

A TARTALOMBÓL:

- Tisztújító Küldöttközgyűlés
- A tűzijáték árnyai és fényei
- Két pálya találkozása
- Kisméretű moduláris atomerőművek
- A Nemzeti Atlétikai Stadion membrán-szerkezete



MAGYAR KÉMIKUSOK LAPJA

A MAGYAR KÉMIKUSOK EGYESÜLETE HAVONTA MEGJELENŐ FOLYÓIRATA • LXXVIII. ÉVFOLYAM • 2023. JÚLIUS–AUGUSZTUS • ÁRA: 1900 FT



A kiadvány
a Magyar Tudományos Akadémia
támogatásával készült



A lap megjelenését
a Nemzeti Kulturális Alap
támogatja

Nemzeti Kulturális Alap

EES Catalysis



PAPER

[View Article Online](#)
[View Journal](#) | [View Issue](#)

Local hydrophobicity allows high-performance electrochemical carbon monoxide reduction to C₂₊ products†

Cite this: *EES Catal.*, 2023,
1, 263

Attila Kormányos,^a Balázs Endrődi,^a *^a Zheng Zhang,^a Angelika Samu,^a
László Mérai,^a Gergely F. Samu,^a ^{ab} László Janovák^a and Csaba Janáky *^{ab}

While CO can already be produced at industrially relevant current densities via CO₂ electrolysis, the selective formation of C₂₊ products seems challenging. CO electrolysis, in principle, can overcome this barrier, hence forming valuable chemicals from CO₂ in two steps. Here we demonstrate that a mass-produced, commercially available polymeric pore sealer can be used as a catalyst binder, ensuring high rate and selective CO reduction. We achieved above 70% faradaic efficiency for C₂₊ products formation at $j = 500 \text{ mA cm}^{-2}$ current density. As no specific interaction between the polymer and the CO reactant was found, we attribute the stable and selective operation of the electrolyzer cell to the controlled wetting of the catalyst layer due to the homogeneous polymer coating on the catalyst particles' surface. These results indicate that sophisticatedly designed surface modifiers are not necessarily required for CO electrolysis, but a simpler alternative can in some cases lead to the same reaction rate, selectivity and energy efficiency; hence the capital costs can be significantly decreased.

Received 13th January 2023,
Accepted 4th March 2023

DOI: 10.1039/d3ey00006k

rsc.li/eescatalysis

Broader context

Electrochemical power-to-gas and power-to-liquid technologies are promising chemical energy conversion approaches to be coupled with intermittent renewable energy sources. As the flagship, the electrochemical production of hydrogen from water electrolysis via PEM electrolyzers has already reached the market. The electrochemical reduction of CO₂ builds on this knowledge, and therefore a rapid development of cell structures and cell constituents was witnessed in recent years. Production of CO through CO₂ reduction seems to be feasible even at a pilot scale, but the selective production of high-value multi-

A Megújuló Energiák Nemzeti Laboratórium létrehozását a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Hivatal támogatta az RRF-2.3.1-21-2022-0009 azonosító számú projekt keretében.

Journal of Environmental Management 336 (2023) 117663



Contents lists available at [ScienceDirect](#)

Journal of Environmental Management
journal homepage: www.elsevier.com/locate/jenvman



Research article

Can the new energy vehicles (NEVs) and power battery industry help China to meet the carbon neutrality goal before 2060?

Aqib Zahoor^{a,b}, Yajuan Yu^{c,d,*}, Hongliang Zhang^{c,d}, Benani Nihed^{a,b}, Sandylove Afrane^{a,b},
Shuan Peng^{a,b}, András Sági^e, Chen Jian Lin^{f,g}, Guozhu Mao^{a,b}

^a School of Environmental Science and Engineering, Tianjin University, Tianjin, 300350, China

A Megújuló Energiák Nemzeti Laboratóriumot létrehozó intézmények: Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Debreceni Egyetem, Energiatudományi Kutatóközpont, Miskolci Egyetem, Neumann János Egyetem, Pannon Egyetem, Pécsi Tudományegyetem, Széchenyi István Egyetem, Szegedi Tudományegyetem, Természettudományi Kutatóközpont.



A Magyar Kémikusok Egyesületének
– a MTE SZ 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,
DOBÓ DORINA, KEGLEVICH KRISTÓF,
LENTE GÁBOR, NAGY GÁBOR,
PAP JÓZSEF SÁNDOR, ZÉKÁNY ANDRÁS
Szerkesztőségi titkár: SÜLI ERIKA

Szerkesztőbizottság:

SZÉPVÖLGYI JÁNOS,
a szerkesztőbizottság elnöke,
BIACS PÉTER, BUZÁS ILONA,
HANCSÓK JENŐ, JANÁKY CSABA,
KALÁSZ HUBA, KEGLEVICH GYÖRGY,
KOVÁCS ATTILA, MIZSEY PÉTER,
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
E-mail: mkl@mke.org.hu

Kiadja a Magyar Kémikusok Egyesülete
Felelős kiadó: ANDROSITS BEÁTA
Nyomdai előkészítés: HORVÁTH IMRE
Nyomás: Europrinting Kft.
Felelős vezető: ENDZSEL ERNŐ
ügyvezető igazgató

Terjeszti a Magyar Kémikusok Egyesülete
Az előfizetési díjak befizethetők a CIB Bank
10700024-24764207-51100005 sz.
számlájára „MKL” megjelöléssel
Előfizetési díj egy évre 10200 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 és archivált számaink honlapunkon
(mkl.mke.org.hu) olvashatók

Index: 25 541
HU ISSN 0025-0163 (nyomtatott)
HU ISSN 1588-1199 (online)
DOI: 10.24364/MKL.2023.07-08

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



Szíves figyelmükbe ajánlom lapunk nyári, kettős számát, amely hagyományosan beszámoló Egyesületünk május 19-én tartott – ebben az évben tisztújító – Küldöttközgyűléséről. E fontos eseménynek idén is a Budapest-Fasori Evangélikus Gimnázium gyönyörű díszterme adott otthont.

A Küldöttközgyűlést Érfalvy Livia tanárnő, a gimnázium igazgatóhelyettese köszöntötte. Kiemelte az oktatás és a tudományos élet egységét az intézményben; megemlékezett a 120 éve született Neumann Jánosról, az iskola volt diákjáról. Hangsúlyozta, hogy mintegy 10 évre tekint vissza a gimnázium természettudományi tagozata, amely mind elméleti, mind gyakorlati képzéssel segíti a diákok kibontakozását.

Ezt követően a Hermecz István-díj kitüntetettje, Huszár Csaba ismertette a díjazása alapját képező, a Chinoiban végzett munkásságát, utalva a lapunk 2019. évi számaiban megjelent cikksorozatára, az MTA elismerésére, a klímaváltozással kapcsolatos kutatási eredményeire.

A hivatalos programot Egyesületünk elnöke, Simonné Sarkadi Livia professzor asszony nyitotta meg. A megnyitó keretében emlékeztünk meg az elmúlt Küldöttközgyűlés óta elhunyt tagjainkról.

A Küldöttközgyűlés megvitatta a 2022. évi eredményeket tükröző közhasznúsági jelentést és a főtítkári beszámolót, valamint a szóbeli kiegészítéseket az egyes bizottságok elmúlt évi tevékenységéről; egyhangúlag megszavazta a beszámoló elfogadását. Mindezekről e lapszámunkban részletes információkat találunk kedves Olvasóink.

Ezek után az Egyesület teljes vezetősége lemondott, és Náray-Szabó Gábor professzor vette át az elnöklést. Simonné Sarkadi Livia professzor asszony meleg szavakkal köszöntötte meg a három elnöki ciklusára kiterjedő együttműködést az egyesületi vezetőséggel, Titkársággal és tagokkal. Érdeklődésként megemlítette elnökségének állomásai és a világ tudományos életének egybeesését: megválasztása a Kémia, első újraválasztása a Fény, második újraválasztása a Periódusos Rendszer Nemzetközi Évében történt. Náray-Szabó Gábor professzor úr előterjesztésére leköszönő elnöknőnk részére örökös tiszteletbeli elnöki címet szavazott meg a Küldöttközgyűlés.

A küldöttek megválasztották az új vezetőséget azt kövözően, hogy valamennyi jelölt tagtársunk bemutatkozott leendő pozíciójával összefüggő terveinek ismertetésével. Elnökünk Szalay Péter, az ELTE egyetemi tanára, főtítkáruk ismét Mika László Tamás, a BME egyetemi tanára lett. A vezetőség további tagjairól e lapszámunk tartalmaz tájékoztatást.

A hagyományoknak megfelelően került sor az egyesületi díjak átadására, erről az örömteli eseményről szintén adunk ismertetést. A díjazottak közül lapunkat érintően két kitüntetést emelünk ki: leköszönő felelős szerkesztőnk, Kiss Tamás professzor munkásságát örökös főszerkesztői címmel, leköszönő szerkesztőbizottsági elnökünk, Szépvölgyi János professzor munkásságát Than Károly-emlékéremmel ismertelt Egyesületünk. Ebből az alkalomból közös interjú készült velük.

A fent említett beszámoló, valamint a hozzászólások kiemelik Egyesületünk Titkárságának, Androsits Beátának és munkatársainak igényes, körültekintő, elkötelezett, eredményes munkáját, melyet valamennyien megköszönünk.

Számos cikk, interjú gazdagítja lapszámunkat, melynek olvasásához szép nyári napokat és jó egészséget kívánok kedves Olvasóinknak.

Buzás Ilona

Buzás Ilona
a szerkesztőbizottság tagja

TARTALOM

TISZTÚJÍTÓ KÜLDÖTTKÖZGYŰLÉS, 2023	
Mika László Tamás: Főtítkári beszámoló	198
Jegyzőkönyv	202
Szalay Péter: A Magyar Kémikusok Egyesülete jövője. Elnöki program	206
A Magyar Kémikusok Egyesülete megválasztott tisztségviselői	208
Az Egyesület kitüntetettjei	209
Bizottságok beszámoló	211
VEGYIPAR ÉS KÉMIATUDOMÁNY	
Salma Imre, Farkas Árpád, Weidinger Tamás, Balogh Miklós: A tűzijáték arnyai és fényei	214
Két pálya találkozása. Beszélgetés Szépvölgyi János és Kiss Tamás professzorral	218
Születésnap beszélgetés Farkas Etelka professor emeritával	223
HONNAN LESZ ENERGIÁNK?	
Király Márton, Radnóti Katalin: Az atomerőművek működéséről egyszerűen, típusaik és jövőjük. Második rész	226
Adorján Ferenc: A kisméretű moduláris atomerőművek (SMR-ek) lehetőségei a klímavédelemi célok elérésében	230
SÉTÁK A TUDOMÁNY KÖRÜL	
Kovács Lajos: Tudományos séták Európában	235
KITEKINTÉS	
Kutasi Csaba: A Nemzeti Atlétikai Stadion membránszerkezete és egyéb textilanyagok a budapesti atlétikai világbajnokságon	240
VEGYISZLELETEK	
Lente Gábor rovata	244
A HÓNAP KÉMIAI PUBLIKÁCIÓJA	246
A HÓNAP HÍREI	247



Címlapunkon:
A tűzijáték arnyai és fényei.
Fotó: Mónus Márton



Főtitkári beszámoló a 2022. évről

A Magyar Kémikusok Egyesületének működése, két évvel a Covid-19 járvány okozta gyökeres változásokat követően, amelyek drámai hatással bírtak a gazdasági működésre és jelen-



**Miksa László Tamás,
az MKE főtitkára**

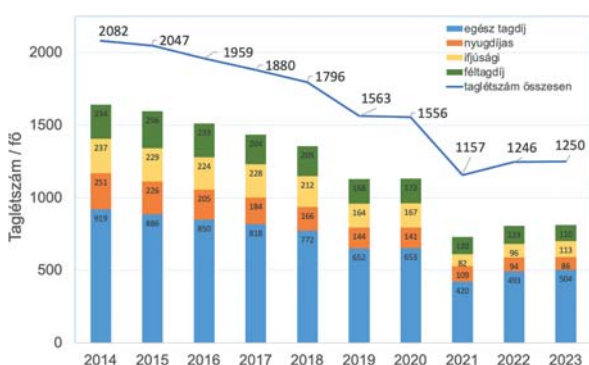
tősen megváltoztatták az Egyesület korábbi években folytatott rendkívül sikeres szakmai tevékenységét, 2021-hez hasonlóan, 2022-ben is stabilnak volt tekinthető. Az Egyesület továbbra is szigorú gazdasági fegyelem mellett folytatta az Alapszabályban rögzített tevékenységét, melynek célja a kémia és a vegyipar iránt érdeklődők önkéntes és egyéni aktivitáson alapuló szerveződésére alapozott szakmai információ cseréjére, értékelésére és közzétételére; a szakmai közélet fórumainak megteremtése; a hazai vegyészek, vegyészmérnökök, kémia-tanárok és az Egyesület munkájában aktívan részt vevő egyéb szakemberek (a továbbiakban összefoglaló néven kémikusok) tudásszintjének emelése; a hazai kémikusok szakmai munkájának hazai és külföldi elismertetése.

Az Egyesület Intézőbizottsága (IB) 2022-ben, tervezett ütemezés szerint, összesen hét alkalommal ülésezett, melyekből a lényegi működési, stratégiai és döntéshozatalra vonatkozó ülések, a Richter Gedeon Nyrt.-nél szervezett nyári kihelyezett ünnepi üléssel együtt jelenléti formában történtek. Örömteli, hogy online ülésre csupán egy alkalommal került sor, amelynek döntéshozatali előkészítése azonban már egy korábbi IB ülésen megtörtént, csupán határozathozatal okán kellett rendkívüliként összehívni. A 2022-es IB-ülések minden alkalommal határozatképesek voltak, az IB-tagok részvétele minden esetben elérte a 75%-ot.

Az Egyesület taglétszámának 2020-as évet követő csökkenő tendenciája, amelynek okával az IB több alkalommal is foglalkozott, 2022-ben megszakadt. A taglétszám növekedést felelőtlennek lennie kijelenteni, de a 2023-as első negyedévi adatok ismeretében, óvatosság mellett, talán a stabilizálódás fogalmazható meg (1. ábra). A taglétszám jövőbeli növelése az Egyesület következő évekre vonatkozó stratégiai feladatként fogalmazható meg.

Az Egyesület működésében a 2023-as év különös jelentőséggel

1. ábra. Az MKE taglétszámának alakulása 2014–2022 (a 2023. évi adatok, az első negyedév alapján, tájékoztató jellegűek)



2. ábra. Az MKE működési stratégiájának szempontjából azonosított területek (MKL: Magyar Kémikusok Lapja)

bír, hiszen a vezető tisztségviselők (elnök, főtitkár, alelnökök, bizottsági elnökök) mandátuma lejár. A 2023-as Tisztújító Küldöttközgyűlés új vezetőket fog választani és az IB személyi összetételében is változások várhatók. Az Egyesület középtávú stabil működésének és a leendő vezető tisztségviselők segítségének céljából az IB azonosította az Egyesület stratégiájának szempontjából kritikus területeket (2. ábra), és az IB-n belüli munkacsoportok létrehozásával elkezdte összegezni és elemezni ezen területek jelenlegi működését és megfogalmazni az eredményesebb működés céljából megoldandó feladatokat. Szintén a 2023-as évet érintő előkészítés részeként az IB részletesen foglalkozott az ügyvezető igazgató személyének változását érintő kérdésekkel.

Az Egyesület tevékenységének közvetett célja a kémiai tudomány, a kémiaoktatás és a vegyipar fejlődésének elősegítése. Ennek elérése érdekében az MKE közhasznú tevékenységét az alábbi kiemelt területeken fejtette ki:

- Tudományos tevékenység, kutatás, műszaki fejlesztés, szakmai kulturális tevékenység, szakmai kulturális örökség megővése.
- Nevelés és oktatás, képességfejlesztés, ismeretterjesztés.
- Euroatlanti integráció elősegítése.
- Környezetvédelem.

A fenti célokat az MKE 2022-ben a következő szakosztályi és szakcsoportos struktúrával teljesítette. Megjegyzendő, hogy a szakosztályok és területi szervezetek működésnek áttekintését szintén kiemelt feladatként azonosította az IB.

- **20 szakosztály/társaság** (többségében aktív)
- **9 szakcsoport**, melyből 6 az Analitikai Szakosztály keretében, 2 a Szerves és Gyógyszerkémiai Szakosztály keretében, 1 önálló: ez a Komplexkémiai Szakcsoport
- **7 területi szervezet** (Bács-Kiskun, Baranya, BAZ, Csongrád, Hajdú-Bihar, Heves, Veszprém)
- **4 MKE munkahelyi csoport** (BorsodChem, ME, MOL Petrolkémiai Zrt., Richter Gedeon)
- **Fiatalkémikusok Fóruma**
- **Nyugdíjas Kémikusok Köre**

Az Egyesület közhasznú szervezatként történő működési tevékenysége az alábbi pontok alapján foglalható össze. Kijelenthető, hogy az MKE 2022-ben is teljesítette a közhasznú működés feltételeit, a közhasznú szervezeti besorolás nem volt veszélyeztetve.



1. Tudományos tevékenység, kutatás, műszaki fejlesztés, szakmai kulturális tevékenység, szakmai kulturális örökség megóvása

Az Egyesület a 2021-es évhez képest, amikor az egyesületi rendezvények között még jelentős arányban voltak online szervezésűek, 2022-ben a szervezett hazai és nemzetközi rendezvények lényegében jelenléti formában valósultak meg. Az Egyesület szakmai szervezetei 2022-ben 10 részvételi díjas és több mint 50 térítésmentes tudományos rendezvényt, valamint kémiát népszerűsítő, nagyszámú érdeklődőt vonzó eseményt szerveztek. A hazai és nemzetközi rendezvényeket az **1. és 2. táblázat** foglalja össze.

1. táblázat Az MKE hazai rendezvényei

Rendezvény	Időpont	Helyszín
54. Irinyi János Országos Középiskolai Kémiaverseny döntő	04. 01–03.	Debrecen
Vegyészkonferencia	06. 15–17.	Eger
Varázslatos Kémiatábor	08. 01–05.	Pécs
Őszi Radiokémiai Napok	10. 17 –19.	Balatonszárszó
XIV. Kémiai Előadó Napok	10. 25–27.	Szeged
Kozmetikai szimpózium	11. 24.	Budapest
Hungarocoat Kiállítás	11. 29–30.	Budapest

2. táblázat. Az MKE nemzetközi rendezvényei

Nemzetközi rendezvények	Időpont	Helyszín
Blue Danube Symposium on Heterocyclic Chemistry	02. 04.	online
European Chemistry Thematic Network General Assembly and Annual Meeting	04.08–09.	Budapest/online
18 th European Student Colloid Conference	06. 26–30.	Szeged
5 th International Chemistry Tournament	08. 16–21.	Budapest
18 th Central European Symposium on Theoretical Chemistry	09. 07–10.	Balatonszárszó

Az Egyesületi rendezvényekről Magyar Kémikusok Lapjában, körlevelekben, szakmai folyóiratokban és az Egyesületi honlapon: <http://www.mke.org.hu> tájékoztattuk az érdeklődőket. Az MKE-honlap látogatottsága 2022-ben: 801 891. Az említett mediában **több mint 2000 középiskolás diákot, egyetemistát** szólítottunk meg, tanáraikkal.

2. Nevelés és oktatás, képességfejlesztés, ismeretterjesztés

Egyesületünk egyik, talán legfontosabb működési területe az oktatás segítése, amelynek szervezői és végrehajtói a Kémia tanári Szakosztály és az Oktatási Bizottság tagjai. A többi MKE-rendezvényhez hasonlóan a tehetséggondozó programok is jelenléti formában folytak.

2.1 Tehetséggondozó programok

- **54. Irinyi János Országos Középiskolai Kémiaverseny.** A Magyar Kémikusok Egyesülete által szervezett háromfordulós versenyt már az 54. alkalommal rendeztük meg. A rendezvény 9–10. osztályos tanulók részére szervezett kémiai tárgyú tehetségkutató verseny, amely az általános iskolai Hevesy-versenyre épül, és közbenső fokozatként előkészíti a

diákokat az Országos Középiskolai Tanulmányi Verseny kémiaszekcióján való részvételre is. 2022-ben örömteli felszabadulást jelentett a vírushelyzet javulása, ami lehetővé tette a verseny mindhárom fordulójának jelenléti rendezését. A döntőre 2022. április 1–3. között került sor Debrecenben.

- **Dr. Kónya Józsefné Emlékpályázat.** Az MKE Hajdú-Bihar megyei Területi Szervezete a 2021/2022-es tanévre immár 28. alkalommal hirdette meg a pályázatot a megyei általános és középiskolák tanulói részére. 8 általános iskolai és 5 középiskolai pályamű nyerte el a Bizottság elismerését, valamint egy „Kiváló felkészítő tanár” díjat adtunk át.
- **Varázslatos Kémiai Nyári Tábor.** 2022. augusztus 1–5. között, immár 14. alkalommal szervezett nyári tábort az MKE Kémia tanári Szakosztálya együttműködve a Pécsi Tudományegyetem Kémia Intézetével és a Ciszterci Rend Nagy Lajos Gimnáziumával. Pécs másodszor adott otthont a rendezvénynek. A táborozáson 18 kémia iránt érdeklődő 8–10. osztályos tanuló vett részt.
- **V. Nemzetközi Kémia Torna.** 2022. augusztus 16–21. között rendezték ismét a Nemzetközi Kémiai Tornát, most először hazai pályán, Budapesten, az ELTE-n. Magyarország két hatfős csapattal képviseltette magát, 6 ország 8 csapatának versenyében 2 ezüstérmert nyertek, valamint az egyéni abszolút győztes is magyar versenyző volt.
- **19. Nemzetközi Junior Természettudományi Diákolimpia,** december 12–21. Hibrid lebonyolítás.

2.2. Kémiát népszerűsítő programok

- **VII. Oláh György Országos Középiskolai Kémiaverseny.** A BME Szent-Györgyi Albert Szakkollégiummal együttműködve hirdettük meg, döntő: 2022. március 11., BME, Budapest.
- **GWB2022 (IUPAC Global Women's Breakfast) – Koronavírusok elleni küzdelemmel kapcsolatos magyarországi kutatások** címmel online program. 2022. február 16.

2.3. Egyéb közoktatást segítő tevékenységeink

- **Kémia tanári Szakosztály honlap** (<http://www.kemtan.mke.org.hu/>) – 9231 látogató.
- **KÖKÉL** – 2022-ben a **Középiskolai Kémiai Lapok** 49. évfolyamát adtuk ki. Lapunk a közoktatás teljes területén kívánja a kémiaoktatást szolgálni. Témáinkkal nyitottunk az általános iskolák felé is. **A Lap zökkenőmentes szerkesztését és terjesztését nagyban segíti az Egyesület tagjai által felajánlott SZJA 1%.**
- **Facebook-oldal:** <https://www.facebook.com/kozepiskolai.kemiai.lapok> – 90 921 látogató és 386 kedvelő.

2.4. A felsőoktatást támogató tevékenységeink

- **Kémiai Előadói Napok.** F fiatal kémikusok számára az MKE Csongrád megyei Területi Szervezet szervezésében megrendezett konferencia, amely 2022-nem ismét jelenléti formában zajlott Szegeden október 26–28. között.
- **Diplomamunka Nívódíj.** 2022-ben 13 végzős egyetemi hallgatót részesítettünk Nívódíjban a benyújtott 22 pályázó közül. Az elismerésben részesülteknek egyéves tagdíjmentes MKE-tagságot is felajánlott az Egyesület. A díjak átadása a **Kémiai Előadói Napok 2022** első napján történt.
- **Kalaus György-díj.** BME TDK-konferencia győztesének elismerése – 11 hallgató.



2.5. Fiatal kémikusok szakmai fejlődésének támogatása

- **Vértes Attila Ifjúsági Nívódíj** – 10 doktori ösztöndíjas és fiatal kutató versenye az Őszi Radiokémiai Napok keretében. 2022 október 18–20., Balatonszárszó.

3. Ismeretterjesztés

Az MKE ismeretterjesztési tevékenységét elsősorban az Egyesület gondozásában megjelenő folyóiratokon keresztül, valamint az elektronikus média segítségével végezte 2022-ben, az alábbiak szerint:

- A **Magyar Kémikusok Lapja** 77. évfolyama jelent meg 2022-ben. A havi lapot az Egyesület tagjai már a nyomdai megjelenés előtt olvashatják a megújult honlapon. A honlap címe: <http://www.mkl.mke.org.hu/> – 387 323 látogató. 2022-ben a magas postai árak miatt nyomtatott formában csak azok a tagok kapják, akik 7000 Ft értékben hozzájárulnak a postaköltséghez, valamint a versenyeken, ifjúsági eseményeken a résztvevők kapják ajándékként. A lap szakkikéiben a kémiai tudomány információi jutnak el az olvasókhoz, tájékoztatást kapnak az ipar híreiről, a kémiaoktatásról és középiskoláinkról, valamint az Egyesület hivatalos lapjaként az Egyesületi életről is hírt ad.
- **MKE-facebook:** <https://www.facebook.com/mkeface> – 2022-ben összesen 156 bejegyzés jelent meg a Magyar Kémikusok Egyesülete hivatalos Facebook-oldalán. A bejegyzések több mint 70%-a közvetlenül az MKE által szervezett/támogatott eseményekről, az MKE híreiről, és főleg a Magyar Kémikusok Lapjának tartalmából született. Az oldalon megjelent bejegyzésekre összesen 5895 kedvelés érkezett, valamint több mint 1161-szor osztottak meg bejegyzéseket. A tavalyi évben az oldalra felkerült bejegyzések egyenként átlagosan 1975 felhasználóhoz értek el összesen több mint 391 000 alkalommal megjelenve a felhasználók Facebook-felületén.
- A **Magyar Kémiai Folyóirat** 2021-es 128. kötetében négy lapszám jelent meg. A folyóiratot Egyesületünk tagjai kedvezményes áron rendelhetik meg, valamint számos határon túli címre küldjük ki, részben a kettős előfizető akcióban. Az újság honlapcíme: <http://www.mkf.mke.org.hu/>.
- A **Membrántechnika** kiadvány a Membrántechnikai Szakosztály szolgáltatása a szakterület iránt érdeklődők számára. Évente négy szám jelenik meg, jelenleg már csak elektronikus formában. Az újság honlapcíme: <http://www.mke.org.hu/kiadvok/membrantechnika.html>

Az MKE 1998 óta tagja a Chemistry Europe nemzetközi szervezetnek, amely a Wiley-VCH csoport által koordinált szakfolyóirat-kiadó szervezet. A Chemistry Europe tagjaként az MKE minden évben 3% mértékű, szabadon felhasználható royaltyban részesül a tulajdonosi lapok éves royalty-összegéből. 2022-ben ez a bevételünk 9226 eFt volt.

4. Euroatlanti integráció

Hangsúlyt fordítunk a környező országok kémikus egyesületeivel való kapcsolatokra (kapcsolatfelvétel, kapcsolatépítés). Ennek keretében veszünk részt rendszeresen a Nemzetközi Vegyészkonferencián (Erdély, Nagyvárad), illetve számos határon túli résztvevőt láttunk vendégül az Irinyi versenyen.

5. Környezetvédelem

Az MKE az oktatási kérdések mellett kiemelten foglalkozik az környezetvédelemmel. Ezt a tevékenységet elsősorban a Környezetvédelmi Analitikai és Technológiai Társaságunk végzi,

de valamennyi szakosztályunk foglalkozik közvetlenül vagy közvetve a témakörrel. Az MKE fontosnak tartja a környezetvédelemmel összefüggő kérdések szerepeltetését a kémiaoktatásban, ezért az MKE különböző szervezetei által rendezett diákversenyek témakörében a környezetvédelem is szerepel.

Az Egyesület gazdálkodása

Az MKE 2022. évi gazdálkodását a Gazdasági Bizottság folyamatosan felügyelte. Az aktuális kimutatásokat a vonatkozó IB-ülés előtt áttekintette, és a Gazdasági Bizottság az IB-üléseken beszámolt az aktuális gazdasági állapotról. Az MKE 2022-es stabil működéséhez megkérdőjelezhetetlenül hozzájárultak támogatóink, amelyek közül külön megemlítendő a legmagasabb összegű, milliós nagyságrendű támogatásokkal (jogi tagdíjjal, illetve más bevételi forrás lehetőségével) segítő cégek és intézmények. Az MKE köszönettel tartozik ezen előre tervezhető anyagi forrásokért az alábbi kiemelt támogatói cégeknek és szervezeteknek:

Kiemelt támogatóink: MOL Nyrt., BorsodChem Zrt., Richter Gedeon Nyrt., Egis Gyógyszergyár Zrt., Szerencsejáték Zrt., EuroAPI Kft., Servier Kft.

Kiemelkedő összegű, rendszeres bevételi forrást biztosító partnereink: Aktiv Instrument Kft., UNICAM Magyarország Kft.

A MKE 2022-ben közhasznú támogatása összesen: 34 371 193 Ft. Ez az összeg 2021-ben 40 523 173 Ft volt; a támogatásban 2022-ben csökkenés volt.

A támogatást jelentő főbb bevételek

- A személyi jövedelemadó 1%-ának felajánlásból 675 240 Ft támogatást kapott az Egyesület.
- Civil törvény szerinti önkéntesek támogatása az Egyesület részére 2 403 960 Ft.
- Pályázati úton elnyert, központi költségvetési szervtől, önkormányzatoktól pályázati úton elnyert támogatások. A MKE 2022-ben is több nagy értékű pályázati támogatásban részesült az Egyesület gondozásában megjelenő kiadványok (**3. táblázat**), valamint az MKE által szervezett rendezvények (**4. táblázat**) esetében. Az MKE központi költségvetési szervtől, önkormányzatoktól pályázati úton elnyert támogatásokat a **5. táblázat** foglalja össze.

3. táblázat Az MKE-kiadványokra 2022-ben elnyert támogatások

Támogató szervezet	Támogatás célja	Összeg (Ft)
Magyar Tudományos Akadémia	Középiskolai Kémia Lapok	1 000 000
Magyar Tudományos Akadémia	Magyar Kémiai Folyóirat	1 500 000
Magyar Tudományos Akadémia	Magyar Kémikusok Lapja	2 900 000
Nemzeti Kulturális Alap	Magyar Kémikusok Lapja	1 500 000
Nemzeti Kulturális Alap	Középiskolai Kémiai Lapok	600 000
Emberi Erőforrások Minisztériuma	Középiskolai Kémiai Lapok	2 000 000
Europrinting Kft.	Magyar Kémikusok Lapja	900 000
Hiflylabs Zrt.	Középiskolai Kémiai Lapok	150 000
Összesen		10 550 000



4. táblázat Az MKE 2022. évi rendezvényeire elnyert támogatások

Támogatott rendezvény	Támogatás		
	Központi költségvetés – pályázat	Egyéb céges	Összesen
Irinyi János Országos Középiskolai Kémia-verseny	3 500 000	2 837 000	6 337 000
Természettudományi Olimpia	4 298 493	1 500 000	5 798 493
Nemzetközi Kémiai Torna		4 700 000	4 700 000
Vegyészkonferencia		50 000	50 000
18 th Student Colloid Conference		480 000	480 000
Biologikum Kerekasztal konf.		50 000	50 000
Varázslatos kémia tábor	709 000		709 000
Összesen	8 507 493	9 617 000	18 124 493

5. táblázat Az MKE központi költségvetési szervektől, önkormányzatoktól kapott 2022. évi támogatásai

Támogató szerv	Támogatás
Magyar Tudományos Akadémia	6 109 000
Emberi Erőforrások Minisztériuma	9 798 493
Nemzeti Kulturális Alap	2 100 000
Összesen	18 007 493

6. táblázat. Az MKE 2022. évi vagyonfelhasználásával kapcsolatos kimutatás

A tétel megnevezése	Előző év (2021, ezer Ft)	Tárgyév (2022, ezer Ft)
Befektetett eszközök (I–III.)	3466	3234
I. Immateriális javak	5	0
II. Tárgyi eszközök	3461	3234

8. táblázat. Az MKE 2022. bevétel/költség/eredmény adatai (tény-terv adatok, ezer Ft)

Működtetés	35 849	39 515	35 070	48 033	56 035	49 998	-12 184	-16 520	-14 928
apparátus ktg.				34 227	33 658	35 700			
általános ktg.				13 806	22 377	14 298			
egyéni tagdíj	8206	7913	8000						
jogi tagdíj	9865	9262	9300						
egyéb műk. bev.	2982	941	1500						
egyéb bev.+roy.	8563	8707	8800						
bankkamat	0	2404	2600						
SZJA 1%	818	675	820						
működési tám.	5416	9614	4050						
Rendezvények	45 110	95 364	62 650	36 086	77 706	46 700	9 024	17 658	15 950

Az MKE működési és apparátus-költségeit a 7. táblázat foglalja össze.

7. táblázat. Az MKE 2022. működési költségei

Költségcím	Ft/év	Részletezés
Béreköltség	20 367 150	a Titkárság 6 munkatársának a bére járulékkal
Irodabérlés	5 685 690	MKE-székhely bérlési költsége ÁFA-val
Számvitel, könyvelés	3 840 000	könyvvizsgáló díjjal együtt
Cégauto üzemeltetés	1 738 668	üzemanyag + szervizköltség + biztosítás (konferenciahelykeresés, konferenciaanyagok helyszínre szállítása stb.)
Telefon, fax	715 898	rendezvényszervezés, MKE-ügyintézés
Nyomda, irodaszer, karbantartás	1 302 541	
Utazás, kintututások, támogatás	959 145	utazások a központi és szakosztályi keret terhére, egyesületi elismerések díjköltsége, rendezvény részvételi támogatások, ingyenes egyesületi tagság
Postaköltség	373 280	
Fizetendő tagdíjak	2 106 500	nemzetközi szervezeti tagság
Reprezentáció, egyesületi jutalmak	2 447 480	küldöttközgyűlés, szakosztály-ülések, éves vezetői értekezlet, Egyesület állandó díjai
Önkéntesek béreköltsége	3 650 304	technikai költség, árbevételeként is szerepel
Értékcsökkenés	1 353 239	
Egyéb működési költségek	3 474 063	bankköltség, jogi szolgáltatás díja, adók, illetékek, szakosztályi egyéb költségek, web- és online-költségek, cégauto üzemeltetési költségei stb.

Amint látható, a működés zökkenőmentességét biztosító, összeszeszkott apparátust és infrastruktúrát fenntartottuk és fenntartjuk. Az MKE gazdálkodásának bevétel-, költség-, eredményadatait az előző évi adatokkal, valamint a 2023. évi tervvel egyetemben a 8. táblázat foglalja össze.



Kiadványok	14 869	15 202	14 790	15 068	16 154	15 546	-199	-952	-756
MKL	10 566	9749	10 060	10 330	10 939	11 216	-2382	-1190	-1156
<i>ebből támog.</i>	5150	5300	5000						
MKF	1450	1566	1400	1528	1649	1 480	-474	-83	-80
<i>ebből támog.</i>	1274	1500	1240						
KÖKÉL	2854	3887	3330	3210	3566	2850	164	321	480
<i>ebből támog.</i>	2550	3750	3000						
Egyéb kiadványok	0			0			0		
	95 828	150 081	112 510	99 187	149 895	112 244	-3359	186	266

A MKE 2022-es évet, a 2021-es jelentős veszteséget jelentő év után, pozitív mérleggel zárta. Az összeg mértéke, noha nem számottevő, azonban a 2022-ben bekövetkezett gazdasági környezet változásával összemérve figyelemre méltó eredményként könyvelhető el. A 2023-ra tervezett mérleg alapján az Egyesület működése továbbra is biztosítottnak tekinthető.

Budapest, 2023. május 10.

Dr. Mika László Tamás
főtitkár

Jegyzőkönyv

Készült Budapesten, 2023. május 19. napján a Magyar Kémikusok Egyesülete Tisztújító Küldöttközgyűlésén

Az elnökség tagjai: Simonné Sarkadi Livia, az MKE elnöke, Mika László Tamás, az MKE főtitkára és Náray-Szabó Gábor, a Jelölőbizottság elnöke

Levezető elnök: Simonné Sarkadi Livia

10⁰⁰ – 10³⁰

Simonné Sarkadi Livia, az MKE elnöke 10 órakor bejelenti, hogy a Küldöttközgyűlés határozatképes.

A jelenléti ív alapján megállapítható, hogy 56 küldöttből 43 küldött van jelen, a Küldöttközgyűlés határozatképes.

Fölkéri a jelenlevőket, hogy az elmúlt egy évben elhunyt tagok felolvasása után egyperces felállással adózzanak emléküknök.

Ezután a levezető elnök bejelenti, hogy a 2023. évi **Hermecező István-díj** átadása következik, és felkéri az MKE Műszaki-Tudományos Bizottság elnökét, **Szalay Pétert** a díj odaítélésének indoklására:

Ezután a levezető elnök felkéri **Románné Diószegi Zsuzsanna igazgató asszonyt**, a díj alapítójának, a EUROAPI Hungary Kft. képviselőjét a díj átadására.

Az elnök fölkéri a díjazottat, **Huszár Csabát**, hogy röviden beszéljen elért eredményeiről.

10³⁰

A Polgári törvénykönyv szerint kötelező jegyzőkönyvvezető és jegyzőkönyv-hitelesítő megválasztása.

Az elnök jegyzőkönyvvezetőnek felkéri **Mika László Tamást**, jegyzőkönyv-hitelesítőnek pedig **Salma Imrét**.

Bejelenti, hogy a javasolt személyeket előzetesen megkérdezte, a megbízatást megválasztásuk esetén elvállalják.

I. A levezető elnök felkéri a Küldöttközgyűlést, hogy kézfeltartással szavazzon arról, hogy a javasolt személyeket jegyzőkönyvvezetőnek és jegyzőkönyv-hitelesítőnek megválasztja.

Elfogadja: 43 Ellenzavazat: 0 Tartózkodás: 0

1/2023. KGY határozat: A Küldöttközgyűlés egyhangúlag (ellenzavazat és tartózkodás nélkül) úgy dönt, hogy Mika László Tamást jegyzőkönyvvezetőnek és Salma Imrét jegyzőkönyv-hitelesítőnek megválasztja.

II. A napirend elfogadása

Levezető elnök: A Küldöttközgyűlés napirendje a meghirdetett szerinti – csak a meghívóban szereplő napirendi pontok tárgyalhatók.

A levezető elnök kéri a meghívóban szereplő napirend elfogadását.

Elfogadja: 43 Ellenzavazat: 0 Tartózkodás: 0

2/2023. KGY határozat: A Küldöttközgyűlés egyhangúlag (43 mellette, ellenzavazat és tartózkodás nélkül) úgy dönt, hogy a ki-küldött meghívóban szereplő napirendet elfogadja.

10⁴⁰ – 11¹⁰

III. FŐTITKÁRI BESZÁMOLÓ

A levezető elnök felkéri Mika László Tamás főtitkárt a beszámoló megtartására.

A főtitkár interaktív megtarja beszámolóját.

SZÓBELI KIEGÉSZÍTÉSEK a főtitkári beszámolóhoz

Az Elnök felkéri Kovács Attilát, a Felügyelőbizottság elnökét. Az FB jelentését Kovács Attila ismerteti.

Az Elnök felkéri Lengyel Attilát, a Gazdasági Bizottság elnökét. Lengyel Attila ismerteti a Gazdasági Bizottság jelentését.

Az Elnök felkéri Szalay Pétert, a Műszaki-Tudományos Bizottság elnökét, aki ismerteti a Bizottság jelentését.

Az Elnök felkéri Tóth Ágotát, a Nemzetközi Kapcsolatok Bizottság elnökét. Az NKB jelentését Tóth Ágota ismerteti.

HOZZÁSZÓLÁSOK a Főtitkári beszámolóhoz és a szóbeli kiegészítésekhez

Hozzászólás nem hangzott el.



A levezető elnök felkéri a küldötteket, hogy szavazzanak a **Főtitkári beszámoló elfogadásáról**.

Elfogadja: 43 Ellenzavazat: 0 Tartózkodás: 0

3/2023. KGY határozat: A Küldöttközgyűlés egyhangúlag (43 mellette, ellenzavazat és tartózkodás nélkül) elfogadta a Főtitkári beszámolót.

IV. KÖZHASZNÚSÁGI JELENTÉS, MÉRLEG ÉS EREDMÉNYKIMUTATÁS, 2023. ÉVI KÖLTSÉGVETÉS ELFOGADÁSA, 2024. ÉVI TAGDÍJ

(Az írásos előterjesztéseket az MKE honlapján a küldöttek megtekinthették, kérdések és hozzászólások a szavazás előtt nem voltak.)

A levezető elnök felkéri a küldötteket, hogy szavazzanak az **MKE 2022. évi Közhasznúsági jelentésének elfogadásáról és a 2023-as gazdálkodási terv fő mutatószámairól**.

Elfogadja: 43 Ellenzavazat: 0 Tartózkodás: 0

4/2022. KGY határozat: A Küldöttközgyűlés egyhangúlag (43 mellette, ellenzavazat és tartózkodás nélkül) elfogadta az MKE Közhasznúsági jelentés 2022. évi dokumentumot, amely tartalmazza a 2023. évi MKE gazdálkodási terv fő mutatószámait is.

A levezető elnök kéri, hogy szavazzanak a **Mérleg és eredménykimutatás 2022. évi dokumentumról**.

Elfogadja: 34 Ellenzavazat: 0 Tartózkodás: 0

5/2023. KGY határozat: A Küldöttközgyűlés egyhangúlag (43 mellette, ellenzavazat és tartózkodás nélkül) elfogadta az MKE mérleg és eredménykimutatás 2022. évi dokumentumot.

A levezető elnök felkéri a küldötteket, hogy szavazzanak a **2024. évi egyéni tagdíjról**, amely 10 000 Ft/fő/év. Nyugdíjasoknak és az általános iskolai, valamint a középfokú tanintézetekben dolgozó kémiantároknak az egyéni tagdíj 50%-a, ifjúsági tagoknak, valamint a gyesen lévőknek az egyéni tagdíj 25%-a a tagdíjmérték.

Elfogadja: 43 Ellenzavazat: 0 Tartózkodás: 0

6/2023. KGY határozat: A Küldöttközgyűlés egyhangúlag (43 mellette, ellenzavazat és tartózkodás nélkül) elfogadta, hogy a 2024. évi egyéni tagdíj összege 10 000 Ft/fő/év legyen. A nyugdíjasok és az általános iskolai, valamint a középfokú tanintézetekben tanító kémiantár tagok részére 50% a kedvezmény, az MKE Alapszabálya szerinti ifjúsági tag, valamint gyesen lévő tag számára a mindenkor egyéni tagdíj 25%-a fizetendő.

11¹⁰ – 11²⁰

V. TISZTSÉGVISELŐK FELMENTÉSE

Az MKE elnöke javasolja, hogy a levezető elnök **Náray-Szabó Gábor**, a tisztújítási Jelölőbizottság elnöke legyen.

A levezető elnök felkéri a Küldöttközgyűlést, hogy kézfeltartással szavazzon arról, hogy Náray-Szabó Gábort megválasszta.

Elfogadja: 43 Ellenzavazat: 0 Tartózkodás: 0

7/2023. KGY határozat: A Küldöttközgyűlés egyhangúlag (ellenzavazat és tartózkodás nélkül) úgy dönt, hogy Náray-Szabó Gábort levezető elnöknek megválasszta.

A levezető elnök megadja a szót Simonné Sarkadi Liviának, az MKE elnökének.

Simonné Sarkadi Livia kéri, hogy a 2019–2023. időszakra a

Küldöttközgyűlés által választott tisztségviselőket jelen tisztújító küldöttközgyűlés mentse fel.

A levezető elnök felkéri a Küldöttközgyűlést, hogy kézfeltartással szavazzon arról, hogy az Egyesület tagok közül választott tisztségviselőit felmenti.

Elfogadja: 43 Ellenzavazat: 0 Tartózkodás: 0

8/2023. KGY határozat: A Küldöttközgyűlés egyhangúlag (ellenzavazat és tartózkodás nélkül) úgy dönt, hogy az Egyesület tagok közül választott tisztségviselőit a mai nappal felmenti.

Náray-Szabó Gábor mint levezető elnök ismerteti, hogy az Egyesület Intézőbizottsága az Egyesületért végzett sokéves eredményes munkája elismeréseként javasolja a Küldöttközgyűlésnek **Simonné Sarkadi Livia** részére **örökös tiszteletbeli elnöki** cím adományozását.

A levezető elnök felkéri a Küldöttközgyűlést, hogy kézfeltartással szavazzon arról, hogy Simonné Sarkadi Livia részére örökös tiszteletbeli elnöki címet adományoz.

Elfogadja: 43 Ellenzavazat: 0 Tartózkodás: 0

9/2023. KGY határozat: A Küldöttközgyűlés egyhangúlag (ellenzavazat és tartózkodás nélkül) úgy dönt, hogy Simonné Sarkadi Livia részére örökös tiszteletbeli elnöki címet adományoz.



A levezető elnök átadja a plakettet Simonné Sarkadi Liviának

11²⁰ – 12¹⁰

TISZTÚJÍTÁS

Levezető elnök: A Szavazatszámoló Bizottság elnökének felkéri Tóthné Gaál Hellát, tagjainak felkéri Bárány Zsolt Bélát, Bodor Zsanettet, Magyar Miklóst és Sziva Miklóst.

A levezető elnök felkéri a Küldöttközgyűlést, hogy kézfeltartással szavazzon a Szavazatszámoló Bizottság tagjairól.

Elfogadja: 43 Ellenzavazat: 0 Tartózkodás: 0

10/2023. KGY határozat: A Küldöttközgyűlés egyhangúlag (ellenzavazat és tartózkodás nélkül) úgy dönt, hogy Tóthné Gaál Hellát a Szavazatszámoló Bizottság elnökének, Bárány Zsolt Bélát, Bodor Zsanettet, Magyar Miklóst és Sziva Miklóst a Szavazatszámoló Bizottság tagjának megválasszta.

- A levezető elnök megkérdezi a Küldöttközgyűlést, hogy a szavazati jogú résztvevők számára kiosztott szavazati lapokon megjelölt tisztségekre jelölteken kívül van-e új jelöltre/jelöltekre javaslat.
- A jelöltlistára bővítési javaslat nem lévén, a levezető elnök kéri a szavazati jogú küldötteket, hogy a szavazólapon adják le a szavazataikat.



- MEGKÉRI A SZAVAZATI JOGÚ KÜLDÖTTEKET, FIGYELJENEK ARRA, HOGY AZ ADOTT TISZTSÉG MEGJELÖLT LÉTSZÁMÁRA ADJÁK LE A SZAVAZATUKAT, HA A MEGJELÖLT LÉTSZÁMNÁL TÖBB JELÖLTRE SZAVAZNAK, A SZAVAZÓLAP ÉRVÉNYTELEN LESZ.
- **Jelöltek rövid bemutatkozása**

SZAVAZÁS

Szavazás, első rész

- Elnök és főtitkár
A küldöttek titkosan szavaznak.
Szavazatszámoló Bizottság félrevonul – elvégzi feladatát.
A levezető elnök felkéri a Szavazatszámoló Bizottságot, hogy ismertesse a szavazás eredményét.

Az elnökválasztás eredménye: a küldöttek összesen 42 szavazatot adtak le, ebből mind érvényes szavazat. Az érvényes szavazatok közül a jelölt 41 igen szavazatot kapott, 1 nem szavazatot kapott.

11/2023. KGY határozat: A Küldöttközgyűlés (41 mellette, 1 ellenszavazat, 0 tartózkodás) Szalay Pétert az Egyesület elnökének megválasztotta.

A főtitkárválasztás eredménye: a küldöttek összesen 42 szavazatot adtak le, ebből mind érvényes szavazat. Az érvényes szavazatok közül Mihucz Viktor jelölt 9 szavazatot kapott, Mika László Tamás jelölt 33 szavazatot kapott.

12/2023. KGY határozat: A Küldöttközgyűlés (33 mellette, 9 ellenszavazat, 0 tartózkodás) Mika László Tamást az Egyesület főtitkárának megválasztotta.

Szavazás, második rész

- Alelnökök és főtitkárhelyettesek
A küldöttek titkosan szavaznak.
Szavazatszámoló Bizottság félrevonul – elvégzi feladatát.
A levezető elnök felkéri a Szavazatszámoló Bizottságot, hogy ismertesse a szavazások eredményét.
Az alelnökválasztás eredménye: a küldöttek összesen 42 szavazatot adtak le, ebből mind érvényes szavazat. Az érvényes szavazatok közül Janáky Csaba jelölt 38 szavazatot kapott, Urbányi Zoltán jelölt 39 szavazatot kapott

13/2023. KGY határozat: A Küldöttközgyűlés Janáky Csabát (38 mellette, 0 ellenszavazat, 4 tartózkodás) Urbányi Zoltánt (39 mellette, 0 ellenszavazat, 3 tartózkodás) az Egyesület alelnökének megválasztotta.

A főtitkár-helyettesek:

- 1 – A Gazdasági Bizottság elnökválasztásának eredménye: a küldöttek összesen 42 szavazatot adtak le, ebből mind érvényes szavazat. Az érvényes szavazatok közül Tukacs József jelölt 42 szavazatot kapott.
- 2 – A Műszaki Tudományos Bizottság elnökválasztásának eredménye: a küldöttek összesen 42 szavazatot adtak le, ebből 41 érvényes szavazat. Az érvényes szavazatok közül Bálint Erika jelölt 14 szavazatot kapott, Mihucz Viktor jelölt 12 szavazatot és Várnagy Katalin jelölt 15 szavazatot kapott.

14/2023. KGY határozat: A Küldöttközgyűlés főtitkárhelyetteseket választott:

- 1 – Az Egyesület Gazdasági Bizottságának elnöke Tukacs József lett (43 mellette, 0 ellenszavazat, 0 tartózkodás).
- 2 – A Műszaki-Tudományos Bizottság elnökválasztásának eredménye: a küldöttek összesen 42 szavazatot adtak le, ebből 41 érvényes szavazat. Az érvényes szavazatok közül Bálint Erika jelölt 14 szavazatot kapott, Mihucz Viktor jelölt 12 szavazatot és Várnagy Katalin jelölt 15 szavazatot kapott. Az Egyesület Műszaki-Tudományos Bizottságának elnöke Várnagy Katalin lett.

Szavazás, harmadik rész

- IV., V., VI. szavazólap
A küldöttek titkosan szavaznak.
A Szavazatszámoló Bizottság félrevonul – elvégzi feladatát.

12¹⁰–12³⁰

VI. EGYESÜLETI ELISMERÉSEK ÁTADÁSA

A levezető elnök felkéri Simonné Sarkadi Liviát a kitüntetések átadására. A kitüntetettek nevét és méltatását felolvassa Mika László Tamás.

Simonné Sarkadi Livia tájékoztatja a Küldöttközgyűlést, hogy az Intézőbizottság úgy döntött, hogy **Kiss Tamás** részére **örökös tiszteletbeli főszerkesztői** címet adományoz.



Simoné Sarkadi Livia és Kiss Tamás

12³⁰–től

VII. VÁLASZTÁSI EREDMÉNY KIHIRDETÉSE

A levezető elnök felkéri a Szavazatszámoló Bizottságot, hogy ismertesse a szavazások eredményét.

Az Intézőbizottság tagjai választásának eredménye: a küldöttek összesen 43 szavazatot adtak le, ebből az összes érvényes szavazólap.

- Az érvényes szavazatok közül
- Adányiné Kisbocskói Nóra jelölt 29 szavazatot,
 - Baranyai Edina jelölt 15 szavazatot,
 - Bálint Erika jelölt 29 szavazatot,
 - Keglevich György jelölt 30 szavazatot,
 - Krischner Norbert jelölt 15 szavazatot,
 - Kutus Bence jelölt 12 szavazatot,
 - Mihucz Viktor jelölt 26 szavazatot,
 - Miskolci Norbert 19 szavazatot,
 - Murányi Zoltán jelölt 16 szavazatot,
 - Német Sándor jelölt 9 szavazatot,
 - Sebők Ferenc jelölt 19 szavazatot,
 - Sipos Pál jelölt 20 szavazatot,
 - Tóth Angelika jelölt 27 szavazatot,



Viskolcz Béla jelölt 13 szavazatot,
Ziegler Ildikó jelölt 21 szavazatot kapott.

15/2023. KGY határozat: A Küldöttközgyűlés az Intézőbizottság tagjának megválasztotta a következőket:

Adányiné Kisbocskói Nóra
Bálint Erika
Keglevich György
Mihucz Viktor
Sipos Pál
Tóth Angelika
Ziegler Ildikó

A Felügyelőbizottság elnökének és tagjainak megválasztása

A Küldöttközgyűlés 42 szavazatot adott le, és mind érvényes volt. Sziva Miklós elnökjelölt 42 szavazatot kapott. A Bizottsági tagok: Csutorás Csaba 42, Kovács Attila 42, Lengyel Attila 41 és Rajkó Róbert 40 szavazatot kapott.

16/2023. KGY határozat: A Felügyelőbizottság elnöke Sziva Miklós lett. A Felügyelőbizottság tagjai: Csutorás Csaba, Kovács Attila, Lengyel Attila és Rajkó Róbert.

Az Etikai Bizottság elnökének és tagjainak megválasztása

A Küldöttközgyűlés 42 szavazatot adott le, és mind érvényes volt. Bognár János elnökjelölt 40 szavazatot kapott. A Bizottság tagjai: Farkas Etelka 34, Horváth Attila 39, Jekő József 13 és Tóth Tünde 37 szavazatot kapott.

17/2023. KGY határozat: Az Etikai Bizottság elnöke Bognár János lett. Az Etikai Bizottság tagjai: Farkas Etelka, Horváth Attila, Jekő József és Tóth Tünde.

Az Oktatási Bizottság elnökének megválasztása

A Küldöttközgyűlés 43 szavazatot adott le, és mind érvényes volt. Kózelné Székely Edit elnökjelölt 43 szavazatot kapott.

18/2023. KGY határozat: Az Oktatási Bizottság elnöke Kózelné Székely Edit lett.

A Díjbizottság elnökének megválasztása

A Küldöttközgyűlés 43 szavazatot adott le, és mind érvényes volt. Sipos Pál elnökjelölt 43 szavazatot kapott.

18/2023. KGY határozat: A Díjbizottság elnöke Sipos Pál lett.

Az Érdekvédelmi Bizottság elnökének megválasztása

A Küldöttközgyűlés 43 szavazatot adott le, és mind érvényes volt. Viskolcz Béla elnökjelölt 43 szavazatot kapott.

19/2023. KGY határozat: Az Érdekvédelmi Bizottság elnöke Viskolcz Béla lett.

A Nemzetközi Kapcsolatok Bizottság elnökének megválasztása

A Küldöttközgyűlés 43 szavazatot adott le, és mind érvényes volt. Tóth Ágota elnökjelölt 42 szavazatot kapott.

20/2023. KGY határozat: A Nemzetközi Kapcsolatok Bizottságának elnöke Tóth Ágota lett.

VIII. ELNÖKI ZÁRSZÓ (a megválasztott új elnök)

Az elnöki zárszó elhangzása után, más napirend és felvetés nem lévén, a levezető elnök a Küldöttközgyűlést berekeszti.

Simonné Dr. Sarkadi Livia
elnök

Dr. Mika László Tamás
jegyzőkönyvvezető

Képek a közgyűlésről





Szalay Péter

A Magyar Kémikusok Egyesülete jövője

Elnöki program

Az MKE több mint 100 éves múltja kötelez minket, tagokat, és különösen a megválasztott vezetőket, hogy a patinás szervezetet a hagyományoknak, a küldetésének megfelelően működtessük, a tagság mindenkori igényeit kielégítve. Mindazonáltal egy tisztújítás lehetőséget teremt arra, hogy a hétköznapiak rengeteg feladatában még nem elveszve, az Egyesület helyzetét és jövőjét átgondoljuk. Ebben a rövid dokumentumban erre vállalkozom. Elkészítéséhez nagy segítséget nyújtott az Egyesület leköszönő Gazdasági Bizottsága (GB) és Intézőbizottsága (IB), amelyek több dokumentumban is elemezték az MKE helyzetét, foglalmazták meg a jövő feladatait. Felhasználtam a szakosztályok-szakcsoportok beszámolóit, valamint saját három ciklusból származó tapasztalataimat. A munkát segítették a vezető pozíciókra jelölt tagtársak is.

Emlékszem arra az időre, amikor pályakezdőként részt vettem a Kvantumkémiai Szakcsoport előadói ülésein az Anker közben. Ezek az összejövetelek a szakterület szinte minden művelője megjelent, az előadások segítettek egymás kutatását megismerni, külföldről jött információkat megosztani. Rendszeresen voltak az MKE égisze alatt szervezett hazai konferenciák is. Az így működő Egyesület nagyon közkedvelt volt, hiszen a 80-as években még sokkal kevesebb tudományos információhoz juthattunk közvetlenül, többeknek nem is volt lehetősége kapcsolat tartani külföldi kutatókkal. Mára ez a működési modell sokat gyengült, a tudományos információ könnyen elérhető, részt tudunk venni nemzetközi konferenciákon, ezek hozzánk is eljönnek, a világhálón pedig szinte minden információ megtalálható.

Az első feladat tehát az MKE küldetésének újbóli megfogalmazása, amely megfelel a tagság mai igényeinek és elvárásainak. A fent említett dokumentumok alapján az alábbi feladatok, illetve tevékenységek a legfontosabbak:

1. A kémikus közösség összefogása és összetartása
2. A teljes hazai kémikus közösség képviselője a társadalomban
3. A kémia imázsának javítása
4. Szerepvállalás a kémikus utánpótlás nevelésében
5. Nemzetközi jelenlét
6. A pénzügyi stabilitás fenntartása

Mielőtt bővebben is kifejtjeném az e pontokkal kapcsolatos teendőket, érdemes megállapítani, hogy két szervezet is van Magyarországon, amelyek hasonló célok mentén dolgoznak: a tudományos oldalon az MTA Kémiai Tudományok Osztálya, míg az ipari oldalon a Magyar Vegyipari Szövetség (MVSZ) azonosítható be. Velük szövetkezve, de az MKE egyediségét fenntartva és erősítve, korábbi partnereinket (egyetemeket, kutatóhelyeket, vállalkozásokat) még jobban bevonva tudjuk e célokat megvalósítani.

1. A kémikus közösség

Az MKE-nek, mint civil szervezetnek, alulról építkezőnek kell lennie, ami azt jelenti, hogy a tagság igényeit, az ő aktivitásukat felhasználva lehet céljainkat megvalósítani. De kik is az Egyesület tagjai?

- a) Egyetemi, kutatóintézeti kémikusok,
- b) iparban dolgozó kémikusok, diplomások és középfelvételteljesítők,
- c) kémiatanárok,

- d) diákok (egyetemisták, de esetleg középiskolások is),
- e) kémia iránt érdeklődők,
- f) jogi tagok.

Feladat 1: *Kérdőív készítendő arról, milyen „szolgáltatásokat”, programokat várnak az egyéni és jogi tagok az MKE-től.*

A bevezetőben említett klubszerű működés tette korábban lehetővé e sokféle ember összetartását. Sajnos az a tapasztalat, hogy az ilyen rendezvények iránt csökkent az igény, elsősorban az egyetemi, kutatóintézeti kollégák között. Ez nagy probléma, hiszen pont ők lehetnének a működés (szakmai) motorjai, mint ahogy ez a Magyar Kémikusok Lapja sikerességének is a záloga. Az okokat keresve már fentebb megállapítottam, hogy egyéniük ők könnyedén részesei lehetnek a „nemzetközi tudománynak”, továbbá az MTA munkabizottságaival való párhuzamosságok is elvonják a figyelmet és az energiát az MKE rendezvényeitől. Jól látható, hogy azon a területen, ahol egy MTA Munkabizottság jól működik, ott az MKE nem, de a fordított esetre is van több példa. Van azonban kivétel is: ilyenkor a két szervezet közösen szervez programokat olyan szimbiózisban, hogy a résztvevők nem is feltétlenül érzik a kettősséget. Ez utóbbi jó modellnek tűnik, hiszen Magyarországon nem vagyunk elegendően ahhoz, hogy két szervezetben is meglegyen a kritikus tömeg. Ezért:

Feladat 2: *Az MKE és az MTA Kémiai Tudományok Osztálya szervezetének összehangolása, programok egyeztetése.*

Ennek megvalósítása során azonban figyelni kell az MKE egyediségére: a b)–e) pontban felsoroltakra sem szabad elfeledkezni, őket az MTA természeténél fogva nem „szolgálja ki”. A szimbiózisban tehát az MKE-szervezetek egyik fontos szerepe kell legyen, hogy a magas tudomány mellett az iparban dolgozók, tanárok, diákok és minden érdeklődő megtalálja a megfelelő programokat; divatosan szólva az MKE kell legyen az Open/Inclusive Science motorja. Különösen támogatnunk kell „tudással” a területi szervezeteket, hiszen a beszámolókból (vagy azok hiányából) világosan látszik, hogy ahol nincs egyetemi háttér, ott kevésbé életképesek a szervezetek. Hasonlóan igaz ez a munkahelyi szervezetekre is, itt különösen a jelentős kutatást nem folytató vállalkozások csoportjainak szakmai támogatását kell megszervezni.

A Fiatal Kémikusok Köre az MKE talán legaktívabb csoportja. Őket nemcsak támogatni kell, hanem sokat tanulhatunk is tőlük a megváltozott világhoz való alkalmazkodásról.

2. A kémikus közösség képviselője a társadalomban

Az MKE évszázados tapasztalata, a tagság által képviselt sokrétű tudás kötelez minket, hogy mindez a társadalom felé hasznosuljon. Szakértőként kell szerepet vállalnunk kérdések megválaszolásában és az eddigieknél jobban ki kell vegyük részünket a társadalmi egyeztetésekből, hallatnunk kell szavunkat a kémiai területet érintő szabályzások kapcsán. Hamarosan hangsúlyosan fog megjelenni az igény a hazai zöld gazdasági és energetikai átmenet szakmai támogatására a kémiai aspektusok vonatkozásában is, valamint az ipari digitalizáció, az ipar 4.0-ra és 5.0-ra való átállás támogatásában. Ezek olyan trendek, amelyek az elkövetkező 10 év meghatározó irányai lesznek, és ebben az MKE szakmai műhelyként működhet közre.



Feladat 3: Szakhatóságokkal, minisztériumok szakmai vezetésével való kapcsolat kiépítése annak céljából, hogy döntések előkészítése során az MKE szakértelmét felhasználják.

Legyünk mi az elsők, akihez a média a kémiával kapcsolatos ügyekben fordul! Ezen keresztül további céljaink (a kémia imázsának javítása, kémiaoktatás, aktuális kérdésekben és témákban szakmai képviselőlet és ismeretterjesztés) területén is hatékonyabban tevékenykedhetünk.

Feladat 4: Fel kell építeni (a médiában) azt az imázst, hogy az MKE a legkompetensebb a kémiával kapcsolatos kérdésekben.

E tevékenységekben támaszkodni tudunk nemzetközi szervezetek, mint a European Chemical Society (EuChemS), az American Chemical Society (ACS) vagy a European Federation of Chemical Engineering (EFCE) tapasztalataira, hiszen ezek a szervezetek nemzetközi szinten hasonló tevékenységeket folytatnak.

3. A kémia imázsának javítása

Szinte már közhely, hogy a kémia társadalmi megítélésén javítani, az áltudományok ellen harcolni kell. Ezért e fontos kérdést itt nem is fejtem ki, csak megfogalmazom a feladatot:

Feladat 5: Stratégia kidolgozása a kémia imázsának javítására, majd ennek maradéktalan megvalósítása.

Egyik eszköze az ismeretterjesztésben való aktív részvétel lehet, amelyben természetes partner az MTA Kémiai Tudományok Osztálya, valamint a MVSZ, az ő erőfeszítéseikhez csatlakozva tudjuk ezt a célt a legjobban szolgálni.

4. Szerepvállalás a kémikus utánpótlás nevelésében

Meg vagyok győződve arról, hogy az MKE rengeteget tett és tesz ezen a területen, mint ahogy partnereink is: az MTA, az MVSZ, egyetemek, Richter, mind-mind indítottak programot az iskolások számára. Az egyetemi jelentkezések számai azonban továbbra is katasztrofálisak, veszélyeztetik a kutatások, a kémiai ipar, a kémiaoktatás jövőjét. Éppen ezért még professzionálisabb tevékenységet kell folytatnunk és nem utolsósorban összehangolni a sokféle programot annak érdekében, hogy még hatékonyabbak legyenek ezek az erőfeszítések.

Feladat 6: Legyen az MKE a kémikus utánpótlásnevelésre fordított erőfeszítések koordinátora.

Bár itt 5-ös pontként szerepel, ez talán a legfontosabb feladat. Meg kell állítani a kémiatananyag eltűnését, részt kell vegyünk egy vonzó kémiatananyag kialakításában, természetesen tanár tagtársainkkal karöltve.

E célok mentén az MKE fel kell vállalja a kémiatanárok szakmai és erkölcsi támogatását is. Erre különösen nagy szükség van azokon a területeken, ahol nincs egyetem, itt az eszköz az (feltámasztandó) területi szervezetekbe való bevonásuk lehet.

Feladat 7: Legyen az MKE a kémiatanárok biztos támasza.

5. Nemzetközi jelenlét

A tudományban a nemzetközi jelenlét fontosságát nem kell hangsúlyozni. Azonban azt is észre kell venni, hogy a szabályozási kérdések egyre nagyobb számban európai szinten dőlnek el. Már említettem, hogy EuChemS és az EFCE európai szinten vesznek részt döntési fo-

lyamatok előkészítésében, a kémiaterület érdekvédelmében. Saját érdekeinket csak rajtuk keresztül érvényesíthetjük.

Ugyancsak fontos az európai szervezetek, különösen a Eu-ChemS tudományszervező tevékenysége: az Európai Kémikuskonferencia, valamint a szakterületek konferenciái egyre jelentősebbé válnak. Szükséges tehát képviselőletünk ezekben a szervezetekben, különös tekintettel arra, hogy hazai partnereink nem lehetnek tagok ezekben.

Feladat 8: Az MKE erős képviselőletének biztosítása a nemzetközi szervezetekben, szükség esetén a belső struktúra kompatibilitásának megteremtésével.

6. Pénzügyek

Jelenleg négy forrásból áll össze a költségvetés bevételi oldala: tagdíjak (egyéni és intézményi), konferenciák, pályázatok és támogatások.

A tagdíjból bejövő forrás direkt módon függ a taglétszámtól. Biztos vagyok abban, hogy a fent elmondottak megvalósításával, annak megfelelő kommunikációjával növelhető lesz a taglétszám. Ahogy említettem, az MKE, mint civil szervezet, alulról építkező kell legyen, azaz tudnunk kell, hogy mit is vár el a tagság az Egyesülettől, lásd *Feladat 1*.

Nagy potenciált látok ipari partnereinkkel kapcsolatban is. Támogatást tőlük azonban csak akkor várhatunk, ha tevékenységeink számukra is értékesek. Az eddig felsorolt programpontok biztos, hogy pozitív fogadtatásra találhatnak náluk, hiszen mind a kémia népszerűsítése, mind pedig az utánpótlás biztosítása életbevágó számukra. Szintén hasznos, ha munkatársaik egy pezsgő szakmai környezetben lehetnek az MKE égisze alatt.

Feladat 9: Dialógus az ipari partnerekkel arról, mit is várnak az MKE-től, milyen jellegű tevékenységünket tudják anyagilag is támogatni.

Lehetőséget látok abban is, hogy ne csak jogi értelemben működjünk civil szervezetként, hanem a finanszírozási modell tekintetében is. Ennek lényege a feladatorientált külső finanszírozás, a feladatokhoz kell a partnereket megtalálni.

Feladat 10: Civil szervezetként való működés megteremtése, a megfelelő finanszírozási modell kiépítése más hasonló szervezetek tapasztalatait felhasználva.

7. Összefoglalás

Ebben a dokumentumban megfogalmaztam azokat a célokat, amelyek mentén az MKE az elkövetkező években működhetne. Civil szervezetként ezeket a tagságra építve, alulról szervezve lehet a leg hatékonyabban megvalósítani. Még ha kell is változtatni, átszervezni a hatékonyabb működés érdekében, eközben a jól működő részek (szakosztályok, szakcsoportok), jól működő programok nem sérülhetnek. A vezetés szerepe a változások katalizálása, a célok megfogalmazása. Beavatkozni csak akkor szabad, ha valami nagyon nem működik magától.

A szakosztályok, szakcsoportok talán nagyobb számban választottak új személyeket a vezetésbe, mint az általában történni szokott. Ez jó jel, hiszen nyilván lelkes kollégák kerültek vezető pozícióba, amely záloga lehet egy megújulásnak, az MKE magas szintű működtetésének, a stratégiai partnerekkel, új és korábbi szövetségeseikkel való kapcsolatok kiépítésének mind az akadémiai, mind pedig a vállalkozási területeken.



A Magyar Kémikusok Egyesülete megválasztott tisztségviselői

Elnök: Szalay Péter egyetemi tanár, ELTE Kémiai Intézet



Az Eötvös Loránd Tudományegyetemen szerzett vegyész diplomát 1986-ban, majd a Bécsi Egyetemen PhD-fokozatot. Kutatásai a kvantumkémiaira fókuszálnak. Több mint 130 közleményt publikált, több mint 8500 idézetet kapott, h-indexe 46. Volt a Kémiai Intézet igazgatója, 2015 és 2019 között kutatási rektorhelyettes.

A Magyar Kémikusok Egyesületének hosszú ideje tagja, három cikluson át főtitkárhelyettes. Képviseli az Egyesületet a EuChemS Számítógépes és Elméleti Kémiai Divíziójában, legutóbb elnökként. Az elmúlt két évben a EuChemS intézőbizottságának is tagja.

Munkáját több szakmai és állami kitüntetéssel ismerték el. 2017-ben megosztott Széchenyi-díjat kapott, 2022-ben pedig a Magyar Érdemrend középkeresztjét vehette át. Három rangos nemzetközi akadémia is tagjává választotta.

1987 óta nős, feleségével (Mariann) négy gyermek szülei (Réka, 1990, Ákos, 1994, Kinga, 1998 és Botond, 2005).

Főtitkár: Mika László Tamás egyetemi tanár, BME Mérnöki Kar, Kémiai és Környezeti Folyamatmérnöki Tanszék



2000-ben szerzett vegyészmérnök diplomát a Veszprémi Egyetemen, 2010-ben doktorált az ELTE-n, 2019 óta az MTA doktora. 2012-ig az ELTE, azóta a BME oktatója, jelenleg tanszékvezető egyetemi tanára. Kutatási területe a zöld kémia, a fenntartható kémiai technológiai folyamatok, a homogén katalízis és a biomassza átalakítása. Tudományos közleményeinek száma 58, a független hivatkozások szám megközelíti a 3000-et, h-indexe 27.

Az MKE-nek 2006 óta tagja. Különbféle tisztségek betöltését követően 2021 óta az egyesület főtitkára.

Családi állapota: nős, feleségével, Cséfalvay Edittel egy gyermeket (Réka Viktória, 2019) nevelnek.

Alelnök: Janáky Csaba kutatócsoport-vezető, SZTE Kémiai Intézet



Okleveles vegyészként 2007-ben, közgazdászként 2009-ben végzett a Szegedi Tudományegyetemen, ahol 2011-ben doktorált, majd Marie Curie-ösztöndíjasként a Texasi Egyetemen (Arlington) kutatott. 2014-ben sikerrel alapított MTA Lendület-kutatócsoportot elektrokémiai és fotokémiai témában. Elsődleges céljuk a CO₂ redukciójával hasznos tüzelőanyag előállítása. Ehhez kapcsolódóan elektrokémiai hidrogéngenerátorok fejlesztésével is foglalkoznak. Hazai és nemzetközi együttműködéseik révén az alap kutatási sikereken túl az iparban is alkalmazható eredményeket is elértek.

Aktív szereplője a szakmai közéletnek. Eddig elsősorban kiterjedt nemzetközi kapcsolata révén külföldi kémiai szervezetekben (EuChemS, ACS, ACS Hungary) töltött be funkciókat és végzett értékes tevékenységet.

Alelnök: Urbányi Zoltán osztályvezető, Richter Gedeon Nyrt.



1987-ben végzett az ELTE vegyész szakán. Itt szerzett egyetemi doktori címet szerves kémiából 1995-ben, majd PhD-fokozatot 2005-ben molekuláris sejtbiológiából. 1987-től különböző beosztásokban a Richter dolgozója. Kezdetben fehérjekémiával, illetve az Alzheimer-kór molekuláris szintű folyamatainak kutatásával foglalkozott, később a Richter biotechnológiai fejlesztési munkálataihoz csatlakozott. 2018 óta a Biotechnológiai Kutatási Osztály vezetője. 2012 óta az ELTE külső oktatója. 2014 és 2022 között az Európai Gyógyszerminőségi Igazgatóság szakértője volt.

Részt vett az MTA Biológikum Analitikai Munkabizottságának és az MKE Biológikum Analitikai Szakcsoportjának megalapításában, előbbinek 2021-ig, utóbbinak 2023-ig volt elnöke.

A Gazdasági Bizottság elnöke, főtitkárhelyettes: Tukacs József tudományos munkatárs, EUROAPI Hungary Kft.



2009-ben diplomázott a Babeş-Bolyai Egyetemen. 2010-ben doktoránshallgatóként kapcsolódott be az ELTE Szerves Kémia Tanszékén folyó, a gamma-valerolakton előállítására irányuló kutatómunkába. 2014-től egyetemi tanársegéd a BME VBK Kémiai és Környezeti Folyamatmérnöki Tanszékén. 2018-ban bekerült a BME 100 legjobb oktatója közé, valamint az Új Nemzeti Kiválóság Program ösztöndíjasa lett. 2019-ben PhD-fokozatot szerzett a BME Oláh György Doktori Iskolájában. 2020-tól a Sanofi, 2021-től az EUROAPI Hungary Kft. tudományos munkatársa.

2013-tól a MKE tagja, 2023-tól az EUROAPI Hungary Kft. MKE helyi szervezetének elnöke.

Családi állapota: nős, feleségével első gyermeküket várják.

A Műszaki-Tudományos Bizottság elnöke, főtitkárhelyettes: Várnagy Katalin egyetemi tanár, DE Kémiai Intézet



1985-ben végzett a KLTE-n matematika-kémia szakos középiskolai tanárként, ott szerzett német-magyar szakfordítói diplomát is 1996-ban. Külföldi tanulmányutakon közel két évet töltött Svájcban és Görögországban. Kutatási területe a biológiailag aktív peptidok, fehérjék átmenetifémekkel való kölcsönhatása és biológiai vonatkozásai. Egyetemi doktori fokozatot 1987-ben szerzett, amit 1995-ben minősítettek át PhD fokozattá, 1999-ben habilitált, 2014-ben az MTA doktora lett. 92 tudományos közleményre 1368 hivatkozást kapott, h-indexe 29. 2015 óta a jelenleg 8 tagú Bioszervetlen Kémiai Kutatócsoport vezetője. 2017-től a DE Kémiai Intézet igazgatója. Szakmai közéleti tevékenysége igen gazdag. 1985 óta tagja az MKE-nek. Az MKE Komplexkémiai Szakcsoport titkára, majd elnöke volt. Az Irinyi-verseny országos fordulóját szervezi 2019 óta Debrecenben.



Az Intézébizottság további tagjai



Adányiné Kisbocskói Nóra tudományos tanácsadó, Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem Élelmiszertudományi és Technológiai Intézet Élelmiszer-kémia és Analitika Tanszék



Bálint Erika okleveles vegyészmérnök, egyetemi docens, BME Szerves Kémia és Technológia Tanszék



Keglevich György egyetemi tanár, BME Szerves Kémia és Technológia Tanszék



Sipos Pál, a Díjbizottság elnöke



Viskolcz Béla, az Érdekvédelmi Bizottság elnöke



Tóth Ágota, a Nemzetközi Kapcsolatok Bizottságának elnöke

Az Egyesület kitüntetettjei



Pjefifer Ignác-émlékérem
Borza István



Than Károly-émlékérem
Tóthné Gaál Hella Szépvölgyi János



Mihucz Viktor tanszékvezető, ELTE Kémiai Intézet, Analitikai Kémiai Tanszék



Sipos Pál egyetemi tanár, Szegedi Tudományegyetem Szeretlen és Analitikai Kémiai Tanszék



Tóth Angelika FF és EBK igazgatóhelyettes, Magyar Vegyipari Szövetség



Preisich Miklós-díj
Hazai László



Hermecz István-díj
Huszár Csaba



Náray-Szabó István Tudományos Díj (átadására az MKE IV. Nemzeti Konferenciáján kerül sor)
Kotschy András



Ziegler Ildikó minőségügyi igazgató, Hunazine Biotech S. L.

Az állandó bizottságok további elnökei



Sziva Miklós, a Felügyelőbizottság elnöke



Bognár János, az Etikai Bizottság elnöke



Kóznél Székely Edit, az Oktatási Bizottság elnöke



Kálmán Alajos Tudományos Díj (átadására az MKE 4. Nemzeti Konferenciáján kerül sor)
Bényei Attila



Kiváló Egyesületi Munkáért
Ilisz István Adám Adél



Ziegenheim Szilveszter



Egyesületi nívódíjat kapott



a Magyar Kémikusok Lapja különszámának szerkesztéséért

Lente Gábor



Szántay Csaba



a Magyar Kémikusok Lapjában megjelent „Ígéretes fiatal kémikusaink” sorozat szerkesztői munkájáért

Szalay Péter



az 18th European Student Colloid Conference szervezésében kifejtett kimagasló munkájáért

Szilágyi István



Szabó Tamás



a Magyar Kémikusok Lapjában 2022-ben megjelent legjobb cikkért

Csupor Dezső



Braun Tibor (posztumusz)



az International Chemistry Tournament szervezésében kifejtett kimagasló munkájáért

Formanné Kiss Andrea



Forman Ferenc



az 18th Central European Symposium on Theoretical Chemistry szervezésében kifejtett kimagasló munkájáért

Surján Péter



az Irinyi János Országos Középiskolai Kémiaverseny Versenybizottságában végzett munkájáért

Dóbéné Cserjés Edit



Bárány Zsolt Béla



a Vegyészkonferencia szervezésében kifejtett kimagasló munkájáért

Kurtán Tibor



az Őszi Radio-kémiai Napok szervezésében kifejtett kimagasló munkájáért

Nagy Noémi



A KÖKÉL díjazottjai és tanáraik közül többen most vették át elismeréseiket





A bizottságok beszámolóí

EMLÉKEZTETŐ

az MKE Felügyelő Bizottságának (FB)
2023. május 3-i elektronikus körlevélben lebonyolított
üléséről

Helyszín: elektronikus körlevél

Jelen vannak: Kovács Attila FB-elnök, Csutorás Csaba FB-tag, Rajkó Róbert FB-tag, Sziva Miklós FB-póttag, Wölfling János, FB-póttag, Androsits Beáta MKE ügyvezető igazgató

Az MKE 2022. évi gazdasági beszámolójának megvitatása

Androsits Beáta ügyvezető igazgató tájékoztatása szerint könyvvizsgáló által auditált „MKE mérleg és eredménykimutatás 2022” dokumentumokat kapott meg a Felügyelőbizottság (FB) megvitatásra.

Az MKE gazdálkodása 2022-ben +186 eFt eredménnyel zárult, és ez azt jelenti, hogy sikerült megállítani a 2020–2021-es évek veszteségtermelését.

A mögöttünk hagyott 4 évben korábban nem tapasztalt külső változások történtek a rendezvényszervezést érintően, amely meghatározó hatással volt és jelenleg is van az Egyesület gazdálkodására. Ennek egyik legkomolyabb mutatószáma, hogy a hosszú évek alatt kemény munkával és hozzáértő gazdálkodással felépített 61,5 MFt-os „saját tőke” a pandémiás körülmények követ-

keztében 35%-os mértékű csökkenésbe fordult át. Ennek fényében értékelhető, hogy a 2022. évi gazdálkodás nem rontotta tovább ezt a negatív tendenciát.

Az FB megállapította, hogy az MKE gazdálkodási tevékenysége 2022-ben is szabályos és kézben tartott volt.

1/2023. FB határozat

A Felügyelő Bizottság elfogadja az MKE 2022. évi gazdasági beszámolóját és azt a hivatalos „Mérleg és eredménykimutatás 2022” dokumentumokkal együtt a 2023. évi MKE Küldöttközgyűlésnek is elfogadásra ajánlja.

MKE Közhasznúsági jelentés 2022 véleményezése

A 2022. évi egyesületi tevékenységről reális beszámolót ad a Közhasznúsági jelentés. A dokumentum áttanulmányozása alapján megállapítható, hogy az Egyesület tevékenysége 2022-ben is megfelelt a közhasznúság követelményeinek.

2/2023. FB határozat

A Felügyelő Bizottság megállapítja, hogy az „MKE Közhasznúsági jelentés 2022” dokumentum megfelelő szerkezetben és mélységben tájékoztat az Egyesület 2022. évi tevékenységéről és működéséről, ezért azt elfogadásra ajánlja a 2023. évi MKE Küldöttközgyűlésnek.



Az MKE 2023. évi gazdálkodási terve

A tervezett +266 eFt pénzügyi eredmény azt valószínűsíti, hogy az Egyesület vezetése és gazdálkodása megtalálja a módját a megváltozott működési környezethez történő igazodáshoz.

3/2023. FB határozat

A Felügyelő Bizottság támogatja az MKE 2023. évi gazdálkodási tervében megfogalmazottakat és azt elfogadásra ajánlja a 2023. évi MKE Küldöttközgyűlésnek.

Egyebek

Az ügyvezető igazgató tájékoztatása szerint 2022-ben nem volt külső szerv által kezdeményezett és az egyesületi működést érintő vizsgálat az MKE-ben. Peres, vitás ügye nincs az Egyesületnek. Az MKE Küldöttközgyűléssel kapcsolatos és a kötelező tájékoztatást jelentő dokumentumok az MKE honlapon elérhetők.

A Felügyelő Bizottság véleménye, hogy a mögöttünk lévő választási ciklusban a Magyar Kémikusok Egyesülete hagyományosan jól szolgálta a hazai kémikus társadalom különböző szegmenseit. A nemzetközi kémikus szervezetekben aktív és felelős pozíciókat betöltő tagjaink vannak. Az MKE Intézőbizottság foglalkozott a megváltozott működési környezetből adódó kihívások megvitatásával, ugyanakkor a megválasztandó új vezetőségnek még lesz feladata a helyzet stabilizálásával. A Titkárság csapata a már megszokott hozzáértéssel járult hozzá a mindenkorai feladatok hatékony teljesítéséhez.

A Felügyelő Bizottság javasolja az új Intézőbizottságnak, hogy évente rendszeresen gyűjtse be a következő információkat:

- 1) A hazai kémikus felsőfokú (vegyész, vegyészmérnök, kémiaatanár) frissen végzett diplomások számát.
- 2) Az aktuális kémikus (vegyész, vegyészmérnök, kémiaatanár) hazai munkakörök/helyek számát (a MAVESZ valószínűleg tud segíteni).

Kovács Attila, Csutorás Csaba, Rajkó Róbert,
Sziva Miklós, Wölfling János

A Magyar Kémikusok Egyesülete Gazdasági Bizottságának összefoglaló jelentése a 2022. évi gazdálkodásáról és a 2023. évi tervről

2022 a konszolidáció éve volt az MKE gazdálkodásában. A pandémia idején főleg a konferencia-bevételeink csökkenése miatt kénytelenek voltunk a tartalékok egy részével pótolni a veszteségeket.

A 2022. évi mérlegbeszámoló jó tükrözi az elmúlt évi gazdálkodás eredményét. A költségvetési támogatások szintje még mindig magas, de csökkenő mértéket mutat. Ez egyrészt örömteli, hiszen elismerve tevékenységünket, kapunk támogatást a költségvetésből, másrészt inspiráló újabb, saját erőből „megtermelt” bevételek megszerzésére.

A csökkenést részben kompenzálja a vállalati támogatások magas szintje és egyéb, működésre kapott támogatások.

Sajnos a tagdíjakból származó bevétel csökkenést mutat a tagság évről évre folyamatos fogyása miatt. Azt gondoljuk, a fiatalítás kell legyen az egyik, ha nem a legfontosabb stratégiai cél a következő MKE-vezetőség számára.

A rendezvények összesített eredménye közel az előzetes terv szerint alakult, így a tavalyi évben fedezni tudta a működésre szánt általános költségeket.

Az MKE pénzügyi tartaléka gyakorlatilag nem változott, ami egyrészt dicséretes, másrészt megfogalmazza a kényszerű feladatot: az elkövetkezendő éveket nyereséggel kell zárni.

A GB folyamatosan ellenőrizte az egyesület gazdálkodását, majd 2023. április 3-án mint a közgyűlés elé terjesztendő tárgyalta meg a záró mérleget és a Közhasznúsági jelentést. A benyújtott mérleget – a csatolt kontrolling-táblákat, a likviditást (készpénz, bankszámla, a követelés állomány) is áttanulmányozva – javasolta az IB-nek előterjesztésre a 2022. évi, a Közgyűlés elé kerülő pénzügyi mérlegbeszámolót, a Közhasznúsági jelentést és a 2023-es költségvetési tervét, amelyet ebben az összefoglaló jelentésben terjeszt az IB és a közgyűlés elé.

Tavaly azt reméltük, hogy a 2022. év pénzügyi szempontból megnyugtatóbb lesz Egyesületünk számára. Ez részben bekövetkezett, hiszen idén nyereségek vagyunk (186 000 Ft), szemben a tavalyi 3 322 eFt hiánnyal. Ez köszönhető a kivétel nélkül mind sikeres konferenciáknak, de különösen a Vegyészkonferenciának.

Közhasznós működésünk – kiadványaink fenntartására és a tudományos, ill. tehetséggondozó rendezvényeink szervezésére – összességében – 2022-ben rentábilis volt (62 000 Ft).

A kiadványok 2022-ben csak 1190 e Ft veszteséget „termeltek”, a tervezett 2353 e Ft helyett.

A GB, ahogyan nem javasolta 2023-ra a tagdíjak emelését, 2024-re sem javasolja, hiszen a taglétszám további csökkenését okozhatjuk ezzel.

Az Egyesület 2022-ben nem emelte a bérét az iroda dolgozóinak (2021: 18 680 eFt; 2022: 18 485 eFt), és nem fizettünk díjat a kitüntetetteknek. Köszönet a dolgozók megértéséért és köszönet a gazdasági-pénzügyi felelősünknek és az ügyvezető igazgatónak a szigorú fiskális működésért.

Az Egyesületnek határidőn túli lejárt számlája, kinnlevősége nincsen. Szabad pénzeszközei lekötött bankbetétben, állami garanciájú értékpapírban, ill. az Egyesület folyószámláján vannak.

A 2023-as terv a szokásos bázisszámokra épül, mind a várható ráfordítások, mind a támogatási bevételek vonatkozásában. A rendezvényterv több nyereséges programot is tartalmazhatna, sajnos az ismert szándékok csak ennyit engednek, ezért 2022-höz hasonlóan csak szerény aktívumot tervezünk (266 e Ft).

Az egyszerűsített éves beszámoló hitelesen tükrözi az Egyesület gazdálkodási tevékenységét. A Közhasznúsági jelentés részletesen értékeli a közhasznú célú bevételi források összetételét. Egyúttal tartalmazza a 2023-es év tervezett költségvetési száma- it. Az IB külön-külön szavazással egyhangúlag elfogadta a 2022. évi mérleget (3/04/2023 határozat), az eredménykimutatást (4/04/2023 határozat) és a közhasznúsági jelentést (5/04/2023 határozat), a 2023. évi gazdálkodási tervet (6/04/2023). Az IB határozati javaslata, hogy a 2024. évi teljes összegű egyéni tagdíj változatlan, 10 000 Ft/fő maradjon.

A GB javasolja a Küldöttértekezletnek a 2022. évi beszámoló, a Közhasznúsági jelentés és a 2023. éves terv elfogadását.

A beszámolót készítette a GB nevében: Dr. Lengyel Attila GB-elnök (A GB jelenlegi tagjai: Lengyel Attila, Mika László, Androsits Beáta, Bognár János)

A Nemzetközi Kapcsolatok Bizottságának beszámolója a 2022. évi tevékenységről

Elnök: Tóth Ágota. Tagok: Bánhidi Olivér, Farkas Etelka, Molnárné Nagy Livia, Nagyné Frank Éva, Ősz Katalin, Pap József Sándor, Skodáné Földes Rita, Androsits Beáta



Az éves Képviselői Fórumot 2022 áprilisában online módon tartottuk meg, melyen a bizottsági tagok mellett 10 fő képviselő vett részt. A 2022. évi beszámolóikban a képviselők jelezték, hogy a munkacsoportok és divíziók tevékenysége részlegesen tért vissza az eredeti formájához, a szokásos munkáuléseket sok helyen online vagy hibrid formában tartották meg. A képviselők háromnegyedétől érkezett visszajelzés, a többiek azonban még e-mailben sem tájékoztattak munkájukról vagy annak a hiányáról.

Az MKE nemzetközi kapcsolatai közül kiemelkedő az Európai Kémiai Társaság (EuChemS), mely Végrehajtó Tanácsának Szalay Péter tagja volt 2022-ben. Simonné Sarkadi Livia a EuChemS-ben végzett közel 25 éves vezetői tevékenysége elismeréseként megkapta a EuChemS Awards for Service 2021 díjat, amelyet 2022-ben az 8th EuChemS Chemistry Congress keretében adtak át. Az MKE a legtöbb divízióban és munkacsoportban aktív képviselteti magát. Horváth Viola 2022-ben csatlakozott az Analitikai Kémia divízió Bioanalitika munkacsoportjába, ahol a csoport koncepciójának finomítását, véglegesítését végezte. Pap József Sándor, a Kémia és Energia divízió képviselője, sikeres nemzetközi konferenciát szervezett az MKE segítségével 2022 júliusában Szegeden a fiatal kutatók számára (YOURHETCAT 2022). A Számítógépes és Elméleti Kémia divízió munkájában Szalay Péter elnökként vett részt, megbízatása 2022. december 31-én járt le. Frank Éva hírösszekötő révén továbbra is rendszeresen megjelenik az MKE a EuChemS hírleveleiben. Bodor Zsannett az EYCN magyarországi delegáltjaként és a Membership Team (EYCN) tagjaként vesz részt a havi online csoport megbeszéléseken. A korábbi évekhez hasonlóan folytatták a Chemistry Accross Europe projektet, melynek célja, hogy egy interaktív térképen (map.ecyn.eu) elérhetővé tegye az érdeklődő (főként fiatalok) számára, hogy mely országban milyen kémiával kapcsolatos elhelyezkedési, tanulmányi és ösztöndíj-lehetőségek vannak.

Az MKE nemzetközi kapcsolatainak szintén meghatározó része a Vegyész-mérnökök Európai Közössége (EFCE). A Szárítási Munkabizottság új képviselőjeként Poós Tibor az EFCE által rendezett webinaron tartott bemutatkozó előadást, valamint a 2023. évben a munkabizottság irányításával és közreműködésével két évente megrendezésre kerülő 8th European Drying Conference (EuroDrying) konferencia tudományos bizottságába is beválasztották. Kózelné Székely Edit képviselőt választották meg az Oktatási Munkabizottság alelnökének. A Fluid Elválasztási Munkabizottság két képviselője, Hégyel László és Láng Péter nemcsak előadóként vett részt a négyévente megrendezett desztillációs világkonferencián (Distillation & Absorption 2022), hanem a posztereket díjazó zsűri munkájában is. Beszámolójukban jelezték, hogy 2026-ban várható az MKE részvételével nemzetközi konferencia (D&A2026). A 19th European Meeting on Supercritical Fluids konferencia 2023. május 21–24 között Budapesten lesz, melynek elnöke Kózelné Székely Edit a Nagynyomású Technológiák Munkabizottság egyesületi képviselője.

Mindezek mellett az MKE további szervezetekben, mint a FATIPEC, EFMC, EMS, ICTAC, INDEFI, IFSCC és az IMSF is képviseli a kémikus közösséget. Molnárné Nagy Livia FATIPEC-képviselő, szervezőként vett részt a Hungarocoat 2022 nemzetközi festékszakmai rendezvényen.

2022-ben is csatlakoztunk az IUPAC által kezdeményezett *Global Breakfast Network* rendezvényekhez. A 120 előzetesen regisztrált jelentkező kérésére online került megtartásra a rendezvény *Koronavírusok elleni küzdelemmel kapcsolatos magyaror-*

szági kutatások címmel 2022. február 16-án, melynek keretében két előadás hangzott el.

Pénzügyi vonatkozások

A 2022. évben az MKE 2113 eFt-ot fizetett be nemzetközi tagdíjakként, míg utazási költségekre 1111 eFt-ot fordított.

Dr. Tóth Ágota, az NKB elnöke

Beszámoló az MKE Műszaki és Tudományos Bizottságának 2022-es működéséről

A Bizottság az év során a következő feladatokat végzte el:

1) Utazási pályázatok bírálata

A pandémia miatt ez a program felfüggesztésre került. Azt a tényt, hogy a program a pandémia elmúltával sem indult újra, a Bizottság erősen nehezményezi.

2) Szakdolgozati Nívódíjak

Idén 22 nagyon jó pályázat érkeztek. A Bizottság többlépcsős szavazás után a következők 13 munkát javasolta jutalmazásra:

BME: Herr Dominika, Holub Eszter; DE: Farkas László Bence; ELTE: Keresztes Barbara, Rancz Adrienn, Szatmári Réka, Szirmai Ádám Barnabás; PE: Erdei Gábor, Kocsis Gábor, Várad Márk; PTE: Jenei Laura Barbara, Ürmös Bettina; SZTE: Seres László

3) Hermecz István-díj

A Bizottság egyhangúan Szeverényi Zoltán díjazása mellett döntött. Indoklás:

Szeverényi Zoltán, Hermecz István közvetlen munkatársaként, nagy érdemeket szerzett abban, hogy sikeres FDA-audit után az Újpesten gyártott proszttaglandinok bekerültek az amerikai piacra, megnyitva az utat, hogy mára a Chinoin (ma EUROAPI) a világ legnagyobb proszttaglandin-előállítója legyen.

4) Wartha Vince-díj

A Faviparivir-csapat

A pandémia alatt az ELKH–TTK, Első Vegyi Industria Zrt. és a Richter Nyrt. konzorciuma, az idővel versenyt futva, a téma indításától 8 hónap alatt dolgozott ki egy üzemi gyártást is lehetővé tevő eljárást e Faviparivir előállítására. A teljesítmény nagysága abban is rejlik, hogy a felmerülő nehézségek ellenére valóban piacképes (biztonságos) terméket fejlesztettek ki úgy, hogy az eljárás minden tekintetben kielégíti az ilyen termékkel szemben támasztott követelményeket (validálás, reakcióbiztonság, veszélyes hulladék kezelés stb.).

Összefoglalva: a Műszaki és Tudományos Bizottság a szabályzatokban hozzá rendelt, megcsappant feladatokat maradéktalanul elvégezte.

A Bizottság tagjai (Kiss Éva, Tombác Etelka, Felinger Attila, Ferenczy György, Holló András, Kotschy András, Marosi György, Timári Géza) a ciklus teljes ideje alatt nagy lelkesedéssel látták el feladatukat, amelyet ezúton is köszönök!

Dr. Szalay Péter, az MKE főtítkárhelyettese,
az MTB elnöke



Salma Imre – Farkas Árpád – Weidinger Tamás – Balogh Miklós

■ ELTE Kémiai Intézet

■ MKH Energiatudományi Kutatóközpont

■ ELTE Meteorológiai Tanszék

■ BME Áramlástan Tanszék

A tűzijáték árnyai és fényei

Különböző ünnepek alkalmával a világ számos helyén tartanak tűzijátékot. Ezek változó arányokban tartalmaznak és jelenítenek meg spiritualitást, kulturális vagy történelmi hagyományokat, ünnep-
lést és szórakozást. A legnagyobb események közé tartoznak a díváli (hindu vallási) fényünnep, a kínai holdtűj és a Julianus-
űj látványos eseményei, illetve az Egyesült Államok függetlenség napjához és a francia forradalom évfordulójához kapcsolódó rendezvények. Magyarország legjelentősebb, szervezett tűzijátékát Budapesten tartják a Szent István-napi ünnepi eseménysorozat részeként, amellyel a magyar állam megalapítására emlékezünk I. István király 1083. augusztus 20-i szentté avatásának napján. Az első ilyen budapesti tűzijátékról az 1829. évből van feljegyzés, amely több, tartós szünet után az 1920-as évek végén folytatódott, majd többször és hosszabb időre ismét megszakadt, míg végül 1966-tól az állami/nemzeti ünnep fő látványosságává vált.

A tűzijáték szépsége és fényes oldala közismert. Egészségi és környezeti hatásai ez idáig kevesebb figyelmet kaptak. Pedig az esemény kiegyensúlyozott megítéléséhez a hagyományok megtartása és a szórakozás igénye mellett a kockázati tényezőket is célszerű megismerni. Írásunkkal ehhez kívánunk hozzájárulni a légkörkémia szempontjából: kísérleti úton mért adatok természet tudományos módszerek alapján kiértékelésével és értelmezésével.

A látvány és termékei

A tűzijátékot létrehozó pirotechnikai lövedéket egy rakéta emeli magasra a levegőbe. A rakéta-hajtóanyagot (például elemi C-, S-, P-, Mg-, Al-, Fe-por) és oxidálószer (főleg K-nitrát- és -perklorátsókat) tartalmaz összekeverve [1]. A lövedék belső egységekből épül fel, melyekben az említett anyagokon kívül különböző fémcsók is találhatóak. A lövedék a levegőben felrobban, ami erős hangot kelt, illetve a fémcsók

termikus gerjesztésével színes és látványos fényjelenségeket hoz létre. A lítium rózsaszínű, a nátrium sárga, a kalcium narancsszínű, a réz kék, a stroncium piros, míg a bárium zöld lángnyelveket eredményez. További és összetettebb hatások kialakítása is lehetséges.

A tűzijáték légszennyező gázokat (például kén-dioxidot, nitrogén-oxidokat, szerves természetidegen anyagokat) és füstöt termel. A füstben – amit szakmai nyelven aeroszolnak nevezünk – találhatóak meg a színező fémek, közöttük többféle átmeneti- és nehézfémet, ezért fokozottan veszélyes. A későbbiekben erre összpontosítunk. A füst szabad szemmel is jól látható, és gyakran csóvaként terjed a légmozgással. Különösen markáns a tűzijáték elhalványuló fényei megvilágításában (lásd a címlapot). A füst jelentősen csökkenti a látótávolságot és a színek telítettségét. Ez a fő oka annak, hogy az esemény során többször is rövid szünetet tartanak a szervezők, ami alatt a füst felhígul vagy részben tovább száll.

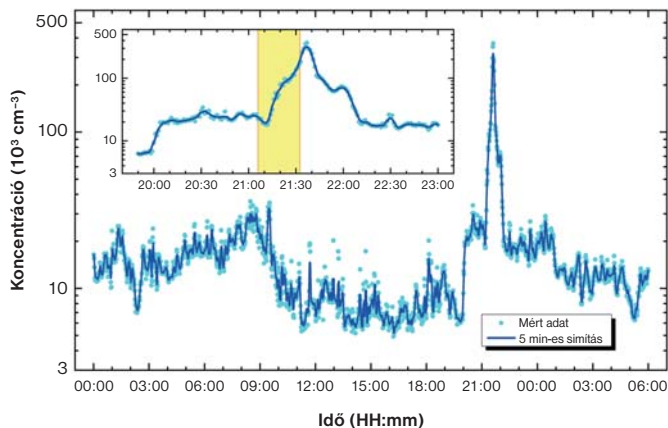
A tűzijátékot és hatásait a keletkezett aeroszol-részecskék koncentrációjával jellemezhetjük. Ezt megadhatjuk a részecskék tömegével (ami a levegőminőségi szabályozás alapja) vagy a részecskék számával. Az utóbbi mennyiség időben jól követi a források és a nyelők változásait, valamint az aeroszol-rendszer belső átalakulási folyamatait, illetve gyorsan és pontosan mérhető, ezért előnyös a légköri rendszer dinamikájának a vizsgálatára. Mi is ezt a mennyiséget használtuk fel a kutatásban.

Laboratórium falak nélkül

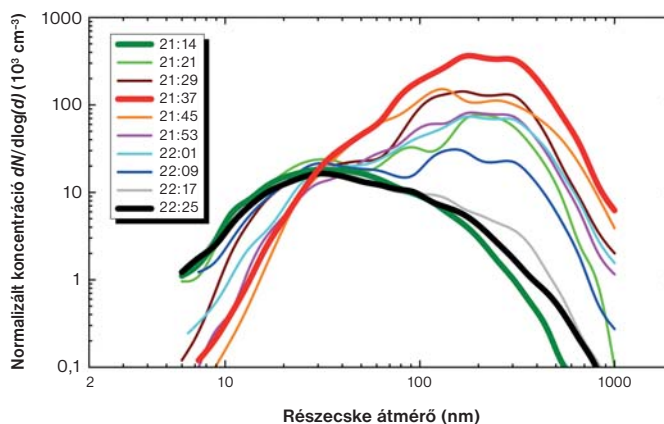
Az Eötvös Loránd Tudományegyetem Kémiai Intézetében a Budapest Aeroszol Kutató és Oktató Platform (BpART) Laboratóriumában (<https://salma.elte.hu/BpART>) évtizedek óta kutatjuk a városi levegőkörnyezet kémiai, fizikai, meteorológiai és biológiai folyamatait nemzetközi együttműködések keretében a tudományos megismerés és megértés céljából (1. ábra). A

1. ábra. Az ELTE Budapest Aeroszol Kutató és Oktató Platform (BpART) Laboratórium a Duna partján





2. ábra. Az aeroszol-részecskék számának koncentrációja 2021. augusztus 20-án és 21-én a Duna-parton 1 perces időfelbontással. Az ábrába illesztett, kisebb panel a koncentráció idősorát mutatja részletesebben. Sárga sávval a tűzijáték aktív szakaszát jelöltük



3. ábra. Az aeroszol-részecskék méreteloszlásának idősora 2021. augusztus 20-án 21:14 és 22:25 óra között. A tűzijáték hatása előtt közvetlenül (21:14), a koncentráció maximumának időpontjában (21:37) és a hatás lecsengése után (22:25) mért méreteloszlásokat vastagabb vonallal jelöltük. Az időpontok a 8 perces mérési ciklus végére vonatkoznak

Duna partján, a Petőfi híd budai hídfőjének közelében található mérőállomáson csúcsmínőségű rendszerekkel, például mozgékonyasági részecskeméret-spektrómeterral, kondenzációs részecskeszámlálóval és meteorológiai műszerekkel végzünk folyamatos méréseket [2]. A kutatási adatok lehetővé teszik, hogy a levegőminőséggel kapcsolatos ismerteket is megszerezzünk.

Ebben az írásban Budapesten 2014 és 2022 között rendezett Szent István-napi tűzijáték hatásaival foglalkozunk egy most megjelent, szakmai cikkünk alapján [3]. A 2016., 2017., 2021. és 2022. években egyértelműen azonosítottuk a tűzijáték csóváját a mérőállomáson, 2014-ben és 2015-ben a kedvezőtlen helyi időjárás ezt nem tette lehetővé, 2020-ban nem volt tűzijáték a Covid-19 világjárvány miatt (de ezeket az éveket is kiértékeljük), míg 2018-ban és 2019-ben az adott napon nem álltak rendelkezésünkre teljeskörűen a mérési adatok. Ezekben az években a rakétákat bárkákról, pontonokról és hidakról indították a Duna fölé. A két legmonumentálisabb tűzijáték 2021-ben és a 2022-ben volt, amikor kb. 33 ezer és 40 ezer rakétát lőttek fel; a látványosság az Erzsébet és a Szabadság hidakról aláhulló, vízesés jellegű effektussal (görögtűz) zárult. E két tűzijáték vizsgálatához a meteorológiai viszonyok is különösen kedvezőek voltak. A magas művészi fokon megtervezett és lebonyolított esemény fontos részét képezték az audiovizuális részek: fényfestés az Országház épületén, fényjáték drónokkal, valamint a narráció és a zene.

Augusztus 20., 21:00 óra

2021-ben a lövések 21:06 órakor kezdődtek, és a görögtűz 21:32-kor fejeződött be. A két időpont között az aeroszol-részecskék számának a koncentrációja $20 \times 10^3 \text{ cm}^{-3}$ értékről $369 \times 10^3 \text{ cm}^{-3}$ -re, tehát 18-szorosára nőtt a mérőállomásunkon (2. ábra). A koncentráció a tűzijáték után 5–6 perccel érte el a maximumát, majd további 45 perc alatt visszatért az esemény előtti szintre. A csúcstól egyértelműen a tűzijáték okozta. Nagyobb (1 másodperces) időfelbontású méréseink kapcsolatot mutattak ki a koncentráció és a tűzijáték típusai között. A görögtűz és a római gertya például fokozottan hozzájárult a felszíni koncentrációkhoz. A kapott csúcserőérték extrém nagy koncentrációnak minősül Budapesten; sokkal nagyobb, mint a szennyezett időszakokban előforduló adatok. A belvárosban a részecskék számának koncentrációja általában $9\text{--}10 \times 10^3 \text{ cm}^{-3}$. A tűzijáték csúcspontjához hasonló, nagy értékeket a Várhegyi-alagútban mértünk [4]. Ott a tipikus koncentráció $134 \times 10^3 \text{ cm}^{-3}$, míg a legnagyobb (10 perces) adat időszakosan elérte a $392 \times 10^3 \text{ cm}^{-3}$ -t. Szükséges azonnal rögzíteni, hogy az említett két mikrokörnyezetben a részecskék kémiai összetétele nagyban eltér. A tűzijáték részecskék átmeneti- és nehézfémeket tartalmaznak nagyobb arányban, míg a közlekedésből származó részecskékben szerves vegyületek találhatóak dúsult mennyiségben. Mindkét csoport különböző módon, de kifejezetten kockázatos az emberi egészség szempontjából. A többi vizsgált évben (különösen 2022-ben) hasonló jellegű idő-

sorok, de kisebb koncentrációk valósultak meg a tűzijátékok alkalmával.

A tűzijátékból származó részecskék (medián) átmérője meglehetősen nagy, 203 nm körüli (3. ábra). Ez szokatlan érték a magas, 2500 °C égési hőmérsékletet tekintve. Hasonló hőfokú égések általában sokkal kisebb, 25–30 nm átmérőjű részecskéket hoznak létre. A tűzijáték-részecskék nagyobb mérete magyarázható azzal, hogy a robbanásszerű égés nem kiterjedt térfogatban, hanem kis, szétszórt pontokban zajlik, amelyek közvetlen környezetében meredek, negatív hőmérsékleti gradiens alakul ki. Emiatt sok részecske keletkezik az égés központjánál kisebb hőmérsékleteken. Ez a tulajdonság elkülöníti a tűzijátékból származó részecskéket a többi légköri részecskétől. Az átmérőket a folyó fölötti, nagyobb relatív páratartalom is megnövelheti. A viszonylag nagy méretnek fontos következményei lesznek a légzőszervi kiülepedésben.

A tűzijáték aktív szakasza és ennek közvetlen hatása a levegőben hozzávetőlegesen 1 óráig érvényesült. Ilyen hosszúságú időszakot tekintve megállapítottuk, hogy a részecskék számának koncentrációja 5–6-szor volt nagyobb, mint az eseményt megelőző vagy követő órában. A légérzékenyebben érintett (100–1000 nm) mérettartományban (3. ábra) ez a növekmény elérte a 20–25-szörös szintet.

A levegő minőségét a szabályozási területeken a részecskék tömegével (és nem a részecskék számával) fejezzük ki. Mérési eredményeinket ezért átszámítottuk bizonyos közelítések alkalmazásával a szálló por (PM₁₀ méretfrakció) tömegkoncentrá-



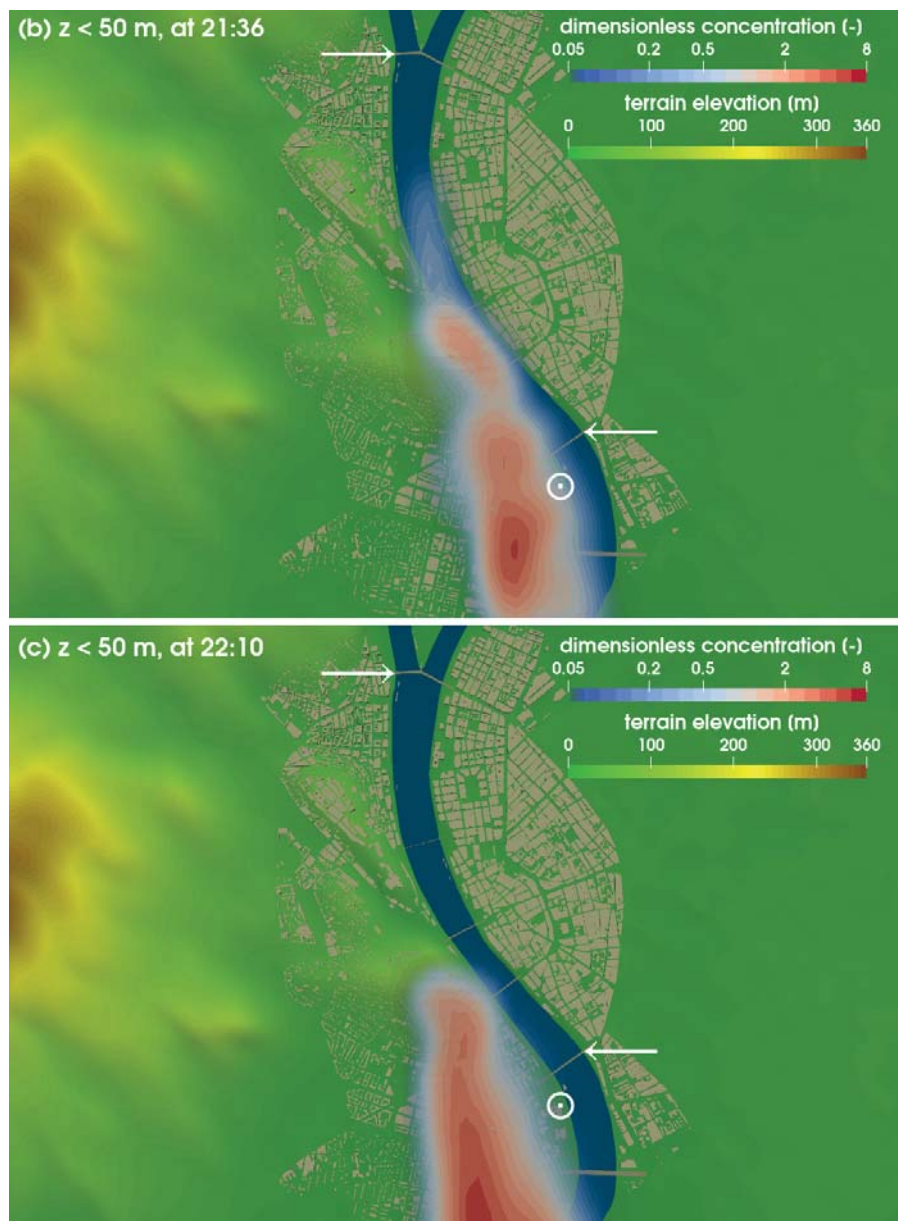
ciójára. Megállapítottuk, hogy a részecskék tömegének a koncentrációja a Duna-parton 100–150-szeresére növekedett a tűzijáték csúcspontjában a tűzijáték előtti vagy utáni időszakhoz képest. Az órás átlagokat tekintve 40–70-szeres emelkedést kaptunk. Budapesten más alkalommal vagy máshol, nyílt levegőben (például szmogriadó esetén), de a metróban sem alakul ki ilyen mértékű szennyezettség [5] [6].

A füstcsóva terjedése

A csóva terjedésének követése érdekében nagy térbeli felbontású szimulációkat végeztünk numerikus áramlástani (CFD) modell alkalmazásával [7]. Az ehhez szükséges, $16 \times 16 \times 3$ km méretű modelltartomány geometriáját térinformatikai (GIS) adatok alapján alakítottuk ki, amely tartalmazta a komplex domborzatot, a felszínborítottságot, valamint az erdős területek, a hidak és több ezer különálló épülettömb geometriáját (4. ábra). A számítások során először a kezdeti és peremfeltételeket állítottuk elő, majd időfüggő szimulációkat végeztünk a terjedés meghatározására részecskékövető (Lagrange-) módszert alkalmazva. Ennek során részecskefelhőket juttattunk az áramlási mezőbe a tűzijáték pontos forgatókönyve alapján meghatározott helyeken és időpillanatokban, majd az áramlási modellel követtük a csóva térbeli és időbeli alakulását.

A füst terjedését és tulajdonságait a felszínhez közelebbi (magasság $z < 50$ m) és távolabbi ($z > 50$ m) rétegekben határoztuk meg. Megállapítottuk, hogy a magasabb rétegben tipikusan mintegy 15-ször nagyobb koncentrációk fordulnak elő az időátlagok tekintetében, mint az alsóbb részben. A csóva terjedelmesebb is volt a felsőbb részben. Vízszintes irányban az alsóbb rétegben 10-szer nagyobb koncentrációk voltak a csóva belsejében, mint a szélen, míg a hasonló arány a magasabb rétegben 60 és 100 közöttinek adódott. A csóva kiterjedését a közvetlen földrajzi adottságok és az épített környezet, illetve az aktuális meteorológiai viszonyok, különösen a szélesség és a szélirány befolyásolták.

A terjedési modell egyértelműen megmutatta, hogy a tűzijáték füstcsóvája és a belőle kihulló vagy kiülepedő szennyezőanyagok nemcsak a tűzijáték közvetlen környezetét, a Duna-szakaszt és -partokat érintik, hanem a város nagyobb és távolabbi kerületeire is hatással lehetnek (4. ábra). Modellezési eredményeink azt is jelezték, hogy 2021-ben a mérési helyszínt (a BpART Laboratóriumot) a csóva csupán érintette,



4. ábra. A tűzijáték füstcsóvájának mérete és elhelyezkedése 2021. augusztus 20-án a mért koncentráció maximumának időpontjában (21:36), illetve a lecsengése után (22:10) a felszínhez közeli ($z < 50$ m) levegőrétegben. A tűzijátékot határoló hidakat nyilakkal, míg a mérési helyszínt fehér körrel és ponttal jelöltük

ezért a dél-budai területeken kialakuló koncentrációk várhatóan nagyobbak voltak a Duna-parton mért értékeknél.

Kiülepedés a légzőrendszerben

A részecskék légzőrendszeri kiülepedését – mint az egészségre gyakorolt hatás jellemzésének első lépését – sztochasztikus matematikai tudómodellel vizsgáltuk a mérési helyszínen ülve szemlélődő felnőtt nő és öt éves gyermek esetén [8]. A tűzijáték előtt és után a felnőtt nő a beszívott részecskék körülbelül felét kilélegezte, míg ez az érték elérte a 77%-ot a tűzijáték alatt.

Gyermek esetén a kilélegzett részecskék aránya még nagyobb, 86% lett. A légzőszervi kiülepedés valószínűsége tehát a tűzijáték ideje alatt mindkét esetben csökkent, ami a tűzijátékból származó részecskék átmérőjével magyarázható (ebben a mérettartományban a kiülepedés valószínűsége csökken az átmérő növekedésével), illetve a felnőtt és a gyermek közötti anatómiai és légzési különbségekkel kapcsolat.

A kiülepedési sebesség (az egységnyi idő alatt beszívott részecskék kiülepedési aránya) kifejezi a beszívott levegőben lévő eltérő koncentrációk hatását is. Láttuk, hogy a tűzijáték igen jelentősen megnöveli a légköri koncentrációkat. A kiülepedési

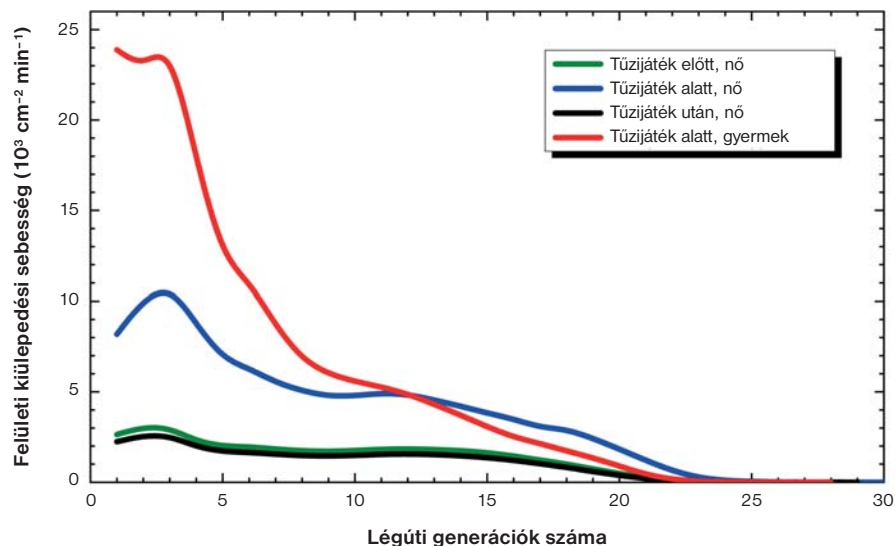


sebesség a teljes légzőrendszerben 4-szer nagyobb volt a tűzijáték alatt, mint előtte vagy utána, és a maximuma a tüdő mélyebb (acináris) részeiben alakult ki. A növekmény azonban kisebb, mint a koncentráció emelkedése (1 órás átlagok esetén 5–6-szoros), ami a méreteloszlásban tapasztalt változások (3. ábra) kedvező hatásával függ össze.

A felületi kiülepedési sebesség magába foglalja azt is, hogy a részecskék kiülepedése mekkora légzőszervi felületen valósul meg. A kiülepedési sebességtől eltérően, a felületre vonatkoztatott mennyiségnek a maximuma nem a tüdő mélyebb részeiben, hanem a két főhörgőben és a hörgőkben (a 2. és 3. légúti generáció) alakul ki. Ez azért fontos, mert ebben az anatómiai részben fordul elő a tüdő elsődleges daganatog megbetegedéseinek jelentős aránya. A tűzijáték alatt a felületi kiülepedési sebesség jelentősen nagyobb lett felnőtt nő esetében az esemény előtti vagy utáni görbékhez képest (5. ábra). Mindez egészségi többletkockázatot jelent. A gyermekek légúti kisebbség, ezért a náluk kapott növekedés még markánsabb lett, valamint a maximális kiülepedés a légcső szakaszára (1. légúti generáció) tolódott. Ezek az eredmények azt jelzik, hogy a gyermekek érzékenyebben reagálnak a tűzijáték okozta légszennyezésre, mint a felnőttek.

Egészségi és környezeti hatások

A tűzijáték rengeteg nézőt vonz a helyszínre. Becslések alapján 2021-ben például 700 ezer ember szemlélte az eseményt közvetlenül a Duna-partokon. Ezekben a résztvevőkben a rövid idejű aeroszol-expozíció és ennek következtében a részecskék légzőrendszeri kiülepedése biológiai választ válthatott ki. Az egészséges szervezet általában jobban tolerálja a rövid ideig tartó expozíciót, mint a tartósabb kitettséget. Ilyenkor torokkaparás, irritáció, köhögés, esetleg légszomj alakulhat ki. A légzőszervi (például asztma vagy COPD) betegségekben szenvedőknél azonban előfordulhat a tünetek súlyosbodása rövidebb expozícióknál is. Az időseknél megnőhet a halálzási arány a szív- és érrendszeri, a légzőszervi, illetve az agyi vérrellátáshoz kapcsolódó betegségekben, illetve figyelem-rendellenesség keletkezhet. Az elhízott egyéneknél gyakoribb lehet a szívritmuszavar és az agyvérzés (egynapos késleltetéssel). A tűzijáték fizikai hatásai pszichikai stresszt, félelemérzetet válthatnak ki emberben és állatoknál, valamint a látás és



5. ábra. A felületi kiülepedési sebesség alakulása a tüdőben felnőtt nő esetén a tűzijáték előtt, alatt és után, illetve gyermek esetén a tűzijáték alatt 2021. augusztus 20-án

a hallás is károsodhat. A csóvából kikerülő légszennyezők hosszabb ideig is kifejthetik a hatásukat például parkokban, felszíni vizekben, játszótereken, termőtalajon és más, nyitott városi létesítményekben.

Zárszó

A légszennyezés igen jelentős hányada az emberi társadalom alapvető igényeinek a kielégítésével, például elektromosáram-termeléssel, fűtéssel, főzéssel, közlekedéssel, iparral és mezőgazdasággal kapcsolatos. Ezzel szemben a tűzijátékoknak vannak olyan típusai, amelyek kifejezetten a szórakozást szolgálják. Ezeket tanácsos szigorúan szabályozni és korlátozni a jól dokumentált egészségi és környezeti kockázataik miatt. Más típusú tűzijátékok azonban a kultúra részét képezik azáltal, hogy történelmi és vallási tartalmakat hordoznak. Ezek eltérő elbírálás alá esnek. Esetükben is szükség lehet azonban fokozatos változtatásokra és alternatívák keresésére – például a fényforrások és a modern technológiák kínálta dramaturgiai lehetőségek jobb kihasználásával.

A tűzijáték sokféle szennyezőanyag-összetett keverékét eredményezi a levegőben, amit légköri koktélnak is nevezünk. Végső soron a helyi közösségek feladata és felelőssége annak az eldöntése, hogy a tűzijáték élménye megéri-e annak a káros légköri koktélnak az elfogadását, amit a tűzijáték létrehoz.



Köszönetnyilvánítás. Köszönetünket fejezzük ki Tóth Ferencnek, a Nuvu Kft. ügyvezetőjének, aki rendelkezésünkre bocsátotta a 2021. évi tűzijáték részletes harmonogramját és látványtervét. A kutatást a Nemzeti Kuta-

tási, Fejlesztési és Innovációs Hivatal támogatta a K132254 és a K124439 szerződések alapján.

IRODALOM

- [1] Cao, X., Zhang, X., Tong, D. Q., Chen, W., Zhang, S., Zhao, H., Xiu, A.: Review on physicochemical properties of pollutants released from fireworks: environmental and health effects and prevention. *Environ Rev.* (2018) 26, 133–155. <https://doi.org/10.1139/er-2017-0063>
- [2] Salma, I., Németh, Z., Weidinger, T., Kovács, B., Kristóf, G.: Measurement, growth types and shrinkage of newly formed aerosol particles at an urban research platform. *Atmos. Chem. Phys.* (2016) 16, 7837–7851. <https://doi.org/10.5194/acp-16-7837-2016>
- [3] Salma, I., Farkas, Á., Weidinger, T., Balogh, M.: Firework smoke: Impacts on urban air quality and deposition in the human respiratory system. *Environ. Pollut.* (2023) 320, 121612. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2023.121612>
- [4] Salma, I., Borsós, T., Németh, Z., Weidinger, T., Aalto, T., Kulmala, M.: Comparative study of ultrafine atmospheric aerosol within a city. *Atmos. Environ.* (2014) 92, 154–161. <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2014.04.020>
- [5] Budapest Környezeti Állapotértékelése 2022, Budapest Főváros Önkormányzata, Főpolgármesteri Hivatal, Klíma- és Környezetügyi Főosztály, 2023. <https://budapest.hu/Lapok/2020/budapest-kornyezeti-allapot-ertekelese.aspx>, utolsó letöltés 2023. 06. 08.
- [6] Salma, I., Weidinger, T., Maenhaut, W.: Time-resolved mass concentration, composition and sources of aerosol particles in a metropolitan underground railway station. *Atmos. Environ.* (2007) 41, 8391–8405. <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2007.06.017>
- [7] Balogh, M., Parente, A.: Realistic boundary conditions for the simulation of atmospheric boundary layer flows using an improved k–ε model. *J. Wind Eng. Ind. Aerod.* (2015) 144, 183–190. <https://doi.org/10.1016/j.jweia.2015.01.010>
- [8] Salma, I., Fűri, P., Németh, Z., Farkas, Á., Balásházy, I., Hofmann, W., Farkas, Á.: Lung burden and deposition distribution of inhaled atmospheric urban ultrafine particles as the first step in their health risk assessment. *Atmos. Environ.* (2015) 104, 39–49. <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2014.12.060>

Két pálya találkozása

Beszélgetés Szépvölgyi János és Kiss Tamás professzorral

Bár a cím virtuális találkozásra utal, 2023 tavaszán személyesen is leültünk beszélgetni, mert ahogy fogalmaztak, mindketten átadnák a stafétabotot: a Magyar Kémikusok Lapja szerkesztőbizottságának elnöki és felelős szerkesztői posztját. Kiszemelt utódaik, ahogy kiderül, kitűnő emberek, mégis jobban szeretném, ha nem a váltófutás lenne a jó hasonlat, hanem mindenki ugyanabban a bolyban futna tovább.

A régi ismeretség miatt a szokásosnál közvetlenebb formában beszélgettünk.

MKL: János került előbb a szerkesztőbizottságba, és 2006-ban, Szekeres Gábor után, az elnöke lett. Nagy változást hozott a csere?

SZJ: Kezdetben biztosan nem, mert Szekeres Gábor korábban erősen meghatározta a Lap jellegét, és elég aktívan belefolyt a szerkesztésbe azután is, hogy lemondott a szerkesztőbizottság vezetéséről.



Egy korábbi váltás után: Szépvölgyi János, Szekeres Gábor, Kiss Tamás, Rácz László

MKL: A következő csere 2008-ban volt. Tamás előtte nem vett részt a Lap szerkesztésében, de az MKE főtitkárhelyettese, így az Intézőbizottság (IB) tagja volt. Hogyan lett felelős szerkesztő?

KT: Az elődöm, Rácz László, aki nagyon ragaszkodott a Szekeres Gábor-i hagyományhoz, egy vita után lemondott. De akkor már hónapok óta folytak a Lap átalakításával kapcsolatos tárgyalások. Az volt a sarkalatos kérdés, hogy egyesüljön-e a Magyar Kémiai Folyóirat (MKF) és a Magyar Kémikusok Lapja (MKL). Ezt végül sem az MKF szerkesztősége, sem az MTA Kémiai Tudományok Osztálya nem támogatta, így erre nem került sor.

Az IB-ben régóta azt képviseltem, hogy meg kell változtatni a Lap profilját, sőt a külső megjelenését is, de mindig hozzátettem: ehhez profi szakemberek is kellenek. Annyit kardoskodtam emellett, hogy a végén fel kellett ajánlanom a tényleges átalakítást. Ketten pályáztunk a főszerkesztőségre, és bár voltak viták, engem választottak meg. A Lap 2009-től színes nyomtatásban jelenik meg.

MKL: Itt két alapvető pont volt: egy formai és egy tartalmi. A formai vonatkozásokat az előbb már érintettük. Ami a tartalmi részt illeti: a hagyományok jegyében a szerkesztők korábban sokáig ragaszkodtak ahhoz, hogy a Lapban elsősorban magyar nyelvű tudományos cikkek jelenjenek meg. De erre ott volt az MKF. És miután nem egyesült a két lap, eldöntöttük, hogy az MKL-nél a magazinjelleg kerüljön előtérbe.

MKL: Amit kedvezően fogadtak az olvasók. Milyen szempontok érvényesültek az új profil kiválasztása után?

KT: Az egyik a fiatalok megszólítása volt. A „kémia imázsának” javítását a fiatalok között kell elkezdni. De ebben nem jártunk nagy sikerrel, az az igazság. Emiatt van a legnagyobb hiányérzetem még akkor is, ha a rajtunk kívül álló okok nagyobb súlyt képviseltek.

SZJ: Az egyik külső okot a természettudományos oktatás helyzetében kereshetjük. Tamás, ezt úgy fogalmaztad meg a múltkor, hogy szíllel szemben nehéz.

MKL: Talán nem is a folyóirat a legjobb eszköz erre. Ma már másképp szólítják meg a fiatalokat.

KT: Ezért jelentünk meg évekkkel ezelőtt a Facebookon. Annak lett valamennyi eredménye, és a Lap időközben bevezetett online megjelenése is vonzóbb lehet a fiataloknak.

SZJ: Ne felejtjük el, hogy a profilváltásra a 2010-es évek fordulóján került sor: akkor még kicsit másképp használtuk az internetet és a mobilt.

KT: Vegyipari vállalatokkal is szeretttünk volna szorosabb kapcsolatot kialakítani. Azért forszírozom Tóth Angelika, a MAVESZ igazgatóhelyettesének jövőbeli IB-tagságát, mert ő segíthet ebben. A Richter Gedeon Nyrt. mindig is aktívan támogatott bennünket, így jelenhetett meg legújabb különszámunk, a *Teremtsünk Természettudományos Tehetségeket*. Korábban a MOL-lal is sokkal aktívabb volt a kapcsolatunk a mostaninál.

SZJ: Tóth Angelika bevonása jó ötlet, mert a cégeket már nem tudjuk egyenként megszólítani. Néhány nagy vegyipari vállalat helyett most sok kisebb cég működik, jelentős részük külföldi tulajdonban; egyszerűen nem érdekli őket az MKE-re jellemző egyesületi élet. A MAVESZ össze tudja fogni az iparág szereplőit, a miénknél szélesebb áttekintése van a mai helyzetről, a szereplők motivációiról.



KT: És kapcsolatokkal is rendelkezik. Mert hiába írtam én tucati vegyipari vállalat igazgatójának, hogy mutassák be a fiatalok informálása érdekében a cégük tevékenységét, innovációs terveit, csak a Richter Gedeon Nyrt. reagált a megkeresésünkre. És ha már szóba jött az IB, miért nincs a tagjai között kémiatanár? Nagyon hiányzik.

MKL: A Lap megújulásához tartozik, hogy Tamás kezdeményezésére sok interjú jelenik meg – részben tanárokkal, részben kutatókkal. Keglevich Kristóf „tanári fórumot” indított. Egy friss sorozatban kiemelkedően sikeres, „ígéretes fiatal kémikusaink” is megszólaltak.

KT: Nekem nagyon fontos, hogy példákat mutassunk fel (és persze hogy minél többen olvassák a Lapot érdeklődéssel). Az egyetemen is azt látom, hogy a diákok „a példák után mennek”. Enyedy Éva, aki már a második tanszékvezető-utódóm a Szegedi Tudományegyetemen, ilyen sikeres és hiteles személyiség, őt körbeveszik a fiatalok. De vannak más pozitív példák is.

MKL: Milyen kapcsolat alakult ki a felelős szerkesztő és a szerkesztőbizottság elnöke között?

KT: Kiváló. Rögtön egymásra hangolódtunk. Kezdetől fogva egyetértés volt köztünk, és szerintem kölcsönösen támogattuk egymást. Örültem, hogy időnként tudtál irányítani, János, és rajtam keresztül a szerkesztőséget, de soha nem szóltál bele konkrétan a dolgaimba.

Egyszer például túl direkt módon fogalmaztam meg egy állásfoglalást, és te finomítottad úgy, ahogy kellett. Amikor pedig támadás ért, olyan mederbe terelted a vitát, hogy meg tudtál védeni engem is, a szerkesztőséget is.

Politikai véleményt nem nyilvánítottunk a Lapban, de a szakmapolitikát következetesen képviselni akartuk.

SZJ: Egyetértettünk abban, hogy a véleményünknek, adott kerek között, hangot kell adnunk.

KT: Továbbra is úgy gondolom, hogy az MKE tagságának egy része ezt várja tőlünk: éppen az az egyik legfőbb dolgunk, hogy felvessük a kémikus társadalmat érintő problémákat.

Idetartoznak a szakmai érdekvédelmi kérdések is. Ezen a téren többször voltak vitáink az IB-ben.

* * * * *

MKL: A lapcsinálás, az egyesületi élet mellett kutatásokat irányítottak, adminisztratív vezetői feladatokat láttak el. Amikor János a szerkesztőbizottság elnöke lett, már jó ideje vezette az Anyag- és Környezetkémiai Kutatólaboratóriumot (AKKL-t).



SZJ: 1994-től voltam az AKKL igazgatója. Jogelődünk az 1976-ban alakult Szeretlen Kémiai Kutatólaboratórium volt. Ennek a vezetését vettem át Székely Tamástól. 1994-ben harmincötven dolgoztunk az intézményben. Talán szerénytelenségnek tűnik, de büszke vagyok rá: amikor 2013-ban átadtam az akkor már MTA TTK AKI-nak hívott intézet vezetését, a létszám a kezdetinek majdnem a négyszeresére, 136-ra nőtt.

Ez a húsz év nem volt eseménytelen kutatásirányítási szempontból sem. Az első nagy változás 1998-ban következett be, amikor Glatz Ferencnek, az MTA akkori elnökének kezdeményezé-

sére, az „erőforrások koncentrálása” érdekében, átszervezték az akadémiai kutatóhálózatot. Ekkor költöztünk át a Pusztaszeri útra, ahol a Központi Kémiai Kutatóintézetből, a KKKI-ból megalakult az MTA Kémiai Kutatóközpontja, és ennek lettünk az egyik intézete. A másik nagy változás 2012-re datálódik: ekkor, az MTA KK jogutódjaként, létrejött a Természettudományi Kutatóközpont (MTA TTK). Ennek a Lágymányoson épült új telephelyére, több intézettel együtt, 2013-ban költöztünk át.

MKL: Milyen előkészületek után?

SZJ: Pálincás József, az MTA akkori elnöke már 2010-ben kezdeményezte a kutatóintézeti hálózat átszervezését – részben szakmai, részben kutatásirányítási, részben gazdasági indokok alapján. Közel 40 akadémiai kutatóintézetből 10 kutatóközpontot hoztak létre, öt intézet önálló szervezeti egységként működhetett tovább. Az MTA TTK-ba került a Kémiai Kutatóközpont három intézete mellett az Enzimológiai Intézet, a Műszaki Fizikai és Anyagtudományi Kutatóintézet (MFA), valamint a Kognitív Idegtudományi és Pszichológiai Intézet. Az MTA TTK-nak én voltam az alapító főigazgatója. Utódóm Keserű György lett, aki 2013 és 2015 között vezette a TTK-t. Munkáját immár főigazgató-helyettként igyekeztem támogatni. 2014-ben a TTK-ból kivált az MFA, és átalakult egy kémiai intézet. A Kutatóközpontban most négy intézet és három speciális feladatú központ működik.

A TTK lágymányosi kutatóépületének kialakítása szintén 2010-ben kezdődött. A Műegyetem Q1 jelű épülete melletti, PPP konstrukcióban építendő Q2 épületet eredetileg irodaháznak szánták, de a beruházás menet közben meghiúsult. Az első emeletig felhúzott torzó 2009-ben került az MTA tulajdonába. Az Akadémia 9,5 milliárd forint támogatást kapott az új épület megvalósítására. Az építkezés első lépéseként meg kellett erősíteni az épület alapozását, mivel az eredeti konstrukció nem bírta volna el a nagyműszerek miatti többletterhelést. A tényleges építkezés, amelyet elnöki megbízottként Pálincás Gábor akadémikus irányított, ezután kezdődött el. A tízzintes épület szerkezetét és épületgépészeti megoldásait az adott időszak csúcstechnológiájának megfelelően alakították ki.

2016-tól már kutató professor emeritusként segítem „az utódaim” munkáját.



A Természettudományi Kutatóközpont épülete

MKL: Nagyon korán elkezdte a plazmakémiai kutatásokat – Magyarországon talán elsőként.

SZJ: 1988-ban pályázati forrásból hozzájutottunk egy olyan, akkoriban világszínvonalú kísérleti berendezéshez, amelyben már létre lehetett hozni nagyon magas hőmérsékletű „plazmakémiai folyamatokat”. Elsősorban környezetkémiai, környezetvédelmi kutatásokkal indultunk: néhány ezer fokon hőmérsékleten tanulmányoztuk, milyen folyamatokban alakulnak át egyes fokozottan veszélyes anyagok a környezetre kevésbé veszélyes termékké. Ezt a munkát később kiterjesztettük az anyagtudomány területére: különleges szerkezetű és tulajdonságú nanoanyagok előállításával kísérleteztünk. A két fő irányt a mai napig párhuzamosan művelik a kollégáim.

Hadd meséljem el a szakmai kezdeteket is: 1963-ban kerültem a Veszprémi Vegyipari Egyetemre. Édesapám keramikus volt, elsősorban műszaki kerámiákkal foglalkozott. Az ő példájára és indíttatására mentem Veszprémbe, mert akkor szilikátkémiai szakos vegyész mérnököket is képeztek. Az eredeti motiváció ellenére nem szilikátkémiaira, hanem radiokémiaira szakosodtam, a diplomamunkámat is analitikai kémiából írtam. Az egyetem elvégzése után Szegeden, a JATE Szerves Kémiai Tanszékén, Bartók Mihály csoportjában kezdtem dolgozni. Nagyon jól éreztem ott magam, élveztem, amivel foglalkozom: gyógyszer-intermediereket kellett előállítanom. Közben megnősültem, megszületett az első fiam. Albérletben laktunk, és belátható időn belül nem volt esélyünk önálló lakás megszerzésére. Akkoriban elég magas szinten vívtam, emiatt visszahívtak Veszprémbe – azzal az ígérettel, hogy sportolóként ott majd kapok lakást.

Veszprémbe a Műszaki Kémiai Kutatóintézetben (MÜKKI) dolgoztam tíz évig, elsősorban vegyipari művelettani kutatások tartoztak hozzám. 1979-ben váltottam: a Tatabányai Szénbányák Távlati Kutatási Osztályának munkatársa lettem. A MÜKKI-ben volt már kapcsolatunk „Tatabányával”, különböző K+F témákban dolgoztunk együtt. Többek között rossz minőségű, alacsony alumíniumtartalmú ércekből próbáltunk alumíniumot kinyerni, klórozásos technológiával. Az ötlet az Egyesült Államokból származott, itthon a Szénbányák menedzselte a fejlesztést. Így Tatabányán képletesen átestem a ló másik oldalára; a korábbi kutatóból kutatót finanszírozó menedzser lettem. Emiatt kerültem kapcsolatba a Szervetlen Kémiai Kutatólaboratóriummal. Két tatabányai év után rájöttem, hogy nekem inkább a kutatói oldalon van a helyem, és – némi csábításnak is engedve – a Laboratórium munkatársa lettem.

MKL: Itt lépnek be a kerámiák...

SZJ: Igen, pár év múlva, amikor elkezdtünk anyagtudományi kutatásokkal foglalkozni, az egyik témakör a kerámia nanoporok előállítása lett. Plazmakörülmények között, a részfolyamatok megfelelő irányításával, különböző kerámiaporokat, például szilícium-nitridet, szilícium-karbidot és különféle oxidokat állítottunk elő. Ezekből az anyagokból aztán speciális szerkezetű és tulajdonságú műszaki kerámiákat lehetett készíteni. Később foglalkoztunk a porokból sajtolt kerámiatestek hőkezelési folyamatainak kutatásával is. Egyik volt PhD-hallgatóm most sikeresen viszi tovább ezt a témát.

MKL: Az előbb már szóba hozta az alumíniumgyártáshoz kapcsolódó kutatásokat. A napokban újra olvastam a vörösiszap-katasztrófa utáni egyik beszámolóját, ebből idézek most néhány mondatot: „2010. október 4-én, 12:30-kor átszakadt az Ajkán, a Mal Zrt. területén levő X. számú vörösiszap-tározó nyugati gátja. A gátszakadás következtében kizúduló 600–700 ezer m³ vizes-vörösiszapos zagy elöntötte a közelben levő Kolontár, Devcester és



Rádiófrekvenciás termikus plazmareaktor

Somlóvásárhely mélyebben fekvő részeit...” A katasztrófavédelem az MTA segítségét kérte a kárelhárítási folyamathoz. Másnap, október 5-én reggel megalakult az a szakértői bizottság, amelyet János vezetett. Rögtön elmentek Kolontárra, ahol rövid tájékozódás után délutánra megfogalmazták a kármentesítésre vonatkozó ajánlásokat, és a katasztrófavédelem még aznap elfogadta, „megfogadta” a javaslataikat.¹

SZJ: A kivételes megbízást indokló előzményekről eddig nem esett szó. Az 1980-as évek elején, állami finanszírozással, több országos K+F program indult. Ezek egyike volt az „Anyagtudományi és technológiai kutatások” című program, amelynek bázisintézete akkori munkahelyem, a Szervetlen Kémiai Kutatólaboratórium volt; a program menedzselésére én kaptam megbízást Székely Tamástól, a szakmai vezetőtől. A program egyik alprogramja a bauxit komplex hasznosítási lehetőségeinek kutatása volt, különös tekintettel a timföldgyártás melléktermékeként képződő vörösiszap feldolgozására. Több évig tartó kutatással alaposan körbejártuk a problémakört. Ennek keretében „kivesztük” a vörösiszapot, megismertük a tulajdonságait, és különböző megoldásokat dolgoztunk ki a benne levő értékes alkotók – például a ritkafémek, az alumínium, a vas és a titán – kinyerésére. Ezek közül – az akkori műszaki-gazdaság feltételek mellett – három változat is gazdaságosan megvalósíthatónak látszott. De az alumíniumipar érdeklődésének hiánya miatt, amely több okra vezethető vissza, nem került sor az ipari bevezetésükre. Viszszatérve a 2010-es katasztrófára: a korábban megszerzett ismereteim indokolták, hogy bekerültem a szakértői bizottságba.

A katasztrófa helyszínén azon túlmenően, hogy megfogalmaztuk a kármentesítéssel kapcsolatos ajánlásainkat, több helyen mintát vettünk a kiömlött vörösiszapból. A minták elemzése később számos környezetvédelmi, egészségügyi és jogi kérdés megválaszolását segítette elő.

MKL: Kiderült, hogy az erősen lúgos oldat okozta a legnagyobb sérüléseket.

KT: 13-as pH!

SZJ: Igen, ez egy lúgos árvíz volt. Az óriási mennyiségben és nagy sebességgel kiömlő lúgoldal hatalmas pusztítást végzett mind a természeti és épített környezetben, mind az érintett lakosság körében. Sajnos Kolontáron tíz ember meghalt, sokan

¹ MKL, 2010. december, 2011. január, 2012. december.



szereztek lassan gyógyuló marási sérüléseket, a katasztrófa mentális és pszichikai utóhatásairól nem is beszélve.

A tragikus eseménynek több oka volt. Ezeket széles körben, szakmai berkekben, tudományos közösségekben, a napi sajtóban és különböző jogi eljárások során is részletesen vizsgálták és taglalták. A részletek felidézésétől most tekintünk el.

KT: Akkoriban alumíniummal foglalkoztam, és mivel az árral együtt sok alumínium került ki, ami veszélyes az emberre, szóltam, hogy annak a koncentrációját is mérni kellene. Az illetékesek azonban ezzel a problémával akkor nem kívántak foglalkozni.

SZJ: Tíz százalék felett volt a vörösiszapban az alumínium koncentrációja. Ami a katasztrófa utáni történéseket illeti: szerencse a szerencsétlenségben, hogy a természet viszonylag gyorsan regenerálódott. Ennek egyik példája, hogy a kiömlés után mintát vettünk egy Kolontár melletti kukoricaföldön, amit akkor másfél-két centis iszapréteg borított. A talajtani szakemberek tanácsára az iszapot még 2010-ben beszántották és 2011-ben újra kukoricát vetettek ugyanoda; 2011 őszén erről a területről sokkal jobb kukoricatermést gyűjtöttek be, mint a katasztrófát megelőzően.

MKL: A kukoricaszemekbe se került káros anyag?

SZJ: Nem, ezt szigorú élelmiszerbiztonsági vizsgálat igazolta.

MKL: Tamással néhány évvel ezelőtt jelent meg a Lapban interjú (Jánossal jóval régebben),² ahol elmesélte, hogy Burger Kálmánnak, a komplexkémia egyik „nagy öregjének” a meghívására – és a leendő kollégák támogatásával – érkezett Debrecenből az SZTE Szerzetlen Kémiai és Analitikai Kémiai Tanszékének élére 1996-ban. Az ott működő bioszerzetlen kémiai kutatócsoport irányítását is átvette, de jó darabig még „gyüttmőnt” volt a városban...

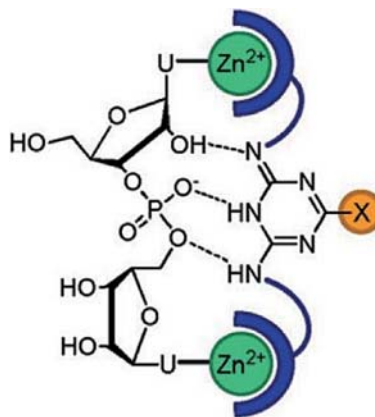


KT: Mire felelős szerkesztő lettem, már szaladt a szekér, bár 2006-ban ideiglenesen elvesztettem a kutatócsoportot az akadémiai támogatás megszűnése miatt. Elmentem én az Akadémiára is, mert kiváló értékelést kaptam a csoport tevékenységére (akkor már másodszor), a Kémiai Osztálytól és az elnöki keretből szerettem volna pénzt kapni a további működéshez. Kiderült, hogy az értékelés

szerint előrébb állok egy neves szegedi akadémikusnál, aki szintén nem nyert. Megígérték, hogy ha arra kerül a sor, kettőnk közül én kapom meg a támogatást. Na, erre befizetek, gondoltam. Hát ezt a „fogadást” megnyertem.

Legközelebb viszont, amikor újra pályáztunk, nyertünk, visszakaptam a kutatócsoport támogatást az Akadémiától. Addig is fenntartottuk a kutatócsoportot, „társult tagok”-ként: az Akadémia „elszámolta” a teljesítményünket, mindenféle támogatás nélkül. A társulással azt demonstráltuk, hogy az Akadémiát továbbra is a „gazdánk” tekintjük. A nyertes pályázatra nagyon büszkék voltunk.

Ami a kutatómunkámat illeti: mindig a biológiaiilag aktív (hasznos vagy káros) fémek, fémvegyületek szervezetben betöltött szerepét vizsgáltuk. Azt már én kezdeményeztem, hogy ne csak kis molekulákkal tanulmányozzuk a kölcsönhatást, hanem nagyokkal, például a biológiai rendszerekben előforduló fehérjékkel is. A szérumfehérjékkel indult a sorozat: mi történik a fé-



Az RNS UU-szekvenciáján szelektíven megkötődni képes kétmagvú cink(II)komplex

nehézfémekkel szemben erős az averzió. Mi történik a vanádiummal, ha beadják, milyen formában kerül a véráramba? Hogyan jut be a sejtekbe, ahol a biológiai hatásukat kifejtik? Mindenki esküdtött a maga molekulájára. Erre mi kimutattuk: az paszuly, hogy milyen formában adják be a fémkomplexet, a szerkezet legfeljebb a felszívódást befolyásolja – persze bizonyos mértékben az is fontos. A véráramban mindegyik molekula kölcsönhatásba lép az ottani kis és nagy molekulákkal, és a vanádium citrátkomplex formájában vagy tanszferinhez kötődve vagy citrát-transzferin vegyes komplexként megy tovább a sejtbe, ahol szintén különböző átalakulásokat szenved. Tehát a vanádiumot „hordozó” molekula leginkább a felszívódásba szól „csak” bele.

SZJ: A felszívódás sebességét is befolyásolja, vagy csak a mechanizmust?

KT: Ebben a vizsgálatban a kinetikát nem néztük, csak a sejten kívüli térből a sejten belüli térbe vezető átmeneteket, a szerkezetváltozást, az egyensúlyok alakulását, de mindig megjegyeztük, hogy a kinetikai kép tisztázása is fontos, és ez további vizsgálatokat igényel.

A cink ugyancsak a látóterünkbe került, mert ez is inzulinutánzó, ráadásul „szervezetbarát”. A gond csak az, hogy a hatása körülbelül a századrésze a vanádiuménak.

Az előadásaimon el szoktam mondani, hogy a vanádium nem specifikus hatású. Az aranyvegyületek sem, amelyeket például a gyulladásgátlásban használnak. Aranyvegyület igen, vanádium nem; miért? Mit mondanak erre egyes orvosok? Na jó, de az arany az nemesfém. Hm...

Ha visszagondolok, az okoz elsősorban hiányérzetet, hogy az iparral nem sikerült kapcsolatot teremtenünk. Pedig próbálkoztam.

MKL: Milyen téren? Környezetvédelem, gyógyszerkutatás?

KT: Elsősorban gyógyszergyárakat kerestem meg, de Magyarországon nem jártam sok sikerrel. A rákellenes vegyületek kutatásával, a hatásmechanizmusok tisztázásával, amit most már Enyedy Éva visz, a bécsi egyetem komoly „bedolgozó” lettünk. Ők nagyon sok rákellenes vegyületet szabadalmaztattak, és remélem, most már mi is hozzájárulunk az újabbakhoz.

SZJ: A plazmakémia nálunk azért bizonyult jó választásnak, mert anyagtudományi és környezettudományi területen is sok hazai és nemzetközi kutatási támogatást nyertünk el. A K+F finanszírozással kapcsolatban meg kell említenem, hogy korábban,

² MKL, 2017. december, ill. 2011. június.

nagyjából a rendszerváltást követő néhány évig, sok ipari megbízásunk is volt: a csatornaszigeteléstől kezdve a szuszpenziós műtrágyagyártáson át a gyógyszeriparig a legkülönbözőbb témákban kértek fel bennünket eljárások és technológiák kidolgozására, anyagfejlesztésekre. Ezekből szabadalmak is születtek, amelyek hasznosítása az intézetnek jelentős bevételt jelentett. A külföldi cégtulajdonosok megjelenésével ez a lehetőség egyre szűkült. A külföldi megbízók, később a hazaiak is, ugyanis kikötötték, hogy a finanszírozás fejében az új ismeretek tulajdonjoga az övék: önállóan nem jelenthettünk be szabadalmat, a cégek pedig sokszor kifejezetten ellenérdekeltek voltak az eredmények nyilvánossá tételében.

KT: Bedolgozók voltak?

SZJ: Tulajdonképpen igen; ha hiú volnék, azt mondanám, hogy intelligens bedolgozók. Később csökkentek az ipari megbízások: a cégek már nem akartak kiadni külső partnernek olyan megbízásokat, amelyek esetleg nyilvánvalóvá tehetnék volna, hogy milyen fejlesztésekben gondolkoznak, milyen irányban képzelik el további tevékenységüket. Azért még ilyen körülmények között is volt sikerélményünk: például svéd–magyar K+F együttműködés keretében kifejlesztettünk egy nagy hőmérsékleten is működő, radarsugárzást elnyelő kerámia bevonatrendszer. A bevonat anyagának gyártására bejelentettünk egy eljárási szabadalmat, és ennek elfogadása jó úton halad.

MKL: Tamás a szabadalmak kapcsán is említette Enyedy Évát, aki már az utódja.

KT: Igen, közben telt az idő, és bekövetkezett a korhoz kötött szakmai funkciók átadása. Először a tanszéké. Arra mindig nagyon ügyeltem, hogy alkalmas embereknek adjam át a pozícióimat. A tanszéken először Galbács Gábor lett az utódom, aki nem bioszervetlen kémikus, hanem – többek kérésére – analitikus, hiszen az „analitika” a tanszék nevében is benne van. Nagyon jó választás volt szerintem, mert felkészült, dolgozó ember. Neki hátrányt jelentett, hogy az analitikusokat nehéz az egyetemen tartani, az ipar a PhD-képzés előtt vagy közben elviszi őket. Ezért kevés „embere” volt, a tanszékvezetés mellett nem tudta a csoportját tovább építeni, de ennek ellenére haladt a tudományos munkában, megcsinálta a nagydoktorit is. Nemrég Enyedy Éva vette át a helyét, aki szintén Debrecenből jött Szegedre, csak szuperlatívuszokban beszélhetek róla.

A kutatócsoport sajnos újra megszűnt, mert lejárt a „mandátuma”, és nem volt köztünk még egy egyetemi tanár, aki pályázhatott volna helyettem támogatásra, a csoport továbbvitelére. Ekkor mentem nyugdíjba, 68 évesen.

MKL: Éppen volt egy GINOP-pályázatuk.

KT: Igen, úgy mentem el, hogy nyertünk egy nagy GINOP-pályázatot. Nem hagytam ott üres kézzel a csoportot, de most már az ő dolguk a pénz előteremtése.

Akkoriban én voltam a doktori iskola vezetője, azt a funkciót is nagyszerű utód vette át, Tóth Ágota.

Úgy gondolom, egy vezetőnek legyen javaslata arra, hogy kinek szeretné átadni a pozícióját. A választott testület minden javaslatomat elfogadták.

A Lap esetében is úgy éreztem, hogy eltelt tizenöt év, eljött a váltás ideje. Minden operatív testületnek időnként vezetőt kell váltania, mert az jó a testületnek.

SZJ: No meg általában jó az egyénnek is.

KT: Igen, most már a családdal szeretnék több időt eltölteni. De amikor Debrecenből elmentem Szegedre, ugyanezt mondtam a váltásról.

MKL: A Lapban így fogalmazott: „Mindig is a mobilitás híve voltam, mert úgy gondolom, egy kutatónak bizonyos idő után váltania kell. Ez neki is jó, és annak a helynek is, ahová megy.”

KT: Mindig imponált, hogy külföldön mennyit „mozognak” a kutatók. Magyarországon meg a röghöz kötöttség a norma. És hányan vágják be maguk után az ajtót – hogy na, engem is elküldtek! Én eldöntöttem, hogy nyugdíjba megyek. Igaz, nem 65 évesen, ahogy az egyetemünkön kellett volna, mert az illetékes vezetőkkal megállapodtam a hosszabbításról, hiszen a kutatócsoportommal pénzt hoztam. Öt állást és húszmillió forintot évente. Ha nem vagyok a kutatócsoport vezetője, akkor az a pénz nincs, mert a nevemhez volt kötve.

SZJ: Az ajtót általában azok csapták be, akik túlságosan „monokulturások” voltak. Egész életükben egyetlen területtel foglalkoztak, és nem tudtak mit kezdeni azzal a helyzettel, hogy le kellene zárni az addigi kutatói pályát, és valami mást elkezdni.

KT: És nem is gondoltak az utódjuk kiválasztására.

SZJ: Hiszen foggal-körömmel ragaszkodtak a *status quo*hoz.

KT: Ahelyett, hogy segítették volna az utánuk következőt. Pedig talán még ma is él a tudományos munka, az oktatás és a szakmai közéleti tevékenység hármas követelményrendszere.

* * * * *

MKL: Sajnálattal hallottam, hogy az MKL esetében is az utódokon gondolkoznak.

KT: Nekem határozottak az elképzeléseim. Lente Gábor, a Pécsi Tudományegyetem professzora kiváló utódom lenne. És ha van alkalmas ember, akkor nem szabad késlekedni, mert elmúlik a jó pillanat. Én már két éve foglalkozom a gondolattal, Gábor is azt mondta, hogy szívesen belevág, csak várjunk egy kicsit, mert intézetigazgató.

Ő minden szempontból megfelel. Hevesy Endre-díjas tudományos újságíró, a Tudományos Újságírók Klubja épp most választotta újra alelnöknek. Kitűnő a ScienceBits blogja, nemrég készített tudományos podcast-sorozatot, az MKL legnépszerűbb szerzője: a tudományos ismeretterjesztésben is ragyogó.

Más területen működik a tudományos kapcsolatrendszere, mint az enyémmé, de ez miért lenne baj? Nagyon jó jelöltnek tűnik.

MKL: Feltételezem, hogy János szintén kiszemelt valakit. Esetleg tanáccsal is szorgál a következő időre?

SZJ: Keglevich György, a Műegyetem professzora igen elkötelezett a Lap és az egyesület iránt. Úgy gondolom, ő nagyon alkalmas a szerkesztőbizottsági ügyek továbbvitelére. Az utóbbi néhány évben már gyakorolhattam bizonyos pozíciók átadását. Ha valakinek átadom a helyet, az álláspontom szerint már az ő dolga és felelőssége, hogy mit és hogyan csinál. Ha megkérdeznék, persze elmondom a véleményem, és ha tudok, természetesen segítésem is.

KT: Maximálisan egyetértek azzal, amit János mond, az új felelős szerkesztő szájba meg a Lap irányvonalát.

2023. május

sv



Születésnapra beszélgetés Farkas Etelka professor emeritával

Farkas Etelka a Debreceni Egyetem Természettudományi és Technológiai Karának professor emeritája (<http://www.klte.hu/~wwwinorg/farkase.html>). Gyakorlatilag együtt kezdtük a pályánkat a KLTE Szeretlen és Analitikai Kémiai Tanszékének Komplexkémiai Kutatócsoportjában. Nemcsak egymás kutatásait kísérhettük figyelemmel, hanem dolgozószobánkat is megosztottuk, amíg 1996-ban Szegedre nem távoztam. Barátságunk azóta sem szakadt meg. A Debrecen és Szeged közötti kapcsolatokat sok szál erősíti a közös munkák és személyes kapcsolatok révén is, amelyekben Etelkának, mint arról szó lesz, jelentős szerepe van. Kezdjük a beszélgetést, melynek aktualitást ad Etelka közelgő születésnapja.

Pályakezdésünkön a létfontosságú aminosavak egyensúlyi kölcsönhatásait vizsgáltuk a 3d5–d10 átmenetifém-ionokkal. Ma a szakirodalom a fém-biomolekula kölcsönhatás oldategyensúlyi és termodinamikai vizsgálatának nemzetközileg elismert szakértőjeként téged tart számon. Összefoglalnád röviden a pályád lépéseit?

Ezt eddig tételesen még sosem tettem meg, mindig az aktuális teendőkre koncentráltam. A kérdés kapcsán most megpróbálok.

A „hivatalos” Farkas Etelka



Alapvető, hogy a sárospataki gimnáziumi évek után vegyész szakra jelentkeztem, remélve, hogy ezen a területen a kémia mellett az általam ugyancsak nagyon kedvelt matematika is helyet kap. Az egyetem első szemesztere ezt nem nagyon igazolta nekem, így szakváltóztatáson gondolkodtam, de Nagypál István (volt évfolyamfelelősünk) meggyőzött, hogy először nézzem meg a náluk folyó oldategyensúlyi kutatásokat, mint diákkörös. Máig ezen a területen maradtam. Kezdetben a megfelelő technikák, kísérleti körülmények kimunkálásán, valamint az összegyűjtött kísérleti adatok értékelésére szolgáló módszerek fejlesztésén (bár ez utóbbiakban én csak érintőlegesen vettem részt) volt a hangsúly, és nem volt kiemelt jelentőségű a vizsgált rendszerek eredményeinek közvetlen gyakorlati alkalmazhatósága. Ez azonban már a nyolcvanas évek elejére alaposan megváltozott. Nálam akkor volt a nagyon markáns fordulópont, amikor hidroxámsavak fémkomplexeit kezdtem tanulmányozni. Ilyen vegyületek sok kutatócsoportban elsősorban „bioindukált” kutatásokban, például potenciális gyógyszermolekulák kifejlesztésében kerültek a figyelem előterébe. Az is nagyon fontos, hogy bekerültünk több nagyon inspiratív európai uniós kutatási programba, melyek nagyon sokat segítettek és segítenek ma is a kutatómunkánk során.

Nem is tudtam, hogy korábban annyira vonzott a matematikai háttér. Mindenesetre később a kémia, a biológiai vonatkozások váltak számodra is inkább a vonzerővé a kutatásainkban.

A kutatásokban széles kapcsolatrendszert építettél ki külföldi kutatócsoportokkal. Mennyire segítettek elő ezek a munkakapcsolatok a kutatásaid teljesebbé, eredményesebbé válását? Több nemzetközi együttműködési programban vettél részt általában aktívan, a program kimunkálásában is meghatározó szerepet játszva. Mit gondolsz ezek hasznosságáról például a mellette dolgozó fiatalok szakmai fejlődésében?

Nem kérdés, amint már előbb is utaltam rá, hogy óriási a jelentősége a nemzetközi együttműködéseknek. Nagyon nagy szerencsének vélem, hogy sikerült (nemzetközi együttműködési programok révén, de azokon kívüli kapcsolatok által is) sok kutatóval aktív, akár több évtizede folyamatos szakmai kapcsolatba kerülnöm, mely nem egy esetben baráti kapcsolattá is érett. Az első meghatározó mérföldkő pályámon a 4 hónapos bázeli tanulmányút volt Helmut Sigel laboratóriumában, 1978-ban. Határozott



változást hozott ez az időszak a fémkomplex-kutatás gyakorlati fontosságának megértésében. Ugyancsak felbecsülhetetlen a jelentősége a későbbi években kialakult kapcsolatoknak (lisszaboni, dublini, dortmundi, zágrábi, göttingeni egyetemekről kollégák és PhD-hallgatóik révén), melyek által például a szintetikus munkákhoz szükséges kiemelkedő szintű tudást sajátíthatta el egyik fiatal kolléga, PhD-hallgató, vagy a tanulmányozott rendszerek komplexebb jellemzése vált lehetővé hosszabb-rövidebb idejű szakmai utak révén. Az együttműködő laborokból hozzánk látogató számos kollegával és PhD-hallgatóikkal való közös munka ugyancsak sok előnyt hozott a kutatócsoportunknak.

Megerősíteném, nagyon fontosnak éreztem, hogy nálunk a csoportban a kutatómunka már a hetvenes évek második felétől jelentős mértékben nemzetközi szinten folyt, a kutatók jöttek-mentek: a munkákat ott végeztük, ahol a feltételek a leginkább adottak voltak a sikerhez. Ez akkor még nem volt olyan természetes, mint ma.

A kutatómunkában viszonylag kevésbé dolgoztunk együtt, bár a csoportmunka néha összehozott bennünket (ahogy a cikkeid nyilvántartásában olvastam, 9 közös közleményünk született az évek alatt), az oktatásban talán többet találkoztunk. Elsősorban gyakorlatvezető társként dolgoztunk együtt. Láttam, mennyire lelkiismeretes oktató vagy, mennyire törekszel a tudás minél teljesebb átadására, ami néha nagyon fáradtságos volt.

Nagyon lényeges dolgot említesz. Mindig is fontos volt számomra, hogy ha nekem kellett valakit (valakiket) megismertetni egy adott ismeretanyaggal, azt minél eredményesebben tegyem. Az érdeklődő hallgatókkal való munka mindig örömmel töltött el. Sajnos, a kémiát professzionális művelésre választó hallgatók száma, előképzettségi szintje egyre csökkenő, ami, ha nem lesz hamarosan változás, szerintem nagyon komoly gondná válhat a jövőben!

A közös dolgozószoba révén láttam, hogy az oktatás mellett a hallgatók mindennemű problémáira is milyen nagy figyelemmel voltál, mint évfolyamfelelős tanár mennyire szíveden viselted a hallgatók problémáit. Láttam, milyen odaadással foglalkozol a szakdolgozó, diplomamunkás hallgatóiddal, a szakmai tudás átadásán túl a jó tanárrá, jó vegyészé válás, az értelmiséggé válás területén is maradandó „tudást” adtál át a rád bízott hallgatóknak. Honnan ez a képesség?

Meggyőződésemm volt mindig, hogy az egyetemen a legfontosabb a hallgató érdeke. Minden tevékenységnek őket, az ő munkájukat kell segíteni. Ez számomra evidencia, és nem is jelentett soha nehézséget, akár szimpla oktatóként vagy témavezetőként, akár tanszéki vagy intézeti oktatási felelősként, évfolyamfelelősként vagy éppen oktatási dékánhelyettesként tevékenykedtem. Ráadásul, ebben a hallgató-oktató munkakapcsolatban sok esetben nagyon értékes emberi kapcsolatok is születtek, és őszinte örömmel, sőt büszkeséggel látom, hogy több volt hallgatóm már meszse túlszárnyalta az általam elért eredményeket.

Megint a szerénységed mutatkozik meg. De van mire szerénynek lenned. Mert az okos tanár az, akit a tanítványai túlszárnyalnak. Az az ő munkájának az eredményességét is mutatja.

Két nálad doktorált hallgatót személyesen tapasztalhatom kivételes oktatói kvalitásaidat. Mindkettő Szegedre került. Enyedy Éva nálad doktorált, majd néhány évet posztdoktoriként a lisszaboni egyetemen töltött. Amikor hazakerült, hozzám jelentkezett posztdoktori ösztöndíjra (mint később megtudtam, nem elsősor-



Etelka előadás közben

ban én vonzottam, de ez nagyon szerencsés kapcsolatnak bizonyult). Enyedy Éva felkészültsége nálunk bontakozhatott ki. Nagyon jól beilleszkedett az új környezetbe, szakmailag és emberileg elfogadta az itteni kémikus közösség. Ma már a tanszék vezetője, hazai és nemzetközi ismertséggel és elismertséggel. Szép eredményt ért el, és pályája még emelkedőben van. A másik Etelka által „nevelt” fiatal kutató Csapó Edit, aki a Fizikai Kémiai és Anyagtudományi Tanszékre került Dékány Imre akadémikus invitálására és vált a tanszék nélkülözhetetlen vezető kutatójává. Mind a ketten maximális elismeréssel beszélnek Etelkáról, arról, amit tőle mint szakmai vezetőtől tanultak és mint embertől kaptak doktori cselekményük alatt. Ugyanaz a kérdés: honnan ez a képesség?

Két olyan emberi és szakmai kiválóságot említesz most, akikkel öröm és megiszteltetés volt a közös munka a diákköri, a diplomamunkájuk és a PhD-kutatásaik időszakában egyaránt. Az élet úgy hozta, hogy ma már mindketten a Szegedi Tudományegyetem oktatói, de a szoros emberi kapcsolat azóta is folyamatos velük, és nagyon büszke vagyok mindkettőjükre.

A magánéletben is a teljességre törekedtél. Férjed Végső János, a KLTE TTK Tanulmányi Osztályának vezetője, majd a Debreceni Egyetem azonos területét vezető munkatársa. Két gyermeketek, Andrea és Zsolt nem követte a kémia iránti vonzalmadat, a társadalomtudományok iránt érdeklődtek. Mindketten családosak, és már unokákkal örvendeztetek meg benneteket. Hogyan tudtad összeegyeztetni a család és a szakmai hivatás feladatait, amikor nagy időhiányban szenvedtél? Ha jól emlékszem, abban az időben sem volt a családtámogatási rendszer az állami szociálpolitika kiemelt területe, amikor a gyerekeket neveltetted.

Ez örök dilemma, mindenki ismeri. Sokszor előfordult, hogy a munkahelyi feladatot végeztem, de otthon is lett volna teendő. Ez lelkiismeretfurdalást okozott. De a fordított verzió is sokszor előfordult. Ugyanakkor azt gondolom, hogy tudták, mindig számíthatnak mind az apukájukra, mind pedig rám. Így nőttek fel a gyermekeink, akik ma már boldog szülők, és ők is ezekkel a dilemmákkal küzdenek.

A szakmai közéleti tevékenységre is maradt energiád. Lelkiismeretességedet, pontos munkádat az egyetem vezetői is megismerték, így a különböző vezetői megbízások nem kerültek el, részt vettél az országos Bologna Bizottság munkájában a kétfokozatú képzésre való áttérés időszakában, majd a TTK oktatási dékánhelyettesi tisztségét láttad el a Kar teljes megalégedésére. A Magyar Kémikusok Egyesülete vezetésében is találkoztunk, ott több cikluson át a Nemzetközi Kapcsolatok Bizottságok vezetője és az MTA Koordinációs Kémiai Munkabizottságának vezetője voltál. Milyen tapasztalatokat, sikerélményeket, netán kudarcokat szereztél közben? Pozitív vagy negatív az egyenleg, hogy érzed? Mennyire tekinted a szakmai közéleti tevékenységet a vezető oktatói lét természetes velejárójának?

Szakmai közéleti feladatokat mindig szívesen vállaltam, fontosnak tartom. Szerencsés is voltam, mert mindig olyan feladatok találtak meg, melyekben örömet találtam. Nem igazán emlé-



Az MTA Akadémiai Díjának átadásán (2022)

szem arra, hogy határozott kudarcként éltem volna meg valamely vállalt feladatkörömben a tevékenységemet.

Munkádat számos elismerés övezi: Széchenyi Professzori Ösztöndíj, Magyar Köztársaságért Arany Érdemkereszt, Szent-Györgyi Albert-díj, MKE Than Károly Emlékérem, DE TTK Pro Facultate Díj, MTA Akadémiai Díj. Nívós felsorolás, gratulálunk hozzá!

Beszélgetésünk befejezésekképpen szeretném, ha ajánlanád valakit, akit érdemesnek és érdekesnek tartasz, hogy a következőkben beszéljünk vele, mert élete, tevékenysége mások számára is tanulsággal, a fiatal olvasóknak hasznosítható ismerettel szolgálhat.

Brücher Ernőt, a Debreceni Egyetem emeritus professzorát javasolnám interjúalanynak. Kiemelkedő professzora a Szervetlen és Analitikai Kémiai Tanszéknek. Egyedülálló, nemzetközi léptékű

és hatású iskolát teremtett az NMR-kontrasztanyagok kutatása területén.

Néhány évvel ezelőtt nyugdíjba mentél, azóta szakmai aktivitásod némileg csökkent, de korántsem szűnt meg. Mutatja ezt, hogy most fejezted be Helmut és Astrid Sigel Metal Ions in Life Sciences sorozata egyik utolsó kötetének szerkesztési munkáit. A kötet a közelmúltban megjelent. Így több idő marad a családra, unokákra, kirándulásra, aktív pihenésre. Kívánjuk, hogy a hivatás és a család közötti harmonikus egyensúly megteremtése, mely eddig olyan jól sikerült (bár erről szívesen hallanánk János és a gyerekek véleményét is), a jövőben is még hosszú éveken át jelentsen neked/nektek megérdemelt aktív életet, pihenést, és kívánok nektek ehhez boldogságot, jó egészséget!

KT



Olvasnivalót ajánlunk – egy angol nyelvű könyvet: Hargittai Magdolna *Meeting the Challenge: Top Women in Science* kötetét az Oxford University Press jelentette meg az idén. A szerző nem először nyúl a témához: angolul és magyarul (*Nők a tudományban/Határok nélkül*, Akadémiai Kiadó, 2015) is jelent meg könyve kiemelkedő kutatónőkről, akik elhivatott tudós létük mellett – még egy emancipált férj társaságában is – általában családanyák, háziasszonyok, és mondjuk meg őszintén, férjeiknél sokkal több terhet viselnek a családi munkamegosztásban. Talán ez is oka lehet annak, hogy bár az egyetemeken a nők még többségben vannak, a ranglétrán felfelé haladva egyre csökken az arányuk. Hargittai Magdolna új könyvében felhívja a figyelmet, hogy a nők évszázadok óta kiválóan teljesítenek a természettudományokban és a matematikában, de a társadalomban ma is elterjedt nézet szerint „a tudomány nem nőknek való”. Korszakalkotó felfedezések, amelyek közül néhányat Nobel-díjjal jutalmaztak, valamint különleges eredmények bizonyították tehetségüket, képességeiket és kemény munkájukat. Több mint 120 nő, nemzetközi nagyságok – csillagászok, matematikusok, fizikusok, kristallográfusok, kémikusok, biokémikusok, biológusok, orvoskutatók, feltalálók és technológusok, valamint ökológusok – a férfi kutatóknál gyakran göröngyösebb, mégis sikeres útját mutatja be a könyv. Még a legfrissebb, 2022-es Nobel-díjas Carolyn R. Bertozzi is szerepel benne, s persze Karikó Katalin és sok más magyar kiválóság. A lenyűgöző emberi történetek tájékoztatnak és szórakoztatnak.

KT



Király Márton – Radnóti Katalin

■ Energiatudományi Kutatóközpont

■ ELTE TTK Fizikai Intézet

Az atomerőművek működéséről egyszerűen, típusaik és jövőjük

Második rész

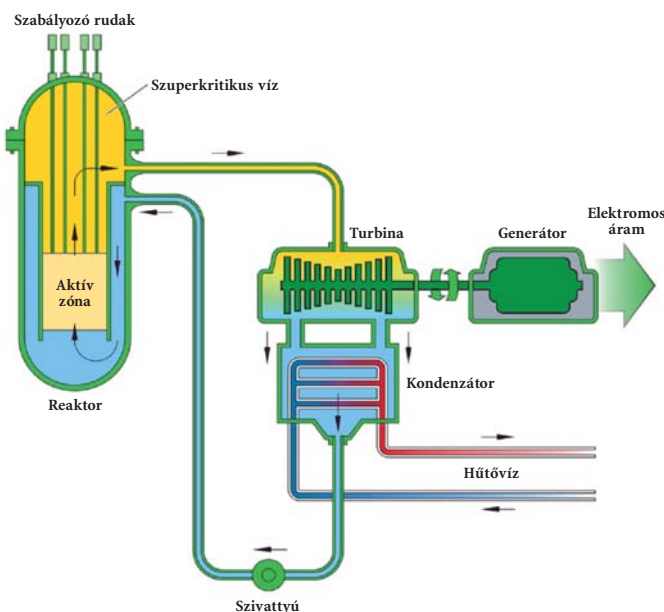
Irásunk második részében a fejlett reaktorok alaptípusainak elképzeléseit és a tenyésztőreaktorok működési alapelveit ismertetjük [1]. További fejlesztést jelent az úgynevezett SMR típus, mely kis moduláris reaktort jelent, ez a hagyományos, nagy atomerőműveknél olcsóbb, könnyebben összeszerelhető elemekből épülne fel. Erről a következő cikkben, Adorján Ferenc írásában olvashatnak.

Az atomerőművek új, „negyedik generációja”

A legújabb vízhűtésű reaktortípus, a *szuperkritikus vízhűtésű reaktor* (SCWR) a negyedik generációs elképzelések közé tartozik. Ezek a jövő új atomreaktor-fajtáit jelentik, és még csak a tervezőasztalon léteznek, de az elkövetkező évtizedekben fontos szerep juthat nekik a nukleáris energiatermelésben. Ebben a típusban a kritikus pontja (374 °C, 22 MPa) felett tartott könnyűvíz egyben a moderátor és a hűtőközeg. Magas hőmérséklete és a folyékony víznél jobb hővezetése miatt nagyobb átalakítási hatások érhetőek el, a jelenlegi 35% helyett akár 45%. A forralóvízes típushoz hasonlóan ez is egykörös, vagyis a hűtővíz egyből a tur-

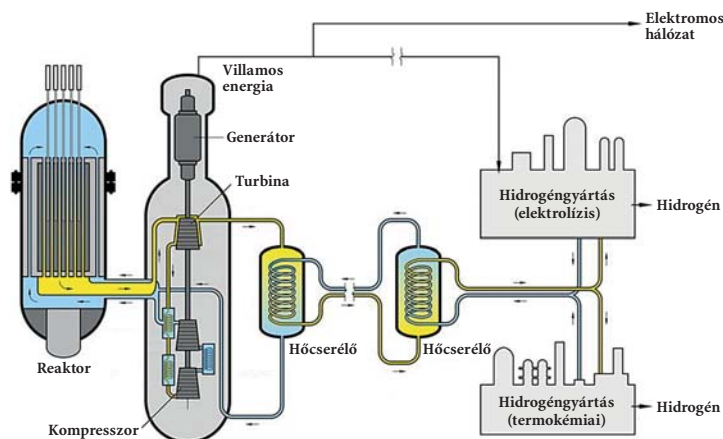
1. ábra. A szuperkritikus vízhűtésű reaktor vázlata

(http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/5/59/Supercritical-Water-Cooled_Reactor.svg)



binára kerül (1. ábra). A szuperkritikus víz sűrűsége kisebb a folyékony víznél, így kevésbé moderál, viszont nő a reaktor egysegteljesítménye, továbbá jobb a radioaktív hulladékok hasznosítása és tenyésztést tesz lehetővé. Mivel a cirkónium korrodálódna ilyen környezetben, ezért rozsdamentes acél üzemanyagburkolatra van szükség, aminek neutronelnyelése miatt nagyobb dúsítású üzemanyagot kell alkalmazni. A terveknek magyar vonatkozása is van, a fűtőelemek csomópontjainak áramlási jellemzőit a BME Nukleáris Technika Intézetében modellezték [2].

A negyedik generációs tervek között szerepel a *nagyon magas hőmérsékletű reaktor* (VHTR = Very High Temperature Reactor) is, mely grafitmoderátoros héliumhűtésű reaktor. Az üzemanyaga állhat hagyományos kazettákból (2. ábra) vagy úgynevezett



2. ábra. A nagyon magas hőmérsékletű reaktor felépítése

(<https://indigitalibrary.inl.gov/sites/sti/sti/4113677.pdf>)

TRISO-gömbökből, melyek urán- és tórium-dioxid vagy karbidgolyókat tartalmaznak, pirolitikus szénrel és szilícium-karbiddal több rétegben körülvéve. Ezt az elképzelést több golyós reaktor is alkalmazta már, melyekben a gömbök a reaktor aktív zónáján lassan áthaladva „kiégnek” és a zónából távozva feldolgozhatók. A nagyon magas hőmérséklet 1000 °C-ot jelent, mely ideális a termokémiai hidrogéngyártáshoz, ami a reaktor egyik fő célkitűzése [3]. Ugyanakkor ez jelentős akadályt jelent a felhasználható anyagok tekintetében, a pálcaburkolatokkal szemben a TRISO üzemanyag borítása képes elviselni ilyen magas hőmérsékletet is. Régebben Németországban épültek ehhez hasonló reaktorok, és a Dél-Afriai Köztársaság érdeklődött az építése iránt, jelenleg Oroszország és Kína fejleszti.



A tenyésztőreaktorok

Az energiatermelés melléktermékeként keletkező radioaktív hulladék mennyisége ténylegesen nem sok az egyéb energiatermelési lehetőségekkel összehasonlítva. Ennek oka az, hogy a hasadás során milliószor akkora energia szabadul fel, mint a kémiai reakciókban. Így az energiatermeléshez felhasznált üzemanyag mennyisége is ennyiszor kevesebb, és ebből adódóan a keletkezett hulladéké is. Például a Paksi Atomerőmű eddigi működése során keletkezett hulladék egy közepes méretű tanteremben is elférne. De radioaktivitása miatt valóban nagyon biztonságos módon kell kezelni, majd elhelyezni, amire sokféle megoldás és elképzelés született.

A *tenyésztőreaktorok* lehetőséget nyújtanak a termikus reaktorok működése során keletkező kiegészítő fűtőelemek – mint nukleáris hulladék – további felhasználására. Egy tenyésztőreaktorban elérhető, hogy a termelődő és elfogyó hasadóanyag mennyiségének az aránya egynél nagyobb legyen. A tenyésztőreaktorok mind számukra, mind teljesítményük tekintetében egyelőre nem játszanak jelentős szerepet bolygónk energiaellátásának biztosításában, azonban napjainkban ismét a figyelem középpontjába kerültek. Az urán nem megújuló energiahordozó, a ^{235}U -készletek pedig a jelenlegi felhasználás és gazdaságossági viszonyok mellett mindössze 50-100 évre elegendőek, így az atomenergia fenntarthatóságának megőrzése érdekében a tenyésztőtechnológiák kerülhetnek előtérbe. Egy tenyésztőreaktorban nemcsak az urán 235-ös izotópját lehet felhasználni energiatermelésre, hanem a nagyobb részt kitevő 238-as izotópot is. A ^{238}U egy neutron befogásával ^{239}U -izotóppá alakul, mely azután béta-bomlással ^{239}Np -izotóppá bomlik. Ebből 2,4 nap felezési idővel béta-bomlás után ^{239}Pu keletkezik, mely a ^{235}U -hoz hasonlóan termikus neutron hatására elhasad, közel ugyanakkora energia felszabadulása közben.

Gyorsreaktorok

A *gyorsreaktorok* aktív zónájában nincs moderátor, ezekben a neutronok nem lassulnak le, tehát bennük a láncreakciót gyors neutronok tartják fenn. Magasan dúsított uránnal vagy plutóniummal működnek, mely kiegészítő nukleáris üzemanyagokból és leszerelt atomtöltetektől származik. A gyorsreaktorok rendeltetése kettős: egyrészt villamos energiát, másrészt hasadóanyagot termelnek, tehát tenyésztőreaktorok, melyek általában a ^{238}U -t használják tenyésztésre. Mivel a gyors neutronok által kiváltott maghasadásokban átlagosan kettőnél több gyors neutron keletkezik, ezért a reaktort a következőképpen tervezték meg:

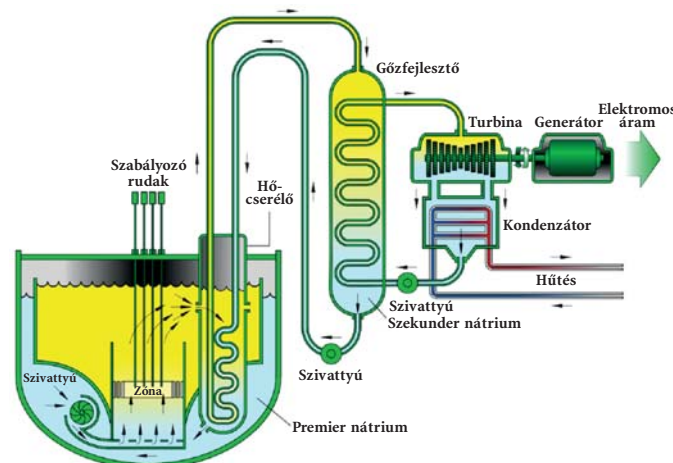
- 1 neutron biztosítja a láncreakció fenntartását ^{239}Pu vagy ^{235}U hasítása révén,
- 1 további neutron elnyelődik a ^{238}U -ban (tehát plutóniumot termel),
- a fennmaradó neutronok pedig elnyelődnek a szerkezeti anyagokban, a moderátorban, vagy kiszöknek a reaktorból.

Annak érdekében, hogy a hűtőközeg ne lassítsa le a neutronokat, ugyanakkor intenzív hőelvezetést biztosítson, a gyorsreaktorok hűtőközege általában folyékony fém (nátrium vagy ólom), esetleg hélium lehet. Az urán dúsítása a ma működő gyorsreaktorokban 20% körül van. A hasadóanyagot oxid- (UO_2 és PuO_2) kerámia formájában viszik be a reaktorba, de vizsgálják a karbid- (UC), a nitrid- (UN) és a fémötvözet- (például U-Pu-Zr) alapú fűtőelemek alkalmazásának lehetőségét is, mivel ezeknek jobb a hővezető képességük [4]. A következő három gyorsreaktor a negyedik generációs típusok közé tartozik.

Folyékony nátriumhűtésű gyorsreaktor (Sodium-cooled Fast Reactor, SFR)

A nátrium hűtőközeg alkalmazásának előnye a jó hővezetése és a gyenge neutronlassítási képessége, valamint a vízhez hasonló sűrűsége miatt a keringetéséhez kis szivattyúteljesítmény szükséges. További előnye, hogy csekély a korróziója, és csak kismértékben aktiválódik fel neutronok hatására, az aktivációs termék (^{24}Na) pedig rövid életű (felezési ideje 15 óra).

Ezekben a reaktorokban három hűtőkör alkalmazását tervezik az általában szokásos kettő helyett. A primer és a szekunder kör nátriumot tartalmaz, a harmadik (tercier) kör pedig víz/gőz vagy nitrogén lehet (3. ábra). Ennek oka a nátrium közismerten heves reakciója vízzel és levegővel. A primer és a szekunder körben közel atmoszférikus nyomáson keringő olvadt nátrium hőmérséklete $550\text{ }^\circ\text{C}$ körül van. Az alacsony nyomás komoly előny a víz- vagy gázhűtésű rendszerekhez képest. Az ilyen reaktorokban jellemzően pozitív az üregtényező, vagyis ha valamilyen okból üreg képződik, például a reaktorban forni kezd a nátrium, akkor a képződő buborékok miatt lecsökken a neutronbefogás és ez tovább növeli a teljesítményt. Ez a probléma komplex zónatervezéssel visszazorítható. További probléma, hogy nem átlátzó, ami megnehezíti a karbantartást és ultrahangos vezérlésű eszközöket kell használni.



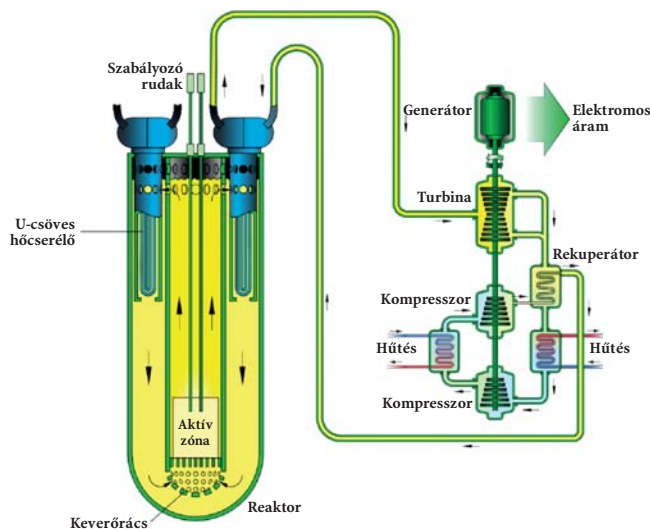
3. ábra. A nátriumhűtésű gyorsreaktor vázlatja

(http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/d/d8/Sodium-Cooled_Fast_Reactor_Schemata.svg)

Jelentős üzemeltetési tapasztalatok vannak ilyen típusú reaktorok működtetésével kapcsolatban például Franciaországban (Phénix és a Superphénix), Oroszországban (BOR-60, BN-350 és BN-600), Japánban (Joyo és Monju), az Egyesült Államokban (EBR II és Fermi I), valamint az Egyesült Királyságban (PFR); Kínában (CEFR) és Indiában (FBTR) is foglalkoznak a gyorsreaktorok fejlesztésével. Franciaországban megtervezték, de aztán nem építették meg az ASTRID nevű ipari léptékű reaktort, míg az orosz BN-800 már készen van, ahogy a kínai CFR-600 is. Indiában jelenleg is építés alatt áll a PFBR, valamint további reaktorokat terveznek Japánban (JSFR), Dél-Koreában (PGSFR) és az Egyesült Államokban (TerraPower Natrium).

Folyékony ólomhűtésű gyorsreaktor (Lead-cooled Fast Reactor, LFR)

Ólom hűtőközeg használata esetén a nyomás szintén atmoszférikus, a megengedhető üzemeltetési hőmérséklet $500\text{ }^\circ\text{C}$ alatt van. Előnye a nátriumhűtésű konstrukcióval szemben a vízzel és



4. ábra. Az ólomhűtésű gyorsreaktor vázlatja (http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/e/e7/Lead-Cooled_Fast_Reactor_Schemata.svg)

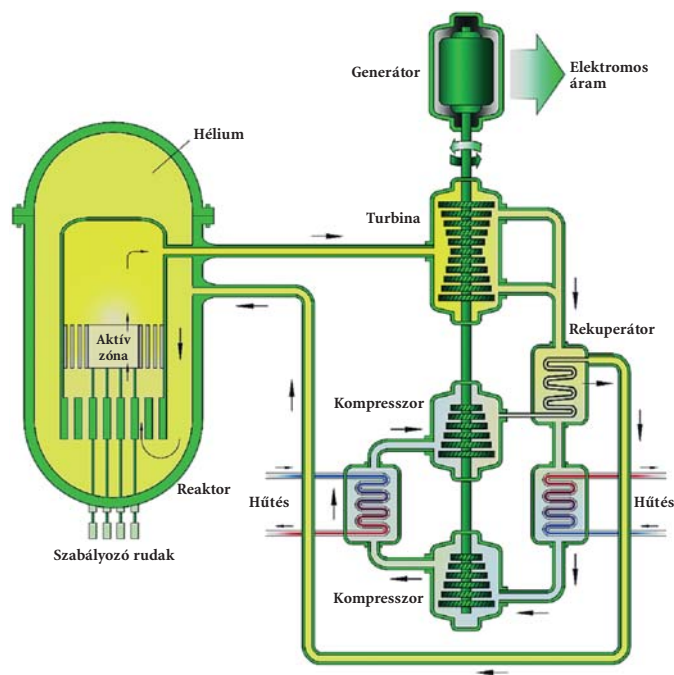
a levegővel való heves reakció kiküszöbölése. Az ólom nagy tömegszáma miatt jó árnyékolást nyújt gamma-sugárzás ellen is, a reaktor leállítása után pedig a természetes cirkuláció miatt szivattyú nélkül is tovább kering a hűtőközeg, és így az elektromos hálózatról való leszakadás esetén is el tudja vezetni a remanens hőt (4. ábra). Egy esetleges tartálytörés esetén gyorsan megszilárdul, ami egyrészt kedvező, mert magába zárja a radioaktív szennyezőket is, azonban megrongálhatja a szerkezet egyes elemeit és gőze mérgező. Nagy sűrűsége miatt a reaktor teljes tömege is megnő, és aktív keringetés esetén nagy teljesítményű szivattyúkra van szükség. Az ólom kémiai reakcióba lép az acél szerkezeti elemekkel, ami korróziót okoz, a keletkező korróziós termékek pedig elzárhatják a hűtőcsatornákat. Ez az áramlási sebességtől (max. 2 m/s) és az oldott oxigén koncentrációjától jelentősen függ, ezért erre folyamatosan ügyelni kell; különböző tisztító eljárásokra is szükség van.

Egyes esetekben az ólommal együtt bizmutot használnak, mert a kettő egymással eutektikumot, alacsony olvadáspontú elegyet képez (44,5% ólom és 55,5% bizmut). Erre azért van szükség, mert az ólom 327 °C alatt szilárdul meg, ezért a reaktort leállítás esetén is előlött kell tartani, míg az eutektikum olvadáspontja 124 °C. A bizmut alkalmazásának azonban több hátránya is van, egyrészt igen ritka elem, továbbá a reaktorban radioaktív és kémiai is mérgező polónium keletkezik belőle. A bizmut természetes 209-es tömegszámú izotópjá neutronbefogás révén 210-es tömegszámú polóniummá alakul, melynek 138 nap a felezési ideje és alfa-bomló; megjelenhet a levegőben, ami kockázatot jelent üzemeltetés és karbantartás során.

Ezzel a típussal kapcsolatban is kiterjedt üzemeltetési tapasztalattal rendelkeznek egyes nemzetek. Az 1970-es évek elején épített Alfa/Lira típusú szovjet gyártmányú tengeralattjárók ólomhűtésű gyorsreaktorokkal voltak felszerelve, bár a kedvezőtlen tapasztalatok miatt ezt a szériát azóta nem használják. A korróziós problémák ezeken hűtőközeg-vesztéses és zónaolvadási balesetet is okoztak. Jelenleg is terveznek azonban hasonló reaktort, Oroszország a BREST-300 ólomhűtésű és a SVBR-100 ólom-bizmut reaktor, valamint Románia és Olaszország az ALFRED nevű kísérleti reaktor építését tervezi, Belgiumban pedig megkezdődött a MYRRHA nevű részecskegyorsító kutatóreaktor építésének első fázisa.

Gázhűtésű gyorsreaktor (Gas-cooled Fast Reactor, GFR)

A hélium hűtőközegként való használata több előnnyel rendelkezik. Mivel nincs fázisátalakulás, a folyékonyfém-hűtésű típusoknál jóval magasabb hőmérséklet, közel 850 °C is elérhető, és ennek következtében nagyobb lehet az átalakítási határfok. Gyenge a moderáló képessége és nem aktiválódik fel, kémiaiilag semleges, hiszen nemesgáz, a szerkezeti elemek nem korrodálódnak. A reaktor egykörös (5. ábra), vagyis a fűtőelemeken keresztül áramló hélium közvetlenül egy gázturbinára jut, miközben állandó nyomáson visszahűl (Brayton-ciklus).



5. ábra. A gázhűtésű gyorsreaktor vázlatja (http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/a/ac/Gas-Cooled_Fast_Reactor_Schemata.svg)

A hélium alkalmazásának azonban hátrányai is vannak. Rendkívül kicsi a hőkapacitása, így nagy nyomásra és nagy térfogatáramra van szükség. Egy esetleges üzemzavar esetén a leállítás után a remanens hő elvezetésére fenn kell tartani a keringést, egy nyomásvesztéses baleset esetén ennek hiánya a fűtőelemek gyors felmelegedéséhez vezethet, és a zónasérülés előtt kevés idő áll az üzemeltetők rendelkezésére a szükséges biztonsági beavatkozások megtételéhez. Hűtőközeg-vesztéses üzemzavar esetében nem elégséges a hélium természetes cirkulációja, kényszeráramlásra vagy más gázok (pl. nitrogén, argon) befecskendezésére van szükség. További kérdés, hogy a Föld héliumkészlete hány évre lesz elegendő a felhasználás jelenlegi tempója mellett.

Ilyen gyorsreaktor még nem épült, ezért nincsenek üzemeltetési tapasztalatok, viszont termikus reaktorok már működtek héliumhűtéssel. Gázhűtésű termikus reaktor épült már több országban, ilyen az Egyesült Államok (UHTREX és Fort St. Vrain), Egyesült Királyság (DRAGON), Kína (HTR-10), Németország (AVR és THTR-300) és Japán (HTTR). Jelenleg a két kínai HTR-PM működik, és Argentínában épül a CAREM. Az Egyesült Államokban (X-Energy) és az Egyesült Királyságban is tervezik egy magas hőmérsékletű demonstrációs reaktor építését.

Ennek a reaktortípusnak fontos magyar vonatkozásai is vannak. Az ALLEGRO egy kis teljesítményű, héliumhűtésű demonstrációs gyorsreaktor tervét jelenti, amelynek célja a GFR technológiai elemeinek tesztelése (fűtőelemek, biztonsági rend-



szerek). Az európai gázhűtésű reaktor tervezése 2000-ben EU-projekt keretében indult meg, és jelenleg SafeG néven vizsgálják a megvalósíthatóságát. Ezzel párhuzamosan egy magyar-cseh-szlovák-lengyel V4G4 konzorcium – amelyet magyar részről az Energiatudományi Kutatóközpont képvisel – készíti elő az ALLEGRO kísérleti reaktor építését a közép-európai régióban, a CEA (Francia Atomenergia Ügyökség) segítségével.

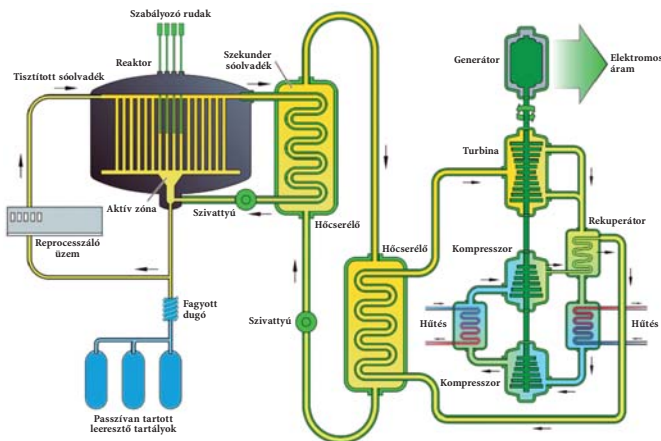
Sóolvadékos reaktorok

A grafitmoderátoros reaktorok egy különleges fajtáját képviselik a *sóolvadékos reaktorok* (MSR = Molten Salt Reactor). Ezt a típust az amerikai Oak Ridge National Laboratory által vezetett Sóolvadékos Reaktorkísérlet során fejlesztették ki 1954 és 1976 között; 2000-ben a negyedik generációs elképzelések közé sorolták. Léteznek elképzelések, melyben a sóolvadékokat szilárd üzemanyag hójének elvezetésére használnák, de az elterjedtebb koncepció szerint a sóolvadékos reaktorokban a primer köri hűtőkörben, egy fluoralapú sóolvadékokban oldva található meg az urán-tetrafluorid (UF₄) üzemanyag. A sóolvadékok nagy előnye, hogy közvetlen a hőátadás, nem falon keresztül kell a rossz hővezető kerámiatablettától a burkolaton keresztül átvezetni a hőt a hűtőkörig. Másik alapvető jó tulajdonsága az atmoszférikus nyomáson elérhető magas hőmérséklet, mellyel magasabb energiaátalakítási hatások érhető el vagy kapcsolt energiatermelésre teszi alkalmassá a reaktort [5].

A sóolvadékos reaktorokban általában olvadt fluoridos sókeverék található (például ⁷LiF–BeF₂–UF₄ keverék nagyjából 65–34–1 tömeg%-arányban, 30% ²³⁵U-dúsítással). A só összetételétől függően 450 °C fölött olvad, olvadt állapotban közel átlátszó, forráspontja pedig 1400 °C körüli, tehát a várt üzemi hőmérséklet közelében (600–900 °C) gőztenziója alacsony, és atmoszférikus nyomásviszonyok mellett használható. Nagy hőkapacitása és a vízhez hasonló hővezetése alkalmassá teszi a hűtőkörökben való használatra. Hátránya, az olvadék viszonylag nagy sűrűsége (2,3 g/cm³) és nagy viszkozitása, ezért a keringetése nagyobb szivattyúteljesítményt igényel, továbbá igen korrozív, és speciális ötvözetekre van szükség. A lítiumból csak a 7-es izotóp használható (mely a lítium 92%-át teszi ki), mivel a ⁶Li a reaktorban neutronot befogva tríciumot termel. Ezért izotópdúsításra van szükség, vagy más sókat kell alkalmazni, mint a nátrium vagy a cirkónium fluoridja.

Az urán hasításához a ma elterjedt reaktorokhoz hasonlóan itt is termikus neutronokra van szükség, vagyis a hasadási reakcióban keletkező neutronokat le kell lassítani moderátorközeg segítségével. Erre a célra grafitömbök szolgálnak, melyek között csatornában folyik a sóolvadék (6. ábra). A fűtőanyag csak a grafitömbök között lehet kritikus, mivel a só önmagában nem alkalmas moderátornak. A grafitot elhagyó olvadék ezután egy szeparátorba kerül, ahol hélium buborékol át rajta, és eltávolítja a gázhalmazállapotú hasadási termékeket, köztük a nemesgáz kriptonot és a ¹³⁵Xe reaktormérget. Ugyanitt ülepítéssel elválasztják a sótól a csapadékokat (főleg azokat a nemesfémeket, melyek nem alkotnak fluoridot) [6]. Az olvadék továbbhaladva egy hőcserélőbe kerül, ahol energiáját egy szekunder sóolvadékos körnek adja át, majd szivattyú segítségével visszakerül az grafitos aktív zónába.

A tórium a természetben előforduló radioaktív elem, a periódusos rendszer 90. eleme. 1828-ban fedezte fel Jöns Jacob Berzelius. A villámok és zivatarok skandináv mitológia szerinti istenéről, Thorról nevezte el. A tóriumnak a természetben egy izotópja fordul elő, a ²³²Th, mely 14 milliárd éves felezési idővel bomlik, alfa-részecskét emittálva. A bomlási sor többi izotópja lényegesen



6. ábra. A sóolvadékos reaktor vázlatja, a reaktor aktív zónája a grafitömbök között van (http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/08/Molten_Salt_Reactor.svg)

gyorsabban, néhány nap alatt lebomlik, a sort a ²⁰⁸Pb zárja. A földkéregben a tórium gyakorisága az óloméhoz hasonló, átlagosan 9–10 ppm, mintegy 3–5-ször olyan gyakori, mint az urán. Gazdaságosan kitermelhető készletei több millió tonnára tehető, nagy készletek találhatók Indiában és Ausztráliában.

A tórium a reaktorban egy neutron befogásával ²³³Th-má alakul, mely béta-bomlással ²³³Pa-má bomlik, majd ez 27 napos felezési idővel béta-bomlás következtében ²³³U-ná alakul. Ez az uránizotóp kiváló hasadóanyag; hasonló hasadási tulajdonságokkal rendelkezik, mint a manapság használatos ²³⁵U-izotóp, de kisebb eséllyel fog be neutronot hasadás nélkül és több neutronot termel hasadásonként [5]. A tenyésztés során egy atommag hasadásakor két-három neutron felszabadul, az egyik egy „termékeny” atomban (²³⁸U vagy ²³²Th) elnyelődve idővel új hasadóanyagot (²³⁹Pu vagy ²³³U) termel, vagyis tenyészt, a többi pedig a reaktorban jelen lévő hasadóanyaggal ütközve fenn tudja tartani a láncreakciót.

A reaktor primer körüli olvadékában 5% ThF₄-ot oldva termikus tenyésztőreaktort kapunk, mely egészen új lehetőséget nyit meg. Az Oak Ridge-i kutatások szerint egy ilyen tóriumos reaktor tenyésztési tényezője 1,068 lehetne, vagyis képes lenne fedezni a saját üzemanyagigényét a tenyésztés által, miközben egy kevés uránfelesleg is képződik. A reaktor könnyen utántölthető tóriummal, mely nem veszélyes, és önmagában az ²³⁸U-hoz hasonlóan hasadásra képtelen, tenyésztéssel viszont nukleáris üzemanyagként is hasznosítható, mivel ²³³U keletkezik belőle. A reaktor utántöltése során nem kell a szilárd fűtőelemeket átrakni vagy kicserélni, egyszerűen urán- vagy tórium-fluoridot kell hozzáadni az olvadékhoz, amiben az egyenletesen elkeveredik.

Ha a sóolvadékos reaktorból kivesszük a neutronok lassítására szolgáló grafitot, akkor *sóolvadékos gyorsreaktor* kapunk, mely nagy energiájú neutronokkal a nukleáris hulladékok hasznosítására és hasadóanyag tenyésztésre is képes, mind ²³⁸U-ból, mind ²³²Th-ból, fluorid- vagy kloridsók formájában. Az egyik elterjedt konstrukcióban a lítium és a tórium – vagy egyéb nehézfém – fluoridjának 77,5–22,5% arányú keverékét vizsgálják, mely 750 °C-ra melegszik a reaktorban, és 16 szivattyú fogja keringetni az olvadékot az aktív zóna és a hőcserélők között. Ez az elképzelés az utóbbi években egyre nagyobb támogatást nyert, bár még csak az alapvető elméleti tervezés szintjén tart. Ennek a tervezetnek magyar vonatkozása is van: a reaktor áramlási jellemzőit szintén a BME Nukleáris Technika Intézetében modellezték [7].



Összefoglalás

Írásunkban áttekintettük az atomenergia felszabadításának főbb témaköreit, a maghasadás folyamatát, a láncreakció megvalósításának és szabályozásának lehetőségeit. Bemutattuk egy atomerőmű működésének fizikai alapjait, valamint az atomerőművek különböző típusait, termikus és a gyorsreaktorokat egyaránt. Ezek egy része régóta megépült vagy kereskedelmi forgalomban van, mások viszont még csak a tervezőasztalon léteznek. Fontosnak tartottuk ez utóbbiak, főleg a tenyésztőreaktorok bemutatását is, hiszen az egyre növekvő energiaigény és a fogyatkozó készletek következtében ezek közül kell majd választania az elkövetkező generációknak, ha a következő évszázadban is hasznosítani szeretné az atomenergiát. Emellett ezek jelentik a jelenlegi kutatások főbb irányvonalait, és a kutatások folytatására rengeteg atomenergia iránt érdeklődő fiatalra lesz szükség a jövőben is.



IRODALOM

- [1] Vidovszky István: A jövő atomerőművei. Fizikai Szemle (2005) 55/4, 118–122. <http://www.fizikaiszemle.hu/archivum/fsz0504/VidovszkyI.pdf>
 - [2] Kiss Attila, Vágó Tamás, Aszódi Attila: Az SCWR-FQT tesztszakasz be- és kilépő részének CFD analízise. Nukleon (2014) 7, 169. http://nuklearis.hu/sites/default/files/nukleon/7_3_169_KissA.pdf
 - [3] A IV. generációs atomerőművek fóruma (GIF). https://www.gen-4.org/gif/jcms/c_59461/generation-iv-systems
 - [4] Keresztúri András, Pataki István, Tóta Ádám: Negyedik generációs reaktorok. Fizikai Szemle (2014) 4, 112–119. http://fizikaiszemle.hu/archivum/fsz1404/Kereszturi_A_PatakiI_TotaA.pdf
 - [5] Király Márton: Lehetséges megoldások az atomenergia-ipar jelenlegi problémáira I–II. Fizikai Szemle (2013) 4–5, 121–125, 162–166. <http://fizikaiszemle.hu/archivum/fsz1304/FizSzem-201304.pdf>
 - [6] Moir, Ralph, Teller Ede: Tórium alapon működő, sóoldékony föld alá telepített atomreaktor lehetősége. Fizikai Szemle (2011) 61/11, 365–371. <http://fizikaiszemle.hu/archivum/fsz1111/FizSzem-201111.pdf>
 - [7] Yamaji Bogdán, Aszódi Attila: Sóoldékony reaktorkonceptió kísérleti vizsgálata. Nukleon (2014) 7, 161. http://nuklearis.hu/sites/default/files/nukleon/Nukleon_7_2_161_Yamaji.pdf
- Az internetes hivatkozások letöltésének dátuma: 2023. 03. 26.
Az ábrák letöltésének dátuma: 2023. 03. 26. (Az ábrák szövegét magyarul adtuk meg.)

Adorján Ferenc

■ Országos Atomenergia Hivatal, nyugdíjas

A kisméretű moduláris atomerőművek (SMR-ek) lehetőségei a klímavédelemben

Az utóbbi években jelentős felpezsdülés volt tapasztalható a kisméretű moduláris reaktorokon (SMR) alapuló atomerőművekkel kapcsolatban: tervek, prototípusok, viták. Az SMR-ek segítségével – bizonyos feltételek teljesülése esetén – az atomenergia részaránya tovább növelhető, és ez reális lehetőséget kínál a kitűzött klímavédelmi célok elérésére. A már kidolgozott és kidolgozás alatt álló SMR-ek egyszerre célozzák meg a nukleáris energiatermelés gazdaságosságának és biztonságosságának növelését. A közelmúlt eseményei alapján úgy tűnik, hogy az Európai Unió szervei és több európai ország is támogatják, illetve érdeklődést mutatnak a téma iránt.

Bevezetés

A tavaly november végén tartott ENSZ Klímakonferencia (COP27 – Sarm es-Sejk) [1] megnyitóján az IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) elnöke azt mondta: „A tudomány hangja a klímaváltozásról már nem tud élesebb, erősebb és kijózanítóbb lenni: *nem azon a pályán haladunk, amely képes korlátozni a felmelegedést 1,5 °C alatt.* Itt az ideje a közös cselekvésnek – most!”

Az IPCC 6., 2022-ben kiadott értékelő jelentése [2] bemutatta, hogy azonnal és drasztikusan csökkenteni kell az üvegházhatású gázok (ÜHG) kibocsátását (**1. ábra**), továbbá azt is, hogy globálisan a kibocsátásért döntő többségben a fejlett ipari országok energiatermelése felelős (**2. ábra**). Ebből az látszik, hogy – elsősorban – az energiatermelés forradalmi megújítására lenne szükség. Természetesen a megújuló energiák hasznosítása is attraktív

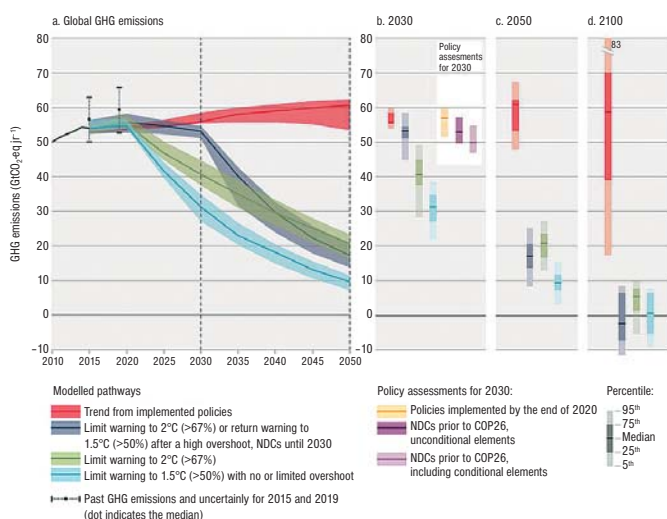
lehetőség, de ennek jelentős korlátai vannak. Ezekon kívül csak az atomenergia képes ÜHG-mentes energiatermelésre.

A 2021-ben, Glasgow-ban tartott COP26 értekezleten, az OECD Nuclear Energy Agency igazgatója egy olyan elemzés eredményeit mutatta be [3], amely szerint a 2050-re tervezett kibocsátási célok ugyan elérhetőek kizárólagosan a megújuló energiák alkalmazásával is, de ennek elfogadhatatlan (finanszírozhatatlan) költségvonzatai lennének. Természetesen a magas költségek elsősorban a járulékos tényezők, főleg a kínálat és az igények összeegyeztetése miatt lépnek fel. A bemutatott eredmények szerint a még drágának tartott atomenergia alkalmazása is a finanszírozható keretek között marad.

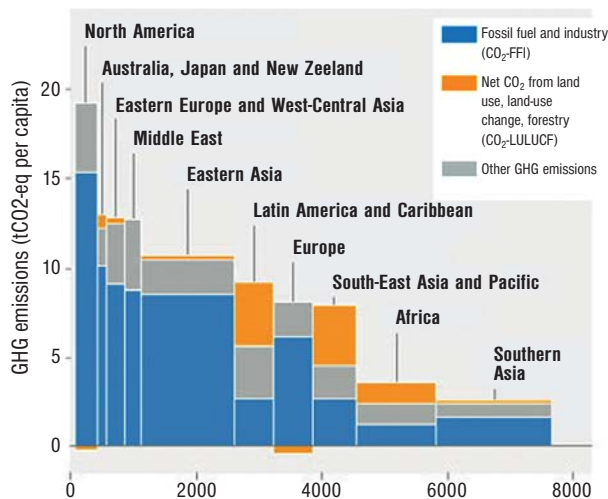
Ezek alapján azt látjuk, hogy sürgős váltásra van szükség az energiatermelés terén, és ez csak úgy valósítható meg, ha a nukleáris energiatermelés részarányát gyorsan és jelentősen felfuttatjuk a következő évtizedekben.



Projected global GHG emissions from NDCs announced prior to COP26 would make it *likely* that warming will exceed 1.5°C and also make it harder after 2030 to limit warming to below 2°C.



c. Net anthropogenic GHG emissions per capita and for total population, per region (2019)



1. ábra. Az ÜHG-kibocsátás lehetséges trendjei az IPCC 6. értékelő jelentése szerint

2. ábra. Az üvegházhatású gázok (GHG) antropogén kibocsátása régióinként a 2019-es év során a népesség függvényében (a színes területek mérete a kibocsátás össz mennyiségével arányos)

Az atomerőművek lehetőségei és a nagy erőművek „csapdája”

A kétezres évek elejéig az atomerőművek tervezése folyamatosan az egyre nagyobb esélyteljesítmény irányába haladt, aminek a motivációja elsősorban a fajlagos költségek csökkentése volt. Ehhez jöttek hozzá a fukusimai katasztrófa által indukált aggodalmak, illetve az ezek kivédésére szükségesnek látott további biztonsági megoldások. Ez hatalmas, igen összetett és igen bonyolult rendszereket eredményezett. Ezért ezeknek az erőmű-létesítéseknek az lett az elriasztó tapasztalata, hogy a tervezettnél lényegesen hosszabb idő alatt és jelentős költségtúllépéssel készültek(-nek) el. Erre az egyik eklatáns példa a finnországi Olkiluotóban közelmúltban üzembe helyezett, francia-német tervezésű EPR-1650MWe teljesítményű erőmű, amelynek az építési ideje a tervezett 5 év helyett 18 év lett, és a költségek több mint 2,5-szeresükre emelkedtek. Ez és a hasonló tapasztalatok alapján sokan úgy látják, hogy a maghasadáson alapuló energiatermelés korszaka a végéhez közeledik. (A fúziós energiatermelés korszaka viszont még el sem kezdődött.)

Az atomerőművekre általánosságban jellemző, hogy erősen beruházásigényesek, és a hozzájuk kapcsolódó ÜHG-kibocsátás is döntő többségben az építés fázisához kapcsolódik (acél és beton...). Természetesen ez a megújuló energiatermelésnél sincsen másképpen, csak hogy ott kifejezetten kis egységek (modulok) vannak, amelyek rövid létesítési időt követően azonnal megkezdik a termelést. Így a beruházónak nem kell sokat várni a megtérülésre. Tehát ezek az energiatermelő rendszerek annál környezetbarátabbak és egyben gazdaságosabbak, minél hosszabb ideig sikerül őket működtetni. Ezért érdemes az atomerőművek élettartamát „hosszabbítani”, ami alapvetően azt jelenti, hogy az eredeti tervező által garantált élettartam végén részletesen értékelni kell az egyes komponensek állapotát; amit szükséges és lehet, ki kell cserélni, és meg kell állapítani, hogy a teljes rendszer biztonságos és üzembiztos működése mennyi időre garantálható még. Számos vizsgálat támasztja alá, hogy az élettartam-hosszabbítási eljárások a leggazdaságosabb energiatermelési módszert jelentik [8].

A fentiekben alapszik az Európai Bizottság EU 2020/852-es „Taxonomy” rendelete, amely a nukleáris energiát is mint klímaba-

rát energiát szerepelteti. Ennek háttere az EU JRC kutatóintézetének tanulmánya [4], amely megállapítja, hogy a klímapolitikai célok eléréséhez jelentősen hozzájárulhat az atomenergia.

Mik is az SMR-ek?

A kis moduláris atomerőművek (Small Modular Reactor – SMR) tervezői a fentebb vázolt problémakörre igyekeznek választ találni. Ezt az igyekezetet több nemzetközi szervezet (pl. a Nemzetközi Atomenergia Ügynökség) és kormány is támogatja [5,6,7]. A „kis, moduláris atomerőművek”, SMR-ek alapvető jellemzőinek az alábbiakat tekintjük:

- a) az egy reaktorra (modulra) eső villamos teljesítmény maximum néhány száz MWe, bár az *igazán modulárisnak* tekinthető tervek esetén ez inkább max. 100 MWe (MWe: a kimenő elektromos teljesítmény MW-ban);
- b) a tervek tipikusan olyanok (de legalábbis lehetővé teszik), hogy az erőmű *több reaktormodulból* álljon, ezáltal jelentős létesítési és üzemeltetési költségek takaríthatók meg;
- c) a modulok egy erőművön belül és az egy sorozathoz tartozó erőművekben teljesen azonosak;
- d) a modulok függetlenek egymástól a termelés is biztonság szempontjából, de a lehető legnagyobb mértékben hasznosítanak közös erőforrásokat;
- e) a modulok összeállíthatók és tesztelhetők gyári körülmények között, majd egyben szállíthatók a felhasználás helyére;
- f) a modulok egyenként üzembe helyezhetők, így az erőmű hamar megkezdheti a termelést és lépésekben bővíthető;
- g) az eddigi atomerőművek tervezési és üzemeltetési tapasztalatainak hasznosítása révén a korábbiaknál modulonként lényegesen *egyszerűbb, kevesebb elemet tartalmazó rendszerek*;
- h) a biztonsági rendszerek elsősorban vagy kizárólagosan *passzív megoldásokat* alkalmaznak, így üzembiztos, baleset alkalmával a rendszerek a fizika törvényeinek engedelmeskedve, vagy csak minimális operátori beavatkozás útján kerülnek biztonságos állapotba.

A fenti tulajdonságok alapján az ilyen rendszerek építése, létesítése és üzembe helyezése lényegesen gyorsabban, hatéko-



nyabban történhet a hagyományos atomerőművekhez képest. Az első prototípusok engedélyezése lényegében nem tér el más atomerőművektől, de a sorozatok egyes elemeinek engedélyezésének már elsősorban csak a telephely megfelelésére kell koncentrálnia. Bizonyos darabszámú sorozat elérése esetén várhatóan az SMR-ek gazdaságossági mutatói is jobbakké lesznek, mint a nagy atomerőművéké.

Az is nagy jelentőségű, hogy az SMR-ek speciális klímavédelmi előnyökkel kecsegtetnek. Mivel az atomerőművek „karbonlábnyma” döntően a beépített anyagok és berendezések gyártásából származik, a kompakt konstrukciók, a kevesebb elemszám, kisebb tömegű egységek miatt az építésükhöz szükséges anyagmennyiség (elsősorban acél és beton) – szerencsés esetben még egységnyi teljesítménykapacitásra vonatkoztatva is – kevesebb lehet. Ez a CO₂-kibocsátás csökkentését eredményezi a nagy atomerőművekhez képest. A klímavédelem szempontjából szintén fontos, hogy többféle lehetőség is kínálkozik az SMR-ek rugalmas terheléskövető („Load follow”) üzemmódjára, ami által növelik a megújuló energiaforrások alkalmazásának lehetőségét. Aktívan hozzájárulhatnak a tiszta energiahordozók (pl. hidrogén vagy metán) termeléséhez is [7]. A legfontosabb pedig az, hogy az atomenergia gyors felfuttatása kizárólag az SMR-ek kiterjedt alkalmazásával érhető el.

A jelenlegi erőművektől eltérő megoldásokon, elveken alapuló SMR-tervek (negyedik generációs atomerőművek) fontos lehetőségeket kínálnak az atomenergia talán legkevésbé megoldott problémájára, vagyis a kiégett fűtőelemek, azaz a nagy aktivitású hulladék kezelésére, illetve hasznosítására is.

Az SMR-ek mint a klímavédelem kihagyhatatlan lehetőségei

A fentiekben láttuk, hogy a klímavédelmi célok eléréséhez gyors változtatásra lenne szükség az energiatermelés terén, és azt is, hogy ehhez az atomenergia fokozott alkalmazása is szükséges. Ugyanakkor az egyre nagyobb és bonyolultabb új erőművek létesítésével ez aligha érhető el, hiszen azok esetében a döntéstől az üzembe helyezésig akár két évtized is eltelhet. A gyorsított felfuttatásra azonban az SMR-ek valódi lehetőséget kínálnak azzal, hogy néhány standardizált típust lehetne számos országban párhuzamosan létesíteni, jelentős méretű sorozatok formájában.

Az SMR-ek attraktivitása az alábbiakban foglalható össze:

- A viszonylag rövid létesítési idő miatt a befektetés gyorsabban térül meg.
- A vízhűtéses reaktorokat alkalmazó SMR-ek – a számos újdonság ellenére – kiforrott technológiát alkalmaznak, magas megbízhatósági és biztonsági szint mellett.
- Az inherens biztonsági tulajdonságok és a típusengedélyezés alkalmazása miatt az engedélyezés is felgyorsítható.
- Az ipari sorozatgyártás jelentős költségcsökkentést kell, hogy eredményezzen.
- A feltörekvő, kis országok számára is elérhető, kezelhető lehetőséget jelentenek.
- Telepíthetők üzemben kívül helyezett fosszilis erőművek telephelyére, ahol már rendelkezésre áll a szükséges infrastruktúra.
- A jobb manőverezhetőség miatt megoldható a hektikusan rendelkezésre álló megújuló energiatermelési rendszerekkel való együttműködés.
- Vegyes alkalmazás lehetősége: alternatív H₂-termelés, tengervíz-sótalanítás, ipari hőszolgáltatás stb.
- A lakossággal való elfogadtatás is (remélhetőleg) egyszerűbb és problémamentesebb.

További lényeges attraktív tulajdonságként tekinthető a nagy aktivitású radioaktív hulladékok radiotoxicitásának csökkentésének lehetősége, amelyet a későbbiekben kissé részletezünk.

Biztonság

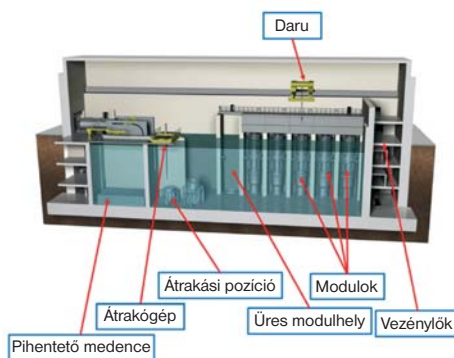
Az új SMR-tervek jelentős része olyan, hogy bármely üzemzavar, baleset, környezeti vagy természeti katasztrófa esetén is teljesül a „walk away” feltétel, azaz akkor sem történhet jelentős környezetet, lakosságot érintő hatás, ha az esemény közben vagy azt követően a rendszer hosszabb időre magára marad [9]. A passzív biztonság lényeges eleme a külső szolgáltatásoktól való függetlenség is: az a követelmény, hogy ne függjön a rendszer biztonsága a külső elektromos hálózattól, hűtővízellátástól, dízelüzemanyagtól stb. A mai technológiai lehetőségeknek köszönhetően mind a normál üzemi, mind a baleseti folyamatok modellezése sokkal megbízhatóbb és részletesebb. Ennek köszönhetően vált lehetővé, hogy a tervezett rendszerek egyszerűbbek legyenek, ugyanakkor magasabb biztonsági szintet nyújtsanak.

A jelenlegi technológiákkal lényegében azonos elvek szerint működő kompakt, passzív és nagy megbízhatóságú rendszerek „evolúciós” fejlesztési módszerek eredményei. Ilyenek például az amerikai NuScale cég VOYGR [9] rendszere mellett az argentin CAREM-25 típusok, amelyek alapelvükben a paksi erőműhöz hasonló, nyomottvízes erőművek (PWR). A BWRX-300 (GE-Hitachi) a főleg az Egyesült Államokban elterjedt forralóvízes típusba tartozik.

Az SMR-ek felépítésének és biztonságának illusztrálása

Talán a NuScale cég VOYGR-12-es típusa [9] a legalkalmasabb arra, hogy az SMR-ek lényeges jellemzőit bemutassuk (3. ábra):

- a reaktorépületben, egy talajszint alatti medencében, falakkal elválasztott rekeszekbe merülve 12 (vagy 4–6) reaktor-modul helyezkedik el, amelyek egyenként 60–75 MWe teljesítményt szolgáltatnak;
- a reaktormodulok külső burka egy-egy nagy nyomásra tervezett konténment-tartály (ezek a tartályok merülnek a medence rekeszeibe), amely tartályokból csak a tápvíz- és gőzvezetékek, valamint az ellenőrzéshez és vezérléshez szükséges kábelek ágaznak ki;
- a konténmenten belül a legnagyobb egység a gőzfejlesztővel egybeépített reaktortartály;
- a reaktor és a gőzfejlesztő között a primer hűtőközeg normál üzemben is természetes cirkulációval kering;
- üzemanyag-átrakáskor, karbantartáskor az adott konténment-tartályt leválasztják a külső csatlakozásairól, és a teljes



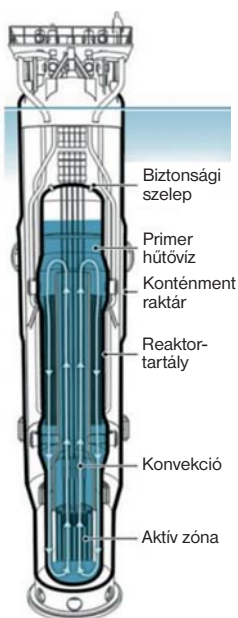
3. ábra. A NuScale VOYGR-12 SMR rendszerének hosszmetzeti képe 6 modulhellyel, amelyből 5 van betöltve



modult egyben átemelik a medencén belül a karbantartó pozícióba, ahol szétszerelik és elvégzik a szükséges műveleteket, miközben a többi modul zavartalanul üzemelhet;

- a modulokat közös vezérlőteremből irányítják.

A 4. ábra egy modul szerkezetét szemlélteti. Kisebb üzemi-
varok esetén a maradványhő elvonása operátori beavatkozás nélkül, természetes cirkulációval, a konténment falán elhelyezett lehűtő radiátorokon keresztül valósul meg, illetve a reaktortartály integrálásának elvesztése esetén a konténment falán keresztül, a medence vizének adódik át a maradványhő. Ez a megoldás még azt követően is biztosítja a megfelelő hőelvonást, hogy (kb. 30 nap után) a medence vize teljesen elpárolog, mivel addigra a maradványhő már annyira lecsökken, hogy a léghűtés is elegendő. Mindez azt jelenti, hogy a rendszer kielégíti az ún. „walk-away” feltételt. Lényeges az is, hogy mivel minden biztonsági rendszer teljesen passzív, így a rendszer biztonságos állapotának megtartása nem függ semmi külső kapcsolattól, például elektromosenergia-ellátástól, hűtővíztől. Ez a lehető legmagasabb szintű biztonsági követelmény, amelynek sem a jelenlegi atomerőművek, sem más ipari rendszerek nem felelnek meg.



4. ábra. A NuScale modul felépítése. A modul magassága kb. 10 m

A teljesen új elveken nyugvó SMR-rendszerek tervei általában még közel sem ennyire kidolgozottak, de ezek biztonságával kapcsolatban is megállapíthatjuk, hogy hasonló célokat tűznek ki, mint amit fentebb körvonalaztunk.

Engedélyezési kérdések

A Nemzetközi Atomenergia Ügynökség (NAÜ, angolul IAEA) jelentős erőfeszítéseket tesz arra, hogy a nemzeti hatóságokat felkészítse az SMR-ek engedélyezésére, hogy segítse azok gyorsabb elterjedését [50]. A NAÜ hangsúlyozza, hogy az SMR-ek engedélyezésének előmozdítására technológiasemleges szabályozást kell létrehozni és alkalmazni. A NAÜ külön projektet is indított arra, hogy vizsgálja a jelenlegi biztonsági szabványok SMR-re való alkalmazhatóságát, és a rendszeres felülvizsgálati szempontok közé bekerültek az SMR-re vonatkozó sajátosságok is.

Az Európai Unió is magas szinten támogatja az SMR-eket, miután az Európai Bizottság által végeztetett elemzések alapján az Unióban a klímasemlegesség csak úgy érhető el, ha a nukleáris erőművi kapacitás nem csökken a jelenlegi érték alá [4]. Az elemzések megmutatták, hogy az európai szinten sikeres közös stratégia alapvető elemei a következők:

- egységes európai tervek, lehetőleg európai tervezőtől,

- engedélyekkel rendelkező európai beszállítói lánc,
- tagországok között harmonizált engedélyezési feltételek,
- közös európai finanszírozási modellek a K+F területen SMR-témában.

Ennek érdekében egy EU-szintű együttműködési program létrehozását tervezik, amelyet az Európai Bizottság támogat. A programban egyaránt képviseltetik magukat a nemzeti hatóságok, az ipari szereplők és a kutató-fejlesztő intézmények. Az EU-szintű egységes engedélyeztetés kialakításánál kihívást jelent egyrészt, hogy az eltérő reaktortípusok között jelentős technológiai különbségek vannak, másrészt, hogy a tagországok jogi szabályozása is jelentős eltéréseket mutat. A harmonizálás előkészítése érdekében Csehország, Románia, Franciaország és Finnország hatóságai tesztfeladatként egy-egy már létező SMR-terv értékelését határozták el, és az együttműködéshez szándéknyilatkozatot írtak alá. Az előzetes engedélyeztetés (típusengedély) lehetősége és a mélységi védelem elvének SMR-ekre való adaptálása gyorsíthatja az engedélyezési folyamatokat. Az engedélyezés kiemelt figyelmet kell, hogy fordítson a vészhelyzeti tervezési zóna szabályozására is. Egyes SMR-típusok esetében a biztonsági elemzések azt támasztják alá, hogy súlyos baleset bekövetkezése kizárható. Ilyenkor akár nincs is szükség vészhelyzeti tervezési zónára.

Újabb fejlesztések (negyedik generációs tervek) és azok speciális lehetőségei

A negyedik generációs tervekre és prototípusokra jellemző, hogy a hagyományos atomerőműveknél magasabb hőmérsékleten működnek, ami önmagában is kedvezőbb termikus hatásfokot biztosít. Ezen túlmenően ezek speciális tulajdonságokkal rendelkeznek: például alkalmazásuk nem teszi szükségessé az urán 235-ös izotópjának dúsítását, hanem akár természetes uránból vagy tóriumból lehet megtermelni a hasadóképes Pu-239, illetve U-233 izotópokat.

Három alapvető konstrukciós megoldás ismeretes: a magas hőmérsékletű gázhűtéses (HTGR), a folyékonyfém-hűtésűek (LMFBR) és a sóolvadékos (MSR) reaktorok [11]. Az új fejlesztésekről Király Márton és Radnóti Katalin cikkében olvashattak az előző oldalakon.

Az MSR (sóolvadékos) reaktorok különösen nagy ígéretet jelentenek ebből a szempontból (is), mert azok reaktortartályait és konténmentjeit (a reaktort és rendszereit a környezettől elzáró szerkezetet) nem kell nagy nyomásra tervezni. Az MSR-en belül az SSR altípus (Stable Salt Reactor, SSR) [12,13] – ahol az üzemanyag és a radioaktív anyagok nem keringenek együtt a hűtőközeg szerepét játszó sóolvadékkal, hanem külön csövekben vannak elhelyezve – további egyszerűsítést jelent, hiszen a primer körű hőt átadó rendszerben (gőzfejlesztőkben) nincs radioaktív anyag, így azok nem igényelnek biológiai védelmet. Az egységnyi teljesítményre vonatkoztatott helyigény és anyagigény tekintetében – a tervek szerint – ezek a típusok a legtakarékosabbak.

Sajátos lehetőséggel bír a kanadai Moltex Energy cég SSR-W típusa, amely nemrég nyerte el az előzetes típusengedélyt a kanadai hatóságtól [14]. Ebben a modellben mind az üzemanyag, mind a hőátadó anyag nátrium-kloridból és bizonyos redoxpotenciál-csökkentő adalékanyagokból áll, ahol az üzemanyag maga is a megfelelő lantanida/aktinida-kloridok formájában van jelen. Megfelelő újrafeldolgozási (reprocessálási) háttérrel mellett lehetővé teszi, hogy a kiegészítő üzemanyagban megmaradó és keletkező hasadóképes anyagokat (uránt és transzuránokat) tovább égesse. Amennyiben ilyen reaktorok je-



lentős mértékben elterjednének, lehetővé válna, hogy – amellet, hogy jelentősen megnövekedne a hasadóanyag kihasználtsága és ezáltal csökkentenének a bányászati igények – a visszamaradó nagy aktivitású hulladékban a nagyon hosszú felezési idejű, tartósan nagy radiotoxicitású anyagmennyiség is jelentősen lecsökken. Az újrafeldolgozás közben elválasztott nagy radiotoxicitású (hosszú felezési idejű és jelentős hozamú) hasadási termékeket is vissza lehet helyezni a reaktorba, és ezek az izotópok a neutronbesugárzás hatására rövidebb felezési idejű izotópokká alakulnak. Mindamellet a tervezők értékelése szerint egy ilyen reaktor létesítése lényegesen olcsóbb, mint a folyékonyfém-hűtésű gyorsreaktoroké. Így a hulladék hosszú távú eltemetésének problémája is jelentősen egyszerűsödne, mivel ha a nagy aktivitású hulladék mennyisége jelentősen lecsökken, és a hulladék nem tartalmaz jelentős mennyiségű transzurán- és más hosszú felezési idejű izotópot ([4], 103. oldal), akkor már nem több, mint kb. 1000 év biztonságos tárolás elegendő ahhoz, hogy a hulladék aktivitása a természetben előforduló uránérccek aktivitásával összemérhetővé váljon. A szándék szerint, amit a kanadai kormány is támogat, a közeljövőben megkezdik a prototípus engedélyeztetését és létesítését, amelyet (a későbbi sorozatban építendő SSR-W-ekkel együtt) a kanadai CANDU reaktorok kiégett fűtőelemeinek újrahasznosítására kívánnak alkalmazni az energiatermelésen túlmenően.

Kilátások, potenciális hatások

Úgy tűnik, számos nemzetközi szervezet (NAÜ, WNA, OECD/NEA, ENSREG, WENRA) elhatározta, hogy érdemes elindulni az SMR-ek elterjesztése útján, és már különböző konkrét lépéseket is tettek az adott szervezet hatáskörének megfelelően. Egyre több ország döntéshozó politikusai és befolyásos személyiségei (pl. USA, Kanada, Oroszország, Kína, Franciaország, Belgium, Lengyelország, Románia, Szlovákia, Csehország, Észtország) komolyan gondolják, és már lépéseket is tettek arra, hogy belátható időn belül SMR-eket létesítsenek. Láthattuk, hogy sok szereplő próbál különböző tervekkel beszállni a versenybe, azonban a jelenlegi kis számú üzemelő vagy épülő SMR azt mutatja, hogy a felfuttatáshoz előbb ki kell, hogy épüljön a stabil fejlesztői és ipari háttér, és kormányzati támogatás is szükséges lehet [2,3].

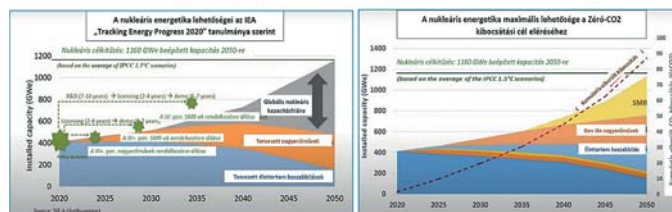
Az EU jogrendje és a vonatkozó nemzetközi egyezmények (Nuclear Safety Directive, Espoo-i, Aarhusi stb.) felülvizsgálatának érdekében az európai együttműködés az információgyűjtés fázisában tart. Távlati célként azt határozták meg, hogy a 2030-as évek elejére elkészüljön az európai SMR koncepciója és kialakuljon a megfelelő jogi és ipari környezet. Ugyanakkor, az OECD/NEA szerint ez esetleg túl lassú lehet a klímavédelmi célok elérésének szempontjából (lásd **1.** és az **5. ábrát!**).

Az **5. ábrán** bemutatott két grafikon szemlélteti a világ nukleáris energiatermelésének várható (vagy kívánatos!) alakulását a következő évtizedekben. Mindkettőből kitűnik, hogy az OECD az SMR-eknek jelentős szerepet szán. A könnyűvízes SMR-ek már 2030 előtt is jelentékeny részt vállalhatnak, de 2030 után egyre nagyobb mértékben kell, hogy belépjenek a más elveken alapuló konstrukciók is (negyedik generációs tervek).

Magyarország jelenlegi stratégiájában csak az SMR-projektek nyomán követése szerepel. Magyarország a méretéhez képest a jelentősebb nukleáris programmal rendelkező országok közé tartozik, azonban a meglévő és a tervezett paksi blokkokhoz kapcsolódó tevékenységek lekötik az ország az irányú erőforrásainak nagy részét. Mivel az SMR-ek klímavédelmi és más előnyei nem

OECD/NEA a COP26-on

Az IEA tanulmánya alapján, a nukleáris energiatermelés jövőbeli lehetőségeiről:



A cél csak további élettartam-hosszabbításokkal és az SMR-ek felfuttatásával érhető el!

5. ábra. A nukleáris energiatermelés globális alakulása a következő 30 év során [47]

vitathatók, hosszabb távon számolni kell hazai SMR létesítésével is. Ezért fontos, hogy mind a hazai szakemberegáda, mind a politikai döntéshozók folyamatosan képen legyenek.

Összegzés

A klímavédelmi célok elérése érdekében egyre több szereplő egyetért abban, hogy a nukleáris energiatermelés felfuttatása szükségszerű. A nagy erőművek létesítése azonban egyre vontatottabban halad, különösen a fejlett, nyugati országokban. Ennek legfőbb oka abban állhat, hogy az egyre növekvő biztonsági elvárások miatt az alapvetően több évtizeddel ezelőtti koncepciókon nyugvó tervek egyre bonyolultabbá váltak. Így mára már elengedhetetlen, hogy tiszta lapról induló, új koncepciókon nyugvó terveket dolgozzanak ki. Megalapozottnak látszik, hogy a kis, moduláris reaktorokon alapuló rendszerek gazdaságosabbak, biztonságosabbak a hagyományos nagyerőműveknél, és – nem utolsósorban – alkalmazásuk lehetővé teszi a nukleáris energiatermelés viszonylag gyors felfuttatását. Ezt jelenleg a legkidolgozottabb terveken alapuló könnyűvízes (nyomott és forraló) technológiák ígérik, hiszen a viszonylag kis modulok sorozatgyártással lényegesen olcsóbb, megbízhatóbb és a befektetők számára gyorsabb megtérülést biztosító megoldást jelentenek.

A fejlettebb, újszerű negyedik generációs technológiák fokozatos beléptetése – közép- és hosszú távon – további előnyökkel kecsegtet elsősorban a zárt üzemanyagciklus és a tóriumciklus széles körű bevezetésével, valamint a nagy aktivitású hulladék mennyiségének jelentős csökkentése által.

IRODALOM

- [1] Nuclear energy, climate change and COP27
- [2] IPCC Sixth Assessment. <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/>
- [3] D. Cameron, Director OECD/NEA: Charting a Path Toward on Affordable Electricity Mix in a Net Zero Future. <https://www.youtube.com/watch?v=dYNS4RNKPMa>
- [4] S. Abousahj et al.: Technical assessment of nuclear energy with respect to the 'do no significant harm' criteria of Regulation (EU) 2020/852, JRC Science for policy report, 2021.
- [5] Advances in Small Modular Reactor Technology Developments A Supplement to: IAEA Advanced Reactors Information System (ARIS). SMR Book 2020 Edition
- [6] Small Modular Reactors: A new nuclear energy paradigm (Preprint) IAEA 2022. https://nucleus.iaea.org/sites/smr/Shared%20Documents/SMR%20Booklet_22-9-22.pdf
- [7] WNA: Small Nuclear Power Reactors, March, 2023.
- [8] OECD/IEA: Projected Costs of Generating Electricity, 2020 Edition.
- [9] NuScale: <https://www.nuscalepower.com/en/products/voygr-smr-plants>
- [10] NRC Certifies First U.S. Small Modular Reactor Design January 20, 2023. <https://www.energy.gov/ne/articles/nrc-certifies-first-us-small-modular-reactor-design>
- [11] Molten salt reactors. <https://world-nuclear.org/information-library/current-and-future-generation/molten-salt-reactors.aspx>
- [12] MOLTEX: Moltex is developing a suite of reactor technologies that can be deployed individually or jointly. <https://www.moltexenergy.com/technology-suite/>
- [13] Wikipedia: Stable salt reactor. https://en.wikipedia.org/wiki/Stable_salt_reactor
- [14] <https://www.moltexenergy.com/molten-completes-phase-1-of-cnsc-vendor-design-review-2/>



Kovács Lajos

■ Szegedi Tudományegyetem, SZAOK Orvosi Vegytani Intézet

Tudományos séták Európában

Hargittai István és Magdolna tudománytörténeti írásai mind idehaza, mind külföldön jól ismertek. A szerzőpáros könyveinek és folyóiratcikkeinek sajátos műfaját képviselik azok az angolul és magyarul megjelent művek, amely Budapest, New York, Moszkva, London és újabban Washington tudományos emlékeit mutatják be. Ezek a művek a tudománytörténet, az útikalauzok és a visszaemlékezések érdekes elegyét képviselik. A *Magyar Kémikusok Lapja* szerkesztőitől azt a megtisztelő felkérést kaptam, hogy a hazai és külföldi tanulmányutaim során meglátogatott helyekről hasonló stílusban számoljak be. Természetesen az én beszámolóim sem terjedelmében, sem mélységében nem versenyezhet az említett szerzőpár műveivel, már csak azért sem, mert tőlük eltérően én nem kerestem szisztematikusan az emlékhelyeket, csupán összegyűjtöttem azokat, amelyek elem kerültek, és az írást kiegészítettem a szükséges információkkal. Mindez azonban még így is érdekes lehet, hiszen ezekkel a tudomány-, technika-, művelődés- és művészettörténeti emlékekkel ebben az összeállításban csak én találkoztam.

Hajdúszoboszló és Debrecen

Szülővárosomnak (Hajdúszoboszló) több híres tudós született. Kenézy Gyula (1860–1931) szülész-nőgyógyász professzor, számos tisztsége közül rektor, a négy karral induló debreceni egyetem alapításának kezdeményezője, fejlesztésének kormánybiztosa volt (1. kép). Nevét Debrecenben kórház, szülővárosában utca viseli.

Hógyes Endre (1847–1906) rendkívül invenciózus kutatóorvos volt. Kutatási eredményei magában foglalták a szemidegpályák vizsgálatát, a vese működését. Legjelentősebb sikerét a vesztesség elleni oltóanyag előállításával és továbbfejlesztésével érte el, amely nemzetközileg is ismertté tette nevét. 1890-ben létrehozta a budapesti Pasteur-intézetet és mellette egy kórházat. Végaka-

1. kép. Kenézy Gyula emléktáblája. Hajdúszoboszló, Szilfakalja utca 1–3. (Fekist, CC BY-SA 4.0)



rata szerint Ferenc testvérével együtt a hajdúszoboszlói református egyháznál tízezer koronás alapítványt hoztak létre, amelyek kamatából egy szegény, de tehetséges helybeli fiatal tanulmányait kívánták támogatni (2. kép).



2. kép. Hógyes Endre mellszobra a róla elnevezett gimnázium előtt. Hajdúszoboszló, Rákóczi u. 44. (A szerző felvétele)

Tudomány, technika és képzőművészet találkozott a hajdúszoboszlói születésű Oborzil Edit (1921–1996) és férje, a Szegeden született Jeney Tibor (1923–1995) képző- és iparművészek munkásságában. Az alumínium építőművészeti felhasználása közben fedték fel, hogy a szokásos, általában bronzból öntött harangok helyettesíthetők a könnyebb és egyszerűbben készíthető alumíniumból, illetve annak ötvözetéből készült öntvényekkel. További fontos felfedezés volt, hogy az alumíniumharangok csak akkor szólnak jól, ha a harangtest nem teljesen tömör, hanem rések vannak rajtuk. Ez tovább csökkentette a harangok tömegét, és egyúttal lehetővé tette, hogy az egyes harangok különböző hangmagasságokban szólaljanak meg. Az egyedülálló felfedezést magyar és amerikai szabadalommal védték. 1988-ban az ausztráliai Brisbane-ben is bemutatták a világkiállításon. Oborzil Edit végrendeletében 50 darab résharangját a szülővárosára hagyta azzal a kikötéssel, hogy meghatározta, milyen módon mutassák be azokat az érdeklődőknek. Sajnos a város sokáig halogatta a pro-



SÉTÁK A TUDOMÁNY KÖRÜL

jekt megvalósítását, és a 2000-ben épült szabadtéri Harangház előtt az örökhatvány szándékától – a harangok nem szólaltathatók meg (3. kép).



3. kép. Oborzil–Jeney-féle résharang a hajdúszoboszlói Harangház előtt (A szerző felvétele)

Nem Hajdúszoboszlón született, de a fürdőváros életében fontos szerepet töltött be Pávai Vajna Ferenc geológus (1886–1964, 4. kép). Pávai Vajna nem túl sikeres szénhidrogénipari kutatásainak mellékterméke az alföldi hévizek felfedezése volt: Hajdúszoboszló neki köszönheti gyógyvizét és ebből fakadó felvirágzását, szintén a nevéhez fűződik Karcag-Berekfürdő, Debrecen és a szege-di Anna-forrás hévizeinek a feltárása is. Hajdúszoboszló díszpolgárává választotta és a városi temetőben helyezte örök nyugalomra a kutatót.

Hajdúszoboszló szülőttei közé tartoznak az NMR-kutatások hazai és nemzetközi viszonylatban is elismert kutatói, Szilágyi László és Batta Gyula, akik tanárim és később kollégáim voltak

4. kép. Pávai-Vajna Ferenc emléktáblája a hajdúszoboszlói termálfürdő falán. Somogyi Árpád alkotása (Nyar94, CC BY-SA 4.0)



a Kossuth Lajos Tudományegyetemen (2000 óta Debreceni Egyetem). A debreceni NMR-iskola harmadik jeles képviselője, Erdődiné Kövér Katalin (1956–2023) nemrég hunyt el, halála komoly veszteség az egyetemes tudomány és mindenki számára, aki ismerte és tisztelte őt.

Tanulmányaimat Debrecenben, az Erdey-Grúz Tiborról elnevezett Vegyipari Szakközépiskolában kezdtem, majd a már említett Kossuth Lajos Tudományegyetemen folytattam. Debrecen számos híres tudóssal büszkélkedhet, a régi idők legismertebbike a



5. kép. Hatvani István szobra, Debrecen, Egyetem tér 1. Varga Imre alkotása (szallas.hu)

Debreceni Református Kollégium „ördögös” tanára, Hatvani István (1718–1786) volt. Szobra az egyetem kémiai épülete előtt látható (5. kép). A szobor igen „népszerű” a városban, a gyertyatartót rendszeresen el szokták lopni...).

Csehszlovákia/Csehország

1987-ben a Csehszlovák Tudományos Akadémia Szerves és Bio-kémiai Intézetében Antonín Holý (1936–2012) laboratóriumában nukleobázisok kutatásával foglalkoztam. Az intézet az akkori keleti tömb egyik legrangosabb



6. kép. A nukleinsavak kutatásának doyenje, az amerikai Marvin H. Caruthers (j) Kupihár Zoltán társaságában Český Krumlovban 2022. június 8-án (A szerző felvétele)

kutatóhelye volt, amelyet világszerte elismertek. A szemben álló politikai tömbök hermetikus elzártsága nagyon megnehezítette a kutatást és a volt szocialista országok kutatói csak ritkán tudtak nyugati konferenciákon részt venni. Ezt Holý és munkatársai úgy hidalták át, hogy olyan nukleinsavakkal foglalkozó konferenciasorozatot szerveztek, amelyre rendszeresen meghívták a terület legismertebb képviselőit a nyugati országokból, és így ez a terület egyik legrangosabb rendezvényévé nőtte ki magát. A konferenciasorozat azóta is folytatódik, a legutóbbi (18.) alkalommal az UNESCO-világörökség részeként számontartott Český Krumlovban rendezték meg (6. kép).



7. kép. Jaroslav Heyrovský szobra szülőházánál, Prága, Kaprova 2/Křižovnická 14. (Jiří Matejiček felvétele)

Prága számos híres kutató székhelye volt, a legismertebbek közé tartozik a polarográfia kifejlesztésért Nobel-díjjal (1959) jutalmazott Jaroslav Heyrovský (1890–1967, **7. kép**).

Egy másik csehországi helyszín, ahol többször megfordultam, Brno, itt a Masaryk Egyetemen Radek Marek kutatóval alakítottam ki szakmai kapcsolatot. Morvaország fővárosa jelentős szellemi központ, többek között Johan Gregor Mendel (1822–1884, **8. kép**), Ernst Mach, Kurt Gödel, Bohumil Hrabal és Milan Kundera szülőhelye.



8. kép. Gregor Mendel szobra a brnoi Szt. Tamás kolostorban (David Fankhauser felvétele)

Svájc

A Zürichi Egyetemen 1990–91-ben másfél évet töltöttem Manfred Hesse laboratóriumában, pókmérgeket állítottam elő. Zürich az európai szellemi élet egyik fontos központja, amit a városban született, ott tanuló vagy dolgozó Albert

Einstein, Conrad Röntgen, Neumann János, Rosenkranz György, Felix Bloch, Peter Debye, Erwin Schrödinger, Wolfgang Pauli, Hermann Weyl, Thomas Mann és James Joyce neve is fémjelez (**9. kép**).



9. kép. James Joyce síremléke Zürich-Fluntern temetőjében (Alex-David Baldi felvétele)

Skandinávia

Dánia

1993-ben az Odensei Egyetemen (1998 óta Dél-dániai Egyetem) Erik Bjerregaard Pedersen laboratóriumában nukleozidok előállításával foglalkoztam. Odense többek között Brno testvérvárosa, a meseíró Hans Christian Andersen (1805–1875, **10. kép**) és Carl Nielsen zeneszerző szülőhelye.

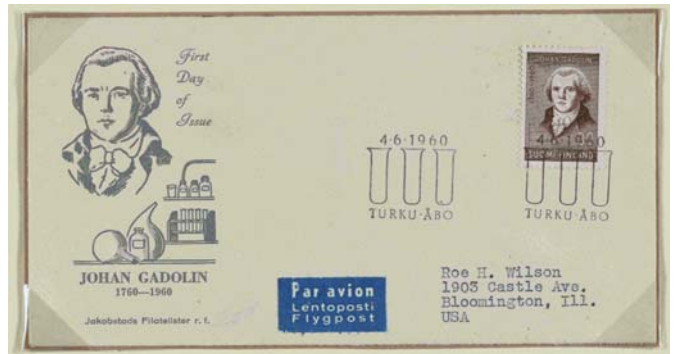
Finnország

Néhány éve a Turku Egyetem munkatársaival, Harri Lönnberg és Pasi Virta professzorokkal kezdeményeztem együttműködést nukleinsavak vizsgálatára. Turkuban található Finnország egyetlen svéd nyelvű egyeteme, az Åbo Akademi, amely a Turkuban született Johan Gadolinról (1760–1852) nevezte el egyik kutató-



10. kép. Hans Christian Andersen szobra Odensében (Pedro Cambra felvétele)

központját (Åbo Turku svéd neve). Gadolin ritkaföldfém-oxidok tanulmányozása közben fedezte fel az ittrium-oxidot, nevét egy ásvány és a róla elnevezett kémiai elem őrzi (**11. kép**).



11. kép. Emlékbélyeg és boríték Johan Gadolin születésének 200. évfordulójára (Witco Stamp Collection, Box 1, Science History Institute, Philadelphia)

Skócia

2002 és 2004 között az Edinburgh-i Heriot–Watt Egyetemen kuttattam Nicola Marie Howarth laboratóriumában a Wellcome Trust támogatásával. Az egyetem névadói a skót George Heriot ékszerész (1563–1624) és James Watt (1736–1819) feltaláló és mérnök, a gőzgép tökéletesítője. Watt szobra az egyetem épülete előtt látható (**12. kép**).



12. kép. James Watt szobra a Heriot–Watt Egyetem előtt (A Heriot–Watt Egyetem felvétele)



SÉTÁK A TUDOMÁNY KÖRÜL

Edinburgh gazdag tudományos emlékekben, méltán nevezték észak Athénjének, itt jelent meg az *Encyclopaedia Britannica* első kiadása (melyet számos további követett). Edinburgh, a teljesség igénye nélkül, híres írók (Sir Arthur Conan Doyle, J. K. Rowling, Sir Walter Scott), feltalálók és kutatók (Alexander Graham Bell, Max Born, Charles Darwin, Peter Higgs, Ian Wilmot, John Napier, James Clerk Maxwell, Sir David Brewster) szülőhelye, tanulmányainak vagy tevékenységének a színhelye volt. Az egyik alkalommal a lakásom közelében sétálva találkoztam Sir James Young Simpson szülésorvos (1811–1870) emléktáblájával, amely a kloroform általa felfedezett érzéstelenítő hatásáról emlékezik meg (13. kép). A város közelében kirándulva a Nobel-díjas Charles

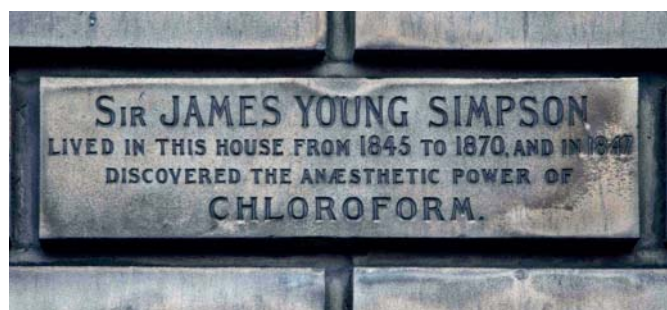


14. kép. A Wilson-féle ködkamra emléktáblája Edinburgh közelében, Easter Howgate, Midlothian (Jim Barton felvétele)

méter átmérőjű forgókerék segítségével. A forgókerék két, egymással szemben elhelyezett vízzel teli teknőt mozgat úgy, hogy azok a hajókkal és utasokkal együtt gondosan ki vannak egyensúlyozva, így mindössze nyolc teáskannányi víz felforralásához szükséges energia befektetésével helyet cserélhet a két hajó, és a zsilipek kinyitása után folytathatja útját az adott csatornán (15. kép).



15. kép. A Falkirki kerék panorámaképe (Cameron Lyall, CC BY-SA)



13. kép. A kloroform érzéstelenítő hatásának felfedezését ismertető tábla Edinburgh-ban, a Queen Street 52. alatt (A Royal College of Physicians of Edinburgh felvétele)

Thomson Rees Wilsonnak (1869–1959) a részecskekutatásban fontos szerepet játszó ködkamrájáról találunk emléktáblát (14. kép).

Szintén Edinburgh közelében található a Falkirki kerék (*Falkirk Wheel*), amely a Falkirk és Edinburgh között húzódó Union-csatornát, valamint a Falkirk és Glasgow közötti Forth- és Clyde-csatornát összekötő hajólift. Az ott-tartózkodásom idején, 2002-ben II. Erzsébet királynő által átadott műszaki remekmű a két csatorna közötti 24 méteres magasságkülönbséget hidalja át egy 35

16. kép. A szegedi Dóm tér délnyugati oldala az árkád alatt található emlékművekkel (Beroesz, CC BY-SA 2.5)





Szeged

Nem lenne teljes ez a körkép, ha nem említeném meg Szegedet, ahol élek és dolgozom. A város Dél-Alföld szellemi központja, a történelem, a kultúra és a tudomány számos képviselőjének örökségét viseli. A központban található Dóm teret körülölelő árkád szinte nemzeti panteonnak tekinthető, az árkádok alatt III szobor és emlékmű található (16. kép).

Ennek az írásnak nem lehet a feladata ezek mindegyikének az ismertetése, a természettudományos kutatók és matematikusok nevét csupán felsorolásszerűen közlöm: Apáczai Csere János, Apáthy István, Bay Zoltán, Bolyai Farkas, Bolyai János, Brassai Sámuel, Eötvös Loránd, Haár Alfréd, Herman Ottó, Hunfalvy János, Ivánovics György, Jancsó Miklós, Jedlik Ányos, Kalmár László, Korányi Frigyes, Lóczy Lajos, Rédei László, Riesz Frigyes, Segner János András, Semmelweis Ignác, Straub F. Brúnó, Szent-Györgyi Albert, Szőkefalvi-Nagy Béla Az említettek közül kétségtelenül a Nobel-díjas Szent-Györgyi Albert az egyik legismertebb. Emlékét egy mellszobor, valamint az Amerikai Kémiai Társaság és a Magyar Kémikusok Egyesülete 2002-ben felavatott emléktáblája őrzi (17. kép).

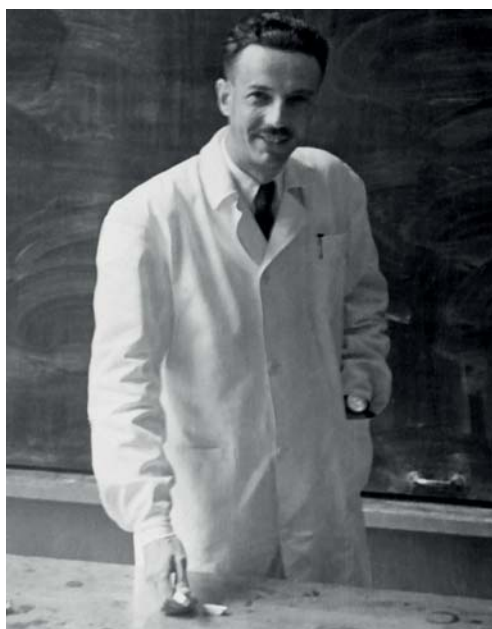


17. kép. Szent-Györgyi Albert mellszobra. Kalmár Márton alkotása, alatta az Amerikai Kémiai Társaság és a Magyar Kémikusok Egyesülete Szent-Györgyit és a C-vitamin történetét bemutató emléktáblája, Szeged, Dóm tér 8. (Váradi Zsolt felvétele)

19. kép. Emléktábla Szent-Györgyi Albertről, Szeged, Kálvária tér 7. (A szerző felvétele)



18. kép. Szent-Györgyi Albert szobra és Karikó Katalin 2021-ben, Szeged, Dugonics tér 13. (A Szegedi Tudományegyetem felvétele)



20. kép. Fodor Gábor 1955-ben. Ismeretlen szerző felvétele, Schneider Gyula archívumából

mikusok dolgoztak. Bruckner Győző (1900–1980) 1935 és 1949 között Szegeden kutatott és tanított, iskolateremtő szerves kémiai tankönyvek szerzője volt. Tanítványa volt Fodor Gábor (1915–



SÉTÁK A TUDOMÁNY KÖRÜL

2000), aki 1935 és 1938, később 1945 és 1957 között a Szerves Kémiai Tanszékén oktatott és kutatott, majd 1964-től Kanadában és az Egyesült Államokban dolgozott (20. kép). Fodor egyik elismert tanítványa, a nemrég elhunyt Schneider Gyula (1931–2021) szteroidkémikus volt. A szerves vegyipari kutatások iskolateremtő alakja, Gerecs Árpád (1903–1982) 1950 és 1955 között az egyetem alkalmazott kémiai tanszékének volt a vezetője. Szomorú



21. kép. Erdély László szülőházának emléktáblája, Szeged, Szent Miklós u. 3. (A Somogyi Károly Könyvtár felvétele)

A városban található további tudományos emlékek közül meg kell említenem a polihisztor analitikai kémikus, Erdély László (1910–1970) szülőházát bemutató táblát (21. kép) és a Magyar Elektrotechnikai Egyesület Szegedi Szervezetének kezdeményezésére Jedlik Ányos tiszteletére állított szobrot (22. kép).

aktuális, hogy a Szegedi Tudományegyetem Kémiai Intézete rövidlátó módon jelenleg ennek a szerves kémiai hagyománynak a háttérbe szorításán munkálkodik.

A városban található további tudományos emlékek közül meg kell említenem a polihisztor analitikai kémikus, Erdély László (1910–1970) szülőházát bemutató táblát (21. kép) és a Magyar Elektrotechnikai Egyesület Szegedi Szervezetének kezdeményezésére Jedlik Ányos tiszteletére állított szobrot (22. kép).



22. kép. Jedlik Ányos szobra Szegeden, Bánvölgyi László alkotása, a Damjanich utca és a Kossuth Lajos sugárút kereszteződésében (Kozma János felvétele)

A városban található további emléktáblákról az érdeklődők a Somogyi-könyvtár összeállításából tájékozódhatnak (<http://virtualis.sk-szeged.hu/emlektablak/index.html>).



Kutasi Csaba

A Nemzeti Atlétikai Stadion membránszerkezete és egyéb textilanyagok a budapesti atlétikai világbajnokságon

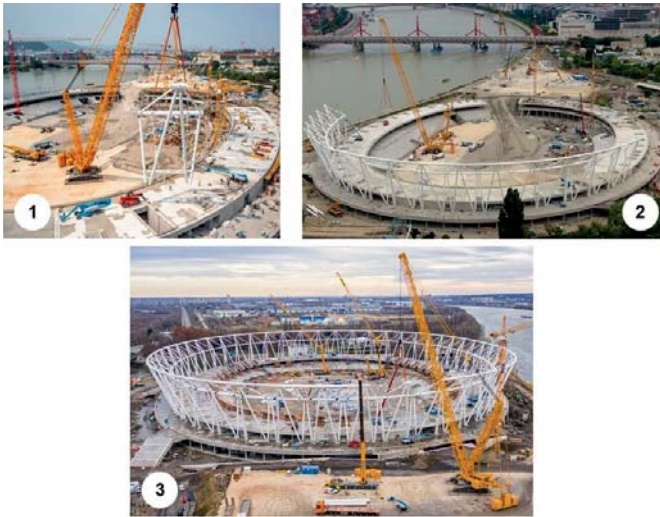


WORLD ATHLETICS
CHAMPIONSHIPS
BUDAPEST 23

zetéptési munkáihoz közel 100 000 köbméter földet termeltek ki.

A Nemzetközi Atlétikai Szövetség által szervezett szabadtéri atlétikai világbajnokságra 2023. augusztus 19–27. között kerül sor Budapesten, a Csepel-sziget északi részén, a Ráckevei-Soroksári Dunaág és a Duna part mellett az újonnan épült Nemzeti Atlétikai Stadionban. A stadion szerke-

A cölöpök alapozáshoz 1200 tonna betonacélt, körülbelül 13 000 köbméter betont használtak fel. Az ún. felszerkezet (gerendarácsok és fejtömbök) 4300 tonna betonacélból és megközelítőleg 40 000 köbméter betontól készült. Az acél- és a kábeltető szerkezet megvalósítását a bim.GROUP vezette, a 27 ezer négyzetméteres membránszerkezetet a győri Graboplan-Industrie Kft. gyártotta és helyezte fel. Az atlétikai világbajnokságon használt egyes sporteszközök, valamint kiegészítők is kapcsolatosak a textilszakmával.



A stadionépítés fázisai

„Tetőfedés”

A tetőfedő membrán szerkezetet (kb. 27 000 m²) a győri *Graboplan-Industrie Kft.* készítette, a Napur Architect Kft. terve alapján.

Az egyes membránelemek szabása számítógép-vezérelt szabásgépen történik (ha több egyforma elem szükséges a konfekcionáláshoz). Az egyedül formák esetében (mint most is) a szabást továbbra is manuálisan, kézi vágógéppel hajtják végre. Az idomok egyesítését speciális gépeken és technológiával végzik, 22 db nagyfrekvenciás *hegesztőgép*, 12 db speciális nagy teljesítményű *vasalógép* áll rendelkezésre.

Az alapanyagok tesztelését a saját *anyagvizsgáló laboratórium* látja el. Ilyen például a beérkező méteráru-alapanyagok nyúlás-, szilárdsági (szakító- és tépőerő) vizsgálata. Külön kontrollálják a textilalapú anyagok és a hegesztési varratok különböző hőmérsékleten történő változásait, a rögzítések húzó- és szakítószilárdságát is. Ezenkívül átvilágítással is ellenőrzik a beérkezett membránfelület hibamentességét.

A membrán összetevőinek jellemzői

Az üvegszálak tulajdonságainak részletezése előtt célszerű kitérni a különböző szálanyagok általános fizikai jellemzőit meghatározó belső szerkezeti eltérésekre. A szerves polimerekből húzott szálak *anizotróp* tulajdonságúak. Láncmolekuláik száltengegyel párhuzamos elhelyezkedése tökéletesen nem valósítható meg. Például az *aromás poliamidok* merev, pálcikaszerű polimerláncjai nagy szilárdságot biztosítanak, amihez a kötéstengely körüli elfordulás korlátozása is nagyban hozzájárul. A rétegformás *szénszálakban* a kétdimenziós kovalens kötések és a parakristályosság (a rácukban rövid és közepes hatótávolságú sorrend jellemző) révén nagy húzó- és nyomószilárdság érhető el. A kovalens kötések ellenére az *izotróp* kerámiaszálakra – az orientáció hiányában – kisebb modulusz (anyagra jellemző állandó, a húzó- vagy nyomófeszültség és a fajlagos nyúlás arányos összefüggése) és szilárdság jellemző.

Az első üvegszálak a 19. század végén kuriózumként már megjelentek, azonban ipari méretű előállításuk 1930 körül kezdődött. Elterjedésüket többek között a *nagy szilárdság*, a jó vegyszerállóság, a kiváló hőállóság, az *éghetetlenség*, a kismértékű nedvességfelvétel és a *mikroorganizmusokkal* szembeni ellenállás fokozta. Az üvegszál a szerves mesterséges szálak csoportjába tartozik. Ameddig a természetes és döntően a mesterséges szá-



← az 1340 °C-on olvadt üvegből húznak szálakat



↑ a képződött szálakat vízzel hűtik

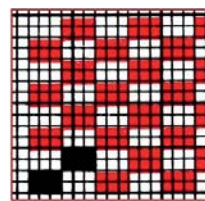
1. ábra. Az üvegszál előállítása

lak *láncmolekulákból* felépülő polimerek, addig az üvegszálakat a folytonos *térhálós szerkezet* jellemzi. Háromdimenziós, *izotróp* szerkezetűek, amorf építésűek. A stabil felépítésű üvegyanyagot szilícium-dioxid-alapú szerves polimernek is nevezik (1. ábra).

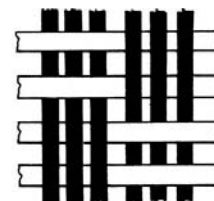
A szálgyártások során a húzott üvegszál sokszerűen hűl le, így belső feszültségek halmozódnak fel és hibahelymentes felület alakul ki. Ezzel magyarázható, hogy a tömbüveghez képest az üvegszálak rendkívül *nagy szilárdsággal* rendelkeznek (a nagy szakítóerővel rendelkező szerves polimerszálaknál kétszer erősebbek). A különböző tulajdonságú üvegszálak képzésénél a felhasználásra kerülő üveg összetételének minőségi és mennyiségi változtatásával érik el a rendeltetésnek megfelelő tulajdonságokat. A számos üvegszálváltozatot betűkkel jelölik (pl. A, AR, C, D, E, M, R, S, T).

A kompozitok vázszerkezetét főleg az *E üvegalapú* szálakat használják. Ezek tömegszázalékos összetétele: szilícium-dioxid: 50,33%, nátrium-oxid: 1–2%, kálium-oxid: 0,5%, bór-trioxid: 10–12%, alumínium-oxid: 13,15%, kalcium-oxid: 15%.

A panamakötésű (2. ábra) üvegszövet vázból álló és a kétoldali *politetrafluoretilén* bevonattal ellátott, nagy feszítávolságú membránanyag jellemzői: UV-sugárzás-állóság: 20–25 év, UV-sugárzás-áteresztés: nincs, fényáteresztés: 10–20%, öntisztuló képesség: „nagyon jó” fokozatú, tűzálló képesség: A2/B-s1, d0 (A2 – azaz nem éghető minősítésű anyag, de tartalmaz éghető anyagot; B-s1, d0 – azaz éghető anyagok, korlátozottan járulnak hozzá a tűzhez).



kötésrajz



a fonalak kereszteződése a mintaelemen belül

2. ábra. Panamakötésű szövet

1938. április 6-án *Roy J. Plunkett* hűtőközegekként alkalmazható gázokkal kísérletezett. Ennek során egy fagyasztott, préselt *tetrafluoretilén* minta ellenőrzése után ő és társai váratlan anyagot tapasztaltak, a spontán polimerizációval fehér, viaszos jellegű szilárd anyag (politetrafluoretilén) keletkezett. 1945. évi bejegyzése óta a *Teflon*®, a DuPont, a fő gyártó cég által kizárólagosan birtokolt védjegy ismert márkanévvé vált a termék kiváló egyedi tulajdonságai miatt.



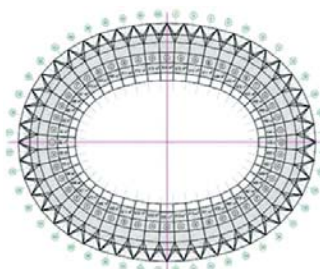
KITEKINTÉS

A tetrafluoretilén monomert gyökös láncreakcióval állítják elő, a nagy molekulatömegű politetrafluoretilént polimerizációval képezik. Szilárdsága nem nagy, ugyanakkor fajlagos sűrűsége $2,3 \text{ g/cm}^3$. Kémiailag rendkívül ellenálló (vegyszerek, szerves oldószerek nem károsítják), víz- és olajtaszító képességű [a láncvégi hidrogénatomok kivételével csak szén- és fluoratomokból áll, így a hidrophil (vízkedvelő) és a hidrofób (víztaszító) folyadékok nem nedvesítik], továbbá fény-, időjárás- és hőálló.

A tetőfedő membránfelület készítése

A stadion fedését nagy feszítávolságú membránnal (kétszer görbült felületekkel) végezték.

A szabászati terítékrajzok készítése speciális EASY 3D nemlineáris végelem-tervező programmal, az idomszabás számítógép-vezérelt automata jelölő- és vágógéppel történt. Az idomegyesítést-konfekcionálást speciális nagy teljesítményű vasalógéppel végezték (átlapolás 50–100 mm).



a tetőfedő membrán felülnézetben



egy acél és drótkötél elem membránnal fedve

3. ábra. A tetőfedés és egy eleme



4. ábra. A membránnal kialakított tetőfedés részlete két nézetből



A $233,3 \times 293,7 \text{ m}$ méretű Atlétikai stadion lefedése 8-féle típusú, összesen 48 db membránegységgel valósult meg (3–4. ábra). A szomszédos membránmezők közötti rész, a membrán- és acélszerkezet-rögzítések lezárása membránlepellet történt, helyszíni hegesztéssel (30 m magasságban hordozható eszközzel). A tetőmembrán-elemek az acélkábel szerkezethez és az acélszerkezeten kialakított peremekhez speciális alumíniumprofillal és acélbilincsekkel feszítettek.

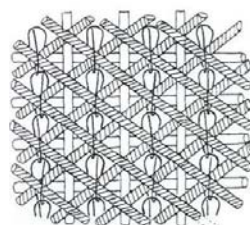
A tetőfedéshez használt építési paneleket minden egyes elem esetében más mérettel és más geometriával gyártották. A drótkötélszerkezetre felkerült elemeket rögzítés után egyenként kifeszítették. A tetőmembrán méretét megnövelő szétfeszítés után nyerte el teljes teherbírást. Nagyon fontos, hogy az acélszerkezet és a drótkötélszerkezet feszültségállapota és geometriája optimális legyen. A textilanyag nyúlása is lényeges befolyásoló tényező.

Egyéb textilvázú és -anyagú eszközök a világbajnokságon

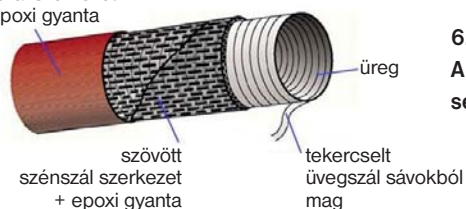
A gerely esetében fontos kialakítási szempont a kisebb amplitúdójú rezgés és a gyorsabb csillapodás elérése, amely csökkenti a gerely légellenállását, hozzásegít a nagyobb dobási teljesítmény eléréséhez. A kompozitanyagú gerely üreges vagy kis sűrűségű, általában kör keresztmetszetű; kis átmérőjű elülső és a hátsó hegy jellemzi, nagyjából közepén éri el a nagy átmérőt. Készülhet alumíniumból is. A kúpos átmérők és az általános csúcs, illetve a markolat jellemzőinek a Nemzetközi Olimpiai Bizottság követelményeit kell kielégíteni. A gerelytest egy vagy két daraból készülhet, és több aromás poliamid (pl. Kevlar®) vagy üvegszálalás előfeszített tekercsrétegből áll. Ezek egy alsó rétegből, és több, előfeszített előimpregnált textilrétegből épülnek fel. A két-részes konstrukcióban a súlyelosztás és az összetett súlypont a testen belül állítható, így a gerely hozzáhangolható az egyéni sportoló dobási jellemzőihez (5. ábra).



5. ábra. A gerely



multiaxiális szénzál szerkezet + epoxi ganta



6. ábra. A rúdugrás segédeszköze



A rúdugráshoz használt „rudat” megfelelő üveg-, illetve szén-szálból felépülő speciális textilfelületekből tekerceslik, majd a mátrix anyagát képező műgyantával átítatják és végül hőkezlik (6. ábra).



7. ábra. A szénszál előállítás

A diszkosz korongoldalai műanyagból, fából, üvegszálból, szén-szálból (7. ábra) vagy fémből készülnek, fémperemmel és fém-maggal a szükséges súly eléréséhez. A férfiaknál 2 kg súlyú (22 cm átmérőjű), nőknél 1 kg (18 cm átmérőjű) diszkoszt használnak (8. ábra).



„az atlétikát megidéző diszkosz alakzatú stadion”



diszkosz metszete



kompozit oldallemezek (szénszál és üvegszál alapú textilfelület, poliészter epoxigyanta)

8. ábra. A diszkosz

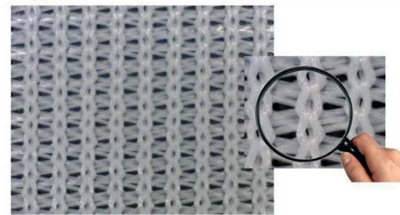


csomómentes, raschel-gépi, láncrendszerű kötött háló

9. ábra. Védőhálók

A különböző dobószámoknál alkalmazott védőhálók esetében a láncrendszerű kötőgépen készült védőhálók legnagyobb előnye a csomómentesség. Így nem akadnak össze (nem kuszálódnak), kezelésük könnyebb (mozgatásuk, felszerelésük egyszerűbb). A kötött szerkezet kialakítása szilárd, a nagy nyílásméretű hálónál sem következik be deformáció, a nyílások mérete és alakja változatlan marad. A felhasznált fonalak általában poliészter, polietilén, polipropilén összetételűek (9. ábra).

Fentieken felül természetesen textiltermékek a sportolók ruházatai, a rajtszámok és a bírói zászlók is stb. Továbbá számos kiegészítő eszköz is textil-vázszerkezetű kompozit.



poliészter láncrendszerű kötött kelme

10. ábra. Zászlók jellemző alapanyaga

A kültéri zászlók kelmealapanyagai főként láncrendszerű kötött (pl. zsinórfektetéses és háromugrásos féltrikó-fektetésű kelmeszerkezet kombinációjával) előállított poliészter kelmékből készülnek. Az ilyen szerkezetű textilfelületek mindkét kelmeirányban minimális nyúlásúak, alacsony területi sűrűségűek (kb. 110 g/m²) és a csapadéktól átnedvesedett zászlók gyorsan száradnak. A különböző kémiai mintázások kétoldalas kivitelezésére is kedvezőbbek a kötéssel készült láncrendszerű zászlóalapanyagok. A nemzeti és egyéb zászlókat általában fehér és színes kelmék felhasználásával, illetve kémiai mintázóeljárással (pl. síkfilmnyomás, digitális nyomtatás) állítják elő. Egyre jobban terjednek a lyukacsos szerkezetű „lock-file” változatú zászlókelmek is. Főként a nagyobb méretű zászlók céljára a szövött poliészter alapanyagok kevésbé használatosak, mert zártabb szerkezettel és nagyobb fajlagos tömeggel rendelkeznek (10. ábra).

IRODALOM

- <https://www.portfolio.hu/ingatlan/20230328/elkeszult-az-atletikai-stadion-605802>
 - <https://www.magyarrepto.hu/hu/referenciak/nemzeti-atletikai-koepont>
 - <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9781845695583500120>
 - https://en.wikipedia.org/wiki/Discus_throw
 - https://en.wikipedia.org/wiki/Javelin_throw
 - <https://flags.co.uk/what-is-the-best-flag-material/>
- Fenyvesi Éva: Újszerű textilipari és műszaki szálanyagok, Magyar Textiltechnika 1994. évi különszáma

A Graboplan-Industrie Kft.-től származó műszaki leírások.



TÚL A KÉMIÁN

Mesterséges intelligencia a földönkívüliek nyomában



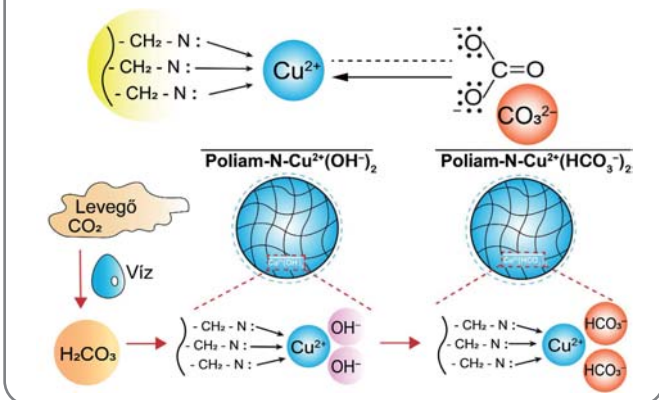
A SETI (Search for Extraterrestrial Intelligence) program már évtizedek óta zajlik, fő célja a Földön kívüli intelligens élet felfedezése. A tudományág évekig az adatok hiányával küszködött, az utóbbi évek fejlődésének köszönhetően azonban manapság már olyan mennyiségű megfigyelést végeznek az elektromágneses sugárzások széles tartományában, hogy azt pusztán emberi erővel teljesen reménytelen áttekinteni. A gépi tanulás más területeken is hasznosnak bizonyult hatalmas mennyiségű adat kezelésében, ezért a SETI is kipróbálta a nyugat-virginiai Robert C. Byrd Green Bank Telescope adatainak feldolgozásában. Az eljárás tanulási része hárommillió jelen alapult, ezek közül mintegy húszezret manuálisan, emberi erővel is ellenőriztek. Az adatkészletben egyelőre nem találtak meg a földönkívüliek ujjlenyomatát, de a munka tovább folytatódik újabb rádiótávcsövek észleléseinek bevonásával.

Nature Astron. 7, 492. (2023)

Szén-dioxid-megkötés felsőfokon

Manapság Európában és Észak-Amerikában húsz körüli olyan üzem működik, amely a levegő szén-dioxid-tartalmát köti meg. Ezeket segítheti nagyban egy újonnan kidolgozott, minden korábban ismertnél hatékonyabb módszer. Ennek lényegi része egy poliamino-csoportokat tartalmazó gyanta, amelyet előzetesen réz(II)-klorid oldatával kezeltek. Ez a szorbens kilogrammonként mintegy 5 mol CO₂-t képes megkötni a levegőből, s az így kötött gáz a jelenlegi módszerekben használtnál alacsonyabb hőmérsékleten, már 90 °C-on eltávolítható belőle. A gyantát melegítés helyett tengervízzel is lehet regenerálni, ennek hatására a szén-dioxid-tartalom hidrogén-karbonátnaként oldatba kerül.

Sci. Adv. 9, adg1956 (2023)



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

CENTENÁRIUM

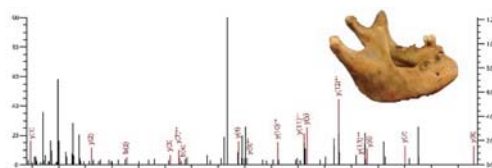


N. Bohr: The Structure of the Atom
Nature Volume 112, p. 29–44. (1923. július 7.)

Niels Henrik David Bohr (1885–1962) dán fizikus volt, a 20. század egyik ikonikus tudósa. Kidolgozta a róla elnevezett atommodell, meghatározó szerepet játszott a kvantummechanika megalapozásában, a kísérleteket és azt azokat leíró matematikai képleteket magyarázó koppenhágai értelmezés egyik atyja. 1922-ben kapott fizikai Nobel-díjat. Az itt idézett cikk a Nobel-díj átadásakor tartott előadása alapján készült.

Tibeti őstejgazdaság

A történészeket már régen foglalkoztatja az a kérdés, hogy a Tibeti-fennsíkon élő népcsoportok hogyan alkalmazkodhattak a rendkívül zord környezeti viszonyokhoz. Arra már eddig is sok jel utalt, hogy mintegy 3500 éve elkezdett terjedni a tejgázdalkodás, amelynek kulcsszerepe volt a folyamatban. Egy nemrég publikált vizsgálat sorozatban 40 emberi maradványban tanulmányozták részletesen a fogak szerkezetét. A minták korát radiokarbon-módszerrel lehetett meghatározni, a bennük lévő fehérjemaradványok tömegspektrometriás analízise pedig az étrendről adott közvetlen információt. Az eredmények szerint az egykor ott élőknek a tejfogyasztás korra, nemre és szociális helyzetre való tekintet nélkül fontos volt. Ehhez a tápanyagot elsősorban juhok és kecskék adták, de valószínűleg a szarvasmarhák és a jakok tejét is fogyasztották a tibetiek.



Sci. Adv. 9, adf0345 (2023)

APRÓSÁG

Japán kutatók urán-238 és platina-198-as magok ütköztetésével az urán egy korábban még ismeretlen, 241-es tömegszámú izotópját állították elő.

²³⁷ Pu	²³⁸ Pu	²³⁹ Pu	²⁴⁰ Pu	²⁴¹ Pu	²⁴² Pu	²⁴³ Pu	²⁴⁴ Pu
²³⁶ Np	²³⁷ Np	²³⁸ Np	²³⁹ Np	²⁴⁰ Np	²⁴¹ Np	²⁴² Np	²⁴³ Np
²³⁵ U	²³⁶ U	²³⁷ U	²³⁸ U	²³⁹ U	²⁴⁰ U	²⁴¹ U	²⁴² U
²³⁴ Pa	²³⁵ Pa	²³⁶ Pa	²³⁷ Pa	²³⁸ Pa	²³⁹ Pa		



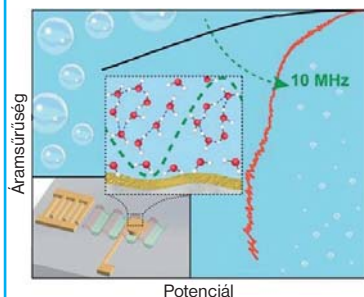
A HÓNAP MOLEKULÁJA

A DTAT-K ($C_5H_3KN_{12}O_2$) hatalmas nitrogéntartalmú, [5,6,5]-triciklusos, bisztetrazol-kondenzált, ionos vegyület. Keletkezése igen váratlan fejlemény volt annak a kutatócsoportnak, amely a szintézisét leírta: valójában sokkal egyszerűbb azid származékokat próbáltak előállítani, s előzetesen nem is számoltak a gyűrűzáródás lehetőségével. Az anyag robbanási tulajdonságai az ólom-azidéhoz hasonlítanak, de a DTAT-K biztonságosabban kezelhető, és a detonáció során keletkező termékek is kevésbé környezetszennyezők.

ACS Cent. Sci. 9, 742. (2023)



Akusztikus elektrokatalízis



Habár az elektrolízissel történő hidrogén-előállítás jelenlegi alapkutatásában az anódreakció (vagyis az oxigénfejlődés) az ígéretesebb célpont, egy új tanulmány szerint a katóddal is lehetnek még megszólítható tartalékok. A megszólítást nagy frekvenciás (10 MHz) hanghullámokra érdemes bízni: ezeket megfelelő módon használva akár 25%-os bruttó energia-megtakarítást is elérni lehet elektrolitokban. A hatás eredete összetettnek tűnik: a túlfeszültség csökkenése mellett a hanghullámok konvekciós hatása és ionizálódást elősegítő képessége is jelentős szerepet játszhat benne.

Adv. Ener. Mater. 13, 2203164. (2023)



Beethoveni patogenetika

Ludwig van Beethoven (1770–1827) már harminckét évesen arra kérte testvéreit egy levélben, hogy legalább a halála után derítsék ki, milyen betegségben szenvedett. Ezt a kívánságát csak a 21. században, néhány hónappal ezelőtt sikerült legalább részben teljesíteni. A történelmi minták DNS-analízisének jelentős fejlesztése nyomán a genom nagyjából kétharmadát szekvenálták a nagy zeneszerző fennmaradt hajszálaiból. Ebből kiderült, hogy Beethovennek több, májbetegségekkel szoros kapcsolatban lévő génje is volt, illetve a tanulmányban a májgyulladást okozó hepatitis-B vírus jelenlétét is sikerült bizonyítani. Mindez összhangban van a fennmaradt dokumentumokban leírt tünetekkel, de még az új módszerekkel sem sikerült felderíteni, hogy a Fidelio szerzője miért süketült meg.

Curr Biol. 33, 1431. (2023)



Kannabinoidok új forrásból

A kannabiszt eddig elsősorban a kenderfélékből ismeri az emberiség. Mintegy négy évtizede beszámoltak már arról, hogy a Dél-Afrikában honos szalmagyopárból (*Helichrysum umbraculigerum*) kannabigerolsav izolálható. Akkoriban más kutatócsoportoknak nem sikerült megerősíteniük ezt a felfedezést; a kérdést csak a közelmúltban tisztázták izraeli tudósok. Eredményeik szerint a kiszáritott növény mintegy 4%-a valóban kannabinoid. A bioszintézis részletes vizsgálata során felfedeztek két olyan enzimet is, amelyek a kenderfélékben nem ismeretesek, így valószínűnek tűnik, hogy a két növényfélékben az evolúció során egymástól függetlenül jelent meg ugyanaz a molekulacsalád.

Nature Plants 9, 817. (2023)

Benini német bronz

A Benin területén lévő Edo Királyságból 1897-ben egy brit katonai expedíció nagy mennyiségű értékes bronztárgyat lopott el, ezek ma londoni és New York-i múzeumokban láthatók. A kincs anyagának eredete eddig elég rejtélyes volt, mert Nyugat-Afrikában nem volt nyoma ilyen jellegű fémművességnek. Sok különböző minta ICP-MS analízise révén azt sikerült bizonyítani, hogy a benini bronzot eredetileg portugál hajósok vihették magukkal „manillá”-nak nevezett, pénzként is használatos kis patkók formájában, amelyekből elsüllyedt hajóroncsokban maradtak fenn megvizsgálható darabok. A mives bronztárgyak izotóp-összetétele a németországi Rajna-vidéken található rézbányákban található ércekével mutatott jó egyezést.

PLoS ONE 18, e0283415. (2023)





Válogatás

Az MTA Kémiai Tudományok Osztálya által kiválasztott aktuális három publikáció a potenciális gyógyszer-enantiomerek elválasztásával, a Nigériában gyűjtött *Centrapalus pauciflorus* vizsgálatával és a prosztaták előrehaladásával összefüggésben levő szöveti minták szulfatált szénhidrát- szerkezetek vizsgálatával foglalkozik.

Perczel András

osztályelnök, az MTA rendes tagja

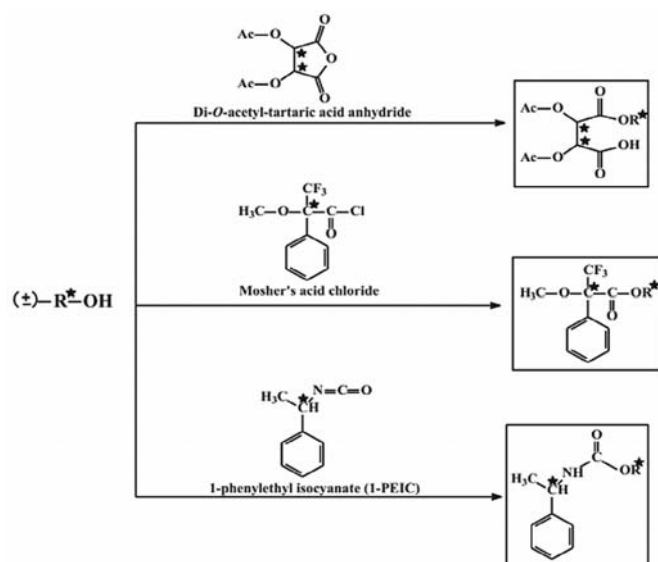
Diasztereomer származék képzése kromatográfias felhasználásra

In the encyclopedia: *Reference Module in Chemistry, Molecular Sciences and Chemical Engineering*, edited by Janine Cossy, 2022

<https://scitechconnect.elsevier.com/resources/reference-module-chemistry-molecular-sciences-chemical-engineering/>

Sándor Görög

A dolgozat jelentősége a gyógyszerek tisztaságvizsgálatában mutatkozik meg. A (potenciális) gyógyszerek nagy része (aminok, aminosavak, alkoholok, tiolok, karbonsavak) optikailag aktív: két (vagy több) enantiomerje lehet. A gyógyszerészetben aktív enantiomert szennyező inaktív enantiomer optikailag inaktív kromatográfias állófázison nem választható el. Az enantiomereket egy homokirális reagenssel reagáltatva, azok optikailag inaktív kromatográfias állófázison is elválasztható és mérhető diasztereomekké alakíthatók.



Pauciflorin A–E, szokatlan kromon-monoterpén eredetű meroterpenoidok a *Centrapalus pauciflorus*-ból

Journal of Natural Products, 2023

<https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acs.jnatprod.2c01132>

Gordana Krstić^{1,2}, Muhammad Bello Saidu¹, Petra Bombicz³, Sourav De³, Hazhmat Ali⁴, István Zupkó⁴, Róbert Berkecz⁵, Umar Shehu Gallah⁶, Dóra Rédei¹, Judit Hohmann^{1,7}

¹Department of Pharmacognosy, University of Szeged, Hungary

²University of Belgrade - Faculty of Chemistry, Belgrade, Serbia

³Centre for Structural Science, Research Centre for Natural Sciences, Budapest, Hungary

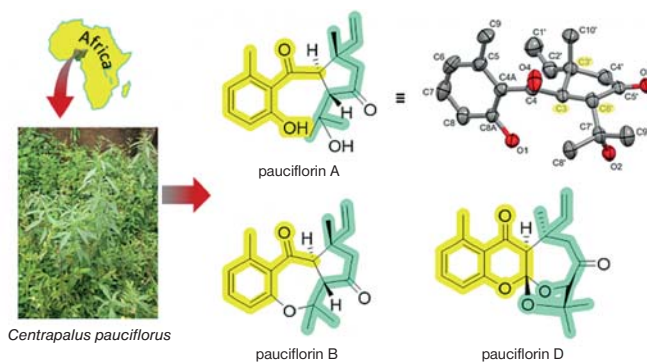
⁴Institute of Pharmacodynamics and Biopharmacy, University of Szeged, Hungary

⁵Institute of Pharmaceutical Analysis, University of Szeged, Hungary

⁶Bioresource Department, National Research Institute for Chemical Technology (NARICT), Zaria, Nigeria

⁷ELKH-USZ Biologically Active Natural Products Research Group, University of Szeged, Hungary

Új, természetben előforduló bioaktív anyagok kutatásának keretében munkacsoportunk elsőként vizsgálta növénykémiai szempontból a Nigériában gyűjtött *Centrapalus pauciflorus* nevű növényt. Munkánk során rendkívül ritka molekulákat, ún. meroterpenoidokat nyertünk. Ezek a vegyületek egy kromon- és egy monoterpénrészből épülnek fel. A pauciflorin A-E-nek elnevezett öt, általunk felfedezett anyag gyenge tumorelles hatással rendelkezik.



Új glükózaminoglikán-alapú markerek prosztaták és jóindulatú prosztata megnagyobbodásos szövetek jellemzésére

Cancers (Basel), 2022

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36230789/#full-view-affiliation-1>

Gábor Tóth¹, Simon Sugár^{1,2}, Domonkos Pál^{1,2}, Kata Dorina Fügedi^{1,3}, László Drahos¹, Gitta Schlosser⁴, Csilla Oláh⁵, Henning Reis^{6,7}, Ilona Kovalszky⁸, Tibor Szarvas^{5,9}, Lilla Turiák¹

¹MS Proteomics Research Group, Research Centre for Natural Sciences, Budapest, Hungary

²Doctoral School of Pharmaceutical Sciences, Semmelweis University, Budapest, Hungary

³Faculty of Chemical Technology and Biotechnology, Budapest University of Technology and Economics, Hungary

⁴MTA-ELTE Lendület Ion Mobility Mass Spectrometry Research Group, Eötvös Loránd University, Budapest, Hungary

⁵Department of Urology, University Medicine Essen, University of Duisburg-Essen, Germany



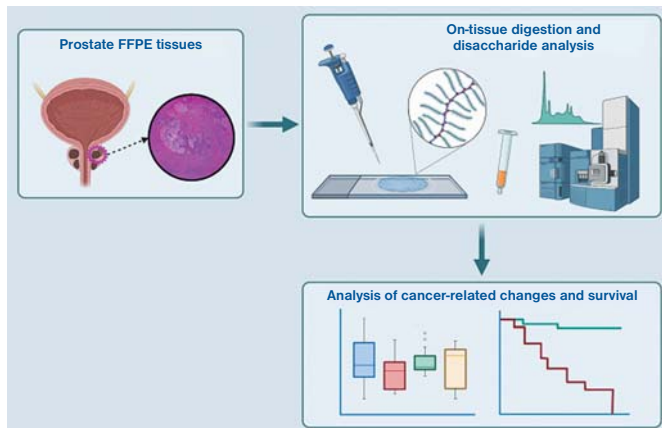
⁶Institute of Pathology, University Medicine Essen, University of Duisburg-Essen, Germany

⁷Dr. Senckenberg Institute of Pathology (SIP), University Hospital Frankfurt, Goethe University Frankfurt, Germany

⁸Department of Pathology and Experimental Cancer Research, Semmelweis University, Budapest, Hungary

⁹Department of Urology, Semmelweis University, Budapest, Hungary

A szerzők prosztatatarákos betegek szöveti mintáinak szulfatált szénhidrát-szerkezeteit vizsgálták azzal a céllal, hogy az azonosított szerkezetek segítségével elkülönítsék a különböző kockázati csoportokba tartozó betegeket. Elsőként sikerült klinikailag fontos összefüggéseket igazolni e vegyületek mennyiségében és szulfatációs mintázatában a prosztatatarák előrehaladásával. ●●●●



Az MTA 196. közgyűlésének főbb hírei



A Magyar Tudományos Akadémia 2023. május 8–9-én tartotta 196. közgyűlését. A közgyűlésen a tudótestület újraszervezte a vezető tisztségviselőket: így nagy többséggel újabb 3 évre **Freud Tamás** lett az MTA elnöke, **Kollár László Péter** építőmérnök az MTA főtitkára és **Erdei Anna** immunológus

az MTA főtitkárhelyettese. Nem változott a három alelnök személye sem, így a természettudományi alelnök **Hudecz Ferenc** kémikus maradt.

Az MTA tisztségviselőitől továbbra is várjuk és reméljük a magyar tudományos élet szervezését, képviselését, a magyar tudomány és a tudományos kutatók érdekeinek képviselését. Munkájukhoz kitartást, türelmet és jó egészséget kívánunk!

A május 8-i ünnepi ülésen Freud Tamás akadémiai elismeréseket adott át.

Kiemelkedő tudományos munkássága elismeréseként Akadémiai Díjban részesült többek között **Fábián István**, a Debreceni Egyetem Természettudományi és Technológiai Kar Szervetlen és Analitikai Kémiai Tanszékének egyetemi tanára.

A kitüntetettnek kívánunk további harcos aktivitást a tudomány és a tudományos értékek védelme területén! Munkásságához türelmet és jó is egészséget kívánunk!

KT

Polányi Mihály-díjasok

A Kémiai Osztály Fizikai Kémiai Tudományos Bizottsága 2023. május 16-án ünnepélyes tudományos ülés keretében adta át a 2022. és a 2023. évi Polányi Mihály-díjakat. Az ülést **Joó Ferenc** akadémikus elnökölte. A díjazottak rövid előadásban ismertették munkásságukat; az előadások a MTA YouTube csatornáján megtekinthetők. A díjazottaktól a következő előadások hangzottak el:

Toljuk ki a kvantumkémia határait! (**Kállay Mihály**, az MTA doktora, a 2022. évi Polányi Mihály-fődíj nyertese); *Szuperoxid-dizmutáz modellrendszerek* (**Lihí Norbert PhD**, a 2022. évi Polányi Mihály fiatal kutatói díj nyertese); *Rákellenes vegyületek fejlesztése és biospeciációs vizsgálata* (**Enyedy Éva Anna**, az MTA doktora, a 2023. évi Polányi Mihály-fődíj nyertese); *Pontos és hatékony módszerek fejlesztése és alkalmazása bonyolult molekuláris kölcsönhatásokra és reakciókra* (**Nagy Péter PhD**, a 2023. évi Polányi Mihály fiatal kutatói díj nyertese)

Az elmúlt két év díjazottjai az elméleti/számítási kémia és a biológiai kémia területéről kerültek ki, melyek ma kétségkívül a kémiai kutatások előterében vannak. A díjazott munkák nemzetközi együttműködésben és kivétel nélkül a hazai mellett nemzetközi pályázatok támogatásával születtek. Kedvet csinálva az előadások meghallgatásához hadd említsem meg, hogy az előadók érthetően, élvezetes előadásban ismertették eredményeiket, nem csak szakértők számára.

Ahogy Joó Ferenc zárszavában megállapította, „a díjak jó helyre mentek”. Minthogy mind a fődíj, mind a fiatal kutatói díj kategóriában nyolc érdemes fölterjesztés érkezett, úgy érzem, megállapítható, hogy a fizikai kémia tudomány nincs rossz helyzetben a minőségi kutatás tekintetében.

MTA-KT

Fődíjat nyert az Egis pályaaorientációs programja, a #kémiamindenkinek

A HR Besten díjazták az Egis Gyógyszergyár #kémiamindenkinek kezdeményezését. A Future Talents Investors kategóriában az öt döntőbe jutott nagyvállalat közül az Egis pályaaorientációs programja nyerte az arany minősítést.

A pályaaorientációs program az óvodáskortól egészen az egyetemistákig minden korosztálynak szól. A korcsoportnak megfelelő módon hívja fel a figyelmet a természettudományok, illetve a kémia érdekességeire, szépségeire, illetve azokra a lehetőségekre, amelyeket ez a tudomány tartogat. Mesékkel, kísérletek bemutatásával szólnak a kisebbekhez, míg a kémiaérettiségre készülő diákoknak a teljes emelt szintű vizsgára felkészítő tudásbázissal szolgálnak, az egyetemistáknak pedig külön kiadványukban bemutatják, milyen karrierlehetőségeket tartogat az Egis a vegyész-, vegyészmérnök- és gyógyszerészhallgatóknak.

(<https://hu.egis.health/a>)





KÖSZÖNTÉS

A 90 éves Tőke László köszöntése

Műegyetemi ankét, 2023. június 2.

„Tőke docens” a Műegyetem legendás tanára volt – nemcsak docens, hanem professzor és akadémikus korában is. Az ünnepségen „tudományos családi körben” köszöntötték a fiatalos ünnepeltet.



A 90 éves Tőke László

A laudálók – korábbi tanítványai, kollégái, a későbbi profesz-szorok, akadémikusok – mindannyian visszaemlékeztek egy-egy nevezetes vizsgára, dolgozatra, közös munkára, cikkekre vagy külföldi útra. Szarka András kiemelte, hogy Tőke Lászlónak különleges képessége van a nagy szerves képletek megszeretetéséhez. Az ipari-akadémiai-egyetemi együttműködésről tanultak Keserű György Miklós számára életre szóló útravalóként szolgáltak. Faigl Ferenc a Tőke Lászlótól kapott bizalmon és kutatói szabadságon túl professzorának mély történelemtudását, latinus műveltségét is méltatta, s elbűszkélkedett, hogy húsz éve ő „örökölte meg” kutatócsoportját, majd gyógyszerkémiai előadásait.

Az ünnepelt pályáját Keglevich György vázolta fel: „Tőke László Vönöckön született egy sokgyermekes családba 1933. má-

jus 3-án. Nagyon nagy szegénységben éltek, részt kellett vennie mezőgazdasági munkákban, állattartásban. Egy tehetségkutató kampány kapcsán figyeltek föl rá, így került be a Soproni Evangélikus Líceumba. Innét aztán egyenes út vezetett a BME Vegyész-mérnöki Karára, ahol szép karriert írt le. ... Szántay professzor alkaloidkémiai kutatócsoportjában dolgozott és hozott létre maradandót, például a johimbin alkaloidok témájában. Aztán önálló (szuverén) kutatóvá nőtte ki magát, ráadásul a Szer-ves Kémia és Technológia Tanszéknek egy fiatalabb professzora volt szüksége, így átkerült az akkor a K épület déli szárnyában levő Szerves Kémia és Technológia Tanszékre.” Rövidesen tanszékvezető lett. „Tanár úr kétségtelenül intenzifikálta a Szer-ves Kémia és Technológia Tanszék tudományos tevékenységét, divatba jött a publikálás, ami persze korábban több okból is nehezebb volt” – és már akkor szem előtt tartotta a fiatalítást, amikor nagyon erős negyvenes korosztály alkotta a tanszék tör-zsét.

Blaskó Gábor, az ünnepelt kérésére, a tíz évvel korábbi kö-szöntésére írt beszédét mondta el – abban a reményben, hogy Tőke László még nyolcvanévesnek érzi magát. Hangsúlyozta, hogy Tőke professzor tanszékvezetői kinevezése után „tanárként is, kutatóként is, vezetőként is teljesen megújult, nyitott a koronaéterek, a foszforvegyületek és komplex heterociklusos vegyü-letek kémiaja irányában, és nem is egy, hanem több kémiai te-rületen tudott iskolát teremteni. . .

Egyszer – amikor Szántay Csaba és Szabó Lajos társaságában Állami Díjjal (ma Széchényi-díj) tüntették ki, egy kis társaság froclizni kezdte, hogy Laci, neked bizony mellszobrot fognak állítani Vönöckön. . . Igen – válaszolta Laci bácsi, kicsit sem elfojtott feszültséggel a hangjában –, és arra is az lesz írva, hogy Szántay et al. Tudni illik, hogy Laci bácsi kémiatudásánál és emberségénél talán csak igazságérzete nagyobb.”

A tanszék mostani vezetője, Hegedűs László a kilencvenhez közeledő, külföldön tartózkodó akadémikus társ, Görög Sándor jókívánságait is tolmácsolta.

Tőke László köszönő szavaiban hangsúlyozta, hogy a tanulás, a munka szeretete adja az élet örömet: ő a mai napig boldog.

Az ünneplők személyes ajándékokat hoztak; Szarka László, a Vegyész-mérnöki és Biomérnöki Kar dékánja emléklapok nyújtott át a kilencvenéves professzornak.

Vegyipari mozaik

A MOL-csoport első negyedéves eredménye: kiváló belső teljesítménynek. A MOL-csoport 2023 első negyedévében a szabályozási kihívások és a csökkenő olaj- és gázárak ellenére is 714 millió dollár (258,9 milliárd forint) újrabeszerzési árakkal becsült, „tisztá” EBITDA-t ért el.

A Downstream újrabeszerzési árakkal becsült, „tisztá” EBITDA-ja 299 millió dollár (108,7 milliárd forint) lett, amely 18%-os növekedést jelent az előző év azonos időszakához viszonyítva. Annak ellenére, hogy a Petrolkémia árrés nyomás alatt maradt, a szegmens finomítói és kereskedelmi teljesítménye a Magyarországon kivetett extraprofitadó ellenére is képes volt ellensúlyozni a negatív hatásokat. Az üzemanyagkereslet Magyarországon 14%-kal csökkent, Szlovákiában 3%-kal, Horvátországban pedig 1%-kal nőtt a tavalyi első negyedéves adatokhoz képest. A magyarországi csökkenés oka, hogy tavaly ekkor még érvényben volt az ársapka, amely fokozta a fogyasztást.

A Fogyasztói Szolgáltatások szegmens EBITDA-ja 97%-kal nőtt az előző év azonos időszakához képest a javuló keretszabályozásoknak, valamint nem-üzemanyag típusú termékekre vonatkozó árrés növekedésének köszönhetően. Az értékesítési szint 16%-kal nőtt a tavalyi első negyedévi adatokhoz képest, melybe beleértendő a lengyelországi Lotos felvásárlásból fakadóan eladott plusz 200 millió liter is. A Fogyasztói Szolgáltatások portfóliója 2022 utolsó negyedévet követően már Lengyelországot is magában foglalja.

Az Upstream „tisztá” EBITDA-ja a csökkenő olaj- és gázárak, a magyarországi termelésre kivetett bányajáradék és a horvát gázárszabályozás miatt 283 millió dollár (102,9 milliárd forint) lett, amely az előző év azonos időszakához képest csökkenést jelent. A szegmens viszont 205 millió dollárnyi (74,2 milliárd forint) egyszerűsített szabad pénzáramot termelt. A kiemelkedő mezőfejlesztési erőfeszítéseknek köszönhetően Magyarországon és Iraki Kurdisztánban is egyaránt nőtt a termelési szint. Az alacsony olajár-környezet pedig magasabb részesedést eredményezett



az ACG mezőben. Így a teljes termelés napi 95 ezer hordó fölé emelkedett, ami meghaladja a termelési előrejelzést.

A Gázszállítási üzletág 79 millió dollár (28,7 milliárd forint) EBITDA-t ért el, amely az előző év azonos időszakához viszonyítva 64%-os növekedést jelent. Ez a határokon átnyúló szállítás iránti kereslet megnövekedésének volt köszönhető, amely összhangban volt a magasabb export volumenekkel. A csökkenő gázárak és a változó szállítmányozási útvonalak pozitív hatással voltak a gázfogyasztási költségekre. (www.mol.hu)



Új napelemes rendszerrel bővül két BKV-telephely – a Hungária kocsiszín és a Cinkotai buszgarázs. 20 millió forinttal csökkennek a költségeik, és a korszerű napelemes rendszernek köszönhetően 42 tonnával csökken az éves szén-dioxid-kibocsátás, ami közel 2000 fa szén-dioxid-elnyelésének megfelelő mennyiség. (<https://www.tisztajovo.hu/>)



Átadták az Operaház Eiffel Műhelyházát kiszolgáló naperőművet.

Az Eiffel Műhelyházhoz tartozó, az egykori MÁV Északi Járműjavító forgóvázcsarnokában létrejött díszletraktár, az Opera Depó lapostetején 872 napelem telepítésével kialakított, 320 kilowatt teljesítményű kiserőmű mostantól havi 10 millió forint értékben termel villamosenergiát, és járul hozzá a Kőbányai úti háttérbázis energiaellátásához. (<https://www.tisztajovo.hu/>)



A magyar hőszivattyúpiac fejlődése az európai élmezőnyben. Magyarországon tavaly 100%-kal nőtt a levegő-víz hőszivattyúk értékesítése, ami a becslések szerint mintegy 15 000 készüléket jelent.

Hazánkban nagyjából 50 vállalat foglalkozik hőszivattyúk importjával, de technológiai fejlesztések több magyar cégnél is folyamatban vannak. A mai vizes hőszivattyús készülékek nem csupán az új építéseknek jelenthetnek megoldást, hanem a felújításoknál is alkalmazhatók.

Magyarországon jelentős potenciálja van a hőszivattyúknak, hiszen még mindig közel 3 millió gázkonvektor üzemel az országban, amely nem hatékony

fűtési megoldás, és kiemelkedően magas a károsanyag-kibocsátása.

A piacon ma jelentős szakemberhiány tapasztalható. A képzés azért is fontos, hogy ezeket a modern készülékeket minőségi szolgáltatással lehessen telepíteni, illetve karbantartani. (<https://www.tisztajovo.hu/>)



RICHTER GEDEON

A Richter Grünenthal növénygyógyászati termékeit fogja értékesíteni Brazíliában. A termékportfolió a Belara és a Belarina orális fogamzásgátlók mellett terheség és szoptatás alatti étrendkiegészítőket tartalmaz.

„Meggyőződésem, hogy ezzel a lépéssel a Richter még közelebb kerül ahhoz a célkitűzéséhez, hogy globális szereplővé váljon a növénygyógyászat területén. A Társaság továbbra is elkötelezett marad növénygyógyászati portfóliójának szerves és akvizíció útján való bővítésére a világ számos régiójában, ideértve Latin-Amerikát” – mondta Bogsch Erik, a Richter Gedeon Nyrt. elnöke. (<https://www.gedeonrichter.com/hu-hu/media/230523>)

Dobó Dorina összeállítása

MKE-rendezvénynaplár (2023)

Augusztus 28.	18. Magyar Magnézium Szimpózium	Hódmezővásárhely
Október	Őszi Radiokémiai Napok	
November	Környezetvédelmi Analitikai és Technológiai és Analitikai Kémia Konferencia	Balatonszárszó
November 23.	Kozmetikai Konferencia	Budapest

HUNGARIAN CHEMICAL JOURNAL

LXXVIII. No. 7–8. July–August

CONTENTS

MKE's General Meeting 2023	198
<i>The shadows and light of fireworks</i>	214
IMRE SALMA, ÁRPÁD FARKAS, TAMÁS WEIDINGER, and MIKLÓS BALOGH	
<i>Close encounters. An interview with Professors Tamás Kiss and János Szépvölgyi</i>	218
VERA SILBERER	
<i>Anniversary interview: Professor Etelka Farkas</i>	223
TAMÁS KISS	
<i>Operation, types and future of nuclear plants. Part II</i>	226
MÁRTON KIRÁLY and KATALIN RADNÓTI	
<i>SMRs can help achieve climate aims</i>	230
FERENC ADORJÁN	
<i>Science walk in Europe</i>	235
LAJOS KOVÁCS	
<i>Membrane structure of the National Athletic Stadium</i>	240
CSABA KUTASI	
<i>Chembits</i>	244
GÁBOR LENTE	
<i>Publication of the month</i>	246
<i>News of the month</i>	247



Lépje át a határokat

eddig elérhetetlen LC/MS teljesítménnyel

Teljesen új lehetőségek nyíltak meg a komplex analitikai kihívások megoldásában, a kis- és nagymolekulák világában egyaránt. A Thermo Scientific™ Orbitrap™ Tribrid™ nagyfelbontású, nagy tömegpontosságú tömegspektrométerek ötvözik a kiemelkedő szelektivitást, érzékenységet, sebességet és kombinálhatóságot, ezzel lehetővé téve a kimutatási határokat, a mennyiségi meghatározás és az ismeretlen komponensek azonosításában eddig ismert korlátok jelentős túllépését. A Tribrid™ tömegspektrométerek három analizátor típus, a kvadrupol, a lineáris ioncsapda és az Orbitrap™ előnyeit kombinálva teljesen egyedül mérési üzemmódok alkalmazását teszik lehetővé.



Thermo Scientific™ Orbitrap
Eclipse™ Tribrid™ MS



Thermo Scientific™ Orbitrap
Fusion™ Lumos™ Tribrid™ MS



Thermo Scientific™ Orbitrap
ID-X™ Tribrid™ MS

További információk: thermofisher.com/tribrid

Kizárólagos képviselő:

UNICAM Magyarország Kft.
1144 Budapest, Kőszeg utca 25.
Telefon: +36 1 221 5536
E-mail: unicam@unicam.hu
Web: www.unicam.hu

UNICAM