

# polimerek

M Ű A N Y A G I P A R I S Z A K L A P

03 2023. MÁRCIUS  
IX. ÉVFOLYAM

Az MMSZ elnöksége folyamatosan erősíti az üzleti kapcsolatokat és a külpiacra jutás lehetőségét szélesíti tagsága körében.

Ez a pálya az oktatás és a kutatás mellett jelentős mértékben szolgálat - a Gábor Dénes-díjjal kitüntetett Dr. Toldy Andreával beszélgettünk.

Elemzés: az európai műanyagipar a számok tükrében - az energia- és logisztikai válság kihívás elé állítja a vállalatokat.

Három évi szünet után találkoztak a *Kapcsolat építő rendezvényen* az MMSZ tagjai - az *ONGROPACK Kft.* fogadta őket telephelyén.

A MAGYAR MŰANYAGIPARI SZÖVETSÉG LAPJA



*Wittmann*



Your One-Stop-Shop

It's all WITTMANN.

www.wittmann-group.com

# AMPACET

## ELTech™

MESTERKEVERÉK MEGOLDÁSOK

ELEKTROMOS ÉS ELEKTRONIKUS BERENDEZÉSEKHEZ



[www.ampacet.com](http://www.ampacet.com)

[marketing.europe@ampacet.com](mailto:marketing.europe@ampacet.com)

# HOL VANNAK A MAGYAR KUTATÓK?



**J. Mező Éva**  
főszerkesztő

Nemrég egy Magyarországon dolgozó kutatóval beszéltem, méltattam legújabb munkáját, amivel meggyőződésem, hogy rövidesen világraszóló hírnevet szerez. Ő azonban keserűen jegyezte meg: aki nemzetközi sikert akar elérni, már rég külföldön keresi azokat a lehetőségeket, amivel tudományát a világban jegyezni fogják. A Bazelen dolgozó neurológust, Roska Botondot hozta példaként, aki kutatócsoportjával a látás helyreállítására és a látásvesztés lassítására végez újszerű genetikai kísérleteket, másik világhírű kutatóként pedig a Philadelphiában dolgozó Karikó Katalint nevezte meg, aki az USA-ban fejlesztette ki az első mRNS-oltást a COVID-19 fertőzés leküzdésére.

Magyarország megbecsüli kutatóit, évről-évre növeli a K+F munkára fordított forrásokat – legalább is ez volt eddig a tudatomban, tehát elbizonytalanodtam. Ideje volt tehát utánanézni a részleteknek. Nem volt tanulság nélküli.

Magyarországon valóban folyamatosan növekszik a kutatás-fejlesztésre fordított források aránya: míg 2010-ben a GDP 1,14 százalékát tették ki ezek a kiadások, 2021-ben már 1,64 százalékát, ami 30 éves rekordot jelent, ugyanakkor a magyar kormányzat 2030-ra a 3 százalékot célozta meg. Ezzel az eredménytel hazánk a régiós mezőny elején helyezkedik el, ugyanakkor a vezető innovátorok, mint Svédország vagy Ausztria GDP-jének már most több mint 3 százalékát adja K+F-forrásokra. Érdemes egy pillantást vetni a vezető nagyhatalmak tudományfinanszírozására is. Miközben az unió a GDP-jének 2,27 százalékát költötte az elmúlt évben K+F-re, addig az Amerikai Egyesült Államok 3,45 százalékát, Japán 3,25 százalékát, Kína pedig 2019 óta nemzeti jövedelemének 2,4 százalékát szánta erre a célra. Magyarország a jelenlegi adatok szerint az európai ragsorban 2021 évhez képest egy helyet javítva a 21. helyen szerepel,

de még mindig a feltörekvő innovátorok között található, márpedig a magyar tudósok szűke-állományának koncentrációja világviszonylatban tagadhatatlan. A kép tehát még mindig nem állt össze, kerestem tovább.

A Világgazdaság tavaly decemberben közzétett *Tudományos vasfüggöny szeli ketté Európát, óriási hátrányban a magyar kutatók* című írása adhat újabb támpontot a kérdésre, a cikk szerzője az Európai Bizottság 2014–2020-as kutatási és innovációs keretprogramjának statisztikai adataiból merített: - *Továbbra sem olvad a kelet-közép-európai kutatók lemaradása a nyugat-európai társaikkal szemben* – írja a lap, az Európai Bizottság jelentéséből ugyanis az derül ki, hogy a H2020 névre keresztelt programban minden eddigénél többet, összesen 61 milliárd eurót osztottak ki a tagállamok között K+F tevékenységre. Magyarország az elnyert 372 millió eurós támogatással a 18. helyen végzett, amivel több régiós versenytársát is megelőzte, ám a teljes európai mezőnyhöz képest már korántsem ilyen kedvező a kép: az előző, FP7-es programozási ciklushoz hasonlóan ezúttal is a teljes keret mindössze 5 (!) százalékához jutottak hozzá különböző pályázatokon keresztül a 2004 óta csatlakozott 13 tagállam kutatói, azaz a régi tagországok osztozkodtak több mint 90 százalékon. Hét év alatt a legtöbbet a francia, a német és a brit intézmények kapták, a francia CNRS például egyedül háromszor többet (1,1 milliárd eurót), mint az összes magyar intézmény együttvéve.

Kutatóink tisztelete idehaza ugyanakkor elvitatathatatlan. Civil kezdeményezésre jött létre például elismerésükre a rangos Gábor Dénes-díj, amelyet legutóbb a BME professzora, Dr. Toldy Andrea is megkapott. A szakmai fejlesztésekről szóló beszámolóink mellett megtalálják a velem készült interjút is márciusi számunkban. Olvassanak minket! Érdemes.

**polimerek**

A Magyar Műanyagipari Szövetség és a magyarországi műanyag-, gumi- és kompozitipari vállalatok és intézményeinek havi tudományos, műszaki, gazdasági és marketing folyóirata



#### FŐSZERKESZTŐ:

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

#### SZERKESZTŐ:

Dr. Lehoczki László

#### FELELŐS VEZETŐ:

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

[www.polimerek.hu](http://www.polimerek.hu)

#### TUDOMÁNYOS

#### SZERKESZTŐBIZOTTSÁG:

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

#### IPARI

#### SZERKESZTŐBIZOTTSÁG:

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

Készült a Possum Kft. gondozásában.

**FELELŐS VEZETŐ:** Várnagy László

#### NYOMDAI ELŐKÉSZÍTÉS:

Collective Art Kft.

**KIADÓ:** MMSZ Lapkiadó Kft.

Megjelenik havonta 1000 példányban.

**HU ISSN 2415-9492**

A folyóirat a kiadótól rendelhető meg, az éves előfizetői díj 28 000 Ft + ÁFA. Az MMSZ irodában az egyes példányok is megvásárolhatók, az egyes lapszámok ára 2000 Ft + ÁFA.

# POLIMEREK

## 2023. MÁRCIUS

### IX. ÉVFOLYAM 3. SZÁM

**AKTUÁLIS** ..... 68

**IN MEMORIAM: DR. FEHÉR ERZSÉBET (1936-2023)** ..... 70

**HÁROM ÉV UTÁN ÚJRA TALÁLKOZHATOTT A SZAKMA** ..... 72

A pandémia miatt három év kihagyás után szervezhetett ismét *Kapcsolat-építő rendezvényt* az MMSZ, ennek megfelelően nagy volt az érdeklődés a szövetség tagjai részéről, hogy ismét személyesen találkozhassanak szakmai partnereikkel.

**PLAST'23: ÖT ÉV TELT EL A LEGUTÓBBI VÁSÁR ÓTA** ..... 73

**EZ A PÁLYA AZ OKTATÁS ÉS A KUTATÁS MELLETT JELENTŐS MÉRTÉKBEN SZOLGÁLAT** ..... 74

Interjú a Gábor Dénes-díjjal kitüntetett Dr. Toldy Andreával, a BME Polimer-technika Tanszékének professzorával.

**EGYSZERŰEN TEKERNI A SZÜKSÉGES ENERGIÁÉRT: A WITTMANN ERGOROBOT** ..... 78

**ÁRRIPORT: KISEBB POLIMER ÁREMELKEDÉS MÁRCIUSBAN** ..... 80

**ÚJABB SZINTET LÉPETT A THEGE PLASTIC KFT.** ..... 82

**HÚSZ SZÁZALÉKKAL NAGYOBB BEVÉTELT ÉRNETNEK EL AZ IP-TUDATOS VÁLLALKOZÁSOK** ..... 84

A tudatos szellemi tulajdon-menedzsmentet ösztönzi a Szellemi Tulajdon Nemzeti Hivatalának új kampánya.

**AZ EURÓPAI MŰANYAGIPAR A SZÁMOK TÜKRÉBEN** ..... 86

Az európai műanyagipar átalakulóban van. A vállalatok jelentős mennyiségű tőkét, időt, energiát és szakértelmet fektetnek be a 2050-es nettó zéró kibocsátás és körforgásos gazdasági céljaik fenntartható elérése érdekében. Beruházásaikkal átszervezik termelési és technológiai bázisukat. Keresik a módját az olyan kérdések megválaszolásának, mint a műanyag hulladék problémája és az éghajlatváltozás, miközben az értékláncoknak, a fogyasztóknak és a társadalomnak továbbra is kínálják a műanyagok által nyújtott számos előnyt.

Kovács Zsófia, Pomázi Ákos, Hollósi Ernő, Toldy Andrea  
**ε-KAPROLAKTÁM ALAPÚ ÉGÉSGÁTLÓ BEVONAT FEJLESZTÉSE SZÉNSZÁL ERŐSÍTÉSŰ POLIAMID 6 KOMPOZITOKHOZ** ..... 90

A korszerű autóiparban a viszonylag egyszerű újrahasznosítás és a gyors ciklusidők miatt egyre gyakrabban alkalmaznak hosszú szállal erősített, hőre lágyuló mátrixú kompozitokat, amelyek egyik fő mátrixa az ε-kaprolaktám anionos gyűrűfelfnyitások polimerizációjával előállítható poliamid 6. Munkánkban ε-kaprolaktám alapú égésgátló bevonatot fejlesztettünk szén-szál erősítésű poliamid 6 kompozitokhoz és vizsgáltuk az égésgátlók hatását az üvegesedési átmeneti hőmérsékletre, a kristályos részarányra, a termikus stabilitásra és az éghetőségre.



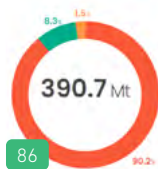
74



78



72



86



51



72

#### CURRENT NEWS ..... 68

#### IN MEMORIAM DR. FEHÉR ERZSÉBET (1936-2023) ..... 70

#### AFTER THREE YEARS, MEETING OF PROFESSIONALS AGAIN ..... 72

MMSZ organized its *Networking event* after an interruption of three years because of the pandemics; accordingly, members of the Association were excited about coming together with colleagues and exchanging their views in person.

#### PLAST'23: FIVE YEARS PASSED FROM LAST EXHIBITION ..... 73

#### THIS CAREER MEANS ALSO A NOTEABLE DUTY IN ADDITION TO EDUCATION AND RESEARCH ..... 74

Interview with professor of BUTE Department of Polymer Technology and Gábor Dénes laureate Dr. Toldy Andrea.

#### WIND SIMPLY FOR THE NECESSARY ENERGY: THE WITTMAN ERGOROBOT ..... 78

#### PRICE REPORT: LIGHT POLYMER PRICE RISE IN MARCH ..... 80

#### THEGE PLASTIC KFT. – A LEVEL HIGHER AGAIN ..... 82

#### IP-CONSCIOUS COMPANIES MAY ATTAIN REVENUES HIGHER BY TWENTY PERCENTS ..... 84

New campaign of the Hungarian Intellectual Property Office encourages conscious intellectual property management.

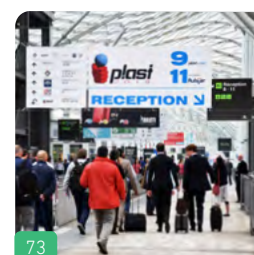
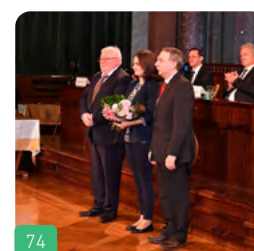
#### PLASTICS INDUSTRY OF EUROPE IN NUMBERS ..... 86

Plastics industry of Europe is in transition. Companies invest enormous capital, time, energy, knowledge and competence in order to achieve net zero emissions by 2050 and sustainability targets within circular economy. With their investments, production and technological bases are reorganized. Enterprises are in search of ways for answering such questions as solving issues of plastics waste and climate change while retaining numerous advantages offered by plastics for the distribution chains, consumers and the society.

Kovács, Zsófia; Pomázi, Ákos; Hollósi, Ernő; Toldy, Andrea

#### DEVELOPMENT OF $\epsilon$ -CAPROLACTAM-BASED FLAME RETARDANT COATING FOR CARBON FIBRE REINFORCED POLYAMIDE 6 COMPOSITES ... 90

In the modern automotive industry, relatively easy recycling and fast cycle times have led to the increasing use of long fibre-reinforced thermoplastic matrix composites with polyamide 6, produced by anionic ring-opening polymerisation of caprolactam, as one of the main matrices. In our research, we developed  $\epsilon$ -caprolactam-based flame retardant coatings for carbon fibre reinforced polyamide 6 composites, and we investigated the effect of flame retardants on glass transition temperature, crystallinity, thermal stability, and flammability.



# MMSZ ELNÖKSÉGI ÜLÉS FEBRUÁRBAN

Rövid gyásszünettel kezdte az MMSZ elnöksége februári ülését, így tisztelgettek a nemrég elhunyt Dr. Fehér Erzsébet, a Pannonplast egykori elnök-vezérigazgatójának emléke előtt, aki munkásságával nagyban hozzájárult a hazai műanyagipar alapjainak megteremtéséhez. Ezt követően az elnökség tagjai folytatták az elmúlt alkalommal megkezdett egyeztetésüket az MMSZ ez évi rendezvényeinek programjáról, illetve a tagság külpiacra juttatásának lehetőségeiről. Egyhangúan elfogadták a március 31-i, *Az ember alkotta anyag – a XXI. század anyaga* című konferencia programját, amelynek ezúttal fő témája a HighTech anyagok és a kompozitok lesznek. Felkért előadók: Dr. Szabó Gábor (BME PT), Gönczi Barbara (ZOLTEK), Dr. Mezey Zoltán (Flaar), Dr. Lipóczi Gergely (eCon Engineering). Hagyományosan itt adják majd át az MMSZ Innovációs-díját is, a díjazott személyéről szavazással szintén most döntött az elnökség. Az Innovációs-díjat a Magyar Műanyagipari Szövetség 2013-ban alapította azzal a céllal, hogy elismerje a hazai műanyagipar legkiválóbb szakembereit, akik kimagasló munkát végeztek az ipar és az oktatás terén. A rendezvényről készült felvételt az érdeklődők az MMSZ honlapján nézhetik majd meg ([www.huplast.hu](http://www.huplast.hu)).

Az MMSZ elnöksége komoly hangsúlyt helyez az üzleti kapcsolatok erősítésére, ezen belül is a külpiacra jutás lehetőségének kiszélesítésére tagsága körében. Az elmúlt ülésen ennek érdekében körbejárták a PiacTér-projekt elindításának lehetséges formáit. Mostanra elkészült a megvalósítási tanulmány az MMSZ online üzleti fórum fejlesztésének alternatíváiról. Az elnökség ennek ismeretében úgy döntött, hogy elveti saját csatorna indítását, ellenben tovább vizsgálja

a már működő portálokhoz való csatlakozás lehetőségeit. Búdy László elnökségi tag beszámolt egy szlovák és egy lengyel portállal folytatott megbeszéléséről, mindkét fél jelezte, hogy kedvezményes csatlakozást biztosít az MMSZ tagoknak. Az elnökség egyhangúan támogatta a hiánypótló és egyedi üzleti szolgáltatás indítását, ezért ez ügyben tovább folytatódnak a tárgyalások.

A Szövetség kommunikációjában továbbra is fontos szerepet kap, hogy az elnökség még aktívabbá tegye kapcsolatát a tagsággal. Egyöntetű tapasztalat, hogy iparágon belül nagy az igény az ipari szereplők részéről, hogy az MMSZ-hez csatlakozásuk mellett tevélegesen is hozzájáruljanak az iparág fejlődéséhez. Ennek elérésére újabb szervezeti reform kialakítása fogalmazódott meg az elnökségben, az iparágak mentén szakbizottságokat állítanának fel, így vonnának be újabb aktív tagokat a műanyagipar jövőjének formálásába. Ennek a témának a tárgyalását a következő ülésen is folytatják.

Végezetül döntés született arról, hogy a külkereskedelmi kapcsolatok további fejlesztése érdekében együttműködési kapcsolatot alakít ki az MMSZ elnöksége a Külgazdasági és Külügyminisztériummal, melynek keretében a POLIMEREK hasábjain bemutatkoznak a különböző országok külgazdasági attaséi, az exportot és importot támogató intézményrendszerek, továbbá megismertetjük olvasóinkkal mindazokat a konzuli szolgáltatásokat, amelyek szükség esetén segítséget nyújthatnak a hazai ipar szereplőinek.

POLIMEREK

## Termékeink:

### Fémek:

- Szilikon-fémek
- Magnézium-pehely
- Alumínium törmelék
- Magnéziumrúd
- Cink
- Titán
- Alumínium
- Nikkel
- Réz
- Sárgaréz
- Melegen hengerelt acél
- Hidegen hengerelt acél
- Rozsdamentes acél
- Vasötvözetek

### Műanyag alapanyagok:

- HDPE
- LDPE
- Polipropilén
- Polikarbonát
- Polisztirol
- ABS
- PC-ABS
- Poliamid
- PET és újrafeldolgozott műanyagok



**Vizsgálja meg az általunk nyújtott termékválasztékot, legközelebb kérjen ajánlatot Tőlünk is.**



**METALS & PLASTICS**

**2023 január 1-től,  
Magyarországon új  
szereplőként**

(de 25 éves, szerteágazó,  
több kontinensre kiterjedő,  
nemzetközi  
tapasztalatokkal rendelkező  
Olasz háttérrel)

**kezdi meg működését a  
Gotha Trading Kft.**

### Elérhetőségeink:

1051 Budapest,  
József Attila u. 12. IV/4  
[commercial@gothatradingkft.com](mailto:commercial@gothatradingkft.com)  
+36 30 211 6234 (Szénási Natasa)  
[www.gothatradingkft.com](http://www.gothatradingkft.com)

**100** YEARS  
1923-2023  
OF THE HEHL COMPANY

100



100 éves a Hehl családi vállalkozás. Kereken 70 éve ebből fejlődött ki az ARBURG. Ez a megfelelő háttér egy olyan műanyagtechnológiai gyártó számára, amely ma már világszinten vezető szerepet tölt be, és évek óta sikeres a piacon. Mi szükséges ehhez? Hagyomány, motiváció, innováció és a megfelelő munkatársak. Ez mindig így volt és így is marad a következő 100 évben is!  
[www.arburg.hu](http://www.arburg.hu)

**ARBURG**

**WIR SIND DA.**

# DR. FEHÉR ERZSÉBET

## 1936 – 2023

**Nyolcvanhét éves korában elhunyt Dr. Fehér Erzsébet, a Pannonplast egykori elnök-vezérigazgatója, aki munkásságával hozzájárult a hazai műanyagipar alapjainak megteremtéséhez. Életművéért az MMSZ 2014-ben Innovációs-díjjal tüntette ki.**

Fehér Erzsébet 1936-ban született, majd általános iskolai tanulmányai után a Ruggyantaárugyárban helyezkedett el, ahol korán felismerték tehetségét, ezért beiskolázták. A vegyipari technikumot, majd a Műegyetem Vegyészmérnöki Karát munka mellett végezte el. Diplomás mérnökként első munkahelye a Pálma Gumigyár volt, ahol rábízták a Pálma gumimatrac gyártásának az irányítását: *- Amikor 2003-ban, 67 évesen nyugdíjba mentem, 52 évi munkaviszonyt ismert el a Nyugdíjfolyósító Intézet. Ezt a sok évet gyakorlatilag két munkahelyen, a gumiiparban és egy műanyag-feldolgozó vállalatnál, részben vezető beosztásban töltöttem el. Tíz évig főmérnök, huszonöt évig vezérigazgató voltam. A tisztességet, a munka becsületét asztalos apámtól tanultam –* mondta el egy korábban vele készített interjúban.

Fehér Erzsébet pályafutásának második fontos állomása 1978, amikor 42 évesen kinevezték a Hungária Műanyagfeldolgozó Vállalat igazgatójának. Huszonnégy évig vezette ezt a céget, amely az átalakulások során felvette a Pannonplast nevet. Irányítása során hatalmas mértékű fejlődésen ment keresztül a cég, tizen-nyolc tagvállalattá bővült és felölelte a műanyag-feldolgozás teljes vertikumát a fröccsöntéstől az extrudáláson át a vákuumformázásig. Nagynevű cégek voltak a vállalat tagjai, mint például a habosítással foglalkozó Polifoam, a csőgyártással foglalkozó Pannonpipe, a tubusgyártással foglalkozó TU-PLAST, az újrafeldolgozó Recyclen Kft., és nem utolsósorban a kutatás-fejlesztés fellegvára, a Műanyagipari Kutató-Fejlesztő Intézet, a MÜKI: *- 1978-ban kértek fel a Hungária Műanyagfeldolgozó Vállalat vezetésére –* idézzük ismét a vele készült beszélgetésből. *- Abban az időben fejezték be a nagy műanyag alapanyag gyárak, a BVK, a TVK bővítését. Várható volt a feldolgozóipar fejlesztése is. Arra, hogy a megbízást elvállaltam, leginkább a kíváncsiságom vezetett, és valószínűleg szerettem volna teljesen a magam ura lenni. A három telephellyel rendelkező, gyenge állapotban lévő gyárnál szisztematikus, kemény munkával, a termékszerkezet, a szervezeti és a működési rend felülvizsgálatával, majd a stratégiai célok összefoglalásával és következetes megvalósításával rohamos, látványos előrehaladást lehetett elérni. A nyolcvanas évek elején már lehetővé vált külföldi tőke bevonásával vegyesvállalat létesítése, így jött létre 1984-ben az első magyar-japán vállalat, a Polifoam Kft. Világbanki hitel felvételével megnyílt a lehetőség a termékszerkezet és a vezetési-információs rendszer korszerűsítésére, így az akkor*



már Pannonplast nevet viselő társaságunk hét pályázattal, összesen tizenötmillió dollár hitelt tudott felvenni, ezáltal a stratégiai termékek, a gyártástechnológiák és az információs rendszer megújult. Az új termékek, üzemek és gyárak száma évről-évre bővült, árbevételünk és a foglalkoztatottak létszáma növekedett.

*1991-ben részvénytársasággá alakultunk át. A részvényesek és az elemzők igényeinek teljesítése új kihívás volt. Arra törekedtünk, hogy a minőség, a versenyképes ár alapján piacvezetők legyünk és folyamatosan növekedni tudjunk. 2001 végére a stratégiai holding szervezeti formában működő Pannonplast Rt-nek 18 önálló vállalata volt, melyből kettő Romániában, egy Ukrajnában termelt. Mindig arra figyeltünk, hogy az élvonalhoz közelítsünk, olyan technológiákat, gépeket vásároljunk, amivel kiváló minőséget, a külföldi áruval azonos minőséget tudjunk biztosítani. Az innováció a társaság erőssége volt.*

2014-ben a Magyar Műanyagipari Szövetség Dr. Fehér Erzsébetnek ítélte az Innovációs-díjat, amit azok kaphatnak meg, akik a legtöbbet tették a hazai műanyagipar fejlődéséért. A Magyar Tudományos Akadémia dísztermében megrendezett díjátadón Czigány Tibor professzor méltatta a Pannonplast egykori elnök-vezérigazgatójának életművét, mindenekelőtt tehetségéről és szorgalmáról beszélt. Arról a felelősségérzetről, aminek birtokában meghozta döntéseit, hogy megteremtse a hazai műanyagipar alapjait.

Dr. Fehér Erzsébet társadalmi szerepvállalásának fontos állomása volt, hogy 1991 augusztusáig ő vezette azt a Műanyagipari Szakmai Tanácsot, amelyből végül kialakult a Magyar Műanyagipari Szövetség, amely ma a szakág érdekvédelmét képviseli hazánkban.

Emlékét tisztelettel megőrizzük.  
Magyar Műanyagipari Szövetség



## ELŐFIZETÉS 2023



### SZAKMAI IGÉNYESSÉG, ÉRTÉKTEREMTÉS, PRÉMIUM TARTALOM

Dinamizmust adunk vállalkozásának,  
híreinkből üzlet születik!

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

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

A POLIMEREK 2023. évi számai az MMSZ Lapkiadó Kft.-től  
rendelhetők meg az [iroda@huplast.hu](mailto:iroda@huplast.hu) e-mail-címen.

Egész éves előfizetés 28 000 Ft + ÁFA.

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

# HASCO®

hot runner



## Vario Shot Xgate

Új szelepzárású előkamra polyolefin  
és műszaki műanyagokhoz

- magas kopásállóság
- könnyen cserélhető
- variálható megvágási átmérő
- kompakt beépítés

## Built to Perform.

# ULTRA|POLYMERS|

a Spirit of Partnership

*Poliolefinek, műszaki műanyagok, specialitások, és*

*műszaki segítség az anyagválasztástól a feldolgozásig*

*Magyarország szakértő disztribútorától!*

*Szintetikus gumik*



DOMO caring is our formula

INEOS  
STYROLUTION

lyondellbasell

BASF

Lucite  
International

SK global chemical

samyang

AsahiKASEI

FRANCESCETTI

TEIJIN



Mitsubishi Engineering  
Plastics Corporation

LANXESS

ARLANXEO  
Performance Estimators

SUMITOMO CHEMICAL

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



+36-34-487-213 |



ask.hu@ultrapolymers.com

# HÁROM ÉV UTÁN ÚJRA TALÁLKOZHATOTT A SZAKMA

A pandémia miatt három év kihagyás után szervezhetett ismét *Kapcsolatépítő rendezvényt* az MMSZ, ennek megfelelően nagy volt az érdeklődés a szövetség tagjai részéről, hogy ismét személyesen találkozhassanak szakmai partnereikkel. Ezeknek a kapcsolatépítő rendezvényeknek az ereje abban van, hogy a szakmai előadások szüneteiben a

műanyagiparban dolgozó szakemberek kötetlen beszélgetéseket is folytathatnak egymással, a gyárlátogatáson pedig bepillanthatnak a színpalak mögé, tanúi lesznek a munkafolyamatoknak, ami más módon nem lenne lehetséges. Az MMSZ idei első *Kapcsolatépítő rendezvényéhez* ezúttal az Ongropack Kft. biztosította a helyszínt.



◁ A vendéglátók részéről Szabó Gyula ügyvezető igazgató nyújtott betekintést az ONGROPACK Kft. életébe. Kisfilmen mutatta be, hogy a gyár 1993. október 1-jén alakult meg a BorsodChem Zrt. leányvállalataként. Az egykori telephely területén bérelt épületeket azonban lassan kinőtték, és ezek egyébként sem feleltek már meg a modern gyártási technológiának, így 2018-ban átköltöztek új üzemükbe. Itt a 6 600 m<sup>2</sup>-es gyártócsarnok, a keverőüzem és két raktárépület már hiánytalanul kiszolgálta az élelmiszeripari és gyógyszeripari termékek gyártásához szükséges színvonalat. Termékszerkezetük egyedi, mivel egy alapanyagbázison három lényegesen eltérő technológiával állítanak elő három alapvetően más piaci szegmest megcélzó terméket. Termékpalettájukon szerepel az élelmiszer-csomagolásra alkalmas PVC nyújtható fólia, a gyógyszeripari kemény fólia, valamint a PVC lemezek gyártása építőipari, illetve reklám és ipari célokra.



▽ A kapcsolatépítő rendezvények fontos programja az üzemlátogatás, amikor a résztvevők betekinthetnek a vendéglátó cég gyártási folyamatába. Itt Varga Balázs cégvezető (j) mutatta be a gyártóüzemet a résztvevők egyik csoportjának.

△ A *Csomagolóipar a korszakváltás küszöbén* címmel tartott előadást az idei rendezvény meghívott előadója, Nagy Miklós, a CSAOSZ főtitkára. Előadását nem véletlenül várták nagy érdeklődéssel a résztvevők, a csomagolóipar számára ugyanis a 2023-24. évek rendszerszintű változásokat hoznak. Több más mellett a hazai hulladékgazdálkodás *koncessziós* formába alakul át és a csomagolások környezetvédelmi *adóztatása* is megváltozik, a folyamatban új szereplő, a koncesszor jelenik meg, és módosul a NAV szerepe is. Miközben megmarad zöldadó jelleggel a *környezetvédelmi termékdíjas szabályozás*, belép mellé a *kiterjesztett gyártói felelősség* rendszere is. Ennek a két, párhuzamosan futó modellnek az indulási határideje 2023. július 1., 2024. január 1-jével pedig az egyes *italcsomagolások kötelező visszaváltási rendszere* is fel kell álljon, ami nemcsak az érintett italcsomagolásokat előállítóknak, forgalomba hozóknak jelent megoldandó új feladatokat, hanem a kereskedelemnek is, és magánemberként a vásárlókat is fel kell készíteni a visszaváltási díj bevezetésére. Nagy Miklós előadását a következő lapszámunkban részletesen is olvashatják.



## PLAST'23

## ÖT ÉV TELT EL A LEGUTÓBBI VÁSÁR ÓTA

A műanyag- és gumiipar következő nagy találkozóját 2023. szeptember 5-8. között rendezik a Fiera Milano Rho kiállítási területen. A PLAST'23 az ágazat technológiai kínálatának, anyagainak és megoldásainak nemzetközi kiállítása. Eddig már több mint 800 kiállító jelentkezett a vásárra. Még zajlik a regisztráció, de az már látszik, hogy most is magasak az elvárások az iparág egyik legfontosabb kiállításán.

A több tucat kiállító, akik először vesznek részt, vagy azok, akik a kényszerű kihagyások után térnek vissza egyértelműen mutatják az esemény vonzerejét és igazolják a sikeresen dolgozó szervezők munkáját, akik a figyelmet erre az alkalomra összpontosították. Figyelemre méltó, hogy a kínai és iráni kiállítók nagy számban jelentkeztek, hogy fejlesztéseiket bemutassák, és ugyancsak komoly eredmény a francia nemzeti stand debütálása.

A regisztrációs lehetőség a kiállítók előtt még mindig nyitva áll, a cél az, hogy még több nemzetközi kiállító és látogató érkezzen a PLAST'23-ra. Többek között emiatt írt alá a szervező Promoplast srl szinergikus megállapodást az IPACK-IMA-val, feladatunk a csomagolóipar képviselői körében a PLAST'23 szakmai kiállítás népszerűsítése. A csomagolási ágazat a műanyagiparban is meghatározó, a polimerek iránti kereslet közel 40%-át teszi ki.

A milánói szakkiállításán a külföldi delegációk is hangsúlyt kapnak: 30 ország vesz részt az ICE-ügynökségek (Olasz Kereskedelmi Irodák) támogatásával létrehozott nemzetközi vevői programban. A PLAST'23 kiállítói hat csarnokban mutatják be termékeiket és szolgáltatásaikat: a 9. és 11. csarnokot a nyersanyag beszállítók foglalják el, a 13. és 15. csarnokban az extrudálók kapnak helyet, a 22. és 24. csarnok kiállítótereiben a fröccsöntésé, a fröccsfúvásé és a segédberendezéseké lesz a főszerep.

A PLAST'23 vásáron három társkiállítás is megtekinthető, amelyek három kiemelt alágazatot képviselnek: a RUBBER a gumi világot, a 3D PLAST az additív gyártásra és a kapcsolódó technológiákra összpontosít, a PLAST-MAT tematikája pedig az innovatív műanyagok lesznek. Az ICE-ügynökségekkel való együttműködésnek köszönhetően idén is létrehozzák a StartUp területet, hogy méltó bemutatkozást biztosítsanak a feltörekvő vállalkozások innovatív megoldásainak.

Sok újdonsággal készülnek tehát a PLAST'23 szervezői, amely hagyományosan a műanyag- és gumiipar stratégiai bemutatója, kiemelkedő szakvására. Különösen igaz ez az olasz gépgyártók esetében, akik 2022-ben a zavaros világgazdasági helyzet ellenére is növekvő bevétellel zártak. Az AMAPLAST Kereskedelmi Szövetség MECS Intézetének (Statisztikai Vizsgálati Központ) adatai szerint a teljes olaszországi termelési érték elérte a 4,5 milliárd eurót, ami 2021-hez képest 1%-os növekedést jelent, és két százalékponttal több, mint a világválság előtti 2019-es évben.

További részletek: [www.plastonline.org](http://www.plastonline.org)

## PLAST'23

## A SZÉLES KÖRŰ TECHNOLÓGIAI BEMUTATÓ

A PLAST 2018-as vására több mint 1 500 kiállítót vonzott a 55 000 négyzetméteres területre, ezt követően a világválság idején ideiglenes szünet következett, majd átrendeződött a korábban szokásos 3 éves ciklus. Öt évvel ezelőtt a vásár több mint 63 000 – jelentős részben külföldi – látogatót hozott, bemutatva az esemény vonzerejét és nemzetközi hatását.

A PLAST milánói vásár hagyományosan egy széles körű technológiai bemutató. Bemutatják itt a nagy világcégek legújabb fejlesztéseiket: a nyersanyagokat és folyamatokat, a késztermékeket és szolgáltatásokat, valamint a műanyag- és gumifeldolgozó gépeket, berendezéseket, segédberendezéseket és a szerszámok gyártói által kifejlesztett legfejlettebb megoldásokat a vásár hat csarnokában több mint 3 500 standon lehet megnézni.



# INTERJÚ A GÁBOR DÉNES-DÍJJAL KITÜNTETETT DR. TOLDY ANDREÁVAL

## EZ A PÁLYA AZ OKTATÁS ÉS A KUTATÁS MELLETT JELENTŐS MÉRTÉKBEN SZOLGÁLAT

Nagyon nagy szerénység és alázat jellemzi – mert a legnagyobb dolgok mind a csöndben, az alázatos odaadásban születnek. A fiatal kutató, aki a laboratórium világa mellett számos területen vállal felelősséget a társadalom különböző kihívásának leküzdésében is, megkapta a civil kezdeményezéssel alapított Gábor Dénes-díjat, amely a műszaki-szellemi alkotások, a mérnöki munka és a technológiai fejlesztés kiemelkedő hazai teljesítményeit ismeri el. Dr. Toldy Andreával, a BME Polimertechika Tanszékének professzorával beszélgettünk.

**A vajdasági Nagybecskerekben nőtt fel, tizenhárom éves volt, amikor családjával a délszláv háború elől Szegedre költözött. Megvallom, abban az időben én is a határ túloldalán, Szegeden hallgattam a bombázás hangjait és mai napig kitörölhetetlen emlékként égett belém az a néhány év. Mit jelentett ön számára ez a megrázó időszak, amikor a serdülő gyermekben a bizonytalanság, a krízisek megélése, a világgal szemben álló lázadás biológiaiag egyébként is kódolva van?**

Valójában Magyarcsernyén nőttem fel, csak tízéves koromban költöztünk Nagybecskerekre. A mai napig meghatározó élményem a kulturális sokszínűség, az összetartás és általánosságban a vajdasági mentalitás. Elsősorban a háború miatt kialakult nyomasztó gazdasági helyzet és a katonai behívók fenyegetése miatt költöztünk Szegedre. Ha nem lett volna háború, valószínűleg most is a Vajdaságban élnénk.

**Törést hozott ez a költözés az ön életében, vagy éppen új lehetőséget a nagy múltú iskolavárosban?**

Egy országváltás minden életkorban nagy törést jelent az ember életében. Szerencsére, az általános iskolai kémiatanárként, Péntek Lászlóné Ágota nagyon sok segítséget nyújtott a beilleszkedésben. Az ő mentorálásával 8. osztályban megnyertem az országos Curie Kémia Emlékversenyt.

**Az ország legjobb középiskolái között emlegetett szegedi Radnóti Miklós Kísérleti Gimnázium kémia tagozatán érettségizett. A szakmában elismert és tisztelt Meleg István növendéke volt?**

Igen, a legendás Meleg Pista-féle kémia tagozatra jártam. Heti



△ Dr. Toldy Andreának Dr. Czigány Tibor, a BME rektora adta át a Gábor Dénes-díjat, aki megbízatásáig szintén tagja volt az MMSZ elnökségének. Munkájukkal mindketten az akadémiai és az ipari szféra közötti kapcsolat erősítését vállalták. FOTÓ: Teknős Miklós

7-8 kémiaóránk volt a laboratóriumi és számítási gyakorlatokkal együtt, máig a szemem előtt látom, ahogy a kettőskötést *békastilusban* magyarázza. Úgy tanított, hogy otthon már elő sem kellett venni a könyvet, sőt a kémiakönyv leginkább arra szolgált, hogy kihúzzuk belőle a valótlan állításokat. A kémiaversenyeken kívül soha egyetlenegy dolgozatot sem íratott, azt mondta, hogy ha ennyi gondolkodással együtt töltött idő után nem tudja, hogy ki mennyit tud, akkor visszaadja a diplomáját. A kémia mellett más tárgyakból is kiváló, máig inspiráló tanáraink voltak, és nagyon összetartó osztályom.

**A szegedi vegyészképzés helyett érettségi után a BME-t választotta. Miért?**

Mivel mindig is a gyakorlati alkalmazások érdekeltek, kézenfekvő volt, hogy a szegedi Radnóti Miklós Kísérleti Gimnázium kémia tagozata után a Műegyetem Vegyész-mérnöki Karán folytatom a tanulmányaimat. Nagyon jó benyomást tett rám a Műegyetem nyílt napján tett látogatás, akkor döntöttem el, hogy tényleg itt szeretném folytatni a tanulmányaimat.

**Nagyon egyenesnek tűnik az ön pályaválasztása, karrierépítése. Az ország egyik legjobb középiskolai vegyészképzése után a Műegyetemen szerez diplomát, majd érdemei miatt meghívják oktatónak a hazai mérnökképzés fellelegvárába, ahol az oktató- és a kutatómunkában is részt vehet. Ezt a pályát ön is**

### ilyen egyenesen felívelőnek érzi, vagy voltak benne akadályok?

Vegyéssz mérnöki tanulmányaim befejezése után szerettem volna Szegeden elhelyezkedni, de sajnos nem találtam megfelelő munkalehetőséget. Az egyetem alatt bekapcsolódtam a Marosi György vezetésével működő, ma FirePharma néven ismert kutatócsoport munkájába, így adódott a lehetőség, hogy ott végezzem a doktori képzést. A PhD-fokozat megszerzése után nem volt lehetőség a Vegyéssz mérnöki Karon maradni kutatni, így végül egy közös európai uniós projekt révén a Gépéssz mérnöki Kar Polimertechnika Tanszékére kerültem 2008-ban.

### Önnek megadatott, hogy az alapkutatásban is részt vehetett, illetve utána látta annak gyakorlati megvalósulását is. Magyarországon megfelelően működik minden szinten az egyetemek és az ipar kapcsolata?

A megoldandó ipari kihívások folyamatos inspirációt jelentenek a kutatómunkában, és a gyakorlati hasznosuláson túl akár fontos alapkutatási eredményeket szolgáltathatnak. A Magyar Műanyagipari Szövetségben a felsőoktatás és az ipar kapcsolatáért felelős elnökségi tagként igyekszem elősegíteni az intenzív együttműködést az iparral a stratégiaalkotás és szemléletformálás mellett közös pályázatok és az ipari szereplők oktatásba történő bevonása révén.

### Kutatócsoportjával olyan ipari vállalatóriások számára fejlesztettek új polimer kompozitokat megújuló nyersanyagforrásból az EU Clean Sky keretprogramján belül, mint például az Airbus Defence and Space és a Dassault Aviation. Mi volt ezeknek a kutatásaiknak gyakorlati jelentősége?

Az Airbus a kompozit repülőgépek villámvédelmével kapcsolatos probléma megoldására keresett partnert. A polimerek rossz hővezetőképessége miatt jelenleg rézhálókat helyeznek a kompozitokba, ez azonban drága és növeli a tömeget. Mi nanoméretű szénszálak előállítását céloztuk meg, amelyek alkalmazásával a kompozitok hővezető képessége jelentősen megnövelhető.

A Dassault Aviation esetén pedig a cukoralapú biogyantákkal kezdődött az együttműködés. Az alapötlet az volt, hogy akár mezőgazdasági melléktermékekben is előforduló, cukor típusú vegyületekből állítsunk elő olyan polimereket, amelyek alkalmasak a jelenlegi kőolajalapú szerkezeti anyagok helyettesítésére. A repüléstechnikában már az 1960-as évek óta alkalmaznak szálerősített polimer kompozitokat a fémek helyettesítésére nagy fajlagos szilárdság, jobb korrózióállóság, valamint a jelentős tömegcsökkentés, és így a kisebb üzemanyag-fogyasztás miatt. A mi fejlesztésünk előnye az, hogy bár megújuló forrásból állítottunk elő polimereket, azok ugyanolyan vagy még nagyobb üvegesedési átmeneti hőmérséklettel rendelkeznek, mint a kőolajalapú rendszerek. Emellett előállítottuk az égésgátolt változataikat is, amelyek teljesítik a repüléstechnika szigorú biztonságtechnikai követelményeit is.

### Min dolgozik most?

Jelenleg főleg olyan összetett polimer szerkezeti anyagok fejlesztésével foglalkozom, amelyek az élettartamuk végén tervezetten újrahasznosíthatók. Számos nagyteljesítményű kompozit rendszernél előnyös tulajdonságaik (pl. magasabb hőállóság, jobb alaktartás) miatt térhálós polimereket használnak mátrixanyagként, amelyek gyártása, feldolgozása és újrahasznosítása más technológiákat igényel, mint a hőre lágyuló műanyagoké. Bár kisebb mennyiségben használják őket és hosszabb élettartamúak, újrahasznosításuk elkerülhetlenné vált a növekvő felhasználási kör és mennyiség, a magasabb árszint és a szénszálak iránti kereslet gyors növekedése miatt. Jelenleg még nem állnak széles körben rendelkezésre a szálerősítésű polimer kompozitok nagyüzemi újrahasznosítására alkalmas technológiák. Ezért olyan innovatív polimerek és kompozitok kifejlesztésére van szükség, amelyek lehetővé teszik a polimer mátrixok, szálak és adalékanyagok, köztük az égésgátlók könnyű visszanyerését és újrahasznosítását, hozzájárulva ezzel a körforgásos gazdaság megteremtéséhez. Van néhány ígéretes elgondolás, amelyek célja tervezetten újrahasznosítható térhálós polimerek és kompozitok létrehozása. Leibler és munkatársai például



◀ Díjazottak a BME-ről: Dr. Czigány Tibor rektor és Dr. Toldy Andrea egyetemi tanár mellett Kozák Áron gépéssz mérnök hallgató a Buborékdinamika a hidrogéngyártásban: energetikai hatékonyság numerikus optimalizációja tárgyú dolgozatáért és Sóki András villamosmérnök hallgató Kvantum csatorna integrálása meglévő optikai hálózatokba tárgyú dolgozatáért Gábor Dénes Tudományos Diákköri ösztöndíjban részesült. FOTÓ: Novofer Alapítvány

## ÉLETPÁLYA

Dr. Toldy Andrea vegyészmérnök, a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem egyetemi tanára. 1979-ben született Nagybecskerekben. 1998-ban a szegedi Radnóti Miklós Kísérleti Gimnázium kémia tagozatán érettségizett, 2003-ban a BME Vegyészmérnöki Karán vegyészmérnöki diplomát, 2007-ben pedig PhD-fokozatot szerzett. 2008 óta a BME Gépészmérnöki Kar Polimertechnika Tanszékének munkatársa, jelenleg a Polimer kompozitok és orvostechnikai anyagok kutatócsoport vezetője.

Kutatómunkája során számos gyakorlatban is megvalósuló eljárást dolgozott ki polimerek és kompozitjaik környezetbarát égésgátlására és a közlekedés fenntarthatóbbá tételére, többek között az Airbus Defence and Space és a Dassault Aviation repüléstechnikai cégekkel együttműködésben.

Aktívan részt vesz az egyetemi oktatásban is, három hallgatója szerzett eddig PhD-fokozatot, a *Fenntartható fejlődés technológiái* és a *Fenntartható hulladékgazdálkodás* című tárgyak előadójaként hozzájárul a fiatal mérnök-generációk környezettudatos szemléletmódjának formálásához.

A F fiatal Kutatók Akadémiájának tagja, a Magyar Műanyagipari Szövetség felsőoktatás és ipar kapcsolatáért felelős elnökségi tagja. Európai uniós pályázatok rendszeres bírálója. 2009-ben L'ORÉAL-UNESCO Nőkért és a Tudományért díjat, 2020-ban Bolyai plakettet nyert.

2011-ben előállították a polimerek egy új családját, a vitrimereteket, amelyek az üvegesedési átmeneti hőmérséklet alatt úgy viselkednek, mint a térhálós rendszerek, annak minden előnyével, de az úgynevezett vitrimer átmeneti hőmérséklet felett a hőre lágyuló műanyagokhoz hasonlóan újrafeldolgozhatóak vagy újrahasznosíthatók. Ez a hő hatására létrejövő reverzibilis térhálósodás a kovalens kötések dinamikus átrendeződésével valósul meg. Jelenleg egy kutatási együttműködés során a Mallinda nevű amerikai cég vitrimerének fejlesztésén dolgozunk Pomázi Ákos, Poór Dániel és Geier Norbert munkatársaimmal, amelyek magas üvegesedési hőmérsékletüknek köszönhetően helyettesíthetik az epoxigyantákat a szerkezeti kompozitokban. Kovács Zsófia PhD-hallgatómmal pedig olyan hőre lágyuló, poliamid 6 alapú, szénszállal erősített kompozitok fejlesztésén dolgozunk, amelyek a térhálós kompozitok feldolgozástechnológiájával gyárthatók, ugyanakkor könnyen újrahasznosíthatóak az élettartamuk végén. Ezek a rendszerek elsősorban a közlekedési iparágban nyerhetnek teret, ahol kiemelkedően fontos a biztonság, így a termékek hatékony égésgátlása is. Erre a célra a PEMÜ Zrt-vel együttműködésben hosszúszáll erősítésű kompozitok szerszámában történő bevonatolására in-situ polimerizálódó poliamid bevonatot fejlesztettünk, amelynek az oltalmára 2022-ben magyar szabadalmat nyújtottunk be.

**Életének van még egy kiemelt területe, a Magyar Műanyagipari Szövetség elnökségének tagja. Ez mit tesz hozzá munkásságához?**

Az MMSZ elnökségében, hasonlóan elődömhöz, Dr. Czigány Tiborhoz, továbbra is szeretnék összekötő kapocsként szolgálni az akadémiai és az ipari szféra között, így elsősorban a képzéssel és a szemléletformálással kapcsolatos feladatokban veszek részt.

Kiemelkedően fontosnak tartom a fiatalok, ezen belül mind a szélesebb nagyközönség, mind a szakmai utánpótlás megszólítását,



△ Toldy Andrea jelenleg főleg olyan összetett polimer szerkezeti anyagok fejlesztésével foglalkozik, amelyek az élettartamuk végén tervezetten újrahasznosíthatóak.

és a polimeres szakterület pozitív kommunikációját. A pályaválasztás előtt álló középiskolás korosztály megszólításában például értékű az MMSZ által 2012-ben indított *Az ember alkotta anyag – a XXI. század anyaga* konferenciasorozat a Magyar Tudományos Akadémián, amelynek idén az egyik szervezője és moderátora is vagyok.

### Szakterületének elismert alakja, a Műegyetem professzoraként oktat és kutat. Mindent elért, amit akart?

Ez a pálya az oktatás és a kutatás mellett jelentős mértékben szolgálat. Az, hogy 40 éves korom alatt lettem az MTA doktora, majd pedig tavaly egyetemi tanár, lehetőséget ad arra, hogy felhívjam a figyelmet az utánpótlás, a fiatal kutatók sajátos helyzetére, nehézségeire és megoldási javaslatokon dolgozzam.

### Élete azzal teljes, hogy nagyszerű család áll maga mögött. Három gyermeke olyan példaként tekint önre, mint aki kijelöli számukra a követendő utat?

Semmiképp sem szeretném kijelölni számukra a követendő utat, de azt fontosnak tartom, hogy lássák, nőként is lehet a STEM területeken érvényesülni, illetve, hogy egyensúlyban lehet tartani a munkát és a magánéletet, nem kell egyikről sem lemondani.

### Időről időre felvetődik, hogy milyen áldozatot kell hoznia egy kutatónőnek a család érdekében. Érezte hátrányát az anyaságnak, hogy gyermekei miatt lassabban halad a ranglétrán?

A gyerekeim születésekor már nemzetközi kutatási projektjeim és PhD-hallgatóim voltak, így a háttérből akkor is dolgoztam ott-honról, amikor még nem jártak óvodába, leginkább az alvásidőm és a szabadidőm rovására, valamint jelentős családi segítséggel. Bár nem estem ki a kutatómunkából, de volt egy elnyújtottabb szakasza a pályafutásomnak, amikor lassabban haladtam. A Fialtal Kutatók Akadémiája 2021 őszén széleskörű és minden korábinál részletesebb felmérést végzett a 45 éves vagy fiatalabb kutatók és egyetemi oktatók körében. Az ez alapján készült, *A fiatalok helyzete a kutatói pályán* című kutatási jelentés is alátámasztotta, hogy a kisgyerekes kutatóknál számszerűen kimutatható a publikációs teljesítmény és ennek következményeként a későbbiekben a hivatkozottság csökkenése.

<https://mta.hu/fka/elkeszult-a-fiatalok-az-akademiai-palyan-2021-cimu-felmeres-kutatasi-jelentese-112472>

A Fialtal Kutatók Akadémiájának és a BME Tehetségsegítő Tanácsának tagjaként azon dolgozom, hogy a kutatói pályázatok, publikációs teljesítmény értékelése esetén a kisgyermekneveléssel kapcsolatos karrierszünetet vegyék figyelembe, illetve legyenek reintegrációt segítő pályázatok. Emellett pedig egy gyermekmegőrző játszóház megvalósításán dolgozunk a Műegyetemen, hogy ilyen módon is segítsük a kisgyerekes oktatókat és kutatókat.

Márciusi lapszámunk Lektorált tudományos közlemény rovatában Dr. Toldy Andrea és munkatársainak legújabb kutatását ismerhetik meg, *ε-kaprolaktám alapú égésgátló bevonat fejlesztése szénszál erősítésű poliamid 6 kompozitokhoz* címmel.

5 - 8  
SEPT  
2023  
MILANO

INTERNATIONAL  
EXHIBITION  
FOR PLASTICS AND  
RUBBER INDUSTRIES



DESIGN  
& MATERIALS



SMART  
TECHNOLOGY



SUSTAINABILITY



IDEAS  
FOR  
A BETTER  
WORLD



Ministry of Foreign Affairs  
and International Cooperation



# EGYSZERŰEN „TEKERNI” A SZÜKSÉGES ENERGIÁÉRT: A WITTMANN ERGOROBOT

A düsseldorfi K 2022 kiállításon a WITTMANN Csoport egy igazán rendkívüli kiállítási tárggyal keltette fel a figyelmet: az új WX128-as, a sakkozó Sonic 143 és az automata raklapozó cella mellett a vásár látogatóit aktív együttműködésre invitálták egy robottal, a Primus 14 ErgoRobot-tal.

Ezzel az interaktív kiállítással a WITTMANN a K 2022 egyik fénypontját mutatta be, amely jól szemléltette termékeinek energiahatékonyágát – és az ebből eredő erőforrás-megtakarítási lehetőségeket. Az ErgoRobot installáció sportos kihívás elé állította a vásár látogatóit, amit sokan széles mosollyal az arcukon fogadtak.

## AZ ALKALMAZÁS

Ez az alkalmazás három fő komponensből áll: egy robotból, egy ergométerként használt kerékpárból és egy kerékpárosból, aki aktívan pedálozik. A biciklizés közben a látogató a robotot mozgásba hozó erőforrásként szolgált.

Ebben az esetben használt robot egy Primus 14-es típus volt R8-as vezérlőrendszerrel ellátott alapkivitelben, amelyet általában 50 és 150 tonna közötti záróerővel rendelkező fröccsöntő gépeken történő pick & place alkalmazásokhoz használnak.

A mozgó kerékpárpedálok erőátvitel útján hajtják meg egy, a hátsó kerékre szerelt szervomotort. Az ErgoRobot alkalmazásban ez a motor a robot energiaellátásaként működik. A motor által termelt elektromos áram a robot áramellátását biztosítja és mozgásba hozza azt.

Annak érdekében, hogy a kerékpározás kellemes élmény legyen, a generátor a szolgáltatott energiát a robot szervomoduljába épített átmeneti tárolóba táplálja, amely kizárólag a robot ingadozó energiaigényének kiegyensúlyozására szolgál, főként a függőleges tengelyének felfelé és lefelé irányuló mozgásai során. Ez tette lehetővé, hogy a látogató állandó ellenállással tudjon pedálozni.







### AZ ENERGIA ELŐÁLLÍTÁSA ÉS FELHASZNÁLÁSA

Hagyományos fordulatszám-mérő használata nélkül a kormányra szerelt kijelzőn megjelenik a mindenkori megtermelt energia mennyisége, valamint a robot aktuális sebessége a maximális sebesség százalékában kifejezve. Ahhoz, hogy a Primus 14 a maximális sebesség 100%-ával tudjon haladni, a kerékpárosnak körülbelül 150 watt energiát kellett termelnie.

Nagyjából ennyi energiát igényel egy átlagos hűtőszekrény fagyasztórekesszel egy négyszemélyes háztartás számára. Ha a kerékpár több energiát termel, a többletet a mellette elhelyezett két állólámpa megvilágítására használtuk. A lámpák fényereje ekkor a pótlólagos energia mennyiségétől függött. A WITTMANN standjának látogatói számára ebből az elrendezésből fakadó *szórakoztató tényezőn* túlmenően a kiállítás a WITTMANN robotsorozatának rendkívül takarékos energiafogyasztását is jól szemléltette.

#### Kapcsolat:

[www.wittmann-group.com](http://www.wittmann-group.com)



myCEPPI  
PLASTICS CONSULTING

# HAVI POLIMER ÁRRIPORT

## # POLIPROPILÉN # POLIETILÉN # POLISZTIROL

RÖVID ÖSSZEFOGLALÓ A HETI POLIMER ÁRRIPORT ALAPJÁN  
ELŐFIZETÉSI RÉSZLETEK, PIACI KÉRDÉSEK: LASZLO.BUDY@MYCEPPI.COM



WWW.MYCEPPI.COM

# KISEBB POLIMER ÁREMELKEDÉS MÁRCIUSBAN

Az árakat továbbra is a kereslet és kínálat egyensúlya határozza meg. A februárban megszokottól gyengébb kereslet miatt a spot árak tovább csökkentek. A gyenge kereslet egyértelmű oka, hogy a feldolgozók csak óvatosan vásárolnak. A spot árak csökkenése miatt az ársávok is összeháztak, egy-egy szubrégióban mindössze 50-80 € széles ársávok alakultak ki. Ez azt jelenti, hogy az árak egyértelműbbé váltak február második felére. Valószínűleg a 2023-as évet végig jellemezni fogja az a tendencia, miszerint a hónap elején szélesre nyílnak az ársávok, a hónap második felében pedig szűkülnek. Ennek oka egyrészt a már említett óvatos feldolgozói kereslet, valamint az, hogy a traderek, disztribútorok nagyobb szerepet játszanak a polimergyártók értékesítésében.

Ugyan elterjedt a piacon a márciusi áremelés híre, azonban csak néhányan vásároltak előre. A NAPHTHA februári ártrendje alapján 20-30 €/t olefin (etilén, propilén) áremelkedés várható márciusban. Ez kisebb áremelkedést indukálhat a PE és PP esetében. A polimergyártók, különösen azok, akik jelentős korrekciókat hajtottak végre februárban, a kiinduló áraihoz képest jelentősebb, a monomer árváltozást meghaladó PE és PP áremelést kívánnak végrehajtani, hogy pótolják a februári spread veszteségeket.

A polimergyártók várhatóan megpróbálják átvinni az árakba az áremeléseket. Lesznek olyan polimergyártók, akik a február

elejei áraihoz képest kísérlik meg az áremelést, mások a február végéhez képest. Mindkettő mellett szólnak logikus érvek, azonban a kulcskérdés az, hogy mit fognak a vevők elfogadni.

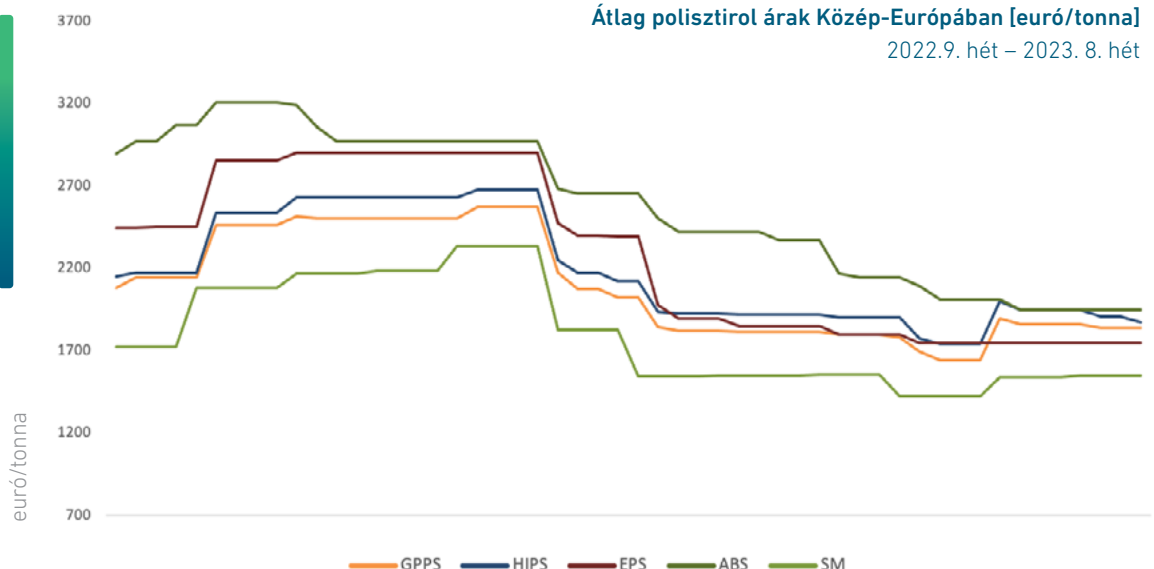
A kereslet valószínűleg továbbra is óvatos marad, ezért kevés esélye van egy monomer árváltozást meghaladó áremelkedésnek, így várhatóan a márciusi árak csak kisebb mértékben fogják meghaladni a február végi árakat.

Márciusra is igaz lesz, hogy a jó árazási döntés időt és piacot jelent a polimergyártók számára, már februárban is látszott, hogy az első körben közölt árak és a havi eladott mennyiségek között jelentős korreláció van. A jó árazási döntés összességében magasabb átlagárat is jelent. Március ebből a szempontból szerencsésen indul, az olefin (etilén, propilén) monomer árak publikálása után a legtöbb gyártó ára ismertté válhat és később a kisebb polimergyártók is közölni fogják áraiikat.

A benzol esetében némi emelkedéssel számolnak a piaci szereplők, ez a sztírol monomernél (SM) a kisebb 50 eurós árcsökkenéstől a roll-overig, sőt a mérsékelt 10 eurós áremelkedésig mindent jelenthet. Az SM piacon a kereslet gyenge, köszönhetően a visszafogott PS keresletnek is, így inkább a mérsékelt árcsökkenés a legvalószínűbb ár szcenárió.

BÜDY LÁSZLÓ

# 2023. FEBRUÁR



# We drive polymer distribution. Easy, smart, passionate.

**Műszaki műanyagok és standard polimerek széles skálája – az Ön igényeire szabva**

A speciális iparági követelményeket szem előtt tartva, magas minőségű és teljesítményű polimereket kínálunk minden alkalmazásra. Piacvezető disztribútorként és kompaundálóként élen járunk az innovációban és a termékfejlesztésben. Világszerte számíthat teljeskörű műszaki támogatásunkra és megbízható szolgáltatásainkra.

Műanyag és polimer?  
Az ALBIS-szal biztos nyer!

[albishungary@albis.com](mailto:albishungary@albis.com)  
[www.albis.com](http://www.albis.com)



# ÚJABB SZINTET LÉPETT A THEGE PLASTIC KFT.

Erő, teljesítmény és következetesség – három szó, amely egyaránt érvényes a több évtizedes műanyagipari tapasztalattal rendelkező, magyar tulajdonú Thege Plastic Kft-re, valamint a közel hatvanéves múltira visszatekintő kínai Haitian Group-ra, amelynek termékeit több mint 130 országban értékesítik, és amely ezzel a legnagyobb műanyagipari gépeket gyártó cég a világon. Tudásukkal és szenvedélyükkel mindkét vállalat a jövőt szolgálja, hogy megrendelőik és beszállítóik jövője is biztosított legyen. Ráadásul mindezt immár egyesített erővel teszik, hiszen a Thege Plastic Kft. a Haitian kizárólagos hazai forgalmazója lett.

Egyre érzékenyebben érinti a válság a műanyagipari szereplőket is. Szerencsére, ahogy az a válságokban lenni szokott, vannak területek, ahol mégis fokozott igény mutatkozik a fejlesztésekre. Például energiatakarékos gépekre ebben a rendkívül nehéz időszakban is van kereslet, hiszen a műanyagipari szereplők már most a válság végére készülnek. Számukra kedvező hír, hogy fejlesztéseiket, eszközbeszerzéseiket, de akár a meglévő gépeik szervizelését is zökkenőmentesen bonyolíthatják a két innovatív, vezető vállalat együttműködésének köszönhetően, mindezt kiváló minőségben, költséghatékonyan, a fenntarthatósági kritériumoknak megfelelően.

## A XXI. SZÁZAD IPARI MEGOLDÁSAIT GYÁRTJÁK ÉS FEJLESZTIK

Az 1966-ban a kínai Ningbo városában megalapított Haitian Group az ipari gyártás vezető multinacionális vállalatcsoportja, amelynek termékei és megoldásai a világ minden táján megtalálhatóak, és amelyeket a fogyasztási cikkek gyártói, az

autó- és csomagolóipari vállalatok éppúgy használnak, mint az orvostechikai, az elektronikai vagy a logisztikai ipar kiemelkedő képviselői.

A kínai vállalat tevékenysége jelenleg öt területre koncentrál, ezek a World of Plastics (Haitian International), a World of Metal (Haitian Precision), a World of Drives (Haitian Drive Systems), a World of Die Casting (Haitian Die Casting) és a World of Smart (Haitian Smart Solutions).

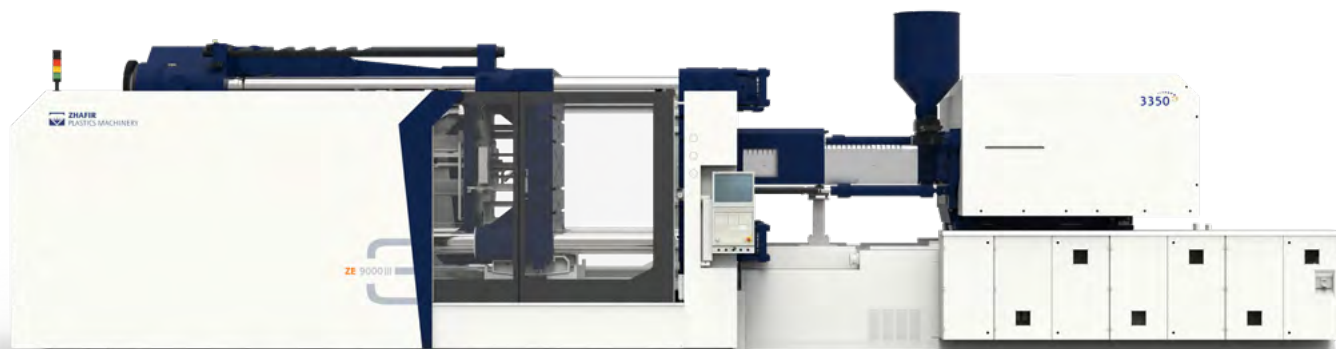
A Haitian International a precíz, hatékony, energiatakarékos és környezetbarát fröccsöntő gépek gyártására specializálódott. Jelenleg a világ legnagyobb és legfejlettebb technológiájú fröccsöntő gép gyártóbázisával rendelkezik. A Zhafir és Haitian márkákkal minden vásárlói igényt képesek kielégíteni. 2006 óta a hongkongi tőzsdén is jegyzik a részvényeiket.

A Haitian Precision-t 2002-ben alapították a nagy sebességű, precíziós vezérlésű CNC gépekre specializálva. Három termékükkel (Dagang Precision, Yanshan Precision és Dalian Precision) számos területet lefednek, beleértve a különböző megmunkáló berendezéseket vagy a fúró-, maró- és esztergagépek gyártását. 2016 óta a sanghaji tőzsdén is jegyzik a részvényeiket.

A Haitian Drive Systems 2006-ban alakult a hatékony, energiatakarékos és környezetbarát meghajtó- és vezérlőrendszerek gyártására. A számos műszaki szabadalommal rendelkező üzletág állami szintű projektek fejlesztését és gyártását is vállalja, a megoldásaikat széles körben alkalmazzák a gépiparban, az elektronikában, az automatizálásban, a szállításban és a logisztikában egyaránt.

A Haitian Die Casting 2016-ban kezdte meg működését, mégpedig abból az ötletből kiindulva, hogy ötvözzék a Haitian International, a Haitian Precision és a Haitian Drive Systems üzletágban rejlő lehetőségeket.

▽ Haitian Zhafir elektromos gépek 1300 t záróerőig (Képen: Zhafir Zeres ZE9000)





◁ Haitian Zhaifir elektromos gépek tisztateres és gyorsjáratú kivitelekben is!  
(Képen: Zhaifir Zeres ZE1200 medical)

A Haitian Smart Solutions pedig az iparági igényeket figyelembe véve a gyártóvállalatok számára biztosít teljes körű intelligens gyártási és információtechnológiai megoldásokat.

Beszédes adat, hogy 2021-ben a Haitian Group össztermelési értéke meghaladta a 3 milliárd dollárt, valamint, hogy a termékeiket és megoldásaikat már több mint 130 országban értékesítették. 2023-tól a márka kizárólagos magyarországi forgalmazója az ugyancsak nagy múltra visszatekintő Thege Plastic Kft.

## VERSENYELŐNYT BIZTOSÍTANAK MINDEN IPARÁG SZÁMÁRA

- A Haitian International a világ vezető fröccsöntő gép gyártója. A világon eladott minden harmadik gép az ő üzemükből kerül ki, globális piaci részesedése harminc százalékos. Rendkívül hatékony megoldásokat kínálnak a modern műanyag-feldolgozás valamennyi területén. Mindehhez kiváló stratégiát dolgoztak ki, amelynek alappillérei a megfizethető vételár és a kiszámítható szervizköltségek, a rövid szállítási határidők, a gépek hosszú élettartama, valamint a szabadalmaztatott szervo-hidraulikus hajtásrendszereiknek köszönhetően az energiaköltségek alacsony szinten tartása, ami a gyakorlatban annyit jelent, hogy a gépek beüzemelésével akár 60%-kal is csökkenthetjük az energiaköltségeket. Ezek együttesen magas termelési hatékonyságot és határozott versenyelőnyt eredményeznek – mondja Konkoly-Thege Máté, az ipari gyártógépek értékesítése és szervizelése terén több mint negyven éves tapasztalattal rendelkező Thege-Plastic Kft. ügyvezetője, akinek jövőbeli tervei között szerepel, hogy multinacionális cégek hazai leányvállalatait is intenzíven célba vegyék.

Mindkét társaságban közös vonás a folyamatos fejlődésre

való törekvés, az új szabványok és megoldások bevezetése, ezek által a megrendelők, partnereik elégedettségének növekedése és tartós vállalkozói sikere. Ennek szellemében, a piaci bevezetéshez kapcsolódóan a Thege Plastic Kft. több online és személyes jelenlétet igénylő rendezvényt (vásár és gyárlátogatás) is szervez partnereik és az érdeklődők számára.

- Külön öröm számunkra, hogy a Haitian Group németországi leányvállalata, a Haitian International Germany Európa legnagyobb technológiai telephelyének szívében található, és minden műanyag-feldolgozó iparágat képes kiszolgálni szervo-hidraulikai és elektromos termékeivel és megoldásaival, ráadásul széles körű támogatási és szolgáltatási feladatokat is ellátnak, ami nagyban megkönnyíti a magyarországi gyártóvállalatok életét. Számos gépet tartanak raktáron, ahogy az üzemükben megtalálhatóak a fontos, gyakran cserélendő alkatrészek is, ami azt jelenti, hogy a cég korábbi magyar partnerei (akiknek a garanciális és a garanciális időn túli gépek szervizelését is a Thege Plastic Kft. fogja elvégezni), ahogy a jövőbeli megrendelőink is bármikor gyorsan, a versenytársaknál sikeresebben reagálhatnak az új igényekre – teszi hozzá Konkoly-Thege Máté.

Mindez persze nem jöhetne létre a szakemberek megbízhatósága, szenvedélye és innovációs szellemisége nélkül. Tudásukkal és szenvedélyükkel mindkét vállalat munkatársai a jövőt szolgálják, hogy megrendelőik és beszállítóik jövője is biztosított legyen.

### Kapcsolat:

[www.thege-plastic.hu](http://www.thege-plastic.hu)

▽ Haitian szervo-hidraulikus gépek 90-8800 t záróerőig (Képen: Haitian Jupiter JU24000)



## A TUDATOS SZELLEMITULAJDON MENEDZSMENTET ÖSZTÖNZI A SZELLEMI TULAJDON NEMZETI HIVATALÁNAK ÚJ KAMPÁNYA

# HÚSZ SZÁZALÉKKAL NAGYOBB BEVÉTELT ÉRNETNEK EL AZ IP-TUDATOS VÁLLALKOZÁSOK

Az Európai Unió Szellemi Tulajdoni Hivatalának (EUIPO) tanulmánya szerint a szellemi tulajdonnal tudatosan foglalkozó KKV-k akár 20 százalékkal nagyobb bevételt érhetnek el, mint azok, akik nem rendelkeznek oltalmakkal. A Szellemi Tulajdon Nemzeti Hivatala (SZTNH) legújabb kampányában az IP Scan szolgáltatását népszerűsíti, amely a hazai kis- és középvállalkozásokat segíti egyedi elemzéssel és tanácsadással szellemi tulajdon stratégiájuk kialakításában, és az igényeiknek megfelelő oltalmak kiválasztásában.

A kihívásokkal teli nemzetközi gazdasági környezetben különösen fontos, hogy a cégek felismerjék a szellemi tulajdon jogok

jelentőségét, és ki tudják használni a bennük rejlő gazdasági erőt. Egy generációval korábban a vállalatok vagyonának mintegy 80 százalékát tárgyi eszközök jelentették, az immateriális javak pedig csupán 20 százalékban voltak jelen. Az ezredfordulóra ez az arány megfordult, mára pedig egy vállalat piaci értékének mintegy háromnegyedét az immateriális javak, azaz a szellemi tulajdon jogok adják.

Az IP (intellectual property), vagyis a szellemi tulajdon különböző formáinak (például szabadalom, védjegy, formatervezési minta, szerzői jog, üzleti titok, hasznosítási szerződések), valamint a kutatás-fejlesztési eredmények hatékony menedzsmentjével és kiaknázásával jelentős üzleti előnyök érhetők el a recesszió időszakában is. Az IP-tudatos vállalkozások akár 20 százalékkal több bevételt könyvelhetnek el, mint azok a cégek,



amelyek oltalmak nélkül működnek. Az IP Scan kampánnyal az SZTNH a hatékony szellemi tulajdon kezelésben rejlő lehetőségekre hívja fel a hazai vállalkozások figyelmét.

Az IP egyben befektetés is, ami hazánkban is kezd megmutatkozni az oltalmi beadványok évről-évre emelkedő számában, ráadásul az ügyfelek egyre gyakrabban választják az elektronikus bejelentést: az elektronikus benyújtások száma 2020-ban 28, 2021-ben 15 százalékkal nőtt a megelőző évihez képest. A válság időszakában a gazdasági szereplők szellemi tulajdon jogai és az azok által biztosított stabil pozíciók különösen felértékelődnek, sok vállalkozó mégsem tudja, mi a szellemi tulajdon menedzsment jelentősége és a megteendő első lépés.

A Szellemi Tulajdon Nemzeti Hivatalának díjmentes IP Scan szolgáltatása segít felmérni, hogy miből lehet szellemi tulajdon jogot szereznie egy-egy vállalkozásnak. A hivatal az IP Scan diagnózison keresztül segíti a mikro-, kis- vagy közép-vállalkozásokat egyénre szabott szellemi tulajdon auditálással, melynek eredményeként hatékony IP-stratégia alakítható ki. Az adott vállalkozásra vonatkozó IP Scan elemzés legkésőbb az első interjú követő pár héten belül készül el, és a diagnózis ismeretében lehetőség van újabb konzultációra az SZTNH szakembereivel.

- Az IP Scan szolgáltatás több európai országban bevált módszertanon alapszik. Az SZTNH új kampányának célja, hogy felhívja a felhasználók figyelmét erre a lehetőségre, hogy minél teljesebb képet kapjanak szellemi vagyonuk kiaknázási lehetőségeiről, a

lehetséges kockázatokról, valamint támpontot kapjanak szellemi tulajdon védelmi stratégiájuk kialakításához – emelte ki Pomázi Gyula, a Szellemi Tulajdon Nemzeti Hivatalának elnöke.

A Szellemi Tulajdon Világszervezete (World Intellectual Property Organization, WIPO) 2020-as, mintegy 150 nemzeti és regionális hatóságtól származó adat alapján végzett kutatása szerint a védjegybejelentési aktivitás 13,7 százalékkal, a szabadalmi bejelentések száma 1,6 százalékkal, a formatervezési minták pedig 2 százalékkal gyarapodtak. A nemzetközi adatok azt mutatják, hogy a tervezők és márkák egyre inkább a szellemi tulajdon eszközeire támaszkodnak vállalkozásaik bővítése és gazdasági növekedése érdekében. Az SZTNH IP Scan szolgáltatása három lépcsőben zajló (személyes interjú, írásos elemzés, konzultáció IP-szakembereinkkel), személyre szabott szolgáltatási csomagja segít, hogy a vállalkozások előre meghatározott terv szerint, magabiztosan kezeljék szellemi tulajdonukat és jelentős üzleti előnyhöz juthassanak.

#### További információ:

<https://www.sztneh.gov.hu/hu/vallalkozoknak/ip-scan-szellemivagyon-diagnozis>



**Plastoplan** Plastics

Tömegműanyagok, műszaki műanyagok és specialitások teljeskörű támogatással az ötlettől egészen a termékig.

PLASTOPLAN Polymer Kft. | ICO Ipartelep ICO út 3. | 2013 Pomáz  
+36-26/527-388 | office@plastoplan.hu | www.plastoplan.hu

## AZ ENERGIA- ÉS A LOGISZTIKAI VÁLTSÁG ÁLLÍTJA KIHÍVÁS ELÉ A VÁLLALATOKAT

# AZ EURÓPAI MŰANYAGIPAR A SZÁMOK TÜKRÉBEN

Az európai műanyagipar átalakulóban van. A vállalatok jelentős mennyiségű tőkét, időt, energiát és szakértelmet fektetnek be a 2050-es nettó zéró kibocsátás és körforgásos gazdasági céljaik fenntartható elérése érdekében. Beruházásaikkal átszervezik termelési és technológiai bázisukat. Keresik a módját az olyan kérdések megválaszolásának, mint a műanyag hulladék problémája és az éghajlatváltozás, miközben az értékláncoknak, a fogyasztóknak és a társadalomnak továbbra is kínálják a műanyagok által nyújtott számos előnyt.

Már az előzetes 2022. évi adatok is megerősítik, hogy egy viharos időszak után a globális műanyaggyártás kezd visszatérni a korábbi szintjére. 2021-ben a globális termelés 4%-kal több mint 390 millió tonnára nőtt, ami a műanyagok iránti erős és folyamatos keresletet mutatja. Azonban, különösen Európában, kihívásokkal kell szembenézni. Kína részesedése a globális műanyagtermelésből tovább nő (2021-ben 32% volt), míg Európa részesedési aránya – 2021-ben a gyártás elérte az 57,2 millió tonnát – folyamatos visszaesés után 15%-ot tett ki. Ez megerősíti, hogy csökken az európai versenyképesség, amelyet tovább súlyosbíthat az ukrajnai háborúból és a Covid-világjárványból eredő energia- és logisztikai válság.

A 2050-re elérendő nettó zéró kibocsátásra való átálláshoz elengedhetetlen a gyorsabb rendszerszintű változás, valamint az

európai műanyagipar és a politikai döntéshozók közötti intenzívebb és hatékonyabb együttműködés. Olyan új és támogató szakpolitikai keretre is szükség van, amely jobban ösztönzi a beruházásokat és az innovációt azáltal, hogy előmozdítja a kreatív versenyt a műanyagok körforgásos gazdaságában.

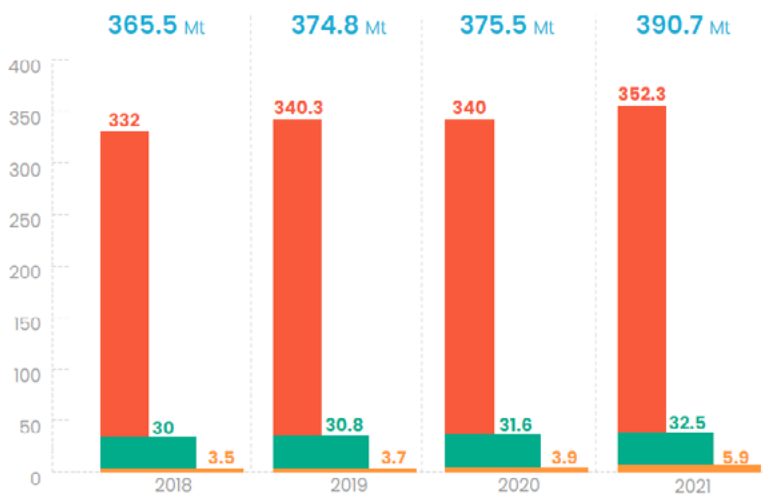
### A GLOBÁLIS MŰANYAGGYÁRTÁS ALAKULÁSA

A Covid-19 világjárvány miatti 2020-as stagnálás után a globális műanyagtermelés (beleértve a polimerizációból származó és a mechanikusan újrahasznosított műanyagok gyártását) 2021-ben 390,7 millió tonnára nőtt (1. ábra). Nem tartoznak ebbe a csoportba a műanyag alapú ragasztók, tömítőanyagok, bevonatok, festékek, lakkok, valamint a kozmetikumok, gyógyszerek gyártása során felhasznált polimerek.

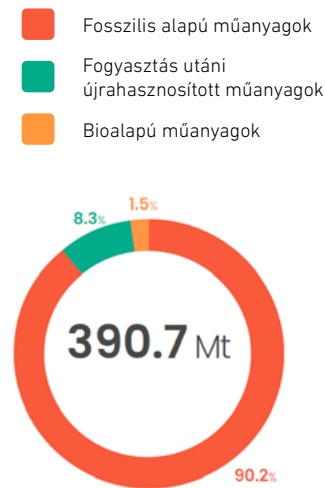
2021-ben a világ műanyag alapanyag előállítás 90,2%-a fosszilis alapú volt. A fogyasztás utáni újrahasznosított műanyagok és a bioalapú/biotulajdonságú műanyagok (ez utóbbi anyagok fosszilis és megújuló forrásból származó nyersanyagokat is tartalmaznak) a termelés 8,3%-át, illetve 1,5%-át tették ki (2. ábra).

2021-ben legnagyobb mennyiségben poliolefineket (polietilén és polipropilén) állítottak elő (46%-os részesedés), a körforgásos műanyagok pedig mintegy 9,8%-ot tették ki a 3. ábra szerint.

2021-ben a csomagolóipar (44%) és az építőipar (18%) volt a világon a két legnagyobb műanyag-felhasználó piac (4. ábra).

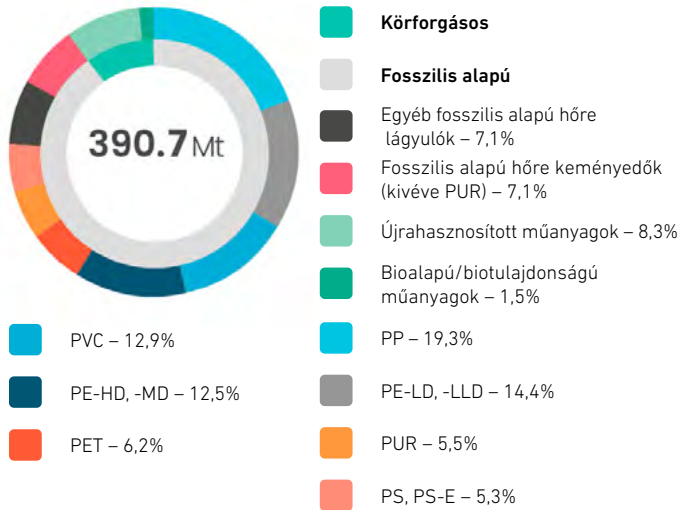


△ 1. ábra: Globális műanyaggyártás a 2018-2021 közötti időszakban (millió tonna)

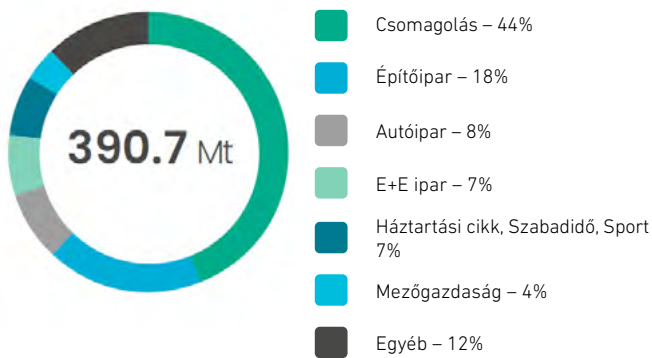


△ 2. ábra: Globális műanyaggyártás megoszlása az alapanyag típusa szerint 2021-ben





△ 3. ábra: A globális műanyaggyártás polimer típus szerinti megoszlása 2021-ben



△ 4. ábra: A globális műanyag-felhasználás alkalmazás szerinti megoszlása 2021-ben

### KIHÍVÁSOKKAL TELI EURÓPAI GAZDASÁGI KÖRNYEZET

2022 harmadik negyedévében 1%-kal nőtt a világgazdaság az előző negyedévhez képest. Kína gazdasága 3,9%-kal bővült ugyanebben az időszakban, és így jelentős mértékben hozzájárult a globális növekedéshez. Az európai gazdaság a harmadik negyedévben veszített lendületéből. Az EU-27 országok GDP-jének az előzőhöz képest a második negyedévben mutatott 0,8%-os növekedése után a harmadik negyedévben csak 0,4%-kal emelkedett. A gazdasági környezet kihívásokkal teli volt Európában. A magas infláció, a világgazdaság lassulása, a megnövekedett finanszírozási költségek, az ukrajnai háború és az energiaválság lelassította a gazdaságot.

A globális és az EU-27 országok ipari termelése tovább nőtt, az ágazatokon belül azonban eltérő volt a fejlődés. A világméretű növekedés elsősorban az autóiparon, az elektromos készülékeken és a gyógyszeriparon alapult. Csökkent a vegyi anyagok, az üveg és a fém energiaigényes termelése.

A fogyasztási cikkek gyártó iparágban a járműgyártás a harmadik negyedévben erőteljesen nőtt az EU-27 országokban az előző negyedévhez képest. Az európai autóipar rendelésállománya telített és a termelés is folyamatos. Megoldódott az Ukrajna elleni háború következtében kialakult elektromos kábelhiány.

Enyhülés volt tapasztalható a félvezető-ellátás tekintetében is. Az autóipar mellett az E+E iparág termelése nőtt jelentősen az EU-27-ben. Az élelmiszer- és italgégyártás csak kis mértékben nőtt. Ezzel szemben a vegyi anyagok gyártása erősen visszaesett. A magas energiaárak, különösen Európában, részben a vegyipari termelés külföldre való áthelyezését eredményezték, de a kemikáliák iránti általános kereslet is tovább csökkent. A kamatpolitika pedig az építkezéseket tette kevésbé vonzóvá, ezért az építőipar is csökkent az előző negyedévhez képest.

### VISSZAESŐ MŰANYAG ALAPANYAG GYÁRTÁS ÉS KÜLKERESKEDELEM

Az EU-27 országokban folytatódott, sőt 2022 harmadik negyedévében felerősödött a műanyag alapanyagok gyártásának lassuló tendenciája. Míg a második negyedévben csaknem 5%-kal csökkent a termelés az előző negyedévhez képest, addig a harmadik negyedévben 8,3%-kal, 2021-hez képest pedig 12%-kal esett vissza a termelés. A magas energiaárak és termelési költségek – különösen Európában – kevésbé tették vonzóvá a gyártást. Az energiaintenzív termelést lehetőség szerint a cégek igyekeznek külföldre áthelyezni. Az energiaválság mellett a világgazdaság lassulása és a műanyag alapanyagok iránti általános kereslet csökkenés tapasztalható.

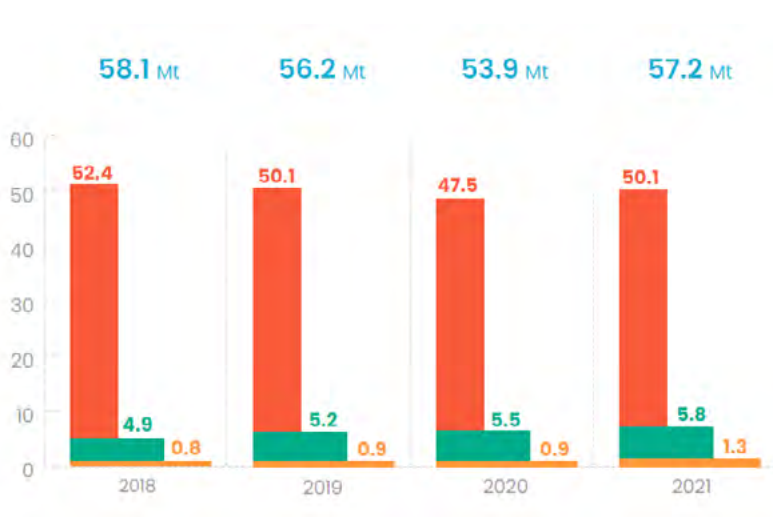
A harmadik negyedévben tovább emelkedtek a műanyag alapanyagok termelői árai az EU-27 országokban, de a dinamika egyértelműen lelassult. Míg a termelői árak a második negyedévben 6,3 százalékkal nőttek az előző negyedévhez képest, addig a harmadik negyedévben már csak 0,5%-kal. Bár az európai gázárak a harmadik negyedévben megduplázódtak az előző negyedévhez viszonyítva, a műanyaggyártók fontos alapanyagának számító Naphtha árai 16,6%-kal csökkentek, de továbbra is magas szinten maradtak. A gyártók megnövekedett költségeiket nem mindig tudják áthárítani a vevőkre a műanyagok iránti kereslet visszaesése miatt sem. Emiatt sok cég haszonkulcsa csökkent vagy leállították a termelést, mivel az már nem volt nyereséges.

Az EU-27 tagállamban a harmadik negyedévben kismértékben csökkent a műanyag alapanyagok exportjának értéke az előző negyedévhez képest, 9,5 milliárd eurót tett ki. Az export kedvezően alakult Észak-Amerikába, stagnált vagy visszaszorult a többi régióba, az export azonban egyértelműen magasabb volt, mint 2021-ben.

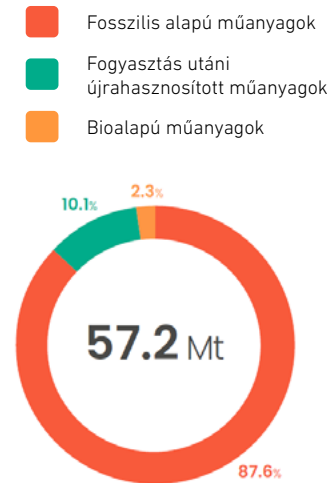
Az EU-27 országaiba irányuló műanyag alapanyag import értéke egyértelműen, 8%-kal 8,3 milliárd euróra csökkent az előző negyedévhez képest. Ázsiából és Európa többi részéből érkező import visszaesett, a többi régióban stagnált. A magas energiaárak kevésbé tették vonzóvá az Európából származó importot. A tavalyi évhez képest erőteljesen, 19%-kal nőtt az alapanyagok importja, Észak-Amerikából 34%-kal emelkedett az alacsonyabb energiaárak és gyártási költségek miatt. A műanyag alapanyagok több mint 1,2 milliárd eurós pozitív kereskedelmi mérleget értek el a harmadik negyedévben.

### AZ EURÓPAI MŰANYAGIPAR SZÁMOKBAN

Az Európai Unióban az 52000 műanyagipari vállalat, amelyek többsége kis- és középvállalkozás, 2021-ben több mint 1,5 millió



△ 5. ábra: Európai műanyaggyártás a 2018-2021 közötti időszakban (millió tonna)



△ 6. ábra: Európai műanyaggyártás megoszlása az alapanyag típusa szerint 2021-ben

embernek adott közvetlen munkát, ami kismértékű növekedés 2020-hoz képest. Az európai műanyagipar (EU-27) 2021-ben megközelítőleg 405 milliárd eurós forgalmat bonyolított le, kereskedelmi mérlege 14,4 milliárd euró volt, ezzel a 8. helyen áll Európában az ipari hozzáadott érték arányában az elektromos berendezések gyártása után.

A Covid-19 világvármány miatti 2020. évi csökkenés után az európai műanyaggyártás 2021-ben 57,2 millió tonnára nőtt, ami az előző évhez képest 6%-os bővülést jelent (5. ábra). Hasonlóan a globális adatokhoz, itt sem tartoznak ebbe a csoportba a ragasztók, tömítőanyagok, bevonatok, festékek, lakkok, valamint a kozmetikumok, gyógyszerek gyártása során felhasznált polimerek.

Az 57,2 millió tonnából a fogyasztás utáni újrahasznosított műanyagok és a bioalapú/biotulajdonságú műanyagok az európai műanyagtermelés 10,1%-át, illetve 2,3%-át tették ki a fosszilis alapúak mellett (6. ábra).

A gyártott polimer típusa szerinti megoszlásban Európában is a poliolefinéké (polietilén és polipropilén) a vezető szerep a közel

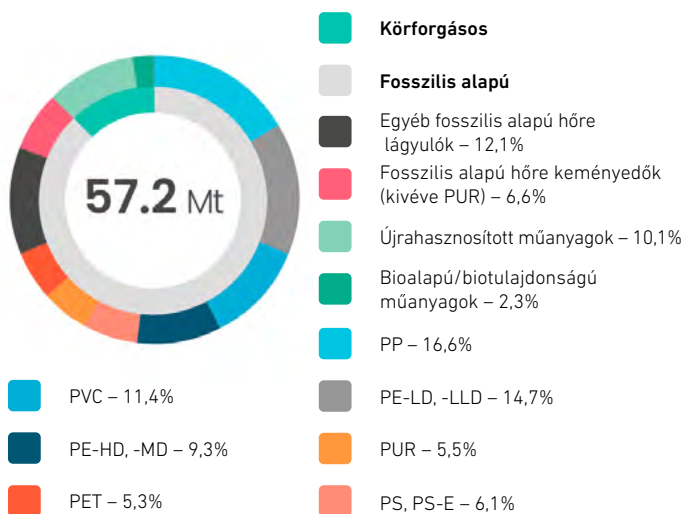
41%-os részesedésükkel, a körforgásos műanyagok 12,4%-ot tesznek ki (7. ábra).

2021-ben, két év csökkenés után, először nőtt meg a feldolgozók műanyagok iránti kereslete (8. ábra). Az alkalmazási területek szerinti megoszlásban a csomagolás, valamint az építőipar jelentette messze a műanyagok legnagyobb végfelhasználói piacát az EU-27+3 (Norvégia, Svájc, Egyesült Királyság) országai-ban, a harmadik legnagyobb végfelhasználói piac az autóipar volt (9. ábra). A polimer típusa szerinti lebontásban a kereslet csaknem felét a poliolefinék képviselték (10. ábra).

Az európai műanyag-feldolgozók 2021-ben 5,5 millió tonna fogyasztás utáni újrahasznosított műanyagot használtak fel, ami 9,9%-os részesedést jelent a fosszilis műanyagok mellett, ez mintegy 20%-os növekedés 2020-hoz képest. Tovább nőtt a fogyasztás utáni újrahasznosított műanyagok felhasználása a mezőgazdaságban, az építőiparban és a csomagolási ágazatban. A kereskedelem tekintetében 2021-ben az európai műanyagipar 14,4 milliárd eurós pozitív mérleget ért el. Az Amerikai Egyesült Államok, az Egyesült Királyság és Kína volt az EU-27 műanyagiparának legfőbb kereskedelmi partnere.

A fogyasztás utáni műanyag hulladék vegyes és szelektív gyűjtése következtében 2020-ban 29,5 millió tonna hulladékot gyűjtöttek össze az EU-27+3 országai-ban. A műanyag hulladék újrahasznosítási aránya a vegyes hulladékgyűjtési rendszerekkel összehasonlítva 13-szor volt magasabb a szelektív gyűjtés esetén. 2006 és 2020 között 50%-kal csökkent a műanyag hulladék exportja az EU-27 és az Egyesült Királyságon kívülre.

2020-ban a fogyasztás utáni műanyag hulladék 35%-a került újrahasznosításra. A műanyag csomagolások teljes európai újrahasznosítási aránya elérte a 46%-ot (a korábbi csomagolási és csomagolási hulladékokról szóló irányelv számítási módszere szerint), szemben a 2018-as 42%-kal, ami 9,5%-os növekedést jelent. A 2006 és 2020 közötti időszakban a műanyag csomagolási hulladék újrahasznosításának alakulása az EU-27+3 országokban 5,4%-os éves növekedési rátát mutatott.



△ 7. ábra: Az európai műanyaggyártás polimer típus szerinti megoszlása 2021-ben

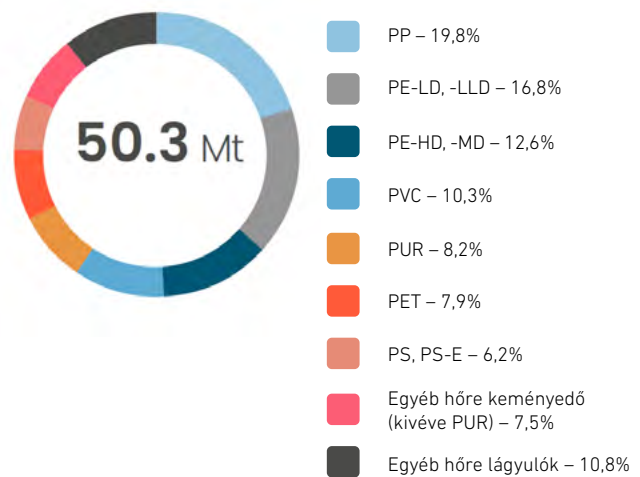


△ 8. ábra: A műanyag-feldolgozók polimer igényének alakulása 2014-2021 között az EU-27+3 (Norvégia, Svájc, Egyesült Királyság) országokban

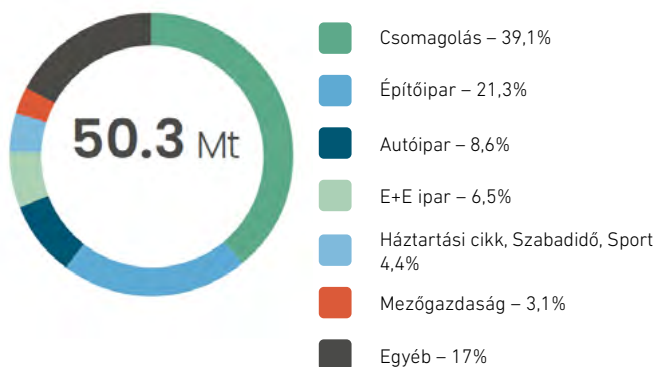
**KILÁTÁSOK**

A jövőre vonatkozó kilátások továbbra is visszafogottak Európa és a világ számára. A magas infláció, az emelkedő kamatok és a geopolitikai bizonytalanságok lassítják a gazdasági aktivitást, a fogyasztást és a beruházásokat. Az energiaválság továbbra is mérsékli a gazdasági növekedést és a termelést Európában. Bár Európában az utóbbi időben csökkentek a gázárak, a gázhozáférés továbbra is szűkös és magas árszinten van. Emellett a gázárak ismét emelkedhetnek, ha a tárolók kiürülnek. Vannak olyan cégek is, amelyeknek gondot okoz az áram- vagy gázszerződés ésszerű feltételekkel történő megújítása. A gázárak Európában a többi régióhoz képest magasabb szinten maradnak, az LNG (cseppfolyósított földgáz) alacsonyabb energiahatékonysága miatt is.

A magasabb árak ellenére az európai műanyagiparnak vonzónak kell maradnia. Ellenkező esetben az energiantenzív termelés elhagyhatja a kontinenst. Azonban vannak pozitív fejlemények is. A hajózási forgalom az utóbbi időben az enyhülés egyértelmű jeleit mutatta, kisebbek voltak a forgalmi dugók a kikötők előtt és olcsóbbak a fuvardíjak. Emellett számos nyersanyag ára csökkent. A gazdasági lassulás a nyersanyagok iránti kereslet



△ 10. ábra: A műanyag-feldolgozók típus szerinti polimer igénye 2021-ben



△ 9. ábra: A műanyag-feldolgozók alkalmazási területek szerinti polimer igénye 2021-ben

csökkenéséhez és olcsóbb árakhoz vezet. Összességében visszafogott a hangulat az európai cégeknél. A magas európai energiaárak és a gyengébb kereslet miatt a következő időszakban alacsony szinten maradhat a műanyaggyártók termelése Európában.

2022-ben az ukrajnai háború tovább növelte az ellátási láncokban már meglévő problémákat, valamint a magas alapanyag- és energiaárakat. A magas árak, különösen Európában, gyengítették a gazdasági növekedést és csökkentették a műanyagok iránti keresletet.

Az európai műanyaggyártásnak a Covid-19 világválság okozta meredek visszaesését 2020 első felében és 2021-ben még erőteljesebb fellendülés követte. A jelenlegi energia- és logisztikai válságok miatt azonban 2023-ra jelentős bizonytalanságok maradnak.

**Források:**

Plastics – the Facts 2022; Quarterly Reports Q3/2022, PlasticsEurope, www.plasticseurope.org

DR. LEHOCZKI LÁSZLÓ

KOVÁCS ZSÓFIA<sup>1</sup>, POMÁZI ÁKOS<sup>1</sup>, HOLLÓSI ERNŐ<sup>2</sup>, TOLDY ANDREA<sup>1</sup>

# ε-KAPROLAKTÁM ALAPÚ ÉGÉSGÁTLÓ BEVONAT FEJLESZTÉSE SZÉNSZÁL ERŐSÍTÉSŰ POLIAMID 6 KOMPOZITOKHOZ

## DEVELOPMENT OF ε-CAPROLACTAM-BASED FLAME RETARDANT COATING FOR CARBON FIBRE REINFORCED POLYAMIDE 6 COMPOSITES

A korszerű autóiparban a viszonylag egyszerű újrahasznosítás és a gyors ciklusidők miatt egyre gyakrabban alkalmaznak hosszú szállal erősített, hőre lágyuló mátrixú kompozitokat, amelyek egyik fő mátrixa az ε-kaprolaktám anionos gyűrűfelnyitós polimerizációjával előállítható poliamid 6. Mivel a poliamid 6 könnyen megolvad a lángban, így az égésgátlása elengedhetetlen. Munkánkban ε-kaprolaktám alapú égésgátló bevonatot fejlesztettünk szén-szál erősítésű poliamid 6 kompozitokhoz és vizsgáltuk az égésgátlók hatását az üvegesedési átmeneti hőmérsékletre, a kristályos részarányra, a termikus stabilitásra és az éghetőségre.

In the modern automotive industry, relatively easy recycling and fast cycle times have led to the increasing use of long fibre-reinforced thermoplastic matrix composites with polyamide 6, produced by anionic ring-opening polymerisation of caprolactam, as one of the main matrices. In our research, we developed ε-caprolactam-based flame retardant coatings for carbon fibre reinforced polyamide 6 composites, and we investigated the effect of flame retardants on glass transition temperature, crystallinity, thermal stability, and flammability.

### 1. BEVEZETÉS

Manapság a polimer kompozitok egyre több helyen (autóipar, repülőgépipar, sport) váltják fel a fém alkatrészeket. A hosszú szállal erősített polimer kompozitok nagy előnye a fémekkel szemben, hogy kis sűrűségükhöz képest nagy fajlagos merevségük,

nagy fajlagos szilárdságuk és kiemelkedő korrózióállóságuk van. A fenntartható fejlődés miatt egyre nagyobb figyelmet kell fordítani az alkatrészek újrahasznosítására. A hagyományos, térhálós mátrixú kompozitokból származó hulladékok kezelésének módja jelenleg még leginkább a hulladéklerakás és az égetés. A hulladékok környezetre gyakorolt hatása miatt azonban napjainkban egyre nagyobb igény mutatkozik a könnyebben újrahasznosítható hőre lágyuló mátrixú kompozitok iránt. Hosszú szállal erősített, hőre lágyuló mátrixú kompozitok egyik lehetséges előállítási módja a reaktív feldolgozás, ahol kis viszkozitású monomert vagy oligomert juttatnak az erősítőanyag közé, és a polimerizáció az erősítőanyagok között megy végbe. Ehhez olyan monomerre van szükség, amellyel lehetőség van melléktermék képződése nélkül nagy molekulatömegű polimer előállítására kellően magas konverzióval. Az egyik fő monomer az ε-kaprolaktám (CL), amiből aktivátor és iniciátor jelenlétében anionos gyűrűfelnyitós polimerizációval poliamid 6 (PA6) állítható elő néhány perc alatt [1].

A poliamidokat nitrogéntartalmuk miatt önkioltónak gondolhatnánk, azonban könnyen megolvadnak a lángban, ami miatt csöpögést, gyors tűzterjedést okozhatnak. Emiatt az égésgátlás elengedhetetlen követelmény a poliamidok felhasználása során [2]. A CL anionos gyűrűfelnyitós polimerizációját a nedvesség mellett az adalékanyagok is gátolhatják. Így számos PA6 égésgátlására használt égésgátló nem alkalmazható a CL polimerizációja során. A szakirodalomban [3, 4] ígéretes eredményeket értek el a heterociklusos szerkezettel rendelkező, foszfortartalmú hexafenoxi-ciklotrifoszfazén égésgátló alkalmazásával, amely esetén sztérikusan akadályozott a hozzáférés a P atomhoz, és ezért nem zavarja jelentősen az ε-kaprolaktám polimerizációs reakcióját. Továbbá a vörösfoszfor, a magnézium-oxid, valamint a Dechlorane Plus márkanevű, többszörösen halogénezett ciklopentadién-származékkal, valamint ezek együttes alkalmazásával is jelentősen csökkenthető a CL-alapú PA6 éghetősége [5].

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

<sup>2</sup> PEMŰ Műanyagipari Zrt., 2083 Solymár, Terstyánszky Ödön utca 89.

Kompozitok égésgátlásánál problémát okozhat az is, hogy az erősítőanyagok kiszűrhetik a szilárd szemcsés égésgátlókat. Emellett a nagy mennyiségű égésgátló adalék leronthatja a kompozit mechanikai tulajdonságait [6, 7]. Ezekre megoldást jelenthet egy égésgátló bevonat létrehozása a kompozit felületén. A bevonatok előállításának az egyik módszere a szórás, azonban a szórás során nagy mennyiségű egészségre káros illékony szerves vegyület (VOC) juthat a levegőbe. A VOC csökkentése miatt hatékony megoldás lehet a bevonatok zárt szerszámban történő létrehozása (IMC) [8, 9].

Kutatásunk fő célja olyan égésgátló rendszer előállítása, amely nem akadályozza az  $\epsilon$ -kaprolaktám anionos gyűrűfelnýtásos polimerizációját, valamint hatékonyan csökkenti a PA6 éghetőségét. Munkánk során vizsgáltuk az égésgátlók hatását az üvegesedési átmeneti hőmérsékletre, a kristályos részarányra, a termikus stabilitásra, valamint az éghetőségre. A legjobban teljesítő összetételeket szerszámban történő bevonatolással vittük fel szénszál erősítésű PA6 kompozitok felületére.

## 2. KÍSÉRLETI ANYAGOK ÉS MÓDSZEREK

### 2.1. FELHASZNÁLT ANYAGOK

A poliamid 6 mintákat  $\epsilon$ -kaprolaktám monomer anionos gyűrűfelnýtásos polimerizációjával hoztuk létre iniciátor és aktivátor jelenlétében. Monomerként AP-NYLON  $\epsilon$ -kaprolaktámot (CL, L. Brüggemann GmbH & Co. KG, Németország) használtunk, aktivátorként pedig Brüggolen C20P márkanevű hexametilén-1,6-dikarbamoil-kaprolaktámot (C20, L. Brüggemann GmbH & Co. KG), illetve iniciátorként nátrium-dikaprolaktám-bisz-(2-metoxietoxo)-aluminátot, márkanevén Dilactamate (DL, Katchem, Csehország), alkalmaztunk. Az anionos gyűrűfelnýtásos polimerizáció nedvességre való érzékenysége miatt az alapanyagokat a felhasználásig 40 °C-on, vákuumban tároltuk. Égésgátlónak Exolit RP 607 típusú vörösfoszfot (RP, Clariant, Ltd., Svájc) használtunk, amelynek foszfortartalma >95%, valamint magnézium-oxidot (MgO, Sigma-Aldric) és két különböző expandálható grafitot (EGES100 és EGES350, Graphit Kropfmühl, Németország) alkalmaztunk. A két expandálható grafit közötti különbség a szemcseméretükben és az expanzió mértékében van: az EGES100 típusnál a szemcsék méretének 75%-a kisebb mint 150  $\mu\text{m}$ , az expanzió során bekövetkező térfogatváltozás pedig 100  $\text{cm}^3/\text{g}$ , míg az ES350 típus esetében a szemcsék méretének 80%-a nagyobb mint 300  $\mu\text{m}$ , az expanzió mértéke pedig 350  $\text{cm}^3/\text{g}$ . Az égésgátlókat a felhasználás előtt 4 órán keresztül 80 °C-on szárítottuk. A kompozit erősítőanyagként PX35FBUD030 típusú unidirekcionális szénszálat (CF, Zoltek Zrt., Magyarország) használtunk.

### 2.2. MINTAKÉSZÍTÉS

#### 2.2.1. $\epsilon$ -kaprolaktám alapú PA6 bevonat előállítása

A referencia és égésgátló bevonatokat először önmagukban vizsgáltuk. A referencia  $\epsilon$ -kaprolaktám alapú PA6 előállításához 87% CL-t, 3% C20-at és 10% DL-t használtunk. Az égésgátló mintáknál 10% égésgátlót adtunk a kaprolaktám rendszerhez. A termoplasztikus gyantainjektálás (T-RTM) modellezéséhez egy

alumínium szerszámot alkalmaztunk, amit 150 °C-os szárítószekrényben előmelegítettünk. A kimért monomert és az aktivátort, valamint égésgátló minták esetén az égésgátlót MR Hei-TEC típusú (Heidolph, Németország) fűthető mágneses keverővel kevertük össze és olvasztottuk fel 120 °C-on. Az iniciátor hozzáadását követően szabványos égésvizsgálatoknak megfelelő próbatesteket állítottunk elő (tömegcsökkenésen alapuló kalorimetriás méréshez 100x100x4 mm-es, UL-94-es vizsgálatokhoz és oxigénindex méréshez pedig 120x15x4 mm-es próbatestek).

#### 2.2.2. Szénszállal erősített $\epsilon$ -kaprolaktám alapú PA6 kompozit előállítása

A kompozitok előállításához 100x100x2 mm formaüregű szerszámot használtunk. A szerszámba öt réteg unidirekcionális CF erősítőanyagot helyeztünk  $[0]_5$  rétegrendben. Az erősítőanyagot tartalmazó zárt szerszámot 150 °C-os szárítószekrényben melegítettük elő. Az  $\epsilon$ -kaprolaktám alapú PA6 mátrix előállításához 87% CL-t, 3% C20-at és 10% DL-t használtunk. Az  $\epsilon$ -kaprolaktámot és az aktivátort 120 °C-on olvasztottuk meg, és MR Hei-TEC típusú (Heidolph, Németország) mágneses keverővel kevertük össze. Az iniciátor hozzáadását követően a megfelelő nyomás biztosításának érdekében egy Hamilton fecskendővel (1025 TLL 25ml SYR) juttattuk az olvadékot a zárt szerszámba, majd 15 perc után eltávolítottuk a szerszámot a szárítószekrényből.

#### 2.2.3. Szénszállal erősített $\epsilon$ -kaprolaktám alapú PA6 kompozit előállítása

A szerszámban történő bevonatolás modellezéséhez 100x100x2,5 mm formaüregű alumínium szerszámot használtunk. A szerszámban előzetesen elhelyeztük a bevonatolandó kompozitot, majd a szerszám zárását követően a szerszámot 150 °C-os szárítószekrényben előmelegítettük. A 0,5 mm-es bevonat előállításához az  $\epsilon$ -kaprolaktámot aktivátor és égésgátló/égésgátlók jelenlétében 120 °C-on megolvasztottuk MR Hei-TEC típusú (Heidolph, Németország) fűthető mágneses keverővel, majd az iniciátor hozzáadása után az olvadt  $\epsilon$ -kaprolaktám rendszert Hamilton fecskendő segítségével a zárt szerszámba juttattuk és 15 perc után eltávolítottuk a szerszámot a szárítószekrényből.

### 2.3. FELHASZNÁLT ANYAGOK

A differenciál pásztázó kalorimetrikus méréshez (DSC) TA Instruments Q2000 típusú (New Castle, DE, USA) berendezést használtunk. A 2-5 mg tömegű mintákat 50 ml/perc térfogatáramú  $\text{N}_2$  atmoszférában vizsgáltuk. A fűtés-hűtés-fűtés ciklusú méréseket 25-250 °C közötti hőmérséklettartományban vizsgáltuk 10 °C/perc fűtési és hűtési sebességgel.

A minták termikus stabilitását TA Instruments Q500 típusú (New Castle, DE, USA) termogravimetriás mérőberendezéssel (TGA) mértük. A vizsgálathoz 2-5 mg-os mintákat használtunk 30 ml/perc térfogatáramú  $\text{N}_2$  atmoszférában 20 °C/perc fűtési sebességgel 30-600 °C között.

Az oxigénindex (LOI) méréséhez az ISO 4589-1 és az ISO 4589-2 (2000) szabványokat használtuk. Az oxigénindexen azt a minimális oxigén térfogatszázalék értéket értjük, amely esetén a minta még ég. Ehhez nitrogén és oxigén gáz megfelelő arányú keveréke szükséges.

Az **UL-94-es** vizsgálatokat az ISO 9772 és az ISO 9773 szabványok szerint végeztük. A vizsgálat során vízszintes és függőleges elrendezésben történik a mérés. Vízszintes elrendezésnél meghatározható a lángterjedési sebesség. A minták besorolása lehet: HB, V-2, V-1, V-0, ahol a V-0 jelenti a legjobb, önkiltozó besorolást.

A minták komplex égési jellemzőinek meghatározásához **tömegcsökkenésen alapuló kónikus kalorimetriát (MLC)** (Fire Testing Technology Ltd., East Grinstead, UK) alkalmaztunk. A mérés során 50 kW/m<sup>2</sup> hőfluxusú hőszugárzásnak vetettük alá a 100x100 mm felületű mintákat. A próbatestek felületének begyulladását egy szikráztató egység segíti. A mérés során meghatároztuk a minták begyulladási idejét (TTI – time to ignition), a teljes (THR – total heat release) és a maximális hőkibocsátás értékét (pHRR – peak heat release rate), az addig eltelt időt (time to pHRR), a teljes égési időt, valamint a maradó tömeget.

### 3. EREDMÉNYEK

Kutatásunk első részében a bevonatokat önmagukban vizsgáltuk. Munkánk során 10% égésgátlót tartalmazó mintákat vizsgáltunk, ahol az égésgátlókat egyedüli adalékként alkalmazva és vegyes összetételben is teszteltük. Meghatároztuk az égésgátlók hatását a PA6 üvegesedési átmeneti hőmérsékletére ( $T_g$ ), a kristályos részarányra, a termikus stabilitásra és az éghetőségre. Az éghetőség szempontjából legjobban teljesítő összetételeket szénszállal erősített PA6 kompozitok felületére vittük fel égésgátló bevonatként.

#### 3.1. ÉGÉSGÁTLÓ BEVONATOK

##### 3.1.1. Üvegesedési átmeneti hőmérséklet és kristályos részarány vizsgálata

Az égésgátlók üvegesedési átmeneti hőmérsékletre, valamint kristályos részarányra gyakorolt hatását differenciális pásztázó kalorimetriával vizsgáltuk. A kapott eredményeket az 1. táblázatban foglaltuk össze.

1. táblázat: Referencia és égésgátlott PA6 minták DSC eredményei

Minta	$T_g$ [°C]	$\Delta H_{m1}$ [J/g]	$\Delta H_c$ [J/g]	$X_c$ [%]
PA6	49	78,6	45,9	42
PA6/10%RP	51	59,4	32,9	35
PA6/10%MgO	44	73,2	42,6	43
PA6/10%EGES100	46	66,7	32,9	39
PA6/10%EGES350	45	104,2	29,3	62

( $T_g$ : üvegesedési átmeneti hőmérséklet,  $\Delta H_{m1}$ : az első, illetve a második felfűtéshez tartozó kristályolvadási entalpia,  $\Delta H_c$ : kristályosodási entalpia,  $X_c$ : kristályos részarány)

A kristályos részarányt az első felfűtési görbe kristályolvadási entalpiájából ( $\Delta H_{m1}$ ) határoztuk meg az (1) összefüggéssel:

$$X_c = \frac{\Delta H_{m1}}{\Delta H_{100\%}(1-\alpha)} \cdot 100 \quad (1)$$

ahol  $\alpha$  a minta töltőanyag tartalma,  $\Delta H_{100\%}$  az elméletben 100%-ban kristályos minta kristályolvadáshoz tartozó entalpiaváltozás, amelynek értéke PA6 esetén 188 J/g.

A DSC mérések alapján az égésgátlók nem befolyásolták jelentősen az üvegesedési átmeneti hőmérsékletet, a legtöbb esetben 45-50 °C közé esett az értéke. A PA6-ban maradt monomer hatására a kristályos részarány értéke tág határok között mozog.

##### 3.1.2. Termikus stabilitás vizsgálata

A minták termikus stabilitását a 2. táblázat mutatja be.

2. táblázat: Referencia és égésgátlott PA6 minták TGA eredményei

Minta	$T_{-5\%}$ [°C]	$T_{-50\%}$ [°C]	$d_{TGmax}$ [%/°C]	$T_{dTGmax}$ [°C]	Maradék tömeg 600 °C-on [%]
PA6	104	324	0,8	139	3,4
PA6/10%RP	332	439	1,5	432	35
PA6/10%MgO	155	391	1,2	412	16,3
PA6/10%EGES100	243	446	1,0	437	38,6
PA6/10%EGES350	152	435	1,0	439	27,1

( $T_{-5\%}$ : 5%-os tömegcsökkenéshez tartozó hőmérséklet,  $T_{-50\%}$ : 50%-os tömegcsökkenéshez tartozó hőmérséklet,  $d_{TGmax}$ : maximális bomlási sebesség,  $T_{dTGmax}$ : maximális bomlási sebességhez tartozó hőmérséklet)

Az 5%-os és az 50%-os tömegcsökkenéshez tartozó hőmérséklet is megnőtt az égésgátlók hatására a referenciához képest. A termikus stabilitás javulását jelzi, hogy az MgO-t tartalmazó minta kivételével az 50%-os tömegcsökkenéshez tartozó hőmérséklet 400 °C felett volt. A maximális bomlási sebességhez tartozó hőmérséklet is 400 °C felett volt az égésgátlók hatására. A visszamaradó anyaghányad megnövekedése szintén a hőstabilitás javulását vetíti előre, a referenciához képest jelentős növekedés figyelhető meg.

##### 3.1.3. Éghetőség vizsgálata

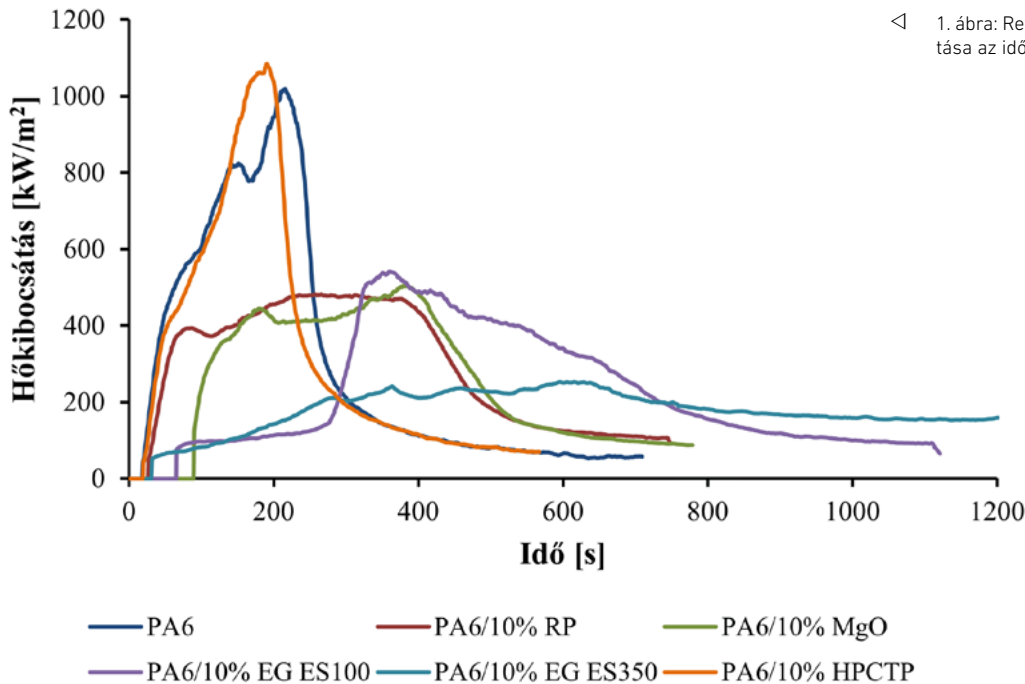
Az égésgátlott bevonatok éghetőségét oxigénindex és UL-94-es vizsgálattal, valamint tömegcsökkenésen alapuló kónikus kalorimetriával vizsgáltuk. Az eredményeket a 3. táblázatban foglaltuk össze. A minták hőkibocsátását az idő függvényében az 1. ábra mutatja be.

Az égésgátló nélküli PA6 oxigénindexe 21% volt és HB minősítést ért el az UL-94-es vizsgálaton. Az égésgátlókkal (kivéve 10% MgO) megnövelhető az LOI értéke akár 5 ténylegesen (PA6/10%RP minta). Az UL-94-es vizsgálatnál egyedül a PA6/10%EGES350 mintával értünk el V-1-es minősítést. Az MLC vizsgálatoknál a referencia minta gyulladt be a leggyorsabban (19 s). Az égésgátlók hozzáadásával a begyulladás ideje eltolható akár 71 s-mal. A pHRR értéke az egyik legjelentősebb paraméter a polimerek éghetőségének vizsgálata során. Az égésgátlók a referenciához képest lecsökkentették a pHRR értékét. Legalacsonyabb pHRR-t 10% EGES350-nel értünk el. Az expandálható grafit egy szilárd fázisban ható égésgátló, így az égés során elszorított védőréteget hoz létre a minta felületén. Ezáltal az égés után visszamaradt tömeg is megnő (32,5%). Az égésgátlók hatására a begyulladás ideje mellett a maximális hőkibocsátás ideje is eltolódott.

3. táblázat: Referencia és égésgátolt PA6 bevonatok LOI, UL-94-es és MLC vizsgálati eredményei

Minta	LOI [%]	UL-94	TTI [s]	pHRR [kW/m <sup>2</sup> ]	pHRR ideje [s]	THR [MJ/m <sup>2</sup> ]	Maradék tömeg [%]	FRI [-]
PA6	21	HB	19	1019	218	213	1,5	-
PA6/10%RP	26	HB	27	481	266	219	3,9	2,9
PA6/10%MgO	21	HB	90	504	383	196	10,6	10,4
PA6/10%EGES100	25	HB	66	541	360	244	6,6	5,7
PA6/10%EGES350	25	V-1	33	253	596	232	32,5	6,4

(LOI: oxigénindex (limiting oxygen index), TTI: begyulladásához szükséges idő (time to ignition), pHRR: maximális hőkibocsátás (peak heat release rate), THR: teljes kibocsátott hőmennyiség (total heat release), FRI: éghetőségi paraméter (flame retardancy index). Átlagos szórás: TTI: ±3 s, pHRR: ±30 kW/m<sup>2</sup>, pHRR ideje: ±5 s, maradék tömege: ±2%)



1. ábra: Referencia és égésgátolt PA6 hőkibocsátása az idő függvényében

Az éghetőségi paramétert (Flame Retardancy Index – FRI) a következő képlet segítségével számoltuk ki:

$$FRI = \frac{\left(\frac{THR \cdot pHRR}{TTI}\right)_{referencia}}{\left(\frac{THR \cdot pHRR}{TTI}\right)_{módosított}} \quad (2)$$

ahol THR [MJ/m<sup>2</sup>] a teljes kibocsátott hőmennyiség (total heat release), pHRR [kW/m<sup>2</sup>] a maximális hőkibocsátás (peak heat release rate), TTI [s] a begyulladásához szükséges idő (time to ignition). Az éghetőségi paraméter (FRI) egy, a szakirodalomban széles körben használt dimenziótlan viszonyszám, amely lehetővé teszi az égésgátolt és referencia polimerek összehasonlítását. Az FRI kiszámításával az égésgátolt polimereket a következő módon jellemezhetjük: ha az FRI < 1, akkor az égésgátoló hatása gyenge; ha 1 < FRI < 10, akkor az égésgátoló hatása jó; ha 10 < FRI, akkor az égésgátoló hatása kiváló [10]. Az FRI értékek alapján a PA6/10%MgO mintánál az égésgátoló hatása kiváló, azonban a többi mintánál is az égésgátolók jó hatást értek el.

## 3.2. VEGYES ÖSSZETÉTELŰ ÉGÉSGÁTÓ BEVONATOK

### 3.2.1. Üvegesedési átmeneti hőmérséklet és kristályos részarány vizsgálata

A vegyes összetételű minták DSC vizsgálatának eredményeit a 4. táblázatban foglaltuk össze.

4. táblázat: Referencia és vegyes összetételű égésgátolt PA6 minták DSC eredményei

Minta	T <sub>g</sub> [°C]	ΔH <sub>m1,2</sub> [J/g]	ΔH <sub>c</sub> [J/g]	X <sub>c</sub> [%]
PA6	49	78,6	45,9	42
PA6/5%RP/5%MgO	49	103,6	37,1	61
PA6/5%RP/5%EGES100	50	80,7	35,6	48
PA6/5%RP/5%EGES350	47	80,1	50,2	47
PA6/5%MgO/5%EGES100	46	95,0	46,3	56
PA6/5%MgO/5%EGES350	49	127,9	26,9	76

(T<sub>g</sub>: üvegesedési átmeneti hőmérséklet, ΔH<sub>m1,2</sub>: az első, illetve a második felfűtéshez tartozó kristályolvadási entalpia, ΔH<sub>c</sub>: kristályosodási entalpia, X<sub>c</sub>: kristályos részarány)

5. táblázat: Referencia és vegyes összetételű égésgátolt PA6 minták TGA eredményei

Minta	$T_{-5\%}$ [°C]	$T_{-50\%}$ [°C]	$d_{TGmax}$ [%/°C]	$T_{dTGmax}$ [°C]	Maradék tömeg 600 °C-on [%]
PA6	104	324	0,8	139	3,4
PA6/5%RP/5%MgO	123	383	0,9	435	7,4
PA6/5%RP/5%EGES100	120	407	1,0	436	9,1
PA6/5%RP/5%EGES350	214	425	1,0	442	11,4
PA6/5%MgO/5%EGES100	192	354	1,2	341	6,2
PA6/5%MgO/5%EGES350	111	354	0,7	370	15,4

( $T_{-5\%}$ : 5%-os tömegcsökkenéshez tartozó hőmérséklet,  $T_{-50\%}$ : 50%-os tömegcsökkenéshez tartozó hőmérséklet,  $d_{TGmax}$ : maximális bomlási sebesség,  $T_{dTGmax}$ : maximális bomlási sebességhez tartozó hőmérséklet)

Az üvegesedési átmeneti hőmérséklet értéke 46–50 °C közé esett minden mintánál. Ezek alapján megállapítható, hogy az égésgátolók nem befolyásolták jelentősen a  $T_g$  értékét. A kristályos részarány értéke azonban tág határok között mozog, ami szintén a rendszerben maradt kaprolaktámmal magyarázható.

### 3.2.2. Termikus stabilitás vizsgálata

A referencia és vegyes összetételű égésgátolt PA6 minták termikus stabilitását az 5. táblázat tartalmazza.

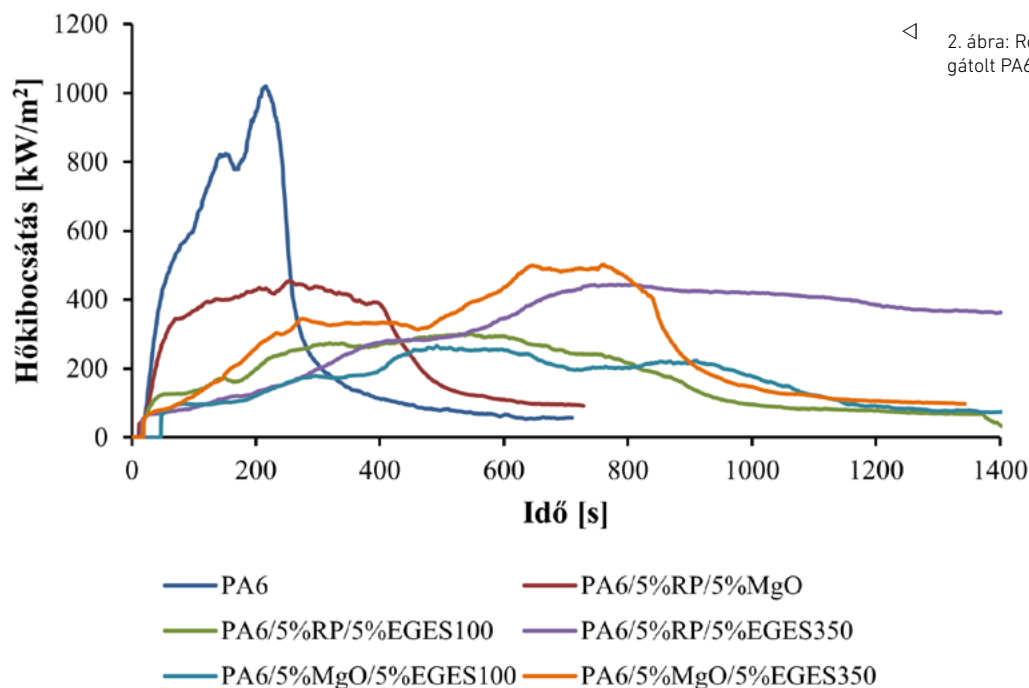
Az égésgátolók hatására az 5%-hoz és az 50%-os tömegcsökkenéshez tartozó hőmérséklet és a maximális bomlási sebességhez tartozó hőmérsékletek megnöttek a referenciához képest. Hőstabilitás szempontjából kiemelkedően teljesítettek a vörös foszfort és expandálható grafitot tartalmazó minták, mivel az 50%-os tömegcsökkenéshez tartozó hőmérséklet és a maximális bomlási sebességhez tartozó hőmérséklet is 400 °C felett volt. Az 5% RP és 5% EGES100, valamint 5% EG ES350 jelű mintáknál megfigyelhető, hogy a nagyszemcsés grafitnál (EG ES350) nagyobb volt a maradék tömeg. Ez azzal magyarázható, hogy a nagyszemcsés grafit expanziója 350 cm<sup>3</sup>/g, míg a kisszemcsés (EG ES100) grafité 100 cm<sup>3</sup>/g. Hasonló tendencia

figyelhető meg a MgO-t és expandálható grafitot tartalmazó mintáknál. Legnagyobb maradék tömege (15,4%) az 5% MgO és 5% EGES350 összetételű mintának volt.

### 3.2.3. Éghetőség vizsgálata

A referencia és vegyes összetételű égésgátolt bevonatok éghetőségét LOI, UL-94-es és MLC vizsgálatokkal elemeztük. Az eredményeket a 6. táblázatban foglaltuk össze és a 2. ábrán mutatjuk be.

A vegyes összetételű égésgátolók minden esetben megnövelték az oxigénindex értékét. PA6/5%RP/5%EGES100 mintánál a LOI értéke akár 26% is lehet. UL-94-es vizsgálatnál egyedül a PA6/5%RP/5%EGES100 minta ért el V-0-s, önkiló minősítést. Az MLC vizsgálatnál a vegyes összetételű égésgátolók nem növelték meg jelentősen a begyulladás idejét, azonban a pHRR ideje akár 590 s-mal késleltethető. A nagyszemcsés EG ES350 grafitot tartalmazó mintáknál a hőkibocsátás maximumáig eltelt idő közel négyszeresére nőtt a referenciához képest, amit az expandálható grafit intenzív habosodásával lehet magyarázni. Ezen minták belehabosodtak a kaloriméterbe, így a hőkibocsátás görbéknek nem teljes a lecsengése. Emiatt a THR értéke a nagyszemcsés expandálható grafitot is tartalmazó minták esetében



2. ábra: Referencia és vegyes összetételű égésgátolt PA6 hőkibocsátása az idő függvényében



6. táblázat: Referencia és vegyes összetételű égésgátló PA6 bevonatok UL-94-es, LOI és MLC vizsgálatának eredményei

Minta	LOI [%]	UL-94 [-]	TTI [s]	pHRR [kW/m <sup>2</sup> ]	pHRR ideje [s]	THR [MJ/m <sup>2</sup> ]	Maradék tömeg [%]	FRI [-]
PA6	21	HB	19	1019	218	213	1,5	-
PA6/5%RP/5%MgO	25	V-2	12	454	253	197	7,6	1,5
PA6/5%RP/5%EGES100	26	V-0	18	301	547	243	10,9	2,8
PA6/5%RP/5%EGES350	25	V-1	16	445	808	420	20,8	1
PA6/5%MgO/5%EGES100	24	HB	47	265	492	219	7,7	9,3
PA6/5%MgO/5%EGES350	24	HB	19	502	761	349	7	1,2

(TTI: begyulladásához szükséges idő (time to ignition), pHRR: maximális hőkibocsátás (peak heat release), THR: teljes kibocsátott hőmennyiség (total heat release). Átlagos szórás: TTI:  $\pm 3$  s, pHRR:  $\pm 30$  kW/m<sup>2</sup>, pHRR ideje:  $\pm 5$  s, maradék tömege:  $\pm 2\%$ )

7. táblázat: Referencia és égésgátló bevonattal ellátott PA6 kompozitok MLC eredményei

Minta	TTI [s]	pHRR [kW/m <sup>2</sup> ]	pHRR ideje [s]	THR [MJ/m <sup>2</sup> ]	Maradék tömeg [%]
PA6/CF	17	347	164	95	32,5
PA6/CF/10%EGES350	18	398	83	65	43,1
PA6/CF/5%RP/5%EGES100	24	274	62	60	44,2
PA6/CF/5%RP/5%EGES350	6	287	62	61	43,7
PA6/CF/5%MgO/5%EGES100	21	252	65	68	40,7

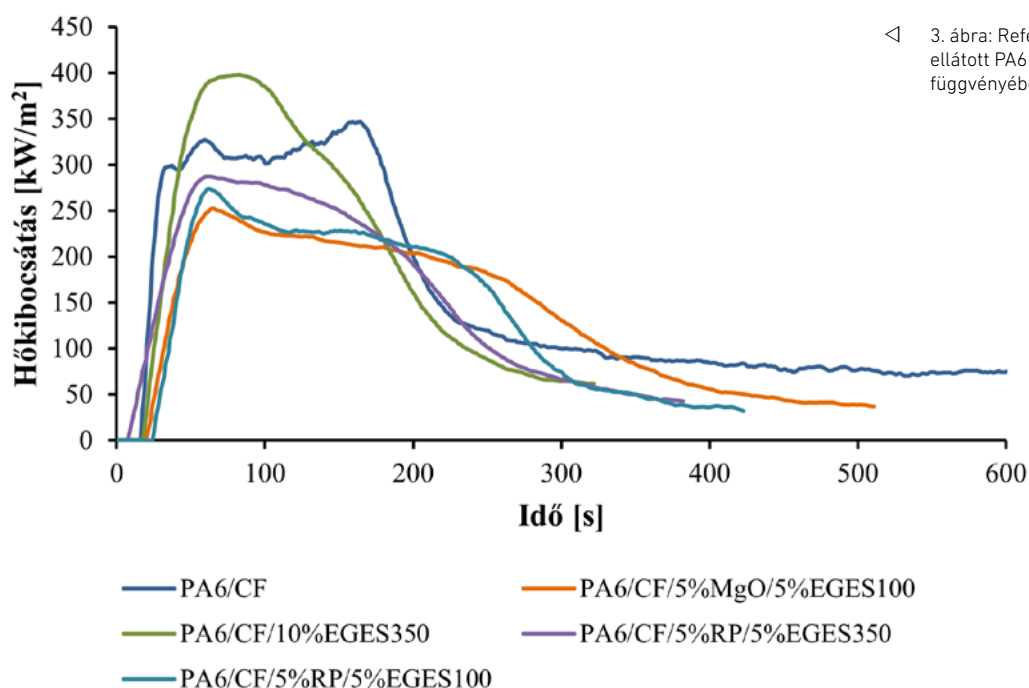
(TTI: begyulladásához szükséges idő (time to ignition), pHRR: maximális hőkibocsátás (peak heat release), THR: teljes kibocsátott hőmennyiség (total heat release). Átlagos szórás: TTI:  $\pm 3$  s, pHRR:  $\pm 30$  kW/m<sup>2</sup>, pHRR ideje:  $\pm 5$  s, maradék tömege:  $\pm 2\%$ )

nagyobb a valós értéknél. Az RP és az MgO expandálható grafittal együtt alkalmazva jelentősen csökkentette a pHRR értékét. Ennek a magyarázata a különböző hatásmechanizmusú égésgátlók együttes alkalmazása lehet. Míg az RP és az MgO főként gáz fázisban fejtik ki a hatásukat, addig az expandálható grafit szilárd fázisban hat és a különböző hatásmechanizmusú égésgátlók együttes alkalmazásával szinergikus hatás érhető el. Az FRI értékek alapján mindegyik égésgátló hatása jó.

### 3.3. BEVONATOLT KOMPOZITOK ÉGHETŐSÉGE

Éghetőség szempontjából a legjobban teljesítő összetételeket bevonatként vittük fel szénzál erősítésű,  $\epsilon$ -kaprolaktám alapú PA6 kompozitok felületére.

A referencia és az égésgátlókat tartalmazó bevonattal ellátott PA6 kompozitok MLC vizsgálatának eredményeit a 7. táblázatban és a 3. ábrán mutatjuk be.



A várakozásnak megfelelően az égésgátló bevonatok jelentősen lecsökkentették a minták maximális hőkibocsátását. A legalacsonyabb maximális hőkibocsátást a PA6/CF/5%MgO/5%-EGES100 mintánál értük el, ahol 27%-kal csökkent a pHRR értéke a referenciához képest. Mindegyik bevonattal ellátott minta tartalmaz expandálható grafitot, azaz egy szilárd fázisban ható égésgátlót. Ezeknél a mintáknál jól megfigyelhető a hőkibocsátás kezdeti intenzív növekedése, amíg az elszenesedett védőréteg ki nem alakul. Ahogy ez a védőréteg megvastagszik, úgy a hőkibocsátás értéke elkezdi lecsökkenni. 10% EGES350 alkalmazásánál a nagy szemcseméret és a jelentős ülepedés miatt az égésgátló egy része a beömlőben maradt és csak kis mennyiségben jutott a szerszámba. Ez megfigyelhető volt az MLC vizsgálat után a mintán, mivel csak a beömlő közelében alakult ki elszenesedett védőréteg. Az 5% RP-t és 5% EGES350-et tartalmazó mintánál szintén megfigyelhető volt ez a jelenség. Ezek alapján elmondható, hogy nagyszemcsés expandálható grafit bevonatban történő alkalmazása nem célszerű. A maradék tömeg mindegyik minta esetében megnőtt, ami az expandálható grafit intenzív habosodásával és az elszenesedett védőréteg kialakulásával magyarázható. Legnagyobb maradék tömeget az 5% RP-t és 5% EGES100-at tartalmazó bevonattal ellátott kompozit esetében értünk el.

## 4. ÖSSZEFOGLALÁS

Kutatásunkban először különböző égésgátlók hatását vizsgáltuk a PA6 üvegesedési átmeneti hőmérsékletére, a kristályos részarányra, a termikus stabilitásra és az éghetőségre. Munkánk során vörös foszfort, magnézium-oxidot és két különböző szemcseméretű expandálható grafitot használtunk égésgátlónak. Az égésgátlók nem befolyásolták jelentősen az üvegesedési átmeneti hőmérsékletet és a kristályos részarányt, azonban a PA6 termikus stabilitását javították. A vörös foszfor és a magnézium-oxid expandálható grafittal együtt alkalmazva lecsökkentették a PA6 minták maximális hőkibocsátását. A különböző hatásmechanizmusú égésgátlók szinergikus hatást fejtettek ki. A legjobban teljesítő égésgátló összetételeket égésgátló bevonatként vittük fel szénszál erősítésű PA6 kompozitok felületére 0,5 mm vastagságban. A bevonatok előállításához szerszámban történő bevonatolást alkalmaztunk. A 0,5 mm vastag, 5% MgO-t és 5% EGES100-at tartalmazó bevonattal 27%-kal csökkenthető a kompozit maximális hőkibocsátása a referenciához képest. Az égésgátlók hatására a teljes hőkibocsátás is csökkenthető akár 37%-kal. A szilárd fázisban ható expandálható grafit hatására az égés után a kompozitokon egy elszenesedett védőréteg alakult ki, így a maradék tömege jelentősen megnőtt. Megállapítottuk továbbá, hogy előnyösebb a kisszemcsés expandálható grafit használata a bevonatban, mivel alkalmazásával kiküszöbölhető az adalék ülepedése és kiszűrődése.

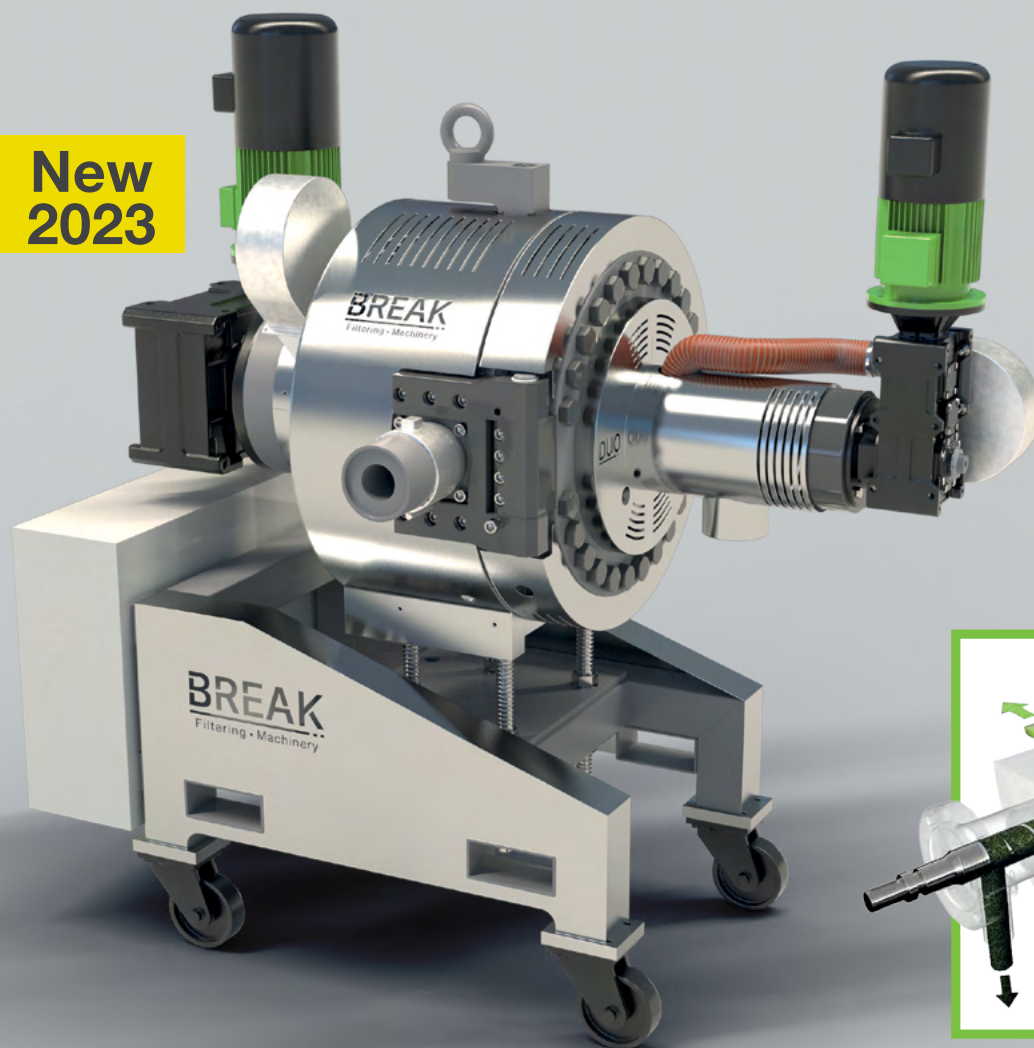
## KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A kutatás a Nemzeti Kutatási Fejlesztési és Innovációs Hivatal (NKFIH) 2018-1.3.1-VKE-2018-00011 és NKFIH K142517 pályázatának a Nemzeti Kutatási Fejlesztési és Innovációs Alapból finanszírozott támogatásával készült.

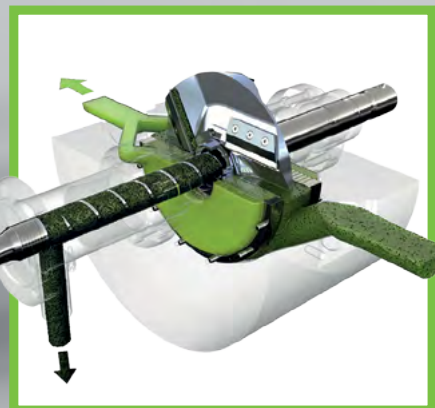
## IRODALOMJEGYZÉK

- [ 1 ] Dencheva, N. V.; Vale, D. M.; Denchev, Z. Z.: Dually Reinforced All-Polyamide Laminate Composites via Microencapsulation Strategy. *Polymer Engineering and Science*, 57, 806–820 (2016).
- [ 2 ] Kovács, Z.; Pomázi, Á.; Toldy, A.: The flame retardancy of polyamide 6 – prepared by in situ polymerisation of  $\epsilon$ -caprolactam – for T-RTM applications. *Polymer Degradation and Stability*, 195, 109797 (2022).
- [ 3 ] Höhne, C.-C.; Wendel, R.; Käbisch, B.; Anders, T.: Hexaphenoxycyclotriphosphazene as FR for CFR anionic PA6 via T-RTM a study of mechanical and thermal properties. *Fire and Material*, 41, 291–306 (2016).
- [ 4 ] Yan, C.; Yan, P.; Xu, H.; Liu, D.; Chen, G.; Cai, G.; Zhu, Y.: Preparation of continuous glass fiber/polyamide6 composites containing hexaphenoxycyclotriphosphazene: Mechanical properties, thermal stability, and flameretardancy. *Polymer Composites*, 43, 1022–1037 (2021).
- [ 5 ] Alfonso, G. C.; Costa, G.; Pasolini, M.; Russo, S.; Ballistreri, A.; Montaudo, G.; Puglisi, C.: Flame-resistant polycaprolactam by anionic polymerisation of  $\epsilon$ -caprolactam in the presence of suitable flame-retardant agents. *Journal of Applied Polymer Science*, 31, 1373–1382 (1986).
- [ 6 ] Pomázi, Á.; Toldy, A.: Multifunctional gelcoats for fiber reinforced composites. *Coatings*, 9, 173 (2019).
- [ 7 ] Toldy, A.: Flame retardancy of carbon fibre reinforced composites. *eXPRESS Polymer Letters*, 12, 186 (2018).
- [ 8 ] Semperger, O. V.; Török, D.; Suplicz, A.: Development and Analysis of an In-Mold Coating Procedure for Thermoplastic Resin Transfer Molding to Produce PA6 Composites with a Multifunctional Surface. *Periodica Polytechnica Mechanical Engineering*, 66, 350–360 (2022).
- [ 9 ] Semperger, O. V.; Pomlányi, P.; Suplicz, A.: Felület-bevonatolási eljárás T-RTM technológiához. *Polimerek*, 7, 186–192 (2021).
- [ 10 ] Vahabi, H.; Kandola, B. K.; Saeb, M. R.: Flame Retardancy Index for Thermoplastic Composites. *Polymers*, 11, 407 (2019).

New  
2023



PATENT  
PENDING



- ✓ Minimum waste
- ✓ Suitable for highly contaminated materials
- ✓ Constant pressure output

Automatic  
self-cleaning filter system

# DUO

**Headquarters:**

**BREAK MACHINERY s.r.l.**

Via Martiri della Libertà, 7 - 35010 Grantorto (PD) Italy  
info@breakmachinery.com

[breakmachinery.com](http://breakmachinery.com)

**Hungarian Agent:**

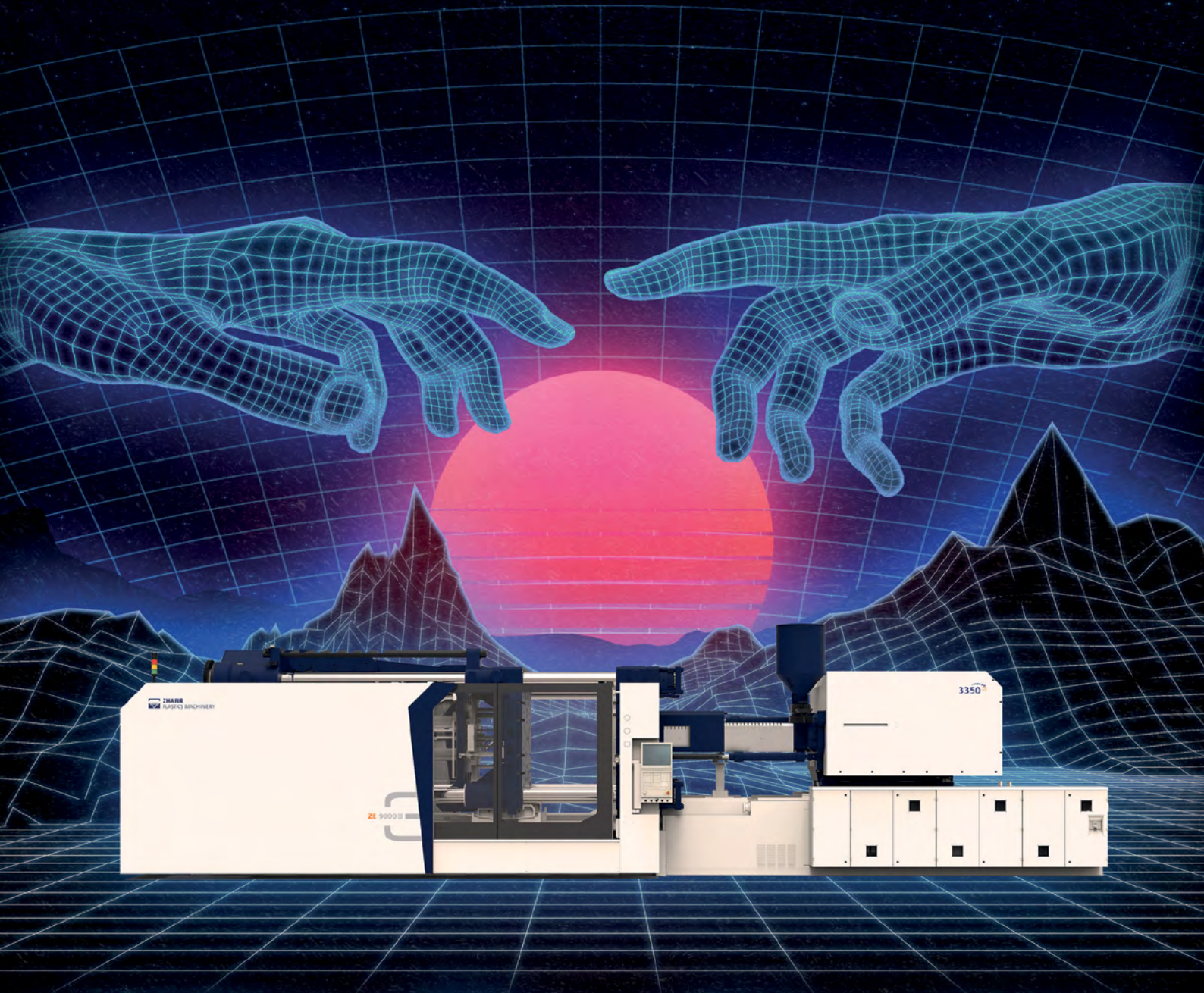
**MSP GROUP Kft.**

H-1107 Budapest, Száva utca 8.  
Mobil: +36 70 312 6273  
info@mspgroup.hu  
mspgroup.hu

**THE GE PLASTIC**  
Kft.



**HAITIAN**  
INTERNATIONAL



technotrans



**TAYU** 大禹機械

