A TARTALOMBÓL:

- PET palackok újrahasznosítása
- Monoterpén-indol alkaloidok szintézise
- Virágzó kémia Mosonmagyaróváron
- Geopolimerek
- Chemistry in Europe, 2019/3

# MAGYAR KÉMIKUSOK LAPJA

A MAGYAR KÉMIKUSOK EGYESÜLETE HAVONTA MEGJELENŐ FOLYÓIRATA • LXXIV. ÉVFOLYAM • 2019. OKTÓBER • ÁRA: 850 FT

## Interjú Orbán Gáborral, a Richter vezérigazgatójával

A lap megjelenését a Nemzeti Kulturális Alap támogatja

Nemzeti Kulturális Alap

A kiadvány a Magyar Tudományos Akadémia támogatásával készült

# AUTOMATA TOC ANALIZÁTOROK
# VÁLTOZATOS KIVITELEKBEN A LEGKÜLÖNBÖZŐBB TERÜLETEKRE

* Moduláris felépítés, variálható kivitelek
* Tiszta vizekhez és ivóvízhez (3ppb LOD értékű NDIR)
* Autosampler folyadék és szilárd mintákhoz
* Méréstartomány: 0-25000 és 0-60000 mg/L C
* Minta beadagolás: 0-2 mL illetve 1g-ig.
* Égetéses oxidáció 10 év kemence garanciával
* TIC, NPOC, DOC, TOC, TC és $TN_b$ mérése

* Moduláris felépítés, variálható kivitelek
* Felszíni vizekhez és szennyvízhez
* Autosampler folyadék és szilárd mintákhoz
* Méréstartomány: 0-100000 mg/L C
* Égetéses oxidáció 10 év kemence garanciával
* TIC, NPOC, DOC, TOC, TC és $TN_b$ mérése

* Univerzális mintabeadás 5 mL-es tégelyben robotkarral
* TIC, TOC és elemi szén tartalom szimultán mérése savazás nélkül
* Autosampler folyadék és szilárd mintákhoz
* Méréstartomány: 0-50 mg C és 0-20 mg N abs.
* Minta beadagolás: 0-3 mL illetve 0-3g
* Égetéses oxidáció 10 év kemence garanciával
* TIC, TOC, elemi szén és TN mérése

ACQURAY

* Moduláris felépítés, variálható kivitelek
* Nedves kémiai oxidáció UV fény mellett
* TOC, TN, TP és solid modulok választhatóan
* Mintabemérés: 2-40 mL, beállítható
* LOD: 2 ppb C, méréstartomány: 0-20000 ppm
* Szilárd modul: TIC, TOC és elemi C mérésre
* TIC, NPOC, DOC, TOC, TC és TN mérése

* A világon elsőként gyártott TOC-$TN_b$-IRMS mérőrendszer
* Ivóvíz, ipari víz, sóoldat, talajvíz és kivonatok mérésére
* Márixfüggetlen elválasztás szabadalmaztatott APT technológiával
* Méréstartomány: 0-60000 ppm
* Magas hőmérsékletű feltárás 10 év kemence garanciával
* TIC, TOC, $TN_b$, $^{13}C/^{12}C$, $^{15}N/^{14}N$ mérése

elementar
Analysensysteme GmbH
EXCELLENCE IN ELEMENTS
www.elementar.de

AKTIV INSTRUMENT Kft.
ANALITIKAI BERENDEZÉSEK, AUTOMATA ANALIZÁTOROK
1145 Budapest Pétervárad u. 14.
Tel.: (1)-789-2778, Fax: (1)-785-8489
Mail: kozpont@aktivinstrument.hu
web: www.aktivinstrument.hu

MAGYAR KÉMIKUSOK LAPJA
HUNGARIAN CHEMICAL JOURNAL

*LXXIV. évf., 10. szám, 2019. október*

A Magyar Kémikusok Egyesületének – a MTESZ tagjának – tudományos ismeretterjesztő folyóirata és hivatalos lapja

Szerkesztőség:
Felelős szerkesztő: KISS TAMÁS
SZEKERES GÁBOR örökös főszerkesztő,
Olvasószerkesztő: SILBERER VERA
Tervezőszerkesztő: HORVÁTH IMRE

Szerkesztők:
ANDROSITS BEÁTA, BANAI ENDRE, LENTE GÁBOR, NAGY GÁBOR, PAP JÓZSEF SÁNDOR, RITZ FERENC, ZÉKÁNY ANDRÁS
Szerkesztőségi titkár: SÜLI ERIKA

Szerkesztőbizottság:
SZÉPVÖLGYI JÁNOS, a szerkesztőbizottság elnöke,
ANTUS SÁNDOR, BIACS PÉTER, BUZÁS ILONA, HANCSÓK JENŐ, JANÁKY CSABA, KALÁSZ HUBA, KEGLEVICH GYÖRGY, KOVÁCS ATTILA, LIPTAY GYÖRGY, MIZSEY PÉTER, MÜLLER TIBOR, NEMES ANDRÁS, ifj. SZÁNTAY CSABA, SZABÓ ILONA, TÖMPE PÉTER, ZÉKÁNY ANDRÁS

Kapják az Egyesület tagjai és a megrendelők
A szerkesztésért felel: KISS TAMÁS

Szerkesztőség: 1015 Budapest, Hattyú u. 16.
Tel.: 36-1-225-8777, 36-1-201-6883
Fax: 36-1-201-8056
Email: mkl@mke.org.hu

Kiadja a Magyar Kémikusok Egyesülete
Felelős kiadó: ANDROSITS BEÁTA
Nyomdai előkészítés: Planta-2000 Bt.
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
Előfizetési díj egy évre 10 200 Ft
Egy szám ára: 850 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:
SÜLI ERIKA

Magyar Kémikusok Egyesülete,
1015 Budapest, Hattyú u. 16.
Tel.: 36-1-201-6883, fax: 36-1-201-8056,
e-mail: mkl@mke.org.hu

Aktuális számaink tartalma, az összefoglalók és egyesületi híreink, illetve archivált számaink honlapunkon (www.mkl.mke.org.hu) olvashatók

Index: 25 541
HU ISSN 0025-0163 (nyomtatott)
HU ISSN 1588-1199 (online)
DOI: 10.24364/MKL.2019.10

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

# KEDVES OLVASÓK!

*Merem remélni, a kedves olvasók elnézik nekem, hogy nem ennek a folyóiratszámnak a bemutatásával kezdem mondanivalómat. Ugyanis jó ideje foglalkoztatnak kisebb-nagyobb kérdések, amikről írni szerettem volna, de eddig nem kerülhetett rá sor.*

*Miután ez a lehetőség szerencsémre most felmerült, veszem a bátorságot, és élek vele.*

*Az egyik említett kérdés az ismeretek, a tudomány fejlődésének működési mechanizmusára vonatkozik.*

*2015. november 4. és 7. között a* World Science Forum *révén Budapest a tudomány fővárosaként szerepelhetett a világsajtóban. Talán ez a valóban fontos, a világsajtóban átfogóan ismertetett esemény jó alkalom lett volna arra, hogy felhívjuk a média és a közvélemény figyelmét egy sajnos egyre terjedő félreértésre. Nem kétséges ugyanis, hogy a tudományos világ haladása már jó ideje a* kutatás és fejlesztésben *fogalmazódik meg, és ezt a fent említett Fórum is meggyőzően érzékeltette. Annál sajnálatosabb, hogy a hazai médiában, nyilatkozatokban a „kutatás és fejlesztés”-ből szinte eltűnt, elpárolgott a kötőszó: értelemzavaróan kutatás-fejlesztésként, kötőjellel írják, mondják. Ez úgy hangzik, mintha a kutatás fejlesztéséről lenne szó, és persze ebben az értelemben ez helytelen.*

*A fogalom az angol* research and development *fordításaként került a magyar nyelvbe, és persze soha senki nem említi, írja* research-development*ként angolul.*

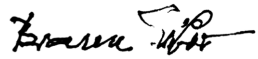
*Nem nagy ügy, mondhatnák egyesek, az és kötőszó eltűnésénél nagyobb bajok is előfordulnak a hazai tudományosságban. Ne fogadjuk el ezt a lekicsinylést. A tudomány természeténél fogva igényli a fogalmak pontosságát, szabatos alkalmazását. Hagyjuk meg az ést és írjuk helyesen a* kutatás és fejlesztést, *vagy akronimként* K+F *vagy* K&F*-ként. Ehhez újabb „és”-sel kapcsolódik a ma oly sokat emlegetett* innováció. *Mindegyiknek megvan a maga helye és szerepe a tudományos kutatásban, szoros kapcsolatuk nem kérdéses, de a fogalmakat jó mindig tisztán és a helyükön alkalmazni.*

*És most valóban térjünk rá az MKL tartalmának ismertetésére, ahol nem kevés vonzó, olvasandó anyagot említhetünk. Kiss Tamás főszerkesztő a tőle megszokott alapossággal járja körül Orbán Gáborral, a Richter Gedeon Nyrt. vezérigazgatójával folytatott interjújában a gyógyszeripar továbbfejlesztéséhez szükséges utánpótlás kérdését. Alapos és jól kommentált Kutasi Csaba dolgozata az egyes műanyaghulladékok újrafeldolgozásáról és hasznosításáról. Nem mehetünk el szó nélkül a szám diákírásai mellett (Árvai Barbara, Szűcs Lili, Kovács Anna), amelyek bizonyítják, hogy néha mennyire indokolatlanok a hazai középiskolás kémiai oktatást elítélő mondanivalók.*

*Arról is szólnunk kell, hogy a kémiai és más szakterületek fővárosra koncentrálódó aktivitásának legalábbis enyhítését mutatja be Liziczai Márk cikke és Buzás Ilona interjúja. Meggyőződésem szerint minden olvasónak vonzóak az érdekes írásaival jelentkező Silberer Vera cikkei. Ez nem új hír, hiszen nevezett szerző a múltban számos alkalommal kényeztette el olvasóit írásaival és interjúival.*

*Hogy mit jelent az elfogadott tudás folyamatos biztosítása, egészen kiválóan bizonyítja a hagyományként jelentkező Bruckner-termi előadásban ezúttal Varga Szilárd.*

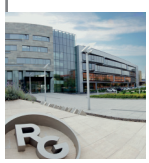
*2019. október*



*Braun Tibor*
*c. egyetemi tanár*

TARTALOM

VEGYIPAR ÉS KÉMIATUDOMÁNY
Létfontosságú a megfelelő szakmai utánpótlás biztosítása. Beszélgetés **Orbán Gáborral,** a Richter Gedeon Nyrt. vezérigazgatójával 298
**Kutasi Csaba:** A PET palackok és egyéb poliészterhulladékok újrafeldolgozása, újrahasznosítása 300
**Bruckner-termi előadás**
**Varga Szilárd:** Szelektív? Hatékony? Divergens? Kérdések és válaszok monoterpén-indol alkaloidok szintézise kapcsán 304
KÖZOKTATÁS – TANÁRI FÓRUM
**Liziczai Márk:** Virágzó kémia Mosonmagyaróváron 305
AZ ELEMEK PERIÓDUSOS RENDSZERÉNEK NEMZETKÖZI ÉVE
**Szücs Lili:** A nemesgázok kisugárzási színei, tulajdonságai 310
**Árvai Barbara:** Érdekes és hasznos elemek – a periódusos rendszerből 311
OKTATÁS
**Kovács Anna:** Geopolimerek – minőség és fenntarthatóság 312
Chemistry in Europe, 2019/3 315
KITEKINTÉS
**Braun Tibor:** A remény apoteózisa: szupravezetés szobahőmérsékleten. Gyémántsatuval a „Szent Grál-vegyület” nyomában 319
**Silberer Vera:** Durranógáz és rivaldafény 322
**Ménes András:** Fagyi Toulouse-Lautreckel 323
VEGYÉSZLELETEK
**Lente Gábor** rovata 324
EGYESÜLETI ÉLET 326
A HÓNAP HÍREI 328



**Címlapunkon:**
A Richter Gedeon Nyrt. Kémia Kutató és Irodaépülete

# Létfontosságú a megfelelő szakmai utánpótlás biztosítása

## Beszélgetés Orbán Gáborral, a Richter Gedeon Nyrt. vezérigazgatójával

*A Richter Gedeon Nyrt. az egyetlen a hazai gyógyszergyárak közül, amely megmaradt hazainak, mert privatizációja pénzügyi befektetők révén történt, a vezetése pedig hazai szakemberek kezében maradt. 2017 végén vezetőváltás volt a cég élén, és Orbán Gábor került a vezérigazgatói pozícióba. Egyesületünk vezetője, Simonné Sarkadi Livia bemutatkozó látogatást tett a vállalat vezetőjénél. A látogatást felhasználtuk arra, hogy érdeklődjünk a vállalatot és annak kapcsolatrendszerét érintő aktuális kérdésekről.*

*Több mint másfél éve történt vezetőváltás a Richter élén. Az új vezérigazgató, Orbán Gábor, elődjétől, Bogsch Eriktől eltérően nem „szakmabeli", hanem közgazdász. Jelent-e ez valamilyen hangsúlyeltolódást a vállalat gondolkodásmódjában?*

Óriási megtiszteltetés és egyben hatalmas kihívás, hogy 2017. november 1-től én tölthetem be a társaság vezérigazgatói tisztségét. Túlzás nélkül mondhatom, hogy a Richter olyan innovatív cég, amely meghatározó szereplője a magyar gazdaságnak és kiemelkedő képviselője hazánk ipari hagyományainak. Fontosnak tartom, hogy azt a szellemiséget, azokat az értékeket, amelyek a hazai nagyvállalatok sorából kiemeltek és versenyképessé tettek minket, továbbvigyük és megerősítsük. Ilyen a kutatás-fejlesztés középpontba helyezése, a nemzetközi jelenlét, a költségtakarékosság és az emberközpontúság.

Az, hogy nem vagyok kémiai, gyógyszerészeti vagy orvostudományi értelemben „szakmabeli", a kezdetekben valóban nyomasztóan hatott, de úgy látom, hogy a kívülről érkezésnek lehetnek határozott előnyei is. Egyrészt alázatra int, ami véleményem szerint elengedhetetlen a jó vezetéshez. Másrészt – természetesen rengeteg tanulás mellett – talán ez még segíti is egy olyan friss, rendszerszintű gondolkodás megszerzését, ami közgazdászi ismereteimmel kombinálva hasznos lehet a stratégiai célok kijelölésében, illetve azok sikeres megvalósításában.

*Voltak nehézségek abban, hogy a hagyományokat megőrizze, de mégis új stratégiai irányokat alakítson ki?*

A középpontban továbbra is a magas szellemi hozzáadott érték és az innováció áll. Ugyanakkor a stratégiánknak az elmúlt időszakban elért eredményeinkre, illetve a gyógyszeripart érő kihívásokra is reflektálni kell. Folyamatosan azt látjuk, hogy fokozódik a szabályozási oldalról érkező nyomás, egyre nagyobb az árerózió, egyre erőteljesebb a nemzetközi verseny, egyre nehezebb az új originális gyógyszermolekulák felfedezése és általában véve az új termékek bevezetése, miközben a költségek folyamatosan növekednek. Ennek a helyzetnek a kezeléséhez jól definiált vállalati stratégiára van szükség, amely képes a teljes portfólión belül a különböző életciklusban lévő termékek számára világos

irányokat kijelölni. Fontosnak tartom azt is, hogy a stratégia minél konkrétabb célkitűzéseket tartalmazzon, amelyek alapján az egyes területekhez egyértelműen hozzárendelhetőek a megvalósítást szolgáló operatív feladatok. Ennek jegyében készült el az újragondolt stratégiánk, amely egyszerre biztosítja a felmerülő kockázatok kezelését és a folytonosságot az értékek továbbvitelében, illetve az üzletmenetben.

*A vállalat a kutatást mindig kiemelt fontosságú területként kezelte. Originális kutatási sikerei (mint például a cariprazine) világszerte ismertté tették a cég nevét. Ez többek között szoros kapcsolat kiépítését eredményezte hazai kutatóhelyekkel és egyetemekkel, mely révén a Richter a kémiai és gyógyszerész szakokon végzett fiatalok egyik népszerű és vágyott elhelyezkedési helyévé vált. Mennyiben folytatódik ez a jövőben is?*

Ezerfős kutató-fejlesztő bázisunkkal Közép-Kelet-Európa legjelentősebb gyógyszerkutatási központjának számítunk. Ahhoz, hogy ez a jövőben is így legyen, létfontosságú a megfelelő szakmai utánpótlás biztosítása. Épp ezért hosszú évekre visszatekintő, folyamatosan aktív együttműködéseink vannak több egyetemmel is, köztük a Debreceni Egyetemmel, a Budapesti Műszaki Egyetemmel vagy a Pécsi és a Szegedi Tudományegyetemmel. Ezek az együttműködések kiterjednek különböző K+F projektekre, EU-s és hazai pályázatokon való közös részvételre, illetve az oktatási tevékenységre. Rendszeresen biztosítunk gyakorlati helyet vagy PhD-dolgozatírási lehetőséget hallgatóknak. Támogatjuk az ELTE és a Műszaki Egyetem együttműködésében, 2018-ban indult biotechnológia MSC szakon tanuló hallgatókat is. Ez az új, hiánypótló szak olyan tudást biztosít, amely az innovatív gyógyszercégek számára, mint a Richter, nélkülözhetetlen. Fontos itt a saját és közös alapítású alapítványainkat is megemlíteni, hiszen ezek is kulcsszerepet játszanak az oktatás támogatásában.

*Kik a legfőbb kedvezményezettek, akár ha az előbb említett alapítványaikon keresztül történő támogatási gyakorlatukat nézzük?*

Alapítványainkon keresztül többek között ösztöndíjat biztosítunk egyetemi hallgatók számára, valamint egyetemi kutatócsoportok munkáját segítjük. Fiatal kutatók, vegyészmérnökök, gyógyszerészhallgatók továbbképzését éppúgy támogatjuk, mint a kémiában kiemelkedő tehetségű középiskolásokat vagy az oktatásban kimagasló szerepet betöltő tanárokat. A Magyar Tudományos Akadémia Lendület munkacsoportját a kezdetektől fogva támogattuk, illetve rendszeresen fogadunk szakmai célú gyárlátogatásra is hallgatókat. A jövőben is feltétlenül fenn kívánjuk tartani, sőt bizonyos tekintetben erősíteni is igyekszünk ezeket a tevékenységeket.

*Az idén 20 éves a Richter Gedeon Alapítvány a Magyar Kémiaoktatásért díja, melynek keretében évente négy kémiatanár veheti át kiemelkedő szakmai munkásságáért a tekintélyes pénzjutalommal is járó kitüntetést. Mindemellett a Richter társalapítója a középiskolás tanárok körében igen nagy presztízzsel bíró Rátz Tanár Úr Életműdíjnak is, melyet évente két-két matematika-, fizika-, biológia- és kémiatanárnak ítél oda az elismert szakemberekből álló kuratórium. Miért kiemelten fontosak a Richter számára ezek a díjak?*

Meggyőződésem, hogy a nemzetgazdaság és ezzel együtt a Richter versenyképessége nagymértékben függ az oktatás színvonalától, hiszen az innovációs képesség legfőbb motorja a jól képzett szakembergárda. Éppen ezért kiemelt figyelemmel kísérjük a magyar oktatás helyzetét és kötelességünknek érezzük, hogy lehetőségeinkhez mérten mi is szerepet vállaljunk e területen egyetemi együttműködések vagy éppen szponzoráció formájában.

A Magyar Kémiaoktatásért díjjal olyan általános iskolai és középiskolai kémiatanárokat ismerünk el, akik nagy hangsúlyt fordítanak a kémia oktatására, megszerettetésére, valamint a tehetséges diákok felkarolására. Mindezzel jelentősen hozzájárulnak, hogy minél több diák válasszon olyan pályát, amely a Richter számára szakképzett munkaerő-utánpótlást biztosíthat. A másik említett elismerés, a Rátz Tanár Úr Életműdíj a természettudományos oktatás terén játszik hasonló szerepet.

Ezek a kezdeményezések véleményem szerint túlmutatnak a tanári munka erkölcsi és anyagi elismerésén. Szeretnénk vele példát is mutatni a gazdasági szereplőknek, hogy lehetőségeikhez mérten támogassák az oktatást, hiszen az igazi befektetés a magyar gazdaság számára a tudásban rejlik.

*Hasonlóképpen kiemelkedő a Richter kapcsolata a kémikustársadalommal. Példamutató a támogatás, amiben a vállalat hosszú évek óta a Magyar Kémikusok Egyesületét részesíti. Külön kiemelném a Richternél működő MKE Gyári Csoport rendkívül magas szintű és hasznos munkáját, ami miatt ez a csoport referenciaértékűvé vált az MKE berkein belül is. Ön hogy látja ezt az együttműködést?*

Magam is úgy látom, igen gyümölcsöző a kapcsolatunk a hazai kémikustársadalommal, így a Magyar Kémikusok Egyesületével is, és örömömre szolgál, hogy számos nálunk dolgozó kutató vesz részt aktívan az Egyesület által szervezett szakmai előadásokon, fórumokon. Ami pedig az MKE Richter Gyári Csoportot illeti, Szántay Csaba, valamint őt követően Demeter Ádám elnöksége alatt ez a csoport a Richter belső kultúrájának szerves részévé vált. Elhivatott munkájuknak köszönhetően számos különleges és igen sikeres szakmai fórumot indítottak a Richteren belül. Az ilyen platformok lehetővé teszik, hogy egy szervezetileg és szakmailag is rendkívül színes közegben a kollégák jobban megismerjék a cég működését, valamint egymást, illetve bepillantást nyerjenek a cégen belüli vagy akár azon kívüli szakterületekbe. De visszakanyarodva az MKE és a Richter kapcsolatára, természetesen a jövőben is igyekezni fogunk lehetőségeinkhez mérten támogatni az Egyesület munkáját, valamint a kémia iránt érdeklődőket a kölcsönös előnyök kiaknázása érdekében.

*Köszönjük a beszélgetést. Bízunk abban, hogy a jövőben tovább tud erősödni az együttműködés a Richter és a kémikustársadalmat képviselni hivatott MKE között.*

**Kiss Tamás**

Kutasi Csaba

# A PET palackok és egyéb poliészterhulladékok újra-feldolgozása, újrahasznosítása

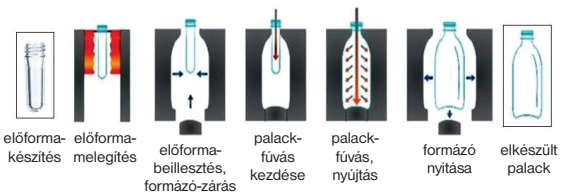
*A polietilén-tereftalát (PET) összetételű műanyag a köznyelvben poliészterként terjedt el. 1928-ban sikerült először előállítani, a szálképzésre alkalmas polimer gyártása 1941-ben kezdődött. Jelenleg a mesterséges textilipari nyersanyagok 70%-a poliészterszál, az ebből előállított ruházati és egyéb késztermékek életciklusa végén jelentős mennyiségű műanyaghulladék képződik. Az 1970-es években megjelent fröccsfúvási eljárás tette lehetővé a háromdimenziós termékek kialakítását, így terjedtek el a könnyű, átlátszó, ellenálló és nem törékeny PET palackok. Tekintettel a PET kb. 450 év alatti lebomlására, az újrafeldolgozás és újrahasznosítás fokozása egyre sürgetőbb feladat.*

A lineáris poliészter előállításához évente 104 millió hordó (1 hordó kb. 159 liter) kőolajat használnak, a gyártott poliészter kb. 60%-ából textilipari szálasanyag készül, mintegy 30%-ából lesz PET palack (a többi egyéb műanyag tárgy). Az összes szál-termelés kb. 60–65%-a mesterséges szál, ennek a fajtának kb. 70%-át a poliészter teszi ki. Az újonnan előállított poliészter gyártásához jelentős mennyiségű, 125 MJ/kg energiát használnak fel, az újrahasznosított változat energiaigénye csak 66 MJ/kg. A szén-dioxid-kibocsátás az alapvegyületekből történő előállításnál 9,52 $CO_2$/kg, a másodlagos felhasználásánál 5,19 $CO_2$/kg terheléssel jár. Minden olyan újrahasznosító eljárás összeegyeztethető a fenntartható fejlődéssel, amelynek során új alapanyagok, polimerek állíthatók elő. Ugyanígy az újrafeldolgozási lehetőségek is csökkentik a környezetterhelést.

Az anyagelemzések, degradációs modellezések szerint a PET kb. 450 év alatt bomlik le. Az új állapotú polietilén-tereftalát rendkívül ellenálló, nincs hatással az élő szervezetekre. Viszont a termelődő PET hulladékkezelés nélkül, a környezetben való felhalmozódása és nagy mennyisége következtében ártalmassá válik. Hazánkban évente 1,4–1,6 milliárd db PET palackhulladék keletkezik (a poliészter textilhulladékok szelektív gyűjtésének hiányában ennek mértéke bizonyára nem ismert), egyelőre közel 20%-át újrahasznosítják Magyarországon, további részét részben külföldre szállítják **(1. ábra)**.

Az országban működő újrahasznosító üzemben az összegyűjtött és ismételt feldolgozásnak megfelelő műanyag palackokat a bezúzás után megtisztítják, majd fröccsöntéssel regranulátumot készítenek. Ez a másodlagos granulátum a palackgyártás új alapanyagát váltja ki, amit nagyrészt külföldről szereznek be a magyar palack-előállítók. Az újrahasznosított alapanyagból az előforma és a palack már nálunk készül, így egyes ásványvizek, ill.

**1. ábra. A PET jelenlegi újrahasznosítása nálunk**



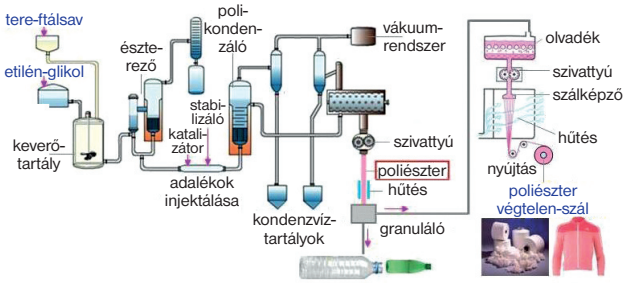

**2. ábra. A PET palackok gyártási folyamata**

szénsavas üdítők egy része a forgalmazók által előállított, újrahasznosított palackokba kerül **(2. ábra)**.

## Az új poliészter előállítása alapvegyületekből

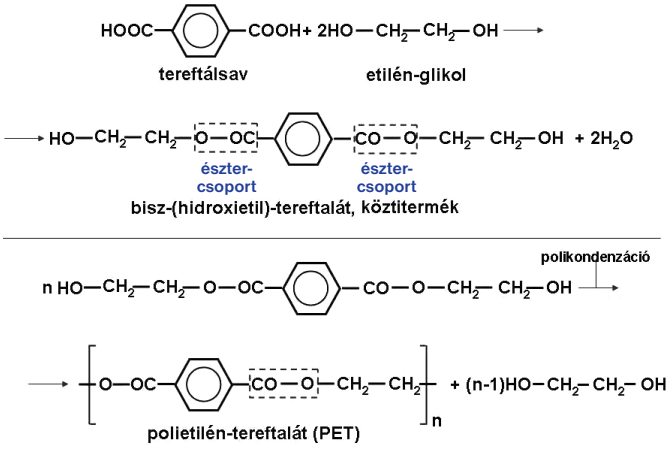
A polietilén-tereftalátot tereftálsavból, pontosabban dimetil-észteréből és dietilén-glikolból állítják elő polikondenzációval. A tereftálsavat főleg a kőolajpárlatból származó p-xilolból nyerik oxidáció és észteresítés során. Az etilén-glikol etilénből (ami kőolajból vagy a földgázból krakkolással nyerhető) készül, etilén-oxidon vagy etilén-klórhidriden keresztül képződik. Az alapvegyületekből kétlépéses polikondenzációval alakul ki a polimer. Először a tereftálsav-dimetil-észtert katalizátor jelenlétében etilén-glikollal melegítik (etilén-glikolos diészter képződik). A szűréses tisztítás után, vákuumban 280 °C-on játszódik le a polikondenzációs polimerképző reakció, antimon-oxid ($Sb_2O_3$) katalizálásával. Az így előállított polietilén-tereftalát ömledéket lehűtik és granulálják. Az ebből az ömledékből előállított, nagyobb mole-

kulatömegű polietilén-tereftalát az ún. szilárd fázisú polimerizáció eredménye. A tiszta PET amorf polimer, de képes kristályosodni gócképzők, ill. hőkezelés hatására. A nagy molekulájú anyag 72 °C-ra melegítve a ridegből nagy rugalmasságú, kristályos fázisú szemipoláris polimerré alakul. Ilyen állapotban a láncmolekulák nyújthatók, egymás mellé rendezhetők egy vagy két irányban. Az egyirányú orientáció alapja a textilipari szálasanyag előállítása, a két irányba rendezett polimerből pedig pl. PET palack vagy film készülhet. A szálgyártáshoz a polimert megolvasztják kb. 260 °C-on, és a szálképzéshez olvasztótárcsás berendezést használnak. A végtelen, de még vastagabb ágakból álló szálfolyamot végül 100–150%-ra nyújtják **(3. ábra)**.




**3. ábra. Az új előállítású poliészter képzése**

A közvetlen kőolajból (vagy részben földgázból) történő PET-előállítás jelentős szénhidrogén- és energiaigénnyel terheli az eleve túlterhelést mutató földi erőforrás-rendszert. Az energiagazdálkodással kapcsolatban kiemelendő, hogy az újrahasznosított polietilén-tereftalátban rejlő, ún. rezervált energiatartalom hasznosítása is lényeges forrás. Egy kilogramm poliészterben annyi energia raktározódik, amely közel nyolc és fél liter átlagos oktánszámú benzin energiatartalmával egyenértékű **(4. ábra)**.




**4. ábra. A PET típusú poliészter előállításának kémiája**

A polietilén-tereftalát szerkezetű poliészter textilipari újrahasznosítása egyelőre nem terjedt el olyan mértékben, mint amit a megnövekedett hulladékmennyiség elvileg lehetővé tenne. A PET anyagú eszközök, tárgyak és textilipari termékek jelentős mennyiségben kínálnak újrafelhasználható alapanyagot. Meghatározó bázist képeznek az ásványvizes és üdítőitalos palackok, melyekből – a jól szervezett szelektív hulladékgyűjtés ellenére – még nagyon sok kerül a szeméttelepekre, hulladékégetőkbe. Így komoly környezeti probléma és anyagi veszteség okozói a nem hasznosuló és nem biodegradábilis palackok (továbbá a textilhulladékok).

## Az újrahasznosítás forrásai, lehetőségei

Az újrahasznosított polietilén-tereftalát alapanyagok többféle forrása ismert. A világon a legfőbb alapanyagbázist a szelektív palackgyűjtés, illetve a használt poliészter alapanyagú, hulladékká vált használt textilanyagok begyűjtése képezi. Utóbbit a fogyasztói forgalomból származó, újrafelhasználandó PCRPET-nek (Post Consumer Recycled PET) nevezik. A jelentős mennyiségű forrást képező, textiliparból származó poliészter a PIRPET (Post Industrial Recycled PET), amely a kelmeképző és kikészítő üzemekben keletkező hulladékvágatokból, valamint a konfekcionáló vállalkozásoknál képződő szabászati hulladékból származik. Az összegyűjtött PET-hulladékból (palack, textília) mechanikus és kémiai eljárással képezhető újrahasznosuló anyag. A mechanikus módszer egyszerű, miután az aprított nyers PET-ből hőkezelés után készítenek újrahasználható műanyagot. Ezzel az energiakímélő eljárással (csak az aprítási és hevítési művelet igényel energiát) viszont nem állíthatók elő minden irányú felhasználásra alkalmas homogén szálasanyagok (főleg az idegen és szennyezőanyagok előfordulása miatt). A kémiai alapú újrahasznosító eljárások közül kiemelendő az ún. PETRETEC-eljárás. Ennek során a hulladék polietilén-tereftalátot tereftálsav-dimetil-észterré (DMT – dimetiltereftalát, a tereftálsav és a metanol észtere) és etilén-glikol monomerekké alakítják. A PET-ből lebontással tereftálsav-dimetil-észter alakul. Az etilén-glikol izolálása nehezebb, de megoldható feladat.

## Mechanikai újrahasznosítás

Az aprítás során különböző méretű, alakzatú és vastagságú részek keletkeznek. A palack falrészéből 0,5 mm-nél vékonyabb, lemez jellegű darabkák képződnek, ezek 65–70%-ot tesznek ki. A talp- és nyakrészből általában 1 mm-nél vastagabb, tömörebb részecskék nyerhetők, arányuk 30–35%-os. Ugyanakkor számolni kell az átmenetet képező részecskék elfordulásával is. Amennyiben az újrahasznosítási folyamatba a különböző hulladékrészek vegyesen kerülnek be, úgy a visszanyert anyagot ingadozó minőség jellemzi. Az optimális minőség érdekében szükséges olyan ipari méretekben megbízható osztályozási technika biztosítása, amely a vastagság és alakzat szerinti elkülönítést lehetővé teszi. A szétválasztás hatékonysága a részecskék mozgatásától függ, amit az áramlásnál fellépő, a hulladékaprítékra ható ellenállás-erők befolyásolnak. Főleg a lemez jellegű részecskék áthaladása kritikus az osztályozótérben, eltérő helyzetük és különböző légellenállásuk miatt. Ennek következtében az azonos jellemzőkkel rendelkező részecskék is eltérően süllyedhetnek, szemben a vastagabb és tömörebb hulladékrészek mozgásával.

Az elválasztási módszerek közül a pneumatikus fluidizáció, illetve az ún. cikcakk-szeparátor került előtérbe. A tapasztalatok alapján utóbbival érik el a részecskék éles váltású besorolását, különös tekintettel az átmeneti darabkák viselkedésére. Ezek a fluidizációs eljárás során a lemezszerű csoportba kerültek, a cikcakk-szeparátorban történő szétválasztásnál a tömörebb részecskéknek megfelelő frakcióban válnak ki, ami a feldolgozás szempontjából kedvezőbb.

A felaprított szilárd hulladék olvasztását főleg az egy irányba forgó kétcsigás extruderekben végzik, az olvadékban előforduló légnemű anyagok (gázok és gőzök) maradéktalan eltávolítása többlépcsős folyamat eredménye (így a szárítás is elkerülhető). A polimerolvadék szűrésénél lényeges az állandó nyomás fenntartása, csak így oldható meg a hatékony tisztítás. Egyidejűleg több

válogatás, tisztítás | bálázás | aprítás darálással | regranulátum-képzés

regranulátum | előforma-készítés palackkészítéshez

**5. ábra. PET palackok újrafeldolgozása Karcagon**

szűrőegység működik, ezekben a szűrőelemek rozsdamentes acélhuzalból készült szitaszövetek optimális aktív felülettel. Az adott üzemcsatornában a szennyeződéssel telített polimerolvadék visszaáramoltatható – miközben a többi egység végzi a hatékony szűrést –, majd a tiszta szűrővel rendelkező csatorna ismét munkába áll.

Az ún. primer újrafeldolgozásnál a tisztított és felaprított PET-hulladékot részben hozzákeverik az alapvegyületből készítendő polimerhez. A szekunder hasznosításnál a kellően előkészített anyagból extruderen képeznek újrafelhasználható műanyagot, ami granulálás után alkalmas feldolgozásra **(5. ábra)**. Ugyanakkor az így feldolgozott polietilén-tereftalát minősége romlik, molekulatömege valamelyest csökken (a polimert felépítő láncmolekulák részleges szakadása miatt).

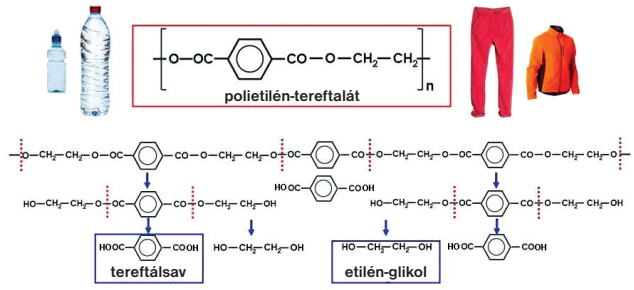
## Kémiai újrahasznosítás

A tercier feldolgozásnak is nevezett módszernél a PET-et felépítő láncmolekulák kisebb egységekké, akár monomerekké bomlanak le, szolvolízis (az oldószer végzi a lebontást), vagy pirolízis (a műanyag levegőtől elzárt hevítése) útján.

A PET-hulladék újrafeldolgozhatóságát nagyban befolyásolja annak szennyezettsége, a szennyezőanyagok kémiai hovatartozása, bomlása. Például a polivinil-acetátból ecetsav, a polivinil-kloridból sósav szabadul fel, a savas vegyületek pedig a láncmolekulák részleges szakadását, a molekulatömeg csökkenését okozzák, szilárdságcsökkenést előidézve. Többek között a palackokon előforduló nyomtatott fóliák színezőanyaga is zavaró tényező, ezért is fontos a tökéletes válogatás és előkészítés.

A PET kémiai újrahasznosításának lényege a – már említett – szolvolízis, aminek során a polimerláncban levő észterkötéseket megbontják; ehhez különböző oldószerek (víz, sav, alkoholok, esetleg aminok) alkalmasak. A hidrolízises lebontás történhet semleges, savas, ill. lúgos közegben. Az ammonolízis (koncentrált ammóniával), a metanolízis (metanollal) szintén alkalmas a láncmolekulák leépítésére, monomerré bontására. A glikolízissel végzett degradáció esetében különböző glikolokat (etilén-glikol, dietilén-glikol, propilén-glikol, dipropilén-glikol) használnak, a lebontás katalitikus, oldószeres, szuperkritikus (az etilén-glikol szuperkritikus hőmérséklete és nyomása felett) és mikrohullámú (a sugárzás biztosítja a fűtési energiát) körülmények között végezhető.

A nem teljes lebontásig végzett glikolízissel ún. poliészter-poliolok képződnek, ezek többek között a poliuretán nyerésre, műgyanták, ill. textillágyítók előállítására használhatók. A szálgyártásnál keletkező rossz minőségű termékek, poliészterhulladékok nem használhatók fel újra a szálképzési folyamatban, ezekből is poliészter-poliolokat készítenek. A megfelelő minőségű hulladékanyagból célirányosan kialakított depolimerizációs reakcióval a teljes lebontás megvalósítható, a kialakított alapvegyületekből lehet szintetizálni a polietilén-tereftalátot **(6. ábra)**. (A PET depolimerizációja a kémiai újrahasznosítás során)



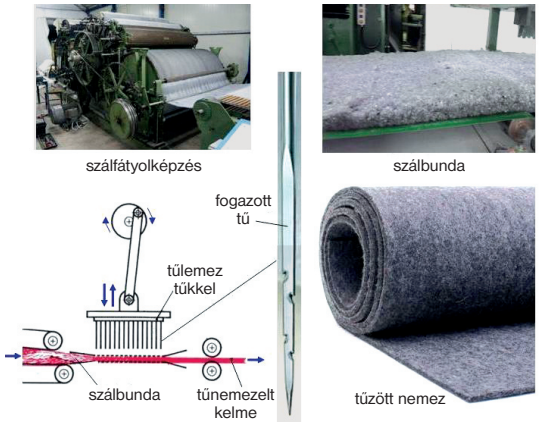

**6. ábra. A PET depolimerizációja a kémiai újrahasznosítás során**

## A textilipari újrahasznosítás helyzete

A poliészterhulladékok (szál- és kelmegyártási maradványok, ruhaipari szabászati belső hulladékok; életciklus végét követően összegyűjtött ruházati és egyéb textiltermékek) aránylag egyszerűbb hasznosítására nyílik lehetőség a nemszőtt kelmék (törlőkendők, szűrőkelmék, geotextíliák, töltőanyagok, egyszer használatos egészségügyi textíliák stb.) gyártásánál. Ezek egyik típusa többrétegű szálfátyolból felépülő szálbundából készül. A lapszerű textilanyagú hulladékot ún. farkasoló tépőgépen szálakra bontják szét, majd a fonodákban használatos kártológépeken közel párhuzamos helyzetű szálakból álló fátylat képeznek. Ezeket több rétegben keresztezve egymásra helyezik, így alakul ki a szálbunda. Megoldást jelenthet az is, hogy az önálló elemi szálakat légáramlat segítségével továbbítják egy szállítószalagra vagy egy perforált szívódob felületére; a leválasztott szálréteg alkotja a bunda alapanyagot.

A készülő textilfelületen belüli szálak között kötőanyaggal vagy hőkezeléssel (olvasztásszerű lágyítással) érik el a szilárdítást a vegyi módszer esetén. A mechanikus szilárdítás a szálak közötti súrlódás fokozásával történik. Például a tűnemezelés során nagyszámú speciális kialakítású fogazott (szakállas) tűt szúrnak keresztül a szálrétegen, amelyek a visszahúzásnál szálakat/pászmákat húznak magukkal, vastagság irányban tömörítve a szálrendszert. A mechanikus szilárdítás másik módszere a vízsugaras kuszálás. Ennek során vékony, nagy nyomású vízsugarakat bocsátanak a textilrétegre, így a szálak vastagság irányban kuszálódva tömörítik, szilárdítják a nemszőtt-kelmét **(7. ábra)**. Mechanikus szilárdítású nemszőtt-kelme képzés)

A kémiailag újrahasznosított polietilén-tereftalát mechanikai tulajdonságai egyrészről kedvezőbbek, a szálat felépítő anyag át-




**7. ábra. Mechanikus szilárdítású nemszőtt kelme képzése**

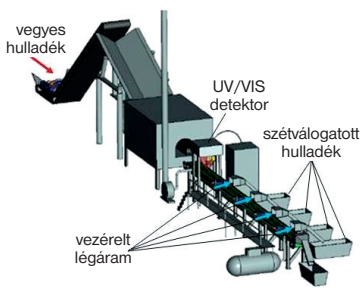
lagos molekulatömege nagyobb, fokozottabb a szívósság (mint a dinamikai igénybevételekkel szembeni ellenállás), ugyanakkor alacsonyabb a rugalmassági modulus (az a fajlagos húzóerő, amely szükséges lenne a szál hosszának megkétszerezéséhez).

A kémiailag újrahasznosított PET szálak esetében néhány tényező azonban még gátolja az új előállítású szálakkal való egyenértékűséget:

– A szálak alapszíne az újrahasznosított változatnál enyhén krém elszíneződésű, így fehér és élénk színezetű termékek gyártása nehézkes.
– A szálak színezésénél eltérések fordulnak elő, az újrahasznosított alapanyag nehezebben színezhető, több színezék, víz és energia szükséges adott színezet eléréséhez.
– A másodlagos feldolgozású poliészterszál nem jelent korlátlan felhasználhatóságot, finom textíliák előállítását még nem teszi lehetővé. Ezért pl. polártermékek, egyen- és munkaruha-alapanyagok, speciális hálós bélések céljára alkalmazzák. Gyakori az alapvegyületekből kiinduló PET szálak gyártása során, a hulladékból kémiai újrahasznosítással visszanyert monomerek bekeverése. Az egyes műszaki textíliákhoz (pl. hálók, kisebb igényű kompoziterősítő vázanyagok stb.) is felhasználható az újrahasznosított PET-ből készült szálasanyag.

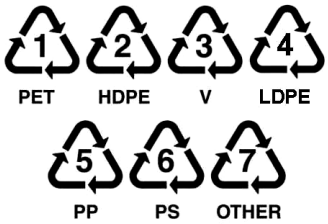
## A műanyaghulladékok szétválasztása

A sikeres újrahasznosítás előtt általában gondot okoz, hogy a hulladékban többféle műanyag van jelen. A külső képi elven alapuló kézi válogatással például alak és szín szerint – esetleg azonosító jelzések figyelésével – azonosíthatók az egyes anyagfajták (pl. PET palack), textiltermékeknél a szalagcímkén feltüntetett nyersanyag-összetétel alapján. Ismertek automatizált azonosító eljárások is. A hulladék aprítása utáni szitálás során az elválasztásra módot ad a sűrűség szerinti osztályozódás a levegőáramban. Komplex spektrofotometriás elosztási technológiák is rendelkezésre állnak [UV/VIS (ultraibolya-látható tartományú spektroszkópia), NIR (közeli infravörös spektroszkópia), lézer stb., **8. ábra**].




**8. ábra. Automata műanyaghulladék-osztályozó rendszer**

A különböző hulladékanyagok, csomagolóeszközök újrahasznosíthatóságát több módon jelölik a világon. A leggyakoribb, Európában egységesen használt a három egymásra mutató stilizált nyíl jellegű embléma, számmal a közepén, és/vagy betűkkel alatta. Ezt a jelölési rendszert nem terjesztették ki minden anyagtípusra, pl. a szálerősítésű kompozitokra sincs jelzés **(9. ábra)**.




**1** – **PET** vagy **PETE** – polietilén-tereftalát
**2** – **HDPE** – nagy sűrűségű polietilén
**3** – **PVC** – polivinil-klorid
**4** – **LDPE** – kis sűrűségű polietilén
**5** – **PP** – polipropilén
**6** – **PS** – polisztirol
**7** – vagy **0** – egyéb újrahasznosítható anyag

**9. ábra. Néhány újrahasznosítható anyag jelölése**

## A közvetlen pusztító műanyaghulladék

2018 februárjában vetette partra a víz egy fiatal, nagy ámbráscet tetemét Spanyolország déli partvidékén. A kutatók kiderítették, mi végzett a hatalmas állattal. A boncolás során a szakértők csaknem 29 kg műanyaghulladékot szedtek ki az elpusztult cet gyomrából és beleiből **(10. ábra)**. A 10 méter hosszú állatból kioperált szemét között voltak műanyag zacskók, kötél- és üveg-

**10. ábra. Példa a pusztító műanyaghulladékra**

darabok, valamint flakonok. Az állat tápcsatornájában maradt idegen anyagok okozták a végzetes hasüri fertőzést.

Befejezésül mutatunk egyet a számos biztató törekvés közül a tengerbe került műanyaghulladékok kezelésére. Yvan Bourgnon 2016 szeptemberében hozta létre a The SeaCleaners nevű szervezetet a tengeri műanyaghulladék begyűjtésére, feldolgozására. Az innovatív – mintegy üzemként is működő – vízi jármű, a Manta nevű quadrimarán a tervek szerint 70 méter hosszú, 49 méter széles és 61 méter magas lesz. A hajó hibrid hajtóműrendszere szél- és napenergiára, valamint a Dyna–Rigg nevű vitorlarendszerre (a forgó oszlopok modern szögletes vitorlafelülete zárt szélfogórendszert képez) épül. Naponta csaknem tíz tonna műanyagszemét begyűjtésére és feldolgozására lesz képes, ami egy nagyjából 25 napos misszió esetén 250 tonna hulladékbegyűjtést és feldolgozást jelent.

IRODALOM
[1] Máthé Csabáné: PET palackok újrahasznosítása, Műanyagipari szemle (Műanyagok és a környezet) (2007) 1.
[2] Bugyi Orsolya: Polietilén-tereftalát kémiai újrahasznosítása, és az új, értéknövelt termékek jellemzése, BME Fizikai Kémia és Anyagtudományok Tanszék, Műanyag- és Gumiipari Laboratórium, Budapest, 2005.

# Bruckner-termi előadás

Varga Szilárd
MTA TTK Szerves Kémiai Intézet

# Szelektív? Hatékony? Divergens? Kérdések és válaszok monoterpén-indol alkaloidok szintézise kapcsán

A komplex, főként a természetes vegyületek szintézise a szerves kémia egyik meghatározó területe, amely az elmúlt százötven évben mindig más és más szempontból töltött be kulcsfontosságú szerepet e tudományos diszciplína fejlődésében. Napjainkra a terület kutatói számos olyan irányelvet fogalmaztak meg, amelyek célja – az ideális és hatékony szintézisek elérésére – a gyors komplexitásnövelés, az új kémiai reaktivitások kihasználása, az akadémiai laboratóriumokban megvalósítható méretnövelhetőség és a divergens szintézisek megvalósítása. [1]

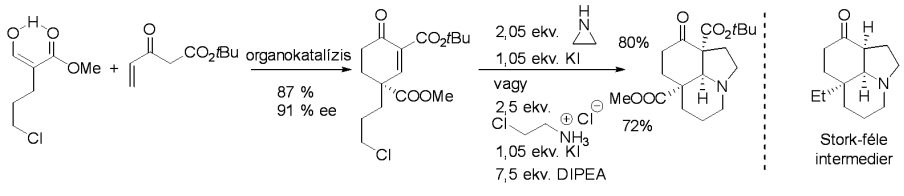
Ezen irányelvek alapján kívántuk monoterpén-indol alkaloidok szintézisét megvalósítani. Választásunk azért erre a természetesvegyület-családra esett, mert tagjai viszonylag kis méretük ellenére meglehetősen komplexek és számos közülük jelentős biológiai aktivitással bír. Ezenkívül szintetikus szempontból még napjainkban is sok kihívást rejtenek, melyek közül talán az egyik legnehezebbnek az Aspidosperma típusú vegyületekben található kvaterner szén aszimmetriacentrum szelektív kialakítása tekinthető. Továbbá ezen alcsalád számos tagja a központi vázon oxidált oldalláncot tartalmaz, amelyek előállítására a korábbi szintézisek nem adnak széleskörűen alkalmazható megoldási lehetőséget. [2]

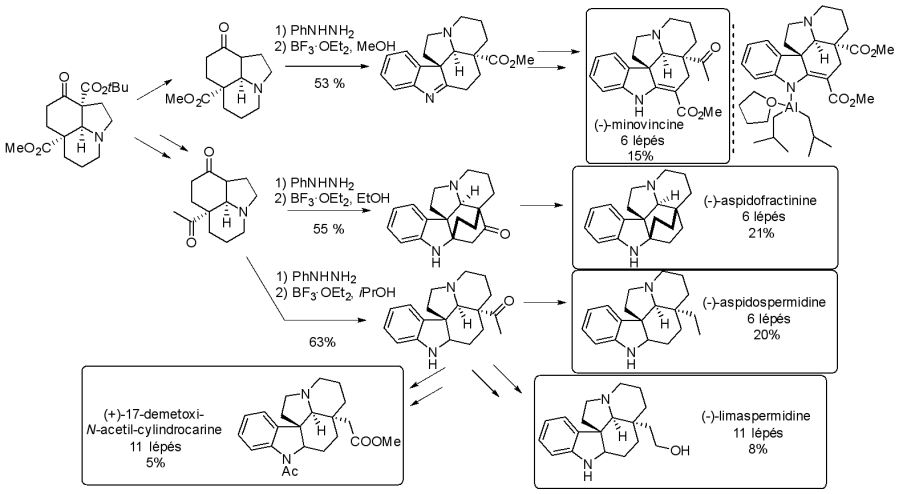
Korábbi kutatásaink során több módszert is kidolgoztunk poliszubsztituált ciklohexánszármazékok enantio- és diasztereoszelektív előállítására. Ezek közül az egyik módszer kvaterner szén sztereocentrumot, illetve elektronszegény szén-szén kettős kötést is tartalmazó ciklohexénonszármazékok előállítását teszi lehetővé. [3] Az ilyen típusú ciklohexénszármazék jó kiindulópont volt a Stork és Dolfini által kidolgozott szintézisút módosítására [4], amely során egyszerű kiindulási anyagokból szelektív, hatékony és divergens szintézis tervezhető az Aspidosperma típusú indol alkaloidok előállítására. Ehhez enantioszelektív organokatalitikus kaszkádreakcióval állítottunk elő megfelelően szubsztituált ciklohexénonszármazékot (80 g-os méretben). Majd továbbalakítottuk aziridin segítségével egy alkilezés–Michael-addíció–gyűrűfelnyílás–gyűrűzárás kaszkádban a módosított Stork-féle intermedierré. Termékünket diasztereoszelektíven kaptuk meg, mely méretnövelt szintézisének megvalósításához a mérgező és robbanásveszélyes aziridint helyettesítettük a prekurzoraként is szolgáló klór-etilamin-hidrokloriddal. Így több mint 50 g triciklusos intermediert állítottunk elő. Ezen intermedierből, egykristály növesztése után, röntgendiffrakciós eljárással sikerült az abszolút konfiguráció meghatározása, és lehetőségünk nyílt a monoterpén-indol alkaloidok szintézisére.

Első kiválasztott célvegyületünk a minovincine volt, melyhez először a triciklus *terc*-butil-észter részletét kellett dekarboxilatív hidrolízissel eltávolítani. Majd az így kapott triciklust alakítottuk tovább Fischer-féle indolszintézissel, amely két regioizomer terméket eredményezett. A megfelelő pentaciklusból két lépésben sikerült előállítanunk a (–)-minovincine-t. E természetes anyag bioszintetikus kapocs a kopsinine és vindolinine alkaloidok között, további átalakításra alkalmas funkciós csoportokat tartalmaz. Ezért enantioszelektív szintézisét grammos méretig kívántuk növelni. Ehhez módosítanunk kellett a Fischer-féle indolszintézis körülményeit és az utolsó lépésben a két észter megkülönböztetéséhez jobb hozamot adó *in situ* képzett alumíniumkomplexet használtunk. Így sikerült 1,1 g (–)-minovincine-t előállítanunk 6 lépésben, összesen 15%-os hozammal.

Első divergenciapontnak a triciklusos intermediert terveztük, amelyen ezután a *terc*-butil-észter-csoport sztérikus árnyékoló hatását kihasználva szelektíven átalakítottuk a metil-észter részletet metil-ketonná. Majd a *terc*-butil-észtert a korábban vázolt módon eltávolítottuk. Az így kapott vegyületen vizsgáltuk a Fischer-féle indolszintézist és ennek szelektivitását, valamint a két oxocsoport megkülönböztethetőségének lehetőségeit. Tapasztalataink alapján a két oxocsoport hozzáférhetősége jelentősen különbözik, így ez a regioszelektivitási kérdés nem okozott nehézséget. Továbbá azt tapasztaltuk, hogy az oldószer alkohol hidridion-átadó képességének függvényében különböző főtermékekhez juthatunk. Etanolos közegben egy Fischer-indolszintézis–Mannich-reakció kaszkáddal a 19-oxo-aspidofrac-

**A triciklusos intermedier méretnövelt szintézise**






**Monoterpén-indol alkaloidok divergens szintézise**

tinine-hez, míg 2-propanolos közegben egy Fischer-indolszintézis–redukciós kaszkádban 19-oxo-aspidospermidine-hez jutottunk. Mindkét vegyületet módosított Kizsnyer–Wolff-redukcióval alakítottuk át a kívánt termékké és így jutottunk 6 lépésben a (–)-aspidofractinine-hez (összesen 21%-os hozam) és ugyancsak 6 lépésben a (–)-aspidospermidine-hez (összesen 20%-os hozam).

Szintézisutunk második divergenciapontjának a 19-oxo-aspidospermidine-t választottuk, ebből az intermedierből állítottuk elő a (–)-aspidospermidine-t, továbbá diazocsoportot alakítottunk ki rajta, majd Wolff-féle átrendeződési reakcióban észterré alakítottuk a vegyületet. Ezt a vegyületet két lépésben alakítottuk át (–)-limaspermidine-né (11 lépés, összesen 8%-os hozam) és (+)-17-*N*-acetil-cylindrocarinené (11 lépés, összesen 5%-os hozam).

Így elmondható, hogy öt természetes vegyület enantioszelektív szintézisét valósítottuk meg, egyszerű kiindulási anyagokból, egyszerű reagensek alkalmazásával. A reakcióutunk számos kaszkádreakciót tartalmazott, amely növelte szintézisünk hatékonyságát. Az alkalmazott kulcsintermedierünk és egy bioszintetikusan is érdekes alkaloid méretnövelt szintézisét is végrehajtottuk.

IRODALOM

[1] a) Chem. Soc. Rev. (2000) 38, 11. füzet; b) T. Gaich, P. S. Baran, J. Org. Chem. (2010) 75, 4657.; S. W. M. Crossely, R. A. Shenvi, Chem. Rev. (2015) 115, 9465.; c) R. W. Hoffmann, Synthesis (2006) 21, 3531.; d) I. S. Young, P. S. Baran, Nat. Chem. (2009) 1, 193.; e) N. Z. Burns, P. S. Baran, R. W. Hoffmann, Angew. Chem. Int. Ed. (2009) 48, 2854.; f) T. M. Hudlicky, Chem. Rev. (1996) 96, 3.; g) C. A. Kuttruff, M. D. Eastgate, P. S. Baran, Chem. Soc. Rev. (2014) 31, 419.; L. Li, Z. Chen, X. Zhang, Y. Jia, Chem. Rev. (2018) 118, 3752.

[2] a) P. M. Dewick, Medicinal Natural Products – A Biosynthetic Approach, 3rd ed. (Wiley) 2009.; b) J. E. Saxton, in: The Alkaloids: Chemistry and Biology, Vol. 51. (ed. G. A. Cordell), 1998. 1-197.; c) J. M. Lopchuk, in: Progress in Heterocyclic Chemistry, Vol. 23. (eds. G. W. Gribble, J. A. Joule), 2011. 1-25.; B. P. Prittchet, B. M. Stoltz, Nat. Prod. Rep. (2018) 35, 559.

[3] a) Sz. Varga, G. Jakab, L. Drahos, T. Holczbauer, M. Czugler, T. Soós, Org. Lett. (2011) 13, 5416.; b) Sz. Varga, G. Jakab, A. Csámpai, T. Soós, J. Org. Chem. (2015) 80, 8990.; c) B. Berkes, K. Ozsváth, L. Molnár, T. Gáti, T. Holczbauer, Gy. Kardos, T. Soós, Chem. Eur. J. (2016) 22, 18101.

[4] G. Stork, J. E. Dolfini, J. Am. Chem. Soc. (1963) 85, 2872.

Liziczai Márk

ELTE TTK biológia-kémia tanár szakos hallgató | liziczai.mark@gmail.com

# Virágzó kémia Mosonmagyaróváron

Mosonmagyaróvár, mely Győr-Moson-Sopron megye harmadik legnagyobb települése, a Szigetköz kapujában helyezkedik el. Nem véletlenül hívják gyakran a Szigetköz fővárosának. Nem csoda, hogy a vadregényes terület közelében városunk is igyekszik minél zöldebb, élhetőbb környezetet teremteni, mely az itt élők és a természet harmóniáját sugározza. A felújított parkok, múzeumi kert és a temérdek elültetett őshonos fa mellett hűen fémjelzi e törekvéseket, hogy 2015-ben Mosonmagyaróvár nyerte el a Virágos Magyarország verseny fődíját. Nem sokkal később, 2016-ban a város részt vett az *Entente Florale Europe* nemzetközi megmérettetésén, melyen az ezüstdíjat és az előkelő „Európa legszebb főtere” díjat is elnyerte. 2019 során Mosonmagyaróvár ismét megmérettette magát – ezúttal viszont még magasabbra téve a lécet egy kanadai székhelyű, világméretű környezetszépítő versenyen, a *Communties in Bloom* – Virágzó Közösségeken indult. S hogy mindehhez hogyan is kapcsolódik a kémia? Ebbe a már-már külön történetbe szeretném bevezetni a tisztelt Olvasókat.

**A Mosonmagyaróvári Kossuth Lajos Gimnázium épülete**

## A kezdetek

2016-ban az *Entente Florale Europe* szigorú versenybizottsága Mosonmagyaróvárra érkezett, hogy megtekintse a települést. Az ön-

kormányzat mindent beleadva igyekezett átfogóan és egyben sokoldalúan bemutatni a várost. A zsűrizés alkalmából alma materem, a Mosonmagyaróvári Kossuth Lajos Gimnázium (KLG) is felkérést kapott, hogy egy negyedórás látványos természettudományos bemutatóval készüljön. A bemutató ötvözte a biológia és a kémia lehetőségeit, s meglehetősen látványos lett, ami elsöprő sikert aratott a zsűri körében. Kiváltképp az értékelőbizottság hölgy tagja távozott kellemes emlékekkel – nagy meglepetésére a kísérletező diákok egyike búcsúzóul egy szál rózsát nyújtott át neki, melyen előtte remekül bemutattuk a kén-dioxid pigmentanyagokat roncsoló hatását, színtelenné változtatva a vörös virágot.

## Virágzó Közösség: a 2019-es bemutató

A siker után a városvezetés természetesen idén sem feledkezett meg a Kossuth Gimnáziumról, ezúttal azonban már egy világverseny értékelőbizottsága előtt kaptak lehetőséget a tanulók természettudományos képességeik megcsillogtatására. A Virágzó Közösségek versenye nevéhez hűen nem csupán a pályázó település fotoszintetizáló élőlény-együttesére, hanem annak lakosságára (így a különböző egyesületekre, civil szervezetekre, kezdeményezésekre) is kíváncsi. Városunk ezúttal is nagyszabású programsorozattal várta a június első hétvégéjére érkező zsűrit – mindezek közül egyet kiemelve: a már hosszú évek óta hagyományos „Apró kezek, csoda kertek” kiskertépítő verseny is ezen a jeles napon zajlott. (Ennek a helyi versenynek a különlegessége, hogy óvodás és alsó tagozatos általános iskolás gyermekcsoportok, osztályok építenek kerteket Mosonmagyaróvár sétálóutcá-

**„Show must go on!” – kezdetét veszi a látványos kémiai bemutató a Futurában**

ján. Ez a pedagógusok és a lakosság körében egyformán kedvelt.) A zsűritagok azonban nem hagyhatták el városunkat anélkül, hogy ne tekintették volna meg a „kossuthosok” látványos kísérletsorozatát. A kísérletek bemutatására a Futura Interaktív Természettudományi Élményközpontban került sor – mely városunk egyik nevezetessége, egyben Magyarország legnagyobb tudományos játszóháza. Az ide látogatók négy szinten (föld, víz, levegő, tűz) ismerkedhetnek meg a természeti jelenségekkel, melyek évente több ezer diákot vonzanak, hiszen a Futura kedvelt célpontja az osztálykirándulásoknak. Az idei bemutató témája a fotoszintézis – elvégre virágzó városról esik szó – jelenségét járta körbe, a folyamatban részt vevő anyagokkal elvégzett látványos kémiai kísérletek formájában. A kísérleteket az iskola tizedik-tizenegyedik osztályos tanulói végezték el, méghozzá angol nyelven magyarázva el azok lényegét a hallgatóságnak. A bemutató, melyet Bacher József biológiatanárral közösen állítottunk

**Az „Égő kéz” kísérlet izgalmas eleme a kémiaóráknak**

össze, nagy erénye azon túl, hogy a város történetéről, építészetéről meghallgatott előadások után felpezsdítette a hangulatot, nem más, mint hogy megmutatta a településünk középfokú oktatásában (mely vitathatatlanul része a közösségi életnek) rejlő lehetőségeket.

Már bemutatónk kezdetén sikerült lenyűgözni a nézőket az ún. égő kéz kísérletével. A tanulók megnedvesített tenyerükbe vettek földgázzal felfújt szappanhabot, mely meggyújtva hatalmas lángcsóvák formájában világította be az auditóriumot. A program hangulatát fokozandó minden egyes fellobbanó kéz után egy-egy gejzírszerű füst csapott fel a munkaasztalon – mely valójában vízgőz volt a tömény hidrogén-peroxid és kálium-permanganát reakciójának eredményeként. Nem mellesleg ez a kísérlet már a nyitányban szemléltette a fotoszintézis két fontos résztvevőjét: a peroxid katalitikus bomlásából keletkező vizet és oxigént! A folyamat könnyebb megértése érdekében, a további kísérletek elvégzése előtt, egy rövid háromdimenziós animáció segítségével az egyik tanuló szemléltette a fotoszintézist, majd az egyes kísérletekkel érzékelhetővé tettük a folyamat résztvevőit.

Az első kísérletben Kovács Roland a szén-dioxidot mutatta be, melyet a növények hasznosítanak, s egyúttal megkötve azt a levegőből hozzájárulnak a légzéshez ideális összetételű, oxidatív légkör kialakításához – mely az égésnek is fontos feltétele. A kísérlet során a helyben fejlesztett szén-dioxidot Roland főzőpohárba töltötte, és a látszólag üres üvegedényből kiöntve a szén-dioxidot égő mécseseket oltott el. A folytatásban a látványos elefántfogkrém-kísérlet következett Magyar Rebeka – szintén a KLG diákja – prezentálásában. A jól ismert reakció a tömény hidrogén-peroxid katalitikus bomlásán alapszik, s a fejlődő oxigén tekintélyes mennyiségű mosószerhabot fúj fel. Ezzel a növények által termelt létfontosságú elemi gázt kívántuk szemléltetni. A víz – mint a fotoszintetikus oxigéntermelés kiinduló vegyülete – mind ebben a kísérletben, mind a már említett peroxid-permanganát reakcióban is szerepelt.

A növények által előállított szőlőcukor (valamint a di-, oligo- és poliszacharidok) az élővilág táplálékhálózatának alapja. A cukrokat két kísérlettel is szemléltettük, melyeket Csabay Liza és Dobi Tamás végeztek el. A zsűri szeme láttára készült el a tükröző-

dő ezüstfelület a Tollens-reakció során a kémcsőben, majd pedig némi nátrium-hidrogén-karbonát és etanol felhasználása révén egy jól megtermett „fekete kígyó” is kinőtt a porceláncsészéből.

Bár a fotoszintézis két meghatározó kiindulási anyagát és termékeit ezen kísérletek során szemléltettük, a bemutató még korántsem ért véget. A Szalay Luca tanárnő gyűjteményében szereplő „Tavasszal a fák kizöldülnek” című kísérlet talán nem is lehetett volna autentikusabb más rendezvényen, hiszen ahogy városunk is kizöldült és kivirágzott a tavasz során, úgy zöldült meg némi hőhatásra az egyébként barna, őszies lombkorona a tizenegyedik évfolyamos Fazekas Fanni fát ábrázoló rajzán. Természetesen Fanni a kísérlet elvégzése közben ismertette a nézőkkel ennek kémiai hátterét is: a vas(III)-klorid-oldat és kobalt(II)-klorid-oldat elegye barnás színű (külön-külön sárga, illetve rózsaszínű lenne a két anyag), azonban ha hőhatással az ionok hidrátburkát elvonjuk, zöldeskék színre vált a megfestett lombkorona. És hogy a színváltozást növényi anyagokkal is bizonyítsuk, Kálazi Laura és Neuberger Léna kísérletükben lilakáposztaléból készült, antocián tartalmú főzettel festettek, amivel a kémhatás indikálásának folyamatát is szemléltetni tudták. Gimnáziumunk laboránsát külön köszönet illeti, amiért kidolgozta a receptjét annak, hogy melyik kémcsőbe milyen mennyiségű és koncentrációjú kénsav, illetőleg nátrium-hidroxid belecseppentésével tudjuk a lehető legszebb színskálát előhívni kémcsősorozatunkban.

A nézők, beleértve a külföldi értékelőket is, legkedvesebb pillanata előadásunk zárásakor jött el. Városunk a *Communities in Bloom* megmérettetésére egy stilizált tulipánt ábrázoló logóval készült – mely számos épületet, gépjárművet díszít a településen, sőt, a művelődési központunk előtti teret is a tulipános logót megjelenítő térkövekkel rakták le – melyen a zöld, piros és az ibolyakék színek jelennek meg. Ezt a logót mi is elkészítettük hungarocellből, s a zsűri szeme láttára festettük meg – méghozzá a kémia rejtelmeit hívtuk segítségül. A tulipán szárába nátrium-hidroxid-oldatot, míg a virág piros részébe híg kénsavoldatot öntöttünk, és mindezt dokumentumkamerával kivetítettük az előadóterem vetítővásznára. A csoda pedig eztán következett: Laura és Léna lilakáposztalevet kezdett csepegtetni a kivágott formába, s egyszerre megidéződött a logó, teljes pompájában.

Természetesen ez a különleges alkalom nem jöhetett volna létre, ha a diákok háta mögött nem áll egy biztos bázist nyújtó iskola. E cikk pedig nem csupán a Virágzó Közösségek versenyén bemutatott kísérleteket hivatott az olvasók elé tárni, hanem célja a Kossuth Lajos Gimnáziumot is bemutatni, legfőképp a természettudományos oktatás tükrében.

**A Virágzó Közösségek bemutatóján részt vevő diákok lenyűgözték a zsűrit**

## A Mosonmagyaróvári Kossuth Lajos Gimnázium

A KLG egy nagy múltú oktatási intézmény, mely mindig is meghatározó volt a város közoktatásában. Az iskola története idén kereken 280 évre nyúlik vissza, hiszen jogelődjét 1739-ben alapították meg, ahol piarista szerzetesek kezdték meg az oktatást. Az intézmény Kossuth Lajos nevét az államosítás után, 1953-ban vette fel. Számos téren kimagasló eredményekkel büszkélkedhet. Fontosnak tartom megemlíteni, hogy Magyarországon elsőként ebben az intézményben indult két tanítási nyelvű képzés, még-

**A középiskolások a kromatográfia alapjaival ismerkednek**

hozzá már a rendszerváltás előtt, 1987-ben. Ez az ekkor egyedülálló képzési forma a gimnázium számára országos léptékű beiskolázást tett lehetővé, s ablakot nyitott Európára az itt tanuló diákok számára, hiszen osztrák és német tanárok tanították őket, de diákcserék, külföldi tanulmányutak, nemzetközi konferenciák is megvalósulhattak. A KLG egyúttal az Osztrák Kultuszminisztérium bázisiskolája, majd DSD *(Deutsches Sprachdiplom der Kultusministerkonferenz)* vizsgaközpont lett, s az évek során szép számmal gyarapodtak a külföldi (osztrák, német, szlovák, amerikai) kapcsolatok is. A ’90-es években saját minőségbiztosítási rendszert dolgozott ki az iskola, mely KLG-modell néven vált ismertté. 2003-ban a gimnázium akkori igazgatója, Tóth Tiborné az EFQM (Európai Minőségirányítási Alapítvány) *Fianlist Global Quality Award* díját vehette át Helsinkiben. Mindmáig a Mosonmagyaróvári Kossuth Lajos Gimnázium az egyetlen európai kiválóságdíjas magyar oktatási intézmény, s rajta kívül Európában csupán két másik angol iskola tudhatja magáénak ezt a kitüntetést.

Az intézmény különböző képzési formákat kínál, melyekből a felvételizők választhatnak. A nagy hagyományokkal rendelkező német két tannyelvű képzés mellett az angol nyelvi előkészítővel induló (tehát ötéves) tagozat is közkedvelt. Természetesen klasszikus négy évfolyamos gimnáziumi képzések is működnek az iskolában, az ide érkezők emelt óraszámú angol, német, matematika vagy természettudományos profilú tagozatok közül választhatnak. Az 1990/91-es tanév óta pedig hatosztályos gimnáziumi képzésre is lehet jelentkezni, ahol az osztály bontott: egy részük a németet, másik részük pedig a matematikát tanulja emelt óraszámban, mely utóbbi kiváló alapokat ad a későbbi, komolyabb természettudományos tanulmányokhoz. A legtöbb fent megnevezett tagozaton a kémiaoktatás az általános gimnáziumi osztályok számára előírt óraszámban történik. A hatosztályos tagozaton, hetedik évfolyamon heti egy órában tanulnak kémiát a diákok, ami viszont kiegészül fél tanéven át heti egyórás természet-

tudományos gyakorlattal az iskola laboratóriumában. A nyolcadik, kilencedik és tizedik évfolyamokon heti két órában folyik a kémiaoktatás. A nyelvi előkészítő, illetve a négy évfolyamos tagozatainkon 9. és 10. osztályban szintén heti 2-2 kémiaórán vehetnek részt a tanulók, a természettudományos tagozat 10. évfolyamán viszont emelt óraszámban zajlik a kémiaoktatás. Ezen képzési profilú osztályokban a kilencedik évfolyamon a fizika és a földrajz, a tizedik évfolyamon pedig a kémia és a biológia tantárgyak kaptak magasabb óraszámot.

## Kémia a Kossuth Gimnáziumban

A 11. és 12. évfolyamon bármely tagozaton tanuló diák előtt nyitva áll a lehetőség természettudományos tantárgyak emelt óraszámban való tanulására fakultációs keretek között. A közép- és emelt szintű kémia érettségire való felkészítés is itt zajlik, az emelt kémiaoktatás ekkor évfolyamonként heti négy tanórát jelent. A heti négy tanóra közül általában két órán zajlik a kémia elméleti ismereteinek oktatása: ilyenkor felelevenítjük az előző évek során tanultakat, kiegészítve azokat az emelt szintű érettségi követelményeihez szükséges anyagrészekkel. Szintén jellemzően ezeken az órákon zajlanak a tanulókísérletek, tanári szemléltető kísérletek, illetve a 12. évfolyam második félévében az egyre intenzívebb érettségire történő készülés. A másik két tanóra jellemzően a kémiai számítások biztos alapjainak elsajátítását szolgálja – a fakultációra jelentkezők számától függően akár csoportbontásban is. Mivel a különböző tagozatokról jelentkező tanulók eltérő matematikai előképzettséggel rendelkeznek, a heti kétórás számolási gyakorlatnak fontos feladata a diákok tudásának azonos szintre emelése is. Az emelt óraszámú kémia fakultációt legnagyobb létszámban az orvosi, állatorvosi pályára készülő tanulók választják, de akad olyan diák is, aki vegyészként, vegyészmérnökként szeretne továbbtanulni. Mind a közép-, mind az emelt érettségik eredménye az országos átlaggal korrelál. A fakultációt választók körében nem csupán a sikeres érettségi az egyetlen szempont – rendszeresen van példa arra, hogy azért jelentkeznek emelt óraszámú kémiaoktatásra tanulók, hogy ezzel megkönnyítsék későbbi egyetemi tanulmányaikat, s ehhez biztos alapokon nyugvó tudást szerezzenek. Intézményünk pillanatnyilag két kémiatanárt – Szabóné Sári Zsuzsannát és Bekő Jánost – alkalmaz főállásban.

A Kossuth Lajos Gimnázium kiemelt figyelmet fordít a tehetséggondozásra. A nagy múltú nyelvoktatás ennek megfelelően diákok sokaságának biztosítja a lehetőséget felsőfokú nyelvvizsgákhoz, előkelő OKTV-eredmények eléréséhez. Emellett természettudományokban sincs szégyenkeznivalója az iskolának, biológia érettségi- és versenyeredményeinkkel egyenesen az országos élvonalba tartozunk – minden évben több különböző versenyen is kimagasló teljesítményt nyújtanak az iskola tanulói, melyek közül külön kiemelendőek az önálló kutatáson, majd ennek prezentálásán és a kutatással kapcsolatos vitakészségen alapuló megmérettetések. Az emelt óraszámú matematika, illetve természettudományos tagozatok tanulói közül kiváltképp gyakran kerülnek ki versenyző diákok. Kémia terén az Irinyi János Országos Középiskolai Kémiaversenynek van nagyobb hagyománya iskolánkban, legutóbb 2016-ban volt döntősünk, de 1990 és 2005 között szinte minden évben részt vettek tanulóink az országos fordulón. A kémia OKTV-n több döntőbe jutott tanítványunk mellett a ’90-es évek első felében három alkalommal is végzett diákunk az első tíz helyezés valamelyikén. A tehetséggondozást elősegíti, hogy számos természettudományos profilú egyetemmel is nagyon jó kapcsolatot ápol gimnáziumunk, így többek között a Széchenyi István Egyetem Mezőgazdaság- és Élelmiszertudományi Karával, a Pécsi Tudományegyetem Általános Orvostudományi Karával, a Kaposvári Egyetemmel vagy éppen az ELTE TTK Biológiai Intézetével.

Iskolánk mindezek mellett nagy hangsúlyt fektet a környezeti nevelésre. A szaktárgyi munkaközösségek mellett külön környezetvédelmi munkaközösség is működik intézményünkben. A környezet tisztítása, szemétszedés, téli madárgondozás mellett olyan nagyszabású programok is működnek a Kossuth Lajos Gimnáziumban, mint például a hosszú évek óta sikeres, NASA által is kitüntetett GLOBE program, vagy éppen a 2013-ban alapított KLG Goodeid Projekt. Utóbbi Mexikó kihalással fenyegetett fogaspontyainak fajmegőrzésére jött létre – közoktatási intézményben világelsőként! A környezettudatos gondolkodás kialakítása éppúgy hangsúlyos feladata a kémiaoktatásnak is – fontosnak tartjuk a kísérletes úton megvalósuló tapasztalatai tanulást, a kapott eredményekből való következtetések levonása után pedig lokális és globális lehetőségek mérlegelését is. Az intézmény egészségnevelési programja alaposan kidolgozott, benne a Pedagógiai Program kiemelt figyelmet szentel a kémia lehetőségeinek.

**Természettudományos gyakorlati óra az Öveges Laborban**

## Az Öveges Labor

Ahogy az iskola rövid bemutatásából már kiderült, elsősorban az idegen nyelvek terén rendelkezik komoly tradícióval, de a természettudományos oktatás megerősödése is megfigyelhető az eltelt évtizedek során. Ez a folyamat mára azt eredményezte, hogy a Kossuth Lajos Gimnázium a nyelvek mellett a természettudományokat tekinti másik fő profiljának – amiben óriási szerepet játszott az az uniós pályázat, melynek keretein belül egy modern eszközökkel felszerelt, minden igényt kielégítő laboratórium épülhetett fel. Az ismert fizikus, Öveges József után KLG Öveges La-

**A látványos kísérletek segítenek megkedveltetni a kémiát a laborba érkező gyerekekkel**

bornak elkeresztelt laboratórium 2013 őszére készült el. A labor két, egyenként 20 tanuló befogadására alkalmas laboratóriumi szaktanteremből, egy előkészítő szobából és egy tanáriból áll. A több mint 300 millió forintból felépült labor felszereltsége és eszközparkja mind a négy természettudományos tárgy oktatását teljeskörűen biztosítani tudja: rendelkezésre állnak elszívófülkék, sztereo- és fénymikroszkópok, steril fülke, autokláv, növénynevelő kamra, Van de Graaff generátor, spektrofotométer, PCR stb. A modern oktatási kihívásoknak megfelelően digitális táblák, dokumentumkamerák, tanulói laptopok és szavazókészülékek (melyek segítségével a tanulók interaktív gyakorlófeladatokat oldhatnak meg, de számonkérésre is használhatóak) segítik a pedagógiai munkát. A megújult tárgyi feltételek elősegítették az oktató-nevelő munka színvonalának további emelkedését a természettudományos tárgyak terén, és egyúttal még inkább népszerűvé tették ezen tárgyakat a tanulók körében – ez jól tetten érhető a beiskolázás során a természettudományos tagozat iránt érdeklődő diákok jelentkezésén. Nem szabad figyelmen kívül hagyni, hogy a laboratóriumban végzett munka kihívást jelentett a kémiát, fizikát, biológiát, földrajzot tanító pedagógusok számára, ami számottevő szakmai-pedagógiai megújulást eredményezett.

Az Öveges Labornak köszönhetően a KLG regionális természettudományos központtá, tudásbázissá nőtte ki magát. A labor lehetőséget kínál a helyi, illetve vonzáskörzethez tartozó iskolák számára, hogy diákjaik természettudományos gyakorlatokat végezhessenek. A KLG jelen pillanatban 16 másik intézménnyel (javarészt általános iskolákkal) áll partnerkapcsolatban: minden héten érkezik hozzánk egy-két osztály valamelyik iskolából, akiknek vagy a KLG pedagógusai, vagy a laboratóriumi oktatásra továbbképzett saját tanáraik tartanak órákat. Az Öveges Labor természetesen nem csupán az általános- és középiskolás diákok előtt áll nyitva – különböző alkalmak, rendezvények során óvodások, alsó tagozatosok, egyetemisták, de még nyugdíjasok is érkeztek már hozzánk, hogy gyakorlati foglalkozások keretében tanulhassanak a minket körülvevő élő és élettelen környezetről. Iskolánkban minden évben megrendezik a Kutatók Éjszakáját, ahol a középiskolások hozzánk ellátogató egyetemi oktatóktól tanulhatnak a délután-este folyamán, ők maguk pedig a helyi egyetemen mutathatják be kutatásaikat, amennyiben részt vesznek az erre irányuló tehetséggondozó programokon. A rendezvény kiegészül a már hagyománnyá vált Kiskutatók Délelőttjével – amikor elsősorban óvodás és alsó tagozatos gyermekek előtt áll nyitva a labor kapuja: ilyenkor a vulkánépítéstől kezdve a látványos kémiai kísérleteken át egészen a zoopedagógiai foglalkozásokig igazán színes programokon vehetnek részt. Szintén éves rendszerességgel, óriási érdeklődés mellett valósul meg az Öveges Labor nyári tábora, ahol a táborozók (elsősorban 7–9. osztályos tanulók) élménydús programokon vehetnek részt. Az idei nyári szünidőben például a kémia rejtelmeinek segítségével kellett a diákoknak egy fiktív bűntényt megoldaniuk és a végeredményt kinyomozniuk. Természetesen a gimnázium saját tanulói számára nyújtja a legnagyobb segítséget a laboratórium – hiszen míg szerdán a „külsősöké" a labor, addig a hét többi napján a természettudományos fakultációk, csoportbontott órák, gyakorlati foglalkozások zajlanak a két szakteremben. Ez a tehetséggondozásban, emelt szintű érettségikben, temérdek versenyeredményben mutatja meg pótolhatatlan értékét – több tucat, diákok által végzett, komoly, interdiszciplináris tudást igénylő kutatásnak is helyet biztosított már a laboratórium. Mindezeken túl az intézmény természettudományok iránt kevésbé nyitott tanulóira is gondolunk: a diáksereget megmozgató ún. diáknapok során évről évre bemutatnak egy látványos kémiai kísérleteket felvonultató, izgalmas előadást.

**Zoopedagógiai foglalkozás a Kiskutatók délelőttjén**

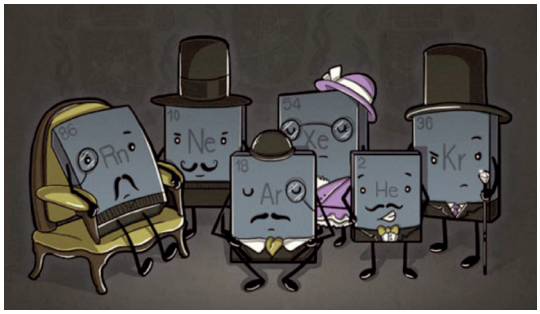
Az intézmény vezetése idejében felismerte a természettudományokban rejlő lehetőségeket, illetve a jövő által támasztott új kihívásokat, melyek megkívánják, hogy az oktatási profil egyik sarokpontját adják eme tárgyak. Így a nyelvek és a reáltudományok iránt is elkötelezett Kossuth Lajos Gimnázium megkerülhetetlen szerepet tölt be Mosonmagyaróvár virágzó közösségének életében és jövőjében.

Szücs Lili
Kaposvári Táncsics Mihály Gimnázium

# A nemesgázok kisugárzási színei, tulajdonságai

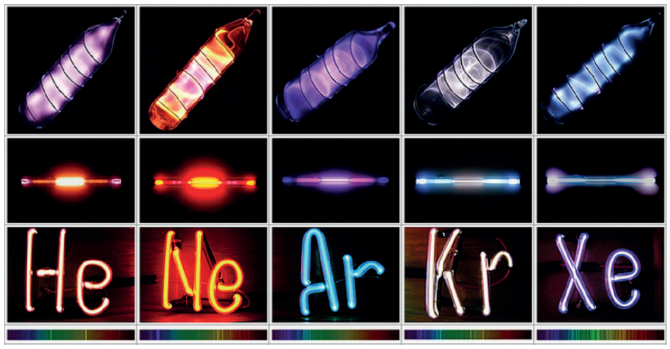
A periódusos rendszer már 150 éve az emberek mindennapjainak része, kezdve az iskolapadban ülő diákoktól egészen a vegyészekig, orvosokig. Mengyelejev 1869-ben alkotta meg periódusos rendszerét, ám ekkor még hiányos volt a táblázat egy része, mai formáját csak jóval később nyerte el, hiszen az utóbbi másfél évszázadban folyamatosan újabbnál újabb elemeket fedeztek fel. Jó példa erre a nemesgázok csoportja is.

1895-ben az angol fizikus, John W. Strutt rájött, hogy a levegő tartalmaz egy addig még ismeretlen anyagot. Kutatások sorozata után egy egyatomos gázt fedezett fel, melyet a görög argosz, azaz lusta szó után elnevezett argonnak. A felfedezés alapján arra következtetett, hogy egész csoportnyi elem hiányzik Mengyelejev rendszeréből. Kutatótársa, William Ramsay eltökélten folytatta a nemesgázok keresését, majd 1904-re készen állt az új, VIII. főcsoport, melyet alacsony reaktivitású tagjai után nemesgáz-csoportnak neveztek el. A két tudós kitartó munkásságát és úttörő felfedezéseit még ebben az évben Nobel-díjjal jutalmazták.




**A periódusos rendszer úriemberei, a nemesgázok**

A nemesgázok alapállapotban színtelen, szagtalan gázok, melyek egyatomos molekulát alkotnak, hiszen az elemek között ők rendelkeznek a legstabilabb elektronszerkezettel. A hőt alig, az elektromosságot semennyire sem vezetik. Passzívak, nehezen reagálnak más elemekkel: így lehetséges, hogy csak a 19. század végén lettek felfedezve. Mint a bármennyire is érdeklődő, kémiában valamennyire jártas emberekben, bennem is felmerült a kérdés, hogy ha színtelenek, akkor hogyan világít színesen többek között a neoncső. A válasz egyszerűbb, mint gondolnánk: a (kisülési) csőbe kis nyomású nemesgázt töltenek. A cső két végére feszültséget kapcsolnak, melynek hatására a vándorló elektronok összeütköznek a nemesgázatomokkal. A reakcióban részt vevő atomok elektronjai az ütközés hatására gerjesztett állapotba kerülnek, majd visszatérnek pályájukra, és közben megindul a fénykisugárzás.




**„Neoncsövek”**

A hélium a világűrben a második leggyakrabban fellelhető elem a hidrogén után. Számomra főleg a léggömbök töltése miatt volt fontos, kisgyermekként mindig héliumos lufit kértem a szüleimtől, mint minden átlagos 6 éves. A színes gömbök iránt érzett rajongásomat hamar felváltotta a kémia iránti érdeklődésem, a hélium most már aranysárga kisugárzási színe miatt tartozik a kedvenc elemeim közé.

A neon talán a legismertebb nemesgáz, legalábbis fénycsövek szempontjából. Narancsvörös színe egyedi, más elemekével összetéveszthetetlen.

Az elemek periódusos rendszerében a neon alatt található a leggyakoribb és egyben legolcsóbb nemesgáz: az argon. Főként a fémszálas izzók üvegburájának töltőanyagaként használják, aminek célja a fémszál védelme, de fellelhető anyag egyes borászatokban is. Az argonnal töltött neoncső kék színnel világít.

A legolcsóbb izzókat kriptonnal töltik, hiszen az nem reagál semmilyen más anyaggal. Az elem kékesfehér színe miatt széles körben kedvelt és használt. Fényképezőgépek vakujánál és vetítőgépeknél van a legnagyobb jelentősége. Érdekesség, hogy egészen 1983-ig a méter nemzetközileg elfogadott meghatározásához is kriptont használtak, és csak ezután tértek át a mai, fénysebességen alapuló definícióra.

A kriptonnal ellentétben a xenon rengeteg vegyületet alkot, a legdrágább nemesgáz, fénye ibolyaszín. Az átlagosnál is rosszabb hővezető képessége miatt hamar felmelegszik, és megnövekedik a nyomása. Emiatt fényesebben világít társainál: mozigépekhez, sportfényszórókhoz, luxusautók reflektoraihoz használják.

A periódusos rendszerben a kripton alatt elhelyezkedő radon a legnehezebb nemesgáz. Radioaktív tulajdonága miatt az emberi szervezetre veszélyes, a radont tartalmazó gránit mégis széles körben elterjedt építészeti alapanyag.

Munkám témájaként okkal választottam a nemesgázokat és színeiket, mert valamilyen rejtélyes okból kifolyólag mindig is

A Periódusos Rendszer Éve alkalmából meghirdetett MKE-diákpályázatra érkezett, nívódíjjal elismert írás. Felkészítő tanár: Dr. Miklós Endréné.

vonzottak a színes neoncsövek, főleg épületeken levő óriásreklámok formájában. Ezért is volt hatalmas élmény számomra, mikor pár évvel ezelőtt Londonban megcsodálhattam a Piccadilly Circus vibráló fényeit.

Régi álmom, hogy egyszer eljussak New Yorkba, a Times Squarere, mely a világ egyik leglátogatottabb és legkedveltebb látványossága. Különleges kiépítése és hatalmas neoncsöves reklámtábláinak köszönhetően évente átlagosan 50 millió turista látogatja meg. A zsúfolt, de mégis lenyűgöző teret 40-50 reklám- és videóvetítésre alkalmas óriástábla veszi körül, melyek a teret határoló épületeken kaptak helyet. A Times Square ad otthont az Egyesült Államok legnagyszabásúbb szilveszteri összejövetelének, melyen átlagosan egymillióan vesznek részt, a rendelkezésre álló kis tér ellenére. A téren az 1920-as évektől kezdve alkalmaznak neoncsöves plakátokat, ami igen említésre méltó eredmény, ha figyelembe vesszük, hogy 20 évvel az említett időpont előtt a nemesgáz még ismeretlen fogalom volt.

A hagyományos neoncsöveket mára már nagyrészt felváltották a modern LED fények, de a tér népszerűsége ennek ellenére is töretlen, és habár a világítástechnikában nem, de számos iparágban még a 21. században is nélkülözhetetlenek a VIII. főcsoport elemei.

Árvai Barbara

# Érdekes és hasznos elemek – a periódusos rendszerből

Kezdjük, mondjuk, a legfontosabb kérdéssel. Mit adott nekünk a periódusos rendszer? Tudást? Szabályokat? Adatokat? Igen, ezeket mind megtudhatjuk belőle. A világegyetemben megtalálható elemek – energia által létrejött – tulajdonságait és a szabályszerűségeket mutatja. Ezek szerint viszont elemeket nem adott. Ezért zavar, hogy manapság sokszor hallom azt a kifejezést, hogy a periódusos rendszer elemei. Ezt nem tartom helyesnek, mivel az elemek voltak előbb, és azok tették lehetővé a periódusos rendszer megalkotását. Ezért is lett az a neve, hogy *Az elemek periódusos rendszere*. Így magát az érzelmi hátteret és kötődést a választott témához maga a világegyetem és annak kialakulása teremtette. Ahogy ezeknek a bizonyos anyagoknak a tulajdonságait is. Azonban soha nem ismerhettem volna meg ilyen egyszerűen ezeket a fémeket, ha nem lett volna a periódusos rendszer és sok kiadvány, amely elegendő háttértudást nyújtott a mostani szöveg megírásához.

Azt mondják, a nők legjobb barátja a gyémánt, amit nem is vitatok, viszont a gyémántnál a nők csak a második helyen állnak. A legszorosabb kapcsolata általában valamilyen nemesfémmel van, leginkább talán az arannyal. Ettől a kis, talán elszomorító ténytől eltekintve, én is szeretném, ha pár év múlva a világ legkeményebb természetes ásványa tündökölne az ujjamon ezüstfoglalatban. Azért választanám ezt a fémet, mert az anyukámtól kapott nyaklánc is ebből készült. Így számomra szép emlékeket idéz fel már az is, ha meglátom az Ag vegyjelet.

Hosszabb-rövidebb háttérkutatást végezve, rengeteg, számomra új információt tudtam meg az ezüstről. 107,8682 g/mol-os moláris tömege, 961,93 °C-os fagyáspontja és 2212 °C-os olvadáspontja mellett, a d mező elemének sűrűségét (10,49 g/cm$^3$), illetve elektronegativitását (1,9) is megtaláltam a periódusos rendszer 47. rendszámmal ellátott kis téglalapjában.

Ez a lapcentrált köbös kristályrácsú fém elektronszerkezete miatt tett szert olyan tulajdonságokra, mint például a legjobb áramvezetés és fényvisszaverés. Ezért gyakran használják elektromos és elektronikus eszközökben, azonban nagyon drága. Fényérzékenysége miatt a röntgenfelvételekhez és a fényképezéshez használt filmeket is ezüstvegyületekkel vonják be. Fényvisszaverő képességét a tükrökben használják ki. Amit esetleg kevesebben tudhatnak manapság az ezüstről, hogy fertőtlenítő hatású, elpusztítja a baktériumokat és a vírusokat. A sebkötözőkhöz szoktak tenni, illetve a zoknikba ezüstszálakat szőnek a kellemetlen szagok elkerülése végett. A régi időkben is kihasználták ezt az adottságát oly módon, hogy ezüstérmét dobtak azokba a kutakba, amelyekből inni szerettek volna. Viszont akadnak problémák is az ezüsttel. Oxidálódik, emiatt időnként tisztítást igényel, ezenkívül a csak ebből készült ékszerek nem lennének elég kemények, ezért rezet adnak hozzá. Az ötvözet általában 80–20%-ban tartalmaz ezüstöt és rezet.

Kedvelt kiegészítők még a bizsukból készült ékszerek, főként a fiatalok körében, akiknek nincs pénzük drága nyakékekre és karkötőkre. A bizsuk összetételüket tekintve eltérők lehetnek, némelyik rezet, alumíniumot tartalmaz. Erre galvanizálással egy másik fémréteget készítenek, ami gyakran ezüst vagy arany, illetve a platinára sokban hasonlító ruténium. Ezek a fémek igen drágák, ezért a jóval olcsóbb alapanyagból megalkotott ékszeren leheletvékonyságú csak a bevonat. A szemet káprázta tó csillogású ródium például már egymilliomod milliméternyi rétegben szebben ragyog, mint a platina vagy az ezüst. Az olcsóbb bizsukba ötvözhetnek nikkelt is, ami allergiás reakciót válthat ki a viselőjéből. Említésre méltó elem még a neodímium is, ami a mágneses ékszerekhez (is) szolgál alapanyagul.

Én jobban szeretem a nemesfém ékszereket, mert nem színeződnek el és lehet őket tisztítani. Sőt, érintkezhetnek vízzel, és sokkal tartósabbak. Ezért tehát nem csak érzelmi okok miatt húz a szívem az ezüst felé.

A Periódusos Rendszer Éve alkalmából meghirdetett MKE-diákpályázatra érkezett, nívódíjjal elismert írás.

Kovács Anna

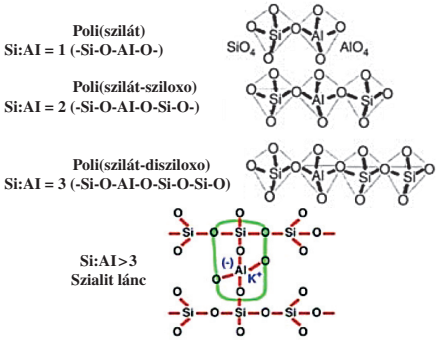
Pécsi SZC Pollack Mihály Szakgimnáziuma, Szakközépiskolája és Kollégiuma

# Geopolimerek – minőség és fenntarthatóság

*Három középiskolás diákommal geopolimer-projektünkkel maximális anyagi támogatást nyertünk az „Út a tudományhoz” pályázaton 2017-ben. Eredményeinkkel 2018-ban dicséretben részesültünk az Innovációs Pályázaton. Úgy gondolom, a cikk tanárkollégáimnak is, diákoknak is felhívja a figyelmet a kutatási pályázati lehetőségekre, és mi is örülnénk, ha munkánkat, iskolánkat minél szélesebb körben megismernék. A téma aktualitása a környezetvédelem multidiszciplináris megközelítése.*

*Szabó Kornélia*
*tanár*

A geopolimerek új típusú, szervetlen polimer szerkezetű amorf anyagok, mesterséges kőzetek. A geopolimerek térhálós alumino-szilikát-hálózatok **(1. ábra)**, a szerkezetben töltést kiegyenlítő alkálikationokkal. A $(SiO_4)^{4-}$ és $(AlO_4)^{5-}$ tetraéderek váltakozó összekapcsolódásából kialakul a szialát- (szilícium-oxo-aluminát) háló, mert a tetraéderek minden oxigénatomot közössé tesznek.




**1. ábra. Geopolimer-szerkezet**

A geopolimerek kedvező tulajdonságaik révén számos szerkezeti anyagot tudnának helyettesíteni a jövőben. Szervetlen polimerekbe építve biztonságosan és hosszú távon tárolhatók radioaktív hulladékok. Egy magyar cég több radioaktív hulladéktípus tárolására fejlesztett geopolimer anyagokat, ezek közül néhány előzetes tesztelése már folyik a Paksi Atomerőmű Zrt.-ben. A geopolimerek egyedülálló tulajdonságai: tűz- és hőállók, alig zsugorodnak, kis sűrűségűek, könnyen formába önthetők, körülbelül szobahőn kötnek, valamint alacsony az üvegházhatású gázemissziójuk. Ouluban 2012-től végeznek intenzív geopolimer-kutatásokat: a kutatók szerint a környezetvédelmi szempontból legjobb, hatékony építő-kötőanyagot sikerült megtalálniuk.[1]

A környezetvédelmi előnyhöz hozzájárul, hogy a geopolimerek szintéziséhez alapanyagul szolgálhatnak a különböző agyagok, szilikáttartalmú hulladékok, amelyek lehetnek: bányászati meddő, erőművi hulladékok, kohászati salakok és vörösiszap.

A geopolimerizáció exoterm folyamat, amelynek mechanizmusa még nem ismert pontosan. A geopolimerek előállítása többlépéses folyamat. Az első lépésben összekeverik az alumínium-szilikát port és a lúgoldatot. Ezt követi a töltőanyag és/vagy hulladék hozzáadása. Végül alapos homogenizálás után a kapott massza formába önthető. Bekeverés után 1-2 óra elteltével alaktartóvá válik. Végső szilárdsága meghaladja a cementét.

A geopolimer-előállítási technológia legfontosabb gazdasági előnye, hogy alacsony energiát igényel, és $CO_2$-kibocsátása 10–20%-a a közönséges cementgyártásénak.

## Saját minták

Mi is geopolimerek előállítását céloztuk meg a térségünkben keletkező környezetterhelő anyagokból. A beremendi Duna-Dráva Cementtől kaptuk a szükséges, széntüzelésből származó pernyét Visontáról, töltőanyagként pedig a pécsi Pannon Hőerőmű Zrt. biomassza-tüzeléséből keletkező anyagokat használtuk („biomassza 1” tüzelésből származó szalmapernye; „biomassza 2” tüzelésből származó kevert pernye; salak). Célunk tehát az volt, hogy ezekből az anyagokból kiindulva, a technológia kikísérletezésével, meghatározott geometriájú szilárd mintát gyártsunk.

## Alapanyag-vizsgálatok

Először megvizsgáltuk a kiindulási anyagokat.

*Nedvességtartalom-mérés*

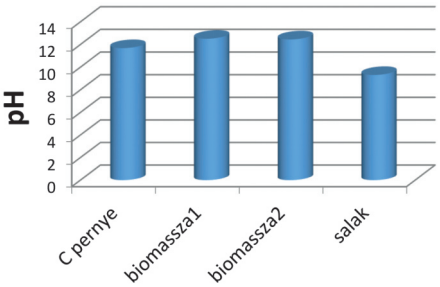
A nedvességtartalmat 105 °C súlyállandóságig történő szárítással, analitikai mérlegen történő visszaméréssel határoztuk meg. Három párhuzamos vizsgálatot végeztünk, az átlagokat ábrázoltuk grafikonon. A biomassza 1 és 2 pernye közötti különbség az, hogy az 1-es csak szalmatüzelésű kazánból, míg a 2-es vegyes tüzelésűből származik, és tartalmaz mezőgazdasági hulladékot, fás szárúakat is. A szénpernye, valamint a biomassza 2 pernye nedvességtartalma elenyészőnek bizonyult. A biomassza 1 pernye esetén mért 0,5% körüli nedvességtartalmat sem tartottuk relevánsnak, ezen alapanyagokat szárítás nélkül használtuk, ugyanis a folyamat során a nem szükséges vizek kilépnek. Méréseink szerint a salak nedvességtartalma kiugró, 25% feletti, és nem túl homogén, amit nagy szórásértékeink is mutattak. Kiderült, hogy a visszahűtésnél vízzel fröcskölik a salakot az erőműben a folyamatok végén. Ezeknél a mintáknál a továbbiakban szárítást kell alkalmazni, ezenkívül az üveges részeket leválogattuk, mert őrölhetetlenek voltak.

*pH-mérés*

A geopolimerek gyártása erősen lúgos közegben történik. Kiindulási anyagaink vizes oldatának pH-méréséhez 10,00–10,00

[1] http://www.oulu.fi/university/node/41799

grammot mértünk ki táramérlegen, és 90 ml desztillált vízzel töltöttük fel a szilárd anyagokat. Fél órán keresztül mágneses keveréssel biztosítottuk az anyagok kioldódását, ultrahangfürdőbe helyeztük, majd vákuumszűrtük őket. A pH-méréshez pH = 7 és pH = 10 pufferoldatokkal kalibrált digitális HANNA HI2202 típusú pH-mérőt használtunk. Oldataink pH-értékénél vártuk a lúgos kémhatást, azonban szembesültünk vele, hogy az összes kiindulási anyagunk nem kicsit, hanem nagyon lúgos. A beágyazásra váró, biomassza-tüzelésből származó pernye pH-ja elérte a 12,5-et, míg a legkevésbé lúgosnak a salakot találtuk. A vázat adó szénpernye pH-ja is igen magas, 11 felettinek bizonyult **(2. ábra)**.




**2. ábra. A pH-mérés eredményei alapanyagaink esetén**

*Vezetőképesség-mérés*

Konduktometriás mérési módszerrel nagy pontossággal megállapíthatjuk egy oldatban található összes ion mennyiségét. Az előzetesen pH-méréshez elkészített 10 tömeg%-os mintaoldatok vezetőképességét is mértük. A méréseket HANNA digitális vezetőképességmérővel HI2020 (cserélhető szondával) végeztük. A két biomassza-pernye esetében kiemelkedően magas vezetőképességeket mértünk, míg salak és szénpernye esetében nagyságrenddel kisebb értékek adódtak. A vezetőképességet erősen befolyásolja a magas hidroxidion-tartalom, de egy az egyben ennek nem tulajdonítható az extrém érték, hiszen 12,5 körüli pH-értékek esetén a szalmatüzelés így is 5-ször akkora vezetőképességet mutatott, mint a vegyes tüzelés. A legyártott geopolimer kioldódásvizsgálatánál ez fontos paraméter lehet.

*Kloridion-tartalom meghatározása*

Szűrleteink kloridion-tartalmát is megvizsgáltuk, ugyanis a geopolimerek építészeti felhasználása során a kloridion káros,

Őrlés golyós malomban

Anyagok kimérése, állag beállítása, keverés

Vákuumszárítás, exszikkátoros szilárdulás, eredmények

**3. ábra. Geopolimergyártás**

rozsdásodást okozó ion. A mérésre argentometriás titrálással volt lehetőségünk ismert koncentrációjú ezüst-nitrát-oldattal, kálium-kromát indikátor mellett. A pH-mérésnél és vezetőképesség-mérésnél is alkalmazott mintaoldatokat használtuk itt is. A széntüzelésű pernye, a geopolimerváz nem tartalmazott kloridiont. A biomassza 1 tüzelés pernyéje viszont igen magas koncentrációban: ezek szerint a szalmatüzelésű pernye beágyazása esetén erre a paraméterre is figyelni kell.

## Geopolimer-standardok előállítása

Iskolánk félüzemi műveleti laboratóriumában tudtuk megvalósítani a geopolimer gyártását. A következő változatokkal dolgoztunk:

- geopolimer-standard legyártása visontai szénalap és nátronlúg segítségével,
- geopolimer-standard legyártása visontai szénalap, nátronlúg és vízüveg segítségével,
- geopolimer-standard legyártása visontai szénalap és kálium-hidroxid alkalmazásával.

A nátronlúg koncentrációjának megválasztása kisebb nehézségekbe ütközött. A szakirodalmakban megtaláltuk a leggyakrabban alkalmazott lúgkoncentráció-tartományt, de a receptúrák hiányosak voltak. Több nemzetközi irodalom vízüveg alkalmazását is ajánlotta. Végül egy 2015-ben beküldött kínai cikkre támaszkodva indultunk el a geopolimergyártással.[2] Mivel a mi alapanyagaink „egyediek", geopolimerünk receptje kísérletes munka eredményeként jött létre **(3. ábra)**. Azt szerettük volna látni, hogy a mi szénpernyénkből milyen geopolimer-standard gyártható le, hogy később ennek tulajdonságaihoz tudjuk hasonlítani a már beágyazott, szennyezést tartalmazó mintákat.

Az előállítás menete a következő volt: A kiindulási anyagokat 105 °C-on súlyállandóságig szárítottuk (salak esetén). Ezután az alapanyagokat golyósmalomban adott ideig, adott fordulatszámon őröltük (salak esetén). Kimértünk 200,00 grammot a széntüzelésű erőmű pernyéjéből. Elkezdtük titrálni 10 mol/dm$^3$-es NaOH-dal addig, míg keverőberendezésünkkel keverhető állagú nem lett (vízüveges minta esetén vízüveget is adtunk hozzá). Ezután a légbuborékok eltávolítása érdekében először rázógépbe helyeztük 15 percre, majd ultrahangfürdőben rázattuk 30 percig. Vákuum-szárítószekrényben hagytuk megszilárdulni, mérésig exszikkátorban tároltuk.

## Geopolimer-standardok vizsgálatai

Kiöntés után a próbatestekből egzakt geometriájú magokat kellett fúrni a további mérésekhez. A vízüveges minta morzsolódott, csak kis magmintát tudtunk előállítani belőle.

Kifúrt mintáink nedvességtartalmát mértük egynapos, 105 °C-os szárítószekrényes szárítás után. Egy nap alatt 17–22% nedvesség került ki a rendszerből. Két-három nap szárítás elteltével kismértékű tömegnövekedést tapasztaltunk, ennek hátterében karbonátosodási folyamatok állhat-

[2] Fly ashed based geopolymer: Clean production and Applications, Journal of a Cleaner Production, 2015.

nak. Erre a fehér kiválások utalnak, ugyanis a be nem épült NaOH képes a levegő szén-dioxidját megkötni ($NaOH + CO_2 = NaHCO_3$). Ez a karbonátosodási folyamat a vízüveges minta esetében nem jelent meg.

A geometriai méreteket digitális tolómérő segítségével határoztuk meg: 11-szer mértük a mintatest hosszának és átmérőjének méreteit, és a mediánértékekből számoltuk a geometriai térfogatot. A szárítási folyamat során a geometriai térfogat is kismértékben változott. Mivel tömegveszteség már nem volt, zsugorodási folyamat, tömörödés, a váz kialakulása következett be.

A Geochem Földtani és Környezetvédelmi Kutató, Tanácsadó és Szolgáltató Kft. segítségével lehetőségünk volt az előállított geopolimerek pár fizikai tulajdonságát megvizsgálni. Ennek során főként Hepiknometriás méréseket végezhettünk. Egy 5 mérőkamrás automata gáz-piknométerrel (Quantachrome Pentapyc 5200e) mérhettünk, amely szilárd anyagok (pl. testek, porok és törmelékek) valódi sűrűségének és térfogatának pontos mérésére alkalmas. Amennyiben mintáink fúrhatóak és egzakt térfogattal rendelkeznek, a minta pontos geometriai térfogatának ismeretében a fajlagos sűrűség és a porozitás értéke számítható. A következő paramétereket határoztuk meg:

- He-porozitás: váztérfogatból és a geometriai térfogatból számított paraméter [%]
- váztérfogat: piknométer által mért térfogat [$cm^3$]
- fajlagos sűrűség: a száraz tömeg és a geometriai térfogat hányadosa [$g/cm^3$]
- vázsűrűség: a száraz tömeg és váztérfogat hányadosa [$g/cm^3$]

Geopolimereink nagy, mintegy 48–53% porozitásúak. 3 nap után minimális csökkenés tapasztalható a porozitásban, ezt megerősítette a geometriai térfogat csökkenése is. A szárítás során van zsugorodás. A vázsűrűség növekedése és a tapasztalt fehér kiválások a be nem épült NaOH karbonátosodásából származhatnak. A vízüveges geopolimer szerkezete 4–5%-kal porózusabb.

A vázsűrűség a napok elteltével növekszik, ezzel párhuzamosan a pórustérfogat kismértékben csökken a geopolimer-standard esetében. A vízüveges minta esetén pont az ellenkezőjét tapasztaljuk, a pórustérfogat nő, a vázsűrűség csökken. A fajlagos sűrűség mindkét esetben növekszik. Ezekből az adatokból arra következtethetünk, hogy a geopolimer szerkezetének kialakulása, száradása, szilárdulása, úgy tűnik, hosszú folyamat eredménye, mint amilyen egy cement kialakulása. A folyamat nem áll le pár nap alatt. A vízüveg alkalmazása mintáink esetében nem bizonyult sikeresnek. Rosszul fúrható, nagy porozitású, rideg standardot kaptunk.

## Áztatási próbák

A geopolimerek felhasználhatósága szempontjából rendkívül fontos, hogy mennyire állnak ellen az időjárás körülményeinek. Ezért leaching tesztet, azaz áztatási próbát végeztünk desztillált vízzel, valamint 5%-os kénsavoldattal. 10,00 gramm geopolimert 40 $cm^3$ desztillált vízzel, valamint 40 $cm^3$ kénsavoldattal fedtük el és egy hétig állni hagytuk.

A vízüveges geopolimer-standard mindkét folyadékra rendkívül rosszul reagált, szétesett. A NaOH-os geopolimer a kénsavoldatos áztatás során megsárgult, de fizikailag ellenálló maradt. A desztillált vízre szemmel látható változás nem történt. Megvizsgáltuk a szűrletek pH-ját, valamint a vezetőképességét.

Eredményeink szerint mindkét esetben történt valamennyi lúgkioldódás. Valószínűleg a polimerizáció során be nem épült lúg oldódott ki. Az oldatok pH-ja közepes mértékű lúgos kémhatást mutatott. Ezt a magas vezetőképesség-értékek is megerősítették, hiszen a hidroxidionok vezetése nagyságrenddel magasabb, mint a többi ioné. Az eredeti kiindulási anyagokhoz képest azonban még így is kisebb vezetéseket tapasztaltunk. Érdekes, hogy a desztillált vízre kapott eredményeink nagyon hasonlóak. Ezek szerint a kioldódás, vagy éppen a nem kioldódás körülbelül azonos a vízüveges és a csak nátronlúgos minta esetében annak ellenére, hogy a vízüveges minta elég morzsalékos volt. A kénsavoldatra kapott 3,24-es pH-érték vízüveges minta esetén egyértelműen azt jelenti, hogy a be nem épült, vagy kioldódott nátronlúgot a kénsavoldat elkezdte közömbösíteni.

Érdemes lenne ezeket a szűrleteket AAS vagy ICP technológiával megvizsgálni, mert így ki lehetne mutatni a fémionokat alacsony koncentrációban is. Hosszú távon talán projektünk folytatása is lehetne.

## Geopolimer gyártása kálium-hidroxid alkalmazásával

A legyártott nátronlúgos geopolimer-receptúránk szerint kálilúggal is megpróbáltuk a szénpernye szilikátláncait kialakítani. Már a kiöntés pillanatában látszott, hogy színe barna, és morzsalékos, mintha kiszáradt volna. Természetesen a fúrás során szét is esett, így csak vázsűrűséget tudtunk belőle meghatározni. Vázsűrűségméréseink szerint jelentős, 14,63%-os vázsűrűségcsökkenés következett be az azonos receptúra szerint készített kálium-hidroxidos geopolimer esetén. Ez a csökkenés az építőipari alkalmazhatóságát is rontja, hiszen nyomásnak nem olyan ellenálló.

## Erőművi hulladékok beágyazása a geopolimer szerkezetébe

Az előállított, már töltőanyagot is tartalmazó mintákat szintén Kővágószőlősön, a Geochem Kft.-nél vizsgáltuk. A minták a biomassza 1 és biomassza 2 tüzelésből származó pernyét is tartalmazó geopolimerjeink voltak. Salak esetében a geopolimer kivitelezésén még dolgozunk.

A kiszárított töltőanyaggal is rendelkező geopolimerek vázsűrűsége alacsonyabb, mint az eredeti geopolimeré. Ez várható is volt, hiszen a szénpernye helyett a biomassza-pernye lett 10%-ban beágyazva. Jelentősnek bizonyult azonban a különbség a két biomassza-kazán között. A vegyes tüzeléséből származó pernye esetén szinte hasonló eredményt kaptuk az eredeti geopolimerünkhöz: ennek szerkezete, tulajdonságai hasonlóak. A vízvesztés vázsűrűséget befolyásoló hatása jelentős.

Sajnos, a második kazán mintája megrongálódott fúrás közben, így egzakt térfogat hiányában nem lehetett fajlagos sűrűséget meghatározni belőle. Viszont a biomassza 1 tüzelés pernyéje esetén a fajlagos sűrűség csökkenése 8,27%-osnak bizonyult. Ami közel azonos a 10 tömeg%-nyi beágyazás mértékével.

A porozitás csökkenése 10%-os beágyazás esetén mindössze 0,16% volt. Ez elhanyagolható. A beágyazott anyagnak minimális a porozitásra gyakorolt hatása ilyen koncentráció esetében.

## Összegzés

Alapanyagainkból sikerült szilárd geopolimert előállítanunk, amelynek fizikai, kémiai tulajdonságait vizsgáltuk lehetséges építőipari felhasználás céljából. Sikerült kimutatni, hogy esetünkben a vízüveg, valamint a kálilúg alkalmazása nem sikeres. A nátronlúgos geopolimer viszont ellenálló, könnyű és nem éghető, ezért szigetelőanyagként való alkalmazásra ideális lehet.

**Köszönetnyilvánítás.** Ezúton szeretnénk köszönetet mondani a Geochem Kft.-nek, hogy szakmai segítséget nyújtott projektünkben.

CHEMISTRY in Europe
Newsletter for European Chemistry, published by EuChemS

Issue #2019 – 3

## EDITORIAL

### 100 years of creating a common language for chemistry and beyond

One of the greatest achievements of chemistry in the twentieth century was the development of a common language to name and represent everything related to chemistry. It is difficult to overestimate the importance of this triumph of global cooperation. At the beginning of the twentieth century, at the peak of the development of the chemical industry, our discipline lacked a common way of designating the different chemical compounds, which greatly hampered research, teaching and trade.

Motivated by the idea of overcoming this limitation, chemists from both industry and academy joined together some 100 years ago to create the International Union of Pure and Applied Chemistry. Thanks to the vision and hard work of those men and women, today we enjoy a common language for chemistry. This is evident every time we talk with colleagues from a different country. A few months ago, to give just one example, I gave a lecture in Tokyo. As I don't speak Japanese, I gave my talk in English – but the chemical formulas and the molecule structures shown in my presentation did not require translation as any chemist present in the room understood what those meant, regardless of their mother tongue.

But during its first 100 years of history, IUPAC has done much more than nomenclature and terminology. Perhaps the best-known activity of the Union is to give a name and a symbol to each chemical element of the periodic table of which this year we celebrate its International Year. That is why 2019 is such a special year for all chemists and why we have organised so many activities. I would like to highlight here the Periodic Table Challenge, an online contest about the periodic table in which participants can win an original periodic table signed by a Nobel laureate. This year we are also recognising those young chemists who have stood out for their work with a chemical element in an initiative that we have called The Periodic Table of Younger Chemists.

But at IUPAC we do many more things. We make available all kinds of critically important data ranging from atomic weights to kinetic, solubility and thermodynamic constants. We are committed to chemistry education and carry out many projects to promote chemistry throughout the world keeping in mind our commitment to the United Nations Sustainable Development Goals, chemical safety, and diversity.

Read the full editorial online:
https://www.euchems.eu/newsletters/chemistry-in-europe-2019-3/

*Javier Garcia Martinez*
*Professor of Chemistry, University of Alicante, Spain*
*IUPAC, President-elect for the 2022-2023 biennium*

## FOCUS

### Are you joining us in Bucharest?

Chemists from Europe with guests from beyond it will gather this year in October in Bucharest. If you have not yet registered for the EuChemS General Assembly meeting and/or for EuChemS Professional Networks meeting, please contact us at secretariat@euchems.eu. Best is to register before you go on holidays, while note the deadline: 6 September 2019.

*EuChemS Secretariat*

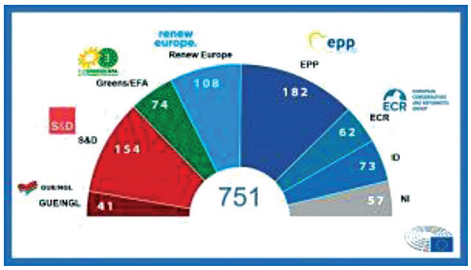
*Bucharest Romania Square Free Picture, needpix.com*

## POLICY

### Horizon Europe - a bumpy ride ahead?

As the final results came in, political commentators, journalists, lobbyists and scientists were left scratching their heads. What did the European Parliament elections really mean and what sort of legislation and policymaking would we see in the next few years? The elections did not see the surge in far-right and populist parties that was expected, but it also saw for the first time the loss of the majority coalition of the centre-right and centre-left groups. Commentators have so far labelled the resulting Parliament fragmented, with groups such as the Greens and Renew Europe (liberal centrist parties) being needed to form pro-EU coalitions. Ultimately, pro-EU parties came ahead but resting on our laurels would be unwise.

For EU science, the results are hard to judge, although the parties with the most MEPs tend to believe in the strength and potential of Europe's scientific base and tend to support greater spending for research and innovation. In July 2019, the European Parliament's Committees were




formed. The ITRE Committee – short for the Industry, Research and Energy Committee – has at closer inspection retained many of the same leading figures from the previous Parliament.

In this context, EuChemS warmly welcomes the first ever female President of the European Commission, Ursula von der Leyen.

You can read the full article online:
https://bit.ly/2P26wJt

*Alex Schiphorst*
*Science Communication and Policy Officer, EuChemS*

## RESEARCH

### Young chemists rule: recent highlights

From May 2017 to March 2019 I was honoured to be Chair of the EYCN, the young division of EuChemS, which is a motivated team of young scientists from 28 European countries, counting 40 official delegates, representing and supporting more than 45.000 early career chemists across Europe. The EYCN aims to provide development and networking opportunities to early career chemists, to improve the visibility of chemistry and to bring it closer to a wider audience and to people from outside the research fields – including schools, partners in industry, business, and management. However, all our activities and actions are built on the voluntary work of all the young chemists actively involved in the EYCN like me.

You can read the full article online: https://bit.ly/2ZcfSGu

*Alice Soldà*
*EYCN Past Chair*

### Young chemists rule: new challenges

I remember when it happened. I was in Bremen, last March, for the 15th EYCN Delegate Assembly (DA) and the 21st JCF Spring Symposium / 2nd EYCheM. It was only my second DA, and I was hooked with the idea. Meeting a selection of Europe's finest in Chemistry; chosen by their national societies to represent their country. For those who don't know it, DA has an electric feeling. We meet every year in a city in Europe and design projects and ideas to engage younger generations with Chemistry and promote events and collaborations to help early career chemists across Europe. And yet, did I dare to think I could present myself to be the next EYCN Chair? Fast forward a couple of days and there I was signing as Chair for the next two years.

You can read the full article online:
https://bit.ly/2ZcfSGu

*Antonio M. Rodríguez García*
*Chair of EYCN*

## MEMBERS' PERSPECTIVES

### Explore "Chemistry Between Us"!

In line with its integrative role in the national chemical community, the Hungarian Chemical Society (HCS) is committed to organising a recurring conference to inform a wide range of professionals about the diverse knowledge and application practices of Hungarian chemists. The National Chemistry Conference with the special motto 'Chemistry between us' was held between 24-26 June this year at Eszterházy Károly University in Eger (Hungary).

You can read the full article online: https://bit.ly/2TTJW4F

*Éva Frank*
*Correspondent, Hungarian Chemical Society*

### 100 years of Romanian Chemistry

As for many other chemical societies around Europe, 2019 is a special year, as we celebrate the 100-years of the Romanian Chemical Society. A century ago a group of Romanian chemists decided to create the Romanian Chemical Society (SChR) starting from an existing active branch of a Romanian Society for Sciences, which dated back to 1890. The decision was mainly based on the IUPAC requirement to have the word "chemistry" within the name of the society in order to be able to affiliate to the international organism…
You can read the full article online: https://bit.ly/2TTJW4F

*Cristina Todasca*
*Executive Board Member of SChR*

## MEET…

Dr. Rachel Mamlok-Naaman is the Chair of the EuChemS Division of Chemical Education. She studied chemistry and chemistry education. She is employed in the chemistry group at the Department of Science Teaching, the Weizmann Institute of Science, Israel, where she served both as the head of the National Center for Chemistry Teachers (until present), and as the coordinator of the chemistry group at the Department of Science Teaching (until June 2016).

You can read the full bio online: https://bit.ly/2P3UIXe

## NOTES

### First EuChemS Historical Landmark awarded to the Ytterby mine

In 2018, EuChemS decided to establish a new Historical Landmarks Programme to identify chemical sites that have been relevant in defining the cultural makeup and history of Europe. These European sites that have played a central role in the science of chemistry, either at a European level or regional level would be identified with commemorative plaques…

You can read the full article online: https://bit.ly/2KFZzJR

*Pilar Goya*
*EuChemS President*

## EuChemS at 47th IUPAC Congress

EuChemS was actively present at a week-long event this month in Paris which combined the 47th IUPAC Congress, the IUPAC General Assembly, and the celebrations of its 100-year anniversary. A EuChemS exhibition stand enabled participants to come and talk to our team, better understand the goals and activities of EuChemS and to find out more about upcoming events and projects. On display was the EuChemS Periodic Table depicting element scarcity, which sparked discussions and debates over the meaning of our use of elements in our smartphones and everyday technologies. We were also pleased to see some Nobel prize winners visit the booth, who were later invited by our young chemists' network, the EYCN, for interviews.

You can read the full article online:
https://bit.ly/2KFZzJR

*Nineta Hrastelj*
*EuChemS Secretary General*

## 5 things about Chemistry

If you are talking about school teaching, of course there are many more than five things that need to be taught. However, I list five overarching themes that are so important that they should be included in any chemistry course:

1. Why chemistry is such an important subject. Everything around is made of chemicals – most of them coming from the chemical industry, but some from natural sources. Chemistry is responsible for feeding the world (without agricultural chemicals we would only be able to feed about 5 billion people), chemistry is responsible for clean water, energy production, materials for buildings and clothes…

You can read the full article online: https://bit.ly/2KFZzJR

*David Cole-Hamilton*
*EuChemS Vice-President*

## CALENDAR

**Visit: https://www.euchems.eu/events-overview/euchems-events-calendar/ for a list of all our upcoming events.**

**8th EuChemS Chemistry Congress**
Lisbon, Portugal
30 August – 3 September 2020
http://www.euchems2020.org/

EuChemS Chemistry Congress
30 August to 3 September
2020 · LISBON.PT

## FUNNY

## COLOPHON

**Chemistry in Europe (CiE)** is the EuChemS quarterly newsletter mainly intended for an audience of chemists. Its objective is to inform the community about research in Europe, to provide updates from EuChemS Member Organisations, and to investigate the latest policy-related developments.

**Editorial Board**:
David Cole-Hamilton, Ioannis Katsoyiannis, Pilar Goya, Nineta Hrastelj (Chair), Torsten John, Marta Kucza, Alex Schiphorst (Coordinator), Karin Schmitz, Emmanuel Sinagra, Cristina Todasca.

***Copyright Notice***
*Chemistry in Europe is published by EuChemS under a Creative Commons license. EuCheMS permits others to copy, distribute or display this content if EuChemS is referred as its sources.*

Braun Tibor
ELTE, Kémiai Intézet, MTA Könyvtár és Informatikai Központ | dr.braun.tibor@gmail.com

# A remény apoteózisa: szupravezetés szobahőmérsékleten

## Gyémántsatuval a „Szent Grál-vegyület” nyomában

### Előszó

Amennyiben létezne szobahőmérsékleten szupravezetés, a reális lehetőségek birodalmába kerülnének a maglev (mágneses levitációs) gyorsvasutak, hatékonyabban működhetnének az elektromos autók és sok más elektronikus eszköz teljesítménye is növekedne. A villamos energia tárolását is forradalmasíthatná egy szobahőmérsékleten stabil szupravezető: a megtermelt, de azonnal fel nem használt energiát veszteség nélkül lehetne keringetni egy szupravezető áramkörben, és bármikor kivenni belőle, amikor szükség van rá. Mindez beláthatatlan pozitív változásokkal járna a gazdaságban, az iparban, a környezetvédelemben és még sok más területen.

A téma, amivel e dolgozatban foglalkozni szeretnénk, interdiszciplináris jellegénél fogva valahol a fizika és a kémia között helyezkedik el, és a tudományos kutatás és fejlesztés legbizarrabb megoldatlan kérdéseihez tartozik, ugyanis még ma is tisztázatlan, hogy a *szobahőmérsékleten működő szupravezetés* egyáltalán létezik-e. Ez utóbbiról a szakirodalomban megoszlanak a vélemények. A létezés-nemlétezés pártiak nézeteiről az alábbiakban röviden bemutatunk néhány szemelvényt.

„A *szobahőmérsékleten* működő szupravezetés 1980-ig ugyanolyan megfoghatatlan volt több mint egy évszázadon keresztül, mint a *magas átmeneti hőmérsékleten* működő szuparvezetés. Azonban ezen utóbbiak sikere és eredményessége 1986-ban sokat ígérő mutatója lett annak, hogy a szupravezetés létezhet teljesen váratlan anyagokban.”

„A szupravezetést tanulmányozó kutatók néha úgy érezhetik, mintha a *szobahőmérsékleten* működő *szupravezetők* kutatása teljes mértékben találgatásokra lenne utalva. Ez kissé olyan, mintha egy telefonszámot szeretnénk megtalálni úgy, hogy az elemek periódusos rendszerének elemeire bökdösnénk számok helyett.”

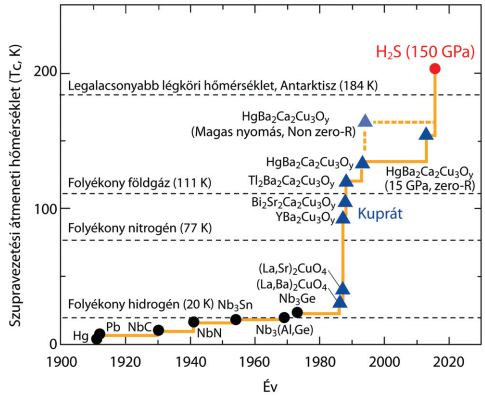
„Különlegesen érdekes, hogy a természetnek egyáltalán nem volt szándéka létrehozni a szupravezetés állapotát. A szupravezetés inkább a természet tévedése, instabilitás, anomália. A szupravezetés állapotában nincs súrlódás. Mit jelent ez a való világban? Ha a súrlódás nem létezne, a Föld ideális gömb formájú lenne, nem lennének épületek, öltözékek, az élet velünk együtt egyáltalán nem létezne.”

„Annak érdekében, hogy létrehozza az élő anyagot, a természetnek évezredekre volt szüksége. Ez a tapasztalat egyedülálló, és nekünk tanulnunk kell belőle, amikor szupravezetésre számítunk szobahőmérsékleten.”

„A szobahőmérsékleten működő szupravezetés, ha létezik, akkor az anyag egyik legfurcsább állapota.”

Amennyiben a fentieket komolyan vesszük, akkor jelen szerzőnek azt sugallnák, hogy bölcsebb lenne lemondani a szobahőmérsékleten működő szupravezetőkről szóló beszámolóról. Bevalljuk, hogy közel voltunk ehhez a döntéshez. De akkor véletlenül kezünkbe került egy 2019 elején megjelent, *The Second Kind of Impossible. The extraordinary quest for a new form of matter* című monográfia *Paul J. Steinhadt* fizikus tollából. [1] Ez a könyv az utóbbi 50 év egyik legizgalmasabb tudományos nyomozási sztoriját írja le az anyag egy új formájának a kereséséről. Arról szól, hogy az addig nemlétezőnek vélt *kvázikristályokat* hogyan fedezték fel a Földön és az űrben. A könyvben ismertetett történet jelen szerzőben azt a gondolatot vetette fel, hogy amennyiben a *kvázikristályok* létezését egyesek lehetetlennek feltételezték, de végül mégis felfedezték azokat, akkor *per analogiam* talán arra is van remény, hogy a *szobahőmérsékleten működő szupravezetőket* az anyag egy új viselkedéseként szintén felfedezzék.

Ezek után visszakanyarodhatunk a dolgozat elején körvonalazott témánkhoz. Egy előző (2011) „Félúton a *magas hőmérsékletű szupravezetők* kutatásában. Vetélkedés, versenyfutás és siker” című dolgozatban [2] már foglalkoztunk a szupravezetéssel (ajánlatos lenne e dolgozatot jelen cikk elolvasása előtt átfutni), és körüljártuk a *magas hőmérsékleten működő szupravezetés* teljes történetét egészen 1986-ig. Említett dolgozatunkban a magas hőmérsékleten működő szupravezetők kutatását körülbelül 300 K-es hőmérsékletskálán (ez olyan hőmérsékleteket tartalmaz, amire lehűtve bizonyos vegyületek szupravezetővé váltak) mutattuk be **(1. ábra)**. Mint látható,




**1. ábra. Magas hőmérsékletű szupravezetők térképe (átmeneti $T_c$ a felfedezés évének függvényében) [10]**

1901 és 1986 között, csaknem 100 év alatt, a hőmérsékletskála feléig (150 K) sikerült eljutnia a tudományos kutatásnak. Ennek alapján állítottuk, hogy a szobahőmérsékleten működő szupravezetők kutatásának végső sikeréig, azaz a szobahőmérsékleten működő „Szent Grál-vegyületek” felfedezéséig terjedő út felénél tartott 1986-ban

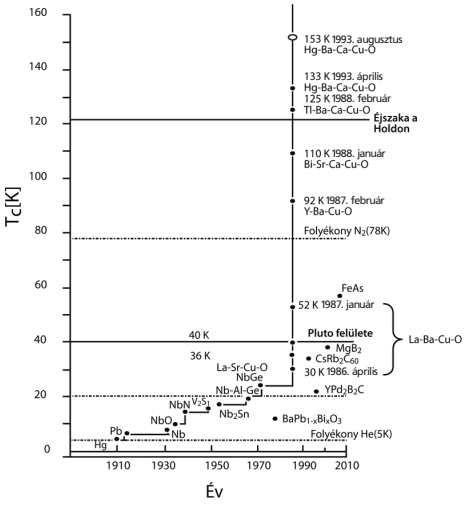
Apoteózis: valaminek a dicsőítése, istenítése. „Szent Grál …”: ezoterikus szimbóluma valaminek, jelen esetben annak a vegyületnek, amely szobahőmérsékleten szupravezetőként működik.

a világ tudományos kutatása. Ezért szerepel a „félúton” az említett dolgozat címében.

## Bevezetés

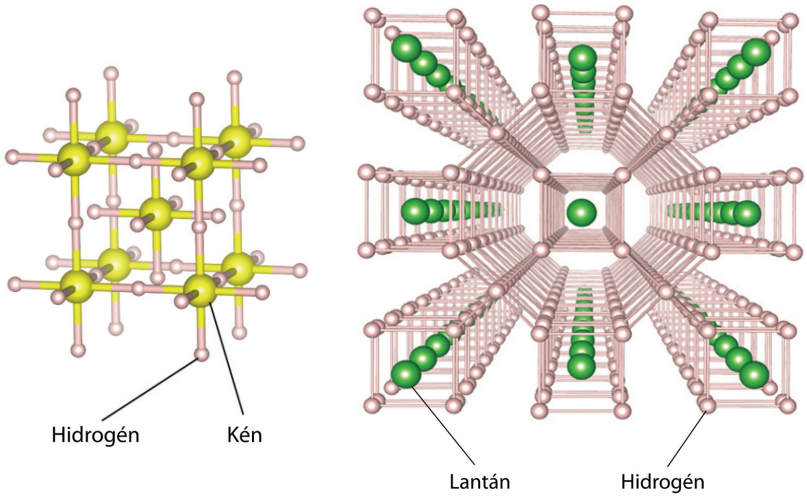
Jelen dolgozatban elemzés tárgyává szeretnénk tenni az út második felét, a *szobahőmérsékleten működő szupravezetők kutatásának* 1986-tól mindmáig, különösképpen az azóta eltelt 33 év legutóbbi részében (2015–2018) elért eredményeit, valamint az előbbiekben említett kutatások (nevezhetnénk „második félidejének”) helyzetét. Szobahőmérsékleten működő szupravezetőnek olyan vegyületeket, anyagokat nevezünk, amik, mint említettük, hűtés vagy nagy nyomás ráhatása nélkül körülbelül 20–25 °C hőmérsékleten lennének képesek az elektromosságot veszteség nélkül, végtelen ideig vezetni.

A réz-oxid-alapú kerámiák (*kuprátok*) **(2. ábra)** szupravezetésének felfedezése




**2. ábra. Magas hőmérsékletű kuprát szupravezetők térképe (átmeneti $T_c$ a felfedezés dátumának függvényében) [11]**

1986-ban azok átmeneti hőmérsékletét ($T_c$-jüket) a folyékony hélium helyett a folyékony nitrogén hűtési hőmérséklete fölé emelte. Ez forradalmi áttörés volt, és elkerülhetővé tette a folyékony nitrogén használatát szupravezetők hűtésére. 1986 óta a kuprátok egyike, a LaBaCuO vegyület és különböző új változatai az akkor legmagasabb $T_c$ (133 K és 164 K) értéken a $T_c$-világrekordot is tartották. Az akkor világszerte indult intenzív kutatás ellenére csaknem 30 évet kellett várni, hogy ezt a $T_c$-rekordot egy teljesen új szupravezető vegyülettípussal (hidridek) 2015-ben megdöntsék.




**3. ábra. a) Kén-hidrogén kristályszerkezete nagy nyomáson [10]**
**b) $LaH_{10}$ kristályszerkezete nagy nyomáson [12]**

## A kén-hidrogén és lantán-hidrid szupravezetők

2015-ben a kén-hidrogén **(3. ábra)** 150 GPa nyomáson (ami körülbelül 40%-a a Föld közepében lévő nyomásnak), 203 K $T_c$-hőmérsékleten szupravezetést mutatott. Rövidre rá két egymástól független, de egymással versengő kutatócsoport, a washingtoni George Washington Egyetemen és a németországi Max Planck Kémiai Intézetben eredményeket közöltek arról, hogy a lantán-hidrid 170–185 GPa nyomáson 250–260 K értékű $T_c$-t mutatott. Ezek az eredmények reményt keltettek a *szobahőmérsékleten működő szupravezetés* felfedezésére. Említett vegyület szupravezetést mutatott olyan hőmérsékleten, ami ugyan nem szobai, de megközelíti egy átlagos téli éjszaka hőmérsékletét a földi sarkkörön.

Ezt megelőzően 1968-ban egy brit kutató úgy vélte, hogy a nagy nyomáson létrehozott fémes hidrogén mindazokkal a tulajdonságokkal rendelkezhet, amiket a Bardeen–Cooper–Schriffer (BCS) szupravezetési elmélet a szupravezetéshez szükségeltet. Sajnálatos, hogy akkor (1968) a hidrogén fémesítése nagy nyomáson kísérletileg még nem volt megvalósítható. Később említett kutató elméleti úton azt is jelezte, hogy bizonyos, hidrogénben dús szilárd vegyületek (hidridek) fémessé válhatnak az elemi hidrogén fémesedésénél alacsonyabb nyomásnál, és azt is, hogy például a kén-hidrogének rendelkezhetnek a szobahőmérsékleten működő szupravezetéshez szükséges tulajdonságokkal. Ez az elméleti eredmény a magas nyomásnak kitett további hidridek szupravezetéshez való alkalmazás keresését indította el, például olyanokét, amikben a hidrogén más elemekhez kötődik. [3–5]

## Gyémántsatu

Itt kell említést tennünk arról, hogy ez volt az az időszak, amikor a szupravezetés és a szupravezetők kutatásában az alacsony átmeneti hőmérsékletre hűtés mellett nagy nyomásokat is kezdtek alkalmazni. Ehhez a gyémántsatut használtak. Ennek a műszernek az ismertetésére nem térünk itt ki, csak megemlítjük, hogy arról egy ugyancsak előbbi (2017), „Gyémántsatuba szorított kémia” című dolgozatunkban számos részletet írtunk le. [6] Jelen szerző a gyémántsatut, illetve a nagy nyomást a szobahőmérsékletű szupravezetők kutatásában a szupravezetés-kutatás második félideje egyik legjelentősebb fejleményének tekinti.

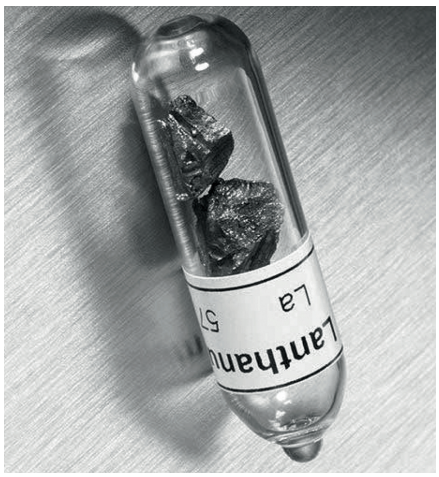
Ezt kiegészíthetjük azzal, hogy a gyémántsatukat is fejlesztették, és 2017-ben megépítették és alkalmazták a gyémánt félgömbös satukat, ezáltal jelentősen megnövelve a gyémántsatuban elérhető (6 Mbar) nyomást. [7]

## Elméleti számítások

A fentiek eredményeként a kvantummechanikára alapozott számítások rendkívül fontosakká váltak gyémántsatukkal, magas nyomáson végzett kísérletek tervezésénél, különösképpen a szobahőmérsékleten működő, szupravezetést ígérő vegyületek esetében. [8] Az utóbbi évtizedben ezek az elméleti számítási eljárások a fémhidridek kutatására összpontosítottak. A kutatók rendkívül magas, egyes esetekben a szobahőmérsékleteket meghaladó átmeneti $T_c$-értékeket is számoltak elméletileg olyan vegyületek, mint az alkáliföldfém- és ritkaföldfém-hidridek esetében. 2017-ben elméleti számítások alapján megjósol-

ták, hogy bizonyos nagy hidrogén-fém arányú ritkaföldfém-hidridek is szobahőmérsékleten működő szupravezetőkké válhatnak gyémántsatuban elérhető nyomáson. Ezeknek a hidrogéndús vegyületeknek a kristályszerkezete, mint kimutatták, emlékeztet a klatrátok szerkezetére. [9]

Az egyik legtöbbet ígérő vegyület a lantán-hidrid ($LaH_{10}$) kristályszerkezete, mint leírták, hidrogénrácsok által szögletes hexagonális oldalakból képzett poliéderekből áll, amiknek a közepében ritkaföldfématom helyezkedik el **(3.b ábra)**. Feltételezve, hogy e vegyületnek szupravezetése eleget tesz a BCS-elméletnek, a kutatók előre jelezték, hogy átmeneti $T_c$-jének 270–290 K hőmérsékleten kell jelentkeznie. 2018 elején sikerült szintetizálni az elméletileg előre jelzett $LaH_{10}$ vegyületet **(4. ábra)**. Nemrég az $LaH_{10}$ szupravezetését is mérték gyémántsatuban előállított extrém nyomáson. Egy újabb szintézis során a kristályos $LaH_{10}$-et *in situ* létrehozták ammóniumborátból ($NH_3BH_3$) és elemi lantánból is.




**4. ábra. $LaH_{10}$-kristályok [13]**

Ezeken a mintákon 185 GPa nyomáson jelentős elektromos ellenálláscsökkenést figyeltek meg 260 K átmeneti $T_c$-nél. A megismételt kísérletsorozat azt mutatta, hogy optimális esetben a $T_c$ elérheti még az átmeneti 280 K értéket is 200 GPa (körülbelül 2 millió atmoszféra) nyomáson. Gyémántsatuban végzett röntgendiffrakciós mérések kimutatták, hogy a magas nyomású szupravezető fázis $LaH_{10}$ összetételű volt, és kizárták azt a lehetőséget, hogy az ellenálláscsökkenés a hőmérséklet által létrehozott szerkezeti változatoknak volt tulajdonítható. A fentiekkel párhuzamosan az $LaH_{10}$ hidridet elemi lantán vagy lantán-hidrid ($LaH_3$) és hidrogén közvetlen reakciójával is szintetizálták. Abban is magas nyomáson elektromos ellenálláscsökkenést figyeltek meg, amiből arra következtettek, hogy az átmeneti $T_c$ változása a gyémántsatu által előállított magas nyomás következménye. Az $LaH_{10}$ esetében a legmagasabb átmeneti $T_c$-értéket ~250 K fokon és ~170 GPa nyomáson mérték. Egy másik azonosítatlan hidridfázis, amit magas nyomáson az $LaH_{10}$ minta tartalmazott, 215 K-en mutatott szupravezetést. Ebben két jellemző szupravezetési effektust is megfigyeltek. Az első szerint mágneses mezőben csökkent az átmeneti $T_c$ annak megfelelően, ami egy BCS-típusú szupravezetőtől elvárható volt. Másodikként a mért átmeneti $T_c$ kimutatta az úgynevezett izotópeffektust, azaz csökkent, amikor az $LaH_{10}$ vegyületben a hidrogént a nehezebb deutériummal helyettesítették.

## További kutatási irányok

Említett adatok komoly reményt keltettek a magas hőmérsékletű szupravezető létezésére, de ez utóbbi minden gyanún felüli meglétére még szükség lenne a Meissner-effektus kimutatására, azaz a mágneses mező kiszorítására a vizsgált vegyületekből, amikor azok szupravezetővé válnak. Ezt az effektust az $LaH_{10}$ vegyület esetében mérni azonban meglehetősen kérdéses, miután kiderült, hogy például az előtte felfedezett magas nyomású kén-hidrogén (kén-hidrid) esetében a Meissner-effektust csak több évvel azután tudták kimutatni, hogy a szupravezetését igazolták. Mivel a gyémántsatuban képződött kristályos lantán-hidrid minták mérete (mennyisége) lényegesen kisebb, mint az előzőleg vizsgált kénhidrogéneké, az $LaH_{10}$ esetében a Meissner-effektus bizonyítása lényegesen bonyolultabbnak ígérkezik. További elméleti és kísérleti vizsgálatok lesznek szükségesek ahhoz, hogy a magas nyomáson a mintákban lévő többszörös kristályrácsokat röntgenspektroszkópiával azonosítsák. A rendelkezésre álló adatok erősen sejtetik, hogy ezek közül egyik a $LaH_{10}$, de a többi ott látott szerkezet azonossága bizonytalan. [10] Azonban az eddig elért kísérleti eredmények jelentősek lehetnek a kristályszerkezetek és a szupravezetés közötti kapcsolat megértéséhez főleg annak érdekében, hogy felderítésre kerüljenek olyan szupravezető vegyületfázisok, amelyek még magasabb átmeneti $T_c$-vel rendelkeznek. Valószínűleg az $LaH_{10}$ magas $T_c$-je felbátorítja a kísérletezőket, hogy hasonló vegyületek, mint például az ittriumhidrid szupravezetését magas nyomáson is megvizsgálják, remélve, hogy azok szupravezetési átmeneti $T_c$-je meghaladhatja a szobahőmérsékletet.

## Végszó

A szupravezetés területén a ’80-as években elért jelentős eredmények akkor váratlanul érték a kutatókat, gyakran ellentmondva az elfogadott elméleti és gyakorlati ismereteknek. A hidridek magas nyomáson való szupravezetésének felfedezése azt mutatja, hogy jelenleg ez már nem így van, ugyanis elméleti számítások is felhasználhatóak új, magas hőmérsékletű átmeneti $T_c$-jű BCS-típusú szupravezető vegyületek jóslására, illetve észszerű tervezésére. Még újabb elméleti számítási eljárások lehetővé teszik majd más vegyületek felfedezését, például olyanokét, amik stabilisan szupravezetők maradnak a magas nyomás megszűnése után is a kén- és lantán-hidridekben, amikben jelenleg még nem így van. Új eljárások szupravezető kristályok szintézisére és jellemzésére lehetővé teszik majd azok sokrétű gyakorlati alkalmazását. Az elmélet és a kísérlet közötti visszacsatolás eredményeképpen talán rövid időn belül lehetővé válik olyan szobahőmérsékleten működő szupravezetők felfedezése is, amikhez gyémántsatunál sokkal egyszerűbb prések szükségeltetnek, például olyanok, amiket jelenleg gyógyszerporok pasztillázására használnak. Ha minden az optimisták reményeinek megfelelően halad, akkor talán a „Szent Grál-vegyület” vagy anyagforma is aránylag rövidesen felfedezésre kerülhet. A remény még megvan.

IRODALOM

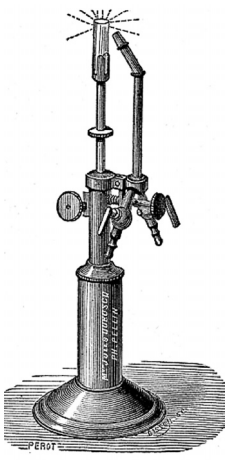
[1] P. Steinhardt, The Second Kind of Impossible. The ExtraordinaryQuest for a New Form of Matter, Simon & Schuster Publ., 2019.
[2] Braun Tibor, Félúton a nagy hőmérsékletű szupravezetők kutatásában. In: Braun Tibor, A Nobel-díjra érdemes taxisofőr. Lexica Kiadó, Budapest, 2016. 232.
[3] M. Shomaya-Zulu, M. Ahart, A. K. Mishra, Z. M. Geballe, M. Baldini, Y. Meng, V. V. Struzhkin, R. J. Hemley, Phys. Rev. Lett. (2019) 122, 27001.
[4] A. P. Drozdov, M. I. Eremets, A. Troyan, V. Ksenofontov, S. I. Shylin, Nature (2015) 525, 73.
[5] N. W. Ashcroft, Phys Rev. Lett. (2004) 92, 187002.
[6] Braun Tibor, Gyémántsatuba szorított kémia. In: Braun Tibor, A könyvek illata. Typotex Kiadó, 2018, 41.
[7] L. Dubrovinsky, E. Koermetz, M. Bykov, E. Bykova, G. Aprilis, A. Pakhomva, High Pressure Research (2017) 37, 1.
[8] E. Zurek, W. Grochala, Phys. Chem., Chem. Phys. (2015) 17, 2917.
[9] F. Peng, Y. Shun, C. J. Pickard, R. J. Needs, Q. Wu, Y. Ma, Phy. Chem. Lett. (2017) 119, 107001.
[10] https://www.asianscientist.com/2016/09/in-the-lab/hydrogen-sulfide-crystal-structure-superconducting-phase/
[11] https://www.semanticscholar.org/paper/A-Review-on-Cuprate-Based-Superconducting-Materials-Rahman-Rahaman/7eff17ec670b05b13e4c88c02af435d15cb42bce/figure/1
[12] https://cdac.carnegiescience.edu/article/new-high-tc-superhydrides
[13] https://media.nature.com/w800/magazine-assets/d41586-018-07831-x/d41586-018-07831-x_16349650.jpg

# Durranógáz és rivaldafény

A Montmartre és a párizsi obszervatórium között zöld lézerfény fúrta át az eget 2005 őszén. Ezzel a látványos módszerrel mérték meg a fény sebességét a Fizika Évében – és így emlékeztek egy másfél évszázaddal korábbi kísérletre. Hyppolite Fizeau (François Arago, a párizsi obszervatórium igazgatójának javaslatára) egy fogaskerék fogai között küldött fényt Párizs környékéről a Montmartre-ra, ahonnan egy tükör verte vissza a sugarat. Amikor a kerék lassan forgott, a visszavert fény ugyanazon a nyíláson haladt át, mint amelyiken kijutott. De ahogy egyre gyorsabban forgott a kerék, a nyílás helyére kerülő (aztán továbbhaladó) szomszédos fog fokozatosan elzárta, majd újra szabaddá tette a visszatérő fény útját. Az ismert, mérhető adatokból ki lehetett számolni a fénysebességet.

**A modernizált kísérlet**
(fotó: Observatoire de Paris, Dominique Monseigny)

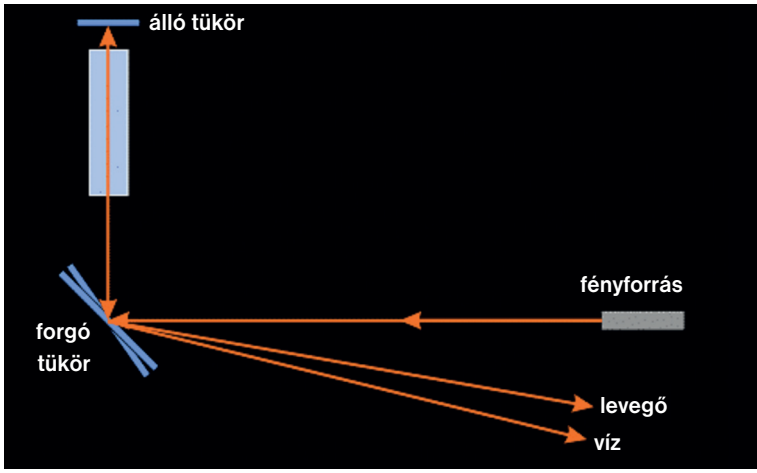
A Fizeau-kísérletben Drummond-lámpa volt a fényforrás. Nendtvich Károlytól az „iparűzők és mindennemű vegyészek" megtanulhatták a lámpa lényegét: „Ha az égetett mész izzásig hevíttetik, olly átható és vakító világgal fénylik, hogy alig képes azt az ember szeme eltűrni. Még erősebb lesz a fény, ha a mész könélenygőz lángjának tétetik ki." (Köneny: hidrogén, éleny: oxigén.) A Montmartre 8–9 kilométerre volt a Fizeau-birtoktól, ahol a lámpát és a fogaskereket felállították, de a fény ennél sokkal távolabbra is elért volna.



**Drummond-lámpa rajza egy katalógusban. A termolumineszcenciát nemcsak hidrogén és oxigén, hanem például oxigén és éter keverékével is előidézték**

A veszélyes Drummond-lámpával színházakban is világítottak – először a Covent Gardenben (a mész nevéből ered a rivaldafény angol neve: limelight). Az oxigént helyben állították elő, általában kálium-klorát hevítésével. A hidrogént kénsavból fejlesztették vagy valamelyik gyártótól szerezték be. A gázokat külön tömlőkben tárolták, és súlyokkal préselték ki. Rövid internetes keresgélés után kiderül, hogy Jókai lelkesedett a lámpáért; ezt írta például: „Hirtelen elővettem Drummond-féle könenylámpásomat [itt az „éleny", az oxigén kimaradt], egy csavar elfordításával meg-gyujtottam azt, úgyhogy amint a barlangba bevágtattunk, ez teljes villámfényragyogás mellett történt meg." Vagy: „Ez a Drummond-féle mészfény, mely egy világoskék átlátszó petinet laptól mérsékelve egészen az égbolt kellemes világosságát terjeszti idelenn anélkül, hogy, mint a gázvilágítás, egyúttal a hőséget is szaporítaná a teremben…"

Aragót a fénysebességmérésnél is jobban érdekelte, hogy a levegőben vagy a vízben halad-e gyorsabban a fény. A kérdés távolról sem volt triviális. A 19. század elején a fizikusok többsége még Newton korpuszkuláris hipotézisét fogadta el, ebből pedig az következett, hogy a fénysebesség a vízben nagyobb. De Fresnel, aki szinte alig ismerte az elődök és a kortársak optikai munkáját, s emiatt sok mindent újra felfedezett (amin később boszszankodott), hamarosan megalkotta az első koherens, számításokkal alátámasztott hullámelméletet, amely nagyon vonzónak tűnt. A hullámelmélet azt jósolta, hogy a fény lassabban halad a vízben, mint a levegőben.




**A fénysebesség-különbség kimutatására szolgáló, forgó tükrös módszer vázlata** (physics.stackexchange.com)

Arago a méréshez forgó tükrös módszert javasolt. Foucault (aki elsősorban az ingájáról híres) és Fizeau sokáig dolgozott az ötlet megvalósításán. A munka vége felé összevesztek, így külön mérték meg és jelentették be (Foucault valamivel hamarabb), hogy a levegőben terjed gyorsabban a fény. Sokan úgy gondolták, hogy ezzel az utolsó szöget is sikerült beverni a korpuszkuláris elmélet koporsójába.

Később Fizeau azt is megállapította, hogyan adódik össze áramló vízben a víz és a fény sebessége. Kiderült, hogy nem „egyszerűen" – hanem úgy, ahogy (majd) a relativisztikus sebesség-összeadási törvény mondja. A számszerű eredményt adó kí-

sérletet Einstein a relativitáselmélet egyik perdöntő próbájának tartotta.

Fizeau és Foucault nem a fénysebesség mérésével kezdte a fizikusi pályát (Fizeau valójában „a tudomány egyik utolsó nagy amatőre” volt). A dagerrotípiát – ki más – Arago mutatta be a Szépművészeti és a Tudományos Akadémia közös ülésén, 1839-ben. Hamarosan Fizeau és Foucault is megismerkedett a technikával. Mindkettőjüket felvillanyozta a találmány, de világos volt számukra, hogy a hosszú expozíciós idő csökkentése érdekében növelniük kell az érzékenységet. Ezért az eredeti módszer, az ezüstözött rézlemez jódgőzös kezelése helyett Fizeau brómos vízből párolgó brómot használt, Foucault pedig számos ponton javította az eljárást. Ő már mikroszkópos felvételeket is késztett biológiai mintákról. 1845-ben, 1/60 másodperces expozíciós idővel, Fizeau és Foucault fényképezte le először a Napot.

**Silberer Vera**

IRODALOM

J. B. Gough, Armand-Hippolyte-Louis Fizeau. Complete Dictionary of Scientific Biography, http://www.encyclopedia.com (letöltés: 2018. július 13.)

P. Lauginie, Bulletin of the Scientific Instrument Society (2015) 127, 22.

Nendtvich K., Az életműtlen műipari vegytannak alapismeretei. Mesteremberek, iparűzők, mindennemű vegyészek és tudomány kedvelők számára. Hartleben, Pest, 1844. (https://books.google.hu)

# Fagyi Toulouse-Lautreckel

*Pozsony (Bratislava) belvárosának szélén van egy fagyizó. Színes asztalok és székek, a székeken színes párnák, halk zene, fiatalos és egyben romantikus ez a hely. Ennek a fagyizónak a megálmodója és tulajdonosa Szalai Barbara. Barbara magyar családban született, magyar óvodába járt, és otthon is magyarul beszélnek. Az alapiskolát és a gimnáziumot a híres Duna utcai épületben végezte, természetesen magyarul. Pozsonyban érettségizett. Utána Nagyszombatban (Trnava) szlovákul tanult kommunikáció- és médiatudományt. Ezt követően Olaszországban a fagylaltkészítést tanulta meg angol nyelven. Úgy tett, mint évszázadokkal ezelőtt a peregrinusok. Elment külhonba tanulni, és hazavitte a tudását. A Nagyszombati Egyetemen jogi és közgazdasági-üzleti tantárgyakat tanult, Olaszországban a szakmát tanulta ki tökéletesen. Mindezekhez hozzájön a magyar kreativitás. Így nyitotta meg első fagylaltozóját huszonnégy évesen. A fagylaltozó a világ második legjobbja lett (!), és Európában a legjobb. Mindig az Európa Top 13 közt van Barbara családi vállalkozásként működő fagyizója. Hitvallása az, hogy mindenki megtalálja az ízlésének megfelelő terméket. Erre bizonyíték a közel 150 féle fagylalt, beleértve a különlegességeket is. Aki Pozsonyban jár – ebben a szép koronázó városban –, nézzen be hozzá. Ha szerencsés a látogató, láthatja a világ talán legszebb séfkabátját Szalai Barbarán.*

*Az adatokon és a tényeken kívül érdemes mást is tudni Barbaráról, hogy kirajzolódjon egy szlovákiai magyar üzletasszony portréja. Néhány kérdést tettem fel Barbarának, amit ő szívesen megválaszolt.*

*Gyerekkorodban nagyon szeretted a fagyit?*

Nem. Most jobban szeretem.

*Mi az első iskolai emléked?*

Rengeted új arc és a legjobb barátnőm mellettem.

*Mit köszönhetsz a szüleidnek?*

Mindent! Amivé lettem és még amilyen leszek… Mindenben ők formáltak. Megtanítottak az alázatra és a kemény munkára. Arra, hogy az életben semmi sincs ingyen. És ami a legfontosabb: hogy mosollyal mindent könnyebben el lehet érni.

*Mi a legdrágább, amit vásároltál?*

Terhességi teszt – mert kisfiam született.

*Mitől félsz a legjobban?*

A pókoktól. Amúgy semmitől. Szeretem a kihívásokat.

*Macska vagy kutya?*

Kutya.

*Milyen szuperhős-képességet szeretnél?*

Mosolyt csalni mindenki arcára.

*Ha az időben visszautazhatnál, melyik korba mennél vissza?*

16–17. század. De bármelyikben el tudom magam képzelni.

*Öt nyelven beszélsz. Kedvenc könyved milyen nyelvű?*

Mindegyik nyelvben megvan a kedvenc.

*Kedvenc filmed van-e?*

Van, sok. Egyiknek a címére sem emlékszem.

*Mik a kedvenc fagyijaid?*

Mangó és pisztácia.

*Ha valakit meghívhatnál a történelemből egy fagyira, ki lenne az?*

Toulouse-Lautrec. Imádom.

*A kikapcsolódásodról mondanál valamit?*

Egy jó könyv és egy pohár bor. Vagy egy hónapos nyaralás hátizsákkal. Vagy csak csönd. Vagy sok barát, család.

*A humorérzék fontos?*

A legfontosabb.

*Ha a legfontosabb, akkor egy vicc: A medve feldúlva megy az erdőben, találkozik a farkassal. Azt kérdezi a farkas: Te medve! Igaz, hogy van egy halállistád? És rajta vagyok? Az feleli a medve: Van halállistám, és rajta vagy. A farkas remegve kéri, hadd köszönjön el a családjától. Elköszön, a medve széttépi a farkast, és megy tovább. Találkozik a rókával. A róka megkérdezi: Te medve! Igaz, hogy van egy halállistád? És rajta vagyok? Azt feleli a medve: Van halállistám, és rajta vagy. A róka remegve kéri, hadd köszönjön el a családjától. Elköszön, a medve széttépi a rókát, és megy tovább. Találkozik a kisnyúllal. A kisnyúl azt kérdezi: Te medve! Igaz, hogy van egy halállistád? És rajta vagyok? Azt feleli a medve: Van halállistám, és rajta vagy. Azt kéri a kisnyúl: Te medve, nem húznál le a halállistádról? Azt mondja a medve: Jól van, lehúzlak!*

*Köszönöm a válaszokat. Jó egészséget kívánok a babának és anyukájának!*

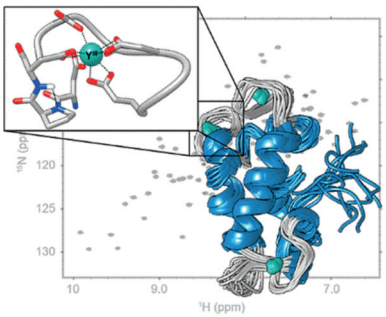
**Ménes András**

TÚL A KÉMIÁN

# Történelem lámaürülékből

A legutóbbi kutatások szerint az andokbeli civilizációk történetéhez fontos adalék nyerhető megkövesedett lámaürülék vizsgálatából. 1438 és 1533 között az Inka Birodalomban lámák ezrei hordták az árut – jellemzően sót vagy kokalevelet – a fontos kereskedelmi utakon, amelyek egyike a Marcacocha-medencén át vezetett. Az ott lévő tóban idővel felgyülemlett a magashegyi kérődzők ürüléke, amely egyes atkák fő tápláléka. A mikroszkopikus méretű atkák maradványainak vizsgálata igen jól tükrözte az inkák történelmének főbb eseményeit: pl. a 15–16. század fordulóján a történelmi forrásokból ismert gyors fellendülést vagy a spanyol hódítók által 1532-ben okozott pusztítást. Érdekes módon semmi hasonlót nem tapasztaltak egy sokkal gyakrabban használt környezeti indikátorfaj, a *Sporormiella* nemzetségbe tartozó gombák vizsgálatakor: ezekből kizárólag a csapadékosabb és szárazabb időszakok váltakozását lehetett felmérni. *J. Arch. Sci. 102*, 61. (2019)

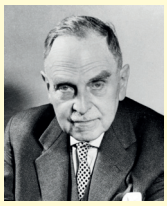
# Egy lantanidakötő fehérje szerkezete




A *Methylobacterium extorquens* érdekes baktériumfaj, amelyben legalább két enzim normális működéséhez lantanidaionok szükségesek. Nemrégiben sikerült ebből egy lantanidakötő fehérjét izolálni, amely a lanmodulin nevet kapta, és NMR segítségével meghatározták az ittrium(III)iont kötő változat oldatszerkezetét. Fémkötő helyei a Ca(II)-tartalmú fehérjék analóg részleteire emlékeztetnek, de a koordináció során jelentős konformációváltozás történik, ennek köszönhetően az ittriumkötődés egyensúlyi állandója mintegy százmilliószorosa a kalciumkötődésének. A felismert összefüggések nagy szerepet játszhatnak a jövőben szelektív lantanidakötő ligandumok tervezése során is.

*Biochem. 58*, 120. (2019)

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


OTTO HAHN

## CENTENÁRIUM

Otto Hahn, Lise Meitner: Über die chemischen Eigenschaften des Protaktiniums. I. Mitteilung Abscheidung des Protaktiniums aus Pechblende *Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft* Vol. 52, pp. 1812–1828. (1919. október 11.)

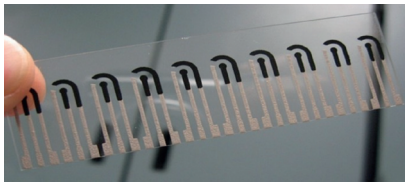
Otto Hahn (1879–1968) német radiokémikus volt. 1938-ban részt vett a maghasadás felfedezésében, ezért 1944-ben kémiai Nobel-díjat kapott. Azon kevesek közé tartozott, akik a II. világháború előtti Németországban nyilvánosan ellenezték a nemzeti szocializmust és a zsidók üldözését. Többek között ennek elismeréseképp a háború utáni korszak legbefolyásosabb német közéleti személyiségei közé tartozott. Szenvedélyesen ellenezte a nukleáris fegyverek kifejlesztését is.

LISE MEITNER

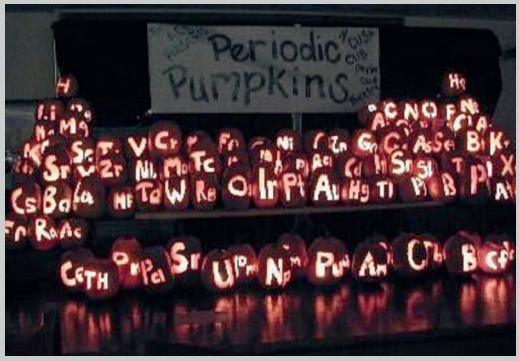
Lise Meitner (1878–1968) osztrák–svéd radiokémikus volt. Otto Hahnnal együtt fedezte fel a maghasadás jelenségét, de munkatársától eltérően ő nem kapta meg érte a Nobel-díjat; ezt később jelentős igazságtalanságnak tartotta a tudományos közvélemény, amelynek javításával is megpróbálkoztak: pl. a Nobel-díjasok 1962-es Lindau-konferenciájára ő is meghívást kapott. Pályafutása nagy részét fizikaprofesszorként Berlinben töltötte, munkáját a zsidóellenes német törvények miatt vesztette el. 1938-ban emigrált Svédországba, és élete végéig ott is élt. Megkapta a svéd állampolgárságot, de közben a tudományos együttműködést tovább folytatta német kollégáival is. Róla nevezték el a 109-es rendszámú elemet.

# Gyors, kézi fentanildetektor

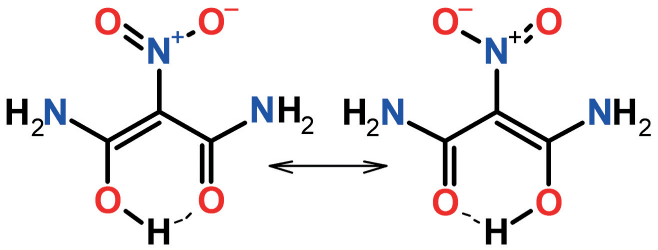
A fentanil a mai orvosi gyakorlatban használatos kábító fájdalomcsillapítók közül az egyik leghatásosabb. Sajnos az illegális kábítószer-kereskedelemben sem maradt észrevétlen ez a tény, így egyre fontosabb kérdés a hatóanyag minél gyorsabb és egyszerűbb kimutatása. Ezért jelentős eredmény annak az új módszernek a kidolgozása, amely 1-butil-1-metilpirrolidinium-bisz(trifluorometilszulfonil)imid ionos folyadékot is felhasználva, vékony lapkára kinyomtatott szénelektródok között voltammetriás elven teszi lehetővé a fentanil jelenlétének bizonyítását. Noha a voltammetria szelektivitása analitikai szempontból ritkán ideális, ebben az esetben a jellegzetes mintázatot az illegális kábítószerekben lévő szokásos más anyagok nem zavarják. Az analízis teljes ideje nem haladja meg az egy percet, a hozzá szükséges összes eszköz pedig könnyen hordozható. *Anal. Chem. 91*, 3747. (2019)



PERIÓDUSOS KÜLÖNLEGESSÉG



## A HÓNAP MOLEKULÁJA



A nitromalónamid ($C_3N_3O_4H_5$) aligha tűnik látványos molekulának, és nem is a közelmúltban állították elő először, 2019-ben azonban deuterált dimetil-szulfoxidban végzett $^{18}O$–NMR vizsgálatok révén a molekula két érdekes tulajdonságára is fény derült. Egyrészt a hasonló vegyületeknél már jól ismert keto és enol tautomerek közül – talán meglepő módon – az utóbbi jóval stabilabb, oldatban szinte kizárólag ez van jelen. Másrészt az enol formában kialakuló intramolekuláris hidrogénkötés szimmetrikus, vagyis nem lehet különbséget tenni donor és akceptor között. Ilyen jelenség eddig például a $HF_2^-$-ionban volt ismert, de a nitromalónamid az első példa, ahol ez semleges molekulában fordul elő.

*J. Am. Chem. Soc. 141*, 4103. (2019)

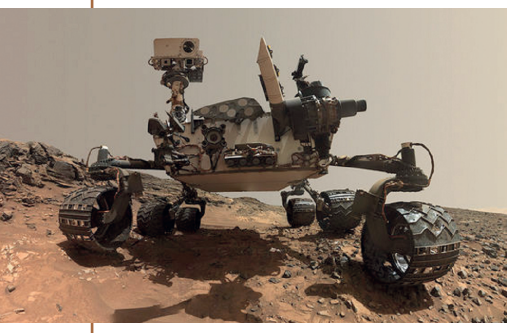
# Növekvő metánkibocsátás a Földön…

Azt már számos tudományos tanulmányban megfigyelték, hogy a sarkvidéki területeken több ezer éve fagyott állapotban lévő talaj, a permafroszt sok helyen olvadni kezdett. Eddig viszont kevesen számoltak ennek egy most kimutatott következményével: a metánkibocsátás jelentős megnövekedésével. Az alaszkai Utqiagvik környékén végzett vizsgálatok szerint a melegedés és olvadás következményeként egyre jobban elszaporodik az *Arctophila fulva* fűféleség, amely nagyban elősegíti a talaj egyébként kötött metántartalmának levegőbe jutását. A kísérletek tanúsága szerint így a szénhidrogén-kibocsátás sebessége mintegy 65%-kal megnövekszik. A légköri metántartalom növekedése az üvegházhatás miatt további melegedést okoz, ezért a növények gyorsabban nőnek, vagyis pozitív visszacsatolás jön létre a rendszerben.

*J. Geophys. Res. Biogeosci. 124*, 1560. (2019)

# … és a Marson

A Curiosity marsjáró nemrégiben meglepő eredményeket küldött vissza a Földre: kiugróan nagy metánkoncentrációt érzékelt a Gale-kráter légkörében. Korábban már több szonda is mérte a Marson a $CH_4$ mennyiségét, ami átlagosan 1 ppb-nél egy picit kevesebb. A Curiosity 2019 júniusában néhány napig váratlanul nagy koncentrációkat mért, amelyek meghaladták a 20 ppb-t is, majd fokozatosan visszatért a megszokott értékekhez. Korábban is tapasztaltak már kiugró koncentrációkat rövid ideig, de ezek soha nem haladták meg a 6–7 ppb-t. A Földön a helyi légköri metánmennyiség változását ilyen időskálán szinte kizárólag életfolyamatok okozzák.



*Science 10.1126/science.aay5025 (2019)*

# Új prefixumok

Az alapegységek újradefiniálását követően az SI rendszer a közeljövőben várhatóan újabb, bár az előzőnél kisebb változáson megy át: két új prefixumpár születik majd. Noha a $10^{24}$-nél nagyobb és $10^{-24}$-nél kisebb értékekre több nem hivatalos változat is létezik, az idén szabályos javaslatot is nyújtottak be a Nemzetközi Súly- és Mértékügyi Hivatalhoz a quecca (Q), ronna (R), ronto (r) és quecto (q) használatának bevezetéséről. A végleges jóváhagyás 2022-ben várható.

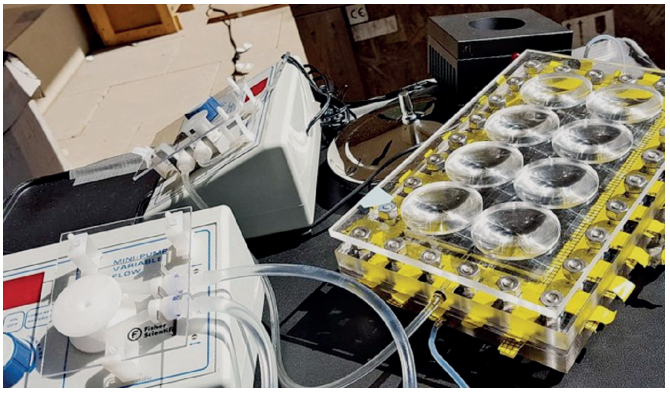
*Science 363*, 681. (2019)

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| quecca | Q | $10^{30}$ | milli | m | $10^{-3}$ |
| ronna | R | $10^{27}$ | mikro | m | $10^{-6}$ |
| yotta | Y | $10^{24}$ | nano | n | $10^{-9}$ |
| zetta | Z | $10^{21}$ | piko | p | $10^{-12}$ |
| exa | E | $10^{18}$ | femto | f | $10^{-15}$ |
| peta | P | $10^{15}$ | atto | a | $10^{-18}$ |
| tera | T | $10^{12}$ | zepto | z | $10^{-21}$ |
| giga | G | $10^{9}$ | yocto | y | $10^{-24}$ |
| mega | M | $10^{6}$ | ronto | r | $10^{-27}$ |
| kilo | k | $10^{3}$ | quecto | q | $10^{-30}$ |

# Hatékonyabb sómentesítés

Az emberiség egyharmadának mindennapi problémát okoz, hogy megfelelő minőségű édesvízhez jusson. Sok olyan helyen is igaz ez, ahol elég nagy mennyiségben van sós víz. A desztillálás igen drága dolog, ezért a tengervíz sómentesítésére ritkán használják. Ezen változtathat amerikai tudósok találmánya, amely a napenergiával végzett desztillációt teszi hatékonyabbá. A készülék lényege egy olyan membrán, amely a folyékony vizet nem engedi át, de a vízgőzt igen. Ennek a folyadék felőli oldalán igen olcsón előállítható aktív szén található, amely színe miatt hatékonyan nyeli el a napsugárzást. A naperőművekben használt, általában igen drága parabolatükrök helyett a fény összegyűjtésére egyszerű műanyag lencséket használnak.

*Proc. Natl. Acad. Sci USA 116*, 13182. (2019)



MEGEMLÉKEZÉS

# In memoriam Lempert Károly (1924–2019)

*Életének 95. évében, 2019. augusztus 27-én elhunyt Lempert Károly Széchenyi-díjas akadémikus, a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem professor emeritusa, a szerves kémia nemzetközi hírű tudósa és az egyetem kiemelkedő oktatója.*

Lempert Károly 1924. szeptember 7-én született Budapesten. Általános és középiskolai tanulmányait 1930-tól 1942-ig a budapesti Német Birodalmi Iskolában végezte, ahol a matematika és a természettudományok oktatása jóval magasabb színvonalú volt, mint az akkori magyar iskolákban. Ekkor kötött ismeretséget a kémiával, otthon barátaival sokszor életveszélyes kémia kísérleteket végezve. Megszerezte a „kis Gróh”-t és P. Karrer „Organische Chemie” című könyvét, és azokat alaposan tanulmányozta. Hosszú ideig gondolkozott azon, hogy matematikus vagy kémikus legyen, végül az utóbbi mellett döntött, és 1945-ben beiratkozott a Pázmány Péter Tudományegyetem Bölcsészkarára vegyészhallgatónak. 1945-től 1948-ig folytatott itt tanulmányokat. Ez alatt az idő alatt szakadt ki a Bölcsészkarból a Természettudományi Kar, és ekkor vezették be a vegyész szigorlatokat is. A II. évfolyam elvégzése után összeházasodott évfolyamtársával, Sréter Magdával. IV. évfolyamos korában elszegődött kutatótanoncnak, mostani szóhasználattal élve tudományos diákkörös hallgatónak Buzágh professzorhoz a Kolloidkémiai Tanszékre, ahol a szulfitszennylúg hasznosításával foglalkozott, de kutatómunkája ebben a témában nem járt sikerrel, és érdeklődése is egyre inkább a szerves kémia felé irányult. Búcsút vett a Kolloidkémiai Tanszéktől, és a vegyész diploma megszerzése után, 1948-ban elment a Chinoin Gyógyszergyárba kutatónak. Egy évet töltött itt, majd 1949 őszén a Kossuth-díjas Beke Dénes meghívta az akkor alapított és általa vezetett Szerves Vegyipari Kutatóintézet Festékosztályára kutatónak. Itt Lempert Károly laboratóriumi és félüzemi kísérleteket végzett annak érdekében, hogy meghonosítsák Magyarországon a festékipart. Sajnos a Festékosztálynak ezt a törekvését nem sok siker koronázta.

Amikor Beke Dénes a BME Szerves Kémiai Intézetébe került 1951-ben, magával vitte Lempert Károlyt is aspiránsnak. Megjegyzem, hogy ebben az évben (1951-ben) vezették be az aspirantúra intézményét Magyarországon. Az ötvenes évek elején a BME Szerves Kémiai Intézet vezetését az akkor már súlyosan beteg Zemplén Géza professzor helyett Beke Dénes docensként látta el. Lempert Károly 1951-től 1954-ig volt itt aspiráns. Kutatási témája új helyi érzéstelenítők előállítása volt a xilokain szerkezetének módosításával. 1955-ben, kandidátusi értekezésének megvédése után kutatói állást kapott az MTA akkor alakult Kísérleti Orvostudományi Kutatóintézetében (a KOKI-ban). Lempert Károly saját kérésére az akkori igazgató, Rusznyák István professzor nagyvonalúan nem a Gyógyszerkutatási Osztályon, hanem a SOTE I. számú Belklinikájának Kórélettani Osztályán bocsátott egy laborasztalt rendelkezésére, és mellé teljes kutatási szabadságot is adott. Erre az időszakra esik Lempert Károly heterociklusos kémikussá válása, mondhatni teljesen véletlenül. Pataky István, az Issekutz professzor vezette SOTE Gyógyszertani Intézetének munkatársa ajánlott fel együttműködést Lempert Károlynak. Patakynak az volt a hipotézise, hogy a hidantoin- és a kreatininszármazékoktól pszichotrop hatás várható. Hipotézisének igazolásához keresett vegyészpartnert, aki a kívánt vegyületeket vizsgálatok céljára előállítaná. Az együttműködés keretében Lempert Károly által előállított vegyületek egy része ugyan mutatta a várt biológiai hatást, de ez nem volt eléggé kifejezett. Ekkorra viszont Lempert Károly már annyi érdekességet látott a nitrogén-heterociklusos kémia területén, hogy folytatta kutatásait a hidantoin- és kreatininszármazékok, majd gyűrűanalogonjai, és végül számos más heterociklusos rendszer körében. Ezeket a kutatásokat leginkább alapkutatás jelleggel végezte, a kémiai szempontból érdekes reakciók és jelenségek feltárására és értelmezésére törekedve.

1961-ben Beke Dénes tanszékvezető egyetemi tanár meghívására visszatért a BME Szerves Kémia Tanszékére, ahol egyetemi docenssé nevezték ki. Beke professzor 1962-ben bekövetkezett korai halála után docensként vette át a Tanszék vezetését. 1963-ban megvédte a nitrogén-heterociklusok témaköréből készült „tudomány doktora” értekezését. 1964-ben egyetemi tanárrá és egyben a Tanszéken működő MTA Alkaloidkémia Kutatócsoport vezetőjévé nevezték ki. 1978-ig volt a Tanszék és 1994-ig a Kutatócsoport vezetője. 1970-ben a Magyar Tudományos Akadémia levelező, 1982-ben pedig rendes tagjává választották.

Lempert professzor kiváló oktatómunkát végzett a Budapesti Műszaki Egyetem akkor még Szerves Kémia Tanszékén. A „Szerves kémia” alaptárgyon kívül előadója volt a „Szerves kémia III” és a „Heterociklusos vegyületek kémiája” című tárgyaknak. Jelentős érdemei közé tartozik a szerves kémia oktatásához kiválóan használható, 1976-ban megjelent *Szerves kémia* című könyv megírása. Ezt a könyvet évtizedeken keresztül használták, és használják még ma is nemcsak a felsőoktatási intézményekben, de a kutatóintézetekben és a gyárakban dolgozó kollégák is. Én is igen gyakran forgattam, az utóbbi időben ugyan ritkábban, és mindig megcsodálom logikus felépítését, igényességét és precíz tárgyalásmódját. Lempert professzor 1986-ban oktatómunkájáért a Kar Kiváló Oktatója címet, 1989-ben pedig Apáczai Csere János-díjat kapott.

A kiváló oktatómunkájához kimagasló tudományos eredmények is társultak. Ennek elismerését jelzi az 1994-ben kapott Széchényi-díj is. Főbb kutatási területei a heterociklusos vegyületek kémiája, a szerves fotokémia, a szerves vegyületek egyelektron-átmenettel induló reakciói, a béta-laktámok kémiája és a gyógyszerkémia. Eredményeit több száz lektorált, referált folyóiratban, illetve körülbelül ugyanilyen számú előadásban foglalta össze. Tanítványai közül 13-an szereztek egyetemi doktorátust, 12-en kandidátusi, illetve PhD-fokozatot, valamint hatan a kémiai tudomány doktorai vagy az MTA doktorai lettek.

Lempert professzor a szakmai közéletben is igen aktívan vett részt. Tagja volt az MTA Szerves és Biomolekuláris Kémiai Bizottságának, az *Acta Chimica Hungaricae* szerkesztőbizottságának, a TMB-nek, a Magyar Kémikusok Egyesülete Szerves- és Gyógyszerkémiai Szakosztálya elnökségének.

Kiemelkedő érdemei közé tartozik, hogy megalapította és első elnöke volt az MTA Heterociklusos Munkabizottságnak, mely utóbbi azóta is az egyik legnagyobb számú és legmagasabb szakmai színvonalú munkabizottsága az MTA Szerves és Biomolekuláris Kémiai Tudományos Bizottságnak.

Szeretett felesége, Magdi betegsége és kórházba kerülése nem engedte meg, hogy a szerves kémia területén és a szakmai közéletben továbbra is részt vegyen, hiszen mindennap hűségesen látogatta őt a korházban. Felesége elvesztése nagyon megviselte.

A kutatómunkában és az oktatómunkában megmutatkozó

rendkívüli elkötelezettsége, igényessége, precizitása, szorgalma és munkabírása, emellett szerénysége például szolgálhat nemcsak a kémikusközösség, hanem mindenki számára. Halálával a magyar és a nemzetközi kémikustársadalom kiemelkedő egyéniségét vesztette el a világ.

Emlékét tisztelettel és szeretettel megőrizzük.

**Huszthy Péter**

## TUDOMÁNYOS ÉLET

# 42 éven át vezető szerep az MKE Bács-Kiskun Megyei Csoportjában

*Interjú Fazekasné Berényi Évával*

*Egyesületünk Bács-Kiskun Megyei Csoportjának hagyományos, évenkénti „Kémikus Napok" rendezvényén 2016-ban vettem részt először, ez alkalommal volt módom személyesen megtapasztalni a Csoport titkárának, Fazekasné Berényi Évának nagyszerű szervezőmunkáját. A „Kémikus Napokon" 2017-ben és 2018-ban is részt vettem. A rendezvényekről lapunk 2016. július-augusztusi, 2017. szeptemberi és 2018. július-augusztusi számaiban adtam tudósítást. Amint az említett közleményekből is látható, kiválóan szervezett, érdekes, a tanároknak, kutatóknak, fejlesztőknek egyaránt tanulságos, továbbképzéssel felérő konferenciák zajlottak le. E rendezvények „lelke" Fazekasné Berényi Éva volt, aki azonban az ez évi tisztújítás alkalmából lemondott titkári posztjáról.*

*A mostani interjúval szeretném röviden bemutatni Éva életútját, és megköszönni Egyesületünk keretében és érdekében kifejtett áldozatos munkáját.*

*Kedves Éva, kérlek, mesélj indulásodról, hogyan választottad a kémikusi pályát. Volt-e a családodban kémikus?*

Édesapám megyei büntető tanácsvezető bíró volt. Édesanyám otthon vigyázott a családi tűzhely melegére. Gyermekkoromban még gyakran fordult elő, hogy az édesanyák nem vállaltak munkát, és ez igen nagy áldás volt a gyermekek számára.

Tanulmányaimat az érettségiig Kecskeméten végeztem, végig kitűnő eredménnyel. Középiskolai tanáraim a Bányai Júlia Leánygimnáziumban megszerettették velem a kémiát, ami azonban már az általános iskolában is kedves tárgy volt számomra.

*Egyetemi tanulmányaidat hol végezted?*

1961-ben nyertem felvételt Szegedre, a József Attila Tudományegyetem vegyész szakára, ahol 1966. július 1-jén szereztem meg oklevelemet jeles minősítéssel.

Csodálatos öt évet töltöttem az egyetemen. Szakmailag tartalmas, fárasztó napi 10 órákat töltöttünk az előadókban és laborokban. De megérte! Olyan széles körű és magas szintű tudást kaptunk tanárainktól, amely kiváló alapot adott az előttünk álló „Élethez".

*Az egyetem után szülővárosodban nem mindennapi területen futottad be pályádat.*

1966. augusztus 1-vel kerültem a Magyar Néphadsereg Repülő Orvosi Vizsgáló és Kutató Intézetébe, ahol 33 évet töltöttem. Ez az intézet 1965-ben Budapestről költözött Kecskemétre. Feladata az ország hadseregében működő valamennyi pilótának (hajózónak) az egészségbiztosítása és -megőrzése volt. Intézetünkben minden klinikai és kutatói feladatot katonaorvosok láttak el, egyedül én voltam civil.

Friss diplomásként az intézet laboratóriumának vezetését, illetve a kémiai munka beindítását, megszervezését kaptam feladatként. Mély vízbe kerültem, mert mindössze két üres helyiségből kellett indítanom a munkát. Hálás köszönettel tartozom egyetememnek, mert sok, kézzel fogható segítséget kaptam az induláshoz.

A hajózók éves és féléves egészségügyi szűrése mellett, azaz a humán klinikai kémiai vizsgálatok mellett biokémiai és élettani kutatómunkát is végeztünk kísérleti állatokon: ezek a kísérletek szintén a repüléshez szolgáltattak fontos tudományos adatokat.

*Milyen szakmai fejlődésre adott lehetőséget munkaköröd?*

Munkaterületem megkövetelte, hogy nemcsak a kémiai, hanem az orvosi területen is tovább képezzem magam, ennek eredményeként a Szegedi Orvostudományi Egyetemen szereztem orvos-biológiai doktori címet – *summa cum laude* minősítéssel. Doktori disszertációm címe „Néhány élettani tényező hatása az eltérő anyagcsere-típusú vázizmok összetételére". Ez az időszak éppen a magyar űrhajósjelöltek kiválogatására és felkészítése tartamára esett. Csodálatos munka volt, disszertációmat többéves kutatási eredményekből és kísérleti adatokból állítottam össze.

*Az orvos-biológiai doktori cím megszerzésén túl is tovább képezted Magad. Mit emelnél ki a szakmai továbbképzések között?*

Az említett 33 év alatt sok tapasztalatcserén, kongresszuson vettem részt. A minden évben megtartott repülőorvos-kongresszusokon előadásokat tartottam. Emellett több szakmai folyóiratban publikáltam. Kiemelném, hogy 1983-ban Szegeden elvégeztem a „Laboratóriumi diagnosztika, orvosi laboratóriumi vizsgálatok" című tanfolyamot, és szakvizsgát tettem. E szakvizsga megnyitotta azt a lehetőséget, hogy a „civil" szférában is dolgozzam. 1995 óta dolgozom a civil szférában, jelenleg a Kunszentmiklósi Rendelőintézet laboratóriumának vagyok vegyész- és labororvosi vezetője.

*Fenti munkádon felül aktív tagja voltál és vagy a kémikus közéletnek. Kollégáim nagy tisztelettel és elismeréssel említik a Magyar Kémikusok Egyesületében végzett értékes munkádat. Amióta megismertelek, csak csodálattal tudom követni az igen nagy energiabefektetést igénylő szervezőtevékenységedet. Kérlek, légy szíves, mesélj erről.*

A Magyar Kémikusok Egyesületének 1963 óta vagyok tagja, 1977 óta a Bács-Kiskun Megyei Csoport vezetőségi tagjaként veszek részt az Egyesület életében. 1985 óta láttam el a csoport titkári funkcióját, amelyről az ez évi tisztújítás alkalmából végleg leköszöntem, átadva a helyet és a munkát a fiatalabb szakembereknek.

Valóban nagy energiát igényelt a 42 év alatt a csoport munkájának, programjainak szervezése, de nem volt hiába, szép eredményeket értünk el, melyeket a csoport tagjai lelkes részvételükkel, érdeklődésükkel hálláltak meg.

*Kérlek, jellemezd a BKM csoport programjait, aktivitását.*

Évente megrendeztük a Kémikusok Napját, melynek keretében egy-egy téma köré szervezve hangzottak el szakmai előadások, az esetek többségében a témának megfelelően szakmai látogatást is szerveztünk. A megyében dolgozó kémiatanárok, vegyészek számoltak be munkájukról, kutatásaikról, ugyanakkor sok esetben meghívott előadások tették teljessé programunkat. 2018-ban már a 41. Kémikus Napot szerveztük meg, ez év őszére várható a következő rendezvényünk. E rendezvények során mintegy 300

előadás hangzott el a megyei előadók és mintegy 30 a meghívott előadók részéről.

Több Kémikus Nap keretében Diák-Fórumot is tartottunk, ahol eddig 127 előadás hangzott el, így a diákok önálló kémiai munkájáról is kaptunk ízelítőt.

„Erdő és Kémia" témában rajzpályázatot hirdettünk. 37 rajzból 6 díjnyertesünk volt.

A Kémikus Napok programját színesítette számos szakmai kiállítás, a kiállítók között – a teljesség igénye nélkül – megemlíteném a következő cégeket: OMKER, Bor-gazdaság, UNIVER, Könynyűfémmű, INNOTRADE, Control-CHRIST.

20 alkalommal szerveztünk tagjaink részére kirándulást – de nem csak mindig szakmai jelleggel. Ezek között kiemelem a következőket: Wessling Labor, Richter Gedeon Gyár, REANAL, Baja, Szarvas, Várpalota, Kiskunhalas, Operaház, Parlament, Csokoládé Múzeum, Csipkegyár.

Feladatunknak tartottuk az iskolák kémiatanárai és a vegyészek munkahelyei közötti kapcsolattartást, ennek keretében a diákok szakmai tájékoztatókon vettek részt. Vegyszerekkel, üvegeszközökkel segítettük az iskolai kémiaoktatást.

*Kérlek, mondj néhány szót családodról!*

Férjem kertészmérnök, 1965-ben kötöttünk házasságot. Egy fiunk van, Fazekas István ügyvéd, szintén szegedi egyetemista volt, mint ahogy felesége, Horváth Zelma megyei büntetőbíró is. Két fiúunokánk van: István, aki jelenleg a Corvinus Egyetem diákja és Andris, aki még gimnazista az én Alma Materemben, a Bányai Júlia Gimnáziumban.

*Kedves Éva! Hálával tartozunk értékes munkádért, és kívánunk jó egészséget, vidám, szép napokat körünkben. Kapcsolatunk nem szakad meg.*

**Buzás Ilona**

## Kitüntetések

Az államalapítás ünnepe, augusztus 20. alkalmából Magyar Érdemrend Lovagkereszt polgári tagozat kitüntetést vehetett át, mások mellett:

*Buglyó Péter,* a Debreceni Egyetem egyetemi docense,

*Seidl Ágoston,* a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem egyetemi docense.

Magyar Érdemrend Tisztikereszt polgári tagozat kitüntetésben részesült, mások mellett:

*Batta Gyula,* a Debreceni Egyetem egyetemi tanára,

*Kónya Zoltán,* a Szegedi Tudományegyetem tanszékvezető egyetemi tanára,

*Kristóf János,* a Pannon Egyetem egyetemi tanára,

*Lőrinczy Dénes Márton,* a Pécsi Tudományegyetem egyetemi tanára

*Pokol György,* az MTA Természettudományi Kutatóközpontjának főigazgatója, a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem egyetemi tanára,

*Skodáné Földes Rita*, a Pannon Egyetem tanszékvezető egyetemi tanára,

*Wölfling János,* a Szegedi Tudományegyetem tanszékvezető egyetemi tanára.

A kitüntetetteknek gratulálunk! Munkájukban és magánéletükben további eredményeket, sikereket kívánunk!

OKTATÁS

## Nemzetközi Kémiai Diákolimpia Párizsban

Franciaország rekord részvétellel (309 diák, 80 ország) 29 év után ismét kémiai diákolimpiát rendezett 2019. július 21. és 29. között. Négy további ország megfigyelőként volt jelen, és hamarosan versenyzőket is hoz. A tavalyi évhez hasonlóan lelkes, korábbi versenyzőket is tartalmazó csapat volt a verseny felelőse és szervezője, de a korlátozottabb támogatás (és a drágább helyszín) nem tette lehetővé az évforduló csillogásának megismétlődését az 51. olimpián.

A magyar csapat a szokásoknak megfelelően kiválóan teljesített. Az eredmények:

*Kapdos Ádám,* debreceni Fazekas Mihály Gimnázium, kémiatanára Sinyiné Kővári Györgyi, ezüstérmes,

*Mészáros Bence,* budapesti Szent István Gimnázium, kémiatanárai dr. Borbás Réka és Kiss Andrea, ezüstérmes,

*Kozák András*, budapesti Apáczai Csere János Gimnázium, kémiatanárai Sebő Péter és Sebőné Bagdi Ágnes, bronzérmes,

*Juhász Benedek,* budapesti Apáczai Csere János Gimnázium, kémiatanára Sebő Péter, bronzérmes.

A nemzetek nem hivatalos rangsorán ez a huszadik helyezést jelenti.

A diákok a két ötórás dolgozat mellett jártak Párizs nevezetességeinél, a Louvre-ban, Versailles-ban. Elvitték őket két tudományos múzeumba is. A verseny időszakára esett Párizs valaha mért legmagasabb hőmérséklete, de szerencsére nem a dolgozatok írása közben, ugyanis ahogy Magyarországon, a régebben épült oktatási épületek nem légkondicionáltak.

A tanároknak jóval kevesebb szabadidő jut: a laborok szemléje, a feladatsorok alapos vitája, majd a fordítás és javítás, végül a pontok egyeztetése is egy-egy napot igényel. A mi egyetlen hosszabb kirándulásunk épp a hőhullámot záró zivatarokra esett.

A korábban Magyarország által bevezetett szimulált vizsgák miatt idén elmaradtak az éjszakába nyúló viták. A verseny előtt ugyanis néhány tapasztalt mentorral szimulált vizsgát írtunk, így lecsökkentve a szakmai és szövegezési hibák, pontozási nehézségek számát.

A laboratóriumi feladatok végre nem voltak az öt órába alig beilleszthetők. Három gyakorlatra is sor került ugyan, de az idő még korrekciókra is adott módot a versenyzők számára. Két mérésben bort vizsgáltak a diákok, műszerrel a vastartalmat és reakciók segítségével a borkénezés hatékonyságát követték. A harmadik gyakorlat környezetbarát szintézis és tisztítás volt. A sok felkészült diák így viszont remekül teljesített, hárman is tökéletes munkát adtak be (az egyikük a szlovák csapatban versenyző somorjai Andrej Kovács).

Az elmélet feladatai egyenként is érdekesek voltak – szerepelt kémiatörténet ihlette szervetlenkémia-feladat a jód francia felfedezőjéről, fájdalomcsillapító előállításának kinyomozása, modern és környezetbarát energiahasznosítási módszerek, fejlett műanyagok átgondolása. Érdekes volt a néhány évvel ezelőtti Nobeldíjas, J. P. Sauvage molekuláris méretű motorokhoz vezető felfedezését körüljáró feladat. Aki az olimpia díszelnökének felkért professzor előadásán, a megnyitón odafigyelt, sokat megsejthetett a helyes válaszokból.

A feladatsorral a terjedelem volt a probléma. 60 oldalra rúgott a 9 feladat, amire 5 óra jutott. A próbavizsgán a gyakorlott felkészítők sem értek a végére, amivel a szerzők azt állították szem-

be, hogy friss diákok viszont igen. Az éles versenyben is akadtak közel tökéletes megoldások, de minden versenyző időhiányra panaszkodott. Kétségtelenül a legjobbak nem csupán kiváló diákok, de a vizsga idején képesek voltak gyorsan is dolgozni. Persze a nehéz problémák megoldásánál nem feltétlenül a pillanatnyi forma és a sebesség számít.

**Juhász Benedek, Mészáros Bence, Kozák András és Kapdos Ádám**

A magyar csapat négy tagjának kiválasztása sok éve változatlan módon zajlik, és a válogatás minden érdeklődő tehetséges diák számára nyitott. A legbővebb keretbe az Országos Középiskolai Tanulmányi Verseny és a Középiskolai Kémiai Lapok levelező versenyének legjobbjai kapnak meghívást. A szabályok szerint az olimpiára két hét felkészítés engedélyezett. Ennek első hetén mintegy 30 fő vesz részt az ELTE Kémiai Intézetében. Az igen intenzív kurzus során reggeltől estig elméleti órákon és laborokban lehet elsajátítani a verseny gyakorlófeladatai által megkívánt területeket. Mindezek mellett még három vizsgadolgozatot is írnak a résztvevők, ami alapján kiderül, hogy ki az a 12 fő, aki eljöhet a második hasonló hétre. A dolgozatok szerzői és az órák tartói között is sok a volt olimpikon, nem csak az ELTE-ről, hanem több cégtől, kutatóintézetből. A felkészítő költségeit az ELTE állami költségvetési támogatása tartalmazza. Az utazási költségeket is az EMMI fedezi, sőt az érmes csapattagok már sok éve miniszterelnöki ösztöndíjban is részesülnek. A csapat két tagja még nem végzős, és idén a végzősök is maradnak Magyarországon továbbtanulni.

A csapat kísérő mentora Magyarfalvi Gábor (ELTE) és Varga Szilárd (MTA TTK) volt, munkájukat Villányi Attila (Apáczai Gimnázium) megfigyelőként segítette. Az olimpia részt vevő országai évről évre megválasztják az esemény szervezéséért felelős, a rendezőket segítő intézőbizottságot (Steering Committee). Az olimpia végén a részt vevő országok és az Intéző Bizottság nagy többséggel a következő, isztambuli olimpia tartamára újraválasztotta Magyarfalvi Gábort a bizottság elnökének.

**Magyarfalvi Gábor**

## Ismét Magyarország nyerte a Nemzetközi Kémiai Tornát

International Chemistry Tournament

A III. Nemzetközi Kémiai Tornát (IChTo) 2019. augusztus 20. és 25. között tartották. A tavalyi versenyhez hasonlóan idén is a moszkvai Lomonoszov Egyetem volt a rendezvény házigazdája. Magyarországot két hattagú csapat képviselte, amelyek arany- és bronzérmet szereztek.

Ezen a kémiai vitaversenyen előre megadott, nyílt végű feladatokat kell kidolgozni, a megoldást prezentálni, majd megvédeni az opponens és a zsűri kérdéseivel szemben. Az idei feladatok között előfordult például egy reakció, aminek kimenetelét a keverés iránya befolyásolja, egy másikban pedig okos csomagolást kellett tervezni, ami színváltozással jelzi az étel megromlását. A legmagasabb pontszámokat viszont egy olyan porkeverékre adták, ami őrlés hatására kétszer vált színt. Bár ilyen rendszer nem szerepel a szakirodalomban, a magyar delegáció hat megoldást is talált, az ebből készülő cikk jelenleg kéziratban van. A feladatok pontos szövege elérhető a verseny honlapján: http://ichto.org/en/problems/

Az idei tornán Európa és Ázsia 9 országa vett részt, összesen 11 csapattal. (Egy országot legfeljebb két, 4-6 főből álló csapat képviselhet, a rendező országnak lehet eggyel több csapata.) A verseny négy fordulóból és egy döntőből áll, utóbbiba csak a legjobb három csapat kerülhet be. A Hungarian Team Green az első forduló után ötödik helyen állt, végül negyedik helyen végzett. Az, hogy a tavalyi csapatokhoz mérten sokkal több felkészüléssel is több szerencsére lett volna szükségük a döntőhöz, jól illusztrálja a verseny színvonalának emelkedését. Az ötödik helyen végző thaiföldi csapattal együtt bronzérmet szereztek.

A Zöld csapat tagjai: *Almási Balázs,* ELTE Apáczai Csere János Gyakorló Gimnázium és Kollégium (Budapest), *Buzafalvi Dénes,* ELTE Radnóti Miklós Gyakorló Általános Iskola és Gyakorló Gimnázium (Budapest), *Gellér Blanka,* Toldy Ferenc Gimnázium (Budapest), *Győrfi Sára,* Budapest XIV. Kerületi Szent István Gimnázium, *Kovács Gergő,* Eötvös József Gimnázium és Kollégium (Tata), *Varga Zsombor*, BMSZC Petrik Lajos Két Tanítási Nyelvű Vegyipari, Környezetvédelmi és Informatikai Szakgimnáziuma (Budapest).

A Hungarian Team Red teljesítményével egyedül Szingapúr tudta felvenni a versenyt, ez a két csapat kimagaslott a mezőnyből. A szingapúriak a döntőben taktikusan előrántották a kalapból az addig rejtegetett megoldásukat az őrléses feladatra, hogy a magyarok ne adhassák elő ugyanazt. Azonban egy másik feladatra, melyben az atomnak –6-os oxidációs állapotúnak kellett lennie, a mieink olyan szintű kvantummechanikai számítást mutattak be, amivel lenyűgözték a zsűrit, és a döntők történetének legnagyobb pontkülönbségével 2017 után ismét hazavitték a trófeát. (Egy csapatot díjaztak arany-, valamint kettőt-kettőt ezüst- és bronzérmekkel.)

A Piros csapat tagjai: *Kozák András,* ELTE Apáczai Csere János Gyakorló Gimnázium és Kollégium, *Mészárik Márk,* ELTE Apáczai Csere János Gyakorló Gimnázium és Kollégium, *Mészáros Bence,* Budapest XIV. Kerületi Szent István Gimnázium, *Szappanos Attila,* Budapest XIV. Kerületi Szent István Gimnázium, *Szücs Pál,* Budapest XIV. Kerületi Szent István Gimnázium, *Vaskó Lili,* BME által alapított Két Tanítási Nyelvű Gimnázium.

Bár az IChTo alapvetően csapatverseny, a legtöbb pontot összegyűjtő versenyzők egyéni elismerésben is részesülnek. I. fokozatú oklevelet – ahogy a csapatok között is – csak az első helyezett kaphatott. A torna gólkirálya Mészárik Márk lett. II. fokozatú oklevéllel jutalmazták Almási Balázst, III. fokozatúval pedig Mészáros Bencét. A két csapatkapitány, Mészáros Bence és Buzafalvi Dénes hivatalos kapitányi kötelességét messze meghaladva dolgozott csapatáért a felkészülés során és a versenyen egyaránt. A két csapat a tavalyi hagyományokat folytatva a felkészülés és a verseny során is szövetségesként küzdött, egymást támogatva. Az IChTo bonyolult szabályrendszere lehetővé, sőt, szükségessé teszi a taktikázást. Sikerült összefogni a tizenkét magyar diákot, a stratégia bevált, és talán a csapatért hozott egyéni

**Mészáros Bence, Mészárik Márk, Kozák András, Szücs Pál, Vaskó Lili, Szappanos Attila, Gräff Tamás, Stenczel Tamás, Kiss Andrea, Kovács Dávid, Forman Ferenc, Buzafalvi Dénes, Gellér Blanka, Almási Balázs, Győrfi Sára, Varga Zsombor, Kovács Gergő**

áldozatok is elnyerték értelmüket. Büszkék lehetünk mindegyik versenyzőnkre.

A delegáció vezetőjeként szeretném megragadni az alkalmat, hogy köszönetet mondjak a sok segítségért, amit kaptunk. Köszönet a versenyzők kémia- és angoltanárainak az erős alapokért. Köszönet mindazoknak, akik a magyarországi válogatóversenyen segítettek a legjobbak megtalálásában. A szakmai felkészítésért hatalmas hála Forman Ferencnek, valamint Gräff Tamásnak, Timár Paulának és Botlik Bencének. Köszönjük a Magyar Tudományos Akadémiának, hogy a felkészüléshez helyszínt, a kísérletek elvégzéséhez vegyszereket és felszerelt laboratóriumot biztosított.

Szponzorok támogatása nélkül mindez nem jöhetett volna létre, ezért nagyon hálásak vagyunk a Szerencsejáték Zrt.-nek, a Richter Gedeon Nyrt.-nek, az Egis Gyógyszergyár Zrt.-nek, a Szent István Gimnázium Alapítványának, az Apáczai Gimnázium Jubileumi Alapítványnak, a BME által alapított Két Tanítási Nyelvű Gimnáziumnak, az Emberi Erőforrás Minisztériumának, a Nemzeti Tehetség Programnak, az Emberi Erőforrás Támogatáskezelőnek (NTP-NTMV-19-A-0031 pályázat) és a Magyar Kémikusok Egyesületének. Reméljük, a továbbiakban is számíthatunk a segítségükre.

A szervezésben való segítségért óriási köszönet jár Schenker Beatrixnak és a Magyar Kémikusok Egyesületének. A főszervezőkkel való kapcsolattartást a csapatvezető Kiss Andrea és Sznyezsana Ionova orosz szervező segítette.

Bár a IV. Nemzetközi Kémiai Torna versenykiírása még várat magára, a szervezési munkálatok már elkezdődtek. A magyarországi válogatóverseny felhívása a Hungarian Chemistry Tournament/International Chemistry Tournament Facebook-oldalon várható. A válogató témája a fantasy lesz.

**Kiss Andrea** (Szent István Gimnázium)
a magyar delegáció vezetője

## HÍREK AZ IPARBÓL

# Vegyipari mozaik

**Főleg az autóipar miatt van bajban a globális vegyipar.** Az autóipar átalakulása, a környezetvédelmi szabályok szigorodása és az amerikai–kínai vámháború jelentik a legnagyobb kockázatot a világ vegyiparára – ez áll az Atradius hitelbiztosító globális szektorelemzésében. Mivel a kulcspiacokon, például Kínában, csökkent az autók iránti kereslet, a német autóiparban és több más ágazatban rövidebb műszakokat kellett bevezetni. Ez a magyar gazdaság autóipari kitettsége miatt a hazai vegyipari beszállítókra is negatívan hat majd. A tanulmány szerint sok műanyaggyártó vállalat hitelkockázati besorolása drámaian romolhat az egyszer használatos műanyag termékek betiltása nyomán. Az Atradius hitelbiztosító elemzése szerint a vegyipar 1–1,9 százalékkal bővülhet az Európai Unió tagországai többségében, kivéve Németországot, ahol a tavalyi 1,6 százalékos csökkenés után az idén további 1,4 százalékos visszaesés várható. A körülbelül kétezer német vegyipari vállalat 90 százaléka kkv, és ezek a cégek foglalkoztatják a vegyipari dolgozók egyharmadát. 2018-ban már 3,6 százalékkal csökkent a német vegyipari termelés, a gyógyszergyártási adatokkal együtt. A tavalyi árbevétel 3,8 százalékos csökkenéssel 203 milliárd euró lett. 2019-ben 4 százalékkal eshet vissza a német vegyipar, az árbevétel pedig 3 százalékkal.

A német vegyipar csökkenését egyebek mellett az autóipari kereslet megváltozása okozza, ez pedig negatívan hathat a magyar gazdaság egészére. A magyar vegyipar tavalyi, uniós átlag feletti növekedését (7,8 százalék) például az autógyártás tette lehetővé, de az idén már csak ennél kisebb növekedés várható. A kereslet ciklikussága, a munkaerőhiány, vagy a brexit mind befolyásolja az európai autóipari trendeket, és mivel a magyar autóipar exportorientált, viszont nagy a súlya a magyar gazdaság-

ban, az autóipari visszaesést a teljes magyar gazdaságban megérezzük majd, nem csak a vegyiparban, amely nagy beszállítója az autógyáraknak. *(starthirek.hu)*

**Magasabb forgalom mellett csökkent a Hankook eredménye a második negyedévben.** A járműipar világszerte lassulni kezdett, ez a folyamat pedig a Hankook pénzügyi eredményeire is rányomta a bélyegét. A Hankook Tire 1741,9 milliárd von (1,33 milliárd euró), az egy évvel korábbi 1705,4 milliárd vonnál 2,1 százalékkal magasabb értékesítési árbevétel mellett 107,1 milliárd von (81,8 millió euró) működési eredményt ért el, 42,2 százalékkal kisebbet a 2018. második negyedévi 185,3 milliárd vonnál.

A Hankook Tire a továbbiakban is a vállalat prémium márkaként való pozicionálásának megerősítésére összpontosít. Ennek érdekében tovább szeretne terjeszkedni az amerikai piacon, stabilizálná a Tennessee-ben található gyár helyzetét, növelné a nagy átmérőjű abroncsok eladását a nagyobb piacokon, valamint első gyári szerelésű prémium abroncsok biztosításával és a termékek versenyképességének megerősítésével fejlesztené a prémium márkaimidzset.

A Hankook Tire ezek mellett bővíteni szeretné első gyári szerelésű portfólióját is, amellyel megbízható növekedési struktúrát és optimalizált terjesztési stratégiát alakíthat ki minden régióban. *(MTI)*

RICHTER GEDEON

**A Richter bevezette a bioszimiláris teriparatide készítményét, a Terrosát Európában.** A biohasonló termékek fejlesztését a Richter stratégiailag kiemelt célként kezeli, a bevezetés ezt a célt szolgálhatja és még több ilyen terméket ígér a jövőre.

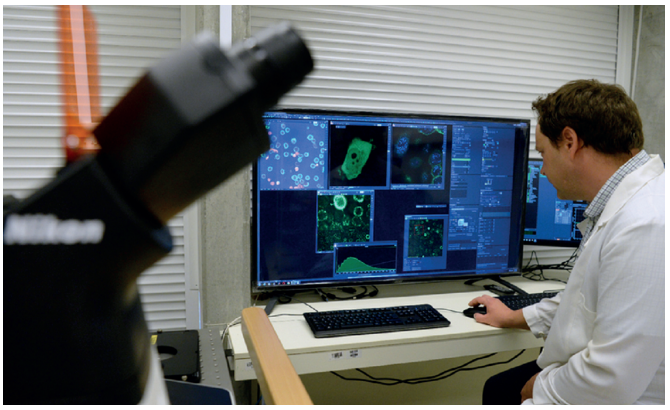
Az Európai Bizottság a Terrosa forgalomba hozatali engedély kérelmét 2017 januárjában hagyta jóvá, miután az Európai Gyógyszerügynökség (EMA) Emberi Felhasználásra Szánt Gyógyszerkészítmények Bizottsága (CHMP) pozitív véleményt fogalmazott meg a Terrosa fejlesztési program részeként nyert adatok és a klinikai vizsgálatokból származó eredmények alapján. Az Európai Bizottság döntése az Európai Unió mind a 28 tagállamára, valamint az Európai Gazdasági Térség (EGT) tagállamaira vonatkozott.

A Richter most bejelentette, hogy a készítményt be is vezette Európában Richter Terrosa márkanév alatt leányvállalatain keresztül, a referenciatermék szabadalmi védettségének 2019. augusztusi lejáratát követően.

A Terrosát a felnőtt páciensek ugyanazon indikációs területeken használhatják majd, mint az Eli Lilly által kifejlesztett Forsteót, azaz a magas csonttörési kockázatnak kitett férfiaknál és posztmenopauzás nőknél kialakult oszteoporózis kezelésére, illetve a magas csonttörési kockázatnak kitett férfiaknál és posztmenopauzás nőknél a tartós glükokortikoid-kezelés miatt kialakult oszteoporózis kezelésére. Bizonyítást nyert, hogy posztmenopauzás nők esetében a gerinctörések és egyéb csonttörések – kivéve a csípőcsont törését – bekövetkezési gyakorisága szignifikáns mértékben csökkent. *(portfolio.hu)*

**Világszínvonalú labor.** A rákkutatásban is használható egyedülállóan modern műszerparkkal rendelkező labort mutattak be a Debreceni Egyetemen. A csaknem egymilliárd forintból megújult sejtanalitikai szolgáltató labor Damjanovich Sándor, az egyetem egykori professzorának nevét viseli.

Európában sehol máshol nem áll rendelkezésre ilyen modern műszeregyüttes, amely a nemzetközi kutatások élvonalában álló



mérésekre, vizsgálatokra teremt lehetőséget. A Damjanovich Sándor Sejtanalitikai Szolgáltató Labor (DSZL) egyebek mellett a rákkutatáshoz nyújt hátteret, de a műszerek a gyulladásos betegségek vizsgálatát és a gyógyszerfejlesztést is segítik. A műszerpark elsősorban a posztgraduális oktatásban kap majd nagy szerepet, ugyanakkor a laborban alkalmazott modern eljárások az általános orvosképzés szempontjából is fontosak. *(unideb.hu)*

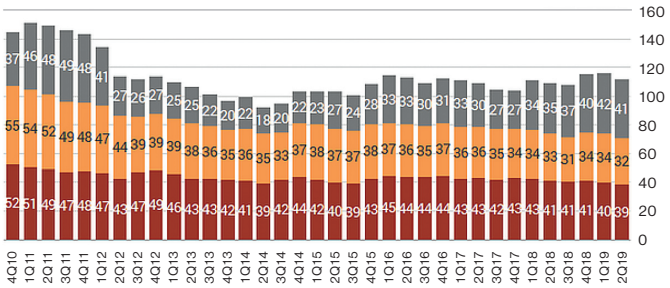
MOL

**Olajat talált a Mol.** A pakisztáni TAL blokkban talált olajat és gázt a Mol. Nagyságrendileg napi 200 hordó olajjal és 300 hordó olaj-egyenértékes mennyiségű gázzal nőhet az olajtársaság kitermelése.

A Mol 9%-os részesedéssel rendelkezik a pakisztáni TAL blokkban. Nem kutatófúrásról volt szó, hanem már a mezőfejlesztési szakasz részeként fúrt az olajtársaság, így jóval nagyobb volt az esélye a találatnak.

A Mol az operátor a mezőn, azaz az operatív teendők végrehajtója. Nagyságrendileg napi 2000 hordó olajat és napi 3000 hordónak megfelelő gázt és kondenzátumot talált a társaság, melynek kitermelése néhány hónap múlva megkezdődhet. Mivel a Mol csupán 9%-os részesedéssel bír a mezőn, így a rá eső rész

**A Mol-csoport szénhidrogén-kitermelésének alakulása**
**(Magyarország, Horvátország, egyéb, ezer hordó/nap**




Forrás: *Mol, Portfolio*

nagyságrendileg 180 hordó olaj, és 270 olaj-egyenértékes gáz és kondenzátum lehet. A társaság 2019 második negyedéves szénhidrogéntermelése napi 111 800 hordó olajegyenértékes volt, így a találat még a teljes termelés fél százalékát sem éri el.

A Mol árfolyama minimálisan emelkedik. Idén 7,5%-ot esett az árfolyam. *(portfolio.hu)*

**Összeomlottak a fűtőolaj-marzsok.** Világszerte összeomlottak a fűtőolaj-finomítói árrések, miután a szigorúbb környezetvédelmi szabályozás alacsonyabb kéntartalmú üzemanyagokat fog csupán 2020 januárjától engedélyezni. Az új szabályozás segíti a könnyebb típusú nyersolajok árfolyamát, ugyanis a könnyebb olajfajtáknak alacsonyabb a kéntartalma.

Nem jó hír, hogy a termelt fűtőolajon egyre nagyobb veszteséget kénytelen realizálni a Mol. Azonban a komplex finomítóinak köszönhetően relatíve kicsi a fűtőolaj súlya a termékkihozatalban, így csupán mérsékelt hatást fejthet ki a Mol csoportszintű finomítói árrésére. A fűtőolaj, bitumen és vákuumgázolaj- (VGO) kihozatal összesen csupán 10,9%-a a finomítói kihozatalnak.

Nem szabad megfeledkeznünk azonban arról a hatásról sem, hogy a januárban bevezetendő új szabályozás következtében a hajók nagy része gázolajra fog átállni, amiből a Mol várhatóan sokkal nagyobbat fog profitálni, mint amennyit elveszít a fűtőolaj árréscsökkenésével.A gázolaj a közép-desztillátumok csoportjába tartozik, mely a Mol finomítói termelésének 45,6%-át teszi ki. *(portfolio.hu)*

**Texasban 40 000%-kal ugrott a villamosenergia ára.** Texasban 15 dollárról hirtelen 9000 dollárra ugrott egy megawattóra villamosenergia ára, miután a gyenge szélenergia-termelés és a leállított szénerőművek miatt áramszünet borította el a régiót.

Júniusban Németország is éppen elkerült három nagyobb áramszünetet, és egy napon belül óriási ingadozás volt megfigyelhető az áramárakban. Az egyik pillanatban még abnormálisan magas árakat hirtelen negatív árak követték, ahogy a megújuló szél- és napenergia-termelések váratlanul visszaálltak a rendszerbe.

Augusztus 9-én az Egyesült Királyságban több mint egymillió otthon borult sötétbe, mivel egy hatalmas szélturbinapark épp nem termelt áramot.

Érdemes tanulni a fentebbi esetekből, ugyanis a világon jól megfigyelhető tendencia, hogy az államok a megújuló energiaforrásokra térnek át a fosszilis és atomenergiáról, azonban termelésük kiszámíthatatlansága okán hatalmas ingadozások jöhetnek létre az elektromos rendszerekben.

Még a kaliforniaiak véleménye is az, hogy a biztonság kedvéért meg kell tartani néhány fosszilis erőművet a rendszerben, ugyanis nagyon jól tudnak jönni, ha éppen a megújuló termelések kiesnek valamilyen oknál fogva. Kalifornia a tervek szerint 2045-re teljesen zöld lesz, 100%-ig megújuló energiaforrásból fogja fedezni energiaszükségletét.

Németország legkésőbb 2023-ra be szeretné zárni az összes fosszilis és nukleáris erőművét, ami szakértők szerint a biztonságos és megfizethető ellátást kockáztathatja. Másodsorban Németország erősen kiszolgáltatottá válhat a villamosenergia-importnak, amennyiben kiesne a megújuló termelés. *(portfolio.hu)*

**Ez már a jövő: úszó atomerőmű.** A Lomonoszov Akadémikust, a világ első úszó atomerőművi blokkját 2019. augusztus 23-án Murmanszkból elindították állomáshelyére, az Oroszország távol-keleti részén fekvő csukcsföldi Pevekbe, ahol megérkezése és beüzemelése után tiszta forrásból származó elektromos és hőenergiával látja el majd a régiót.

A Lomonoszov Akadémikus lesz a legészakibb fekvésű atomerőmű a világon. Az úszó atomerőművi blokk 4700 kilométer megtétele után válik majd a térség kulcsfontosságú energiaellátójává. Az úszó atomerőmű felváltja a leállításra váró Bilibinói Atomerőművet és a csaunszki széntüzelésű erőművet.

Az úszó atomerőmű a modern, kis teljesítményű atomerőművek családjához tartozik, amely alkalmas távoli régiók, valamint szigetországok stabil és környezetbarát energiával való ellátására. Az úszó atomerőművi technológia iránt máris jelentős érdeklődés mutatkozik a közel-keleti és az észak-afrikai országok, valamint a délkelet-ázsiai régió országai részéről.

A Roszatom már az úszó atomerőművek második generációján dolgozik, amelyet Optimalizált Úszó Atomerőművi Blokknak, orosz rövidítéssel OPEB-nek neveznek. Ez a berendezés szériában készül majd, és már exportra szánja a Roszatom.

Az úszó atomerőművet a Roszatomhoz tartozó Afrikantov Gépipari Kísérleti Tervezőiroda által kifejlesztett két KLT-40C típusú reaktor fogja működtetni, amely összességében 70 MW villamos és 300 MW hőteljesítményt biztosít. Emellett ez a típusú úszó atomerőművi blokk tengervíz sótalanítására is alkalmassá tehető. Az orosz atomenergetikai szakemberek és hajóépítők által tervezett úszó atomerőművet egy 144 méter hosszú, 30 méter széles és 21 000 tonna vízkiszorítású hajótestre építették.

Az ilyen típusú erőművek folyamatosan tudnak üzemelni, ezért nagyon gazdaságosak. A reaktorokban a nukleáris üzemanyagot csak 3–5 évente kell cserélni. Az erőmű tervezett üzemideje 40 év, de ez akár 50 évre is kitolható. Oroszország a hasonló reaktorokkal kapcsolatban több évtizedes fejlesztési, gyártási és üzemeltetési tapasztalattal, valamint kipróbált és jól bevált technológiákkal rendelkezik. *(portfolio.hu)*

**Ritz Ferenc összeállítása**

# MKE-HÍREK

## Konferenciák, rendezvények

### Rendezvénynaptár – 2019

| | | |
|---|---|---|
| október 9–11. | Őszi Radiokémiai Napok Napok | Balaton-szárszó |
| november 11–13. | 62. Magyar Spektrokémiai Vándorgyűlés és XIV. Környezetvédelmi Analitikai és Technológiai Konferencia | Balaton-szárszó |
| november 21. | Kozmetikai Szimpózium 2019 | Budapest |

### Őszi Radiokémiai Napok

2019. október 9–11.
SDG Családi Hotel és Konferencia Központ
(Balatonszárszó, Csárda utca 39–41.)
Rendezvény honlapja és online jelentkezés:
http://www.radiokemia.mke.org.hu/
Kiállítók jelentkezését szeretettel várjuk.
TOVÁBBI INFORMÁCIÓK: Schenker Beatrix,
beatrix.schenker@mke.org.hu

### 62. Magyar Spektrokémiai Vándorgyűlés

2019. november 11–13.
SDG Családi Hotel és Konferencia Központ
(Balatonszárszó, Csárda utca 39–41.)
Rendezvény honlapja és online jelentkezés:
http://www.spektrokemia.mke.org.hu/
Kiállítók jelentkezését szeretettel várjuk.
TOVÁBBI INFORMÁCIÓK: Schenker Beatrix,
beatrix.schenker@mke.org.hu

### XIV. Környezetvédelmi Analitikai és Technológiai Konferencia

2019. november 11–13.
SDG Családi Hotel és Konferencia Központ
(Balatonszárszó, Csárda utca 39–41.)
Rendezvény honlapja és online jelentkezés:
https://www.mke.org.hu/KAT2019/
Kiállítók jelentkezését szeretettel várjuk.
TOVÁBBI INFORMÁCIÓK: Schenker Beatrix:
beatrix.schenker@mke.org.hu

### Kozmetikai Szimpózium 2019

2019. november 21.
Hotel Bara, Budapest, Hegyalja út 34.
Fő témakörök:
- Bőrdiagnosztikai eredmények felhasználása a termékfejlesztésben
- Új formulák és hatóanyagok
- A kozmetikai termékek konzerválása
- Antimikrobás növényi anyagok felhasználása a kozmetikai készítményekben
- Bőrtáplálás belsőleg alkalmazott táplálékkiegészítőkkel
- A fényterápia kozmetikai alkalmazásának kérdései

A rendezvény honlapja és online regisztráció:
https://e-conf.com/kozmetika2019/registration/
TOVÁBBI INFORMÁCIÓ: Schenker Beatrix,
beatrix.schenker@mke.org.hu

HUNGARIAN CHEMICAL JOURNAL
*LXXIV. No. 10. October*

CONTENTS

*The appropriate expert supply is vital. An interview with* ***Mr. Gábor Orbán****, CEO of Gedeon Richter Plc.* **298**
**TAMÁS KISS**
*Recycling PET bottles and other polyester waste* **300**
**CSABA KUTASI**
**Bruckner Room Lecture**
*Selective? Effective? Divergent? Questions and answers relating to the synthesis of monoterpene indole alkaloids* **304**
**SZILÁRD VARGA**
*Thriving chemistry in Mosonmagyaróvár* **305**
**MÁRK LIZICZAI**
*Emitted colours and characteristics of noble gases* **310**
**LILI SZÜCS**
*Interesting and useful elements – from the periodic table* **311**
**BARBARA ÁRVAI**
*Geopolimers – quality and sustainability* **312**
**ANNA KOVÁCS**
Chemistry in Europe, 2019/3 **315**
*The apotheosis of hope: room-temperature superconductivity. Searching the „Holy Grail compound" with diamond anvils* **319**
**TIBOR BRAUN**
*Oxyhydrogen and limelight* **322**
**VERA SILBERER**
*An ice cream with Toulouse-Lautrec* **323**
**ANDRÁS MÉNES**
*Chembits* **324**
**GÁBOR LENTE**
*The Society's Life* **326**
*News of the Month* **328**

# Egyszerű működtetés

Alacsonyabb kimutatási határok kevesebb mintaelőkészítéssel. A **Thermo Scientific TSQ 8000 hármas kvadrupol GC-MS/MS** kiemelkedő, jövőbiztos analitikai teljesítményt biztosít a lehető legnagyobb termelékenység mellett. A kifejezetten robusztus, rutin elemzésekre tervezett TSQ 8000 rendszer a Thermo Scientific évtizedek óta bevált hármas kvadrupol technológiájának legkorszerűbb változatát ötvözi a kicsiszolt szoftverkörnyezettel, amely egyszerűvé teszi az MS/MS technika használatát a módszerfejlesztéstől a jelentés elkészítéséig.

# Brilliáns eredmények

• www.thermoscientific.com/tsq8000

Thermo SCIENTIFIC

Kizárólagos képviselet:

**UNICAM Magyarország Kft.**, 1144 Budapest, Kőszeg utca 27.

Telefon: +36 1 221 5536 • Fax: +36 1 221 5543

E-mail: unicam@unicam.hu • Web: www.unicam.hu

UNICAM Magyarország Kft.