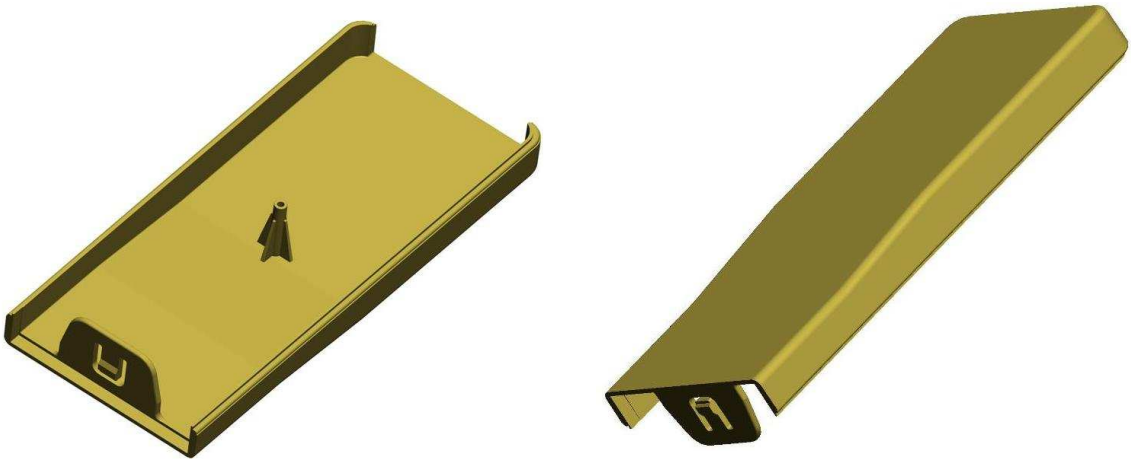
Szerszámtervezés CAD/CAM/CAE rendszerben

(Pro/ENGINEER Wildfire 4.0)

1. A termék

A termék egy fedél, mely ABS polimerből készül fröccsöntéssel. A termék 3D-s modellje az 1. ábrán látható.



1. ábra A termék (Fedél)

2. A modell elkészítése

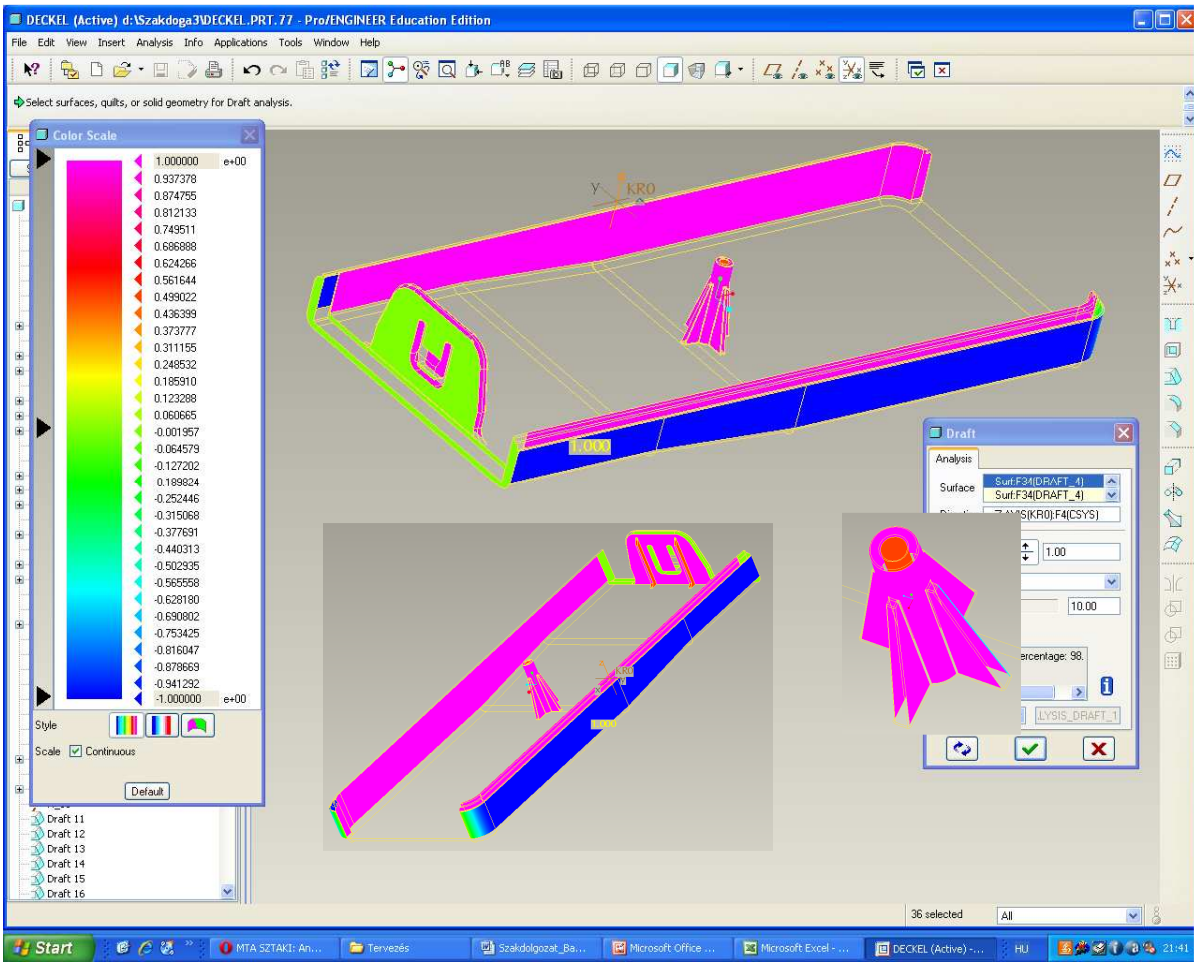
A modellezéshez és szerszámtervezéshez A Pro/Engineer Wildfire 4.0 integrált CAD/CAM/CAE tervezőprogramot használjuk. Első lépésben a 2D-s rajzok alapján elkészítetjük a 3D-s modellt. A modell elkészítéséhez a következő parancsokat használjuk:

- Kihúzás (Extrude)
- Héjképzés (Shell)
- Lekerekítés (Round)
- Tükrözés (Mirror)
- Oldalferdeség (Draft)
- Mintakészítés (Pattern)

A modellkészítés során ügyelni kell arra, hogy az oldalferdeség képzése után történjen az élek lekerekítése.

3. Oldalferdeség ellenőrzés

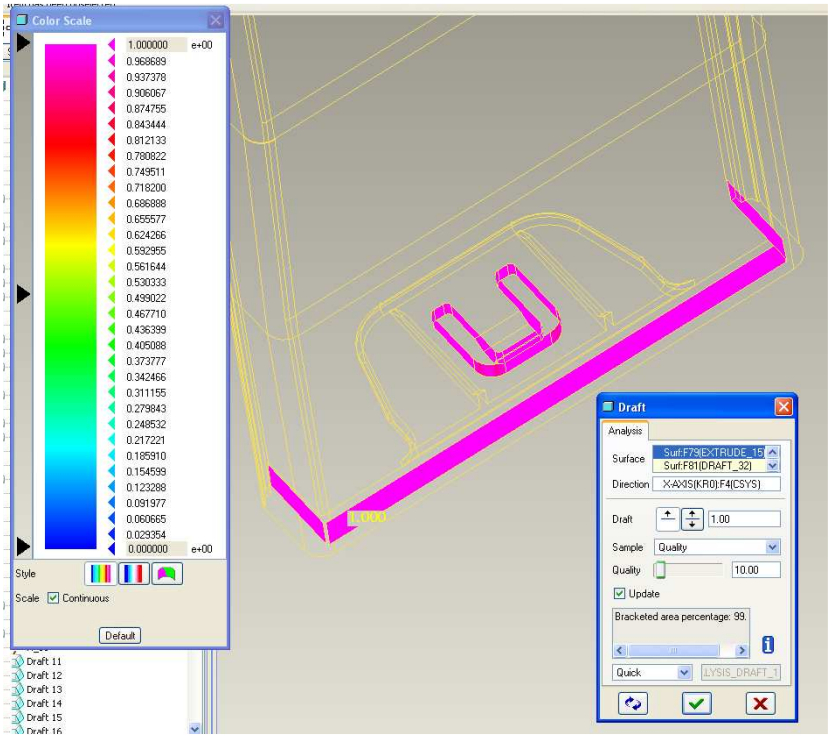
A modell elkészültével oldalferdeség elemzést készítünk, annak megállapítására, hogy hány osztósík mentén kell a modellt felosztani, azaz hogyan történjen meg a formaüreg kialakítása, és az egyes osztósíkok mentén a szerszámelemek milyen irányban mozogjanak. Az oldalferdeség vizsgálatát a *Menu→Analysis→Geometry→Draft* pontban lehet elindítani.



2. ábra Oldalferdeség analízis

Az elemzés során meg kell adni azokat a felületeket, amelyek ferdeségét vizsgálni szeretnénk. Ezt a *Draft* ablak *Surface* mezőben adhatjuk meg. Meg kell adni egy referencia síkot vagy tengelyt, amihez képest vizsgáljuk a dőléseket. A *Draft* mellet szereplő két ikonnal kiválaszthatjuk, hogy egy vagy két irányba vizsgáljuk a dőlésszöget. Mivel arra vagyunk kíváncsiak, hogy a formaüreg melyik része kerüljön a felső és az alsó formalapba, ezért két irányban vizsgáljuk a modellt. A *Draft* melletti értékmezőben a vizsgálandó szögtartományt tudjuk megadni abszolút értékben. Az elemzés eredménye a 2. ábra bal oldali *Color Scale* ablakban látható. Kiolvasható, hogy a zöld részeknek nincsen dőlése az *Z* tengelyhez képest, a piros felületek a +*Z* tengely irányában kifelé, míg a kék felületek befelé dőlnek. Így az alsó formalapban a piros oldalak üregét, míg a felső formalapban a kék oldalak üregét kell kiképezni. A modell hátulsó oldalán látható, hogy a nyílás felőli oldalon az oldalferdeség 0°, mert itt nem engedhető meg oldalferdeség, illesztési okok miatt. Azonban ez nem okoz problémát, mivel ezt a felső formabetét alakítja ki, és a műanyag zsugorodása miatt, a fröccstermék fala a hűlés során eltávolodik ettől a résztől, tehát nem fog beszorulni.
A zöld oldalakat, mivel egy U alakú *X* irányba eső nyílás található, mozgó oldalbetét fogja kiadni.

Az oldalbetét kialakításhoz ellenőrizzük a modell ferdeségét az *X* tengelyhez viszonyítva is, hiszen a betét *X* irányba fog mozogni.



3. ábra Oldalferdeség analízis

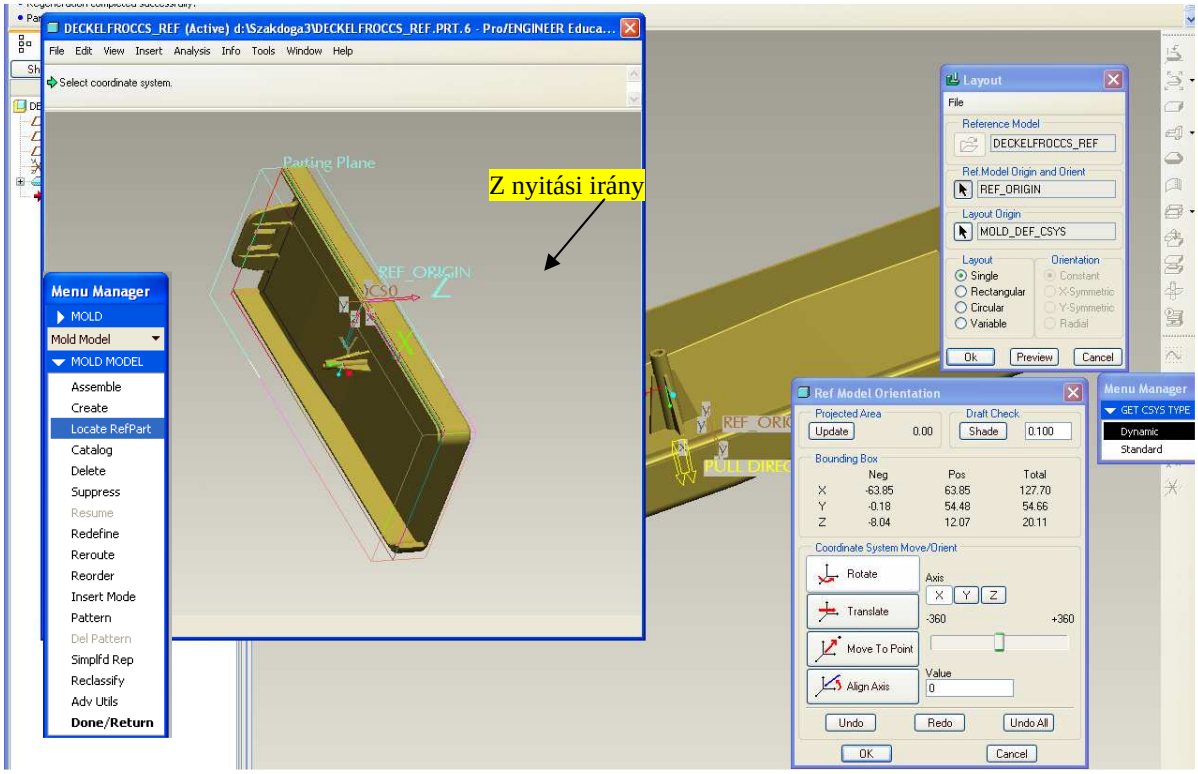
A vizsgálat szerint megfelelő az oldalferdeség, az oldalbetét nem fog megszorulni.

4. Formaüreg képzés

A formaüreg képzéshez új fájlt kell létrehozni:
Menu→File→New…→Manufacturing→Mold Cavity

4.1. Referencia modell megadás, szerszámnyitási irány kiválasztása

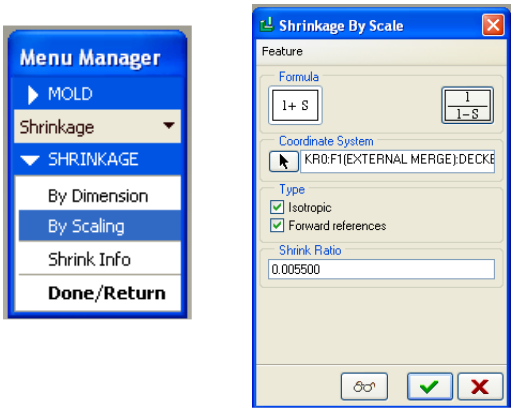
A formaüreg képzéshez meg kell adni a fröccsönteni kívánt termék modelljét, mint referenciamodellt. A modellt a Menu Manager→Mold Model→Locate RefPart pontban tudjuk beilleszteni. Megjelenik a Layout ablak, ahol a Reference Model alatt ki kell választani a modellt, a Layout Origin alatt a modell referencia koordináta-rendszerét kell kiválasztani. Ezután meg kell adnunk a szerszámnyitási irányt. Ezt a Ref. Model Origin and Orient alatt tudjuk megtenni. Több féle mód is van az irány kiválasztásához. Válasszuk a dinamikus módot. A Ref. Model Origin and Orient melletti nyílra kattintva, felbukkan a Menu Manager ablak, ahol a Get Csys Type pontban a Dynamic-ot választjuk. Felbukkan a Ref Model Orientation ablak, ahol a modellt X, Y, Z tengely körül forgathatjuk, eltolhatjuk, stb. A modellt úgy forgatjuk a dinamikus ablakban, hogy a Z nyitási iránynak megfelelően álljon a modell. A fent leírtak 1.4-es ábrán kísérhetőek végig.



4. ábra Referencia modell megadása és nyitási irány kiválasztása

4.2. Zsugorodás megadása

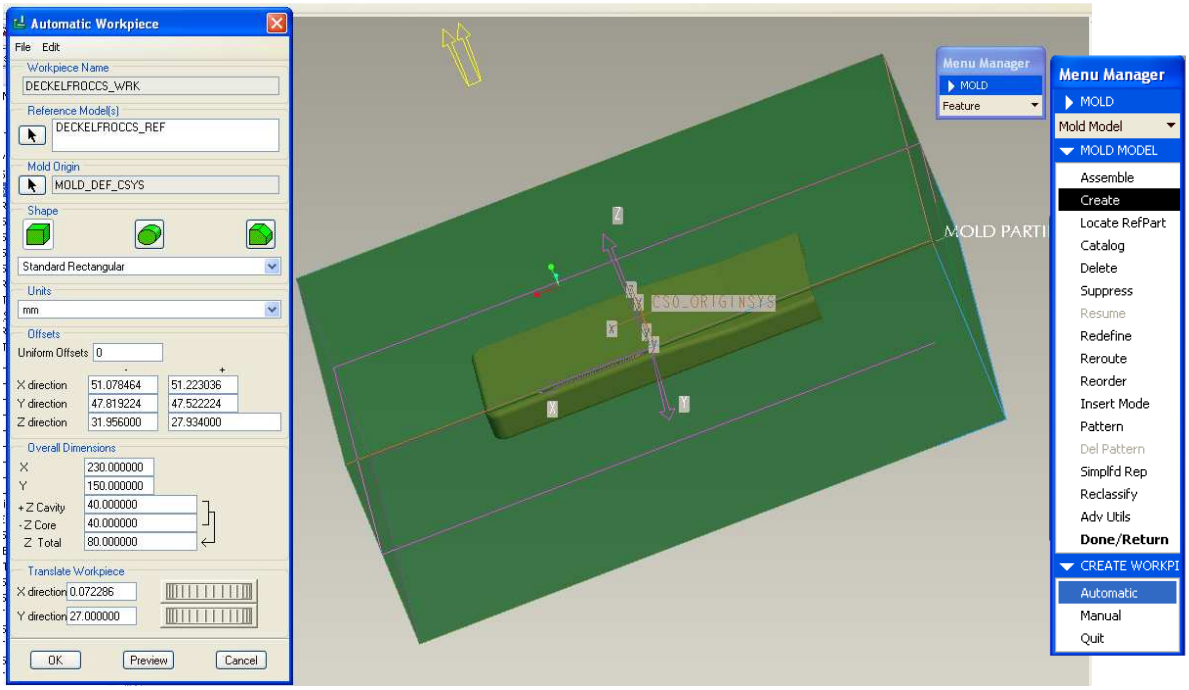
A zsugorodás megadásával, a zsugorodás értékének megfelelően megnövekedik a modell térfogata. A zsugorodás értéke a Menu Manager→Mold→Shrinkage pontban adható meg. Két megadási mód lehetséges, a by Dimension és a by Scaling. Az előbbinél a modell méreteit kell kiválasztani, és azokra megadni a zsugorodás értékét, míg az utóbbinál a teljes modellre adhatjuk meg a zsugorodás értékét. A by Scaling módot használjuk. A megjelenő ablakban a Coordinate System alatt megadjuk a referencia modell koordináta rendszerét, a Type alatt megadjuk, hogy a zsugorodás izotróp. Az 1+S formulát használjuk, s ennek megfelelően a Shrink Ratio (zsugorodás) értékét a $\frac{\text{zsugorodás\% – ban}}{100}$ -ban adhatjuk meg. ABS esetében a zsugorodás átlaga 0,55%, így 0,0055 értéket adjunk meg.



5. ábra Zsugorodás megadása

4.3. Munkadarab készítés (Workpiece)

Létre kell hozni egy munkadarabot, amiből kialakítjuk a formaüreget. Automatikus munkadarab létrehozást választunk: Menu Manager→Mold→Mold Model→Create→ Workpiece→Automatic

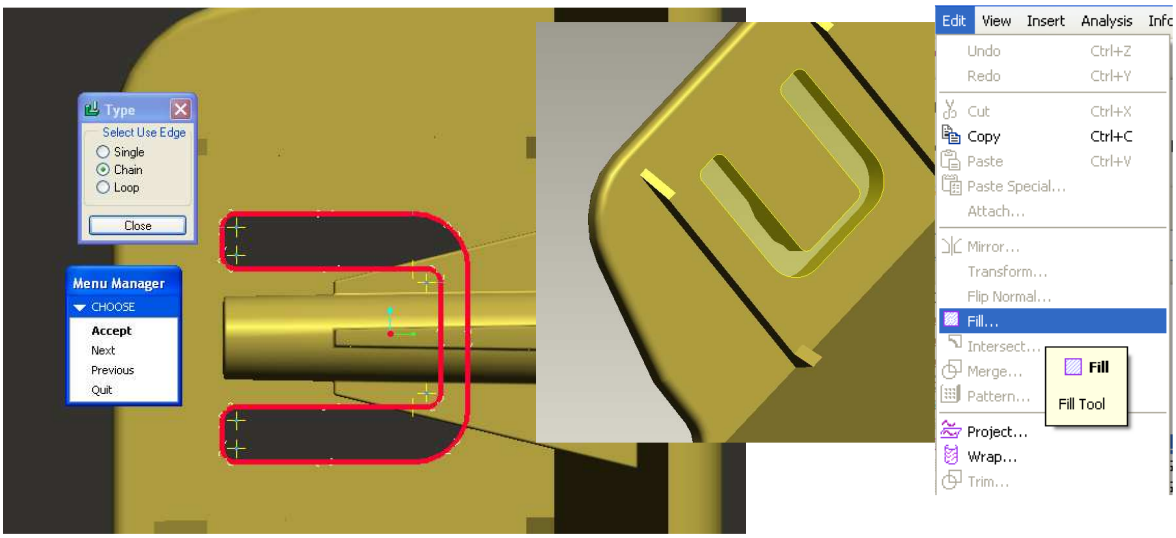


6. ábra Automatikus munkadarab készítés

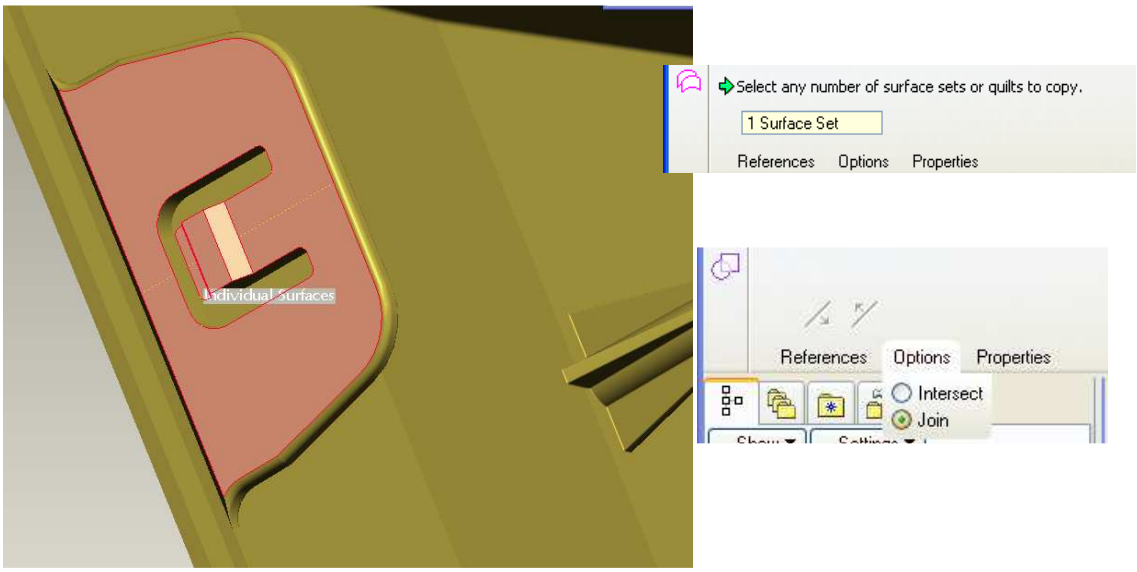
A referencia modell koordináta rendszerét kiválasztva (Mold Origin), megadjuk a munkadarab típusát, ami esetünkben hasáb. Ezután a hasáb méreteit kell a kiválasztott koordináta rendszerből kiindulva (X, Y, Z direction) megadni. A munkadarab éleinek hossza az Overall Dimension alatt jelenik meg, ahol azok tetszőleges számra módosíthatóak. Legyen X = 230 mm, Y = 150 mm, +Z Cavity = 40 mm (csésze oldal), -Z Core = 40 mm (mag oldal).

4.4. Osztófelületek képzése az oldalbetét létrehozásához

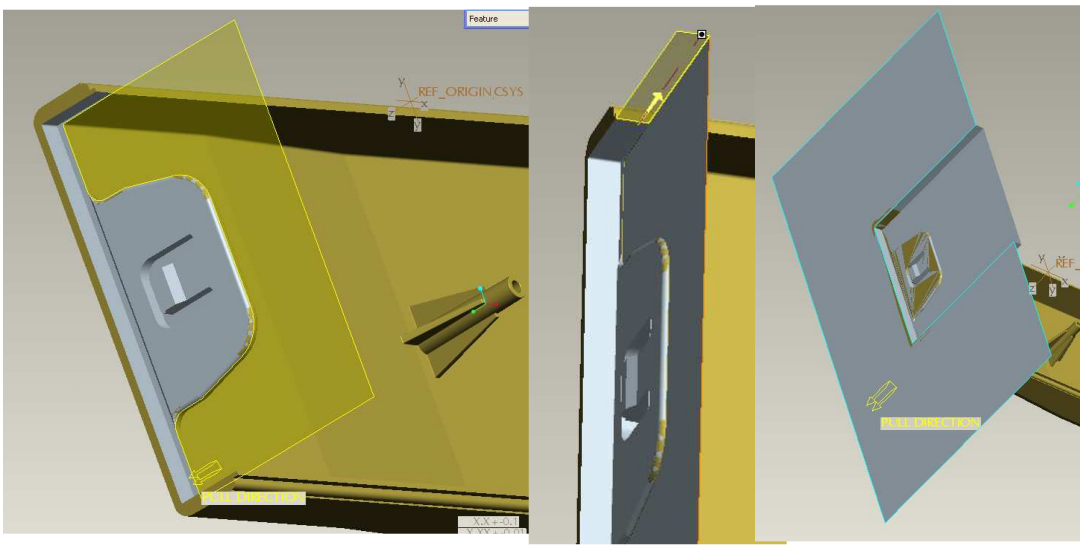
Első lépésként az oldalbetéthez szükséges osztást kell elvégezni. A Parting Surface ikonra kattintva készíthető el az osztófelület. Felület másolást használunk, ami során kiválasztjuk a kívánt felületkomponenseket, Copy (másolás) paranccsal lemásoljuk őket, és Paste (beillesztés) paranccsal létrehozzuk az osztófelület komponenst.
Az U alakú rés végében nem tudunk felületet másolni, mivel ott áttörés van a terméken, így azt be kell foltoznunk a Fill… (Kitöltés) paranccsal, ami a Menu→Edit→Fill… pontban érhető el. Egy zárt görbét vázolunk a már meglévő vonalak átvételével, s ezt tölti ki a Fill parancs, a felületet létrehozva (7. ábra)
Az összes többi modellen lévő felület, felületmásolással létrehozható (8. ábra). A másolt felületeket össze kell fűznünk. Ezt a Merge (egyesít) paranccsal tehetjük meg. Ennek során kijelöljük azokat a felületeket, amelyek mindegyike kivétel nélkül egymással szomszédos, vagyis nem lehet benne olyan felület, amelyik egy másik kijelölt felülettel nem határos. Ha kijelöltük a felületeket, a Merge ikonra kattintva megjelenik az egyesítés parancssávja. Az Options pontban a Join-t (kapcsolódás) jelöljük ki, s a parancsot jóváhagyjuk (8. ábra).



7. ábra Felület létrehozása Fill paranccsal



8. ábra Felületmásolás és felület összekapcsolás

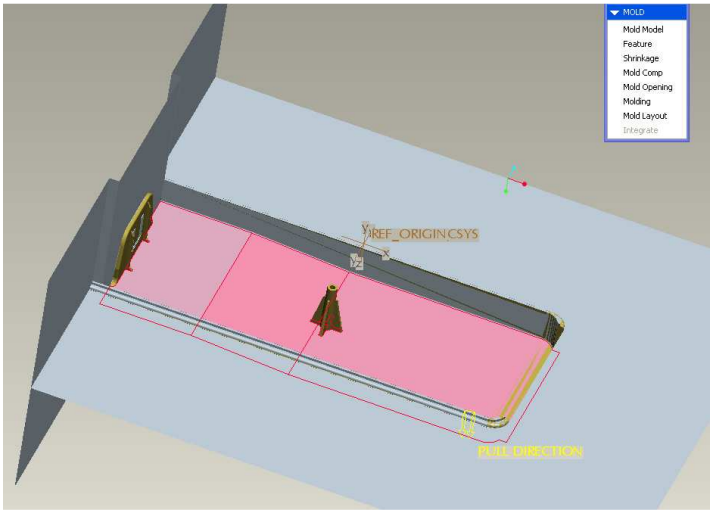


9. ábra Felület készítés

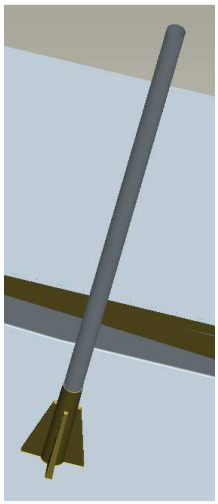
A 9. ábrán látható, hogy ismét Fill paranccsal felületet hozunk létre. Nem görbe vonallal határolt felületet Extrude paranccsal is létre tudunk hozni (10. ábra). Miután az osztófelületet a munkadarab oldaláig kihúztuk Extrude paranccsal, és egyesítettük a felületeket, jóváhagyjuk az osztófelület képzést, és ezzel elkészült az osztáshoz szükséges felület.

4.5. Osztófelület képzés a formaüregekhez

Miután az oldalbetét osztófelülete elkészült, az előzőekhez hasonlóan elkészítjük az osztósíkot az alsó és a felső formaüregek részére. Itt szintén felület másolást és Extrude parancsot használunk. A 11. ábrán látható, hogy a csavarnak szánt bordázott rész felülete nincs lemásolva, hanem a pirossal kiemelt felülettel elmetsszük. Ezzel meggyorsítottuk a munkánkat, ugyanis a munkadarab felosztásánál, a ProE majd megkérdezi, hogy ez az elem az osztósík melyik részén legyen. Így elkerülhető, hogy hosszadalmas munkával ennek az elemnek a meglehetősen sok felületét lemásoljuk.



10. ábra A második osztófelület



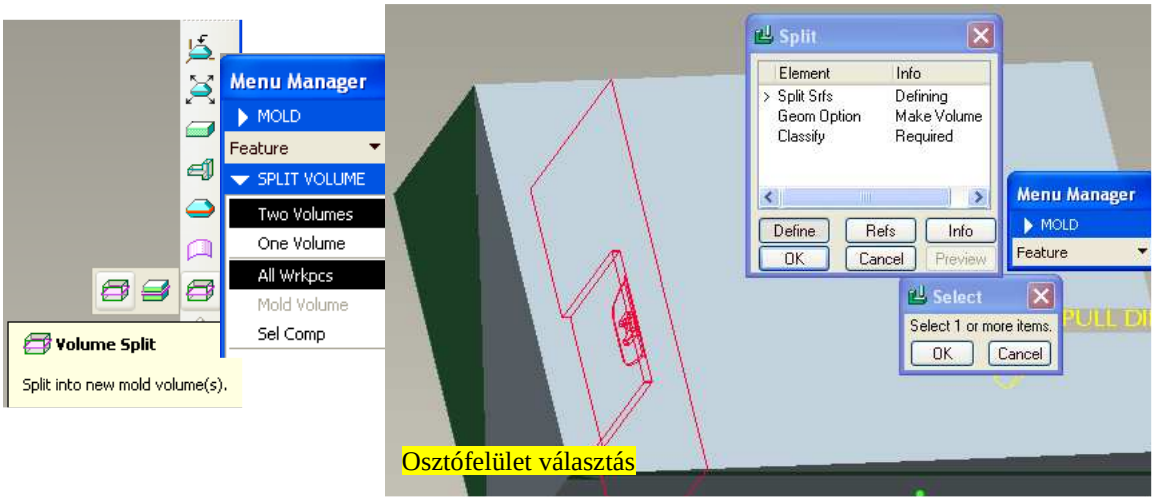
11. ábra Csavarfurat osztófelülete

4.6. Osztófelület képzés a csavarfurat csapjához

Gyártástechnológiai okok miatt a csavarfuratot külön csapos betéttel célszerű kialakítani. Az ugyancsak felületmásolással és Extrude paranccsal elkészült osztófelület a 11. ábrán látható.

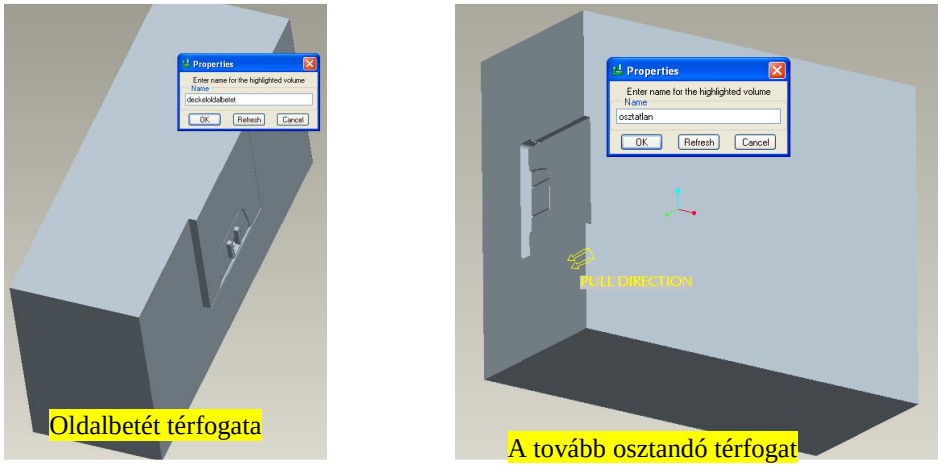
4.7. Az oldalbetét és formaüregek térfogatának képzése

A munkadarabból az osztófelület segítségével térfogatot képezünk a *Volume Split* paranccsal. A *Volume Split* ikonra kattintva megjelenik a *Menu Manager*, *Split Volume* párbeszédablaka. Itt ki kell választani, hogy egy vagy két térfogatot szeretnék létrehozni. A két térfogatot válasszuk, amiből az egyik az oldalbetét lesz, a másik térfogatot majd tovább osztjuk. Így a *Two Volumes* opciót jelöljük be. Meg kell adnunk, hogy mit osszon fel a rendszer, munkadarabot avagy mold térfogatot. Jelen esetben a munkadarabot kell, így az *All Wrkpcs*-re kattintunk, és Done-nal elfogadjuk.



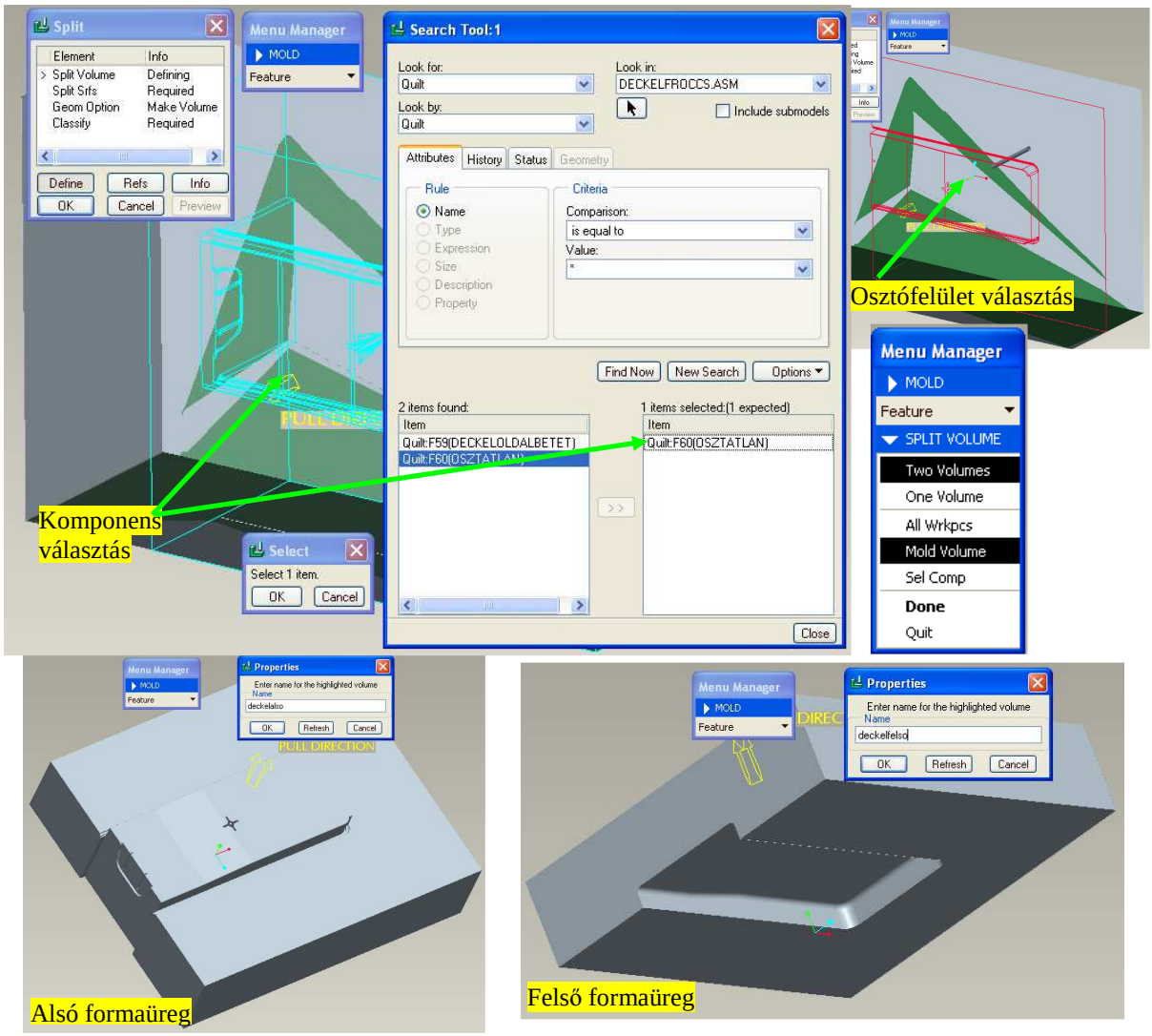
12. ábra Térfogatképzés lépései I.

Ezután megjelenik a Split ablak. A *Split Srfs*-nél meg kell adni az osztófelületet, ami piros kontúrral látható. Ezt megadva elkészül a két térfogat, melyeknek nevet kell adni. Az egyik térfogat az oldalbetétet lesz, a másik térfogatot (OSZTATLAN) még tovább fogjuk osztani a formaüregnek megfelelően.



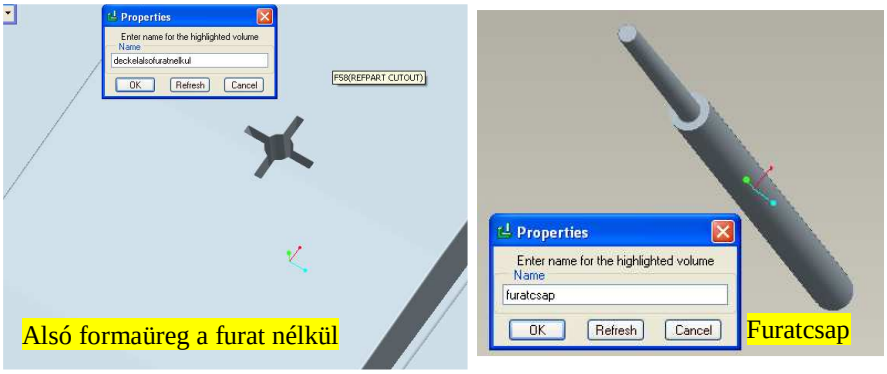
13. ábra Térfogatképzés lépései II.

Most a felső és alsó formabetétet kell létrehozni. Szintén a *Volume Split* parancsot használjuk. Megjelenik a *Menu Manager* párbeszédablak, ahol ismét a *Two Volume* opciót választjuk, most azonban az *All Wrkpcs* helyett a *Mold Volume* opciót jelöljük be. Előugrik a Search Tool: 1 ablak, ahol a bal alsó mezőből a már létező, létrehozott térfogatok közül választhatjuk ki azt, amelyiket osztani szeretnénk. Kiválasztjuk a Quilt:F60 (OSZTATLAN) elemet. Ezután a *Split Srfs* pontban kiválasztjuk az osztósíkot.



14. ábra Térfogatképzés lépései III.

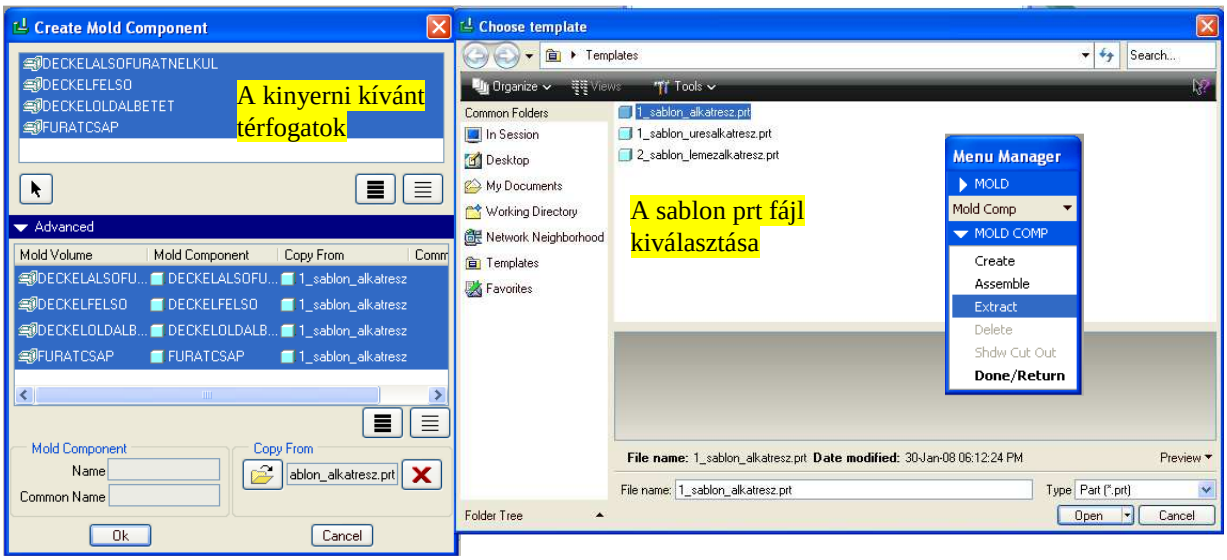
Ha ez megtörtént, elnevezzük a két létrehozott térfogatot. Célszerű a térfogatoknak olyan elnevezést adni, amely a funkciójukat jól tükrözi.
Már csak a furatot kialakító csap létrehozása van hátra. Az előzőekhez hasonlóan történik, de itt a komponens az alsó formaüreg lesz, és ezt osztjuk két térfogatra, aminek eredményeként létrejön a furatbetét, és a végleges alsó formaüreg.



15. ábra Térfogatképzés lépései IV.

4.8. A létrehozott térfogatok kinyerése

Az előzőekben létrehozott térfogatokat az *Extract* paranccsal *.prt* kiterjesztésű modellekké konvertálhatjuk, melyek a beállított munkakönyvtárban mentés után meg is jelennek. Ezek a modellek tulajdonképpen az egyes aktív szerszámelemeket, azaz a formaadó részeket testesítik meg.

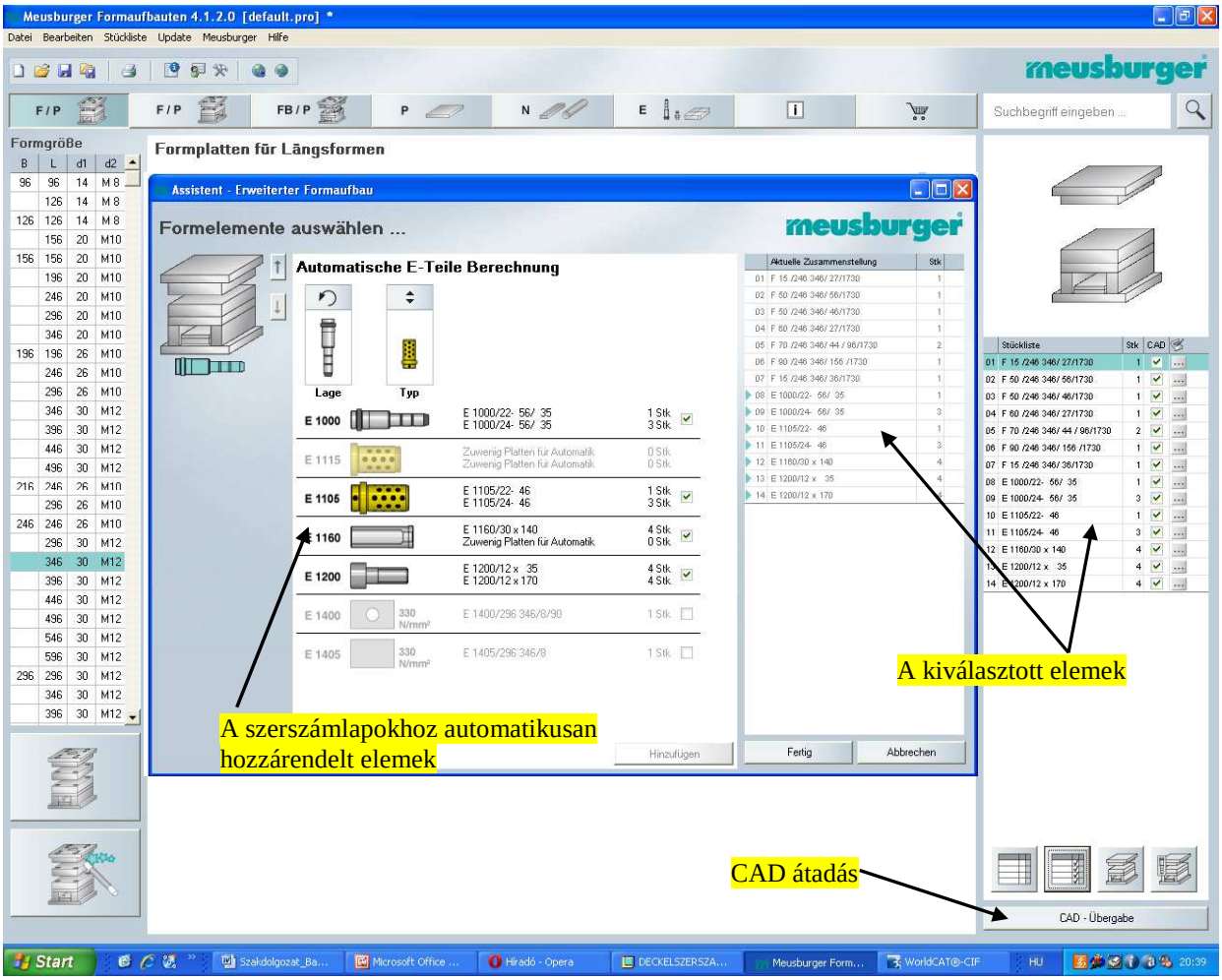


16. ábra Térfogat kinyerés műveletei

A parancsra kattintva megjelenik a *Create Mold Component* ablak, ahol kijelöljük a kinyerni kívánt térfogatokat. A modellekhez itt van lehetőségünk sablon hozzárendelésére is. Válasszuk még ki a sablon prt fájlt (1_sablon_alkatresz.prt), és végezzük el a konvertálást.

5. A szerszámház összeállítása

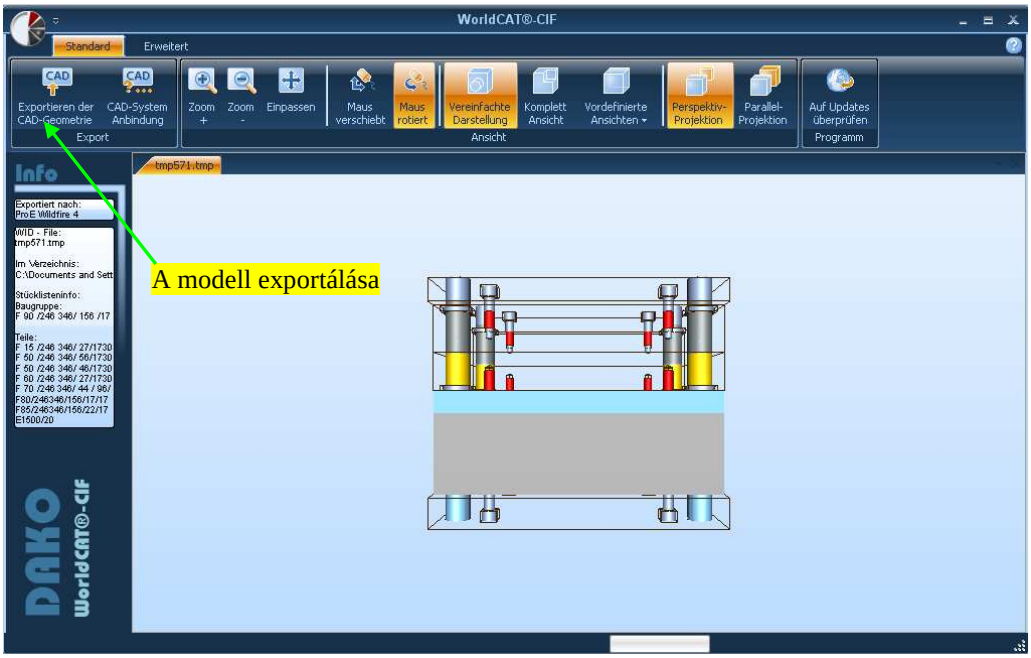
Példánk során az Osztrák Meusburger, fröccsöntő szerszám lapok és alkatrészek gyártására specializálódott cég termékeit felvonultató interaktív katalógust használjuk.
A Meusburger szoftveres katalógusa könnyen átlátható, és egyszerűen kezelhető. Első lépésben a szerszámház lapjait, és a hozzá tartozó alkatrészeket (csavarok, vezetőcsapok, vezetőhüvelyek) válogatjuk össze. Ennek megkönnyítésére úgynevezett asszisztens módban végzzük el az összeállítást, ami végigvezet az összes lap és alkatrész kiválasztásán, és azt a biztonságot nyújtja, hogy csak kompatibilis elemeket tudjunk kiválasztani, illetve a lapok méretéhez automatikusan kiválasztja a megfelelő vezetőperselyeket, vezetőcsapokat, csavarokat. A fröccstermék méretét, az oldalbetétet mozgató csúszka helyszükségletét figyelembe véve 246 x 346 lapméretet (szerszámházat) válasszuk.



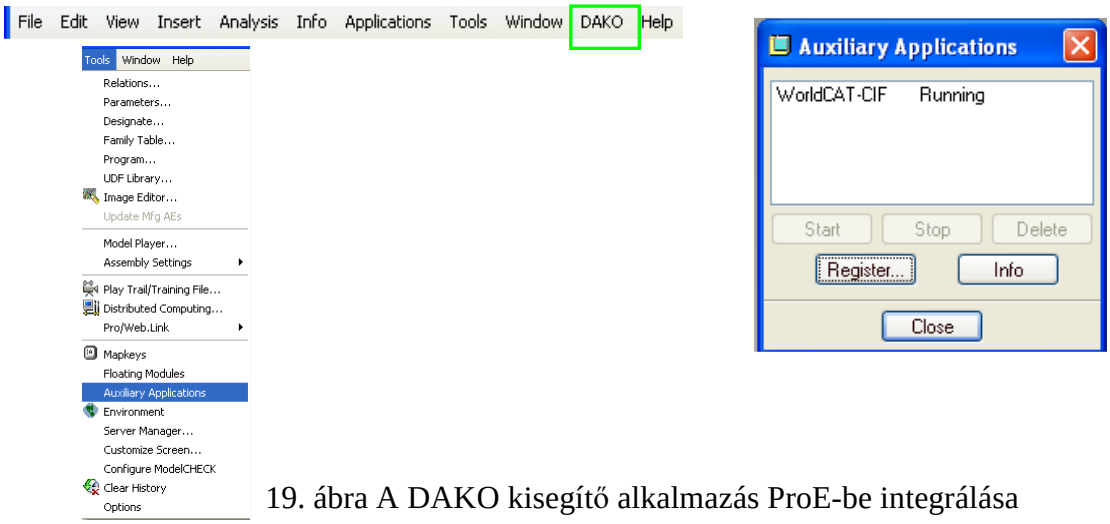
17. ábra A szerszámház összeállítása

Miután összeállítottuk a szerszámházat, azt 3D-s modellként fel tudjuk használni bármely CAD-rendszerben, így a Pro/ENGINEER Wildfire 4.0-ban is. A Meusburger programból a kiválasztott alkatrészeket tetszőleges tervezőprogramba exportálhatjuk. Ehhez ki kell választanunk, hogy milyen tervezőprogramot használunk, esetünkben *ProEngineer WildFire 4.0*. Ha ezt beállítottuk, akkor a 3D-s modell exportálható. Az exportálásra kisegítő alkalmazásként a *DAKO World CAR®-CIF* program is használható, mely a *ProEngineer*-be

integrálható. Ezt a *Menu→Tools→Auxiliary Applications* pontban tudjuk megtenni. A megjelenő ablakban a *Register…* gombra kattintva kikeresem a *DAKOProtk.dat* fájlt, s ezután elindítom a *Start* gombra kattintva az alkalmazást, ami *Menu-ben DAKO* címmel megjelenik. Ha erre rákattintok, a *DAKO World CAR®-CIF* programból legutóbb exportált modellt importálja a *Pro/Engineer*-be.

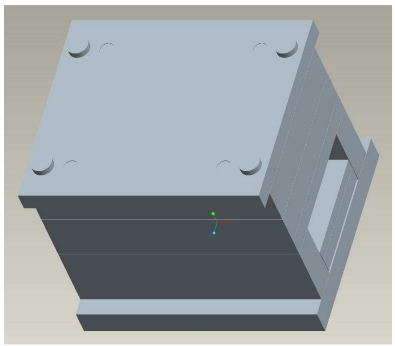


18. ábra WorldCAT®-CIF szoftver



19. ábra A DAKO kisegítő alkalmazás ProE-be integrálása

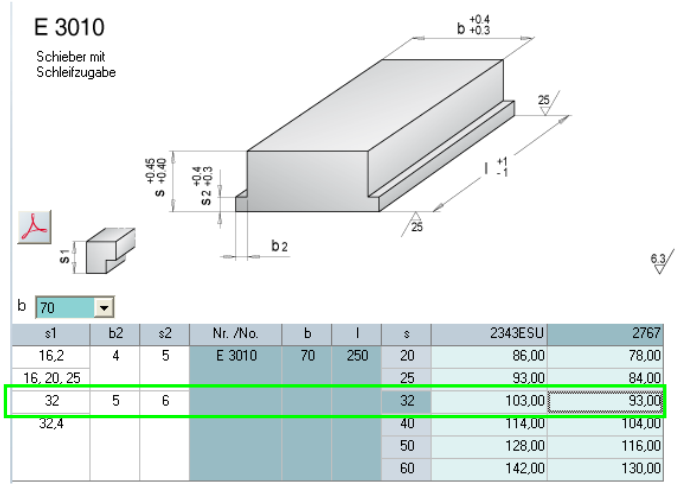
Miután a szerszámház összeállítás importálása megtörtént, azt elmentjük, melynek minden egyes eleme (alkatrésze) külön **.prt* fájlként megnyitható és módosítható lesz.



20. ábra Az importált szerszámház

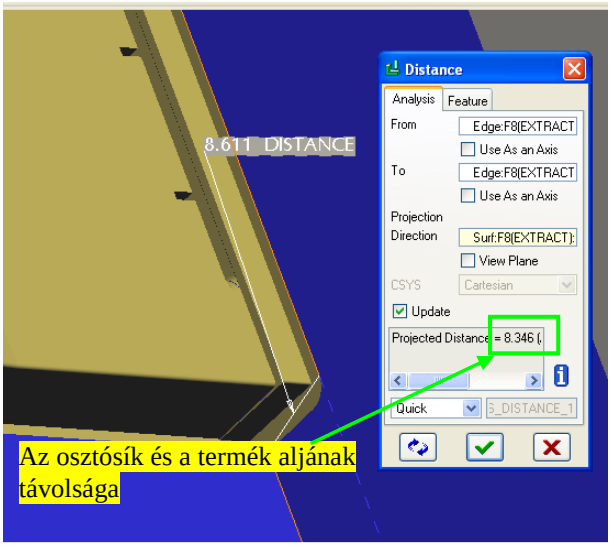
6. A mozgó oldalbetét elkészítése

A mozgó oldalbetétet két lépésben készítjük el. Egyrészt a Meusburger alkatrészekből össze kell állítanunk a csúszkát, másrész a csúszkához hozzá kell formálni a korábban létrehozott oldalbetétet. A mozgó oldalbetéthez a következő alkatrészek szükségesek: csúszólap, vezetősínek, csúszka, ferdecsap, ferdecsap felfogó, nyomólap. A csúszka kiválasztásával kezdjük, mivel ennek a méretét kell az oldalbetéthez hozzárendelni. A Meusburger csúszka katalógusszáma E3010. A legfontosabb két méret, a csúszka magassága és szélessége a fröccstermék méreteiből kiindulva 32x70 mm lett. A többi méret a 21. ábrán látható.



s1	b2	s2	Nr. /No.	b	l	s	2343ESU	2767
16,2	4	5	E 3010	70	250	20	86,00	78,00
16, 20, 25						25	93,00	84,00
32	5	6				32	103,00	93,00
32,4						40	114,00	104,00
						50	128,00	116,00
						60	142,00	130,00

1.21 a csúszka kiválasztása

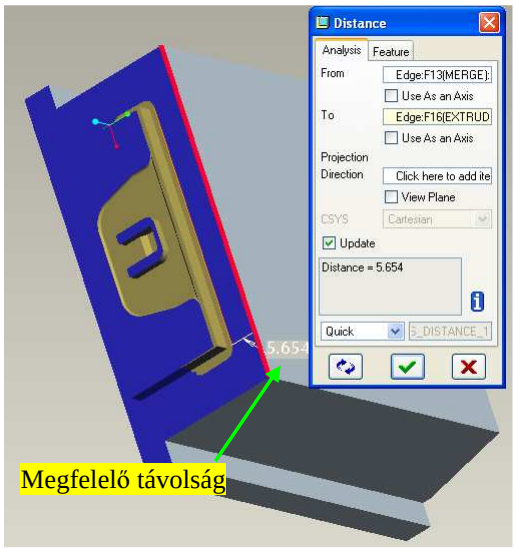


22. ábra Távolságmérés a pozícionáláshoz

Az egyesítést, miután a két alkatrészt egymáshoz illesztettük (az illesztés menetét később tárgyaljuk) Az *Edit* menüben található *Component Operations* pontban tudjuk elvégezni. Megnyílik a *Menu Manager* ablak, ahol a *Merge* (egyesít) opciót válasszuk. A két egyesítendő alkatrészt kijelölve megtörténik az egy alkatrésszé történő egyesítés.

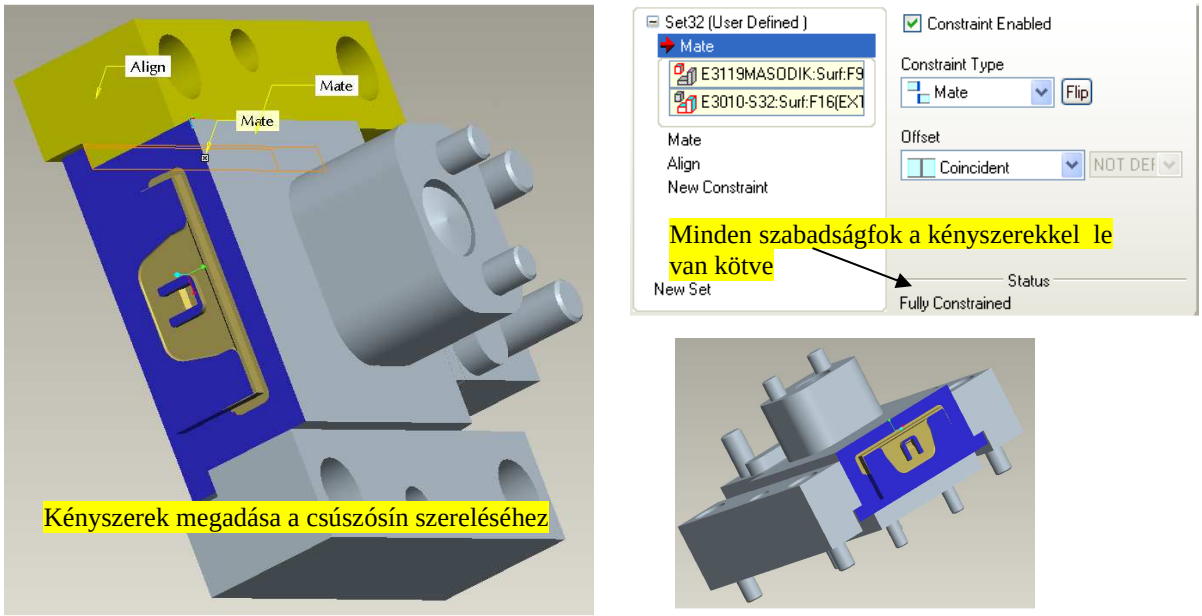
Ehhez kell hozzáolvasztani a formaüreg tervezésnél elkészült oldalbetétet. Az oldalbetét pozícióját pontosan be kell állítani, hogy ha majd a formalapba az összeszerelt mozgó betétet beszereljük, akkor függőleges pozícióban a csúszótalp alja egész milliméterre legyen a lap vízszintes síkjától. A vízszintes osztósíktól a fröccstermék alja az oldalbetétben 8.346 mm-re van, vagyis ügyelni kell arra, hogy ha készítjük az oldalbetét hozzáigazítását a csúszkához, akkor a termék alja az oldalbetét felső síkjától x,654 mm-re legyen.

Az oldalbetétből a felesleges részeket a csúszkának megfelelő kontúrral eltávolítjuk. Ezután egy új szerelési (Assembly) fájlban egyesítjük a csúszkát az oldalbetéttel.



23. ábra Az oldalbetéttel egyesített csúszka

A következőkben a Meusburgerből kiválasztott alkatrészeket építjük össze. Szerelési környezetben az alkatrészeket az *Assemble* ikonra kattintva tudjuk megnyitni. Az alkatrészek összeszereléséhez kényszereket kell megadni. A leggyakrabban használt kényszerek: *Mate* (fektet) (két felület összefektetése úgy, hogy a felületek normálvektora ellentétes irányba mutatnak); *Align* (illeszt) (két felület illesztése úgy, hogy a felületek normálvektora egyező irányba mutatnak); *Insert* (furat és csap egymásba illesztése); *Default* (alapértelmezett helyzet, a kijelölt alkatrész lesz a referencia test). A *Mate*-en és *Align*-on belül megadhatjuk, hogy a két felület érintkezzen egymással, vagy adott távolságra legyenek egymástól, esetleg csak a két felület egymáshoz való viszonyát jelentse a kényszer, azaz csak az irányuk van lekötve, de a távolságuk szabadon változhat.

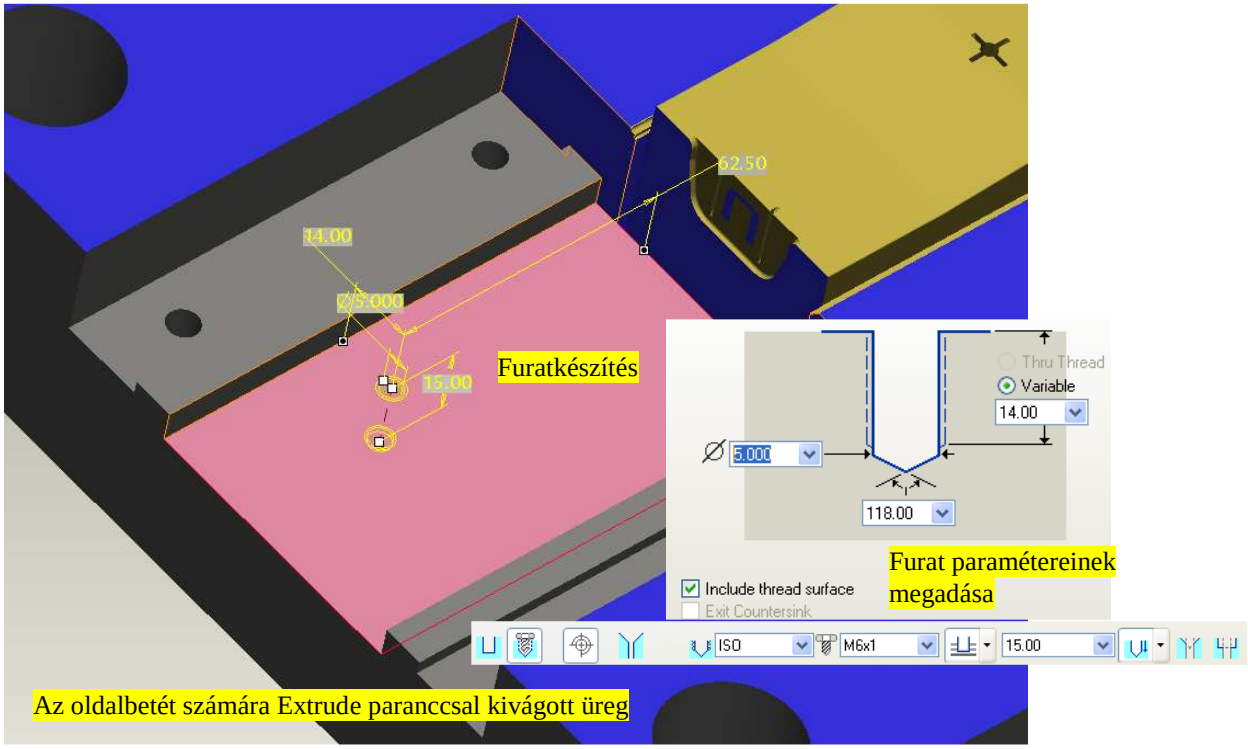


24. ábra Szerelés, kényszerek megadása

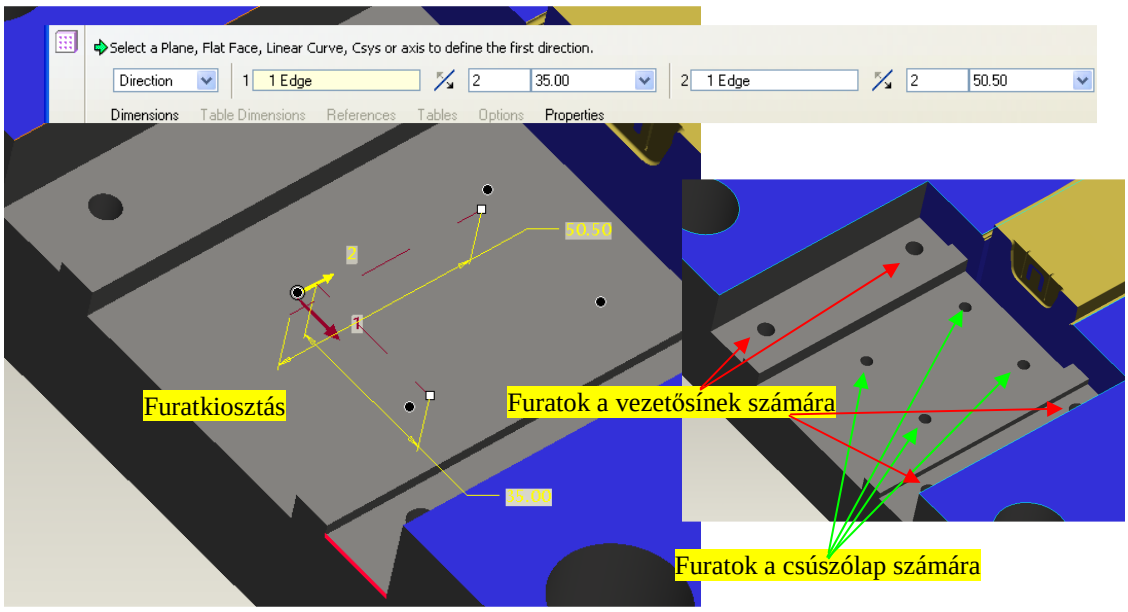
Az oldalbetétbe egy a függőleges tengelyhez képest 18°-ban megdöntött furatot kell elkészítenünk a ferdecsap számára. Ezt a *Sweep* (söprés) paranccsal készítjük el, aminek során a furat tengelyét kell *Sketch*-ben (vázlat) megrajzolnunk, illetve a furat átmérőjének megfelelő kört, amit a program a tengely mentén végigsöpörve létrehoz egy ferde hengert, s ezt vágjuk ki az oldalbetétből. Így elkészült a 18°-os furat.

7. Az oldalbetét beszerelése

Az oldalbetét elhelyezéséhez az alsó formalapból a szükséges részeket el kell távolítanunk, és a rögzítő csavarok számára furatokat készítünk. Furatot a *Hole* paranccsal hozhatjuk létre. ISO szabvány szerinti csavarfuratot készítünk, megadjuk a furat átmérőjét, mélységét, a menet mélységét a furatban. Mivel több megegyező furatot kell elkészítenünk, a *Pattern* paranccsal megadott minta szerint létrehozhatjuk a többi furatot is. Ehhez megadjuk, hogy X és Y irányba a referencia furathoz képest milyen távolságra, hány darab furatot készítsen el a rendszer.



25. ábra Kivágás és furatkészítés



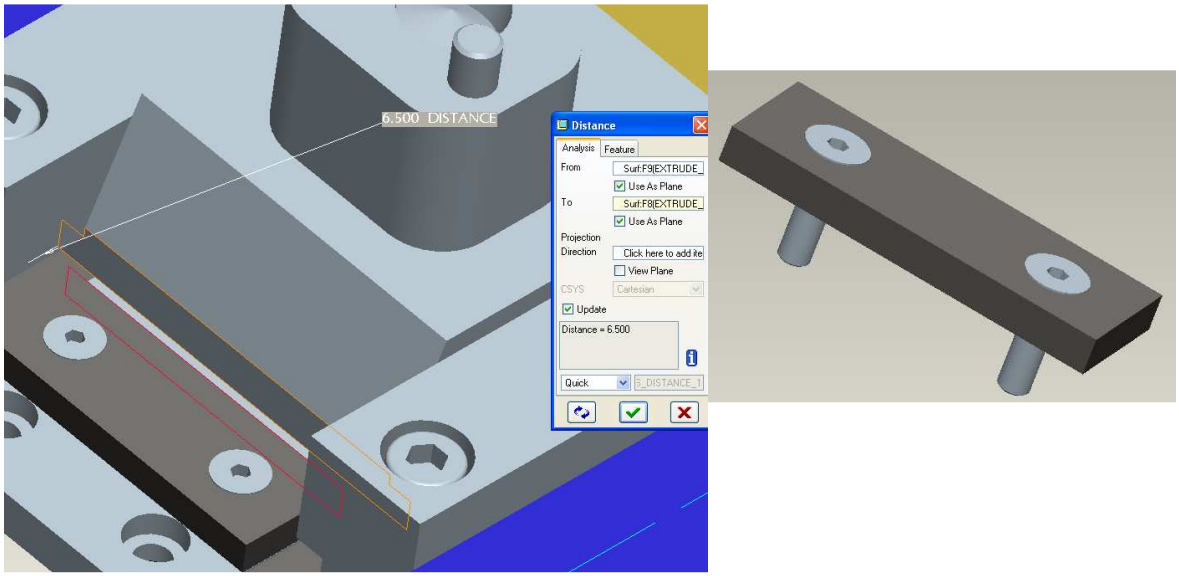
26. ábra Furatkiosztás Pattern paranccsal, és az elkészült furatok

A már összeszerelt oldalbetét beszerelhető az előkészített alsó formalapba. Annak megakadályozására, hogy a betét nyitott szerszámállásban kicsússzon a szerszámból, egy ütközőt kell beszerelni a csúszópálya végére, mégpedig abba a pozícióba, amikor a ferde csap teljesen kijön az oldalbetét furatából. Ezt a pozíciót egyszerű tangens szögfüggvénnyel ki lehet számolni. A kérdés az, hogy a ferdecsap furatból való eltávolodásának pillanatában a betét mekkora utat tett meg. Ismerjük a ferdecsap dőlésszögét, ami 18°, a betét magassága 25

mm. Mivel a ferdecsap végén letörés van, és ennek szöge nagyobb 18°-nál, ezért a letörés része már nem tolja tovább a betétet. A letörés tengely menti hossza 5 mm. A letörés miatt pár tized milliméter eltérést megengedhető a betét végpozíciójában. Így 20 mm függőleges úthosszal számolva, az ütközőnek a betét kiinduló pontjától:

$$20 \cdot tg18° = 6{,}498 \;\rightarrow\; 6{,}5\,mm$$

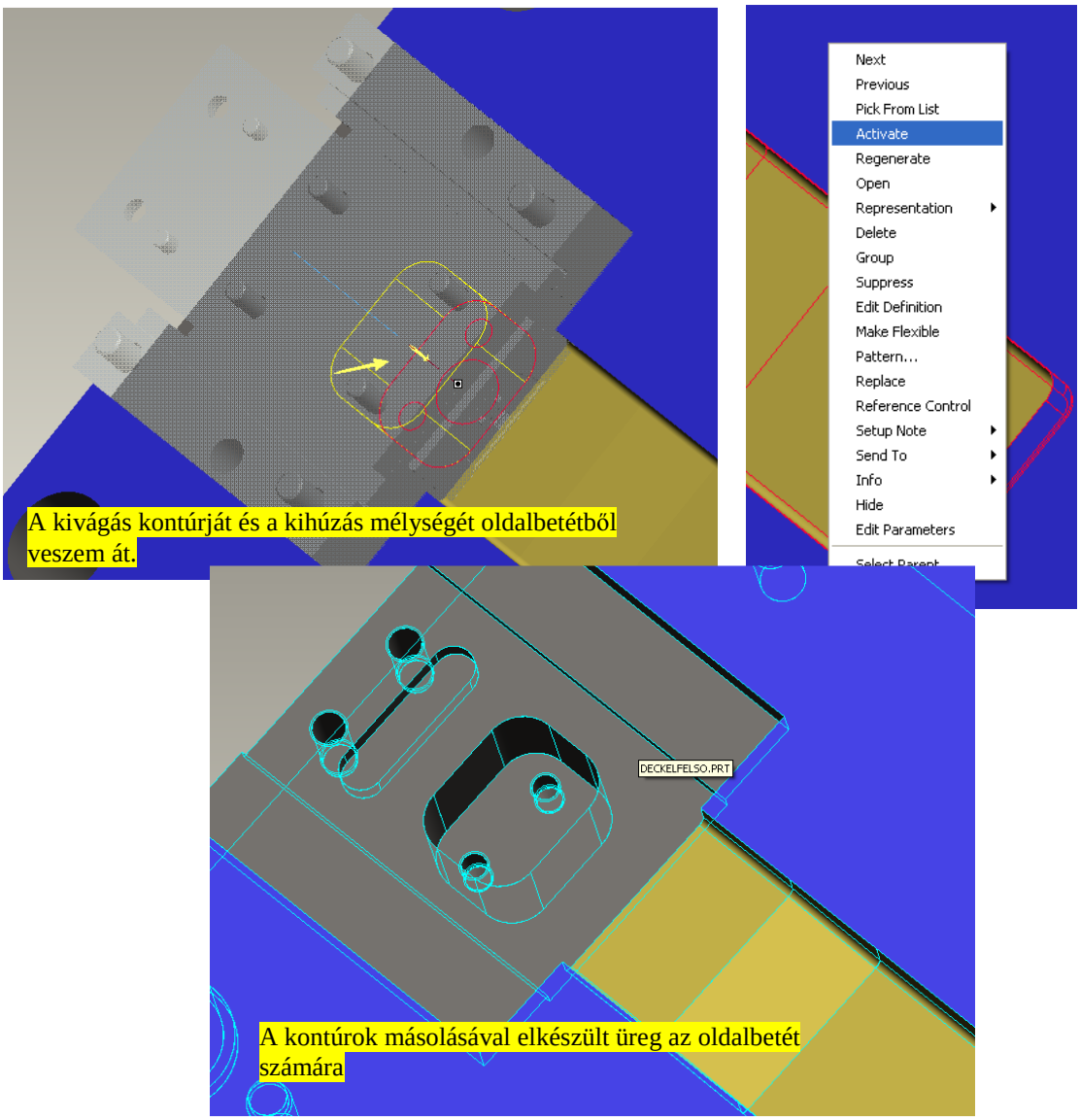
távolságra kell elhelyezkednie. Az oldalbetét kiesés ellen biztosítva van.



27. ábra Az ütköző, és annak elhelyezése

8. A felső formalap kialakítása az oldalbetét számára

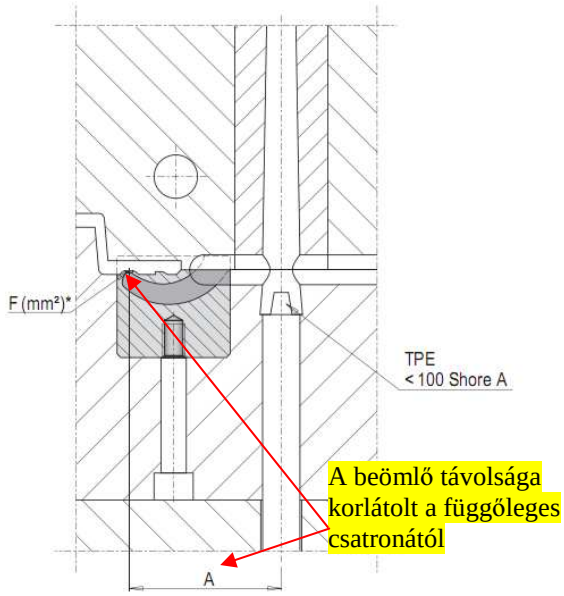
A felső formalapba férőhelyet kell képezni az oldalbetét elemei számára. Az alsó és felső formalapot kényszerekkel egymáshoz illesztve, vonalak átvételével könnyen kialakítható a szükséges üreg. Szerelés módban, ha az egyik alkatrészt módosítani akarjuk, úgy, hogy a többi alkatrész is látható legyen, akkor azt aktiválnunk kell. Az aktiválás fontos, mert ha e nélkül végzünk módosítást az alkatrészen, akkor az csak a szerelés (assembly) módban érvényesül, és ha az alkatrészt önállóan megnyitjuk, a módosítások nem jelennek meg azon.
Az alkatrészt önállóan megnyitva is módosíthatnánk, de a 28. ábrán látható eljárásnak az az óriási előnye, hogy nem kell a *Sketch*-et külön megrajzolnunk, hanem csak átveszem a már meglévő másik alkatrész szükséges kontúrját, és a kihúzás mélységénél is csak a másik elem kívánt felületét kell megadnunk. Ezzel a módszerrel biztos minden kivágás és furat a megfelelő helyen lesz.



28. ábra A felső formalap kialakítása az oldalbetét beszereléséhez, az összeszerelt oldalbetét kontúrjainak átvételével

9. A beömlőcsatorna elkészítése, fúvóka kiválasztása

Az ABS műanyagra jellemző, hogy a beömlés helyén a csatorna letörésekor látható törési felület keletkezik. Éppen ezért esztétikai okok miatt nem fröccsönthetjük függőlegesen a terméket, hanem alulról, nem látható részen kell kialakítani a beömlést. Erre az un. banán csatorna kialakítás a megfelelő. Így nem lesznek esztétikai problémák, viszont a beömlés pontjának megválasztása korlátolt ugyanis a banáncsatorna hossza viszonylag rövid lehet csak, tehát a beömlés helyét nem tudjuk alul a termék közepén elhelyezni. Továbbá a szerszám fúvókáját sem lehet a felfogólap közepén elhelyezni, mivel a szerszám egyfészkes kivitelben készül. A 29. ábra a fent leírt problémát mutatja be.

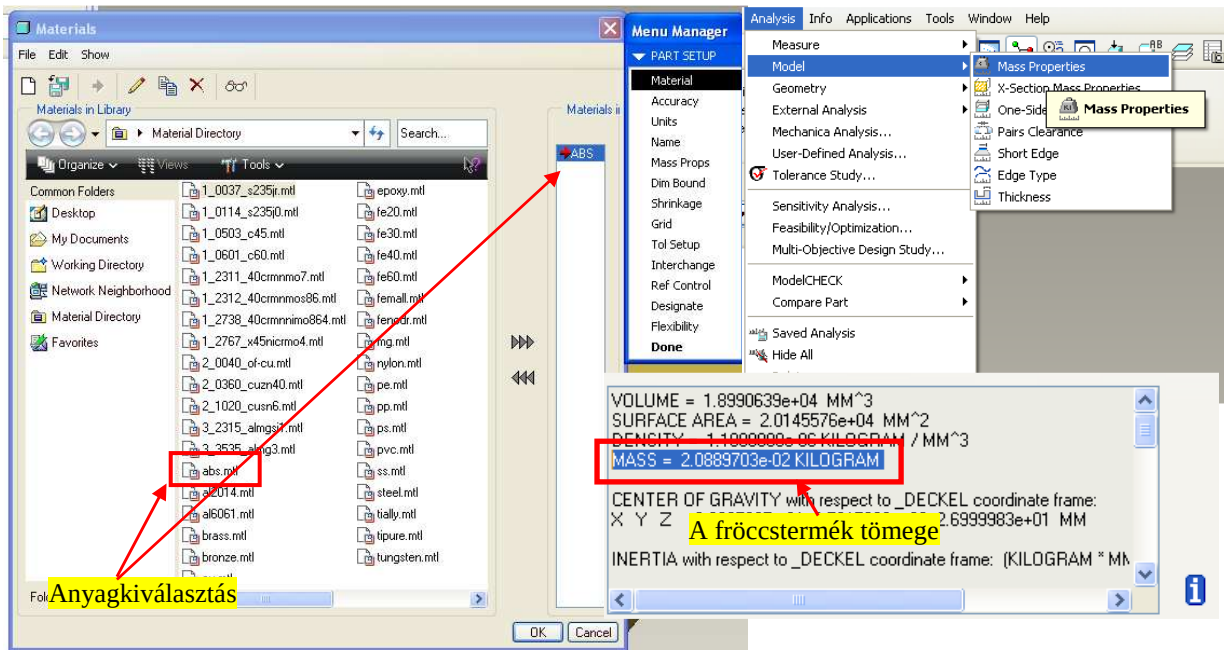


Az egész csatornarendszer szűk keresztmetszete tervezés szempontjából a banáncsatorna kialakítása, tehát ebből kiindulva kell felépíteni a rendszert.
A Meusburger kész banáncsatorna elemeket kínál, és ennek kiválasztását táblázatok, diagramok segítik.
A méretezés a műanyag típusának kiválasztásával kezdődik. Esetünkben ABS. Az ABS viszkozitását be kell sorolnunk a következő 3 lehetséges viszkozitás tartományba:

- Alacsony viszkozitás
- Közepes viszkozitás
- Nagy viszkozitás

29. ábra „banán” alakú beömlőbetét elhelyezkedése

Az ABS viszkozitása 208 Pa·s, ami a közepes viszkozitás tartományába esik. Továbbiakban meg kell határozni a fröccstermék tömegét. Ezt a ProEngineer-ben könnyen elvégezhetjük. A fröccstermék anyagát a Menu→Edit→Setup… Material pontban tudjuk megadni. A megnyíló ablakban kiválasztjük az ABS tulajdonságait tartalmazó fájlt, és elfogadjuk a beállítást. A termék tömegét a Menu→Analisys→Model→Mass Properties alatt tudom megnézni.



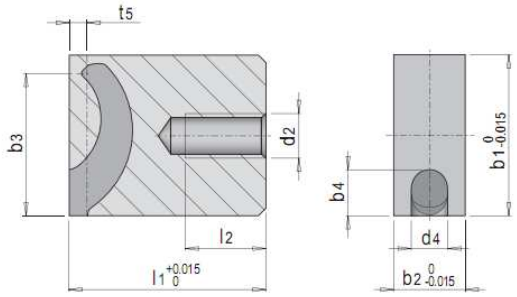
30. ábra A fröccstermék anyagának beállítása, és tömegének számítása

A számítás eredményeként $2{,}0889703 \cdot 10^{-2}$ kg értéket kaptunk, ami kerekítve 20,9 g. A viszkozitás és a fröccstermék tömegének megállapítása után a 1.1-es táblázatból a

Meusburger banáncsatorna fő méretei kikereshetőek. A banáncsatorna kialakítása és paraméterei a 31. ábrán láthatóak.

1.1 táblázat: banáncsatorna fő méretei

Visk 1)*	Visk 2)*	Visk 3)*	l_1	b_2	d_2	l_2	b_3	b_4	d_4	t_5	b_1	Nr. /No.
- 12 g	- 7 g	- 5 g	18	6	M4	8	13.3	4	2.5	2	**15**	E 1690/15
- 35 g	- 25 g	- 15 g	22	8	M5	9	16	5.2	4	2	**18**	E 1690/18
- 120 g	- 75 g	- 50 g	22	10	M5	8	22.1	6.5	6	3	**25**	E 1690/25
-1000 g	- 500 g	- 300 g	27	12	M6	9	26.9	7	8	5	**30**	E 1690/30
-1000 g	- 500 g	- 300 g	36	12	M6	8	41.2	9.6	8	10	**45**	E 1690/45



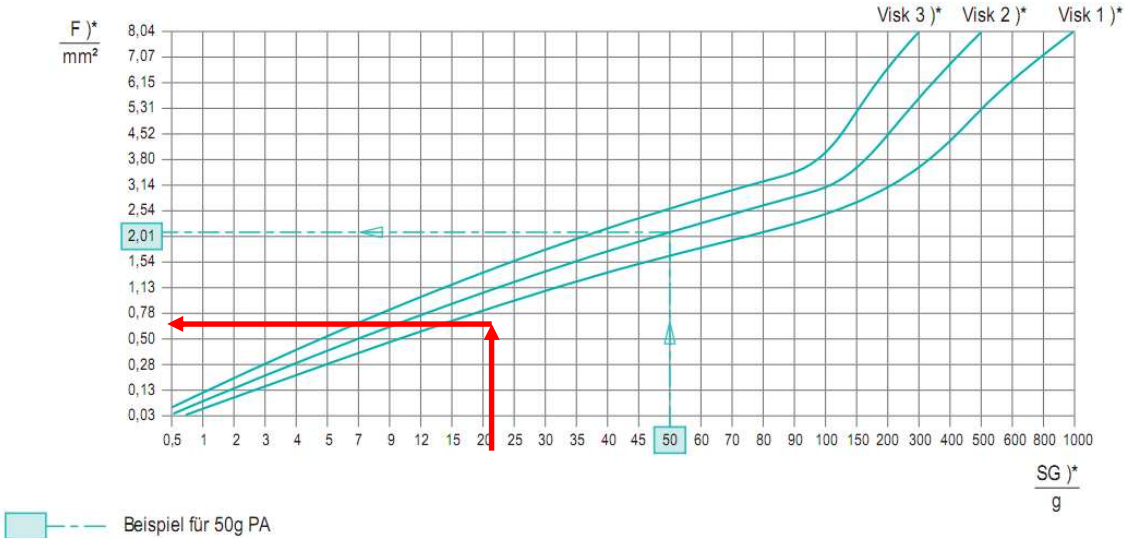
31. ábra A banáncsatorna paraméterei

A szerszámfúvóka tengelyétől a banáncsatorna beömlőjének legnagyobb távolsága (lásd. 29. ábra) a b_1 paraméter függvényében a 1.2-es táblázatból olvasható ki.

1.2 táblázat: A beömlő pont megengedett legnagyobb távolsága a fúvóka tengelyétől

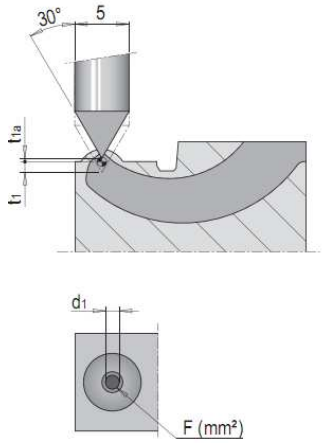
	Elastomere TPE, TPU, TPA, etc.	PE, PP, PET, PBT, etc.	ABS, ASA, PC/ABS, HI-PC, PA, POM, SB, etc.	PA + GF, PC, SAN, PS, PMMA, PEI, etc.
b_1	A	A	A	A
15	16 - 21	18 - 25	21 - 28	27 - 34
18	21 - 26	26 - 34	31 - 39	36 - 45
25	28 - 33	31 - 39	36 - 44	41 - 50
30	33 - 38	38 - 48	43 - 53	48 - 58
45	48 - 53	53 - 63	58 - 68	-

Még meg kell állapítani a beömlő pont területének nagyságát. Ezt a 32. ábrán látható diagramból lehet kiolvasni a fröccstermék tömegének, és viszkozitásának függvényében.



32. ábra A beömlő pont területének meghatározása

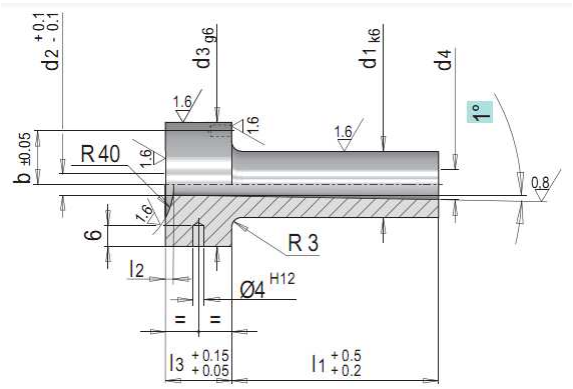
A beömlés pontjának megfelelő méretre történő forgácsolásához ad utasítást b_1 és F függvényében a 33. ábra.



b1	F (mm²)	Fräsen Milling		
		d1	t1	t1a
15	0.13	0.4		0.07
	0.20	0.5	0.06	
	0.28	0.6	0.20	
	0.38	0.7	0.33	
	0.50	0.8	0.47	
18	0.13	0.4		0.28
	0.20	0.5		0.16
	0.28	0.6		0.04
	0.38	0.7	0.09	
	0.50	0.8	0.23	
	0.64	0.9	0.36	
	0.78	1.0	0.50	
	0.95	1.1	0.63	
	1.13	1.2	0.76	
25	0.13	0.4		0.51
	0.20	0.5		0.39
	0.28	0.6		0.27
	0.38	0.7		0.15
	0.50	0.8		0.02
	0.64	0.9	0.10	
	0.78	1.0	0.23	
	0.95	1.1	0.36	
	1.13	1.2	0.48	
	1.33	1.3	0.61	
	1.54	1.4	0.74	
	1.77	1.5	0.87	
	2.01	1.6	1.00	
	2.27	1.7	1.13	
	2.54	1.8	1.26	

33. ábra A beömlő pont kialakítása

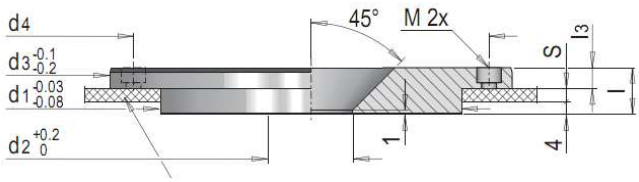
Mivel a banáncsatorna d_4 átmérője 4 mm, ezért a fúvókáig vezető csatorna átmérőjének is 4 mm-nek kell lennie.
Fúvókának az E1610 típust választjuk. A fúvóka legszűkebb átmérője 4 mm. A fúvókát és méreteit a 34. ábra vázolja.



$b = 15\,mm$
$l_2 = 3\,mm$
$l_3 = 18\,mm$
$d_3 = 38\,mm$
$d_4 = 6{,}4\,mm$
$d_1 = 18\,mm$
$l_1 = 56\,mm$
$d_2 = 4\,mm$

34. ábra Fúvóka

A fúvókához E1362 számú központosító karimára van szükség (35. ábra)



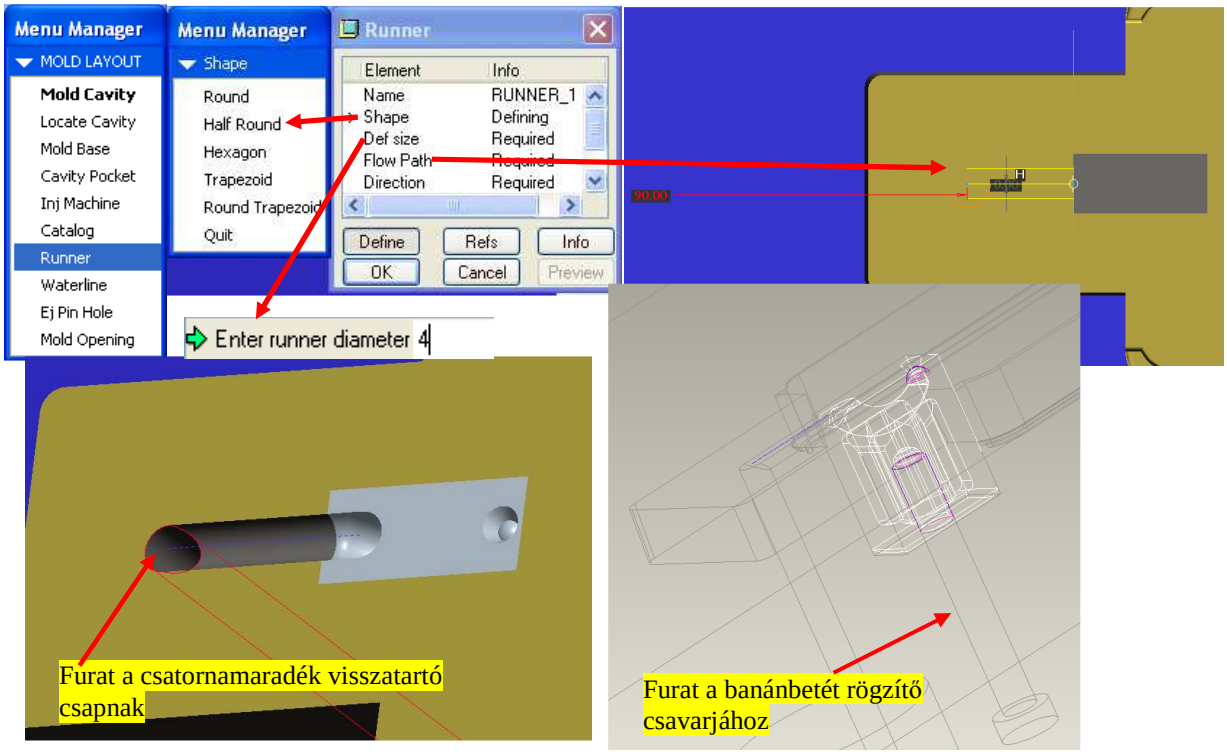
$l_3 = 8\,mm$ $\quad d_3 = 125\,mm$
$d_2 = 36\,mm$ $\quad d_1 = 90\,mm$
$d_4 = 104\,mm$ $\quad l = 12\,mm$
$S = 0\,mm$

35. ábra Központosító karima

Mint az a 1.2-es táblázatban látható, a fúvóka tengelyétől mért legnagyobb távolsága a beömlő pontnak 31-39 mm lehet. Úgy kell a banánbetétet elhelyezni, hogy a beömlője minél közelebb legyen a fröccstermék középpontjához. A banánbetétnek fészket kell készíteni az alsó formalapban, illetve furatra van szükség, amelyen keresztül a betétet az alsó formalaphoz rögzíthető. A fúvóka felőli oldalon az alsó formalapra egy szigetet kell készítenünk, amibe ki tudjuk alakítani a banánbeömlőbe csatlakozó csatornát, s egyúttal ehhez a szigethez fog szerszámzáráskor a fúvóka alja közvetlenül rázárni (36. ábra).

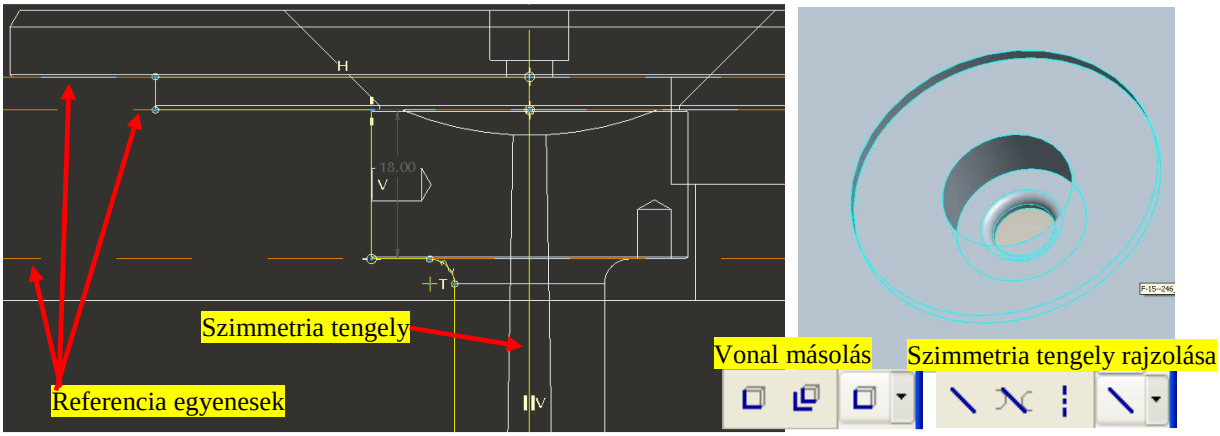
36. ábra Banánbetét elhelyezése, Mold Layout alkalmazás indítása

A csatorna elkészítéséhez a *Mold Layout* alkalmazást kell elindítani (36. ábra). Megjelenik a *Menu Manager* ablak, amelyben a *Runner* opciót kell választani. A felbukkanó ablakban az egyes pontokon végighaladva lehet a csatornát elkészíteni (37. ábra).



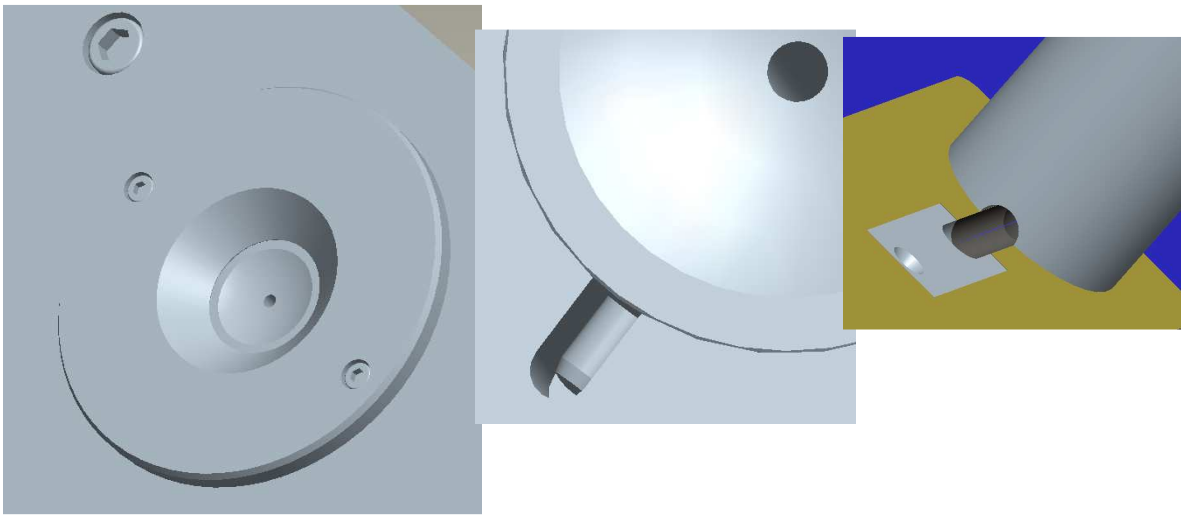
37. ábra Csatorna elkészítése

A felső formaüregbe a fúvókát a központosító tárcsával együtt el kell helyezni. Tekintve, hogy ezek az alkatrészek kör szimmetrikusak a *Revolve* (forgáskihúzás) paranccsal egyszerűen ki tudjuk vágni az elhelyezésükhöz szükséges férőhelyeket a felső formalapban és az álló oldali felfogólapban is. Természetesen az alsó formalapban a fentiekben kialakított sziget negatívját is el kell készítenünk a felső formalapban.
Először a fúvókát és a központi karimát kényszerekkel a megfelelő pozícióba helyezzük el a felfogólapban. Utána aktiváljuk szerkesztéshez a felső felfogólapot. A *Revolve* parancsot alkalmazva forgáskivágást készítünk. A vázlat elkészítése során a karima és a fúvóka kontúrja látható, így azokat csak le kell másolnunk, amit vonalátvétellel (Use edge) és referencia egyenesek segítségével tudunk megtenni.



38. ábra Forgáskivágás a fúvóka és karima részére

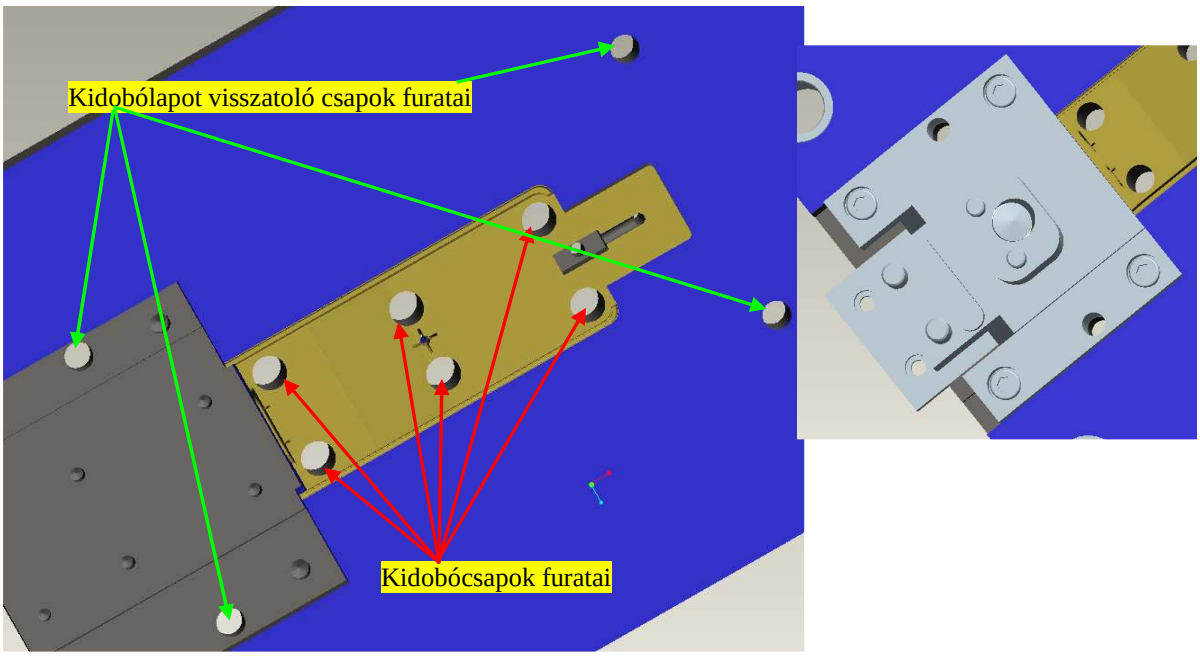
Hasonló módon elkészítjük a felső formalapban is a fúvóka furatát, illetve kivágjuk a sziget számára szükséges üreget. A csatorna felső formaüregbe eső részét szintén kialakítjuk. Elkészítjük a karima rögzítéséhez szükséges két furatot, illetve a fúvóka elfordulását megakadályozó csapnak szükséges hornyot is.



39. ábra Az elkészült beömlő rendszer elemi

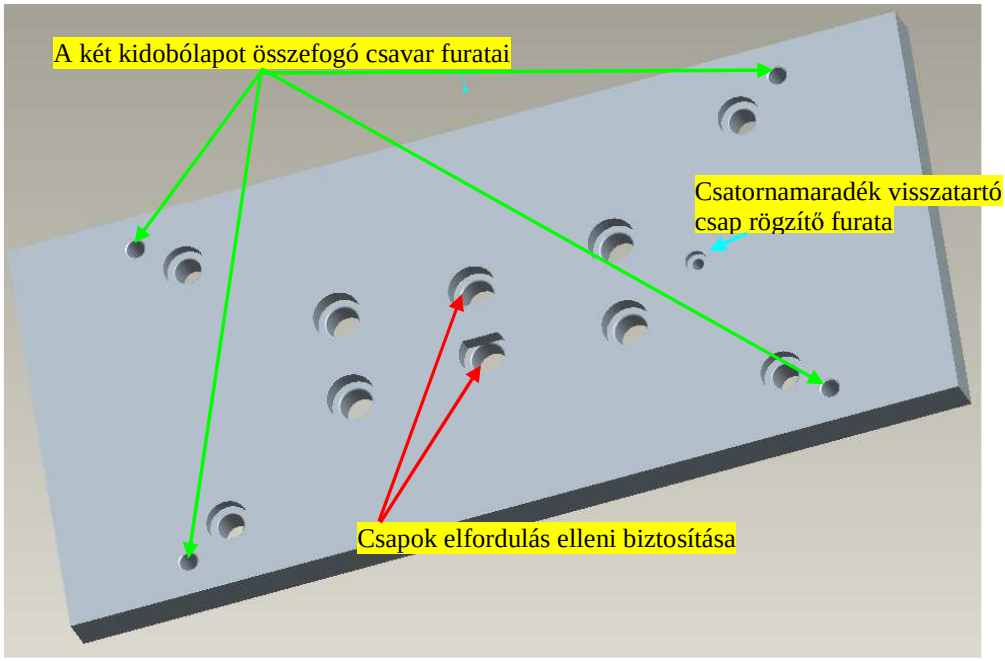
10. Kidobó rendszer

A fröccsterméket kidobó csapok elkészítésével kezdjük a kidobórendszer felépítését. A termék biztonságos, probléma nélküli kidobáshoz hat csapra van szükségünk. Mivel a termék fala csak 2 mm vastag, ezért nagy átmérőjű csapokra lesz szükségünk, amelyek mérete legyen 12 mm. Fontos elv, hogy a csapokat csak rövid szakaszon, a csap formaüreg felöli végétől körülbelül 25 mm hosszan lehet megvezetni. Az ez után következő szakaszokon a furat átmérőjének 0,2-0,3 mm-rel nagyobbnak kell lennie a csap átmérőjétől. Erre azért van szükség, mert a csapok a forró műanyag ömledékkel érintkezve átmelegednek, ezáltal tágulnak, és dilatációs helyet kell biztosítani számukra, hogy elkerüljük a megszorulást. A furatokat Extrude paranccsal a legegyszerűbb elkészíteni. A 40. ábrán az elkészült furatok láthatóak. A középső két furat nem síkban végződik, hanem egymáshoz képest más szögben találkozó két síkban. Ennek megjegyzése azért szükséges, mert emiatt e két kidobócsapot elfordulás ellen biztosítani kell.



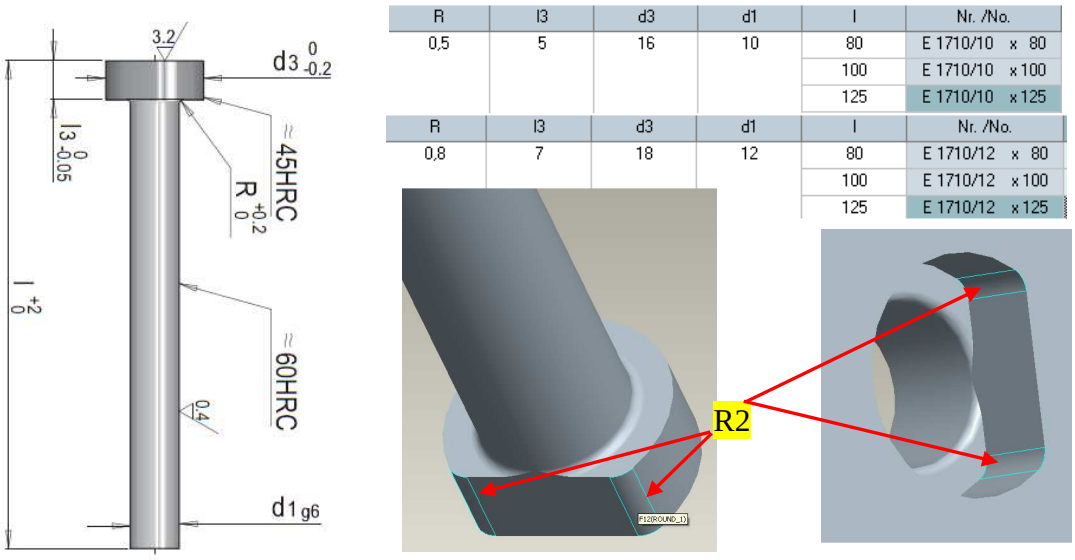
40. ábra Kidobócsapok és visszatoló csapok furatai

A kidobólapot visszatoló csapok furatait is ki kell alakítani. A furatok elhelyezésénél azzal a problémával kerültünk szembe, hogy a kidobólapok szélessége túl kicsi ahhoz, hogy az oldalbetét oldali két furatot a csúszka területén kívül helyezhessük el. Így a két vezetősínbe kell elhelyezni azokat. Mivel a vezetősínek anyaga réz, ezért gond nélkül lehet furatot készíteni azokba, tehát a probléma így kiküszöbölhető.
A furatokat a támasztólapban (párnalapban) szintén ki kell alakítani. A csapokat a felső kidobótartó lapban kell rögzíteni. Itt történik a csatornamaradék visszatartó csapok rögzítése is.



41. ábra Csapok rögzítése a felső kidobólapban, a felső kidobólap furatai

A kidobócsapok a Meusburger katalógus szerinti E1710 típusúak. A kidobócsapok átmérője 12 mm, a visszatoló csapoké 10 mm. A kidobólapban a fent említett okok miatt a furatok átmérője a csapok átmérőjénél 0,3 mm-rel nagyobbak. A csapok kialakítását és méreteit a 42. ábrán tüntettük fel. Az elfordulás ellen biztosítandó csapoknál a fejrészből le kell munkálni egy részt, és lekerekítést kell készíteni a 42. ábrán látható módon.

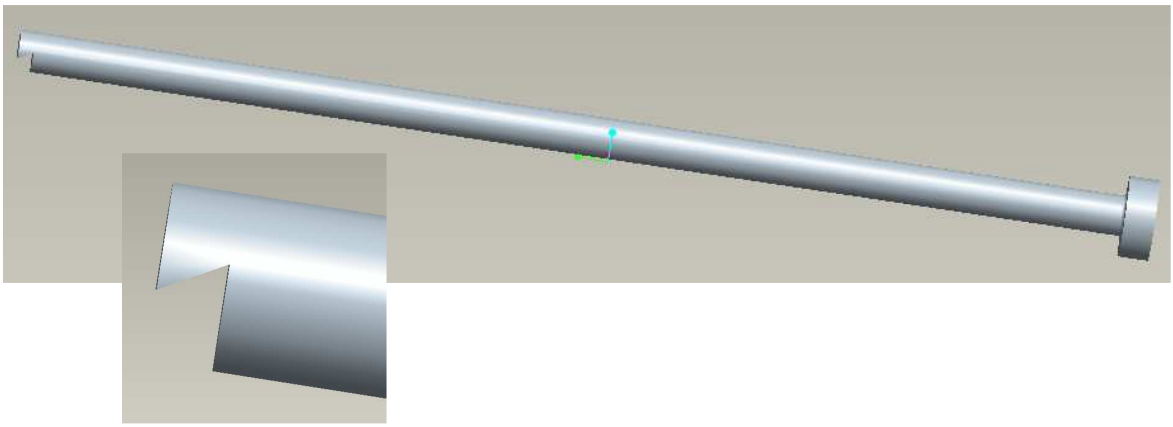


R	l3	d3	d1	l	Nr. /No.
0,5	5	16	10	80	E 1710/10 x 80
				100	E 1710/10 x 100
				125	E 1710/10 x 125

R	l3	d3	d1	l	Nr. /No.
0,8	7	18	12	80	E 1710/12 x 80
				100	E 1710/12 x 100
				125	E 1710/12 x 125

42. ábra A csapok kialakítása

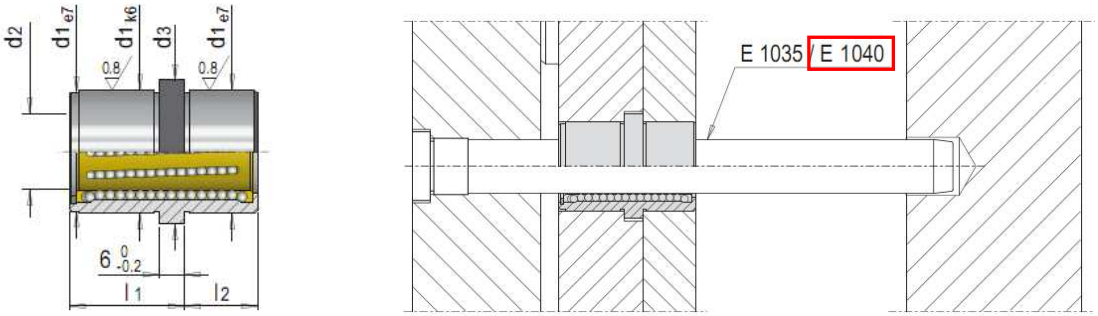
A csatornamaradék visszatartó csap átmérője 4 mm, melynek végébe fecskefarok alakú bemetszést készítünk. A bemetszés biztosítja, hogy szerszámnyitáskor a csatornamaradék biztosan az alsó formaüregben (a kidobó oldalon) maradjon.



43. ábra Csatornamaradék visszatartó csap

Természetesen minden csap hosszát a megfelelő méretűre kell vágni. A visszatoló csapok furatait nem kellett megnövelni, mivel ezek nem érintkeznek az ömledékkel. A csatornamaradék visszatartó csap szintén csak egy rövid szakaszon van illesztve, a többi részen a furat átmérője 4,3 mm.

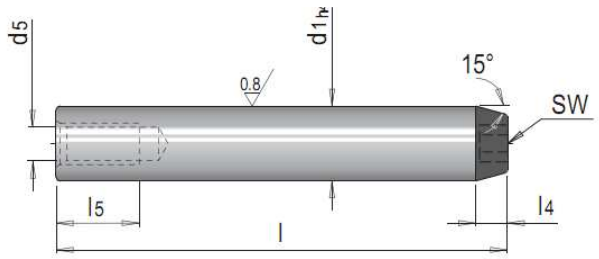
A kidobólapok vezetését kell a következőkben elkészíteni. A két kidobólapba vezetőperselyt, az alsó felfogólapba pedig vezető csapokat kell elhelyezni. Vezetőperselynek az E1144 típusú golyós vezetőfelületű perselyt választjuk. A persely kialakítása, méretei, és beszerelési utasítása a 44. ábrán látható.



d1	d3	d2	l2	l1	Nr. /No.
22	25	12	9	17	E 1144/12- 9/17
			12		E 1144/12-12/17
30	33	18	12	22	E 1144/18-12/22
			17		E 1144/18-17/22
38	41	24	17	27	E 1144/24-17/27
			22		E 1144/24-22/27
46	49	30	22	32	E 1144/30-22/32
			27	36	E 1144/30-27/36

44. ábra Vezetőpersely

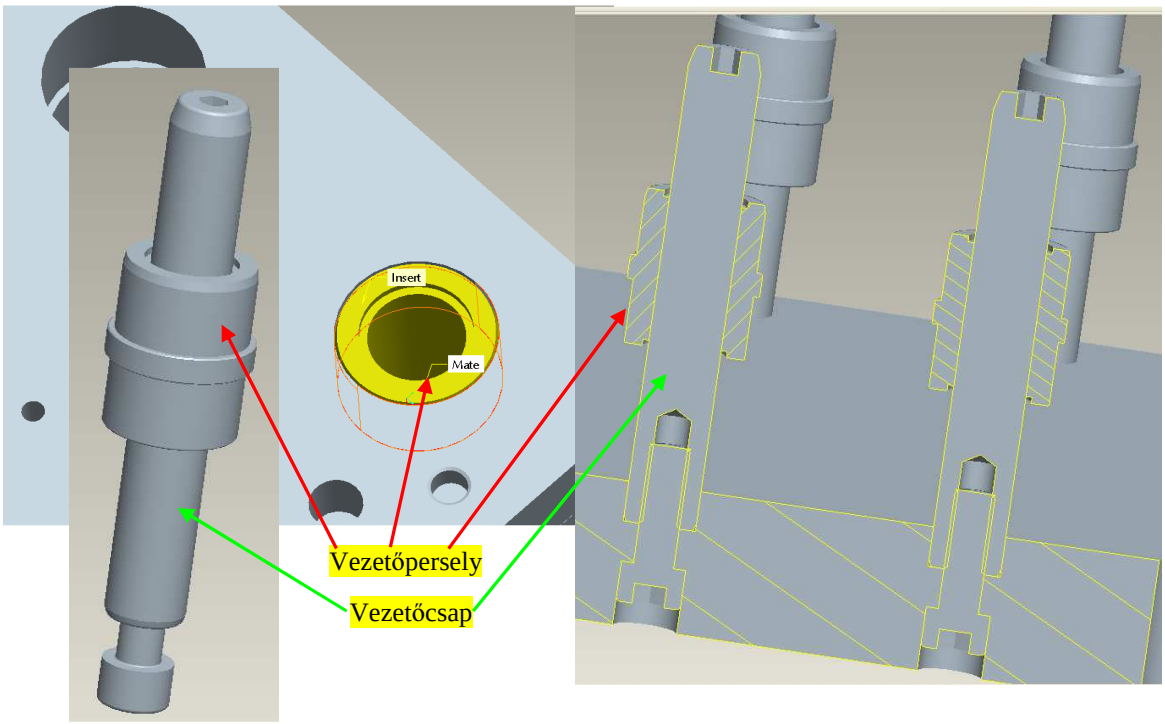
Vezetőcsapnak az E1040-es típust választottam (45. ábra)



SW	l4	d5	l5	d1	l	Nr. /No.	EUR/1
6	5	M 10	20	18	80	E 1040/18 x 80	9,80
					100	E 1040/18 x 100	11,00
					120	E 1040/18 x 120	12,10

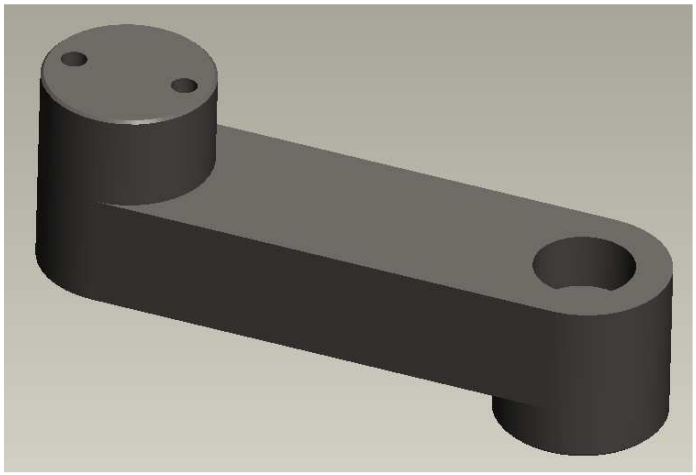
45. ábra A vezetőcsap

A kidobólapokban a perselyek számára kihúzással elkészítjük a szükséges furatokat, majd kényszerekkel a perselyeket elhelyezzük. Az alsó felfogólapba három furatot készítünk. Egyet a vezetőcsap beillesztéséhez, egyet a rögzítő csavar fejének, és a harmadikat a csavar szárának (46. ábra).



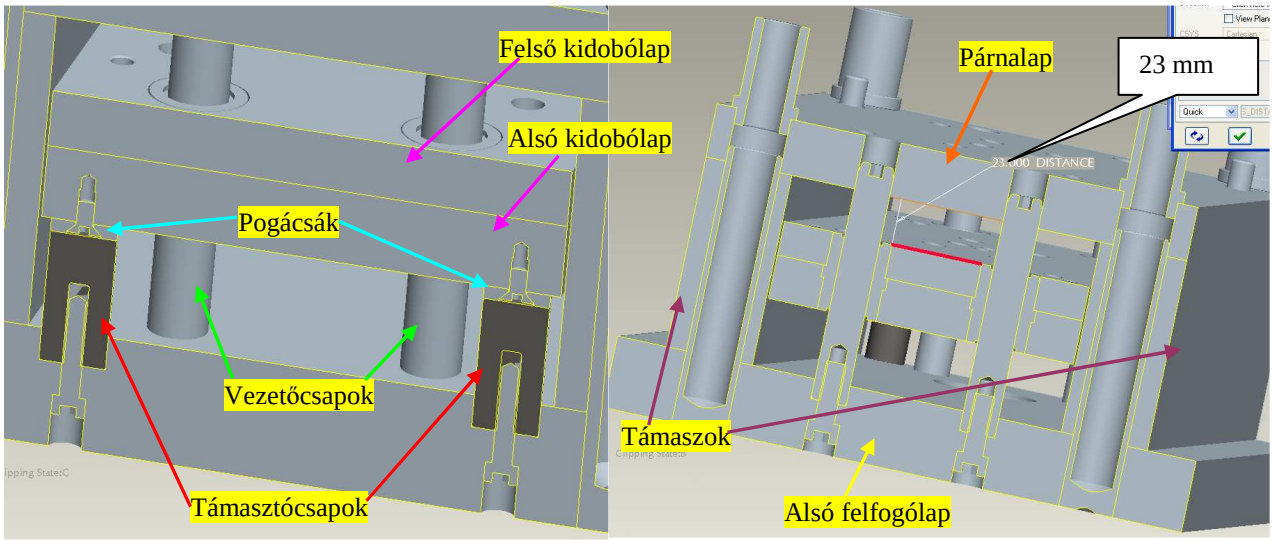
46. ábra Vezetőcsap és vezetőpersely beszerelése

A kidobólapokat a felfogólaptól el kell tolni 34 mm távolságra, mivel a kidobórúd nem középen fog elhelyezkedni. Korábbiakban láthattuk, hogy a fúvóka a banáncsatorna kialakítás és az egyfészkes szerszám miatt nem középen helyezkedik el a felső feldogólapban. Viszont a kidobórúdnak egy tengelybe kell esnie a fúvókával a fröccsöntő gépek konstrukciója miatt. Erre a helyzetre szokták használni az úgynevezett nyelv kialakítású kidobót. Az általunk készített nyelv a 47. ábrán látható.



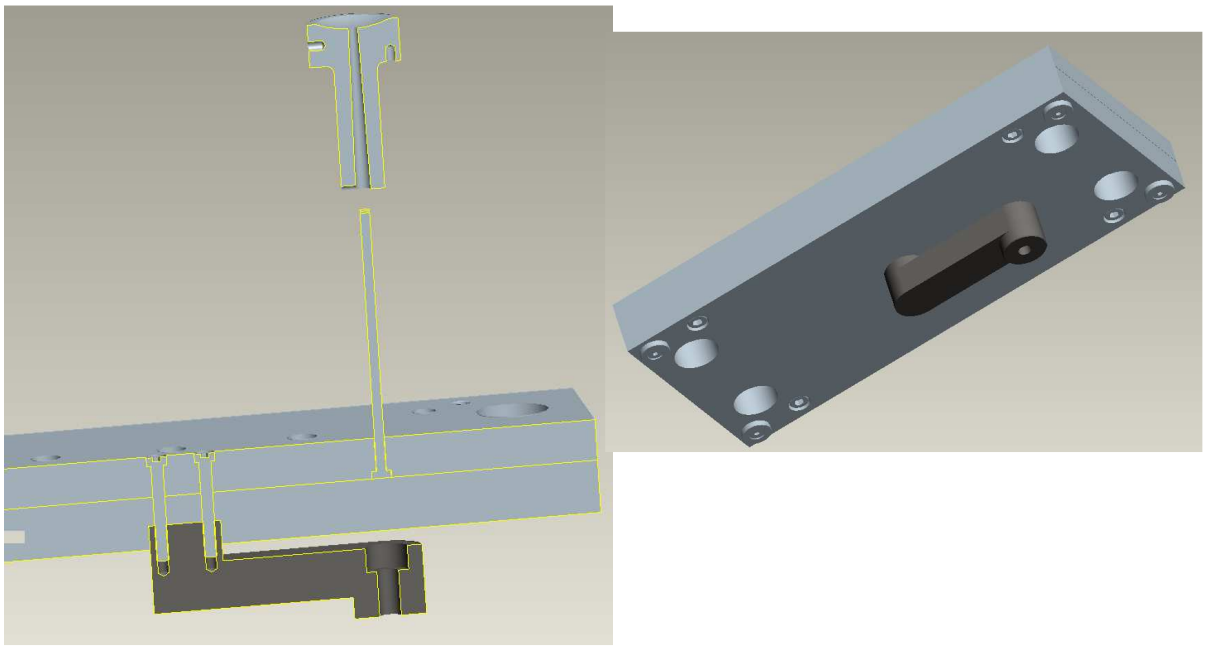
47. ábra Z alakú nyelv

A nyelv a 47. ábrán látható bal oldali része a kidobólap közepéhez illeszkedik, míg a jobb oldali rész csatlakozik a kidobórúdhoz, aminek a tengelye a fúvókáéval egybe esik. Így biztosítva van, hogy a letolólapok mozgatásához szükséges erő középen támadjon, tehát az erő egyenletesen oszlik meg a vezetésnél, és nem fog megakadni egyik vezetőcsap sem a perselyekben. A nyelvnek szükséges tér miatt, viszont a letolólapok kiindulási pozíciója a standard kialakításhoz képes magasabban lesz. A kívánt pozícióban tartás miatt támasztócsapokat kell beépíteni az alsó felfogólap és az alsó kidobólap közé. A támasztócsapok egyszerű esztergált hengerek, melyeket a felfogólaphoz csavarral rögzítünk. A letolólap pogácsái ezeknek a csapoknak a tetején ülnek kiindulási pozícióban. Korábban megállapítottuk, hogy biztonsági faktorral együtt a biztos termékkidobáshoz 20 mm úthossz szükséges. Mivel a támasztóoszlopok szabvány magasságúak, így a támasztócsapok beépítése után marad 23 mm szabad úthossz a letolólapok mozgásához, tehát bőven megfelel ez a távolság.
Először elkészítjük a támasztócsapokat, és a beillesztésükhöz szükséges furatokat az alsó felfogólapba. Majd elvégzzük a beszerelést. Az elkészült szerelést a 48. ábra mutatja.



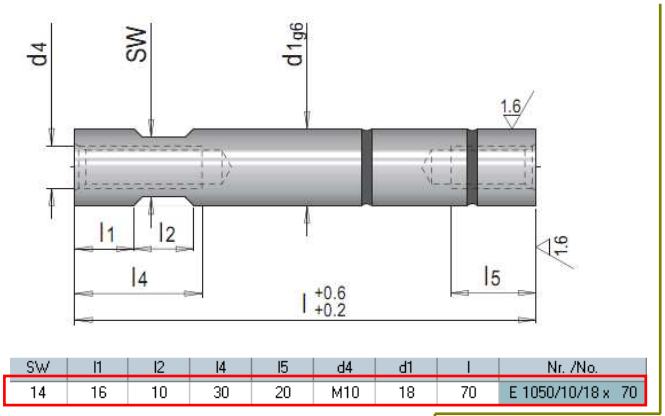
48. ábra Kidobólapok megvezetése és támasztása

A kidobólapokat mozgató nyelv beszerelése előtt, ki kell alakítani a felfogófuratokat az alsó formalapban. A fix illesztés érdekében a nyelv henger alakú része belesüllyed a felfogólapba és két csavarral rögzítjük (49. ábra).

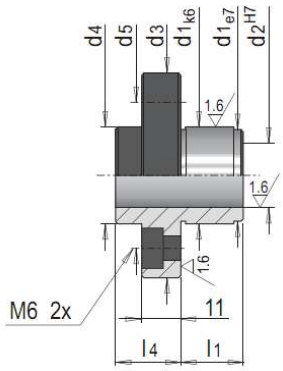


49. ábra A nyelv beszerelése a kidobólapokba

A nyelv a 49. ábrán látható jobboldali részéhez kell a kidobórudat rögzíteni. A kidóbórúd E1050 típusú. Ezt, egy persellyel az alsó felfogólapban meg kell vezetni, ami az E1150-es típusú vezetőpersellyel történik (50. ábra).



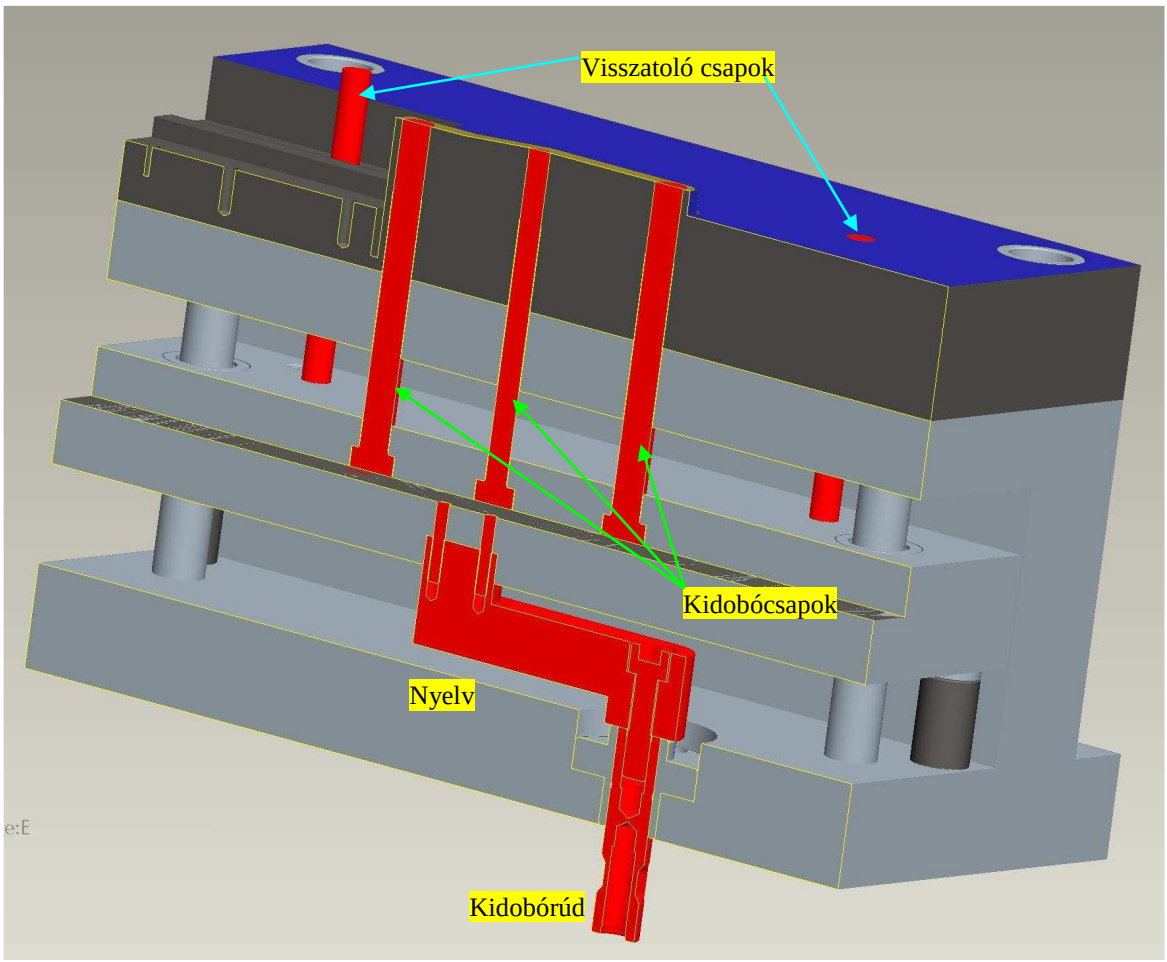
SW	l1	l2	l4	l5	d4	d1	l	Nr. /No.
14	16	10	30	20	M10	18	70	E 1050/10/18 x 70



l1	l4	d1	d3	d4	d5	d2	Nr. /No.
12	17	18	46	19	32	14	E 1150/14
16	18	24	52	25	38	18	E 1150/18

50. ábra Kidobórúd és vezetőpersely

A vezetőpersely és a kidobórúd beszerelésével elkészül a teljes kidobórendszer. Utolsó műveletként a kidobócsapok hosszát kell a megfelelő méretűre levágni. A kidobórendszer vázlatát mutatja az 51. ábra.



51. ábra Kidobó rendszer metszete
(csatornamaradék visszatartó csap nem látható)

11. A temperáló rendszer kialakítása

A rendszer kiépítését a furatok elhelyezésével kezdjük, hiszen a munkadarabhoz kell igazítanunk azokat. Egy előre meghatározott átmérővel alakítjuk ki azokat. Ha elkészült számításokkal ellenőrizzük, hogy megfelelő méretű-e a rendszer a hűtéshez.
A felső formalapban a fedél nagy felületű vékony falát kell hűteni. Vékony sík felületek egyenletes hűtésének a feltétele, hogy a furatok maximális távolsága egymástól a következő lehet:

$$b_{\max} = 3 \cdot d \quad [mm]$$

Ahol: d : a furatok átmérője $[mm]$

Tervezésünk során a furat átmérőjének 8 mm veszünk fel. Így a furatok ajánlott maximális távolsága:

$$b_{\max} = 3 \cdot 8 = 24\,mm$$

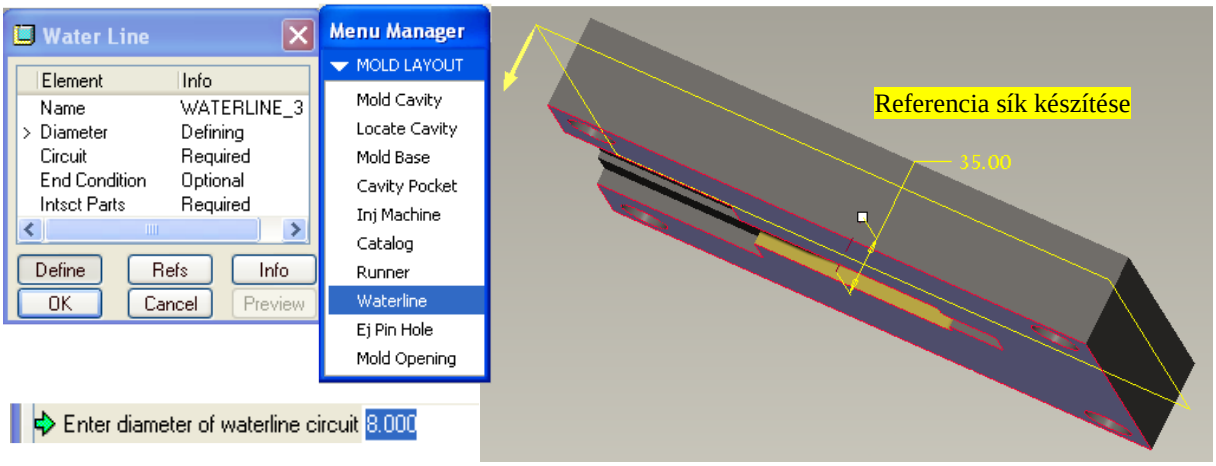
A furatok távolsága a formaüreg falától irodalmi ajánlásra:

$$c = (2 \cdots 3)d \quad [mm]$$

Hármas szorzóval számolva:

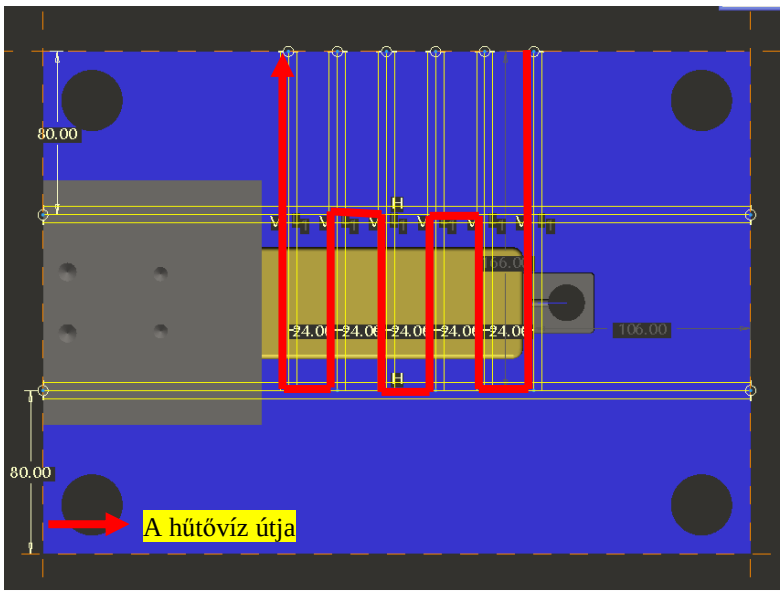
$$c = 3 \cdot 8 = 24\,mm$$

A furatokat a csatornakészítéshez hasonlóan a *Mold Layout* alkalmazásban tudjuk elkészíteni. A megjelenő *Menu Manager* ablakból a *Waterline* opciót kell választani. Előugrik a *Water Line* párbeszédablak. Első lépésben a furatok átmérőjét kell megadni (8 mm). Ezt követően meg kell adni azt a síkot, amelyen a hűtőfuratok elhelyezkednek. Ehhez egy segédsíkot készítünk. A formaüreg alja az osztósíktól átlagosan 10 mm mélyen van. Az osztósíktól a segédsík távolsága 35 mm legyen (52. ábra). Megjegyezzük, hogy a szerszámkészítők tapasztalatra hagyatkozva, számítások nélkül készítik el a furatokat, ugyanis minél nagyobb a furat átmérője, annál szélesebb intervallumban lehet a fröccsöntő szerszám paramétereit beállítani, s legtöbbször a furatok elhelyezését befolyásolja a rendelkezésre álló szabad hely.



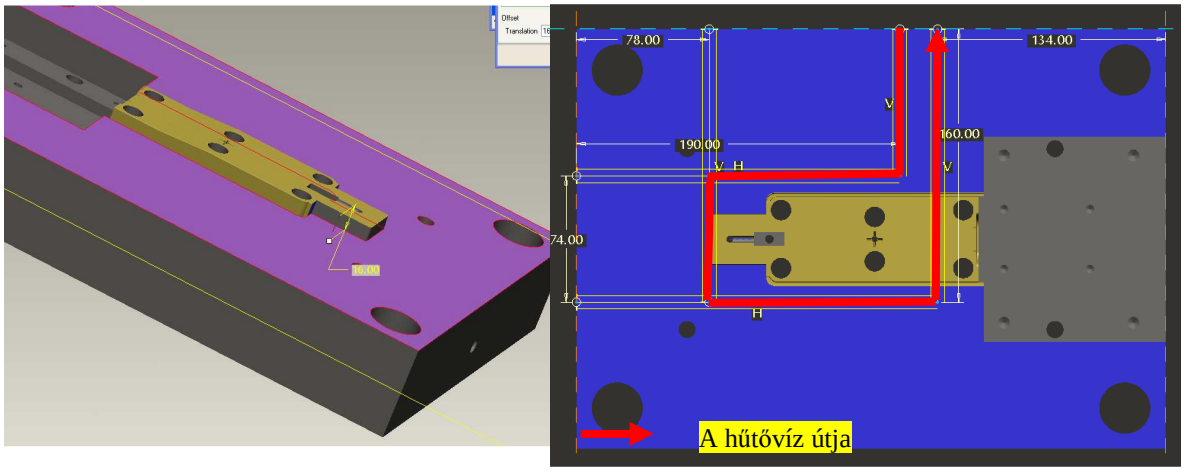
52.ábra Furatátmérő és a furatok síkjának megadása

A Circuit pontban kell elkészítenünk (vázolással) a furatok nyomvonalát (53. ábra).



53. ábra A furatok nyomvonalának meghatározása

Ahhoz, hogy a víz a kijelölt pályán folyjon keresztül, majd a későbbiekben mutatott irányterelőket kell beépíteni.
Az alsó formalapban a furatok kialakítását már erősen befolyásolják a kidobócsapok helyzete. Az előzőekhez hasonlóan itt is megadjuk, hogy a furatok átmérője 8 mm legyen, majd elkészítjük a segédsíkot. A sík (mivel itt kiemelkedik a formaüreg) az osztósíktól 16 mm-re lesz. A furatok nyomvonalát az 54. ábra mutatja.



54. ábra Referencia sík megadása, és a furatok pályakialakítása

Ellenőrizzük le, hogy a hűtés megfelelő-e. A másodpercenként szükséges vízmennyiség:

$$M = \frac{m \cdot q \cdot n}{3600 \cdot \Delta T \cdot c_{víz}} \quad \left[\frac{kg}{s}\right]$$

$$\Delta T = T_{ki} - T_{be} \quad [K]$$

Ahol:

m:	az egy ciklusban fröccsöntött termék tömege	$[kg]$
q:	a műanyag dermedésekor felszabadult hő	$\left[\frac{J}{kg}\right]$
n:	az óránként fröccsöntött termékek száma	$\left[\frac{1}{h}\right]$
$c_{víz}$:	a víz fajhője	$\left[\frac{J}{kg \cdot K}\right]$
T_{be}:	a hűtővíz bemenő hőmérséklete	$[°C]$
T_{ki}:	a hűtővíz kimenő hőmérséklete	$[°C]$

Adatok:

$$m = 21g = 21 \cdot 10^{-3} \quad kg$$

$$q = 340 \quad \frac{kJ}{kg} = 340 \cdot 10^{3} \quad \frac{J}{kg}$$

$$c_{víz} = 4{,}182 \ \frac{kJ}{kg \cdot K} = 4182 \ \frac{J}{kg \cdot K}$$

$$\left.\begin{array}{l} T_{be} = 15 \ °C \\ T_{ki} = 20 \ °C \\ n = 240 \end{array}\right\} \quad \text{Becslés alapján}$$

Az adatok birtokában:

$$\Delta T = 20 - 15 = 5 \ °C$$

$$M = \frac{21 \cdot 10^{-3} \cdot 340 \cdot 10^{3} \cdot 240}{3600 \cdot 5 \cdot 4182} = 2{,}276422764 \cdot 10^{-2} \ \frac{kg}{s} = 82 \ \frac{kg}{h}$$

Mivel a furatátmérőt előre felvettük, ezért a szükséges vízsebességet számoljuk ki:

$$d = \sqrt{\frac{4M}{\pi \cdot \rho \cdot v}} \ [m] \quad \Rightarrow \quad v = \frac{d^2 \cdot \pi \cdot \rho}{4M} = \frac{\left(8 \cdot 10^{-3}\right)^2 \cdot \pi \cdot 1000}{4 \cdot 2{,}276422764 \cdot 10^{-2}} = 2{,}208 \ \frac{m}{s}$$

Ahol: v: a víz sebessége $\left[\frac{m}{s}\right]$

ρ: a víz sűrűsége $\left[\frac{kg}{m^3}\right]$

2,208 m/s-os vízsebesség mellett a szükséges furathossz:

$$l = \frac{310 \cdot d \cdot \Delta T}{\left[T_{sz} - \left(T_{be} + \frac{\Delta T}{2}\right)\right]\left[1 + 0{,}014\left(T_{be} + \frac{\Delta T}{2}\right)\right]} \ [m]$$

Ahol: T_{sz}: a szerszám hőmérséklete $[K]$

A szerszám hőmérséklet $T_{sz} = 60 °C$

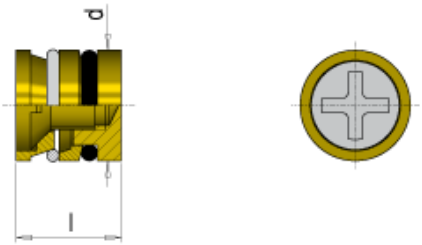
Így:

$$l = \frac{310 \cdot 8 \cdot 10^{-3} \cdot 5}{\left[333 - \left(288 + \frac{5}{2}\right)\right]\left[1 + 0{,}014\left(288 + \frac{5}{2}\right)\right]} = 5{,}758 \cdot 10^{-2} \ m = 578 \, mm$$

Természetesen, ahogy növeljük a víz sebességét, úgy csökken a szükséges furathossz. Pro/Engineer-ben lemérve az összes hűtőcsatorna hosszát, mely 1365 mm-re adódik, tehát a hűtőkör biztonsággal megfelel.

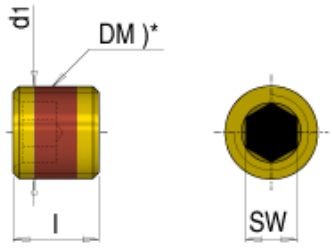
A felső formalapba a csőkígyó pálya kialakításához terelő dugókat kell beépíteni. Ehhez E2079 típusú O-gyűrűs dugót használunk (55. ábra). A formalapok oldalán a furatokat E2075 típusú zárócsavarral zárjuk le (56. ábra). A víztömlő csatlakoztatásához pedig E2000 típusú

csatlakozóniplit használjuk (57. ábra). Természetesen az utóbbi kettőhöz elkészítjük a megfelelő menetes furatokat is.



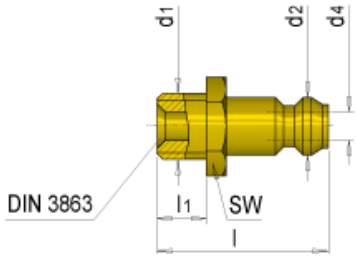
l	d	Nr. /No.
10	6	E 2079/ 6
	7	E 2079/ 7
	8	E 2079/ 8

55. ábra O-gyűrűs dugó



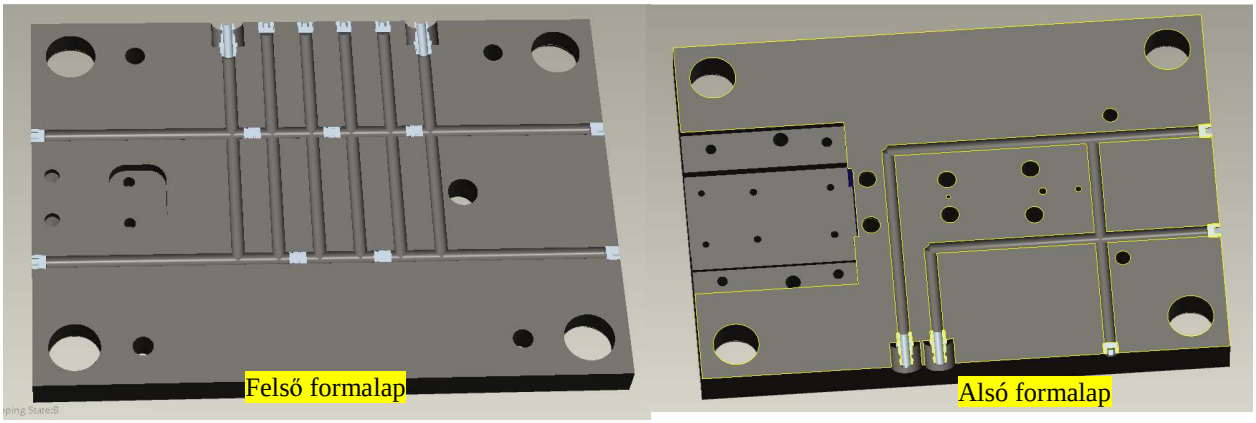
SW	l	d1	Nr. /No.
3	5	M 5 x 0,5	E 2075/ 5/ 5
	7	M 6 x 0,75	E 2075/ 7/ 6
4	8	M 8 x 0,75	E 2075/ 8/ 8
5		M10 x 1	E 2075/ 8/10
6		M12 x 1,5	E 2075/ 8/12

56. ábra Záró csavar



SW	l	l1	d4	d2	d1	Nr. /No.
11	24	7	4,5	9	M 8 x 0,75	E 2000/ 9/ 8
			6		M10 x 1	E 2000/ 9/10
15	26	9			M14 x 1,5	E 2000/ 9/14

57. ábra Csatlakozó nipli



58. ábra. Temperáló rendszer

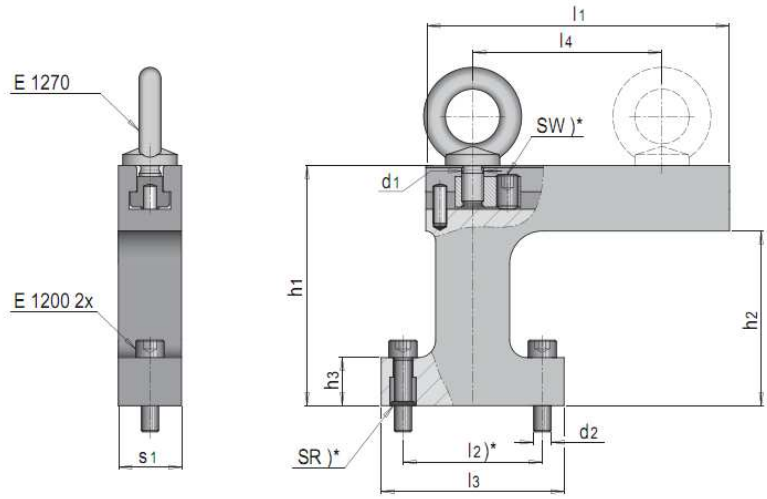
12. A szerszám szállításához szükséges elemek

A szerszám szállításához szállítóhíddal kell felszerelni a szerszámházat, illetve szerszámlábakat kell elhelyezni rajta. A Meusburger alkatrészei között E1930 típusszámmal szerepel az önközpontosító szállítóhíd. Óriási előnye, hogy a kampó egy sínpályán el tud mozdulni, így a daru kötele mindig a szerszám súlypontjában fog elhelyezkedni. 4 terhelhetőségi szintű szállítóhíd közül választhatunk: 150 kg, 230 kg, 700 kg, 1200 kg. A kiválasztáshoz Proe-ben meghatározzuk a szerszám teljes térfogatát, majd azt az acél sűrűségével beszorozva megkapjuk a szerszám tömegét.
Az analízis eredményeként a szerszám teljes térfogata 22,11 dm^3. A szerszám tömege:

$$m = V \cdot \rho = 22{,}11 \cdot 10^{-3} \cdot 7874 = 174\,kg$$

Ahol: ρ: az acél sűrűsége ($\rho = 7874 \frac{kg}{m^3}$)

Az eredmény tekintetében a 230 kg-ig terhelhető szállítóhidat választjuk (59. ábra).

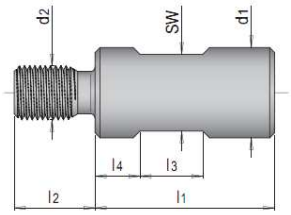


Mat.: 1.1730 ≈ 640 N/mm²

max. kg	l4 max.	d1	d2	h1	h3	l1	l3	s1	SW	l2	h2	Nr. /No.
150	88	M10	M 8	110	18	135	64	29	5	**44**	**80**	E 1930/ 44/ 80
230			M10	127	25		84			**64**	**97**	E 1930/ 64/ 97
700	118	M16	M12	147	27	181	106	49	6	**82**	**107**	E 1930/ 82/107
1200	162	M20	M16	209	36	242	134	59	8	**100**	**155**	E 1930/100/155

59. ábra Szállítóhíd

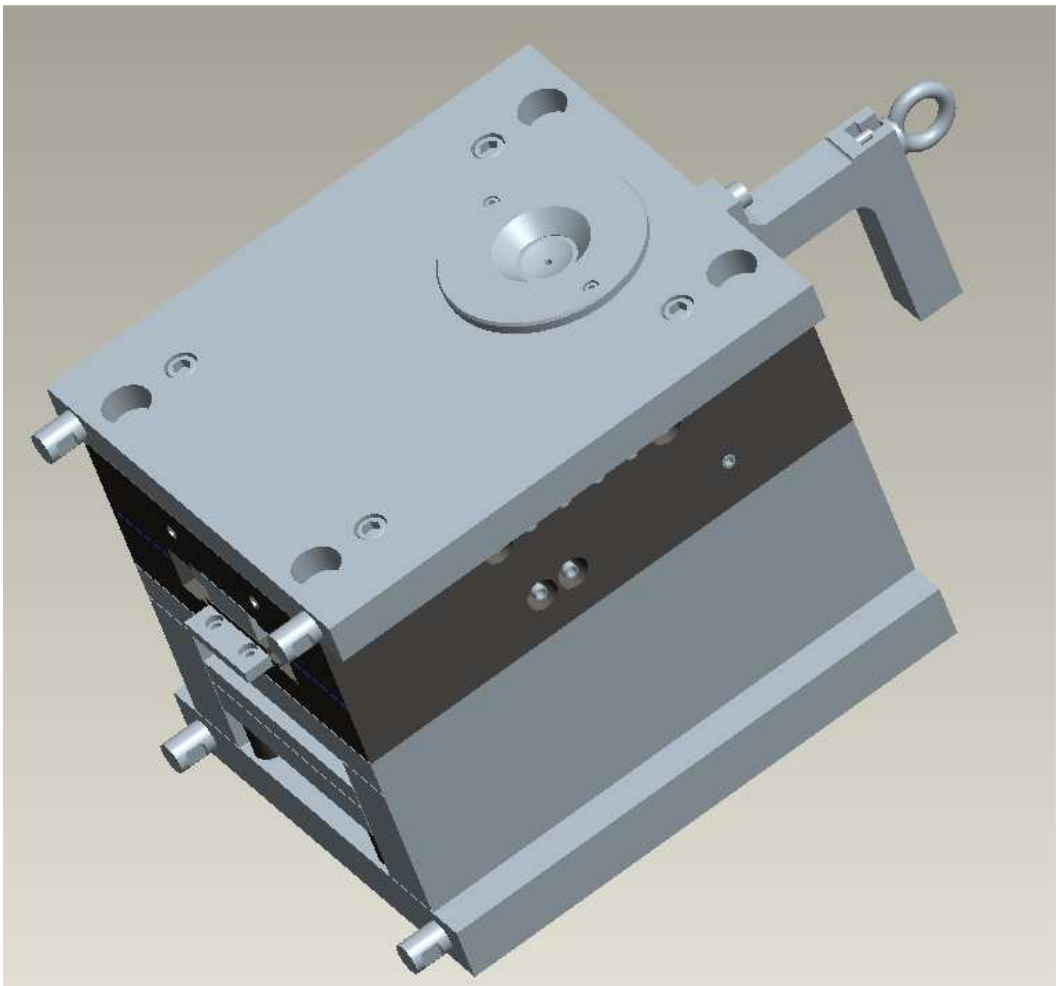
A szerszámlábakat is beépítjük, típusszámuk E1928 (60. ábra).



Mat.: 1.7131

SW	d2	l2	l3	l4	d1	l1	Nr. /No.
17	M12	18	14	6	20	25	E 1928/20/ 25
				15		40	E 1928/20/ 40
						45	E 1928/20/ 45
						50	E 1928/20/ 50
						80	E 1928/20/ 80

60. ábra Szerszámláb



61. ábra A kész fröccsöntő szerszám