

A TARTALOMBÓL:

- Sir David Attenborough – huszonkét évvel ezelőtti találkozás
- Mérési megoldások a Donau Labtól
- Hogyan tegyük élővé a kémiát?
- Textil-krisztallográfia



# MAGYAR KÉMIKUSOK LAPJA

A MAGYAR KÉMIKUSOK EGYESÜLETE HAVONTA MEGJELENŐ FOLYÓIRATA • LXXXI. ÉVFOLYAM • 2026. MÁJUS • ÁRA: 1800 FT

## Kémiai üzenet egy kisbolygóról



A kiadvány  
a Magyar Tudományos  
Akadémia támogatásával  
készült



SZERETETTEL VÁRJUK ÖNÖKET 2026. ÉVI NAGYRENDEZVÉNYEINKEN!

# SZERVES ÉS GYÓGYSZERVEGYÉSZ KONFERENCIA

A GYÓGYSZERKUTATÁS KORSZERŰ IRÁNYAI



Szent Adalbert Rendezvényközpont, Esztergom

2026. június 8-10.

HUNGARIAN  
CHEMICAL  
SOCIETY



MAGYAR  
KÉMIAUSZOK  
EGYESÜLETE

[General Information](#) [Program](#) [Speakers](#) [Dates and Fees](#) [Contact](#)

[Registration  
and submission](#)

## 21st Blue Danube Symposium On Heterocycles In Chemistry

21-24 June, 2026, University of Győr, Hungary



ESAS 2026



Budapest, Hungary

[Organizers](#)

[Local  
Information](#)

[Plenary Speakers &  
Short Courses](#)

[Programme](#)

[Important  
Dates](#)

[Exhibitors &  
Sponsors](#)

[Registration](#)

[Contact](#)

## EUROPEAN SYMPOSIUM ON ANALYTICAL SPECTROMETRY (ESAS)

Budapest

August 30-September 3, 2026



[Organizers](#)

[Information](#)

[Programme](#)

[Dates and fees](#)

[Exhibitors and Sponsors](#)

[Registration](#)

[Contact](#)



# 12CCC

## 12TH CONFERENCE ON COLLOID CHEMISTRY

From fundamentals to sustainable application

Budapest, Hungary

September 27-30, 2026



A Magyar Kémikusok Egyesületének tudományos ismeretterjesztő folyóirata és hivatalos lapja

## SZERKESZTŐSÉG:

Felelős szerkesztő: LENTE GÁBOR  
KISS TAMÁS örökös tb. főszerkesztő  
Olvasószerkesztő: SILBERER VERA  
Tervezőszerkesztő: HORVÁTH IMRE

## Szerkesztőbizottság:

KEGLEVICH GYÖRGY,  
a szerkesztőbizottság elnöke,  
BÁLINT MÁRIA, BUZÁS ILONA,  
DOMBRÁDY ZSOLT, FABIÁN ISTVÁN,  
GREINER ISTVÁN, HANCSÓK JENŐ,  
ifj. SZÁNTAY CSABA, KALÁSZ HUBA,  
KISS TAMÁS, MERNYÁK ERSZÉBET,  
SKODÁNÉ FÖLDES RITA,  
SZÉPVÖLGYI JÁNOS, TÖMPE PÉTER,  
ZÉKÁNY ANDRÁS

## Szerkesztők:

DOBÓ DORINA, KEGLEVICH KRISTÓF,  
KERTI GÁBOR, KOVÁCS LAJOS,  
NAGY GÁBOR, PAP JÓZSEF SÁNDOR

Szerkesztőségi titkár: KOCOR ERIKA

Kapják az Egyesület tagjai és a megrendelők  
A szerkesztésért felel: LENTE GÁBOR

Szerkesztőség: 1106 Budapest,

Fehér út 10. (White Office)

Tel.: 36-20-214-0808

E-mail: mkl@mke.org.hu

Kiadja a Magyar Kémikusok Egyesülete

Felelős kiadó: SZABÓ JÁNOS ZOLTÁN

Nyomdai előkészítés: HORVÁTH IMRE

Nyomás: Europrinting Kft.

Felelős vezető: ENDZSEL ERNŐ

ügyvezető igazgató

Terjeszti a Magyar Kémikusok Egyesülete

Az előfizetési díjak befizethetők

a CIB Bank 10700024-24764207-51100005 sz.

számlájára „MKL” megjelöléssel

Egy lapszám ára: 1800 Ft

MKE-tagoknak előfizetés: 9900 Ft

Nem MKE tagoknak: 19 900 Ft

Külföldön terjeszti

a Batthyany Kultur-Press Kft.,

H-1014 Budapest, Szentháromság tér 6.

1251 Budapest, Postafiók 30.

Tel./fax: 36-1-201-8891, tel.: 36-1-212-5303

Hirdetések-Anzeigen-Advertisements:

KOCOR ERIKA

Magyar Kémikusok Egyesülete,

1106 Budapest, Fehér út 10. (White Office)

Tel.: 36-20-214-0808,

e-mail: mkl@mke.org.hu

Aktuális és archivált számaink honlapunkon

(mkl.mke.org.hu) olvashatók

Index: 25 541

HU ISSN 0025-0163 (nyomtatott)

HU ISSN 1588-1199 (online)

DOI: 10.24364/MKL.2026.05

A lapot az MTA MTMT indexeli, és a REAL,  
továbbá az Országos Széchényi Könyvtár  
(OSZK) Elektronikus Periodika Adatbázisa  
és Archivuma (EPA) archiválja



Miközben a kémia és általában a természettudományok ma gyakran kedvezőtlen szövegkörnyezetben jelennek meg a nyilvánosságban – labor-balesetek, vegyi szennyezések, tanárhány, túlterhelt iskolák hírei mellett –, a Magyar Kémikusok Lapjának májusi száma arra emlékeztet bennünket, hogy a természettudományok imázsát nem csak a rossz hírek formálják.

Különösen szívet melengető a TETT mesepályázatról szóló beszámoló. Már önmagában is biztató, hogy ilyen sok fiatal szeretné a természettudományokat nemcsak megérteni, hanem elképzelni, átírni a maga nyelvére, történeté formálni. Sokat számít, ha egy gyermek számára a tudomány nem csupán az értelem, hanem az érzelmek felől is megközelíthető világ.

Több kisiskolástól hallottam, hogy a kémia nehéz tantárgy. Nehezen tanulható, nehezen érthető, nem érzik, hogy bármi haszna lenne. Mindez könnyen cáfolható, de ennek a cáfolatnak nem sok haszna van: ha egy gyerek így érez, akkor azt nem zúzza porrá a mi racionális érvelésünk. Ha azt szeretnénk, hogy a kémia a legkedvesebb tantárgyak egyike legyen, a gyerekeknek nem azt kell először megmutatni, hogy mitől nehéz a kémia, hanem azt, hogy mitől izgalmas. Hogy a kémia célja nem az, hogy a világot bonyolultnak mutassa, hanem hogy magyarázatot adjon. Hogy a kémia nem (csak) a vegyszerek világa, hanem a kenyérsütésé, a színéké, az illatoké, az anyagok átalakulásáé, végső soron a mindennapi élet megértéséé.

Ebben óriási szerepe van az iskolai kísérleteknek is. Egy jól megválasztott, biztonságosan elvégzett bemutató vagy egy egyszerű, hétköznapi anyagokkal kivitelezhető mikrokísérlet többet tehet a kémia megszerettetéséért, mint sokoldalnyi magyarázat. A jó kísérlet nemcsak látványos: gondolkodásra tanít, kérdezni tanít, összefüggéseket felismerni tanít. És ami különösen fontos: oldja a félelmet. Megmutatja, hogy a kémia nem valamiféle távoli, veszélyes világ, hanem megérintható, megérthető, megtapasztalható tudás.

Éppen ezért különös elismerés illeti mindazokat – pedagógusokat, szervezőket, pályázatkiírókat, mentorokat, tudomány-népszerűsítőket –, akik azon dolgoznak, hogy a kémia tudománya ne egy távoli, jeges galaxisnak tűnjön. Mert ma talán az egyik legfontosabb feladat nem egyszerűen a tudás-átadás, hanem a tudomány iránti érdeklődés felkeltése.

A jövő kutatója, tanára, mérnöke vagy egyszerűen a tudomány kérdései iránt fogékony felnőtt sokszor nem a középiskolában formálódik, hanem jóval korábban. Már kisgyermekkorban eldőlhet, hogy a természettudományok a nehezen teljesíthető iskolai feladatok közé tartoznak-e majd számára, vagy inkább a rácsodálkozás és a felfedezés világát jelentik. Egy emlékezetes kísérlet, egy jól elmondott történet vagy egy lelkes pedagógus sokszor maradandóbb hatást gyakorol, mint bármelyik tankönyv. Ha ezt a korai érdeklődést sikerül felkelteni és életben tartani, azzal nemcsak a természettudományok iránti nyitottságot erősítjük, hanem egy tájékozottabb, tudományra fogékonyabb szemlélet alapjait is lerakjuk.

Szeged, 2026. május

Csopor Dezső

## TARTALOM

## TUDOMÁNYOS ISMERETTERJESZTÉS

Palugyai István: Huszonkét évvel ezelőtti találkozás Sir David Attenborough-val 134

## VEGYIPAR ÉS KÉMIATUDOMÁNY

Lente Gábor: Kémiai üzenet egy kisbolygóról 137

## IPARI BEMUTAKOZÁS

Sánta Réka: Donau Lab-megoldások az élelmiszeripar, a takarmány- és a környezettechnológia számára 140

## BIZTONSÁGI JELZÉSEK ÉS KÉMIAI BIZTONSÁG

Agárdi Tamás: Biztonsági jelek anyagválasztása – amikor a hordozófelület is életvédelmi kérdés 143

## OKTATÁS

Kiss Tamás: A 2026. évi TETT mesepályázat díjkiosztó ünnepsége 145

Kovács Mihály, Murányi Zoltán: Hogyan tegyük élővé a kémiát? Zöld és fenntartható kémiai gyakorlatok a középiskolai oktatásban 146

## KITEKINTÉS

Kutasi Csaba: A tűzoltó védőruházatok főbb jellemzői 149

## VISSZHANG

Hargittai István: Textil-krisztallográfia 155

## VEGYÉSZLELETEK

Lente Gábor rovata 156

## A HÓNAP KÉMIAI PUBLIKÁCIÓJA

A HÓNAP HÍREI 158

A HÓNAP HÍREI 159



## Címlapunkon:

A TAGSAM-mel

kiegészített OSIRIS-

Rex mintát vesz

a Benu kisbolygóról

– illusztráció (NASA)



Palugyai István

# Huszonkét évvel ezelőtti találkozás Sir David Attenborough-val

*Hihetetlenül kerek évfordulót ünnepel a világ legismertebb, legnépszerűbb és közszeretnek örvendő, ma is dolgozó természetfilmese, természettudósa, Sir David Attenborough, aki május 8-án tartja századik születésnapját s akit már a nyolcvanadik születésnapján Anglia nemzeti kincseként emlegettek. Nagy szerencsém volt, hogy egy érdekes esemény kapcsán 2004-ben találkozhattam vele, amiből egy interjú is készült.*

**M**ár több menetben tanácskoztunk a brüsszeli irodaház szobáiban. Voltak közöttünk újságírók, a tudománykommunikáció különféle más területein dolgozó szakemberek az Unió tagországaiból. 2004-et írtunk, és az EU berkeiben úgy döntöttek, az ezredforduló évtől a kiváló európai együttműködésen alapuló kutatási eredmények elismerésére alapított kutatói Descartes-díj mellé egy tudománykommunikációt elismerő Descartes-díjat is kiadnak. Nagy lépés volt ez, mert ezzel a tudományos kutatási eredményekkel egyenlő polcra emelték a tudománykommunikáció fontosságát. Igaz, az összes Descartes-díjat sajnos három év múlva megszüntették, de akkor ennek még nem volt nyoma, sőt.

A pályázatra a nemzeti tudományos és szakmai szervezetek küldhettek ajánlásokat több kategóriában. Az írott kategóriát az újságcikkek és a könyvek alkották, az audiovizuálisat és elektronikusat a tévé- és rádióműsorok, honlapok, ezenkívül a tudománykommunikáció innovatív megoldásait egyebek mellett különféle kiállítások, tudományos játszóházak jelentették, a tudománykommunikációt segítő szerkesztői politika is teret kapott és végső, de nem utolsósorban a tudománynépszerűsítésben eljáró tudományos szakembereket is díjazták. A Royal Society, a brit tudományos akadémia erre a díjkategóriára David Attenborough-t jelölte.

A díj odaítéléséről döntő zsűri tagjaként kaptam meghívást a több körben zajló kiválasztási folyamat magyar tagjaként. A szelekció úgy zajlott, hogy a zsűritagok az ajánlásokhoz mellékeltek összes anyagot megkapták, legyenek azok könyvek, újságcikkek, honlapok, videó- és hangfelvételek, kiállítási dokumentációk. Egy-egy jelölt kiválóságának bizonyításához általában tetemes mennyiségű anyag érkezett. A kis szobákban, ahová ki-ki elvonnulhatott, bizony nagy halom anyag tornyosult előttünk. Természetesen a megfelelő műszaki feltételek segítettek minden anyagot átnézni, ellenőrizni, értékelni. Egy-egy kör után megbeszélést tartottunk, és ilyenkor néhány jelöltet a szavazás kijett. Attenborough ajánlásához a Royal Society mindössze egyetlen géppel írt papírlapot mellékelte. Ezen tömören, de célratorően összefoglalták azokat a nagyszerű – sokszor az állatok viselkedésének ismeretén alapuló – innovációkat, amelyek Sir David természetfilmes pályafutását fémjelezték.



Csak egyet említek ezek közül. A repülőgépről történő madárkövetést például ő és a BBC csapata tették látványosan kiforrott, narratív eszközzé, ők emelték technikailag és filmesztétikailag is új szintre és ők tették világszerte ismertté és iparági standarddá. Ez az, amikor például a repülő ludakat úgy látjuk, mint ha mellettük repülve a csapat egyik tagja lenne az operátor. Konrad Lorenz óta ismerjük az imprinting, a bevésozás jelenségét, tehát amikor emberhez szoktatott ludakat vagy darvakat neveltek fel úgy, hogy a fióka a kikelésüktől kezdve az embert tekintse „szülőnek”. Ehhez a tojásokat mesterségesen keltették ki,



a fiókák elsőként a gondozókat látták, később egy ultrakönnyű repülőgépet társítottak ehhez a „szülői” figurához. Így a madarak megtanulták, hogy a repülőgépet és az operatőr mellett benne ülő gondozót kövessék a levegőben – mintha az lenne a raj vezére. Ezt először a *Madarak élete* (Life of Birds), majd a *Földünk, a Föld* (Planet Earth) sorozat forgatásánál alkalmazták.

De sok más természetfilmes újítás is kötődött a nevéhez, hogy arról az Attenborough-i megközelítésről ne is beszéljünk, amit csak ő tudott olyan tökéletesen megvalósítani, hogy a tudományosan korrekt tényeket a csodálatosan megkomponált, rövid mondatokkal, az állatokhoz közel kerülve személyes megjelenése révén könnyen emészthetően, szórakoztatóan és főleg hitelesen adta át a nézőknek.

Nos, az egyik selejtező megbeszélés során döbbenet tapasztaltam, hogy Attenborough neve nincs rajta a továbbjutásra javasoltak listáján. Ekkor felálltam és hitetlenkedve megállapítottam, hogy úgy tűnik, döntnök kollégáim a beadott anyagok mennyisége alapján döntöttek, nem pedig annak ismeretében, mekkora egyedülálló óriása a brit tévés a világ tudományos ismeretterjesztésének, akinek díjazása nyilvánvalóan nemcsak neki jelentene méltó elismerést, hanem az újonnan alapított díjnak is óriási nyereséget és hírverést adna. Miután leültem, láttam, hogy a Bizottság terem szélén álló illetékese, akinek beleszólása nem volt a dolgok menetébe, látható egyetértéssel és örömmel fogadta a felszólalásomat. Akárhogy is volt, a következő szavazásnál Attenborough egyhangúan bejutott a végső körbe, és a végén meg is kapta a díjat.

A díjátadásra Prágában került sor december legelején, abban a félévben ugyanis a velünk együtt épp az Unió friss tagjává vált csehek voltak az Unió soros elnökei. A prágai várban sorra kerülő ceremóniára a zsűritagokat is meghívták, így kihasználtam azt a lehetőséget, hogy megvolt a kapcsolat az Attenborough-t jelölő szervezettel: írtam egy kérelmet, miszerint újságíró zsűritagként, a legnagyobb magyar napilap (a *Népszabadságról* volt szó) tudományos rovatvezetőjeként szeretnék interjút készíteni a friss díjjal. Számomra, aki etológus szakmai háttérrel a Magyar Televízióban a kilencvenes években kilenc évet és 140 részt megért állatokról szóló ismeretterjesztő tévésorozatot (*Azok a csodálatos állatok*) készítettem, érzelmileg is nagyon fontos volt, hogy példaképemmel beszélgethessek.

És láss csodát, Attenborough roppant kedvesen válaszolt, és készségét fejezte ki, hogy a díjátadás előtt leüljünk egy beszélgetésre. Akkor már negyedszázada voltam hivatalosan is újságíró, ötvenévesen számos fontos tudóssal készítettem addigra interjúkat, de bevallom, ekkor nagyon izgultam. Magammal vittem Attenborough egyik akkor magyarul is megjelent könyvét, az *Élet egyenes adásban* egy példányát is, hogy dedikáltassam. A prágai vár dísztermében a díjakat a Cseh Köztársaság akkori elnöke, Václav Klaus adta át, ennek megfelelően minden a legmagasabb protokoll-előírások közepette zajlott, mindenki puccparádében várta a ceremóniát. Amikor megláttam, hogy Attenborough is megérkezik, elébe pattantam és bemutatkoztam. Az öltönye fölött egyszerű, amolyan Columbo-szerű, szerintem foltos ballonkabátban jött, és mindjárt a díszterem előtti függönnyel takart átjáróban, egy padkaszerű valamire leülve kezdtük a beszélgetést (ami aztán a *Népszabadság* mindig legnagyobb becsben tartott karácsonyi számában jelent meg).

Melyik volt az első állata, amire vissza tud emlékezni? – kérdeztem. Mint mondta, kiskorában díszhalakat tartott, de elsőként egy vízisikló gyakorolta rá az igazán nagy hatást, amit maga fogott a környékükön és egy nagy, vízzel töltött medencében tartott. Aztán édesapjától kapott egy foltos szalamandrát, amelyik



Descartes-díjak 2004-ben. Balról az első David Attenborough (középen Csermely Péter biokémikus)

később bébiknek adott életet. Egy kisfiú ennél nagyszerűbb élményt nem is láthat – tette hozzá.

Kíváncsi voltam, vajon családi örökség volt-e ez a hihetetlen érzékenysége az állatok iránt. Attenborough úgy vélte, induláskor minden gyerekben benne van az élővilág iránti érdeklődés. A génjeinkben hordozzuk ezt a tulajdonságot, amely egyesekben később elhalványul. Ő azonban megtalálta azt az utat, hogy megőrizze ezt az érzést.

Tapasztalatból mondtam, hogy sok „állatbolond” gyerekek vannak kisebb-nagyobb csatározásai a környezetével. Neki vajon voltak-e? – kérdeztem. Mint elmondta, nagy szerencséje volt, mert angol nyelv- és irodalomtanár édesapja igazi pedagógus volt, aki úgy tartotta, hogy ha egy gyerekeknek valamilyen kifejezett érdeklődése van, akkor azt bátorítani kell. Az a rossz, ha a gyerek semmi iránt nem vonzódik igazán. Épp ezért arra biztatta fiát, hogy minél több dolgot fűrkésszen ki, sőt a felfedezéseit magyarázza is el neki.

Mint a televízió belső berkeit is ismerő ismeretterjesztő újságíró, arra voltam ezután kíváncsi, hogy miképpen juthatott el állatműsor-készítőként a BBC-ben a legfőbb politikai vezetői pozíciókig. Erre ugyanis az önéletrajzi könyvében, az *Élet egyenes adásban* című kötetben nem tért ki. Ezt a titkot megvilágítva elmondta, hogy 1952-ben került a híres brit médiához, ami a televíziózás hőskora volt, s akkoriban a BBC még nagyon kis szervezetként működött. Aki pedig a kezdetektől tagja egy gyorsan növekvő szervezetnek, nagyon sok mindent elérhet – válaszolta szerintem kissé szerényen.

Kétségtelen, hogy akkoriban bármit meg lehetett próbálni, hiszen a műsoroknak nem voltak bevett formái. Elkészíthetett például egy műsort az élővilágról, majd ha az kifáradt, nekifoghatott egy másfajta programnak.

Tovább kérdeztem ebben az irányban, hiszen ritkaság volt, hogy valaki önként lemondjon egy vezetői állásról, ahogy ő tette, amikor 1972 végén, viszonylag fiatalon visszavonult a BBC műsorigazgatói posztjáról, ahol a királynő karácsonyi tévéüzeneteinek is a műsorfelelőse volt, és szabadúszóként folytatta a filmkészítést. Kíváncsi voltam, tudta-e akkor, hogy jól dönt.

– Nem lehettem biztos, hogy mibe ugrom – válaszolta. De már ötven-egynéhány éves volt és az adminisztrációs feladatok helyett szeretett volna még műsorokat készíteni, amire akkor kevesebb ideje jutott. Némileg ironikusan tette hozzá, hogy ez nem igazán volt bölcs döntés, de hát már kifizette a házat, megvette a zongoráját és nem volt szüksége rá, hogy annyit keressen, mint korábban.



Megkérdeztem, hogy befolyásolta-e a pályáját bátyja, Richard, az Oscar- és Golden Globe-díjas filmrendező, színész és producer, aki egy időben a Channel Four nevű tévé elnöke is volt és akit az uralkodó lordi címmel ruháztak fel.

Ezt valószínűtlennek tartotta, mondván, már gyerekkorukban nagyon különböző érdeklődésűek voltak. Richardot már egészen korán vonzotta a színház, őt viszont a vidék és élővilága. És mivel bátyja művészeti akadémiaira ment tanulni, David meg Cambridge-be biológiát hallgatni, ezért a legmerészebb álmaikban sem merült fel, hogy később hasonló irányba futnak az életútjaik.

Ezután arra voltam kíváncsi, miben látja az állatokkal kapcsolatos ismeretterjesztésben meglévő brit túlsúly okát, gondolván Gerald Durrellre, Jane Goodallra, Diane Fossey-ra vagy Desmond Morrisra.

Attenborough sem tudott erre egyértelmű választ. Az angolok természetbúvárkodás iránti hagyományos érdeklődését említette, amit talán az Angliában megindult ipari forradalom hozott magával, amitől a városi emberek egyre jobban felismerték a számukra mind idegenebb természet különlegességét.

Amikor arról kérdeztem, hogy a BBC egyik legfőbb exportcikkévé vált, számos új technikát bevezető és teljesen új stílust teremtő természetfilmes tudja-e, hány országban hány ember láthatta addigra a filmjeit, akkor a százmilliót emlegette. Nem tudta megmondani, hány országban nézték a műsorait, és azt sem, hogy ezt a számot hogyan számolták ki. A régi filmjeit nem követi, mert újakon dolgozik. Persze örömmel és meglepetésnek nevezte, amikor találkozik valakivel, mondjuk Magyarországon, ahogyan az már megtörtént, amikor a tiszavirágok rajzását filmezte, s az illető még diákkorából emlékezett a filmjeire. Óriási dolognak nevezte, hogy az alkotásai évtizedek múltán is élnek és hatnak akár a világ túlsó felén, ami persze azt jelenti, hogy már ilyen öreg – tette hozzá hamisítatlan brit iróniával.

Amikor a Földnek azokról a helyeiről esett szó, ahová kívánsága ellenére nem tudott eljutni, illetve azokról az állatokról, amiket nem tudott lefilmezni, akkor (tehát 2004-ben) Közép-Ázsiát, Tibetet és Mongóliát emelte ki, bár megjegyezte, oda is szeretne még elmenni. A jelentős és nagy termetű fajok közül semmilyen igazán fontos nem maradt ki. Amiket ötven évvel ezelőtt le akart filmezni, azokat szép sorjában megtette. A hátralevőkről talán nem is tudjuk, hogy léteznek. Ilyennek nevezte például azt az akkori felfedezést, az indonéziai Flores szigetén 20 ezer éve élt apró termetű embert, ami új fénybe helyezi a szumátrai orang pendek, vagyis „kis ember” legendáját. Sokszor hallott erről a titokzatos lényről, de mindenki azt mondta, hogy badarság ilyesmit állítani. Az új felfedezés kapcsán azonban felmerült benne, hogy szívesen filmezne arrafelé.

A kígyókat, krokodilokat öncélúan hajkurászó, manapság divatosá vált „természetfilmesekeket” nézve sokakban felmerülhetett már, hogy volt-e veszélyes helyzetben a forgatásai során. Attenborough határozott nemi felelt erre, mondván, az ő munkája nem a veszély keresése volt, hanem jó filmek készítése, s ezért mindent megtett, hogy ne kerüljön ilyen helyzetbe.

Azt is tagadta, hogy az Attenborough-stílus maradandó. Nem is ez a fontos, válaszolta. Az már sokkal inkább, hogy az elefántok még velünk vannak. Sőt talán még ötven év múlva is, úgy-hogy remélhetően a filmjeit nem kell egy letűnt kor krónikájának tekinteni. De ha nem vigyázunk, néhány állatot, amelyeket mondjuk 30 (vagy most már 50) évvel ezelőtt megörökített, fél évszázad múltán már hiába keresünk. Amikor arra voltam kíváncsi, hogy saját maga szerint mivel hatottak filmjei leginkább a nézőkre, azt felelte, remélhetőleg azzal, hogy az élővilágot a

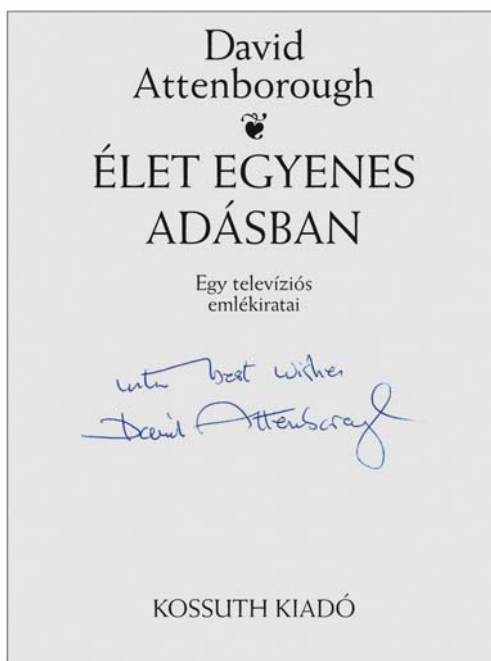
maga valóságában mutatta be, így a nézők elegendő képet kaphattak az élővilág csodálatos komplexitásáról és felbecsülhetetlen fontosságáról ahhoz, hogy tudják, ezt az élővilágot meg kell óvni. És tulajdonképpen ezt tekinti a műsorai végső céljának.

Már írtam pár sorral feljebb azokról az egyes kereskedelmi csatornákon futó állatfilmekről, amelyek inkább csak veszélyes állatok befogásáról, a velük való harcról szólnak, miközben gyors snittek között valaki végigszáguldozza a Földet. Ezeket Attenborough a látszat ellenére nem tartja természetfilmeknek, jóllehet kielégítik az emberek vágyát, hogy állatokat lássanak. Ám a nézőket nem feltétlenül csak a küzdelem érdekli, új ismereteket is szeretnének megtudni az állatokról. A kamera elé állók pedig, mint ahogy magát is tekinti, múltéonnyak. Ami örök, az a krokodil. Minél több krokodilt mutatnak a filmben, annál hosszabb életű a program, minél többet láthatóak a műsorcsinálók, annál hamarabb leveszik a műsorról. Az ilyen jellegű tudományos ismeretterjesztő műsorok annál népszerűbbek hosszú távon, minél hitelesebb az, aki az ismereteket átadja a képernyőn. Sajnos, akik a tévéműsorokról döntenek, sokszor úgy vélik, hogy egy szép fiatal lány (vagy férfi) könnyebben lesz népszerű, mint egy madár.

– Egy ilyen kommercializálódó világban szükség lesz-e még Attenborough-féle üzenetekre? – kérdeztem.

– Ennek talán a közszolgálati televíziók lesznek a letéteményesei a jövőben – válaszolta –, amelyek feladata a lakosság informálása például a tudományról, ahogy a BBC teszi.

Azt is elárulta, hogy ötven éve egyfolytában Londonban él, ahol pár hét múlva a karácsonyt is tölti unokáival. De azután ismét nekivág, és a következő évben skorpiókról, pókokról, rovarokról és száz- meg ezerlábúakról tervezett filmet készíteni.



Az utolsó kérdésre adott választát mintha saját számból hallottam volna, amikor azt kérdeztem zárásként, hogy tart-e az otthonában valamilyen állatot:

– Az állattartás felelősséget követel és mivel nagyon gyakran utazom, emellett nem lehet elegendő figyelmet fordítani az állatokra.

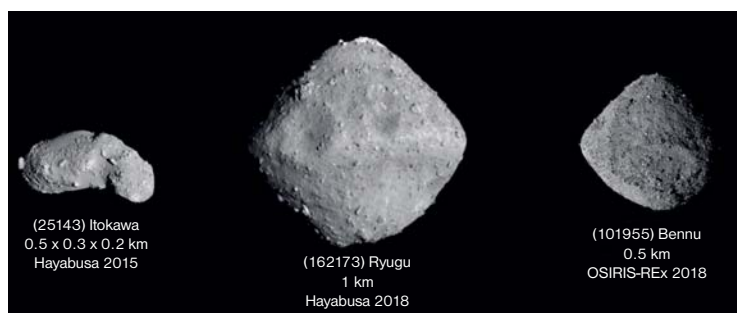
Azóta 22 év telt el, de ma is egyik legnagyobb élményem az azóta még sok-sok nagyszerű filmsorozatot készítő David Attenborough-val való találkozás, amit a könyvespolcomon lévő sok műve egyikében lévő dedikálás is őriz.



Lente Gábor

# Kémiai üzenet egy kisbolygóról

2026. január 22-én, magyar idő szerint este, az Amerikai Kémiai Társaság asztrokémiai szakosztálya érdekes webinariumot szervezett „Organic Origins: The Chemistry Hidden in an Asteroid” címmel. Az előadó Scott Sandford, az amerikai NASA űrügynökség által fenntartott Ames Research Center kutatója volt, a téma pedig a Benu kisbolygót megvizsgáló OSIRIS-Rex szonda eredményeinek ismertetése. A webinariumról készített felvétel teljes egészében megtekinthető az ACS oldalain (<https://www.acs.org/acs-webinars/library/benu-asteroid.html>).

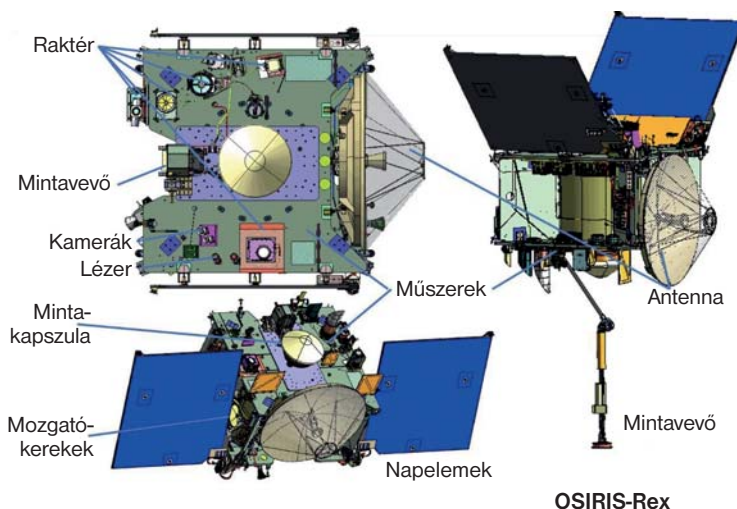


A 101955 Benu nagy szénttartalmú, szabálytalan alakú kisbolygó, átlagos átmérője mintegy 500 méter. Már távoli megfigyelések alapján is valószínűsíthető volt, hogy a felszínén hidratált ásványfázisok találhatók. Erre indult el az OSIRIS-REx (Origins, Spectral Interpretation, Resource Identification, Security – Regolith Explorer) űrszonda 2016. szeptember 8-án, majd 2018. december 3-án pályára állt a kisbolygó körül. Kevesen gondolnak bele, hogy ez technikailag mennyire nehéz feladat: egy olyan égitest gravitációjában kell fogságba esni, amelynek a tömege egyébként elég kicsi.



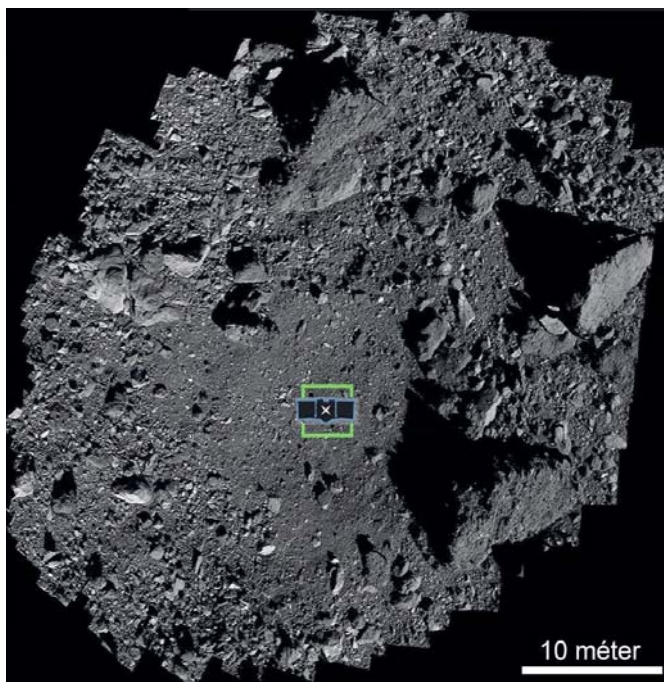
A Naprendszer kialakulása utáni, korai időszak kémiai változásainak nyomait legjobb eséllyel olyan kis égitesteken lehet megtalálni, amelyek anyaga máig megőrizte a bolygóképződést megelőző állapotokat. Az ilyen jellegű vizsgálatokat eddig csak távoli spektroszkópiai mérésekre, illetve a földre hullott meteoritok analizésére lehetett alapozni.

Először 2010-ben fordult elő, hogy közvetlen mintát is sikerült venni egy ilyen égitestről, s azt visszajuttatni a Földre: ezt a japán JAXA űrügynökség Hayabusza (Hayabusa; nevében a vándorsólymot jelentő japán szó köszön vissza) űrszondája hajtotta végre, amely a 25143 Itokawa kisbolygót kereste fel. Noha a min-

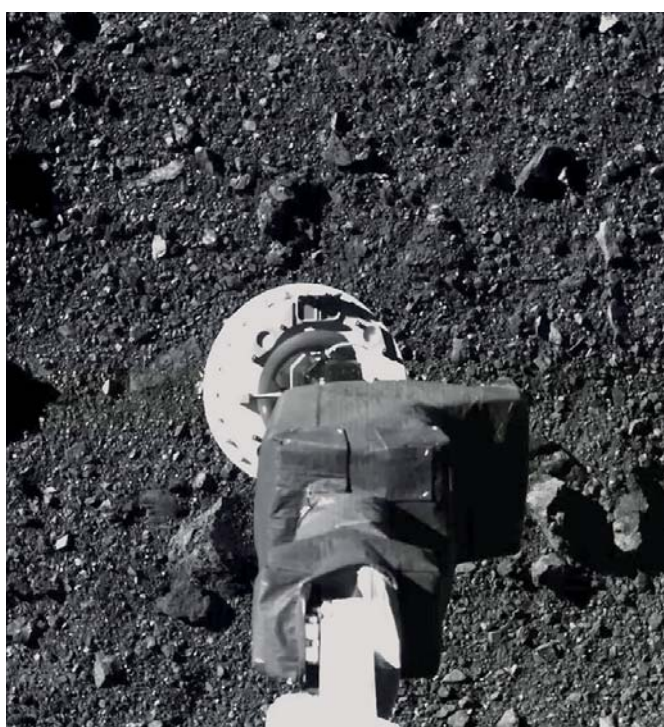
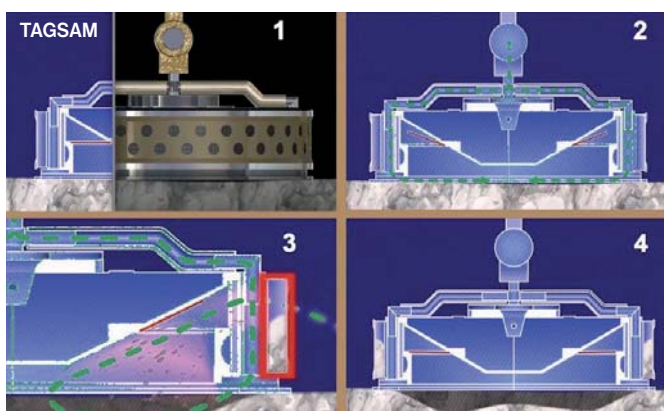


OSIRIS-Rex

A súlytalansághoz közeli állapot jelentette a küldetés legnagyobb technikai kihívását a mintavétel során, ehhez dolgozták ki a TAGSAM (Touch-And-Go Sample Acquisition Mechanism) rendszert, amelynek segítségével 2020. október 20-án sikerült a felszíni regolithból 121,6 grammos mintát gyűjteni. A szonda 2021. május 10-én indult vissza, és 2023. szeptember 24-én sikeresen a Föld felszínére juttatta a mintakapszulát.



A szonda még mindig működőképes és korlátozott mennyiségű üzemanyag is van rajta, ezért logikus volt a küldetés meghosszabbítása. Az új feladat neve OSIRIS-APEX, ahol az utolsó négy betű jelentésének eredete az Apophis Explorer kifejezés, s arra utal, hogy a tervek szerint a következő állomás a 99942 Apophis kisbolygó 2029 tavaszán. Az Apophis 2029. április 13-án rendkívül közel halad el majd a Föld mellett, az égi mechanikának köszönhetően az Osiris néhány nappal később, április 21-én áll majd pályára körülötte, s mintegy másfél éven át fogja kísérni. Mintavételre már nincs lehetőség, mert csak egyetlen kapszula volt, de a mintavevővel a kisbolygó felszínén lévő port fel lehet keverni, és ezt az állapotot távoli spektroszkópiával vizsgálják majd.

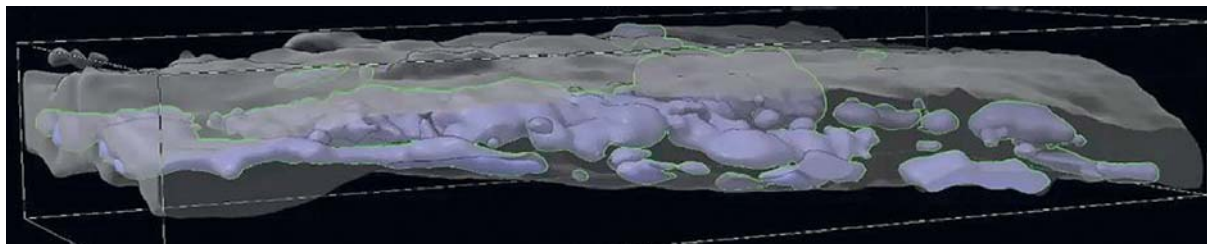


Az előadásban a 2023-ban visszajutott minták analíziseredményeinek ismertetése előtt részletesen szó esett arról, milyen kivételes erőfeszítéseket kellett azért tenni, hogy a földi eredetű szennyezéseket elkerüljék. A tesztekbe több olyan elemet is beépítettek, amelyek elsődleges célja egy ilyen baleset utólagos felismerése volt. A legfontosabb vizsgálati módszerek közé tartozott a röntgendiffrakció, a pásztázó és transzmissziós elektronmikroszkópia, a tömegspektrometria (GC-MS, LC-HRMS) és a stabilizotóp-arányok mérése ( $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ , D/H,  $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$ ).

A Bennu anyagának jelentős részét hidratált filloszilikátok alkotják, ami egyértelműen vizes átalakulási folyamatokra utal. Ezek mellett karbonátfázisok, magnetit és különféle szulfidok is kimutathatók, ami változatos redoxikörnyezetre enged következtetni a kisbolygón. Kitüntetett figyelmet érdemel a nátrium- és magnéziumtartalmú foszfát-fázisok jelenléte, ami arról tanúskodik, hogy a Bennu ősi anyagában a foszfor reakcióképes formában volt jelen. Erre korábban még nem volt bizonyíték a foszfor prebiotikus kémiájában.

A mintákban szerves anyagok széles tárházát találták: alifás és aromás szénhidrogének, heteroatomot tartalmazó molekulák, valamint komplex, makromolekuláris szerves fázisok is azonosíthatóak voltak. A szokásos 20 alapaminosavból 14 jelenlétét már ak-

A TAGSAM mintavételi rendszer és a mintavételi hely a Bennu kisbolygón



Egy Benurol származó szilárd minta elektronmikroszkópos képe

korra is bizonyították, a valin kivételétől eltekintve racém elegy formájában. 13 olyan aminosavat is kimutattak, amely a földi fehérjék felépítésében nem játszik szerepet. Ez a megállapítás összhangban van azzal az elképzeléssel, hogy a korai Föld szerves kémiai alapanyagának egy része ilyen égitestek révén jutott a bolygóra.



Az eddigi eredmények közül a legjelentősebb a hidratált filloszilikátfázisok nagy mennyiségének kimutatása. Ezek jelenléte azt mutatja, hogy a Benu felszínét alkotó anyag egykor folyé-

kony vízzel érintkezett, mégpedig olyan környezetben, ahol a folyamat nem járt jelentős hőhatással. A filloszilikátok kristályszerkezeti rendezettsége csekély, ami arra enged következtetni, hogy az átalakulás viszonylag rövid ideig tartott. Ez összhangban van azokkal a kozmokémiai modellekkel, amelyek szerint a kisbolygók belső vizes kémiai folyamatai elsősorban rövid élettartamú radionuklidok (pl.  $^{26}\text{Al}$ ) bomlásához kapcsolódóan mentek végbe.

Az Osirisizhoz hasonló, mintát visszajuttató szondák a közeljövőben is ritkaságnak számítanak majd. A kínai Tianwen-2 2025. május 28-án indult útjára, a 100 méternél is kisebb átmérőjű 469219 Kamo'oalewa kisbolygót vizsgálja majd meg, s még ugyanabban az évben vissza is tér a mintával. Az előkészítés utolsó fázisában lévő japán MMX (Martian Moons eXploration) program a Mars mintegy 11 kilométer átmérőjű, Phobos nevű holdját látogatja meg, és egy Mars-holdjárót is magával visz. Visszaúton többször megközelíti a Mars másik holdját, a Deimost, majd az indítás után szűk öt évvel juttatja vissza a mintákat a földre. Az indítási év 2026, a pontos dátumot még nem jelentették be. A Föld és a Mars egymáshoz képesti helyzete a Naprendszerben 26 havonta ismétlődő indítási ablakokat ad meg, a következő ilyen 2026 novemberében és decemberében lesz.



**Chemistry Europe**  
European Chemical Societies Publishing

WILEY-VCH

## The Journal for Excellence in Chemistry, Open to All

### Why publish with *ChemistryEurope*?

- Fully open access for global reach and impact
- No article publication charges until June 2026
- Highest publishing standards backed by a team of academic Editors-in-Chief and expert in-house editors
- Rapid dissemination of your research through fast editorial decisions and efficient article processing



The flagship journal of the Chemistry Europe publishing association

Sánta Réka

■ Donau Lab Kft. | reka.santa@donaulab.com

# Donau Lab-megoldások az élelmiszeripar, a takarmány- és a környezettechnológia számára

Cégünk, a Donau Lab Kft. 1993 óta szolgálja ki a felhasználói igényeket Magyarországon. A cégcsoport, mai nevén LPP Group, az 1970-es évek óta aktívan működik a közép- és kelet-európai piacon. Ez idő alatt gyártóinkkal hosszú távú, szoros együttműködést alakítottunk ki. Szakembereinket beszállítóink saját telephelyükön képzik ki és tanítják be, ezzel biztosítva a megfelelő tudást és háttérismeretet mind a termékfelelős mérnökök, mind a szerviztechnikusok számára.

Mezőgazdaság/ vegyszerek	Környezeti analízisek	Élelmiszerek	Italok	Takarmány
				
Ammónia, nitrát, nitrít (Devarda), cianid (CN), összes nitrogén	Ammónia, összes Kjeldahl-nitrogén (TKN), fenol, formaldehid, foszfát, COD-nitrát, nitrít (Devarda), nehézfémek, hamu	Fehérje, NPN, kazein (NCN), TVBN, SO <sub>2</sub> , hidroxi-prolin, formaldehid, hamu	Fehérje, alkohol, illó savak, diacetil, kén-dioxid	Fehérje, NPN

Az ipar számára sokszor kihívást jelent a különböző analitik vizsgálatok. Cégünk ezekre a problémákra kíván megoldást nyújtani különböző készülékeink segítségével.

*Nitrogénmeghatározás, Kjeldahl-, reflux- vagy gőzdesztillációs feladatokra* a különböző felszereltségű desztillálókészülékeket ajánljuk (**1. ábra**). A helyi igényeknek és a mérés természetének megfelelően választható beépített titrátorral rendelkező vagy titrátor nélküli készülék is. Szintén fontos megválasztani, hogy saválló pumpával felszerelt készülék kell-e az adott feladathoz, valamint hogy egyszerű vízpumpa mellett lág- és bórsavpumpa is szükséges-e a feladathoz.

A könnyebb használhatóság érdekében opcionálisan különböző szenzorokkal is felszerelhető a készülék. Ezeknek köszönhetően csökkenthető a felhasznált NaOH mennyisége, vagy idő helyett mennyiségre is gyűjthetjük a desztillátumot.

Nagyobb mintaszám esetén automata mintaváltós készüléket is kínálunk. Ezek egy- vagy kéttálcás változatban érhetőek el, 20 és 40 mintás sorozatok számára. Minden rack esetén 4 darab, gyors mérésekre szolgáló további férőhely található a készüléken. A mintaváltó különlegessége, hogy nem a roncsolócsöveket mozgatja a készülék: a mintatranszfer gőzátvitellel valósul meg. Ennek köszönhetően a mozgatásból eredő üvegkár kizárható.

Készülékeinkhez nem szükséges külső számítógép, mert a teljes mérés a kijelzőn keresztül programozható. A mérlegcsatlakoztatási lehetőségnek köszönhetően a nitrogénmentes csónakba bemért minták tömege automatikusan bekerül a mérési sorba. Végetül jegyzőkönyvet vagy csatlakoztatott nyomtatón keresztül, vagy helyi hálózaton át nyerhetünk ki a rendszerből.

A rendszer előnye a magas, 99,5% feletti visszanyerés és a rövid analízisidő, amely titrálással együtt átlagosan 3,5 perc (**1. ábra**).



**1. ábra. Büchi K-365 desztillálókészülék titrálóedénnyel**

Mintaelőkészítéshez *roncsolókat és elszívókat* tudunk ajánlani. A 6 vagy 12 helyes infra-roncsolók előnye a gyors felfűtés és a magasabb hőmérséklet, míg a 20 helyes blokkroncsolók esetén a nagyobb mintaszám és a mintaváltóval való kompatibilitás a fő szempont. A különálló tömítések kizárják a keresztaszennyezés lehetőségét. A savas gőzök elnyelésére gázmosót használunk, ami kondenzáció mellett lúgos elnyelés és aktív szén adszorpció segítségével akadályozza meg a környezetbe való kijutást.

Ugyancsak nagy terület a *zsírmeghatározás* problémája. Legyen szó az összes zsírtartalom meghatározásáról savas hidrolízissel minőség-ellenőrzés céljából vagy akár NIR-referenciaméréshez, vagy alacsony költségű nyerszsír-mérésről, párhuzamos mintákkal, vagy minta-előkészítésről maradványelemzéshez, a megoldást párhuzamos extrakciós készülékeink nyújtják. A választható üvegfeltéteknek megfelelően mérhetünk hivatalos Soxhlet-, forró vagy folyamatos extrakciós módszer szerint is E-500 készülékeinkkel. Amennyiben nagyobb rugalmasságot szeretnénk,



és vízzel vagy speciális oldószerekkel is dolgozánk, akkor az univerzális üvegszerelvénnyel rendelkező E-800 készülék a megfelelő választás.

A berendezések „waste”-tartállyal felszereltek, így a frissen át-desztillált oldószer visszaforgatható. Az extraktumot „analyte protection sensor” védi a teljes kiszáradástól. Az intuitív kijelzőnek köszönhetően a teljes folyamat beállítható külső számítógép nélkül is. Szükség esetén inert atmoszférában is lehet dolgozni a készülékekkel vagy akár egy extrakció során különböző oldószereket és metódusokat is használhatunk a gyors módszerfejlesztés érdekében (2. ábra).



2. ábra. Büchi E-800 extraktor

Nagy nyomású folyadékextrakciós készülékünkkel (SpeedExtractor) kis mintamennyiségben és minimális oldószer felhasználás mellett tudunk egyszerre 4 vagy 6 mintával, valamint 2 vagy 4 oldószerezrel dolgozni. Az extrakciós idő fél órára csökken a módszernek köszönhetően.

Fontos megemlíteni a klasszikus analízisek mellett a NIR-készülékek előnyeit is; ezekkel *vegyszermentesen és mintaroncsolás nélkül* végezhetőek el adott vizsgálatok. Legyen szó húsparról, tejtermékekről, gabonák feldolgozásáról vagy olajokról, gyors eredményt kaphatunk a laborban vagy akár már a gyártási folyamat során is a készülékekkel. Tipikus mérendő paraméterek a nedvességtartalom és a zsírmeghatározás mellett a szárazanyag-tartalom, a fehérje-, laktóz-, glutén-, szabadzsírsav-, rost-, hamutartalom, szín vagy bármi egyéb paraméter, amire a készüléket kalibrálni tudjuk.

Az asztali ProxiMate készülék ipari körülmények között is megállja a helyét. IP69 minősítésének köszönhetően víz- és porálló. Alsó és felső megvilágítással is lehet mérni a készülékkel, így folyadékokat is mérhetünk, vagy üveg helyett műanyag Petri-csészét használhatunk minttartónak. VIS- és NIR-tartományban is működik a készülék, így széles skálán, 400–1700 nm tartomány-

ban akár színmegfelelőség is mérhető vele. Diódasoros detektorral rendelkezik, és különlegessége az automata kalibráció. Érintőképernyőjének köszönhetően könnyen irányítható, de egér és billentyűzet is csatlakoztatható hozzá, amennyiben ez kényelmesebb a felhasználási helyen (3. ábra).



3. ábra. Büchi ProxiMate asztali NIR készülék

Az asztali készülék mellett gyártási sorba építhető online változatokat is kínálunk (4. ábra). Ezek akár több mérőfejjel is rendelkezhetnek, és a gyártás során folyamatosan ellenőrzik a kért paramétereket. Hiba észlelésekor a gyártás le is állítható. Akár futószalag fölött, akár betápláláskor vagy a gyártás bármely pontján alkalmazhatóak a mérőfejek. A gyors mérés érdekében diódasoros detektorral vannak felszerelve a berendezések, valamint DualLamp rendszerűek. A lámpa kiégése esetén a készülék automatikusan átáll a tartalék lámpára, így a szerviz érkezéséig sem áll le a gyártás. A berendezés AutoCal funkcióval is rendelkezik. IP69 besorolásának köszönhetően poros és nedves környezetben is kiválóan alkalmazható. Szükség esetén ATEX minősítésű mérőfejet is installálunk.

A NIR-műszerek családjának legújabb tagja egy *hordozható, kézi készülék*, a ProxiScout, amely akár kisebb asztali változatként is funkcionál (5. ábra).

4. ábra. Büchi online NIR-készülék gyártósorba építve



5. ábra. Büchi ProxiScout hordozható NIR-készülék



Folyadék, por és késztermék is vizsgálható a berendezéssel. Az eredményeket azonnal látjuk a mobiltelefonunk applikációjában, de számítógépen is követhetjük. A kalibrációkat a LabStore applikáción keresztül vásárolhatjuk meg, és használhatjuk a mintáinkhoz. Három fő csoportot különböztet meg az alkalmazás: scan, amely során a klasszikus paramétermérést végezzük el, a collect nevezetűt, amikor csak spektrumokat veszünk fel főként kutatási célból és a confirmityt, ami kvalitatív mérést ad, vagyis egy adott mintáról minőségi besorolást tudunk készíteni.

Mérhetünk a készülékkel direkt zsákos anyagot, helyszíni növénymintákat, késztermékeket, vagy laboratóriumi körülmények között, mintavétel után forgótányéros asztali készülékként is funkcionálhat a berendezés. FT-NIR detektorral rendelkezik, ami biztosítja a magas szintű pontosságot és az 1350–2550 nm közötti mérés tartományt (6. ábra).



6. ábra. Büchi ProxiScout hordozható NIR-készülék asztali mérés közben

Szulfáthamu- és szárazanyag-meghatározáshoz két készüléket ajánlunk. Egy magas hőmérsékleten, porcelántégelyekben savas roncsolást végző berendezést, a WetDigestert a Büchi kínálatából, valamint a Precisa cég PrepASH TGA készülékét (7. ábra). A termogravimetriás analízis során a készülék egy nagy pontosságú analitikai mérleg (0,0001 g) segítségével rögzíti a magas hőmérséklettel járó tömegváltozást. A beépített kemencének köszönhetően 1000 °C-ig is felfűthetjük a készüléket. Az akár 29 minta



7. ábra. Precisa PrepASH TGA készülék

egyidejű mérésére is alkalmas készülék levegő mellett nitrogén- vagy oxigénatmoszférában is képes mérni.

Másik releváns készülékcsaládunk a párhuzamos bepárlók csoportja. Legyen szó koncentrációról, végtérfogatra vagy éppen szárazra párlásról, szilárd fázisú extrakcióról, készülékeink nitrogén nélkül, vákuum segítségével végzik el a feladatot. A vízszintes koncentrikus mozgás biztosítja a megfelelő hőeloszlást. A mintatartót körülfogó fűtött vízfürdő miatt párolog a mintánk, a vákuumnak köszönhetően alacsonyabb forrásponton, majd a csatlakoztatott kondenzér segítségével szedőlabdikban gyűlik a párlat. A készüléket meglévő Rotavapor kondenzérre is csatlakoztathatjuk.

Az egyszerűbb kivitelű Multivapor esetén maximum 6 vagy 12 helyen végezhetjük a bepárlást, vakdugók segítségével rugalmas mintaszámban. Különböző méretű bepárlóedények alkalmazhatóak a további méréseknek megfelelően (8. ábra).



8. ábra. Büchi Multivapor párhuzamos bepárló

A Synore készülék esetén az alapvető bepárlási módszerek mellett lehetőség van fix végtérfogatra párolni. Egy speciális kialakítású mintatartónak köszönhetően 0,3, 1 és 3 ml végtérfogattal lehet a bepárlás, így a minta akár későbbi HPLC-mérésre is könnyen átvihető. A bepárlóedény alján egy megfelelő méretű nyújtott rész külön vízhűtéssel rendelkezik, így az itt felgyűlt mintamennyiség már nem képes elpárologni (9. ábra).

9. ábra. Büchi Syncor végtérfogatos párhuzamos bepárló



A készülék négytől egészen 96 minta párhuzamos bepárlására képes, 0,5–500 ml térfogat-tartományban az adott bepárlóedények számának függvényében. A vákuumfedélén minden egyes mintatartó külön tömítéssel rendelkezik, így a keresztaszennyezés elkerülhető. Külön feltétellel szilárd fázisú extrakció is végezhető a készülékkel.

Az említett készülékeken kívül széles skálán kínálunk további berendezéseket, legyen szó spektrofotométerről, refraktométerről, egyszerűbb nedvességmeghatározó készülékről. A laboratóriumi munka során elengedhetetlen mérlegek és pipetták, valamint víztisztítók is megtalálhatóak kínálatunkban csakúgy, mint a keringtető fűtő-hűtő termosztátok és vákuumpumpák, az automata asztali és hordozható sűrűségmérők és alkoholtartalom-mérő készülékek. Ezenkívül portfóliónk tartalmaz készülékeket a gyógyszeripar, a mikrobiológia, az élettudományok és különböző vegyipari területek számára laboratóriumi, félüzemi és ipari méretben egyaránt.

Felhasználóink számára teljes körű szolgáltatást nyújtunk. Az előzetes konzultációkat követően meghatározzuk a helyi igényeket, amihez a legjobb és legkedvezőbb megoldást kínáljuk. A beüzemelés és felhasználói betanítás után sem hagyjuk magára partnereinket, hiszen az általunk forgalmazott készülékeket szervizes kollégáink a garanciális idő lejártá után is karbantartják, kalibrálják vagy éppen minősítik az elvárásoknak megfelelően.

Forduljanak hozzánk bizalommal felmerülő kérdéseikkel! Várjuk szíves megkeresésüket.

Agárdi Tamás

■ AFV Kft. (tabla.hu)

# Biztonsági jelek anyagválasztása – amikor a hordozófelület is életvédelmi kérdés

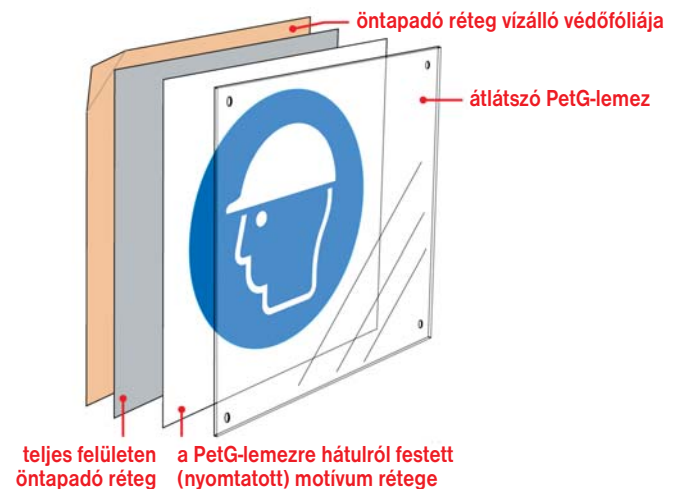
**A** biztonsági jel nem dekoráció, hanem életvédelmi információ: veszélyre figyelmeztet, kötelező magatartást ír elő, menekülési útvonalat mutat vagy tűzvédelmi eszközt jelöl. A jogszabályoknak és szabványoknak megfelelő jelrendszer – például a 2/1998. (I. 16.) MüM rendelet és az MSZ EN ISO 7010 – biztosítja az egységes színeket, formákat és piktogramokat, de a jel a gyakorlatban csak akkor marad valóban működőképes, ha az alapanyaga, a felületvédelme és a rögzítése is a tényleges igénybevételhez igazodik.

Az anyagválasztás első lépése mindig a környezet felmérése. Más követelményrendszer érvényes egy irodai folyosón, mint egy kültéri gépészeti térben, rakodózónában vagy laboratóriumban. Kültéren az UV-sugárzás, a csapadék, a fagy-olvadás és a hőingadozás gyorsan öregíti a nem megfelelő anyagokat, nagy forgalmú területeken pedig a dörzsölés, a karcolás és az ütés jelent fokozott igénybevételt. Vegyipari, labor- vagy takarítás-intenzív környezetben a savak, lúgok, oldószerek és fertőtlenítőszer nemcsak a nyomtatott, hanem a ragasztót és magát a hordozóanyagot is károsíthatják. Sok korai elhasználódás mögött valójában nem kivitelezési hiba, hanem alulméretezett anyag- és rögzítésválasztás áll.

A láthatóságot a felületkialakítás érdemben befolyásolja. A túl fényes felület zavaró tükröződést okozhat, míg egy matt laminátum megfelelő kontrasztot ad. Ugyanilyen fontos a színstabilitás: ha a piros kifakul, a tiltó jel visszatartó ereje csökken, ha a zöld veszít telítettségéből, romlik a menekülési jel felismerhetősége. A jel méretét a felismerési távolsághoz kell igazítani, összhangban a 2/1998. (I. 16.) MüM rendelet előírásaival; a helyes piktogram önmagában nem elegendő, ha a jel túl kicsi vagy kedvezőtlen szögben van felszerelve.

Beltérben, sima felületeken a dekorációs célra gyártott öntapadó vinil- vagy PVC-fólia költséghatékony megoldás lehet, de rendszeres fertőtlenítés vagy oldószeres tisztítás mellett gyorsan gyenge láncszemé válhat. Ilyen helyeken célszerű ipari minőségű, teljesítményigazolóval gyártott, védőlaminátummal ellátott biztonsági jelet választani. A merev PVC-táblák jobb alaktartást adnak, de nem ajánlottak erős oldószertelhelésnek, tartósan magas hőmérsékletnek vagy intenzív UV-sugárzásnak kitett helyekre, illetve olyan tűz- és menekülésbiztonság-kritikus terekbe, ahol a füst összetétele és a korrozív égéstermékek kockázata kiemelt, mivel a PVC égésekor hidrogén-klorid is felszabadulhat. Ipari környezetben ezért egyre erősebb trend a halogén- és PVC-mentes, úgynevezett LSZH anyagokra történő áttérés. Ezt szabályozói oldalról is támogatják a lágyított PVC-ben gyakori ftalátok – DEHP, DBP, BBP, DIBP – uniós korlátozásai, amelyek 2020 óta széles mértékűre vonatkoznak.

Kültéren és nagy igénybevételű ipari terekben az alumínium vagy alumínium szendvicslemez sokszor biztonságosabb alapanyag. Megfelelő felületkezeléssel jó UV- és hőállóságot, hosszú élettartamot és stabil megjelenést ad. Extrém kémiai terhelésnél vagy agresszív tisztítási ciklusok esetén saválló kivitel, illetve ütészálló polikarbonát- vagy PETG-védelem lehet indokolt, különösen ott, ahol a jel sérülése már nemcsak esztétikai, hanem megfelelőségi és baleseti kockázatot is jelent.



## A PETG-anyagból készült biztonsági jel felépítése

Menekülési útvonalaknál és időszakosan rossz megvilágítású zónákban a fotolumineszcens vagy reflektív megoldások növelhetik az észlelhetőséget, de csak helyes alkalmazás mellett. Az utánvilágítás (fotolumineszcencia) teljesítménye függ a fényfeltöltéstől és a felület tisztaságától is. Ugyanilyen fontos a megfelelő rögzítés: a leváló jel ugyanolyan veszélyforrás, mint a kifakult. A tapadást a felület strukturáltsága és porózussága, a páratartalom és a hőmérséklet is befolyásolja, ezért bizonyos környezetekben a csavarozott vagy távtartós rögzítés ad valódi üzembiztonságot.

Az anyagválasztás a gyártástechnológiára is kiterjed. Digitális nyomtatás, UV-nyomtatás vagy szitanyomás esetén a felületvédelem – védőlaminátum, lakk, karcálló réteg – gyakran döntőbb, mint maga a hordozó. Kémiai terhelésnél a laminátum minősége és kompatibilitása, mechanikai igénybevételnél pedig a karcállóság és a megfelelő szélkialakítás határozza meg az élettartamot. Ott, ahol nagy nyomású mosás, gőztisztítás vagy erős zsírolás is része az üzemi rutinnak, a könnyen tisztítható, zárt felületű védőréteg adhat valódi tartósságot.

Anyag típusa, megnevezése:		Kültér/beltér	Feliratozási lehetőségek	Tartósság	Bekerülés
Öntapadó	Papír öntapadó	Csak beltér	nyomtatás, szitanyomás	*	*
	Vinil (PVC) öntapadó fólia	Kültér/beltér	nyomtatás, szitanyomás, plottervágás	**	**
Műanyagok	Polisztirol lemez	Csak beltér	nyomtatás, szitanyomás, plottervágás	***	***
	Üregcellás műanyaglemez	Csak beltér	nyomtatás, szitanyomás, plottervágás	***	***
	PVC-lemez	Kültér	nyomtatás, szitanyomás, plottervágás	****	***
	PETG-lemez	Kültér	nyomtatás, szitanyomás, plottervágás	*****	***
	Gravírolemez	Kültér	nyomtatás, szitanyomás, gravírozás	*****	****
	Molinó (banner, ponyva)	Kültér	nyomtatás	***	**
Fémlemez	Alumíniumlemez	Kültér	nyomtatás, szitanyomás, plottervágás, gravírozás, préselés	*****	*****
	Horganyzott lemez	Kültér	nyomtatás, szitanyomás, plottervágás	*****	*****
	Rozsdamentesacél-lemez	Kültér	nyomtatás, szitanyomás, plottervágás, lézervágás	*****	*****
Kompozit	Alumínium szendvicslemez	Kültér	nyomtatás, szitanyomás, plottervágás, gravírozás	*****	*****

Anyagtípusok, feliratozási technikák a tartósság és a bekerülés szerint pontozva



Bár az alaplemez tartós alumínium, a jel mégis kifakult, mivel gyengébb minőségű öntapadó fóliát ragasztottak rá motívumhordozóként

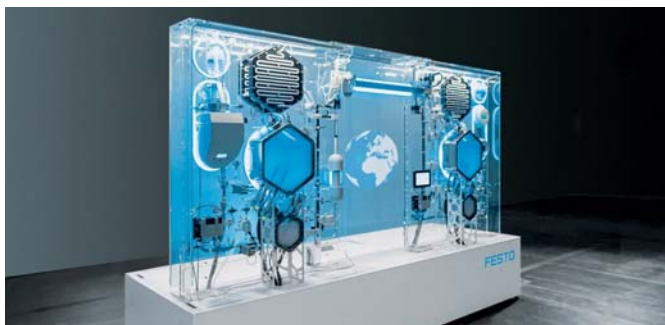
Extrém környezetben a legjobb gyakorlat az előzetes anyagki-próbálás és az időszakos teszt. Egy pilot során több anyag- és felületvédelmi változat ugyanazon üzemi környezetben vizsgálható, majd dokumentáltan értékelhető az olvashatóság, a színtartás, a tapadás és a felület állapota. Ezt érdemes kijelölt pontokon végzett féléves állapotellenőrzéssel követni.

Mindez akkor működik igazán hatékonyan, ha a megrendelő olyan gyártót választ, amely nemcsak terméket szállít, hanem szakmai partner az anyagki-próbálásban, a dokumentált specifikáció kialakításában és a bevált megoldás következetes reprodukálásában is. Ez különösen fontos az utórendelések esetében és a speciális jelek fejlesztésekor. A biztonsági jelrendszer így nem egyszeri beszerzés, hanem fenntartható, fejleszthető biztonsági infrastruktúra. ●●●

## BionicHydrogenBattery

A biotechnológiai BionicHydrogenBattery rendszer a Festo cég új, teljesen automatizált megoldása a hidrogén energiahatékony tárolására és alacsony kockázatú szállítására.

A hidrogén tárolása és szállítására mind a mai napig kihívást je-



lent. Az elterjedt módszerek a hidrogént nagy nyomáson sűrítik, rendkívül alacsony hőmérsékleten cseppfolyósítják vagy kémiai úton alakítják át. Mindezek a folyamatok energiaigényesek és bonyolultak.

A *Thermoanaerobacter kivui* (*T. kivui*) baktérium segítségével a hidrogént 65 °C körüli hőmérsékleten és alacsony, 1,5 bar nyomáson hangyasavvá lehet alakítani, amely viszonylag könnyen tárolható és szállítható. A *T. kivui* baktérium Közép-Afrikában él, a Kivu-tó iszapjának mélyén, távol a fénytől és az oxigéntől. Rendelkezik egy speciális enzimmal, amely lehetővé teszi, hogy a hidrogént és a szén-dioxidot hangyasavvá alakítsa át és fordítva.

A biotechnológiai eljárásban a baktériumokat katalizátorként használják: nem használnak el, és a folyamat a megfelelő regenerációs fázisok beiktatásával ismétlődő.

# A 2026. évi TETT mesepályázat díjkiosztó ünnepsége

Ünnepélyes keretek között adta át a Richter Gedeon Nyrt. a „TETT: Te és a Természettudományok – mesés történetek” pályázata ötödik évadának díjait az Uránia Nemzeti Filmszínházban március 10-én. A programot a vállalat a Természettudományos Oktatásért Szabó Szabolcs Emlékére Közhasznú Alapítvány (SZZA) szakmai partnerségével hívta életre, Döbrentey Ildikó és Levente Péter művészpár fővédnökségével.

**A**z eredményhirdetésen az idén is személyesen részt vettem, és ez alkalommal is nagyon pozitív élményekkel gazdagodtam. A mesék világába nem szűrődött be az utóbbi hetek választási purparlójának meglehetősen zajos moraja. Köszönhető a fiatal alkotók fantáziájának, leleményességének: arra a néhány órára teljesen átadhattuk magunkat a gondolatnak, hogy a természettudományok milyen módon épülhetnek be a fiatalok (általános és középiskolás korosztály) gondolatvilágába.



A pályamunkák Magyarország valamennyi vármegyéjéből, valamint több határon túli magyar közösségből érkeztek (infografika: Keserű Piroska)

A három korcsoport díjazottjai (fotó: Bodó Gábor)



A mesepályázat mit sem látszik veszíteni népszerűségéből, az idei 5. pályázatra, a három korcsoportba összesen 688 alkotás érkezett, ebből 125 a határon túli iskolákból. A zsűri 12 díjat és 5 különdíjat ítelt oda és összesen 75 művet választott be az ötödik TETT-kötetbe.

Az egyik különdíjas – aki már az elmúlt évben is benyújtott alkotást, akkor a „boldogság” érzés és a természettudományok kapcsolatáról mesélt – idei nyertes munkájában a „düh” volt soron (vajon miért?), jövőre is szándékozik mesét írni, még nem tudta miről, talán a „megbocsájtás”-ról kellene.

A díjazott alkotások közül bennem *Fürcht-Beck Adél* „Jelentések a Virgo-szuperhalmazból” című meséje hagyott mély nyomot, melyben egy a távolból üzemmavar miatt a Földön kényszerleszállt űrhajó parancsnoka az itt szerzett tapasztalatairól számol be. Elismerően szól a tudomány helyzetéről, az oktatási rendszerről, a fizika tudományáról, ami segítségére lehet, hogy megfejtse, mitől romlott el az űrhajója. Ezért úgy dönt, nem vár távoli bolygója egyre késlekedő segítségére, hanem beiratkozik a fizikus szakra és reméli, a megszerzett tudás birtokában majd megjavíthatja az űrhajóját. A meséből *Rudolf Péter*, a Vigszínház igazgatója olvasott fel egy részletet, majd érdekesítő eszmecserét folytatott a szerzővel a mű születésének körülményeiről és a mű mondanivalójáról. A szerző hangsúlyozta, hogy meséjével azt is nyomatékosítani szeretne volna, mennyire fontos, hogy a mindennapokban használt számtalan, életünket segítő eszköz („kütyü”) működésének legalább az alapjával tisztában legyünk.

## Jelentések a Virgo-szuperhalmazból (Részlet)

... A készleteim fogynak, kérek valakit a megmentésemre. Központ!

Még mindig nem érkezett értem senki, remélem, nem feledkeztek meg rólam. Az elmúlt napokban értékes információkat szereztem. Az emberek ugyan elég fejletlenek, van valamijük, amit úgy neveznek, hogy tudomány. Több ága van, arra használják, hogy felfedezzék a körülöttük lévő világot. A tudomány rohamosan fejlődik, viszont az egyedek jelentős része nem foglalkozik vele. Úgy veszem észre, nemigen látják be, milyen fontos a számukra.

A tudomány művelőit, az úgynevezett tudósokat, egyetem nevű intézményekbe zárják, hogy ne fájduljon meg a többi ember feje, akiknél a gondolkodás ilyen tüneteket okoz. A tudósok néha kitörnek az egyetemekről, ezt – úgy tudom – tudomány-épesztésnek vagy valami hasonlóknak hívják. Az esetek igen kis részében hatékony.

Van egy elméletem: régen nálunk is voltak tudósok, különben honnan lehetnének úrhajóink. De azóta már elfelejtettük őket. Lehet, hogy elsősre butaságnak tűnik, de gondoljanak bele: nem is tudjuk, hogyan működnek a gépeink, amiket használunk! Valaki csak kitalálta őket, a tervrajzok nem nőhettek ki a földből, igaz? Majd ha az emberek eljutnak arra a fejlettségi szintre, amin mi vagyunk, talán már ők sem gondolkodnak többet, mert fölöslegesnek érzik. De tényleg az? Fölösleges gondolkodni egy bizonyos pont után?

Központ!

A mesepályázat értékét *Szántay Csaba*, a TETT egyik ötletadója abban látja, hogy: „A TETT lehetőséget ad a diákoknak arra, hogy saját nyelvükön, saját alkotó önkifejezésükkel fogalmazzák meg a természettudományokhoz kapcsolódó gondolataikat – számunkra pedig nagy öröm látni, hogy évről évre egyre több fiatal kapcsolódik be ebbe az inspiráló közösségbe.”

Gratulálunk minden meseírónak az alkotásához, a díjazottaknak eredményükhöz. Köszönjük a fiatal alkotóknak, hogy ezt a napot számunkra is ünnepnappá tették. Találkozunk 2027-ben.

Kiss Tamás

Kovács Mihály – Murányi Zoltán

■ Eszterházy Károly Katolikus Egyetem | kovacs2.mihaly@uni-eszterhazy.hu

# Hogyan tegyük élővé a kémiát? Zöld és fenntartható kémiai gyakorlatok a középiskolai oktatásban

**A** zöld kémia és a fenntarthatóság kémiája nem csupán divathullám, hanem jó lehetőség arra, hogy motiváljuk a diákokat a kémia tanulására. A zöld és fenntartható kémia oktatása reményeink szerint növelheti a kémiával kapcsolatos pályák vonzerejét, mivel aktuális problémákon keresztül közelíthetjük meg a tananyagot. Emellett a zöld kémia elveinek megismerése hozzájárulhat a kémiával kapcsolatos ellenérzések leküzdéséhez is, hiszen egyik fő célja épp a mérgező, környezetkárosító anyagok helyettesítése. [1] Felismerve a téma fontosságát az IUPAC koordinálásával egy 57 országra kiterjedő kutatás zajlott, amely arra kereste a választ, mi nehezíti és mi segítheti a zöld és fenntartható kémiai gyakorlatok alkalmazását a tanári munka során, valamint feltérképezte a már létező jó gyakorlatokat is. [2]

A diákok rendszeresen találkozhatnak a világ sürgető környezeti problémáival, ennek hatásai tetten érhetők a kémia tantárgy esetében is, a vegyipar gyakran jelenik meg negatív színben, az ismerethiány pedig a kemofóbia táptalaja. [3] A zöld és fenntartható kémia oktatása segíthet ennek a képnek az árnyalásában, mivel a kémiát a problémák megoldásának egyik eszközeként mutatja be.

A kutatás eredményei – a magyar és a

nemzetközi adatok összevetése alapján – egyértelműen azt mutatják, hogy a kémiatanárok világszerte hasonló támogatást várnak (pl. módszertani segédlet) és hasonló akadályokkal kell szembenézzenek (pl. időhiány, eszközhány, laborbiztonság). [4] A zöld kémiához kapcsolódó kísérletek és gyakorlatok, valamint a fenntarthatósággal kapcsolatos megfontolások részben választ jelenthetnek ezekre a problémákra is, hiszen céljaik közt szerepel a gazdaságos anyaghasználat, a vegyszerigény csökkentése és a biztonságos anyagok használata. Különösképp hasznosnak látszanak ebből a szempontból a hétköznapi anyagok segítségével megvalósítható mikrokísérletek, projektek vagy épp a környezetben található anyagok vizsgálatai. Ezek a gyakorlatok a környezeti nevelésnek is kiváló eszközei lehetnek, hiszen a zöld kémia és a fenntarthatóság szemléletmódként jelenik meg bennük, nem pusztán tananyagként. Ez a szemléletváltás szükséges a tanárok részéről a fenntarthatósági nevelés érdemi megvalósításához.

Ez a két gondolkodási irányzat közeli vonkon, hiszen mindkettő környezetvédelmi megfontolásokból ered, mégis jól megkülönböztethető. [5] A zöld kémia tudományága elsősorban a veszélyes anyagok okozta katasztrófákra adott válaszként jött létre,

amilyenek például a DDT okozta problémák vagy a bhopali katasztrófa. Fő célja tehát az egészségre és a környezetre ártalmas vegyületek használatának, előállításának csökkentése, illetve lehetőség szerinti kiváltása kevésbé ártalmas alternatívákkal. Ezt a célt foglalta rendszerbe *Anastas* és *Warner* 12 alapelv formájában. [6]

Míg a fenntarthatóság gondolata sokkal inkább abból a felismerésből indul ki, hogy bolygónk erőforrásai végesek, mégis szeretnénk jobb életfeltételeket biztosítani magunk és a következő nemzedék számára. Ennek jegyében fogalmazott meg az ENSZ 2015-ben 17 fenntarthatósági célt (SDG-k) [7]. A két terület közötti különbség ebből már könnyen megérthető: létezik például olyan anyag, aminek a használata fenntartható, de környezeti vagy egészségügyi hatásai miatt nem tekinthető zöldnek; és fordítva: lehet egy anyag biztonságos, mégis fenntarthatatlan például gazdasági okokból, így viszont nem felel meg az iparosodással kapcsolatos fenntarthatósági célnak.

A kémián belüli átfedések vizsgálatát engedve kanyarodjunk vissza az oktatáshoz. Ebből a szempontból vizsgálva közös a két területben, hogy a zöld és fenntartható kémia oktatási gyakorlatba való beemelésével kortárs tudományos és mérnöki problémákkal találkozhatnak a tanulók.

Elég arra gondolni, hogy az elmúlt 25 év kémiai Nobel-díjai közül több is kapcsolatba hozható ezekkel a területekkel, de az is sokat mondó, hogy a Google Tudóson 2026 februárjában a „green and sustainable chemistry” kifejezésre keresve és a 2020 óta eltelt időre szűkítve több mint 60 000 találatot kaptunk. Mindez arra utal, hogy ez a témakör alkalmas lehet a kémia tantárgy tananyagának elavultságából fakadó problémák enyhítésére: ezt lehetséges okként említették a kémiával kapcsolatos pályaválasztási hajlandóság nemzetközi szinten megfigyelhető csökkenésére [4], míg *Keglevich Kristóf* e lapban azt vetette fel, hogy ez a tárgy népszerűségének csökkenésében is szerepet játszhat. [8]

Ha a zöld és fenntartható kémiával kapcsolatba kerülhetnek a diákok, megláthatnak olyan karrierutakat, amelyek addig számukra ismeretlenek voltak. Találkozhatnak azzal, hogy a kémia egy ma is élő, modern és fejlődő tudomány, amely nemcsak a problémák okozója, de a megoldások keresésének egyik legfontosabb területe. A kapcsolatteremtés egyik legfontosabb szereplője az iskolában a tanár, így az itt bemutatott kutatás keretein belül feltártuk, mi segíti és mi hátráltatja a különböző országokban dolgozó kémiatanárokat.

A magyarországi válaszadók többsége azt tartotta a legnagyobb akadálnak, hogy kevés az idő, kiváltképp a tanórákon, ezután következett az eszköz- és vegyszerhiány. [9] Sokan említették emellett a nagy létszámú osztályok és a fegyelmetlenség miatti baleseti kockázatokat. Az a talán sokakat meglepő helyzet, hogy az itt felvetett problémákkal egyáltalán nem vagyunk egyedül. [4] Ugyanígy a leggyakrabban említett akadály az összes európai válaszadót tekintve is a túl kevesnek tartott tanórai idő, amit az eszköz- és vegyszerhiány követett, és egyébként Óceániától eltekintve világszinten is ez volt a két leggyakrabban említett ok, legfeljebb más sorrendben. A kémiaképzés előtt álló kihívás tehát világszintű.

Ezekre a problémákra részben választ jelenthet, ha a zöld kémia elveit alkalmazzuk iskolai környezetre, hiszen cél a vegyszerigény csökkentése. Amennyiben kevesebb vegyszerre van szükség, úgy vegyszerhiány is nehezebben alakulhat ki. Emellett a balesetveszély is csökken, hiszen fontos cél a veszélyes anyagok biztonságosabb alternatívára való lecserélése. Válaszadóink arról számoltak be, hogy abban, hogy több zöld és fenntartható kémiai kísérletet alkalmazzanak munkájuk során, a legnagyobb segítséget a kidolgozott feladatl-

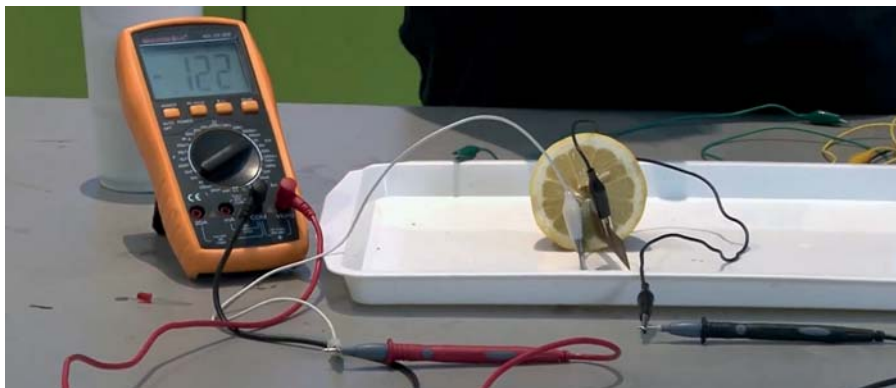


pok, egy kísérletgyűjtemény és a témában tartott workshop vagy továbbképzés jelentené. Épp ezért különösen fontos, hogy a kutatás részeként jó gyakorlatok gyűjtése is zajlott.

Bármilyen didaktikai célra alkalmazott kísérlet lehet zöld és fenntartható szemléletű. Használható motiválásra, új ismeretek bevezetésére stb. Egyszerre látványos és biztonságos például a gáztörvények megértését segítő pillécukor-kísérlet [10]; ebben a kísérletben a tanulók egy fecskendőbe zárt pillécukron vizsgálják a nyomás változására bekövetkező térfogatváltozást.

Szintén motiváló hatással bírhat, ha a háztartásból ismert anyagokat használunk a kémiaórán, ami mellett, hogy megfelel a zöld kémia azon követelményének, hogy használjunk biztonságosabb anyagokat, különböző kémiai koncepciók megismerését is szolgálhatja. [9], [11] Népszerűek az interneten is az ecet és a szóda bikarbonsav reakciójának különböző bemutatási módjai, de ide sorolható a hőbomlás bemutatása a





megszokott kálium-permanganát helyett szalalkálival. Igaz, az előbbi is valaha megtalálható volt minden háztartásban, de mára eltűnt, és az utóbbi is egyre jobban visszaszorul, a legtöbb élelmiszerboltban azonban még mindig olcsón beszerezhető. Ide sorolható a citromleves készítése is, de sok más háztartásból ismert anyag vagy hulladék is használható kísérletekhez: só, tojás-héj, szódabikarbóna, mosósó, cukor, pezsgőtabletták, olaj, ételfesték, mosogatószer stb. Az olajjal például bemutatatható, hogy hogyan lehet eltávolítani egy olajfoltot a víz felszínéről.

A hétköznapokban is felhasználható tudást, illetve a zöld kémia hétköznapokra való alkalmazását is segíti, ha háztartási anyagokat használunk, ennek jó példája a vízkőoldás, hiszen az erős savak lecserélhető citromsavra vagy ecetre [9], [10]. Volt válaszadó, aki kiemelte, hogy a zöldebb tisztítási eljárások bemutatathatók az osztályterem takarításán keresztül is. Szintén a háztartáshoz köthető a konyhakémiai kísérletek, például a fermentálás és a házi ecetkészítés, vagy a kozmetikumok előállítás és a szappanfőzés. A főzés kapcsán volt, aki kiemelte, hogy akár az osztálykirándulás is jó alkalom lehet egy kis konyhakémizásra, ha a diákok maguk főznek.

A meglévő kísérletek jelentős része is alkalmasnak látszik a zöld és fenntartható kémia elveinek bemutatására némi szemléletváltással. A titrálás során megemlíthető a felesleg elkerülésének elve, vagy minimálisan átdolgozva a gyakorlatot, a hígabb oldatok használatával csökkenthető a vegyszerigény.

A felhasználandó reaktánsok mennyiségének csökkentésére jó eszközt jelentenek emellett a például a mikrolemezekre vagy lefóliázott papírlapon elvégezhető szupermikro-kísérletek: cseppreakciók [9], [10]. A különböző színreakciók és csapadékképződési reakciók jól bemutatathatók ilyen módon, ami a vegyszerigény mellett a szükséges időt is csökkenti mind a tanórán, mind az előkészületek és a takarítás so-

rán. A mosogatás elkerülése pedig nemcsak a pedagógus számára kellemes, hanem a vízfelhasználás csökkentésével is jár, ami a fenntarthatóságnak is fontos eleme! Szintén ebbe a kategóriába tartozik az alumínium pénzérme sósavcseppre helyezése, illetve a kristálynövesztés nagyító vagy mikroszkóp alatt. Volt olyan válaszadó, aki kiemelte, hogy a csoportmunka – az egyébként ismert pedagógiai céljain túl – szintén alkalmas a vegyszerigény csökkentésére.

Tipikusan a fenntarthatósághoz kapcsolható a hulladékok kezelése, újrahasználata. Ennek kapcsán említették a válaszadók a PLA komposztálásának bemutatását vagy újrahasznosított papír készítését. A műanyagok égetésekor keletkező anyagok kimutatása kapcsán pedig ki lehet térni az újrahasználat fontosságára. Bemutathatók olyan kísérletek, melyekben a termékeket használjuk további kísérletekre. Szintén csak szemléletváltás szükséges olyan klaszrikus kísérletek kapcsán, mint a klór fejlesztése, majd a gázfelesleggel brómos víz előállítása, vagy a magnéziumszalag égése, amikor az oxidot sav-bázis indikátort tartalmazó vízbe szórjuk. Ilyenkor azt az anyagot használjuk újabb kísérlethez, ami egyébként hulladék lenne. Az indikátorok pedig lecserélhető a gyümölcsökből, lila-káposztából ismert antociánokra vagy a kurkumából alkohollal kioldható kurkuminra. [9], [10]

Ezzel szemben a szűken vett zöld kémiához tartozik egy gyakorlat, amit Portugáliában kell elvégezniük a 11. évfolyamos diákoknak; ennek során acetilszalicilsavat állítanak elő. Az eredményeiket a zöld kémia 12. elve alapján kell kiértékelniük, különös tekintettel az atomhatékonyságra. [11]

A biztonságosabban elvégezhető kísérletek lehetővé teszik azt is, hogy bátrabban nyúlhassanak a tanárok olyan módszerekhez, mint a kutatásalapú tanulás, a kísérlettervezés. A kevésbé veszélyes anyagok használata ugyanis csökkenti az esetleg rosszul sikerült kísérletek kockázatát. [9]

Találkozhattunk tehát több olyan gyakorlattal is, amelyek könnyebben, olcsóbban beszerezhető vagy biztonságosabb anyagokat használnak, és azt is láthattuk, hogy sok tanár a meglévő kísérletekben felfedezte a lehetőséget arra, hogy a zöld és a fenntartható kémia megfontolásait bevezesse a tanórán. Nem is cél mindent lecserélni, megtaníthatók továbbra is ugyanazok a fogalmak, mint régen, gyakran ugyanazokkal a reakciókkal, csak más irányból közelítve, új szemüvegen át nézve. A zöld és fenntartható kémia nem teher, hanem új lehetőség a kémiaképzésben, hogy a tanár változásokat indítson el. A diákoknak mutatott jövőképe ugyanis kulcsfontosságú mind a tanórai motiváció, mind a pályaválasztás szempontjából. Egyik válaszadónk idézve: „A környezettel kapcsolatos tananyag nagyon jó lehetőség arra, hogy érdekessé tegyük az órát és bevonjuk a tanulókat „úgy, hogy közben folyamatosan tanulják, hogyan lehetnek a bolygónk megmentői”.

Albert Schweitzer szavaival élve: „A példa nem a legfontosabb dolog, amivel másokat befolyásolhatunk. Hanem az egyetlen.” Tehát a környezeti és fenntarthatósági nevelés megvalósítása nem más, mint tanári (tanterületi), családi és társadalmi példamutatás!

Zárásként köszönjük ezúton is mindazon tanárok segítségét, akik válaszukkal hozzájárultak ennek a kutatásnak az eredményeihez!

#### IRODALOM

- [1] Barta K., Csékei M., Csihony Sz., Hasan, M., Horváth I. T., Pusztai Z., Vlád G., Magyar Kémikusok Lapja (2000) 55(5), 173–181.
- [2] Delaney, S., Chiavaroli, L., Dissanayake, T., Pham, L., Schultz, M., Chem. Teach. Int. (2024) 6(3), 295–309, doi: 10.1515/cti-2024-0050
- [3] Rollini, R., Falcicola, L., Tortorella, S., Chemophobia: A systematic review, Tetrahedron, (2022) 113, 132758, doi: 10.1016/j.tet.2022.132758
- [4] Delaney, S., Devetak, J., Stojanovska, M., Rodic, D., Schultz, M., Snapshot of IUPAC Teacher survey on green and sustainable chemistry practical activities – European and global perspectives, 16th European Conference on Research in Chemical Education (ECRICE), 2024. 09. 06.
- [5] Horváth I. T., Chemical Reviews (2018) 118(2), 369–371.
- [6] Anastas, P. T., Warner, J. C., Green Chemistry: Theory and Practice, Oxford University Press, Oxford, 2000.
- [7] United Nations, Transforming our world: The 2030 Agenda for Sustainable Development. Resolution adopted by the General Assembly on 25 September, United Nations, New York, A/RES/70/1, 2015. <https://sdgs.un.org/2030agenda> (letöltve: 2026.02.19.)
- [8] Keglevich K., Magyar Kémikusok Lapja (2019) 74(2), 44–48.
- [9] Murányi Z., Kovács M., Chem. Teach. Int. (2025) 7(4) 647–656. doi: 10.1515/cti-2025-0056
- [10] Akaygun, S., Budak, U. S., Nalcakan, N., Sözbilir, M., Delaney, S., Chem. Teach. (2025) 7(4), 695–716. doi: 10.1515/cti-2025-0037
- [11] Ribau, I., Chem. Teach. Int. (2025) 7(4), 657–680. doi: 10.1515/cti-2025-0034



Kutasi Csaba

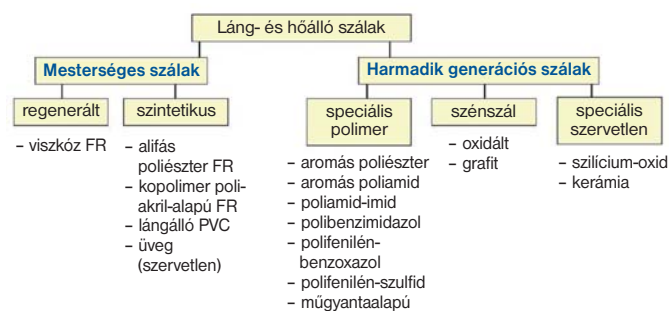
# A tűzoltó védőruházatok főbb jellemzői

A katasztrófavédelmi – ezen belül a tűzoltósági szakterületi – bevetési ruházatok többrétegű összetett textilszerkezetekből készülnek. A hővel és lánggal szembeni ellenállás mellett egyes felületeknél átszűrással és vágással szembeni védelmet is biztosítani kell. Az extra behatásoknak ellenálló aramidanyagú varrócérna fokozza az öltözék szilárdságát és kopásállóságát, magas hőmérsékletű környezetben is biztosítja a ruházat stabilitását és megbízhatóságát. A speciális kialakítások hozzájárulnak a kényelmes és szabad mozgáshoz. A kabátba beépített mentőheveder aktiválásával egymást segíthetik baj esetén a tűzoltók, a gyorskioldó húzózárral hamar hozzáférhetővé válik a mentett személy teste. Számos funkcionális kiegészítő kellék segíti a tartozékként elhelyezett eszközök rögzítését és könnyű használatba vételét. A jó láthatóságot sárga fluoreszkáló háttéranyagból és fényvisszaverő csíkból álló sávok biztosítják.\*

Az összeállításban az alkalmas szálanyagokkal, a jellegzetes kelmevizsgálatokkal és a szenzoros próbababun végrehajtott égési teszttel, valamint a védőruházatok konfekcionálásával, az egyes használati körülmények okozta változásokkal, valamint a tisztítások és impregnálások módszerével foglalkozunk.

## Az alkalmas szálanyagok

Az alapvetően mesterséges eredetű lángálló szálakat FR (flame retardant) jelzéssel látják el, az alkalmas harmadik generációs szálanyagoknál nincs külön megjelölés (1. ábra).



1. ábra. A célra alkalmas szálanyagok

A szálak fizikai tulajdonságainak alakulását a kémiai kötések, az orientáció és a kristályosság befolyásolja. A szerves polimerek olvadákból képzett szálak főként anizotróp szerkezetűek. A láncmolekulák teljes kinyújtásával és száltengellyel párhuzamos elrendeződésével többek között nagy szilárdság érhető el. A hagyományos polimerekből előállított szálanyagokat (pl. poliamid, poliészter, polikarilnitril stb.) felépítő óriásmolekulák láncai összehajtogatottak, fokozottan rugalmasak, kisméretű a kris-

\* Az írás egyes részletei megjelentek az Élet és Tudomány 2025/11. számában.

tályosság, a kötéstengely körül pedig elfordulnak, így az említett optimális belső szerkezet nem érhető el.

Az aromás poliamidok (főként para-aramidok) merev, pálcikaszerű láncmolekulái lehetővé teszik a nyújtott konfigurációt (nem tudnak összehajtogatódni). A nagy száltengelyirányú orientációt kovalens kötések és intramolekuláris hidrogénhidak biztosítják, ennek eredménye a nagy szilárdság. A parakristályos rendezettség teszi lehetővé a nagy üvegesedési hőmérsékletet, ezért őrzi meg a szál magas hőmérsékleten is a fizikai tulajdonságait (hőállóság).

A szénszálakra a kétdimenziós kovalens kötések, a nagyfokú orientáció és parakristályosság jellemző, ez döntően nagy húzó- és nyomószilárdságot garantál. Megjegyzendő azonban, hogy az extrém mértékű orientáció a helyi plasztikus deformáció rovására megy. Ezért a nagy szilárdságú szénszálak előállításakor nem a maximális modulusz elérését állítják be.

Az izotróp kerámiaszálak a kovalens kötések ellenére – az orientáció hiánya miatt – kisebb szilárdságúak.

Az amorf üvegszálak nem orientáltak, szilárdságuk és moduluszuk kisebb, merev jellegük következtében a szerkezeti hibák csökkentő hatása is jobban érvényesül (2. ábra).

hagyományos szintetikus szál (pl. FR Is)	aromás poliamid szál	szénsszál	kerámiaszál	üvegszál
szálforma		rétegforma		izotróp
1D kovalens v. d. Waals	1D kovalens hidrogénhid v. d. Waals	2D kovalens v. d. Waals	3D kovalens	3D kovalens
kicsi kristályosság	para-kristályosság	para-kristályosság	poli-kristályosság	amorf
kis orientáció	nagyon nagy orientáció	nagy orientáció	nincs orientáció	nincs orientáció

2. ábra. A szálanyagok szerkezeti jellemzői, tulajdonságai

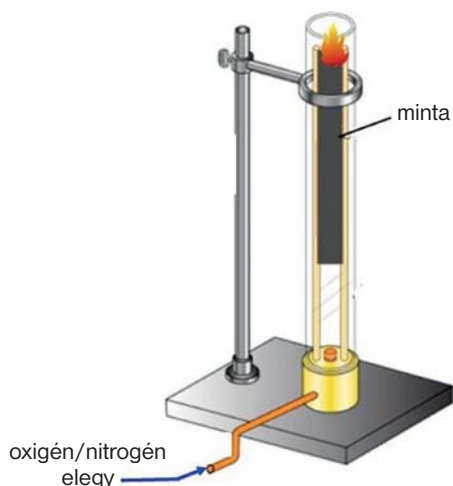
Fontos jellemző az oxigénindex (LOI → Limiting Oxygen Index); ez az oxigénnek azt a minimális százalékát fejezi ki, amely fenntartja a szál égését légköri nyomáson.

A vizsgálat során a textilmintát függőlegesen egy üveghengerbe helyezik, majd a felső szélénél meggyújtják. Ezután a hengerbe lassan oxigén/nitrogén keveréket táplálnak az égő láng támogatására. Az oxigén koncentrációja fokozatosan csökken, majd rögzítik azt az oxigénértéket, amelynél a minta abbahagyja az égést.

Például a pamut oxigénindexe 18%, ezért rendkívül tűzveszélyes, a poliészter FR LOI-értéke 28%, légköri nyomáson nem ég, a meta-



aramid LOI-értéke 28–31%, az oxidált szál esetében 40%, a szén-szál csak 90 térfogatszázalék oxigént tartalmazó gázelegyen tud égni (3. ábra).

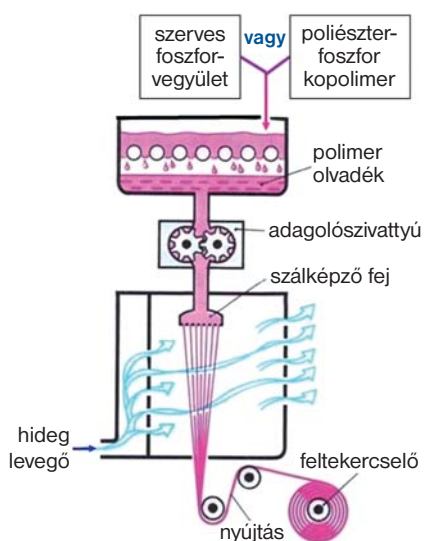


3. ábra.  
Az oxigénindex meghatározása

További *éghetőségi jellemzők* meghatározása is előtérbe kerül, így például a gyulladási hőmérséklet, a lángterjedési mérték, az égéstermék-jellemzők (füstsűrűség, füst hőmérséklet).

Az FR viszkóz előállításánál során alkalmas *szerves foszfortartalmú*, vízben elődiszpergált hozzáadott adagolnak a képzett cellulóz-xantogénatba, így érik el a lángállóságot. A lángmentesítő szer nem rontja az FR viszkóz mechanikai és technológiai tulajdonságait.

A Hoechst-fejlesztésű *Trevira CS* (comfort safety → komfort, biztonság) szál poliészter és lángmentesítő foszforvegyület keverékéből készül, a LOI-érték 28%. Láng hatására nem képződik másodlagos tüzet okozó olvadékcsepp és égő törmelék. A szál főleg HT körülmények között jól színezhető, a japán Toyobo cég poliészter polimer és lángmentesítő foszforvegyület kopolimerizációjából fejlesztett ki *FR szál*at. A *Vectran* aromás kopoliszter szál. Termotróp LCP-ből (Liquid Crystalline Polimer → folyadék-kristály polimer; a kristályok rendezettsége függ a hőmérséklettől) készül, a LOI-értéke 35% (4. ábra).



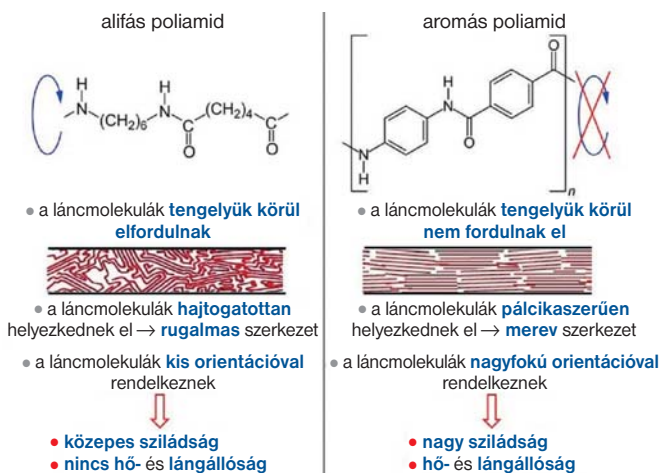
4. ábra.  
A poliészter FR előállítása

A *lángálló akrilszál* 30–70 tömeg%-a akrilnitril, 70–30 tömeg%-a halogéntartalmú vinilmonomert és 0–10 tömeg% vinilmonomert tartalmazó *kopolimerből* készül. A komponensek *szervesen* *önvegyületet* tartalmaznak, amelyek átlagosan 50–100 nm-ig terjedő szemcseméretben vannak jelen a szálban, kb. 0,1–8 tömeg% mennyiségben. A halogéntartalmú vinilmonomert és a vi-

nilmonomert kopolimerizálható vizes rendszerben történő polimerizációig, majd a polimert a vegyülettel vagy annak reakciótermékével együtt elválasztják a vizes rendszertől, tisztítás után a terméket összekeverik a polimer oldószerével. A szál LOI-értéke típusától függően 29–32%. Az égésgátló és antisztatikus szövet akrilból és gyapjából készül, kiváló védelmet nyújt a tűz és a hó ellen, miközben megakadályozza a statikus feltöltődést olyan környezetben, ahol veszélyes a statikus elektromosság, például bizonyos ipari területeken.

## Harmadik generációs szálak

Az alifás és aromás poliamid szálakat az 5. ábra hasonlítja össze.

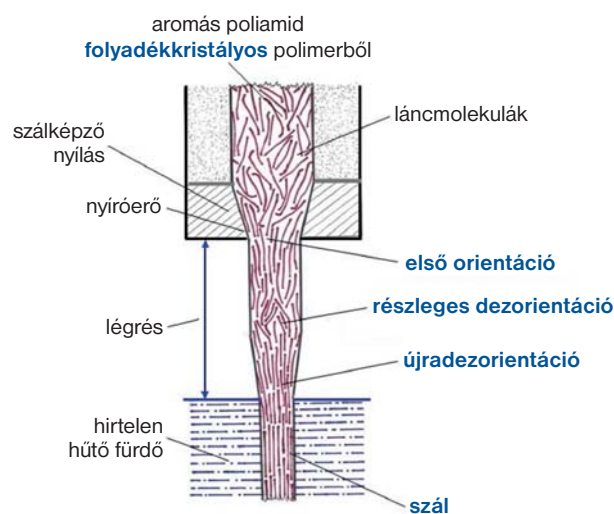


5. ábra. Az alifás és az aromás poliamid szál összehasonlítása

## Aromás amidszálak

Ezeknél a harmadik generációs (high-performance → nagy teljesítményű) szálaknál *aromás* karakterű *gyűrűkkel* helyettesítik a polimetilén-szegemenseket. A hagyományos olvadék szálképzéssel nem lehet őket előállítani, mert nem mutatnak ömlesztési tulajdonságot. Speciális polimerizációs, illetve polikondenzációs eljárással, szerves oldószeres megoldással állítják elő a szálakat, nedves szálképzési eljárással (tömény kénsavas oldószerrel, kis szálképzési sebességgel). Az alkalmas *folyadék-kristályos* oldatok (LCP polimer) maximális viszkozitása a kritikus koncentrációnál érhető el, az alkotórészek a szálképző fej nyílásánál a nyí-

## 6. ábra. Az aromás poliamidszál előállításának elve





róerő hatására orientálódnak. A koaguláló légrés feletti szélképző fej következtében a nagy molekulájú anyag magasabb hőmérsékleten tartható. A nagy koncentráció nagy szilárdságot biztosít, amit a 10-szeres nyújtás fokoz (az alifás poliamidnál maximum 3-szoros alkalmazható). Az első para-aramid szál a *Kevlar* volt (Fiber B), a későbbi *Nomex* meta-aramidból épül fel (6. ábra).

### Egyéb lángálló szálak

Az oxidált és szénszálak döntően szénatomokból felépülő kétdimenziós, ún. rétegstruktúrájú anyagok. Kiinduló anyaguk (prekursor) számos szerves vegyület (pl. viszkóz vagy poliakrilnitril előszál, kőszénkátrány, kőolajmaradék), amelyekből pirolitikus úton állítják elő őket. A hőkezelés „karbonizálás” hőmérsékletétől függően oxidált (részlegesen karbonizált) vagy grafitizált szálakat lehet előállítani. A szénszálgártás során a kiinduló anyagból nedves vagy ömlesztéses módszerrel alakítanak ki szálakat, ezután 250–300 °C-os oxidálással stabilizálásra kerül sor. A nitrogénáramban 1700 °C-on végrehajtott szentesítéssel oxidált – több mint 60%-os széntartalmú – szálakat állítanak elő. 2400 °C-on hőkezelve 90%-nál több szenet tartalmazó grafitizált szál készül. A szálakra nagy húzószilárdság (2000–5000 MPa) és magas rugalmassági modulus (200–450 GPa), rendkívül alacsony (0,7–2%) szakadási nyúlás jellemző. Éghetetlenek, nem mágneseződnek, áteresztik a röntgensugarakat, biológiailag ellenállóak (az oxidált szál szigetelő, a szénszál elektromos vezető).

A poliamid-imid anyagú szálakat a francia Rhone-Poulenc cég fejlesztette ki, *KERMEL* márkanéven ismert. Jó hőstabilitás jellemzi, 400 °C-on kezd szenesedni, nem izzik és cseppen, kevés füstöt termel, magas hőmérsékleten is megőrzi előnyös mechanikai tulajdonságait. Vegyszerállósága jó (savaknak, szerves oldószereknek ellenáll, alkáliáknak részben), az UV-sugárzásra érzékeny, károsodik. A lángálló viszkózzal, gyapjával keverve kedvező viselési tulajdonságok érhetők el, javul a fényállóság, biztosítható az antisztatikus hatás.

A saját színében aranybarna polibenzimidazol szálakat a Celanese Research Co. (USA) fejlesztette ki a NASA-val közösen űrhajós ruházathoz. Jó szilárdságú, kiváló hő-, láng- és vegyszerállóságú szálanyag, levegőben nem ég, mert a LOI-érték 41%. Magas hőmérsékleten is méretstabil, hajlékony, nem keményedik, nem lesz törékeny. Szabványos nedvességfelvétele 14%, kitűnő ruházatfiziológiai tulajdonságokkal rendelkezik. Sűrűsége 1,43 g/cm<sup>3</sup>, zsugorodása 600 °C-on 5–10%. Felhasználható tűzoltóruhákban, kohómunkások védőöltözékében, alumíniumbevonatú kelmékből készülő repülőgéptűz-oltáznál használt komfortos védőruházatok, kesztyűk, azbeszthelyettesítő műszaki szövetek céljára.

A polifenilén-benzbiszoxazol szálakat a Toyobo cég fejlesztette ki. Rendkívül nagy szilárdságú, kiváló hő- és lángállósággal rendelkező szálanyag.

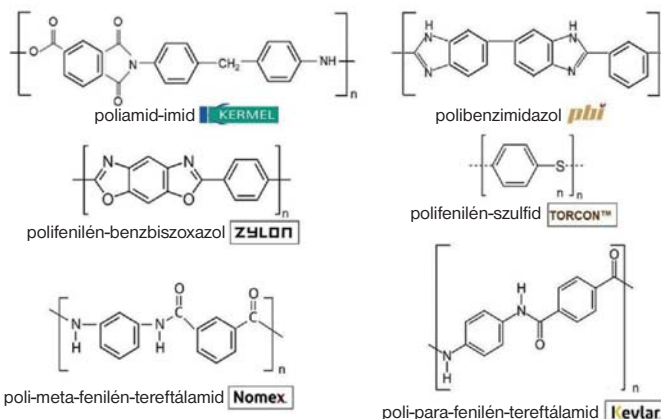
A polifenilén-szulfid nagy teljesítményű szál, amely fokozott hőállósággal és égésgátló képességgel rendelkezik. Ellenáll továbbá a magas hőmérsékleten történő savas és lúgos hidrolízisnek, valamint a szerves oldószereknek (7. ábra).

Az említetteken kívül melamin- és fenol-formaldehid gyantából készült szálanyagok is felhasználhatók.

### Jellegzetes kelmevizsgálatok

Több fontos paraméter meghatározása kapcsolatos a hő- és lángállósággal, például:

- *égési viselkedés*: utánlángolási időtartam (s), utánizzás nem megengedett, olvadákcsepegés nem lehet, varrat nem válhat szét,

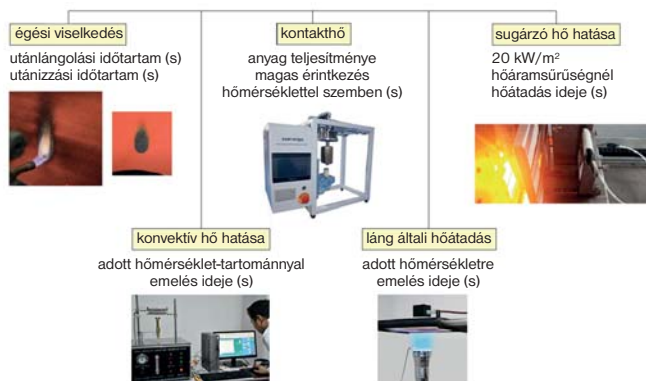


7. ábra. Jellegzetes hő- és lángálló szálak kémiai szerkezete

- *kontakthő*: az anyag teljesítménye magas érintkezési hőmérséklettel szemben, idő (s), például 100 és 250 °C-on,
- *láng általi hőtáadás*: adott °C-ra emelés ideje (s),
- *konvektív hő*: meghatározott hőmérséklet-tartománnyal történő emelés (s),
- *sugárzó hő* hatása: 20 kW/m<sup>2</sup> hőáramsűrűségnél hőtáadási index.

A speciális védelem területén például:

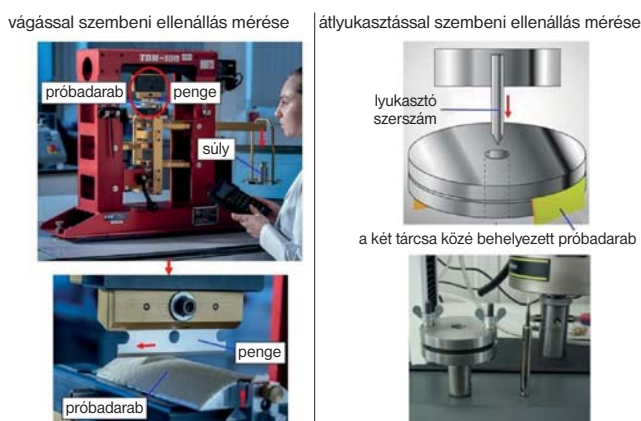
- *olvadt fém* elleni védelem: 40 °C hőmérséklet-növekedést okozó cseppek száma,
- *nagy mennyiségű olvadt fém* elleni védelem: az emberi bőrt modellező PVC-fólián ne legyen elváltozás vasolvadék esetén (8. ábra).



8. ábra. A hő- és lángállósággal szembeni fő kelmevizsgálatok

Vizsgálják továbbá a következő paramétereket: *szakítóerő* (N), *tépőerő* (továbbszakító erő (N)), *kopásállóság* (fordulat), *vízle-*

### 9. ábra. Speciális mechanikai anyagvizsgálatok





## KITEKINTÉS

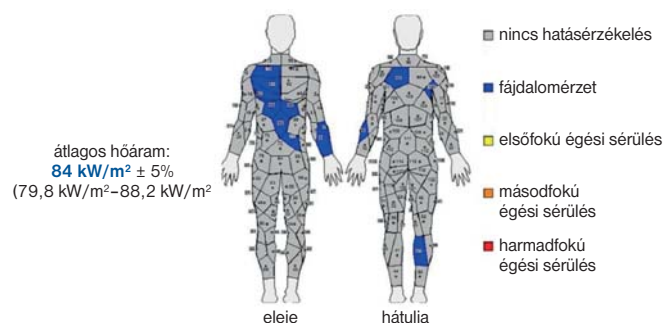
pergető képesség (fokozat), vágással szembeni ellenállás (N), szúrás-állóság (N), ruházatfiziológiai jellemzők (9. ábra).

### BTTG égetési teszt szenzoros próbababun

A BTTG független szervezet, amely többek között az egyéni védőeszközök tesztelésével és tanúsításával foglalkozik. A BTTG® a Shirley Technologies Limited tulajdonában lévő márkanév. A Shirley Institute és a Wool Industry Research Institute (WIRA) révén mintegy 100 éves múltra tekinthet vissza (10–11. ábra).



10. ábra. BTTG égetési teszt szenzoros próbababun (120 s)



11. ábra. Tűzoltó védőruházat – a BTTG égetési teszt értékelése

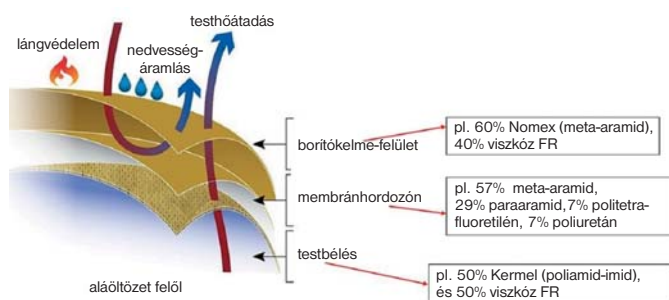
A teszttadatok szerint a bábu testének mindössze 9,8%-án tapasztalható *enyhe fájdalomérzet* (kék szín), maradandó sérülés viszont sehol sincs. Tehát a védőöltözet az *égési sérülések 100%-át* kiküszöbölte.

### A tűzoltó védőruházat kialakítása, jellemzői

A többrétegű felsőruházati termék *kabátból* és *nadrágból* áll, amelyek legalább 30 centiméterrel átfedik egymást, alapanyaguk és színük azonos. A hónaljbetétes kialakítás és a lábközi toldás biztosítja a kényelmes és szabad mozgást. Az *aramid varrócérna* magas hőmérséklet-állósága lehetővé teszi, hogy a tűzoltóruhák gyorsan elszigeteljék a hőt a ruházattól, ha magas hőmérsékletnek és lángnak vannak kitéve, megóva a tűzoltókat a magas hőmérsékleti károktól. Ugyanakkor az aramid varrócérna égésgátlása azt is biztosítja, hogy a tűzoltóruha égéskor ne okozzon gyorsan káros elváltozást, így értékes menekülési időt biztosít a tűzoltóknak. Amellett, hogy javítja a védőruházat szilárdságát és kopásállóságát, az aramid varrócérna magas hőmérsékletű környezetben is biztosítja a ruházat *stabilitását* és *megbízhatóságát* (12–13. ábra).



12. ábra. A tűzoltóbevetési védőruházat főbb részei



13. ábra. Példa egy tűzoltó ruházati összetett textilszerkezetre

### Védőkabát

Magasított állógallér biztosítja a nyak védelmét (a hátközép részén 12 centiméter magaságú), a kabát eleje zárását biztosító húzózár felső vége és az áll közötti terület takarópánt fedi.

A beépített *mentőheveder* segítségével egymás mentését biztosíthatják. A hónalj, illetve a karöltő alatt és a vállvonalon átvezetett lángálló heveder a hátrésznél húzható ki a tépőzár pánt alól, így csak akkor kerül ki a külső felületre, ha az aktiválás szükséges. A nyakrészen kesztyűben is kezelhető, megerősített kapaszkodó áll rendelkezésre a mentéshez. A *gyorskioldó húzózár*

14. ábra. Példa a védőkabát egyedi megoldásaira



a gyorskioldó pánikcipzár kialakítása és működése

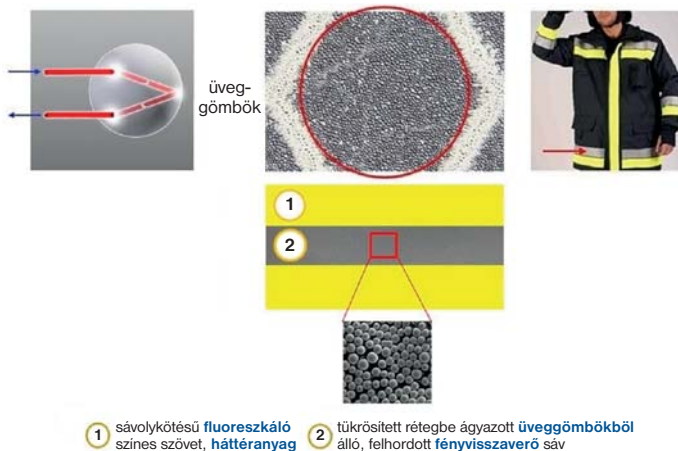
a kabátba épített mentőheveder segítségével egymás mentését végezhetik a tűzoltók



(pánikcipzár) védelmét vízzáró takarópánt biztosítja, a takarópánt teljes hosszában tépőzárral rögzített (14. ábra).

A térben formázott *könyökrész* para-aramid-anyagból készült folttal erősített. Elöl mindkét oldalon vízszintes vonalú zsebfezővel ellátott zseb van, kétoldalt hosszú tépőzárral záródik. Az oldalzsebhez a *mászóöv* viselete esetén is szabadon hozzá lehet férni, a jobb zsebfező alatt kesztyűtartó karika található. A zsebfezőn lévő tépőfül segíti a kesztyűvel való nyithatóságot. Emellett tasakos *rádiózseb* tépőzárral oldható antennarögzítővel, valamint vízkifolyást biztosító aljamegoldással, a jobb elülső mellrészen állítható lámpatartó pánt található a kabátban. A hüvelykujj-akasztóval ellátott, kézfejet takaró lángálló kötött passzéval és az *ujjbőség* tépőzáras pánttal szabályozható.

Sárga fluoreszkáló háttéranyag és fényviszaverő sáv biztosítja a *jó láthatóságot*. A kabát hátán a fényviszaverő csíkok alatt vízszintesen elhelyezett, 6 centiméteres betűmagasságú (ékezet nélküli méret), ezüstsínű, fényviszaverő tulajdonságú „TŰZOLTÓSÁG” vagy „KATASZTRÓFAVÉDELEM” felirat látható (15. ábra).



15. ábra. Jó láthatóságot biztosító anyagok

### Védőnadrág, -csuklya, -kesztyű

A védőnadrág legalább 10 centiméteres derékmagasítással készül, a derékrész gumírozottan, fix bőségbeállító elemmel kiegészített. Továbbá legalább 3 cm széles gumírozott *nadrágtartóval* ellátott, hosszúsága szabályozható, beállítás után szabadon lógó vég nincs (a nadrágtartó levehető). A hasíték műanyag zárláncú húzózárral vagy tépőzárral kialakított, a derékpántnál erős rögzítőelemmel záródik. Mindkét oldalon tépőzárral záródó *svédzsebek*, legalább 20 cm-es benyúlvonallal. A nadrágszárak alja rugalmas záróbéllel kialakított, ez megakadályozza az égéstermék bejutását. A kelme-főanyag kémelése érdekében a bokarészen para-aramid-anyagból *bokavédelmi* kialakítás van. A nadrágszáron *formázott térd* rész található – átszúrás és vágás ellen védő, para-aramid-anyagból készült *kétrétegű térdbetéttel*. A *jó láthatóságot* a nadrág szárán 5 cm széles, sárga fluoreszkáló sávval kombinált fényviszaverő csík biztosítja (a száraz aljától 15 cm-re elhelyezve). A *csuklyánál* is alapvető követelmény a meghatározott hő- és tűzvédelem.

A *védőkesztyű* para-aramid- (Kevlar) anyagból készül, hővel, lánggal, vágással és szúrással szembeni védeltséget biztosít. A tenyér rész *kétrétegű*, szilikonbevonatos meta-aramid (Nomex) és para-aramid (Kevlar), illetve ásványi összetevővel kialakított. A vízzáró és légáteresztő lélegző membrán (Gore-Tex – X-Trafit) Nomexszel kombinált. A jó láthatóságot sárga fluoreszkáló háttéranyaggal kombinált fényviszaverő csík biztosítja.

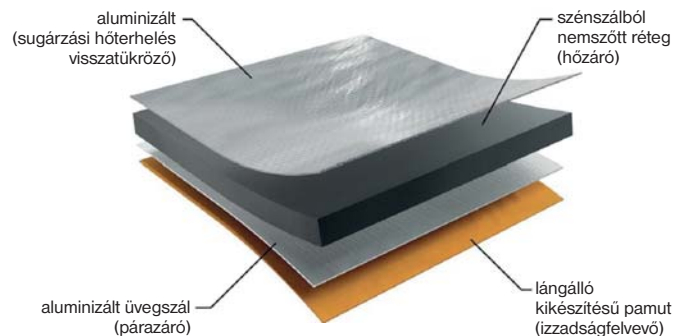
## Speciális védőruha repülőtéri tűzoltáshoz, mentéshez

A védőruházat alapanyaga vákuummal leválasztott *aluminizált lángálló szövet*, amely visszatükrözi a tűz által keltett nagy sugárzási hőterhelést. Az ún. ARFF (Aircraft Rescue Firefighter Fire) védőöltözet 260 °C-os környezeti hővédelmet biztosít. Aluminizált anyagú a kabát és a nadrág borítókelméje, alatta *szénszálból* készült nemszótt kelmeréteg, majd *aluminizált üvegszálból* képzett párazáró van szigetelt beléssel, legfelül pedig *lángálló kikészítésű pamutszövet* belés (izzadságfelvevő képességgel). Továbbá aluminizált a kesztyű és az önálló légzőkészülék levegőpalcájának borítása is.

A külső réteg *fémzési folyamata* zárt kamrában zajlik nagy *vákuum* alatt, ami lehetővé teszi, hogy a folyékony fém kondenzált fázisból gőzfázisba kerüljön, így az alumíniumgőz megtapadva tartós fémbevonatot hoz létre a szöveten (16–17. ábra).



16. ábra. Reptéri tűzoltó védőruházat borítórétegének előállítása és a kész öltözék



17. ábra. Reptéri tűzoltáshoz készült védőruha rétegszerkezete

## A használati körülmények hatása

A bevetési ruházatot érő közvetlen lánghatásra az alapanyag *elszíneződik*. Adott színváltozás olyan láng- és hőhatásra következik be, amely viselője testi épségét már veszélyeztette volna. A direkt lánghatás és a min. 350 °C hőmérsékletű tárgyakkal való közvetlen érintkezés következménye a külsőképi elváltozás. *Enyhe* fokú *elszíneződésnél*, ha a kelmeanyag puha fogású, a ruházat biztonsággal tovább hordható. *Barna* elszíneződés esetén a védőruha még viselhető, *zöld* elszíneződésnél javítás (ha lehet), illetve csere szükséges. Amennyiben erősebb lánghatásra a textilanyag *megkeményedik* – törékennyé válhat, kilyukadhat –, a javíthatóság eldöntésére vissza kell küldeni a gyártóhoz.



A védőruhának tisztának kell lennie a munkavégzés során, amennyiben *olajos, zsíros* szennyeződés kerül rá, azt *azonnal* le kell *törölni*, mert gátolja a védőképességet. Ha a ruházatra *vegyszer* vagy *gyúlékony folyadék* (pl. olaj, benzin) fröccsen, azonnal be kell szüntetni a használatát, a használó vonuljon vissza, és vegye le a ruhadarabokat.

## A tűzoltó védőruházat tisztítása, kezelése

Nagyüzemi mosás, vegytisztítás:

A dobtöltetnél ajánlott a *kapacitás 2/3-ának* használata, a gyűrődések elkerülésére előmosásnál a *fürdőarány kb. 1:8*, a főmosás műveleténél *1:10*. A ruházat más alapanyagú termékekkel együtt nem mosható; folyékony, szintetikus szálanyagú termékre alkalmas mosószerek használata ajánlott. Oxidáló hatású fehérítőszer (klóros és klórmentes), helyi foltkezelő szer használata tilos, ami kémiai fehérítőszer (peroxidsókat stb.) tartalmaz.

A mosodában kíméletes mosást kell végezni maximum *60 °C-on*, pH = 8-nál *lúgosabb* kémhatású fürdő *nem* alkalmazható (a főanyag és a jó láthatóságot biztosító *fényvisszaverő sáv* megóvása érdekében). Az olajos/zsíros szennyezőanyag eltávolítására fokozott lúgosító hozzátét használata szigorúan tilos, csak az ipari mosó vegyi anyagokat forgalmazók által ajánlott *zsíroló* hozzáadót alkalmazhatók.

Gépi *szárítást* alacsony hőmérsékletű programmal, perforált csöves vállfán kell végrehajtani (kb. 60%-os maradéknedvességtartalomig végzendő) a *membrán* miatt, majd átgőzölést és meleg levegővel *belülről* ható gyűrődéscsökkentés műveleteit kell elvégezni.

Az *impregnálás*, az olaj-, szenny- és víztaszító képesség regenerálása mosodában végezhető az öblítés végén, előírt koncentrációban adagolt impregnáló segédanyaggal. Ezt követően gépi szárítás és vasalás következik az impregnáló szer *tartósságának* biztosítására. A kihúzatásos impregnálásra alkalmas segédanyagra az ipari mosószert forgalmazók is adnak javaslatot.

A *vegytisztítás* hivatásos tisztítóban végezhető kíméletesen, minden vegytisztítás után az impregnálást ismételni kell.

### Háztartási mosás:

Kíméletes mosást szabad alkalmazni, maximum *60 °C-on* (kis mechanikai terheléssel, az öblítésnél fokozatos visszahűtéssel), kémiai fehérítőszerrel nem tartalmazó, *color* jelzésű, semleges mosószerezrel. Szárítás előtt a ruházat alacsony fordulatszámon centrifugálható, utána *függesztve*, levegőn szárítandó (a napon történő szárítást mellőzni kell).

Javasolt a textilgyártásnál alkalmazott impregnáló szer hatásának ellenőrzése. Amennyiben a vízlepergető képesség leromlott,

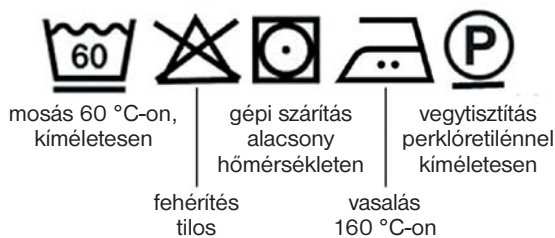
## Megújuló üzemanyagok



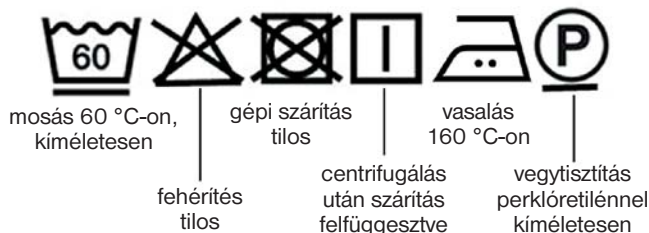
Német kutatóintézetek és műszaki cégek közös vizsgálata szerint a megújuló, folyékony üzemanyagok jelentős szerepet játszatnak az európai közlekedés decarbonizációjában. Eszerint az Európai Unió már 2030-ra a közúti közlekedés üzemanyag-igényének 38–55%-át fedezheti megújuló forrásokból, és 2040-re akár teljes mértékű kiváltás is elérhető.

A kutatás szerint Európa jelentős, eddig részben kihasználatlan biomassza-potenciállal rendelkezik. Az alapanyagok között kiemelt szerepet kapnak a mezőgazdasági és erdészeti melléktermékek, a

### nagyüzemi mosás



### háztartási mosás



18. ábra. A vonatkozó kezelési jelképsorok tartalma

a különböző vízbehatolások drasztikusan megváltoztathatják a tűzoltó védőruházat hőteljesítményét. Ha a védőruházat *újra-impregnálása* szükséges, a termékgyártó javaslata szerinti nagy teljesítményű *perfluorozott* kikészítőanyaggal ajánlott a kezelés. A hatékony újraimpregnálást – nagy teljesítményű *perfluorozott segédanyaggal* – a háztartási mosás során nehéz végrehajtani, impregnáló szer alkalmazása főként erre szakosodott *mosoda*, hivatásos tisztítóvállalkozás részéről ajánlott. Fontos figyelmeztetés, hogy a megfelelő *víztaszítás* fenntartása védelmi szempontból lényeges követelmény, mert az átázó ruházat *nedvességtartalma veszélyt* jelent, miután a folyadék magas hő hatására *gőzzé* alakul, *forrázás* jellegű égési sérülést okozva (18. ábra). ●●●

### IRODALOM

Fenyvesi Éva: Újszerű textilipari és műszaki szálanyagok, Magyar Textiltechnika 1994. évi különszáma  
<https://www.langlovagok.hu/6752/magyar-tuzoltonak-magyar-vedoruha/>  
<https://www.fiber-line.com/en/fibers/nomex-meta-aramid/>  
<https://www.interschutz.de/exhibitor/bttg-testing-certification/J281495?editor=visitor-View&exhibitor=od4my6hx&tdom-loc=ryyi4q68&scene-node=99ypbfge>  
[https://www.researchgate.net/figure/Outer-shell-moisture-barrier-and-thermal-linergarments-tested-for-manikin-THL-on-a\\_fig26\\_313115169](https://www.researchgate.net/figure/Outer-shell-moisture-barrier-and-thermal-linergarments-tested-for-manikin-THL-on-a_fig26_313115169)  
[https://www.chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://gammatech.hu/downloads/hun/datasheets/r13\\_kezelesi\\_hasznalati\\_tajekoztato.pdf](https://www.chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://gammatech.hu/downloads/hun/datasheets/r13_kezelesi_hasznalati_tajekoztato.pdf)  
 Szabványok – Védőruházat tűzoltók részére tárgykörben  
 Tűzoltóbevetési ruházat gyártóinak termékismertetői  
<https://nara.getarchive.net/media/the-fire-retardant-chemical-phos-check-is-pumped-from-two-discharge-tubes-on-4b2c85>

szerves hulladékok, az alacsony termőképességű területeken termesztett energianövények.

A megújuló üzemanyagok előállítására több technológiai út is rendelkezésre áll. A hidrogénezett növényi olaj (HVO) már jelenleg is alkalmazható dízelhelyettesítőként, míg a biomasszából előállított szintézisgázon alapuló eljárások – például metanolon keresztül – további, skálázható megoldásokat kínálnak benzin- és dízelhelyettesítő üzemanyagok gyártására.

A kutatók szerint a jövő közlekedési rendszere nem egyetlen technológiára épül majd, hanem a villamos hajtás és a karbonsemleges üzemanyagok kombinációjára.



# Textil-krisztallográfia

**A** címmel Kutasi Csaba textilkémia fejlődéséről szóló nagy ívű, kétrészes, nemrég megjelent dolgozatára utalok. A modern szerkezeti kémia kifejlődésében a szálak anyagok kutatása meghatározó szerepet játszott. Polányi Mihály (1891–1976) Berlin-Dahlemben, a Fritz Haber vezette intézetben (Kaiser-Wilhelm-Institut für physikalische Chemie und Elektrochemie) ismerkedett meg a röntgenkrisztallográfiával. Tehetségére jellemző, hogy amint csatlakozott egy számára új kutatási területhez, azt nagyon hamar új felfedezésekkel gyarapította. Ebben az esetben, valamilyen intuíció folytán, felismerte a szálak anyagok szerkezetének jelentőségét. Felismerése egybeesett egy fontos tudománypolitikai döntéssel, amelynek megfelelően már korábban kivált egy részleg Haber intézetéből és ugyancsak Berlin-Dahlemben megalapították a szálak anyagok kémiájának intézetét (Kaiser-Wilhelm-Institut für Faserstoffchemie). Polányi is ebben az új intézetben folytatta kutatásait – ideális körülmények között, nagyszerű munkatársakkal. Közük volt Hermann F. Mark, a polimerkémia nagy úttörője és Karl Weissenberg neves krisztallográfus, aki mellett egy ideig Wigner Jenő, ma úgy mondanánk, posztdoktorként dolgozott.



**Polányi Mihály (középen) 1933-ban munkatársainak egy csoportjával az Institut für Faserstoffchemie kampuszán, nem sokkal Angliába történő emigrációja előtt** (ismeretlen szerző felvétele, Gábor Éva szíveségéből)

Polányit megragadták a röntgenkrisztallográfia lehetőségei, és a módszer felfedezését később *Személyes tudás* című, híres ismeretelméleti könyvében összemérhetőnek tartotta Kopernikusz, Planck és Einstein felfedezéseinek jelentőségével. Polányi megállapította, hogy a cellulózsálak röntgendiffrakciója a szál tengelyének irányába orientált kristályok jelenlétét jelzi, és hogy hasonló kristályorientáció létezik a fémhuzalokban is. A cellulóz teljes szerkezetének elemzése túlmutatott a korabeli kísérleti lehetőségeken. Polányi érdeklődése Angliába történő emigrálása után más irányokba fordult. A reakciómechanizmusra vonatkozó felfedezései és későbbi filozófiai munkái széles körben ismertek.

Különösen nagy tudománytörténeti jelentősége van William T. Astbury (1898–1961) szálak anyagok szerkezete körében végzett röntgenkrisztallográfiai vizsgálatainak, amelyeket az 1930-as évek elejétől folytatott. Astbury 1928-ban kapott kinevezést a Leedsi Egyetemre, mint a textiltudomány előadója, és pályája végéig ezen az

egyetemen maradt egyre magasabb tisztségekben. Kutatásait a textilipar támogatta. Fehérjéket és nukleinsavakat egyaránt vizsgált, és a DNS-ről ő készített először röntgendiffrakciós felvételeket. A fehérjékkel kapcsolatban ő figyelte fel először a száraz és a megnedvesített gyapjúsálak röntgendiffrakciós képei közötti különbségre. Bevezette az alfa- és béta-keratin elnevezést, ami azóta is megmaradt a tudományos irodalomban. Kutatói bátorságáról tanúskodik, hogy a röntgenkrisztallográfia alkalmazásának még viszonylag kezdeti szakaszában érdeklődése a rendezetlen szerkezetek felé fordult. Ugyanebben az időben J. Desmond Bernal (1901–1971) Cambridge-ben először készített értékelhető röntgendiffrakciós felvételeket fehérjékről. Bernal a kísérletet követő éjszakán nem tudott elaludni, és miközben Cambridge utcáit rója, rádöbben, hogy a biológiai nagymolekulák szerkezetének felderítése elvezethet az élet titkának megismeréséhez.



**William T. Astbury (a Leedsi Egyetem szíveségéből) és J. Desmond Bernal (Alan L. Mackay felvétele és szíveségéből)**

A két brit tudós, Astbury és Bernal, egyedülállóan új irányban kutattak és akkor, az 1930-as évek első felében még annyira át lehetett tekinteni a tudomány frontvonalait, hogy tudhatták, csak ők ketten vannak ezen a területen. Főlölesnek tartották volna, hogy kutatásaik átfedjenek, és tudománytörténeti jelentőségű megállapodásra jutottak. Bernálé lett a rendezettebb szerkezetek, míg Astburyé a kevésbé rendezettek vizsgálata. Bernal volt a huszadik század egyik legnagyobb vizionárius tudósa, de az Astburyvel kötött megállapodás azt jelzi, hogy ebben az esetben nem látta jól a fejlődés irányát. Később, a DNS kettőshélix-szerkezetének felfedezését követően, amiben neki nem jutott szerep, ezt a megállapodást saját részéről stratégiai hibának nevezte. Bernal elgondolkoztató véleménye szerint egy stratégiai hiba ugyanolyan súlyos következményekkel járhat, mint egy ténybeli tévedés. Végül, bár Astbury korai eredményei megtermékenyítették a fehérjeszerkezetek kutatásában Linus Pauling és mások munkáját és DNS-kísérletei inspirálták Rosalind Franklin és mások kísérleteit, Astbury neve csak szűk körben vált ismertté. Stratégiai hibája ellenére Bernal a huszadik század egyik legnagyobb tudósaként vonult be a tudománytörténetbe, saját tudományfilozófiai munkáin túl az elgondolásait megvalósító, Nobel-díjjal is kitüntetett tanítványainak szorgos munkája révén. **Hargittai István**



**TÚL A KÉMIÁN**

## Reprodukciós egészség az űrben

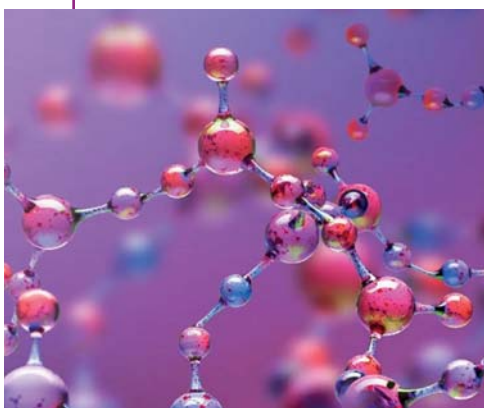


Habár az emberiség technikailag már több mint fél évszázada képes lenne hosszú űrutazásokra vagy Földön kívüli letelepedésre is űrállomásokon, a Holdon vagy a Marson, olyesmire csak az elmúlt években készítették a tudományos-fantasztikus irodalomnál komolyabb terveket is. Az

egyik fontos probléma a kitelepült közösségek fenntartásához nélkülözhetetlen gyermekvállalással kapcsolatos. Az emberi szaporodásban részt vevő szervek az átlagosnál érzékenyebbek a külső tényezőkre, s a várható hatásokból közvetlen kísérleti tapasztalat híján jelenleg csak állatkísérletekből, illetve más célból végzett megfigyelések általánosításával lehet véleményt mondani. Az elemzések szerint a női szervezetben a petesejtek kialakulásában és érésében, illetve a magzati fejlődésben fordulhatnak elő a legsúlyosabb gondok, míg a férfiaknál a hímivarsejtekben lévő DNS károsodása a legvalószínűbb problémaforrás.

*Reprod. Biomed. 52, 105431. (2026)*

## Enzim-számítástechnika



Néhány vegyész már régóta álmodik arról, hogy kémiai számítógépet hoz létre. A korábbi próbálkozók majdnem mindig gondosan megtervezték a reakciók sorát, a párhuzamosságokat és a versengést minél jobban kiiktatva. A legutóbbi kísérletsorozatban viszont

nem tettek erre erőfeszítéseket: ehelyett lényegében hagyták, hogy azonos, oligopeptid típusú kiindulási anyagokat átalakító enzimek legyenek jelen a rendszerben, amelyek egyidejűleg működnek. Az eredmény az lett, hogy a külső körülmények (például pH, hőmérséklet, megvilágítás) megváltozását mindig új és új stacionárius állapot elérésével jelezte a reakcióhálózat, így az összetétel elemzéséből egyértelműen vissza lehetett következtetni arra, mi és mennyit változott. Így több dologra egyszerre érzékeny szenzort sikerült előállítani, amelyet akár úgy is fel lehet fogni, hogy külső jeleket dolgoz fel.

*Nat. Chem. 18, 302. (2026)*

## CENTENÁRIUM

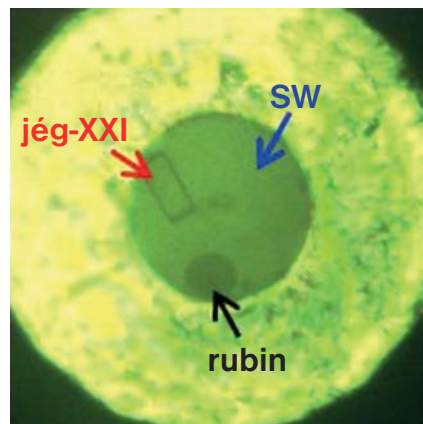


Wendell M. Latimer: The Energy of Solution of Gaseous Ions in Relation to the Effect of a Charge Upon the Dielectric  
*Journal of the American Chemical Society Vol. 48, pp. 1234–1239. (1926. május 1.)*

Wendell Mitchell Latimer (1893–1955) amerikai kémikus volt. Manapság az elemek különböző oxidációs állapotait és azok redoxipotenciálját bemutató Latimer-diagramok őrzik a nevét a tankönyvekben. 1933-ban a trícium felfedezőjeként is számontartották egy ideig, majd eredményeit megcáfolták, de magát a következtetést nem: 1934-ben Ernest Rutherford ma is elismert módon mutatta ki a hidrogén 3-as tömegszámú, radioaktív izotópját.

## Jég-XXI

A víz és a jég az egyik legtöbbet tanulmányozott anyag a tudomány történetében. A jelek szerint azonban itt is akadnak még meglepetések. Nemrég gyémántüllőcellás kísérletekben sikerült egy korábban ismeretlen, metastabil (vagyis a stabil fázisokat feltüntető fázisdiagramon meg nem jelenő), tércentrált tetragonális szerkezetű kristályos változatot felfedezni 1,5 GPa nyomáson. Az új módosulat, amely a jég-XXI nevet kapta, a jég-VI → jég-VII átalakulás közben jelenik meg. A felfedezés további lendületet adhat más, metastabil jégfázisok tanulmányozásának.



*Nat. Mater. 25, 302. (2026)*

## APRÓSÁG



2026-ban az Amerikai Kémiai Társaság legrangosabb díját, a Priestley-érmet a 2020-ban kémiai Nobel-díjjal is elismert Jennifer A. Doudna kapja.

Ha észrevétele vagy ötlete van ehhez a rovathoz, írjon e-mailt Lente Gábor rovatszerkesztőnek: [lenteg1206@gmail.com](mailto:lenteg1206@gmail.com). A rovatszerkesztő korábbi írásait is tartalmazó blog elérhető a következő internet-oldalon: [http://lenteg.ttk.pte.hu/ScienceBits/index\\_magyar.html](http://lenteg.ttk.pte.hu/ScienceBits/index_magyar.html)

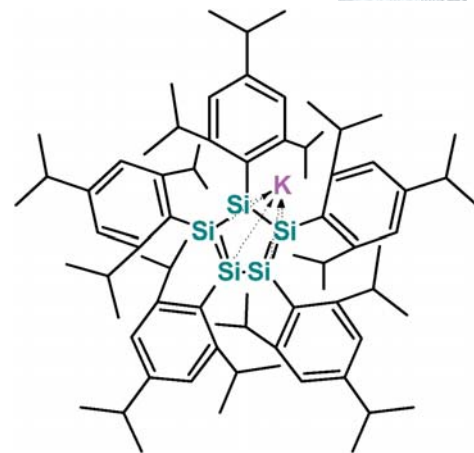


## A HÓNAP MOLEKULÁJA

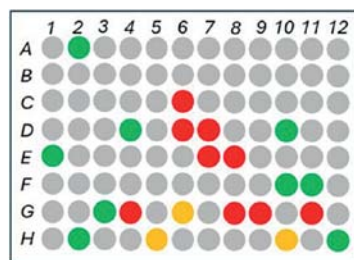
A pentasziliciklopentadién vázszerkezetének előállítása annyira jelenős újdonság a fémorganikus kémiában, hogy a Science folyóiratban két, független cikkben is beszámoltak róla egyetlen számon belül. Az itt bemutatott molekulában ( $C_{75}H_{115}KSi_5$ ) minden szilíciumatomhoz nagy térkitöltésű, 2,4,6-triizopropilfenil-csoport kapcsolódik és a gyűrű negatív töltését egy káliumion semlegesíti. Mindkét kutatócsoportnak sikerült a szerkezetet egykristályon röntgendiffrakcióval is meghatározni. A következtetések a két, különbözően szubsztituált rendszerben valamelyest eltérnek: az egyik gyakorlatilag sík alkatú, egyértelműen aromás ötös gyűrűről számol be, a másikban viszont az öt szilíciumatom határozottan nincs egy síkban.

Science 391, 579. (2026)

Science 391, 587. (2026)



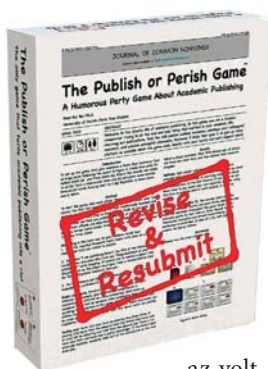
## Szunnyadó gyógyszermolekulák



A gyógyszerkutatásokat végző akadémiai laboratóriumokban rengeteg új vegyületet állítanak elő, majd egy-két kevésbé sikeres teszt után soha nem veszik elő őket. Még akkor sem, amikor más célbetegség ellen logikusan hatásosak lehetnének. Az ilyen szunnyadó anyagok más kutatási célokra való megosztására született javaslat a közelmúltban, amelyben módszert dolgoztak ki a több laborból származó anyagokból vegyületkönyvtárak létesítésére és felhasználására. Az iparban rutinszerűen élnek ezzel az eszközzel, de az akadémiai szférában előállított vegyületek sokkal változatosabbak lehetnek.

J. Med. Chem. 69, 2453. (2026)

## A cikkbírálatok ártalma



Habár a szakértői cikkbírálat a tudományos minőségbiztosítás egyik leglényesebb eleme, valós értékét és hatásait alig vizsgálják tudományos módszerrel. Ezt az űrt igyekezett valamennyire betölteni az a munka, amelyet 982 olyan kutatóval végzett interjúra alapoztak, akik az Amerikai Kémiai Társaság vagy a Brit Királyi Kémiai Társaság folyóirataiban legalább két cikket publikáltak levelező szerzőként 2020 és 2023 között. A legmegdöbbentőbb következtetés az volt, hogy a megkérdezettek 22%-a (vagyis több mint 200 tudós) számolt be arról, hogy a saját közleményük végző, elfogadott változatába a bírálók nyomására olyan állítás is bekerült, amely szerintük helytelen. Egy másik kérdéskör vizsgálata során az derült ki, hogy a résztvevők 88%-a talált már lényeges tudományos hibát mások által írt cikkben, de ezen felismerések 5%-nál is kisebb hányada eredményezett valamiféle dokumentálható javítást.

Account. Res. 33, 2564106. (2026)

## Ökológiai 22-es csapdája

Az evolúció jó néhány bogárfajban alakította ki azt a képességet, hogy hangyabolyokban potyázzon. Ennek szokásos módszere az, hogy az ingyenélő rovarok a kémiai megtevesztés eszközével élnek: azt a szénhidrogén-elegyet lopják el külső bevonatként, amit a hangyák egyébként is használnak. Pont ez történik a *Sceptobius lativentris* bogarak esetében, amelyek a bársenyos tölgyfahangya (*Liometopum occidentale*) kolóniáiban élnek. A bogarak DNS-elemzése viszont komoly meglepést okozott: megtalálták a szénhidrogén-elegy előállításához szükséges enzimet is. A részletes vizsgálatok arra jutottak, hogy a *Sceptobius* életfolyamataihoz ez az anyag akkor is szükséges, ha nincs a hangyabolyban, így az evolúció egyfajta kémiai csapdába ejtette magát: a megtevesztés eszköze létfontosságúvá vált idővel.

Cell 189, 1228. (2026)



## Pormentes ózonhatás



Az ózon egyik leglényesebb káros hatása az, hogy zárt terekben olajokat illékony karbonilvegyületekké alakít, amelyek közvetlenül ártalmasak az egészségre. A 2,5 mikrométernél kisebb átmérőjű részecskékből álló finom szálló por (PM<sub>2.5</sub>) jelenléte azonban megváltoztatja a tapasztalatokat. Ezért fontos volt olyan környezetben vizsgálatokat végezni, ahol ebből a lehető legkevesebb van. Ezt a helyet kínai tudósok Tibet fővárosában, Lhasában találták meg, ahol más nagyvárosokhoz képest kevés a por a levegőben, de a nagy tengerszint feletti magasság miatt rendszeresen előfordul számottevő ózonkoncentráció. A tanulmányban a karbonilvegyületek koncentrációját is rendszeresen mérték. A legnagyobb hatása a dekanalnak volt: ennek a koncentrációja erősen korrelált az emberi vérben mérhető vörösvértestszámmal. További mérésekkel még pontosabb képet lehet majd kapni arról, hogy mely ozonolízistermékek okozzák a legjelentősebb élettani hatásokat.

ACS EST Air 3, 517. (2026)



## Válogatás

Az MTA Kémiai Tudományok Osztálya által kiválasztott két publikáció közül az elsőben a szerzők áttekintik a fehérje-perszulfidáció aktuális ismereteit, különös tekintettel terápiás potenciáljára, valamint összegzik a terület kihívásait és perspektíváit. A második közlemény szerzői a hagyományos reakciódinamikai vizsgálatokon túllépve a funkciós csoport- és a konformer-specifititás fogalmát vizsgálják a glicinmolekula reakciójának elméleti tanulmányozása során.

Perczel András

az MTA Kémiai Tudományok Osztályának elnöke

## A perszulfid-részecskék széles körű szerepe a redox-biokémiában

*Nature Chemical Biology*, 2026<https://www.nature.com/articles/s41589-026-02142-z>

Péter Nagy<sup>1,2,3,4</sup>, Éva Dóka<sup>1</sup>, Andrea Domán<sup>1</sup>, Bindu D. Paul<sup>5,6,7,8</sup>, József Balla<sup>9,10</sup>, Michael P. Murphy<sup>11,12</sup>, Christine Winterbourn<sup>13</sup>, Rafael Radi<sup>14,15</sup>, Solomon Snyder<sup>5,6,7</sup>, Louis J. Ignarro<sup>16</sup> and Helmut Sies<sup>17,18</sup>

<sup>1</sup>Department of Molecular Immunology and Toxicology and the National Tumor Biology Laboratory, National Institute of Oncology, Budapest, Hungary

<sup>2</sup>Department of Oncology, Semmelweis University, Budapest, Hungary

<sup>3</sup>Department of Anatomy and Histology, HUN-REN-UVMB Laboratory of Redox Biology Research Group, University of Veterinary Medicine, Budapest, Hungary

<sup>4</sup>Chemistry Coordinating Institute, University of Debrecen, Debrecen, Hungary

<sup>5</sup>Department of Physiology, Pharmacology & Therapeutics, Johns Hopkins University School of Medicine, Baltimore, MD, USA

<sup>6</sup>The Solomon H. Snyder Department of Neuroscience, Johns Hopkins University School of Medicine, Baltimore, MD, USA

<sup>7</sup>Department of Psychiatry and Behavioral Sciences, Johns Hopkins University School of Medicine, Baltimore, MD, USA

<sup>8</sup>Lieber Institute for Brain Development, Baltimore, MD, USA

<sup>9</sup>Department of Internal Medicine, Division of Nephrology, Faculty of Medicine, University of Debrecen, Debrecen, Hungary

<sup>10</sup>HUN-REN-UD Vascular Biology and Myocardium Pathophysiology Research Group, Hungarian Academy of Sciences, University of Debrecen, Debrecen, Hungary

<sup>11</sup>MRC Mitochondrial Biology Unit, University of Cambridge, Cambridge Biomedical Campus, Cambridge, UK

<sup>12</sup>Department of Medicine, University of Cambridge, Cambridge, UK

<sup>13</sup>Mātai Hāora – Centre for Redox Biology & Medicine, Department of Pathology and Biomedical Science, University of Otago Christchurch, New Zealand

<sup>14</sup>Departamento de Bioquímica, Facultad de Medicina, Universidad de la República, Montevideo, Uruguay

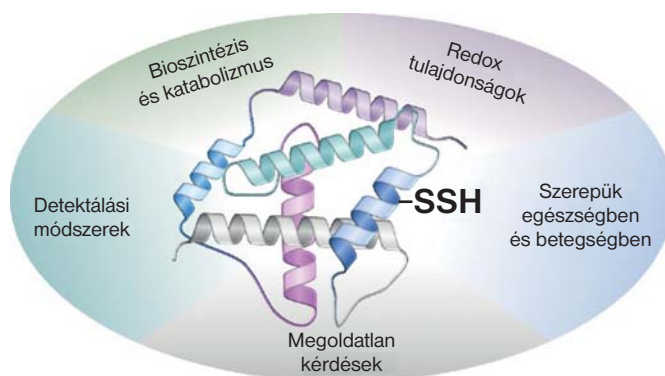
<sup>15</sup>Centro de Investigaciones Biomédicas (CEINBIO), Facultad de Medicina, Universidad de la República, Montevideo, Uruguay

<sup>16</sup>Department of Pharmacology, UCLA School of Medicine, Beverly Hills, CA, USA

<sup>17</sup>Institute for Biochemistry and Molecular Biology I, Medical Faculty, Heinrich-Heine-University Düsseldorf, Düsseldorf, Germany

<sup>18</sup>Leibniz Research Institute for Environmental Medicine, Düsseldorf, Germany

A fehérje-perszulfidok olyan módosulatok, amelyek fontos szerepet játszanak a sejtek működésének és belső egyensúlyának fenntartásában. Hatásuk több súlyos betegségben is kedvezőnek



tűnik, például szívbetegségek, melanóma vagy akár Alzheimer- és Parkinson-kór esetén. A jövőbeli orvosi alkalmazásokhoz azonban még szükség van működésük jobb megértésére és megbízható kimutatási módszerekre. A közlemény összefoglalja a jelenlegi ismereteket, valamint a terület nyitott kérdéseit és lehetőségeit.



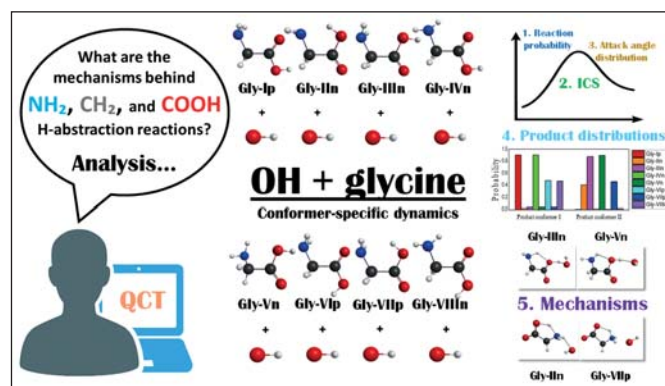
## A glicin funkciós csoport- és konformer-specifikus reakciódinamikája a hidroxilgyökkel

*Communications Chemistry*, 2026<https://www.nature.com/articles/s42004-025-01823-5>

Balázs Gruber, Gábor Czakó

MTA-SZTE Lendület “Momentum” Computational Reaction Dynamics Research Group, Interdisciplinary Excellence Centre and Department of Physical Chemistry and Materials Science, Institute of Chemistry, University of Szeged, Szeged, Hungary

A kémiai reakciók állapotszelektív, atomi szintű dinamikájának megértése a modern kémia egyik központi témája. A hagyományos módspecifikus reakciódinamikai vizsgálatokon túllépve a jelen munka a funkciós csoport- és a konformer-specifititás fogalmát vizsgálja a glicinmolekula ( $\text{H}_2\text{NCH}_2\text{COOH}$ ) hidroxilgyökkel (OH) való reakciójának elméleti tanulmányozása során.



## OKTATÁS

## Egyetemi jelentkezési számok kémiai szakokra

Az Oktatási Hivatal nyilvánosságra hozta a 2026-os felsőoktatási jelentkezések összefoglalóját. Kémia alapszakra nappali tagozaton, első helyen összesen 140-an adták be jelentkezésüket öt intézményben (DE, ELTE, PE, PTE, SZTE). Ez valamivel nagyobb, mint a tavalyi 126-os létszám.

Vegyésmérnök alapszakra nappali tagozaton első helyen 357-en jelentkeztek öt egyetemen (BME, DE, ME, PE, SZTE) a tavalyi 364-gyel szemben.

A sok szakpárosítás miatt az adatokban rendkívül szétforgácsolt kémiatanári képzésekre nappali tagozaton összesen 40-en jelentkeztek az országban (18-an a biológiát választva szakpárként), ez százalékosan jelentős növekedés a tavalyi 24 után, de abszolút értelemben még mindig nagyon kevés.

## Két kémiaaverseny Tolna megyében

Az elmúlt évek szokásait követve a tél végén és a tavasz elején két, kémiával kapcsolatos versenyt is rendeztek Tolna megyében.

Az általános iskolások számára kiírt III. KEMBIÓZIS biológia-és kémiaversenyt a bonyhádi Petőfi Sándor Evangélikus Gimnáziumban rendezték 2026. február 6-án Csiki Nikolett kémiatanár vezetésével. Néhány kilométerrel odébb, a szekszárdi I. Béla Gimnázium március 13–14-én szervezte meg a 12. Kárpát-medencei Müller Ferenc Kémiai Emlékversenyt Nagy István tanár úr írá-



Kembiózis-győztesek



Kembiózis-gyakorlat



Müller Ferenc-verseny: megnyitó



Müller Ferenc-verseny: kísérlet



Müller Ferenc-verseny: fényfestés

nyitása mellett; ezen általános és középiskolások is indultak különböző kategóriákban. Idén különleges esti programmal, fényfestéssel lepték meg a szervezők a résztvevőket: a vármegyeházán is megjelent a kémia.

Mindkét versenyen kétfős csapatok vesznek részt, írásbeli, kísérleti bemutató és szóbeli kvízfordulóban.

## Szakma Sztár Fesztivál

2026. március 26–27-én rendezték meg az idei Szakma Sztár Fesztivált, melyen az érdeklődők megtekinthették a vegyész-technikus szakma bemutatóját. A több száz érdeklődő diák kü-



lőnböző értékes ajándékokat vehetett át a Bálint Analitika, a Richter Gedeon és a Magyar Kémikusok Egyesülete Kémia Mindenkinél standjánál.



A bemutató egyben verseny is volt, az országos szakmai tanulmányi verseny döntője termelési folyamatirányító és labor-technikai szakmairányokon. A verseny szervezője idén is Fandel Richárd volt, aki remek feltételeket alakított ki a EXPO csarnokban. Gratulálunk a díjazott versenyzőknek!

A legeredményesebbek:

1. Kelemen Sarolta (Budapesti Műszaki SZC Petrik Lajos Két Tanítási Nyelvű Technikum)
2. Tóth Fruzsina (Budapesti Műszaki SZC Petrik Lajos Két Tanítási Nyelvű Technikum)

3. Bárány Bence (Budapesti Műszaki SZC Petrik Lajos Két Tanítási Nyelvű Technikum)

4. Tisza András (Esztergomi SZC Bottyán János Technikum)

5. Kemenczei Márton Bulcsú (Budapesti Műszaki SZC Petrik Lajos Két Tanítási Nyelvű Technikum)



## Nobel-díjasok és tehetséges diákok XXVI. találkozója

A Nemzeti Tudósképző Akadémia szervezésében a Szegedi Pick Arénában került sor a Nobel-díjasok és tehetséges diákok XXVI. találkozására. A 2026. március 30-án megrendezett plenáris ülésen részt vett Szalay Péter, az MKE elnöke és Szabó János Zoltán, az MKE ügyvezető igazgatója.





Randy Schekman (Berkeley) és Krausz Ferenc (Max Planck Kvantumoptikai Intézet) Nobel-díjas professzorok, valamint Francis Chan (Hongkongi Kínai Egyetem), Martin Morad (Dél-karolinai Orvostudományi Egyetem) és Naomi Ellemers (Utrecht Egyetem) mellett a HUNOR Magyar Űrhajós Programról tartott előadást Kapu Tibor küldetés-specialista kutatóúrhajós és tartalék asztronautatársa, Cserényi Gyula.



A programon részt vettek a Debreceni Református Kollégium Dóczy Gimnáziuma kémiás diákjai is Bárány Zsolt Béla tanár úr szervezésében.

## Vegyipari mozaik

**A Richter és a Fuji megállapodást írt alá nőgyógyászati fejlesztési projektek közös megvalósításáról.** A Richter Gedeon Nyrt. és a Fuji Pharma Co., Ltd. („Fuji”) a 2026. február 3-án közzétett stratégiai együttműködési megállapodást követően a nőgyógyászati fejlesztési projektek közös megvalósításáról állapodtak meg.

A megállapodás értelmében a Fuji részt vesz a Richter egyes, korai fázisú kutatási és fejlesztési projektjeiben, ideértve a közelmúltban megszerzett Celmatrix-portfóliót, valamint a FimmCyte AG FMC2 projektjét. A közös fejlesztési megállapodások keretében a Fuji hozzájárul a K+F költségekhez és jogot szerez az érintett termékjelöltek fejlesztésére, gyártására és forgalmazására Japánban, az ASEAN-országokban és Dél-Koreában.

(<https://www.gedeonrichter.com/hu-hu/media/260324>)



FIMM  
CYTE



RICHTER GEDEON

**A Richter forgalombahozatali engedélyt kapott az Európai Bizottságtól a FYLREVY® (Estetrol tablettá) hormonpótló terápiás készítményre.** Az Európai Bizottság forgalombahozatali engedélyt adott a FYLREVY® (DONESTA® néven fejlesztett Estetrol hatóanyagú gyógyszer) készítményre, hormonpótló terápiaként (HRT) posztmenopauzális nők ösztrogénhiányos tüneteinek kezelésére. A döntés alapja az Európai Gyógyszerügynökség („EMA”) Emberi Felhasználásra Szánt Gyógyszerkészítmények Bizottsága („CHMP”) által kiadott – és 2026. január 30-án bejelentett – pozitív szakvélemény. A forgalombahozatali engedély az Európai Gazdasági Térség valamennyi tagállamára automatikusan érvényes.

Az engedély szerint a FYLREVY® hormonpótló terápiaként a posztmenopauzális, méheltávolításon át nem esett nők ösztrogénhiányos tüneteinek kezelésére szolgál, akiknél az utolsó menstruáció óta legalább 12 hónap telt el (FYLREVY® 14,2 mg és 18,9 mg), valamint hormonpótló terápiaként méheltávolításon átesett posztmenopauzális nők ösztrogénhiányos tüneteinek kezelésére (FYLREVY® 18.9 mg) is használható.

(<https://www.gedeonrichter.com/hu-hu/media/260327>)



**Folyamatosak a környezeti kapacitásbővítő beruházások.**

Az Egis Gyógyszergyár környezeti telephelyén tett látogatást 2026. március 23-án Szijjártó Péter külgazdasági és külügyminiszter és Joó István, a Nemzeti Befektetési Ügynökség (HIPA) vezérigazgatója.



A vállalat részéről Poroszlai Csaba vezérigazgatóval és Sabáli László gyáregység-igazgatóval tekintették át az utóbbi időszakban – kormányzati támogatással – megvalósított, illetve még folyamatban lévő beruházásokat. Ezek a projektek leginkább a vállalat gyártási és csomagolási kapacitásainak bővítésére irányulnak az Egis környezeti telephelyén. A közelmúltig ugyanis a tablettázás és a csomagolás 3 műszakban mintegy 90%-os kihasználtsággal zajlott. A kapcsolódó logisztikai területek is 90–95%-os leterheltséggel működtek.

A beruházások révén létrejövő új, nagyobb kapacitások biztosítják, hogy a növekvő piaci igényeknek megfelelően a vállalat növelje termelési volumenét és továbbra is hozzájáruljon a gyógyszerellátás biztonságához.

Összességében az utóbbi 10 évben 33 milliárd Ft értékben valósult meg olyan beruházás a környezeti telephelyen, mely részben kormányzati támogatásnak köszönhető. Ez közel 6 milliárd Ft állami támogatást jelent.

(<https://hu.egis.health/a/folyamatosak-a-kormend-i-kapacitasbovito-beruhazasok>)



**Napelemes rendszer a Schneider Electric MG Zala üzemében.** Éves szinten akár a teljes elektromosáram-igény 60 százalékát is fedezheti majd a Schneider Electric zalaegerszegi MG Zala gyárában február elején üzembe helyezett új napelemes rendszer.

A tervek között szerepel a megtermelt energia tárolásának megoldása, valamint az e-autó-töltő infrastruktúra bővítése is.

Összesen 350 kVA-es beépített teljesítményű napelemes rendszert alakítottak ki a Schneider Electric, a világ egyik vezető energiatechnológiai vállalatának zalaegerszegi, MG Zala gyárának tetején. A február elején üzembe helyezett napelemes kis-



erőmű által megtermelt energiát teljes mértékben a létesítményben használják majd fel.

A projekt előkészítése 2024 utolsó negyedévében indult, a kivitelezés pedig 2025 tavaszán kezdődött el. A fejlesztés keretében összesen 822 darab, egyenként 455 Wp teljesítményű napelempanelt helyeztek el az MG Zala létesítményének tetején. A panelcsoportok 4 darab inverterhez csatlakoznak.

A napelemes rendszerek által megtermelt energia mennyisége nagymértékben függ az időjárástól, de a várakozások szerint a napelemes kiserőmű akár az üzem teljes éves áramszükségletének 60 százalékát is fedezheti.

A fejlesztés keretében egyelőre csak az aktívan megtermelt energia hasznosítására van lehetőség. A további tervek között szerepel a tárolás megoldása is, valamint a napelemes rendszer integrálása a létesítmény energiamedndsment-rendszerébe.

Az MG Zala üzemben kialakított napelemes rendszer támogatja a Schneider Electric e-autó-programjának megvalósítását is. A vállalat célkitűzése, hogy 2030-ra csak elektromos járművek legyenek a flottájában. Az MG Zalában jelenleg két töltőállomás biztosítja az e-autók számára a töltési lehetőséget, azonban a következő években további hat töltő telepítését tervezik, amelyeket szintén a napelemes rendszerből látnak majd el árammal.

A Schneider Electric MG Zala üzemében kis- és középáramú megszakítókát gyártanak. A gyárból a magyar mellett főként a francia, a spanyol és az angol piacra szállítanak termékeket.

([https://www.muszaki-magazin.hu/2026/03/24/napelemes-rendszer-a-schneider-electric-mg-zala-uzemeben/?utm\\_campaign=&utm\\_medium=email&utm\\_source=weboldal+h%C3%ADrek](https://www.muszaki-magazin.hu/2026/03/24/napelemes-rendszer-a-schneider-electric-mg-zala-uzemeben/?utm_campaign=&utm_medium=email&utm_source=weboldal+h%C3%ADrek))



**A termelés jövője: a gyártási szimuláció trendjei.** A gyártás jövője egyre inkább a digitalizációra, az összekapcsolt rendszerekre és a szimulációra épül. A következő években a termelés gyorsabbá, hálózatba kapcsoltabbá és adatvezéreltebbé válik, miközben a szakembereknek, a gyártóberendezéseknek, a robotoknak és a szoftverrendszereknek szorosabban kell együttműködniük egymással.

Ebben a fejlődésben a gyártási szimuláció kulcsszerepet játszik, mivel lehetővé teszi a gyártási folyamatok előzetes elemzését, optimalizálását és a döntések megalapozását. A technológia fejlődésével a hangsúly már nem pusztán a digitális jövő vízióján van, hanem azon, hogy a szimuláció mérhető termelékenység-növekedést biztosítson a vállalatok számára.

Az egyik legfontosabb irány a gyártási folyamatok teljes körű digitális leképezése. A vállalatok egyre inkább arra törekednek, hogy a teljes gyártási rendszert virtuális környezetben modellezzék.

Ennek segítségével a gyártósorok, berendezések és logisztikai folyamatok már a fizikai megvalósítás előtt tesztelhetők és optimalizálhatók. A digitális modellek – gyakran digitális iker formájában – lehetővé teszik, hogy a mérnökök különböző forgatókönyveket próbáljanak ki, így a hibák már a tervezési szakaszban felismerhetők, ami csökkenti a költségeket és az üzembe helyezési időt.

A fejlődés másik meghatározó eleme a mesterséges intelligencia integrálása a szimulációs rendszerekbe. Az MI képes nagy mennyiségű gyártási adatot elemezni, mintázatokat felismerni, valamint javaslatokat tenni a folyamatok optimalizálására. A szimuláció így egyre inkább intelligens döntéstámogató eszközzé válik, amely segíti a gyártás tervezését, a kapacitások kihasználását és a potenciális problémák előrejelzését.



Emellett egyre nagyobb szerepet kap a valós idejű adatok felhasználása a szimulációkban. A modern gyártási rendszerekben a gépek, szenzorok, robotok és informatikai rendszerek folyamatosan adatokat szolgáltatnak, amelyek közvetlenül integrálhatók a szimulációs modellekbe. Ez lehetővé teszi, hogy a virtuális modell folyamatosan frissüljön és a gyártási folyamat aktuális állapotát tükrözze. Az ilyen dinamikus szimulációk segítenek gyorsabban reagálni a változásokra és hatékonyabban irányítani a termelést.

A szimulációs eszközök fejlődésének fontos iránya az is, hogy használatuk egyre egyszerűbbé válik. A modern szoftverekben előre definiált komponenskönyvtárak, vizuális modellezési felületek és felhőalapú számítási kapacitások segítik a felhasználókat. Ennek köszönhetően a szimuláció már nem kizárólag a specialisták eszköze, hanem a gyártástervezés mindennapi munkafolyamatának részévé válhat.

Végül egyre nagyobb hangsúlyt kap a rugalmas és ellenálló gyártási rendszerek tervezése. A globális gazdasági és ellátási láncok gyors változásai miatt a vállalatoknak olyan gyártási struktúrákat kell kialakítaniuk, amelyek gyorsan alkalmazkodnak az új igényekhez. A szimuláció segítségével különböző gyártási forgatókönyveket tesztelhetők, a kapacitások újraszervezhetők, és a lehetséges zavarokra is fel lehet készülni.

A gyártási szimuláció egyre fontosabb szerepet tölt be az ipari termelésben. A digitalizáció, a mesterséges intelligencia, a valós idejű adatok és a felhasználóbarát szimulációs eszközök együtt olyan környezetet teremtenek, amelyben a gyártási rendszerek gyorsabban tervezhetők, hatékonyabban működtethetők és rugalmasabban alakíthatók a jövő kihívásaihoz.

([https://www.muszaki-magazin.hu/2026/03/17/szimulacio-gyartas-ero-jovo/?utm\\_campaign=&utm\\_medium=email&utm\\_source=weboldal+h%C3%ADrek](https://www.muszaki-magazin.hu/2026/03/17/szimulacio-gyartas-ero-jovo/?utm_campaign=&utm_medium=email&utm_source=weboldal+h%C3%ADrek))



**Átadták Kelet-Magyarország legnagyobb akkumulátoros energiatárolóját a MOL Petrolkémiaiában.** A MOL egy 40 MWh energiatárolási kapacitású villamosenergia-tároló rendszert épített fel Tiszaújvárosban, a MOL Petrolkémia területén. Ez Kelet-Magyarország legnagyobb akkumulátoros tárolója, amit közvetlenül a végfogyasztó mellé telepítettek. A beruházásnak köszönhetően a MOL beléphet a MAVIR által működtetett rendszerszintű szolgáltatások piacára. A 6,6 milliárd forintból megvalósult létesítménynek fontos szerepe lesz az országos elektromos hálózat ingadozásainak kiegyensúlyozásában. A MOL Magyarországon 2030-ra összesen 500 MWh-nyi tárolórendszert tervez kiépíteni. A beruházáshoz – a Közigazgatási és Területfejlesztési Minisztérium koordinációja mellett – az Európai Unió 2,699 milliárd forint vissza nem térítendő támogatást nyújt a Helyreállítási és Ellenállóképességi Eszköz keretében.



A tiszaujvárosi egység az országos átviteli hálózatot fogja támogatni a hálózati ingadozások kiegyensúlyozásával. Ennek a kereskedelmi részét az Alteo fogja végezni. A MOL és partnerei 73,8%-os részesedést birtokolnak az ALTEO Energiaszolgáltató Nyrt.-ben, amely ~110 MW megújulóenergia-alapú erőművi (szél, nap, víz, biogáz) kapacitással rendelkezik, valamint jelenleg a Magyarországon működő energiatároló-összkapacitás mintegy 40 százalékát biztosítja.

A MOL-csoport stratégiájában kiemelt szerepe van a megújuló energiának, amelynek hatékony használatához elengedhetetlen az akkumulátoros energiatároló kapacitás kiépítése. A MOL Petrolkémianál már üzemel egy 5,8 MW-os napelempark, amelyet hamarosan egy 48 MW kapacitású követ. A MOL Magyarországon már több mint 400 MW naperőművi kapacitással rendelkezik, amelyet tovább kíván bővíteni a jövőben.

Az ország energiaimportjának csökkentéséhez és a zöld átmenet elengedhetetlen a megújuló energiaforrások arányának



növelése. Az időjárásfüggő termelőegységek – mint a napelemparkok, szélerőművek – fokozzák a hálózat ingadozását, amelynek kiegyensúlyozásához az energiatárolók mennyiségének fokozatos növelése is fontos országos szinten.

A beruházás 6,6 milliárd forintból valósul meg, amelyhez – a Közigazgatási és Területfejlesztési Minisztérium koordinációja mellett – az Európai Unió 2,699 milliárd forint támogatást nyújt a Helyreállítási és Ellenállóképességi Eszköz keretében.

(<https://mol.hu/hu/molrol/mediaszoba/8334-atadtak-kelet-magyarorszag-legnagyobb-akkumulatoros-energiatarolojat-a-mol-petrolkemiaban>)



**Negyvenen nyertek támogatást az Akadémia gyermeknevelő kutatók részére kiírt pályázatán.** A Magyar Tudományos Akadémia idén is meghirdette a gyermeket nevelő kutatók tudományos előmenetelének elősegítése érdekében létrehozott pályázatát. Ennek keretében az MTA doktora cím megszerzésére irányuló kérelem benyújtásához szükséges értekezés megírásának támogatására (1. kategória), valamint – a kisgyermeket nevelő kutatók reintegrációját segítő – tudományos eredmények publikálásának támogatására (2. kategória) lehetett pályázni.



Az idei pályázati felhívásban foglaltak szerint az 1. kategóriában pályázók bruttó 3 000 000 Ft támogatást, a 2. kategóriában pályázók pedig bruttó 600 000 Ft összegű vissza nem térítendő ösztöndíj-támogatást nyerhettek el.

A támogatás 2026. május 1. és 2027. április 30. között vehető igénybe, választhatóan három, négy, hat, nyolc vagy tizenkét hónapos időtartammal, az időtartamnak megfelelő hónaponkénti bontásban.

A pályázati felhívásra összesen 57 érvényes pályázat érkezett: 19 pályázat az 1. kategóriában, 38 pályázat pedig a 2. kategóriában. A három nagy tudományterület – bölcsészet- és társadalomtudományok, élettudományok, valamint matematikai és természettudományok – mindegyikéről érkeztek pályázatok.

A benyújtott pályázatokat az adott tudományterületek szakértőiből álló zsűri szakmai és esélyegyenlőségi szempontok figyelembevételével értékelte, majd javaslatot tett a támogatandó pályázókra. A zsűri javaslata alapján a nyertes pályázatokról az MTA főtitkára döntött. Idén az első kategóriában 15, a második kategóriában 25 pályázat támogatására nyílt lehetőség összesen bruttó 60 millió Ft támogatási összeggel. ([mta.hu](https://mta.hu))

**Dobó Dorina összeállítása**



## MKE-HÍREK

**Magyar Kémikusok Egyesülete – Küldöttközgyűlés**

Időpont: 2026. május 8., 10:00 óra

Helyszín: HUN–REN Természettudományi Kutatóközpont (TTK) földszint, nagy előadóterem, 1117 Budapest, Magyar tudósok körútja 2.

A regisztráció 9:00-tól kezdődik.

A közgyűlési dokumentumok honlapunkról letölthetők. A küldöttkeket, szakosztályok, szakcsoportok, területi szervezetek, munkahelyi csoportok vezetőit és minden egyesületi tagtársunkat szeretettel várjuk!

MKE Titkárság

**Tájékoztatjuk tisztelt tagtársainkat, hogy a személyi jövedelemadójuk 1 százalékának felajánlásából idén 488 107 forintot utal át a NAV Egyesületünknek.**

Köszönjük felajánlásait, köszönjük, hogy egyetértenek a kémia oktatásáért és népszerűsítéséért kifejtett munkánkkal. A felajánlott összeget ismételten a hazai kémiaoktatás feltételeinek javítására, a Középiskolai Kémiai Lapok, az Irinyi János Országos Középiskolai Kémiaaverseny egyes költségeinek fedezésére használjuk fel.

Ezúton is kérjük, hogy a 2025. évi SZJA bevallásakor – értékelve törekvéseinket – éljenek a lehetőséggel, és személyi jövedelemadójuk 1%-át ajánlják fel az erre vonatkozó Rendelkező nyilatkozat kitöltésével!

Felhívjuk figyelmüket, hogy akinek a bevallás pillanatában adótervezése van, az elveszíti az 1% felajánlásának a lehetőségét!

**Az MKE adószáma: 19815819-2-42**

**Felhívjuk szíves figyelmüket, hogy amennyiben a NAV kéri az adóbevallásukat, úgy külön kell nyilatkozni az 1 százalékról.**

Terveink szerint 2026-ban az így befolyt összeget ismételten a hazai kémiaoktatás feltételeinek javítására, a Középiskolai Kémiai Lapok, az 58. Irinyi János Országos Középiskolai Kémiaaverseny, valamint a 2026-ban tizennyolcadszor szervezendő Varázslatos Kémia Nyári Tábor egyes költségeinek fedezésére használjuk fel.

## Az MKE rendezvénynaplója, 2026

Dátum	Rendezvény	Helyszín
május 5–6.	XVIII. Kristályosítási és Gyógyszer-formulálási Kerekasztal	Balatonszemes
május 8.	Küldöttközgyűlés	Budapest
május 20–22.	Biologikum	Balatonszemes
május 27–29.	Komplekxkémiai Kollokvium	Balatonszárszó
május 28–29.	Biztonságtudományi Továbbképző Szeminárium 2026	Mátraszentimre
június 1–3.	Peptidkémiai Munkabizottság ülése	Balatonszárszó
június 1–3.	MKE–MTA Heterociklusos és Elemorganikus Kémiai Munkabizottság ülése	Balatonszemes
június 8–9.	MKE–MTA NMR-munkabizottság ülése	Balatonszemes
június 8–10.	Szerves és Gyógyszervegyész Konferencia	Esztergom
június 21–24.	21st Blue Danube Symposium on Heterocycles in Chemistry	Győr
június 22–24.	56. Kromatográfiai Továbbképző Tanfolyam	Szeged
július 13–17.	Varázslatos Kémia tábor a Miskolci Egyetemen	Miskolc
július 27–31.	Varázslatos Kémia tábor a Pannon Egyetemen	Veszprém
július 12–16.	10th EuChemS Chemistry Congress (ECC10)	Antwerpen
aug. 30. – szept. 3.	European Symposium on Analytical Spectrometry (ESAS)	Budapest
szept. 27–30.	12th Conference on Colloid Chemistry – 12CCC	Budapest
október 12–14.	31. Őszi Radiokémiai Napok	Balatonszárszó
november	Borsodi Vegyipari Nap	Miskolc
november 12.	Kozmetikai Szimpózium	Budapest
november 24–25.	XIV. Nemzetközi Festékipari Kiállítás és Konferencia	Budapest
december	Tömegspektrometriai Szakmai Nap	Budapest

## HUNGARIAN CHEMICAL JOURNAL LXXXI. No. 5. May

## CONTENTS

<i>An encounter with Sir David Attenborough twenty-two years ago</i>	134
ISTVÁN PALUGYAI	
<i>Chemical messages from an asteroid</i>	137
GÁBOR LENTE	
<i>Donau Lab: food industry measurements</i>	140
RÉKA SÁNTA	
<i>Safety signals on safe carrier surfaces</i>	143
TAMÁS AGÁRDI	
<i>Awards ceremony of the 5th TETT story writing competition</i>	145
TAMÁS KISS	
<i>Green and sustainable chemistry practices in secondary school education</i>	146
MIHÁLY KOVÁCS and ZOLTÁN MURÁNYI	
<i>Firefighters' protective clothing</i>	149
CSABA KUTASI	
<i>Textile crystallography</i>	155
ISTVÁN HARGITTAI	
<i>Chembits</i>	156
GÁBOR LENTE	
<i>Publication of the month</i>	158
<i>News of the month</i>	159



# CHEMIETAGE 2026

21.-23. Sept.

# TRUST IN CHEMISTRY

plenary talks • posters • oral presentations • excursions

IMC Kreams | Austria

Call for  
Abstracts  
open!



image source: IMC Kreams

[office@goech.at](mailto:office@goech.at)

Abstract submissions are available at: [chemietage.at](https://chemietage.at)



# Raman mikroszkópia gyorsan, vizuálisan

A Raman képalkotás korábban specialisták működési területe volt. Mára azonban számos olyan alkalmazási területen is fontos eszközzé vált, ahol a felhasználók nem spektroszkópai szakértők. A **Thermo Scientific DXR™xi képalkotó Raman mikroszkópokban** alkalmazott új műszaki és szoftveres képalkotó megoldások teljesen vizuálissá tették a készülékek használatát, így a technika helyett elsősorban a kérdésekre és a kapott válaszokra lehet fókuszálni.

## ... kompromisszumok nélkül.

• [thermoscientific.com/DXRxi](http://thermoscientific.com/DXRxi)



**DXR™xi Raman képalkotó  
mikroszkóp**

Nagyteljesítményű, integrált  
Raman képalkotó rendszer



**Thermo Scientific  
OMNIC™xi Raman  
képfeldolgozó szoftver**

Teljesen vizuálisan kezelhető,  
gyors, Raman spektroszkópián  
alapuló képalkotás

Kizárólagos képviselő:

**UNICAM Magyarország Kft.**, 1144 Budapest, Kőszeg utca 29.

Telefon: +36 1 221 5536

E-mail: [unicam@unicam.hu](mailto:unicam@unicam.hu) • Web: [www.unicam.hu](http://www.unicam.hu)

# UNICAM

Magyarország Kft.