

LAUB ÁDÁM MIKLÓS

Tradíció és innováció. Hol is tartunk 35 év után?*

Az előadás témája a prototípusgyártás új eljárásainak bemutatása, melyek kiegészítik a Magyarmet Kft. hagyományos viaszkiolvasztásos precíziós öntési eljárását. Bemutatja, hogy miként lesz a beérkező 3D-s modellből nyomtatott mintadarab. Ismerteti az alkalmazott programok és gépek főbb paramétereit, használatukat. Bemutatja a kerámiaforma-készítésben alkalmazott egyedi gyorszáritó berendezést és a lézerhegesztő berendezést is. Rámutat a gyors prototípusgyártás ipari és művészeti öntvényeknél elért alkalmazási példáira.

illetve teljes vagy részleges beömlőrendszerek is. Számításba veszi az alapanyag tulajdonságait és az öntőforma anyagát is.

A 3D-s műveletekhez a Creo programcsomag 3.0-ás verzióját használjuk. Meglehetősen könnyen kezelhető program, kevésbé automatizált más CAD-rendszerekhez (pl. SolidWorks) képest, ugyanakkor könnyebben használható. Fő alkalmazása az import felületek teljes körű javításában van, mivel a más CAD-rendszerben készült vevői modellek a többszöri fájlkonvertáláskor adatokat veszítenek, ezáltal hibákat tartalmaznak. A prototípus nyomtatásához csak hibátlan, felületében folytonos modellt lehet felhasználni. Ezzel a programmal módosítható szükség esetén az öntvény geometriája, például öntési lekerekítéseket, feliratókat, megmunkálási ráhagyásokat, vagy éppen a felöntések helyeinek megjelölését lehet vele elvégezni. Ezzel készítjük el a beömlőrendszerek modelljeit is (2. ábra). A nyomtatáshoz szükséges fájl mindig egy háromszögekből álló felületpaplan, ún. stl-állomány (stereolitography, sztereolitográfia) [1]. A kész modellt ebben a formában kell menteni ahhoz, hogy ki lehessen nyomtatni. A

Előszó

Szerencsésnek mondhatom magam, hogy a sok évtizedes öntészeti tapasztalatáról, tradicionális vállalatvezetéséről és öntvényeinek világszínvonalú minőségéről ismert Magyarmet Finomöntőde Kft.-nél indult a mérnöki pályafutásom. A cégnél éppen egy forradalmian új technológia bevezetésének küszöbén kapcsolódhattam be az öntvénygyártási technológia fejlesztésébe, amikor elindították a 3D gyors prototípusgyártást, így folyamatfejlesztőként részese lehettem a tradíció és az innováció találkozásának.

Öntvénytervezés szimulációval és gyors prototípus segítségével

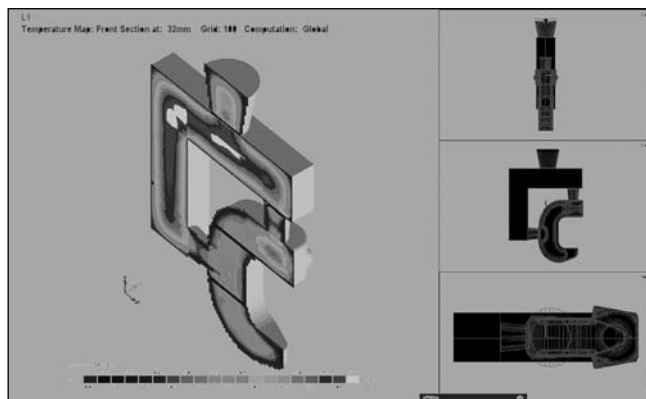
Az öntvény tervezése során elsőként mindig a CAD-modell munkáival indul

a folyamat. Az elkészült modellen dermedésszimulációt végzünk, majd szintén CAD-rendszer segítségével elkészítjük a beömlőrendszer tervét. A gyártás előkészítési folyamatába be kell illeszteni az öntvény és a beömlőrendszer rapid (igen rövid időn belül elkészített) prototípusának előzetes legyártását is. Ehhez előre meg kell tervezni a gyártás lépéseit. A prototípus elkészítéséhez a 3D-s nyomtatáshoz szükséges fájlokat meg kell szerkeszteni.

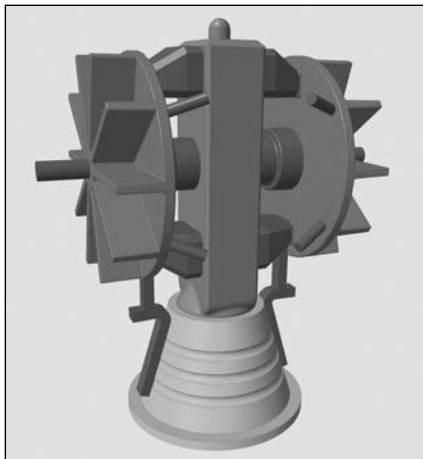
Az általunk használt szimulációs szoftver az indiai Bangalore-i egyetemmel közösen fejlesztett Soft-CAST, mely kifejezetten a dermedés vizsgálatára alkalmas. Számításainak alapja a melegpontok meghatározása, ezen felül lehet használni dermedési vektorok, gradienstérképek és hőtérképek készítésére is (1. ábra). Vizsgálhatók vele öntvények,

Laub Ádám Miklós 2013-ban karbantartó szakirányú gépészmérnökként szerzett diplomát a Dunaújvárosi Főiskolán. Tanulmányai során több projektben is részt vett (léghajtású jármű építése, pneumatikus és hidraulikus berendezések tervezése), melynek során megismerkedett a CAD-technológiával. 2014-től a Magyarmet Finomöntőde Kft. gyártás-előkészítő, majd folyamatfejlesztő mérnöke, fő szakterülete a 3D-modellezés; rapid prototípusgyártással, dermedésszimulációval, precíziós öntvények beömlőrendszerének tervezésével foglalkozik.

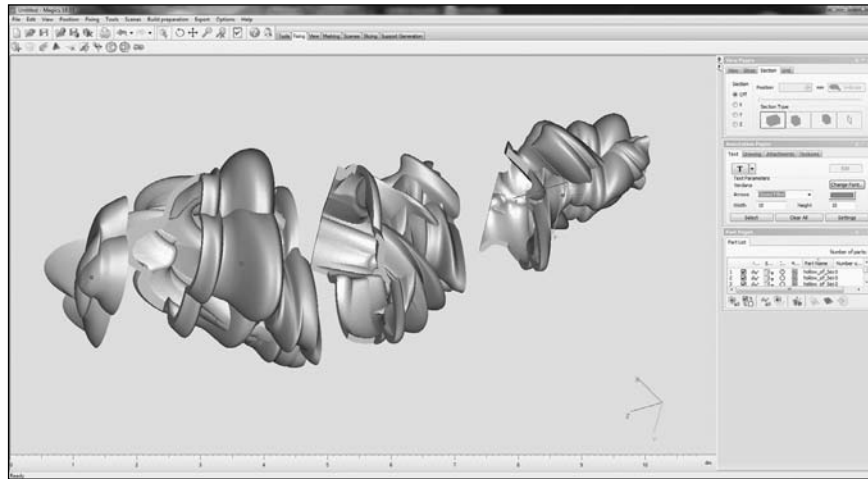
*A Magyar Öntészeti Szövetség által, a bicskei Magyarmet Kft.-ben, 2016. június 16-án „Öntészeti technológia- és gyártmányfejlesztés napjainkban a hazai öntődékben” rendezett konferencián elhangzott előadás szerkesztett változata.



1. ábra. Egy szorítóelem és a beömlőrendszer hőtérképe



■ 2. ábra. Lapátkeréköntvény és beömlőrendszerének CAD-modellje



■ 3. ábra. Tony Cragg által tervezett szobor nyomtatáshoz előkészített darabjai

rajzokat is ezzel a programmal készítjük el, mert az egyes technológiai lépésekhez nem mindig elegendő a vevő által megadott dokumentum.

A Creo-val készített felületháló csak alap, nem nyomtatható ki közvetlenül, ezt még át kell alakítani a 3D-s nyomtató által olvasható formába. Ehhez a Magics-programot használjuk, mellyel a betáplált stl-fájlokat lehet szerkeszteni. Közvetlenül, egyszerűen javíthatjuk a konvertálás során keletkezett hibákat. Erre van lehetőség automatikus, illetve manuális úton is. A felületekkel különböző műveleteket hajthatunk végre: vastag testeket üregessé tehetünk, alkatrészeket egyesíthetünk, vagy éppen kivonhatunk egymásból, nagy alkatrészeket darabolhatunk fel (3. ábra), zsugort adhatunk meg. A program tartalmazza a nyomtatógépet, mint virtuális munkahelyet, így a kinyomtatandó munkadarabokat előre el tudjuk helyezni a nyomtatótérben (4. ábra). Kimenatként egy sli kiterjesztésű fájlt kapunk, ez a munkadarabot

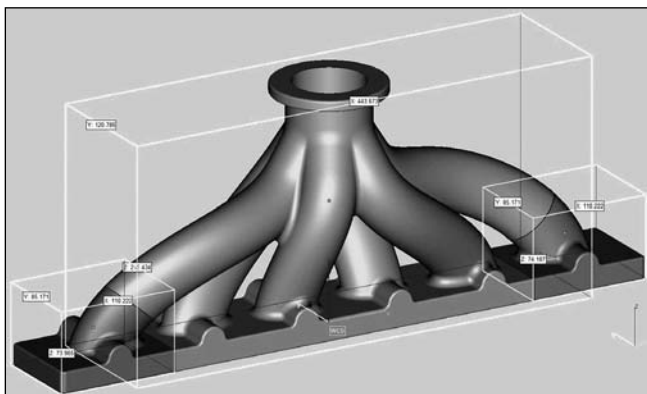
keresztmetszetekre bontja, melyek a nyomtatáskor a darabot felépítő rétegek lesznek.

Nyomtatáskor még egy program segíti a munkát, ez a PSW, a nyomtató berendezésen futó vezérlő szoftver. Segítségével lehet mozgatni a nyomtató különböző végrehajtó elemeit. Lehetőség van továbbá a darabok elhelyezésének korrigálására, korlátozott irányokban való forgatására és másolásra. Állíthatók a szinterelési paraméterek (lézer teljesítménye és sebessége) és a felhasznált alapanyag adagolásának értékei is.

A 3D-s polisztirol minta nyomtatása egyrészt azért versenyképes alternatíva a prototípusgyártásban, mert ugyanazon anyagminőségek elérhetőek, mint a hagyományos precíziós öntésnél. Másrészt a rapid prototípusgyártás új ágazatánál, a fémnyomtatásnál – amely csak kevés ötvözetel képes működni – jóval költséghatékonyabb. Az általunk használt eljárás az SLS (Selective Laser Sintering – selektív lézer szinterelés) [2]. A munka-

darabot rétegről rétegre építi össze a gép, a mintát képző keresztmetszeteket lézerrel égetik össze. A környező, nem szinterezett rétegek teljes egészében újra felhasználhatóak. A nyomtatható méret 360 × 360 × 620 mm, az alkalmazható rétegvastagság 0,1–0,18 mm-ig terjed. Az alapanyag egy speciálisan az öntészet céljára készített polisztirol por, amelynek megfelelően kicsi a formakiegyezés utáni hamutartalma.

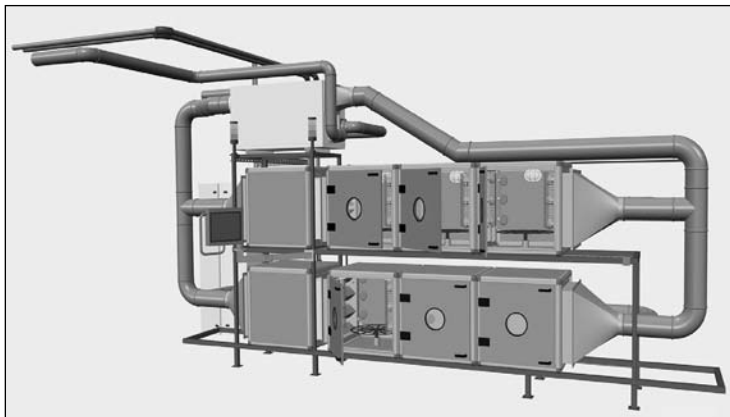
A nyomtatás – egy lefelé építkező additív eljárásról beszélünk – egy tartályban történik, amelyet a gépből kivéve egy újabb berendezésbe, a kicsomagoló gépbe helyezünk. Több tartály áll a rendelkezésünkre, ez biztosítja a folyamatos munkát. A nyomtatás befejezése után meg kell várni, míg a darab lehűl, hiszen az eljárás alatt a munkatér hőmérséklete 102 °C. A kivett tartályból a kicsomagoló gépben eltávolítjuk a formát. Ehhez megfelelő kéziszerszámokat, keféket, kaparókat használunk (5. ábra). A darabot körülvevő por alapanyagot



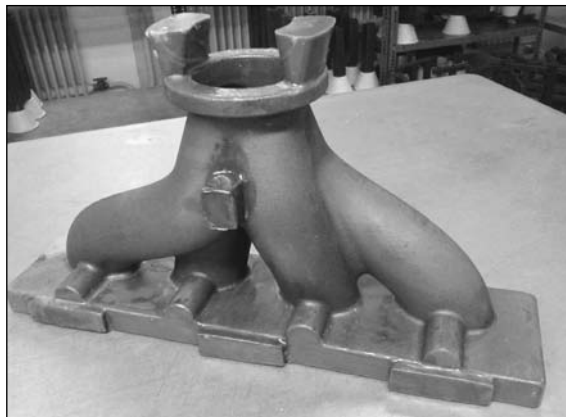
■ 4. ábra. Leömlődíom a virtuális nyomtatótérben



■ 5. ábra. Járókerék nyomtatás utáni tisztítása



■ 6. ábra. Gyorszáritógép CAD-modellje



■ 7. ábra. Nyomatott füstgázcsonk műanyag mintája DTM futamos autókhoz

egy szitarendszeren megtisztítva újra fel tudjuk használni. A kibontott mintát ezután sűrített levegővel lefúvatjuk. Így tudjuk eltávolítani azokat a bennmaradt támaszanyagokat, amelyeket az alámetszések vagy a geometria bonyolultsága miatt a kéziszerszámokkal lehetetlen lenne. A minta felületét a felületi minőség javítása, illetve a darab szilárdítása érdekében be tudjuk vonni különböző műanyagokkal és viaszokkal.

Formakészítés

A rapid gyártás következő művelete a kerámiaformák gyártása. Megfelelő technológia használatával a száradási idők radikálisan csökkenthetők. Ezért *iff. Győri Imrével*, a Magyarmet Kft. ügyvezető igazgatójával kifejlesztettünk egy gyorszáritó berendezést, amely napokkal megrövidíti a forma előállítását. A hat száritóegységből álló gép fő szabályozott paraméterei: a hőmérséklet, a páratartalom, a száritást intenzívvé tevő infralámpa-teljesítmény és a felületet érő fúvott levegő sebessége. Akár 24 kerámiaforma is elhelyezhető benne, és a száritási idő egy órára csökkenthető a szokásos 3-8 órához képest. A gép maga teljes egészében a Magyarmet Kft. gépészeti tervezése, a megvalósításában számos külső cég részt vett, amelyekkel végig szoros együttműködésben dolgoztunk. A gép (6. ábra) szerepel a 2016-os Creo naptáron is, ami a tervezőprogram forgalmazójának nagy elismerése.

A megmunkálás közben/után jelentkező hibák javítására egy saját, 100 W teljesítményű lézerhegesztő gép áll rendelkezésünkre. A különbö-

ző hibák (gázzárványok, salakhibák, mechanikai sérülések) felrakó hegesztéssel, minimális hőbevitellel, deformáció nélkül javíthatók [3]. A munka hozzáadott értéke nagy, az eljárással megmentett darabok jelentős költség-, idő- és kapacitás megtakarítást jelentenek.

Ipari és művészeti alkalmazások

A cégünk által rövid idő alatt gyártott prototípus öntvények alkalmazása az iparban széleskörű: Az egyik legjelentősebb csoportot a különböző leömlőidomok jelentik. Készítettünk 2, 3, 4 és 6 csöves füstgázleömlőket DTM versenyautókhoz 1.4848-as acélötvözetből (7. ábra). A megrendelő folyamatos fejlesztéseinek hála, mindig újabb és újabb darabokat rendeltek meg, ezáltal az előállításukhoz szükséges technológiát is tökéletesíteni tudtuk. A Porsche Boxster, a Mercedes-AMG és a Ford FFA Series autóihoz is rendeltek tőlünk prototípusokat, több esetben megmunkált kivitelben. Sorozatgyártás előtti tesztek elvégzésére több alkalommal készül-

tek prototípusok petrokémiai katalizátorokhoz, minden esetben szériarendelés lett az eredmény. A Mini Cooper gyártásához a BMW folyamatos autóipari megrendelést ad a cégnek. Ez a folyamat is rapid mintával indult el: a darab öntészeti viselkedését 10 db PMMA (polimetil-metakrilát) műanyagból készült minta segítségével teszteltük. A magyarországi Grundfos vállalatokkal több projekten is dolgoztunk együtt (pl. propellerek, csatlakozók, fedelekek), az eredmény a tapasztalatok alapján módosított sorozatgyártás, vagy éppen egy megvalósított szerszámmódosítás volt.

A rapid eljárás sok esetben művészeti alkotásokhoz is megfelel. Olyan világhírű művészeknek készítettünk már rozsdamentes acélszobrokat, mint *Tony Cragg* (8. ábra). Eleinte PMMA minta volt a gyártás alapja, később átálltunk a saját gyártású polisztirol mintákra. Szintén művészeknek gyártottunk bronzból kis koronát, angyalszobrot, rozsdamentes acélből pedig egy életnagyságú úszómestert, amint épp a vizet kémleli a távcsővel.



■ 8. ábra. A Magyarmet öntödéjében mintázott és öntött Tony Cragg-szobrok

Végül említésre méltó, hogy bár a polisztírol kis szilárdsága miatt nem alkalmas önálló műanyag teherviselő elemnek, a közelmúltban több mintát készítettünk pl. a FÉMALK Zrt.-nek. Így a darab geometriáját egyszerűbb szemrevételezni, ez tervezési segítséget ad.

Összefoglalás

A Magyarmet Finomöntöde Kft. fennállása óta folyamatosan alkalmazta

és továbbfejlesztette a legújabb technológiákat. A 3D-s nyomtatással kivitelezett gyors prototípus készítésének lehetősége egy újabb lépés ezen az irányvonalon. Az új eljárás jól kiegészíti a cégnél hagyományosan alkalmazott viaszmintás kerámiaformázással folyó öntészeti technológiát. Célunk, hogy folyamatos fejlesztésekkel az egyre növekvő vevői igényeknek a legjobban meg tudjunk felelni. Innovatív megoldásainkkal 35 év megalapozott hagyományait egé-

szítjük ki az öntészet csúcstechnológiájával.

Irodalom

- [1] <https://all3dp.com/what-is-stl-file-format-extension-3d-printing/>
- [2] http://www.eos.info/additive_manufacturing/for_technology_interested
- [3] https://www.ara.bme.hu/oktatas/tantargy/NEPTUN/BMEGEATMG19/2011-2012-II/ea/09-10_ea_BELLA_lezeres-hegesztes.pdf

PORTÖRŐ BALÁZS

A 21. század kihívásai a FÉMALK Zrt. szemszögéből*

Autóipari öntvénygyártással és fejlesztéssel foglalkozó cégünk közel másfél évtizede vevőivel közösen fejleszt, optimál alkatrészeket. Az ilyen típusú mérnöki kapcsolat évről évre gyarapodik, szorosabbá válik, közben nagymértékben változik, ill. átalakul. Cikkünk e fejlesztési és esetenként kutatási tevékenységbe is hajló munkákba nyújt betekintést. A FÉMALK-ban folyó K+F tevékenység rendkívül szerteágazó. Ezek közül két területet, nevezetesen az akusztikát és a topológiaoptimalást mutatjuk be.

Bevezetés

Autóipari öntvénygyártással és fejlesztéssel foglalkozó cégünk közel másfél évtizede vevőivel közösen fejleszt optimális paramétereket teljesítő alkatrészeket. Az ilyen típusú mérnöki kapcsolat a cég növekedésével párhuzamosan évről évre mélyül, növekszik, és közben nagymértékben változik, ill. átalakul (1. ábra). E fejlesztési

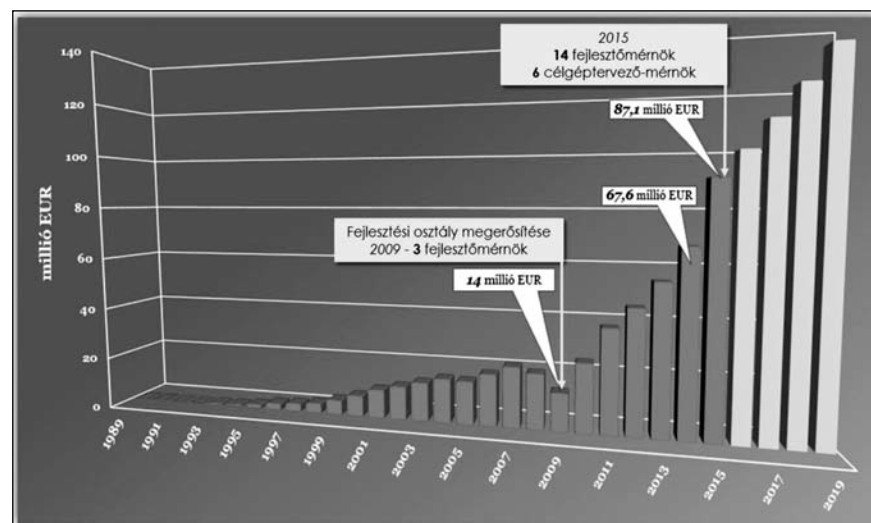
Portörő Balázs 2008-ban szerzett diplomát a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Gépészmérnöki Karán, alkalmazott mechanika szakirányon. 2010 óta dolgozik a FÉMALK Zrt. kutatási és fejlesztési osztályán kezdetben fejlesztőmérnöki, 2013-tól senior fejlesztői, 2015-től előfejlesztési és kutatási csoportvezetői pozícióban.

*A Magyar Öntészeti Szövetség által, a bicskei Magyarmet Kft.-ben, 2016. június 16-án rendezett „Öntészeti technológia- és gyártmányfejlesztés napjainkban a hazai öntödékben” konferencián elhangzott előadás szerkesztett változata

és esetenként kutatási tevékenységbe is hajló munkákba szeretnénk betekintést nyújtani.

Az utóbbi néhány évben a K+F tevékenység, amit a beszállító végez a vevő számára, már nemcsak extra szolgáltatás, amit a partnerek vagy

kihasználnak, vagy nem, hanem a komolyabb rendszer-beszállítók és az autógyártók részéről egyre inkább megkövetelt beszállítói belépőkártya, az újabb és újabb termékek megszerzéséhez vezető úthoz. Ezen elvárással kapcsolatos személyi és tárgyi felkészültséget, főleg Közép-, Kelet-Európában, még sok cég úgy pótolja, hogy külföldi, sokszor nagy német fejlesztő irodákkal szerződik, amelyek a szükséges fejlesztési és tesztelési munkát helyettük elvégzik. A FÉMALK nem ilyen cég. A 2008–2009-es gazdasági világválság közepette cégünk tulajdonosa, akkoriban még a mindennapi munkában is résztvevő vezér-



■ 1. ábra. A FÉMALK árbevételeinek alakulása, 1989–2015