

MŰANYAGFRÖCCSÖNTŐ SZERSZÁMOK TERVEZÉSI ÉS GYÁRTÁSI FOLYAMATA

Mikó Balázs

PhD, F. docens

Budapesti Műszaki Főiskola, Bánki Donát Gépészmérnöki Főiskolai Kar

AGI Gépgyártástechnológiai Tanszék, miko.balazs@bgk.bmf.hu

1081 Budapest Népszínház u. 8.

Összefoglalás

Műanyag fröccsöntő szerszámok gyártása során a CAD/CAM/CAE rendszerek alkalmazása nélkülözhetetlen, mivel a szerszámtervezési és gyártási folyamat jelentősen felgyorsult a megrendelők növekvő igénye miatt. A tervezés és gyártás során alkalmazott megfelelő munkafolyamat mind a folyamat szervezési, mind az ellenőrzési feladatait megkönnyítheti.

Kulcsszavak: műanyag fröccsöntő szerszám, tervezési és gyártási folyamat, CAD/CAM rendszerek alkalmazása

1. BEVEZETÉS

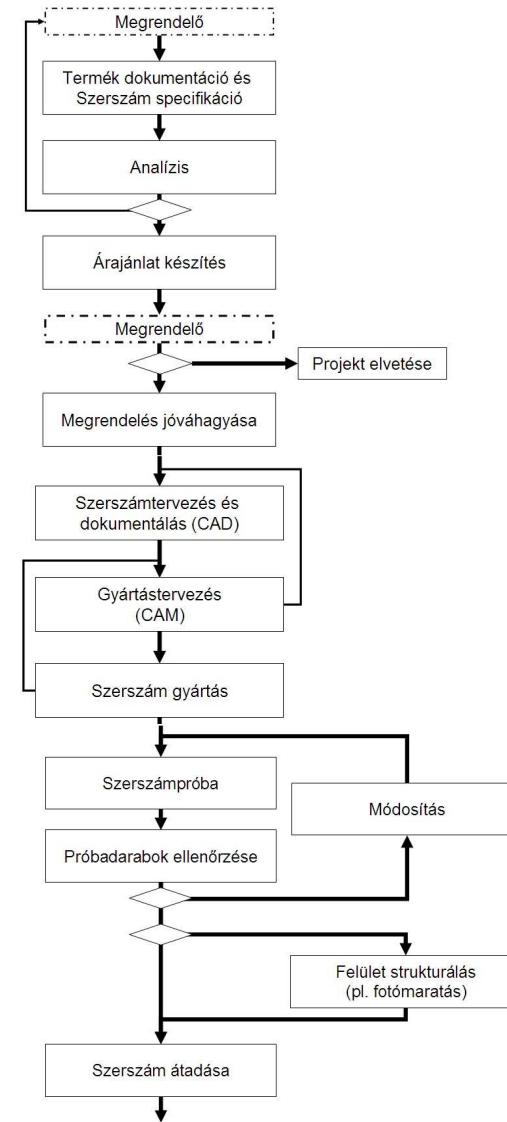
A műszaki műanyagok szerepe egyre növekszik az autóiparban is. Az alumínium és acél alkatrészeket műanyag alkatrészekkel váltják fel, így csökkentve a gépkocsi tömegét, gyártási költségét és a környezet terhelését. Ezen trendek a fröccsöntő szerszám gyártókat is nagy kihívások elé állítják mind a szerszámtervezés és gyártás termelékenységének növelése, mind a folyamat ellenőrzése szempontjából.

A tervezés és a gyártás termelékenységének növelése nem képzelhető el a korszerű, 3 dimenziós parametrikus CAD/CAM rendszerek alkalmazása nélkül. Ezen rendszerek tulajdonképpen forradalmasították a műanyag fröccsöntő szerszámok tervezését és gyártását, mivel korábban elképzelhetetlen formavilágú, szabad formájú felületeket is tartalmazó termékek modelljei készíthetők el. Az elkészített termékmodell alapján a szükséges szerszámok formaadó részei viszonylag egyszerű módszerekkel tervezhetők meg, mely modellek alapján a gyártáshoz szükséges NC programok elkészíthetők. Ily módon a teljes szerszámtervezési és gyártáselőkészítési folyamat ugyanazon számítógépes termékmodellre épül, mely lehetővé teszi az egységes adatkezelést és az esetleges változások hatékony kezelését.

Jelen cikkben megpróbálom bemutatni a szerszámtervezés és gyártás munkafolyamatát, az egyes lépések részfeladatait és a számítógépes támogatás ipari gyakorlatát.

2. TERVEZÉSI ÉS GYÁRTÁSI MUNKAFOLYAMAT

Egy műanyag fröccsöntő szerszám egyedi termék, tehát tervezési és gyártási folyamata is egyedi. Egy projekt megvalósítása azonban mindig ugyan azon lépésekből áll (1. ábra), csak a tervezés és gyártás tárgya változik. Az ismertetett munkafolyamat egy általános séma, több cég gyakorlatát alapul véve lett kialakítva. Természetesen előfordulhat, hogy egyes cégeknél ettől eltérő gyakorlatot követnek.



1. ábra Szerszámtervezési és -gyártási folyamat

A projekt kiindulópontja a megrendelő, aki a gyártandó alkatrészhez szeretne fröccsöntő szerszámot gyártatni. A megrendelő biztosítja az alkatrész geometriai leírását, valamint a szerszámmal szemben támasztott követelmények listáját. A műanyag alkatrész geometriai információinak megadása számos formában történhet: műhelyrajz, számítógépes modell, fizikai modell (prototípus).

A számítógépes modell alapvetően kétféle formátumban realizálható. Egyrészt semleges, rendszerfüggetlen formában (step, iges, vda stb.), másrészt valamilyen CAD rendszer speciális

formátumában (Pro Engineer, Catia, Uniraphics stb.). Az előbbi előnye, hogy nem vagyunk kiszolgáltatva a megrendelő tervezőrendszerének, vagyis attól eltérő CAD rendszerben is dolgozhatunk. Hátránya viszont, hogy az adatkonverzió során adatvesztés történhet, tehát a beolvasott modellen hibák lehetnek, melyek javítása hosszadalmas munka. A különböző rendszerformátumban kapott modellek hibákat nem tartalmaznak, a később említésre kerülő módosítások (pl. oldalferdeség megadása) könnyebben végrehajthatók, azonban csak ugyan olyan CAD rendszerben olvasható be, mint amilyenben készítették. Ha más rendszerben szeretnénk tovább dolgozni, adatkonverziót kell végrehajtanunk, mely eredményeként a rendszerfüggetlen formátumok hátrányaival kell együtt dolgoznunk.

A követelmények listája olyan adatokat, információkat tartalmaz, melyeket a termék geometriai leírása nem tartalmaz. Ezen adatok listája vállalatunként igen sokféle lehet. A leggyakoribb és legfontosabb adatok a következők: a munkadarab anyaga, tömege, a szerszám fészekszáma, a beömlő rendszer típusa, a szerszám anyaga, egyéb kiegészítő elemek (hidraulika, pneumatika, forrócsatornás rendszer, temperáló rendszer, QMC lap stb.) típusa, gyártója.

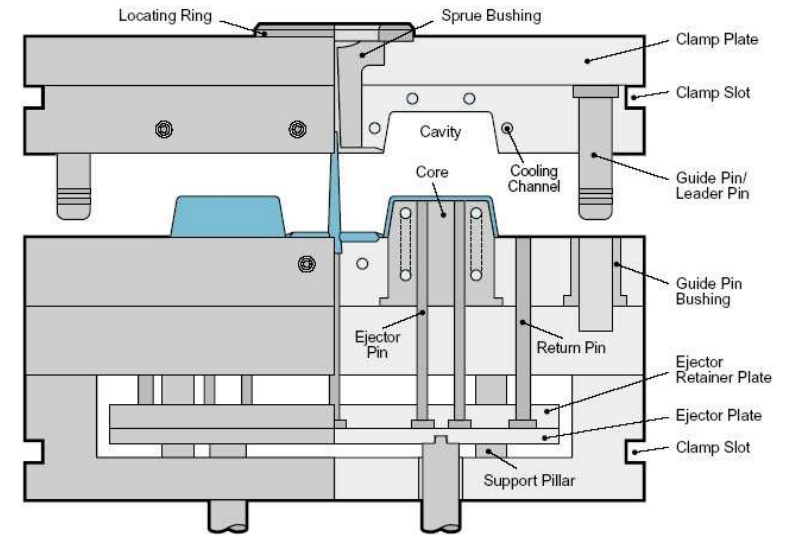
A kapott információk alapján a szerszámgyártó elkészíti az árajánlatot a kért szerszámmra. Az árajánlat készítés alapja az elemzési folyamat eredménye. Ennek részeként először a műanyag alkatrész kialakítását kell elemezni fröccsöntési szempontból. Ellenőrizni kell, hogy az alkatrész geometriája alkalmas-e fröccsöntési technológia alkalmazására. Meg kell határozni a meglövési pontot, a nyitás irányát, elemezni kell az alámetszéseket, az oldalferdeségeket. Az esetleges problémák megoldása a megrendelővel történő folyamatos konzultáció során lehetséges.

Az elemzési eredmények alapján meghatározható a szerszám felépítése és mérete, amely a szerszám költség meghatározásának alapja. Ez után elkészül az árajánlat, amely a vállalási ár és határidő mellett tartalmazza a megoldás főbb műszaki paramétereit, valamint a fizetési feltételeket is. Amennyiben a megrendelő elfogadja az árajánlatot, a szerződéskötés után indulhat a projekt megvalósítása.

A tervezési folyamat első lépése a feladat elemzése, az elemzési feladatok részletes elvégzése. Ezt követően a tervezés lépései a következők: az oldalferdeség megadása, a szerszámzsugor beállítása, az osztógörbe és az osztási felületek definiálása, melyek segítségével a fröccsöntő szerszám formaadó elemei (mag, csésze, csúszkák, ferdefeladók stb.) megtervezhetők. A formaadó elemek modelljeinek elkészülte után a szerszámház modelljét kell elkészíteni. A szerszámház a legegyszerűbb esetben három részből áll: a fröccsöntés oldali szerszámelemek, kilökés oldali szerszámelemek és a kilökő rendszer (2. ábra).

A szerszámház modelljének elkészülte után lehet megtervezni a beömlő rendszert (a típusát természetesen korábban kell meghatározni, és a formaadó részek és a szerszámház modellezése során már figyelembe kell venni), a kilökő rendszert és a szerszám temperáló rendszert, majd legvégül az esetleges elektromos hálózatot és csatlakozókat.

A modellezés befejezése után készítjük el a szerszám dokumentációját, amely tartalmazza a szerszám összeállítási rajzát, a nem szabványos vagy kereskedelmi elemek műhelyrajzait, a darabjegyzéket és a szerszám működési leírását.



2. ábra Kétlapos műanyag-fröccsöntő szerszám felépítése [1]

A konstrukciós dokumentáció és a szerszámmodellel alapján történik a gyártás-előkészítés, melynek első lépése az anyagrendelés elkészítése. Hagyományos gépeken történő megmunkálás esetén további tervezés nem szükséges, mivel a szerszámgyártás alapvetően egyedi gyártásnak tekinthető, így részletesebb technológiai tervezés nem szükséges. NC gépeken történő megmunkálás esetén el kell készíteni a szükséges NC programokat az alkatrészek számítógépes modelljei alapján. Amennyiben tömbelektrodás szikraforgácsolási technológia alkalmazása is szükséges, az elektrodák modelljeit és megmunkálásukhoz szükséges NC programokat is elő kell állítani. Az utolsó lépés a gyártási dokumentáció elkészítése.

Műanyagfröccsöntő szerszámok gyártása az egyedi gyártás jellegzetességeit mutatja. Az alapvető forgácsolási technológiák alkalmazását (marás, esztergálás, fúrás, köszörülés) huzal és tömbelektrodás szikraforgácsolás egészíti ki. Az egyes elemeket általában hőkezelni kell, mely tipikusan edzést, nemesítést, betétedzést vagy nitridálást jelent. A szerszámgyártás jelentős arányú kézi megmunkálást igényel, ami elsősorban a pontos méretek illesztését, a felületek polírozását és a kész elemek összeszerelését jelenti. A szerszám ellenőrzésének első lépése a kritikus geometriai méretek ellenőrzése.

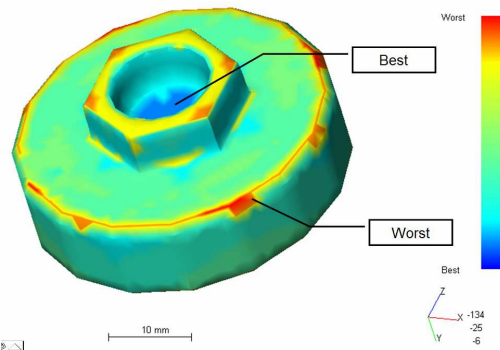
A kész szerszámmal próba fröccsöntést kell végezni, melynek szerepe összetett. Ellenőrizni kell a szerszám helyes működését, az illesztéseket, a kilökő és hűtő rendszer helyes működését. Ezt követi a kitöltési folyamat vizsgálata, a zárási és nyitási folyamat vizsgálata, a fröccsöntési paraméterek és a ciklusidő beállítása. A próba fröccsöntés után az elkészült darabokat kell megvizsgálni. A vizsgálat kiterjed mind a geometriai, mind az esztétikai jellemzőikre. Az esetleges hibákat, eltéréseket korrigálni kell, és újabb próba fröccsöntéssel ellenőrizni a javítás eredményét. A próba fröccsöntés alkatrészeit célszerű a megrendelővel elfogadtatni.

A gyártás utolsó lépése a felületi textúra elkészítése, amennyiben szükséges. Ez általában fotómaratással történik. A fotómaratott felületek nem javíthatók, így ezeken további módosítás, korrekció csak maradandó nyomok árán valósítható meg. Ha ez is elkészült a szerszámot csomagolni kell és átadható a megrendelőnek.

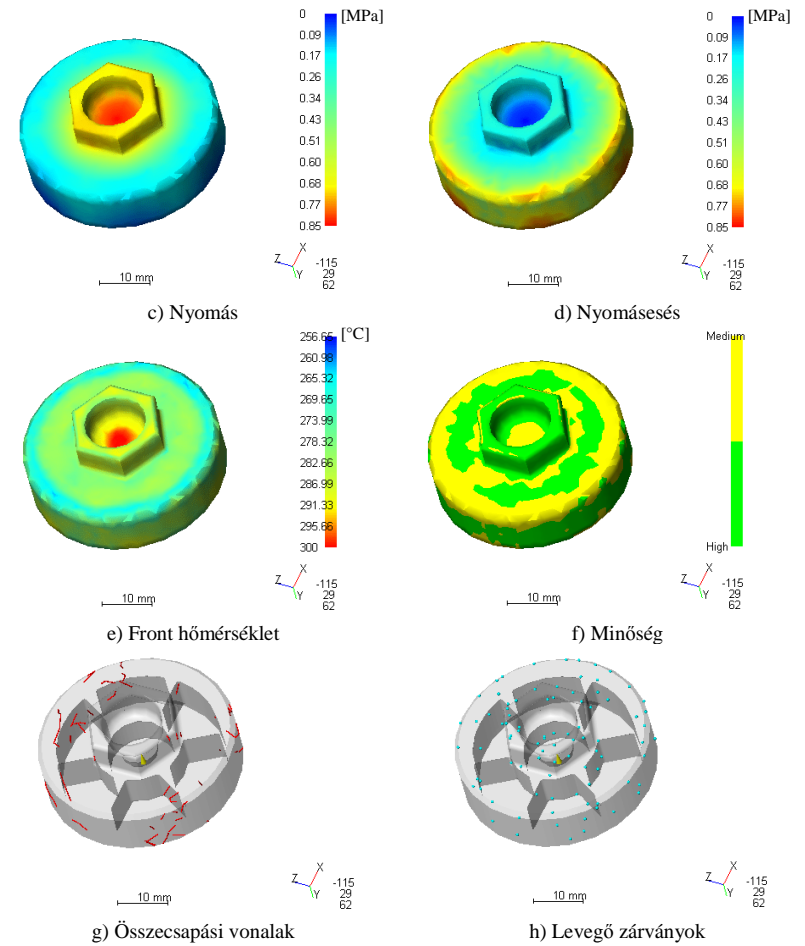
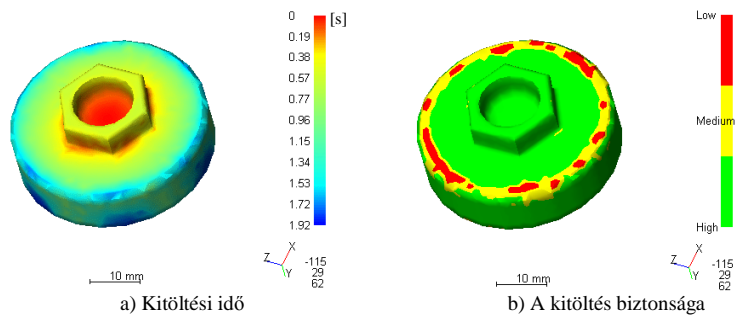
3. SZÁMÍTÓGÉPES TÁMOGATÁS LEHETŐSÉGEI

Az autóiipari műanyag alkatrészek bonyolultságát ismerve belátható, hogy számítógépes programok alkalmazása nélkül a tervezési és gyártási folyamat nem valósítható meg. Ezzel kapcsolatban négy olyan feladatot emelnék ki, amelyeket az ipai gyakorlatban már régóta számítógépes támogatással oldanak meg. Ezek a következők: (1) fröccsöntés analízis, (2) formaadó szerszámelemek tervezése, (3) szerszámház tervezése, (4) NC programozás.

A *fröccsöntés analízis* célja a fröccsöntési folyamat előrejelzése, a megfelelő fröccsöntési paraméterek virtuális beállítása, a szerszámtervezés szempontjából lényeges problémák feltárása. A feladat megoldására számos szoftver létezik, jelen cikkben a Pro Engineer WildFire 2 CAD/CAM/CAE rendszer (www.ptc.com) Plastic Advisor 6-ban készített analízis eredményeit mutatom be. Az analízis talán leghasznosabb eredménye a legjobb meglövési pont helyének kiválasztását segítő analízis (3. ábra). További eredményeket a 4. ábra mutatja.



3. ábra Legjobb meglövési hely (ProE WF2 PlasticAdvisor)

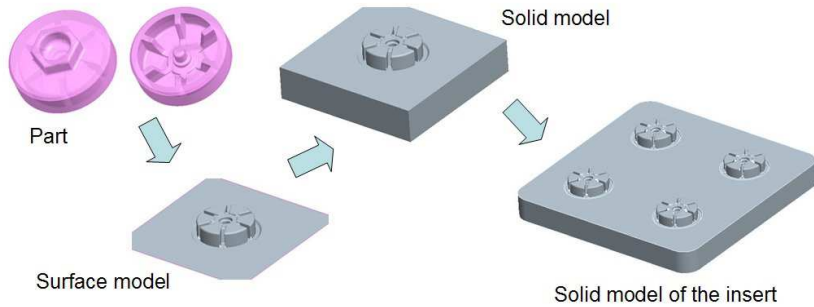


4. Ábra Az analízis eredménye

A formaadó szerszámelemek megtervezésére számos lehetőség áll rendelkezésre korszerű 3D-s asszociatív parametrikus hibrid (test- és felületmodellezésre is képes) CAD rendszerekben. Sok rendszerhez kínálnak speciális szerszámtervező szakmodult, amely az előző fejezetben felsorolt feladatok automatizált vagy félig automatizált megoldásában segítik a felhasználót.

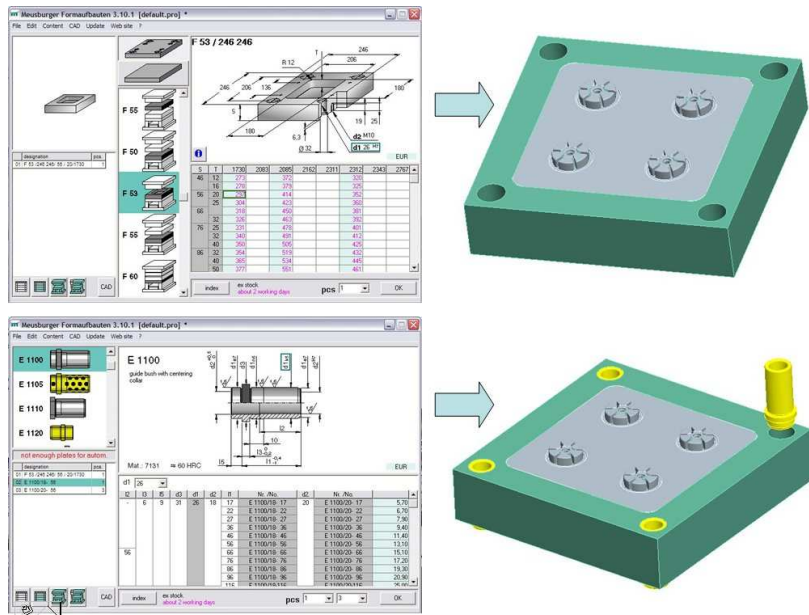
A 5. ábra felületmodellezésre épülő eljárás lépéseit mutatja be. Az alkatrészmodell megfelelő felületeit lemásolva, az osztófelületet felületmodellezéssel megtervezve egy zárt felülethalmazt hozunk létre, amelyet testmodellé alakítunk, és a további kiegészítő modellezési feladatokat (pl. él-lekerekítés, rögzítő- és kilövő furatok stb.) testmodellezéssel hajtjuk végre. Az eljárás előnye a nagy hibátűrés, mivel az egyes felületmodellezési parancsokkal jól javíthatók az esetleges hibák, eltérések. Hátránya viszont a nagy munkaigény, amely egyszerűbb alkatrészek esetén jelentősebb, valamint, hogy a testmodellezési funkcióknál bonyolultabb felületmodellezést kell alkalmazni, amely nagyobb jártasságot követel a tervezőtől.

Az elkészült modellek felhasználásával készíthetjük el a szükséges rajzi dokumentációt.



5. ábra A mag tervezésének lépései

A formaadó szerszámelemek modellezése után a szerszámház tervezése következik. A szerszámházak szabványos méretekkel rendelkeznek. A gyártás hatékonyabbá tétele miatt célszerű kész szerszámlapokat és egyéb szabványos elemekkel (vezetőoszlop és -persely, kilökök, vezetőlecek stb.) dolgozni, mivel jelentős gyártási idő és költségmegtakarítást érhetünk el. Számos cég kínál szabványos és egyedi fejlesztésű elemeket, melyek használata mind a tervezés mind a gyártás hatékonyságát növelik.



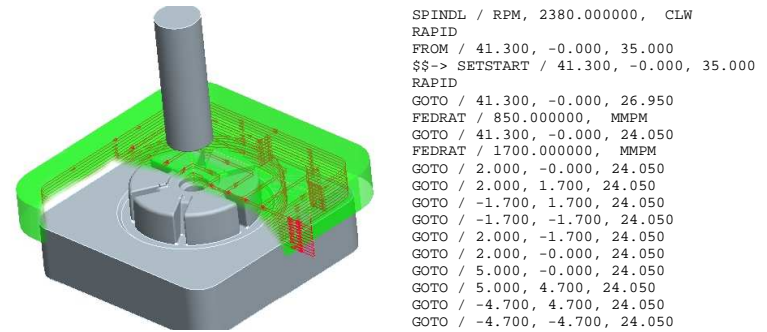
6. ábra Digitális elemtár használata

A tervezés hatékonyságát tovább növelhetjük, ha az egyes elemeket közvetlenül a gyártó elektronikus katalógusából választjuk ki és a megfelelő CAD interfészen keresztül a kész testmodellt építjük be a szerszám összeállítási modelljébe. CAD modelleket is tartalmazó elektronikus katalógussal minden nagyobb cég rendelkezik (Hasco, DME, Meusburger,

Cumsa, stb.), melyek általában az elemek árát is tartalmazzák, így a beszerzendő alkatrészek költsége már a tervezés fázisában könnyen tervezhető.

A 6. ábra a Meusburger cég (www.meusburger-norm.com) elektronikus katalógusának alkalmazására mutat két példát, egy formalap és négy vezetőpersely kiválasztását és beszerelését láthatjuk.

A kész modellek alapján a szükséges NC programok – a technológiai folyamattervezés után – elkészíthetők. A modellek használata biztosítja a szerszámpályák és így a kész alkatrész megfelelőségét, valamint a későbbi módosítások egyszerűbb kezelését. A 7. ábra a betét nagyolásának szerszámpályáját mutatja.



7. ábra Nagyoló szerszámpálya és CL fájl részlete

4. ÖSSZEFOGLALÁS

A szerszámtervezés és gyártás folyamat a növekvő igények miatt egyre gyorsul, egyre bonyolultabb szerszámokat kell legyártani egyre rövidebb határidőre. A CAD/CAM/CAE rendszerek segítségével ezért nélkülözhetetlen a folyamat során.

A cikk a CEEPUS II SK-0067-01-05/06 projekt keretében készült.

5. IRODALOM

[1] Part and mold design – A design guide; Bayer Material Science, 2000. www.bayer.com