

Madaras Lizi és Lévy Krisztinát az általuk kidolgozott biotechnológiai eljárásról kérdeztük, amely 6-8 hét alatt lebontja a műanyagokat.

A Top Tier Consultant Kft. rövid távú előrejelzése a COVID helyzet miatt a Közép- és Kelet-Európa autógyárait és beszállítóit érő hatásokról.

Elsején hatályba lépett a módosított hulladékgazdálkodási törvény, mely már kompenzációt nyújt az értékkel bíró hulladék esetében.

PET felhasználás magasan az élen: elkészült az MMSZ elemzése a 2019. évi hazai műanyag csomagolószergyártás helyzetének alakulásáról.

A MAGYAR MŰANYAGIPARI SZÖVETSÉG LAPJA



Szaktudás: befektetés, ami nem amortizálódik

Képzések
kezdőtől-haladóig



CAVITY EYE
INTELLIGENCE IN MOLDING

+36 76 739 125 info@cavityeye.com
www.cavityeye.com

30 YEARS OF QUALITY!

MASTERBATCHES
COMPOUNDS
ADDITIVES



taylor made masterbatches



GRAFE

FUTURE IN PLASTICS

www.grafe.com

Plastics
have improved
the world.

GRAFE
improves
plastics.

VALÓSZÍNŰTLEN KUTATÁSOK



J. Mező Éva
főszerkesztő

Nem tudom, hallottak-e már arról a roppant tanulságos kísérletről, amely során a tudomány eszközeit segítségül hívva svéd, kolumbiai, német, francia és svájci biológusok bebizonyították, hogy a borszakértők pusztán szaglász útján is felismerik, ha légy került a borospohárba, vagy hogy olasz fizikusok hosszas kísérletek után bejelentették, lehet a vízen járni, bár ehhez el kell utazni egy másik bolygóra, aminek a felszínén folyadék van. Ausztrál és amerikai tudósok is sokat dolgoztak azon a hipotézisen, hogyan lehet kémiai úton megfordítani a tojás főzésének folyamatát, vagyis a főtt tojásból nyersret csinálni. Nem, nem tévedés. Valóban tudósokat és kutatásokat említettem, mi több, ezek a furcsa kísérletek nemzetközi díjat is kaptak, mégpedig az anti-Nobelként emlegetett IgNobel-díjat. Ezt a díjat 1991 óta minden évben a Harvard Egyetemen adják át, elismert kutatók és kutatócsoportok pályáznak rá komoly, bár furcsa kutatásaikkal.

A díj célja, hogy a szokatlant ünnepelje és a fantáziát díjazza. Az ötletadó Marc Abrahams, a Valószínűtlen kutatások évkönyvének szerkesztője volt, kezdeményezésével olyan kutatásokra akarta ráirányítani a figyelmet, amelyek a megszokottól eltérő gondolkodásra ösztönöznek. Abrahams szerint fontos, hogy az emberek ne feledjék azt a gyermekkori szokásukat, hogy furcsa dolgokat figyeljenek meg és elgondolkodjanak rajtuk.

A díjnak, még ha hihetetlennek is tűnik, tudományos körökben magas a renoméja, a nevezések évről-évre kiapadhatatlanok. A sokszor pusztán viccesnek látszó kutatások teljes tudományos igényességgel születnek, s az eredményeket is komoly szaklapok publikálják, e nélkül maga a díj hagyománya se maradhatott volna fenn – 2019-ben immár 29. alkalommal

találtak gazdára az IgNobel-díjak. Hogy mást ne említsek, 2010-ben például Sir Andre Geim fizikus volt az első, aki IgNobel-díja mellé megkapta a Nobel-díjat is.

Az igazához hasonlóan az IgNobelt is különféle kategóriákban osztják ki, már az maga élmény, ha a nemzetközi kutatócsoportok problémafelvetéseit olvasgatjuk. 2009-ben például a kémia IgNobelt egy mexikói kutatócsoport kapta, akik mesterséges gyémántot állítottak elő tequilából, de 2012-ben a Béke-díj is ehhez a drágakőhöz kapcsolódott, azt az SKN Company Oroszország érdemelte ki, a régi orosz lőszer új gyémántokra váltásáért. A pálmát nálam talán mégis a 2012-es Irodalmi-díj viszi el: azt az ír rendőrségnek ítélték oda, amiért több mint 50 alkalommal állítottak ki közúti szabálysértési feljelentést a notórius szabálysértő, Prawo Jazdy nevére, ami lengyelül jogosítványt jelent.

A díj rangját természetesen az is emeli, hogy pénzjutalommal jár, mégpedig egyenként 10 ezer milliárd dollárral, igaz a valutánem itt nem az amerikai dollár, hanem a 2009-ben hiperinfláció miatt a forgalomból kivont, teljesen értékét veszített zimbabwei dollár.

Elszakadva az IgNobel-díjtól a Polimerek márciusi számában mi is egy különös kutatásról számolunk be, amely már most komoly nemzetközi érdeklődést váltott ki. Decemberben írtunk röviden arról, hogy a BME két hallgatója előállította azt a baktériumot, ami lebontja a műanyagot, most erről Madaras Liz és Lévey Krisztina részleteket is elárul. Elkészült az MMSZ elemzése a műanyag csomagolószergyártás helyzetének 2019. évi hazai alakulásáról, és természetesen beszámolunk az iparág számos további fejlesztéséről. Olvassanak most is minket! Érdemes.

polimerek

A MAGYAR MŰANYAGIPARI SZÖVETSÉG ÉS A MAGYARORSZÁGI MŰANYAG-, GUMI- ÉS KOMPOZITIPAR VÁLLALATAINAK ÉS INTÉZMÉNYEINEK HAVI TUDOMÁNYOS, MŰSZAKI, GAZDASÁGI ÉS MARKETING FOLYÓIRATA



FŐSZERKESZTŐ:

J. Mező Éva
Telefon: +36 20 334 2993
E-mail: jmezo.eva@polimerek.hu

SZERKESZTŐ:

Dr. Lehoczki László

FELELŐS VEZETŐ:

Farkass Gábor ügyvezető igazgató
1116 Budapest, Sopron út 64.
Telefon/fax: +36 1 363 9083

www.polimerek.hu

TUDOMÁNYOS

SZERKESZTŐBIZOTTSÁG:

Dr. Belina Károly elnök
Dr. Czél György
Dr. Kalácska Gábor
Dr. Kállay-Menyhárd Alfréd
Dr. Kéki Sándor
Dr. Kovács József Gábor
Dr. Lukács Pál
Dr. Marossy Kálmán
Dr. Mezey Zoltán
Dr. Nagy Tibor
Dr. Palotás László

IPARI

SZERKESZTŐBIZOTTSÁG:

Bocskor Imre
Hajdárné Molnár Elvira
Kasza Lajos
Nagy Miklós
Pintér Dávid
Szabó László
Tóth Csaba
Varga Tamás
Vincze Albert

Készült a Possum Kft. gondozásában.

FELELŐS VEZETŐ: Várnagy László

NYOMDAI ELŐKÉSZÍTÉS:

Collective Art Kft.

KIADÓ: MMSZ Lapkiadó Kft.

Megjelenik havonta 1000 példányban.

HU ISSN 2415-9492

A folyóirat a kiadótól rendelhető meg, az éves előfizetői díj 24 000 Ft + ÁFA. Az MMSZ irodában az egyes példányok is megvásárolhatók, az egyes lapszámok ára 2000 Ft + ÁFA.

POLIMEREK

2021. MÁRCIUS

VII. ÉVFOLYAM 3. SZÁM

AKTUÁLIS68

**ALBIS: FENNTARTHATÓ MŰANYAGOKKAL,
ALACSONYABB SZÉN-DIOXID KIBOCSÁTÁSSAL A WIPAG-TÓL70**

ÚTBAN A VILÁGHÍRNÉV FELÉ72

Madaras Liz és Lévy Krisztina, a BME gyógyszervegyész-mérnöki mesterképzésének két hallgatója olyan biotechnológiai eljárást dolgozott ki, ami a könnyű szerkezetű, jellemzően egyszer használatos műanyagokat, mint a PET palack és az élelmiszersomagolók, 6-8 hét alatt szerves iszappá, komposzt-tá bontja le, miközben nem szabadul fel semmilyen káros anyag.

COVID HELYZETJELENTÉS A JÁRMŰIPARBAN76

CAVITY EYE: A TUDÁS, AMI NEM AMORTIZÁLÓDIK78

GRAFE: MESTERKEVERÉKEK ÉS KOMPAUNDOK – „MADE IN GERMANY”80

**WERTH: A SOKOLDALÚ TEHETSÉG –
KOMPUTERTOMOGRAFIA AZ IPAR 4.0 HAJTÓMOTORJA82**

ÁRRIPORT: NEM LÁTSZIK A POLIMER ÁREMELKEDÉS VÉGE84

**AZ ÖN ÚTJA A HIBAMENTES GYÁRTÁSI TECHNOLÓGIÁHOZ -
APC PLUS A KRAUSSMAFFEI CÉGTŐL85**

PET FELHASZNÁLÁS MAGASAN AZ ÉLEN86

A rendelkezésre álló adatok szerint 2019-ben a hazai csomagolóipar 765 milliárd forintos forgalom mellett 1 615,7 ezer tonnás felhasználás mennyiséget ért el, és 2013 óta szinte folyamatosan emelkedő tendenciát mutat. Az MMSZ a CSAOSZ adatait is felhasználva készítette el felmérését.

Keszei Kitti, Kovács Norbert Krisztián

**SZEMÉLYRE SZABHATÓ ÍZÜLETI PROTÉZISEK
ALTERNATÍV POLIMER ANYAGAI ÉS GYÁRTÁSTECHNOLÓGIÁI89**

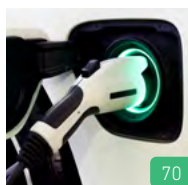
Ízületi protézisek és kopásálló polimer implantátumok fejlesztése során hangsúlyos szerepet kap a kellőképpen kis kopási és súrlódási tulajdonságok biztosítása, valamint a keletkező kopadék-szemcsék minimalizálása. Az ízületek pótlása esetén a biológiai rendszerrel azonos kenési viszonyok biztosítása is alapvető jelentőséggel rendelkezik. Az anyagfejlesztések középpontjában a felsorolt tulajdonságok javítása (a biológiai rendszerek minél pontosabb lekövetése), valamint a mesterséges protézisek és implantátumok élettartamának megnövelése, így a komplex terhelések alatti tönkremeneteli mechanizmusokkal szembeni ellenállás fokozása áll.



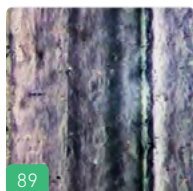
82



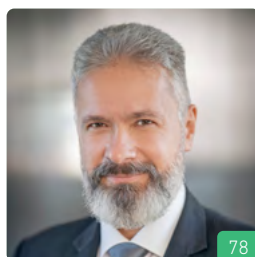
86



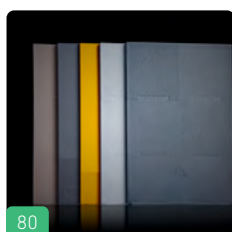
70



89



78



80

POLYMERS

MARCH 2021

VOL. 7 NO. 3

CURRENT NEWS68

ALBIS: WITH SUSTAINABLE PLASTICS AND LOWER CARBON DIOXIDE EMISSION FROM WIPAG70

GAINING WORLDWIDE FAME72

MSc students of the Budapest University of Technology and Economics specialized in Pharmaceutical Chemical Engineering Madaras Liz and Lévay Krisztina developed a biotechnological procedure degrading light-structure, typically, disposable plastics like PET bottles and packaging materials for food to organic sludge, compost during 6-8 weeks without releasing any harmful substances.

COVID REPORT: AUTOMOTIVE INDUSTRY76

CAVITY EYE: KNOWLEDGE THAT IS NOT AMORTIZED78

GRAFE: MASTER MIXTURES AND COMPOUNDS – „MADE IN GERMANY”80

WERTH: MANY-SIDED TALENT – COMPUTED TOMOGRAPHY AS DRIVER OF INDUSTRY 4.082

PRICE REPORT: NO END OF POLYMER PRICE RISE CAN BE SEEN84

YOUR WAY TOWARDS ERRORLESS PRODUCTION TECHNOLOGY – APC PLUS FROM KRAUSSMAFFEI85

PET CONSUMPTION IS HIGHLY ON TOP86

Based on the available data, the Hungarian packaging industry has reached a turnover of 765 billion HUF and a consumed quantity of 1,615.7 thousand tons in 2019, showing an almost uninterrupted growing trend since 2013. MMSZ performed its survey using also data obtained from CSAOSZ.

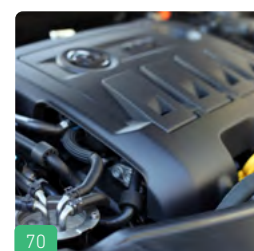
Keszei, Kitti; Kovács, Norbert Krisztián

ALTERNATIVE POLYMER MATERIALS AND MANUFACTURING TECHNOLOGIES FOR JOINT PROSTHESES89

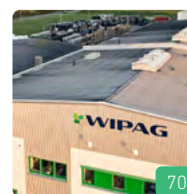
In development of joint replacements and wear-resisting polymer implants, assuring suitably low values of wear and friction properties as well as minimization of worn particles generated are of crucial importance. When replacing joints, also ensuring lubrication circumstances matching the ones in the biological system belongs to the primary requirements. Material developments concentrate on enhancement of properties listed above (ever growing precision in imitation of the biological systems) and extension of life cycle of artificial replacements and implants, thus improving resistance to damage mechanisms under complex load.



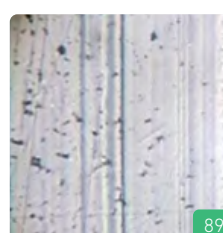
85



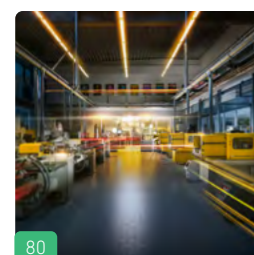
70



70



89



80

GYORSKÖLCSÖN AZ ÚJRAINDULÁSHOZ

A Gazdaság-újraindítási Akcióterv újabb lépése a kamatmentes újraindítási gyorskölcsön: a kis- és középvállalkozások újraindulását 10 millió forintos, 10 éves futamidejű, kamatmentes hitellel segíti a kormány. A cél az, hogy a gazdaság újraindításához és a munkahelyek teremtéséhez a magyar kkv-k is minél nagyobb arányban járuljanak hozzá, a kamatmentes újraindítási gyorskölcsön ebben nyújt fontos segítséget a legkisebb vállalkozásoknak.

A hitelprogram keretösszegét a kormány 100 milliárd forintban határozta meg, a gyorskölcsön lebonyolítója a Magyar Fejlesztési Bank (MFB).

MTI/POLIMEREK

HATÁLYBA LÉPETT A MÓDOSÍTOTT HULLADÉKGAZDÁLKODÁSI TÖRVÉNY

A parlament február végén elfogadta a minimálisan módosított hulladékgazdálkodási törvényt, melynek egyes részeit az Alkotmánybíróság korábban alaptörvényellenesnek minősített. Az új javaslat már tartalmaz kompenzációt az értékkel bíró hulladékokért.

Áder János államfő decemberben azért kért alkotmányossági normakontrollt a jogszabály aláírása és kihirdetése előtt, mert az elvonta az ipari hulladékok tulajdonjogát, miközben nem gondoskodott érdemi ellentételezésről a hulladék tulajdonosa számára. Az Alkotmánybíróság szerint is ez a paragrafus valóban alaptörvényellenes volt.

A most elfogadott módosított jogszabály szerint már nem kötelező átadni az ipari hulladékot, az egyedi igényekre vonatkozó szerződés megkötése kötelezettségből lehetőséggé módosul. Lehetőségük lesz ugyanakkor a vállalatoknak a saját hulladék saját célú hasznosítására is.

A rendelkezés emellett már kompenzációt is biztosít az értékkel bíró hulladék esetében, amelyet a koncessziós társaság vagy az erre kijelölt jogi személy fizet meg, és amelynek összegéről elsődlegesen a felek állapodhatnak meg. A törvény március 1-jén lépett hatályba.

POLIMEREK

PÁLYÁZAT KIEMELTEN A MŰANYAGIPAR SZÁMÁRA

A Gazdaság-újraindítási Akcióterv részeként 4 kiíráson csaknem 30 milliárd forint fejlesztési forrásra pályázhatnak vállalkozások – jelentette be Varga Mihály pénzügyminiszter. A február elején kezdődő pályázatokra majdnem ezer belföldi cég jelentkezhet. Lehetőséghez juthat egyrészt a hátrányos helyzetű településeken működő mintegy 800 vállalkozás, amelyek munkát adnak az ott élőknek, de a versenytársaikhoz képest nehezebb helyzetben vannak.

A kiírások másik része az élelmiszeriparban, a műanyagiparban, valamint a divat- és dizájniparban működő vállalkozások beruházásait segíti. A pályázatokon 5 millió és 500 millió forint közötti támogatással új gépeket vásárolhatnak, bővíthetik a telephelyeiket, korszerűsíthetnek, fizethetik a munkavállalók képzéseit vagy a bérük egy részét.

A beruházások munkahelyeket védenek, munkahelyeket teremtenek. A kormány azt szeretné, hogy a gazdaság újraindításából minél több magyar vállalkozás kivegye a részét, ezért biztosítja az ehhez szükséges pénzügyi ösztönzőket.

MTI/POLIMEREK

ÚJ KORSZAK AZ ÚJRAHASZNOSÍTÁSBAN

A mezőgazdasági fóliahulladék szakszerű gyűjtéséhez száz darab speciális gyűjtőkonténer helyeznek ki az országban az idei év első felében, a gyűjtéshez a kormány tavaly 280 millió forint vissza nem térítendő támogatást nyújtott. Az Agrárminisztérium adatai szerint Magyarországon a mezőgazdaságban évente mintegy tízezer tonna fóliahulladék képződik, ezek gyűjtésével csökken az illegális lerakások és égetések száma, így a fóliahulladék környezetre és emberi egészségre gyakorolt hatása is.

Február közepétől a mosonmagyaróvári székhelyű Green Technológia Kft. lébényi telephelyén a Csatári Plast Kft. által kifejlesztett technológiát alkalmazva indult el a fóliahulladékok és egyéb, a mezőgazdaságban szükségszerűen keletkező műanyag hulladékok gyűjtése, feldolgozása és újrahasznosítása. Nagy Lajos tulajdonos-ügyvezető elmondta, hogy a lébényi telephelyen a Kisalföldön létesítendő 15 gyűjtőpontról szeretnék a fóliahulladékot és egyéb műanyag hulladékot begyűjteni. Azokból száraz agglomerátumot készítenek, majd a mezőgazdaságban és az iparban is használható termékeket gyártanak, úgymint álláskönynyító lapot, zajvédő lapot, gyeprácsot, rézsútartó hálózatokat, vödröket, zöldségesládákat és dobozokat. A lébényi telephelyen évente kezdetben mintegy 800 tonna műanyag hulladékot szeretnék feldolgozni, a továbbiakban pedig 1 200 tonnát. Kitért arra is, hogy a gazdák a gyűjtőpontokon ingyen tehetik le a műanyag hulladékot, amelyről igazolást kapnak.

A kormány terve a következő évekre az, hogy a begyűjtést és a feldolgozást az egész ország területére kiterjesszék, mert a rendszer a lakosságot, a mezőgazdasági ágazatot, a vállalkozói szektort és a hulladékgazdálkodási szakpolitika céljait is szolgálja úgy, hogy összhangban van a körforgásos gazdasági modellel is.

MTI/POLIMEREK

DR. NAGY TIBOR KAPTA A 2020. ÉVI KLEIN PÁL GUMIIPARI DÍJAT

A Klein Pál Gumiipari Díjat 2018-as alapítása óta minden évben egy alkalommal a MAGUSZ elnöksége ítéli oda a beérkezett javaslatok alapján, amelyre a MAGUSZ tagvállalatok képviselői, a MAGUSZ vezetőségi tagjai és magánszemélyek is tehetnek jelölést. A díjat olyan természetes személy kaphatja, aki jelentősen hozzájárult a hazai műszaki gumitermék gyártás, gumihulladék hasznosítás fejlődéséhez. A MAGUSZ vezetősége a beérkezett javaslatokat értékelve 2020-ban Dr. Nagy Tibornak adományozta a kalandert jelképező kisplasztikát.

Dr. Nagy Tibor a BME Vegyészmérnöki Karán végzett 1971-ben, majd ezt követően az MTA Központi Kémiai Kutató Intézetének volt tudományos munkatársa, majd főmunkatársa. 1983-1992 között a TAURUS Gumiipari Vállalat kutatási, fejlesztői főmérnökeként tevékenykedett. 1992-től a BME Műanyag- és Gumiipari Tanszékének egyetemi docense, 1993-tól a TAURUS Emergő Gumiipari Kft., valamint jogutód cégeinek (Phoenix Rubber Industrial Kft., ContiTech Rubber Industrial Kft.) munkatársa, projektvezetője, műszaki igazgatója, divízió igazgatója, fejlesztés vezetője. 2006-tól a Rubber-Consult Kft., 2007-től a Z&N Műszaki Fejlesztő Kft. ügyvezetője és tulajdonosa. Több rangos kitüntetésben részesült, köztük a Pfeifer Ignác Emlékérem elismerésben (2000), a Presich Miklós Díjban (2007), Akadémiai Szabadalmi Nívódíjban (2019).

MAGUSZ/POLIMEREK

MINDEN EDDIGINÉL FENNTARTHATÓBB A BORSODCHEM

A BorsodChem hatalmas eredményt ért el a 2020-as fenntartható gyártásának köszönhetően, a folyamatos váltás miatt ugyanis a nemzetközi EcoVadis platina díját nyerte el, amivel a szektor legjobb 1 százalékába került. A minősítő szervezet indoklása szerint: a káncsbarcikai székhelyű vállalat aktívan közreműködik nemzetközi szakmai szervezetek munkájában, és jelentős javulást ért el a fenntartható beszerzés területén.

A BorsodChem évek óta változtat kis lépésekben az üzem működésén, míg 2020-ban érte el a fenntarthatóságának azt a szintjét, ami már nemzetközi értelemben is figyelemreméltó volt. A foglalkoztatás tekintetében az esélyegyenlőségre törekszenek, és társadalmi felelősségvállalásban is kiemelkedő teljesítményt nyújtanak. A fenntarthatósági törekvésük elsődleges alappillére, hogy átfogó irányelvek mentén működnek.

A BorsodChem a műanyaggyártó szektor nemzetközileg kiemelkedő vállalata. A poliuretán műanyagok egyik fő alapanyagcsoportját képező MDI és TDI izocianátok, továbbá PVC porok és speciális vegyi és alapanyagok gyártásával foglalkoznak.

Az EcoVadis minősítő szervezet nemzetközileg is elismert, független cég, mely globálisan hetvenötezer szervezet fenntarthatósági tevékenységét elemzi. Azt figyelik, hogy egy-egy vállalat mennyire illeszti be működésébe a fenntarthatósági alapelveket, legyen szó fairtrade kereskedelemről vagy környezetvédelmi elvekről.

MTI/POLIMEREK

AZ ÉN PERCEM

BELINA KÁROLY

emeritus professzor,

a POLIMEREK Tudományos Szerkesztőbizottságának elnöke,
a Műanyagipari Tudományos Klaszter vezetője

Új év kezdődött és életünk remélhetően lassan visszatér a normális kerékvágásba. A műanyagipar talán jobb állapotban vészeli át a pandémia időszakát, mint sok más iparág. Ugyanakkor a felindülés időszaka mindenképpen sok cégnek okoz majd gondot a megfelelő munkaerő biztosítása és a fejlesztési feladatok megvalósítása területén. Régi probléma a műanyagipar szakember ellátottsága és a független ipari kutatóintézet hiánya. Úgy gondolom, hogy a szakemberek (ki)képzését új alapokra kell helyezni, és az iparvállalatoknak meghatározó szerepe kell legyen ebben. A gyakorlatias vagy a duális képzés kifejezés sajnos elcsépelet kifejezéssé vált és jelenlegi formájában nem ad megoldást a gépkezelők és a gépbeállítók képzésére. Az új képzésnek elsődleges feladata lesz, hogy gyakorlatokon keresztül – akár a cégnél is – képezzen embereket, akár olyanokat is, akiknek semminemű előképzettségük sincs. A képzés időtartama – természetesen illeszkedve a tartalomhoz – az egy-két naptól a több hétig terjedhet.

A műanyagipari kutatás jól meghatározott centrumokban folyik Magyarországon. Elég csak a Polimerek folyóiratban megjelenő színvonalas szakcikkekét áttanulmányozni. Ezek többsége érdekes elméleti kérdéseket boncolgat, de az ipar számára nem csak erre van szükség, sőt.... A KKV szektor számára az életben maradás elengedhetetlen feltétele a fejlesztés. Sok esetben ezt nem tudják önállóan megvalósítani, hiszen sem humán erőforrásuk, sem infrastruktúrájuk nincs hozzá. Ezen bizonyos mértékben segítenek a felsőoktatási intézményekben folyó munkák, de véleményem szerint egy hatékony ipari kutatóintézetre szükség van a műanyagiparban. Ennek az intézménynek lenne a feladata a napi ipari igények kiszolgálása és a műanyagipar számára akár távlati technológiai kutatások végzése.

Természetesen ez két önkényesen kiragadott témakör volt, és ezeken kívül számtalan egyebet is fel lehetne még sorolni. Reményeim szerint azonban ezeken a területeken a megalakulás előtt álló Műanyagipari Tudományos Klaszter jelentős előre lépést tud majd generálni a nem túl távoli jövőben. A Klaszter feladata a műanyagipar stratégiai kérdéseiben történő megnyilatkozás és a stratégia megalkotásában való aktív részvétel lesz. Remélem, hogy ez még ebben a félévben meg is valósul.



FENNTARTHATÓ MŰANYAGOKKAL, ALACSONYABB SZÉN-DIOXID KIBOCSÁTÁSSAL A WIPAG-TÓL

A növekvő nyersanyagfogyasztás és az ezzel járó üvegházhatású gázok kibocsátása komoly kihívásokat jelent a politika, az üzleti élet és a társadalom számára. A korlátozott források felelős felhasználása ezért egyre fontosabbá válik. A körforgásos gazdaság a műanyagipar számára is kínál fenntartható megoldásokat, támogatva az egyszeri felhasználásról az újrahasznosításra történő átállást, ennek megfelelően az Európai Bizottság által az Európai Zöld Megállapodás részeként bemutatott tervek egyebek mellett kimondják, hogy a műanyagoknak központi szerepet kell játszaniuk a körforgásos gazdaságban. Ehhez elengedhetetlenek az innovatív újrafeldolgozási technológiák, hiszen a műanyag hulladék nem szemét – egy értékes anyag, amelyet fel kell használni!

Úttörő műanyag újrafeldolgozási folyamatával a WIPAG, a jól ismert alapanyag disztribútor az ALBIS partnere, több mint 30 éve jelentős mértékben hozzájárul a CO₂ kibocsátás csökkentéséhez, az erőforrások megőrzéséhez és az energia hatékonyabb felhasználásához. Termékeit már a különféle iparágak vezető márkagyártói használják.

Állandó partnerként a WIPAG elismert autóiipari vállalatok oldalán áll. Újrahasznosított kompaundjai megfelelnek az ipar nagyon magas minőségi követelményeinek, és segítenek csökkenteni a költségeket és az ügyfél ökológiai lábnyomát. A többnyire PP-ből, PA6-ból, PA66-ból vagy PP/EPDM-ből készült és üvegszállal, illetve talkummal töltött kompaundok lehetséges felhasználási területei szélesek: a motorburkolattól a kerékburkolatokig, a lengőkarokig, a spoilerokig, a tartályfedelektől és az alvázpanelektől alkalmazhatóak.

A WIPAG WIC szénszálas kompaundok számos előnyt biztosítanak az elektromos és elektronikus készülékek esetében is, amelyek nem csak tervezési szabadságot, de könnyű feldolgozhatóságot és energiahatékonyságot is igényelnek. Például a szénszálnak köszönhetően (kis sűrűsége révén) az olyan termékeket, mint ipari porszívók, elektromos szerszámok, elektronikus szórakoztató eszközök vagy ventilátorok kisebb tömeggel lehet előállítani, így könnyebbek, kevesebbet fogyasztanak, energiatakarékosabbak. Ezenkívül fenntartható szénszálas kompaundjaink nagy nyomás- és hőállósága, valamint nagy stabilitása és merevsége egyaránt meggyőző.

Szintén izgalmas felhasználási terület a WIC szénszálas kompaundok, amelyek a vezetőképes műanyagok közé tartoznak. Ez további felhasználási lehetőségeket nyit meg ESD és EMI alkalmazások műanyagaként, mint például az elektromos dobozok burkolata, ipari porszívók belső alkatrészei.

A fenntartható, jó minőségű, újrahasznosított kompaundok a modern épületek és infrastruktúrák tervezésében és építésében is egyre fontosabbak: kisebb erőforrás-felhasználást, kiváló költség-haszon arányt és kitűnő műszaki tulajdonságokat ötvöznek. Például a könnyű, de ugyanakkor nagy stabilitású és jó elektronikus vezetőképeségű WIPAG szénszálas kompaundok vízcsatorna burkolatok, vízleeresztő szerszámok, szűrőtartók vagy szállítószalagok anyagaként egyaránt szolgálhatnak.

További információkért keresse a www.albis.com weboldalt, illetve ALBIS-os kapcsolattartóját!



ELŐFIZETÉS 2021



SZAKMAI IGÉNYESSÉG, ÉRTÉKTEREMTÉS, PRÉMIUM TARTALOM

Dinamizmust adunk vállalkozásának,
híreinkből üzlet születik!

Szakmai presztízs, ez a POLIMEREK –
a műanyagipar mértékadó lapja.

**Tegye lehetővé, hogy minél több munkatársa is
olvashassa, megrendelése mellé kedvezményt adunk!**

A POLIMEREK 2021. évi számai az MMSZ Lapkiadó Kft.-től
rendelhetők meg az iroda@huplast.hu e-mail-címen.

Egész éves előfizetés 24 000 Ft + ÁFA.

Kedvezmények további példányok esetén: 3-5 példánynál
10%, 6 vagy több példány megrendelése esetén 15%

Rozsdamentes vagyok.



Rozsdamentes acél temperáló program

Az új HASCO rozsdamentes acél temperáló program tisztatérben vagy az orvosi technológiához, forró- vagy hidegvíz illetve temeperáló olaj használatával, fröccsöntő szerszámok folyamatbiztos tempreálásához alkalmazható.

www.hasco.com

HASCO®

Enabling with System.

ULtraPOLYMERS
a Spirit of Partnership

Poliolefinek, műszaki műanyagok, specialitások, és

műszaki segítség az anyagválasztástól a feldolgozásig

Magyarország szakértő disztribútorától!

Szintetikus gumik



DOMO caring is our formula

INEOS
STYROLUTION

lyondellbasell

BASF

Lucite
International

SK global chemical

samyang

AsahiKASEI

FRANCESCETTI

TEIJIN

LANXESS



Mitsubishi Engineering
Plastics Corporation

ARLANXEO
Performance Elastomers

SUMITOMO CHEMICAL

ULTRAPOLYMERS KFT. | 2890 TATA, AGOSTYÁNI ÚT 25. |



+36-34-487-213 |



ask.hu@ultrapolymers.com

INTERJÚ MADARAS LIZZEL ÉS LÉVAY KRISZTINÁVAL, AKIK KIFEJLESZTETTÉK AZT A BIOTECHNOLÓGIAI ELJÁRÁST, AMI A KÖNNYŰ SZERKEZETŰ MŰANYAGOT KOMPOSZTTÁ BONTJA LE

ÚTBAN A VILÁGHÍRNÉV FELÉ

Az első biztató laboratóriumi eredmények 2018-ban jelentkeztek, de két évnek kellett eltelnie ahhoz, hogy ténylegesen a nyilvánosság elé merjenek állni felfedezésükkel. Madaras Liz és Lévy Krisztina, a Budapesti Műszaki Egyetem gyógyszervegyész-mérnöki mesterképzésének két hallgatója olyan biotechnológiai eljárást dolgozott ki, ami a könnyű szerkezetű, jellemzően egyszer használatos műanyagokat, mint a PET palack és az étel- és italcsomagolókat, 6-8 hét alatt szerves iszappá, komposzttá bontja le, miközben nem szabadul fel semmilyen káros anyag, például metán. Tavaly év végén jelentek meg innovációjukról az első híradások, többek között a POLIMEREK decemberi számában is, és természetesen nagy várakozással tekint rá a műanyagipar, hogy mielőbb megismerje munkájuk részleteit. Összeállításunkban őket kérdezzük erről, de olvashatnak arról is, mit gondol a felfedezésről a műanyagipar három ismert képviselője, illetve milyen kérdések merültek fel bennük az eddigi híradásokat olvasván: dr. Demjén Zoltán vegyészmérnök, a Magyar Műanyagipari Szövetség (MMSZ) alelnöke, Dr. Pukánszky Béla akadémikus, a BME professzora és Farkass Gábor, az MMSZ igazgatója is megosztja velünk gondolatait.

Messzire kanyarodtak el tanult szakmájuktól, Liz biomérnök-ként, Krisztina vegyészmérnök-ként szerzett diplomát. Miért döntöttek úgy, hogy a műanyagok problémájával kezdenek el foglalkozni?

A műanyagok biológiai úton történő lebontása integrált biomérnöki és vegyészmérnöki tudást igényel. A két szak képzési rendszere számos alfejezetbe nyújt betekintési lehetőséget, így elég sokrétű tudásra lehet szert tenni. Ideális esetben egy természettudományi képzés célja egy olyan eszközkészlet és tudományos gondolkodói szemlélet átadása, mely felhasználásával a képzett szakember képessé válhat különféle tudományos problémák megoldására. Az, hogy ezen megszerzett tudást miért éppen a műanyagok problémájára összpontosítottuk, elég egyszerűen megválaszolható. Az egész háttérben a környezetvédelem áll. Nem érezzük úgy, hogy elkanyarodtunk, inkább szakosodtunk a környezetvédelemre. Az, hogy mibe vágjuk még a fejszénket a jövő titka, addig is összpontosítunk az előttünk álló problémára.

Nem várták meg a mesterképzés befejezésének végét, saját erőforrásból labort béreltek, ahol óráik után esténként, hétvégén és tanítási szünetekben kezdtek el dolgozni, akár napi tizennégy órát is. Munkájuk megkezdése előtt nem kerestek támogatókat? Finanziális, illetve szakmai vonalon.

A pénzügyi befektetők és támogatók meggyőzése sokkal könnyebb, ha a projektet már alátámasztják az első sikeres eredmények. Kutatási tervre egy olyan témában nagyon nehéz bevonni anyagi támogatást, ahol a találati és sikerességi ráta eléggé csekély a folyamat elején.

Néhány éve hallottam, hogy az egyik vezető hazai műanyagfeldolgozó udvarán a '80-as években egy hatalmas tartályban tenyésztettek olyan baktériumot, ami a műanyag hulladékot lebontja, de mivel abban az időben még nem volt fókuszban a környezetvédelem, így ez a kísérlet sem kapott komolyabb támogatást. Említették egyik interjújukban, hogy tanulmányoztak korábbi szakirodalmakat. Mennyire voltak a korábbi kutatások eredményei használhatóak? Adtak Önöknek egyáltalán izgalmas irányt?

Az irodalomkutatás volt a kísérleti terv felépítésének nulladik lépése. Ennek célja nemcsak a tudomány jelenlegi állásának felmérése, hanem az eddigi kísérletek beállítási paramétereinek, és a potenciális műanyagbontó baktériumok screenelési módszereinek megismerése volt. Nem másolni akartuk a házi feladatot, hanem felmérni azt, hogy mit csinálhatnánk esetlegesen jobban. El akartuk kerülni azt, hogy az általunk megalkotott technológia csak laboratóriumban, nagyon steril körülmények között, analitikai pontosságú bemérések mellett működjön. A gazdaságosság

és a méretnövelhetőség mindvégig végigkísérte és megalapozta a kísérleteink menetét.

Mitől különleges az önök technológiája?

Rajtunk kívül a legfejlettebb kutatás (amiről tudunk) a Carbios nevű francia vállalatnál zajlik. A jelenleg kutatás-fejlesztés alatt álló technológia enzimatis folyamat révén tervezi lebontani a PET műanyagot monomerekre. Ebben az esetben a keletkező monomerek értékesítési láncza az újrafeldolgozás folyamatába csatlakozna be. A technológia fejlesztése során több probléma is felmerül, mint a költséghatékonyság és a gazdaságosság kérdése, és emellett a műanyagokban lévő additívok, színezékek utókezelése/ártalmatlanítása is környezetbarát megoldásra vár.

A Poliloop technológiája nemcsak a PET lebontására fókuszál. A baktériumoktólunk képes szénforrásként hasznosítani előkezelés és műanyagtipusonkénti előválogatás után számos típusú műanyag hulladékot. Az általunk fejlesztett technológia így lehetővé teszi a keverék műanyagáramok környezetbarát feldolgozását.

Hol tart most a kutatásuk? Ha jól tudom, most kezdődnek az ipari kutatások, ipari léptékben kell bizonyítaniuk, hogy az Önök által fejlesztett biotechnológiai eljárás több tízezer tonna műanyagot is működik. Az ipari kutatásokat hol végzik?

Saját finanszírozásból egy bérelt telephelyen.

Az eljárás szabadalmaztatása jelenleg zajlik, amelyen egy amerikai jogi irodával dolgoznak együtt. Ezek szerint nemzetközi szinten gondolják hasznosítani ezt a technológiát?

Igen, globális szemlélet jellemzi a cégünket és alapítóit.

Nyilatkoztak hosszú távú céljukról, arról, hogy széles portfóliójú biotechnológiai céggé kívánják válni, nem maradnak meg egytermékes startup-nak. Lehet már arról beszélni, hogy milyen új termékekben, technológiákban gondolkodnak?

Erről sajnos még nem lehet beszélni.

J. MEZŐ ÉVA

PROF. DR. PUKÁNSZKY BÉLA, A BME FIZIKAI KÉMIA ÉS ANYAGTUDOMÁNYI TANSZÉKÉNEK EGYETEMI TANÁRA, AKADÉMIKUS

Pukánszky Béla: Azt olvastam, hogy minden egyszer használatos műanyagot 7 hét alatt lebont a kikísérletezett koktél. Az első kérdésem az, hogy mi az összetétele a lebontott/lebontandó műanyagkeveréknek, milyen módszerrel vizsgálták/vizsgálják a koktél hatásosságát és milyen eredmények támasztják azt alá?

A degradációs folyamat megismerésének kezdeti szakaszában a különféle műanyagok felszínén végbemenő mikroszkopikus változások követésére SEM-et, a fizikai tulajdonságokban fellépő változások felderítésére DSC méréseket végeztünk. Emellett az adott polimerláncban bekövetkező esetleges kémiai változásokat ATR-FTIR mérésekkel azonosítottuk be. A biodegradációs intermedierek meghatározására, illetve a végtermék karakterizációjára GC, GC/MS, HPLC, ICP méréseket alkalmazunk. A felsorolt analitikai eredmények mind alátámasztják a baktériumkoktél hatásosságát. A rendszerben az egyedüli szénforrás maga a műanyag, melynek molekulásúlya a degradáció előrehaladtával folyamatosan csökken. A biodegradáció során a sejtek szaporodnak, ami egyértelműen arra utal, hogy a bontandó szervesanyagot szénforrásként is hasznosítják és a bontás során energiát nyernek.

Második kérdésem az egyszer használatos polimerekre vonatkozik. Ezeket különböző polimerizációs mechanizmussal állítják elő és teljesen eltérő kémiai szerkezetű anyagok (pl. PE, PP és PET). Mi a lebomlás mechanizmusa, hogyan működik a koktél?

Valóban eltérő kémiai szerkezetű anyagokról beszélünk. Mint a fenti kérdés megválaszolásában is említettük, részletekbe jelenleg nem mehetünk bele.

A folyamat kezdetén a mikroorganizmusok különféle katalitikus ágenseket választanak ki, amelyek képesek hasítani a polimer molekulát, csökkentve annak molekulásúlyát. Ez a folyamat oligomerek, dimerek és monomerek keletkezését jelenti (depolymerizáció). Ezen molekulák egy részét a mikrobiális sejtek receptorai felismerik, így transzportfolyamatok révén bejutnak a plazmamembránra. A molekulák egy másik hányada az extracelluláris környezetben marad, és a későbbiekben további módosításokon esik át. A citoplazmába már bejutott molekulák indukálják a mikrobiális anyagcserét, így a folyamat eredményeként energia szabadul fel, új biomassza jön létre, emellett számos primer és szekunder metabolit is keletkezhet (asszimiláció). Ezzel egyidejűleg néhány egyszerű és összetett metabolit is kiválasztódhat és eljuthat az extracelluláris környezetbe (pl. szerves savak, aldehidek, terpének, antibiotikumok stb.). Az egyszerű molekulák, mint a CO₂, N₂, H₂O, anaerob körülmények között CH₄, illetve az intracelluláris metabolitok különböző sói – amelyek teljesen oxidálódnak – is felszabadulnak a környezetbe (mineralizáció).

DR. DEMJÉN ZOLTÁN VEGYÉSZMÉRNÖK, AZ MMSZ ALELNÖKE

Nagyon drukkolok minden magyar vállalkozás világméretű sikeréhez! A két tehetséges fiatal lány ötlete nyilván komoly, tudományos kísérletsorozaton nyugszik, különben nem lenne ekkora érdeklődés a nemzetközi üzleti világban. A téma alaposabb megismeréséhez jó lenne az általuk publikált tudományos cikkeket elolvasni és értelmezni, mert az eddig megjelent írásokból semmit nem lehet meg tudni a szakmai oldalról.

Alapvetően a biológiailag lebomló műanyagok esetében az alapvető problémám a következő: a biológiai lebontáshoz a műanyag hulladékot össze kell gyűjteni és előkezelés után a komposztálóba kell vinni. Itt lebomlik, sejtömeg keletkezik. Amennyiben a műanyag hulladékot már egyszer összegyűjtötték – esetleg szelektálva történik mindez –, akkor a mechanikus újrafeldolgozásuk mindenképpen előnyösebb, mint az egyszerű lebontásuk. Ha a hulladék szennyezett, akkor még mindig lehetséges az energetikai hasznosításuk a bennük lévő energia kinyerése hővé alakítás során, magyarul elégetésük. Abban az esetben persze, ha a sejtömeg előállítására a cél, melyhez a műanyag hulladékot, mint tápanyagforrást használják, akkor van megítélésem szerint a fenti ötletnek komoly létjogosultsága.

Az MMSZ úton-útfélen azt hirdeti, hogy a műanyag hulladék fontos alapanyag, ezért a szelektív gyűjtés a megoldás. Ezután nyílik lehetőség a megfelelő hasznosítási utak kiválasztására: mechanikus, energetikai vagy az egyre terjedő kémiai hasznosítás. Abban az esetben azonban, ha a világ népessége a műanyagot fegyelmetten, szelektíven gyűjtené, nem lenne szemét a tengerekben, folyókban, erdőkben és az egész kérdés magától megoldódna.

Milyen műanyagfajtákat tud lebontani és milyen mechanizmus szerint a baktériumkultúra?

Jelenleg a technológiánk fő célpontját az egyszer használatos élelmiszeripari csomagolóanyagok (PET, PS, HDPE, LDPE, PLA

és/vagy PP) képezik. A beérkező hulladékáram lehet kevert, nem igényel szelektív előválogatást. A lehetséges bontási mechanizmusra természetesen van hipotézisünk. Ennek részleteibe nem mehetünk bele, amit mondhatunk az az, hogy rendkívül összetett kérdésszóról van szó, a teljes modell megalkotásához nemcsak a biodegradációs monomerek kvalitatív analízise szükséges, hanem a teljes enzimszisztéma feltérképezése, mely proteomikai és bioinformatikai kutatást is igénybe vesz.

A lebontáshoz (komposztáláshoz) milyen fiziko-kémiai körülményeket kell teremteni?

Hangsúlyozandó, hogy a technológia nem igényel extrém körülményeket nyomás és hőmérséklet tekintetében. A pontos technológiai paraméterek azonban nem publikusak. Általánosságban elmondható, hogy a mikroorganizmusok optimális biodegradációs tevékenységéhez az alábbi körülmények finomhangolására van szükség: levegőztetés, hőmérséklet, nedvességtartalom, tápanyagellátás, adalékanyagok stb.

Az optimális körülmények beállítása után mennyi idővel bomlik le a műanyag hulladék, mondjuk 98%-a?

Műanyagtípusonként van némi eltérés a degradációs sebességben. Összességében körülbelül 7 hét szükséges a kívánt bontási százalék eléréséig.

A keletkező sejtömegegél mi a cél? A szántóföldekre ki lehet-e szórni humusznövelő, szerves trágya-adalékként?

Mezőgazdasági humusznövelő, szerves trágya-adalékként tervezzük a jövőben hasznosítani a végterméket.

FARKASS GÁBOR, AZ MMSZ IGAZGATÓJA

Vizsgáltak-e, illetve van-e szándékuk vizsgálni a kóktél hatását a természetben? Izgalmas kérdés, hogy milyen a hatása például a sós tengervízben, az édesvízi folyókban, a komunális lerakókban?

Remek kérdés, de az ezzel kapcsolódó kutatásainkat jelenleg sajnos nem tudjuk felfedni.

A már említett SUP alkotók (egyszer használatos műanyagok) mellett a polisztirol is gyakori szennyező, kutatásuk kiterjed ezekre az anyagokra is?

Baktériumkóktélunk alkalmas PS és EPS műanyagok effektív bontására is.

KOMPLETT
INTEGRÁLT
MADE BY ARBURG – MADE IN GERMANY
A MEGVALÓSÍTÁS ÚTJA
PLUG & WORK
SZOLGÁLTATÁSBARÁT
GAZDASÁGOS



WIR SIND DA.

A precizitás és a modularitás nagyon sokat számít. Éppen ezért berendezéseink és robotrendszerünk tökéletes összhangban dolgoznak együtt. Saját, speciális követelményeiknek megfelelően. Dinamika, megbízhatóság, és gyártási hatékonyság. Integrált megoldások, az Ön elvárásainak megfelelően. Velünk bármi megvalósítható.

www.arburg.hu

ARBURG

COVID HELYZETJELENTÉS A JÁRMŰIPARBAN

Felmerült az igény a MAJOSZ (Magyar Járműalkatrészgyártók Országos Szövetsége) tagvállalatai részéről, hogy a Szövetség próbáljon meg előrejelző dolgokat, előrejelzéseket adni a COVID-helyzet kapcsán a járműipar jövőjével összefüggésben. Ennek az igénynek megfelelően rendezték meg a MAJOSZ ötödik webinarját, melynek előadója Rózsa Tamás, a Top Tier Consultants Kft. ügyvezetője volt.

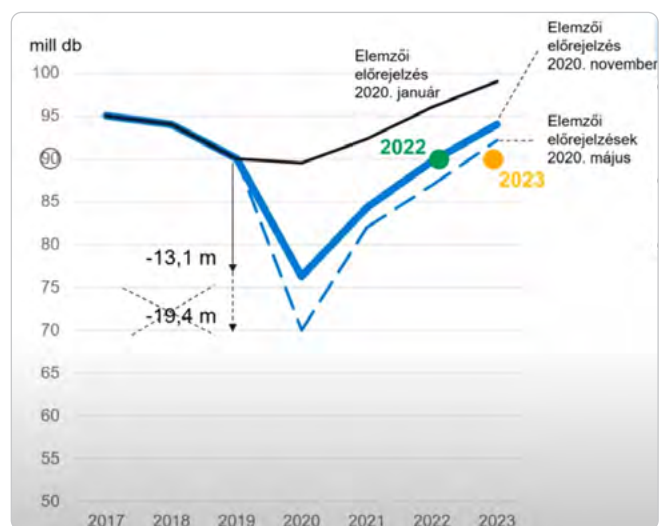
- Nehéz időszakon vagyunk túl, igyekszünk jó lendületet venni az újrainduláshoz – kezdte felvezetőjét a MAJOSZ elnöke, **dr. Nyirő József**, majd hozzátette, hogy ehhez próbál segítséget nyújtani webinar-sorozatuk. Mottójuk: *Indítsuk együtt újra a gazdaságot, mert együtt könnyebb.* Az elmúlt időszakban az autóiparban ipari forradalom jellegű ez a helyzet, és ami mindezt előidézi: az alternatív hajtás verziók megjelenése, az Ipar 4.0 behatása, az önzetési folyamatok elindulása, a rengeteg kutatás-fejlesztés, és ehhez jön a COVID, ami mindezeket a folyamatokat befolyásolja. Viszont az elmúlt időszakban a politikusok, az autógyártók és a beszállítók sorra olyan intézkedéseket, üzleti döntéseket jelentettek be, amelyek jelentős mértékben befolyásolják az autóipart, elsősorban a hagyományos és belsőégésű motorokra épülő autógyártást. Egy kutatás alapján elmondható, hogy az elektromos autók eladása jelentősen nőni fog a közeljövőben, ami a szigorúbb kibocsátási szabályok miatt fontos dolog. Az Európai Bizottság hozta azt a döntést, hogy a CO₂ kvótát 2020 végére átlagosan 95 g/km-re kell mérsékelni flottaszinten. A 2020 első félév adatai alapján megállapítható, hogy az autógyártók alkalmazkodnak ehhez és képesek lesznek ennek megvalósítására. Az elmúlt időszakban a legnagyobb autógyártók, egyrészt az Egyesült Királyságban és Németországban, olyan fajsúlyos bejelentéseket tettek, amelyek felgyorsítják az elektromos autók fejlesztését, gyártását. Kiemelkedő fontosságú az elektromos autó akkumulátorok gyártása, amelyben Magyarország is, a külföldi beruházások révén, jelentős szerepet vállal a jövőben. Mindezek elővetítik a belsőégésű motorok korszakának a végét a 2030-as évek közepére.

A bevezető után **Rózsa Tamás** gondolatébresztő előadásában a járványhelyzet hatásairól szólt Közép- és Kelet-Európában, elsősorban a beszállítókra koncentrálna. Rövidtávú előrejelzést adott a járműipar helyzetéről és arról, hogy mit hozhat a járvány második hulláma, illetve ennek milyen hatása van/lesz, különösen a magyarországi beszállítókra.

Az elmúlt 20 évben jelentősen növekedett a globális járműértékesítés, ez 2008-2009-ben tört meg először, illetve most, a COVID-válság idején. Ha a kettőt összehasonlítjuk, akkor megállapítható, hogy a COVID lényegesen mélyebb értékesítési visszaesést jelentett a piacon, de úgy tűnik, hogy a visszapatánás is sokkal gyorsabb, nem 30 hónap 2008-2009-hez viszonyítva, hanem csak 6 hónap. A gyors visszapatánásnak voltak konkrét okai, nevezetesen bizonyos ideiglenes piaci, piacélnkítő hatások. A legpozitívabb példa Kína, ahol az első negyedévben óriási visszaesés volt

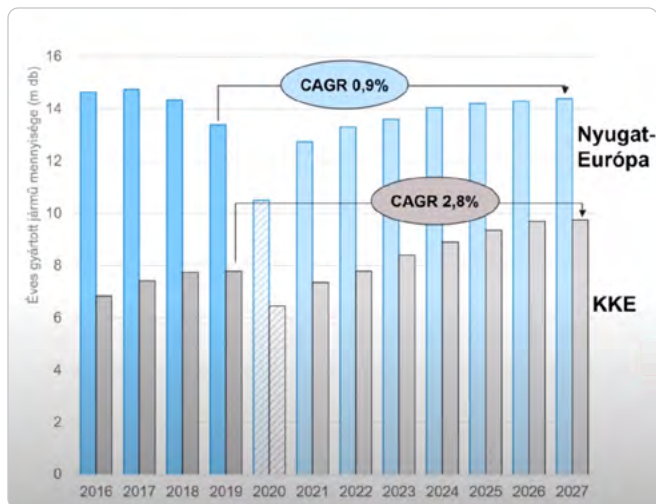
tapasztalható, de a járvány megfékezése után minden (kapacitások, kereslet) visszaállt a második-harmadik negyedévre. Az USA-ban is egyfajta visszarendeződés látható a harmadik negyedévben, de itt is vannak jelentős ideiglenes hatások, például, hogy a rendelkezésre álló jövedelem kifejezetten emelkedett a legszegényebb autóvásárlók vonatkozásában. Európában is látható ez a fajta élenkülés, megemlíthetők e tekintetben a bizonyos európai országokban bevezetett, elektromos autók eladására fókuszáló roncs prémium programok. Ezek az élenkítő intézkedések ugyanakkor várhatóan ki fognak futni, de ezeknek meglesz a hatása rövidtávon.

A globális járműgyártás előrejelzési forgatókönyvei a vártnál magasabb értékesítési számokat jósolnak. 2021 második negyedévére a vírus elleni oltás széleskörű hozzáférhetőségével számolnak, illetve nem feltételezik, hogy a vírus második hulláma következtében lesznek leállások. Az élenkülés ideiglenessége miatt valószínűsíthető egy W-alakú kilábalás (az értékesítés magasabb szinten van, mint a gyártás), de negatív kockázatokkal is számolni kell. A Top Tier Consultants európai gyártás előrejelzése 2020-ra az értékesítésnél nagyobb visszaesést mutat a készletcsökkenések miatt, amit az iparágak 2021-ben le kell dolgoznia. Az előrejelzés kockázatai között szerepel, hogy a vírus második hullámában mégis lehetnek leállások, amelyek ismeretlen negatív hatással járhatnak, csúszhat a vakcina második negyedéves elterjedése, illetve az ideiglenes gazdaságélnkítő hatások is kifutnak.



△ Globális járműgyártás előrejelzés forgatókönyvei. A vártnál magasabb értékesítési számok, de negatív hatásokkal is számolni kell (Forrás: Top Tier Consultants)

- A COVID-válság a globalizáció csökkenésével jár, tehát erősíti a termék lokalizációt, befolyásolja a beszállítói volumeneket – elemezte a helyzetet az ügyvezető. - Európán belül a járműgyártás keletre tolódásának folytatása várható. Az éves gyártott jármű mennyisége Nyugat-Európában átlag 0,9%/év mértékben bővíthet 2019-2027 között, míg Közép-Kelet-Európában ez a



△ Nyugat-Európai és Közép-Kelet-Európa járműgyártás előrejelzése. Európán belül a járműgyártás keletre tolódásának folytatása várható (Forrás: Top Tier Consultants)

szám 2,8%/év lehet, tehát a közép-kelet-európai gyártás háromszor olyan gyors növekedése várható a következő nyolc évben. Országokra lebontva az első három helyezett Nyugat-Európában Németország (1,5%/év), Spanyolország (0,9%/év) és Franciaország (0,5%/év), míg Közép-Kelet-Európában Románia (5,3%/év), Magyarország (4,7%/év) és Oroszország (4,3%/év).

Az európai jármű kibocsátás járműgyártónként eltérő lesz az elkövetkezendő években, amihez az EU export csökkenése is hozzájárul. Ennek okai között szerepel, hogy vállalati vagy magán ügyfélkörrel, prémium vagy nem prémium termékekről van szó, a földrajzi elhelyezkedés (Dél-Európa vs. Észak-Európa), a személyautók, MPV-k és terepjárók, valamint ezen belül az elektromos autók aránya. Elmondható, hogy a magyar beszállítók elsődleges piaca az Európai Unió, ezért az itteni kibocsátás a meghatározó. A beszállítói inputok szempontjából fontos tényező, hogy az európai program bevezetések átlagosan 4,5 hónapot csúsznak. Várható azonban, hogy ebben az évben az elmaradt bevezetések nagy részét pótolni fogják. Jellemzően a kevésbé fontos programok és ráncfelvarrások csúszása volt nagyobb.

Európában az elektromos autók előretörése látható. 2019 szeptembere és 2020 szeptembere között a nagy EU piacokon (Németország, Franciaország, Egyesült Királyság, Spanyolország, Olaszország) a hálózatról tölthető elektromos autó részesedése 2,3-4,6-szorosára nőtt. Az elektromosított autók értékesítés növekedése nagyobb mértékű, mint a dízel csökkenése. Jelentős mértékű csökkenést a tisztán benzines hajtás szenved el. Nem lehet elégszer hangsúlyozni azt, hogy ha a beszállító az elektromos programokban egyáltalán nem vesz részt, vagy halasztja azt, akkor nagyon nagy hátrányt fog elszenvedni a következő években, mert az elektromos autó piac gyorsulása, nem pedig lassulása várható, párhuzamosan ahogy ez már költség szempontjából is egyre jobban meg fogja érni majd az autót vásárlóknak. A piac fő üzenete az, hogy jelentősen számolni kell az elektromos autókkal, és az elektromos autó programokba egész egyszerűen be kell tudni szállítani, mert aki nem él ezzel, hamar ott találja magát, hogy megszűnik a piac. Aki viszont az elektromos alkatrészek beszállítója, annak kifejezetten pozitívak a kilátásai.

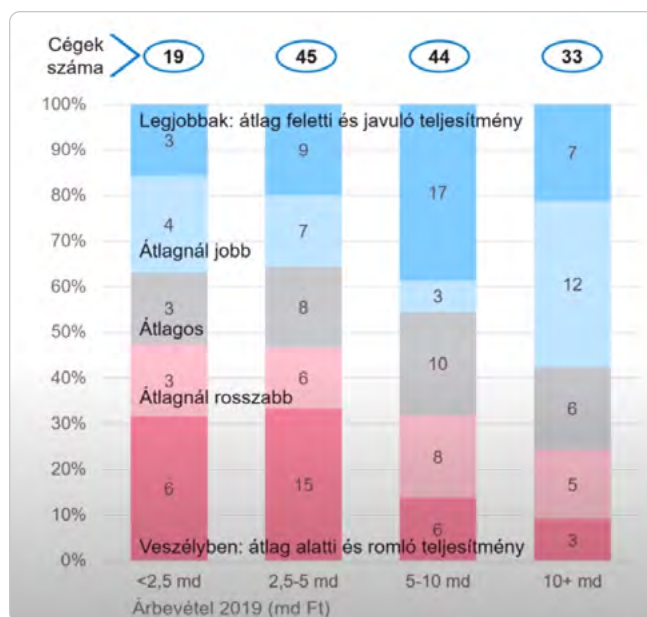
A Top Tier Consultants elvégezte a magyarországi kkv járműipari beszállítók kockázati értékelését. Az értékelés alapja volt a

cégek 2019-es pénzügyi helyzete, a hatékonysági mutatók változása és termékeinek illeszkedése az autóiipari trendekbe. A kkv szektor a top 250 beszállítóból 141-et tesz ki, ami a cégek számának 56%-a, a szektor árbevételének 11%-a és a szektor munkavállalóinak 20%-a. A 141 beszállítóból, az elemzés alapján, 30 van veszélyben jelenleg az átlag alatti és romló teljesítménye miatt. Ez összesen 153 milliárd forint árbevételt és 7000 munkavállalót jelent. Megállapítható, hogy az árbevétel alapján az 5 milliárd forint alatti cégek teljesítménye gyengébb. Erre megoldás lenne a szakmai és állami segítség.

Előadásának zárásaként Rózsa Tamás összefoglalta a COVID-válság hatását az autóiipari beszállítókra. A pandémia a pénzügyi helyzet egyértelmű romlásával jár, de rejt magában számos stratégiai és operatív lehetőséget is. A globális megatrendek közül kiemelte a globalizáció csökkenését, a jármű elektromosítás és a digitalizációs szint emelkedésének felgyorsulását. Milyen hatással van ez a magyar beszállítókra? A globalizáció visszaszorulása maga után vonja az EU export csökkenése miatti volumenvesztést, illetve a távol-keleti beszállítások lokalizációját. Az elektromosítás felgyorsulásával az elektromos jármű beszállítás elengedhetetlenné válik és az elektromos termékgyártás nagymértékű növekedése várható. A digitalizációs szint gyorsuló emelkedése pedig maga után vonja a munkaerő hatékonyság javítását, illetve szükség lesz a kkv-knek is egyfajta előrejelzésre, tervezésre akkor is, ha nem kapnak elég információt a vevőktől.

Olyan sikertényezők felerősödése várható, mint a tervezési folyamat több lábón állása (a rendelésállomány 3 hónapnál távolabbi tervezése a vevőtől független forrásból, kapacitás-tervezés áttelepítések fogadására), az üzletmenet gyorsítása (rugalmasság növelése, döntéshozatali szintek delegálása) és a vevőkiszolgálás magasabb szintre emelése (nagyobb proaktivitás a csökkenő kommunikáció mellett, tervezési bizonytalanságok házon belül történő kezelése).

DR. LEHOCZKI LÁSZLÓ



△ Magyarországi kkv járműipari beszállítók kockázati értékelése az árbevétel függvényében 2019-ben (Forrás: Top Tier Consultants)

INTERJÚ DR. SZÚCS ANDRÁSSAL

A TUDÁS, AMI NEM AMORTIZÁLÓDIK

A Cavity Eye Hungary Kft. szervezésében számos alkalommal került már megrendezésre fröccsöntés technológiai képzés. Dr. Szúcs Andrással beszélgettünk arról, mire számíthatnak a résztvevők, kinek szól a képzés, milyen újítás várható és lehet-e egyáltalán profitálni a tanultakból.

Hogyan merült fel a vállalaton belül az oktatás gondolata?

Tulajdonképpen 2004 óta folyamatosan tartunk képzéseket, vagyis már több mint 600 kezdő és gyakorlott gépbeállító, technológus oktatását végeztük el. Úgy gondolom, hogy az eddigi oktatások sikeresen zajlottak le. Elsősorban nem a saját megérzéseimre és megítélésemre hagyatkozva merem ezt állítani, hanem a kapott visszajelzések alapján, ezért döntöttünk úgy, hogy folytatni fogjuk.

Célzottan kis létszámmal tartottuk meg az eddigi tanfolyamokat, ami lehetőséget biztosított az interaktív képzésre. Talán ez a legfontosabb a tevékenységünkben. Nem csak egy általános tudást adunk át az öt napos oktatásokon, hanem valóban gyakorlatias képzést tartunk. Minden alkalommal folyamatos az interakció a résztvevők és előadók között, ami jóval hatékonyabb teszi az oktatást, illetve a résztvevők megismerhetik egymás problémáit, ami sok esetben segíti a nyílt kommunikációt, és úgy vélem, hogy a résztvevők számára is pozitív élményt nyújt. A workshop gondolata a Cavity Eye életében is egy új kezdeményezés. A tanfolyami résztvevők még több gyakorlatot szeretnének. Célunk olyan rövid, egy-egy témára fókuszáló, gyakorlatorientált oktatási módszer kidolgozása, ahol a hallgató végigcsinálja az egyes feladatokat, és másnap a saját munkakörében azonnal alkalmazni is képes lesz azt.

Hogy látja, miért ütköznek nehézségbe a cégek a megfelelő szakemberek kiválasztásakor?

A fröccsöntő gépek beállítása nem egyszerű feladat. Amíg egyetemi elméleti képzés létezik hazánkban, addig gyakorlatorientált oktatások korlátozottan érhetők el. A cégeknek saját maguknak kell belső tréningekkel vagy külső oktatók bevonásával biztosítani a szakemberek utánpótlását. Ez a jelenség a



△ Dr. Szúcs András, a Cavity Eye Hungary Kft. igazgatója: A képzéseinkből mindenki ki tudja választani a számára legmegfelelőbbet – a kezdőktől a sokéves tapasztalattal rendelkező „profi” szakemberekig. A résztvevők a szerszámcsere gyakorlati oktatásától a fejlesztésekhez használt tesztelési eljárásokig minden területen megtalálhatják a számukra legmegfelelőbb képzési programot.

teljes magyar iparra jellemző, azonban a műanyag-feldolgozás egyes területeit még az átlagosnál is jobban sújtja, így a fröccsöntést is. A gépbeállítók hihetetlenül drága fröccsöntő gépeket és szerszámokat használnak, és tudásukat sokszor „csak” a tapasztaltabbaktól szerezhetik meg (akik nem oktatók és nem is feltétlen szeretik átadni féltve őrzött tudásukat), ami hosszútávon egyfajta üzemi vakságot okozhat. Érdekes, hogy képzettség nélküli emberekre merünk bízni többszázmillió értékű eszközöket és elvárjuk tőlük a maximumot. Ennek ára van. A jó gépbeállítók könnyedén el tudnak helyezkedni az ország bármely területén mérnöki fizetésért. A jó gépbeállító hiányt jelent Magyarországon, és az nem vigasz, hogy az egész világon.

A technológia fejlődésével a műanyag alapanyagok, termékek, szerszámok, gépek, kiegészítők és ezekkel együtt a technológiai folyamatok is egyre bonyolultabbak. Hogyan tudják a termelő vállalatok mégis megőrizni a versenyelőnyüket? Tapasztalatunk szerint az egyik leghatékonyabb módja a fejlődésnek a dolgozók képzése.

Milyen jellegű problémákra ad megoldást a Cavity Eye oktatása és mire nem?

Manapság a képzések színvonala gyakran megkérdőjelezhető. A rengeteg pályázat és támogatás olyanokat is az oktatás területére sodor, akik valójában nem oda valók. A tanfolyamokkal kapcsolatban innen a sok rossz tapasztalat. A Cavity Eye oktatásai és workshop programjai szakmai alapokon nyugszanak és gyakorlati tapasztalatok alapján alakítottuk ki ezeket. A több mint 15 éves oktatási és fejlesztési tapasztalat, a több mint 600 ember, akik elvégezték a tanfolyamainkat olyan oktatási minőséget garantálnak, ami – nem túlzóan – egyedülálló a piacon. A képzéseinkből mindenki ki tudja választani a számára legmegfelelőbbet – a kezdőktől a sokéves tapasztalattal rendelkező „profi” szakemberekig. A résztvevők a szerszámcsere gyakorlati oktatásától a fejlesztésekhez használt tesztelési eljárásokig minden területen megtalálhatják a számukra legmegfelelőbb képzési programot.

Nem ígérjük, hogy varázsló módjára minden problémát azonnal megoldunk, azonban abban biztosak vagyunk, hogy az oktatást követően a résztvevők önálló szakmai fejlődésre lesznek képesek, és a csapat problémamegoldó képessége és az együttműködési hajlandósága is látványosan megnő.

Mi a különbség az oktatás és a workshop között?

Alapvető különbség az időtartam és az átadott tudásanyag tematikája. A fröccsöntő gépbeállító alapoktatásunk a fröccsöntés teljes keresztmetszetét vizsgálja, kitér az alapanyag ismeretre, a szerszámok felépítésére, a gépek működésére és természetesen a technológiai beállítások részleteire is. Ez a program 5 napos, általában reggel 9 órától délután 5 óráig tart, 10 x 90 perc elméleti órát és 10 x 90 perc gyakorlati órát tartalmaz. A workshop rendszert úgy építettük fel, hogy tematizáltan egy-egy terület mélyebb megismerését teszi lehetővé elsősorban gyakorlatban 2 nap alatt.

Nem titkolt célunk az, hogy a gyakorlatban megtanult fogásokat már másnap tudják alkalmazni azok, akik a programot sikeresen teljesítették.

Kiket várnak a Cavity Eye programokra, ki a célcsoport?

A gyakorlati tapasztalattal rendelkező gépbeállítókat, műszakvezetőket, minőségbiztosítókat, projekt mérnököket, szerszámtervezőket és -készítőket, technológiai folyamatokkal napi szinten dolgozó szakembereket várunk elsősorban oktatásainkra és a workshopokra.

Azzal, hogy eltérő területekről érkeznek a résztvevők el lehet érni, hogy jobban megismerjék egymás szempontrendszerét. Talán

ismerős lehet, amikor egy szerszámkészítő és egy technológus megpróbál kommunikálni. Az egymás meg nem értése egy egyszerű hiba esetén is hetes csúszásokat, komoly anyagi veszteséget eredményezhet, azaz egy-egy projekt sikeressége is azon múlhat, hogy eltérő területen dolgozó szakemberek képesek-e együtt dolgozni egy feladaton.

Mire számíthatnak a résztvevők, hogyan épül fel az oktatás?

Képzéseket a megrendelőink telephelyén, illetve a kecskeméti tréningközpontunkban szervezünk. Az oktatás fő tematikája és időbeli lefolyása is elérhető a honlapunkon. Alapvetően a képzést egy bemutatkozó körrel kezdjük, ahol minden résztvevőtől megkérdezzük, hogy pontosan mi indokolta a részvételüket, milyen kérdések azok, amikre választ szeretnének kapni az oktatás folyamán. Ezeket a problémaköröket már az elején felírjuk magunknak és ügyelünk rá, hogy menet közben minden egyéni problémára választ adjunk. Az előadók folyamatosan megválaszolják a menet közben feltett kérdéseket, nem szeretnénk, hogy iskola érzete legyen a képzésnek, sokkal inkább a közös kommunikációra törekszünk a konstruktív végeredmény érdekében.

Valóban elég lehet pár napos képzés ahhoz, hogy fellelődjön a résztvevők munkáját?

Ez leginkább attól függ, hogy kinek mi okozza a nehézséget. Alapvetően a válaszom erre az, hogy igen. Egy tapasztalattal rendelkező, szakirányú iskolai végzettség hiányában korlátozottan képes fejlődni. Egy-egy képzési nap nagyon sokat ad a tudáshoz és ezen keresztül a problémamegoldó képességéhez. Az oktatás jellegétől függően írásbeli vagy gyakorlati vizsgát tartunk, ezáltal a résztvevők az iparban elismert bizonyítvánnyal, sikerélményekben és tudásban gazdagon távoznak. Oktatásainknak az is a személyre visszaható hatása, hogy aki nálunk tanul, az oktatást követően azonnal alkalmazni tudja az ott elhangzottakat, ugyanakkor, ahogy kollégáim mondják, a tudás nem amortizálódik, ezáltal azt látjuk, hogy aki elvégzi az oktatásainkat az élet minden területén jól jár.

Az idei évtől kezdve nem csak kihelyezett oktatásokat, hanem kecskeméti telephelyünkön, saját oktatótermünkben is lehetőségünk van gyakorlati képzéseket tartani, így az ószre tervezett programok – legyen az alapoktatás vagy workshop – már itt is megvalósulnak.

Nem szabad elfelejteni, hogy egy szerszámcsere vagy vevői reklamáció már a tanfolyam árának sokszorosát hozza vissza! A képzéseken való részvételi díj tartalmazza a teljes ellátást, beleértve a szállást is! Várjuk érdeklődését!

www.cavityeye.com





MESTERKEVERÉKEK ÉS KOMPAUNDOK: „MADE IN GERMANY”

A GRAFE Polymer Solutions GmbH 2 000 ügyfelet szolgál ki 60 országban világszerte testreszabott, egyedi igényeknek megfelelő termékekkel – immár 30 éve.

△ GRAFE-DESIGN-CENTER

A GRAFE cégcsoport négy fivér, Matthias, Michael, Christian és Clemens vállal nyugszik. Az édesapjuk által megfogalmazott és létrehozott műanyagipari vonalat vitték tovább és fejlesztették csúcstechnológiai vállalattá. A sauerlandi műanyag-feldolgozó cégből kiválva 1991-ben Kelet-Németországban, Jénában alapították meg a GRAFE Color Batch GmbH-t, a gyors fejlődés, Jéna területi adottságai és infrastrukturális lehetőségei miatt azonban hamar kinőtte magát a vállalat. Így esett a választás a 600 fős falura, Blankenhainra, Tübingia gyönyörű lankái között. A társaság hivatalos megnyitására 1995. május 31-én került sor. Rengeteg ötlettel, elkötelezettséggel és a nyereségek tudatos visszaforgatásával a GRAFE a következő években a legmodernebb mesterkeverék gyártóvá vált, jelenleg 320 alkalmazottal és 2 000 ügyféllel világszerte 60 országban szolgálja ki az egyedi igényeket, szinte az összes prémium kategóriás autópipari gyártóval együttműködve. A következő években további üzleti területek jöttek létre a blankenhaini telephelyen, de kiléptek a nemzetközi szintérré is a GRAFE Italia és a GRAFE Polska kirendeltségek megalakulásával, az értékesítési hálózat az európai régióban helyi munkatársakkal bővült. Jelenleg hét országban állandó kapcsolattartóval rendelkezik a vállalat.

- Büszkék vagyunk arra, amit vállalatunk történetében létrehoztunk. Ahelyett, hogy egyes üzleti egységekben gondolkodnánk, azt akarjuk, hogy a jövőben kompetens innovációs mozgatórugóként tekintsenek minket a műanyagok feldolgozásának minden vonatkozásában, és ügyfélközpontú szolgáltatásainkat kínáljuk egyetlen forrásból – fogalmazta meg Matthias Grafe, az igazgatótanács ügyvezető igazgatója a 2019-es névváltás kapcsán.

A GRAFE 30 éve van jelen a piacon családi vállalként, tudatos elkötelezettséggel, "Made in Germany" jelszóval és minőséggel gyártja a mesterkeverékeket és kompaundokat. A testreszabott termékek és az egyedi törődés meggyőzik az ügyfeleket

– köztük számos OEM-t – a vállalat tudásának és folyamatos fejlődésnek köszönhetően, amely a prototípustól a sorozatgyártásig terjed. Évente nagyjából 10 000 különböző, egyedi változatú új mesterkeveréket gyártanak és tesztelnek a laborokban, eközben a színskála már körülbelül 370 000 árnyalatot tartalmaz. A színbeállításokat az ügyfél egyedi igényeihez igazítják, minden esetben a minőség és a funkcionalitás szempontjainak megfelelően. A modern gépek segítségével a vállalat szinte bármilyen gyártási folyamatot előre képes szimulálni, minden műszakilag releváns hőre lágyuló polimert, beleértve a töltött és megerősített típusú granulátumokat is. Mind az ügyfél egyedi színsablonjai, késztermékei vagy vizuális elképzelései, mind a CIE L * a * b * szintér színmérési értékei használhatók sablonként a fejlesztendő termékekhez. Ezenkívül természetesen olyan nemzetközi színszabványok szerint is gyárt a GRAFE, mint a RAL, a HKS, a Pantone vagy az NCS, nagy jelentőséget tulajdonítva a minőségirányításnak. A vállalat folyamatosan a legmagasabb szinten tanúsított az ISO 9001:2015, az IATF 16949:2016 és az ISO 50001:2018 szerint. Nem elhanyagolható azonban a legmegbízhatóbb minőségi visszajelzés, a vevői elégedettség, melyet az ügyfelek a beszállítói nyilatkozatok alapján, saját elbírálásuk szerint minden évben a legjobb kategóriában jelölnek meg.

A cégcsoport számára az új színek létrehozása és gyártása nemcsak gyártási folyamatot jelent, hanem mindenekelőtt az érzelm megjelenítését. Azt vallják: a tónusok és árnyalatok sokfélesége határozza meg kedvüket azáltal, hogy színesíti és élettelt tölti meg a szürke hétköznapokat. A GRAFE Automotive és a GRAFE Design&Packaging tagjai mindent megtesznek annak érdekében, hogy technikailag magas színvonalú megoldásokat hozzanak létre az ügyfelek számára, a GRAFE-DESIGN-CENTER pedig minden évben összeállít egy lenyűgöző színpalettát inspiráló tónusokkal és társadalmilag fontos célok kitűzésével.

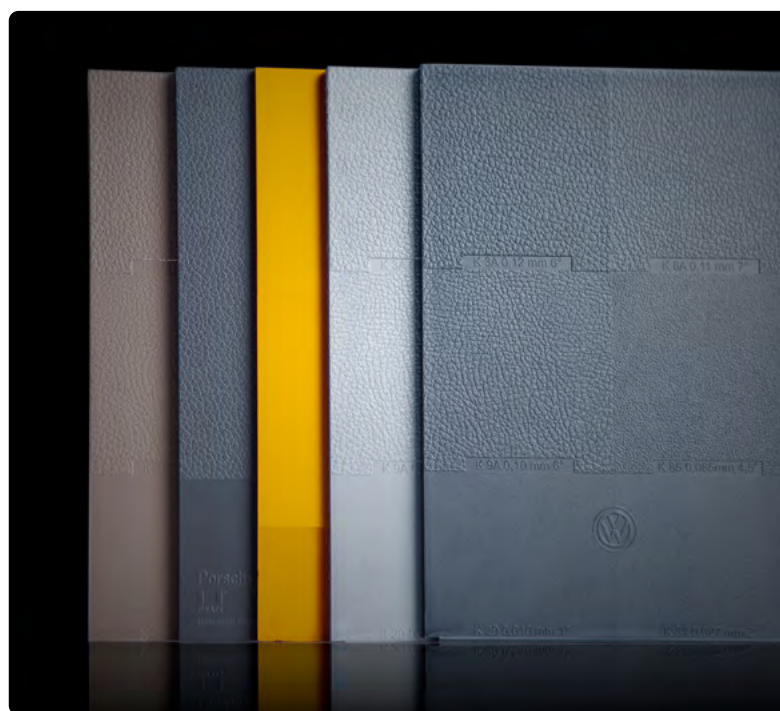


◀ GRAFE Fantastic Colors termékcsalád



△ GRAFE Központ, Blankenhain

A GRAFE az adalékanyagok ágazatában is mozgatórugó, kezdetől fogva az ügyfél termelési igényeire szabott megoldásokat fejleszt. Kiemelten az autópár, a csomagolás, a számítástechnika és az energiatechnológia terén, de ezen túl is sok olyan iparág van, ahol különleges funkciókkal kell ellátni a műszaki polimereket. A vállalatnál tudományos szakértelem alapján fejlesztenek vevő- és alkalmazás-specifikus kompozit anyagmegoldásokat is, így például az elektromosan vezető és tartósan antisztatikus vegyületek átalakítják a terméket vezetőképesből vezetővé, új alkalmazási területeket nyitva meg ezzel, vagy hamisításbiztos jelölést alkalmaznak, amely minőségileg és mennyiségileg kimutatható a végterméken röntgenfluoreszcencia-analízissel. Különleges eljárást jelent az az antisztatikus védelem is, amely segít elkerülni a technikai felszerelések hirtelen kisülését, csökkenti a porok vonzását a felületeken. A halogéntartalmú és halogénmentes égésgátlók – UV-álló filmek, üvegházhatású agrofóliák, hőstabilizátorok, kenőanyagok vagy antisztatikus szerek – csak néhány további példa a GRAFE kiterjedt termékpalettájára vonatkozóan. A kompaund mesterkeverékek esetén lehetőség van a szín és az adalékanyagok kombinálására is. A GRAFE Polymer Solutions GmbH munkatársainak célkitűzése a folyamatos fejlesztés – új termékeket és megoldásokat készítenek speciális alkalmazásokhoz. Azt vallják: hasonló intenzitással, számos megvalósítandó projekttel és ötlettel kell tekinteni a következő évek és évtizedek felé!



△ GRAFE mesterminták az autópár számára

GULYÁS ANNA DEBÓRA
Közép-kelet-európai kapcsolattartó
+36302698968
anna.gulyas@grafe.com



GRAFE Polymer Solutions GmbH
Waldecker Straße 21
99444 Blankenhain
www.grafe.com

KOMPUTERTOMOGRAFIA, AZ IPAR 4.0 HAJTÓMOTORJA

A SOKOLDALÚ TEHETSÉG



Sok vállalat a mai napig különálló, egymással össze nem kapcsolt lépésekben fejleszti, gyártja és ellenőrzi a termékeit. E lépések koordináta mérőgépekkel és a komputertomográfia eszközével egyszerűbbé tehetők és felgyorsíthatók. Az eredmény a munkadarab komplett digitális képe lesz.

Ahogy mind nagyobb teret hódít magának a digitalizált világ, úgy fonódik össze egyre szorosabban az ipari termelés, a kommunikációs technológia és az informatika. A maximális mértékben önszervező és -felügyelő gyártásra Németországban az Ipar 4.0 kifejezés használatos, míg más országokban, így pl. az Egyesült Államokban, Kínában és Japánban a kezdeményezést IIC vagy IVI néven ismerik. Az adatstruktúrák közös hálózatba szervezése a termék életciklusának valamennyi fázisát érinti, a koncepció megalkotásától a fejlesztésen, a gyártáson és a használaton át egészen a karbantartásig.

Számos vállalatnál a termékek fejlesztése, gyártása és tesztelése még mindig egymás utáni lépések sorozatából áll, mindenféle hálózatba szervezés nélkül.

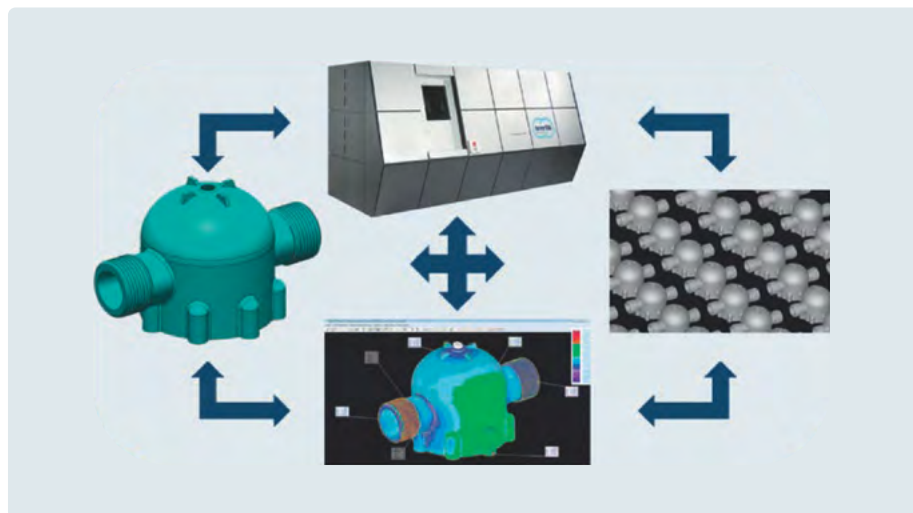
Gyakori az, hogy időigényes mintaalkotási és tesztelési ciklusra van szükség a fejlesztés minden egyes lépése után. A munkadarabok elégséges geometriai információinak és a kapcsolódó paraméterek hiányában költséges és gyakran bonyolult, sok iterációs lépést tartalmazó szerszámkorrekció késlelteti a fejlesztési és gyártási folyamatot, jócskán megdobva a gyártási költségeket.

E folyamatok egyszerűsítésének és felgyorsításának egyik lehetséges módja pl. a koordináta mérőgépek használata komputertomográfias (CT) technikával (1. ábra). A komputertomográfia



△ Werth TomoScope®XS FOV nagy teljesítményű, rendkívül pontos, CT elven működő koordináta mérőgép

a teljes munkadarab háromdimenziós térbeli modelljét adja eredményül. Ebből a térbeli modelltől azután minden belső és külső geometriai jellemzőhöz kiszámíthatók a munkadarab felületei, így az adott munkadarabról egy komplett digitális kép áll rendelkezésre.



◁ 1. ábra: A munkadarab digitális adatai a világon bárhol használhatók a tervezés, a mérés és a gyártás összekapcsolására (Forrás: Werth)

GYORS MINTADARAB ELLENŐRZÉS ÉS HATÉKONY SZERSZÁMKORREKCIÓ

Az első komputertomográfiai koordináta mérőgépet, amelyet egyébként kiegészítő szenzorokkal is fel lehet szerelni, a Werth Messtechnik GmbH mutatta be 2005-ben. Ez a berendezés már abban az időben is lehetőséget adott a tomográfiai eljárás munkafázisainak teljes automatizálására, a képközponttól a munkadarab felületi eltéréseinek szubvxoel (voxel=volumetric pixel) pontosságú meghatározásán át az eredmények kiadásáig, ami kritikus fontosságú az Ipar 4.0 szempontjából.

Manapság a teljes folyamat csupán néhány percet vesz igénybe a komplett eredményig. A hagyományos mérési eljárásokkal, pl. tisztán tapintós mérési módszerekkel napokra, sőt hetekre volna szükség hasonló részletességű eredmények eléréséhez. A mintadarabok ellenőrzésénél és a szerszámkorrekciónál különösen jelentős a hagyományos mérési módszerekhez képesti időmegtakarítás, ezért az ilyen eljárásra képes gépek beszerzése viszonylag gyorsan megtérülhet.

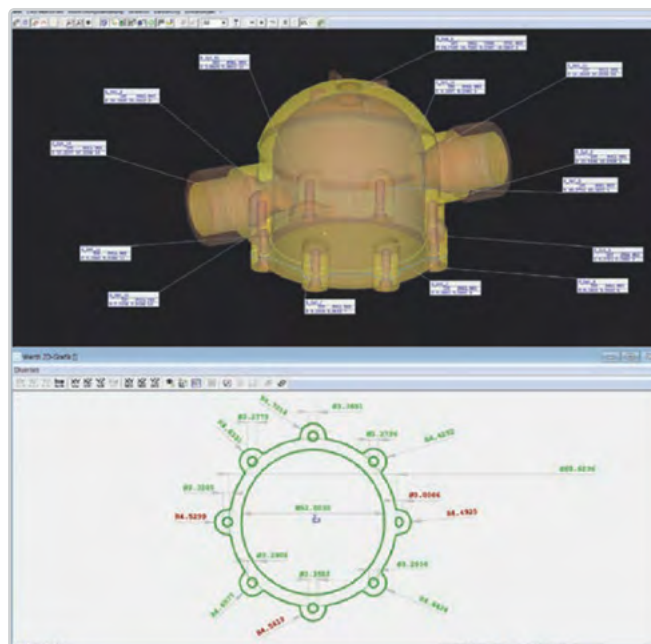
A munkadarabok külső geometriája mellett a komputertomográfia a belső szerkezeteket is képes megjeleníteni (2. ábra). Így az anyag- és gyártási hibák korai fázisban észlelhetők és korrigálhatók. Komputertomográfia használatával a különböző folyamatok párhuzamosan futhatnak. Lehetőség van például egy mérési művelet programozására offline munkaállomáson az első munkadarab legyártására előtt a 3D-CAD modell használatával, függetlenül attól, hol található a mérőgép.

A PMI (Termék és Megmunkálási Információk) adathalmaz feldolgozásával még tovább fokozható a programozás hatékonysága, mivel a mérendő méretek és azok tűrése egy CAD-adatkészletbe menthetők a munkadarab tervezése közben. Így például egy munkatárs Svédországban beprogramozhatja azokat a mérőgépeket, amelyek Kínában vagy Japánban működnek.

Komputertomográfia segítségével a fröccsöntött műanyag alkatrészek gyártására szolgáló szerszámok is elegánsan és hatékonyan korrigálhatók. A gyártási eljárás elején általában elkészül a munkadarab CAD-modellje, amely alapján posztprocesszorok létrehozzák a fröccsöntő szerszám modelljét. Ezt az adathalmazt azután a rendszer a fröccsöntő szerszámokat gyártó szerszámgép vezérlésére használja fel. Elkészül egy mintadarab, amelynek geometriája komputertomográfia révén meghatározásra kerül. Az előírt és tényleges jellemzők összehasonlítása után a megállapított eltérések közvetlenül felhasználhatók a fröccsöntő szerszám korrekciójához.

Ennél a módszernél kevesebb iterációs lépésre van szükség a kész szerszám elkészítéséhez, mivel a tényleges jellemzők meghatározása precízen, nagy pontsűrűséggel és rövid idő alatt történik. A korrekciós adatokat azután a rendszer a munkadarab teljes felületére vagy csak bizonyos kritikus területekre számítja ki. Mivel a munkadarab mérési pontfelhője digitális formátumú, az adatelemzés és a programozás bárhol elvégezhető, függetlenül attól, hol található a mérőgép. A gyártási eljárás egyes lépései így praktikusán kioszthatók egy szerszámkészítő, egy gyártóüzem és egy CT méréseket végző szolgáltató között.

A CT méréseket végző szolgáltatótól az adatok késedelem nélkül átkerülnek a szerszámkészítőhöz, aki azonnal elvégezheti a korrekciókat. E módszer különösen a közepes méretű vállalatok számára jelent kiváló lehetőséget, mivel a szak tudás és a géppark az adott feladatoktól függően gyakorlatilag idővesztés nélkül különválasztható.



△ 2. ábra: A munkadarab mérési pontfelhője belső geometriával és elemzéssel, két vagy három dimenzióban (Forrás: Werth)

A GYÁRTÁSI ELJÁRÁS HATÉKONYSÁGÁNAK NÖVELÉSE CT-VEL

Az állandó kiváló minőség érdekében a gyártási eljárást a termék piacra kerülése után is folyamatosan felügyelni kell. Inteligens módon hálózatba szervezett rendszerekkel a mérési eredmények pl. a fröccsöntő szerszám kopásának meghatározására használhatók. A beállítási- és holidók lerövidítéséhez egy, a mérőgépbe integrált munkadarab-cserélő rendszerrel emberi beavatkozás nélküli üzem valósítható meg anélkül, hogy ehhez kiegészítő robotra lenne szükség, ami a dolgozó védelme és a sugárzás miatt problémákba ütközne. A palettázó rendszer és a koordináta mérőgép hagyományos, robottal történő betöltése további lehetőséget kínál az integrált termelésre.

A mérőgép feldolgozási teljesítményének maximalizálásához a volumetrikus adatokat a WinWerth mérőszoftver a röntgenképek rögzítésével párhuzamosan rekonstruálja, hogy ne vesszen el értékes gépidő. További teljesítménynövekedés érhető el akár 16 megapixeles felbontású detektorokkal, a különlegesen kis fókuszpontot nagy teljesítménnyel párosító röntgensövegekkel és a forgómozgás közben történő képfelvétellel (ún. OnTheFly CT). Egy tomográfiai eljárás keretében akár több munkadarab is rögzíthető, majd az adatok automatikusan szétválaszthatók.

Kijelenthető, hogy a komputertomográfia koordinátamérési technológiába történő bevezetése egyre inkább az Ipar 4.0 motorjává válik. A megoldás új lendületet ad a fejlesztésnek és egyszerűbbé teszi a folyamatfelügyeletet. A gépek és rendszerek hálózatba szervezésével a munkadarab digitális adatai a világ bármely pontján elérhetővé válnak, ami lehetőséget kínál a specializációra a gyártási eljárásban és fenntartható módon növeli a termékhez adott értéket.

A fordítást a Werth Magyarország Kft. készítette.

www.werth.hu

NEM LÁTSZIK A POLIMER ÁREMELKEDÉS VÉGE

A poliolefin áremelkedés tovább folytatódott az elmúlt hónapban. A spot árak soha nem látott magasságba szöktek, miközben folyamatosan hiány van minden polimerből. Februárban a polietilén árak szinte minden héten emelkedtek 70-100 euróval. Ha ez így folytatódik – ami nagyon valószínű –, akkor a februárban 400 eurós áremelés megy majd végbe a spot piacokon. Januárban ugyanez történt, heti áremelkedések voltak, ezek képezték a februári árak alapját, illetve ehhez adódott még a februári szerződéses monomer áremelkedés. Valószínűleg hasonló lesz a képlet márciusban is: februári hókői áremelkedés plusz a monomer árváltozás hatása. Ez pedig jelentős áremelkedést fog jelenteni a szerződéses polimer vásárlóknak, akik korábban a spot árnál 150-250 euróval olcsóbban tudtak vásárolni, köszönhetően a hó eleji ármegállapodásnak. Az árak a feldolgozók kiszolgáltatottságának köszönhetően teljesen elszabadultak. Soha nem látott árakat is megadnak egy-egy kamionrakomány polietilénért vagy polipropilénért. Meglepő módon még a nagy kapacitású gépekkel rendelkező feldolgozók is. Ez az ár tendencia pedig folytatódni fog. Az LDPE esetében a február eleji 1400 €/tonnás legalacsonyabb árral szemben áll a hónap végén mért legmagasabb 1800 €/tonnás ár. Ez ugyan extrém kivétel, de ugyanilyen extremitás volt február második hetében az 1580-1620 €/t árszintre is, ami ma már realitás. Az európai poliolefin kínálat folyamatosan csökken, köszönhetően az újabb és újabb leállításoknak. Az export kereslet pedig növekszik az észak-amerikai hóvihár és a japán földrengés okozta leállítások miatt. A közel-keleti polimer gyártók továbbra is csak exportjuk kis hányadát juttatják Európába. A latin-amerikai, távol-keleti vagy a török piac továbbra is sokkal jobb árakat fizet. Közeleg a karbantartási szezon az előttünk álló tavaszi hónapokban, így a szűk kínálat valószínűleg május végéig kitar a PE és PP esetében egyaránt.

De meddig emelkedhetnek az árak? A nagy feldolgozók, akiknek szerződéseik és a kötbérek miatt muszáj szállítaniuk, azok

kénytelenek vásárolni, gyakorlatilag bármilyen áron. Valószínűleg az ő keresletük fenntartja az emelkedő ár trendet. Ennek köszönhető, hogy szerződéses polimer árakat a spot árak jelentősen meghaladják. A kisebb feldolgozók sincsenek könnyebb helyzetben. A szűk kínálat mellett most a legnagyobb probléma a finanszírozás. A magas árak miatt a hitelkeretek gyorsabban kimerülnek, rövidülnek a fizetési határidők, csökkennek a nyitva szállítással elhozható mennyiségek. Az ő mennyiségi keresletük valószínűleg csökken majd a várható márciusi áremelkedésekkel arányosan. Vajon van-e egy olyan árszint, ahol a vevők már nem vásárolnak, inkább leállítják a termelést? Ezek a kérdések foglalkoztatják most a piaci szereplőket. Sokak véleménye szerint közel vagyunk a 2000 eurós poliolefin árszinthez, és valószínűleg a tavasz folyamán elérjük azt.

Márciusban az etilén és propilén monomer szerződéses ára várhatóan 50-80 €/tonnát, a sztírol monomer (SM) 100 €/tonnát meghaladóan emelkedik. Azonban a poliolefin (PE, PP) esetében az árak változása jelentősen meghaladja majd a monomer árak változását. Januárhoz hasonlóan várható, hogy a hókői áremelkedéshez hozzáadódik a monomer árváltozás is. Így a március elejei szerződéses árak, február elejéhez képest, egyes polimereknél 200-350 €/tonnás emelkedést is jelenthetnek. Mindezt rendkívül szűk poliolefin kínálat mellett.

A polisztirolok esetében – az ABS kivételével – a februári áremelés nem vagy csak részlegesen ment át. A feldolgozók kevésbé pánikolnak, annak ellenére, hogy szűk a kínálat. Ez pedig világosan mutatja, hogy a vásárlói hangulat, magatartás változása mekkora hatással van a piaci árakra. Azonban a polisztirol gyártók szerint „lemaradásban” vannak a poliolefinekhez képest. Ez azt jelenti, hogy a jelentős áremelést a polisztirolokat sem fogja elkerülni márciusban.

BÜDY LÁSZLÓ



AZ ÖN ÚTJA A HIBAMENTES GYÁRTÁSI TECHNOLÓGIÁHOZ – APC PLUS A KRAUSSMAFFEI CÉGTŐL

A KraussMaffei által kifejlesztett APC plus (Adaptive Process Control - alkalmazkodó folyamatvezérlés) révén a fröccsöntési technológiák során fellépő zavaró ingadozások és környezeti behatások gyorsan és pontosan ellensúlyozhatók. Az automatikus szabályozórendszer minden egyes töltet során gondoskodik arról, hogy az anyag teljes egészében kitöltse az üreget. Az APC plus vezérlőprogram révén a lehető legnagyobb pontosság, minimális selejtarány és az újrashasznosított alapanyag egyszerű használata egyaránt magától értetődik. A termoplasztok feldolgozása, a többkomponenses fröccsöntés vagy a szilikont feldolgozó gyártástechnológiák mellett az APC plus szintén használható olyan különleges alkalmazásokhoz is, mint a vékonyfalú munkadarabok fröccsöntése vagy a kaszkád-fröccsöntés, és ezekben az esetekben is tökéletes minőségű termékeket szavatol a formázott munkadarabok állandó térfogata mellett. Az APC plus a KraussMaffei gyártmányú gépek valamennyi típusához elérhető, akár utólagos telepítéssel is.

FÓKUSZBAN A HIBAMENTES GYÁRTÁS

Az új APC plus révén a fröccsöntési gyártástechnológia során fellépő zavaró ingadozások gyorsan és pontosan ellensúlyozhatók. Az APC plus észleli a folyamatban fellépő ingadozásokat, melyeket a környezeti feltételek megváltozása, mint például a hőmérséklet vagy a páratartalom, illetve az ingadozó viszkozitás okoz, és automatikusan megteszi a kiküszöbölésükhöz szükséges intézkedéseket. A felhasználó egy legördülő menüben választhat a különböző alapanyagok és töltőanyag típusok közül, szem előtt tartva a létrehozandó anyag egyedi tulajdonságait. A fröccsöntő gép ezáltal képessé válik arra, hogy az esetleg fellépő zavarokra anyag-specifikusan reagáljon, és különösen az utánnomási szakasz során korrekciókat hajtson végre. A még precízebb és előrelátóbb beavatkozások érdekében az APC plus ezek mellett figyelembe

veszi az ömledék anyagnomástól függő összenyomhatóságát is. Az összenyomhatóság ad felvilágosítást arról, hogy mennyi ömledék tölthető az üregbe. Ezen kívül a vezérlő algoritmus optimalizálása révén a csigacsúcs zárógyűrűjének zárási viselkedése még pontosabban előrejelezhető, és ebből meghatározható az ideális átkapcsolási pont.

A KASZKÁD-FRÖCCSÖNTÉS SZOLGÁLATÁBAN

Az APC plus egyaránt alkalmas termoplaszt gyártástechnológiákhoz, többkomponenses fröccsöntéshez, vagy éppen szilikont feldolgozásához is. Mindemellett tökéletes munkadarab minőséget garantál különleges alkalmazások esetén is, amilyen a kaszkád-fröccsöntés. Ilyenkor a program úgy szabályozza be a túszelepes fúvókák nyitási időpontjait, hogy az adott töltetben fennálló viszkozitástól függetlenül mindig az alakadó szerszám egyforma töltöttségi állapotában nyissanak. Az APC plus a KraussMaffei valamennyi elektronikus és hidraulikus gyártási sorozatú gépéhez rendelkezésre áll.



Központi iroda:
H-1147 Budapest, Deés u. 38.
Tel: +36-1-220-5962
Fax: +36-1-273-0087
Mail: office@luger.hu
www.luger.hu

További információk és nyomtatási minőségű ábrák az alábbi oldalon érhetőek el:
www.kraussmaffei.com



KraussMaffei
Pioneering Plastics

◁ Nagy teljesítményű, rendkívül pontos, számítógépes tomográfia (CT) elvén működő koordináta mérőgép, elérhető a hagyományos 3D koordináta mérőgépek áráért. Az új Werth TomoScope® XS Plus lehetővé teszi a nagyobb (kb. 450 mm hosszú) munkadarabok és a kisebb tárgyak nagyfelbontású vagy csökkenített idejű mérését.

BUZÁSI LAJOSNÉ

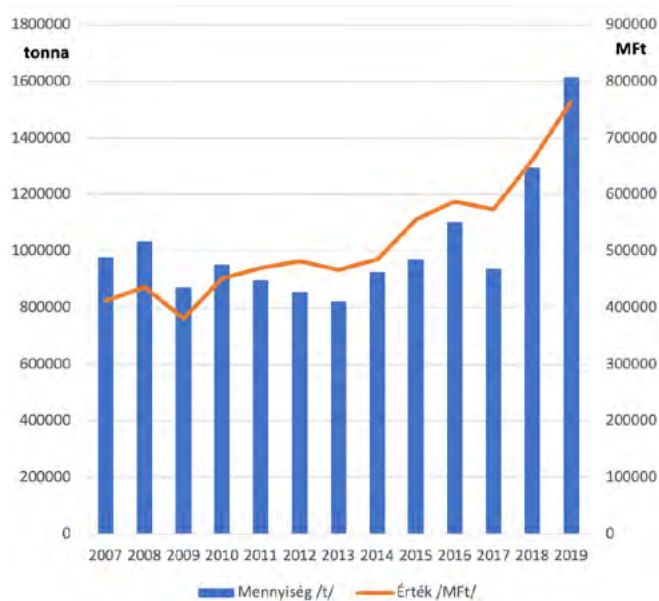
MMSZ ELEMZÉS: A MŰANYAG CSOMAGOLÓSZER-GYÁRTÁS HELYZETE MAGYARORSZÁGON 2019-BEN

PET FELHASZNÁLÁS MAGASAN AZ ÉLEN

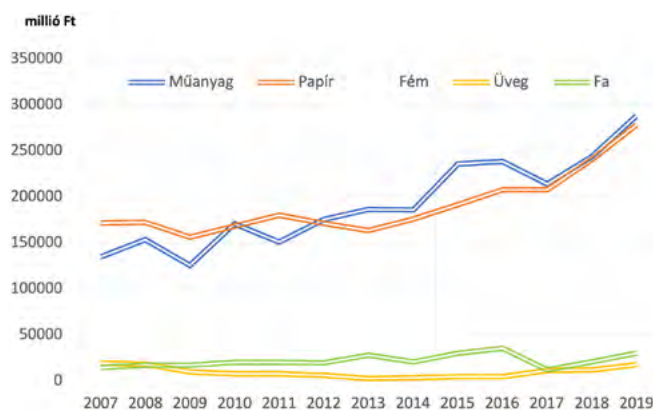
A rendelkezésre álló adatok szerint 2019-ben a hazai csomagolóipar 765 milliárd forintos forgalom mellett 1615,7 ezer tonnás felhasználás mennyiséget ért el, és 2013 óta szinte folyamatosan emelkedő tendenciát mutat. A Magyar Műanyagipari Szövetség (MMSZ) a Csomagolási és Anyagmozgatási Országos Szövetség (CSAOSZ) adatait is felhasználva készítette el felmérését.

A CSAOSZ a Központi Statisztikai Hivatal (KSH) nyilvános adatbázisából kigyűjtötte 2019-re vonatkozóan az öt legfontosabb csomagolószerszám fajtát (papír, műanyag, fém, üveg, fa) hazai termelési és export-import adatait. Az adatgyűjtés módszertana 2006 óta azonos. A következőkben a magyar műanyagipar termelésének 38-40%-át kitevő csomagolóipari felhasználásról számolunk be (1. ábra).

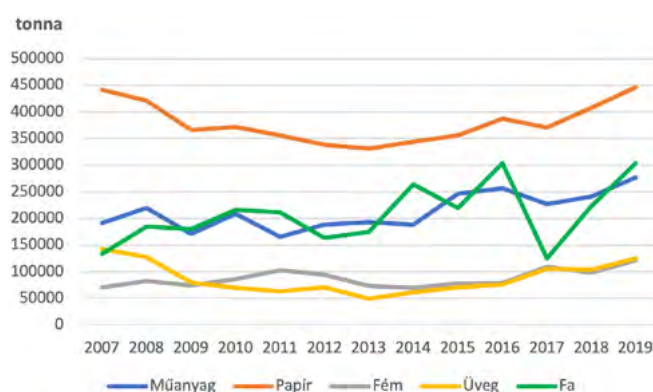
A magyarországi csomagolószerszám felhasználás anyag-fajtánkénti adatait értékben és tömegben a 2-3. ábrák szemléltetik. Az ábrákból jól látható, hogy a 2017-es visszaesés után mind értékben, mind pedig tömegben ismét növekedett a műanyagok felhasználása a többi csomagolóanyag fajtával együtt. A fa csomagolószerszámok esetében anomália volt tapasztalható a KSH adatoknál, ezért 2018-19-re már a szakmai szervezet által megadott értékekre korrigált a CSAOSZ.



△ 1. ábra: Magyarország összesített csomagolószerszám felhasználása 2007-2019 között értékben és tömegben (Forrás: CSAOSZ)



△ 2. ábra: Magyarország csomagolószerszám felhasználása anyagfajtánként 2007-2019 között értékben (Forrás: CSAOSZ)

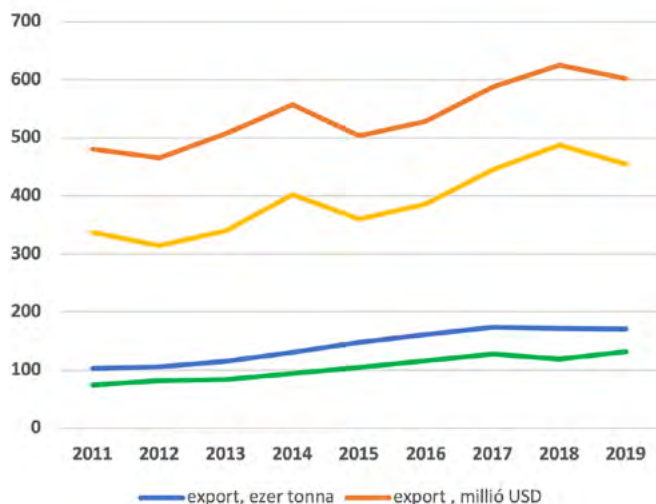


△ 3. ábra: Magyarország csomagolószerszám felhasználása anyagfajtánként 2007-2019 között tömegben (Forrás: CSAOSZ)

A műanyag csomagolószerszámok külkereskedelmi forgalma évek óta növekszik (4. ábra), az import volumene kezd lemaradni az exporttól, értékbeni különbségük úgy tűnik, hogy állandó.

A hazai műanyag csomagolószerszámok főbb típusai között a felhasználás részarányának becsült megoszlása: zsák, zacskó: 39%; palack, ballon: 27%; záróelem: 24%; doboz, láda: 10%.

Az elmúlt évek gazdasági nehézségei megmutatkoztak a magyar műanyagiparban is, mint háttérpárhuzamban. Az elméleti műanyag felhasználás 2009 óta hullámzóan alakult, hol csökkent, hol növekedett, viszont a csomagolásra készült termékek mennyisége a 2008-as megtorpanás után elkezdett emelkedni, és 2018-ra eddig nem látott mennyiséget mutatott fel az ágazat. 2012-ben kissé visszaesett a csomagolásra szolgáló műanyag



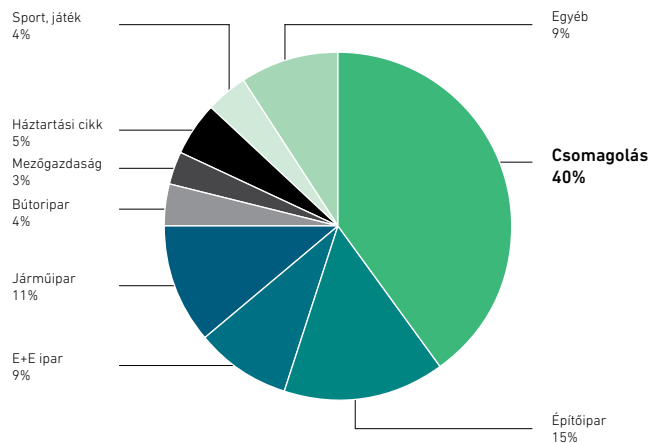
△ 4. ábra: A műanyag csomagolószerek külkereskedelmi forgalma 2011-2019 között értékben és tömegben (Forrás: MMSZ)

termékek mennyisége, utána viszont folyamatos erősődéssel 2018-ra elérte az eddigi csúcst a 462 460 tonnával, majd 2019-re 2%-kal visszaesett 453 484 tonnára.

Az 1. táblázatban bemutatjuk a hazai műanyag csomagolóanyag előállítás alakulását a felhasznált anyagfajtákkal 2009 és 2019 között, a vállalkozásoktól kapott adatok alapján.

2019-ben a 453 484 tonna csomagolóanyagot 149 vállalkozás állította elő több mint tízféle alapanyagból. Ez a mennyiség az előző évi értékénél 2,0%-kal kevesebb volt.

Az 1. táblázatból jól látható, hogy a csomagolószerek gyártásához felhasznált alapanyagok közül a PET ismét az első helyre került, megelőzve a PP-t és a polietilént, valamint a PVC-t. Második helyen áll a PP, harmadik helyre szorult a PE-LD, PE-LLD, amelyet a PE-HD követ. Németországban a PET-et megelőzik sorrendben a PE-LD, PE-LLD és a PE-HD, valamint a PP is. A magyar adat indoka, hogy Magyarország jelentős ásványvízfogyasztónak számít Európában is a 131 liter/fő mennyiséggel. A hazai ásványvíz-fogyasztás ezzel az értékkel az Európai Unió belül az első öt ország között van.



△ 5. ábra: Műanyag termékek megoszlása iparágak szerint 2019-ben (Forrás: MMSZ)

A csomagolási célú felhasználás az egyes műanyagféléseknél széles határok között változik, a PET-nek és a poliolefineknek meghatározó a szerepe, míg a többi műanyag típus kisebb hányadot képvisel. 2019-ben az összes csomagolási célú műanyagból (453,5 kt) bemutatjuk a legnagyobb hányadot képviselő hat műanyagfajta részletesebb adatait.

2018-hoz képest 5,6%-kal növekedett a PET mennyisége, és ez sokkal több, mint az elméletileg számított felhasználás. Az adatszolgáltatásban némi zavar is lehet, elképzelhető, hogy volt olyan cég, amelyik beleszámította a közölt PET felhasználási adatba a vásárolt előforma mennyiségét is. A következő nagyobb mértékű erősödést a PP mutatta 6,6%-kal, továbbá a lágy PVC felhasználás is bővült 2,7%-kal. A többi anyag alkalmazása kissé visszaesett.

Érdeemes még megnézni a csomagolásra szolgáló műanyag termékek külkereskedelmi forgalmát is. Ezeket a 2-6. táblázatokban mutatjuk be.

Az utóbbi évek számai tendenciájukban azt mutatják, hogy állandó behozatali növekedésre számíthatunk, ami az egyenleg romlását is eredményezi. 2017 volt az első év, hogy csökkent valamelyest az import, és a csökkenés tovább folytatódott 2018-ban, majd 2019-ben is, ezzel javult az egyenleg. Hasonló a helyzet

1. táblázat: Műanyag csomagolóanyagok gyártása Magyarországon anyagfajtánként (tonna)

	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Egyéb	1051	3403	2825	1039	1227	990	581	17899	32975	36788	34030
ABS		11	0	60	50	11	22	20	45	45	29
PA, PA/PE	290	329	380	339	276	315	409	504	523	515	435
PC	97	229	80	197	42	48	77	97	20	940	848
PE-HD	33719	37138	47232	43456	50962	49945	54332	83818	58415	76934	74179
PE-LD, PE-LLD	78677	82981	75311	73011	79934	82652	88717	80162	85039	92987	99120
PET, PETG	57311	63744	68729	70914	73308	81147	92093	108471	105427	109122	115251
PP	69212	75964	75221	74276	81020	83144	79857	56532	98309	118579	106988
PS, EPS	13516	16211	16222	11595	8406	8350	9739	13444	11930	13303	8347
PVC-P	1003	1310	1911	2891	3069	3917	4593	5559	5938	6102	6267
PVC-U	8435	8815	9308	9409	9597	9074	6526	6750	6544	7145	6991
Összesen	263311	290135	297219	287187	307891	319593	336946	373256	411167	462460	453484

a polietilén reklámszatyrok, zacskók esetében is, szintén nőtt az export a 2010 óta eltelt évek során (3. táblázat).

A kupak az egyik legjelentősebb exportcikke a hazai műanyagfeldolgozó iparnak. Meghatározó a szerepe néhány multinacionális vállalat magyarországi üzemének, de további cégek is részesednek a jelentős és bővülő exportból. Több olyan nemzetközi cég van,

amelyik magyarországi termelőüzeméből látja el elsősorban a kelet-európai piacokat, az export és az import mennyisége is látványosan növekedett az évek folyamán, de az arányok nem változtak számottevően. Az export továbbra is lényegesen meghaladja az importot, és bár 2019-ben tovább növekedett az import, mégis az export jóval nagyobb mértékének köszönhetően kedvező a cikkcsoport külkereskedelmi egyenlege (4. táblázat).

2. táblázat: Polietilén fóliák külkereskedelme 2020-2019 között

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Export, t	22273	21919	25603	25956	30818	31044	30945	31783	34689	30620
Import, t	41733	48456	46403	51310	50350	59527	67577	64927	62750	57169
Egyenleg, t	-19460	-26537	-20800	-25354	-19532	-28483	-36632	-33144	-28061	-26249

3. táblázat: Polietilén reklámszatyrok, zacskók külkereskedelmi forgalma 2010-2019 között

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Export, t	11898	14711	12880	13651	14656	17944	19817	18396	17933	18160
Import, t	20749	14411	12451	14852	17689	23197	26547	26236	22994	22604
Egyenleg, t	-8851	300	429	-1201	-3033	-5253	-6730	-7840	-5061	-4444

4. táblázat: Fedél, kupak, dugó külkereskedelmi forgalma 2010-2019 között

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Export, t	36470	38475	40406	41475	43276	47121	47141	47897	49868	49 628
Import, t	9846	11114	11200	10227	10912	13176	15445	15626	16371	18356
Egyenleg, t	26624	27361	29206	31248	32364	33945	31696	32271	33497	31272

A láda, rekesz igen összetett termékcsoporthoz tartozik, méret és forma szerint is sokféle van forgalomban, ugyanakkor jelentős reklámhordozó is, elsősorban a sör, bor, üdítőitalok és tejtermékek forgalmazásánál szembevetendő ez a funkció. A rekeszgyártóknál komoly piaci tényezőt jelent. Sajnos kedvezőtlenül alakult a cikkcsoport külkereskedelmi forgalma, egyre növekedett az import, 2007-ben volt utoljára pozitív a mérlege, azóta ez a folyamat csak rosszabbul alakult. Az import és az export is már több mint háromszorosára erősödött, legutóbb 2019-ben, így a negatív szaldó 2018-hoz viszonyítva erőteljesen romlott. A külkereskedelmi forgalom részleteiben az 5. táblázat szerint alakult.

A PP csomagolóanyagok közül egyértelműen csak a fóliák külkereskedelme számszerűsíthető. A 2005 óta tartó folyamatos növekedés után mind az export, mind az import visszaesett

2018-ban, így az egyenleg továbbra is jelentős aktívumot mutat (6. táblázat).

Összefoglalásként elmondható, hogy a műanyag csomagolóanyag gyártás továbbra is meghatározó szegmense a műanyagfeldolgozásnak. Az elmúlt évben újabb cégberuházásokat inkább a bővítések és a technológiai fejlesztések területén láttunk a csomagolóiparban, ezekről hírt adtunk lapunkban (RótaPack Zrt., Sanner Hungaria Kft., United Caps Duna Zrt., Material Plastik Kft. beruházások). Úgy tűnik, ezek a fejlesztések meghozták az eredményüket, melyeket a HUNGAROPAK Csomagolási Verseny 2019-es bemutatóján is megtekinthettünk. Nagy kérdés, hogy a közeljövőben életbelépő szigorítások a műanyagokkal szemben a gyakorlatban majd milyen változásokat hoznak a csomagolószerek gyártásában.

5. táblázat: Doboz, láda külkereskedelmi forgalma 2010-2019 között

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Export, t	12937	19888	27794	29692	35360	33298	35554	42260	38853	46060
Import, t	12006	12949	13829	13682	18011	24845	27855	34906	35898	36472
Egyenleg, t	-931	-6939	-13965	-16010	-17349	-8453	-7699	-7354	-2955	-9588

6. táblázat: PP fólia külkereskedelmi forgalma 2010-2019 között

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Export, t	31142	30540	35631	33825	33302	36243	33543	35003	33813	34286
Import, t	7907	9290	15047	15459	16732	17380	16174	18195	16907	19535
Egyenleg, t	23235	21250	20584	18366	16570	18863	17369	16908	16906	14751

ÍZÜLETI PROTÉZISEK ALTERNATÍV POLIMER ALAPANYAGAI ÉS GYÁRTÁSTECHNOLÓGIÁI

ALTERNATIVE POLYMER MATERIALS AND MANUFACTURING TECHNOLOGIES FOR JOINT PROSTHESES

KESZEI KITTI¹
KOVÁCS NORBERT KRISZTIÁN¹

Ízületi protézisek és kopásálló polimer implantátumok fejlesztése során hangsúlyos szerepet kap a kellőképpen kis kopási és súrlódási tulajdonságok biztosítása, valamint a keletkező kopadék szemcsék csökkentése. Az ízületek pótlása esetén a biológiai rendszerrel azonos kenési viszonyok biztosítása is alapvető jelentőséggel bír. Az anyagfejlesztések középpontjában a felsorolt tulajdonságok fokozása, a biológiai rendszerek minél pontosabb lekövetése, valamint a mesterséges protézisek és implantátumok élettartamának megnövelése, így a komplex terhelések alatti tönkremeneteli mechanizmusokkal szembeni ellenállás fokozása áll. A fejlesztések egy másik része az egyedi, személyre szabható protézisek és implantátumok fejlesztésére irányul, így egyre több kutató és implantátumgyártó cég foglalkozik az alkalmazható anyagok és gyártástechnológiák fejlesztésével. Cikkünkben az anyag és gyártástechnológiai fejlesztésekkel kapcsolatos kutatásokat összegeztük és igyekeztünk átfogó ismeretek bemutatása révén rávilágítani a fejlesztési irányokra.

In the development of joint prostheses and wear-resistant polymer implants, the emphasis is on ensuring sufficiently low wear and friction and minimizing the resulting abrasion particles. In the case of artificial joints, ensuring the same lubrication conditions as in the biological system is essential. The focus of material development is on enhancing the listed properties, tracking biological systems as accurately as possible, and extending the life of artificial prostheses and implants, thus increasing the resistance to failure mechanisms under complex loads. Another part of the researches focuses on the development of customizable prostheses and implants. Thus, more and more research and implant companies are developing materials and manufacturing technologies. In our article, we summarize researches on material and manufacturing technology development and seek to map development directions in the field of joint prostheses.

1. BEVEZETÉS

Testünk csontjainak mozgékony összeköttetését porcos kapcsolatok biztosítják. Az anatómia csontok dinamikai kapcsolódásával foglalkozó ágával az ízület- és szalagtan (*syndesmologia*) foglalkozik [1]. Számos megbetegedés hozható összefüggésbe az ízületek tönkremenetelével, amelyeket sok esetben csak mesterséges protézisekkel lehet helyreállítani. A mesterséges rendszerek polimer alapanyagainak és kopásálló implantátumainak szigorú mechanikai és tribológiai követelményeknek kell megfelelniük. Az ízületek pótlása széleskörűen alkalmazott mechanikai rendszerek segítségével történik, az élettartam növelése mai napig egy kulcsfontosságú fejlesztési cél. A változó trendek, például a páciensek életkorát, így aktivitását illetően, valamint az egyedi anatómiához illesztett megoldásokban rejlő lehetőség új anyagok és gyártástechnológiák vizsgálatát indokolják.

1.1. ÍZÜLETI PROTÉZISEK ÉS KOPÁSÁLLÓ IMPLANTÁTUMOK

A csontok közötti összeköttetéseket több szempont szerint is csoportosíthatjuk, de alapvetően két fő típust különböztethetünk meg aszerint, hogy az összekötés anyagfolytonos (*synarthroses*) vagy megszakított (*articulationes*). Utóbbi esetet definiáljuk ízületként (*articulatio*) [1].

Anyagfolytonos összeköttetések esetén minimális, de a funkcionalitás szempontjából elengedhetetlen mozgás megengedett. Ide tartoznak a gerincoszlop mentén található csigolya-közi kollagénrostos felépítésű porckorongok [1].

A megszakított összeköttetésekénél a csontfelszíneket borító porcok között rész van, az anyagfolytonosság megszakad. Az ízületeket anatómiailag így önmagában lezárt működési és szerkezeti egységnek tekintjük. Az ízületeknek vannak járulékos alkotórészeik, amelyek nem az összes ízületnél, csak egy-egy képviselőinél vannak jelen. Ilyenek például a rágóízületben található *discusok* (ízületi korongok). Ezek egymást nem lekötő idomú vagy szabálytalan ízvégék esetén fordulnak elő, és a közöttük lévő incongruencia (össze nem illőség) kiegyenlítése a feladatuk. A rágóízület nem csak azért különleges, mert ez az egyetlen páros ízület, de az ízületi porc felépítése is eltérő. Típusa az ízületekre jellemző hyalin porc (üvegorc) helyett kollagén rostos porc.

¹ Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Gépészmérnöki Kar, Polimertechnika Tanszék, 1111 Budapest, Műegyetem rakpart 3.

Meniscusok (rostporcos gyűrűbetét) a térdízületben fordulnak elő, szerepük a porc felszínek közötti részleges incongurencia kiegyenlítése. Csípőízület és vállízület esetén jelen lévő járulékos egyseget *labia articularianak* (rostporcos ízvápajak vagy rostporcos gyűrű) nevezzük [1].

Az 1. ábra mutatja be a nagy terhelésnek és/vagy nagy kopásnak kitétt porcos összeköttetések fő képviselőit, amelyek felépítésükben, alakjukban, így az érintkező felületükben, valamint az őket érő terhelésekben is mind-mind különbözőek lehetnek. Alapvetően elmondható, hogy a felsorolt rendszerek mesterséges pótlása során minden esetben egyik legfőbb hangsúly a minimális kopási tulajdonságokra való törekvés [2].

Az ízületek megbetegedésének hátterében számtalan ok állhat: fertőzés, gyulladás, veleszületett, fejlődési, vagy traumás anatómiai rendellenességek vagy valamilyen baleset során keletkezett elváltozások. Egyik leggyakoribb károsodási mechanizmus a porcok kopása, ami azért is jelentős, mert a porcok, mint biológiai rendszerek károsodása nem visszafordítható folyamat, így az idő előrehaladtával egyre nagyobb mértékű problémát okoz [3].

A megbetegedések így egy kritikus szintet elérve kizárólag mesterséges protézisek beültetésével orvosolhatók. A mesterséges ízületi protézisek piaca évről évre nő és a következő évtizedre vonatkozó becslések szerint ez a növekedési trend fennmarad, ami részben az öregedő társadalmakkal hozható összefüggésbe. A növekedésben egyedül a 2020-as évben található visszaesést, ami valószínűsíthetőleg a globális COVID-19 járvány miatti elhalasztott műtétekkel hozható összefüggésbe [4].

A primer beültetések, azaz első műtéti beavatkozás, amely során a biológiai rendszert mesterséges váltja fel, egyre nagyobb mértékben érintik a fiatalabb generációt, ami két szempontból is jelentős. Egyrészt a fiatalabbak általában aktívabb életet élnek, ezért ez a protéziseket érő terhelések változását hordozza



1. ábra: Nagy terhelésnek és/vagy nagy kopásnak kitétt porcos összeköttetések

magában, másrészt a protézisek élettartamának növelése, így a revíziós műtétek (azok a műtétek, ahol a már beültetett mesterséges protéziseket cserélik ki) minimalizálása egy még hangsúlyosabb fejlesztési cél, amely elérése egyre sürgetőbbé válik. Ugyanis a jelenleg széleskörűen elterjedt rendszerek élettartama körülbelül 15-20 év. Becslések szerint 2030-ra a primer csípőízületi protézis beültetése esetén a betegek 55%-a, még térdprotéziseknél a páciensek 52%-a 65 évnél fiatalabb lesz, a legnagyobb növekedés pedig a 45-55 éves korosztály között várható, ebben az életkorban vannak a legnagyobb arányban jelen a veleszületett, fejlődési vagy traumás anatómiai rendellenességek miatti műtétek [5].

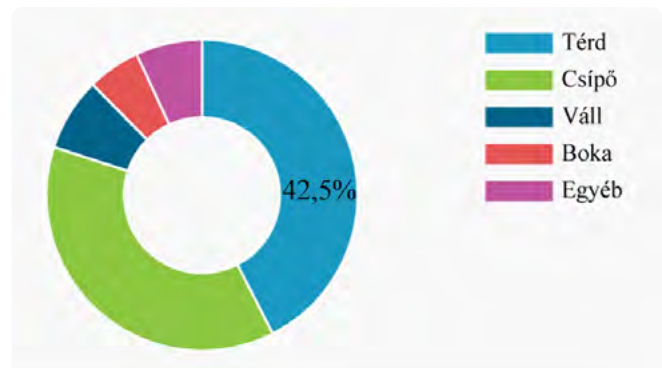
Egy 2004-es tanulmány bizonyította, hogy a fiatalabb betegeknek alacsonyabb a sikerráta, mint az idősebbeknél, ha standard implantátum alkatrészeket használnak [6]. Felvetődött, hogy a fiatalabb betegek aktívabb életmódja a korai kilazulással járó kudarc fő oka. Emiatt sokszor megpróbálják elhalasztani a műtétet, amíg a beteg el nem éri a 65. életévét.

A piaci megosztottság tekintetében a 2. ábra ad részletesebb áttekintés a globális ízületi rekonstrukciók számát illetően.

1.2. FÉM-POLIMER CSÚSZÓPÁROK POLIMER KOMPONENSEI

Az ízületi protéziseknél több különböző változat terjedt el mind kialakításban, mind a használt anyagkombinációkban, amelyek közül jelenleg a fém-polimer anyagpárosításokat alkalmazzák azok kedvező tulajdonságai miatt. Az 1. táblázat mutatja néhány anyagpár súrlódási tényezőjét. A táblázat jól szemlélteti milyen fontos a megfelelő anyagválasztás az eredeti porc/porc érintkezések esetén kialakuló súrlódási tényező (μ) reprodukálása szempontjából [2].

A polimer anyagok választásánál sok szempontot érdemes és kell figyelembe venni. Elsődleges célok közé tartozik a fájdalom megszüntetése és a mozgás funkcióinak helyreállítása. A választott alapanyagoknak biológiailag megfelelőnek kell lennie, így a biokompatibilitás, a kemikáliákkal szembeni ellenálló képesség, a megfelelő szöveti reakciók és a sterilizálhatóság kardinális szempontok. Ezek mellett megjelennek a beültetéssel összefüggő követelmények, mint az egyszerűség, egyértelműség, illetve a műtéti trauma minimalizálására való törekvés, amely elérhető például a műtéti idő csökkentésével, a szükséges



2. ábra: Ízületi protézisek piaci megosztottsága [4]

1. táblázat: Néhány anyagpár súrlódási tényezője [7]

Anyagpár	Kenés	μ [-]
CoCr/CoCr	nincs (szárazon)	0,55
	szérum	0,13
	synovia / ízületi folyadék	0,12
CoCr/UHMWPE	szérum	0,8
Acél/acél	nincs (szárazon)	0,3-0,5
Acél/UHMWPE	nincs (szárazon)	0,1
Porc/porc	synovia / ízületi folyadék	0,002
	Ringer-oldat	0,01-0,005

csonteltávolítás minimalizálásával vagy az élettartam meghosszabbításával, így a revíziós műtétek csökkentésével. Végül ide tartozik még a megfelelő csomagolás és az elérhető ár biztosítása. A kopásálló implantátumok alapanyagaira hat alapvető követelmény vonatkozik: (1) megfelelő mechanikai tulajdonságokkal kell rendelkezniük, (2) nem lehetnek mérgezőek és (3) nem válhatnak ki káros szöveti reakciókat, továbbá (4) nem korrodálódhatnak a testben, a felületüknek (5) jó súrlódási tulajdonságokkal, alacsony súrlódási tényezővel és (6) megfelelő kopási karakterisztikával kell rendelkezniük. Ezen felül az ízületi protézis típusától függően megjelennek egyéb követelmények, többek között a kontakt felszínnel és az implantátum geometriájával kapcsolatban is. Bizonyos tulajdonságokat tudunk közvetlenül módosítani, de ebben az esetben is vizsgálni kell a teljes rendszerre gyakorolt hatásokat. Például a kopásállóság növelésén túl a leválló szemcsék mérettartománya és a szervezetben okozott reakciója is vizsgálendő [8].

Igény egyre inkább az egyedi implantátumok gyártására van. Az egyedi „alkatrészek” egyrészt azért kedvezőek, mert pontosan lekövetik az egyedi anatómiai sajátosságokat, ami veleszületett, fejlődési vagy traumás anatómiai rendellenességek esetén kiemelten fontos. Másrészt, a méretekalkálás illesztéseknél, pl. csípőízületnél, a feleslegesen nagyobb implantátum több szöveti eltávolítással jár, mint ami minimálisan szükséges lenne, így magasabb operációs traumát okozva. Ez a feleslegesen több szöveti eltávolítás a revíziós műtétekre is negatív hatással van [9-11].

Több kutatás és cég is foglalkozik már 3D nyomtatással ízületi protézisek esetén, de a technológia jelenleg még a fém komponenseket érinti elsősorban. A polimer alkatrészekenél CNC megmunkálással elérhető egyedi komponens, de már néhány kutatásban, amely főként a térdet [10-12] vagy az állkapocsízületet érintik [11] megjelennek a polimer komponensek 3D nyomtathatóságával kapcsolatos lehetőségek.

Az egységesség biztosító gyártástechnológiák közül az ömledék-retegzéses 3D nyomtatási eljárás játszhat fő szerepet. Egyrészt a személyre szabható gyártás biztosítása, másrészt az üzemeltetés alacsony költsége miatt, valamint az additív felépítésnek köszönhetően a drága orvosi alapanyag felhasználása minimalizálható, így a gyártástechnológia versenyképes lehet. Az eljárással készíthető termoplastikus kompozitok kutatási területe felfutóban van és segítségével javíthatóak a mechanikai tulajdonságok is. Továbbá, a gyártástechnológiával szabályozható a térkitöltöttség, így szabályozható porózus szerkezetek hozhatóak létre. A teherviselő lágy szöveteket, például a hyalin porcok (ízületi porcok) vagy a gerinc menti csigolyák közti porckorongok pótlásánál felmerülő

probléma lehet, ha a választott anyag sokkal merevebb, mint ezek a lágy szövetek. A mechanikai tulajdonságok, mint a rugalmassági moduluszban való eltérés a környező szövetek tehermentesítését eredményezhetik, így azok leépüléséhez vezethetnek hosszú távon (stress shielding, feszültségárnyékolás). A porckorongpótló eszközök süllyedése a szomszédos csigolyákba egy jól ismert példa a mechanikailag nem megfelelő tulajdonságokból eredő szövödményekre. A porozitás szabályozása egy lehetőség arra, hogy a biológiai rendszerünk mechanikai tulajdonságait reprodukálni tudjuk [2, 13]. A pontos reprodukálás elengedhetetlen feltétele a pontos szabályozhatóság [14]. Fontos kérdés lehet, hogy a porozitás, a pórusméret és a pórusok összekapcsolódásának mértéke hogyan befolyásolja a sejtek viselkedését bizonyos specifikus felhasználások esetén. A pórusok előállítására alkalmazott legtöbb technika, mint például a sómosás (*salt-leaching method*) [2, 15] és a gázzal történő habosítás (*gas-foaming*) [2, 16] olyan pórusos anyagokat eredményez, amelyeknél a pórusméret és a pórusok összekapcsolódása széles skálán mozog. A gyártástechnológiák kiválasztásánál fontos szempont, hogy az adott gyártástechnológiával a kívánt szerkezet szűk határok között szabályozható legyen. Ez további létjogosultságot ad az ömledék-retegzés elvén alapuló nyomtathatóság vizsgálatának orvosi biológiai alkalmazásoknál.

2. POLIMER KOMPONENSEK ANYAGAI

A jelenleg elterjedt rendszereknél a kopás csökkentése és a protézisek élettartamának növelése továbbra is a kutatások középpontjában áll, így számos alternatív anyaggal találkozhatunk az irodalomban. Néhány közülük már ipari bevezetésre került és pozitív klinikai eredményeket mutat.

A következő alfejezetekben ezeket az alternatív anyagokat mutatjuk be. Elsőként a jelenleg is széleskörűen alkalmazott, ultranagy molekulatömegű polietilént és annak módosított alternatíváit, majd a poliéter-éter-ketont, mint nagy teljesítményű biokompatibilis polimert. Végül a protézisanyagként már elérhető poliimideket, valamint az egyre népszerűbb és az anyagkutatók egyik központjában álló polikarbonát-uretánt ismertetjük. A részletezés során a fő anyagcsoportok adalékolt és erősített változatai (kompozitok) is fókuszba kerülnek. Minden alternatív anyagnál törekszünk a széleskörűen elterjedt rendszerrel való összehasonlítás rövid bemutatására.

2.1. ULTRANAGY MOLEKULATÖMEGŰ POLIETILÉN

A polietilének családjába tartozó **ultranagy molekulatömegű polietilén (UHMWPE)** alkalmazása számos előnnyel jár, mint a biokompatibilitás, ütésállóság, kopásállóság, nagy ellenállóképesség (ellenáll savaknak, lúgoknak és számos szerves oldószernak, UV sugárzásnak és mikroorganizmusoknak is). Azonban hátránya többek között az alacsony hőállósága, ami miatt hősterilizációs eljárással nem sterilizálható, valamint jelentős az oxidációs hajlama [2].

Nagy ütésszilárdságát és kopásállóságát is a polimert alkotó hosszú molekulaláncoknak köszönheti, amelyek rendezettségének fontos szerepe van. Az anyag mechanikai tulajdonságai függnek

a kristályossági foktól (kristályos, rendezett részek aránya az amorf részek arányához képest). Lágyuláspont alatti hőmérsékleten a molekulaláncok hajtogatott lánc alakba rendeződnek, kristályos lamellák jönnek létre, amelyek szintén hatással vannak az anyag bizonyos mechanikai és termikus tulajdonságaira. A kopási tulajdonságok javítása így akár anyagszerkezeti változásokkal is módosítható, leggyakrabban a sugárzásos eljárások terjedtek el, amelyek a térhálós szerkezet kialakításában is részt vesznek, így korlátozzák a molekulaláncok mobilitását és növelik az ellenállást a kopással szemben, ugyanakkor növelik a kristályosságot is. A besugárzásos kezeléseket alkalmazzák az UHMWPE sterilizálására is. Több eljárás is alkalmazható, de elsősorban a gamma- vagy az elektron-sugárzás terjedt el. Ugyan a kopásállóság szempontjából a sugárzás pozitív hatást mutat, nem kívánt hatása azonban a mechanikai tulajdonságok romlása és az oxidációval szembeni ellenállás csökkenése. Az oxidáció mérséklésének egy módja, hogy az anyagot a kristályosodási átmeneti hőmérséklet fölé hevítik, ezzel csökkentik a szabadgyökök számát, ugyanakkor a kristályosságot is. A kedvezőtlen hatások ellenére a kopási tulajdonságok javulása és a sterilizálás miatt az UHMWPE nagymértékben besugárzott változata (HXLPE) széleskörűen elterjedt [2,17].

A jelenlegi anyagfejlesztések a kopás csökkentésére, a protézis élettartamának növelésére fókuszálnak. Az UHMWPE kopadékszempcsék ugyanis bizonyos mérettartományban leválva ingerlik a szervezetet és annak falósejtjeit, egy komplex immunreakciót aktiválnak, aminek következménye a protézis kilazulása (*osteolysis*). Ezért az elmúlt évtizedekben sokan foglalkoztak UHMWPE erősített kompozitok fejlesztésével vagy UHMWPE adalékolásával tulajdonságjavító és erősítő szerepük miatt [2].

A véletlenszerűen orientált, **szénszállal erősített UHMWPE kompozit**, közismert nevén Poly II egy kereskedelemben kapható UHMWPE változat volt, amit klinikailag is alkalmaztak. A szénszállal erősített kompozitok kezdeti eredményei jobb kopással szembeni ellenállást mutattak, ezért is terjedt el alkalmazásuk. Az erősítés hatására azonban nőtt az anyag merevsége, ridegsége és a repedéssel szembeni ellenállása is. A további kísérletek és klinikai eredmények kimutatták, hogy a szénszállak a kopás során, a fém ellenanyagon is nyomot hagytak, ezzel fém részecskék leszakadását okozva. Végül klinikai bevezetése után a Poly II-t kivonták a forgalomból [8].

A **szén nanocső (CNT) és grafén erősítésű kompozitok** pozitív eredményeket mutatnak a HXLPE alternatívájaként mind kopásállóság, mind oxidációval szembeni ellenállás szempontjából. Fontos kiemelni a grafén optimális koncentrációjának jelentőségét, mivel a töltőanyagok általában alacsony koncentrációknál javítják a mechanikai teljesítményt, de az optimális szint felett a növekvő töltőanyag tartalom a teljesítmény csökkenését eredményezi. A nanokompozitok esetén a mechanikai tulajdonságok optimális töltőanyag koncentrációja nem minden paraméter esetén azonos. Kimutatható, hogy gamma-besugárzás hatása a mechanikai tulajdonságokra általában kisebb a CNT-UHMWPE kompozitokban, mint a hagyományos UHMWPE-ben. Másrészt, a grafén figyelemre méltó gyökfogyó képességgel rendelkezik reaktív oxigénnel érintkezve, amely csökkentheti az UHMWPE *in vivo* (szervezetben belüli) oxidációjának hatását. A töltőanyagok hatására csökken a kopási sebesség, ami fokozódhat gamma- vagy elektronnyaláb-besugárzás után. A biokompatibilitás fontos kérdés a nanokompozitok esetén. A kopási részecskék

biológiai aktivitása és a szervezetben okozott komplex immunreakciója még nem teljesen ismert [8].

A **hidroxiapatit (HA)** egy bioaktív kerámia, amely szerkezete hasonló a csontéhoz és megfelelő mechanikai tulajdonságokkal rendelkezik ahhoz, hogy polimer mátrixban töltőanyagként szolgáljon. Csonthoz való hasonlósága okán a közelmúltban széleskörűen kutatták a bioaktív polietilén kompozitok gyártása terén. Ezek a kompozitok kiváló biotribológiai tulajdonságokkal rendelkeznek, amelyeket csípőízület kopásszimulátorával mértek és vizsgáltak. Xiong és társai [18] nano-HAP-tal töltött UHMWPE kompozitokat készítettek, amelyeket 150 kGy dózisban besugárztak és hőkezelték. Az eredmények rámutattak arra, hogy a besugárzott 7% nano-HAP-ot tartalmazó kompozitnál csökkent a súrlódási együttható, és kisebb kopást mutatott a besugárzott és nem besugárzott UHMWPE-vel összehasonlítva [8].

Antioxidánsok (E-vitamin, α -tocopherol) adalékolásával a besugárzáshoz hasonlóan szintén csökkenthető az UHMWPE oxidációja, miközben a kristályos részarány nem módosul. Kutatások már kimutatták, hogy az UHMWPE nemcsak a sugárzás hatására indukált szabadgyökök során oxidálódhat, de a szervezetben a ciklikus terhelések során is. Számtalan egymástól független tanulmány mutatta ki az E-vitamin kedvező alkalmazását ortopédiában, sőt 2007-ben nemzetközi szabvány specifikációt (ASTM) hoztak létre az anyagra [8].

Az **UHMWPE-hyaluron** (UHMWPE-HA) bioanyagok fejlesztésének célja a természetes kenési mechanizmusok megvalósítása volt. Az UHMWPE-HA olyan UHMWPE, amelyben kis mennyiségű HA van, amelyre opcionálisan HA felületbevonatot lehet létrehozni. A HA-ban gazdag anyag hidrofíll, jól kenhető. Az UHMWPE-HA lényegesen kevesebb kopást mutat, mint a tiszta UHMWPE, és a térhálósított kompatibilizált UHMWPE-HA kopásállósága meg egyező vagy jobb, mint a hasonló körülmények mellett térhálósított UHMWPE-nek. Ezenkívül a térhálósított anyag felülete a nem kopott felületekhez hasonló képet mutat, vagyis a mért körülmények mellett (kétfélszáz ciklus után) alig észlelhető kopás. A preklinikai vizsgálatok azt mutatják, hogy az UHMWPE-HA nem toxikus. Összességében biztató eredményeket mutat az anyagkombináció, mint alternatív megoldás [8].

2.2. POLIÉTER-ÉTER-KETON

A **poliéter-éter-keton** (PEEK) részben kristályos, hőre lágyuló polimer, kiváló hőállóságú anyag. A PEEK-et az 1980-as években hozták kereskedelmi forgalomba. Ezt 1998-ban az Invibio Ltd. javasolta orvosbiológiai alkalmazásra szolgáló anyagként. Ugyanebben az évben a Victrex PEEK elindította a PEEK-OPTIMA-t hosszú távú, beültethető orvosbiológiai alkalmazásokhoz. A PEEK-OPTIMA LT1 anyagok tulajdonságainak leírásakor meg kell különböztetnünk a töltetlen PEEK biomasszát a PEEK kompozitoktól. Folyásindexe (MFI) és molekulatömege (M_n) szerint a PEEK-OPTIMA anyagokat három anyagminőségű csoportba osztják: LT1, LT2 és LT3. A PEEK-et kedvező tulajdonsága miatt számtalan orvosi területen alkalmazzák sikeresen, többek között csonthelyettesítésekre, gerinc-menti csigolya implantátumként, de fogászati, valamint szív- és érrendszeri (pl. szívbillentyűk) területeken is elterjedt az alkalmazásuk. Jelenlegi áttekintésünk során az ízületi protézisekben való alkalmazhatóságával foglalkozunk részletesebben [2, 19].

A PEEK kompozitokon alapuló implantátumokat a hagyományos fém vagy kerámia eszközök alternatívájaként fejlesztették ki. Az orvosi biológiai területeken alkalmazott PEEK kompozitok a PEEK LT1 anyagokon alapulnak. Az egyik első orvosi biológiai alkalmazásra szánt PEEK kompozit a **szénszállal erősített PEEK kompozit** volt (CFR-PEEK). A szénszálak arányának növekedésével a PEEK rugalmassági modulusza és szakítószilárdsága nő. Ugyanakkor az anyag húzónyúlási tulajdonságai romlanak, következésképpen kevésbé rugalmassá válik. Csontos kapcsolatok és csontpótlások esetén az anyag rugalmassági moduluszának közel kell lennie a csontkéregéhez (18 GPa) [20]. A PEEK kedvező mechanikai tulajdonságai révén helyettesítheti a titánt, a titánötvezeteket, a Cr-Co-Mo ötvözeteket és a biológiai kerámiákat az ortopédiai alkalmazásokban [21].

PEEK-OPTIMA anyagot teszteltek kobalt-króom ötvözetek combcsonti komponensek helyettesíthetőségének céljából és összehasonlították Co-Cr ötvözetekkel. Hasonló körülmények között az UHMWPE komponensek kopási sebessége független volt a combcsont anyagától. Nagyobb terhelés mellett az UHMWPE kopása ugyan lényegesen nagyobb volt a PEEK-kel, mint a kobalt-króommal szemben, de a kopás nagyságát mindkét esetben alacsonynak (5 mm³/MC (millió ciklus) tekintették a szerzők [22].

Ugyan a CFR-PEEK-et egy nemrégiben végzett *in vitro* (a kísérleti folyamat az élő szervezetten kívül, ellenőrzött körülmények között zajlik) kísérleti tanulmány szerint alacsony kopásállóságú anyagként osztályozták, az UHMWPE komponensek helyettesítésére ízületi protézisek esetén azonban nem mutatnak egységes pozitív eredményt. Bár több tanulmány pozitív rövidtávú eredményeket közöl, klinikai, hosszútávú bizonyítása és alkalmazása nem terjedt el. Scholes és Unsworth 2008-ban [23] mutatták be, hogy a CFR-PEEK-OPTIMA kis kopást mutat, és jó alternatíva lehet UHMWPE kiváltására térdízületi protézisek anyagaként. Egy másik tanulmányukban [24] összehasonlították tribológiai eredményeiket azonos körülmények között tesztelt UHMWPE anyaggal. Co-Cr-Mo anyagot CFR-PEEK polimer betétekkel együtt használva kedvező eredményeket kaptak. Más szerzők, például Brockett és társai [25] 2017-es tanulmányukban arról számoltak be, hogy mind az erősítetlen PEEK, mind a CFR-PEEK (PEEK OPTIMA) kopási rátája (wear rate) nagyon magas, csaknem két nagyságrenddel magasabb, mint az UHMWPE kopási rátája összehasonlítható körülmények között a teljes térdízületi protézisnél.

A PEEK termékek alkalmazhatóságának korlátot szab, hogy a különböző keresztmetszetű területeken változó hűtési sebesség miatt változó kristályosság alakul ki a szerkezetben belül. Sőt, a PEEK kristályossága az öregedéssel módosul. Ez a változó kristályosság idővel befolyásolja az implantátum anyagszerkezeti tulajdonságait, ami miatt törékenyebbé válik [26, 27].

2.3. POLIIMID

Az MMATECH Ltd. PMDA (piromellit-dianhidrid) mentes, nem halogénezett, aromás **poliimid** (PI) anyagot használ ízületi protézisek kopásálló polimer alkotórészeihez. Az újszerű ízületi protézisanyag biokompatibilis, magas a hőállósága, kiváló súrlódást és kopásállóságot mutat, valamint ellenáll fáradásnak, kúszásnak, ütéseknek, vegyszereknek és sugárzásnak is. Továbbá jelentős előnye ortopédiai alkalmazások esetén, hogy nagy az oxidációval szembeni ellenállása. Kedvező tulajdonságai hosszabb élettartamot eredményeznek ízületi protézisek területén [27].

mot eredményeznek ízületi protézisek területén [27].

Az aromás poliimidek (PI) a nagy teljesítményű polimerek osztályába tartoznak. Ismert PI például a Kapton és a Vespel fantázianévű alapanyag, amely monomere dianhidrid (PMDA) csoportot tartalmaz, így hidrolízisre hajlamos, valószínűleg gyorsan lebomlik a testben, különösen kopás alatt és súrlódás közben. Ezért a PI polimerek, amelyek tartalmazzák a PMDA csoportot nem alkalmazhatóak ízületi protézisek polimer komponenseinek pótlására, azonban más orvosi és klinikai implantátumok esetén lehetséges alternatívák [27-29].

Kompozitjaikat, mint például üveg- vagy szénszállal erősített változatokat, sikertelenül vizsgálták implantátumként. Az üvegszállaknak nedves környezetben romlottak a tulajdonságai, a szénszálak pedig gyulladást okoztak a szervezetben. Az implantátumok felülete nem sima a porozitást is okozó szálak miatt, ami a fém ellenoldal karcolásához vezethet. Jelenleg az ilyen kompozit anyagokat nem használják implantátumként [27].

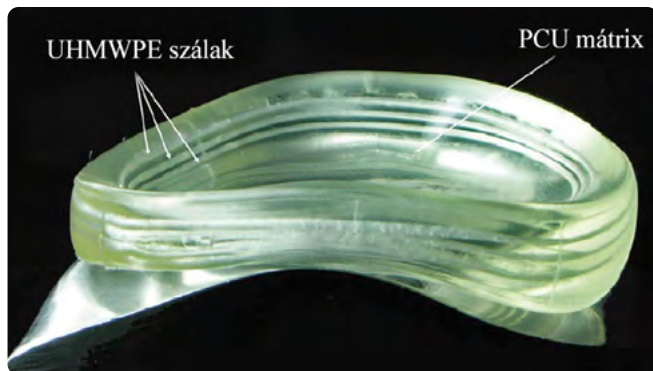
2.4. POLIKARBONÁT-URETÁN

A **polikarbonát uretán** (PCU) az eddig legszélesebb körben tesztelt bioanyagok közé tartozik. Jó az oxidatív stabilitása, így oxidációval szemben ellánálló, biokompatibilis és jó mechanikai tulajdonságai mellett kiváló kopásállósággal is rendelkezik. A PCU egy olyan rést tölt be az orvostudományban, amelyet jelenleg más anyagok nem foglalnak el, a fémek és a kemény műanyagok alkalmazását nagy rugalmassági moduluszuk korlátozza lágy szövetek reprodukálása esetén. A PCU egyszerre erős és puha, rugalmassági modulusza közelebb áll a lágy szövetekéhez. A PCU termoplasztikus anyag jó alternatíva lehet ízületi protézisek polimer komponenseire, mert bizonyos anyagtulajdonságai, mint a mechanikai és a kenési tulajdonságok, a porcokéhoz hasonlóak. Tribológiai jellemzőik kedvezőek. Azonos körülmények között mért UHMWPE-vel összehasonlítva kevesebb anyagmenyiség veszteséget mutatnak, valamint a PCU esetén mért kopás mértéke alacsony és egyenletes [2].

A PCU csípőízületi vápabetét (TriboFit®) hidrofíln természetű, amely a folyadékot vonzza, és így szerepet játszik a természetes folyadékfilm réteg kialakításában, ami a kenést szolgálja. A polikarbonát-uretán alapú implantátumok (térd és csípő esetén) hasonlóan teljesítenek, mint a természetes ízületek a mechanikai és kenési tulajdonságuk alapján. Kopási tesztek során a PCU nagyon alacsony károsodási szintet, valamint hosszú távon alacsony és stabil kopási tulajdonságokat mutatott. A rövidtávú klinikai eredmények általában pozitív eredményeket tükröznek [30].

John és Gupta [31] UHMWPE-vel hasonlították össze a PCU tribológiai tulajdonságait. A PCU minták kopás közbeni anyagvesztése legalább 24%-kal alacsonyabb volt, mint a térhálós UHMWPE esetében. Az *in vivo* és *in vitro* körülmények között végzett vizsgálatok szerint a polikarbonát-uretán kopó részecskéi kevésbé okoznak gyulladáásokat a szervezetben, és ezért kevésbé károsak ízületi protézisanyagként, mint az UHMWPE. Nem tudni pontosan, miért van ez a különbség, de a szerzők azt feltételezték, hogy az összefüggésbe hozható azzal a ténnyel, hogy a PCU hidrofíln, míg az UHMWPE hidrofób.

A természetes meniszkusz kollagéntrostokat tartalmaz, főleg a kerületi irányba orientálva. Ez a szál elrendezés segíti az érintkezési feszültségek eloszlását a térdízületben belül. Ezért a menisz-



3. ábra: UHMWPE szálal erősített PCU meniszkusz implantátum [32]

kusz inhomogén és anizotróp tulajdonságai a megfelelő funkció ellátásában kritikus szerepet játszanak. Elsner és társai [32] ezt az anyagviselkedést igyekeztek minél inkább megközelíteni. PCU mátrixba kerületirányú UHMWPE erősítőszál optimalizálásával foglalkoztak (3. ábra) és bemutatták, hogy a szálerősítésű rendszerrel létrehozott implantátum hasonló terheléseloszlást mutat, mint a természetes meniszkusz. Erősítetlen esetben a meniszkusz implantátum túlzott, kilencszer nagyobb alakváltozáson esett át, mint az erősített, valamint az implantátum nyomáseloszlása a központi régióba koncentrálódott, az eloszlás mintázata nem egyezett a természetes meniszkusz esetében tapasztalhatóval. Erősítés hatására mind a terheléseloszlást, mind az alakváltozást sikerült megfelelő szinten tartani.

Inyang és Vaughan [33] **UHMWPE szálerősített polikarbonát-uretán (PCU)** lehetséges meniszkuszpótló felhasználását vizsgálták. A minták préseléssel készültek. UHMWPE szálakat PCU mátrixba impregnáltak, és mechanikai és mikrostrukturális vizsgálatokat végeztek. A szerzők az erősítetlen PCU-t alkalmazatlannak találták meniszkusz pótlására főként annak kedvezőtlen húzó rugalmassági modulusza miatt. A szálak beépítése azonban a húzó modulusz jelentős javulását eredményezte. A kompozitok töréssel szembeni ellenállása javult. A kifejlesztett kompozit mechanikai jellemzői alapján megállapították, hogy a szálerősített kompozitok alkalmasak lehetnek a meniszkusz pótlására.

3. ALTERNATÍV GYÁRTÁSTECHNOLÓGIÁK

A különböző feldolgozástechnológiák eltérő terhelésnek teszik ki a polimereket (pl. hőmérséklet, nyomás, nyírás), így azonos anyag feldolgozása esetén is eltérő tulajdonságú termékeket kaphatunk. A protézisfejlesztések során is fontos vizsgálni az alkalmazott gyártástechnológiák végtermékekre gyakorolt hatásait, ilyenek például az elérhető maximális felületi minőség, a mechanikai és tribológiai tulajdonságok.

Az alfejezetekben felsoroljuk a korábban részletezett anyagcsoportok jelenlegi feldolgozástechnológiáit, valamint az ömledékrétegzési eljárások (FDM-Fused Deposition Modelling, FFF-Fused Filament Fabrication) feldolgozási lehetőségével kapcsolatos kutatásokat emeljük ki, a technológia korábban bemutatott kedvező tulajdonságai miatt.

3.1. ULTRANAGY MOLEKULATÖMEGŰ POLIETILÉN

Az UHMWPE-t rossz folyási tulajdonsága (kis MFI) és nagy viszkozitása miatt nehéz tradicionális ömledékes eljárással feldolgozni. A jelenlegi gyártástechnológiák por szinterezésen alapulnak. Ilyen a ram extrúzió, melegsajtolás, alakos melegsajtolás, izosztatikus melegsajtolás [2].

Panin és társai [34] jó tribológiai tulajdonságú, extrudálható UHMWPE előállításával foglalkoztak. Az anyag reológiai tulajdonságait kezdetben kiváló folyóképességű, szintén biokompatibilis polipropilénnel (PP) javították, azonban nehézséget okozott a feldolgozás során, hogy a két anyag termodinamikailag nem kompatibilis. Később ideális anyagnak az UHMWPE + 17 m/m% HDPE-g-SMA + 12 m/m% PP-t választották jó feldolgozhatósága és az előkísérletek során mutatott kedvező mechanikai és tribológiai tulajdonságai miatt. Végül az FDM nyomtatási paraméterek optimális beállítását is meghatározták. Hivatkozott tanulmányokban a különböző gyártástechnológiával előállított anyagokat vizsgálták és hasonlították össze azok mechanikai és tribológiai tulajdonságait. Referenciának a melegsajtolással gyártott tiszta UHMWPE-t tekintették. Méréseik közül kiemeltük az FDM mintákon mért mechanikai és tribológiai paramétereket, amelyeket a 2. táblázat foglal össze.

Eredményeik jól mutatják az eltérő gyártástechnológiák anyagtulajdonságra gyakorolt hatásait. Az FDM nyomtatott darabok keménysége, szakítószilárdsága és szakadási nyúlása csökkent, folyáshatára és rugalmassági modulusza nőtt. A tribológiai tulajdonságai, mint a kopási ráta és a súrlódási tényező alacsonyabbak lettek száraz súrlódási viszonyok mellett, mint a melegsajtolott UHMWPE-nek. A nyomtatott szerkezetek sűrűsége kisebb volt, mint a szinterelési technikák esetén, ami a kopás során a szemcsék leválására is hatással van. A levált szemcséknek mikroabrazív hatása volt a fém komponensre, mikrokarcok és barázdák képződtek rajta. A kopás során a polimer oldalon keletkezett felületeket a 4. ábra mutatja be. Szemmel látható a nagyobb elváltozás a referenciaanyaghoz képest, de összességében jó eredményeket mutatott az újszerű FDM feldolgozásra optimalizált anyag. A szerzők kifejezetten ajánlják az anyag FDM technológiával való feldolgozását a kedvező súrlódási és mechanikai tulajdonságai miatt.

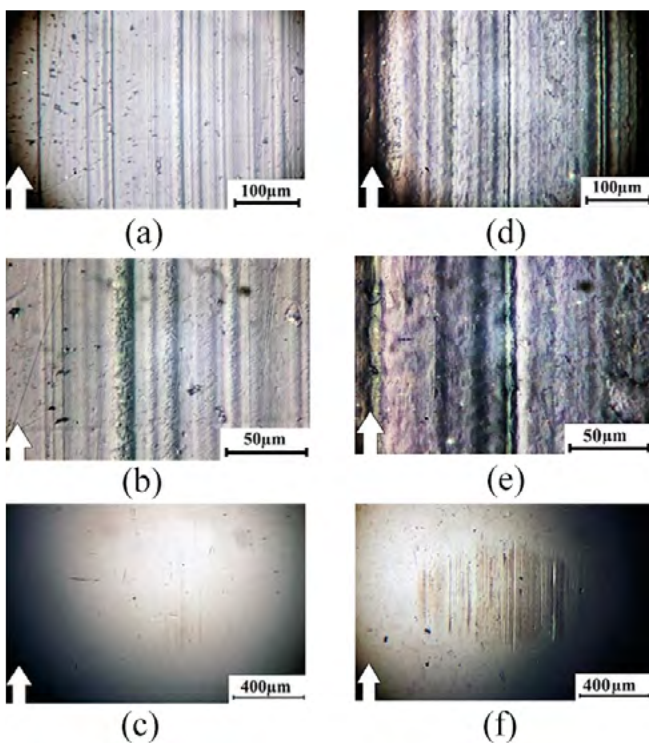
3.2. POLIÉTER-ÉTER-KETON

A PEEK konvencionális feldolgozási eljárásaival, mint az extrudálás vagy fröccsöntés, már több tanulmány és cég foglalkozik, de fóliát, szálal és hőálló kábelbevonatot is készítettek már a felhasználásával, valamint ömledékrétegzéses eljárással való feldolgozhatósága is egy kutatott terület [35]. Az FDM nyomtatóságán belül viszonylag új az eljárással készített kompozitok területe.

Arif és társai [36] az FDM nyomtatott, szénszállal erősített PEEK kompozit mechanikai tulajdonságait tanulmányozták átfogóan három különböző gyártási paraméter mellett. Megállapították, hogy a különböző gyártási paramétereknek jelentős hatása van a kvázisztatikus és dinamikus tulajdonságokra. Ez az információ közvetlenül releváns a hosszútávú in vivo alkalmazásokhoz megfelelő mechanikai szilárdságú orvosi biológiai implantátumok gyártása szempontjából. Az eljárásból adódó

2. táblázat: Melegsajtolt és FFF nyomtatott anyagok mechanikai és tribológiai tulajdonságai [34]

	UHMWPE	UHMWPE+ 17 m/m% HDPE-g-SMA + 12 m/m% PP
Technológia	melegsajtolás	FDM nyomtatás
Sűrűség [g/cm ³]	0.93	0.93
Shore D keménység [-]	57.7 ± 0.6	56.7 ± 0.8
Rugalmassági (Young-) modulusz [MPa]	711 ± 35	1145 ± 41
Folyáshatár [MPa]	21.6 ± 0.6	25.8 ± 0.4
Szakítószilárdság [MPa]	42.9 ± 1.5	30.1 ± 1.3
Szakadási nyúlás [%]	485 ± 28	356 ± 42
Kopási ráta [10 ⁻⁵ mm ³ /Nm]	2.72 ± 0.48	2.55 ± 0.28
Súrlódási együttható [-]	0.10 ± 0.01	0.09 ± 0.01



4. ábra: Melegsajtolott UHMWPE (a, b, c) és FDM nyomtatással előállított UHMWPE + 17 m/m% HDPE-g-SMA + 12 m/m% PP (d, e, f) kopott felületei a kopási „pin-on-disk” tesztek után [34]

hőgradiens hatások (az eltérő hőmérsékletekből adódóan) eltérő tulajdonságokat (pl. kristályosság) eredményezhetnek a termékek belül. Egyrészt a nyomtató fejben kialakuló palástfűtés hatására a kör keresztmetszetű filamentben nem egységes hőmérséklet alakul ki, valamint a rétegről-rétegre építkezés során az alsó rétegek közelebb vannak a fűtött munkaasztalhoz (FFF technológiák esetén), ami eltérő hőmérsékletet eredményez a termék különböző részein. Több kutatás is foglalkozik a hatások kiküszöbölésével, mint például a fűthető nyomtatási tér hőmérsékletének pontos szabályozásával.

Kopásálló polimer implantátumok esetén Basgul és társai [37] bemutatták, hogy a PEEK-ből 3D nyomtatott csigolya-közi porckorongok képesek elegendő mechanikai szilárdságot biztosítani.

A nyomtatott PEEK termékeket extrudált PEEK-ből kimunkált termékekkel hasonlították össze. Kiemelték a nyomtatási sebesség pontos beállításának fontosságát, amivel a porozitás is összefüggésbe hozható. Kutatásuk szerint a nyomtatott PEEK kristályossága nem különbözött szignifikánsan az extrudálás után megmunkált PEEK-től, ami azt jelzi, hogy a két feldolgozás hasonló mikrostruktúrát eredményezett.

3.3. POLIIMID

Ugyan a poliimid családnak vannak ömledékrétegezési eljárásra alkalmas változatai (az Ultem anyagcsaládon belül), de az MMATECH Ltd. által forgalmazott, ízületi protézisként használt anyagot jelenleg préseléssel létrehozott tömbökből gyártják lefejtő, maró eljárásokkal. A cég honlapján olvasható [38] célkitűzés is az, hogy olyan gyártástechnológiát találjanak, ami kevesebb alapanyag felesleget eredményez, vagy a végleges geometriát minél inkább meg tudja közelíteni, pl. egyedi szerszámossal (*compression molding in molds*).

3.4. POLIKARBONÁT-URETÁN

Borges és társai [39] FDM nyomtatott PCU és PCU/UHMWPE, valamint préselt PCU/UHMWPE anyagokat hasonlították össze. UHMWPE-vel blendeket tudtak előállítani, amely alkalmas 3D nyomtatásra, de a 10 tömegszázalék UHMWPE jelenléte nem csökkentette a súrlódást vagy a kopást. A legkisebb kopási mélységet a 3D nyomtatott PCU mutatott, ami 27%-kal kevesebb, mint a préselt esetben. A porózus szerkezet a kísérletek során a szarvasmarha ízületi folyadékot felszívta és egy jó kenési mechanizmust eredményezett. A 3D nyomtatott felületeknek azonban magas volt a súrlódási tényezője, ami a felületi érdességükkel hozható összefüggésbe. A szerzők kiemelték a felületek fejlesztésének és optimalizálásának jelentőségét. A tanulmány alátámasztja, hogy az FDM gyártástechnológia alkalmazása jó alternatíva lehet porózus, testreszabható PCU implantátumok újszerű gyártására, amelyek így képesek utánozni a természetes meniszkusz kenési mechanizmusait.

4. ÖSSZEFOGLALÁS

Bár az UHMWPE-ből készült ízületi protéziselemek területén számtalan kutatással találkozhatunk, a protézisek élettartamának növelése a mai napig egy hangsúlyos fejlesztési irány. Jelenlegi cikkünkben az alternatív anyagokkal és ömledékrétegezéses nyomtatási gyártástechnológiákkal kapcsolatos kutatásokat foglaltuk össze. Az alternatív anyagok közül kiemelnénk a PI és PCU ígéretes eredményeit, valamint az additív gyártástechnológiák jelentőségét és a kompozitokban rejlő lehetőségeket.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A jelen publikációban megjelenő kutatások az ITM NKFIÁ által nyújtott TKP2020 IKA támogatásból, az NKFIH által kibocsátott

támogatói okirat alapján valósultak meg (projekt azonosító: TKP2020 BME-IKA-BIO).

IRODALOMJEGYZÉK

- [1] Szentágothai, J.; Réthelyi, M.: *Funkcionális Anatómiai I.*, Medicina Könyvkiadó, Budapest (2006).
- [2] Kurtz, S. M.: *UHMWPE Biomaterials Handbook*, Ultra-high molecular weight polyethylene in total joint replacement and medical devices, Elsevier Inc., Amsterdam (2016).
- [3] <https://stanfordhealthcare.org> (2021.01.14.)
- [4] <https://www.fortunebusinessinsights.com> (2021.01.14.)
- [5] Schreurs, B. W.; Hannink, G.: Total joint arthroplasty in younger patients: heading for trouble?, *The Lancet*, 389, 1374–1375 (2017).
- [6] Harrysson, O. L. A.; Robertsson, O.; Nayfeh, J. F.: Higher cumulative revision rate of knee arthroplasties in younger patients with osteoarthritis, *Clinical Orthopaedics and Related Research*, 421, 162–168 (2004).
- [7] Czvikovszky, T.; Nagy, P.: *Polimerek az orvostechikában*, Műegyetemi Kiadó, Budapest (2003).
- [8] Elloy, M. A.; Wright, J. T. M.; Cavendish, M. E.: The basic requirements and design criteria for total joint prostheses, *Acta Orthopaedica Scandinavica*, 47, 193–202 (1976).
- [9] Zhang, H.; Liu Y.; Dong, Q.; Guan, J.; Zhou, J.: Novel 3D printed integral customized acetabular prosthesis for anatomical rotation center restoration in hip arthroplasty for developmental dysplasia of the hip crowe type III: a case report, *Medicine*, Baltimore, 2020. október 2. (e22578).
- [10] Kim, K.; Howell, S. M.; Won, Y.: Kinematically aligned total knee arthroplasty with patient-specific instrument, *Yonsei Med J.*, 61, 201–209 (2020).
- [11] Ackland, D.; Robinson, D.; Lee, P. V. S.; Dimitroulis, G.: Design and clinical outcome of a novel 3D-printed prosthetic joint replacement for the human temporomandibular joint, *Clinical Biomechanics*, 56, 52–60 (2018).
- [12] Abar, B.; Alonso-Calleja, A.; Kelly, A.; Kelly, C.; Gall, K.; West, J. L.: 3D printing of high-strength, porous, elastomeric structures to promote tissue integration of implants, *Journal of Biomedical Materials Research Part A*, 109, 54–63 (2020).
- [13] Fujibayashi, S.; Takemoto, M.; Neo, M.; Matsushita, T.; Kokubo, T.; Doi, K.; Ito, T.; Shimizu, A.; Nakamura, T.: A novel synthetic material for spinal fusion: a prospective clinical trial of porous bioactive titanium metal for lumbar interbody fusion, *European Spine Journal*, 20, 1486–1495 (2011).
- [14] Hollister, S. J.: Engineering scaffold mechanical and mass transport properties, *Comprehensive Biomaterials*, 5, 13–33 (2011).
- [15] Lee, S. B.; Kim, Y. H.; Chong, M. S.; Hong, S. H.; Lee, Y. M.: Study of gelatin-containing artificial skin V: fabrication of gelatin scaffolds using a salt-leaching method, *Biomaterials*, 26, 1961–1968 (2005).
- [16] Chen, W.; Zhou, H.; Tang, M.; Weir, M. D.; Bao, C.; Xu H., H. K.: Gas-foaming calcium phosphate cement scaffold encapsulating human umbilical cord stem cells, *Tissue Engineering Part A*, 18, 816–827 (2012).
- [17] Ureczki, A.; Szebényi, G.: Fém-polimer csúszópárok alkalmazása könyökprotézisekben, *Polimerek*, 5, 626–629 (2019).
- [18] Xiong, L.; Xiong, D.; Yang, Y.; Jin, J.: Friction, wear, and tensile properties of vacuum hot pressing crosslinked UHMWPE/nano-HAP composites, *Journal of Biomedical Materials Research Part B: Applied Biomaterials*, 98 B, 98, 127–138 (2011).
- [19] Panayotov, I.V.; Orti, V.; Cuisinier, F.; Yachouh, J.: Polyetheretherketone (PEEK) for medical applications, *Journal of Materials Science: Materials in Medicine*, 27, 118/3–118/11 (2016).
- [20] Sagomonyants, K. B.; Jarman-Smith, M. L.; Devine, J. N.; Aronow, M. S.; Gronowicz, G. A.: The in vitro response of human osteoblasts to polyetheretherketone (PEEK) substrates compared to commercially pure titanium, *Biomaterials*, 29, 1563–1572 (2008).
- [21] Han, X.; Yang, D.; Yang, C.; Spintzyk, S.; Scheideler, L.; Li, P.; Li, D.; Geisgerstorfer, J.; Rupp, F.: Carbon fiber reinforced PEEK composites based on 3D-printing technology for orthopedic and dental applications, *Journal of Clinical Medicine*, 8, 240/2–240/17 (2019).
- [22] Cowie, R. M.; Briscoe, A.; Fisher, J.; Jennings, L. M.: PEEK-OPTIMA™ as an alternative to cobalt chrome in the femoral component of total knee replacement: A preliminary study, *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part H: Journal of Engineering in Medicine*, 230, 1008–1015 (2016).
- [23] Scholes, S. C.; Unsworth, A.: Pitch-based carbon-fibre-reinforced poly (ether-ether-ketone) OPTIMA® assessed as a bearing material in a mobile bearing unicondylar knee joint, *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part H: Journal of Engineering in Medicine*, 223, 13–25 (2008).
- [24] Scholes, S. C.; Unsworth, A.: Wear studies on the likely performance of CFR-PEEK/CoCrMo for use as artificial joint bearing materials, *Journal of Materials Science: Materials in Medicine*, 20, 163–170 (2008).
- [25] Brockett, C. L.; Carbone, S.; Fisher, J.; Jennings, L. M.: PEEK and CFR-PEEK as alternative bearing materials to UHMWPE in a fixed bearing total knee replacement: An experimental wear study, *Wear*, 374–375, 86–91 (2017).
- [26] Kurtz, S. M.; Devine, J. N.: PEEK biomaterials in trauma, orthopedic, and spinal implants, *Biomaterials*, 28, 4845–4869 (2007).
- [27] Buchman, A.; Payne, R. G.; Mendes, D. G.; Sibony, S.; Bryant, R. G.: Medical implants made of wear-resistant, high-performance polyimides, process of making same and medical use of same, US6686437B2, Egyesült Államok (2001).
- [28] Buchman, A.; Sibony, S.: Polyimide MP-1™ - the ultimate solution for medical devices, *International Journal of Innovative Research & Growth*, 4, 3–6 (2020).
- [29] Burn, P. J.; Buchman, A.; Sibony, S.; Oron, A.: MP-1™ Polyimide for medical devices: 1. Pre clinical studies, *American Journal of Biomedical and Life Sciences*, 7, 42–51 (2019).
- [30] Elsner, J. J.; McKeon, B. P.: Orthopedic application of polycarbonate urethanes: A review, *Tech Orthop*, 32, 132–140 (2017).
- [31] John, K. St.; Gupta, M.: Evaluation of the wear performance of a polycarbonate-urethane acetabular component in a hip joint simulator and comparison with UHMWPE and cross-linked UHMWPE, *Journal of Biomaterials Applications*, 27, 55–65, (2011).
- [32] Elsner, J. J.; Portnoy, S.; Zur, G.; Guilak, F.; Shterling, A.; Linder-Ganz, E.: Design of a free-floating polycarbonate-urethane meniscal implant using finite element modeling and experimental validation, *Journal of Biomechanical Engineering*, 132, 09500/1–09500/8 (2010).
- [33] Inyang, A. O.; Vaughn, C. L.: Functional characteristics and mechanical performance of PCU composites for knee meniscus replacement, *Materials*, 13, 1886/2–1886/16 (2020).
- [34] Dontsov, Y. V.; Panin, S. V.; Buslovich, D. G.; Berto, F.: Taguchi optimization of parameters for feedstock fabrication and FDM manufacturing of wear-resistant UHMWPE-based composites, *Materials*, 13, 2718/1–2718/26 (2020).
- [35] Czvikovszky, T.; Nagy, P.; Gaál, J.: *A polimertechnika alapjai*, Műegyetemi Kiadó, Budapest (2000).
- [36] Arif, M. F.; Kumar, S.; Varadarajan, K. M.; Cantwell, W. J.: Performance of bio-compatible PEEK processed by fused deposition additive manufacturing, *Materials & Design*, 146, 249–259 (2018).
- [37] Basgul, C.; Yu, T.; MacDonald, D. W.; Siskey, R.; Marcolongo, M.; Kurtz, S. M.: Structure–property relationships for 3D-printed PEEK intervertebral lumbar cages produced using fused filament fabrication, *Journal of Materials Research*, 33, 2040–2051 (2018).
- [38] <http://mma-tech.com/> (2021.01.14.)
- [39] Borges, A. R.; Choudhury, D.; Zou, M.: 3D printed PCU/UHMWPE polymeric blend for artificial knee meniscus, *Tribology International*, 122, 1–7 (2018).

Mindenki számára elérhető az új weboldalunk

- megújult honlap: látványban és tartalmában
- olvasható számítógépen, tableten, okostelefonon
- újság „másodközlése” helyett aktuális hírfolyam
- nemzetközi kitekintés
- korszerű hirdetési lehetőségek
- hírlevél



www.polimerek.hu

Wittmann

Battenfeld

enjoy
INNOVATION



**Az első hazai gyártású
fröccsöntőgép!**

SmartPower
25 – 400 t



www.wittmann-group.com