

POLIMEREK

4. évfolyam 1. szám, 2018. január

MMSZ
Magyar Műanyagipari Szövetség

NYÍREGYHÁZÁN GYÁRTJUK A JÖVŐ JÁTÉKAIT



LEGO manufacturing kft

www.lego.com/careers

KULCSRAKÉSZ
GYORS REAGÁLÁS
ENERGIKUS
MÁR ÚTON
VAGYUNK
ELHIVATOTT
MEGBÍZHATÓ
MEGOLDÁSORIENTÁLT

WIR SIND DA.

Számunkra az ARBURG-nál a szolgáltatás nem egyszerűen szolgáltatás, hanem egy hozzáállás kifejezése: Mindent megteszünk, hogy hatékonyan és sikeresen gyártsunk. Akár kérdése van egy alkalmazással kapcsolatban, sürgősen pótalkatrészre van szüksége, vagy szaktanáccsal segíthetünk speciális projektekben vagy kihívásokban: Már úton is vagyunk.
www.arburg.hu

ARBURG

Polimerek

A MAGYAR MŰANYAGIPARI SZÖVETSÉG és a magyarországi műanyag-, gumi- és kompozitiparban tevékenykedő vállalatok és intézmények havi tudományos-, műszaki- és marketing folyóirata

Főszerkesztő: J. Mező Éva
+36 20 334 2993
jmezo.eva@polimerek.hu

Kiadó: MMSZ Lapkiadó Kft.
Felelős vezető: Farkass Gábor
ügyvezető igazgató
1119 Budapest, Fehérvári út 83.
Telefon/fax: +36 1 363 9083
iroda@huplast.hu
www.polimerek.hu

A szerkesztőbizottság tagjai:

Dr. Czél György
Hajdárné Molnár Elvira
Dr. Kalácska Gábor
Kasza Lajos
Dr. Kéki Sándor
Dr. Kovács József Gábor
Dr. Lukács Pál
Dr. Marossy Kálmán
Dr. Menyhárd Alfréd
Mészáros Zoltán
Dr. Mezey Zoltán
Nagy Miklós
Dr. Nagy Tibor
Dr. Palotás László
Pintér Dávid
Rápolti Zsolt
Szabó László
Tóth Csaba
Varga Tamás
Vincze Albert

Készült a POSSUM KFT. gondozásában.
Felelős vezető: Várnagy László
Megjelenik havonta 1000 példányban

Polimerek 4(1) 1–32 (2018)
HU ISSN 2415-9492

A szerkesztőség a beérkező kéziratokat szakmailag és nyelvilag lektorálja, fenntartja magának a jogot, hogy azokat esetenként tömörített formában adja közre, továbbá a szerzők által képviselt állásponttal nem feltétlenül ért egyet.

A cikkek utánnyomása, sokszorosítása és adatrendszerekben történő megjelenítése csak a kiadó engedélyével lehetséges, amelyeket szabadalmi vagy más védettségre való tekintet nélkül adunk közre.

A folyóirat a kiadótól rendelhető meg, egyes példányok is megvásárolhatók.
Egyes lapszámok ára 2000 Ft + ÁFA.

Csak a szív húz haza

Az ember kötődik. Tájához, ősökhöz, anyanyelvhez, tárgyakhoz, emlékekhez, hagyományhoz. Ez a kötődés át- meg átszövi érzelmi életünket, meghatározza értelmi fejlődésünket. Csakhogy az ember szabadulni is akar. Gonosz és terhes emlékektől, elvált és megkopott tárgyaktól, nyűgös hagyományoktól. Elszakadni az ősök követelőző árnyaitól, menekülni unt tájak szűk börtönéből. Egyszerre érezzük a szülőföld vonzását és a távolságok nosztalgiáját – Száraz Miklós György írta le ezeket a gondolatokat, szavakba sűrítve elvagyódást, kalandvágyat, a hazafiság pátoszos elragadtatása helyett a hétköznapi egyszerű megélését. Külföldön élő, külföldi egyetemeken tanuló diákokkal beszélgettem nemrég. Okosak, öntudatosak. A beszélgetés keserű szájját az adta, hogy többségük a külföldön megszerzett diplomával nem itthonról várja a jól fizető, nagyszerű karrierlehetőséget, közülük csak néhányan akarnak Magyarországra visszaköltözni.

Pici családom is szerteszét szóródott a világban. Leányom, testvérem, unokahúgom, barátaim gyermekei hosszabb-rövidebb ideig diplomásként dolgoztak külföldön, közülük volt, aki hazajött, volt aki nem. Ők azt mondják: barátságosak az angolok, németek, olaszok, spanyolok – ki hol próbált külföldön új életet –, de mindenhol érezték, hogy befogadottnak, kívülállónak tartották őket, és ami a leggyötrőbb, nem egyenrangú félnek. Kelet-Európainak. Jó diplomájukkal előmenetelük egy bizonyos szintig biztosított volt, de bizonyos pozíciókat, vezetői szinteket elzártak előlük. És volt olyan is köztük persze, aki kulimunkázott – diplomásként, alárendelt helyzetben, a hazaihoz képest nagy fizetésért.

Nemrég olvastam egy felmérést: jelenleg nagyjából 10 ezer magyar egyetemista tanul külföldön és az utóbbi öt évben a külföldre kivándorlók száma körülbelül 250–500 ezer főre tehető, ami azt jelenti, hogy az ország lakosságának 2,5–5 százaléka jelenleg külföldön próbál szerencsét. Szomorú valóság, hogy a válaszadók 60 százaléka nem tervezi a hazajövetelt, a bizonytalanságokat pedig a gazdasági helyzet javulása, az életszínvonal növekedése, a magasabb munkabér és több munkalehetőség vonzaná haza. Ezek a válaszok persze előre borítékolhatóak voltak, viszont árnyalja a helyzetet, hogy szerepelt az elvárásokban az emberek hozzáállásának, habitusának pozitívabb irányba való változása, a munka jobb megbecsülése, az egyénre való odafigyelés, vagy az eredmények személyes elismerése, de a „Mi dönt a külföld mellett?” kérdésre adott válaszok között is van több, amit egyszerűen orvosolni lehetne. Ilyen például, hogy külföldön tapasztalat nélkül is felveszik a pályakezdő fiatalokat és a cég külön segítséget nyújt nekik a betanulásban. Egy Angliában dolgozó fiatal szerint nagy különbség a két ország között, hogy ott nem fenyegetik folyamatosan azzal, hogy bármikor elveszítheti az állását, sőt ha valaki egy munkakörben nem jól teljesít, lehetőséget kap másik pozícióban is kipróbálni magát. Megkérdezték a külföldön dolgozókat arról is, milyen munkahelyet keresnek maguknak, a válaszokból pedig az derült ki, többre értékeli a rugalmasságot, a kreativitást, a fejlődési lehetőségeket a cég hírnevénél és a stabilitásnál. Lényegesek ezek a megállapítások, mert mutatják, milyen munkahelyekre lenne szükség ahhoz, hogy a külföldön értékes tudást, tapasztalatot szerző embereket haza lehessen csábítani, az itthon maradottakat megtartani. És ami a legfőbb tanulság: a legtöbb változtatás nem kerül pénzbe.

A külföld adta lehetőségekről és a hazatérés okáról Pukánszky Béla professzorral is beszélgettünk az Innovációs Díj átadó ünnepsége után, de szó esett nagyívű pályájának felépítéséről is, valamint arról, hogy amíg a kutatásokra szánt támogatás messze elmarad a külföldi támogatás mértékétől, addig az eredmények sem lesznek kiemelkedőek. Több más mellett ezt az interjút is megtalálják januári számunkban, olvassanak most is minket, érdemes!

J. Mező Éva
főszerkesztő



Polimerek

Technológiai innovációs fejlesztés	4
A német-magyar gazdasági kapcsolat további erősödést ígér	4
Hazai kkv-k innovációit segíti a Bay Zoltán Kutatóközpont projektje	4
Az öntöttvastól a polimer kompozitokig. A szakma és tudományágaink legkiválóbb előadói találkoztak az „Ipar 4.0 forradalmárjaival” a Magyar Tudományos Akadémián	5
<i>December elején immár hatodik alkalommal rendezte meg a Magyar Műanyagipari Szövetség „Az ember alkotta anyag – a XXI. század anyaga” című konferenciáját a Magyar Tudományos Akadémián. A konferencia központi témája ebben az évben az Ipar 4.0: automatizálás és robotizáció volt.</i>	
A tudományban nincsenek kompromisszumok – vallja az idei Innovációs díjas Pukánszky Béla professzor	10
<i>A szerves kémia miniatűr reakciói nem kötötték le érdeklődését, ennek köszönhetjük, hogy a polimerek mélyebb megértését, az egyetemes műanyagipar fejlődésének előmozdítását választotta életfeladatának. Pukánszky Béla professzor ezért a több évtizedes munkásságáért kapta idén a Magyar Műanyagipari Szövetség Innovációs Díját.</i>	
Távoli tudományágak együttműködéséből születnek meghatározó nemzetközi eredmények. Falk György gépészmérnök a 3D-nyomatás meghonosításáért kapott Gábor Dénes-díjat	15
<i>Átadták a fizikai Nobel-díjas Gábor Dénesről elnevezett elismeréseket az Országházban. Idén 13 tudós, orvos és oktató, köztük három határon túli alkotó vehetett át elismerést. Az országgyűlés elnöke a díjátadón arról beszélt, hogy a kutatás-fejlesztés nem csak az ország versenyképességéhez járul hozzá, de a nemzeti öntudatot is erősíti.</i>	
Alapanyagtól a gumihulladék hasznosításáig	17
<i>Balesetmegelőzés, szabványügyi változások, új alapanyagok bemutatása is szerepelt a MAGUSZ nyíregyházi konferenciájának napirendi pontjai között. A Gumiipari Kerekasztal rendezvényen a műszaki gumitermék gyártók, beszállítók és más kapcsolódó területek több mint 40 fővel képviseltették magukat.</i>	
Cycolac™ több ezer különféle színben	19
Jelentős erőforrásokat fordítunk a jövő mérnökeinek képzésére. Interjú Szűcs Arnolddal, a LEGO Csoport fröccsöntésért felelős alelnökével a házon belüli szakemberképzés fontosságáról	20
Új székházat ad át a FANUC Magyarországon	22
Komplexitás – ez a cég filozófiája	23
<i>November végén rendezte meg hagyományos Technológiai Nap eladássorozatát a Biesterfeld Interowa. A rendezvény szorosan illeszkedik a cég stratégiai filozófiájába, amely három pilléren nyugszik. A minden igényt kielégítő széles termék portfólió, a technikai-műszaki kompetencia és az erre épülő projekt orientált kereskedelmi filozófia, valamint a komplex logisztikai szolgáltatás.</i>	
Januárra várva	24
Polyák Péter; Farkas Ágnes Elvira; Somogyi Balázs Dániel; Pukánszky Béla: Poli(3-hidroxi-butirát) mikroszemcsék előállítása és alkalmazása hatóanyag-hordozó mátrixként	26
<i>Munkánk során polivinil-alkohol hidrogéllal bevont poli(3-hidroxi-butirát) mikroszemcséket állítottunk elő. A mikroszemcséket hatóanyaggal töltöttük, illetve vizsgáltuk, hogy a hatóanyag kioldódásának sebességét hogyan befolyásolja a mikroszemcsék felületét borító hidrogél kémiai térhálópont-sűrűsége. Azt tapasztaltuk, hogy a térhálópont-sűrűség növelésével csökkenthető a hatóanyag felületi gélrétegben mérhető diffúziós koefficiense, ami egyben arra is lehetőséget biztosít hogy a hatóanyag-leadás sebességét a polivinil-alkohol gél kémiai térhálópont - sűrűségével változtassuk.</i>	

Polymers

Technological development with innovation	4
German–Hungarian economic connections promise further strengthening	4
Project of Bay Zoltán Research Center supports innovation of Hungarian SMEs	4
At the beginning of the fourth industrial revolution. Most prominent presenters of our sector and our sciences met ‘revolutionists of Industry 4.0’ at the Hungarian Academy of Sciences	5
<i>The Hungarian Plastics Association organized its conference ‘Human-made material – material of the 21st century’ at the Hungarian Academy of Science for the sixth time early December. This year, the conference focused on Industry 4.0: automation and robotics.</i>	
There are no compromises in science – Innovation Prize Winner Professor Pukánszky Béla says	10
<i>Miniature reactions of organic chemistry used to be not exciting enough, that is why he turned to exploring polymers and choose assisting development of universal plastics industry as objective of his life. For his life-long work, Innovation Prize of the Hungarian Plastics Association has been awarded to Professor Pukánszky Béla.</i>	
Co-operation between distant sciences results in decisive international achievements. Mechanical Engineer Falk György has been awarded the Gábor Dénes Prize for implementation of 3D printing	15
<i>Recognitions, called after Nobel Prize Winner Gábor Dénes, have been conferred in the Parliament. This year, 13 scientists, physicians and lecturers – including three persons from territories beyond the Hungarian border – received this recognition. During the conferment celebration, Chairman of the Parliament said that research and development contributed not only to competitiveness of Hungary but also strengthened national consciousness.</i>	
From base material up to recycling of rubber waste. Round-table conference organized by the Hungarian Rubber Association MAGUSZ	17
<i>More than 40 persons represented manufacturers of engineering rubber products, suppliers and other related fields at the Rubber Round-Table Event in Nyíregyháza, arranged by MAGUSZ.</i>	
Cycolac™ tin thousands of different colors	19
Considerable resources are spent to education of future engineers. Interview with Vice-Chairman being in charge for injection molding at the LEGO Group Szűcs Arnold about importance of in-house training of professionals	20
New headquarters of FANUC to inaugurate in Hungary	22
Complexity – this is the philosophy of the company	23
<i>Biesterfeld Interowa arranged its traditional series of presentations Technology Day at the end of November. This event excellently fits into the company’s philosophy having three pillars: a product portfolio satisfying all requirements, engineering–technological competence coupled with project-oriented sales philosophy as well as complex logistical offerings.</i>	
Facing January	24
Polyák, Péte; Farkas, Ágnes Elvira; Somogyi, Balázs Dániel; Pukánszky, Béla: Manufacturing and application of Poly(3-hydroxybutyrate) micro-grains as agent-carrying matrix	26
<i>We produced poly(3-hydroxybutyrate) micro-grains coated with polyvinyl alcohol hydrogel. We charged micro-grains with an active agent and tested how speed of active agent’s release was influenced by spatial mesh points’ chemical density of hydrogel covering surface of micro-gains. We found that diffusion coefficient of active agent measured in gel’s surface layer could be diminished by increasing spatial mesh points density and this allows changing speed of active agent’s release by spatial mesh points’ chemical density of the polyvinyl alcohol gel.</i>	

Technológiai innovációs fejlesztés

A kkv-k 5–15 millió forint vissza nem térítendő támogatást igényelhetnek eszköz- és szoftverbeszerzésre, azonban a korábbi gyakorlattal ellentétben nem csak termelő és gyártó cégek nyújthatnak be pályázatot „A kkv-k versenyképességének növelése adaptív technológiai innováció révén” című felhívásra. A pályázat olyan eszközök, immateriális javak – szoftver, gyártási licenc vagy know-how – beszerzését támogatja, amelyek a vállalkozásnál nem állnak rendelkezésre és beszerzésük révén új vagy lényegesen módosított termék, szolgáltatás, eljárás jön létre, illetve új, vagy lényegesen módosított eljárás, technológia alkalmazását, piaci bevezetését eredményezi.

A rendelkezésre álló teljes összeg 17 milliárd forint, a támogatás mértéke vállalkozásonként maximum a fejlesztés értékének 50 százaléka lehet.

▪ MTI

A német-magyar gazdasági kapcsolat további erősödést ígér

A NÉMET-MAGYAR IPARI ÉS KERESKEDELMI KAMARA (DUIHK) és a NEMZETI BEFEKTETÉSI ÜGYNÖKSÉG (HIPA) második alkalommal szervezte meg KONJUNKTÚRA-FÓRUM elnevezésű rendezvényét.

A fórum résztvevői egyetértettek abban, hogy a meglévő jó kapcsolat kiemelten fontos a két ország között, hiszen Németország hazánk legfontosabb gazdasági partnere. Ezt jól mutatják a HIPA által kezelt projektek is, az ügynökség jelenleg 24 aktív, döntés előtti német projektet kezel. Amennyiben ezen projektek

a tárgyalási folyamatok után a jelenleg ismert paraméterekkel valósulnak meg, úgy a beruházások által összesen 4065 új munkahely jön létre és 936,02 millió eurót fektetnek be.

A HIPA célja a magyarországi befektetési környezet még vonzóbbá tétele, a modern ipari technológiákat alkalmazó vállalatok befektetéseinek ösztönzése. A német vállalatok modern technológiája és minőségorientált üzletpolitikája egybecseng mindezen törekvésekkel.

Ezen beruházások elősegítésére új,

vissza nem térítendő támogatási formákat vezetett be a kormány a vállalati K+F tevékenység és a technológia-intenzív beruházások megvalósításának ösztönzésére, ami egyedi kormánydöntés eredményeként ítélt meg a HIPA közreműködésével.

▪ hipa.hu



Hazai kkv-k innovációit segíti a Bay Zoltán Kutatóközpont projektje

A BAY ZOLTÁN KUTATÓKÖZPONT (BZN) és közép-európai partnerei elérhetővé teszik kutatói infrastruktúrájukat, innovációs szolgáltatásaikat a hazai kis- és középvállalkozások számára a KETGATE projekt keretében. Ezzel a hazai kkv-k szintet léphetnek termékfejlesztéseik terén.

A kutatóintézetek idén indult nemzetközi hálózata jól példázza, hogy elsődleges céllá vált az EURÓPAI KUTATÁSI TÉRSÉGBEN a már meglévő kutatás-fejlesztési infrastruktúrák kihasználtságának fokozása, a fejlesztések piaci célokhoz való rendelése. Ebből a célból csatlakozott a KETGATE konzorciumhoz is, amelynek keretében a CENTRAL EUROPE program támogatásával, három éven át nemzetközi KFI szolgáltatási portfólió kidolgozására fókuszál egy magyar, egy osztrák és egy szlovén kutatóintézettel együttműködve.

A BZN tudatosan alakítja úgy innovációs szolgáltatásait, hogy azok megfeleljenek a hazai kis- és középvállalkozók

igényeinek. A KETGATE projektnek köszönhetően a BZN eszközparkja elérhetővé válik az új termékeket fejlesztő kkv-k számára, így szintet léphetnek a termékfejlesztések.

Fontos előrelépés, hogy a kis- és középvállalkozások alkalmat kapnak nálunk vagy más közép-európai kutatóközpontoknál arra, hogy felhasználják a csúcstechnológiát képviselő kutatói infrastruktúrákat – hangsúlyozta dr. Grasselli Norbert, a BAY ZOLTÁN KUTATÓKÖZPONT ügyvezetője. Hozzátette: ez jelentősen bővíti mozgásterüket és megkönnyíti a termékfejlesztést.

A közlemény kitér rá, hogy a kkv-k számára igénybe vehető intelligens megoldások új technológiai szintre emelhetik termékeiket, így azok magasabb hozzáadott értéket képviselve piacképesebbé válnak. Példaként említhető a mikro-nanoelektronika, a lézertechnológia, az optikai technológiai vegyületek és a fejlett anyagok alkalmazásai. A BZN

MECHANIKAI ANYAGVIZSGÁLÓ LABORATÓRIUMA többek között hazai implantátumgyártóknak végzi protézisek (pl. csípőprotézis, fog-, gerinc-, térd-implantátumok) speciális biomechanikai (statikus és élettartam) vizsgálatait. Az implantátumok kötelező minősítéséhez szabványos vizsgálatokra van szükség.

A KETGATE egyik tervezett eredménye, hogy nyolc közép-európai országban lesz „hozzáférési pont”, ezeken keresztül a határon túli vagy bármely közép-európai országban működő vállalkozók igénybe vehetik a kutatóintézetek szolgáltatásait. A projekt hozzáférési és szolgáltatási hálózat létrehozását is támogatja, így a kkv-k gyorsan eljuttathatják okosmegoldásaikat az európai, sőt a globális piacokra.

A BAY ZOLTÁN KUTATÓKÖZPONT az ipari fejlesztési projektekre 2019-ben támogatást is biztosít egy innovációs voucher-nek megfelelő rendszerben.

▪ www.vg.hu

Az öntöttvastól a polimer kompozitokig

A szakma és tudományágaink legkiválóbb előadói találkoztak az „Ipar 4.0 forradalmárjaival” a Magyar Tudományos Akadémián

December elején immár hatodik alkalommal rendezte meg a Magyar Műanyagipari Szövetség „Az ember alkotta anyag – a XXI. század anyaga” című konferenciáját a Magyar Tudományos Akadémián. A hat évvel ezelőtt útjára indított rendezvénysorozat célja, hogy a szakág iránt érdeklődő, továbbtanulás előtt álló középiskolás diákokat tájékoztassa a műanyagipar fejlődési irányairól, a társadalom szerepéről a fenntartható fejlődésben, és nem utolsósorban ezen értékes anyag megbecsüléséről, amely az emberiség életminőségének javításában kulcsszerepet játszik. A konferencia központi témája ebben az évben az Ipar 4.0: automatizálás és robotizáció volt.



Dr. Bokor József: az MTA mindig is nagy súlyt fektetett arra, hogy az ifjabb korosztállyal is megtalálja a kapcsolatot.

A rendezvény levezető elnöke, dr. Czigány Tibor, a BME GÉPÉSZMÉRNÖKI KAR dékánja köszöntötte a konferencia résztvevőit a MAGYAR MŰANYAGIPARI SZÖVETSÉG (MMSZ) nevében. Kiemelte, hogy a rendezvény célkitűzése az, hogy bemutassa a technika fejlődését, a műanyagok és a polimerek szerepét, azokat az anyagokat, amelyek nagy hatással voltak az életminőségünk javulására és a fenntartható fejlődésre. Az elmúlt öt évben a rendezvény középpontjában a fenntartható fejlődés, az újrahasznosítás, a biopolimerek, a nanotechnológia, az intelligens anyagok voltak, ezek mind rámutattak a műanyagok nélkülözhetetlenségére. Megemlítette, hogy három évvel ezelőtt a rendezvényt videoüzenetben a NOBEL-DÍJAS Oláh György vegyészprofesszor is köszöntötte, aki szintén felhívta a figyelmet a műanyagoknak az emberiség fejlődésében játszott fontos szerepére. Hozzátette, hogy a rendezvény másik, nem titkolt célja az, hogy a megjelent 300 középiskolásnak kedvet csináljanak a műszaki és a tudományos pályához.

Bokor József professzor, a MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADEÉMIA (MTA) alelnöke szintén köszöntötte a megjelenteket. Elmondta, hogy az MTA mindig is nagy súlyt fektetett arra, hogy az ifjabb korosztállyal is megtalálja a kapcsolatot. Az IPAR 4.0-át itthon a németektől származtatjuk, de valójában ez már Japánban és az Egyesült Államokban is megjelent, folytatta gondolatait. Mit értünk IPAR 4.0-án? Legtöbbször a gyártórendszerek automatizálását, robotizálását értik, de maguk a kiberfizikai rendszerek, az infokommunikációs technológiák alkalmazása olyan új minőséget teremtenek a különböző rendszerek megvalósításában, amelyek korábban nem jöttek létre. Ennek a folyamatának az olyan jelzők,



mint az okos városok, az okos autók, a Dolgok Internete, valamint a rugalmas gyártórendszerek új fajtái. Mindez a polimertechnológia nélkül nem jött volna létre. Mi a hazai kutatás-fejlesztés szerepe, hogyan kapcsolódunk ezekhez? Magyarországon az akadémiai környezetben a SZÁMÍTÁSTECHNIKAI ÉS AUTOMATIZÁLÁSI KUTATÓ INTÉZET (SZTAKI) ölelte fel ezt a témát az egyetemekkel, külföldi partner intézetekkel együttműködve, európai uniós pályázaton keresztül. Győrben, a SZÉCHENYI ISTVÁN EGYETEMEN létrejött egy modern robotikai kutató- és bemutató központ. Az egyetemekkel karöltve a diákok számára új lehetőségeket hirdetnek meg, amennyiben ilyen irányú érdeklődés mutatkozik. *Bokor professzor* végezetül egy különlegességét, értékét említette meg a rendezvénynek, miszerint immár hatodik alkalommal a szakma és a tudományágaink legkiválóbb előadóit tudja megnyerni.

A szakmai részt *Czigány Tibor* „Ipar 4.0” előadása nyitotta meg. A konferencia előadásainak rövid címeiből kiemelte, hogy mindegyikben szerepel a forradalom szó. Vonatkozik ez az okos eszközökre, az internetre, a gyógyításra, a közlekedésre, valamint a műanyag termékek gyártására, egyáltalán az iparra. Mit jelenthet akkor együtt az ipari forradalom kifejezés? A forradalomnak és az iparnak a magyar nyelv értelmező szótárában leírt jelentéseinek alapján a nyersanyagok és a gépek lázadását? Nem, nem ezt jelenti. Az ipari forradalom nem más, mint egy átfogó társadalmi, gazdasági és technológiai változás. Négy korszakát különböztethetjük meg, elsőként a textilipar, a kohászat és a bányászat fejlődését, majd a gépgyártás, autópipar, olajfinomítás és elektromos ipar következett. A harmadik korszakban a repülőgép- és autógyártás, az elektronika, a nukleáris energia, a biotechnológia és a környezetvédelem játszott szerepet, és a negyedik korszak az interneté. Az ipari forradalmaknak, a társadalmi forradalmakkal ellentétben, nincs eleje és vége, ugyanakkor átfednek egymáson. Ma a negyedik ipari forradalom kezdetén vagyunk, de hogy ez mikor kezdődött pontosan, azt majd a történelem dönti el. A mai középiskolások ebben a forradalomban fognak felnőni, ők a Z-generáció tagjai. Jellemző rájuk, hogy nem tudnak okos eszközök és internet nélkül élni, vagyis nem mások, mint „digitális bennszülöttek”, továbbfejlesztve az IPAR 4.0 forradalmárjai. A szülők, nagyszülők pedig a „digitális bevándorlók”. Az ipari forradalmak nemcsak a termelésre, gyártásra voltak hatással, hanem a mindennapi életünkre is. Ma pedig elmondható, hogy az interneten keresztül minden mindennel össze van kötve, a telefonok, a számítógépek, a gyártósorok, a berendezések, egyáltalán a dolgok. Ezért is mondható az, hogy a Dolgok Internete áll a középpontban az IPAR 4.0 esetében.



Dr. Czigány Tibor: Ma a negyedik ipari forradalom kezdetén vagyunk, a hallgatóság, vagyis a mai középiskolások már ebben a forradalomban fog felnőni.

Az anyagoknak és a gyártástechnológiáknak, kiemelten a műanyagoknak és a polimereknek köszönhető, hogy ilyen fejlettségi szinten van ma például a telefonálás, a gyógyászat, a közlekedés, az energetika és a hétköznapi tárgyak használata is.

De hol tart ma a magyar műanyagipar? *Czigány professzor* szerint, a magyar műanyagipar az egyik leginnovatívabb ágazat. Csak néhány elmúlt évbéli fejlesztést említve: a *Modulo busz*, amely teljes mértékben műanyagból készült és Budapesten közlekedik; a *Spirit of Hungary*, *Fa Nándor* hajója; a *Magnus*



Dr. Charaf Hassan Az okos eszközök és az internet forradalma című előadásában elmondta: az IPAR 4.0 alapja a mérünk-gondolkodunk-beavatkozunk hármas.

Siemens repülőgép, az első a világon, amely teljesen elektronikus; vagy a szénszál-erősítésű *Bogányi-zongora*. Az, hogy ma itt tartunk, ez többek közt az új anyagoknak és technológiáknak, benne a műanyagoknak köszönhető.

Charaf Hassan professzor (BME VILLAMOSMÉRNÖKI ÉS INFORMATIKAI KAR) előadásából, melynek címe „Az okos eszközök és az internet forradalma” volt, megtudhatták az érdeklődők, hogy mire képesek az okos eszközök, mit hoz a jövő, meddig okosíthatjuk ezeket az eszközöket. Az előadás elején a professzor beszélt az *EventScreen* applikációról, melyet erre a rendezvényre fejlesztettek, és amelyen keresztül a közönség az előadás alatt szavazhatott a feltett kérdésekre.

A mai generációt wifi és internet nélkül nem lehet elképzelni. Jelenleg a világon az egy nap alatt eladott mobiltelefonok száma több mint 5 millió, az internet felhasználók száma közel 4 milliárd, naponként 215 milliárd e-mailt küldenek és a Google keresések száma pedig 5 milliárd. 1995-re érték el az 1 milliárdos PC, 2005-re az 1 milliárdos mobiltelefon, míg 2015-re az 1 milliárdos viselhető eszköz eladást. A mobil adatforgalom a 2000-es év teljes forgalmának a 650-szerese. A várható trendek közül a professzor a következőket említette: a mobil eszközök képessége nőni fog; a felhőszolgáltatások erősödnek; a Dolgok Internete (Internet of Things, IoT) előretörése; a sok adat (Big Data) biztonság fontossága; az IPAR 4.0, vagyis a digitalizáció, a viselhető eszközök gyors elterjedése, valamint a mesterséges intelligencia továbbfejlődése. Az IPAR 4.0 alapja a mérünk-gondolkodunk-beavatkozunk hármasság.

A korábban említett eszközök egyrészt nagyon sok komponensből állnak, másrészt ezeknek az elemeknek a többsége műanyagból van. Az okos eszközök egyik fontos jellemzője, hogy számos funkciót látnak el (játék, tanulás, zenehallgatás, videójáték stb.). Az eszközökben „dolgozó” szoftvereknek két értéke van, az úgynevezett másodlagos értéke a viselkedése, a hibamentes működése, az elsődleges értéke pedig, hogy tudjon reagálni a változásra, tudja jól kezelni a változást. A szoftvermérnök feladata elsődlegesen a tervezés, majd pedig a minél gyorsabb mechanikus munka, vagyis a program megírása. De nem csak ennek van jelentősége az eszközöknél, hanem a felhasználói felületnek, az ergonómiának is. A várhatóan 2022-re elterjedő 5G-s mobilkommunikációs adatszolgáltatás szinte valós idejű gyorsaságát – többek között – a gyártásban, a gyártósoroknál fogjuk élvezni. Ez a valós időben történő vezérlésről, irányításról, megbízhatóságról és biztonságról szól.

Charaf Hassan professzor összefoglalásként elmondta, hogy a mérnöki szakma szép és gyorsan fejlődik, nagy igény van a mérnökökre, ezért érdemes tanulni, a természettudományos tárgyak ismerete pedig alapfeltétel.

Stépán Gábor akadémikus (BME GÉPÉSZMÉRNÖKI KAR, MŰSZAKI MECHANIKAI TANSZÉK) a gyógyítás forradalmáról, az



Dr. Stépán Gábor: A gyógyítás forradalmát jelentő robotrendszerek, amelyek idős, agyvérvézéses emberek idegpályáit tréningezik, jórészt műanyagból készülnek.

ember-robot kapcsolatáról beszélt számos videobejátszás kíséretében. Idős, agyvérvézéses embereknél nagyon fontos például, hogy az agy idegpályáit próbálják újra tréningezni, ehhez szükség van gyógytornára, hogy bizonyos mozdulatokat ismétlgesenek velük. A gyógytornászoknak ez nagyon nehéz, fárasztó és komoly szaktudást igénylő munka. Ezt a munkát lehet helyettesíteni robotokkal, mert „türelmesek” és szép lassan ismétlik a folyamatokat. A gyógytornász robotok 6-tengelyesek (6 szabadsági fokkal rendelkező, 6-féle irányban mozgathatók). Kérdés, hogy két 6 szabadsági fokú robot kiváltja-e a gyógytornász két karját? Az emberi kezét 7 szabadsági fokkal lehet mozgatni, bonyolult mozgásokat az iparban 8 szabadsági fokú (8 motorral rendelkező) robotokkal is meg lehet már valósítani.

Az egyszerűbb robotkezek esetében 2 szabadsági fokú ujjakat használnak az iparban, ezekkel már különböző alakú dolgokat meg lehet fogni. Az emberi ujjnak 4 szabadsági foka van, de ebből egy, a felső ujjperc passzív, ezt közvetlenül nem lehet vezérelni. Kanadában a nemzetközi úrrállomáson való használatra 10 szabadsági fokú (9 passzív) robotkezet fejlesztettek ki, ennek egyetlen egy meghajtott tengelye van csak. Probléma viszont a robotkezek esetében a tapintás, az érintés, az érintési erő szabályozása. Itt az idő (reakcióidő) a fontos paraméter, ezt kell minél lejjebb szorítani. A késlekedő reakció instabilitáshoz vezet. Érintésnél, kézfogásnál a robotoknak is vannak reflexkései.

Stépán professzor az előadásának végén a BME GÉPÉSZMÉRNÖKI KARÁNAK a robotrendszerek területén elért eredményeit ismertette. Ezek közül kiemelte a *ReHaRob* gyógytornáztató rendszert és a *CosmoSys* kézfej és ujj tornáztatót. Ez utóbbival a mindennapi tevékenységek gyakorlása (például cipzár felhúzása, arctörés zsebkendővel, ivás pohárból,



Dr. Németh Balázs: Amikor egy önvezető járműnek döntenie kell, hogyan viselkedjen bizonyos közlekedési helyzetekben, akkor emberi gondolatok állnak mögötte.

telefonálás stb.) a cél. Ennek a rendszernek bizonyos részei már műanyagból készülnek.

„A közlekedés forradalma: önvezető autók” volt a címe dr. Németh Balázs tudományos főmunkatárs (MTA SZTAKI) előadásának. Elterjedt a járműiparban az a szállóige, hogy a következő öt évben a gépjárműipar többet fog fejlődni, mint amennyit az elmúlt 50 évben fejlődött. Az önvezető autók forradalmasítják a közlekedést, de vannak még megoldatlan kérdések. Az első elektromos jármű prototípusát 1888-ban készítette el a német *Andreas Flocken*. Így több mint 100 évnek kellett eltelnie, mire az elektromos jármű olyan formában vált forgalmazhatóvá, hogy az biztonságos, képes több száz kilométert megtenni és elérhető az ára. Mi a helyzet a hibrid járművekkkel? 1997-ben került az első igazán elterjedt hibrid jármű (itt az elektromos és belső égésű motor együttműködésére kell gondolni) a piacra. *Ferdinand Porsche* nevéhez kötődik az első hibrid koncepció autó létrehozása 1901-ben.

Az önvezető járművekről első ízben 1950-ben jelent meg tudományos publikáció az USA-ban. Az autonóm (önvezető) járműfunkciók fejlesztésekor sok fázison kell túljutni egy fejlesztőmérnöknek, aki a jó megoldásokat keresi. Az első, ami a legfontosabb a fejlesztés során, hogy szimulációban igyekeznek ezeket vizsgálni. Teszt környezetben, számítógépen vizsgálnak algoritmusokat. A következő lépés, hogy egy kísérleti járműben, hardver-in-the-loop

környezetben vizsgálják a különböző szabályozó algoritmusokat, például sávkövetésre, sávtartásokra, sávváltásokra való alkalmasság. A jármű még áll ebben a fázisban, de a környezetet már igyekeznek teljesen valóságossá tenni. Használják a jármű kormányrendszerét, fékrendszerét és szimuláción futtatják mindazt, ami körülötte van. A harmadik fázis a tesztpálya, ahol már nem nyúlnak semmihez, az autó megy magától a beprogramozás szerint.

Az önvezető autók tervezése felvet egy sor nem műszaki kérdést is. Az előadó ezzel kapcsolatban tett egy furcsa megjegyzést, miszerint az önvezető autókat is emberek vezetik, de nem a hagyományos módon. Az emberek vezetik a gondolataik által úgy, hogy programokat, rendszereket készítenek, amelyek a reményeik szerint a saját elképzeléseiknek megfelelően fognak működni. Amikor egy autonóm, önvezető járműnek döntenie kell a felől, hogy hogyan viselkedjen bizonyos közlekedési helyzetekben, akkor emberi gondolatok állnak mögötte, hogy mi is a helyes döntés. Megállapítható, hogy az önvezetés több az autózásnál, több annál, mint hogy elmegyünk A-ból B-be, mert megoldatlan kérdések vannak még, amelyek sokféle komplex ismereteket igényelnek és kihatnak a környe-

zetre. Az önvezető autózás túlmutat önmagán, túlmutat konkrét műszaki kérdéseken, hogy a közlekedésben megtalálják a megfelelő harmóniát. A jó megoldás tehát harmóniát teremt, erre kell törekedni.

Dr. Kovács József Gábor (BME GÉPÉSZMÉRNÖKI KAR, POLIMERTECHNIKA TANSZÉK) „Polimerek 4.0 – Műanyag termékek



Dr. Kovács József Gábor: Mi emberek sokkal közelebb állunk a polimerekhez, mint bármi máshoz, egy speciális poliamid több mint 90%-ban hasonló a DNS lánchoz.

gyártásának forradalma: Prototípustól a késztermékekig” című előadásában számos példán és videóbejátszáson keresztül a műanyagokról és a műanyagok gyártástechnológiájáról beszélt, visszautalva a korábbi prezentációkra, a mobiltelefonokra, a robotokra és a járművekre. Ez utóbbiaknál fontos kérdés, hogyan választhatjuk szét a prototípusgyártást a szériagyártástól. Számtalan kérdés megválaszolása esetén nem akarjuk magát a terméket előállítani egyből, hanem olyan modelleket hozunk létre, amelyeken vizsgálatokat lehet végezni, például áramlástani vizsgálatokat 3D nyomtatással készült modellen. De ma már eljutott a világ odáig, hogy nem feltétlenül kell ezeket a modelleket a valóságban legyártani, hanem a virtuális valóságban ugyanazokat az áramlástani vizsgálatokat lehet elvégezni, és ezekkel az idealizált állapotokkal tudjuk a szériagyártást megkezdeni.

A felhasznált anyagcsoportokkal kapcsolatban az előadó megemlítette a fémeket, a kerámiákat és a polimereket. Az emberek, mi magunk sokkal közelebb állunk a polimerekhez, mint bármi máshoz a világon. Egy speciális poliamid például több mint 90%-ban hasonló lehet a DNS lánchoz, ami meglepő, de a szerkezetét tekintve lehetővé teszi olyan implantátumok előállítását, amelyek az emberi szervezethez sokkal hasonlóbb viselkedést tesznek lehetővé, mint a fémek vagy a kerámiák. Alapvetően azonban a „legsuperebb” anyagokat ezeknek a kombinációjából tudjuk létrehozni, ezek a kompozitok.

A forradalmakról, korszakokról beszélve Kovács docens felvette a kérdést, hol is jöttek képbe azok az anyagok, amelyek ennyire előrelendítették a fejlődésünket. Az első ipari forradalomban megjelent az öntöttvas, amely elősegítette a gépgyártás fejlődését, valamint a gumi. Az első igazi polimeres fejlesztés a Hyatt fivéreknek köszönhető, akik az elefántcsontból készült biliárdgolyókat celluloidból készült golyókkal helyettesítették a 1880-as évek végén. A második ipari forradalomban megjelent az acél, de a fémek árnyékában már a mesterséges polimerek is, és ezek közül az első valamire való polimer a bakelit. Ez a terület nagyon gyorsan fejlődésnek indult, megjelent a polisztirol, a poliamid. Jött a harmadik ipari forradalom, az automatizálás korszaka, amely egy kicsit megváltoztatta a fejlődés struktúráját. Az acélok helyett megjelentek a szuperötvözetek, speciális fémek, fémhabok, könnyűszerkezetek, amelyek életre hívták a polimer kompozitokat.

Az első szériagyártási technológia az 1940–50-es években

INNOVÁCIÓS DÍJ A HAZAI MŰANYAGIPAR KIVÁLÓSÁGAINAK

Az INNOVÁCIÓS DÍJAT a MAGYAR MŰANYAGIPARI SZÖVETSÉG 2013-ban azzal a céllal alapította, hogy elismerje a hazai műanyagipar legkiválóbb szakembereit, azokat, akik a legtöbbet tették a magyarországi műanyagipar fejlődéséért. A díjat az MMSZ elnöksége minden évben egyszer adományozza, hagyományosan decemberben, Az ember alkotta anyag – a XXI. század anyaga elnevezésű konferencián, a MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA dísztermében.

A díj egyedi tervezésű molekulaláncot ábrázoló kispasztika, stílszerűen 3D nyomtatással, biopolimerből készült. A díjjal pénzjutalom is jár.

Eddigi díjazottak:

2013. Prof. dr. Czvikovszky Tibor, a BME Gépészmérnöki kar Polimertechnika és Textiltechnológia Tanszékének egyetemi tanára – kiemelkedő oktatási és iskolateremtő munkásságáért.

2014. Dr. Fehér Erzsébet, a Pannonplast Műanyagipari Vállalat egykori vezérigazgatója – a műanyagipar hazai felvirágoztatásáért.

2015. Dr. Macskási Levente vegyészmérnök, szakújságíró - a Műanyag és Gumi műanyagipari szaklap főszerkesztői tevékenységéért, valamint kiváló szakírói munkásságáért.

2016. Prof. dr. Karger-Kocsis József, a BME Polimertechnika Tanszékének professzora – nemzetközileg is híres tudományos, innovációs és feltalálói tevékenységéért.

2017. Prof. dr. Pukánszky Béla akadémikus, a BME Fizikai Kémia és Anyagtudományi Tanszékének egyetemi tanára, korábbi tanszékvezetője – azon munkásságáért, amellyel jelentősen hozzájárult a polimerek mélyebb megértéséhez és amellyel elősegítette az egyetemes műanyagipar fejlődését.

a fröccsöntés volt. 1956-ban alkották meg azt a fröccsöntő gépet, ami a mai napig az alapját képezi ezeknek a berendezéseknek. Ezekkel tudjuk ma a legtöbb sorozatgyártott terméket előállítani. A másik oldal a prototípusgyártás, amikor egyedi termékekre van szükség. Az 1987-es detroiti autókiallításon mutatták be az első ilyen berendezést. Az első automata gyártósort Henry Ford alkotta meg a Ford T modellhez, de itt még nagyon sok kézzel végzett munka volt. Elérkeztünk a negyedik ipari forradalomhoz, amelynek talán legfontosabb elemei a kibernetikai rendszerek. Ez utóbbiban már egy virtuális világba tükrözött gyárunk van, és ami a virtuális valóságban ideálisan működik azt visszatükrözzük a valóságba, és veszteségmentesen, késleltetésmentesen ideális gyártást tudunk megvalósítani. Ez lesz a nagy előnye ennek a negyedik ipari forradalomnak. Illetve még az egyedi tömegtermelés, mert annak ellenére, hogy sorozatgyártásról van szó, az okos gyáraknak köszönhetően, mégis az egyedi igényeknek megfelelően kialakított termékeket lehet előállítani. Ehhez az szükséges, hogy minden információt begyűjtsünk, ezeket az információkat feldolgozva pedig ideális állapotot tudjunk teremteni a gyártáshoz.

A konferencia végén Hajdárné Molnár Elvira, az MMSZ elnöke és Demjén Zoltán, az MMSZ alelnöke adta át a műanyagipar fejlődéséért legtöbbet tett szakemberek számára alapított INNOVÁCIÓS DÍJ-at Pukánszky Béla professzor úrnak. Ez volt az ötödik alkalom, hogy a szakma kiváló képviselőjének ezzel a különleges, 3D nyomtatással készült szoborral köszönték meg az érdemeit.

Szöveg: Dr. Lehoczki László

Fotó: Másképpfotó

A tudományban nincsenek kompromisszumok

– vallja az idei Innovációs Díjas Pukánszky Béla professzor

A szerves kémia miniatűr reakciói nem kötötték le érdeklődését, ennek köszönhetjük, hogy a polimerek mélyebb megértését, az egyetemes műanyagipar fejlődésének előmozdítását választotta életfeladatának. Pukánszky Béla professzor ezért a több évtizedes munkásságáért kapta idén a Magyar Műanyagipari Szövetség Innovációs Díját. Vele beszélgettünk az ünnepség után több más mellett az apai indíttatásról, ami a kezdeti szakmai támogatást követően '56-os kiállása miatt az akkor egyetemista fia káderlapján a „zavarosfejű” jellemzést eredményezte, de szó esett arról is, hogy amerikai ösztöndíjas időszakában gyermeke születése akadályozta meg abban, hogy az Újvilágba szakadva kamatoztassa tovább tudását. Eredményesebb lenne, ha a hazai kutatók munkáját más metódussal támogatná az állam, mutatott rá a több szabadalmat jegyző professzor, aki azt is hozzátette, hogy nem bánt meg semmit életében, mert szabad ember maradhatott. Végezetül beszélt arról is, hogy díjaira úgy tekint, mint útjelzőkre, amelyek a helyes úton tartják, az igazi inspirációt a fiatalokkal közös munka jelenti számára.

– A hatvanas évek végén kezdte meg tanulmányait a BUDAPESTI MŰSZAKI EGYETEM VEGYÉSZMÉRNÖKI KARÁN, akkor még szerves kémiával foglalkozott. Nem sokkal ezután talált rá a műanyagra és örökre elkötelezte magát mellette. Mennyire lehetett akkor azt tudni, hogy az az anyag, amit tanulmányai középpontjába állít, az iparban néhány évtized múlva forradalmat teremt?

– Valóban a SZERVES LABORBAN végeztem TDK munkát, és állítólag jó érzékem volt hozzá, de valamiért mégsem voltam teljesen boldog. Nem a szerves kémiával volt gondom, hanem a miniatűr reakciókkal, amelyeknek az eredményét alig láttam. Amikor elmentem a MŰANYAG TANSZÉKRE, fogalmam sem volt semmiről a műanyagok jövőjére, vagy akár az akkori jelenére vonatkozóan, csak váltani akartam. Apám akkor a műanyagiparban dolgozott és voltak ismerősei a tanszéken is, így beajánlott. *Mondvai Imrénél* kezdtem MFI mérésekkel, de ez sem nyugtázott le, így végül *Molnár Imrénél* kötöttem ki. Nem bántam meg. Nagyon sokat tudott a műanyagokról és rendkívül lelkes volt, sokat tanultam tőle. A forradalom egyébként folyamatos volt, még akkor is, ha időnként vannak felfújott témák és területek, és persze szükség-szerű. A műanyagokkal sok területen nem lehet versenyezni, mert olcsók, feldolgozásuk termelékeny és teljesítményük jó, esetenként kiemelkedő.

– Ezek szerint családi indíttatás volt ebben a döntésben?

– A fentiekből egyértelműen kiderült, hogy volt, legalábbis abban, hogy apám segített megteremteni a kapcsolatot. Minden más ebből következett. Amikor találkoztunk sokat

beszéltünk szakmai kérdésekről. Tőle is sokat tanultam és első témám, a csúsztatók vizsgálata, tőle származott. Egy időben együtt is dolgoztunk. Büszke vagyok, hogy az apámmal és a fiammal is van közös publikációm.

– Nemrég egy oldtimer autók gyűjtőjével beszélgettem, aki akkor újított fel egy hatvanas években készült Moszkvicsot. Mutatta az alkatrészeket, szinte valamennyi szerves anyagot is tartalmazó műanyag elem az évtizedek alatt elmállott. Ön kutatóként kísérte végig azt az időszakot, ami alatt a szétmállós műanyagból intelligens műszaki anyag vált. Ez beláthatatlanul nagy minőségi ugrás. Mik voltak ennek a folyamatnak a legnagyobb kihívásai?

– Ez azért nem biztos, hogy pontosan így van. Azokban az autókban az elektromos alkatrészek bakelitből készültek, azok még most is teljesen jók. Viszont a többi tényleg gyorsan



Hajdárné Molnár Elvira, az MMSZ elnöke és Demjén Zoltán alelnök idén Pukánszky Béla professzornak köszönte meg eddigi munkásságát. A Magyar Műanyagipari Szövetség díját azok kapják, akik a legtöbbet teszik a műanyagipar fejlődéséért.

tönkrement. Valóban sokat változott a helyzet, abban azonban nem vagyok teljesen biztos, hogy ugrásról beszélhetünk, a változás folyamatos volt. Nem véletlen, hogy akkor, amikor kezdtem a kutatás egyik legfontosabb területe a polimerek degradációja és stabilizálása volt. Művelték a tanszéken, de az MTA KKKI-ban is, és persze szerte a világon. Számos kutatócsoport foglalkozott a kérdéssel, cikkek tömege és számos könyv jelent meg. Ma már csak néhány csoport foglalkozik a hagyományos tömegműanyagok (PE, PP, PVC, PS) degradációjával és stabilizálásával, a súlypontok teljesen eltolódtak a nano, a bio, az orvosi, a funkcionális és általában a különleges felé. A folyamatnak két hajtóereje volt. Az ipar jobb anyagokkal akart dolgozni, a kutatás pedig több pénzt szeretett volna kapni. Mivel az utóbbi ma már többnyire a politikusoktól függ, a zengzetes, „népszerű” témák kerültek előtérbe.

– Pályája kezdetén, a '80-as évek legelején kapott egy amerikai ösztöndíjat, az akroni egyetem vendégkutatójaként dolgozhatott. Úgy tartják, hogy minden kutatónak szüksége van arra, hogy más levegőt is szippantson. Mit adott ez hozzá az Ön pályájához?

– Teljesen egyetértek, egy fiatal kutatónak, sőt talán minden fiatalnak érdemes egy kis időt eltölteni külföldön. Megismer más szemléletet, értékrendet, életstílust, sokat lehet belőle tanulni. Persze nem mindenkinek egyformán hasznos vagy eredményes. Egy évfolyamtársam szintén Akronban volt, de nem szerette, én nagyon élveztem. Szakmailag nem sokat adott, mivel egész mást csináltam, mint a környezetem, sőt a témát is nekem kellett megtalálnom, de egyébként nagyon jó volt. És segített a saját lábamra állni. Része volt a folyamatnak, ami ahhoz a felismeréshez vezetett, hogy a saját döntéseimet nekem kell meghozni és nekem kell irányítanom a saját sorsomat.

– Mennyire volt meg Önben akkor a kísértés, hogy munkájához egy magasabb színvonalat biztosító egyetemen maradjon?

– Természetesen eszembe jutott. Nem volt túl sok pozitív tapasztalatom itthon. Apám '56 után börtönben volt egy ideig és az én adatlapomon is rajta volt, hogy reakciós családból származom. Az egyetem egyik illusztris oktatója, a párt képviselője zavarosfejűnek titulált és nem mehettem külföldre nyári termelési gyakorlatra, még szocialista országba sem. A rendszert idiótának tartottam és nagyon zavart, hogy a hatékonysága minimális volt. Nem mintha a hatékonyság azóta sokat növekedett volna. Egy ok miatt azonban mindenképp haza kellett jönnöm, az amerikai tartózkodásom alatt született meg fiam, és a feleségemet ugyan kiengedték hozzám, de őt nem. Semmilyen szempontból nem bánom, hogy így történt, én szabhattam meg a kutatásaim irányát és az egységeim működését. Végül is szabad ember lettem.

– Hogyan fogadta, amikor visszahívták a BME-re, majd rövid időn belül Önre bízták a MŰANYAG- ÉS GUMIIPARI TANSZÉK vezetését? Átszervezésre, szemléletváltásra volt szükség?

– Azért hívtak az egyetemre, hogy átvegyem a vezetést. Egyrészt némileg meglepődtem, másrészt megtisztelőnek találtam. Persze némiképp levont a megtiszteltetés értékéből, hogy én csak pótlék voltam, először Karger professzort kérték fel a feladatra, de ő családi okokból nem tudta vállalni. És igen, átszervezésre és szemléletváltásra volt szükség. A kar akkori dékánja, Gál Sándor, rendkívül széleslátókörű, aktív ember volt, nagyon jó szervező. Sajnálatos módon a MŰANYAG TANSZÉK akkortájt nem volt éppen a Kar legerősebb tanszéke. A létszám nagy volt, a teljesítmény kicsi. Elég sok mindent megváltoztattam, de talán elsősorban a szemléletet, és a tanszék éveken keresztül a kar egyik legjobban teljesítő, stabilan működő tanszékévé vált.

– Mennyire tudta összehozni az alapkutatást az ipari alkalmazással? Mennyire volt erre abban az időben igény? A nagy szocialista gyáróriások mennyire támaszkodtak akkor az egyetemeken folyó kutatásokra? Gondolom nem volt véletlen, hogy abban az időben Ön is tagja volt a TISZAI VEGYI KOMBINÁT igazgatótanácsának?

– Érdekes felvetés, ami sok különböző, egymástól majdnem független kérdést tartalmaz. Ipari kutatóintézetben kezdtem dolgozni, a SZERVES VEGYIPARI KUTATÓ INTÉZETBEN, és kezdettől fogva dolgoztam ipari témákon is. Az alapkutatás ott nem volt igény, de engem hajtott a kíváncsiság és megengedték, hogy csináljam. Később a KKKI-ban, már elsősorban alapkutatást kellett volna végeznem, de voltak ipari témák is. Később kiderült, hogy számomra nagyon fontos a gyakorlati kapcsolódás, az eredmények esetleges hasznosíthatósága még akkor is, ha alapkutatást végzünk. A legtöbb tudományos témám ipari megbízásból nőtt ki, a keverékek és kompozitok (TVK), határfelületi kölcsönhatások (TVK), degradáció és stabilizálás (SANDOZ, CLARIANT, TVK), kristályos polimerek, göcképzés (CLARIANT, BOREALIS) és sorolhatnám. Nem is nagyon értem azokat a kutatókat, akik egész életükben nagyon tudományos problémákon dolgoznak és fogalmuk sincs az ipari valóságról. Azt meg kifejezetten viccesnek tartom, amikor lenéznek azokat, akik bármit tesznek, aminek gyakorlati haszna van. Azt viszont, hogy a nagy szocialista gyáróriások mennyire támaszkodtak az egyetemi kutatásokra, azt nem tudom. Megbízásokat adtak, de a MŰSZAKI FEJLESZTÉSI ALAPOT el kellett költeni. Az, hogy az eredmények mennyire hasznosultak, más kérdés. Általában nem nagyon, persze tisztelet a kivételnek. Az, hogy a TVK igazgatótanácsának tagja lettem valóban nem volt véletlen. Akkoriban Molnár Károly, a BME későbbi rektora, volt a tanács elnöke és kért egy embert Gál Sándortól. Ő engem javasolt, az okát nem tudom. Remélem szakmai érdemeim miatt. Egyébként nem sokáig voltam a tanács tagja és nem nagyon hallgatták meg a javaslataimat.

– Mi a helyzet most? A kormány célul tűzte ki a hazai kutatás-fejlesztés támogatását. A multinacionális cégeknél jól érzékelhetően az anyacégtől érkezik a kreatív tudásbázis. Ön hogyan tapasztalja, mit tud a hazai kutató hozzáadni a magyar gazdaság fejlődéséhez?

Dr. Pukánszky Béla életútja

Okleveles vegyészmérnök, a BME VEGYÉSZMÉRNÖKI KAR FIZIKAI KÉMIA ÉS ANYAGTUDOMÁNYI TANSZÉKÉNEK volt tanszékvezetője, jelenleg is a tanszék aktív munkatársa. A MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA rendes tagja.

Pukánszky Béla 1950. augusztus 25-én született Debrecenben. A BME VEGYÉSZMÉRNÖKI KARÁN végzett 1973-ban, műanyag-feldolgozó és alkalmazástechnikai szakmérnöki oklevelet 1978-ban szerzett, 1977-ben műszaki doktori címet, 1988-ban PhD fokozatot. 1988-tól a kémiai tudomány kandidátusa az MTA-n, 1994-től doktora. 2004-től az MTA tagja.

A SZERVES VEGYIPARI KUTATÓ INTÉZETBEN dolgozott 1973-tól 1978-ig kutatómérnökként, ezt követően az MTA KKKI MAKROMOLEKULÁRIS KÉMIAI OSZTÁLY POLIMERDEGRADÁCIÓS CSOPORT tudományos munkatársaként, majd csoportvezetőjeként 1993-ig. 1980-ban egyéves vendégkutatói ösztöndíjat kapott az Akroni Egyetemre. 1993-ban kinevezték az MTA KÉMIAI INTÉZET POLIMER FIZIKAI-KÉMIAI OSZTÁLYÁNAK vezetőjévé. 1995-től a TISZAI VEGYI KOMBINÁT igazgatótanácsának tagja. 1993-ban meghívást kapott a BUDAPESTI MŰSZAKI EGYETEM MŰANYAG- ÉS GUMIPARI TANSZÉKÉRE, amelyet 1994-től vezetett. A VEGYÉSZMÉRNÖKI KART érintő átalakulás során a TANSZÉK az irányítása alatt egyesült a FIZIKAI KÉMIA TANSZÉKKEL és 2008-tól, mint MŰANYAG- ÉS GUMIPARI LABORATÓRIUM működött tovább az egyesített FIZIKAI KÉMIA ÉS ANYAGTUDOMÁNYI TANSZÉK keretein belül: a laboratóriumot és a tanszéket 2015-ig vezette.

Mintegy 370 tudományos publikációt, könyvfejezetet és több szabadalmat készített. A független idézetei száma közel 5000, h-indexe 44.

Főbb kutatási területei: Határfelületi kölcsönhatások heterogén polimer rendszerekben. Természetes és biodegradálható polimerek. Polimerek gyógyászati felhasználása, katéterek, vázanyagok. Polimerek degradációja és stabilizálása, természetes antioxidánsok. Kristályos polimerek morfológiája, olvadás, kristályosodás, gócképzés.

Tudományos közéleti tevékenysége: az MTA BOLYAI ÖSZTÖNDÍJ 7. SZ. SZAKÉRTŐI KOLLÉGIUMÁNAK tagja, majd elnöke (1999), a DE TTK HABILITÁCIÓS BIZOTTSÁGÁNAK tagja (2002), a COMPOSITE INTERFACES folyóirat európai szerkesztője (2008), az EUROPEAN POLYMER JOURNAL folyóirat szerkesztői tanácsadó testületének tagja (2008), az MTA SZERVETLEN KÉMIAI ÉS ANYAGTUDOMÁNYI BIZOTTSÁGÁNAK elnöke, most tagja (2011), az MTA TTK KUTTA elnöke (2012).

Nemzetközi konferenciák bizottsági tagja, meghívott előadója és szervezője. Az általa szervezett konferenciák közül kiemelkedik a hazánkban megrendezett BIOPOLIMEREK ÉS KOMPOZITOK NEMZETKÖZI KONFERENCIA, amelyet 2018-ban negyedszer rendeznek meg.

Eddig 20 PhD hallgatója végzett sikeresen.

Fontosabb kitüntetései: CSONKA LAJOS DÍJ (1977), BME VEGYÉSZMÉRNÖKI KAR, CSÚRÖS ZOLTÁN DÍJ (1997), SZÉCHENYI PROFESSZORI ÖSZTÖNDÍJ (1997-2001), EDWIN P. PLUEDDEMAN AWARD FOR EXCELLENCE IN INTERFACE SCIENCE (2003), SZENT-GYÖRGYI ALBERT DÍJ (2008), SZILÁRD LEÓ PROFESSZORI ÖSZTÖNDÍJ (2010), OTDT MESTERTANÁRI KITÜNTETÉS (2013), MAGYAR ÉRDEMREND KÖZÉPKERESZT (2015), MMSZ INNOVÁCIÓS DÍJ (2017).



– Lehet, hogy a kormány célul tűzte ki a támogatást, de én nem nagyon veszem észre. Először is a retorika és az általam tapasztalt valóság között akkora a különbség, hogy az elsőt már meg sem hallom. Azután létrehozták a NKFIH-t, de nem látom, hogy jobban működne a rendszer, mint korábban. A kiírások késnek, az elbírálás még inkább, hatalmas projekteket írnak ki, amelyek odaítélése kétséges. Amikor egy útépitő vállalat agykutatásra kap kutatási megbízást, felmerülnek az emberben kérdések. Ha véletlenül elnyerünk egy támogatást, akkor sem jobb a helyzet, a korlátok és a bürokrácia olyan mértékű, hogy gyakorlatilag lehetetlen dolgozni. Amikor egy konferencia részvételi díjra három árajánlatot kell kérni, független cégektől, akkor szintén elgondolkodik az ember, hiszen csak egy rendező van. Viszont így minden drágább és komplikáltabb lesz. Az is valami. Úgy gondolom, hogy drasztikus változtatásokra lenne szükség. Vissza kellene állítani az INNOVÁCIÓS ALAPOT, amit a kormány magához vont, támogatni kellene a hazai kis- és középvállalatok fejlesztési tevékenységét, például 50-50%-os programokkal, ami egyébként külföldön létezik, és nem kellene úgy kezelni az egyetemeket és a kutatóhelyeket, mintha óvodák vagy minisztériumok lennének. Nem azok és a jelenlegi rendszer nem működik.

– Mind a mai napig járja a világot, nemzetközi konferenciákra hívják előadónaként. Milyen tisztelete van a világban a hazánkban folyó kutatómunkának? Felértékeljük magunkat, amikor azt gondoljuk, hogy a magyar tudomány világhírű? Változott ez az évek folyamán?

– Nem tudom, hogy helyes-e azt mondani, hogy magyar tudomány, de legalábbis durva általánosítás. Persze lehet statisztikákat készíteni és elhelyezni az országot a világ többi országa között. Ebben azért nem állunk olyan jól. A kutatási ráfordítások messze elmaradnak a vezető országokétól és az eredmények sem kiemelkedők. Gyakran hallom, hogy Magyarország jól szerepel a régió országai között, de ezzel kapcsolatban is vannak kétségeim. Azért sem helyes az általánosítás, mert az egyes kutatási területek nagyon különböznek



Az egykori tanítvány, dr. Demjén Zoltán adta át Pukánszky Béla professzornak azt a különleges, 3D nyomtatással készült szobrot, amellyel az MMSZ díjazza a szakma kiválóságait.

egymástól, mindenképp nehéz összehasonlítani őket. Viszont vannak magyar kutatók, akik nemzetközileg is nagyon jól vagy kiemelkedően teljesítenek, tehát a világhír kutatófüggő. Ezeket a kutatókat egyébként tisztelik és becsülik. Sajnos a polimerek, műanyagok területén kevés a kiemelkedő kutató. Ennek egyik oka, hogy a támogatás lényegesen kisebb, mint mondjuk a gyógyszeriparban, aminek a lobbitevékenysége is sokkal jobb, mint a miénk. Kellene tenni valamit. A másik, hogy azért ma a műanyagipar többnyire beszállítói iparág, sok külföldi tulajdonossal, és végül a hagyományok sem támogatják a kutatást, még ami korábban volt, az is elhalt. Ezen is jó lenne változtatni.

– Több kutatási területe is van – lehet ezeket rangsorolni?

– Nem, a rangsorolásnak nincs értelme. Mindig az a legfontosabb, amiben jó eredmények születnek és ez megjósolhatatlan. Jelenleg a kedvenc témáim a lignin és a biopolimerek, illetve a biopolimerek orvosi alkalmazása, mert ezekben látom a jövőt. A lignin izgalmas kihívás, nagyon nehéz valami igazán jót csinálni. De foglalkozom más témákkal is, jó eredményeket értünk el a természetes antioxidánsok területén és továbbra is foglalkozunk kompozitokkal. Több egyéb témában is kikérik néha a tanácsomat.

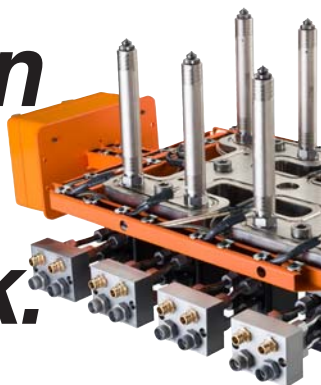
– Kutatásainak fontos területe a környezetvédelem. Összefüggésben van ez azzal, hogy a közvélekedés az egyik legnagyobb környezetszennyezőnek tartja a műanyagot? Hogy a műanyagról azt tartják, az egyik leghasznosabb és egyben a legkárosabb találmány?

– Nem igazán foglalkozok környezetvédelemmel, hacsak a természetes, és biopolimereket nem számítjuk ide. Persze ezek nagyon fontosak a környezetvédelem szempontjából is. A környezetvédelem viszont logisztikai, politikai és pénzügyi kérdés. Ezekben kell rendet tenni és már meg is oldódott a probléma. Korlátozott információval rendelkező politikusok és környezetvédők terjesztik azt a tévhitet, hogy a műanyag a legnagyobb környezetszennyező és károsabb, mint a többi anyag. Az én ismereteim szerint pontosan olyan káros, mint a többi, semmivel sem károsabb.

– Legendát teremtett munkatársai és egykori hallgatói körében farsangi bulijaival. Amikor önről kérdeztem őket, az első emlékek között idéződték fel ezek a hagyományos találkozók, amikor akár ötvenen is szorongtak és beszélgettek a maga konyhájában. Úgy tartják önről, hogy nem egy könyvtára mélyére húzódoó elvont tudós, aki elvonulva alkotja meg elméleteit, hanem aki tudja élvezni az életet. Ön szerint közösségben vagy egyedül lehet hatékonyabban alkotni?

– Örülök, hogy pozitív emlékeket hagytak ezek a bulik a fiatalokban. Ez volt a cél. Szakmailag a legtöbbet Varga József professzor úrtól tanultam, aki többek között azt is mondta, hogy aki nem tud kikapcsolódni, szórakozni, az nem tud dolgozni sem. Egyetértek vele. Az életet igyekszem élvezni, de nem mindig sikerül. Túl lelkiismeretes vagyok és nehezen kapcsolok ki, de ez az én hibám. Ami viszont az egyéni vagy

Beszerezésre teljesen kész vagyok.



H4016/... csavarozott forrócsatorna rendszer

- egyedi tervezésű és kialakítású
- beszerelésre kész és elektromosan bekötött
- egyszerű be- és kiszerelés
- könnyen karbantartható
- tömített a csavarozott Vario Shot® fúvóka révén
- ellenőrzött

www.hasco.com

HASCO®

Ermöglichen mit System.

közösségi alkotást illeti, az nem kérdés. Egyrészt a vizsgálati módszerek fejlődése olyan mértékű, hogy az esetek többségében külső segítség kell a mérések elvégzéséhez. Egyre gyakrabban alkalmazzuk a számításhoz kémiát is, de ahhoz sem értünk. Végül pedig a már említett és egyre növekvő bürokrácia és adminisztrációs kényszer lehetetlenné teszi, hogy egyetlen ember bármilyen problémát önállóan megoldjon, azt meg végképp, hogy eredményes kutatást végezzen.

- Azt is tartják magáról tanítványai, hogy rendkívül szigorú, aki a tudományban nem ismer kompromisszumot. Szókimondó, a hibákat nem körülíró ember, viszont aki hagyja azt is, hogy diákjai saját hibáikból tanuljanak, mert - ahogy vallja - minden hibában benne lehet az új felfedezés lehetősége.

- Ez valószínűleg így van. A tudományban valóban nincsenek kompromisszumok, a tényeket nehéz megkerülni, sőt gyakran értelmezni is. És ha kompromisszumokat köt az ember, az értelmezés már reménytelen. A rossz eredmény is eredmény, tudomásul kell venni és azt kell keresni, hogy mi az oka. Vagy elrontottunk valamit, vagy létezik egy tényező, amit figyelmen kívül hagyunk. Mindkettő fontos és az ok felismerése a megoldáshoz vezethet. A szókimondás egy más kérdés. Elég korán rájöttem, hogy az emberek többsége mismásol, politizál, kerülgeti a kását, ami gyakran félreértésekhez vezet, de a problémák megoldását biztos nem segíti. Persze lehet, hogy megkíméltük valaki érzékenységét. Az, hogy egyenesen

megmondom a véleményem sokak számára szokatlan, mert nem ez az általános és sokan nem is szeretnek érte, de nekem hosszú távon bevált. Az emberek – még azok is, akik nem szeretnek – bíznak bennem és tudják, hogy amit mondok az úgy van. A hallgatók többsége megszokja, mert tudja, hogy hosszú távon ez számukra is előnyös. Persze nem mindenki. Az pedig, hogy engedem, hogy kibontakozzanak, természetes. Nekem is vannak hibás döntéseim, vagy feltételezéseim, amik később nem bizonyulnak helyesnek. És ahogy a kérdésben is szerepel, minden ötletben, akár hibásban is, benne van egy új felfedezés esélye.

- Két éve nyugdíjas, de a műanyagok tanszéknek továbbra is aktív tagja. El sem tud képzelni magának más életet, mint az oktatást és a kutatást?

- Nem vagyok nyugdíjas, teljes állásban dolgozok és még meg sem állapítottam a nyugdíjamat. Viszont nem vagyok már vezető, szerencsére minden vezetői pozícióm sikerült átadnom a fiataloknak. Úgy gondolom, hogy meg kell adni nekik az esélyt. Időnként, amikor elkeseredek, hogy nem mennek a dolgok, vagy hamar elfáradok, felmerül bennem, hogy nyugdíjba kellene menni, de sem a kollégáim, sem a feleségem nem nagyon engedik. És persze szeretem csinálni. Egyrészt nagyon izgalmas egy érdekes tudományos problémán dolgozni, különösen, ha sikerül megoldani, másrészt annál nem nagyon van jobb, mint tehetséges, kedves, ambiciózus fiatalok között élni és velük együtt dolgozni. Minden egyes új dolgozat nagy öröm számomra és a sikereiket a saját sikereimként élem meg.

- Min dolgozik most?

- Erre már egy korábbi kérdés kapcsán válaszoltam. A kedvenc témáim jelenleg a biopolimerek és a lignin, de igazából minden érdekes szakmai kérdés foglalkoztat. Számos feladatom van, mindig több, mint amit végre tudok hajtani és terveim is vannak. Évekkel ezelőtt megfogadtam, hogy új témába már nem vágok bele, azután persze felmerül valami és már benne is vagyunk nyakig.

- Sok-sok díja között most a Magyar Műanyagipari Szövetség Innovációs Díját kapta meg. Mennyire számítanak az ön életében mérőszámoknak a díjak? Mennyire inspirálják Önt a kitüntetések?

- Nehéz kérdés. A díjak fontosak, de nem igazán azok inspirálnak. A díjak a külvilág visszaigazolása arra, hogy talán nem haladok a legrosszabb irányba. Erre maximálisan szükség van és persze önbizalmat is ad, ami a mai világban szintén elengedhetetlen. Viszont én semmiképp nem a díjak miatt csinálom azt, amit csinállok. Sokkal nagyobb motiváció, hogy jól végezzem a munkámat, létrehozak valami újat, átadjak ismereteket a fiataloknak, segítsen az ipart, ha tudom. Ez és a közös munka a fiatalokkal legalább olyan fontos, ha nem fontosabb számomra, mint bármilyen díj.

Szöveg: J. Mező Éva

Fotó: Másképpfotó

Távoli tudományágak együttműködéséből születnek meghatározó nemzetközi eredmények

Falk György gépészmérnök a 3D-nyomtatás meghonosításáért kapott Gábor Dénes-díjat

Átadták a fizikai Nobel-díjas Gábor Dénesről elnevezett elismeréseket az Országházban. Idén 13 tudós, orvos és oktató, köztük három határon túli alkotó vehetett át elismerést. Az országgyűlés elnöke a díjátadón arról beszélt, hogy a kutatás-fejlesztés nemcsak az ország versenyképességéhez járul hozzá, de a nemzeti öntudatot is erősíti.

A nemzeti azonosságtudat meghatározó eleme a kutatás-fejlesztés tevékenységének. A magyar műszaki alkotóerő nemcsak a világszínvonalú tárgyi tudásban, de a nemzeti identitásban is gyökerezik. Ez egy olyan adottságunk, amely sok egyéb hátrányunkat enyhítheti, vagy egyenesen a hátrányból előnyt faraghat – fogalmazott köszöntő beszédében *Kövér László*, az országgyűlés elnöke.

Hozzátette: arra, hogy mindez nem önáltatás, hanem valós lehetőség, a magyar tudománytörténet sok bizonyítékkal szolgál. A magyar állam identitásvédő, identitás erősítő politikája ezért erőttartalék lehet a magyar tudomány, a kutatási képességek erősítése terén is.

Kövér László felidézte, hogy kutatási és fejlesztési tevékenységre tavaly több mint 427 milliárd forint jutott, a kutatási területen dolgozók között a kutatók és fejlesztők aránya, valamint a kutatóhelyek száma emelkedett és erősödik a vállalkozások innovációs szerepvállalása. Kiemelte: a kormány tudatában van annak, hogy bővíteni kell a forrásokat, ezért a GDP-arányos támogatás 1,8 százalékra emelkedik 2020-ig a NEMZETI KUTATÁS-FEJLESZTÉSI ÉS INNOVÁCIÓS STRATÉGIÁBAN vállaltak alapján és a szabályozási feltételek is kedvezőbbé válhatnak.

Gyulai József, a díjat meghirdető NOVOFER ALAPÍTVÁNY kuratóriumának elnöke azt hangsúlyozta, hogy a legjelentősebb mérnöki teljesítmények már nem inter-, hanem multidiszciplinárisak, távoli tudományágak együtteséből születnek eredmények és egyre jelentősebb szempont ezek társadalmi-gazdasági hasznossága. Az elméletek alkalmazásában a kutatómérnökök nélkülözhetetlen szerepet játszanak – tette hozzá.

Jamrik Péter, a díj alapítója kiemelte, hogy az elmúlt években teljesen új fogalmak – 3D, 5G, e-mobilitás, nanotechnológia, genomika, kvantummechanika, smart city vagy robotsebészet – születtek. A jövő a jelenben már elkezdődött, a jelen feladatai pedig *Gábor Dénes* jövőképeként alapulnak – tette hozzá.

A Kuratórium döntése alapján GÁBOR DÉNES ÉLETMŰ DÍJBAN idén két alkotó részesült: *dr. Balogh Géza* villamosmérnök, az INTERTON KFT. ügyvezetője, a magyar elektroakusztikai ipar tekintélyének növelésében, a technika világszínvonalát képviselő termékek és rendszerek fejlesztésében vállalt több évtizedes alkotó tevékenységéért, az irányított hangszórással kapcsolatos szabadalmakkal is védett, önállóan és szerzőtársakkal közösen kidolgozott találmányaiért, a hiperkardioid vonalsugárzó sikeres világszínvonalú hasznosításáért. Nevéhez fűződik a



Idén 13 tudós, orvos és oktató, köztük három határon túli alkotó vehetett át Gábor Dénes-díjat. Ez volt a 29. alkalom, amikor átadták a NOVOFER Alapítvány által 1989-ben létrehozott kitüntetést, amely a civil szféra legnevesebb műszaki alkotói elismerése ma Magyarországon.

MAGYAR ORSZÁGGYÜLÉS üléstermeinek első számítógép vezérlésű hozzászólói hangrendszerének és a PAKSI ATOMERŐMŰ számítógép vezérelt biztonsági, riasztó, tájékoztató hangrendszerének kidolgozása.

Szintén GÁBOR DÉNES ÉLETMŰ DÍJAT kapott *Zettwitz Sándor* gépészmérnök, a 77 ELEKTRONIKA KFT. ügyvezető igazgatója, több évtizedes innovatív tevékenységéért, az első magyar ásványgyapotgyártó technológia és -gépsor kifejlesztése és megvalósítása, a magyar gazdaság egyik kitörési pontját jelentő egészségipari eszközök fejlesztése, nevezetesen a vércukor-önellenőrzés lehetőségét megteremtő első magyar egyéni vércukormérő készülék fejlesztése, gyártástechnológiájának kidolgozása és a projekt irányítása, továbbá az automata vizelet-analizáló rendszer kifejlesztése terén elért eredményeiért, és a nemzetközi sikereket elérő családi cég megalapításáért, az innovációs kultúra kialakításáért és kivételesen eredményes vezetői munkásságáért.

A Kuratórium döntése alapján GÁBOR DÉNES-DÍJBAN részesült három, határon túli alkotó: *dr. Bakos Gáspár* fizikus, csillagász, a PRINCETON UNIVERSITY egyetemi tanára bolygókutatásért, autonóm kistávcsövek fejlesztéséért, automata csillagászati távcsőhálózat tervezéséért. *Dr. Buzsáki György* orvos, THE BRAIN PRIZE díjas neurofiziológus, akadémikus, a NEW YORK UNIVERSITY egyetemi tanára, több más mellett az agyműködés és a memóriakonzolidáció kutatásáért, valamint *dr. Lingvay József* vegyész mérnök, a VILLAMOSMÉRŐI TUDOMÁNYOK NEMZETI KUTATÓ INTÉZETÉNEK (INCDIE ICPE-CA,

Bukarest) kutatója a szilícium alapú félvezető eszközök gyártásfejlesztése, a korróziós folyamatok tanulmányozása és a fémszerkezetek korrózió- és elektromos védelme, az elektrokémiai technológiák terén nyújtott tevékenységéért, melyet számos hasznosított és jelentős gazdasági eredménnyel járó találmány is fémjelez.

GÁBOR DÉNES-DÍJAT kapott *dr. Bozóki Zoltán József* fizikus a lézeres fotoakusztikus spektroszkópián alapuló, a földgáz főbb szennyező komponenseinek mérésében végzett tevékenységéért, míg *Falk György Alfréd* gépészmérnököt a 3D-nyomatás meghonosításáért, alkatrészek és orvosi implantátumok gyártástechnológiájáért, *dr. Koppa Pál Gábor* fizikust pedig a holografikus adattárolás, a háromdimenziós képmegjelenítés, az optikai mérés technika és komplex optikai rendszerek kutatásáért díjazták. *Dr. Németh Huba* gépészmérnök járműdinamika-, emisszió- és hatásfokjavító, sűrített levegő befűtésén alapuló motorfeltöltési eljárásokért, önzetű rendszerek kidolgozásáért, *dr. Stépán Gábor* gépészmérnök a készletetett rendszerek stabilitáseméletének és nemlineáris rezgéseinek gépészeti alkalmazásaiért, *dr. Szente Lajos* vegyész pedig a ciklodextrin technológia terén végzett tevékenységért, gyógyszerészeti segédanyagok, az iparban is hasznosítható nano-tartályok kidolgozásáért, valamint csekély szennyvízkibocsátású tisztítási eljárásáért vehetett át GÁBOR DÉNES-DÍJAT.

A névadó emlékének gondozását elismerő IN MEMORIAM GÁBOR DÉNES elismerést *Gál József* és *dr. Weisz Ferenc* matematikusoknak ítelték oda. J. Mező Éva

RESINEX

Distribution of Plastics & Elastomers

TÖMEGMŰANYAGOK				
LLPE C4-C6-C8, mLLPE, HDPE, LDPE, EVA, PP, PP kompaundok, PET, POP, PLA, GPPS, HIPS				
MŰSZAKI MŰANYAGOK				
ABS, ASA, SAN, PC, PC/ABS, POM, PA6, PA66, PA66/6, PA11, PA12, PA4.6, PA6.10, PPA, LCP, LFC, PBT, PCT, PMMA, PPS, PVDF				
ELASZTOMEREK, KAUCSUK ALAPANYAGOK				
TPE-A, TPE-S, TPE-V, TPE-U, TPE-O, TPE-C, EPDM, SBR, POE, BR, NBR, TSR-10, TSR-20, CV, RSS, Latex, SIO2				

IRODA: RESINEX HUNGARY KFT. 1117 Budapest, Hengermalom u. 47/a

web: www.resinex.hu

Telefon: +36 1 371 1831

RAKTÁR: TRANS-SPED KFT. 2890 Tata, Barina u. 1

web: www.trans-sped.hu

Telefon: +36 34 586 622

Alapanyagtól a gumihulladék hasznosításáig

Balesetmegelőzés, szabványügyi változások, új alapanyagok bemutatása is szerepelt a MAGUSZ nyíregyházi konferenciájának napirendi pontjai között. A Gumiipari Kerekasztal rendezvényen a műszaki gumitermék gyártók, beszállítók és más kapcsolódó területek több mint 40 fővel képviselték magukat.

A konferencia első szakmai előadásán *Balogh István*, a MAGYAR GUMIIPARI SZÖVETSÉG (MAGUSZ) elnöke elmondta, hogy a gumi- és műanyagipar több mint 80 ezer főt, ezen belül 55 ezer férfit és 25 ezer nőt foglalkoztat. A létszám 2010 óta fokozatosan, éves átlagban mintegy 2%-kal nőtt.

Sajnos a munkahelyi balesetek száma viszonylag magas és az elmúlt négy évben számuk jelentősen emelkedett. A helyzet javítására a MAGUSZ egy konzorcium tagjaként sikeresen pályázott támogatásra.

Előadásában *Balogh István* „A Munkahelyi Egészség és Biztonság Fejlesztése a Gumiipari Ágazatban” című GINOP 5.4.3-16-2016-00012 pályázat keretében végzendő feladatokat ismertette. A pályázó konzorcium, amelynek további tagjai a MAGYAR IPARSZÖVETSÉG (OKISZ) és a MUNKÁSTANÁCSOK ORSZÁGOS SZÖVETSÉGE (MOSZ), összesen 60 590 466 forint támogatást nyert el, amelyből a MAGUSZ által elvégzendő feladatokra 21 349 520 forint jut. A projekt célja a gumiiparban a munkahelyi egészségügy és munkabiztonság fejlesztése, a munkavállalók és munkáltatók célzott tájékoztatása, tudatosítása, illetve a munkakörülmények javítása, de képzések szervezésével is segítik a gumiipari kis- és középvállalatokat a munkavédelmi felelősökkel kapcsolatos jogszabályváltozások teljesítésében. A projekt a dél-alföldi, az észak-magyarországi és a közép-dunántúli régióra terjed ki, ami a gumiipari kvv-k jelentős részét lefedi. A projekt lezárása 2018 augusztus végére várható.

Palkovics Mihály a MAGYAR SZABVÁNYÜGYI TESTÜLET (MSZT) részéről a gumiipari szabványok típusairól, készítésük módjáról és elérhetőségükről tartott ismertetőt. Röviden ismertette az ISO és az EN szabványbizottságok felépítését, különös tekintettel a gumiipari szabványokra. Az ISO szervezetben a műszaki gumitermékekkel az ISO/TC45 foglalkozik, ezen belül az SC1 albizottság a gumi és műanyag tömlőkkel, az SC2 a vizsgálatokkal, az SC3 a gumiipari alapanyagokkal (beleértve a latexet is), az SC8 pedig más műszaki gumitermékekkel (kivéve a tömlőket). A műszaki gumitermékekre vonatkozó érvényes ISO szabványok száma közel 200, ehhez jön még 100 feletti vizsgálati és alapanyag szabvány. A gumiabroncs területnek



A MAGUSZ egy háromtagú konzorcium tagjaként nyert pályázatot, amelyből több mint 21 millió forintot fordíthat a munkahelyi balesetek visszaszorítására. Balogh István, a MAGUSZ elnöke a konferencián ismertette stratégiájukat.

külön bizottsága van, az ISO TC31, szintén számos albizottsággal. A nagyszámú szabvány közötti eligazodást segíti az MSZT honlapján (<http://www.mszt.hu>) elérhető <http://www.mszt.hu/web/guest/ics> (ICS), ebben a műanyag- és gumitermékek a 83 sz. csoport. Az előadó beszélt az EN szabványok kötelező honosításáról és az EN szabványoktól független MSZ szabványok lehetőségéről is.

Az OTP BANK képviselőjében *Szabó Zsolt* vázolta a gazdasági helyzet és a kamatkörnyezet várható alakulását. Az OTP BANK elemzése szerint, 2020 végétől lehet számottevő kamatemelésre számítani. Azt javasolta, hogy aki teheti, adósságait most alakítsa át (kedvező) fix kamatozású kölcsönre. Óvatosságra intett az ingatlanpiaci beruházásoknál, szerinte a piac kissé túlárzott. Az OTP BANK különböző kedvezményekkel segíti a kis- és középvállalatokat, javasolta, hogy a cégek vizsgálják meg bankköltségeik csökkentésének lehetőségét.

Az egyik vezető gumiipari alapanyag forgalmazó, a BIESTERFELD INTEROWA GMBH képviselői cégismertetőt és egy érdekes szakmai előadást is tartottak. *Almás Balázs* fő vonalakban ismertette

a több mint 100 éves BIESTERFELD és a 70 éve alakult INTEROWA történetét, a két cég 2000-ben történt egyesülését és jelenlegi piaci tevékenységét, különös tekintettel Közép-Európára és Magyarországra.

Werner Steurer pedig a cég által forgalmazott Vistalon EPM és EPDM újabb generációjáról beszélt. Az eredeti etilén-propilén kopolimert 1955-ben vanádiumos Ziegler-Natta katalizátorral készítették. Kezdetben csak a peroxidos vulkanizálás volt lehetséges, az 1960-as években vezették be a diénnel képezett terpolimereket, az EPDM-et, ami kénnel (is) vulkanizálható. Ebben az időben jelentek meg az EXXON Vistalon márknevű termékei.

A Vistalon típusok három csoportba sorolhatóak:

- **Ziegler-Natta EPM/EPDM:** közepes-magas etiléntartalommal, magas Mooney viszkozitással és az alacsonytól a magas értékig terjedő ENB (etilidén-norbornén) tartalommal. Ezek a típusok jó mechanikai tulajdonságokkal rendelkeznek.
- **Metallocén EPM/EPDM:** alacsonytól igen magas etiléntartalomig, alacsony vagy közepes Mooney viszkozitással és közepes vagy magas ENB tartalommal. Ezek a típusok jó feldolgozhatóságukkal tűnnek ki.
- **Bimodális EPDM:** Ziegler-Natta katalizátorral, speciális (bimodális) molekulatömeg eloszlással rendelkeznek. ENB tartalmuk közepes vagy magas. Jól feldolgozható, gyorsan vulkanizálható típusok, elsősorban nagy sebességű profil-extrudáláshoz.

A modern EPM/EPDM típusok előnyeit, a gyorsabb kevést, a magas tölthetőséget, csak a receptúrák és a technológia átdolgozásával lehet realizálni, ha egyszerűen helyettesítjük a régi polimert egy újjal, akkor nem használjuk ki a teljes költségcsökkentési potenciált.

Kacsó Tibor a NEW ENERGY KFT. képviselőjében ismertette a cég gumihulladék hasznosító tevékenységét. Céljuk, hogy a gumihulladékból, elsősorban pirolízissal piacépes termékeket állítsanak elő, többek között pirolízisolajat, ami üzemanyagként hasznosítható. A pirolízis megfelelő vezetésével a visszamaradó szilárd, főként kormot tartalmazó maradék alkalmas kis aktivitású kormok helyettesítésére. A pirolízisgázt pedig a folyamat energiaellátására hasznosítják. Az abroncs-hulladék mellett műszaki gumitermék hulladékok hasznosítását is végzik, nyitottak kisebb tételek fogadására is.

A GUMIIPARI KERÉKASZTAL résztvevői a program végén szakmai látogatáson vettek részt a LEGO nyíregyházi gyárában.



DR. NAGY TIBOR
a MAGUSZ vezetőségi tagja

BÜCHLER

minden egy kézből

TecnoMatic ROBOTS

GREEN BOX

sinur

MAGUIRE

MOVACOLOR
COLOR IN CONTROL

BÜCHLER
Darálástechnika

MESUTRONIC

With Eli VIRGINIO



Haitian
szervohidraulikus
fröccsöntő gépek
60-4000 tonna
záróerőig



Zhafir hibrid és
teljeselektromos
fröccsöntő gépek
40-1380 tonna
záróerőig

Tekintse meg a Haitian bemutató
filmjét online, a kódot leolvassva





Büchler GesmbH
A-3433 Königstetten



+43 / 2273 / 2177-0



office@buechler.at
http://www.buechler.at

Power for your production

Cycolac™ több ezer különféle színben

A SABIC® engedélyének birtokában a SAX® Polymers a jövőben a műanyagot kompaundálni fogja, hogy a CYCOLAC™ márkanévű, MG47F típusú ABS alapanyagot a különböző egyedi elvárások szerinti színekben tudja biztosítani.



A CYCOLAC™, amelyet a SABIC® gyárt, világszínvonalú ABS anyag, amely az elmúlt évtizedek alatt már bizonyított a piacon. Az MG47F típus élelmiszeripari engedélyének és UL tanúsítványának köszönhetően a termékinlatban különleges helyet foglal el. A számos területen alkalmazható műszaki műanyag jó folyóképességének és ütésállóságának, valamint kitűnő felületi tulajdonságainak köszönhetően a legmagasabb követelményeknek is eleget tesz.



A SABIC® és a SAX® a Fakuma nemzetközi műanyagipari kiállításon jelentette be a kompaundálásra vonatkozó együttműködést. Ennek eredményeképp a CYCOLAC™ MG47F mostantól minden színben kapható. Az anyagot Németországban a Grässlin Kunststoffe, Svájcban a Lenorplastics, Ausztriában a Plastoplan cégtől lehet beszerezni, de a Hromatka csoport többi hivatalos SABIC® viszonteladóján keresztül egész Európában hozzá lehet jutni.

Roger Geissberger, a Hromatka Group Management AG ügyvezetője a SABIC® céggel hosszú évek óta fennálló kapcsolatba való befektetésről a Fakuma kiállításon a következőket mondta:

„A kiegyensúlyozott műszaki tulajdonságok, a könnyű feldolgozhatóság, a piacképes ár és az állandó minőség a CYCOLAC™ műanyagokat értékes alapanyaggá teszik. A SAX® Polymers az anyagot gyorsan és rugalmasan az egyedi színigényekhez igazítja.”

A Grässlin Kunststoffe, a Lenorplastics és a Plastoplan forgalmazók ezzel elkötelezik magukat a SABIC-kal fennálló sokéves partneri együttműködés, valamint a svájci Oberriet városában lévő gyártóüzem mellett, és biztosítják a magas színvonalú elérhetőséget. A színreceptúrák variációinak rendkívül nagy száma lehetővé teszi az anyag- és dizájn-előírásoknak való maximális megfelelést. A színbeállításokat nagyon rövid határidővel tudja vállalni a labor.

Hazai forgalmazó:

PLASTOPLAN Polymer Kft.

Ipartelep, ICO út 2990. hrsz. (Pf. 64.)

2013 Pomáz

+36-26/527-388

office@plastoplan.hu

www.plastoplan.hu



Jelentős erőforrásokat fordítunk a jövő mérnökeinek képzésére

Interjú Szűcs Arnolddal, a LEGO Csoport fröccsöntésért felelős alelnökével a házon belüli szakemberképzés fontosságáról

Mint mindenki más a műanyaggyártás területén, mi is azt tapasztaljuk, hogy egyre nagyobb az igény a megfelelő szakember-utánpótlás biztosítására. Mi a LEGO MANUFACTURING KFT.-nél az utóbbi években több konstrukcióval is foglalkoztunk, dolgoztunk együtt szakképző iskolával például, de végül a saját, házon belül megszervezett képzési konstrukció mellett tettük le a voksunkat. Mind szerszámkészítőket, mind fröccsöntő műanyaggyártó szakembereket képzünk a nyíregyházi LEGO gyárban.

A fröccsöntésért felelős vezetőként azt látom, hogy megfelelő szintű felkészítés és belső képzés nélkül nehezen tudnánk szavatolni azokat a folyamatokat és azokat a minőségi sztenderdeket, amelyek elengedhetetlenek a LEGO játékok megfelelő szinten történő előállításához. Éppen ezért jelentős erőforrást mozgósítottunk annak érdekében, hogy megfelelő színvonalú képzést nyújtsunk.

Az évtizedek során a LEGO CSOPORTNÁL már rengeteg tudás és kompetencia összegyűlt, amit szívesen kamatoztatunk a jövő mérnökeinek építésére, épülésére. Az elején még sokan nincsenek vele tisztában, de egy életre szóló karrierlehetőséget is jelenthet, ha valaki belevág egy ilyen képzésbe nálunk, hiszen azok a tizenéves srácok, akik részt vesznek például az egyéves szerszámkészítő képzésünkön, később akár mérnöki pályára is továbbléphetnek.

A szerszámkészítő kurzusnak „csak” egy része szól a szigorúan vett szakmai fogások (hard skill) elsajátításáról (illesztés, polírozás stb.), de egy nagy részét teszik ki azok a készségek is, amelyek segítik a diákokat abban, hogy sikeresen tudjanak tanulni, és megállják a helyüket a munka világában – csapatban tudjanak dolgozni, segíteni másoknak stb. Ez nem csak a pályakezdő fiataloknak hasznos, hanem adott esetben az idősebbeknek is, akik bekapcsolódnak a programba.

Szinte minimális a lemorzsolódás, amióta házon belül van a képzés, és ami igazán jó dolog benne, hogy gyakorlatilag minden résztvevőt el tudunk helyezni a szakmájában. A siker legfőbb alapja, hogy van egy komoly kiválasztási folyamatunk, valamint dedikált tréner kollégák dolgoznak a rendszerben, akik támogatják a szerszámmüzeumi tanulókat. Precízen kidolgozott képzési anyag, tanterv áll a



A LEGO Manufacturing Kft. nyíregyházi gyárában naponta mintegy 60 millió LEGO és LEGO DUPLO elemet fröccsöntenek, szükség van a jól képzett szakemberekre. Több képzési konstrukciót kipróbáltunk, végül saját képzőközpontot alakítottunk ki és házon belül kezdtük képezni a szerszámkészítő és a fröccsöntő műanyaggyártó szakembereket.



768 fröccsöntő gép dolgozik azon, hogy legyen mindig elegendő LEGO kocka a megrendelt késztermékek előállításához.

képzésben résztvevők rendelkezésére. Emellett olyan gépeken tanulnak a fiatalok, amelyeket később ténylegesen használni fognak a munkájuk során.

A műanyagipari fröccsöntő képzésünk on-the-job felfogás szerint valósul meg, azaz általános készségeket fejlesztünk munkavégzés közben olyan kollégák esetében, akik már egy adott munkakörben dolgoznak és tovább szeretnének lépni. Ennek a képzésünknek az a célja, hogy az adott pozícióhoz kapcsolódó feladatokat minél hamarabb és minél hatékonyabban el tudják végezni azok a kollégák, akik részt vesznek a belső tréning programban.

Összességében arra törekszünk, hogy a „csak a legjobb lehet elég jó” mottó szerint dolgozva a lehető legjobb szakemberekkel biztosítsuk a prémium minőségű játékok megfelelő gyártását. Ahhoz, hogy ezt meg tudjuk valósítani, jelenleg a leghatékonyabb megoldásnak a házon belüli képzés tűnik, ami az utóbbi évek tapasztalata alapján egy fontos és kifizetődő befektetésnek bizonyult.



Ahogy termékeinknél is „csak a legjobb lehet elég jó”, a munkakörnyezet terén is kivételes körülmények várják az itt tanulókat.



Manufacturing Kft.
SIKET LÓRÁNT
Communication Consultant
Corporate Brand Communications
lorant.siket@LEGO.com
+36 309458413

Új székházat ad át a FANUC Magyarországon

– A legutóbbi 10 év egyik legjelentősebb mérföldkövéhez értünk – így jellemzi *Mezei Tamás*, a FANUC HUNGARY KFT. ügyvezető igazgatója a FANUC magyarországi leányvállalatának azon lépését, hogy saját székházat épít Törökbálinton. A leányvállalat, mely kicsivel több mint 11 év távlatában egy apró irodaházban kezdte meg működését, mára az egyik legjelentősebb hazai ipari automatizálási beszállítóná nőtte ki magát, és termék-, valamint szolgáltatás portfóliója a CNC vezérlésektől kezdve a robotokon át egészen a szerszámgépekig tart, az ipar legszélesebb terméksorozatát garatálva.

Az utóbbi időszak töretlen növekedése, az ipari trendek, az állandóan magasán tartott ügyfél elégedettség és különösen a robot és szerszámgép divízió összeolvadása indokolta tette, hogy a FANUC tovább bővítsé Magyarországon kapacitásait.

Az új székház funkciójában többszörösen felülmúlja majd a jelenlegi telephelyet, miközben további növekedési lehetőséget is tartogat magában. Megnyitásával a FANUC HUNGARY KFT. ügyfelei többek közt gyorsabb szervizreakcióra, megnövelt képzéskapacitásra, tesztgyártási és gép megtekintési lehetőségekre számíthatnak.

A végleges tervek jóváhagyása után gőzerővel indult meg a több mint 3500 négyzetméteres épület alapozása, amely kényelmes irodai részeken, kisebb és nagyobb tárgyalókon felül egy exkluzív bemutatóteremmel áll az ügyfelek rendelkezésére,

így alkalmuk nyílik működés közben megtekinteni a vállalat fő termékeit. Három tágas tréningterem várja az oktatás iránt érdeklődő partnereket, ahol robotokkal, fröccsöntő- és szerszámgépekkel ismerkedhetnek meg közelebbről.

Az épülethez tartozó hatalmas alkatrésraktár a lehető leggyorsabb és legrugalmasabb ellátást hivatott támogatni a karbantartási munkákhoz, míg a temperált retrofit részleg termékteszteszabást és tesztgyártási lehetőséget nyújt.

Az épület műszaki kivitelezése 2018 elejére befejeződik, majd a cég az aktív működését 2018 tavaszán kezdi meg az új székházban.

Az ünnepélyes megnyitóra május közepén a FANUC legmagasabb beosztású képviselői érkeznek Japánból és Európából, hogy ezen a neves alkalmon személyesen mutassák meg a hazai ügyfeleknek a magyarországi leányvállalat igazi potenciálját.

FANUC HUNGARY KFT.

2045 Törökbálint, Torbágy u. 20.

www.fanuc.eu/hu/hu

BAGDI ATTILA

Marketing and Business Development Specialist

attila.bagdi@fanuc.eu



Az impozáns látványterv szemrevaló külsőt, funkcionális tereket, kényelmes irodahelyiséget és professzionális bemutatótermet takar

Komplexitás – ez a cég filozófiája

November végén rendezte meg hagyományos Technológiai Nap előadássorozatát a Biesterfeld Interowa. A rendezvény szorosan illeszkedik a cég stratégiai filozófiájába, amely három pilléren nyugszik. A minden igényt kielégítő széles termék portfólió, a technikai-műszaki kompetencia és az erre épülő projekt orientált kereskedelmi filozófia, valamint a komplex logisztikai szolgáltatás.

A cégbemutató előadást követően, a cég kollégái új alapanyag megoldásokkal ismertették meg a hallgatóságot. Elsőként *Hegedüs Szabolcs* a halogénmentes lángálló alapanyagokról beszélt (PA66, PA6, PPA, PBT, PET), kiemelve a NUREL cég *Promyde® B30 P2 U0* töltetlen PA6 alapanyagát. A Dow DuPONT cég *Zytel HTNFR52* szemi aromás, erősített poliamid sorozata is ebbe a körbe tartozva ad jó megoldást a hullámfürdős forrasztás kihívásaira. Szintén ide tartozik a lézer feliratozásra optimalizált *Zytel FR95G25V0 BK458 PA6GF25* alapanyagunk is. Újdonságként került bemutatásra a stabilizált *Crastin® HR5315/30 HFS*, a hidrolízis álló PBT új generációja, amellyel az *E-Mobility* autóiipari csatlakozók új generációja is gyártható, de ugyanennek az iparágnak az igényeit szolgálja a *Crastin® FR684NH PBT GF25 V0* és a *Rynite® FR533NH PET GF33 V0* nagy folyóképességű típusai. Az elasztomerek közül a *Hytrel® HTR8813 TPC-ET*, míg az amorf anyagok közül az LG CHEM *Lupoy GN3101EF* töltött PC/ABS V0 került bemutatásra.

Második előadóként *Almás Balázs* transzparens alkalmazásokhoz ajánlott újdonságainkból, valamint az élelmiszeripar igényeit kielégítő megoldásainkat mutatta be. A transzparens anyagok között a japán IDEMITSU *Traflon PC*, az LG CHEM *PMMA* alapanyagait, valamint a már említett NUREL cég transzparens PA6 alapanyagát, a *Promyde B930P*-t kell kiemelni, amely a PC és PSU alternatívája is lehet. Az olefinek világából az INEOS cég *100-CC60 PP* homopolimere lehet a GPPS és random PP alternatívája. Az élelmiszeripari kívánalmait a *Ryton PPS*, a *Polylac ABS*, a *Skygreen* és az *Ecozen PET*, a BASF GPPS, *Inoes PP*, *Elastollan TPU FC* típusok és az IDEMITSU *Xarec SPS* anyagjai elégíthetik ki. Zárásként *Lakos Tamás* biopolimer és reciklált újdonságainkról, valamint olyan alapanyagokról tartott ismertetőt, amelyek a műanyagok egyik nagy előnyét, az úgynevezett méretre szabható megoldásokat teszik lehetővé. A biopolimerek terén a 100%-ban komposztálható *Inzea PLA* emelendő ki. Reciklált alapanyagokat az MBA és a MINGER cégek kínálnak. Az MBA esetében ABS, PS, PC/ABS és PP alapanyagok szerepelnek, míg a MINGER cégtől a *Mingamid PA12*, kábelkötözőként is használható alapanyag emelhető ki. A BASF POLYURETHANES *Elastoblend* néven dobta piacra a 30%-ban újra feldolgozott hányadot tartalmazó négy típusból álló TPU családot.

A műszaki előadásokat *Lengyel Zoltán* nyitotta meg a hibaanalízisbe való bevezetéssel. A koncepcionális megközelítést az úgynevezett DMAIC (meghatározás, mérés, analízis, fejlesztés, ellenőrzés) folyamat adja. Fontos a folyamatból az emocionális faktorkikapcsolása és a bűnbak keresés mellőzése. A megoldás



Biesterfeld Interowa Technológiai Nap 2017 rendezvénye Zsámbékon.

megtalálásban minél több információ összegyűjtése, valamint egy jóváhagyott, jól dokumentált referencia darab segíthet. Az előadás második felében a lehetséges hibaforrások és ezek felismerése került bemutatásra az alapanyag kiválasztás szempontjából. Összefoglalva elmondható, hogy a hiba forrása gyakran a következő tulajdonságokban fedezhető fel: mechanikai tulajdonságok, vegyszerállóság, hőállóság, elektromos tulajdonságok, UV-állóság, kihasználhatatlan hatékonyság növelési potenciál.

A rendezvény zárásaként a BIESTERFELD INTEROWA műszaki osztályának kollégája, *Gerhard Zenz* „A hibaanalízis fröccsöntés során” címmel tartott előadásában három fő területre, nedves granulátum, a rossz minőségű ömledék, valamint a szerszámlerakódás problematikájára és ezek kiküszöbölésére fókuszált, míg az előadás második részében a szisztematikus szerszámpróba kivitelezésnek elméleti és gyakorlati lehetőségét vázolta fel, kiemelve az intuíciótól, kísérletezéstől és tévedéstől mentes szerszámpróbaterv létrehozásának fontosságát. Ennek lényege az úgynevezett *Design of Experiment* technika alkalmazása, ami magában foglalja a szisztematikus tervezést, a szerszámpróbák szisztematikus kiértékelését, valamint az eredmény és az azt befolyásoló paraméterek közötti összefüggés megállapítását.



Biesterfeld Interowa GbmH & CO KG

LENGYEL ZOLTÁN

Z.Lengyel@biesterfeld.com

+36 30 549 5272

Januárra várva

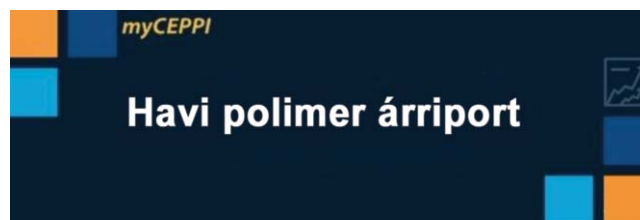
Az elmúlt hetek „commodity” polimer árait és az árvárakozásokat az alábbi tényezők befolyásolták:

- BRENT olajár 63,23 USD/hordó, kissé emelkedik,
- EUR/USD: 1,1754, stabil,
- NAFTA: 567,88 USD/t, enyhén csökken,
- a novemberinél jobb kereslet december második hetében,
- jó PS kereslet.

December második hetét jó kereslet jellemezte. A műanyag-feldolgozók igyekeztek beszerezni a decemberi termeléshez szükséges alapanyagokat, illetve kissé elővásárolni januárra, mivel általánosan elterjedt, hogy 2018 januárja ár-emelésekkel indul majd a „commodity” polimerek piacán. Az áremelés előszele már érezhető a polisztirol piacon, ahol több polimer termelő is 3 számjegyű emelést deklarált 2018 januárjától, elsősorban az első negyedéves karbantartásokra hivatkozva. A poliolefinok terén azonban nem ennyire egyértelmű a helyzet. A polietilén esetében az árak lassú eróziója még mindig tart, a kereslet ugyan erősebb, mint novemberben, azonban ez még mindig nem elég ahhoz, hogy stabilan tartsa az árakat. Az átlagos polietilén piaci egyezség a roll over volt. Azonban a nagyobb vevők egyedi, év végi akciók keretében el tudnak érni alacsonyabb árakat is a nagy, integrált, regionális polimer termelőknél és valószínűleg a hónap felében ez lesz a jellemző. Azonban a nem regionális és a kisebb regionális termelők nem erőltetik az értékesítést, megvárják a januárt. Egyrészt bíznak a közelgő emelkedő ártrendben, másrészt, ha nem emelkednek az árak, akkor sem célszerű lerombolni az árszintet vevőiknél. A januári áremelést tekintve sok a kérdés. A legnagyobb kérdés, hogy a gyenge kereslet mikor fog megerősödni? Egy január eleji áremelés, gyenge kereslettel és bő kínálattal párosulva vajon átmegy-e? A jelenlegi keresleti ár termelői készletdinamikából nem következik az automatikus áremelkedés, csak jelentősebb, 30 €/t feletti monomer áremelkedésnél.

A polipropilén esetében más a helyzet, átlagosan 20 €/t-s áremelés ment át a piacon. A kínálat szűk és tovább szűkül. A LyondellBasell és BOP a lengyel piacra limitálta a PP kiszolgáltatást, a Plocki PP üzem „force-majure” miatt. Ez ugyan nem érinti a többi piacot, de közép-európai szinten mindenképpen kínálat szűküléssel jár. Ennek pedig árfelhajtó hatása lesz elsősorban a PPC és PPR esetében, és stabilizálja a PPH árakat is. Az alacsony januári nyitó készletre pedig már lehet áremelést alapozni még kisebb, 10–30 €/t-s monomer áremelés esetén is.

A polipropilén árkiállítások egyébként is kedvezőbbek 2018-ban, mint a polietilénké. A polietilén árteljesítményét és jövedelmezőségét meghatározóan fogja befolyásolni az a tény, hogy jelentős új kapacitások lépnek be a termelésbe



Észak-Amerikában 2018-ban. Ennek hatását legkorábban 2018 második negyedévében, de a második felében biztosan érezni fogjuk. A polipropilén esetében jelentős kínálatbővülés nem várható.

A polisztirolok 2018-ban is folytatják ugráló ártrendjüket. Az első negyedévben a deklarált karbantartások miatt szűk kínálat várható. Ennek következtében jelentős, 3 számjegyű emelkedésre számítnak már januárban is mind az SM, mind a PS piacon. A limitált európai kapacitások és a kiszámíthatatlan import miatt az ármozgások nagyon meredek lesznek lefelé és felfelé 2018-ban is.

POLIOLEFINEK

Az LDPE árak változatlanok maradtak december első hetéhez képest, a tipikus kereskedési sáv 1,170–1,270 €/t között volt. Januárban a termelők áremelkedést szeretnének.

A HDPE kereslet erősebb volt, mint novemberben, legalább is így érzékelték a piaci szereplők. Azonban ebben benne van az a tény is, hogy a december miatt az import kínálat csökkent, így létrejött egy „kvázi” egyensúlyi állapot, a regionális kapacitások és a regionális kereslet között. Ez az egyensúly januárban újra túlkínálatba fordul és lenyomja a HDPE árakat. Most a legolcsóbb HDPE ár 1000 €/t, ez még mindig az etilén monomer ár alatt van. Kisebbségi monomer követő áremelkedésre januárban van esély.

Jellemző polimer árak Közép-Európában

Típus	Ártartományok 2017. december első hetében [euró/tonna]
HDPE fűvási célra	1000–1130
HDPE fólia	1030–1140
HDPE fröccstípus	1000–1140
HDPE cső (100)	1350–1420
LDPE fólia	1170–1250
LDPE GP	1170–1250
LDPE C4	1130–1250
PPC	1180–1250
PPH fröccstípus	1050–1180
PPH rafia	1050–1180
PPR	1250–1340
GPSS	1250–1470
HIPS	1450–1550
EPS	1620–1750

teljes kocsi rakomány 20–22,5 t

A HDPE cső (100) árak 1350–1430 €/t között voltak. Jelentős változás az árakban nem történt december végén. A „csőszezon” valószínűleg csak februárban köszönt be, addig is csendes hetek következnek.

A legolcsóbb LLDPE C4 árak további 10%-ot csökkentek, elsősorban Lengyelországban. A nagy vevők 1110–1170 €/t, a kisebbek 1190–1240 €/t között tudtak vásárolni Lengyelországban. A régió többi országában a jellemző ársáv novemberhez képest változatlan maradt, 1200–1250 €/t között volt. Az árak az import kínálatától függenek. Januárra ennek növekedése várható, ismétetlen csak Lengyelországban.

Az mLLDPE ár 1250–1330 €/t közötti volt. A kereslet élénk volt december végén, a feldolgozók igyekeztek beszerezni a szükségleteiket. Kereslet élénkülésre nem számítunk.

A közép európai PPH termelők át tudták vinni a monomer követő 20–30 €/t-s áremelkedést. A kereslet enyhén élénkült, jobb lett. Jelenleg az árak 1060–1200 €/t ársávban vannak tippustól, termelőtől függően.

A PPC kínálat szűkülése miatt a 20–30€/t-s áremelkedés átment. December végén a kereslet jó volt, köszönhetően a kínálat szűkülésének. A jellemző ársáv 1190–1260 €/t között volt, ami mintegy 10 €/t-s emelkedés a korábbiakhoz képest. A jelenlegi szűkülő kínálat és a januári emelkedő árvárakozások miatt valószínű a kereslet élénkülés, és akár kisebb, 20 €/t-s átlagár emelkedés is.

A PPR kínálat is szűkült, azonban az árak nem változtak, a jellemző ársáv 1240–1330 €/t között volt. A feldolgozók nagy része igyekezett beszerezni a decemberre szükséges mennyiségeket. Előrevásárlások sem voltak, köszönhetően a szűk kínálatnak.

POLISZTIROLOK

A polisztirol piac ismét a legrosszabb arcát mutatja, legalább is a feldolgozók szempontjából. Az import kínálat nagyon szűk, köszönhetően a magasabb ázsiai áraknak. Az európai termelők pedig nem képesek kielégíteni az európai igényeket sem. Nem véletlen, hogy többen már december közepén deklarálták a 3 számjegyű áremelést januárra, az SM ár ismerete nélkül is. Úgy tűnik a PS termelők marzs növelésének semmi sem áll az útjában.

Az EPS esetében a jellemző ársáv 1650–1750 €/t között volt december végén kissé emelkedett az előzőekhez képest. A termelők zárták az „order book”-at, rendelést már csak januárra vettek fel.

A legolcsóbb iráni GPPS ár is emelkedett 30 €/t-val, azonban az 1300 €/t körüli ár csak az SCE régióban elérhető, mindenhol máshol inkább az 1400 €/t körüli ár a jellemző. Januárra egyértelmű, 3 számjegyű emelkedés várható.

A HIPS kínálat tovább szűkült. Európán kívüli import nincs a piacon, az európai termékek sem elérhetők. Jelenleg az árak 1500 €/t-nál kezdődnek és a film típusoknál eléri az 1700 €/t-at is. A január jelentős, 3 számjegyű áremelkedést hoz.

Búdy László

ULTRAPOLYMERS

EUROPEAN POLYMER DISTRIBUTION

A belga Ultrapolymers GROUP NV magyarországi leányvállalata az Ultrapolymers Kft., disztribúcióval és saját termékeinek forgalmazásával áll partnerei szolgálatában.

Termékeink:



The strength of chemicals.

Econamid (PA6,PA66), Domamid (PA6,PA66)



PlastiVerd

PET, PET-G



TENAC (POM homopolymer) TENAC-C (POM copolymer)



ASCEND

VYDYNE (PA66)



Hostalen (HDPE), Lupolen (LDPE, MDPE, HDPE, LLDPE), Lucalen, Purell, Moplen (PP Homopolymer, PP Copolymer, PP Random), Hostalen PP, Metocene, Adstif, Clirell, Purell



DIAKON (PMMA)



ENPLAST

ENSOFT T (SBS), ENSOFT S (SEBS), ENFLEX V (EPDM-), Ravathane (TPU)



OFFGRADE PP, HDPE, LDPE
OFFGRADE, LDPE, PP, HDPE, EDPE, Ravamid (PA), Scolefin, Mafill (PP compound) Sicoclar (PC/ABS compound)



BR, SBR, SSBR



EUROPEAN POLYMER DISTRIBUTION

Különféle műszaki műanyagok: ABS, PC/ABS, SAN, ASA, POM, PBT, TPE, PA



Trirax (PC) Triloy (PBT, PC/ABS, PC/PBT, PC/PET) Tribit (PBT)



STYROLUTION PS (HIPS, GPPS), NAS (SMMA), Zylar (MMBS), LURAN S (ASA), LURAN (SAN), Terluran (ABS)



Human Chemistry, Human Solutions

Panlite (PC), Multiolon (PC/ABS)

A leggyorsabb kiszolgálás érdekében a fenti termékekből jelentős készlettel rendelkezünk tatai raktárunkban.

Legyen Ön is a partnerünk!

ULTRAPOLYMERS Kft.

Cím: 2890 Tata, Agostyáni út 25.

Telefon: +36 34 487 213 GSM: +36 30 228 6278

Fax: +36 34 487 586

E-mail: info1@ultrapolymers.hu

Poli(3-hidroxi-butirát) mikroszemcsék előállítása és alkalmazása hatóanyag-hordozó mátrixként

Polyák Péter^{1,2}, Farkas Ágnes Elvira^{1,2}, Somogyi Balázs Dániel^{1,2}, Pukánszky Béla^{1,2}

¹Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Vegyész és Biomérnöki Kar, Fizikai Kémia és Anyagtudományi Tanszék, Műanyag és Gumiipari Laboratórium, 1521 Budapest, Pf.: 91

²Magyar Tudományos Akadémia, Természettudományi Kutatóközpont, Anyag- és Környezetkémiai Intézet, Polimerfizikai Kutatócsoport, 1519 Budapest, Pf.: 286

Munkánk során poli(3-hidroxi-butirát) (PHB) mikroszemcséket állítottunk elő, illetve alkalmaztuk azokat hatóanyag-hordozó mátrixként. A mikroszemcsék előállítása emulziós-szuszpenziós technikával történt, mely során a polimer oldatának vizes tömbfázisban emulgeált cseppjeiből párologtattuk ki az oldószert, így konvertálva az emulziót szuszpenzióvá. A vizes tömbfázisban az emulgeált cseppek kinetikai stabilitását poli(vinil-alkohol) (PVA) molekulák biztosították, melyek az emulzió szuszpenzióvá történő konverzióját követően is megtalálhatók voltak a szuszpendált szemcsék felületén. Ezt a felületi PVA réteget egy szuszpenzió előállítását követő lépésben térhálóítottuk glutáraldehid molekulák segítségével, azaz kémiai térhálópontokat is tartalmazó PVA hidrogélt hoztunk létre a PHB szemcsék felületén. A felületi hidrogél egységnyi térfogatában megtalálható keresztkötéseinek darabszámát a térhálóításhoz használt glutáraldehid koncentrációjával finomhangoltuk, és vizsgáltuk, hogy a felületi hidrogél térhálópont-sűrűsége hogyan befolyásolja a szemcséből történő hatóanyag-kioldódás sebességét. Azt tapasztaltuk, hogy növekvő glutáraldehid koncentráció visszaszorítja a kioldódás sebességét, melynek hátterében az áll, hogy a hatóanyag kisebb diffúziós koefficienssel jellemezhető (lassabban diffundál) egy nagyobb térhálópont-sűrűséggel rendelkező hidrogélben. Mindezek miatt lehetőségünk nyílt olyan hatóanyag-hordozó PHB mikroszemcsék előállítására, melyből a hatóanyag kioldódásának sebessége az azokat beborító PVA kémiai térhálópont-sűrűségével befolyásolható.

1. BEVEZETÉS

A különböző hatóanyagok alkalmazásának legkézenfekvőbb metodikája a megfelelő vegyületek egyszerű hordozó nélküli élő szervezetbe juttatása, majd – ha a hatóanyag már kiürült a szervezetből – az adagolás rekurzív ismétlése. Ez az eljárás, jóllehet egyszerű és hatóanyagtól függetlenül mindig kivitelezhető, számos hátránnyal jár, sőt, egyes esetekben veszélyes is lehet. Ennek hátterében az áll, hogy az élő szervezetben lezajló anyagcsere során a kiválasztó szervrendszer, az eltávolítani kívánt molekulákkal együtt, a gyógyhatás kifejtése szempontjából kritikus jelentőségű hatóanyagot is eliminálja, így a gyógyszer kiürül a szervezetből, annak újbóli adagolására van szükség. Hosszabb gyógyhatást nagyobb mennyiségű gyógyszer adagolásával tudunk elérni, ezzel azonban az adagolás kezdetén a kívántnál esetlegesen nagyobb, a kiürülés után pedig a hatás kifejtéséhez szükséges legkisebbnél is alacsonyabb koncentrációt mérhetünk majd. Kissé szabatosabban fogalmazva: rekurzív, hordozó nélküli adagolás esetén a hatóanyag koncentrációja a ciklus elején a kívántnál nagyobb, annak végén kisebb koncentrációban lesz jelen a szervezetben, így a ciklus számottevő részében kívül mozognak az optimális koncentráció-tartományon, azaz az ún. terápiás ablakon [1].

A probléma kezelésének egyik leggyakrabban alkalmazott lehetősége, hogy a hatóanyagot egy azt hordozó mátrixban juttatjuk be *in vivo* körülmények közé, melyből a gyógyhatást kifejtő molekulák nem pillanatszerűen, hanem – optimális

esetben – egyenletes sebességgel jutnak ki egészen a terápia kitűzött időintervallumának végpontjáig [1]. Ezzel az eljárással biztosíthatjuk, hogy a hatóanyag élő szervezetben mérhető koncentrációja végig a terápiás ablak által megszabott koncentráció-tartományon belül marad, azaz nem mutat idő függvényében megfigyelhető oszcillációt, mint a hordozó nélküli, rekurzív adagoláson alapuló terápiák esetén.

Felmerül tehát a kérdés, hogyan tudjuk elérni, hogy a hatóanyag az azt hordozó mátrixból ne pillanatszerűen, hanem ha lehet, egyenletes sebességgel jusson ki. Ennek a problémának a megoldására számos lehetőség kínálkozik, ezek közül a leggyakrabban alkalmazottak a mátrix *in vivo* körülmények között bekövetkező degradációján alapulnak [2], esetlegesen azt használják ki, hogy a hordozón belül a hatóanyag molekulái csak lassan képesek diffundálni [3]. Az előbbi eljárás alkalmazhatóságának hátterében az áll, hogy a folyamatosan lebomló mátrix dezintegrálódása az iniciálisan abban megtalálható hatóanyag kiszabadulását is maga után vonja, azaz az élő szervezetbe azért kerülnek át a terápiás hatást kifejtetni hivatott molekulák, mert a kezdetben azokat statikus pozícióban tartó (jellemzően makro-) molekulák által felépített mátrix lebomlik [2].

A fent említett eljárások közül a második, logikáját tekintve is, különböző irányvonalat képvisel, itt ugyanis szándékosan egy olyan hordozó mátrixot választunk, amelyben a hatóanyag molekuláris szintű diffúziója nem gátolt sztérikusan,

azaz abban mérhető sebességgel képes diffundálni a hatóanyag [3]. Figyelembe véve, hogy a terápia kezdetén az élő szervezetben a hatóanyag koncentrációja jellemzően nulla, míg a hordozó mátrixra nézve annak koncentrációja egy győgszerformálás során megszabott, de nullánál értelemszerűen magasabb érték, a hatóanyag hordozó mátrixból intercelluláris térbe történő átoldódása termodinamikailag kedvező folyamat, melynek hajtóereje a koncentrációkülönbséggel arányos. A fentiek miatt a hatóanyag mindenképp ki fog jutni az élő szervezetbe, a hordozó mátrix hatékonyságának szempontjából azonban kritikus, hogy milyen sebességgel, illetve hogy van-e lehetőségünk befolyásolni ezt a kioldódási sebességet. Az imént említett tényezők (különösen olyan hatóanyagok esetén, ahol annak túl nagy koncentrációja akár toxikus is lehet, túl kicsi – effektív érték alatti – koncentrációja pedig értékes időt vesz el a terápiára áldozott intervallumból) kiemelt jelentőséggel bírnak, számos kutatócsoport foglalkozott a diffúziókontrollált hordozó mátrixok kifejlesztésével, illetve gyakorlati alkalmazhatóságával [4–6]. *Peppas* pl. azt használta ki, hogy a hordozó hidrogél térhálósűrűségével negatívan korrelál a hatóanyag gélben mérhető diffúziós koefficiense, így a kioldódás lassítható a hordozó mátrix mesh size paraméterének csökkentésével [7]. Hasonló metodikát alkalmazott továbbá *Van Blarcom* [8], illetve *Radke* [9] is, egyes kutatók – mint pl. az *Amsden* csoport [10] – pedig már célirányosan a diffúziós koefficiens térháló-sűrűség függésével foglalkoztak, illetve állítottak fel arra félempirikus matematikai modellt [10].

Jóllehet a fent említett kutatók munkáinak mindegyike a kioldódás sebességének a hordozó mátrix kémiai szerkezetének módosításával történő befolyásolásán alapszik, ne felejtjük el, hogy a kontrollált hatóanyag-leadás gyakorlati implementálása más eljárásokkal is megvalósítható. Ezek közül szót érdemelnek pl. azok, melyek – szemben a fent citált irodalmi forrásokkal – nem a mátrix kémiai tulajdonságainak, hanem annak geometriai paramétereinek módosításán alapulnak, illetve azt használják ki, hogy nagyobb fajlagos felülettel rendelkező hordozók esetén nagyobb az anyagátadásra rendelkezésre álló felület, így még ugyanakkora anyagátadást iniciál, illetve fenntartó hajtóerőnél is nagyobb kioldódási sebességet mérhetünk, ha növeljük a hordozó tömbfázis fajlagos felületét. Ez megvalósítható a leggyakrabban alkalmazott geometriák (pl. szemcsék, szálak vagy membránok) mindegyikénél, szemcséknél és szálaknál az átmérő változtatásával, pórusos membránoknál pedig a porozitás modulálásával [11].

Láttuk tehát, hogy rendkívül értékes információkat felvontató irodalmi előképe van a kontrollált kioldódási kinetika megvalósítását lehetővé tevő eljárásoknak, egyelőre nem foglalkoztunk azonban még a gyakorlati potenciállal is bíró hatóanyag-hordozó mátrixok másik fontos aspektusával, a biokompatibilitással, illetve a szűkebb értelemben véve az emberi szervezetben történő alkalmazhatósággal. Ezen a téren a legfontosabb megválaszolnivaló kérdés, hogy a hordozó mátrix jelenléte kivált-e a szervezet részéről immunválaszt, illetve ha nem (azaz akár hosszabb ideig is a szervezeten belül tartózkodhat), akkor a metabolizis eredményez-e toxikus metabolitokat.

Egy kereskedelmi forgalomba is hozható készítménynek mindkét elvárásnak meg kell felelni, azaz a hordozó mátrix anyagaként csak olyan vegyületeket választhatunk, amely összeférhető az élő szövetrel és mérgező bomlástermékek keletkezését sem indukálja *in vivo* jelenléte. Ilyen anyagokkal pl. a különböző poliszacharidokkal (keményítő- vagy cellulózsármazékok), de polipeptidekkel is találkozhatunk (zselatin, illetve zselatin alapú hidrogélek). A hordozó mátrix lehetséges alapanyagai között azonban nem csak biológiai eredetű makromolekulákat találhatunk, régóta ismert például, hogy az egyébként csak szintetikus úton előállítható poli(vinil-alkohol) is kítűnő hatóanyag-hordozó, hasonlóan a belőle készült hidrogélekhez, melyek akár makromolekulák (jellemzően enzimek) hely-, illetve egészen pontosan szövetspecifikus szervezetbe juttatását is lehetővé teszik [12].

Jóllehet a fent felsorolt potenciális mátrix alapanyagok listája további kiegészítés nélkül is impresszívnek mondható, az elmúlt években ugrásszerű fejlődésnek indult fermentációs technológiák lehetővé tették úgynevezett mikrobiális poliészterek nagy volumenben történő, költséghatékony szintézisét. A mikrobiális poliészterek – ahogy a nevük is sugallja – mikroorganizmusok által szintetizált poliészterek, azaz a fermentált organizmus nem csak a kinyerni kívánt polimer monomerét állítja elő (mint pl. a politejsav esetén), hanem közvetlenül a makromolekulát szintetizálja, illetve tárolja az intracelluláris térben anyag-, illetve energiaraktárként. Bár a mikrobiális poliészterek családja rendkívül szerteágazó, legnagyobb mennyiségben a poli(3-hidroxi-butirát) (PHB) fermentációja zajlik, illetve ez a legintenzívebben kutatott képviselője a mikrobiális poliészterek családjának. Ennek hátterében két tényező is áll: egyrészt – köszönhetően a PHB nagy mennyiségben rendelkezésre álló, mezőgazdasági hulladékforráson alapuló fermentációjának méretnövelését célzó kutatások sikerének – a vegyület kereskedelmi forgalomból is relatíve kedvező áron beszerezhető, másrészt a vegyület *in vivo* metabolizise nem eredményez toxikus metabolitokat, így annak élő szervezetben történő alkalmazása is teljesen veszélytelen [13].

Kézenfekvőnek mutatkozhat tehát a PHB hatóanyag-hordozó mátrixként történő alkalmazása, mely történhet pl. mikroszemcsék előállításával [14], ez a terület ugyanis meglehetősen alaposan dokumentáltak mondható, így akár irodalmi források alapján is megtervezhetjük a hatóanyagot is tartalmazó szemcsék előállításának kísérlettervét [14]. Meg kell említeni azonban azt is, hogy a PHB mikroszemcsékből történő hatóanyag-kioldódás finomhangolásának még nincs irodalmi előképe, így ennek az eljárásnak a kidolgozása mindaddig váratott magára. Munkánkban most a fent említett hiányosságot igyekszünk pótolni, azaz bemutatni egy olyan metodikát, mely nem csak a kontrollálható átmérővel, illetve szűk méreteloszlással jellemezhető PHB szemcséfrakciók előállítását teszi lehetővé, hanem egyben lehetőséget biztosít arra is, hogy azok felületén térhálós PVA hidrogél-réteget alakítsunk ki, melynek kémiai térháló-sűrűségével a hatóanyag-leadás kinetikája is modulálható.

2. KÍSÉRLETI RÉSZ

2.1. PHB SZEMCSÉK ELŐÁLLÍTÁSA

Első lépésként a szemcsék anyagául szolgáló PHB-t (METABOLIX INC.) kloroformban (MOLAR CHEMICALS KFT.) oldottuk fel, melyhez a polimer granulátumok 2 órás forrponi (61 °C) refluxáltatására volt szükség. Az oldást követően kloroformos fázisban megtalálható oldhatatlan inhomogenitásokat kiülepítéssel eltávolítottuk, majd elkészítettük az emulgeáló tömbfázisként használni kívánt PVA oldatot. Ehhez a PVA-t (FLUKA GMBH) desztillált vízbe helyeztük, melyet ezt követően folyamatos kevertetés közben 9 °C-ra hevítettünk. Ezen a hőmérsékleten a PVA legnagyobb része hozzávetőlegesen ~1 óra alatt feloldódik, a visszamaradó inhomogenitások eltávolítására azonban azok oldattal közel megegyező sűrűsége miatt ülepítéssel nincs lehetőség, így ezúttal szűréssel végeztük el a tisztítási lépést. Ezt a vizes tömbfázisú emulzió előállítását követte, mely során 3 ml 5 m/m%-os kloroformos PHB oldatot emulgeáltunk 50 ml 2 m/m%-os PVA oldatban. Az emulziót folyamatos kevertetés mellett (400/min) 50 °C-on tartottuk, így az emulgeált cseppekből a kloroform kipárolgott, hátrahagyva a szolváburkukat vesztett PHB makromolekulákat (gyakorlatilag emulziót átvittük szuszpenzióba).

A kioldásvizsgálatokhoz olyan mikroszemcséket is előállítottunk, melyeket az egyik pillanatnyilag is alkalmazott antibiotikum molekuláival töltöttünk (metronidazol, a SZEGEDI EGYETEM ajándéka). A hatóanyagot is hordozó mikrokapszulák előállításának menete a fent bemutatottól annyiban különbözött, hogy mind a kloroformos, mind a vizes oldatba előzetesen metronidazol oldottunk (20, illetve 36.4 mmol/dm³ koncentrációban). A metronidazol jelenlétére a vizes fázisban azért volt szükség, mert ez a hatóanyag vízben is jól oldódik, így metronidazol nem tartalmazó PVA oldat alkalmazása esetén a hatóanyag nagy része már a szemcsék előállításánál elhagyta volna a polimer fázist. A kloroformos, illetve vizes oldat metronidazol koncentrációit úgy választottuk meg, hogy az emulzió összeállításakor a hatóanyag kémiai potenciálja ugyanakkora legyen mindkét fázisban (előzetes mérések során határoztuk meg, hogy termodinamikai egyensúlyban a metronidazol 1:0.549 arányban oszlik meg a vizes és a kloroformos fázis között, így ezt követik a fenti koncentrációk is).

A szemcsék előállításának utolsó lépéseként a kémiai térhálóponthoz tartozó felületi hidrogél-réteget hoztuk létre, melyre az biztosított lehetőséget, hogy a szuszpenzióban megtalálható szemcsék felületén azok kialakulásakor PVA réteg helyezkedik el, ez pedig térhálósítható, ha a szemcséket nem lemoszuk, hanem azokat a PVA oldatból történő kiszűrést követően a térhálósítószer (glutáraldehid, ALFA AESAR INC.) vizes oldatába helyezjük. Mivel a szemcsékből történő idő előtti hatóanyag-kioldódást a glutáraldehid oldatban is el szeretnénk volna kerülni, ezért a 12.5 m/m%-ban jelen lévő térhálósítószer mellett feloldottunk még benne metronidazol 36.4 mmol/dm³ koncentrációban. A térhálósítást (~30 min) követően a szemcséket a glutáraldehid oldatából is kiszűrtük, illetve megszáritottuk.

2.2. PHB SZEMCSÉK MÉRET SZERINTI ELVÁLASZTÁSA

A méret szerinti elválasztás során a szemcséket zselatinból készült hidrogélben futtattuk, így a frakcionálás első lépése 3 m/m%-os vizes zselatin (SIGMA-ALDRICH) oldat előállítását volt, folyamatos kevertetés (300/min) mellett, 80 °C-on. A zselatin ezen a hőmérsékleten tökéletesen oldódik, így ezúttal addicionális mosási lépés nélkül haladtunk tovább. A még meleg zselatin oldatokat 50 ml-es centrifugálható mintatartókba töltöttük, ahol az oldat alaktartó géllé alakult. A zselatin gél felületére 100 mg elválasztani kívánt szemcsét helyeztünk, majd a mintatartót centrifugába helyeztük. A szemcsék zselatin gélben történő futását 6000/min-nél megjelenő centripetális gyorsulásnak megfelelő erőhatás indította, illetve tartotta fenn, egészen a futtatás végéig (termelésétől függően 5–10 min). A gélben történő futás során méret szerint szétválasztott szemcsék frakcióinak kinyeréséhez első lépésként a zselatingélt késsel a futási irányra merőlegesen feldaraboltuk, majd a szeleteket vízszamelegítettük. Magas hőmérsékleten a zselatingél újra elveszíti alaktartóságát (folyik), így a méret szerint elválasztott frakciók kiszűrhetők.

2.3. MODELHATÓANYAGOK DIFFÚZIÓJÁNAK VIZSGÁLATA

KÜLÖNBÖZŐ TÉRHÁLÓPONT-SŰRŰSÉGŰ PVA HIDROGÉLEKBE

A hatóanyag PVA hidrogélben történő diffúzióját a szemcséktől függetlenül is vizsgáltuk. Ehhez 1, 2, 3, 4, illetve 5 m/m%-os PVA oldatokat hoztunk létre, illetve térhálósítottuk azok 20–20 ml-ét 12.5 m/m%-os vizes glutáraldehid oldattal. A glutáraldehid oldat mennyisége minden esetben 200 µl volt, illetve katalizátorként 400 µl 18 m/m%-os sósavat (MOLAR CHEMICALS KFT.) is adagoltunk a vizes oldathoz. Az összekevert komponenseket 22 ml-es kémcsövekbe töltöttük, majd a gélesedés idejére a kémcső-sorozatot félretettük. A gélesedés a fent említett savas katalízis alkalmazása esetén nem vett többet igénybe 24 óránál.

A PVA koncentráció hatása mellett a glutáraldehid-koncentráció befolyásoló hatását is vizsgáltuk. Ezen mérések során a PVA koncentrációja állandó volt (2 m/m%), a glutáraldehid koncentrációját viszont változtattuk oly módon, hogy a PVA oldat 20 ml-éhez a 12.5 m/m%-os glutáraldehid oldat 100, 200, 300, 400, illetve 500 µl-ét kevertük. Az iniciátorként funkcionáló protonokat vizes közegbe juttatni hivatott sósav koncentrációja, mennyisége ezúttal is 18 m/m%, illetve 400 µl volt. A gélesedésre fenntartott idő (24 óra) leteltét követően a gélekben futtatni kívánt modellhatóanyagok adagolása következett.

Ennek első lépéseként a hatóanyag 1 ml térfogatú, telített vizes oldatát töltöttük be a kémcső (már alaktartóvá vált) gél által ki nem töltött térrészébe (kissé szabatosabban fogalmazva: a hatóanyag telített vizes oldatát rátöltöttük a géltre). Modellhatóanyagként kristályviolát (FINOMVEGYSZER K.SZ.), illetve *Sirius Red F3B*-t (DYSTAR TEXTILFARBEN GMBH) alkalmaztunk. Telített (azaz a lehető legtöményebb) oldatok használatára azért volt szükségünk, mert szeretnénk volna elérni, hogy a vizes oldat koncentrációja a hatóanyagra nézve diffúziós vizsgálat teljes ideje alatt (közel) állandó maradjon. A gélekben diffundáló molekulákat tartalmazó kémcsövekről szabályos időközönként

képeket készítettünk, ezeken ugyanis szabad szemmel is jól megfigyelhető a (színes) hatóanyag-molekulák kémcső hossz-tengelye mentén megjelenő koncentráció gradiense.

2.4. KIOLDÁSVIZSGÁLATOK

A kioldásvizsgálatok első lépéseként a hatóanyaggal töltött szemcsék 25 mg-ját 50 ml, az élő szervezet körülményeit modellezni hivatott izotóniás sóoldatba helyeztük, majd az oldatot 200/min sebességgel ráztattuk. A kioldóközegből a szemcsék beadagolásakor (azaz a nulla időpillanatban), illetve azt követően 3 percenként 1 ml mintát vettünk, majd azokat 4 ml acetonnitrilbe töltöttük. Ezen lépés során a PVA kicsapódik, azaz így biztosíthatjuk azt, hogy a szintén UV-elnyelő PVA esetlegesen megjelenő abszorpciós csúcsa ne zavarja a metronidazol mennyiségi analizisét. Az így kapott oldatot 0.45 µm-es pórusméretű fecskendőszűrőn szűrtük, illetve reverz fázisú HPLC-vel analizáltuk.

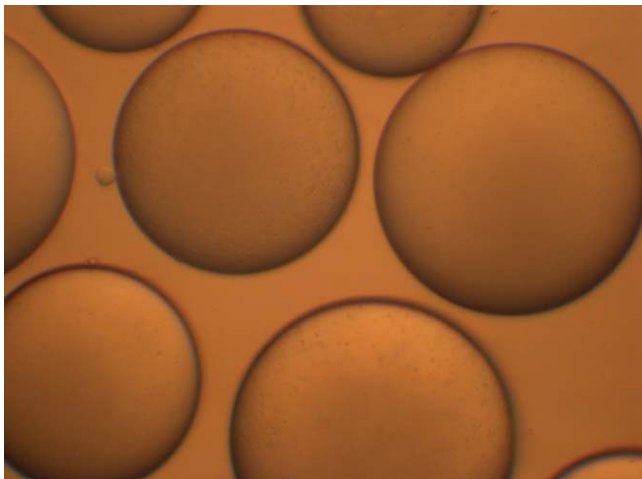
A HPLC (MERCK-HITACHI LACHROME ELITE) mozgófázisa acetonnitril (PROMOCHEM LTD.) volt, állófázisa pedig egy LiCHROSPHER 100 típusú *RP-18 end-capped* szilika (MERCK GMBH) 5 µm-es átlagos szemcsemérettel. Az eluens 1 ml/min-os térfogatárammal mozgott az állófázis fölött, az ehhez szükséges nyomás 65 bar volt. A kolonnáról lejövő eluensáramot DAD detektorral analizáltuk, mely a 190–400 nm hullámhossztartományt pásztázta 400 ms időbeli felbontással.

3. EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK

3.1. AZ EMULZIÓS-SZUSZPENZIÓS ELJÁRÁS ÉRTÉKELÉSE

Már az emulzió elkészültekor szerettük volna mennyiségileg és minőségileg is jellemezni az emulgeálás hatásfokát, ezért közvetlenül a PHB oldat PVA oldatba mérése után vett mintákról készült felvételeket (1. ábra) is elemeztük. A képeken jól megfigyelhető a vizes és a kloroformos fázis határa, illetve az, hogy az emulgeált cseppek kinetikai stabilitást is mutatnak: ha két csepp érintkezik egymással, akkor sem olvadnak össze, azaz a poli(vinil-alkohol) molekulák valóban képesek a tenzid szerepét betöltve stabilizálni a kloroformos fázis emulgeált cseppjeit.

Az emulgeált fázis PVA jelenlétével biztosított termodinamikai és kinetikai stabilitása lehetővé tette, hogy a PHB



1. ábra. Vizes tömbfázisban emulgeált kloroformos PHB oldatról analóg optikai mikroszkóppal készített felvétel

molekulákat tartalmazó cseppek közvetlenül alakuljanak a kloroform kipárolgása során szuszpendált szemcsékké, azaz az emulziókról készült képeken (1. ábra) látható emulgeált cseppek mindegyike 1-1 szuszpendált szemcse perkurzorának tekinthető. A kloroform kipárolgása során megfigyelhető volt továbbá a cseppek zsugorodása (a szintézishez használt PHB oldat 95%-ban kloroformot tartalmazott, mely eltávozik az emulzió-szuszpenzió konverzió során), illetve az, hogy a szolvátburkukat folyamatosan elvesztő PHB makromolekulák kicsapódnak, így a szemcsék már nem engedik át a látható fény hullámhossztartományába eső fotonokat (fekete foltokként jelennek meg a transzmissziós üzemmódban használt optikai mikroszkóp képén). Mindez nem jelenti azt, hogy a sikeres emulzió-szuszpenzió konverziót követően nem nyerhetünk minőségi információt a PHB mikroszemcsékről, digitális optikai mikroszkóppal ugyanis kiváló minőségű felvételeket készíthetünk azok felületéről is (2. ábra).

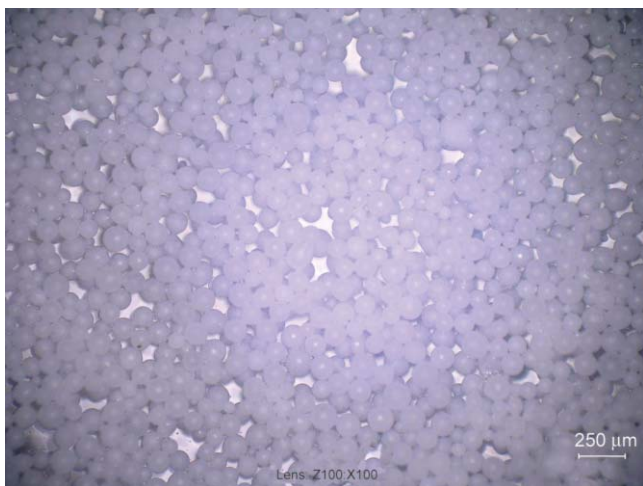


2. ábra. Az emulzióból szuszpenzióvá konvertált tömbfázisban megtalálható PHB szemcsék digitális optikai mikroszkópi képe

A 2. ábrán érdemes megfigyelni, hogy a fázishatáron halmozódó PVA molekulák a szemcsék kialakulása (azaz a kloroform teljes mennyiségének elpárolgása) után is megtalálhatók a felületen, illetve visszaverik a digitális optikai mikroszkóp fényforrása által emittált fotonokat.

A felületi PVA réteg jelenléte mellett azonban érdemes megfigyelni azt is, hogy a szemcsék méret szerinti szórása kimondottan nagy, ami hátrányos lehet, ha célunk a mikrokapszulákból történő hatóanyag kioldódásának mennyiségi leírása, illetve szimulációja. Ennek háttérben az áll, hogy diszperz halmazt felépítő egyedi szemcsék esetén nagyon durva közelítést jelent a kinetikai leírást egyébként számottevően megkönnyítő, egy átmérővel történő kalkulálás. Mindezek miatt az emulzió-szuszpenzió konverziót a mikrokapszulák zselatin gélben történő futtatással megvalósított méret szerinti frakcionálása követte, ennek eredménye látható a 3. ábrán.

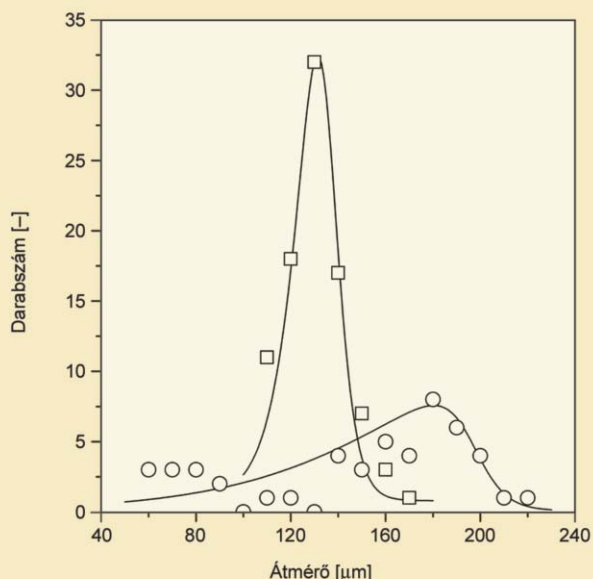
Jóllehet a 3. ábra jól szemlélteti a méret szerinti frakcionálás eredményességét, az eloszlásfüggvény gélben történő futtatás segítségével kivitelezett modulálásáról még nem szolgáltat mennyiségi információt. Mindezek miatt a szemcsEFRAKCIÓKRÓL



3. ábra. Gélben történő futtatással méret szerint elválasztott PHB szemcsék egy frakciójáról készített kép

készült képeken megfigyelhető egyedi mikrokapszulák átmérőjét a mikroszkóp szoftverének e célra fejlesztett modulja segítségével számértékileg is meghatároztuk, majd ezen adatok alapján felvettük a szemcsék eloszlásfüggvényét (4. ábra).

A 4. ábra diagramja alapján kijelenthetjük, hogy a gélben történő futtatással számottevően le tudjuk redukálni a szemcsék méret szerinti szórását, azaz segítségével csökkenthetjük a mikrokapszulák diszperzitását. Az átmérő szerinti eloszlásfüggvények felvétele – noha az általunk alkalmazott frakcionálási technika hatékonyságának szemléltetése szempontjából is előnyös – elsősorban azért mutatkozik célszerűnek, mert segítségével meg tudjuk becsülni, hogy mi a kiválasztott frakció jellemző átmérője, és a későbbiekben ezt az értéket használhatjuk fel a hatóanyag-kioldódás szimulációjához. Ezen

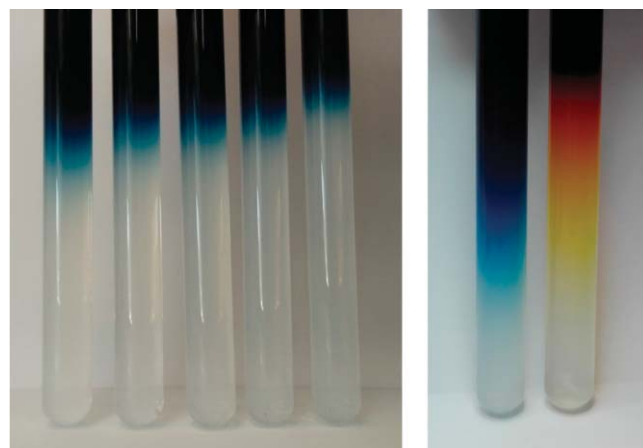


4. ábra. Közvetlenül az emulzió-szuszenzió konverziót követően mintavételezett, illetve frakcionálással szeparált szemcséket tartalmazó minták eloszlásfüggvényei (Jelölések: □ térhálósítóval nem kezelt szemcsék, ○ térhálósított felületi PVA réteggel rendelkező szemcsék)

modellszámítások során azonban figyelembe kell vennünk azt is, hogy a szemcséket borító PVA hidrogélben más sebességgel diffundál a hatóanyag, mint a PHB tömbfázison belül, így a modellezés megkezdése előtt célszerűnek mutatkozik a felületi gélrétegben történő molekuláris szintű diffúziót befolyásoló paraméterek részletekbe menő vizsgálata.

3.2. DIFFÚZIÓ PVA HIDROGÉLEKBEN

Ahogy azt az 5. ábra is szemlélteti, a hatóanyag diffúziós együtthatója és a hidrogél térhálópont-sűrűsége között negatív korreláció figyelhető meg (minél nagyobb koncentrációban hozunk létre a hidrogél tömbfázisában térháló-pontokat, annál lassabban lesz képes diffundálni benne a hatóanyag). Figyeljük meg, hogy az 5. ábra bal oldali felvételén látható kémcsövekben megtalálható gélek térhálópont-sűrűségének növelésével (balról jobbra) az ezen mérésekhez alkalmazott modellhatóanyag (kristályviola) egyre lassabb diffúzióra lesz képes. A jelenség hátterében a hatóanyag-molekulák és a PVA interakciója áll: a polimer molekulák, illetve az azokat összekapcsoló keresztkötések egy háromdimenziós hálót (ún. mesh-t) alkotnak, mely sztérikusan gátolja a hatóanyag szabad diffúzióját.



5. ábra. A hidrogél kémiai térhálópont-sűrűségének és a hatóanyag méretének befolyásoló hatását szemléltető gélsorozatokról készített összehasonlító fotók

Ez a jelenség tetten érhető akkor is, ha nem magát a mesh size-t csökkentjük, hanem a hatóanyag méretét növeljük: az 5. ábra jobb oldali felvételén látható kémcsövek (balról jobbra) kristályviolát, illetve *Sirius Red*-et tartalmaztak, melyek közül az utóbbi molekula hozzávetőlegesen háromszor nagyobb mint az előbbi. Nagyobb molekulák mozgásának sztérikus gátlásánál még inkább közrejátszik a polimer mesh jelenléte, így a *Sirius Red* diffúziója számottevően lassabb, mint a kristályvioláé.

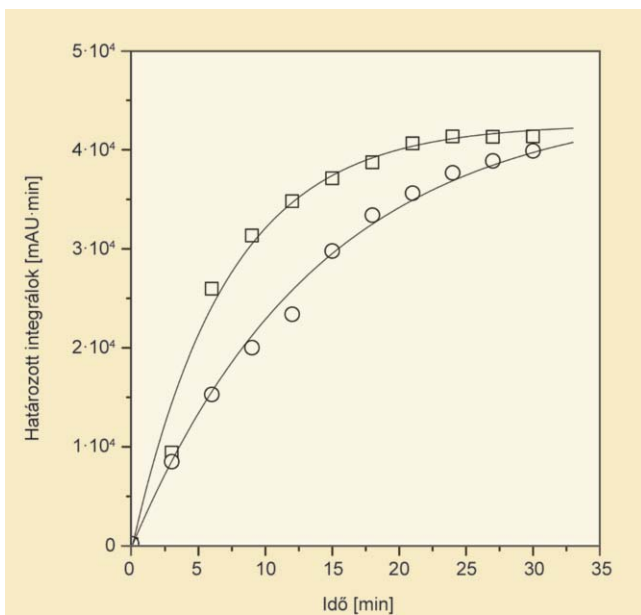
A fentiek alapján levonhatjuk a következtetést, hogy amennyiben a hatóanyagot hordozni hivatott mátrixunkkal lassabb kioldódást szeretnénk elérni, akkor vagy a PHB szemcséket borító gél térhálópont-sűrűségét kell növelnünk, vagy nagyobb hatóanyag-molekulát kell választanunk. A gyakorlati potenciállal is bíró alkalmazások esetén jellemzően a szervezetbe

bevinni kívánt molekula anyagi minősége adott és előre determinált, ezért kézenfekvőnek mutatkozik az előbbi eljárás alkalmazása.

Amennyiben ismerjük a hordozó szemcsehalmaz jellemző átmérőjét (4. ábra), illetve figyelembe tudjuk venni a felületi gélréteg kioldódást lassító hatását, lehetőségünk nyílik a leadás időfüggésének mennyiségi leírására, illetve szimulációjára.

3.3. A HATÓANYAG KIOLDÓDÁSÁNAK SZIMULÁLÁSA

A szemcséket borító gélrétegben végbemenő diffúzió sebességére az előállítást követően felületi PVA rétegtől megtisztított, illetve a térhálósított PVA hidrogél-borítással rendelkező szemcsékkel kivitelezett mérések eredményeinek összehasonlítása alapján lesz lehetőségünk (6. ábra).



6. ábra. A metronidazol kromatográfás csúcsainak határozott integrálja az idő függvényében ábrázolva (Jelölések: □ térhálósítóval nem kezelt szemcsék, ○ térhálósított felületi PVA réteggel rendelkező szemcsék)

A 6. ábra diagramja jól szemlélteti, hogy a kioldódást számottevően lelassítja a hidrogél jelenléte (a hatóanyag mennyisége lassabban konvergál az egyensúlyi értékhez), felmerül azonban a kérdés, hogy tudjuk-e számszerűsíteni a leadás sebességét redukálni hivatott felületi réteg befolyásoló hatását. Erre több lehetőség is kínálkozik, melyek közül az első az effektív diffúziós koefficiens bevezetése és alkalmazása. Ebben a reprezentációban nem különböztetjük meg egymástól a PHB fázist és a PVA hidrogél fázist, pusztán úgy tekintünk a szemcsére, mint egy (térhálósító-koncentrációval) modulált diffúziós koefficienssel jellemezhető homogén tömbfázisra. Ekkor ugyanis a szemcsében történő diffúzió folyamata (egészen pontosan szemcsén belüli koncentrációprofil időfüggése) leírható Fick II. törvényének gömbszimmetrikus diffúzióra felírt alakjának numerikus megoldásaival, azaz azokkal a $c(r,t)$ felületfüggvényekkel, amelyek kielégítik a következő parciális differenciálegyenletet:

$$\frac{\partial}{\partial t}[c(r,t)] = D_{\text{eff}} \cdot \frac{1}{r} \cdot \frac{\partial^2}{\partial r^2}[r \cdot c(r,t)]$$

Az egyenlet megoldásainak mért pontokra illesztésével meglehetősen pontosan leírható a kioldódás időfüggése, valamint meghatározhatjuk az effektív (látszólagos) diffúziós koefficiens értékét is. Annak érdekében, hogy a fent bemutatott (illetve adott esetben az annál komplexebb) diffúzió-szimulációk kvantitatív leírását a lehető legpontosabban legyünk képesek kivitelezni, kutatócsoportunk egy véges elemes modellszámításon alapuló szoftvert fejlesztett, mely a vizsgált (illetve ismert geometriai peremétekekkel jellemezhető) szemcsék térfogatát egy szimuláció kívánt pontosságától függő darabszámú diszkrét térfogatelemre bontja. Ezt követően az előre definiált kezdeti és peremfeltételek figyelembe vételével kiszámolja a diszkrét térfogatelemek határán megjelenő, időfüggő anyagáram-sűrűségeket, ami lehetőséget biztosít arra is, hogy minden egyes térfogatelemre, minden időpillanatban kiszámoljuk az ott megjelenő (időfüggő) koncentrációt. Az eljárás előnye a fent bemutatott differenciálegyenlet egyszerű numerikus megoldásával szemben, hogy a térfogatelemek határán tetszőleges diffúziós koefficiens alapján számolhatjuk ki az azon áthaladó anyagáram-sűrűséget, azaz nem kell egy D értékre szorítkoznunk, mint az egyszerűsített matematikai reprezentáció alkalmazása esetén. (Ad absurdum bármely két szomszédos térfogatelem határán tudunk az összes többi-től teljesen függetlenül megválasztott, tetszőleges diffúziós koefficienssel számolni, de természetesen ez most nem célunk, feltételezzük, hogy egy PHB tömbfázisra, illetve egy PVA gél tömbfázisra megválasztott koefficiens kielégítően szorosnak mondható korrelációt fog majd biztosítani a mért és a számított adatok között.) Ezen szoros korrelációt szintén a 6. ábra szemlélteti, amelyen a folytonos vonalak a véges elemes modellszámítás eredménye alapján felrajzolt, illetve iteratív algoritmussal a mért értékekre illesztett görbéit reprezentálják.

Jóllehet a mért és számított adatok meglehetősen szoros illeszkedést mutatnak, érdemes lehet megjegyezni, hogy az általunk előállított, egyszerű kétfázisú mikrokapszulákból történő kioldódás mennyiségi jellemzése még egyszerűbb matematikai apparátusok alkalmazása esetén is gyakran elfogadható pontossággal végezhető, így a véges elemes modellszámítások igazi potenciálja elsősorban a bonyolultabb struktúrájú (kettőnél több fázisú, vagy nem szabályos geometriájú) hordozó mátrixok alkalmazása esetén fog megmutatkozni.

4. ÖSSZEFOGLALÁS

Méréseink alapján nyilvánvalóvá vált, hogy az általunk alkalmazott emulziós-szuszpenziós technikával gömbhöz nagyon közel álló geometriájú PHB mikroszemcséket lehet létrehozni. A szemcsehalmaz méret szerinti szórása nagynak volt mondható, azonban zselatin gélben történő futtatás segítségével szűk méreteloszlású frakciókra szeparáltuk a szemcséket, ezzel gondoskodva a későbbiekben elvégezni kívánt kinetikai modellszámítások pontosságának növeléséről. Kísérleteink eredményei alátámasztották továbbá azt is, hogy a szemcsékből

történő hatóanyag-kioldódás az azok felületén megtalálható PVA térhálósításával lassítható, a gélréteg vázát adó polimer molekulák, illetve az azok között megtalálható keresztkötések (azaz a polimer mesh) ugyanis sztérikusan gátolja a hatóanyag diffúzióját. Ezen megfigyelésünket kioldás vizsgálatoktól függetlenül, modellhatóanyagok különböző térhálópont-sűrűségű hidrogélekben történő futtatásának eredményeivel is alátámasztottuk, illetve szemléltettük, hogy a diffúziós koefficiens negatívan korrelál mind a hatóanyag molekuláinak méretével, mind a térhálópont-sűrűséggel. Eredményeink értékelésének zárásaként a kioldásvizsgálatok során empirikusan meghatározott hatóanyag-koncentrációk pontsorozatát véges elemes modellszámítások segítségével közelítettük, melyek során azt is figyelembe vettük, hogy a felületi hidrogélben számottevően kisebb a hatóanyag diffúziós koefficiense, mint a PHB fázisban, ezzel is tovább javítva a kioldódási kinetika modellezésének megbízhatóságát.

IRODALOMJEGYZÉK

- [1] Esmaeeli-Nadimi, A.; Kennedy, D.; Allahtavakoli, M.: European Journal of Pharmacology, 764, 55–62, (2015).
- [2] Ali, R.: Journal of Drug Delivery Science and Technology, 41, 7–12, (2017).
- [3] Hadjitheodorou, A.; Kalosakas, G.: Materials Science and Engineering: C, 42, 681–690, (2014).
- [4] Kabay, G.; Meydan, A. E.; Kaleli Can, G.; Demirci, C.; Mutlu, M.: Materials Science and Engineering: C 81, 271–279, (2017).
- [5] Lavoine, N.; Guillard, V.; Desloges, I.; Gontard, N.; Bras, J.: Carbohydrate Polymers, 149, 40–50, (2016).
- [6] Jia, J.; Wang, C.; Chen, K.; Yin, Y.: Chemical Engineering Journal, 327, 953–961, (2017).
- [7] Koetting, M. C.; Guido, J. F.; Gupta, M.; Zhang, A.; Peppas, N. A.: Journal of Controlled Release, 221, 18–25, (2016).
- [8] Peppas, N. A.; Van Blarcom, D. S.: Journal of Controlled Release, 240, 142–150, (2016).
- [9] Liu, D. E.; Dursch, T. J.; Taylor, N. O.; Chan, S. Y.; Bregante, D. T.; Radke, C. J.: Journal of Controlled Release, 239, 242–248, (2016).
- [10] Hadjiev, N. A.; Amsden, B. G.: Journal of Controlled Release, 199, 10–16, (2015).
- [11] Mithu, S. H.; Haque, S. N.; Chowdhry, B. Z.; Nokhodchi, A.; Maniruzzaman, M.: Materials Science and Engineering: C 76, 559–567, (2017).
- [12] Burek, M.; Waśkiewicz, S.; Awietjan, S.; Wandzik, I.: Reactive and Functional Polymers, 119, 105–115, (2017).
- [13] Pouton, C. W.; Akhtar, S.: Advanced Drug Delivery Reviews, 18, 133–162, (1996).
- [14] Campos, E.; Branquinho, J.; Carreira, A. S.; Carvalho, A.; Coimbra, P.; Ferreira, P.; Gil, M. H.: European Polymer Journal, 49, 2005–2021, (2013).

ELŐFIZETÉS 2018

POLIMEREK

**SZAKMAI IGÉNYESSÉG • ÉRTÉKTEREMTÉS
PRÉMIUM TARTALOM
DINAMIZMUST ADUNK VÁLLALKOZÁSÁNAK,
HÍREINKBŐL ÜZLET SZÜLETIK!
SZAKMAI PRESZTIZS, EZ A POLIMEREK –
A MŰANYAGIPAR MÉRTÉKADÓ LAPJA**

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

A POLIMEREK 2018. évi számai az MMSZ LAPKIADÓ KFT.-től
rendelhetők meg az iroda@huplast.hu e-mail címen.
Egész éves előfizetés 24 000 Ft + ÁFA,
az első lapszámot valamennyi cég számára
térítésmentesen biztosítjuk.

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

Lendület van.



IPAR NAPJAI

Nemzetközi ipari szakkonferencia



2018. május 15–18.



hungexpokiállítás

50 ÉVE

IPAR NAPJAI - Magyarország legjelentősebb üzleti eseménye az iparban

Helyszín: HUNGEXPO Budapesti Vásárcsoporthoz

Az IPAR NAPJAI kiállítás évről évre teret ad az ipari ágazatok, az egyedülálló innovációk bemutatkozására, valamint az üzleti kapcsolatépítésre.

Kiemelt téma: Ipar 4.0 – M2M, IoT, AI, smart solutions, termelési hálózatok és további számos technológiai irányzat

Legfontosabb megjelenő tematikák: elektronika, automatizálás, gépészet, robotika, logisztika, energetika, IT, beszállítóipar és még sok más iparág

Kedvezményes jelentkezési határidő a kiállítók részére:
2018. február 15.

Bővebb információ: www.iparnapjai.hu

Wittmann

Battenfeld



MacroPower

400 – 2000 t

moduláris

kompakt

precíz



A legmodernebb nagy gép széria – Az Ön igényeihez gyártva!

world of innovation
www.wittmann-group.com



WITTMANN BATTENFELD Kft.

Gyár utca 2. | H-2040 Budaörs | Tel.: +36 23 880 828 | Fax: +36 23 880 829 | info.hu@wittmann-group.com