

3.17  
3.16

## A számítógépes prototípustervezés és -gyártás nehézségei

*Tárgyszavak: CAD/CAM; termékfejlesztés; prototípusgyártás; alvállalkozó; modellgyártás; kompatibilitás; információcsere; adatátvitel.*

### A CAD programok elszaporodása és kompatibilitási problémái

A termékfejlesztés segítésére egyre újabb és újabb CAD programokat dobnak a piacra, ami egyre nehezebbé teszi a köztük való adatátvitelt. A termékfejlesztők szívesen bízzák rá a prototípus- és modellgyártást külső vállalkozókra, mert ezeknek megfelelő tapasztalatai vannak mind a tervezésben, mind a kivitelezésben. A hatékony együttműködéshez elengedhetetlen a jó adatátvitel. A tapasztalat azonban azt mutatja, hogy a hibamentes adatátvitel nem mindig teljesül, aminek több oka is lehet:

- nagy mennyiségű adat átvitele,
- előregedett, lassú vagy hibásan működő export és import adatszűrők,
- nem kellően kidolgozott adatok,
- lezáratlan térfogatelemek,
- rosszul illesztett építőelemek,
- a műanyag-feldolgozás alapelveinek figyelmen kívül hagyása (pl. szerzőszámból való kivehetőség),
- áttekinthetetlen felépítés.

A problémák ismeretében egyes szoftvergyártók olyan programokat ajánlanak, amelyek be tudják olvasni különféle CAD programok adatait, és azt átfordítják a gyors prototípusgyártás (RP) formátumára (standard triangulation language = standard háromszögelési nyelv, STL). Az ilyen szoftverek forrásait, árát és ingyenes használhatóságának időtartamát az 1. táblázat foglalja össze. Ha ilyen bőségben állnak rendelkezésre programok, akkor az egyik első kérdés az, hogy milyen eszközöket kínálnak, és hogyan lehet ezeket az eszközöket gyakorlati problémák megoldására használni?

## Néhány kommunikációs menedzserprogram fontosabb adatai

Termék	Internetcím	Ár	Cím	Ingyenes használat
3DView	www. 3dview.de	570 euró, modulokra felár	3DView Software Distribution GmbH, Mollenbachstrasse 37 71229 Leonberg	30 nap
Magics Communicator	www. materialise.com	500 euró + 500 euró /modul (pl. IGES, Catia)	Materialise Landsberger Strasse 476, 81241 München	30 nap
Magics RP	www. materialise.com	4800 euró , felár további modulokra	u.a.	30 nap
Magics Tooling	www. materialise.com	5000 euró , felár további modulokra	u.a.	30 nap
Magics Tooling Expert	www. materialise.com	5000 euró , felár további modulokra	u.a.	30 nap
Plexpert	www. plexpert.de	megtekintés ingyen, számítások 385 euró -tól, a termék bonyolultságától függően	Thomas Mann GmbH Pfromäckerstrasse 21, 73432 Aalen	Demo verzió ingyenes
QuickConcept	www. cimatron.de	1800 euró, a licenc két személy közti kommunikációra vonatkozik	Cimatron GmbH Münsterstrasse 5/Haus 4, 59065 Hamm	30 nap
Rapid Pro	www. boxford.co.uk	érdeklődésre megkapható	Boxford Limited Wheatley, Halifax, HX3 5AF, UK	Demo verzió ingyenes
Shop3DViewer	www. c4w.com	499 euró, modulonként 99-699 euró felár	C4W.SA 505 rue Louis Lépine Le Millenaire, F-3400 Montpellier	15 felhívás

1. táblázat folytatása

Termék	Internet-cím	Ár	Cím	Ingyenes használat
SolidView	www.solidview.com	99 euró, nagyobb értékű verziók 495 és 2495 euró között	Solid Concepts Inc 28231 Avenue Crocker #10, Valencia, CA 91355	30 nap
WiseView	www.wiseview.com	érdeklődésre megkapható	Great West Road Brentford, Middlesex, TW89DQ, UK	30 nap
Magics Mimics	www.materialise.com	10200 euró , felár további modulokra	Materialise Landsberger Strasse 476, 81241 München	30 nap
WebLab	www.msi.com	érdeklődésre megkapható	Accelrys Inselkammerstrasse 1 81241 Unterhaching	30 nap
OneSpace	www.cocreate.de	14000 euró-tól 57000 euró -ig, felár további modulokra	CoCreate Software GmbH &Co. KG 71065 Sindelfingen	nincs adat
STLfix	www.stlfix.com	alapár 100 euró + 50 euró óránként, a végár az adatállomány bonyolultságától függ	Materialise Landsberger Strasse 476, 81241 München	jelentkezés szükséges
xbrioso	www.xbrioso.com	a termék bonyolultságától függő költség	Tecoplan AG Einsteinstr. 30 85521 Ottobrunn/München	jelentkezés szükséges

## **Adatok, méretek, formák definiálása**

Minden gyors prototípusgyártási módszer lényegében azonos módon dolgozza fel az adatokat. A kiindulás egy 3D CAD térfogati modell, amelyet több lépésben alakítanak át réteges feldolgozási információvá. Az előnyös adatformátumok az STL (itt nincs szükség átalakításra), az IGES vagy a VDAS típusú fájlok. A CAD rendszerek és az RP modellek közti standard interfészek is az STL formátumot használják, amelyek a térfogati modell felületét háromszögekkel közelítik. A virtuális modell pontosságát a későbbi prototípusokon az STL adatok konvertálása során tetszés szerint növelni lehet. Az adatokat rendszerint ISDN vonalon továbbítják, de lehet e-mail, FTP vagy hardcopy formátumban is továbbítani. Ha nem szabályos alakról van szó, az átvitt adatmennyiség igen nagy lehet, ami megnehezíti a „gyors” prototípusgyártást. Ilyenkor vagy a pontosságból engednek, vagy speciális STL-tömörítő programokat használnak. Eddig a pontig a termékfejlesztő felel azért, hogy milyen pontossággal szolgáltatja az adatokat. A továbbiakban a prototípusgyártónak kell az adatokat a berendezés számára érthető formába hozni. Annak érdekében, hogy minél kisebb legyen a zsugorodásból és vetemedésből eredő alakváltozás, a tömör anyagrészeket „lyukképző” függvényekkel optimalizálják, majd definiálják az optimális orientációt a gyártótérben és generálják a szükséges támasztó és segédgeometriákat is. A virtuális modellt ezután „szelítelik”, vagyis horizontálisan rétegekre bontják. A rétegvastagság megállapításánál több szempontot kell figyelembe venni: a gyártóberendezés paramétereit, a gyártási időt (és a hozzá kapcsolódó költségeket), és az alakpontosságot (lépcsőzetesség). A kivetített felületek kontúradatait az RP berendezés vezérlő számítógépébe juttatják, és megkezdődhet a gyártási ciklus.

## **A modell vizuális ellenőrzése**

A termékfejlesztő és a prototípusgyártó közös lehetősége abban rejlik, hogy már a fejlesztési folyamat elején kiszűrjenek bizonyos hibaforrásokat. A tervezési pontatlanságokat vagy konstrukciós hibákat a későbbiekben csak nagy pénz- és időráfordítással lehet jóvátenni. Az adatszolgáltatás és feldolgozás után a szolgáltató feladata, hogy az adatok alapján modellt készítsen, és a prototípust legyártsa. A fejlesztőnek az adatok átvitele előtt kötelessége az STL adatok hibamentességét megvizsgálni, amelyhez úgynevezett kommunikációs menedzser (KM) programok állnak rendelkezésre. Műanyagok esetében vizsgálni kell a darabok szerszámból való kivehetőségét (hátrametszéseket) és az anyagfeldúsulásokat (zsugorodást) is. A KM programok közti különbséget apró, de fontos eltérések okozhatják, pl. az, hogy hogyan kezeli a program a műszaki és gazdasági jellegű adatokat, vagy hogy egyszerű-e az installáció és a programból a kilépés. Akinek fontos az egyszerű alkalmazhatóság és a gyors vizuális kiértékelés, annak oda kell figyelnie arra, hogy mi-

ként van kiépítve a felhasználói felület. A Windows alapú programok előnye az, hogy könnyen és gyorsan megtanulhatók, és még nem szakszerű használat esetén is egyszerűen helyreállítható az eredeti állapot. A kompatibilitás is fontos szempont: hogy milyen formátumú fájlok exportjára és importjára képes a program. Annál jobb a program, minél szélesebb az import- és exportformátum választéka. A különféle formátumok közti konverziók hibákat is eredményezhetnek, különösen bonyolult alakú tárgyakkal. A finomabb részletekben (pl. kis görbületi sugaraknál) hibát okozhat a durvább felbontás. Egyes programok a hibás invertált háromszögeket észreveszik, és élénk színnel jelzik az ábrán. Fontosak a hibajavítási funkciók is, amelyek segítségével az alvállalkozó a kisebb hibákat maga is kijavíthatja anélkül, hogy konzultálnia kellene a megbízóval. Célszerű megvizsgálni az adatok vizuális megjelenítését. A finom részleteket, pl. a filmszerű csuklópántokat vagy a bepattanó kötések legjobban ilyen módon ellenőrizni. A méretezést hasznos az átvitt modellen még egyszer ellenőrizni. A vizuális megjelenítés alkalmas a lekerekítési sugarak és élek ellenőrzésére is. A modell felbontásának finomsága befolyásolja a prototípus előállítási költségeit is – ezt is meg lehet becsülni a programok segítségével.

## **További segédrutinok**

A fröccsöntésnél a szerszámból való eltávolításhoz szükséges rézsútoságot egy felvitt szögkaliberrel könnyen ellenőrizni lehet a virtuális modellen. Egyes szoftvergyártók automatikusan kínálnak olyan metszeteket, amelyeken a „kényes részletek” jól ellenőrizhetők. Bizonyos esetekben hasznos funkció lehet a zsugorodás vizuális feltüntetése. A tervezők előrelátását dicséri, hogy egyes kommunikációs menedzserprogramok az internetes adatcserére gondolva szöveges megjegyzések hozzáfűzését is lehetővé teszik az adatsorokhoz, ami megkönnyíti a változtatások végrehajtását. Ez a funkció különösen fontos a megrendelő és az alvállalkozó közötti valós idejű („real time”) kommunikációhoz. Ily módon a megjegyzéseket vagy javítási elképzeléseket be lehet integrálni az átvitt adatsorba, és ezzel csökkenteni lehet a szükséges iterációs lépések számát. Fontos szempont az adatok strukturáltsága. Mivel STL fájlokat kell előállítani, nagy szerepet játszik a kiinduló adatok pontossága. Minél durvábbak az adatok, annál pontatlanabb a későbbi reprezentáció. Bizonyos programok lehetővé teszik a hálózat utólagos finomítását, amire a finomabb részleteknél nagy szükség lehet. A felbontás szelektív javítása – csak ott, ahol szükséges – csökkentheti a szükséges adatok számát. Ha csak a megrendelő és a kivitelező közti kommunikációról van szó, sokszor az ún. 3D megjelenítések is elegendőek. Bizonyos átviteli programok lehetővé teszik olyan funkciók megjelenítését is, mint a fröccsöntés szerszámfeltöltési folyamata vagy a gyors prototípusgyártási folyamat megjelenítése. A Magic Tooling programnak olyan funkciói is vannak, amelyek a szerszámtervezést segítik (szerszámból való eltávolítás, hátrametszések, falvastagság-analízis).

A rézsútosság vizsgálatával megállapítható a szerszámból való ideális kivételi irány is. Az osztósíkokat és a szerszámüregeket ugyancsak virtuálisan meg lehet jeleníteni. A program a prototípusgyártó számára lehetővé teszi a gyártás költségeinek becslését.

## **Az internetes kommunikáció beépítése a programokba**

A fejlesztési folyamat egyre gyorsabbá és bonyolultabbá válik. A komplex CAD rendszerek használatát nem lehet könnyen megtanulni, és kezelésük sem egyszerű. Viszonylag egyszerű feladatok és módosítások esetén is sok időt kell tölteni az adatbevitellel. Éppen ezért a létrehozott adathalmazt nagyon gondosan kell ellenőrizni, mielőtt az a következő fejlesztési lépésbe átkerülne. Ha több partner is részt vesz egy-egy módosítási vagy fejlesztési feladatban, az adatátvitel könnyen áttekinthetlenné válik. Megoldást kell találni arra, hogy a kompetenciákat világosan osszák fel, és a partnerek folyamatosan tájékoztassák egymást a fejlesztés állásáról. Egyre inkább olyan programokat fejlesztenek ki, amelyek a CAD rendszerektől függetlenül is működnek. A CoCreate program pl. a termékfejlesztés különböző lépéseit egyetlen szoftverbe integrálja. Külön modulok állnak rendelkezésre a gyártáshoz, a megbeszéléshez és a véleményezéshez. A CAD-független platformok mellett egyre nagyobb hangsúlyt fektetnek arra, hogy az eredmények on-line megvitathatók és javíthatók legyenek. Ez csökkenti a megrendelő és az alvállalkozó közti kommunikációból eredő hibákat. Léteznek olyan internetes platformok (Xbrioso.com, Tecoplan AG) is, ahol a fejlesztési lépések interaktív módon végezhetők el és oszthatók meg a résztvevők között. Más szolgáltatók interneten keresztül teszik lehetővé hibás STL fájlok javítását vagy CAD adatok átalakítását STL fájlkká. Programvásárlás előtt célszerű megvizsgálni a KM programok kompatibilitását azzal a CAD verzióval, amit a potenciális vevő használ, és jó egyeztetni a prototípusgyártó alvállalkozóval is, hogy ők milyen tapasztalatokat szereztek esetleg más KM programokkal, és milyen kompatibilitási feltételeknek kell megfelelni az adatátvitelkor.

## **Újabb CAD/CAM programverziók**

A Solidworks cég új 3D CAD programjában nemcsak a szimulációs, modellezési tulajdonságokat javította, a web-alapú Tool 3D Content Central program on-line katalóguskeresését is lehetővé tesz. A kapható alkatrészeket a felhasználó tetszőleges terméktervbe töltheti le, azt már nem szükséges modellezni. A CosmosXpress olyan analitikai modellt kínál, amellyel az egyes alkatrészek szilárdsága becsülhető meg. Az új szoftver Autocad és Cadkey fájlok importjára és exportjára is képes. Vannak egyéb, a tervezést könnyítő

szolgáltatások, pl. a lekerekítések automatikus modellezése. A SolidWorks felhasználók olyan SolidCAM plug-in egységet is kapnak, amely a megszokott CAD-környezetbe integrálódik. Ezzel a konstrukciós modellek könnyen átalkíthatók prototípusokká vagy gyártószerszámokká. Az NC vezérlőprogramok konstrukcióváltása egyetlen egérgattintással elvégezhető. A Camtech Süd cég Imold néven kínál egy, a SolidWorks programhoz kapcsolódó szoftvert, amely a prototípus- és a szerszámfejlesztést kívánja meggyorsítani. Külön rutinok gondoskodnak a legidőigényesebb műveletek meggyorsításáról, és lehetőség van a bonyolultabb formák felosztására és részenként történő kidolgozására is.

## **Aktualizált CAD/CAM programverziók az Euromold kiállításon**

A Delcam cég PS-Moldmaker programjának új változatát mutatta be, amely automatizált fröccsszerszám-konstrukciót tesz lehetővé. Új modulok léptek be a mozgó szerszámberakások és a hűtőcsatornák támogatott tervezésére. A szoftver lehetővé teszi, hogy az egyes szerszámalkatrészekből háromdimenziós modellen összeépítsék az egész szerszámot és kialakítsák a részleteket. Ezt szabványosított alkatrészkönyvtár is segíti. A program felhívja a figyelmet a sorjaképződés veszélyére az aktuális helyeken.

A Cimatron cég is aktualizált CAD/CAM programváltozattal jelent meg a kiállításon, ami nem csak a háromdimenziós alakképzés folyamatait automatizálja, hanem a QuickDrill modullal egy tudásbázisú programot kínál az automatikus fúrás megmunkáláshoz. Ez a program már nem csak a hagyományos NC módszereket tartalmazza, hanem a HSC-technológiát és az 5-tengelyű megmunkálás lehetőségét is. Az új program meredekebb falmegmunkálást tesz lehetővé, és a mélyebb furatok esetében ellenőrzi az esetleges ütközési pontokat is. A QuickNC modul az NC megmunkáló egység közvetlen programozását teszi lehetővé.

**(Bánhegyiné Dr. Tóth Ágnes)**

Schmachtenberg, E.; Janßen, Ch.; Seul, T.: Babylonische Verwirrung? = Kunststoffe, 92. k. 11. sz. 2002. p. 62–67.

Bothur, Ch.: Up-to-date. = Plastverarbeiter, 54. k. 1. sz. 2003. p. 56–57.

## **EGYÉB IRODALOM**

Ferry port renovated with FRP. (Egy komprikötő felújítása üvegszálalású műanyagok felhasználásával az USA-ban, a Delaware folyó partján.) = Reinforced Plastics, 46. k. 10. sz. 2002. p. 4.

## Röviden...

### **Számítógéppel tervezett szerszám szeméttároló tartály gyártásához**

1000 és 1100 literes háztartási szemétygyűjtő konténerek fröccsöntéséhez a SES cégnél 2600×2546×2276 mm méretű szerszámot gyártottak, amelynek tömege 113 t, és megfelel a legszigorúbb biztonsági, ergonómiai és szilárdsági előírásoknak. Ebben a szerszámban kettős fröccstechnológiával 29 kg-os, dupla falú, 1045×1207×1225 mm-es tartályt készítenek. Ez az eljárás gazdaságos, mert kevesebb friss anyag felhasználásával nagyobb szilárdságot lehet elérni, mint hagyományos módon. A rövidebb ciklusidő, a pontosabb, számítógéppel vezérelt program (hőmérséklet, nyomás, záróerő), a háromdimenziós termék-megjelenítés, a szerszám-keresztmetszet kétdimenziós képe jelenti azt a modern tervezési technikát, amellyel kimutathatók a kritikus helyek, és számítógépes analízissel beállítható az optimális gyártás.

A kutatás célja az volt, hogy olyan szerszámot tervezzenek, amellyel versenyképes szeméttároló edényeket tudnak előállítani. Ehhez anélkül kellett csökkenteni a darab tömegét, hogy romlana a szilárdsága, annyira kellett javítani az anyag folyóképességét, hogy rövidebb ciklusidő alatt megfelelő minőségű darabot lehessen előállítani. Végül is sikerült kiválasztani azt az anyagot, amelyből kisebb falvastagsággal is gyártható a tartály.

*(Macplas International, 2002. 4. sz. nov. p. 51.)*

### **Légzsákfedél faerezetre emlékeztető felülettel**

Az USA-ban egy városi közlekedésre szánt gépkocsi légzsákfedele úgy néz ki, mintha finom erezetű fából készítették volna. Ehhez felhasználták a Solvay Engineered Polymers cég Dexflex E1501TF jelű termoplasztikus elasztomerjét (TPO), amelyből 50 µm vastag fóliát extrudáltak, és ezt laminálták vékony falemezzel. A laminált lemezt hőformázták, majd fröccsöntő szerszámba helyezték, ahol hátoldalára ráfröccsöntötték a tartóvázat adó másik Solvay TPO-t.

*(Plastics Technology, 49. k. 4. sz. 2003. p. 24.)*