

A 3D Printing térhódítása*

FALK GYÖRGY**
elnök

A 3D Printing a Rapid Prototyping eljárások közül ma a leggyorsabban fejlődő technológia, mert egyszerű a kezelése, gyorsabb a modellkészítés és a berendezések elérhető árúak. A 3D printereket már alapvetően irodai használatra tervezték, elkerülendő a korábbi RP berendezések speciális környezeti igényeit, amelyek inkább a műhelyekben voltak megtalálhatók. Közleményünk a 3D printerek térhódításának részleteit mutatja be, különös tekintettel az Objet/PolyJet eljárás sajátosságaira.

A rétegről-rétegre építkező gondolatot megtestesítő technológiák folyamatosan fejlődnek és ez a megállapítás különösen igaz a 3D printerekre. 2005-ben több mint 100 millió dollár értékben értékesítettek 3D printereket világszerte, ami 35%-os növekedést jelent 2004-hez képest. Ez figyelemre méltó, hiszen áruk eközben, ha nem is jelentősen, de csökkent.

Az összes Rapid Prototyping technológiát megvalósító berendezés közül 2005-ben a 3D printerek részaránya elérte a 70%-ot, azaz a korábban népszerű SLA és SLS technológiák észrevehető mértékben háttérbe szorultak, azok iparszerű környezetet igénylő, ma már nehézkes és fajlagosan költségesebb berendezéseik miatt.

A 3D printerek részaránya az összes RP eljárás közül 2004-hez képest 66%-kal emelkedett, ami igen jelentős, ma évente 2500–3000 3D printer kerül a megrendelőkhöz a STRATASYS, a ZCORP, a 3D SYSTEMS, az ENVISIONTEC, a SOLIDIMENSION és az OBJET GEOMETRIES gyártmányai közül. 2010-re ez a szám várhatóan eléri az évi 15 000 darabot az iparágat figyelő szakértők szerint (Terry Wholer, WOHLERS ASSOCIATES INC.).

Jogosan vetődik fel a kérdés, melyek azok a tényezők, amelyek a 3D printerek iránti érdeklődést ilyen mértékben gerjesztik. A kérdésre nem egyszerű a válasz, hiszen a különböző iparágak különböző területeken tudják a 3D printerek nyújtotta előnyöket kihasználni. A közös hajtóerőt a „4C” jegyében lehet felismerni. A „4C”: Compression of Time – fejlesztés idejének csökkentése; Cost of error – a termék lehetséges költségeinek csökkentése a fejlesztés korai fázisában; Confidentiality – a bizalmas fejlesztések házon belül tartása; Creativity – a kreativitás növelése szintén a cégen belül. A „4C” részleteit érdemes közelebbről megvizsgálni.

A fejlesztés idejének lerövidítése nyilvánvaló törekvés az egyre inkább globalizálódó világban, hiszen aki később viszi a piacra új termékét, az lemarad a vásárlói

potenciál kiaknázásáról. Korábban egy új termék fejlesztésénél a cég tervezőgárdája RP szolgáltatónak küldte el azt a számítógépes 3D CAD modelljét, amelyet fizikai valóságában kívánt visszakapni. E gyakorlat fokozatosan átalakul, mivel a megrendelés lebonyolítása, a prototípus modell elkészítése és szállítása általában egy héten belül realizálódik, még a fejlett nyugat-európai országokban is. Gyakran ennyi idő már nem áll rendelkezésre, ezért az adott modell vizsgálatát már hamarabb el kell végezni, hogy a fejlesztést folytatni lehessen. A megoldás a házon belüli olcsó és könnyen elkészíthető prototípusok 3D nyomtatása.

Adott termék igen sok fázison megy keresztül, amíg gyártásba kerül. Minden egyes fázisnál sokféle hibalehetőséget kell kiküszöbölni, gondoljunk csak arra, hogy még a nagynevű autógyártóknál is előfordul ezres nagyságrendű gépkocsi visszahívása néhány alkatrész cseréjére, amelyekről időközben kiderült, nem teljesítik a követelményeket. Egy-egy ilyen visszahívás és térítésmentes átszerelés rengeteg pénzt emészt fel, ez a „Cost of error”. Ezért van nagy jelentősége a lehetséges hibák minél korábbi felismerésének, amelyben a mai korszerű 3D nyomtatók könnyen és gyorsan tudnak segíteni. A nyugati fejlesztők körében közismert az a statisztika, miszerint a tervezés korai fázisában egy 100 dollár értékű prototípus vizsgálatával el lehet kerülni olyan későbbi módosításokat, amelyeknek költség szintje akkor már elérheti a 10 ezer dollár nagyságrendet is. A hazai felmérések között is találhatunk olyan megállapítást, amely szerint a fröccsszerszámok módosításának száma jelentősen csökkenthető, ha a szerszámkészítés előtt a termék első verzióit 3D nyomtatóval készítik. Ezt követően a prototípus vizsgálata után módosítanak a szerszám 3D-CAD tervén, nem pedig a kész acélszerszámot korrigálják – sok idő- és pénz költsége mellett – a fröccspróba után. Egy nagyobb vállalkozásnál, ahol évente 15–20 új fröccsszerszámot kell beüzemelni és gyakori a szerszámmódosítás, egy 3D nyomtató beruházása fél év alatt is megtérülhet.

Sok cégnél jelent, illetve jelentett problémát, hogy az általuk kívánt prototípust külső szolgáltatónak kellett átadni ahhoz, hogy azt kézbe lehessen venni. Különösen igaz ez az állítás az olyan érzékeny iparágakban, mint az autóipar vagy az elektronika, ahol pl. új, divatos mobiltelefonokat fejlesztenek, illetve gyártanak. E helyzet fel-

*A Gépipari Tudományos Egyesület Műanyag Szakosztálya által szervezett Mechanoplast 2007 konferencián Gyulán, 2007. március 21-én elhangzó előadás szerkesztett változata

**Varinex Rt., e-mail: falk@varinex.hu

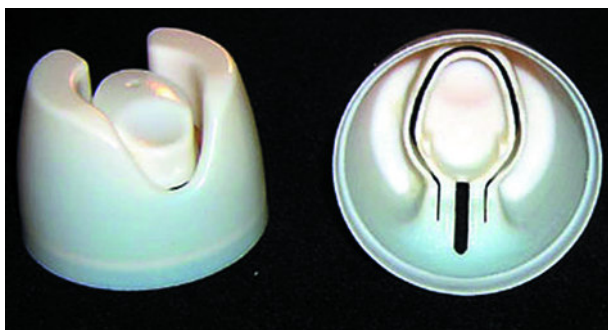
oldására a nagy autóiipari OEM-ek bevásároltak a költséges, ipari környezetet igénylő berendezésekbe, így tartva házon belül titkos prototípusaikat. A 3D nyomtatás jóval szélesebb, kevésbé tőkeerős cégeknél is lehetővé teszi a bizalmas fejlesztések cégen belüli megoldását. Ezt a törekvést jelenti a harmadik „C” a „Confidentiality”.

A kreativitás – „Creativity” – nélkül ma már újszerű, innovatív termékeket nem lehet piacra vinni. Ha házon belül van egy olyan 3D nyomtató, amelynek a megtérülése kiszámítható, akkor ma már sokan döntenek a vásárlás mellett, mert ha a tervezőknél ott van ez az eszköz, akkor új elképzeléseiket hamar kézbe vehetik és különböző funkciók szerint tesztelhetik is. Statisztikailag kimutatták, hogy a 3D nyomtatók használata növeli a tervező mérnökök kreativitását és a végtermék innovatív jellegét.

A 3D nyomtatás térhódításának másik szempontrendszerét a „3F” jegyében szokták vizsgálni. A „3F” rendre: Form – forma, Fit – illeszkedés és Functionality – funkcionalitás.

A 3D nyomtatás legelterjedtebb felhasználási területe a 3D CAD rendszerben megtervezett alkatrész modelljének kinyomtatása és annak fizikailag is kézbevehető változatának megismerlése. Ennek azért van jelentősége, mert ha fel is nagyítjuk modellünk egyes részleteit, a sík képernyő miatt azt nem tudjuk úgy érzékelni, mintha kézbe is vennénk. A 3D nyomtatás legfőbb oka ezen fizikai térérzetünk megvalósítása, amelynek mértéke az összes felhasználás 26%-át teszi ki.

Az illeszkedésnél több alkatrész együttes kapcsolódását érdemes vizsgálni még a gyártás előtt, mert ebben az esetben is a 3D CAD látványhoz képest rengeteg új információt biztosítanak a fizikai modellek, illetve azok összeépítése. Világviszonylatban ez a felhasználási terület kb. 10%, ez az arány az *Objet/PolyJet* felhasználók körében jóval nagyobb, eléri a 20%-ot. Ez is érthető, hiszen az *Objet/PolyJet* által nyomtatott modellek (1. ábra) átlagos tűrése 0,1 mm, míg a kisebb daraboknál ez az érték 0,05 mm, amelyek elegendőek több alkatrész illeszkedésének ellenőrzésére még a fejlesztés korai fázisában is. A 2. ábrán 14 kinyomtatott modellből összeépített porszívó prototípusát láthatjuk. A finom rétegvas-



1. ábra. A forma ellenőrzése *Objet/PolyJet* modellek segítségével



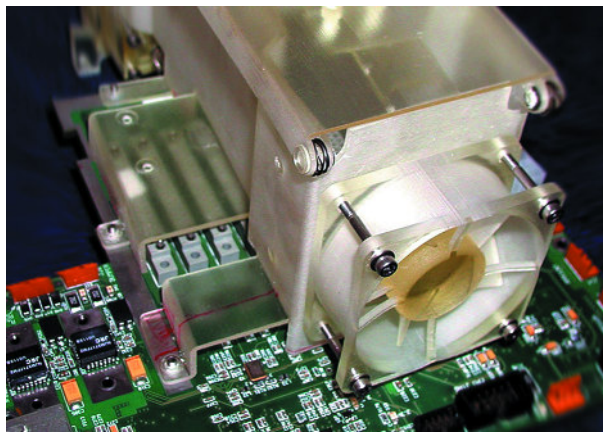
2. ábra. Illeszkedés ellenőrzése *Objet/PolyJet* modellek összeépítésével

tagságú és pontos modellépítés miatt az egyes alkatrészeket nem kell külön csiszolni, jelentős idő takarítható meg így más eljárásokhoz képest.

A funkcionalitás vizsgálata is egyre inkább előtérbe kerül, ennek világviszonylatban is nő a szerepe, ma már a felhasználók 17%-nál fontos cél. Az *Objet/PolyJet* tulajdonosainak körében ez a százalékos arány szintén magasabb – eléri a 26%-ot – a 3D nyomtatásnál használt anyagok rendkívül jó mechanikai tulajdonságai miatt.

Az *Objet/PolyJet* eljárás anyagairól (1. táblázat) egyértelműen megállapítható, hogy nagyon sok fröccsöntéssel gyártandó alkatrész elsődleges funkcionális vizsgálatához alkalmasak, azaz érdemes ilyen anyagból az első mintákat, prototípusokat kinyomtatni a fröccsszerszám végleges kialakítása előtt. Az *OBJET GEOMETRIES LTD.* saját maga is használja az ilyen anyagokból készülő modelleket új fejlesztéseinek első tesztjeinél a „3F” jegyében. A 3. ábrán egy új nyomtatófej egység látható a nyomtatott áramkörre szerelt *FullCure720* alapanyagból kinyomtatott és acélcsavarokkal rögzített alkatrészekkel együtt, a hűtőventillátor is működtethető funkcionálisan, azaz a tesztek során forog.

Az *Objet/PolyJet* eljárás anyagai annyira jó lehetőségeket biztosítanak, hogy a felhasználók ezen anyagtulaj-



3. ábra. Komplettszerelt részegység *Objet/PolyJet* modellek felhasználásával

Az Objet/PolyJet eljárás és a fröccsönthető anyagok jellemzői

Fröccsanyagok	Sűrűség g/cm ³	Rugalmassági modulusz MPa	Hajlításierősség MPa	Húzóerősség MPa	Szakadási nyúlás %	Útómunka kJ/m ²	Hőállóság °C
LDPE	0,92	400	10	10	400	–	40
HDPE	0,95	1200	23	30	500	–	60
PP homopolimer	0,90	1400	37	30	150	10	55
kPVC	1,40	2000	–	62	30	5	70
HIPS	1,03	2000	55	30	40	8	78
PA6	1,13	2200	100	80	50	25	80
PC	1,20	2400	85	63	6	64	128
ABS	1,06	2500	75	50	40	22	95
Objet/PolyJet anyagai							
FullCure 720	1,10	2870	75	60	15–25	39	48
VeroWhite	1,10	2495	75	50	15–25	37	58
VeroBlue	1,10	2740	83	55	15–25	42	48
VeroBlack	1,10	2190	79	50	18	35	62

donságok ismeretében bátran kereshetik azokat az alkalmazásokat, ahol szerszám nélkül közvetlenül 3D nyomtatással lehet az adott alkatrészeket akár gyártani is. Napról napra egyre több és érdekesebb alkalmazásról kapunk híradást. Mivel ezeket az anyagokat megvizsgálták az emberi testtel való érintkezés szempontjából is és a legszigorúbb amerikai előírásoknak is megfelelnek, ezért napjainkban nyugaton széles körben terjed a hallókészülékek ún. fülillesztékeinek (4. ábra) gyártásánál, ahol minden páciens számára egyedi illesztéket kell gyártani záros határidőn belül.

Természetesen sok más területen is lehet az OBJET különböző *Eden* típusú berendezéseit közvetlen gyártásra használni, amelynek angol elnevezése, a *Rapid Manufacturing* is változóban van, egyre többször az ilyen közvetlen gyártást *Additive Fabrication*nak nevezik.

A robottechnikában pl. a robotok megfogó elemeinek közvetlen gyártása szerszámok és CNC megmunkálás nélkül is sok esetben megoldható kellő pontossággal sokkal gyorsabban és jóval költséghatékonyabban. A nyugati gazdaságokban a fokozott versenyben egyre több 4–6 fős mérnökiroda fektet be ilyen technológiába és fejlesztési, tervezési eredményeiket nem papíron ki nyomtatott rajzokon, látványterveken adják át megbízóiknak, hanem kinyomtatják azokat 3D-ben és fizikai va-

lóságukban tudják bemutatni terveiket. Az *Objet/PolyJet* felhasználóinak tábora ezen a területen a többi eljárás-hoz képest igen jelentős, megközelíti a 25%-ot.

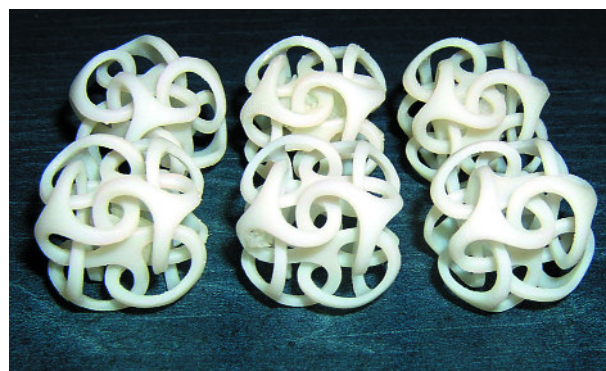
Az *Objet/PolyJet* 3D nyomtatási eljárás új szabványt teremtett könnyű kezelhetőségével, szilárd anyagaival, a szokásosnál nagyobb pontosságával, a rendkívül vékony, 16 mikronos rétegvastagságával és a támaszanyag egyszerű eltávolíthatóságával.

A könnyű támaszanyag eltávolítására bemutatunk egy olyan modellt (5. ábra), amelyet hagyományos módszerekkel csak nagy nehézségek árán lehetne gyártani és amelynek sok „alámetszett” részéből is könnyűszerrel el lehet távolítani az építés során felhasznált, zselészerű támaszanyagot.

Az *Objet/PolyJet* 3D nyomtatás fent részletezett tulajdonságai miatt érthető, hogy az izraeli high-tech cég gépeladásai évről évre megduplázódnak az egész világot átfogó kereskedelmi partnerhálózatuk révén. Az OBJET GEOMETRIES LTD. tovább folytatja rendszerének, az azt megtestesítő berendezéseinek, valamint a nyomtatható akril bázisú alapanyagainak fejlesztését a sok-sok új alkalmazási terület igényeinek messzemenő figyelembevételével.



4. ábra. *Objet/PolyJet* eljárással közvetlenül gyártott fülillesztékek



5. ábra. *Objet/PolyJet* modellek a támaszanyag eltávolítása után