bemutatunk három különböző peremfeltétellel megfogalmazott feladatot. A tervezésnél gyakran a peremfeltételek csak részben ismertek. Ilyenkor a tervező kénytelen kitalálni a kedvező peremfeltételeket, illetve az optimalizálás célfüggvényét.

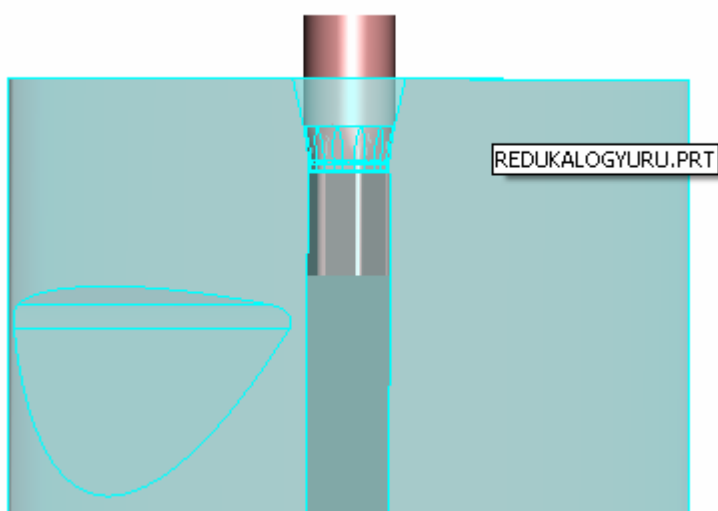
A rudak összhossza csak abban az esetben minimalizálható, ha a mérethálózat által meghatározott függvénynek van szélsőérték-minimuma. A peremfeltételek 1 fejezetben bemutatott példánál és az ahhoz hasonló mérethálózattal felépített négycsuklós mechanizmusnál a rudak összhosszának minimalizálása megvalósítható.

IRODALOMJEGYZÉK

- [1]. Hiram E. Grant: Munkadarabbefogó készülékek Példatár, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1970
- [2]. Horváth Imre - Juhász Imre: Számítógéppel segített gépészeti tervezés, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1996
- [3]. M. Csizmadia B. -- Nándori E.(szerk.): Mechanika mérnököknek Egyetemi tankönyv, Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 2003.
- [4]. Ifj. Dr. Sályi István: Mechanizmusok tervezésének elemei, Tankönyvkiadó, 1963.
- [5]. Halbritter Ernő – Jezsó Károly: Egy négycsuklós mechanizmus tervezésének lehetséges módja a Pro/Engineer felhasználásával. XII. Nemzetközi Gépész Találkozó, Csiksomlyó, 2004 április, pp.: 113-116.
- [6]. Dr. Jezsó Károly: Mechanizmusok, Egyetemi jegyzet, Miskolci Egyetemi Kiadó, 1999.
- [7]. Ferenczi Zoltán: Operációkutatás, egyetemi jegyzet, Széchenyi István Egyetem, NOVODAT Kiadó, 2004.
- [8]. Kőműves Roland: Személygépkocsi csomagtartó nyitó-csukó szerkezetének konstrukciós és gyártástervezése, Diplomamunka, Széchenyi István Egyetem 2005.
- [9]. Halbritter Ernő – Kozma István: CAD CAM alapjai, elektronikus jegyzet, Széchenyi István Egyetem Győr, HEFOP-3.3.1-P.-2004-06-0012/1.
- [10]. Halbritter Ernő – Kozma István: Képlékenyalakító technológiák számítógépes tervezése, / Kivágószerszám előterve, függő modellek készítése, párhuzamos tervezés /, Széchenyi István Egyetem Győr, HEFOP-3.3.1-P.-2004-06-0012/1.

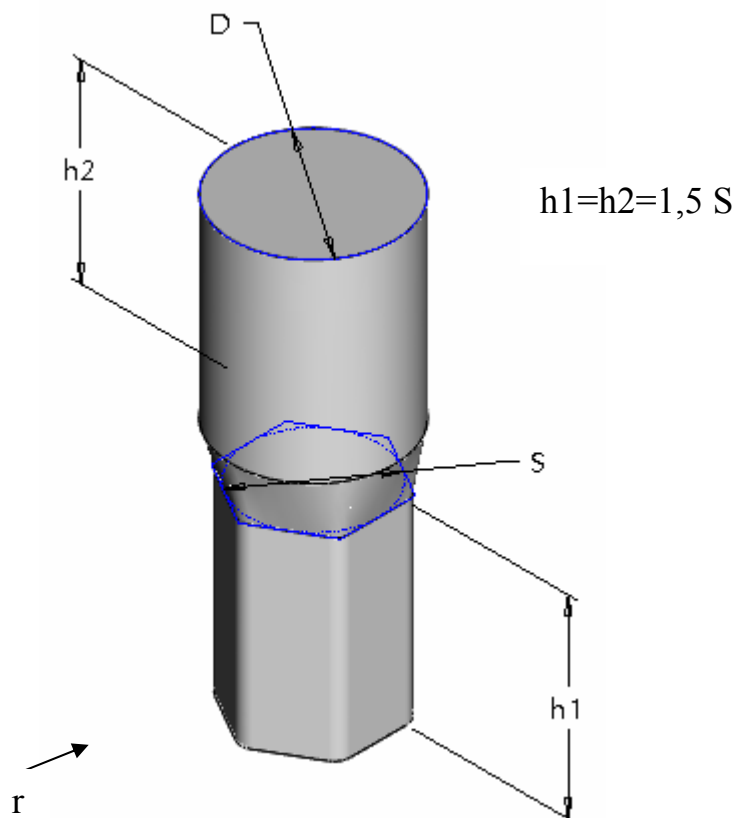
REDUKÁLÓSZERSZÁM TERVEZÉSE

Halbritter Ernő
Széchenyi István Egyetem



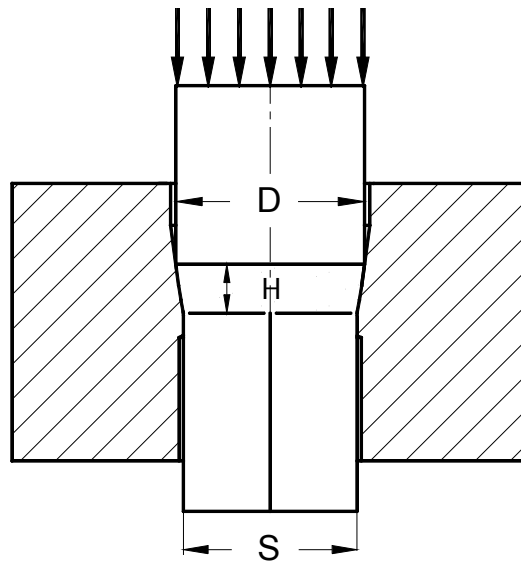
A REDUKÁLÁSSAL MEGOLDANDÓ FELADAT ISMERTETÉSE

Tervezzen képlékeny hidegalakító szerszámot az ábrán látható típusfeladathoz!



91. ábra
Munkadarab

A munkadarab gyártásánál huzalból induljunk ki, azt daraboljuk, majd alakítsuk készre redukálással, vagy előrefolyatással egy lépésben!



92. ábra
A redukálás elvi ábrája

Az "S" laptávolság az MSZ 220-84 alapján választható.

Laptávolság MSZ 220 – 84 szerint			
Sorszám	Névleges méret	Tűrés	r
1.	4,0	+ 0 - 0,18	0,5
2.	4,5		
3.	5,0		
4.	5,5		
5.	6,0		
6.	7,0	+0 -0,22	1
7.	8,0		
8.	9,0		
9.	10,0		
10.	11,0	+ 0 -0,27	1,5
11.	12,0		
12.	13,0		

1. táblázat
Szabványos laptávolságok

A hengeres és a hatlapú rész hossza a laptáv ismeretében adott / $h_1=h_2=1,5 S$ /. A hengeres és a hatlapú rész közötti ún. képlékeny alakítási zóna H magassága a D és az S méret alapján számítható ki. / Lásd később! / A D átmérő megegyezik valamelyik szabványos átmérőjű huzal névleges átmérőjével. Ez az átmérő az MSZ 17784-85 szerint választható. Az ármérő kiválasztásánál figyelembe kell venni, hogy a kiinduló huzal átmérője hibátlanul kiadja a munkadarab hatlapú részét, törekedve az anyagtakarékosagra, és a gyárthatóságra.

Képlékeny hidegalakításra szánt huzalok MSZ 17784 – 85 szerint		
Sorszám	Névleges átmérő	Tűrés
1.	4,37	+0 -0,08
2.	4,49	
3.	4,8	
4.	4,85	
5.	5,1	
6.	5,19	
7.	5,22	
8.	5,85	
9.	6,4	
10.	6,66	
11.	7,05	+0 -0,06
12.	7,8	
13.	8,87	
14.	9,8	
15.	10,69	+0 -0,08
16.	11,68	
17.	12,5	
18.	13,68	+0 -0,11
19.	14,5	
20.	15,68	

2. táblázat

Képlékeny hidegalakításra szánt huzalok

Részfeladatok

Készítsük el a munkadarab 3D-s geometriai modelljét a névleges méretekkel!

Határozzuk meg a kiinduló huzal darabolási méreteit!

Végezzünk gyárthatósági vizsgálatot!

Készítsük el a szerszám 3D-s geometriai modelljét!

A MUNKADARAB GEOMETRIAI MODELLJE

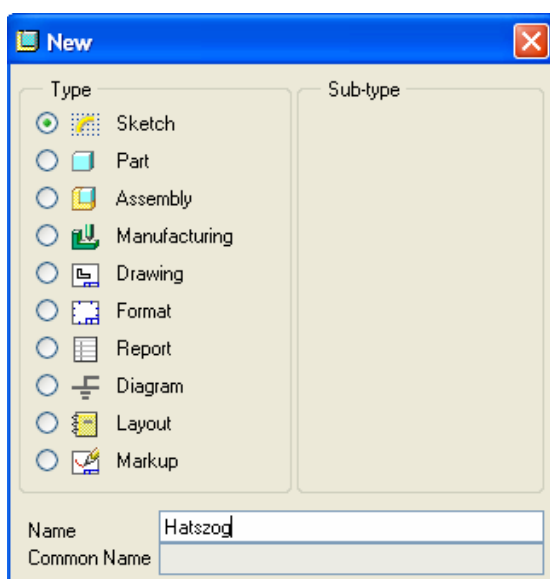
A feladat megoldásához először a munkadarabot modellezzük! A modellezés leglényegesebb része a hengeres és a hatszögletű rész közötti átmenet képzése. Az átmenetnél a kiinduló rúdanyag átmérőjének megfelelő körprofil kell szabályos hatszögprofillá alakítani. A hatszögnél előírt lekerekítést utólag készítsük el!

A hatszögprofil elkészítése külön vázlatként / *.sec /

Mint ismeretes a Pro/Engineer szoftvernél lehetőség van önálló vázlatkészítésre. Az ilyen vázlat később, a modellezés során behívható, felhasználható.



Az új fájl megnyitásánál válasszuk a Sketch opciót, adjunk a fájlnek elnevezést – Hatszog / 93. ábra / !

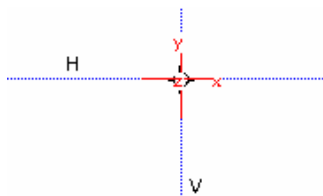
Az OK gombot megnyomva egy üres rajzterületet kapunk a vázlatkészítés eszközeivel.



93. ábra

Új fájl megnyitása vázlatkészítéshez

Középvonallal  húzzunk egymásra merőleges vonalakat és a metszéspontba helyezzük el a koordinátarendszert  az ábra szerint!

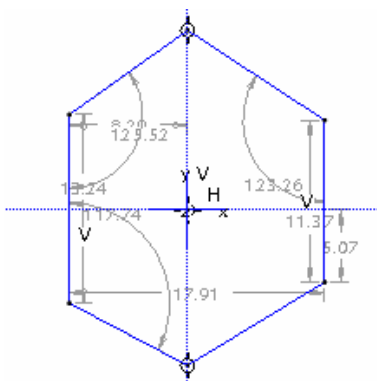


94. ábra

A koordinátarendszer felvétele

Ezzel egy kétdimenziós, koordinátatengelyekkel ellátott rajzterületet kaptunk, ahol a vázlatkészítés a szokásos módon elvégezhető.

Rajzoljuk meg durva vázlatként a hatszög 6 oldalát!

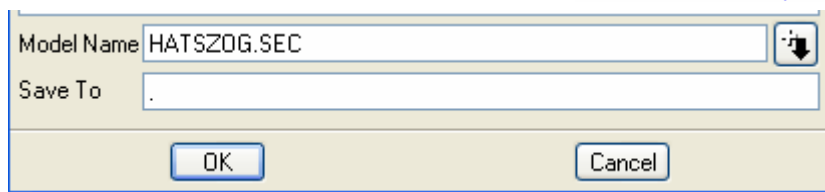
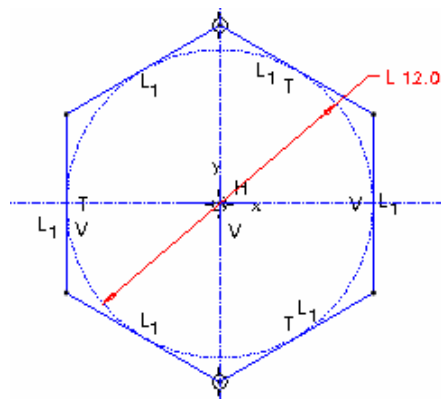


95. ábra
A hatszög durva vázlata

A geometriai kényszereket / pl. az oldalak egyenlőségét / úgy kell megadnunk, hogy egyedüli méret a laptávolságnak megfelelő méret legyen. A megoldásnál előnyösen alkalmazható a szerkesztőkör, illetve a szerkesztőkörhöz előírt érintőlegesség. Vegyük fel a laptávolságot 12 mm -re!

96. ábra
A kimentett vázlat képe

Mentsük ki a vázlatot / Save !/ A mentésnél a megjelenő párbeszédablakot lezárhatjuk / OK /.



97. ábra
A vázlat mentése a munkakönyvtárba

Ezt követően zárjuk be a fájlt / File ► Close Window !/

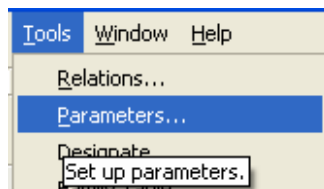
Az alakítási zóna létrehozása átmenettel

Előzetes számítás paraméterek felvételével

A kiadott feladatnál az átmenetet meghatározó vázlatok két párhuzamos síkon vannak. A Pro/E használatánál a párhuzamos síkok távolságát a vázlatkészítés után külön kell megadni. A párhuzamos síkok távolsága megfelel az alakítási zóna magasságának. Az alakítási zóna magasságát egy előzetes, leegyszerűsített számítással határozhatjuk meg.

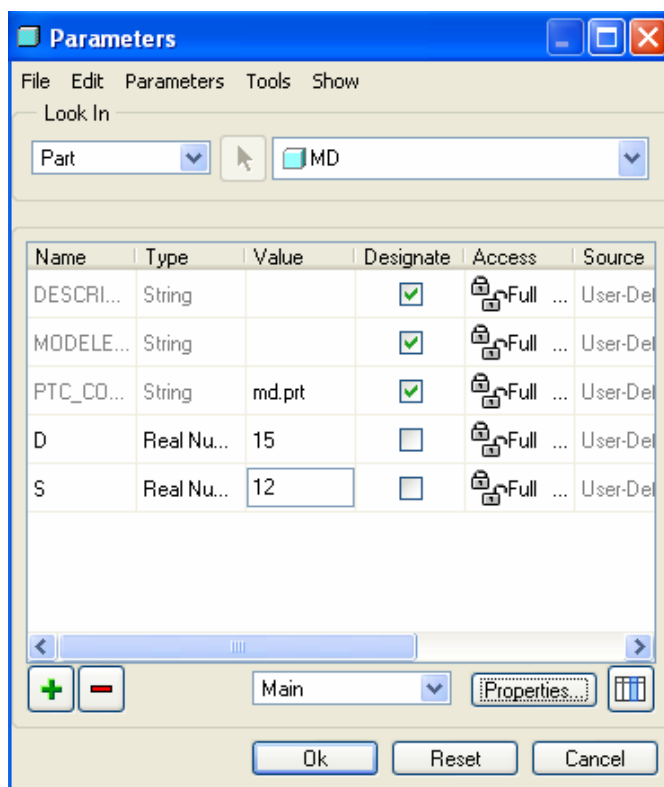
A gyakorlatban a kiinduló keresztmetszet is, és a redukált keresztmetszet is többnyire kör alakú. Ilyen esetekben az alakítási zóna egy csonkakúpnak felel meg. A csonkakúp félkúpszögét egyes helyeken egységesen $\alpha = 13^\circ$ -ra veszik fel. Ezen szög alapján meghatározható a képlékeny alakítási zóna H magassága. A számításnál $H = \frac{D - d}{2 \operatorname{tg} \alpha}$, ahol D kiinduló huzal átmérője, d redukált átmérő. Az adott feladatnál is ezt az összefüggést alkalmazzuk az alakítási zóna magasságának meghatározására némi módosítással. A módosított összefüggés $H = \frac{D - S}{2 \operatorname{tg} \alpha}$, ahol S a hatszög laptávolsága. Az értéket egytized mm pontosságra kell kerekíteni.

A számítást célszerű a Pro/E környezetén belül elvégezni. Az előzetes számítás elvégzéséhez vegyük fel a **D**, illetve az **S** paramétert, és adjunk azoknak értéket. A kiinduló huzal átmérőjét első közelítésként 15 mm - re vegyük fel!



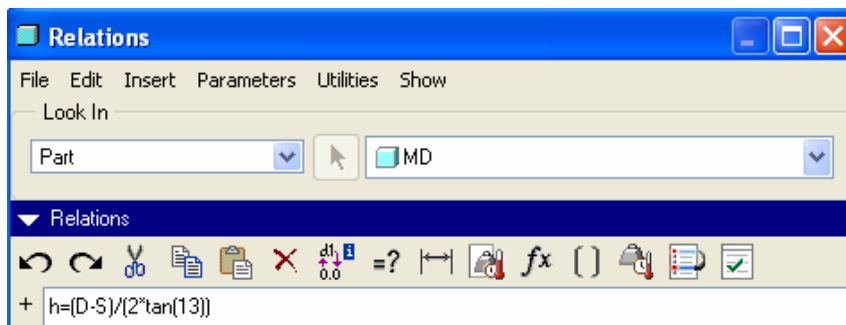
98. ábra

Paraméterek felvétele



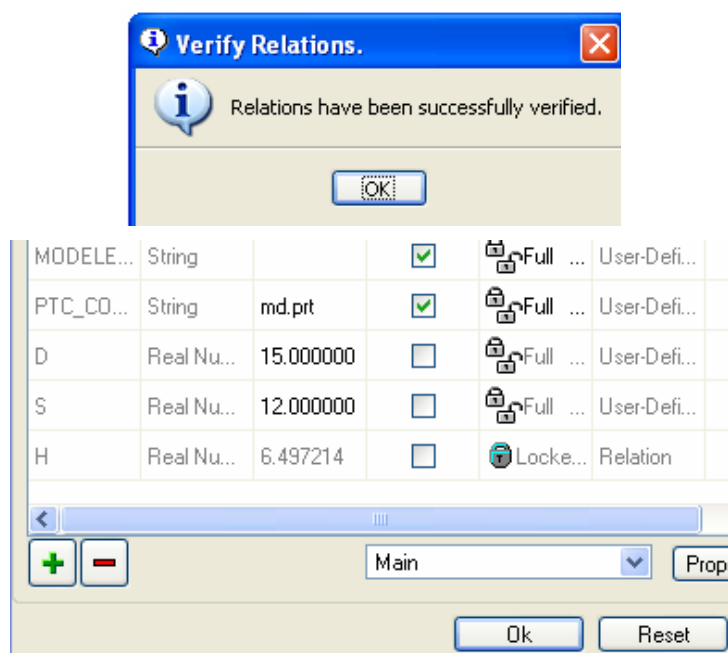
99. ábra
A paraméterek értéke

A felvett paraméterekkel tervezői összefüggést írhatunk elő / Tools / Relation /. Az összefüggések írásánál a szoftver nem tesz különbséget kis- és nagybetű között.



100. ábra
Az előzetes számítás elvégzése

A számítás helyességét leellenőrizhetjük, ha rákattintunk a Relation párbeszédablaknál a zöld pipára. A Verify Relations párbeszédablak üzenete szerint az ellenőrzés sikeres volt, a Relations párbeszédablak alján lenyitható Local Parameters ablakban pedig látható a H kiszámított értéke.



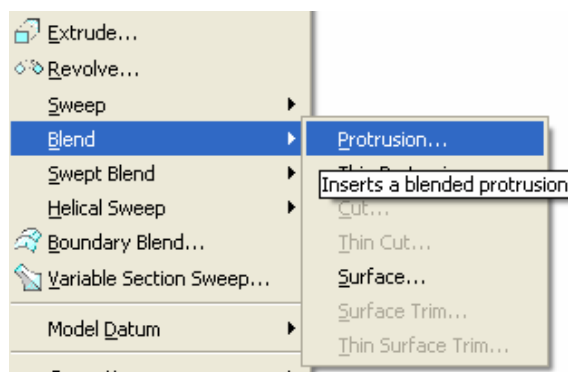
101.ábra

A mellékszámítás ellenőrzése

A felvett paramétereket / D, S /, a mellékszámítás eredményét / H / később kötjük össze a geometriai modellel.

Az átmenet / Blend / parancs kiadása, az átmenet tulajdonságainak megadása

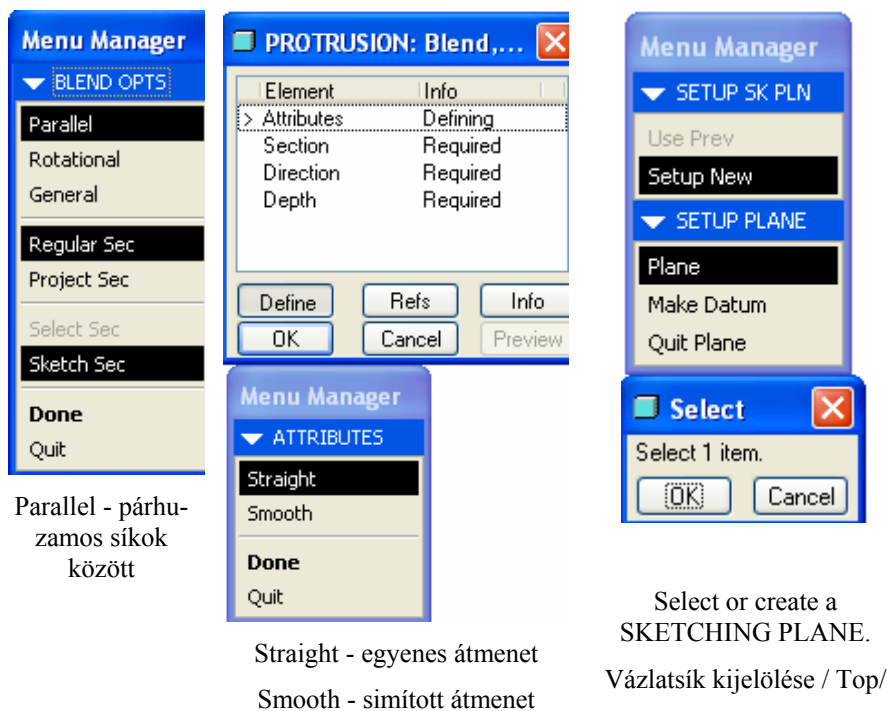
Kezdjünk egy új modellfájl munkadarab néven, majd hozzuk létre a bázistestet! A rúdanyagot hatszög-keresztmetszetűre alakítjuk. Az alakítási zónát átmenettel / Blend / hozzuk létre. Az átmenet parancsot az Insert menüben érjük el.



102.ábra

Az átmenet / Blend / parancs elérése

A redukálásnál a kiinduló rúdanyag és az alakítási zóna találkozásánál egyenes az átmenet, míg az alakítási zóna kilépő oldalán simított / 91. ábra /. Ezt a felemás megoldást úgy lehet modellezni, hogy egyenes átmenetet alkalmazunk, majd a kilépő oldalon utólagos lekerekítést végzünk. / Ha a redukálás helyett előrefolyást használunk, akkor a simított megoldást célszerű választani. /

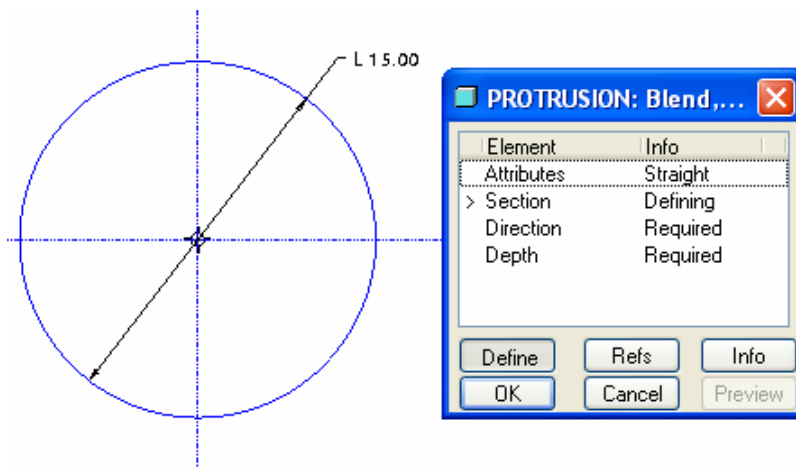


103. ábra

Az átmenet / Blend / parancs opciói

Az első vázlat felvétele

Az első vázlat legyen egy kör, melynek átmérője a kiinduló rúdanyag átmérőjének feleljen meg.

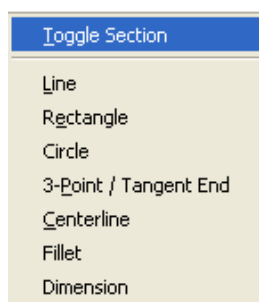


104. ábra

A kiinduló rúdanyag profilvázlata

A kört annyi részre kell osztani / szétvágni /, ahány vonaldarabból áll a következő vázlat. A szétvágást később, a hatszög profilvázlat behívása után végezzük el.

Térjünk át a második vázlat készítésére! Nyomjuk meg az egér jobb gombját és válasszuk a Toggle Section opciót!

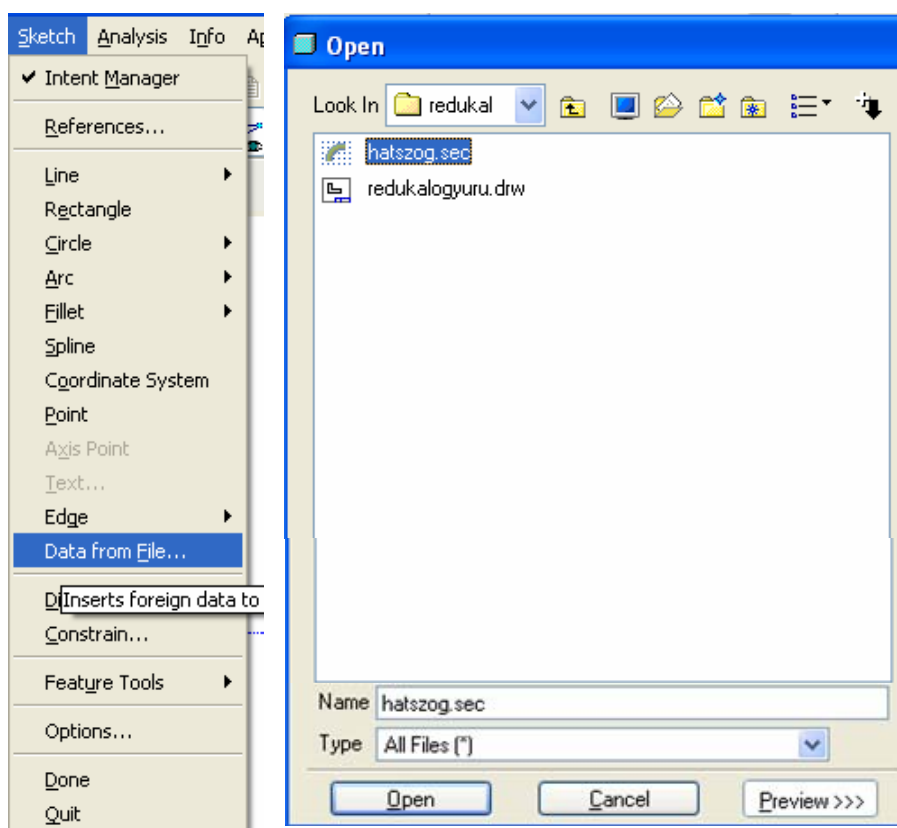


105. ábra
Vázlatváltáskor felbukkanó menü

A művelet eredményeképpen az első vázlat elszűrül.

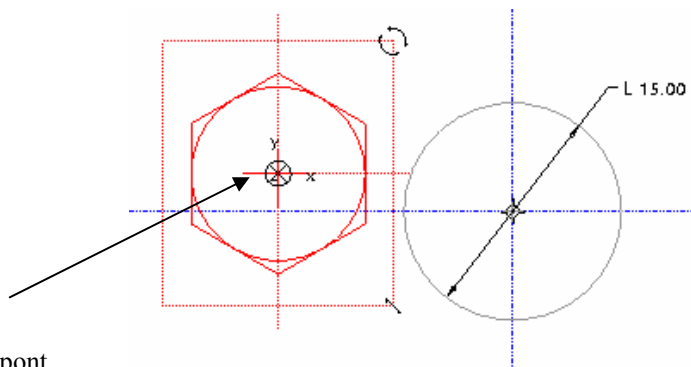
Az előre elkészített vázlat importálása

Az első vázlat elszűrült állapotában importáljuk az előre elkészített hatszog.sec vázlatot!



106. ábra
A vázlat megnyitása

A behívott vázlat megjelenik egy szaggatott vonallal körülhatárolt területen belül. A vázlatnak egy beillesztési pontja van, amit körrel, és benne keresztbe húzott vonalakkal ábrázolnak.



Beillesztési pont

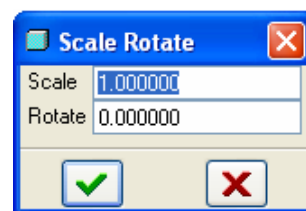
107. ábra
A megnyitott vázlat képe

A vázlat nagyítható, kicsinyíthető /Scale / és elforgatható / Rotate /.

108.ábra

A vázlat nagyítása, kicsinyítése és elforgatása

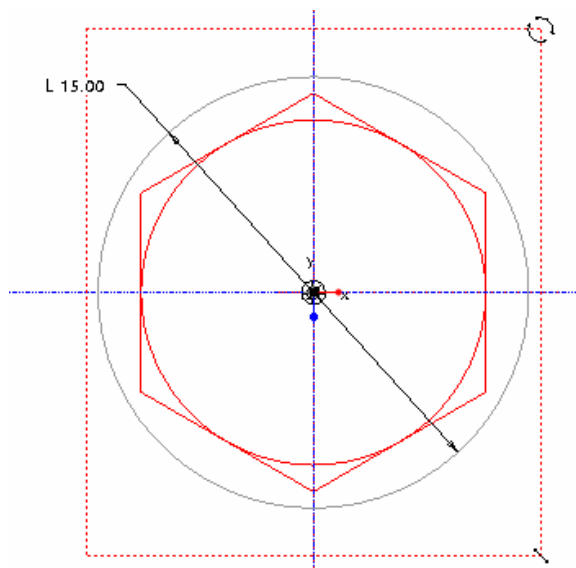
Állítsuk be az 1:1 méretarányt / Scale 1 / és fogadjuk el az elfordítás nélküli állapotot / Rotate 0.0 /! Egyelőre ne zárjuk le a zöld pipával a párbeszédablakot, hanem kattintsunk az egér bal gombjával a behívott ábra beillesztési pontjára, majd a beillesztési pontot mozgassuk el a kör középpontjába!



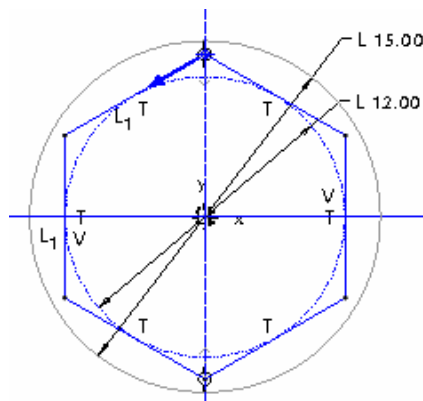
109.ábra

A vázlat helyének meghatározása az egér mozgásával

A sikeres művelet után kattintsunk a zöld pipára a vázlat méretarányát ill. beillesztési szögét megadó párbeszéd-ablaknál! Előfordul, hogy a behívott vázlatnál a geometriai kényszerek részint elvesznek, ilyenkor a vázlaton megjelenik a gyenge méret.



A bemutatott példánál a gyenge mérettel rendelkező oldalt egyenlő hosszúvá tettük a szomszédjával, minek hatására a geometria határozott lett.

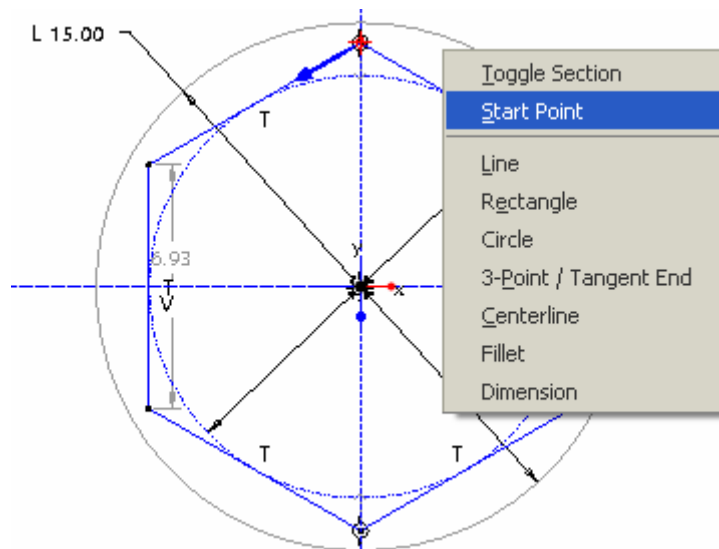


110.ábra
Az átmenet vázlatai

A vázlat haladási irányának módosítása

A behívott vázlaton egy nyíl látható. A nyíl az un. kezdőpontból indul és kijelöl egy haladási irányt. A hala-

dási irány megfordításához jelöljük ki a kezdőpontot , nyomjuk meg a grafikus képernyő fölött a jobb egérgombot és állítsuk be a Start Point opciót!



111.ábra
A haladási irány megváltoztatása

Osztópontok elhelyezése

A kör alakú vázlaton is alakítsunk ki egy kezdőpontot és annyi további csomópontot, amennyi a hatszögprofilnál van! A kezdőpont, illetve a csomópontok kialakításához először aktivizáljuk a körprofil vázlatát, majd azon osztópontokat helyezünk el. A körprofil aktivizálását a Toggle Section nyomógomb segítségével végezhetjük el. Az első váltásnál mindkét vázlat / a köralakú is és a hatszögletű is / elszürkül, majd a következő kapcsolásnál lesz az elsőnek megrajzolt vázlat aktív.

Rajzoljuk meg középvonallal a hatszög csúcspontjain át a hiányzó szimmetriatengelyeket! Helyezzük el az osztópontokat a szimmetriatengelyek és a kör metszéspontjaiban!

A vonalak osztására külön ikon áll rendelkezésre



Vegyük észre, hogy az osztópontok a referenciákhoz, a középvonalakhoz tapadnak!

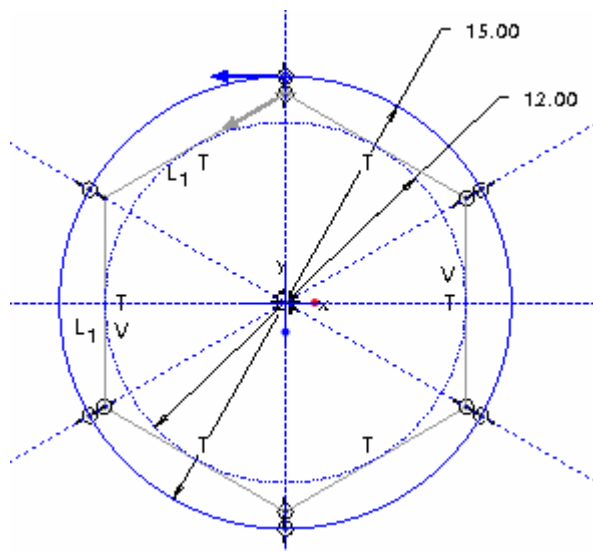
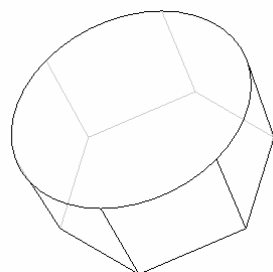
112.ábra

Az osztópontok elhelyezése



Zárjuk le a vázlat készítését, és adjuk meg a vázletsíkok távolságát!

/ Enter DEPTH for section 2 ► A megadott érték ideiglenesen legyen 6 mm! A pontos értéket az előzetes számításnál meghatároztuk / $H=6.49, 101.$ ábra /, későbbiekben ezt tervezői összefüggésként adjuk meg.

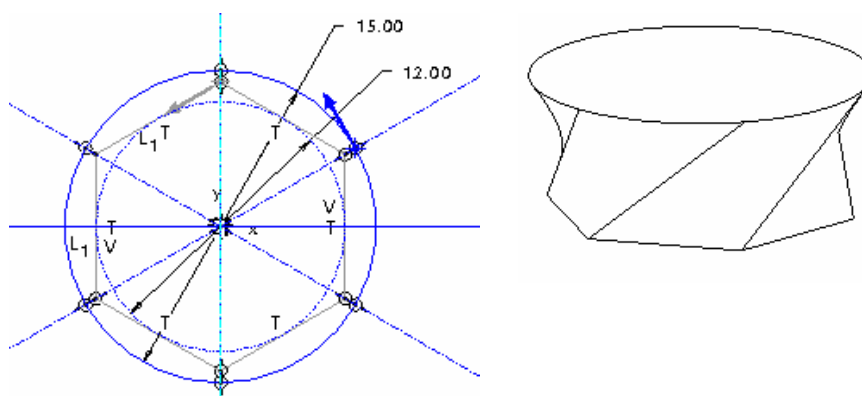


113.ábra

Az átmenet képe

A kezdőpont áthelyezése

A kezdőpontok áthelyezésével az átmenetnél egy csavart felület alakítható ki. Az ilyen lehetőség a középkeletű szoftvereknél többnyire nincs meg, ugyanakkor az egyenes átmenet lényegesen egyszerűbben oldható meg.



114.ábra

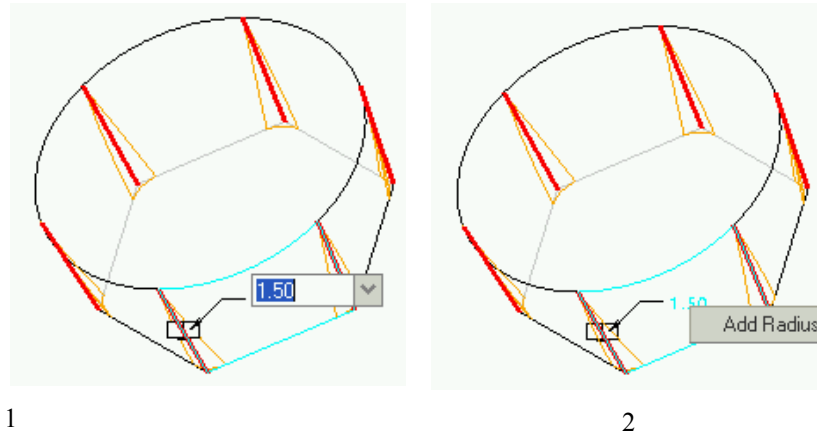
Csavartvonalú átmenet az osztópontok áthelyezésével

Változó sugarú lekerekítés előírása az élek mentén

A feladatkiírás szerint a hatszögletű részt egy előírt lekerekítéssel kell elkészíteni. A hatszögletű profilvázlat eleve készülhetett volna lekerekítéssel. Ez a megoldás tovább bonyolította volna az átmenet létrehozását, mert az osztópontok száma duplájára adódott volna. A lekerekítés utólag is elvégezhető. Az átmenet tulajdonképpen a képlékeny alakítási zóna. Ebben a zónában elősegítjük az anyagáramlást, ha a lekerekítési sugár értékét a körprofil felé haladva fokozatosan növeljük, azaz változó lekerekítést írunk elő.

Egy-egy él mentén két rádiuszt kell megadni a változó lekerekítéshez. Egyet az él elején, a hatszögnél, egyet az él végén, a körnél. A 12 mm-es laptávolságú hatszögnél a rádiusz értéke adott / R 1,5 /. A másik rádiuszt az elvégezhetőség figyelembevételével adjuk meg. A tapasztalatunk szerint a nagyobbik rádiusz értékét célszerű a kör átmérőjének 25 - 40 % - ára felvenni.

A lekerekítésnél az átmeneti zóna hat élét jelöljük ki egyszerre! A kijelölésnél közelítsük meg a kurzorral az átmeneti zóna egyik élét, és amikor az előválasztás jeleként az él elkékül, akkor kattintsunk egyet a jobb egérgombbal. Ennek hatására mind a hat él az előválasztás állapotába kerül. A sikeres előválasztást a bal egérgomb megnyomásával hagyhatjuk jóvá. A bal egérgomb megnyomásával a 115/1. ábrának megfelelő az él kijelölése. A 115/1. ábra azt is szemlélteti, hogy a rádiusz értékét hogyan lehet megváltoztatni. Egy méretrész átírását lehetővé tesszük, ha a méretrészre kettőt kattintunk a bal egérgombbal. Az ábrán látható 1,5 mm-es rádiusz a feladatkiírásnak megfelelően érték. A változó rádiusz megadása érdekében vigyük a kurzort a még állandó rádiusz értékéhez, várjuk meg az előválasztást, majd tartósan nyomjuk le a jobb egérgombot. Amikor megjelenik az Add Radius felirat / 115/2. ábra /, akkor a bal egérgombbal kattintsunk arra. A kattintás után minden élnél két rádiusz jelenik meg. A felső rádiuszok értékét utólag írjuk át!



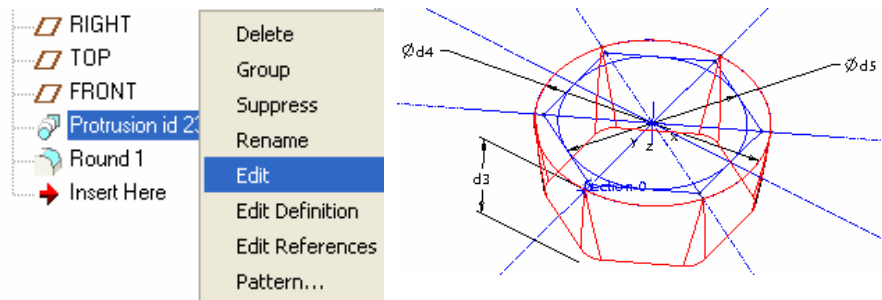
115.ábra

A változó sugarú lekerekítések megadása

Lezárva a rádiuszkészítést a modellfánál kezdeményezhetjük a méretmódosítást, illetve megtekinthetjük a méreteknak megfelelő kódokat.

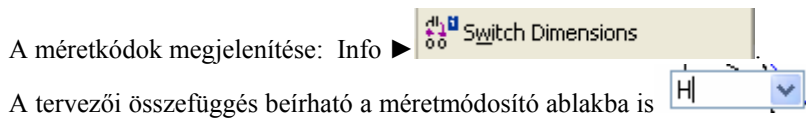
Tervezői összefüggések megadása

Rendeljük hozzá az átmeneti zóna méretkódjaihoz a korábban felvett paramétereket / $d3=H$, $d4=D$, $d5=S$ /!



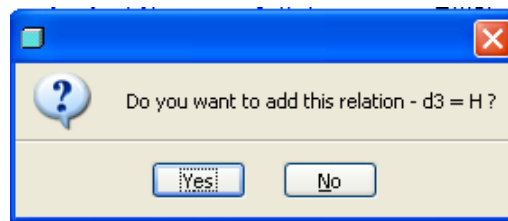
116.ábra

A méretszámok / méretkódok / előhívása



A méretkódok megjelenítése: Info ▶

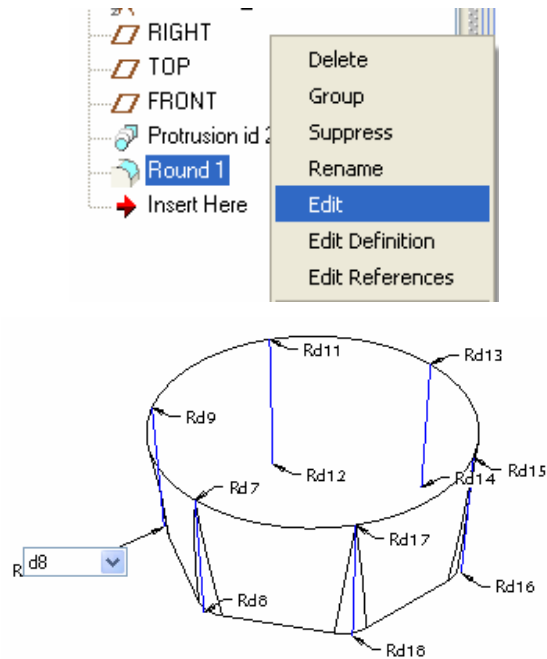
A tervezői összefüggés beírható a méretmódosító ablakba is. Ilyenkor az egyenlőség jelet nem kell beírni, de a szándékunk megerősítését kéri a szoftver.



117.ábra

A tervezői összefüggés megerősítése

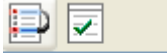
A kódokkal írhatjuk elő az azonos rádiuszok egyenlőségét / pl.: $d_{10}=d_8$; $d_{12}=d_8$, stb. /.



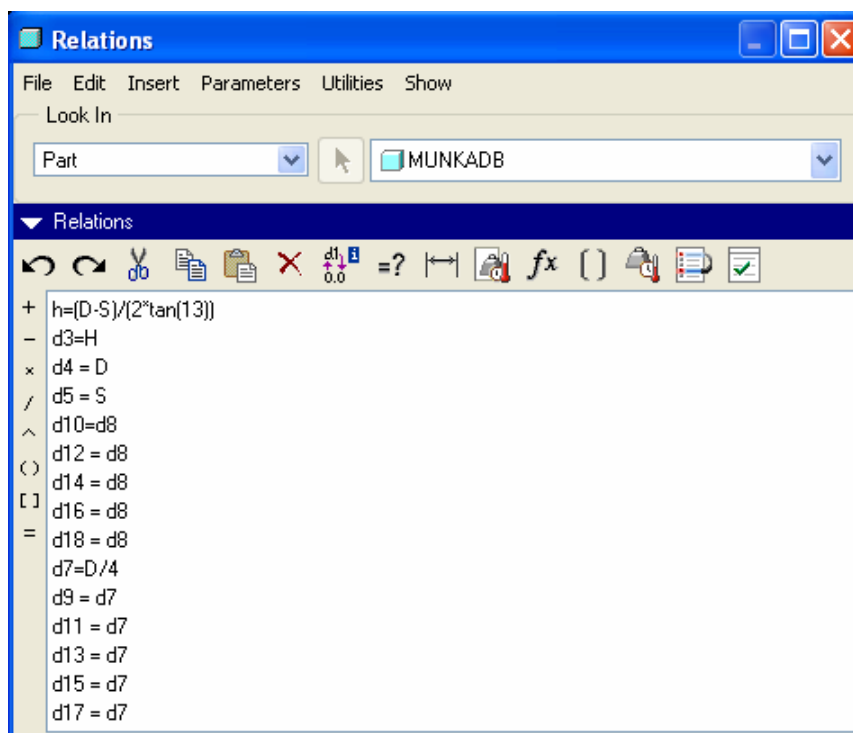
118.ábra

A változó sugarú lekerekítések megadása, tervezői összefüggések előírása

A felső rádiuszok a megadott tervezői összefüggés alapján egyenlők, és az értéküket a d7 jelölésű méret határozza meg. Vegyük fel a d7 méretet a kiinduló átmérő negyedére / $d_7=D/4$ /. A tervezői összefüggést írjuk be a Relations párbeszédablakba / Tools ► Relation /. A szoftver képes rendezni a tervezői összefüggések



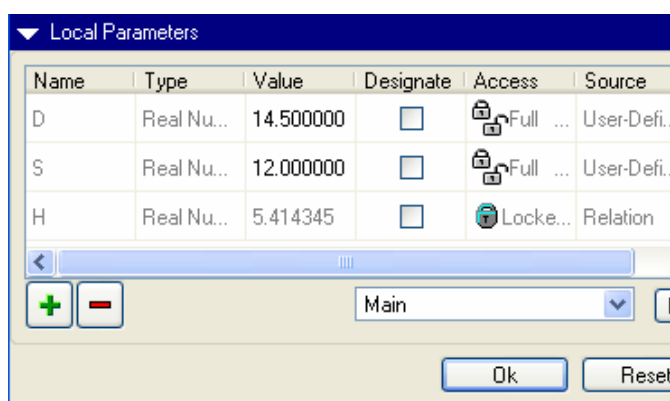
sorrendjét **Sort relations** . A rendezésnél a $d_7=D/4$ összefüggés előzze meg a $d_9=d_7$, stb. összefüggéseket!



119.ábra
Tervezői összefüggések

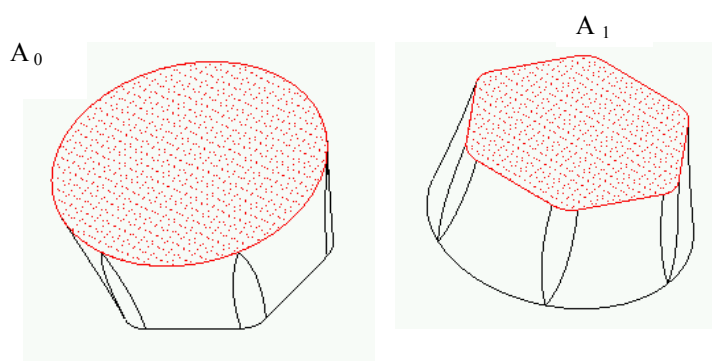
A tervezői összefüggések működését ellenőrizzük le, változtassuk meg a kiinduló ártérő értékét a 2. táblázat méretválasztéka szerint, majd frissítsük a modellt!

120.ábra
A kiinduló átmérő módosítása



Gyárthatósági vizsgálat mérésépítőelemek alkalmazásával

A nagymértékű keresztmetszet-csökkentés jelentős alakítási erőt igényel. A redukáló erő növelésével a felzömülés veszélye áll fenn a kiinduló hengeres résznél. A zömülésmentes redukálás érdekében korlátozni kell az alakváltozás értékét. Az alakváltozás kifejezhető a kiinduló huzal A_0 , és a lekerekített, szabályos hatszög alakú rész A_1 keresztmetszetének hányadosával.



121.ábra
A kiinduló és a redukált keresztmetszet

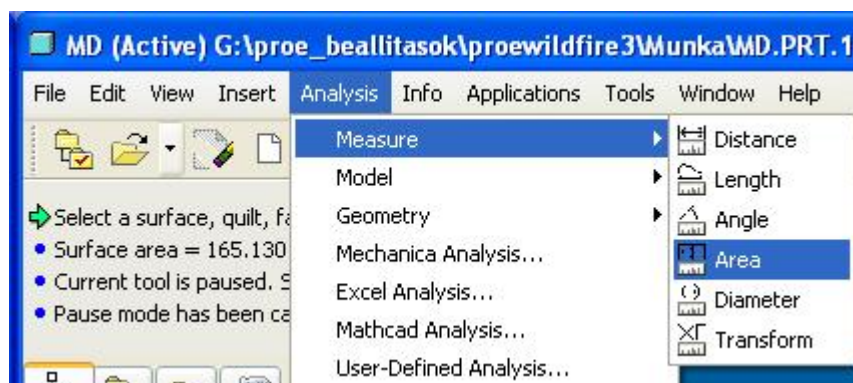
A zömülésmentes redukálással elérhető alakváltozás értékét több tényező befolyásolja. Itt leegyszerősítve a problémát, a megvalósítható logaritmus alakváltozás értékét a $\varphi_r = \ln \frac{A_0}{A_1} \leq 0,25$ összefüggéssel korlátozzuk.

A pontosabb érték meghatározásához javasoljuk a végeelemes vizsgálatot.

A keresztmetszetek lekérdezésére méréseket kell végeznünk. Az **Analysis** legördülő menüből válasszuk ki a Measure-t / 122. ábra /.

Az előugró ablakban a mérés típusának /**Type**/ válasszuk a terület /**Area**/ opciót. Jelöljük ki a mérni kívánt felületet. Az eredmény a **Results** ablakban látható / 124. ábra /.

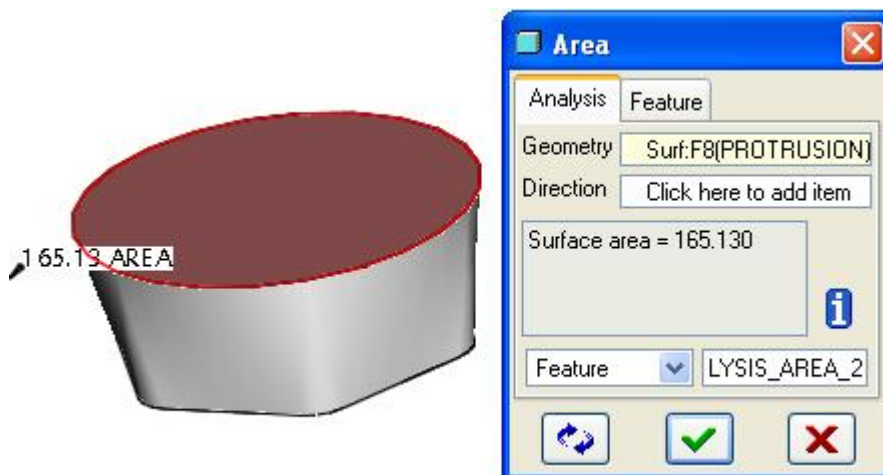
Az **Add Feature** gomb megnyomásával vegyünk fel a mérésépítőelemet! Ezt mind a két felületen (A0, A1) végezzük el! Az építőelemek neve legyen A0, illetve A1. A két új építőelem megjelenik a modellfán / 123. ábra /. A mért értékek az A0 és A1 építőelemek paraméterei.

**122.ábra**

Az Analysis legördülő me

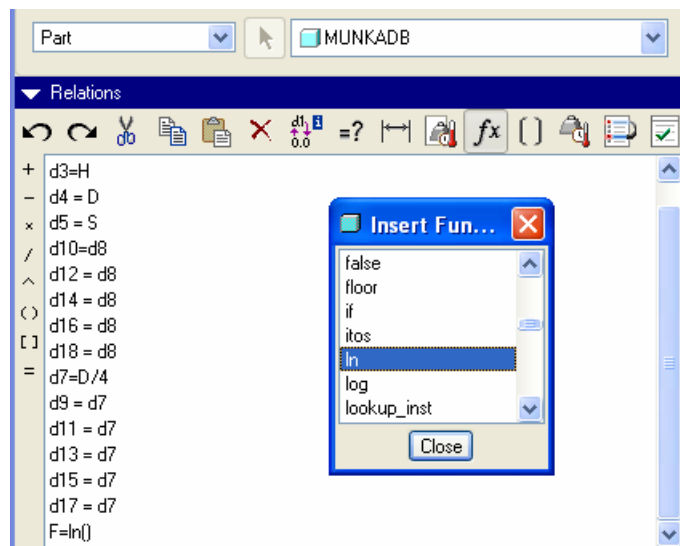
**123.ábra**

Az A0, A1 építőelemek a modellfán

**124.ábra**

Terület meghatározása


A keresztmetszetek ismeretében számítsuk ki a logaritmikus alakváltozás értékét! A számítást tervezői összefüggésként írjuk elő / Tools ► Relation /! A tervezői összefüggés beírásánál használjuk a beépített függvényeket /pl. ln /!

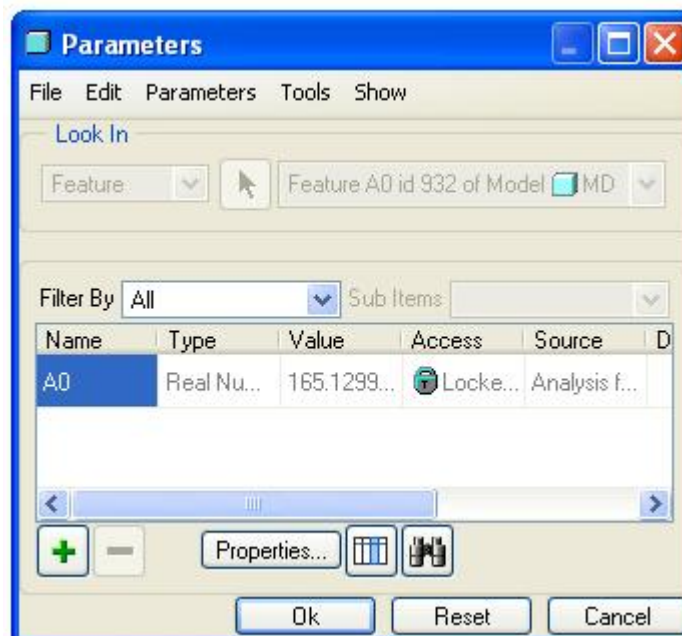


125.ábra

Beépített függvények /*fx*/ használata a tervezői összefüggések megadásánál

A beírandó összefüggésnél hivatkozni kell a mérés építőelemekhez tartozó paraméterekre. A paraméterek

beillesztését a Relations párbeszédablakhoz tartozó ikon  teszi lehetővé. Az ikonra kattintva egy újabb párbeszédablak jelenik meg. Mivel a mért értékeket építőelem-paraméterként tároltuk, ezért a Select Parameter ablaknál a Feature opciót kell beállítani. A beállítás után jelöljük ki az A0 építőelemet a modellfán. A kijelölés hatására az A0 építőelemhez rendelt terület / AREA / értéke / Value / megjelenik a párbeszédablakban, amit az Insert Selected nyomógomb megnyomásával illeszthetünk a tervezői összefüggésbe.




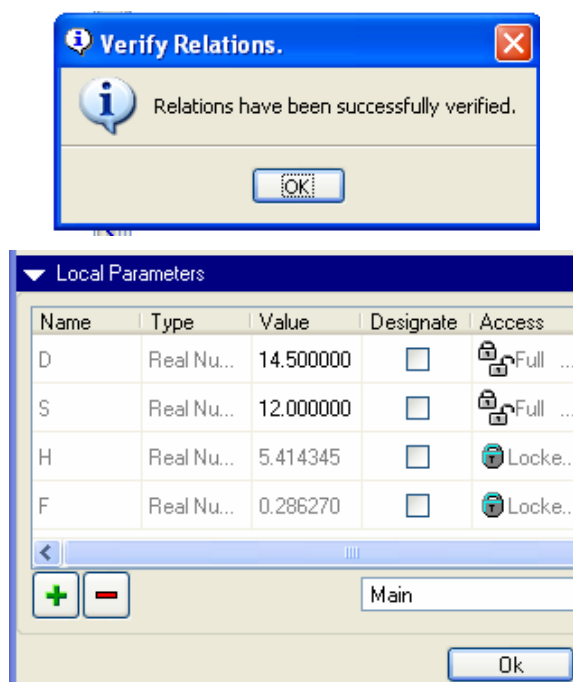
126.ábra

Építőelemhez kötött paraméternek a beillesztése egy tervezői összefüggésbe

A mért értékekre hivatkozva a $\varphi_r = \ln \frac{A_0}{A_1}$ összefüggésnek megfelelő tervezői összefüggés

$F = \ln(\text{AREA:FID_232}/\text{AREA:FID_233})$. A hivatkozásnak egy másik formája is lehetséges / $F = \ln(\text{AREA:FID_A0}/\text{AREA:FID_A1})$ /.

Ellenőrizzük az összefüggés helyességét, kattintsunk a Relation párbeszédablaknál a  zöld pipára. A Verify Relations párbeszédablak üzenete szerint az ellenőrzés sikeres volt. A Relations párbeszédablak alján lenyitható Local Parameters ablakban látható az F kiszámított értéke / $F=0,286$ /.




127.ábra

Az alakváltozás nagyságának számítása mérésépítőelemek alkalmazásával

A H és az F számított értékek, melyeket a Local Parameters ablaknál változtatni nem lehet. Erre utal az Access oszlopban látható jelképes zárt lakat a Locke megjegyzéssel.

A kapott eredmény / $F=0,286$ / alapján megállapíthatjuk, hogy a 14,5 mm-es kiinduló átmérő esetén a felzömülés veszélye áll fenn. Csökkentsük a kiinduló átmérőt, válasszunk a 2. táblázatból egy fokozattal kisebb átmérőt / $D=13,68$ /!

Ha a sikeres frissítés után rögtön megtekintjük az alakváltozás értékét, akkor azt tapasztaljuk, hogy az nem változott az előzőekhez képest. Vigyük a kurzort az $F = \ln(\text{AREA:FID_A0}/\text{AREA:FID_A1})$ sorra, és végez-

tessünk el egy ellenőrzést, azaz kattintsunk a Relation párbeszédablaknál a  zöld pipára! Az ellenőrzés után a szoftver már kiszámolja az alakváltozás értékét.

Name	Type	Value	Designate	Access
D	Real Nu...	13.680000	<input type="checkbox"/>	Full ...
S	Real Nu...	12.000000	<input type="checkbox"/>	Full ...
H	Real Nu...	3.638440	<input type="checkbox"/>	Locke...
F	Real Nu...	0.169829	<input type="checkbox"/>	Locke...

128.ábra

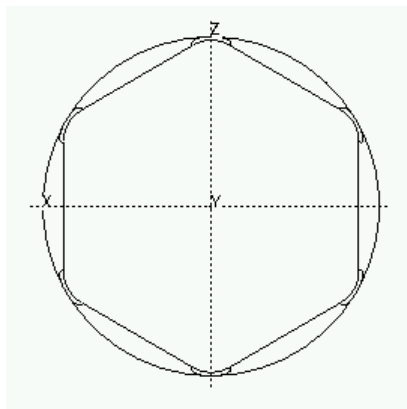
A helyi paraméter új értéke

Tervezői összefüggéseket több szinten is meg lehet adni (pl.: vázlat, építőelem, alkatrész stb.). A szinteket a Look In alatt található legördülő menüknél állíthatjuk be.

A mi esetünkben az összefüggéseket alkatrész szinten / a legfelső szinten / adtuk meg, de az $F=\ln(\text{AREA:FID_A0}/\text{AREA:FID_A1})$ összefüggés kiszámításánál a paraméterek értékét alacsonyabb szintről (építőelem) kell behívni. Ezt a behívást biztosítottuk az összefüggés ellenőrzésénél, és ezt lehet biztosítani egy ismételt frissítésnél is.

A kapott eredmény alapján megállapíthatjuk, hogy a 12 mm laptávú hatszög a 13,68 mm átmérőjű huzalból zömülésmentesen redukálható.

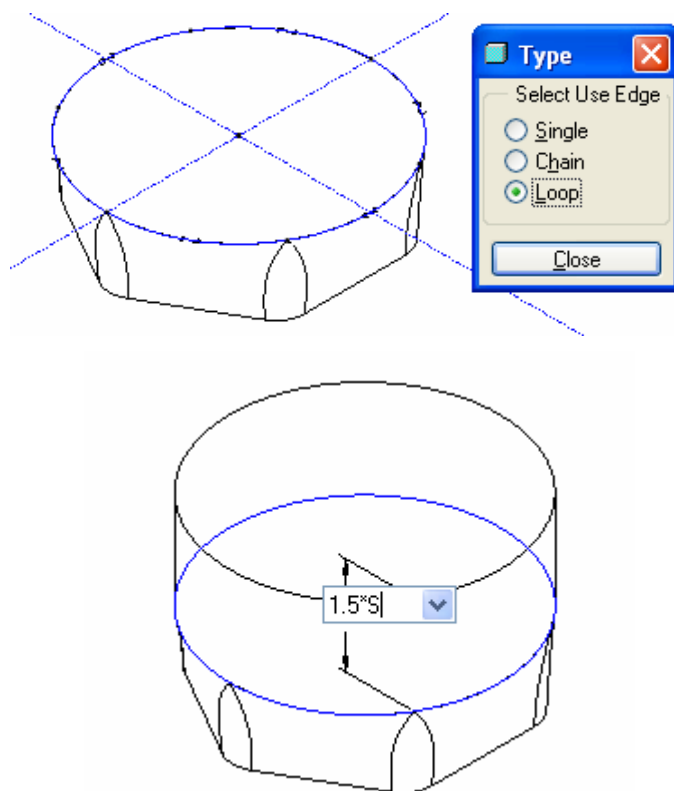
A gyárthatóságnál az is fontos, hogy a kiinduló huzalátmérő egyértelműen biztosítsa a hatszögprofil. Az átmeneti zóna alulnézeti képén láthatjuk, hogy a kiinduló átmérő mennyivel nagyobb a hatszög köré írt kör átmérőjénél. Ha az átmérők között nagyon kicsi a különbség, akkor az anyagáramlás szempontjából az kedvezőtlen lesz. A 129. ábrán látható esetet határesetként fogadjuk el. A bemutatott példánál az alakváltozás értéke $\varphi=0,17$ / 128. ábra /. Ettől kisebb alakváltozást ne engedjünk meg. Ha nincs megfelelő választási lehetőségünk, akkor válasszunk nagyobb átmérőt, és előrefolyatással oldjuk meg a feladatot!

**129.ábra**

A kiinduló és a hatszögprofil méretének összehasonlítása.

Vázlatkészítés a meglévő élek vetítésével /az átmenet előtti és utáni rész kialakítása /

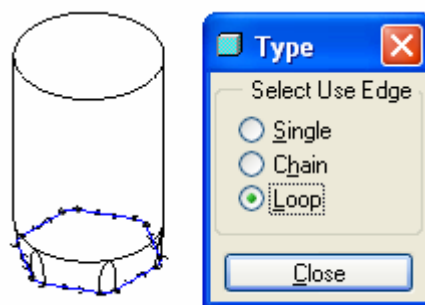
Az átmenet előtti és utáni részt extrudálással célszerű előállítani a meglévő élek átvételével. Először vegyük fel a vázlat síkot az átmeneti zóna felső lapján, referenciáknak válasszuk az élekben látszó koordinátasíkokat! A vázlatkészítés tulajdonképpen az élek másolásából áll. Az élek másolásánál használjuk a Loop / hurok / opciót! A kihúzás mérete a feladatkiírás értelmében a laptávolság másfélszerese. Az erre vonatkozó tervezői összefüggést utólag, alkatrész-szintű összefüggéssel adjuk meg.

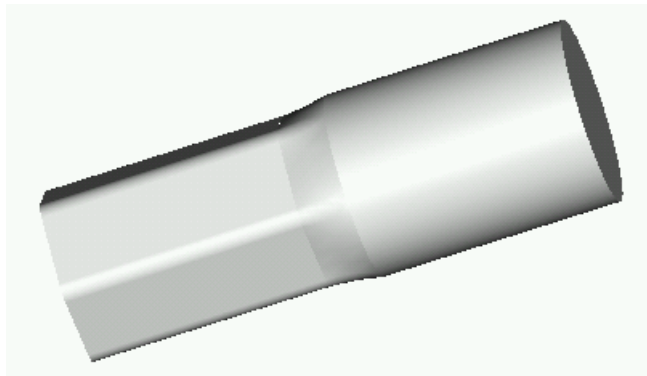
**130.ábra**

Az átmeneti zóna felső élének átmásolása, kihúzása

Az átmeneti zóna alsó lapján hasonlóan végezhetjük el a kihúzást. A kihúzás mélysége a laptáv másfélszerese.

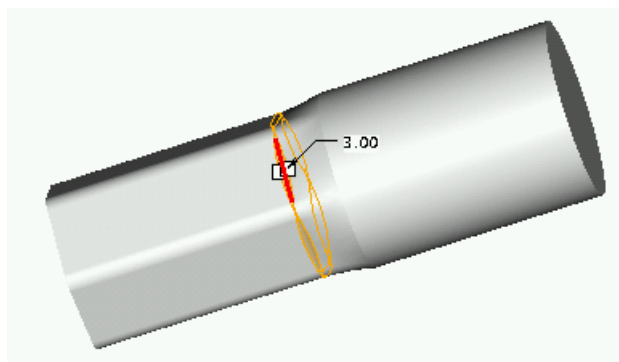
131.ábra
Az átmeneti zóna alsó élének átmásolása, kihúzása



**132.ábra**

A kihúzások után a munkadarab képe

Az ábrán látható, hogy a képlékeny zóna határainál törés van a modellnél. A hengeres résznél, - a belépő oldalon - a törés a technológiából adódik. A kilépésnél lekerekítést kell előírni. A lekerekítés a képlékeny alakítási zónához tartozik. Ha azt akarjuk, hogy az átmeneti zóna hossza ne változzon / jelenleg 3,64 mm /, akkor az érintőkúp félkúpszöge / jelenleg 13° / fog változni. A félkúpszög túlzott növekedése a képlékeny alakításnál növeli az anyagáramlás energiaszükségletét. A kimeneti oldalon a túl kicsi rádiusz hasonló okok miatt kedvezőtlen, ugyanis a kicsi rádiusz a kilépő oldalon az anyagáramlás hirtelen irányváltással jár. Az adott feladatnál eltekintünk a rádiusz optimalizálásától. A rádiusz értékét vegyük fel a mindenkori laptáv negyedére, és engedjük meg, hogy a rádiusz a képlékeny alakító zóna méretét növelje. Ügyeljünk arra, hogy a lekerekítés körbefutó legyen. Körbefutó lekerekítést kapunk, ha a kijelölésnél az előválasztást követően a jobb egérgombbal duplán kattintunk, majd a kiválasztást bal egérgombbal megerősítjük. A lekerekítés körbefutó kijelölése esetenként sikertelen. Ilyenkor a Pro/E számolási pontosságát kell növelni / EDIT ► SETUP ► Accuracy ► Enter Value - pl. 0.003 /.

**133.ábra**

Lekerekítés előírása az átmeneti zóna kilépő oldalán

A kiinduló huzal hosszának megadása mérésépítőelem alkalmazásával

A darabolási hossz a kiinduló keresztmetszet és a modell térfogata alapján számítható ki. A szoftverrel térfogatmérést is végezhetünk. A térfogat lekérdezéséhez az Analysis legördülő menüből válasszuk ki a Model Analysis... mezőt!



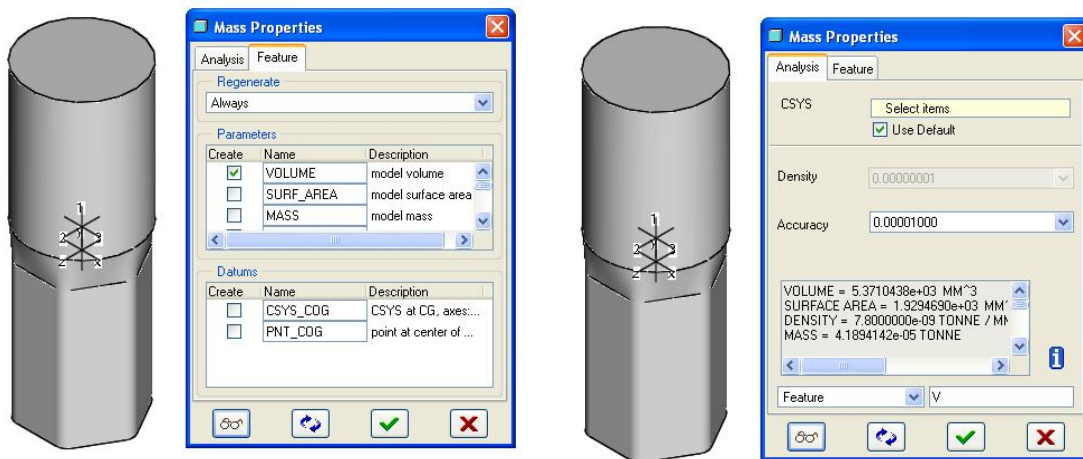
134.ábra
A Model Analysis elérése

A térfogatméréshez a Model Analysis ablakhoz tartozó Type legördülő menüből a Model Mass Properties opciót kell kiválasztani.

Az ablak alsó részén található Compute gomb megnyomásával jelennek meg a mérési eredmények. A mérési eredmények közül számunkra a térfogat / Volume / a fontos. Az Add Feature gombra kattintva egy mérés építőelemet hozunk létre, amely paraméterként tartalmazza a térfogatot.

A kiinduló huzal darabolási hosszának kiszámításához tervezői összefüggést kell alkalmaznunk / Tools ► Relations.../.


Az előugró Relations ablakba kell beírni az $L_{ki} = \frac{V}{A_0}$ képletnek megfelelő összefüggést.



135.ábra
A geometriai modell térfogatának számítása

Tervezői összefüggéseket több szinten is meg lehet adni. Állítsuk be az alkatrész / Part / szintet! Írjuk be összefüggésnek az: $L=...$

Az egyenlőség után a térfogatot kell folytatásként beírni. Mint már ismeretes az összefüggésbe beírhatunk

már meglévő paramétereket /  /. A párbeszédablaknál válasszuk a Feature / Építőelem / beállítást, majd

a modellfán jelöljük ki az előbbieken létrehozott Analysis1 építőelemet! Ekkor kapunk egy listát az építőelem paramétereiről / 136. ábra /.



136.ábra

A paraméterek listája

Válasszuk ki a térfogatot / Volume /, majd kattintsunk az Insert Selected gombra. Ennek hatására a kiválasztott paraméter azonosító nevével már folytatható a kiinduló huzal darabolási hosszának számítása $L=4*VOLUME:FID_608$. A FID_608 kód az építőelem azonosító neve.

A keresztmetszet azonosító nevét hasonlóan megkeresve és beillesztve az összefüggés:

$L=VOLUME:FID_608/AREA:FID_232$. Ellenőrizzük le az összefüggés helyességét  !

Ezután a paraméterek listájában megjelenik az L, mint paraméter, és mellette az értéke is. Az OK gomb megnyomásával zárjuk be az ablakot. Ezzel meghatároztuk a kiinduló huzal darabolási hosszát.

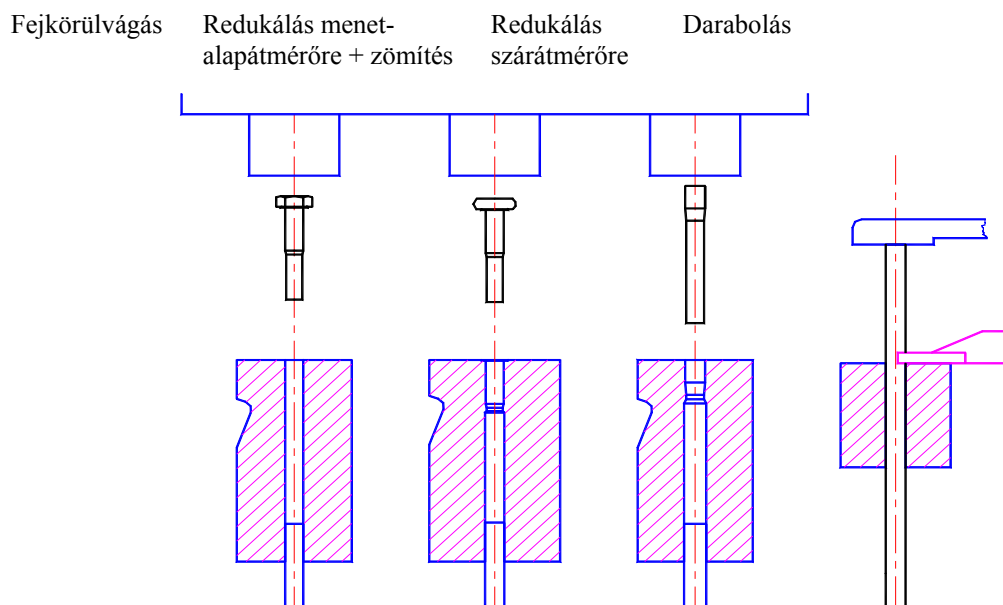
REDUKÁLÓ SZERSZÁM GEOMETRIAI MODELLJÉNEK ELŐÁLLÍTÁSA

Konstruktív szempontok a redukálógyűrűk kialakításához

A számítógéppel segített tervezésnek /CAD / és gyártásnak /CAM / egyik leggyakoribb területe a szerszámtervezés és szerszámgyártás.

A szerszámtervezésnél mindig az elkészítendő munkadarabból indulnak ki, figyelembe veszik a munkadarab gyártására felhasznált gép / szerszám / csatlakozó méreteit és bizonyos technológiai, szerszámkonstruktív szempontokat. A szerszámtervezés többnyire alkotó és nem reprodukáló munka. A munka jellegéből adódik, hogy a kiadott feladatnál is létezhet nyitva maradt kérdés, a szerszámtervezőtől függő megoldás. Az egyéni megoldások gyakran valamilyen ismeretanyagra épülnek. Ilyen ismeretanyagot közlünk ebben a fejezetben.

A tervezési feladatnál csapszeggyártó célgépek / BOLTMAKER / használatát feltételezzük. Ezeket a célgépeket főleg a csavargyártásra használják.



137.ábra

Csavargyártás a felhasználásra kerülő célgépen

Mint már ismeretes, az adott feladatnál huzalból indulunk ki és az egyszerűség kedvéért csak darabolási, illetve egyszeri redukálási műveletet végzünk.

A csapszeggyártó célgépeknél általában egyszeresen foglalt redukáló gyűrűt használnak keményfém betéttel, illetve acél foglalgógyűrűvel. A redukálógyűrű geometriai modellezésénél eltekinthetünk a foglalástól, azaz a szerszám lehet egyrészes is.

A redukáló gyűrű külső befoglaló alakját és méretét a gép csatlakozó méretei határozzák meg. Három géptípusra vonatkozóan adjuk meg a csatlakozó méreteket. A gépek típusmegjelölése BOLTMAKER 5/16", BOLTMAKER 3/8" és BOLTMAKER 5/8".

A megjelölésben szereplő számok a kiinduló huzal maximálisan megengedett átmérőjére vonatkoznak angol hosszegységben.

A kiinduló huzalok maximálisan megengedett átmérője, a kész munkadarabok megengedett teljes hossza metrikus hosszegységben, valamint a különböző nagyságú gépek percenkénti kettőslöketeinek a száma a következő táblázatban láthatók:

Gép	Huzal maximális átmérője / mm /	A munkadarab maximális hossza / mm /	Löketszám KL/min
5/16 ”	8	80	90
3/8 ”	9,5	90	80
5/8 ”	16	160	60

A táblázatban megjelölt átmérőjű huzaloknál hidegalakításra szánt acélok esetén a redukálást elvégezhetőnek tekintjük, ha a redukálásnál az alakváltozás értéke $\varphi_r \leq 0,25$.

A redukáló-gyűrű geometriai kialakításánál vegyük figyelembe a következő szempontokat:

A redukáló-gyűrű homloklapján célszerű egy bevezető kúpot és egy bevezető hengert kialakítani. A bevezető kúp alkalmazása csökkenti a nyersdarab adagolási pontosságával szemben támasztott követelményeket. A bevezető kúp szögértéke $2\alpha / 10^\circ$ és 40° között változhat, a kúpos rész hossza az anyagátmérő $1/4$ -e, $1/3$ -a.

A bevezető henger átmérője kissé nagyobb, mint a kiinduló anyagé, mélysége kb. a kiinduló átmérő fele. A bevezető henger alkalmazásával az igénybevétel a gyűrű homlokfelületéről eltolódik.

A bevezető henger elhagyása esetén a bevezető kúp mélységét növelni kell.

A kalibráló rész hossza 0,08 és 1,5 mm között változik. A kalibráló rész a redukáló gyűrűnek az a része, amely meghatározza a munkadarab végső alakját, méretét. Ezen a részen nem változik a szerszámüreg keresztmetszete. A kisebb érték mellett csökken az anyag súrlódása, a nagyobb érték pedig az élettartam szempontjából kedvezőbb. A kalibráló rész ármérőjét / laptávolságát / előnyös a redukálásnál a $türés / d_{h11}$ / minimumára tervezni, mert akkor a szerszám némi kopás után is használható, felújítható, illetve a redukálást követő kismértékű rugalmas méretnövekedés nem okoz problémát.

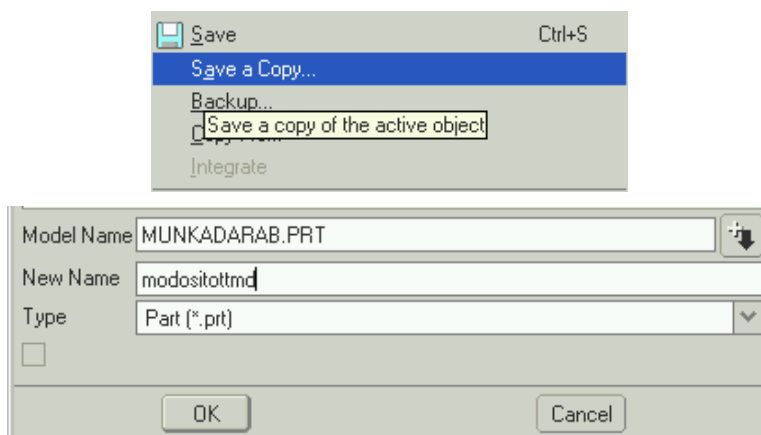
A kalibráló rész / redukáló váll / után egy kúpos rész következik, majd a kifutó furatátmérő. A kúpos rész hossza, hajlásszöge nem játszik szerepet. A kifutó furatátmérő kb. 0,1 milliméterrel nagyobb, mint a redukáló váll legnagyobb mérete, a sokszög köré írt kör átmérője. Ez elég nagy ahhoz, hogy lehetővé tegye az anyag szabad eltávozását és elég szűk ahhoz, hogy megvezesse a kilőkőcsapot, amely a munkadarabot kilöki a matricából.

Módosított munkadarab előállítása az üregeképítéshez

Az alakos munkadarab gyártásához egy redukáló szerszámot kell készíteni. A szerszámgyártáshoz először elkészítik a szerszám geometriai modelljét, majd az alapján NC programot állítanak elő egy CAM szoftver segítségével, és végül NC szerszámgépen legyártják a szerszámot.

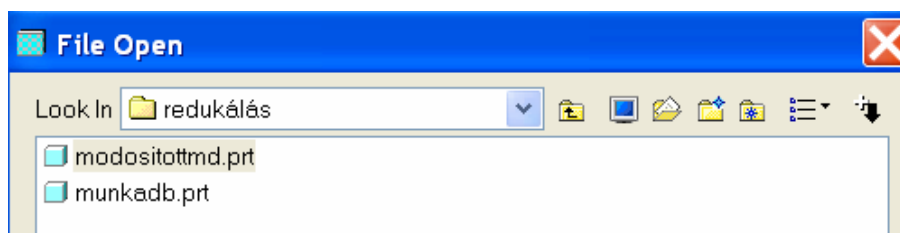
A szerszám geometriai modelljét legegyszerűbben úgy kaphatjuk meg, hogy egy tömbből kivonjuk a munkadarab átalakított, módosított geometriai modelljét.

A módosított munkadarab elkészítéséhez mentjük el a MUNKADARAB.PRT fájlt MODOSITOTTMD.PRT névvel.

**138.ábra**

A munkadarab mentése más névvel

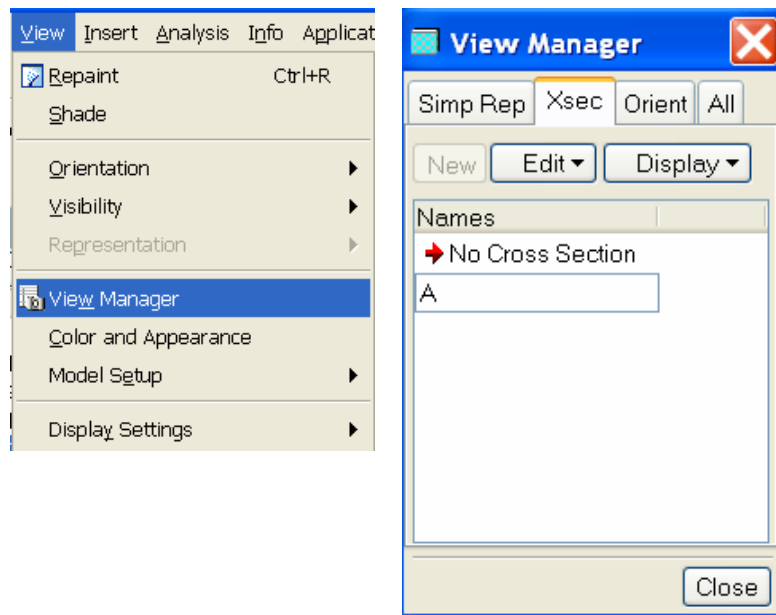
Ezt követően nyissuk meg az új névvel elmentett fájlt!

**139.ábra**

A módosított munkadarab behívása

Segédgörbék előállítása metszősíkkal

A Front koordinátasík a munkadarab egy olyan szimmetriasíkja, amely a hatszögletű rész síklapjain megy keresztül. Képezzünk egy síkmetszetet a Front koordinátasíkkal! A síkmetszetenél az átmeneti zónát egyenesek határolják / 141. ábra /.




140.ábra
Síkmetszet kérése

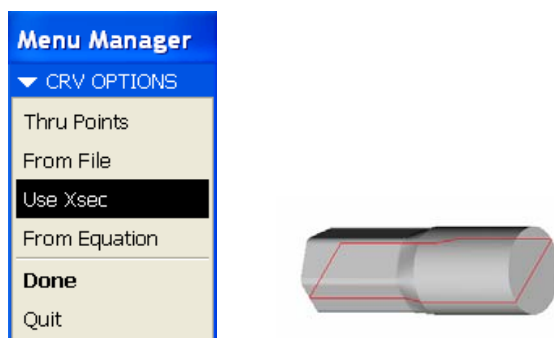
A síkmetszet előállításához a View menüből válasszuk ki a View Manager, majd azon belül az Xsec, illetve a New mezőt! A síkmetszet neve legyen „A”. A névadás után a Menu Manager ablaknál fogadjuk el a felkínált beállítást a Done nyomógomb lenyomásával / Planar =sík, Single = egyszerű !



Plane = sík
Jelöljük ki a Front ko-
ordinátasíkot!

141.ábra
Síkmetszet készítése

A síkmetszet határoló vonalait segédgörbéként  vehetjük fel.




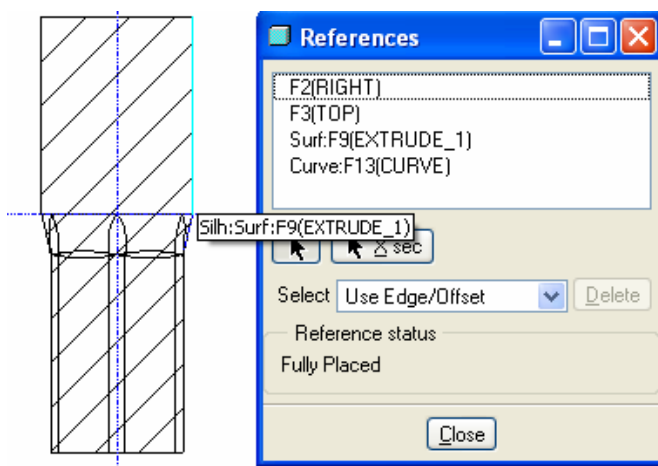
142. ábra

Segédkörbék felvétele a síkmetszet alapján

A bevezető kúp kialakítása forgatással

Mint ismeretes, az alakítási zónát a redukálószerszámmal célszerű a szerszámtömb szélétől bizonyos távolságra helyezni és az alakítási zónához vezető résznél egy bevezető kúpot kialakítani. A bevezető kúp model-

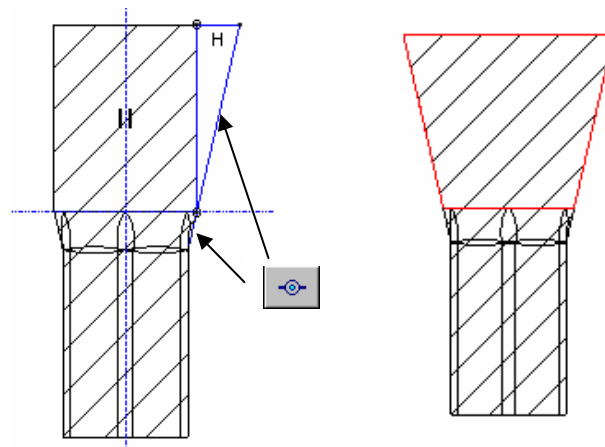
lezésénél a módosított munkadarabhoz forgatással anyagot adunk hozzá. A forgatásnál  a vázlat sík legyen a Front sík, referenciának a felkínáltakon kívül vegyük fel a hengeres rész jobboldali alkotóját, és az előzőleg felvett segédkörbének az alakítási zónára eső jobboldali részét.



143. ábra

Méretezési referenciák felvétele a bevezető kúp modellezésénél

Vegyük fel a forgatás tengelyét, és a méretezési referenciák felhasználásával rajzoljunk egy derékszögű háromszöget! Annak érdekében, hogy a bevezető kúp jól simuljon az átmeneti zónához, a derékszögű háromszög átfogója essen egy egyenesbe a segédkörbe segítségével felvett referenciával. Azért kellett segédkörbét alkalmazni, mert az átmeneti zóna szélső alkotóját a szoftverrel nem lehet méretezési referenciaként felvenni, vagy vetíteni. A forgatás mértéke 360 fok legyen!




144.ábra
Vázlatkészítés a bevezető kúp modellezésénél

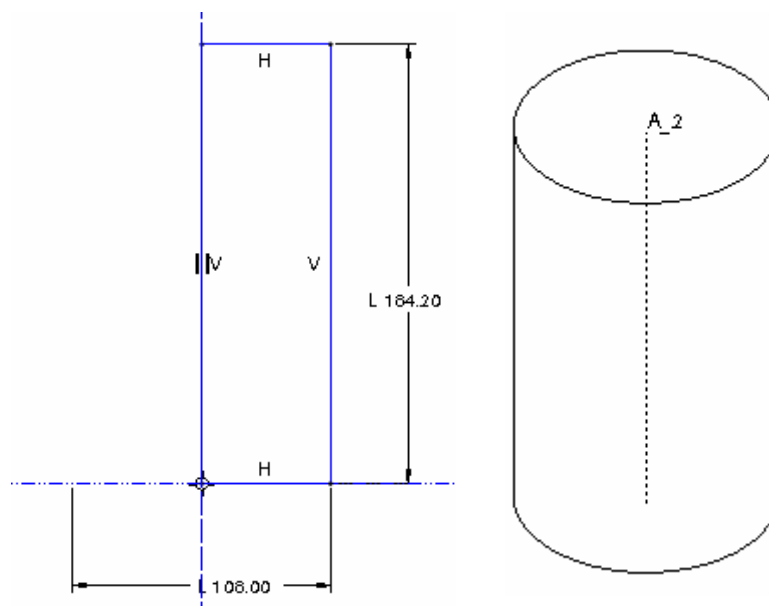
A redukálógyűrű geometriai modellje

A gépkiválasztás meghatározza a szerszám csatlakozó méreteit is. A 12 mm laptávolságú munkadarabhoz 5/8"-os gépet választunk. A redukálógyűrű csatlakozó méreteit lásd külön segédletben [1]. A csatlakozó méretek ismeretében a redukálógyűrűnél a bázistest geometriai modelljét forgatással készítjük el.

Kezdjük új modellt! File ►New.. A fájl neve legyen „redukalo_gyuru” / ékezet, illetve szóköz nélkül !

A vázlat síkja a **Top** sík legyen, mert a szerszám gépnél a szerszám fekvő helyzetű. A vázlat sík tájolására megfelelő a Righth / Righth párosítás. A felkínált méretezési referenciákat / Righth, Front /fogadjuk el! A vázlat egy téglalap legyen, melynek egyik sarokpontja kerüljön a referenciatengelyek metszéspontjába. A forgatás

tengelyét vegyük fel , majd méretezzük be a vázlatot. A forgatás 360 fokos legyen!




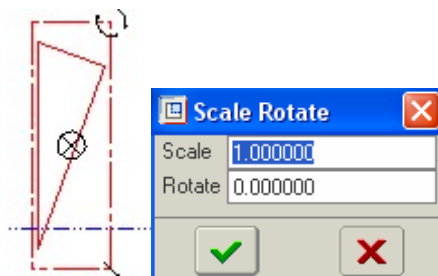
145.ábra
A redukáló gyűrű bázisteste [Boltmaker 5/8"]

Alakítsuk ki a felfogó felületet a szerszámon anyageltávolító kihúzással!

A vázlat síkja legyen a **Top** sík, méretezési referencia a felkínáltakon kívül a henger alakú szerszám egyik alkotója.

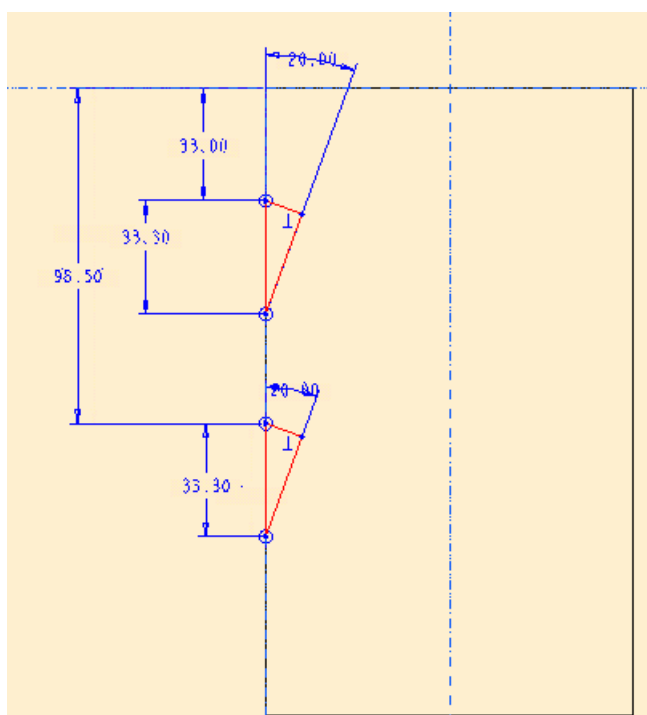
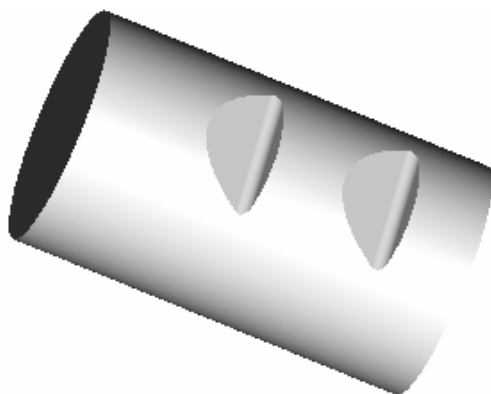
Vázlatként rajzoljunk egy olyan derékszögű háromszöget, melynek átfogója a henger alkotójára esik! A 147. ábrán látható másik háromszöget javasoljuk másolással elkészíteni!

Ehhez a másolandó háromszöget jelöljük ki /célszerű ablakban!/ Válasszuk a Másolás ikont ! Ekkor megjelenik a másolandó objektum egy párbeszédablak kíséretében.



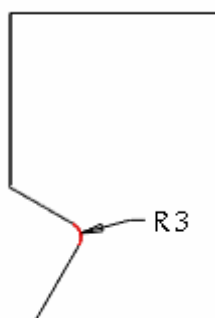
146.ábra
A másolás segédeszközei

A megjelent ábrát a fogópontja segítségével a helyére kell mozgatni. Ehhez a művelethez célszerű a vázlat fogópontját áthelyezni. A fogópont áthelyezéséhez nyomjuk meg a jobb egérgombot, tartsuk lenyomott állapotban, majd az új helyén / a háromszög átfogóján / kattintsunk a bal egérgombbal! Akkor jó az átmásolt vázlat helyzete, ha a háromszög átfogója csatlakozik a henger alkotóján felvett méretezési referenciához. Az egész vázlat áthelyezése után zárjuk le a másolási műveletet a zöld pipára kattintva! Az átmásolt vázlat távolságát a vízszintes méretezési referenciától külön meg kell adni / 98,5 mm /!



147.ábra
A felfogófelületek kialakítása

A felfogófelületeknél alkalmazzunk lekerekítést!



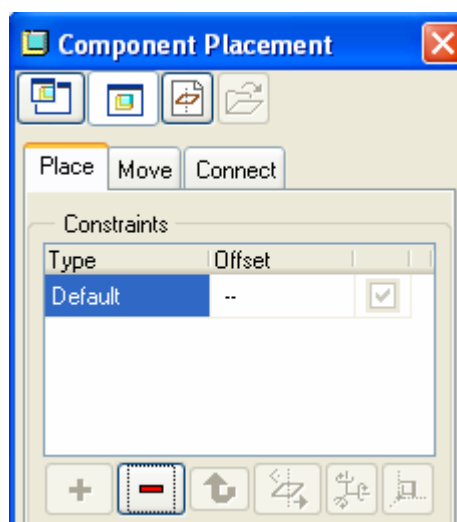
148.ábra
A lekerekítés helye

A módosított munkadarab kivonása a szerszámüregből

Nyissunk egy új összeállítást! Az összeállítás neve legyen „SZERSZAM.ASM”!

File ►New.. .. Assamble

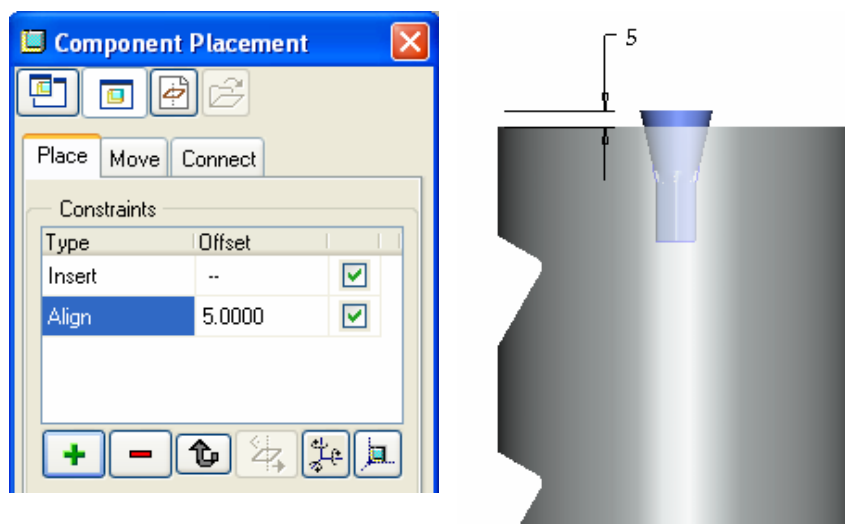
Az összeállításba hívjuk be a REDUKALO_GYURU.PRT alkatrészt! Az alkatrész helyzetének meghatározásához válasszuk az alapértelmezés szerinti!



149.ábra

A redukálógyűrű alapértelmezés szerinti beszerelése

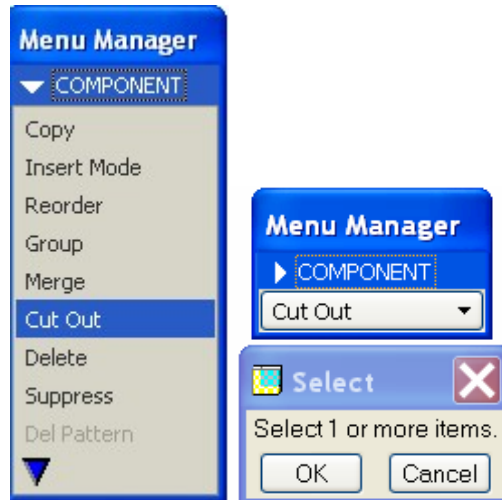
Ezt követően hívjuk be a módosított munkadarabot / MODOSITOTTMD.PRT /, szerelési kényszerekkel határozzuk meg a helyzetét! A módosított munkadarab legyen egytengelyű a redukáló gyűrű bázisestével, és abból kb. 5 mm-t lógjon ki!



150.ábra

A módosított munkadarab beszerelése

Vonjuk ki a szerszámból a módosított munkadarabot! A kivonáshoz válasszuk az Edit menüből a COMPONENT OPERATIONS parancsot. A parancs kiadásakor megjelenik egy ablak, ahonnan válasszuk ki a Cut Out opciót!



151.ábra

Alkatrészek kivonása egymásból

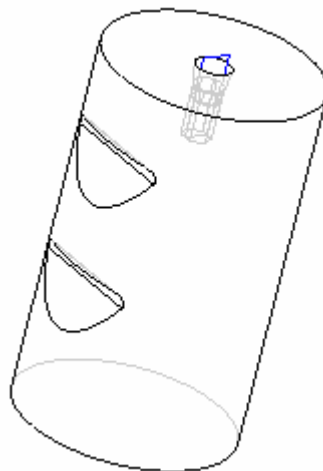
Először az alaptestet kell kijelölni, amiből kivonjuk a módosított munkadarabot! A kijelölést hagyjuk jóvá / OK /!

Ezt követően a kivonandó modellt jelöljük ki, és a kijelölést hasonlóképpen erősítsük meg /OK /!

A kivágás legyen függő viszonyban a módosított szerszámmal! A „Support associative placement for the feature?” - kérdésre adjunk igenlő / Y / választ!

Az igenlő válasz esetén a szoftver elvégzi az üregképzést. Mentsük el az összeállítást, és a kapcsolódó alkatrészeket!

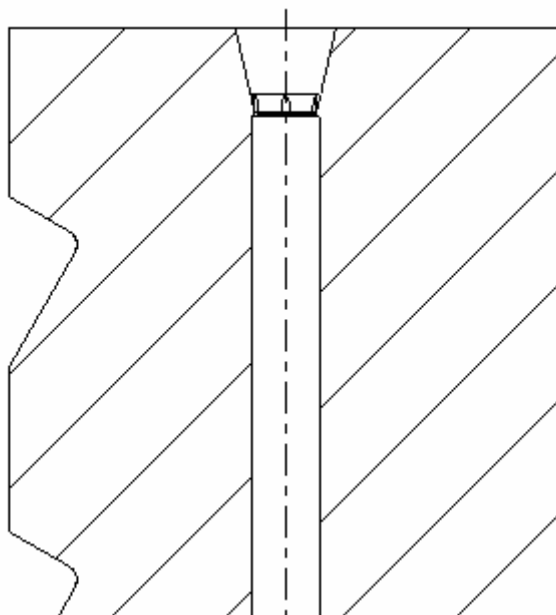
A kivágás eredménye a REDUKALO_GYURU.PRT modellen figyelhető meg.



152.ábra

Redukáló gyűrű az alakító üreggel

Természetesen a redukáló szerszámnál az üreg átmenő jellegű, a kilökő számára még egy hengeres furatot kell készíteni.

**153.ábra**

Redukálógyűrű a kilövő számára készített furattal

Ezt anyageltávolító kihúzással javasoljuk elkészíteni. Fontos, hogy az átmeneti zónát egy megfelelő hosszúságú redukáló váll kövesse. Ezzel kapcsolatos részletesebb tájékoztatás a 137. ábra szövegekörnyezetében olvasható.

Ajánlott irodalom:

[1.] Halbritter Ernő: Útmutató a csavargyártó szerszámok tervezéséhez, Oktatási segédlet, SZIF, 1985, Győr.