A TARTALOMBÓL:

- 2035: Szén-dioxid-odüsszeia
- Fenntartható energetika
- A kémiai érzékelés határainak feszegetése
- Már a gyógyszerhiányért is a celebek a felelősek?
- Séták a tudomány körül: Washington
- Kiről nevezték el?

MAGYAR KÉMIKUSOK LAPJA

A MAGYAR KÉMIKUSOK EGYESÜLETE HAVONTA MEGJELENŐ FOLYÓIRATA • LXXVIII. ÉVFOLYAM • 2023. ÁPRILIS • ÁRA: 950 FT

A lap megjelenését a Nemzeti Kulturális Alap támogatja

Nemzeti Kulturális Alap

A kiadvány a Magyar Tudományos Akadémia támogatásával készült

Széchenyi Terv Plusz Építsük együtt Magyarországot!

MAGYARORSZÁG KORMÁNYA

Az Európai Unió finanszírozásával NextGeneration EU

A Megújuló Energiák Nemzeti Laboratórium legújabb eredményeiből:

Applied Catalysis A, General 652 (2023) 119035
Contents lists available at ScienceDirect

Applied Catalysis A, General

journal homepage: www.elsevier.com/locate/apcata

$BiVO_4$ charge transfer control by a water-insoluble iron complex for solar water oxidation

Tímea Benkó [a,*], Shaohua Shen [b], Miklós Németh [a], Jinzhan Su [b], Ákos Szamosvölgyi [c], Zoltán Kovács [d], György Sáfrán [d], Sahir M. Al-Zuraiji [a], Endre Zsolt Horváth [d], András Sápi [c], Zoltán Kónya [c], József Sándor Pap [a]

[a] Centre for Energy Research, Surface Chemistry and Catalysis Department, H-1121, Konkoly-Thege út 29-33, Budapest, Hungary
[b] International Research Center for Renewable Energy (IRCRE), State Key Laboratory of Multiphase Flow in Power Engineering (MFPE), Xi'an Jiaotong University, Xi'an, Shaanxi 710049, China
[c] University of Szeged, Interdisciplinary Excellence Centre, Department of Applied and Environmental Chemistry, H-6720, Rerrich Béla tér 1, Szeged, Hungary
[d] Centre for Energy Research, Institute of Technical Physics and Materials Science, H-1121, Konkoly-Thege út 29-33, Budapest, Hungary

ARTICLE INFO

Keywords:
Fe-complex
$BiVO_4$ semiconductor
Solar water splitting
Photoelectrochemical water oxidation

ABSTRACT

Photoelectrochemical water splitting can become efficient by grafting co-catalysts on semiconductors that improve the interfacial oxygen evolution reaction. We applied a simple non-noble metal pre-catalyst, $[Fe^{II}(PBI)_3]^{2+}$ (PBI is 2-(2′-pyridyl)benzimidazole ligand) for this purpose on a nanopyramidal $BiVO_4$ semiconductor that was morphologically optimal for efficient light harvesting, but its performance suffered from V-poor surface recombination sites. The $[Fe^{II}(PBI)_3]^{2+}$ *in situ* transformed to α-Fe_2O_3 nanoparticles on V-vacant areas of $BiVO_4$ mending their photocurrent-limiting effect. Photoelectrochemistry at pH 8.2 confirmed that the α-Fe_2O_3 co-catalyst improved the charge transfer efficiency by an order of magnitude, suppressed the recom-

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 Energy Storage 61 (2023) 106696
Contents lists available at ScienceDirect

Research Papers

Journal of Energy Storage

journal homepage: www.elsevier.com/locate/est

The carbon neutrality feasibility of worldwide and in China's transportation sector by E-car and renewable energy sources before 2060

Aqib Zahoor [a,b], Faryal Mehr [a,b], Guozhu Mao [a,b], Yajuan Yu [c,d,*], András Sápi [e]

[a] School of Environmental Science and Engineering, Tianjin University, Tianjin 300350, China
[b] National Industry-Education Platform of Energy Storage, Tianjin University, Tianjin 300072, China
[c] Department of Energy and Environmental Materials, School of Materials Science & Engineering, Beijing Institute of Technology, 100081 Beijing, China
[d] Beijing Institute of Technology Chongqing Innovation Center, Chongqing 401120, China
[e] University of Szeged, Interdisciplinary Excellence Centre, Department of Applied and Environmental Chemistry, H-6720, Rerrich B'ela t'er 1, Szeged, Hungary

ARTICLE INFO

Keywords:
International and China transports
CO_2 emission
Fuel cars
Electric cars
Lithium-ion batteries

ABSTRACT

Fuel cars are the major contributor with 41 % released emissions, which is about 7.3 billion metric tons (BMt) of CO_2 produced in 2020 by the international transportation sector. The most significant polluted regions are U.S.A with 0.731BMt, China with 0.545BMt, and Europe with 0.437BMt of CO_2 emissions annually. The four provinces of China named Guangdong, Shandong, Jiangsu, and Henan releases considerable CO_2 emissions due to the enormous number of F-cars. This paper discusses the reason of banning F-car, fossil fuel and introduce of E-car

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.

MAGYAR KÉMIKUSOK LAPJA
HUNGARIAN CHEMICAL JOURNAL
LXXVIII. évf., 4. szám, 2023. április

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

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

Szerkesztők:
ANDROSITS BEÁTA, BANAI ENDRE, LENTE GÁBOR, NAGY GÁBOR, PAP JÓZSEF SÁNDOR, 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 10 200 Ft
Egy szám ára: 850 Ft. Külföldön terjeszti a Batthyany Kultur-Press Kft., H-1014 Budapest, Szentháromság tér 6. 1251 Budapest, Postafiók 30.
Tel./fax: 36-1-201-8891, tel.: 36-1-212-5303

Hirdetések-Anzeigen-Advertisements:
SÜLI ERIKA

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

Aktuális 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.2023.04

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

KEDVES OLVASÓK!

Közeledik a MKE Küldöttközgyűlés. Idén ez a négyévenkénti tisztségviselő-választással is kiegészül. A koronavírus-járvány után új „időszámításnak” kell kezdődnie az egyesületben. Nem tudjuk ugyanúgy folytatni tevékenységünket, mint a járvány előtt, amikor megélhetésünket jórészt a hazai és nemzetközi konferenciáink rendezésének bevételei fedezték. Ezek a források, mint az elmúlt évben tapasztalhattuk, elapadtak. Mindannyian láthattuk, hogy a tudományos konferenciák megritkultak, átalakultak online és hibrid konferenciákká, a személyes részvételűek ritkák, mint a fehér holló. A kutatásra fordítható támogatások is csökkentek, így a konferenciákon való részvétel fedezete is kevésbé biztosított. Ezért sokoldalú tevékenységünket is racionalizálni kényszerülünk, és kreatív, új ötletek után kell néznünk, hogy egyesületünk nimbusza észrevehetően ne nagyon csorbuljon. Több figyelmet kell fordítanunk az egyesületi egységekben – szakosztályokban, szakcsoportokban, területi, üzemi csoportokban – folyó munkára. Talán kérve-kéretlenül is többet kellene foglalkoznunk szakmai érdekképviselettel. Erősíteni kellene kapcsolatunkat a vegyipari vállalatokkal, nagyvállalatokkal, de a kis- és középvállalatokkal is. Ehhez úgy gondolom/gondoljuk, a vezetésnek is meg kell újulnia. Az Intézőbizottság mindkét területtel, a tevékenységünkkel és a tisztújítással is több alkalommal foglalkozott az elmúlt fél év során. Áttekintette az MKE fő munkaterületein a közeljövő fő feladatait, a változtatások legfontosabbnak tűnő elemeit. Ezeket a főtitkári beszámoló összegzi. Másrészt foglalkozott a tisztségviselő-választás ránk vonatkozó kérdéseivel. Különösen indokoltnak tartotta ezt az IB, mert ez alkalommal különösen sok korábbi IB-tag cseréjére kerül sor szabályzatunknak megfelelően. Az IB azt ajánlotta a jelölőbizottságnak, hogy a jelöltek között 30%-ban ipari emberek, 30%-ban nők, 30%-ban 45 év alattiak szerepeljenek. Rövid indoklás a javaslathoz: úgy láttuk, hogy az IB-k az idők folyamán egyetemi-oktatói-kutatói, összefoglalóan akadémiai tagokkal dúsultak fel, az iparban dolgozók rovására. Ezen jó volna változtatni, a fent vázoltak megvalósulása érdekében is. A nők jelenléte minden vezető testületben nélkülözhetetlen, az ő másféle látásmódjuk, a problémák érzelmi-értelmi megközelítése jól kiegészíti a másik nem olykor túlzottan is racionális nézőpontját. A fiatalabb korosztály jelenlétére nagyon nagy szükség van a vezetésben: mindannyian ismerünk tenni akaró és tudó fiatalokat, akiknek a véleménye gyakran elsikkad a döntések meghozatalában, holott a döntések az ő jövőjüket befolyásolják a legjobban. Nem kell félni a változtatásoktól, csak megfontoltan kell azokat tenni. Bízom a küldöttek megfontoltságában! A Küldöttközgyűlésig még van másfél hónap.

2023. április

Kiss Tamás
felelős szerkesztő

TARTALOM

HONNAN LESZ ENERGIÁNK?
Lente Gábor: 2035: Szén-dioxid-odüsszeia 102
Harmathy Norbert, Szalay Zsuzsa: Fenntartható energetika. „BME a fenntarthatóságért” – konferenciabeszámoló 104
ÍGÉRETES FIATAL KÉMIKUSAINK
A kémiai érzékelés határainak feszegetése
Beszélgetés **Gyurcsányi E. Róbert** tanszékvezető egyetemi docenssel 108
SÉTÁK A TUDOMÁNY KÖRÜL
Hargittai István, Hargittai Magdolna: Washingtoni séták a tudomány körül
Első rész 111
KITEKINTÉS
Inzelt György: *Kiről nevezték el?* Az Erdey-Grúz–Volmer-egyenlet 116
Kutasi Csaba: Műszaki intézkedések és törekvések a fenntartható textiltisztítás érdekében 120
Csupor Dezső: *Ködpiszkáló.* Már a gyógyszerhiányért is a celebek a felelősek? 124
A HÓNAP KÉMIAI PUBLIKÁCIÓJA 125
VEGYÉSZLELETEK
Lente Gábor rovata 126
MEGEMLÉKEZÉS
Csicsery György: Csicsery Zsigmond (1929–2022) 128
EGYESÜLETI ÉLET 129
A HÓNAP HÍREI 130

Címlapunkon: A BME Lendület Kémiai Nano-érzékelők Kutatócsoport közleményeinek címlapjaiból Bognár Zsófia készített montázst

Széchenyi Terv Plusz Építsük együtt Magyarországot!
Magyarország Kormánya
Az Európai Unió társfinanszírozásával

Honnan lesz energiánk?

Ez a kérdés foglalkoztat ma kis túlzással kicsit és nagyot szerte a világban. Nagyon felértékelődött a különböző energiafajták hozzáférhetősége, gazdaságossága, ára, ökológiai lábnyoma stb. Ezekben a kérdésekben szeretnénk az év folyamán, esetleg a későbbiekben is (ez szerzőinktől függ) eligazodást nyújtani – elsősorban a szakmai oldalra koncentrálva, de nem elvonatkoztatva a fent felvázolt további kérdésektől. A politikát nem kívánjuk érinteni, hacsak a gazdasági vonatkozások nem feltétlenül indokolják, hogy utaljunk a politikai tényezők szerepére. Hiszen a döntéseket természetesen mindig és mindenütt a politikának kell meghoznia. Mi segíteni szeretnénk olvasóinkat, hogy tisztábban lássanak a potenciális lehetőségek sokaságában.

Kiss Tamás

Lente Gábor

PTE TTK Kémiai Intézet lenteg@gamma.ttk.pte.hu

2035: Szén-dioxid-odüsszeia

Az Európai Parlament tevékenységéről a Magyar Kémikusok Lapja kivételesen ritkán számol be, ez a gyakorlat minden bizonnyal az olvasók helyeslésével is találkozik. Ennek a cikknek az apropója mégis az Európai Parlament első olvasatban 2023. február 14-én elfogadott, *az (EU) 2019/631 rendeletnek az új személygépkocsikra és az új könnyű haszongépjárművekre vonatkozó szén-dioxid-kibocsátási előírásoknak az Unió fokozott éghajlatvédelmi törekvéseivel összhangban való megerősítése tekintetében történő módosításáról szóló állásfoglalása* (https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/TA-9-2023-0039_HU.html), amelynek híre az elfogadás napján a sajtót is bejárta. Ennek oka az volt, hogy az állásfoglalás tartalmazta a korábbi, 2019-ben hozott rendelet következő módosítását:

„*(5a) 2035. január 1-jétől a következő teljes uniós járműállományra vonatkozó célértékeket kell alkalmazni:*

a) az új személygépkocsik állományának átlagos kibocsátásai tekintetében az I. melléklet A. részének 6.1.3. pontjával összhangban meghatározott 2021. évi célérték 100%-os csökkentésével egyenlő, a teljes uniós járműállományra vonatkozó célérték;

b) az új könnyű haszongépjárművek állományának átlagos kibocsátásai tekintetében az I. melléklet B. részének 6.1.3. pontjával összhangban meghatározott 2021. évi célérték 100%-os csökkentésével egyenlő, a teljes uniós járműállományra vonatkozó célérték.”

A módosítás szövege tehát 2035 elejétől megtiltja, hogy az Európai Unióban benzin- vagy dízelüzemű autót adjanak el. Ez az intézkedés, ellentétben a szén-dioxid-kibocsátásra nemzetközi egyezményekben korábban tett hangzatos, de valójában tartalmatlan és ellen-őrizhetetlen emissziócsökkentési vállalásokkal, nagyon konkrét és könnyen betartatható. Ebből a szempontból az ózont bontó halogé-nezett szénhidrogén-származékok kibocsátásának korlátozására 1987-ben létrehozott Montréali jegyzőkönyvhöz lehet hasonlítani, amelynek mára nyilvánvaló sikere elsősorban annak volt köszönhető, hogy egyes anyagok használatának tiltását hosszú távra ütemezett, fokoza-tos módon írta elő, s így az ipari résztvevők, ha anyagi áldozatok árán is, de alkalmazkodni tudtak hozzá.

A kőolajból készülő termékek a globális szén-dioxid-kibocsátás nagyjából egynegyedét okozzák, ennek döntő része a járművek üzemanyagából származik, így valóban remélhető, hogy egy ilyen intézke-dés elősegíti a klímacélok elérését. Ugyanakkor az EU elhatározása jelenleg teljességgel egyoldalú, amit politikai vezetői úgy fognak fel, hogy Európa utat mutat a világ többi része számára. Az EU az új autóeladások terén az USA-hoz hasonló méretű piac, amelynél jelen-leg csak a kínai számít nagyobbnak. Ha a gyártást, és nem az ér-tékesítést tekintjük, akkor Európa globális súlya még nagyobb. Ugyan-akkor nem várható, hogy 2035-ben is hasonló lesz a helyzet: a jelen-legi folyamatok iránya India és Indonézia térnyerése felé mutat. Fennáll a veszélye annak, hogy az EU-s tilalom ugyanolyan viszo-nyokat eredményez majd, mint amilyenek Németország jelenlegi energiatermelését jellemzik: a német energiagazdálkodás látszatra példaértékűen zöld, nagy hányadban megújulóenergia-forrásokon alapul, de a valóságban csak addig fenntartható, amíg a szomszédos országok, mindenekelőtt Franciaország és Lengyelország a némettől gyökeresen eltérő stratégiát követnek (*Magyar Kémikusok Lapja*, 2019, *74*, 91–93).

Abban természetesen lehet reménykedni, hogy a tilalom várható bevezetéséig eltelő bő évtizedben az autóiparban olyan technológiai változások történnek majd, amelyek automatikusan húzzák magukkal a világ többi részét is. Mindenesetre az Európai Parlament jól láthatóan azokra a szakértőkre hallgatott, akik szerint a benzin és a gázolaj teljes kiküszöbölése a közlekedésből ilyen időtávlatban nem megvalósíthatatlan cél. A klímacélok azonban csak akkor érhetők el még ilyen gyökeres változtatással is, ha a kőolaj helyébe lépő energiatermelési mód nem jár szén-dioxid-kibocsátással. Ez jelenleg a két kézenfekvő alternatíva – az elektromos, illetve a hidrogénes hajtás – egyikére sem igaz.

Az elektromos autók látványosan terjednek hazánkban is, míg a hidrogénnel üzemelők közül talán egyedül a Toyota Mirai szerepel a magyar kereskedőki kínálatában, de listaára sincsen, mert Magyar-országon sehol nincs nyilvános hidrogéntöltő állomás. Emiatt ez az írás inkább az elektromos autók elterjedésének feltételeire összpontosít.

Az elektromosenergia-termelés megújuló erőforrásokra átállásához várhatóan szükséges szerkezeti anyagok mennyiségéről a közelmúltban jelent meg alapos tudományos elemzés (*Joule*, 2023, *7*, 309–332), az ebben található becslések rövid összefoglalója látható a **1. táblázatban**. A szerkezeti anyag definíciója itt nem teljesen a hagyományos: minden beleszámít, ami az energiatermelési infrastruktúra létrehozásához szükséges. A várható igényt mindig alsó és felső korláttal adták meg 95%-os konfidenciaintervallummal, az utolsó előtti oszlopban a várható éves igény kiszámolásánál a mediánt vették figyelembe.

A táblázat adatait akár megnyugtatónak is lehet nevezni. Talán meglepő, de egyedül a tellúr esetében haladja meg a 2050-ig várható igény a jelenleg ismert, gazdaságosan kiaknázható készleteket, illetve még két esetben, a napelemkészítésre alkalmas minőségű szilícium és a diszprózium esetében lenne szükség arra, hogy a jelenlegi gyártási kapacitásokat igen jelentősen bővítsék.

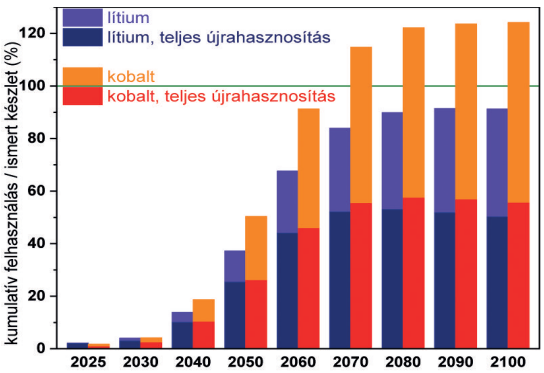
Anyag	M. e.[a]	Éves igény	Teljes igény 2050-ig	Jelenlegi éves termelés	Várható éves igény/jelenlegi éves termelés	Ismert készlet
acél	Mt	55–250	1100–3000	1900	4,7%	n. a.[b]
alumínium	Mt	5,6–21	110–380	68	17%	30.000
cement	Mt	31–105	680–2100	4400	1,6%	n. a.[b]
mangán	Mt	0,01–0,9	0,2–7,6	20	0,2%	150
neodímium	Mt	0,02–0,12	0,36–1,4	0,02	270%	13
nikkel	Mt	0,07–0,3	1,1–4,7	2,7	6,2%	95
réz	Mt	2,1–6,3	41–110	26	14%	880
szilícium[c]	Mt	0,4–3,2	7,2–49	0,75	150%	n. a.[b]
üveggyapot	Mt	1,3–6,6	22–100	4,8	66%	n. a.[b]
üveg	Mt	13–55	230–760	100	20%	n. a.[b]
diszprózium	t	2100–14.000	33.000–160.000	1800	310%	1.100.000
ezüst	t	2100–7600	37.000–110.000	25.000	12%	530.000
gallium	t	16–97	310–1500	550	6,8%	110.000
indium	t	52–290	1000–4400	920	12%	15.000
kadmium	t	710–5200	14.000–82.000	24.000	8,0%	500.000
szelén	t	170–1500	3300–24.000	3300	16%	100.000
tellúr	t	760–6100	15.000–96.000	580	370%	31.000

[a]: használt mértékegység, 1 t = 1000 kg, 1 Mt = 1 000 000 t
[b]: nem értelmezhető adat, mert a potenciális földi készletek minden észszerű gazdasági felhasználást nagyságrendekkel meghaladnak
[c]: napelem készítésére alkalmas minőségű szilícium

1. táblázat. Szerkezeti anyagok szükségletadatai a megújuló energiatermelésre átállás során

A táblázatból feltűnően hiányoznak a lítiumigényre és -készletekre vonatkozó adatok. Ennek oka az, hogy az idézett munkában az elektromos energia megújuló forrásokból történő előállítását vizsgálták és nem a tárolását. Az elektromos autók széles körű elterjedésének feltételeit ilyen szempontból egy 2021-ben megjelent munkában tanulmányozták (*Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2021, *144*, 111011) egy szűk évszázados időtávlatban. Fontos leszögezni, hogy a jelenlegi lítiumakkumulátorok felépítéséből adódóan nemcsak a 3-as rendszámú elem, hanem a kobalt hozzáférhetősége is aggodalomra adhat okot.

A Föld országainak lítiumtermelése a legutóbbi évtizedben négyszeresére növekedett, 2021-ben mintegy évi 106 000 tonnát tett ki. A Föld teljes, jelenleg ismert, hozzáférhető készletét lítiumból 16, kobaltból 7 millió tonnára becsülik. A szerzők a cikk rövid összefoglalójában nagyon visszafogottan így fogalmaztak: komoly jelek utalnak arra, hogy a lítium és a kobalt hiánya az évszázad közepére a tisztaenergia-felhasználás körének bővülését fenyegeti majd. Ennél sokkal pesszimistább előrejelzés olvasható ki az **1. ábrából**, amely a világgazdaság előrelátható lítium- és kobaltigényét mutatja be a 21. században évtizedes bontásban. Mindkét elemre két becslés látható: a magasabb oszlop a jelenlegi felhasználási szokásokból következik, az alacso-nyab-bik pedig azt feltételezi, hogy ezeket a fémeket a lehető legteljesebb mértékben újrahasznosítják. Még a legoptimistább gondolkodásmód is feltételezi, hogy a jelenleg ismert kobalt- és lítiumkészletek több mint felét kellene majd gazdaságilag hasznosítani egyidejűleg.



1. ábra. A gazdaság kumulatív lítium- és kobaltigényének alakulása a 21. században az ismert készletek százalékában

Ezeket az elemzéseket még 2023. február 14. előtt publikálták, ezért a tizenkét év múlva életbe lépő EU-s tilalom hatását nem vehették figyelembe a gazdasági folyamatokban. Az adatok ismeretében eléggé valószínűtlennek tűnik, hogy 2035-ben a benzin- és gázolaj-üzemű au-tóparkot döntően elektromos flotta fogja felváltani az érintett országokban. Ezért a jelenleg egyetlen, technikailag is megvalósíthatónak tűnő alternatíva, a hidrogénhajtású autók fejlesztése és a hidrogéninfrastruktúra kiépülése minden bizonnyal új lendületet vesz addig.

Persze csak akkor, ha az új rendelet valóban érvénybe is lép. Vannak jelek arra, hogy ez mégsem lesz így. A szabályozás aláírását, amelyet eredetileg március 7-ére terveztek és puszta formalitásnak tűnt, az Európai Unió Tanácsának jelenlegi svéd elnöksége egy március 3-i bejelentés szerint előre meg nem határozott időre elhalasztotta (https://www.politico.eu/article/approval-of-eus-2035-combustion-engine-ban-postponed/). Ennek az oka az lehet, hogy Németország a tilalom bejelentésével együtt az e-üzemanyagok használatában is világos sza-bályozást szeretne, illetve az ugyancsak jelentős autógyártó Olasz-ország nem feltétlenül támogatja a rendelet elfogadott formáját. A hírek szerint Lengyelország és Bulgária sem ért egyet a tervekkel. Talán az is sok mindent elmond, hogy az idézett szövegben tiltás helyett a „100%-os csökkentés” megfogalmazás szerepel. Ez lehetővé teszi, hogy egy későbbi politikai alkuban a szabályozásban egyetlen számérték megváltoztatásával megszüntessék a lényegi korlátozáso-kat anélkül, hogy magát a rendeletet visszavonnák.

A cikk megjelenését a Megújuló Energiák Nemzeti Laboratórium támogatta a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Hivatal RRF-2.3.1-21-2022-0009 azonosító számú projektjének keretében. 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.

Harmathy Norbert – Szalay Zsuzsa

Fenntartható energetika

„BME a fenntarthatóságért” – konferenciabeszámoló

A tudomány hónapjában, 2022. november 25-én rendezték meg a „BME a fenntarthatóságért” című konferenciát, amelyen több mint 50 előadás foglalkozott a fenntarthatóság tudományos kérdéseivel.

A konferencia, a szekcióbeosztás alapján, az alábbi témaköröket érintette:

- hulladék, műanyagok, biodiverzitás és újrahasznosítás,
- a fenntarthatóság társadalmi és gazdasági vonatkozásai,
- fenntartható energetika,
- településfenntarthatóság és élelmiszerek fenntartható előállítása,
- karbonkibocsátás, globális felmelegedés, lég-, talaj- és vízszennyezés.

A Műegyetem értékrendjében fontos szerepet játszik az élhető jövő megteremtése és ökoszisztémánk megőrzése. A BME elkötelezett a környezetvédelemben, a klímacélok teljesítésében és az energiatakarékosságban; a témákhoz kapcsolatos programok már megindultak az Egyetemen. Mivel a fenntarthatóság kérdéseinek stratégiai megválaszolásához tudományos kompetenciákra van szükség, a BME a tudásvagyonával és sokrétű kutatási-fejlesztési eredményeivel is szeretne ezekhez a válaszokhoz hozzájárulni, illetve a fenntarthatóság kutatásának aktív részese lenni.

A **Fenntartható energetika** szekció fő témakörei az energiahatékonyság, zöld energiatermelés, atomenergia, fenntarthatóság és környezettudatos építőanyagok tématerületeit érintették. Az alábbi kutatásokat mutatták be:

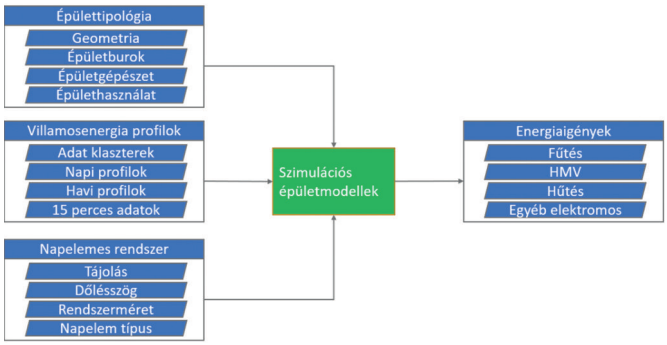
Horváth Miklós (Gépészmérnöki Kar, Épületgépészeti és Gépészeti Eljárástechnika Tanszék) kutatási témája az „Épületekre telepített napelemes rendszerek termelésének helybeni felhasználásának maximalizálása épületgépészeti rendszerek segítségével” címet viseli.

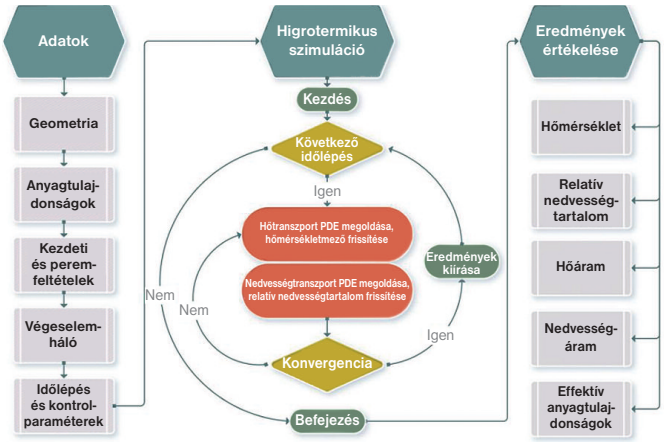
Az előadás végigvette, hogy a lakóépületekre telepített nap-elemes rendszerek esetében az épületgépészeti rendszerek segít-ségével milyen mértékben növelhető a termelt villamos energia helybeni felhasználása, amelynek a paramétereit és folyamatát az **1. ábra** szemlélteti.

A napelemes rendszerek modellezésében két fontos paraméter vetődik fel a napelemek karakterisztikáján kívül. Az egyik a napelemes rendszer mérete, a másik a napelemes rendszer tájo-lása. Az ismertetett vizsgálatok során csak a napelemes rendszerek szempontjából releváns tájolásokat tanulmányozták; ezek praktikusan a kelet–nyugat közötti tájolásokat jelentik.

Nagy Balázs (Építőmérnöki Kar, Építőanyagok és Magasépítés Tanszék) témája az „Épületszerkezetek higrotermikus modellezésen alapuló energetikai és állagvédelmi értékelése” volt. A higrotermikus modellezés során nem csupán az anyagok, épületelemek és épületszerkezetek hőtechnikai viselkedését tudjuk figyelembe venni konstans anyagtulajdonságokkal és peremfeltéte-lekkel, hanem a valóságot jobban közelítő, kapcsolt hő- és ned-vességtranszport modellezésen alapuló, az anyagtulajdonságokat és peremfeltételeket dinamikusan változtatni képes idő- és kör-nyezetfüggő szimulációkat is létre tudunk hozni **(2. ábra)**.

1. ábra. Napelemes rendszerek és épületek modellezésének bemenő adatai és eredményei



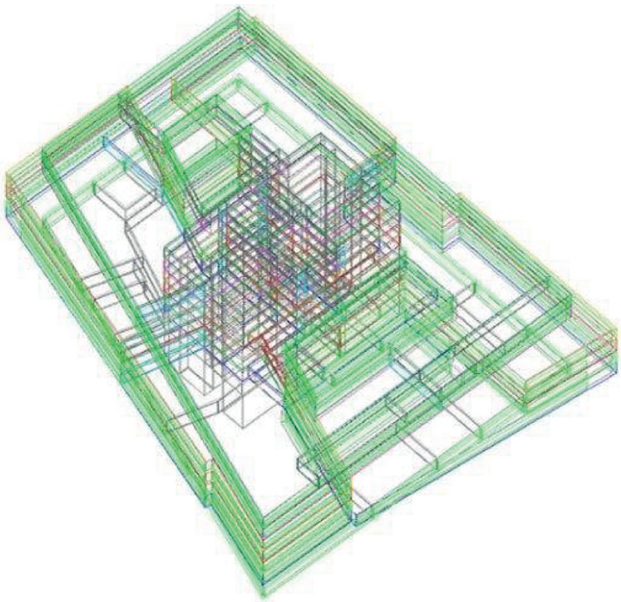


2. ábra. Számítási folyamat

A higrotermikus szimulációk alkalmazása az épületelemeink tervezése, épületszerkezeteink vizsgálata, valamint épületeink energetikai számításai során olyan lehetőséget nyújt, amelynek segítségével az energiaigények pontosabban becsülhetők, valamint épületeink élettartama a tervezés során pontosabban modellezhető, elkerülve az állagvédelmi problémákat.

Harmathy Norbert (Építészmérnöki Kar, Épületenergetikai és Épületgépészeti Tanszék) kutatási témája: „Okos technológiákkal és fenntarthatósággal az energiafüggetlenség és dekarbonizációs célok felé”. Az előadó egy újonnan megépült irodaházon mutatta be a technológiák alkalmazását. A biztonságos energiaellátás

és energiafüggetlenség kiemelkedően jelentős szerepet kapott az Európai Unióban. Magyarországon jelenleg a közel nulla ener-giahatékonysági követelményszint van hatályban. Az biztonságos energiaellátás a hatékony és irányított energiaellátásra épül, amelynek az alapja az energiaigények csökkentése és az épületek tudatos üzemeltetése. A kutatás elősegíti a digitalizáció bevezetését az épületüzemeltetésbe és az energiaellátó hálózat tudatos irányításába. A kutatás egy irodaház **(3. ábra)** kétéves tervezési és kivitelezési folyamatát követi le, ahol az intelligens techno-lógiák alkalmazása és a LEED zöld épületminősítés megszerzése beruházói döntés volt.



3. ábra. Energetikai modell, a WING Zrt. megvalósult beruházása

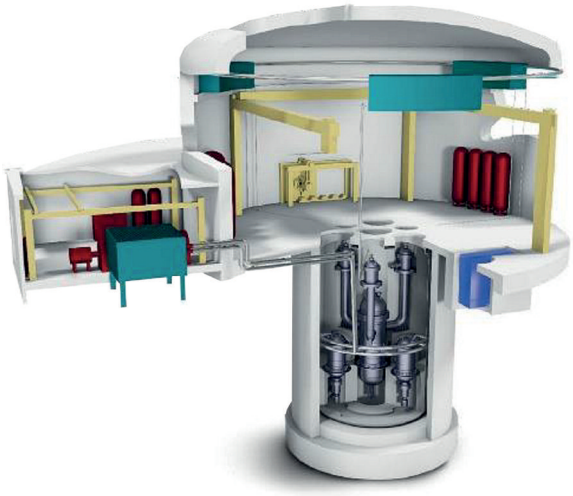
Az eredmény egy korszerű, zöld irodaház-komplexum megvalósítása, amely az intelligens épületmegoldások alkalmazásával magas szintű energiahatékonysági megoldásokat eredményezett **(4. ábra)**.

Energia	ASHRAE Benchmark			Tervezett			Megtakarítás	
	Energia-fogyasztás (kWh)	Primer energia (kWh)	Költség ($)	Energia-fogyasztás (kWh)	Primer energia (kWh)	Költség ($)	Energia-fogyasztás	Költség
Elektromos	5839	14 597	537 225	4823	12 057	443 722	17,4%	17,4%
Távhő	2883	3632	161 464	217	273	12 192	92,4%	92,4%
Öszesen	**8722**	**18 229**	**698 689**	**5040**	**12 330**	**455 914**	**42,2%**	**34,7%**

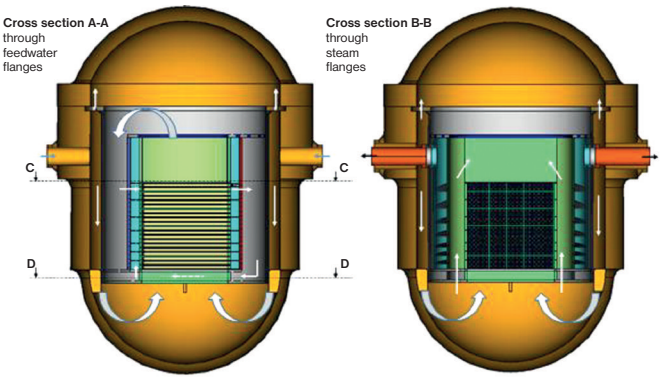
4. ábra. Éves energia- és költségmegtakarítás a bemutatott irodaházban

Orosz Gergely Imre (Természettudományi Kar, Nukleáris Tech-nikai Intézet) előadása a „Nukleáris Technikai Intézetben zajló IV. generációs atomerőmű-kutatások a fenntarthatóság jegyében” címet viselte. Az urán a legnagyobb fajlagos fűtőértékkel rendelkező elem, de a Földön található készletek nem kifogyhatatlanok, ezért a jelenlegi nyílt üzemanyagláncot zárni kell, és ezzel fenntart-hatóvá kell tenni a hosszú távú üzemanyag-ellátást. Az üzemanyag-ciklus zárásához új, innovatív reaktortípusokra van szükség. Ezeket a reaktortípusokat soroljuk a IV. generációs reaktorok közé.

A Nukleáris Technikai intézet jelenleg intenzíven részt vesz az ALLEGRO gázhűtésű reaktor **(5. ábra)** és az ECC-SMART projekt keretében az SCW-SMR szuperkritikus nyomású vízzel hűtött kis moduláris reaktor (**6. ábra**) nemzetközi kutatásaiban.



5. ábra. Gázhűtésű reaktor

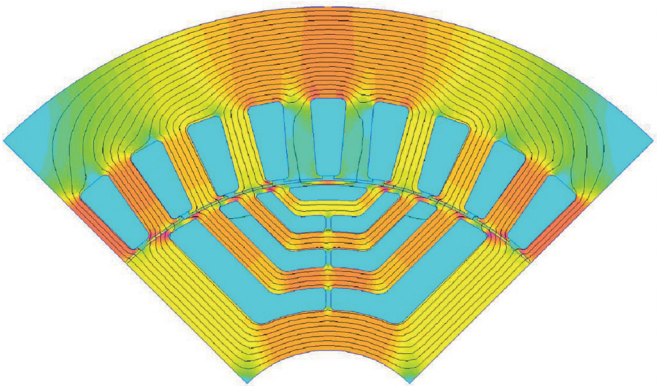


6. ábra. Szuperkritikus nyomású, vízzel hűtött reaktor

Horváth Sándor Rajmund (Villamosmérnöki és Informatikai Kar, Villamos Energetika Tanszék) témája a „Ritkaföldfém-mentes villamos forgógépek tervezési módszereinek kutatása”.

A multidiszciplináris tervezést követően, a technológiai, karbantartási vonatkozások fenntarthatóságának vizsgálatakor már nemcsak gazdasági, hanem stratégiai szempontokat is figyelembe kell vennünk. A ritkaföldfém mágnesek előállításához szükséges nyersanyagok jellemzően földrajzilag meglehetősen koncentrált formában érhetők el, jelentős részben Kína területén. A konkurens topológiákkal való versenyképesség eléréséhez az elektromágneses tervezési folyamatba fejlett 2D és 3D térszámí-tási módszereket kell integrálni, amelyek szakszerűen alkalmazva belátható számítási idő mellett kellő pontosságú eredményt szol-

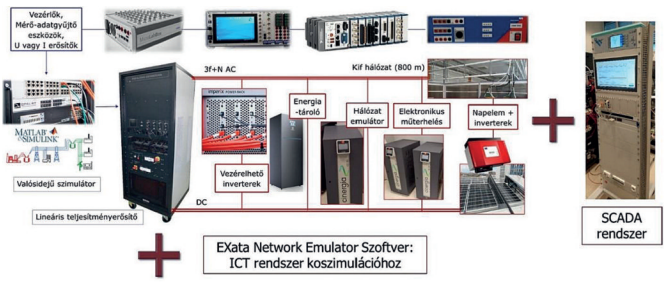
7. ábra. Szinkron reluktanciagép szimulációja



gáltatnak. A **7. ábra** szinkron reluktanciagép numerikus tér-számítással előállított, 2D erővonalképét szemlélteti az üresjárás állapotában.

Raisz Dávid (Villamosmérnöki és Informatikai Kar, Villamos Energetika Tanszék) témája az „Új hálózati megoldások a megújuló villamos energia részarányának növelésére”.

Az előadásban kitért azokra a lehetőségekre, melyek fejlesztése jelenleg is zajlik a Smart Power Laboratóriumban **(8. ábra)**: 1) napelemes inverterek szabályozására épülő megoldások feszültségszabályozás vagy mesterséges inercia megvalósítására,



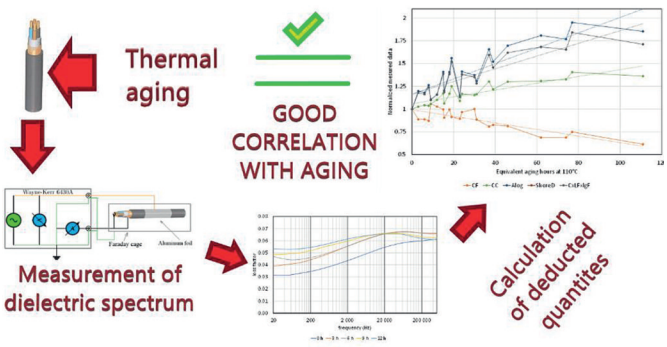
8. ábra. A Smart Power Laboratórium elemei

2) dedikált teljesítményelektronikai eszközök a hálózat szabályozásában (FACDS-eszközök és alkalmazásaik), 3) új piaci megoldá-sok az elosztóhálózati rugalmassági képességek ösztönzésére. Emellett szó esett olyan teljesen újszerű megoldási lehetőségekről, melyek a villamosenergia-rendszer évtizedek óta elfogadott alapvetéseit helyezik új megvilágításba: 4) DC-elosztás: közép- és kisfeszültségű DC, ill. hibrid AC/DC hálózatok és ezek kiszolgálása például Smart Transformer eszközzel, 5) többfrekvenciás, csomagalapú energiatovábbítás.

Tamus Zoltán Ádám (Villamosmérnöki és Informatikai Kar, Villamos Energetika Tanszék) témája: „Az elosztott energiatermelés hatása a kisfeszültségű kébelhálózatok élettartamára”.

A kutatásban a megújuló energiatermelés hatására ciklikusan megjelenő rövid idejű termikus túlterhelések PVC-szigetelésű, kisfeszültségű elosztókábelek szigetelésére gyakorolt hatását vizsgálták. Az eredmények azt mutatták, hogy az ismétlődő termikus túlterhelések a kisfeszültségű elosztókábelek szigetelésében egyértelműen kimutatható degradációt okoznak. A kutatás további eredménye, hogy ezek a romlási folyamatok jól követhetőek roncsolásmentes, dielektromos vizsgálati módszerekkel **(9. ábra)**. Ezek az eredmények megalapozhatják egy okosmérésen alapuló roncsolásmentes vizsgálati módszer kidolgozását, így nyomon

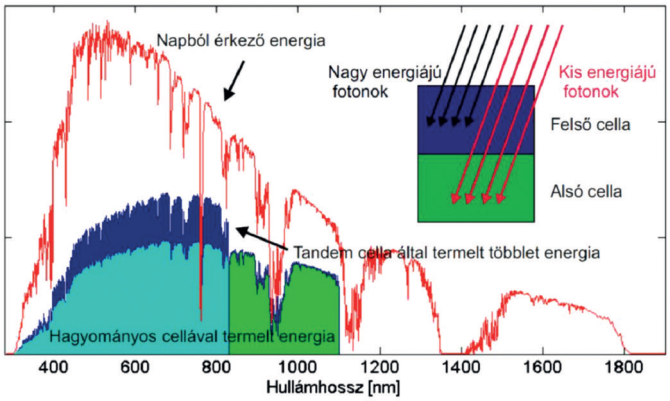
9. ábra. Romlási folyamatok roncsolásmentes, dielektromos vizsgálati módszerei



követhetők az egyes megújuló források kisfeszültségű kábelhálózatra csatlakoztatásával megjelenő degradációs folyamatok.

Plesz Balázs (Villamosmérnöki és Informatikai Kar, Elektronikus Eszközök Tanszéke) témája a „Napenergia-hasznosítás hatásfoká-nak növelése spektrumbontással”.

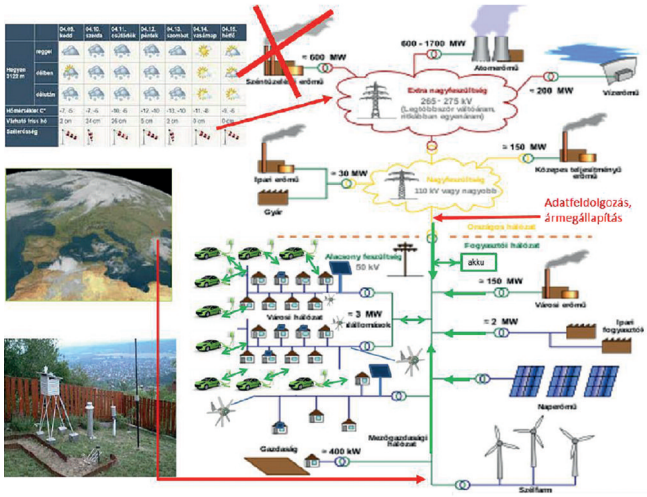
Az előadás a napelemek hatásfokának javítási lehetőségeit taglalta. A napelemek hatásfokának elvi felső határát erősen befolyásolja a napelem készítéséhez felhasznált félvezető anyag és annak tiltottsáv-szélessége. A napsugárzás spektrumától függően létezik olyan tiltottsáv-szélesség, ahol a napelemből kivehető villamos teljesítmény maximális, ez határozza meg a hasznosítás felső korlátját. Az optimális tiltottsáv-szélességet valójában a bejövő fény spektruma határozza meg. A napsugárzás különböző hullámhossztartományokra történő felosztását spektrumbontásnak nevezzük: segítségével az elméleti határértékek fölé lehet növelni a hatásfokot. Ennek legrégebbi megoldásai az ún. tandem napelemek, melyeknél két, eltérő tiltottsáv-szélességű napelemcella között osztják szét a fényt, így mindkét cella a számára kedvezőbb hullámhossztartományban üzemel. **(10. ábra)** Ezeknek a tandem celláknak az elméleti maximális hatásfoka már eléri a 45%-ot. További lehetőség, hogy a fényt nem két napelem, hanem egy napelem és valamilyen más eszköz (közvetlen termi-



10. ábra. Tandem cella működése és lehetséges többlettermelése

kus hasznosítás, termoelektromos generátor, fotokatalitikus hidrogénfejlesztés stb.) között osztjuk meg, ezzel növelve a rendszer összhatékonyságát. Az ilyen kombinált rendszerek kidolgozása és optimalizálása izgalmas, de erősen interdiszciplináris és komplex feladat, amely lényeges szemléletváltást igényel az eddigi napenergia-hasznosítási gyakorlattal szemben.

Mizsei János (Villamosmérnöki és Informatikai Kar, Elektronikus Eszközök Tanszéke) előadása az „Utópia – avagy hogyan kellene a villamos energiát kezelni?” címet viselte, és olyan „utópiát” vázolt fel, amely a jelenleg működő villamosenergia-termelési, -elosztási és -felhasználási rendszer újragondolására serkentheti a szakembereket, lehetőséget adva az eddigiekhez képest olcsóbb és minden tekintetben jobb villamosenergia-ellátásra. Az „utópia” lényege, hogy az energiaellátás minden elemét (fogyasztás előrejelzése időjárás-alapú és piaci modellekkel, a termelés előrejelzése, szállítás, elosztás, felhasználás, tárolás, számlázás) egy-séges, piackonform rendszerbe foglalja a **11. ábra** szerint. A konvencionális rendszerhez képest, beleértve a korszerű „smart grid”-eket is, az igazi intelligens rendszer célja, hogy minden olyan tényezőt figyelembe vegyen, amely hatással van a rendszer bár-mely elemére (**12. ábra**).



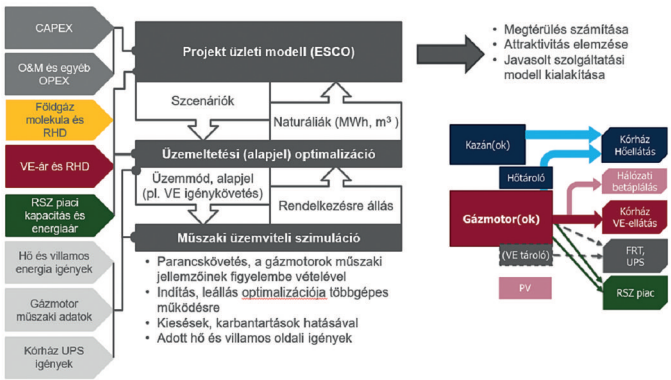
11. ábra. Az energiaellátó rendszer elemei

A rendszer jellege	Konvencionális	Intelligens
Energiaforrások	Elsősorban hagyományos (atom, szén, szénhidrogén)	Elsősorban megújuló (nap, szél, kisebb részben víz)
Időjárás figyelembe-vétele	Elsősorban a fogyasztás előrejelzésére	A termelés és a fogyasztás előre-jelzésére, valamint az árképzésre
A villamos energia ára	Rögzített, piacidegen, lassan alkalmazkodik a kereslet–kínálat viszonyhoz	A termelés és a fogyasztás viszonyától függően dinamikusan változik,piac-konform
Piaci szereplők	Eladó (termelő), vevő (fogyasztó)	Eladó (termelő), vevő (fogyasztó, tároló, termelő), hatósági tervező
Az energiaáramlás és a fizetés iránya	Eladó → vevő Vevő → eladó	Eladó → vevő Vevő → eladó
A rendszer kerete	Nemzeti (import-export lehetőségekkel)	Nemzetközi, legalább EU szinten, de inkább globálisan egyeztetett termeléssel és elosztással
A rendszer méretezése	Az ellátásbiztonság miatt drasztikusan túlméretezett	A térben és időben elosztottabb termelés és kiegyensúlyozottabb fogyasztás takarékosabb hálózatot tesz lehetővé
A fogyasztók jellege	Főleg hálózathoz kötött	Hálózathoz kötött és mobil (gépjárművek)
Energiatárolás	Nem fontos cél	A rendszer működésének alapvető feltétele a többszintű, koncentrált és elosztott tárolás

12. ábra. A konvencionális és az intelligens rendszerek összehasonlítása

Vokony István és Szalmáné Csete Mária (Gazdaság- és Társadalomtudományi Kar, Környezetgazdaságtan és Fenntartható Fejlődés Tanszék) arról beszélt, milyen üzleti lehetőségei vannak a gázmotoros áramszolgáltatásnak az egészségügyi szektorban.

A kapcsolt hő- és villamosenergia-termelés magas hatásfokkal és jó megtérülési mutatóval rendelkezik, valamint közvetett haszna is van: a DSO (distribution system operator – elosztóhálózati engedélyes) számára lehetőséget hordoz egy szabályozható, elosztott energiatermelési pool kialakításában, ami a flexibilis szolgáltatás műszaki alapjait jelenti. A jelenlegi piaci környezetben,



13. ábra. Gázmotoros szolgáltatási koncepció

valamint a kórházak jelentős energiaigényére, jellegzetes időbeli igény-eloszlására alapozva az alapvető fontosságú, folyamatosan rendel-kezésre álló, megbízható és minőségi energiaellátás biztosítására együttesen megoldást kínáló szolgáltatáscsomag teljes egészében átalakíthatja a kórházak és energiaszolgáltatók eddigi kapcsolat-rendszerét egy mindkét fél számára sikeres konstrukcióvá. Tanul-mányukban elképzelést dolgoztak ki a szolgáltatási koncepció fejlesztési irányára (**13. ábra**). A műszaki megvalósítási javaslatok a lehetőséget teremtik meg, az irányt a gazdasági megfontolások fogják meghatározni.

Karbonsemleges villamos energia

Aszódi Attila írja *Láncreakció* című blogjában:

Az időjárástól erősen függő nap- és a szélerőművek európai elterjedése jelentős kihívások elé állítja a villamosenergia-rendszert, hiszen ezek termelése egy napon belül, de az év során is jelentősen változik, és nem illeszkedik a villamosenergia-igény időbeli változásához. Ezenkívül előfordulhatnak olyan állapotok, amikor sem a nap-, sem a szélerőművek nem képesek termelni, vagy nagyon alacsony az általuk a rendszerbe betáplált energia-menynyiség. Ezeket a rendszerállapotokat *Dunkelflaute*, *sötétszélcsend*-állapotnak nevezik.

Szintén fontos kérdés, hogy a nap- és szélenergia fejlesztésével milyen mértékig lehet a villamosenergia-rendszert karbonsemleges villamos energiával ellátni, és hogyan működnek együtt az atomerőművek az időjárásfüggő megújuló forrásokkal, milyen karbonsemleges részarányt valósítanak meg közösen.

A kérdések megválaszolására a kutatók gépi tanulási módszereket hívtak segítségül. Az eredmények közül most kettőt idézünk: A sötétszélcsend-események gyakoribbak Magyarországon, mint a szakirodalomban vizsgált országokban (Belgium, Németország). A megújulóenergia-termelés 2030-ban a mostani kapacitásokat jelentősen meghaladó 15 000 MW-os naperőművi és 3000 MW-os szélerőművi kapacitások esetén is csak 42%-ot képvisel a hazai éves villamosenergia-igényen belül, így a hazai ellátáshoz jelentős további karbonsemleges kapacitásokra, elsősorban atomerőmű-vekre van szükség.

(https://aszodiattila.blog.hu/2023/02/18/gepi_tanulasi_modszereket_hivtunk_segitsegul_a_nap-_es_szelenergia_valamint_az_atomenergia_egyuttmuk)

FOTÓ: PELLINGER ATTILA, CC BY-SA 3.0

Szélerőműpark Sopronkövesden

A kémiai érzékelés határainak feszegetése

Beszélgetés Gyurcsányi E. Róbert tanszékvezető egyetemi docenssel, az BME Vegyészmérnöki és Biomérnöki Karán működő Kémiai Nanoérzékelők Kutatócsoport vezetőjével

Mi a csoport kutatásának témája, milyen aktuális tudományos kérdéshez kapcsolódik ez?

Kutatócsoportunknak több témája is van, de a legeredményesebb a kémiai és bioszenzorok fejlesztése. Fejlesztés alatt itt az új érzékelési elvek felfedezését és mechanisztikus értelmezését, az érzékeléshez szükséges új vegyületek és anyagok szintézisét, a szenzorok előállítását, analitikai mikrorendszerekbe való integrálását és gyakorlati alkalmazását értem. A kémiai szenzorok általában egy szelektív molekuláris felismerést alakítanak át mérhető elektromos vagy optikai jellé. A rendkívüli szelektivitás lehetővé teszi, hogy akár komplex összetételű mintákból, mint például a vér, közvetlenül ki tudjuk mutatni egy komponens jelenlétét, illetve meg tudjuk határozni koncentrációját anélkül, hogy a mérést a minta egyéb összetevői befolyásolnák. Amennyiben a molekuláris felismeréshez szintetikus anyagot használunk, akkor kémiai szenzorról, ha pedig biológia eredetű komponenst (enzim, ellenanyag stb.) akkor bioszenzorról beszélünk. Jellemzően ezek a szenzorok hordozhatóak, és alkalmazásuk nem igényel laboratóriumi környezetet. Talán a jól ismert glükóz- („vércukor”) szenzorokon keresztül megérthető annak a jelentősége, hogy egy ilyen mérést otthon, bárki el tud végezni, és az eredményét rögtön meg is kapja. Alkalmazás tekintetében mi is elsődlegesen orvosdiagnosztikai célra fejlesztünk szenzorokat, radikálisan új megoldások alkalmazásával. Hogy egy aktuális témát említsek, olyan érzékelési eljárásokat és eszközöket fejlesztettünk ki, amelyekkel akár egyetlen vírus is detektálható folyadékmintákban, illetve a vírusantigének felismerésére konvencionálisan alkalmazott antitestek helyett kémiai szintézissel állítunk elő ún. műanyag antitesteket.

Általánosságban a kémiai érzékelők a felgyorsult életben és az öregedő társadalomban olyan eszközök, amelyek az életminőséget, biztonságot és hatékonyságot növelik, és itt most nemcsak az orvosi, hanem ipari és környezetmonitorálási alkalmazásokra is gondolok.

Hogyan jutott el ehhez témához, melyek voltak tudományos fejlődésének fontosabb állomásai?

Még egyetemi tanulmányaim alatt nagyon megszerettem az analitikai kémiát. Egyrészt a kolozsvári Babeş-Bolyai Tudományegyetemen kiváló tanáraim voltak ebből a tárgyból, másrészt tetszett a logikája, életszerűsége és nem utolsósorban itt találkoztam a legmodernebb eszközökkel, műszerekkel. Kékedy László témavezetésével viszonylag korán elkezdtem dolgozni az áramló oldatos analízis és az atomspektroszkópia területén. Mindenképpen az analitikai kémia területén akartam maradni, de ezt nem nevezném túl tudatos döntésnek, hanem inkább szerencsés véletlennek, hogy doktori kutatásom tématerületének a BME-n a kémiai és bioszenzorok fejlesztését választottam. A kapcsolódási pontot a két téma között az áramló oldatos analízis képezte, amelynek egyik felfedezője műegyetemi témavezetőm, Fehér Zsófia volt. Hamar kiderült számomra, hogy ez annyira multidiszciplináris terület, ahol soha nem fogom beskatulyázva érezni magam, és szabad kezet is kaptam, hogy természetes érdeklődésemet követve sok mindennel foglalkozzam. Ebben az időszakban a későbbi pályafutásomra nézve talán legmeghatározóbb a Duke Egyetemen vendégkutatóként eltöltött három hónap volt. Itt Lindner Ernő vezetésével bekapcsolódtam a kis kimutatási határú ionszelektív elektródok kutatásába. Ekkor fedezték fel, hogy akár 4–5 nagyságrenddel kisebb ionkoncentrációk mérésére is alkalmassá tehetők az ionszelektív elektródok, és rendkívüli volt az érdeklődés ezek iránt. Sikerült egy új elektrokémiai módszert kidolgoznunk, amivel ezt meg lehetett valósítani, és ezt a témát posztdoktorként is folytattam Lindner Ernőnél, kiegészítve orvosdiagnosztikai szenzorok fejlesztésével. Wilhelm Simon-posztdoktorként a zürichi ETH-n Pretsch Ernő kutatócsoportjában dolgoztam tovább, ahova később vendégkutatóként többször is visszatértem. Itt felbecsülhetetlen tapasztalatot szereztem az ionszelektív elektródok területén, és több új kutatási téma indítására is lehetőséget kaptam. A továbbiakban a BME-n fokozatosan alakítottam a kutatócsoportomat egyre jelentősebb hazai pályázati támogatásokkal (fiatal kutatói OTKA, nagy összegű fiatal OTKA, Lendület II), illetve több nemzetközi pályázat elnyerésével (Gates, Eniac, ERA Chemistry). 2012-ben a Volkswagen AG által a BME-n alapított Elektrokémiai Kutatócsoport vezetője lettem, és tematikánk tovább bővült a Li-ion-akkumulátorok fejlesztéséhez kapcsoló alkalmazott kutatással a konszern központi kutatási részlegével együttműködve.

Kérem, kicsit részletesebben is beszéljen olvasóinknak az egyik kedvenc kutatási témájáról!

Akkor a nanoszenzorokról beszélnék röviden, egész konkrétan a nanopórusos érzékelőkről. Képzeljünk el egy vékony, elektromosan szigetelő membránban egy nanoméretű lyukat (nanopórust), ami két oldatteret választ el egymástól, az egyikben állandó összetételű elektrolitoldat van, a másikban pedig a mintaoldat.

Elektromos feszültséget kapcsolva a két oldattérre ionáramot fogunk mérni, amelyet a legszűkebb keresztmetszet határozz meg, azaz a nanopórus mérete. Ha egy nanorészecske kerül a nanopórusba, akkor ez jelentősen csökkenti a nanopórus szabad keresztmetszetét, és ezáltal a mért áramot. Amennyiben a mintaoldatot a nanopóruson keresztül áramoltatjuk, akkor minden áthaladó részecske impulzusszerű áramjelet generál áthaladáskor. Ezen az elven alapuló, költséghatékonyan előállítható kvarc nanopórusos vírusszámlálókat fejlesztettünk ki, amire elnyertük a Bill&Melinda Gates alapítvány támogatását. Az elméleti háttér kidolgozásával elértük, hogy a vírus koncentrációját, illetve méretét kalibráció nélkül meg lehessen határozni.

A nanopórusok belső falának kémiai módosításával elvileg akár az is szabályozható, hogy milyen molekulák vagy ionok tudnak áthaladni vagy bekerülni a pórusba. Az ionszelektív nanopórusok előállításához például rendkívül kis átmérőjű (kb. 5 nm) pórusok belső falához kell kovalensen rögzíteni több különböző tulajdonságú molekulát úgy, hogy ezeknek az arányát pontosan kell kontrollálni a felületen. Évekbe telt, hogy ezt megvalósítsuk, és tulajdonképpen a biológiai ioncsatornák mintájára szelektív szintetikus ioncsatornákat tudjunk előállítani, amelyeket szenzorokként alkalmaztunk. Az ilyen szelektív ioncsatornáknak azonban több más fontos alkalmazásuk van.

Mennyire láthatóak eredményei nemzetközi téren? Ön szerint mi kell ahhoz, hogy az itthoni kutatások is fel tudják kelteni a nemzetközi szakmai közösség érdeklődését?

Nyilván törekszünk, hogy láthatóvá tegyük eredményeinket. Rangos szakmai folyóiratokban publikáljuk ezeket, mert ez az elsődleges feltétele, hogy munkásságunkat megismerjék. Emellett azonban nagyon fontosnak tartom, hogy konferenciákon is bemutassuk az eredményeinket.

Nem biztos, hogy nekem kellene megállapítani, mennyire sikeres ez a törekvés. Persze vannak jelei, például nagyon sok nemzetközi konferenciára hívtak meg előadónak, és ezek között vannak a legjelentősebb analitikai kémiai, kémiai szenzoros, elektrokémiai és bioelektrokémiai konferenciák, de én is szerveztem Pretsch Ernővel és külföldi kollégákkal öt nemzetközi konferenciát Magyarországon (International Conference on Chemical Sensors). Emellett egy élvonalbeli nemzetközi kémiaiszenzor-folyóirat, a *Sensors and Actuators B Chemical* társ-főszerkesztője vagyok. Ezekre, a nemzetközi együttműködési ajánlatokra és a közleményekre kapott hivatkozások alapján azt gondolnám, hogy az eredményeink láthatóak nemzetközi szinten, és van érdeklődés irántuk.

Ami a második kérdést illeti, véleményem szerint a hazai kutatások sok területen a nemzetközi élvonalban vannak. Kiemelkedő eredményeket kell elérni, és ezeket minél rangosabb folyóiratokban kell publikálni.

Kérem, mutassa be a csoportot!

A csoport folyamatosan változik mind a létszám, mind az összetétel tekintetében. Nagyrészt doktoránsokból, MSc- és BSc-hallgatókból áll, és ezért folyamatos a fluktuáció, de olyan 12 és 20 között szokott lenni a létszám. Jellemzően a hallgatók még a BSc-képzés alatt jelentkeznek a csoportba, sokan a *Kémiai és bioszenzorok* tárgyam elvégzését követően. Minden jelentkezőnek több témát szoktam felajánlani, és az első beszélgetéseinknek az a célja, hogy kiderítsem, mi az, ami iránt a leginkább érdeklődnek. Ilyenkor nem különösebben érdekel a tanulmányi átlag, mert még amúgy is nagyon sokat kell tanulniuk a csoportban

A csoport egy részével 2022 júniusában a Visegrádon rendszeresen megrendezett nemzetközi szenzor konferencián

ahhoz, hogy érdemi kutatási eredményeket tudjanak elérni. Ettől függetlenül nagyon sok kiváló diák jelentkezik. A szakdolgozat után is majdnem mindenki folytatja kutatómunkáját a csoportban, diplomamunka vagy akár tudományos diákköri munka keretében. Bár minden hallgató publikálható témát kap, az eredmények mellett legalább akkora hangsúlyt kap a csoportomban a kutatáson keresztüli tanulás, a kutatói önállóság és problémamegoldó készség kialakítása. Általában a legmotiváltabb hallgatóim jelentkeznek doktoránsnak, már jelentős gyakorlati és elméleti háttértudással, de külső jelentkezők is vannak, akikkel szintén nagyon jó tapasztalatom van. Azt a kutatói szabadságot próbálom nekik megadni, amiben nekem is részem volt, és amit annyira értékeltem.

Nagy pályázatok vagy kutatási megbízások esetében szoktam csak célfeladatokra munkatársakat – mérnököket vagy posztdoktorokat – keresni.

Hogyan lehet idehaza megteremteni egy ilyen nagy csoport működési feltételeit? Mekkora a szerepe ebben az intézmény támogatásának és mennyi a csoportvezető pályázati képességének?

Pályázatokból, illetve kutatási megbízásokból. A pályázatképesség rendkívül fontos, de sajnos nem mindig elég. Sok múlik a pályázati kiírásokon, illetve az éppen aktuális stratégai irányokhoz való illeszkedésen, vagy a terület ipari hátterén. A Lendület pályázatot mindenképpen kiemelném a hazai lehetőségek közül egy nagyobb kutatócsoport kialakításának kontextusában. Meghatározó tényező volt számomra is, és nagyon sokat jelentett az ötéves időtartam a kiszámíthatóság és tervezhetőség tekintetében. Az intézményi támogatás nálam tulajdonképpen a laborhelyiségeket és az alapinfrastruktúrát, illetve az egyetemi állományban levő munkatársak fizetését jelentette.

Milyen szerepe van a sikeres kutatásban a nemzetközi kapcsolatoknak?

Ha a kérdés a nemzetközi együttműködésekre vonatkozik, akkor az Egyesült Államokban, ahol szocializálódtam, egyáltalán nem jellemző, hogy a kutatások nemzetközi (vagy akár belföldi) együttműködésekben folynak. A kutatócsoport-vezetőkben nagyon erős az egyéni felelősség érzete, hogy a kutatás minden aspektusát értsék és kontrollálják. Ez rám is jellemző. Az Európai Unióban viszont a nemzetközi kapcsolatok jelentősége eleve felértékelődik, mert a legtöbb pályázat konzorciális jellegű.

Emellett a nemzetközi kapcsolatok kiemelten fontosak a csoport fiatal kutatóinak, mert hozzásegíti őket, hogy nemzetközi

kutatási tapasztalatot szerezzenek. A mi csoportunk rendszeresen fogad vendégkutatókat, és a doktoránsaink többségének is lehetősége volt, a járvány előtt, külföldi partnereknél kutatni. Ezeknek a látogatásoknak a közvetlen kutatási eredményeken túlmenően jelentős motiváló hatása van.

Mennyire tartja hivatásának az oktatást a kutatás mellett?

Nekem mindig a kutatás lesz az első helyen, és nem tudom másként megfogalmazni, mint hogy természetesnek tartom, hogy egyetemi környezetben oktassak. Teljesen természetesnek érzem, hogy a megszerzett tudást és tapasztalatokat átadjam, mindezt legjobb tudásom szerint érthetően és a gyakorlattal összekötve. Az egyetemi előadások mellett nagyon fontosnak találom a kutatáson keresztüli oktatást.

Marad-e kapacitása tudomány-népszerűsítésre, egyáltalán feladatának érzi-e ezt is?

Fontosnak tartom, hogy érthetően és ugyanakkor hitelesen tudjunk kommunikálni tudományos ismereteket, módszereket és eredményeket. Itt sokan csak a tágabb közönségnek szóló kommunikációra gondolnak, de ez az igény már a más háttérrel rendelkező kollégák közötti kommunikációban is jelentkezik. Az Egyesült Államokban egy orvosbiológus mérnöki karon dolgoztam: az olyan tudományterület, ahol gépészmérnökök, villamosmérnökök, vegyészek, orvosok fejlesztenek ki egymással együttműködve egyre hatékonyabb orvostechnikai eszközöket. Aki ilyen közegben dolgozik, hamar átlátja annak jelentőségét, hogy egyszerűen és világosan fogalmazzon, hiszen a kollégái többsége nem ért a kémiához, és nem lehet úgy haladni, hogy nem értjük meg egymást. Azt is természetesnek találom, hogy betekintést nyújtsunk a kutatásainkba, amit például egyetemi nyílt napokon és tudásbörzéken meg is tettünk. Ennél többre nincs kapacitásom, de vannak kiváló kollégák, akik a tudomány-népszerűsítést missziószerűen, professzionális szinten csinálják.

Mit gondol a kísérlet-elmélet kapcsolatáról?

Törekedni kell, hogy mindkét oldalról alátámasszunk egy tudományos eredményt vagy állítást. Ugyanakkor, a kutatás komplexitásából eredendően ez nem mindig történik egyidőben, már ha megtörténik. Sok esetben egy kísérleti jelenséget csak jóval később tudunk elméletileg megmagyarázni/leírni, vagy egy elméleti eredményt kísérletileg igazolni (gondoljunk a gravitációs hullámokra). Az én kutatásomban az előbb említett törekvés egyértelmű.

A kutatás nemzetközisége miatt sok fiatal kutató szembesül az „itthon vagy külföldön" dilemmával? Hozott-e ilyen döntést életében? Ha igen, mi volt az érv a hazatérés mellett?

Úgy érzem, hoztam ilyen döntést, először az Egyesült Államokban eltöltött kétéves posztdoktori időszak végén (2001). A munkahelyi körülményeim, a műszerpark, a finanszírozás messze jobbak voltak, mint itthon, ahol a doktori kutatásomat végeztem. Szerettem ott dolgozni és nagyon eredményes is volt az ott töltött időszak. Ilyenkor nagy a kísértés előbb hosszabbítani, majd később külföldön folytatni. Egy önálló kutató esetében, ha szakmai alapokra helyezzük ezt a döntést, akkor az elsődleges kritérium, hogy hol tudja a legeredményesebben megvalósítani a terveit, ennek minden vonzatával együtt. Persze egy ilyen döntést ritkán lehet meghozni kizárólag szakmai szempontokat mérlegelve. Nekem például a posztdoktori időszak önbizalmat adott ahhoz, hogy „kiépítsek" egy saját kutatócsoportot egy olyan helyen, ahol, ahogy az angol mondja, „can make a difference". Azt reméltem, hogy itthon sokkal nagyobb szükség van rám, maradandóbbat tudok alkotni, és ugyanezt gondoltam a mentorálás tekintetében is. Emellett határozottan visszavártak a tanszéken. Félreértés ne essék, ez nem egy külföldön szokványos startupcsomagot jelentett (a Lendület-pályázatok előtti időszakról beszélünk), hanem kezdetben egy hároméves állást és teljes kutatói szabadságot.

Köszönjük a beszélgetést és a csoport munkájához további sok sikert kívánunk!

Szalay Péter

Kedves Olvasók!

Az utóbbi 12 lapszámban 11 interjút olvashattak a magyar kémikusok újabb generációjának sikeres kutatóival. Azt gondolom, hogy a tavaly áprilisi beköszöntőben megfogalmazott kérdésekre választ kaptunk: lehet itthon is nemzetközi szintű kutatócsoportot alakítani, kellő lelkesedéssel és kitartással meg lehet szerezni az ehhez szükséges forrásokat is, akár pályázatokból (Lendület, ERC), akár ipari megbízásokból. Láthattuk, hogy többgyermekes édesanyák is képesek ilyen csoportokat létrehozni és működtetni, de a családi háttér, a munkahely, a tudományos közélet támogatása, a pályázati feltételek rugalmassága ehhez elengedhetetlen, és ebben van tér fejlődésre.

Egy üzenetet kiemelnék: bár gyakran érezzük, hogy a pályázatok, és talán még természetesebben az ipari pénzek megszerzése elvárásokat tartalmaz a kutatás irányára, senki nem panaszkodott a kutatási szabadság hiányára, sőt, érezhetően mindenki megtalálta az érdeklődésének megfelelő témát, a motiváló kihívásokat. És talán éppen ez a siker egyik titka.

A másik titok pedig a témaválasztásban van: bár a megkérdezettek kiemelték a tanáraik, mestereik szerepét, mindenki egyedi, a nemzetközi térben is érdeklődésre számontartott új témát választott, nem a „főnök" kutatásait folytatta csupán. Ennek eredményeként a sorozatban sokszínű kémiát láttunk, mely kapcsolódik a legújabb trendekhez.

A sorozat biztosan nem teljes, aminek több oka is volt. Nem tagadom a szubjektívitást a riportalanyok kiválasztásában: nemcsak a sikeres publikációs tevékenységet tartottam fontosnak, hanem olyan csoportokat akartam bemutatni, melyek nagyságuk, szervezettségük révén nyugati környezetben is megállnák a helyüket. Egyelőre kimaradtak azok, akik ugyan megkapták a lehetőséget ilyen csoport alakítására, de első eredményeik még csak mostanában jönnek. Nehéz volt meghúzni a határt az életkor alapján is, ebben talán nem is volt a választásom teljesen konzisztens.

A sorozatot most szüneteltetni fogjuk, de ígérem, hogy közelről követem az idehaza folyó kutatásokat, az elnyert pályázatokat, és visszatérünk egy még fiatalabb generáció bemutatásával, ahogy az ő eredményeik is megérkeznek. Reméljük, hogy e sorozat segíti őket ebben, és azt is, hogy másokra is inspirálóan fognak hatni az itt elhangzottak.

Nem is zárhatnánk frappánsabban a sorozatot, mint Gyurcsányi Róbert iménti gondolatával: itthon nagyobb szükség van a sikeres kutatókra, akik lényegesen nagyobb hatással lesznek környezetükre, mint egy nyugati egyetemen, ahol tolonganak a sikeres kutatók. Hajrá!

Szalay Péter

A tudomány az utcán is velünk van

A Hargittai házaspár az utóbbi években nagy sikerű útikalauzokat írt Budapesten, New Yorkban, Moszkvában és Londonban „sétálva a tudomány körül”. A sorozat most az MKL-ben folytatódik rövidebb utakat bejárva – és reményeink szerint újabb szerzők bevonásával. Kérjük Önöket, írjanak egy-egy magyarországi vagy külföldi város néhány vagy akár csak egyetlen, utcán vagy középületben látható tudományos emlékéről, amelyre szívesen gondolnak személyes élményeik és/vagy olvasmányaik kapcsán.

Reméljük, elképzelésünk elnyeri olvasóink egyetértését; érdeklődéssel várjuk képekkel illusztrált visszaemlékezéseiket tudományos sétáikról.

A szerkesztőség

Hargittai István – Hargittai Magdolna

BME Szervetlen és Analitikai Kémia Tanszék

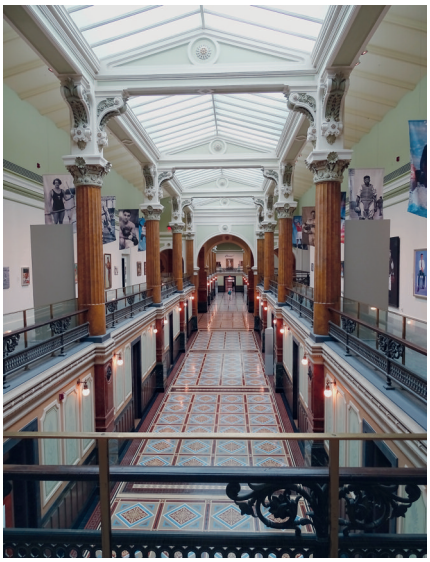
Washingtoni séták a tudomány körül[1] Első rész

Washington, D. C., különlegesen gazdag élményeket nyújt a tudomány iránt érdeklődő látogatóknak. A Smithsonian Institution hálózatához tartozó múzeumok a tudomány meganynyi emlékét tárják elénk, méltóan a tudomány vezető hatalmához. Szembetűnők a tudományról és tudósokról megemlékező és köztereken elhelyezett szobrok, de ezekből nincs nagyon sok. Rövid és helyenként személyes hangvételű összeállításunkban bemutatunk néhányat a szabadtéren és az épületeken belül díjmentesen látogatható helyeken felállított emlékművek közül.

A cikk összes fényképét a szerzők készítették (© Hargittai István és Hargittai Magdolna).

Bevezetés

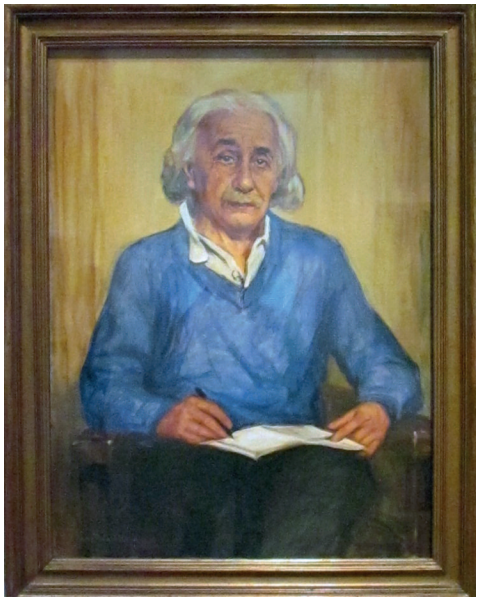
Az amerikai főváros Washingtont Washington államtól a D.C., District of Columbia jelzővel különböztetik meg. Mint szövetségi főváros, egyetlen államhoz sem tartozik, polgármester áll az élén és felügyeletét az amerikai törvényhozás gyakorolja. Szép város, amelynek tervezői európai városok, köztük Budapest példáját tanulmányozták. A legtöbb múzeum szövetségi kezelésben van, és ezek mind díjmentesen látogathatók. Legtöbbjük a Smithsonian Institution lazán összefogott hálózatához tartozik. A National Museum of American History, az Air and Space Museum, és a Smithsonian Institution különböző további részlegei mind sok, a tudománnyal kapcsolatos látnivalót tartalmaznak. Egyik kedvencünk a National Portrait Gallery (8. utca és F utca NW), amelyet egyetlen washingtoni látogatásunkkor sem hagytunk ki.[2]



A National Portrait Gallery és két folyosó az épületben, amelyekből a kiállítási termek nyílnak

[1] A címmel utalunk korábbi könyveinkre, *Budapesti séták a tudomány körül* (Akadémiai Kiadó, 2015), *New York-i séták a tudomány körül* (Akadémiai Kiadó, 217), *Moszkvai séták a tudomány körül* (Akadémiai Kiadó, 2018) és *Londoni séták a tudomány körül* (Akadémiai Kiadó, 2021).

[2] A várost 4 negyedre osztották, azonosításukat az égtájak jelzik: NW, NE, SW és SE. Ezeket a jelzéseket mindig feltüntetik, mert ugyanaz a cím szerepelhet több negyedben is.

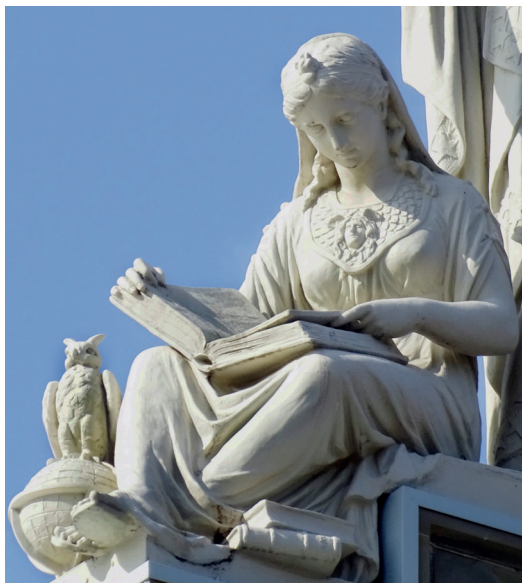


Három kép a National Portrait Gallery gyűjteményéből. Balról jobbra: Albert Einstein (olajfestmény, Max Westfield, 1944), Chien-Shiung Wu (fénykép, Lynn Gilbert, 1978), Linus Pauling (olajfestmény, Alice Neel, 1969)

Albert Einsteint és Linus Paulingot nem kell bemutatni. A kínai születésű amerikai fizikus Chien-Shiung Wu (1912–1997) legismertebb munkája a paritássértés kísérleti bizonyításában való közreműködése volt.

Magyar vonatkozású az Air and Space Museum kiegészítéseként a város határán kívül található Udvar-Hazy Center, egy hatalmas méretű repülőgép-kiállítás a Dulles Nemzetközi Repülőtér mellett. Udvarházy István 1946-ban született Budapesten, és az 1956-os forradalom leverését követően menekült el családjával Magyarországról. Svédországból 1958-ban emigráltak Amerikába. Középiskolába és egyetemre Kaliforniában járt. Repülőgépbérléssel és -bérbeadással indította különlegesen sikeres üzleti pályáját. Milliárdosként egyik jótékonysági cselekedete a repülőgép-kiállítás létrehozása volt.

Egy olvasó lány és egy bagoly, mint a tudomány szimbóluma, a Smithsonian „művészetek és ipar” épületének tetején (Caspar Buberl, 1881), Jefferson Drive 900 SW



Balra lent: A „Végtelen” szobra (Jose de Rivera, 1967) a National Museum of American History előtt, 14. utca és Constitution sugárút NW. Jobbra lent: Két alkotás díszíti az Air and Space Museum, 6. utca és Independence sugárút SW közötti épületét. Az épület előtt „A Csillagok felé” (Richard Lippold, 1946), mögötte a „Folytonosság” (Charles O. Perry)

Charles O. Perry (1929–2011) jó ismerősünk volt, stúdióját is meglátogattuk, ezért tudunk többet erről a szoborról, amely a Möbius-szalagra emlékeztet, és a benne levő ürességgel a művész a fekete lyukra utalt.

A Capitolium – a törvényhozás épülete

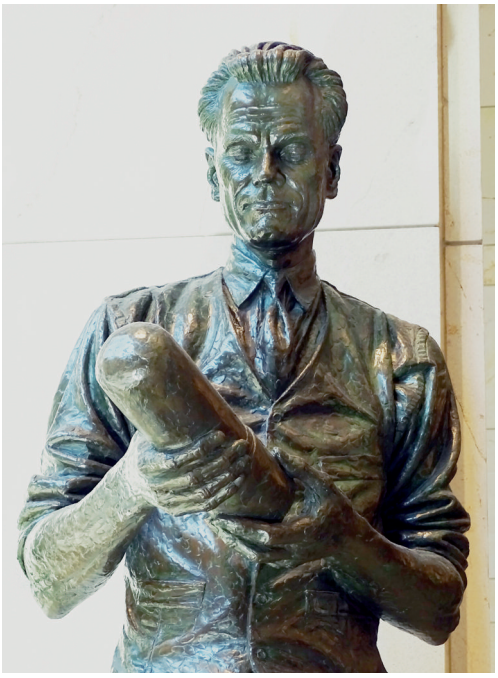
A Capitolium Nemzeti Szoborgyűjteménye száz szobrával nagyvonalú megemlékezés. Mind az ötven amerikai állam két–két szoborral járult hozzá, saját történelmének jeles alakjaival. Sok más mellett vannak köztük tudósok, újítók és pedagógusok. Csak néhány példát mutatunk be. A gyűjteményben elhelyezett szobrok nem feltétlenül maradnak örökre a helyükön. A közelmúltban sor került olyan szoborcserékre, amelyekkel történelmi igazságtalanságokat igyekeznek csökkenteni.

Az USA-törvényhozás épületének kupolája és a kupolacsarnok egy része

Balra: Norman Borlaug (részlet, Benjamin Victor, 2014).
Jobbra: Florence R. Sabin (Joy Buba, 1959)

Norman E. Borlaug (1914–2009) Iowa államban született, a Minnesotai Egyetemen tanult, 1942-ben doktorált növénypatológiából és növénygenetikából. A nagy gazdasági válság idején látott éhezés sarkallta arra, hogy az emberiség élelmezéséért dolgozzon. A növényeket az adott éghajlati viszonyokhoz igazító mutációs technikák alkalmazásával óriási növekedést ért el a búza termésmennyiségében. Ezzel életmentő segítséget nyújtott a harmadik világ számos országában. Sok díjat és egyéb elismerést kapott, melyek közül hármat szobrának talapzatán három érme képvisel: a Nobel-békedíjat, az USA Elnöki Szabadságérmet és a Kongresszusi Aranyérmet.

Florence R. Sabin (1871–1953) az egyik első női orvos volt. A Johns Hopkins Egyetemen tanult és 1917-ben ő lett az első női professzor, akit amerikai orvoskaron neveztek ki. 1925-ben az Egyesült Államok Nemzeti Tudományos Akadémiája első női tudósként választotta tagjává. Ugyanebben az évben kinevezték a Rockefeller Orvosi Kutatóintézet (ma Rockefeller Egyetem) Sejtkutatási Osztálya vezetőjének. Fő kutatási területe a tuberkulózis patológiája volt, az immunrendszer tuberkulózis-baktériumokra adott válaszreakcióit tanulmányozta. A Rockefeller Intézetből 1938-ban vonult nyugdíjba, és visszaköltözött szülőföldjére, Coloradóba, ahol sokat tett az állam közegészségügyi rendszerének fejlesztéséért.

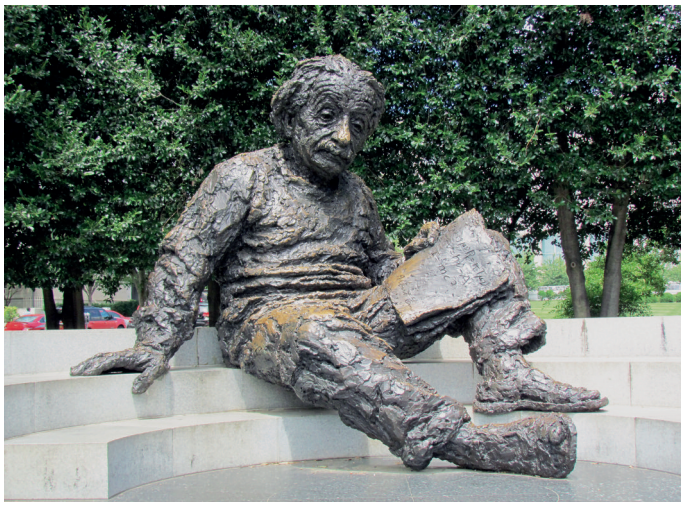


Balról jobbra: Robert Fulton (Howard Roberts, 1889), Thomas Alva Edison (Alan Cottrill, 2016) és Philo T. Farnsworth (részlet, James R. Avati, 1990)

Robert Fulton (1765–1815) mérnök és feltaláló gőzhajókat fejlesztett ki. Szobra Pennsylvania ajándéka. Thomas Alva Edison (1847–1931) a világ egyik legnagyobb feltalálója volt. Ohióban született, Michiganben és New Jerseyben nőtt fel, majd Florida és New York lett tevékenységének fő helyszíne. Számos későbbi nagy nevű feltaláló dolgozott rövidebb-hosszabb ideig alkalmazásában. Szobra Ohio ajándéka. Philo T. Farnsworth (1906–1971) úttörő szerepet játszott egy korai televíziós rendszer kifejlesztésében 1927-ben. „A televízió atyja” nem hivatalos címet az orosz származású amerikai feltalálóval, Vladimir K. Zworykinnel közösen érdemelte ki. Szobra Utah állam ajándéka.

Albert Einstein és a Nemzeti Tudományos Akadémia

Az Amerikai Egyesült Államok Kongresszusa 1863-ban, az amerikai polgárháború idején alapította meg az USA Nemzeti Tudományos Akadémiáját (NAS). Jelenlegi székhelyét 1924-ben nyitották meg. Pompás épülete és mellette Einstein szobra a tudomány egységes emlékművét alkotja.



Az Einstein-szobor (Robert Berks, 1979) a (jobbra látható) NAS délnyugati sarkában áll. A NAS székházának címe: Constitution sugárút 2101 NW

A NAS-székház építésze Bertram C. Goodhue volt, a külső és belső tereket Lee Lawrie tervezte. Lawrie és Goodhue a római Janus istent ábrázolja a Constitution sugárúti bejáraton. Az 1960-as években az eredeti épülethez egy keleti és egy nyugati szárnyat csatoltak, amelyek olyan jól illeszkednek az eredeti épülethez, hogy alig lehet megkülönböztetni őket.

Hiúz, bagoly és kígyó – a NAS-épület ereszének díszítései

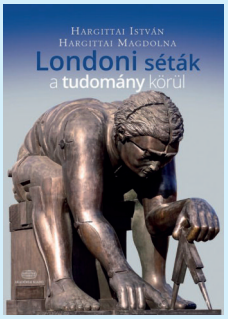
Lee Lawrie hat bronz domborműve közül kettőt mutatunk be. Fent: a bal középső tábla, lent: a jobb középső tábla

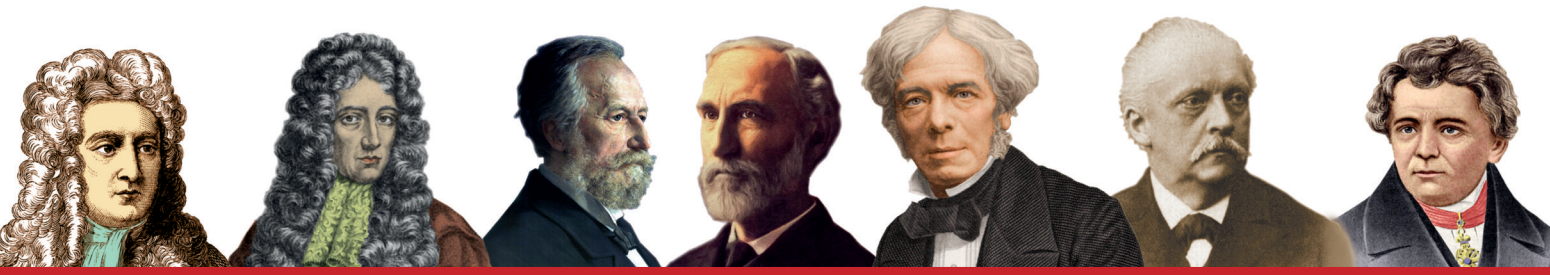
Lawrie tervezte az épület ereszének díszítését, amelyen a megfigyelést jelképező hiúz, a bölcsességet jelképező bagoly és az orvostudományt jelképező kígyó ismétlődő alakja látható. Az épület homlokzatán az ablakok között hat domborműves bronztábla látható: három a bejárattól balra és három jobbra. Minden tábla hat tudóst ábrázol (kivéve a jobb középsőt, amely hetet; előző oldal).

A táblák sorrendje a következő: bal szélső – középső bal – bal – jobb – középső jobb – jobb szélső. Ezek a következő tudósokat jelenítik meg:

Bal szélső: Galton, Gibbs, Helmholtz, Darwin, Lyell, Faraday.
Középső bal (a képen fent): Humboldt, Dalton, Lamarck, Watt, Franklin, Huygens.
Bal: Galilei, Leonardo, Hipparkhosz, Euklidész, Démokritosz, Thalész.
Jobb: Hippokratész, Arisztotelész, Arkhimédész, Kopernikusz, Vesalius, Harvey.
Középső jobb (lent): Descartes, Newton, Linnæus (Linné), Lavoisier, Laplace, Cuvier, Gauss.
Jobb szélső: Carnot, Bernard, Joule, Pasteur, Mendel, Maxwell.

A washingtoni séta fizikus-emlékek meglátogatásával folytatódik a következő számban.



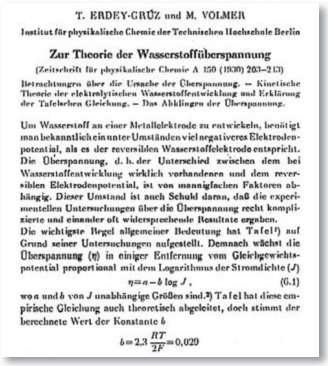


KIRŐL NEVEZTÉK EL?

Inzelt György
ELTE Fizikai Kémiai Tanszék

Az Erdey-Grúz–Volmer-egyenlet

A Nernst-féle egyensúlyi elektrokémia még szilárdnak tűnő építményén Erdey-Grúz és Volmer közleménye [1] ütötte a legnagyobb rést **(1. ábra)**.



T. ERDEY-GRÚZ und M. VOLMER
Institut für physikalische Chemie der Technischen Hochschule Berlin

Zur Theorie der Wasserstoffüberspannung

(Zeitschrift für physikalische Chemie A 150 (1930) 203–213)

Betrachtungen über die Ursache der Überspannung. – Kinetische Theorie der elektrolytischen Wasserstoffentwicklung und Erklärung der Tafelschen Gleichung. – Das Abklingen der Überspannung.

Um Wasserstoff an einer Metallelektrode zu entwickeln, benötigt man bekanntlich ein unter Umständen viel negativeres Elektrodenpotential, als es der reversiblen Wasserstoffelektrode entspricht. Die Überspannung, d. h. der Unterschied zwischen dem bei Wasserstoffentwicklung wirklich vorhandenen und dem reversiblen Elektrodenpotential, ist von mannigfachen Faktoren abhängig. Dieser Umstand ist auch Schuld daran, daß die experimentellen Untersuchungen über die Überspannung recht komplizierte und einander oft widersprechende Resultate ergaben.
Die wichtigste Regel allgemeiner Bedeutung hat Tafel[1]) auf Grund seiner Untersuchungen aufgestellt. Demnach wächst die Überspannung (η) in einiger Entfernung vom Gleichgewichtspotential proportional mit dem Logarithmus der Stromdichte (J)

$$\eta = a - b \log J\,, \qquad (G.1)$$

wo a und b von J unabhängige Größen sind.[2]) Tafel hat diese empirische Gleichung auch theoretisch abgeleitet, doch stimmt der berechnete Wert der Konstante b

$$b = 2{,}3\,\frac{RT}{\mathcal{F}} = 0{,}029$$

1. ábra. Erdey-Grúz és Volmer híres cikkének első oldala

Alapgondolatuk az volt, hogy az elektródfolyamatokat a reakciókinetika törvényei alapján kell értelmezni. Döntő kísérleti megfigyelésük az volt, hogy a túlfeszültség közvetlenül az áram bekapcsolása után nem logaritmikusan, hanem lineárisan nő a töltés mennyiségével. Ebből pedig az következik, hogy azoknál az elektródoknál, amelyeknél a **Tafel-egyenlet** b állandójának értéke 0,12 körüli, a hidrogénionok semlegesítése a gátolt folyamat, hiszen a lineáris változás csak a hidrogénionoknak az elektrokémiai kettős rétegben való feldúsulásával magyarázható. Ez viszont a folyamat nagy aktiválási energiájára vezethető vissza. Az aktiválási energia pedig a túlfeszültség ($\eta = E - E_e$, ahol E az alkalmazott, míg E_e az egyensúlyi elektródpotenciál) révén csökkenthető [2–6].

Ily módon magyarázatot tudtak adni a **Tafel-egyenlet**re

$$\eta = a - b \lg|j|, \quad (1)$$

ahol j az áramsűrűség, a és b állandók. Nagy túlfeszültségre, amelyre a Tafel-egyenlet is vonatkozik, a következő egyenletet vezették le:

$$j = -k_{red} F c_{H^+} \exp\left[-\frac{\alpha_c F \eta}{RT}\right], \quad (2)$$

ahol k_{red} a redukciós folyamat sebességi állandója, F a Faraday-állandó, c_{H^+} a hidrogénionok koncentrációja, R a gázállandó, T a hőmérséklet, míg α_c az általuk bevezetett átlépési tényező (a c alsó index a katódos reakcióra utal.) Az (1) és (2) egyenletek összehasonlításából azonnal szembetűnik, hogy logaritmizálva és átrendezve (2)-ből az (1) egyenlet adódik.

Ugyanekkora jelentőségű volt, hogy egyensúlyközeli állapotokra vonatkozó egyenlethez, amely az elektródreakciók kinetikájának alapegyenlete, is eljutottak, és az egyensúlyi potenciál első kinetikai (nem termodinamikai) magyarázatát is meg tudták adni:

$$j/F = -k_{red} c_{ox} \exp\left[-\frac{\alpha_c nF(E-E^{0'})}{RT}\right] + k_{ox} c_{red} \exp\left[\frac{\alpha_a nF(E-E^{0'})}{RT}\right], \quad (3)$$

ahol k_{ox} az anódfolyamat (oxidáció) sebességi állandója, c_{ox} és c_{red} az oxidált, illetve redukált alak, jelen esetben a hidrogénionok, illetve az adszorbeált hidrogénatomok koncentrációja, α_a az anódos folyamatra vonatkozó átlépési tényező, $E^{0'}$ a formális (standard) elektródpotenciál, míg n a cellareakció töltésszáma, jelen esetben $n = 1$.

Az eredeti közleményben [1], mivel a hidrogénfejlődési reakcióra írták fel, a következő egyenlet található:

$$\frac{J}{F} = k_2 c_+ e^{-\frac{\alpha EF}{RT}} - k_3 c_H e^{+\frac{\alpha EF}{RT}}, \quad (4)$$

ahol c_+, illetve c_H értelemszerűen a hidrogénion koncentrációját, illetve a hidrogén koncentrációját jelentette. Ez általánosítva látható a (3) egyenletben, vagyis akármilyen vegyület oxidált alakjára az elektroredukciós, illetve akármilyen redukált formájára az elektrooxidációs folyamatra.

Egyensúlyban $j = 0$, $E = E_e$, és ekkor az egyensúlyra, ha $\alpha_a = \alpha_c$, a Nernst-egyenlethez jutunk.

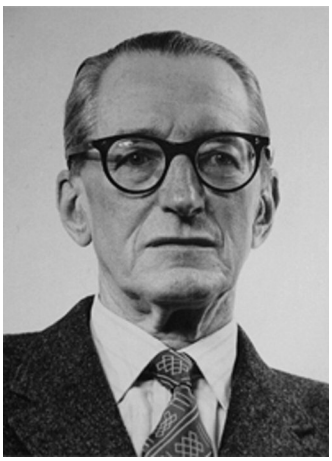
$$\exp\left[\frac{nF(E-E^{0'})}{RT}\right] = c_{ox}/c_{red}, \quad (5)$$

Ez óriási eredmény volt, de az α átlépési tényező tulajdonképpen teljesen formálisan került az egyenletbe abból a célból, hogy a kísérleti adatokkal összhangba jussanak, nevezetesen a b tényező ($b = 2{,}3\ RT/\alpha_c\ nF$) értékét jól becsüljék meg. Az átlépési tényező fizikai jelentését Polányi Mihály (1891–1976) adta meg néhány évvel később [7].

Az előzmények

Az elektródfolyamatok sebességének mérése igen egyszerű, hiszen az áramot (I) kell csak mérni, vagy hogy pontosabbak legyünk – lévén szó heterogén reakcióról – az áramsűrűség (j) ad egyértelmű felvilágosítást egy adott reakció sebességéről. Az elektrokémiában még az a különleges lehetőségünk is megvan, hogy állandó reakciósebességet (áramsűrűséget) állítsunk be. A korai mérések általában így is történtek, azaz az áramsűrűség függvényében mérték a potenciált. A galvanosztatikus módszert (j = állandó) csak a potenciosztát kifejlesztése (1942) után kezdték felváltani a potenciosztatikus, illetve a potenciáldinamikus mérési technikák. Az elektrokémiai méréseknél a szokásos paramétereken (hőmérséklet, koncentráció) kívül megjelenik a fázishatáron fellépő potenciálkülönbség, az elektródpotenciál (E), sőt már az is korán nyilvánvalóvá vált, hogy ez az utóbbi mennyiség a meghatározó az áram nagysága, illetve a termékeloszlás (Fritz Haber, 1868–1934) tekintetében. Mindenki nagyjából elfogadta az elektródpotenciál Nernst-féle értelmezését, tehát azt a felfogást, hogy a potenciál ellentétes irányú, végső soron egyensúlyi, anyagátlépéssel járó folyamatok eredményeként jön létre. Ez a modell többé-kevésbé megfelelő volt olyan galvánelemeknél, amelyeknél fémoldódás/fémionleválás történik, de nem alkalmazható redoxielektródok, ideálisan polarizálható elektródok, illetve irreverzibilis elektródreakciók esetén. Az első jelentős összefüggés felismerése a szerves kémikus Julius Tafel (1862–1918) nevéhez fűződik. Kísérleti eredményei alapján állította fel a róla elnevezett (1) egyenletet. Tafel azt gondolta, hogy a hidrogénfejlődésnél a H_2-molekula képződése ($2H \rightarrow H_2$) a lassú folyamat. Az értelmezéséből adódó következtetések, a b állandóra kapott értékek azonban általában nem egyeztek a tapasztalattal. Noha az 1920-as években J. A. V. Butler (1899–1977) és Jaroslav Heyrovský (1890–1967) már kinetikai elméleti alapon kísérelte meg értelmezni a túlfeszültséget, az igazi áttörést Erdey-Grúz és Volmer 1930-as közleménye [1] hozta meg. Ezzel az eredménnyel megszületett az elektródfolyamatok kinetikájának tudományos elmélete, és megnyílt az út a korszerű elektrokémia fejlődése előtt.

Erdey-Grúz Tibor



2. ábra. Erdey-Grúz Tibor

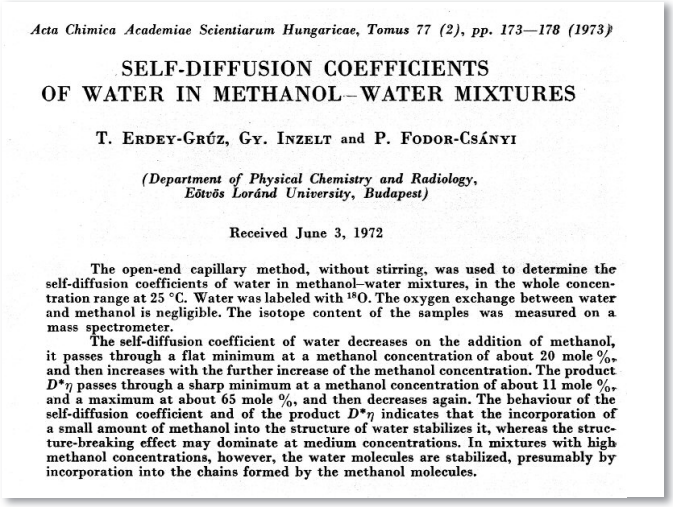
Erdey-Grúz Tibor (Budapest, 1902. október 27 – Budapest, 1976. augusztus 16) **(2. ábra)** édesapja, Erdey-Grúz Aladár miniszteri tanácsos, elnökségi csoportfőnök volt a Honvédelmi Minisztériumban. 1916-ban nemességet kapott egerbegyi előnévvel, és ekkor engedélyezték neki a kettős, Erdey-Grúz név viselését is. 1919. november 7-én nyugdíjazták. A család eredeti neve Erdey volt. Erdey Aladárt Grúz Albert és felesége, aki Erdey lány volt, örökbe fogadták. Innen az Erdey-Grúz név [8–10]. Erdey-Grúz Tibor a Mintagimnázium (ma ELTE Trefort Gyakorlógimnázium) [11] elvégzése után a Budapesti Tudományegyetemen (ma Eötvös Loránd Tudományegyetem) folytatta tanulmányait, szerzett egyetemi, majd 1924-ben bölcsészdoktori diplomát. Itt is kezdett el dolgozni 1924-ben Buchböck Gusztávnál (1869–1935), a III. Kémiai Intézetben.

Hároméves (1928. október – 1931. szeptember) németországi tanulmányútja rendkívül sikeres volt. Kasimir (Kazimierz) Fajans (1887–1975) müncheni laboratóriumában adszorpciós kutatásokat végzett, és közös cikket is publikáltak az ionok adszorpciójáról. Max Volmer berlini laboratóriuma szintén igen jó választásnak bizonyult. A hidrogéntúlfeszültséggel kapcsolatos munkája mellett a katódos fémleválasztásról, az elektrokristályosodásról szóló cikkeik is mindmáig alapműnek számítanak.

Az elektródfolyamatok kinetikai értelmezése csak lassan nyert teret, mert Walther Nernst (1864–1941, MTA külső tagja 1899,

Nobel-díj 1920) tekintélye kikezdhetetlen volt, sőt az még halála után is hosszú ideig hatott. Erről 1992-ben John O'M. Bockris (1923–2013), a 20. századi elektrokémia egyik meghatározó személyisége a Nemzetközi Elektrokémiai Társaság (CITCE, majd 1971-től ISE) 1949-es alapítására visszaemlékezve így írt [12]: „A túlfeszültséget, mint olyan betegséget tekintették, amelytől a gázelektródok szenvednek. Erdey-Grúzt és Volmert, akiket én az elektródfolyamatok kinetikája atyáinak tekintek, valamint Frumkint ritkán említették."

Hazatérve az elektródfolyamatok tanulmányozása mellett, a Buchböck-iskola hagyományait követve, Erdey-Grúz az elektrolitoldatokban végbemenő transzportfolyamatok vizsgálatát választotta a másik fő kutatási témájának (**3. ábra**).



Acta Chimica Academiae Scientiarum Hungaricae, Tomus 77 (2), pp. 173—178 (1973)

SELF-DIFFUSION COEFFICIENTS OF WATER IN METHANOL–WATER MIXTURES

T. Erdey-Grúz, Gy. Inzelt and P. Fodor-Csányi

(Department of Physical Chemistry and Radiology, Eötvös Loránd University, Budapest)

Received June 3, 1972

The open-end capillary method, without stirring, was used to determine the self-diffusion coefficients of water in methanol–water mixtures, in the whole concentration range at 25 °C. Water was labeled with ^{18}O. The oxygen exchange between water and methanol is negligible. The isotope content of the samples was measured on a mass spectrometer.

The self-diffusion coefficient of water decreases on the addition of methanol, it passes through a flat minimum at a methanol concentration of about 20 mole %, and then increases with the further increase of the methanol concentration. The product $D^*\eta$ passes through a sharp minimum at a methanol concentration of about 11 mole %, and a maximum at about 65 mole %, and then decreases again. The behaviour of the self-diffusion coefficient and of the product $D^*\eta$ indicates that the incorporation of a small amount of methanol into the structure of water stabilizes it, whereas the structure-breaking effect may dominate at medium concentrations. In mixtures with high methanol concentrations, however, the water molecules are stabilized, presumably by incorporation into the chains formed by the methanol molecules.

3. ábra. Egy kései publikáció a transzportfolyamatok témakörben

Érdeklődése nyomon követhető, ha megnézzük akadémiai előadásait. 1943. május 14-én választották meg az MTA levelező tagjának, székfoglalóját „Potenciál-meghatározó folyamatok fém és oldat határán" címmel 1944. január 24-én tartotta. Éppen időben, mert nem sokkal később az MTA működése megszűnt.

1945 nyarán tagja lett a Szent-Györgyi Albert szervezte Magyar Természettudományi Akadémiának, ami 1946. július 24-én beolvadt a Tudományos Akadémiába (**4. ábra**).

4. ábra. Erdey-Grúz akadémiai tagsági könyve Szent-Györgyi Albert elnöki aláírásával (a Szent-Györgyi által aláírt dokumentum 1945 őszén igen sokat számított, mert ő a Magyar–Szovjet Művelődési Társaság díszelnöke is volt ekkor)

1948. július 2-án lett az MTA rendes tagja. „A reakciósebesség változása a kontakt-katalizátor mennyiségével" című székfoglalójának felolvasására 1948. október 1-én került sor. Az 1950 novemberében tartott ünnepi hetén az „Elektródfolyamatok kinetikája" címmel tartott előadást. A Tudományos Minősítő Bizottság (TMB) megalakulásával újraértékelték a kutatókat. Első körben 333 pályázó közül 68-nak a tudományok doktora, 173-nak a tudományok kandidátusa fokozatot ítélték oda. (**5. ábra**)

5. ábra. Erdey-Grúz oklevele a TMB-től 1952-ben

Ma már különös olvasni, hogy Erdey-Grúz hamarabb lett akadémikus, mint a tudományok doktora. Még az akadémikusok közül sem kapott mindenki fokozatot. Ehhez persze tudni kell azt is, hogy három évvel korábban sok akadémikust visszaminősítettek tanácskozó tagnak.

Az elektródfolyamatok kinetikája tekintetében a váltóáramú mérések és az oxigéntúlfeszültséggel kapcsolatos vizsgálatok képezték tevékenysége fő vonulatát 1950 és 1976 között. Minden említett területen az ő kezdeményező tevékenysége folyományaként alakultak meg azok a tudományos iskolák, amelyek ma is meghatározó szerepet játszanak a hazai elektrokémiai kutatásban.

Egyetemi pályafutása, amely mindvégig az alma materéhez kötődött, töretlen volt: egyetemi adjunktus (1932–1946) és magántanár (1934–1941), majd címzetes nyilvános rendkívüli tanár (1941–1946). 1938-ban megszerezte a gyógyszerészi oklevelet is. Az 1941–42. tanévtől kezdve a bölcsészeti karon a fizikai kémia megbízott előadója. 1949-ben az akkor létesült Fizikai-Kémiai és Radiológiai Tanszék vezető professzora lett, majd a Természettudományi Kar dékáni tisztségét is ellátta. 1945 után Erdey-Grúz energiáját nem kis részben más tevékenységek vonták el. Többek között a következő tisztségeket töltötte be: A Magyar Kémikusok Lapja felelős szerkesztője, főszerkesztője (1946–1976), a Magyar Kémikusok Egyesülete főtitkára (1943–1949), felsőoktatási, majd oktatásügyi miniszter (1952–1956), az MTA osztálytitkára (1947–1949, 1959–1964), elnökségi tagja (1949–1950, 1953–1961), főtitkára (1950–1953, 1956–1957, 1964–1970), majd az MTA elnöke (1970–1976). A Tudományos és Felsőoktatási Tanács alelnöke (1961–1962), elnöke (1962–1964).

Erdey-Grúz Tibor Berg Magdával, aki okleveles gyógyszerész volt, a budapesti (VI. Teréz körút 56.) gyógyszertár tulajdonosa, kötött házasságot, és az 1940-es évek első felében három gyermekük született.

Az a kötelességtudás, ami egész életét jellemezte, megnyilvánult élete utolsó hivatali kötelezettségének idején is. 1976 májusában halálos betegen még szervezte és részt vett az MTA éves közgyűlését. 1976. augusztus 16-án hunyt el.

Max Volmer

6. ábra. Max Volmer

Max Volmer (Hilden, Németország 1885. május 3 – 1965. június 3) **(6. ábra)** apja, Gustav Volmer gazdálkodó volt. Hildenben végezte az általános iskolát, majd Düsseldorfban a felsőreáliskolát. A Marburgi (1905–1908), majd a Lipcsei Egyetemen (1908–1910) tanult, ahol Wilhelm Ostwald (1853–1932, Nobel-díj 1909) és Max Le Blanc (1865–1943) – akinek többek között a hidrogénelektródot köszönhetjük – voltak a tanárai. 1910-ben szerzett doktori fokozatot, nagy vákuumban végbemenő fotokémiai reakciók témakörben. Itt is kezdett el dolgozni. 1916-ban besorozták, Berlinben a Friedrich Wilhelms (ma Humboldt) Egyetemen elvileg gázvédelmi tisztként folytatott katonai kutatásokat, de Walther Nernsttel és Otto Sternnel (1888–1969), fizikai Nobel-díj 1943) is dolgozott. A floureszcencia-intenzitást leíró **Stern–Volmer–egyenlet** őrzi közös munkájuk eredményét. Rövid ideig Hamburgban volt az egyetem fizikai kémiai és elektrokémiai professzora, majd 1922-ben Nernst utódja lett a berlini Műszaki Egyetem Fizikai Kémiai Tanszékén. Nem sokkal később kinevezték a Fizikai Kémiai és Elektrokémiai Intézet igazgatójának. Kiváló munkái jelentek meg a termodinamika, az adszorpció, a diffúzió, a fázisátalakulások és más témákban [13]. Mégis leginkább az elektrokémia kiválóságai között tarthatjuk őt számon. A náciktól távol tartotta magát, többek között – ismerve nézeteit – akadémikusi kinevezését sem hagyták jóvá. Mindazonáltal ő sem kerülhette el számos más német tudós sorsát. 1945-ben őt is a Szovjetunióba „invitálták", ahol 10 évig a Gustav Hertz (1887–1975, fizikai Nobel-díj 1925) vezette titkos intézetben más német hadifogoly tudósokkal együtt atombombával kapcsolatos kutatásokkal foglalkozott, például deutérium előállításán, illetve a sugárzó hulladék kezelésén dolgozott. 1955-ben térhetett haza az NDK-ba, ahol a berlini Humboldt Egyetemen lett professzor. 1956 és 1958 között az NDK Tudományos Akadémiájának elnöke volt. Ma utca viseli a nevét Potsdamban **(7. ábra)** és Hildenben. 1955 és 1965 között kilencszer jelölték kémiai Nobel-díjra, többek között Max von Laue, Nyikolaj Nyikolajevics Szemjonov és Iwan Nikolov Stranski a fázisképződés és az elektródreakció kinetikája közötti alapvető összefüggések felfedezéséért [14].

7. ábra. A Max Volmer utca Potsdamban

Az elektródfolyamatok kinetikájának alapegyenletét, amelyet Erdey-Grúz Tibor és Max Volmer vezetett le, az újabb szakirodalom Butler–Volmer-egyenletként említi. Ennek történetét és a mai napig folyó vitát korábbi cikkeinkben már ismertettük [2, 4].

❖

E két tudós generációjának nehéz sors jutott. A 2. világháborúig aránylag szabadon alkothattak, ekkor születtek legjelentősebb munkáik is. Már korábbi cikkeinkben ismertettünk olyan sorsokat, amelyeket szintén többé-kevésbé kettétörtek a 20. századi történelem viharai, de akik a nyugati világban folytatták a tevékenységüket. Erdey-Grúz és Volmer életútja példa arra, hogy akiket Európa keleti részén ért a háború vége, azoknak milyen lehetőségek maradtak. Volmer tíz éve a Szovjetunióban – folyamatos életveszély közepette – szakmai, de kényszermunkával telt. Élete utolsó 10 évében ugyan elismerték, és az az NDK Tudományos Akadémiájának elnöke is lett. Erdey-Grúz is elnöke lett a Magyar Tudományos Akadémiának, de ő beilleszkedett a rendszerbe. Tarján Imre akadémikus, biofizikus így írt a közéleti tevékenységéről: „Sok minden volt: művelődésügyi miniszter, az Akadémián pedig elnök, főtitkár, talán ő volt az elmúlt évtizedekben hazánkban a kulturális közéletben a legfoglalkoztatottabb személy. Pontosságához, következetességéhez, fegyelmezettségéhez, rendszeretetéhez, munkabírásához, magas szintű közéleti erkölcsiségéhez legendák fűződnek." [15]. Ezek a feladatok és a nyugati kapcsolatok beszűkülése azonban nyilvánvalóan behatárolták a kutatómunkájának lehetőségeit. 1975-ben az MTA másfél százados évfordulójáról megemlékező jubileumi közgyűlésén elnöki megnyitójában Erdey-Grúz jogos büszkeséggel tekintett vissza az MTA fejlődésére (kutatók létszámának növekedése, a nagy kutatóintézetek felépítése és számos más kutatóintézet létesítése stb.), amelyben ő oroszlánrészt vállalt.

IRODALOM

[1] T. Erdey-Grúz, M. Volmer, Zur Theory der Wasserstoffüberspannung. Zeitschrift für physikalische Chemie (1930) A150. 203–213.
[2] Inzelt Gy., Erdey-Grúz Tibor, mint az elektródfolyamatok kinetikájának úttörője és hatása az elektrokémia fejlődésére. Magyar Kémikusok Lapja (2003) 58, 260–264.
[3] Inzelt Gy., Az elektrokémia korszerű elmélete és módszerei 1–2. kötet, Budapest, Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 1999.
[4] Inzelt Gy., Milestones of the development of kinetics of electrode reactions. Journal of Solid State Electrochemistry (2011) 15(7–8), 1373–1389.
[5] Erdey-Grúz T., Elektródfolyamatok kinetikája. Akadémiai Kiadó, Budapest 1969.
[6] G. Inzelt: In: "Hungarian Comets in the Sky of Electrochemistry" in Electrochemistry in a Divided World. Innovations in Eastern Europe in the 20th Century, (ed. F. Scholz), Springer, Heidelberg, 2015, pp. 359–399.
[7] Inzelt Gy., Egyetlen cikk elég a halhatatlansághoz, avagy Polányi Mihály elektrokémiai kirándulása. Polanyiana (2003) 12, 75–90.
[8] Székely V., A központi államigazgatás tisztségviselői a dualizmus korában, 1. rész: Magyar Királyi Honvédelmi Minisztérium (Forrástudományi segédletek 1.) Budapest, 1979.
[9] Erdős Sz., Az Erdey-Grúz villa története. https://peceliszilankok.hu/az-erdey-gruz-villa-tortenete/
[10] Budapest Főváros Levéltára. Budapesti Központi Királyi Járásbíróság iratai. Hagyatéki ügyek. Erdey Gruz Aladár dr. HU BFL - VII.12.b - 1925 – 184812.
[11] Erdey-Grúz T., Emlékezés gimnáziumi éveimről 1972. http://chemonet.hu/hun/olvaso/histchem/legenda/egt/gimn.html
[12] J. O' M. Bockris, The Founding of the International Society for Electrochemistry. Electrochimica Acta, (1992) 36, 1–4.
[13] M. Volmer, Zur Kinetik der Phasenbildung und der Elektrodenreaktionen. Ostwalds Klassiker Vol. 262. Leipzig, 1983.
[14] https://www.nobelprize.org/nomination/archive/show_people.php?id=10665, letöltve: 2022.12.14
[15] Tarján I., Intim tudomány (szerk.: Bencze Gyula) Természet Világa, 127. évf. 12. sz. 1996. december, 562–565. o.

Kutasi Csaba

Műszaki intézkedések és törekvések a fenntartható textiltisztítás érdekében

A fenntarthatóság jegyében fenn kell tartani a természetes struktúrák, források mindazon képességét, amely a természet és a társadalom alapját képezi, továbbá úgy kell elkerülni a környezet elhasználódását, hogy közben se a gazdasági fejlődés, se a társadalmi egyenlőség és igazságosság ne szenvedjen csorbát.

A textiltisztítás a különböző kész textiltermékek (lakossági ruházat, lakástextília; egészségügy és egyéb közületek stb.) szennyeződésmentesítésével és újbóli felhasználhatóságával foglalkozik. A kapcsolatos műveletek részben a háztartásokban is végrehajthatók, ugyanakkor nagy mennyiség tisztítása esetén ez a tevékenység az ipari mosodák és a vegytisztítást végző vállalkozások tevékenységi körébe tartozik. Leegyszerűsítve: a textiltisztítás eredményeként a szennyes termékek tisztán, esztétikus kivitelben, káros mikroorganizmusoktól mentesen állnak a felhasználók rendelkezésére. A mosási folyamatokat jelentős mennyiségű víz-, energia- és vegyianyag-felhasználás jellemzi, és főként az ipari víztelenítési-szárítási-kalanderezési(vasalási) műveletek szintén energiaigényesek. A mosással nem tisztítható termékek kezelését zárt rendszerben – egyébként ártalmas – szerves oldószerekkel végzik a tisztítószalonokban, amelynek káros és professzionálisan ártalmatlanítandó melléktermék veszélyes hulladék **(1. ábra)**.

1. ábra. Textiltermékek szennyező forrásaira példák

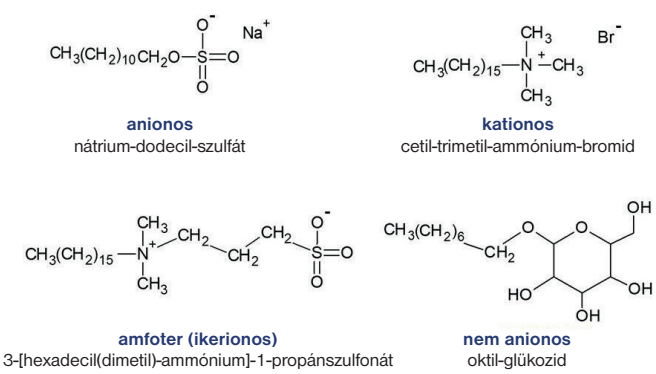
A nagyüzemi és háztartási mosás környezeti hatásai

A hotelek és egyéb vendéglátóhelyek, az egészségügy, az idősotthonok és más intézmények, illetve részben a lakosság textiltermékeinek tisztítását nagyüzemi mosodák végzik. A környezetkímélést elősegítő „zöldítés” a textiltisztító szakma területén egyre jobban előtérbe kerül: azok a technológiák (vegyi anyag, technika) élveznek prioritást, amelyekkel a környezeti terhelés jelentősen csökken.

– A mosófürdő meghatározó mennyiségű oldószere a *víz*, amely a lelőhely geológiai jellemzőitől függően számos oldott vegyületet, többek között a tisztítási folyamatot zavaró kalcium- és magnéziumsókat tartalmaz. A nagyüzemi mosodák lágyított vizet használnak, amit általában ioncserélő berendezéseikkel a helyszínen állítanak elő. A háztartásokban csak kemény víz áll rendelkezésre, ezért a mosószerekben előforduló – csapadékképződést okozó – vízlágyítók közül a magas foszfáttartalmú (pl. trinátrium-foszfát, „trisó”) változatok károsak. A mosófürdők közcsatornába eresztésével a foszfátok édesvízi „algavirágzást” idéznek elő, többek között bomlásuk csökkenti a vízi élőlények számára fontos oxigént.

–A fő hatóanyagot képező *felületaktív segédanyagok* jellegzetessége, hogy molekuláik hidrofil hidrofób részből épülnek fel. A hidrofób vegyületrész lehet egyenes vagy elágazó láncú szénhidrogén, a hidrofil rész ionos vagy nemionos. Általában a különböző fázisok határán vannak jelen. Habképző, diszpergáló- és emulgeálóképességük biztosítja a szennyeltávolítást, miután a határfelületen irányítottan kötődő segédanyag hidrofób részével a szilárd anyag felé, hidrofil részével a folyadékfázis felé irányul. A levegő nem hidrofil, így a mosószerek is különböző mértékben habzószerek is. A kapcsolatos felületaktív segédanyagot többféle elnevezéssel illették, így került szóba az amfipatikus és amfifil jelző. A tenzid kifejezést 1960-ban Götte javasolta (a latin tenzió, feszültség szóból kiinduló elnevezés a felületi feszültség csökkentésére utal), végül ez meghatározás vált gyakoribbá. A felületaktív anyag detergens néven is ismert, a latin eredetű kifejezés

2. ábra. Példák különböző felületaktív anyagokra



leegyszerűsítve a szintetikus előállítású tisztítószerek neve. Anionos, kationos, amfoter és nemionos változatuk ismert **(2. ábra)**.

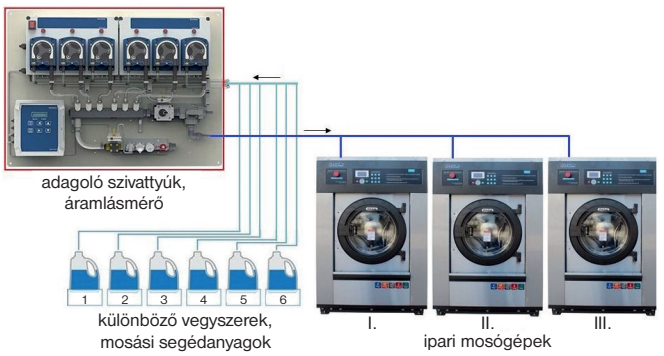
Kiemelendő, hogy a nemionos alkil-fenol-polietoxilátok lebomlása alkil-fenolok (különösen nonil-fenolok) képződésével jár, amelyek szennyvízbe kerülve (és onnan kikerülve) az endokrin rendszert károsítják. A mosószerek és adalékanyagaik minden vízi élővilágra káros hatásúak lehetnek. Valamennyi mosószer elpusztítja a halak külső nyálkahártyáját (amely a mikroorganizmusok ellen véd), a kopoltyúkban is okoznak elváltozást, továbbá elpusztítják az ikrákat. Miután a mosószerek csökkentik a víz felületi feszültségét, az élővízbe került a peszticidek (pl. kártevők elleni növényvédő szerek), fenolok, sokkal könnyebben bekerülnek a halak tápcsatornájába.

A *biológiailag lebomló* felületaktív anyagok hidrofil (vizet kedvelő) része aminosavakból, peptidekből, poliszacharidokból vagy poliolokból (cukoralkoholokból) áll, a hidrofób molekularész zsírsavakból épül fel. Jellegzetes képviselőjük például a foszfatidilkolin- (lecitin-) alapú biológiai felületaktív anyag.

–A mosófürdők – az áztató- és főmosószer mellett – *számos vegyületet*, vegyi segédanyagot tartalmaznak [lúgosító, enzim (bioaktív, pl. fehérjeszennyeződés bontójaként), komplexképző, szürkülésgátló, oxidatív fehérítő (nátrium-hipoklorit, hidrogénperoxid, perecetsav), védőkolloid (mosófürdő szennyvivő képességét növeli)], a mosást követő öblítés, semlegesítés során is kemikáliákat [szervessav (pl. ecet-, hangyasav), fogást javító (lágyító, merevítő), öblítő, illatosító] alkalmaznak.

A szükséges főbb műszaki intézkedések

– A mosófürdő folyékony vagy oldott vegyi segédanyagainak pontos adagolását speciális, elektronikus vezérlésű automata szivattyúkkal (folyadékkiszorításos, perisztaltikus vagy membrános) célszerű végrehajtani, a mosási programnak megfelelő időintervallumban történő befecskendezéssel. Így az automatikus adagolás során a rendszer szinkronizálja a tisztító- és egyéb vegyi anyagok előírt mennyiségeinek fürdőbe juttatását a mosási folyamat során. Az adagolók a mosási technológiától (pl. normál,



3. ábra. Vegyi anyagok automatikus befecskendezése

erősen szennyezett fehér; normál, erősen szennyezett színes; konyhai fehér; fehér és színes frottír stb.) függően precíz térfogatméréssel (áramlásmérő) továbbítják a szükséges mennyiségű folyékony vegyi anyagokat a mosógépbe. Ilyen technikával kizárt az esetleges vegyianyag-keveredés, az optimális felhasználással anyagmegtakarítás is elérhető és jelentősen mérsékelhető a környezetszennyezés **(3. ábra)**.

– Hangsúlyossá vált a *vízfelhasználás* csökkentése, pl. a 7 liter víz/1 kg száraz tömegű textília arány 1,5–2,5 l/kg-ra leszorítható, víz-visszaforgatással és egyéb megoldásokkal.

– A *gőzfelhasználás* csökkentése főleg a technológiai célú gépek és berendezések fűtésénél a közvetlen gáz-, illetve elektromos energiára való áttéréssel érhető el.

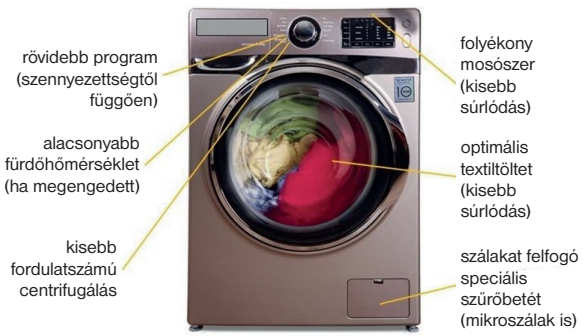
– A szükséges *meleg víz* rendelkezésre állását a forró szennyvíz hőcserélőn való átvezetésével támogatják.

– Fontos a már említett, *biológiailag lebomló* mosószerek, valamint az ilyen tulajdonságú segédanyagok használata.

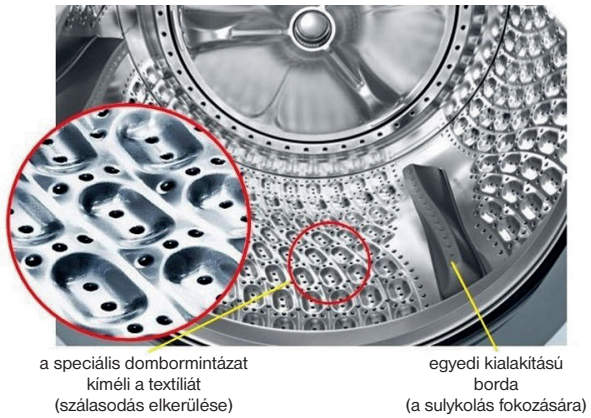
– Mind a nagyüzemi, mind a háztartási mosás során *mikroműanyag-szennyezést* okoz a közcsatornába távozó, fürdőben bennmaradó szintetikusszál-töredékek nagy száma. A konfekcionált termékek (ruházat, lakástextil stb.) mosása során jelentős mennyiségű száldarabka kerül a mosófürdőbe, centrifugált vízbe (pl. 6 kg-os háztartási töltet esetén 700 ezer szál válik le – gondoljunk pl. egy 120 kg-os ipari mosógépre). Ezt a szálak fonalsodratból való kiszabadulása, használati és mosásmechanikai töredezése, természetes elhasználódásból eredő kihullása stb. idézi elő. A szálas mikroműanyagot (beleértve a mikro- és akár a nanoszálakat is) főként a poliészter (a legnagyobb mennyiségben termelt mesterséges, szintetikus szálasanyag), ill. a különböző alifás poliamidok alkotják (pl. a nejlon, perlon).

A textíliákból távozó szálas mikroműanyagok élővizekbe jutásának csökkentésére javasolt mosási módszerek, kivonatosan: Célszerű a szintetikus szálasanyagokból készült ruhaipari termékek rövidebb programmal történő gépi mosása és alacsonyabb fordulatszámon végrehajtott centrifugálása. Az optimális mosógéptöltet betartásával kisebb a textiltermékek közötti dörzsölődés, így kevésbé szakadnak le a szálak. Az egyedi dobperforáció kíméli a textíliát, véd a szálasodástól. A folyékony mosószer kisebb súrlódással veszi igénybe a textiltermékeket, továbbá a mosógél vagy a tökéletesen feloldott mosószóda hozzátét kedvezőbb körülményeket biztosít, mint a por alakú mosószer. Az alacsonyabb

4. ábra. Szálas mikroműanyag-szennyezés csökkentése a mosásnál



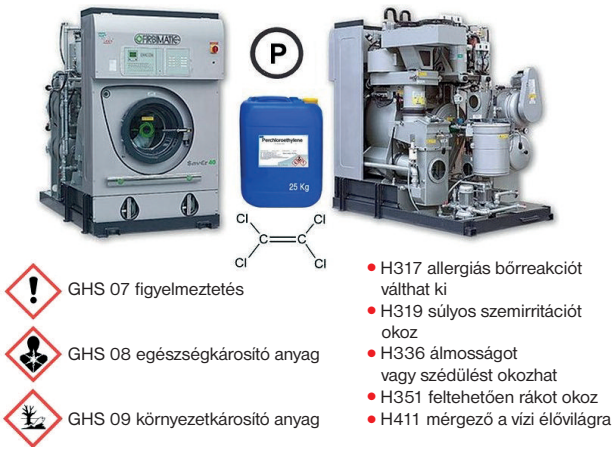
5. ábra. Speciális dobperforáció és borda kialakítása



hőmérsékletű mosás [persze a kezelési jelképsor teknő/kád piktogramjában szereplő számadat (°C) az irányadó] azért előnyös, mert a melegebb vízben több szál szakadhat le. Fontos és elterjesztendő fejlesztés a mosógépből távozó víz áteresztése hatékonyan szűrő betéteken, mert így a szálas-mikroműanyagok a mosás során leválasztódnak **(4. és 5. ábra)**.

A vegytisztítás hatóanyagainak problémái, alkalmas helyettesítőszerek

A vegytisztítást *száraztisztításnak* is nevezik, mert a szerves oldószer mellett minimálisan alkalmazott vízhozzátét (kb. 16 % a vízoldható szennyeződések eltávolításához) ellenére az eljárás végén – a termékben maradt oldószer elpárologtatása után – a dobból kikerülő textiltermék száraz lesz. Jelenleg a fő oldószer a klórozott szénhidrogének közül a perklór-etilén (tetraklór-etilén, C_2Cl_4), amelyet ártalmassága miatt kizárólag zárt rendszerű berendezésben szabad alkalmazni. A kezelési jelképsor utolsó piktogramja ez esetben a körkontúrban szereplő „P” jelzés. Lehetőség van még az alkalmas szénhidrogénekkel (pl. speciális benzin és egyéb 15– 21 °C desztillációs tartományú, 38–70 °C lobbanáspontú, tűzveszélyes) történő eljárásra is (ezt a körpiktogramban szereplő „F” jelzés teszi lehetővé). Az utóbbi tisztítótechnológiát KWL eljárásnak is nevezik (a német Kohlenwasserstoff-Lösemittel elnevezés alapján) **(6. ábra)**.



6. ábra. A vegytisztításnál alkalmazott perklór-etilén káros hatásai

A textiltisztításhoz *többféle oldószer* szükséges, alalkalmazását a moshatóság vagy a vegytisztíthatóság dönti el. A vegytisztításnál általában mindig jelen van *víz* is: vagy a textília hozza magával, vagy a tisztítás hatásfokának növelésére (vízoldható szennyezők eltávolítása) adagolják a rendszerbe. A tisztításerősítő például olyan segédanyag, amely vízoldható és emulgeátorként hat.

A tisztítási folyamat végén a fürdőbe vitt szennyeződéseket desztillálással, centrifugálással, szűréssel távolítják el. A *desztillláció* során az oldószer és a víz rendszerint azeotróp elegyként viselkedik. A tiszta perklór-etilén forráspontja 121,2 °C (nagyon szennyezett esetben >125 °C). A 16:84 arányú víz–perklór-etilén elegy esetén a forráspont 87,1 °C (nagyon szennyezett elegynél 90 °C felett). A 150 °C-nál magasabb forráspontú anyagok a desztillációs maradékban (persár) jelennek meg. A tisztított oldószert visszavezetik a tartályba, így újra felhasználható további tisztításra. A korszerű vegytisztítógépek számítógép-vezérelt szárításérzékelővel is rendelkeznek, amely automatikusan felügyeli, hogy a perklór-etilén minden kimutatható nyomát sikerült-e eltávolítani.

A desztillálandó oldószerelegyet gyorsan fel kell fűteni 80 °C-ig (forráspont közelébe), majd a fűtés csökkentésével kell elérni a *normál elgőzölést* (különben a desztillációs maradék felhabzik, a szennyet stb. tartalmazó iszap a vízválasztóba kerül; ami a textília szürkülését okozza). Az oldószer és a víz elválasztását a vízelválasztó biztosítja, hatására a kondenzátum (a lehűtött oldószergőzök) egy tartályba kerül, a sűrűségkülönbség alapján kettéválik a víz és az oldószer.

A vegytisztítógépekkel egybeépítve *desztillálóegység* működik, előfordul olyan megoldás is, hogy két gép oldószer-tisztítására alkalmas a telepített berendezés. A desztillálót gőzzel vagy villamos árammal fűtik, lehetnek légköri nyomáson működők, vagy vákuumdesztillálók. A desztillátor-forralóüstök álló, fekvő hengeres vagy sík falakkal határolt zárt tartályok, amelyek nyomástartó (maximum 0,5 bar nyomás alakul ki oldószerterükben) edényeknek számítanak. A desztillálás hűtővízigénye 1 liter perklór-etilén kondenzálása esetén kb. 480 kJ elvonandó hőmennyiséget igényel.

– A *perklór-etilén* kiváltását több tényező indokolja. Ez a szerves oldószer karcinogén és mutagén hatású, biológiailag nem bomlik le, gőze a légtérbe kerülve károsítja az ózonréteget, a visszamaradó persár (a visszanyert oldószer utáni desztillációs maradvány kovaföldben felitatva) veszélyes hulladék. Mint említettük, a helyettesítésre bevezetett alacsony lobbanáspontú szénhidrogének tűz- és robbanásveszélyesek, a magasabb lobbanáspontúak károsak az egészségre, illetve tisztítóhatásuk gyengébb.

– Lényeges az ún. *nedves* (vizes bázisú) *tisztítóeljárás* elterjesztése, amelyre a körjelképben megjelenő „W” jelzés jogosít fel. A perklór-etilénes vegytisztítás kiváltójaként említhető technológia akár igényes konfekcionált – pl. felsőruházati termékek – kezelésére is részben alkalmas. Ezt a tisztítást speciális gépben [nagyobb dobátmérő és -térfogat, alacsonyabb fürdőszint, nagyobb fürdőarány, minimális mechanikai hatás, frekvenciaváltós fordulatszám-változtatás (amely a dob forgását mosáskor, ill. a centrifugálás során optimalizálja)] végzik. A nedves tisztításhoz kifejlesztett és biológiailag lebomló mosószereket, speciális adalékokat (szálvédő, bekezelőszer stb.) a textília nyersanyag-összetételének, illetve szennyezettségi tényezőjének és mértékének megfelelően pontosan adagolják (lúgosítószer nélkül). Az enyhe öblítés és víztelenítés után speciális berendezésben kíméletesen szárítják (szabályozott teljesítmény és forgási sebesség, ill. irány). A nedves tisztítás végén a felsőruházati termékeket megfelelő formázóműveletekkel teszik újbóli viselésre alkalmassá **(7. ábra)**.

7. ábra. A nedves tisztítás folyamata

– A sűrített *szén-dioxid* kiváló oldószer, környezetkímélési szempontból előnyös. Ugyanakkor a szén-dioxid tisztítószerként való elterjedését két tényező nehezíti. Egyrészt a nagynyomású berendezések jelentős költségigénye, másrészt több szennyezőanyag nehéz oldhatósága. A szuperkritikus szén-dioxidon alapuló eljárásokhoz szükséges berendezéseknél valamivel olcsóbbak a

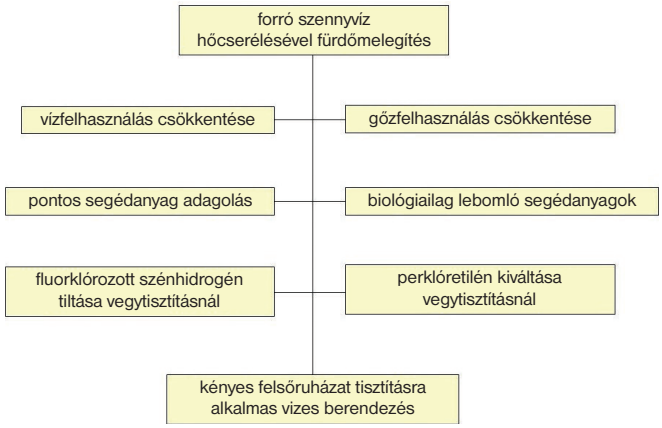
folyékony szén-dioxidot környezeti hőmérsékleten (kb. 18–22 °C) és kb. 50 bar nyomás alatt felhasználó technológiák (ennek a nyomásnak a kialakításához szükséges eszközök kisebb költségigényűek). A micellás felületaktív anyagok elvileg fokozzák a szennyeltávolító képességet víz- és szerves oldószer nélkül. Az előnyök és hátrányok mérlegelésével ez a textiltisztító technológia egyelőre nem terjedt el.

8. ábra. A perklór-etilén kiváltása a vegytisztításnál egyedi oldószerkeverékkel és speciális berendezéssel

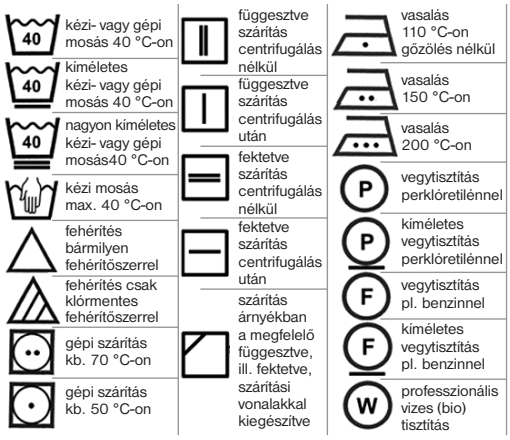
– Kedvező perklór-etilén-helyettesítő a magas lobbanáspontú *szénhidrogének és glikoléterek keverékeinek* alkalmazása, ez alig veszélyes az egészségre és a környezetre, kevésbé kellemetlen szagú. Speciális vegytisztítógép szükséges, amely kis mechanikai behatással (lágy forgás, pl. 2 forgás után irányváltás) működik, illetve több program közül lehet választani (finom felsőruházat stb.). Az oldószer visszanyerése is egyedi berendezést igényel, mert a szer forráspontja 184 °C (a perklór-etiléné 135–140 °C) **(8. és 9. ábra)**.

Befejezésül

A számos textiltisztítási eljárás kapcsán joggal felmerül a kérdés, hogy a környezettudatos fogyasztó milyen választási szabadsággal rendelkezik, amikor szennyezett textiltermékének tisztítását megrendeli a szolgáltató vállalkozásnál. Minden esetben a ruházati és egyéb áruban megtalálható, bevarrt *szalagcímke piktogramsora*, ill. szöveges kezelési útmutatója az irányadó. Ettől nem szabad eltérni, mert a termékgyártó/forgalmazó csak ennek a megfelelő textilgondozásnak az alkalmazásával vállal kellék- és termékszavatosságot **(10. ábra)**.



9. ábra. Környezetkímélési lehetőségek a textiltisztításnál



Az adattartalom nélküli alapjelkép átlós áthúzása a vonatkozó műveletet tiltja

10. ábra. Az MSZ EN ISO 3758:2012 szerinti textilkezelési jelképek

IRODALOM
[1] Marosi József, dr. Tánczos Ildikó: Textilvegyipari kémiai technológia I., Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1984.
[2] https://www.researchgate.net/publication/309172278_Environmental_Sustainability_in_the_Textile_Industry
[3] https://en.wikipedia.org/wiki/Dry_cleaning
[4] https://de.wikipedia.org/wiki/Tenside
[5] https://patents.google.com/patent/US5069755A/en
[6] https://goudlaundry.nl/wp-content/uploads/2017/02/cinet-solvetex-v.pdf

Amikor még nem a fenntarthatóságra gondoltak

Pompeiiben fennmaradt egy kb. 2000 éves mosoda, ahol feltehetően lúgos oldatban mostak, aztán öblítettek és a gyűrődéseket is „kipréselték”.

Az 1948-ban alapított Patyolat mosoda és vegytisztító, a szocializmus egyik szimbóluma, „a dolgozó nők munkájának könnyítésére” szolgált. A kelenföldi volt Magyarország legnagyobb mosóüzeme; itt naponta 30 tonna „fehéret” (ágyneműt stb.) mostak.

KÖDPISZKÁLÓ

Már a gyógyszerhiányért is a celebek a felelősek?

Manapság egy celeb „kiakadásának” nagyobb súlya van, mint 10 akadémikus vagy 100 tanár szavának – legalábbis ha a bulvársajtó alapján próbáljuk meghatározni az impaktot. Tény, egy híresség sok mindent képes elintézni, de hogy globális gyógyszerhiányt is képesek lennének előidézni? Meglepő, de nem teljesen alaptalan feltételezés.

A minap Tatár Csilla műsorvezető facebookos kifakadása keltett hullámokat (megosztásokat, hozzászólásokat):

„Tárgyilagos leszek, pedig elég pipa vagyok. A családunkban van cukorbeteg (2-es típusú), akinek az orvos által felírt gyógyszerét (ez egy injekció, amit hetente kap a páciens) gyakran én váltom ki.

Ezt a gyógyszert a cukorbetegség kezelésre találták ki. Tényleg fantasztikusan működik. Mellékhatásként a cukorbetegek fogyni is szoktak tőle, ami önmagában sokat segít a 2-es típusú diabétesszel küzdőknek. Ezt az injekciót felfedezték maguknak azok az idióták, aki ezzel „fogynak” 6 kilóról 3-ra kb. (vagyis tök egészséges, de testképzavaros emberek, leginkább nők). Ők aztán megtalálják a kiskaput, hogy felírathassák maguknak a gyógyszert. (Bravó, kedves orvosok, akik ilyet csinálnak!) (...) Ma a gyógyszertárban a gyógyszerész szó szerint azt mondta: „Boldog-boldogtalan szúrja magába.” Országos hiánycikk lett. Így a valódi betegek nem tudnak hozzájutni. Bravó!”

De miről is van szó? Inzulinról semmiképp: Tatár Csilla rokonát feltehetőleg egy olyan hatóanyaggal kezelik, amely az úgynevezett GLP-1 agonisták közé tartozik. Ezek a hatóanyagok hatásukat a GLP-1 receptor aktiválásával (a GLP-1 fehérje hatását felerősítve) fejtik ki. A GLP-1 egy olyan, az emberi szervezetben termelődő fehérje, amely fokozza az inzulinés csökkenti a glükagontermelést. Ez utóbbi két hormon a vércukorszintre ellentétesen hat: az inzulin csökkenti, a glükagon emeli a vércukorszintet. A GLP-1 (és a GLP-1 agonista gyógyszerek) ily módon *kettős mechanizmus révén csökkentik a vércukorszintet.* Ezenkívül a gyomor ürülését is késleltetik, ami további vércukorszint-csökkenést eredményez. Ráadásul az étvágy is mérséklődik, ami a testtömeg csökkenését eredményezheti.

Jelenleg négy GLP-1 agonista hatóanyag van forgalomban Magyarországon: az exenatid, a liraglutid, a szemaglutid és a dulaglutid. Ezek mindegyike vényköteles, alkalmazásuk egyik fő célja a vércukorkontroll javítása a diéta és a testmozgás kiegészítéseként nem megfelelően kontrollált 2-es típusú cukorbetegségben szenvedő felnőtteknél. A kezelést önmagában vagy más gyógyszerekkel (akár inzulinnal is) kombinálva alkalmazzák.

Mivel a GLP-1 agonisták közül több hatóanyag (szemaglutid, liraglutid) esetén nemcsak klinikai vizsgálatokban figyelték meg a testsúlycsökkentést elősegítő hatást, hanem ezt a betegek magukon is tapasztalják, a hatóanyagok nagy népszerűségre tettek szert a fogyni vágyók körében. S egyébként vannak olyan, szemaglutid- és litraglutid-tartalmú gyógyszerek is, amelyek javallata kifejezetten a testsúlycsökkentés elősegítése: egészen pontosan „a testtömeg kontrollálásához – beleértve a testtömeg csökkentését és a testtömeg fenntartását is – kiegészítő kezelésként szolgálnak a csökkentett kalóriatartalmú étrend és a fokozott fizikai aktivitás mellett” olyan felnőttek számára, akik

- elhízottak (testtömegindexük, azaz BMI-jük 30 vagy azt meghaladó vagy
- túlsúlyosak (BMI-jük 27 és 30 közötti), és akiknél egyidejűleg legalább egy testtömeggel kapcsolatos kísérőbetegség, például cukorbetegséget megelőző állapot vagy 2-es típusú cukorbetegség, magasvérnyomás-betegség, magas vérzsírszint, obstruktív alvási apnoe szindróma vagy szív- és érrendszeri betegség is fennáll.

Tatár Csilla tehát téved (nem tárgyilagos) azzal kapcsolatban, hogy a GLP-1 agonisták csak cukorbetegek számára alkalmazható szerek. Mint ahogy abban is téved, hogy aki fogyni akar, az mind testképzavaros és indokolatlanul szedi a szert: nagyon sok súlyosan elhízott beteg terápiájának alapvető részei ezek a hatóanyagok. Elvileg egyébként nem alakulhat ki azért hiány, mert a szerrel visszaélő fogyni vágyók felvásárolják a gyógyszert, hiszen ezeket a készítményeket csak orvos írhatja fel, s csakis indokolt esetben.

A GLP-1 agonisták közül az elmúlt időszakban a szemaglutid a „legnépszerűbb”, ugyanis ennek a testsúlycsökkentő hatása tűnik a legjobbnak. A népszerűséghez hozzájárul az is, hogy egyes pletykák szerint (már megint a celebek!) Kim Kardashian fogyásának is ez a hatóanyag a titka, és Elon Musk is azzal dicsekszik, hogy a hatóanyag segítségével marad „fitt és egészséges”. A TikTokon az #ozempic (ez az egyik gyógyszer neve) hashtaggel ellátott videók megtekintése több száz milliós. Az igény és a potenciális fogyasztói tömeg hatalmas (a cukorbetegek és az elhízottak száma világszerte nő), és ez, a gyártónál jelentkező termelési problémákkal együtt (egy időre technikai okokból leállt a termelés), világszerte ellátási nehézségeket okoz. A hiány megteremtette az alternatív beszerzési utakat: facebook-csoportok mélyén cserélnek gazdát a „megmaradt” ampullák, bár ez a gyakorlat korántsem legális, és a ki tudja, milyen körülmények között tárolt injekciók beadása akár kockázatos is lehet. De az sem túl megnyugtató (ha igaz), hogy állítólag van példa arra is, hogy a házastárs a férjnek/feleségnek indokoltan felírt gyógyszert „kölcsönvéve” próbál fogyni…

Pánikra azonban nincs ok, egyrészt mert a gyártás helyreállt (bár az ellátás normalizálódása elhúzódhat), másrészt pedig azért, mert a cukorbetegek terápiája alternatív szerek alkalmazásával (ideiglenesen vagy tartósan is) megoldható: az azonos hatásmódú liraglutiddal vagy más hatásmechanizmusú szerekkel.

Úgy tűnik, a TikTok és a többi közösségi platform nem tudja megoldani a gyógyszerhiányt – a hiány előidézésében és az indulatok korbácsolásában betöltött szerepük azonban kétségtelen, és más módszerekkel alig helyettesíthető.

Csupor Dezső

Válogatás

Az MTA Kémiai Tudományok Osztálya által kiválasztott aktuális kiemelt publikációk a fotoaktiválható kemoterápia klinikai transzlációjával és többkomponensű nanorészecskés gélhálózatok szerkezetének szabályozásával foglalkoznak.

Perczel András
osztályelnök, az MTA rendes tagja

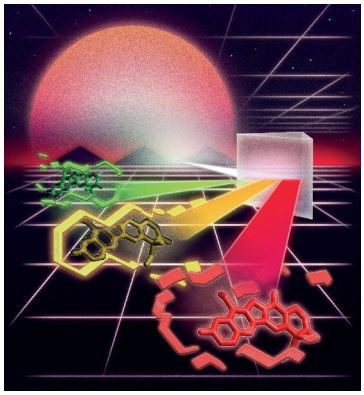
Szégyenkezés nélkül elpirulni – Xanténiumvázas fényérzékeny védőcsoportok vörös fénnyel aktiválható fototerápiához

Journal of the American Chemical Society, 2023
https://pubs.acs.org/doi/10.1021/jacs.2c11499

Alexandra Egyed[1], Krisztina Németh[1], Tibor Á. Molnár[1], Mihály Kállay[2], Péter Kele[1], Márton Bojtár[1]

[1] Chemical Biology Research Group, Institute of Organic Chemistry, Research Centre for Natural Sciences, Budapest, Hungary

[2] Department of Physical Chemistry and Materials Science, Faculty of Chemical Technology and Biotechnology, Budapest University of Technology and Economics, Budapest, Hungary



A hatóanyagok aktivitásának fényérzékeny csoportokkal való átmeneti blokkolásán alapuló fotokemoterápia gyakorlatba történő átültetésének kerékkötője volt eddig, hogy a fényérzékeny blokkolócsoportok vagy csak az UV-tartományban voltak aktiválhatók, vagy rossz vízoldhatóságuk jelentett problémát. Jelen közleményben olyan vízoldható, zöld, narancssárga vagy vörös fénnyel lehasítható vegyületekről számolunk be, melyek segítségével megvalósítható a fotoaktiválható kemoterápia klinikai transzlációja.

Kevert félvezető-fém nanorészecskés gélhálózatok szerkezetének hangolása többértékű kationokkal

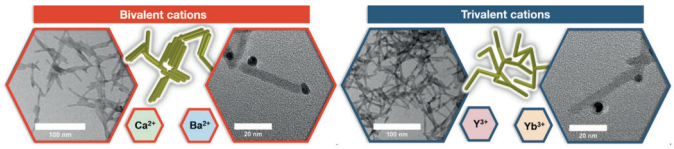
Small, 2023
https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/smll.202206818

Marina Rosebrock[1], Dániel Zámbó[2], Pascal Rusch[1], Rebecca T. Graf[1], Denis Pluta[1], Hadir Borg[1], Dirk Dorfs[1], Nadja C. Bigall[1]

[1] Institute of Physical Chemistry and Electrochemistry, Leibniz Universität Hannover, Germany

[2] Institute of Technical Physics and Materials Science, Centre for Energy Research, Budapest, Hungary

A munka fókuszában a többkomponensű nanorészecskés gélhálózatok szerkezetének szabályozása áll. Bemutattuk, hogy különböző értékű kationokkal végezve a félvezető (Cd-kalkogenid) és fém (Au, Pt) nanorészecskék gélesítését, merőben más gélszer-



kezet alakul ki, mely jelentősen befolyásolja az optikai tulajdonságokat is. Ennek hátterében a gélesítő kationok és a nanorészecskék felületének kölcsönhatása áll, mely eltérő a kétértékű és a háromértékű kationok esetén. A szerkezet-tulajdonság kapcsolatok feltárására fotolumineszcencia-spektroszkópiát, röntgenfotoelektron-spektroszkópiát és elektronmikroszkópiát alkalmaztunk, rávilágítva ezzel a nano- és mikroléptékű szerkezetváltozás hatására.

Az iskolában a tanárok rátermettsége a legfontosabb

FOTÓ: MTA.HU / SZIGETI TAMÁS

Eric Hanushek az Akadémián

Eric Hanushek a Stanford Egyetem professzora, az oktatás közgazdaságtanának egyik legismertebb és legnagyobb hatású kutatója a világon. Számos területen kutatott pályafutása során, vizsgálta a tanárok kvalitásait, az osztályméret csökkentésének hatását, az iskolák elszámoltathatóságát, illetve újabban az országok készségszintje és gazdasági növekedése közötti összefüggést. Hanushek professzor előadást tartott a Magyar Tudományos Akadémián. A vele készült interjúból idézünk. *(https://mta.hu/mta_hirei/az-iskolaban-a-tanarok-ratermettsege-a-legfontosabb-interju-eric-hanushekkel-112759)*

Kutatási területe, az oktatás közgazdaságtana meglehetősen újszerűen hathat sokak számára. Hogyan kezdett e terület iránt érdeklődni?

Réges-régen, amikor a PhD-disszertációmat kezdtem írni, volt egy nagy felmérés az Egyesült Államokban, amelynek fő megállapítása szerint az iskolának nem volt különösebb hatása a gyerekekre és a teljesítményükre. De én ezt nem hittem el. Így hát a disszertációmat az iskolákról és a teljesítményben játszott szerepükről írtam.

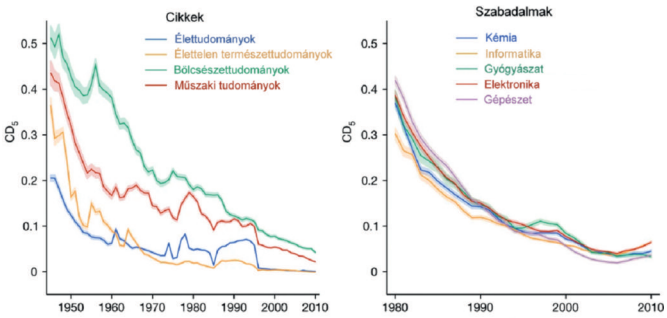
Magyarországon hatalmas a tanárhiány, különösen a természettudományos tantárgyakban. A tanárok többsége elmúlt ötvenéves, alig van fiatal tanár. Ön szerint hogyan lehetne orvosolni ezt a problémát?

Szerintem ez általános probléma az egész világon: mindenhol hiány van, különösen a matematika és a természettudományos tárgyak tanáraiból, sőt egyéb képesítésű pedagógusokból is. Az Egyesült Államokban például nyelvtanárokból és a speciális oktatásban alkalmazható tanárokból van a legnagyobb hiány. Erre egy közgazdász csak egyféle választ adhat: többet kell fizetnünk azoknak az embereknek, akikre szükségünk van. Ugyanakkor nem akarjuk mindenkinek megemelni a fizetését, mert bizonyos szakok terén nincs tanárhiány. Vagyis a válasz egy közgazdász számára egyértelmű, de az iskolák számára már sokkal nagyobb fejtörést okoz. Az iskolák irányelvei ritkán egyeznek e téren a közgazdasági elvekkel, de ettől még azt kell mondanom, hogy a matematika, illetve a természettudomány szakos tanároknak többet kellene fizetnünk, mert nagyon fontos, hogy e tantárgyakban magas legyen az oktatás minősége.

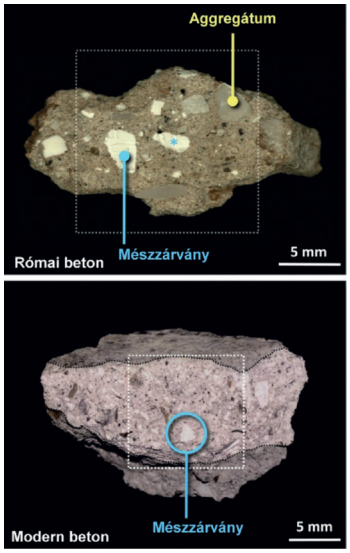
TÚL A KÉMIÁN

Langyosabbá váló tudomány

Mintegy 50 millió tudományos cikk és 4 millió szabadalom elemzése arra a következtetésre vezetett, hogy az elmúlt évtizedekben a tudományos munkák újdonságereje jelentősen csökkent. A nagy ívű analízis azon a gondolaton alapult, hogy a komoly áttörést jelentő munkákra a későbbi hivatkozások nagy része úgy érkezik, hogy mellette a korábbi munkákat már nem hivatkozzák. Ez alapján definiáltak egy, a munka újdonságerejét jellemző, CD-index nevű jelzőszámot, amelynek átlagos értéke a cikkekre 1945 és 2010 között 90%-ot csökkent. Hasonló folyamatot figyeltek meg a szabadalmak esetében 1980 és 2010 között. Érdekesség, hogy tanulmány a nagy újdonságerejű cikkekre angolul a „disruptive” szót használja, amelynek közvetlen magyar megfelelője „bomlasztó”, de angolul is elsősorban negatív jelentéstartalmat hordoz. Talán ez is mutatja az új felfedezésektől való újkeletű ódzkodást. *Nature 613*, 138. (2023)

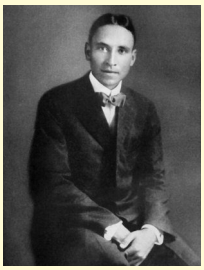


Római tartós beton



A római Pantheon leglátványosabb része mindmáig a világ legnagyobb vasalatlan betonkupolája. Más római kori épületeken is feltűnt már, hogy anyaguk mennyire jól ellenáll a történelem és a környezet viszontagságainak. Vitruvius római mérnök és építész i. sz. 30 körül írt, *De architectura* című művében részletes útmutatás is fennmaradt arról, hogyan kell időálló falakat felhúzni. A Róma közelében lévő Privernum archeológiai lelőhelyen végzett részletes tanulmányok szerint alapvetően a római beton is cementből, vízből és aggregátumból készült. A komponenseket viszont forrón keverték össze, illetve valószínűleg égetett meszet is használtak, amelynek egy része szemcsés zárványok formájában megmaradt a kész betonban. Ha ebben repedések keletkeznek, a kalcium-oxid nedvesség hatására kitölti az üregeket, majd szén-dioxiddal újraköt, így egyfajta öngyógyító sajátságot kölcsönöz az anyagnak. *Sci. Adv. 9*, eadd1602. (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

E. Newton Harvey: The Minimum Concentration of Luciferin to Give a Visible Luminescence
Science, Volume 57, pp. 501–503. (1923. április 27.)

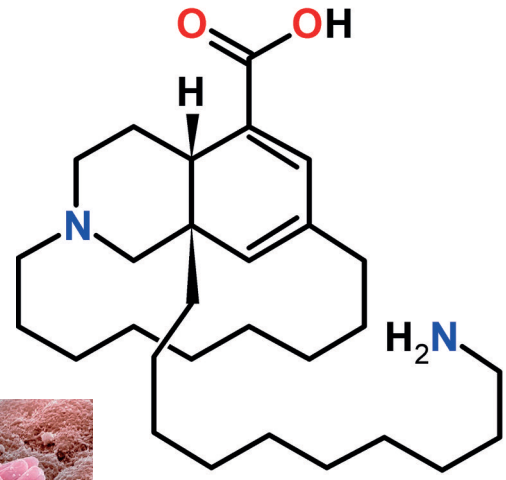
Edmund Newton Harvey (1887–1959) amerikai zoológus pályafutása nagy részében a Princeton Egyetem professzoraként dolgozott. Szakterülete a bioluminiszcencia volt, az itt idézett cikk is ebben a témakörben született. Az ilyen jelenségek iránti érdeklődését egy 1913-as expedíció alapozta meg a Csendes-óceán déli részén, majd 1916-ban, Japánban töltött nászútja idején mélyült el, ahol először látta a *Vargula hilgendorfii* nevű, világító planktonfajt.

Életerő a meteoriton

A Tissint névre elkeresztelt meteorit 2011. július 18-án hullott Marokkó területére, s azóta tudományos vizsgálatokkal igazolták, hogy anyaga a Marsról származik. Az újabb analíziseredmények arról tanúskodnak, hogy a Tissint meglepően nagy változatosságban tartalmaz szerves anyagokat: ezek többsége 3–7 tagú, alifás, nagyrészt elágazó láncú karbonsav, aldehid és olefin, illetve időnként heteroatomot is tartalmazó policiklusos aromás vegyület. Jelentős újdonság, hogy az elektrospray ionizációs tömegspektrumban számos dihidroxi-magnézium-karboxilát ($RCO_2Mg(OH)_2^-$), illetve kéntartalmú szerves magnéziumsó ($RCO_2(SO_2)Mg(OH)_2^-$) csúcsa jelent meg. Mindez arra utal, hogy a magnéziumban gazdag olivin ásvány kedvező környezet lehet a szerves anyagok abiotikus keletkezéséhez. *Sci. Adv. 9*, eadd6439. (2023)

A svéd állam tulajdonában lévő Luossavaara-Kiirunavaara Aktiebolag bányászati cég az ország északi részén, Kiruna közelében Európa legnagyobb ritkaföldfém-készletét fedezte fel.

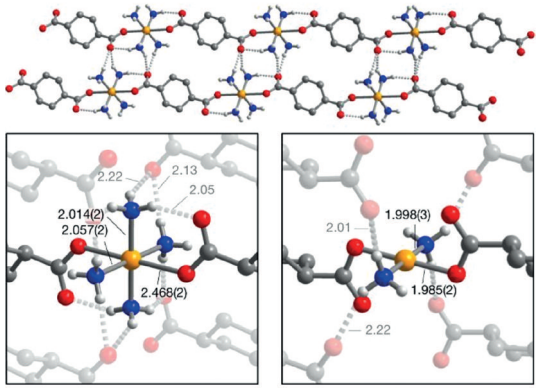
A HÓNAP MOLEKULÁJA



A lisszodendorsav A ($C_{29}H_{50}N_2O_2$) a *Lissodendoryx* nemzetségbe tartozó szivacsokban előforduló, régebbről ismert vegyület, amely a Parkinson-kór kezelésében lehet hasznos. Egy kutatócsoport a közelmúltban tizenkét lépéses módszerrel állította elő ezt az anyagot. A teljes eljárás kulcsa az, hogy egy rövid élettartalmú, gyűrűs allén Diels–Alder-reakcióban képezi a molekulában lévő gyűrűrendszert. A végtermék enantiomertisztasága 80% körüli volt. *Science 379*, 261. (2023)

Ammóniaszivacs

A ammóniaszintézis a vegyipar egyik legfontosabb folyamata. A hátterében lévő kémiai reakció közismerten egyensúlyra vezet, így az ammónia elválasztása a hidrogéntől és a nitrogéntől különlegesen fontos benne. Ezt a lépést teheti jóval hatékonyabbá a réz(II)-transz-1,4-cikohexándikarboxilát MOF (metal-organic framework, fémiont és szerves anyagot tartalmazó, térhálós szerkezetű anyag). Ez az anyag szobahőmérsékleten mintegy 30 tömegszázaléknak megfelelő mennyiségű ammóniát képes megkötni már akkor is, ha a gáz parciális nyomása a légköri nyomás egyötöde. Ez rézononként négy molekula NH_3-nak felel meg. 175 °C-ra melegítve a hálózat reverzibilisen leadja a gáztartalmat. Részletes vizsgálatok szerint az ammónia kötődését a MOF-szerkezet jelentős torzulása kíséri. *Nature 613*, 287. (2023)



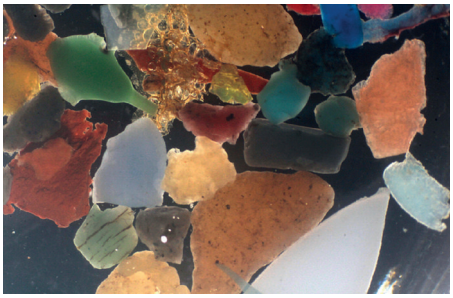
Antidepresszánsok mint anti-antibiotikumok

Közismert jelenség, hogy az antibiotikumok túlzott használata a velük szemben rezisztens kórokozók elterjedését segíti elő. Új kutatások azonban arra mutattak rá, hogy az antidepresszáns típusú gyógyszereknek is fontos szerepük lehet a teljes képben. Még 2018-ban figyelték meg, hogy az *Escherichia coli* baktériumok több antibiotikumra is rezisztenssé váltak, miután a Prozac hatóanya-gával, a fluoxetinnel kezelték őket. A közelmúltban olyan tanulmányt publikáltak, amely további öt antidepresszánst és tizenhat antibiotikumot vizsgált. Az eredmények szerint a szertralin, duloxetin, bupropion, eszcitalopram és agomelatin fokozzák a baktériumok toxinokkal szembeni védelmi rendszerének működését, egyúttal növelik a mutációk valószínűségét is. Mindkét hatásnak jelentősége lehet az antibiotikum-rezisztencia kialakulásában. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA 120*, e2208344120. (2023)

Vegyi fegyver a gomba–féreg háborúban

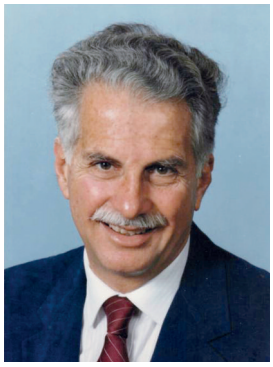
A késői laskagomba (*Pleurotus ostreatus*) nem fotoszintetizál, így természetesen szüksége van valamilyen élelemre: ezek nagyrészt férgek, így ezt a fajt húsevőnek is szokták nevezni. Részletes vizsgálatok szerint a mozgásképtelen gomba vegyi fegyvert termel a vadászathoz. Benne nyalókára emlékeztető alakú szerveket figyeltek meg, amelyekben az illékony 3-oktanon mennyisége váratlanul nagy volt. Független kísérletekben kimutatták, hogy ez a keton nagyon súlyos bénító és mérgező hatással van a *Caenorhabditis elegans* talajféregre. Más, hasonló szerkezetű ketonok is toxikusak voltak erre a fajra, de a 3-oktanon bizonyult messze a leghatékonyabbnak. *Sci. Adv. 9*, ade4809. (2023)

Mikroműanyag-hiány



A környezetet elárasztó mikroműanyagokról manapság már a napisajtó is rendszeresen beszámol, így talán furcsa lehet azt hallani, hogy a területen dolgozó kutatók számára az egyik lényeges rejtély az, hogy miért van ennyire *kevés* belőlük az óceánokban. Az utóbbi fél évszázadban 100 millió tonnánál is több műanyag kerülhetett a vizekbe, ennek ellenére a jelenleg mért koncentrációkból következő teljes mennyiség semmiképpen nem haladja meg a 2 millió tonnát. A titok nyitja bakteriális lehet. Egy holland tengerkutató intézetben szén-13-izotópjelzéses vizsgálatokkal kimutatták, hogy a környezeti körülmények változására nem érzékeny *Rhodococcus ruber* baktériumfaj a polietilén széntartalmát szén-dioxiddá alakítja. Azt már korábban is tudták, hogy ez a faj képes szénhidrogéneket is energiaforrásként hasznosítani, például kőolajjal szennyezett vizekben és talajokban is rendszeresen megtalálják. *Mar. Pollut. Bull. 186*, 114544. (2023) *Mar. Pollut. Bull. 187*, 114369. (2023)

Csicsery Zsigmond (1929–2022)



Budapesten született 1929-ben. Középiskolai tanulmányait a visszacsatolt Kassán, a nyolcosztályos Premontrei Gimnáziumban kezdte, azután 1943-tól a visszacsatolt Nagyváradon, a Gábor Áron Tüzér hadapród-iskolában, majd 1944 végétől a közelgő szovjet hadsereg miatt iskolájával Németország különböző városaiban folytatta. Féléves német- és franciaországi amerikai hadifogság után tért vissza Magyarországra. 1947-ben Budapesten, a Petőfi Sándor Gimnáziumban érettségizett. A Műegyetem vegyészmérnöki karán végzett 1951-ben. Dolgozott a Forténál, majd a Richter Gedeon Gyógyszergyárban. 1952 nyarán, mint osztályidegent, munkaszolgálatra vitték, 1953 májusában bebörtönözték. 1954-ben szabadon engedték, a Budapesti Katonai Bíróság 1990-ben ítéletét semmisnek nyilvánította. 1954 nyarától 1956 októberéig a Kőbányai Gyógyszergyárban dolgozott.

Ötvenhat októberében az Egyesült Államokba ment. Első állása a Monsanto vállalat kutatóintézetében, Daytonban volt. 1959 őszétől Evanstonban, a Northwestern Egyetem Vladimir Ipatieff-laboratóriumában dolgozott doktorátusán. 1961 végén doktorált. 1986-ig a Chevron olajvállalat kutatójaként, Kaliforniában dolgozott. Ott kezdett foglalkozni molekulaszita-katalizátorokkal és alakszelektív katalízissel. Az egyik alakszelektív katalízist („Restricted transition state type shape selectivity”) ő fedezte fel. 1986 elejétől tanácsadóként működött. Az Egyesült Államokon kívül a legtöbb munkája Indiában, Finnországban, Olaszországban, Dél-Afrikában és Kínában volt. Indiában öt évig az UNIDO vezető tanácsadójaként dolgozott. Szakterülete: heterogén katalízis, molekulaszíták, zeolitkémia és -katalízis, alakszelektív katalízis, petróleumtechnológia.

Legjelentősebb eredményei az alakszelektív katalízis és a dehidrociklodimerizáció (C3–C5 paraffinok katalitikus aromatizálása) felfedezése, valamint egy ötéves UNIDO/UNDP projekt irányítása Indiában. Szaklapokban több mint 50 cikke jelent meg, 26 szabadalma van. A North American Catalysis Society igazgatója volt. Számos nemzetközi konferencián tartott plenáris előadást, mint meghívott előadó, több mint 23 országban tartott előadásokat egyetemeken és kutatóintézetekben. 1980-ban megválasztották a MTA Vegyipari Rendszertechnikai Munkabizottság tagjává. Tagja volt a Magyar Kémikusok Egyesületének. 2001-ben aranydiplomát kapott a Műegyetem Vegyészmérnöki és Biomérnöki Karától. 2021-ben az egyetem szenátusa rubindiploma adományozásával ismerte el értékes mérnöki tevékenységét. 2020-ban a Novofer Alapítvány Gábor Dénes-díját kapta meg jelentős tudományos alkotás létrehozásáért és innovációs tevékenységéért.

Csicsery Zsigmond két angol nyelvű könyvet írt izgalmas életéről: *All that I Saw* és *Almost a Soldier* (http://www.zalafilms.com/almostasoldier/bio.html).

1966 óta Lafayette-ben, Kaliforniában élt.

Kívánságára hamvait a balatonszemesi családi kriptában helyezik el.

Csicsery György

Felhívás a „BME Szerves és Gyógyszerkémiai Nap” rendezvényen való részvételre

Az MKE és a BME közös szervezése, a BME Vegyészmérnöki és Biomérnöki Kar 150 éves fennállását köszöntő ünnepségsorozat szatellitrendezvénye

Az MKE újjáalakult Szerves és Gyógyszerkémiai Szakosztálya páros években Vegyészkonferenciát, páratlan években egy kisebb rendezvényt szervez. Az idén **„BME Szerves és Gyógyszerkémiai Nap”**-ot rendezünk a Műegyetemen, **június 30-án (pénteken) 10–17.30 között**.

A célközönség a diplomamunkájukat készítő vagy azt már befejező hallgatók/frissen végzettek, illetve a már jelentős eredményeket elért doktoránsok hazánk valamennyi felsőoktatási intézményéből és kutatóintézetéből. A workshop plenáris előadással indul, majd 10+5 perces előadásokból álló délelőtti és délutáni szekcióval folytatódik. Új kezdeményezésként irodalmi érdekességeket felvillantó „flash”-prezentációkkal is lehet jelentkezni.

A workshopnak nincs költsége, **jelentkezés** előadásra vagy flash-prezentációra (utóbbi esetben a citátum megadásával), esetleg csak résztvevőként/kísérőként bármelyik szervezőbizottsági tagnál **2023. április 21-én délig** lehet e-mailben egy max. 2 oldalas absztrakttal (a docx – cím, szerzők, munkahely, szöveg, ábra, hivatkozások – formán kívül más megkötés nincs). **Az elfogadásról május 2-ig küldünk értesítést**. Az előadásokat az érkezések sorrendjében tudjuk befogadni. Az absztraktok és a program online lesznek hozzáférhetők.

Az előadások értékeléséhez a zsűri a jelenlévők véleményét is kikéri majd. Az első 3 helyezett előadó az EuroAPI díjazásában részesül. Lesznek más jutalmak, például CheMicroszoftverek is. Szintén díjazni fogjuk az előadások anyagából készített totó legügyesebb kitöltőit is

Keglevich György (elnök, keglevich.gyorgy@vbk.bme.hu), **Kurtán Tibor** (titkár, kurtan.tibor@science.unideb.hu), **Kardos Zsuzsa**, **Skodáné Földes Rita**, **Frank Éva**, **Dormán György**, **Bátori Sándor**, **Csámpai Antal**, **Kálai Tamás** (szervezőbizottság)

Global Women's Breakfast Női kutatók lehetőségei Magyarországon

2023. február 14.

A „Global Women's Breakfast" elnevezésű nemzetközi rendezvénysorozatot a kémikusok világszervezete, az IUPAC (International Union of Pure and Applied Chemistry) megalakulásának 100. évfordulója alkalmával, 2019-ben indította útjára. A program fő célja a nők tudományban elért eredményeinek megismerése, a női kémikusok kapcsolatihálózat-bővítésének elősegítse helyi és nemzetközi szinten egyaránt – természetesen nem kizárva a férfi kollégákat –, valamint a fiatal nők inspirálása a STEM-karrier választására (ezek a természettudományi, technológiai, mérnöki és matematikai ismereteket igénylő szakmák), nem utolsósorban a pályakezdő tudósok szakmai fejlődésének támogatása.

A világ minden részén egy meghatározott februári napon tartják a „Global Women's Breakfast" női reggeli világrendezvényt, az idei időpontja február 14., az idei nemzetközi mottó pedig Breaking Barriers in Science – A tudomány akadályainak áttörése volt.

A központi nemzetközi weboldalon (https://iupac.org/gwb/2023/) követni lehet az egyes rendezvényeket, és a beszámolókat is elolvashatjuk. A magyar rendezvény oldala az alábbi címen érhető el: https://iupac.org/gwb/2023/breaking-barriers-in-science-noi-kutatok-lehetosegei-magyarorszag.

A Magyar Kémikusok Egyesülete konferenciatermében tartotta a rendezvényt, személyes jelenléttel. A „Női kutatók lehetőségei Magyarországon" témakört jártuk körül két kiváló előadó segítségével. *Dr. Balázsi Katalin,* az ELKH EK kutatója, egyben a Nők a Tudományban Egyesület elnöke a „Mentorprogramok a női hallgatók, oktatók és kutatók számának növelése érdekében a STEM területein" című előadásában számolt be arról a sokrétű programkínálatról, amivel az általános iskolás kortól a már diplomás kutatókig segítik a lányok/nők műszaki érdeklődésének felkeltését és a kutatói pályán való maradását. A másik előadást *Dr. Bálint Erika*, a BME fiatal oktatója, a „Nők a Tudományban Kiválósági Díj 2018" kémiai tudományok kategóriájának nyertese tartotta, aki megismertette a hallgatóságot azzal, hogy hogyan lehet az egyensúlyt fenntartani az anyaság és a tudományos karrier között.

A rendkívül tartalmas előadásokat nagyon jó hangulatú beszélgetés követte, ahol az előadók készséggel válaszoltak a résztvevőkben felmerülő kérdésekre.

Köszönjük az előadóknak és a résztvevőknek a közreműködést! Reméljük, hogy jövőre, 2024 februárjában ismét találkozhatunk!

Simonné Dr. Sarkadi Livia
az MKE elnöke

Karikó Katalin elismerései fotókon

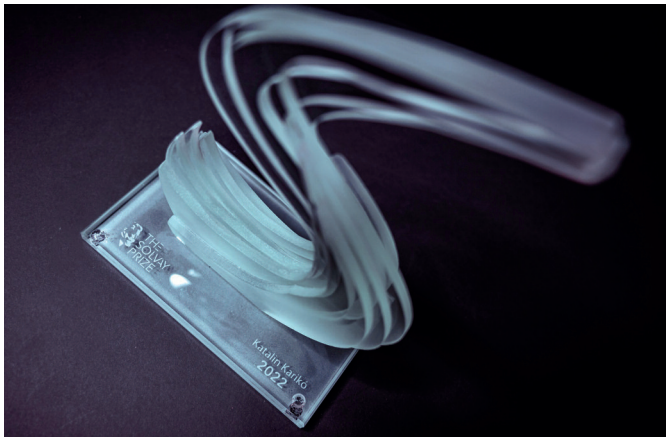
A Szegedi Tudományegyetem vándorkiállításaa SZAB-székházban 2023. február 10. és 2023. március 10. között

A „Karikó Katalin elismerései a tanulmányi versenyektől a Lasker-díjig" című fotó- és dokumentumtárlat az SZTE Nemzetközi és Közkapcsolati Igazgatóság, valamint az SZTE Klebelsberg Könyvtár közös projektje. Az SZTE díszdoktora, az akadémikus, a száznál is több elismeréssel kitüntetett tudós nő, Karikó Katalin elismeréseit 2022. december 8. és 2023. január 8. között fölvonultató kiállítás vándorútra indult az SZTE József Attila Tanulmányi Központból. Az MTA Szegedi Akadémiai Bizottság (SZAB) székházába kerülő fotóanyag ki is egészült.

Krisztin Tibor köszöntője

A SZAB-székházban a „Nők és lányok a tudományban" világnaphoz kötődő első szegedi rendezvényként nyitották meg a tárlatot február 10-én. Az ENSZ közgyűlése 2015-ben döntött arról, hogy február 11. legyen az „International Day of Women and Girls in Science" (IDWGIS).

A szintetikus mRNS-alapú orvosi technológiát felfedezéseivel megalapozó kutató, Karikó Katalin, a Szegedi Tudományegyetem alumnája és kutatóprofesszora, akadémikus száznál is több elismerése közül a tudományhoz kötődő kitüntetéseket mutatta be a SZAB-székház kiállítási terében a falra került közel hatvan sajtó- és műtárgyfotó. A műtárgyként tekinthető díjakat és okleveleket fölvonultató kiállításon *Sahin-Tóth István* fotóihoz *Újszászi Ilona* szövegei adnak hátteret.



A Solvay-díj (fotó: Sahin-Tóth István)

A SZAB-székház földszinti előtérben a szegedi egyetemhez és a városhoz kötődő fényképeket állították ki; a Karikó Katalin-portrét *Bobkó Anna* készítette. Az első terembe a magyarországi és európai, a másodikba az amerikai és az ázsiai díjakról és ceremóniákról készült felvételek kerültek.

Az SZTE vándorkiállítása március második felében Kisújszállásra költözött. Az itteni tárlat kiegészült – többek között – olyan archív dokumentumokkal, amelyek azt is bemutatják, hogyan nyerte el 50 éve első kitüntetését, a Jermy Gusztáv-díjat az érettségi előtt álló Karikó Katalin, aki tavaly megkapta iskolavárosa civiljeitől a „Szeretünk, Kati!”-díjat.

Újszászi Ilona

A TargetEx Kft. innovatív vírusdiagnosztikai reagenseket fejleszt

A TargetEx Kft. bejelentette, hogy a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Hivatal által meghirdetett EUROSTARS – Az Innovatív KKV-k partnerségi programban való magyar részvétel támogatása (kódszám: 2022-1.2.7-EUROSTARS) pályázati program keretében elnyert támogatással új kutatás-fejlesztési projektet indít „Vírusdiagnosztikai reagensek fejlesztése nukleinsav izolációs lépés kihagyásával” címmel. A projekt összköltsége várhatóan több, mint 164 millió forint lesz, melyhez 121 millió forint vissza nem térítendő támogatást kap a vállalkozás.

„A projekt keretében olyan qPCR és LAMP reagenst fejlesztünk ki, amelyek rezisztensek a nyálban levő bizonyos komponensek gátló hatására. Az ilyen reagensek alkalmazásával a klinikai vírusdiagnosztika költsége és ideje csökkenthető” – mondta Dr. Lőrincz Zsolt, a magyar biotechnológiai kisvállalat ügyvezetője és tudományos igazgatója.

„A betegmintákból történő víruskimutatásának standard protokollja a nukleinsav extrakció, amelyet kvantitatív polimeráz láncreakcióval (qPCR) vagy izotermikus amplifikációval (LAMP) történő amplifikáció követ. Az RNS-vírusok esetében a reverz transzkripciós lépés megelőzi a qPCR reakciót (RT-qPCR) és a LAMP reakciót (RT-LAMP). A nukleinsav-kivonási lépés kritikus fontosságú a vírustartalmú minta (VTM) és a nyál/mintavevő vattapálca azon komponenseinek eltávolításához, amelyek gátolják a qPCR/RT-qPCR és LAMP/RT-LAMP reakciók megfelelő működését” – magyarázta Dr. Krajcsi Péter, a TargetEx üzletfejlesztési vezetője. – „A SARS-CoV-2 és más légúti vírusok kimutatására szolgáló kitek fejlesztése során kiderült, hogy szükség van az RT-qPCR és RT-LAMP alapú protokollok egyszerűsítésére, a költségek és az átfutási idők csökkentésére.”

„A pályázati támogatás nélkül projektünk nem valósulhatna meg. A projektben felmerülő költségek ~74%-át a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Alap forrásából finanszírozza a Magyar Kormány. Büszkék vagyunk, hogy projektünk támogatást nyert el (szerződésszám: 2022-1.2.7-EUROSTARS-2022-00001)” – tájékoztatott Dr. Lőrincz Zsolt.

A TargetEx Kft. (www.targetex.com, info@targetex.com) 2002-ben alakult, 100%-os magyar tulajdonban levő, független, biotechnológiai kisvállalkozás. Szolgáltatásait és termékeit a gyógyszerkutatás és fejlesztés korai, preklinikai fázisában szükséges biológiai tevékenységek piaci szegmensén kínálja mind Európában, mind pedig az Egyesült Államokban. A TargetEx Kft. szolgáltatások nyújtása mellett nemzetközi és magyar tudományos kutatás-fejlesztési együttműködésekben is részt vesz. A társaság versenyelőnyét a képzett kutatógárda, és az általuk végzett munka elismert szakmai színvonala jelenti.

Magyarországi (fizika)történet

A Typotex Kiadónál megjelent Sólyom Jenő *Fizika Magyarországon 1945 és 1959 között. A fizikai kutatás és egyetemi oktatás újjászervezése* című könyve. Mihály György akadémikus véleménye szerint „Sólyom Jenő könyve olyan időszakot tekint át, amikor a fizika tudományterületén bekövetkezett változások korhű lenyomatát adják a társadalmi folyamatoknak is”, ezért a könyv az intézmények, valamint az akkori tudományos eredmények mellett annak a viharos kornak a fizikára gyakorolt, sokszor ellentmondásos hatását is igyekszik bemutatni.

A könyv nyomtatott formában és e-könyvként is megjelent. Az akadémiai támogatásnak köszönhetően az e-könyv ingyenes regisztráció után 0 Ft-ért letölthető a Typotex kiadó honlapjáról. Elérhetőség: https://interkonyv.hu/konyvek/solyom_jeno_fizika-magyarorszagon-1945-es-1959-kozott/

Vegyipari mozaik

A MOL-csoport 2022-es eredményei: a viharos év ellenére is erős EBITDA. A MOL-csoport közzétette a 2022-es év és a 4. negyedév pénzügyi eredményeit. A MOL-csoport 438,8 milliárd forintot termelt 2022 utolsó negyedévében, így az egész éves EBITDA-ja (pénzügyi mutatószám, az angol nyelvű kifejezés, earnings before interest, taxes, depreciation and amortization rövidítése) elérte a 1773,9 milliárd forintot. Az Upstream és Downstream együttesen az eredmény 95%-át adta fele-fele arányban.

„A tavalyi év minden szempontból igazi próbatétel volt iparágunk számára, de büszkén mondhatom, hogy a MOL sikerrel vette az akadályokat, és mind működési, mind pénzügyi szempontból jól teljesített. Az ukrán háború és ellátásbiztonságra gyakorolt hatásai, a szabályozási környezet és a kiszámíthatatlan makrokörülmények példátlan kihívások elé állították a MOL-t, de szakembereink kiválóan helytálltak az egymást követő krízishelyzetekben. A 2022-es évben elért kimagasló EBITDA még az extrém mértékű adók, ársapkák és szabályozói intézkedések mellett is lehetőséget biztosít a stratégiánkban megfogalmazott transzformáció és fejlesztések végrehajtására. Beruházásokat indítottunk útjára a zöld hidrogéngyártás területén, és beléptünk a hulladékgazdálkodásba, amely fontos lépés a körforgásos gazdasággal kapcsolatos stratégiai céljaink elérése felé.

Világosan látszik, hogy a 2023-as év sem lesz könnyebb, de meggyőződésem, hogy a MOL többszörösen bizonyított rugalmasságával és ellenállóképességével magabiztosan tudunk majd navigálni a bizonytalan időkben” – mondta Hernádi Zsolt elnök-vezérigazgató.

Az *Upstream* szegmens 2022. negyedik negyedévi „tiszta” EBITDA-ja a tavalyi évhez képest 8%-kal 492 millió dollárra (200,2 milliárd forint) nőtt, így a teljes éves Upstream EBITDA 2,212 milliárd dollárt (827,5 milliárd forint) tett ki, 47%-át adva a MOL-csoport egész éves eredményének, mindez köszönhető volt az év során végig magas olaj- és gázárak mellett a MOL megbízható nemzetközi és hazai portfóliójának is. Jelentős negatív hatást gyakorolt viszont az eredményekre a horvát gázárszabályozás és a magyarországi bányajáradék, amely az utolsó negyedévi EBITDA-ban is megjelenik. Mindeközben a termelési szint 92 ezer hordó volt 2022-ben, amely meghaladta az éves iránymutatást. Az Upstream biztosította 2022-ben a MOL-csoport szabad pénzáramának 60%-át, azaz 1,837 milliárd dollárt (685,4 milliárd forint). A működési költség hordónként 5,5 dollár körül maradt az ellátási láncot érintő jelentős költségnyomás ellenére is, az egyesült királyságbeli érdekeltsége értékesítése pedig kedvezően hatott a kitermelési költségekre.

A *Downstream* újrabeszerzési árakkal becsült, „tiszta” negyedik negyedévi EBITDA-ja némileg javult az előző évhez képest, és 384 millió dollárt (158,5 milliárd forint) ért el. A finomítói hozzájárulás annak ellenére is képes volt mérsékelni a Petrolkémia negatív EBITDA-ját, hogy a Dunai Finomító a 2022 novemberére tervezett leállás után csak késve tudott újraindulni. Magyarországon és Szlovákiában tovább zsugorodott 4%-kal az üzemanyag-kereslet az utolsó negyedévben, miközben a magyar piacra az ársapka miatt még a szűkös ellátási körülmények is hatottak. Az éves újrabeszerzési árakkal becsült, „tiszta” EBITDA 2,240 milliárd dollár (848,4 milliárd forint) volt a jó finomítási teljesítménynek köszönhetően. A Slovnaft finomítójában lezajlott teszteléssel a vállalat felkészült arra, hogy növelje a nem orosz eredetű kőolaj bedolgozását, összhangban a 2023. február 5-én életbe lépett uniós szankciókkal.

A *Fogyasztói szolgáltatások* EBITDA-ja 2022-ben majdnem megfeleződött a 2021-es teljes évi eredményhez képest, vagyis a kelet-közép-európai árszabályozások miatt 320 millió dollárt (121,2 milliárd forint) ért el. A 2022 utolsó negyedévi EBITDA 89 millió dollár (35,7 milliárd forint) volt: ezzel az üzletág a magyarországi ársapka kivezetése ellenére is 23%-kal alacsonyabb eredményt ért el a korábbi év azonos időszakához képest. A növekvő értékesítés, a nem üzemanyag típusú termékek értékesítésnövekedésének bővítése és a lengyelországi terjeszkedés csak részben ellensúlyozta a negatív hatásokat. 2022 utolsó negyedévében a MOL sikeresen lezárta a Lotos akvizíciót, amelynek keretében mintegy 417 benzinkutat vásárolt meg Lengyelországban. A Fresh Cornerek száma pedig 1130-ról 1179-re nőtt az utolsó negyedévben.

A *Gázszállítási üzletág* 163 millió dollár (61,0 milliárd forint) EBITDA-t ért el 2022-ben, amely 20%-kal haladja meg a 2021-es eredményeket. Ez a belföldi és a határokon átnyúló szállítás iránti kereslet megnövekedése mellett a tárolók folyamatos feltöltésének volt köszönhető. Az egész év során kihívásokat támasztó külső körülmények ellenére 2022 utolsó negyedévében 61 millió dollár volt az EBITDA (24,7 milliárd forint), amely 79%-os növekedést jelentett az előző év azonos időszakában elért eredményhez képest. A belföldi szállítási volumen 30%-kal csökkent 2022 utolsó negyedévében, igazodva a szintén csökkenő háztartási és ipari gázfogyasztáshoz.

A csoportszintű eredményekre negatívan hatottak bizonyos szabályozási intézkedések: A MOL fő piacának számító Kelet-Közép-Európában az üzemanyagár-szabályozások és különadók EBITDA-t érintő becsült hatása mintegy 1,6 milliárd dollár volt 2022-ben. *(www.mol.hu)*

Három új sekélygáz-kutat állít termelésbe a MOL Kelet-Magyarországon. A MOL az elmúlt két hónapban három sekélygáz-fúrást hajtott végre Kelet-Magyarországon sikeresen, kettőt Komádi térségében, egyet pedig Álmosdon. Ezek az új kutak megnövelik a gázellátást, ugyanis 20 000 átlagos családi ház gázigényét tudják kielégíteni néhány évig. A MOL 2019-ben indította útjára sekélygáz-programját, mely szerint egy új technológiával a

Fúrótorony Komádiban

Olajtartályok Vecsésen

földfelszínhez közelebb eső, jellemzően kis méretű mezőket célozza meg. Az elmúlt években 18 fúrásból 16 hozott sikert, és ez a gáztermelésnek jelenleg nagyjából 5%-át adja.

„A három új kút akár napi 750 hordó-egyenértékkel járulhat hozzá a MOL napi ~32 000 hordó-egyenértékes magyarországi gáz- és olajtermelésének szinten tartásához, ez évente körülbelül 44 millió köbmétert gázt jelent. A kelet-magyarországi sekélygázkutak nagyban hozzájárulnak ahhoz, hogy a kimerülőben levő mezőink termelésének természetes csökkenését ellensúlyozni tudjuk. A programban az egyik legnagyobb lehetőség, hogy más kutatási projektekhez viszonyítva alacsony kockázattal, jól tervezhetően, jó megbízhatósággal járulhat hozzá a hazai szénhidrogén termelés csökkenésének mérsékléséhez" – mondta Homonnay Ádám, a MOL Magyarország kutatás-termelési igazgatója.

„Egy-egy új gázkút mögött rengeteg szaktudás, munka és befektetés van, de ezek az erőfeszítések fontos célt szolgálnak, hiszen minden köbméter itthon kitermelt földgáz hozzájárul az ország és a magyar háztartások energiaellátásához. A jövőben is az a szándékunk, hogy minél több szénhidrogént találhassunk Magyarországon" – tette hozzá dr. Bacsa György, a MOL Magyarország ügyvezető igazgatója, aki emlékeztetett a pár hónappal korábban bejelentett vecsési kutatási sikerre is. *(www.mol.hu)*

Sikeres évet zárt az Alteo Nyrt. 2022-ben. Az Alteo az energiapiaci kihívások ellenére is sikeres volt, a fenntarthatóságra és a megújuló energiára alapozó stratégiájával a nehézségeket az előnyére tudta fordítani. A konzolidált EBITDA 57%-kal nőtt, elsősorban az energiapiaci és távhőárak emelkedése miatt.

Az EBITDA-t ~2 milliárd forinttal csökkentette a tavalyi év második felében az energiaszabályozási tevékenységre kivetett különadó, de az eredményesség javult 2022-ben. A cég folytatja

a szabályozási központ fejlesztését, ezzel az informatikai képességeket javítja, illetve az energiatárolási és energiatermelési kapacitásokat bővíti is. Az EDELYN SOLAR a múlt évben a cég tulajdonába került, amely közel 20 megawatt teljesítményű naperőműprojektjének összes engedélyét megszerezheti az év első felében.

A MOL-csoporthoz tartozó MOL RES Investments Zrt. kötelező vételi ajánlatot tett az Alteo törzsrészvényeire, de a stratégiai célokat nem módosítja terveik szerint. Az ALTEO Energiaszolgáltató Nyrt. országszerte működtet nap-, szél-, víz- és gázerőműveket, energiatárolókat, fűtőműveket. *(https://www.tisztajovo.hu/megujulo-energiaforrasok/2023/02/21/sikeres-evet-zart-az-alteo-nyrt-2022-ben)*

Megdőlt a napelemes termelési csúcs az Energiaügyi Minisztérium szerint. A hazai naperőművek által termelt energia 2023. február 10-én napelemes termelési csúcsot döntött, ugyanis minden korábbinál többet, közel 2000 megawattot termeltek.

A Mavir által tavaly nyáron, 2022. július 13-án rögzített korábbi csúcsot 94 megawattal múlta felül az 1953 megawattos új termelési rekord. Február 10-én a hazai áramfogyasztás 37 százalékát fedezte az összesen 2072 megawatt időjárásfüggő meg-

újuló – döntő részben napelemes – termelés. A rekordmennyiségű forrásból így még exportra is jutott mintegy 240 megawatt.

Az elmúlt néhány évben rendkívül gyors ütemben megnőtt a napenergia hazai hasznosítása az állami támogatásoknak és az uniós társfinanszírozásoknak köszönhetően. „A napelemes összkapacitásra 2030-ig kitűzött 6000 megawattos cél már jóval korábban, akár néhány éven belül elérhető lehet" – közölte a minisztérium. *(https://www.tisztajovo.hu/megujulo-energiaforrasok/2023/02/17/energiaugyi-miniszterium-megdolt-a-napelemes-termelesi-csucs)*

Licencmegállapodás az első estetrolalapú hormonpótló készítmény, a Donesta forgalmazásáról. A Richter és Mithra megállapodásának földrajzi hatálya Európára, a FÁK tagállamokra, Latin-Amerikára, Ausztráliára és Új-Zélandra terjed ki.

A Donesta® a Mithra új generációs, szájon át adagolható estetrol- (E4) alapú hormonterápiás termékjelöltje, ami hosszú távú megoldást nyújthat a különböző menopauzás tünetek kezelésére. Az estetrol (E4), az első, humán magzatban termelődő természetes ösztrogén. Az E4 a klasszikus ösztrogénekhez képest eltérő módon hat. A nukleáris ösztrogénreceptorok szelektív aktiválásának, illetve egyedi metabolizmusának köszönhetően a vérképzésre és az emlőkre gyakorolt hatása kevésbé jelentős, ami javuló hatás- és biztonságossági profilt eredményez. 2022 elején a Mithra pozitív eredményekről számolt be a Donesta® fázis III. hatásossági vizsgálatok első kiértékelése után. A kiindulási értékekhez képest jelentős javulás következett be a vazomotorikus tünetek-

ben a placebóval történt kezeléshez viszonyítva és valamennyi megosztott elsődleges klinikai hatásossági végpont esetében (javuló életminőség, illetve menopauzális genitourinális tünetek csökkenése) elérte a statisztikai szignifikanciát.

Korábbról is ismert, hogy a hormonpótlás nyújtja a leghatékonyabb kezelést a menopauzához kapcsolódó vazomotorikus és genitourinális tünetek enyhítésére, lassítva a csontritkulás kialakulását és csökkentve a csonttörés kockázatát. Hozzájárul a glükóz-homeosztázis fenntartásához és epidemiológiai kutatások alapján mintegy kétharmaddal csökkenti a bármilyen eredetű menopauzális demencia kockázatát. Az estetrol (E4) eddigi klinikai vizsgálati eredményei a posztmenopauzás hormonkezelés utolsó évtizedeinek legjelentősebb eredményeit mutatják fel. A klinikai kutatások, illetve az engedélyezési eljárás lezárását követően új kezelési lehetőség nyílik meg az egészségügyi szakszemélyzet és a nők előtt, ami mindkét csoport esetében növeli majd a menopauza kihívásainak hormonterápia útján történő hatékony kezelésének előnyeibe vetett bizalmat.

A licencmegállapodás értelmében a Mithra 55 MEUR mérföldkő-bevételre jogosult, ebből 5 MEUR a kötelező erejű szándéknyilatkozat aláírásakor, 2022 decemberében kifizetésre került és további 50 MEUR jár jelen licencmegállapodás aláírásakor. Ezeken túl mérföldkő-bevételek esedékesek 15 MEUR értékben egyes, az engedélyezési eljáráshoz kapcsolódó szakaszokhoz fűződően és Mithra sávos royalty-bevételekre is jogosulttá válik, amelyek alacsony, két számjegyű tartományban mozognak a nettó értékesítés függvényében a szerződés 20 éves hatálya alatt. A Richter valamennyi szerződéses piacán maga gyártja és értékesíti a készítményt. *(https://www.gedeonrichter.com/hu-hu/media/230215)*

Dobó Dorina összeállítása

MKE-HÍREK

Rendezvénynaptár (2023)

Április 14–16.	55. Irinyi János Országos Középiskolai Kémiaverseny – Döntő	Debrecen
Április 21.	18. Magyar Magnézium Szimpózium	Hódmező-vásárhely
Április 24.	Szakosztályok/társaságok, területi szervezetek és munkahelyi csoportok vezetőinek találkozója	Budapest
Május 19.	Tisztújító Küldöttközgyűlés	Budapest
Június 1–3.	Young Researchers' International Conference on Chemistry and Chemical Engineering (YRICCCE IV)	Debrecen
Június 22–24.	iNEXT 2023	Budapest
Június 30.	BME Szerves és Gyógyszerkémiai Nap	Budapest
Július 10–12.	MKE 4. Nemzeti Konferencia	Eger
Október	Őszi Radiokémiai Napok	
November	Környezetvédelmi Analitikai és Technológiai és Analitikai Kémia Konferencia	Balaton-szárszó
November 23.	Kozmetikai Szimpózium	Budapest

Tájékoztatjuk tisztelt tagtársainkat, hogy

személyi jövedelemadójuk 1 százalékának felajánlásából idén 675 240 forintot

utal át a NAV Egyesületünknek.

Köszönjük felajánlásaikat, köszönjük, hogy egyetértenek a kémia oktatásáért és népszerűsítéséért kifejtett munkánkkal. A felajánlott összeget ismételten a hazai kémiaoktatás feltételeinek javítására, a Középiskolai Kémiai Lapok, az Irinyi János Országos Középiskolai Kémiaverseny, valamint a 2022-ben tizennegyedszer megrendezett Kémiatábor egyes költségeinek fedezésére használtuk fel, valamint arra a célra, hogy kiadványaink (KÖKÉL, Magyar Kémikusok Lapja, Magyar Kémiai Folyóirat) eljussanak minél több, kémia iránt érdeklődő határon túli honfitársunkhoz.

Ezúton is kérjük, hogy a 2022. évi SZJA bevallásakor – értékelve törekvéseinket – éljenek a lehetőséggel, és személyi jövedelemadójuk 1%-át ajánlják fel az erre vonatkozó Rendelkező Nyilatkozat kitöltésével.

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

Az MKE adószáma: 19815819-2-41

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

Terveink szerint 2023-ban az így befolyt összeget ismételten a hazai kémiaoktatás feltételeinek javítására, a Középiskolai Kémiai Lapok, az 55. Irinyi János Országos Középiskolai Kémiaverseny, valamint 2023-ban tizenötödször szervezendő Kémiatábor egyes költségeinek fedezésére használjuk fel.

Továbbra is céljaink közé tartozik, hogy kiadványaink (KÖKÉL, Magyar Kémikusok Lapja, Magyar Kémiai Folyóirat) eljussanak minél több, kémia iránt érdeklődő határon túli honfitársunkhoz.

HUNGARIAN CHEMICAL JOURNAL

LXXVIII. No. 4. April

CONTENTS

2035: Carbon dioxide Odyssey 102
GÁBOR LENTE
On sustainable energetics 104
NORBERT HARMATHY and ZSUZSA SZALAY
At the frontiers of chemical sensing. An interview with Professor ***Róbert E. Gyurcsányi*** 108
PÉTER SZALAY
Science in Washington. Part I 111
ISTVÁN HARGITTAI and MAGDOLNA HARGITTAI
Whom was it named after? *The Erdey-Grúz–Volmer equation* 116
GYÖRGY INZELT
Sustainable solutions for textile cleaning processes 120
CSABA KUTASI
Cloud poking. *Celebrities blamed even for medicine shortage* 124
DEZSŐ CSUPOR
Publication of the month 125
Chembits 126
GÁBOR LENTE
Obituary
Sigmund Csicsery (1929–2022) 128
GEORGE CSICSERY
The Society's News 129
News of the Month 130

Thermo
SCIENTIFIC

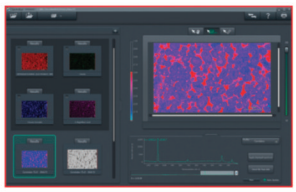
Raman mikroszkópia gyorsan, vizuálisan

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

… kompromisszumok nélkül.

• thermoscientific.com/DXRxi

DXR™xi Raman képalkotó mikroszkóp
Nagyteljesítményű, integrált Raman képalkotó rendszer



Thermo Scientific OMNIC™xi Raman képfeldolgozó szoftver
Teljesen vizuálisan kezelhető, gyors, Raman spektroszkópián alapuló képalkotás

Kizárólagos képviselet:

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

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

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

UNICAM
Magyarország Kft.