

## Prototípustervezés és prototípusgyártás

*Tárgyszavak: CAD; CAE; hálózat; terméktervezés; szerkesztés; prototípus; sztereolitográfia; vákuumöntés; fröccsöntés; egy- és többkomponensű darab; nagyméretű darab.*

A műanyag-feldolgozás utóbbi időben leglátványosabban fejlődő része a prototípustervezés és -gyártás, amely néhány évvel ezelőtt még hosszú, fáradságos és költséges munka volt. *A számítógépes technikák – a számítógéppel segített tervezés (computer aided design, CAD) és a számítógéppel segített mérnöki munka (computer aided engineering, CAE), továbbá a gyors prototípusgyártás új módszerei – töredékére csökkentették az új termék előállításának ezt a bevezető szakaszát.* Az erre szolgáló eljárásokat folyamatosan fejlesztik. A következőkben azt mutatjuk be, hogy hogyan segíti a tervezőket egy erre a célra kiépített számítógépes hálózat, és hogy hogyan terjesztették ki a prototípusgyártást eddig csak több darabból elkészíthető, nagy méretű formadarabokra.

### Hálózati rendszer a prototípustervezés segítésére

*A Polimertechnológiai Intézet (Polimertechnologien e.V., ITP, Wismar) általánosan alkalmazható, prototípusgyártást segítő CAE rendszert fejlesztett ki a nyugat-mecklenburgi műanyagcentrum (Kunststoffzentrum Westmecklenburg) számítógépes hálózata, az Interregio-Netzwerk számára. A rendszerrel kezelhető a fröccsöntött formadarabok tervezésének minden egyes lépése, és megtakarítható számos részmunka.*

A munka első részeként részletesen elemezték a hálózat alapját képező szoftvereket és prototípusfejlesztő eljárásokat. Elsősorban azt vizsgálták, hogy hozzáilleszthetők-e ezek az általános CAE csatlakozásokon keresztül az egy- és többkomponeszes fröccsöntött formadarabok prototípusgyártó eljárásaihoz.

Az elemzés nyomán a munkatársak alkalmazási útmutatókat készítettek, amelyeken belül meghatározták a csatlakozási helyek szoftverjeivel kapcsolatos követelményeket is. A gyors prototípusgyártáshoz két berendezést választottak ki: a **3D Systems** cég *Viper Si<sup>2</sup>* nevű sztereolitográfias és a **MK Technology** cég *MK I* nevű vákuumöntő berendezését. Ezeket az IPT-ben üzembe helyezték.

Kialakultak azok az adatformák, amelyekkel a hálózatban hozzáférhető CAD szoftverek hozzáilleszthetők a Pro/Engineer (Pro/E) csatlakozóponthoz (1. táblázat), ezen keresztül pedig más szerkesztőprogramokhoz, továbbá a felhasználókhöz. A felhasználók közötti hibátlan kommunikáció feltétele a különböző rendszerek paramétereinek összehangolása.

1. táblázat

A hálózatba integrált CAD szoftverek Pro/E-hez csatlakoztatható adatformái

CAD szoftver	Adatforma
Designer Software	Ige s <sub>A</sub> , Ige s <sub>V</sub> , 1/1000 + Step <sub>x3</sub> , 1/1000
Catia	Ige s <sub>A</sub> , Ige s <sub>V</sub> , 1/1000
Unigraphics	Ige s <sub>A</sub> , Ige s <sub>V</sub> , 1/1000 + Step <sub>x3</sub> , Step <sub>214</sub> , 1/1000
Ideas	Vda, 1/1000
Solid Designer	Ige s <sub>A</sub> , Ige s <sub>V</sub> , 1/1000 + Step <sub>203</sub> , Step <sub>214</sub> , 1/1000
Mechanical Desktop	Ige s <sub>A</sub> , Ige s <sub>V</sub> , 1/1000 + Step <sub>203</sub> , Step <sub>214</sub> , 1/1000

A CAE rendszer lehetővé teszi, hogy az IPT-ben ellenőrizzék, jól jártak-e el a kifejlesztett elemek és elemcsoportok tervezése során (végelelemes szimuláció), és meg tudják határozni a gyors prototípusgyártás (sztereolitográfia, lézerszinterézés, marás, gyors szerszámgyártás) paramétereit. Fel tudják fedezni a hibalehetőségeket, és csökkenteni képesek a meghibásodás valószínűségét. Kiderülnek (és kiküszöbölhetők) az adatátalakításkor esetleg bekövetkezett hibák is.

A **Materialise** cég (Leuven, Belgium) „Magics Communicator” és „Magic Communicator Master” konferenciaprogramjának segítségével *a termékfejlesztők az interneten keresztül közvetlenül vitathatják meg a világ bármely részén található partnereikkel aktuális kérdéseiket.*

A folyamatba integrált *Rhino 3D* modellező szoftver (**Robert McNeel**) lehetővé teszi, hogy a külső formát megadó dizájnér és a szerkesztő-tervező egyeztesse elképzeléseit, és közös standard adatformát válasszon. További előnye, hogy virtuálisan meg tudja jeleníteni a modellt.

Az IPT hálózati partnereivel együttműködve elérte azt a célt, hogy az akár egy- akár többkomponenses formadarab prototípusát egyetlen gyártási lépésben hozza létre. Az adatátvitel során a folyamatok grafikusán is megjeleníthetők, ami egyúttal támpontot szolgáltat a fejlesztés következő feladathoz. A felhasználói útmutatók alkalmazása révén a tervező ismeretei jelentősen bővíthetnek az egy- és többkomponensű fröccsöntött formadarabok szerkesztésében.

## Nagyméretű prototípusok előállítása

A sztereolitográfias és a lézerszinterezéses prototípusgyártásban kb. 700 mm a felső mérethatár. Nagyobb darabok prototípusát ezért néha több kisebb elemből ragasztják össze. Ennek hátránya, hogy a kötések miatt a kész darab nem teljesen méretazonos, és mechanikai igénybevételkor a ragasztások gyenge helyeket képeznek.

A **Materialise** cég fejlesztői 2000 novemberében állították fel első sztereolitográfias „mamut” berendezésüket, amelyben maximálisan 2000x640x480 mm-s formadarabok állíthatók elő. Ilyenek pl. a személygépkocsikba szánt műszerfalak, ütközőrendszerek, utastéri burkolóelemek. A „Mammoth I” berendezésben elkészített első formadarab segítségével a továbbiakban vákuumöntéssel vagy reaktív fröccsöntéssel (reaction injection molding, RIM eljárás) akár további 20 próbadarabot is gyárthatnak a tulajdonságok vizsgálata és esetleges módosítása céljából.

A Materialise cég új sztereolitográfias gyantákat is kifejlesztett a nagyméretű formadarabokhoz. A *PolyPox* és a *DuraPox* gyantából készített darabok mechanikai tulajdonságai a poliamidéhoz hasonlóak, de a prototípusok szilárdságát néha üveglaminátummal is növelik. Ennek haszna bebizonyosodott, amikor egy ilyen módon készített műszerfalat 3 m magasból a padlóra ejtettek, és azon alig észrevehető sérülés keletkezett. Egy szokásos litográfias gyantából előállított darab hasonló körülmények között szilánkokra tört volna.

Kisméretű darab „másolatainak” előállításához legtöbbször szilikongumiból készítenek szerszámot. Ebben az esetben ez nem járható út, mert a nagy méretek miatt a szilikonszerszám a saját tömegéből adódóan deformálódna, és a benne gyártott „replikák” nem volnának méretpontosak. Ezért a sztereolitográfias eljárással gyártott első darabot formaleválasztóval kenik be, erre műanyaggal átítatott üvegszálat laminálnak. A műanyag kikeményedése után a szerszámként használt forma lehúzható az eredeti darabról.

A Materialise cégnél hibrideljárást alkalmaznak. Az alsó szerszámfelet szilikongumiból készítik el (ez gyorsabban önthető ki, és rugalmassága révén a kisebb hátrametszések sem okoznak gondot a kivételnél), a felső szerszámfelet pedig az előbb ismertetett üvegszálalaminálással (ez megfelelő stabilitást ad a szerszámkonstrukciónak).

A Mammoth berendezést a cég kizárólag saját használatára gyártotta. Időközben elkészült a 2150x720x600 mm maximális méretű darabok gyártására alkalmas Mammoth II berendezés, és készül a Mammoth III is.

Ezekben az óriás berendezésekben egyetlen lézersugár túlságosan hosszú idő alatt tudná létrehozni a sztereolitográfias formadarabot, ezért mind-egyikben három lézerrendszer dolgozik párhuzamosan. Elvileg lehetséges

volna a méretek és a lézerrendszerek további növelése, de ilyenek létrehozása egyelőre nem indokolt.

**Pál Károlyné**

Hansmann, H.; Weißmann, V.: Vollständig visualieren. CAE-System für die Prototypenentwicklung. = *Plastverarbeiter*, 54. k. 11. sz. 2003. p. 28–29.

Vollrath, K.: Prototypen mit Übergröße. = *Plastverarbeiter*, 54. k. 11. sz. 2003. p. 26–27.