

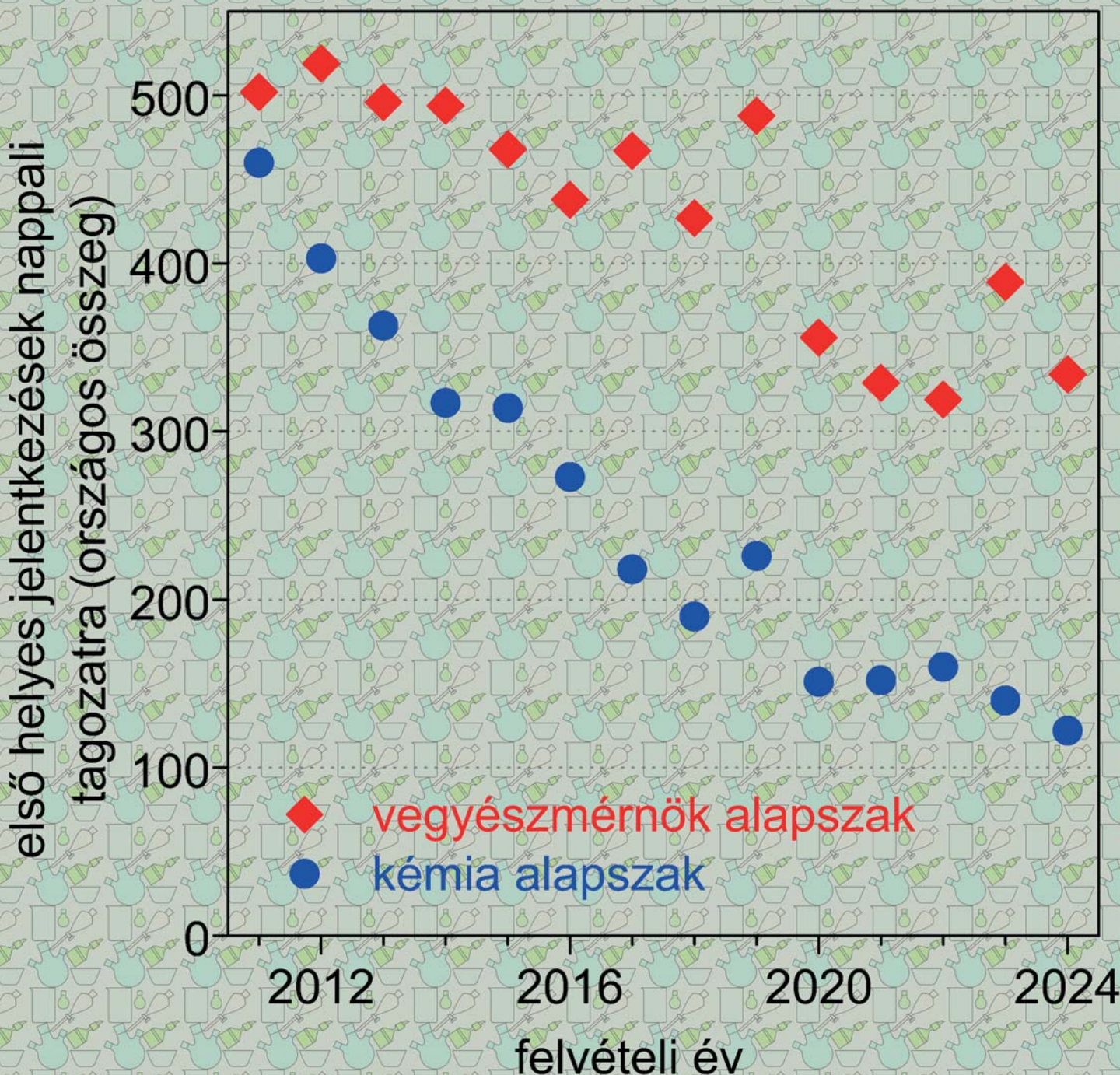
A TARTALOMBÓL:

- Beszélgetés a vasdiplomás Brücher Ernő professzorral
- Agrokémia Sellye Zrt.: színvonalas növényvédőszer-gyártás
- Az energetikai ábrándok kegyetlen termodinamikája
- „Ereszti a színét”



MAGYAR KÉMIKUSOK LAPJA

A MAGYAR KÉMIKUSOK EGYESÜLETE HAVONTA MEGJELENŐ FOLYÓIRATA • LXXIX. ÉVFOLYAM • 2024. MÁJUS • ÁRA: 950 FT



A lap megjelenését a Nemzeti Kulturális Alap támogatja

Nemzeti Kulturális Alap

A kiadvány a Magyar Tudományos Akadémia támogatásával készült

CO₂ Electrolisis

Effects of Iron Species on Low Temperature CO₂ Electrolyzers

Anna F. Staerz,* Marieke van Leeuwen, Tatiana Priamushko, Torben Saatkamp, Balázs Endrődi, Nina Plankensteiner, Matias Jobbagy, Sohrab Pahlavan, Martijn J. W. Blom, Csaba Janáky, Serhiy Cherevko, and Philippe M. Vereecken

Abstract: Electrochemical energy conversion devices are considered key in reducing CO₂ emissions and significant efforts are being applied to accelerate device development. Unlike other technologies, low temperature electrolyzers have the ability to directly convert CO₂ into a range of value-added chemicals. To make them commercially viable, however, device efficiency and durability must be increased. Although their design is similar to more mature water electrolyzers and fuel cells, new cell concepts and components are needed. Due to the complexity of the system, singular component optimization is common. As a result, the component interplay is often overlooked. The influence of Fe-species clearly shows that the cell must be considered holistically during optimization, to avoid future issues due to component interference or cross-contamination. Fe-impurities are ubiquitous, and their influence on single components is well-researched. The activity of non-noble anodes has been increased through the deliberate addition of iron. At the same time, however, Fe-species accelerate cathode and membrane degradation. Here, we interpret literature on single components to gain an understanding of how Fe-species influence low temperature CO₂ electrolyzers holistically. The role of Fe-species serves to highlight the need for considerations regarding component interplay in general.

A Megújuló Energiák Nemzeti Laboratórium létrehozását a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Hivatal támogatta az RRF-2.3.1-21-2022-00009 azonosító számú projekt keretében.

A Wideband Current Sensing Method Based on Real-Time Resistance Identification

Ákos Ferenc Hegedűs¹ and Tamás Dabóczi¹, Senior Member, IEEE

The authors are with the Department of Measurement and Information Systems, Budapest University of Technology and Economics, 1111 Budapest, Hungary (e-mail: hegedus43akos@yahoo.com).

Digital Object Identifier 10.1109/TIM.2023.3338684

Abstract—This present article introduces a wideband current measurement method for PWM-controlled power systems, based on the combination of the voltage drop on a resistive conductor element in the current path, such as current bar or Cu-trace on a printed circuit board (PCB) or direct copper bonding (DCB), and of the inductive signal coming from an auxiliary coil system coupled to the same current. The main principle behind this both AC- and DC-capable, cost-effective current sensing approach, which is on top potentially superior to shunts from the thermal management point of view, is the real-time

change. Consequently, the efficiency of energy converters, such as high-power motor drives, solar, and wind inverters is being pushed ever higher [2]. On the other hand, due to spreading industry automation as well as ever-growing customer demand on performance and quality, motor drives have become incomparably more sophisticated during the recent decades. Accurate position, speed and torque control, self-diagnostics, and connectedness have become fundamental nowadays. Being a crucial part of the response to the above

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



A Magyar Kémikusok Egyesületének tudományos ismeretterjesztő folyóirata és hivatalos lapja

SZERKESZTŐSÉG:

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

Szerkesztőbizottság:

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

Szerkesztők:

ANDROSITS BEÁTA, DOBÓ DORINA,
KEGLEVICH KRISTÓF, KERTI GÁBOR,
NAGY GÁBOR, PAP JÓZSEF SÁNDOR

Szerkesztőségi titkár: SÜLI ERIKA

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

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: SZABÓ JÁNOS ZOLTÁN
Nyomdai előkészítés: HORVÁTH IMRE
Nyomás: Europrinting Kft.
Felelős vezető: ENDZSEL ERNŐ
ügyvezető igazgató

Terjeszti a Magyar Kémikusok Egyesülete
Az előfizetési díjak befizethetők a CIB Bank
10700024-24764207-51100005 sz.
számlájára „MKL” megjelöléssel
Előfizetési díj egy évre 11 400 Ft
Egy szám ára: 950 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.2024.05

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



A Magyar Kémikusok Lapja májusi száma interjút közöl Brücher Ernő professzorral több mint 65 éves pályafutása kapcsán. Az interjú számos emléket és gondolatot elindított bennem, az egyetemi éveket, szerelmeket és barátságokat. És azt, hogy amikor 1982-ben megkezdtem vegyész tanulmányaimat a Kossuth Lajos Tudományegyetemen, Brücher tanár úr általános kémia előadásai jelentették az első találkozást azzal a kémiával, ami miatt vegyésznek jelentkeztem és ami jóval meghaladta a gimnáziumban tanult közismereti anyagot. Éles volt a kontraszt az egyetemi és a gimnáziumi kémia között, de ugyanúgy éles volt a kontraszt az én gimnáziumból eredező tudásom és a debreceni vegyipari szakközépiskolából érkezett csoporttársaink tudása között. Mindazonáltal az akkori gimnáziumi kémiaoktatás megfelelő alapokat adott az egyetemi szintű kémia megértéséhez, befogadásához, elsajátításához. Az 1970–80-as évek 1–3. évfolyamos gimnáziumi kémiaoktatásához képest jelenleg a kémia tantárgy oktatása két tanévre korlátozódik és folyamatosan teret veszít. Eközben az elsajátítandó tananyag lényegesen (és szerintem feleslegesen) elméletibb és a gyerekek számára nehezebben emészthető lett.

Brücher Ernő is hivatkozik az elkötelezett tanáregyenlőségekre, akik nélkül ő sem válhatott volna azzá, aki lett. Manapság, amikor a kémia iránti érdeklődés folyamatosan csökken, minden korábbinál nagyobb szükség van a lelkes, elkötelezett tanárookra, hogy megmutassák a kémia szépségét, hogy a gyerekek érdeklődését felkeltsék a kémia és a kémikus vagy akár a kémiatanári pálya iránt. Sajnálatos, hogy ezzel szemben a kémia (és általában a természettudományos) tanári pálya egyre kevésbé tűnik vonzóknak, a kémiatanári szakokra egyre kevesebben jelentkeznek. Pedig nélkülük nem lesznek vegyészek, vegyész-mérnökök, gyógyszereszek, nem lesz gyógyszeripar, petrokkémia, agrokémia, laboratóriumi diagnosztika és még sorolhatnám!

Úgy vélem, a mai magyar kémikus társadalom felelőssége is, hogy felismerje, a huszonegyedik órában vagyunk, és nekünk is lépniünk kell, hogy megállítsuk az évtizedek óta tartó rossz tendenciát, a természettudományos oktatás leépülését.

Ahhoz, hogy a kémia és általában a természettudományok iránti érdeklődést felkeltsük, fontos, hogy ne csak a tudományokat, de azok nagyszerű művelőit is megmutassuk a gyerekeknek, hogy tudják, kik voltak a Marslakók, ki volt Kármán Tódor, Neumann János, Szent-Györgyi, Hevesy, vagy akár a maiak közül Barabási Albert László, Karikó Katalin.

Huszonöt évvel ezelőtt volt szerencsém eljutni Los Alamosba, a Bradbury Science Museumba. Amikor a múzeumőrrel a Manhattan-tervről beszélgettünk, és kiderült, hogy magyar vagyok, nemcsak a projektben részt vevő magyar tudósokat tudta beazonosítani, de azzal is tökéletesen tisztában volt, hogy az az iskola, ahol az alapokat szerezték, a budapesti farsori gimnázium volt. Vajon a mai átlag magyar emberek közül hányan vannak ezzel tisztában?

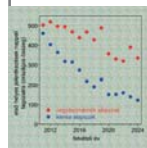
A szerző ezúton kéri az olvasó elnézését a csapongó gondolatokért, amelyeket a Brücher Ernővel készített interjú indított el benne. Ezzel ajánlom olvasásra a jelen lapszámot és benne az interjút. Remélem, másokban is érdekes gondolatokat fog indukálni!

2024. május

Urbányi Zoltán
a Magyar Kémikusok Egyesülete alelnöke

TARTALOM

VEGYIPAR ÉS KÉMIATUDOMÁNY	
Vasdiploma után. Beszélgetés Brücher Ernővel , a Debreceni Egyetem emeritus professzorával	134
IPARI BEMUTAKOZÁS	
Kocsis Gabriella, Kiss Evelin Liza, Farkas Norbert, Bokotey Sándor: Agrokémia Sellye Zrt. – ahol a jövő a fenntartható mezőgazdaságért formálódik	138
Lente Gábor: A pécsi hőerőmű	140
HONNAN LESZ ENERGIÁNK?	
Lente Gábor: Könyvbemutató sajtóbeszélgetés a fenntartható energiagazdálkodás ellentmondásairól	142
KÖNYVISMERTETÉS	
Lente Gábor: Az energetikai ábrándok kegyetlen termodinamikája (Gelencsér András: <i>Ábrándok büvöletében. A fenntartható fejlődés korlátai</i>)	143
KITEKINTÉS	
Inzelt György: <i>Kiről nevezték el?</i> Az Arrhenius-egyenlet	146
Kutasi Csaba: „Ereszti a színét, más textíliákat összefog...” A használati szintartósságot befolyásoló tényezők	150
SÉTÁK A TUDOMÁNY KÖRÜL	
Silberer Vera: A párizsi villanytündér	156
A HÓNAP KÉMIAI PUBLIKÁCIÓJA	159
VEGYÉSZLELETEK	
Lente Gábor rovata	160
A HÓNAP HÍREI	162



Címlapunkon:
Mélyponton az első helyes jelentkezések a kémiai nappali tagozatokra (grafikon: Lente Gábor)



Vasdiploma után

Beszélgetés Brücher Ernővel, a Debreceni Egyetem emeritus professzorával

Az interjúnak az az apropója, hogy Farkas Etelka a lap 2023. augusztusi számában, a „születésnap-i beszélgetés” végén Brücher Ernőt javasolta Kiss Tamás főszerkesztőnek egy későbbi hasonló beszélgetés partnereként. Mivel Brücher Ernő 2023-ban vette át vasdiplomáját, azaz 65 éve szerezte meg vegyész oklevelét a Kossuth Lajos Tudományegyetemen, ez a tekintélyes szám is joggal tekinthető apropónak. Az interjú készítője, Tóth Imre, ha nem is az első tanítványok egyike, de mindenképpen a vele alighanem leghosszabb ideje és máig napi munkakapcsolatban lévő munkatársként került a képbe. (Első közös cikkünk 1972-ben, a legutóbbi 2021-ben jelent meg.)

10–11 éves voltál a II. világháború végén. Mi vonzott egy fiatalat a felszabadulás után értelmiségi pályára?

Az értelmiségi pályát valójában nem ismertem, mivel a tanítói-mon kívül nem voltak értelmiségi ismerőseink, de tanulni szerettem. Ugyanakkor, az 1940-es évek végén az iskolában, az újságokat olvasva vagy a politikai gyűléseken (ahol úttörőként „díszletként” állították ki az iskolásokat), lépten-nyomon arról hallottunk, hogy most a „nép egyszerű fiai” is magasabb iskolában tanulhatnak, végezhetnek.

Milyen iskolák, tanárok segítettek abban, hogy kiválóan helyt állhass a gimnáziumban, az egyetemen?

1945-ben elkezdődött a 8 osztályos általános iskola Magyarországon. Balmazújvárosban fiatal, lelkes tanítók (akik aztán később levelezőn elvégezték a tanárképző főiskolát) és egy okos igazgató, Varga Antal segített bennünket felkészülni a továbbtanulásra. A debreceni Fazekas Gimnáziumban Kulcsár László, aki később az Egyetemen lett docens az Ásványtan Tanszéken, a kémiaszertár rendbetételébe vont be néhányunkat, ami aztán a kémia irányába indított el. A vegyészképzés felé vezetett egyik röplabdázó barátom, Dede László is, aki két évvel végzett előttem.

Visszatekintve milyennek ítéled meg az akkori, éppen megalakult TTK szakmai (oktatási, kutatási) színvonalát?

Néhány nagy nevű professzor mellett sok, éppen pályakezdő ember alkotta az oktatógárdát. Persze ez akkor nem igazán foglalkoztatott bennünket. Lehetett és akartunk tanulni. Mai szemmel nézve a fiatal oktatóink nem álltak még készen a laborgyakorlatok vezetésére, tapasztalatlanok, de többnyire segítőkészek voltak.

Végzés után az Atommagkutató Intézetbe kerültél. Mit jelentett neked az ATOMKI, esetleg személy szerint Szalai Sándor akadémikus mint témavezető?

A II. évfolyam befejezése után a Kísérleti Fizikai Tanszékre hívtak diákkörösnek. Két, radioaktív izotópok méréseivel, vizsgálatával kapcsolatos laborgyakorlatot állítottam be felsőbb éves fizikusoknak. Szívesen csináltam, radiokémikus akartam lenni, talán mert nagyon tetszett Eve Curie szüleiről írt, *Madame Curie* című könyve. Diplomamunkám is a „KisFiz”-en készült. Végzés után (1958-ban) állást kaptam az 1954-ben alapított Atommag-

kutató Intézetben, és Szalay professzor laborjában dolgoztam két évig, az új laborépület elkészültéig. (Szalay Sándor a tanszéknek és az ATOMKI-nak is vezetője volt akkortájt.) Első témám az urán humuszanyagokon történő adszorpciójának vizsgálata volt, amivel a dunántúli szenek magas urántartalmának magyarázatára kidolgozott elméletét igazolta Szalay. Közben azt is bemutatta, megtanította nekem, hogy a különböző atommagok gerjesztési függvényeinek vizsgálatához használt α -sugárzó polóniumforrások hogyan készülnek. Szalay professzor majdnem minden nap új ötletekkel állt elő, nehéz volt követni, de ugyanakkor feledékeny is volt, nem kért mindent számon.

A következő témám az egész további pályámra kiható munka lett, megtanultam a ritkaföldfémek radioizotópjainak ioncserélő-kromatográfiás elválasztását. A fizikus kollégák magspektroszkópiai méréseket végeztek ezekkel az izotópokkal, és ehhez a kereskedelemben kapható készítményeket meg kellett tisztítani. Szerencsémre nem kaptam túl sok feladatot, így volt időm olvasni és vizsgálni az elválasztás mechanizmusát is. Így jutottam el a ritkaföldfém-komplexek kémiájához, ami végigkísérte a szakmai pályafutásomat.

Hallgatóként, egyetemi oktatóként, tanszékvezetőként, dékánként sokféle nézőpontból láthattad az Egyetem életét. Kiket tekintesz a TTK és a Kémiai Tanszékcsoporthoz meghatározóan fontos személyiségeknek az elmúlt 40-50 évben abban, hogy a kutatás és az oktatás nemzetközi szintűvé válhatott? Tényleg olyanná vált?

A Szerves Kémia Tanszék, de az egyéni Kémiai Tanszékcsoporthoz (ma Kémiai Intézet) egyik nagy egyénisége Bognár Rezső akadémikus volt, neki fontos szerepe volt az 1969-ben átadott kémiai épület létrejöttében is. Felismerte a műszerek jelentőségét a kémiai kutatásokban. Kezdeményezte az első NMR-készülék beszerzését, de például nekem is segített egy olyan kitűnő Beckman-spektrofotométer beszerzésében, amit a csoportunk aztán 25 évig használt. Az Alkalmazott Kémia Tanszék Kelen Tibor vezetése alatt lépett nagyot előre. A Fizikai Kémia Tanszék vezetői közül Imre Lajosra mint kiváló előadóra és kemény vizsgáztatóra emlékszem. Beck Mihály új témákkal modernizálta a kutatást, Bazsa György és Joó Ferenc méltó utódai lettek. A Szervetlen és Analitikai Kémiai Tanszéken Szarvas Pál kiváló előadásait nagyra értékeltem hallgatóként. Én is az általa vezetett tanszékre kerül-



Brücher Ernő (jobbról) Dean Sherry (Texas, USA), a DE diszdzoktora (középen) és Tóth Imre (a jelen interjú kérdezője) 2019-ben a diszdzoktoravatás után az Egyetem rektori tanácsstermében



Brücher Ernő 70 éves, kezében az ajándékba kapott teniszütő



Balról: Brücher Ernő és utódai, Sívágó Imre, Fábíán István és Gáspár Attila, a DE Szervetlen és Analitikai Kémiai Tanszék vezetői egy tanszéki bulin 2021-ben, Pallagon

tem 1963-ban. Utódja, Gergely Arthur, sokat tett a tanszék építése, fejlesztése, a tehetséges fiatalok elindítása terén.

A TTK, vélhetően néhány okos dékán – például Daróczi Zoltán és Bazsa György – vezetése alatt, viszonylagos nyugalomban és komoly személyi konfliktusok nélkül válhatott a hatvanas-hetvenes évektől fokozatosan nemzetközi szintű kutatóhelyé.

Mik voltak a vegyész és a kémiatanár szak oktatásának fontosabb modernizálási lépései az 1970–80-as években a Szervetlen és Analitikai Kémiai Tanszéken?

Az „Általános kémia” oktatásában fontos szerepe lett az anyag szerkezeti alapok tárgyalásának. A szervetlen kémia előadásában az anyagismereti részek csökkentésével nagyobb hangsúlyt kaptak az elvi alapok, a koordinációs kémia és a fémorganikus kémia bevezetésének tárgyalása. (Később aztán lefordítottuk magyarra Greenwood és Earnshaw *Chemistry of the elements* című könyvét, ami segítette a hallgatók felkészülését.) A korábban külön tárgyként szereplő „kvalitatív analízis” például az anyagismeret fejlesztésére, a szervetlen kémia laborgyakorlatok anyagába került. A felsőbb éves „Modern szervetlen kémia”-t kibővítve, atom-, molekula- és NMR-spektroszkópiai alapismereteket nyújtva adtuk elő. Az analitikai kémiai és szervetlen kémiai laborgyakorlatokat is teljesen átdolgoztuk, és két kollégánk különösen érdekessé tette a felsőbb évesek preparatív laborgyakorlatát a magas és alacsony hőmérsékleten, a nagy nyomáson és vákuumban, valamint a nemvizes közegben végzett munka megismertetésével. Tőlem személy szerint azt várták el (magam is persze) 1975-től, hogy a szervetlen kémiát modernebb, anyagszerkezeti alapokon oktassam. Az eladásra való felkészülés, majd két

oktatási jegyzet megírása sok időt vett el a tudományos munkától, de szükséges volt és a hallgatók is értékelték.

Érzekted-e a „hruscsovi kemizáció” hatását a 60-as évek Magyarországon?

Közvetlenül nem. Utólag persze például az iparpolitika (a petrokémiai ipar fejlesztése, a nagy műtrágyagyárak, de a kémiai épület beruházása is) kapcsolatba hozható ezzel.

2020-ban a Magyar Kémiai Folyóirat 126. számában megjelent egy cikked „Életem, munkásságom” címmel. A rád jellemző visszafogottság ellenére is impozáns életműről olvashatunk ebben az összefoglalóban. Most azt kérdezem, hogy mik azok a mérföldkönek nevezhető alapkutatási eredményeid, amiket ma a legfontosabbnak gondolsz?

Szakmai pályafutásom során elsősorban a ritkaföldfémek (lantanidák, Ln) elválasztásával és komplexeik kémiájával foglalkoztam. Szerepem volt a mikromennyiségű ritkaföldfémek α -oxisavakkal végzett ioncserélő kromatográfiás elválasztási mechanizmusának a tisztázásában, majd az EDTA-val végzett preparatív elválasztások problémáinak az értelmezésében az Ln(EDTA) komplexek disszociációsebességének figyelembevételével. Az 1980-as évek végén felismertük, hogy az MRI-vizsgálatokban kontrasztanyagként használt nyílt láncú Gd-aminopolikarboxilátok (pl. Gd(DTPA)) *in vivo* disszociációjának sebessége döntően befolyásolja a szervezetben maradó Gd mennyiségét, így a komplexek toxicitását. Később azt is megállapítottuk, hogy a komplexek disszociációját a vérplazma egyes ionjai, döntően a HCO_3^- ionok katalizálják, így a kémiai vizsgálatok alapján modellszámí-



tásokkal becsülhető lett a visszamaradó Gd mennyisége. A makrociklusos komplexek (pl. a Gd(DOTA)) disszociációja gyakorlatilag nem következik be a szervezetben. A makrociklusos Ln-komplexek lassú képződésére általunk javasolt mechanizmust a szakma elfogadta. Kezdeményezéseimre Merbach professzor lausanne-i csoportjával kimutattuk, hogy a Gd-aminopolikarboxilátok relaxivitását (kontraszt-növelő hatását) a komplex belső szférájában koordinált vízmolekula cseresebbsége is befolyásolja.

A tudományos közéleti szereplés nem vonzott (bár néha kíváncsivá tett), de elfogadtam, hogy szükséges. 1980 és 1994 között a Kossuth Egyetem Szervetlen és Analitikai Kémiai Tanszékének vezetője voltam. (Három évig ugyan, míg külföldön dolgoztam, helyettesítettek.) Közben a Kémiai Tanszékcsoport és az utód Kémiai Intézet vezetőjeként is tevékenykedtem. A rendszerváltás után, 1991 és 1994 között a TTK dékánjának választottak, de a kari problémák (főleg személyi ügyek) nem sarkalltak a további szerepvállalásra. Ekkor kezdődtek el az oktatási reformok is sok-sok üléssel, vitával, így örültem, amikor teljesen viszszerültem a laborba.

A korábbi, személyes kapcsolatokon alapuló tudományos együttműködés az 1990-es évek elején az EU által szervezett COST-programok keretében folytatódott. A COST D1 csoportot és programját Merbach professzorral ketten szerveztük, a második ülést Budapesten tartottuk. A D1 csoport munkáját nagyon eredményesnek ítélem ma is.

Milyen ipari megbízások színesítették a csoport „portfóliáját”? Lehet-e „direkt alkalmazási céllal” igényes kutatás egy egyetemi tanszéken?

Mindig örömmel vállalkoztunk ipari megbízások teljesítésére. Ez jót tett a szakmai fejlődésnek, és az sem volt mellékes, hogy a szerény egyetemi jövedelmekhez nagyon jól jött alkalmanként egy kis kiegészítés. Néhány példát hozhatok. Vizsgáltuk a ritkaföldfémek elválasztási lehetőségét Kola-foszfátból a kettős szuperfoszfát gyártása során. (Utóbbi sajnos nem valósult meg Magyarországon.) Dolgoztunk a Fémipari Kutatóintézetnek, feladatunk a Ga kinyerése volt a Bayer-körfolyamat alumínáltlúgijából, később a Ga visszanyerése GaAs félvezető anyagok hulladékából. A Tungfram bízott meg bennünket Mo-kinyerés kidolgozására a W-izzószálgátyártás során képződő kénsavas polimolibdát-oldatból, amit anioncserés megkötéssel oldottunk meg. Sajóbabonyban sikeres félüzemi kísérletekig jutottunk a kadmium-visszanyerés során, amit az általunk benyújtott szabadalom alapján CdS-leválasztással oldottunk meg. (Sajnos, vagy szerencsére a katonai célú akkumulátorgyártás a Varsói Szerződés felbomlásával éppen akkoriban megszűnt.) A Sr-90 megvasadási termék élő szervezetből való eltávolítására alkalmas ligandumokat fejlesztettünk és szabadalmaztattunk. (Talán kicsit későn a meggazdagodáshoz, hiszen akkortájt véget ért a hidegháború, csökkent az atomháború veszélye.) Az alapkutatói témánkhoz kapcsolódóan és annak szakmai és anyagi hátterét is erősítve dolgoztunk 1990-től 10 évig a német Schering AG-nak, illetve az azt felvásárló Bayer gyógyszerkonzernnek. 2010 és 2019 között az olasz Bracco Imaging Ltd. partnerei lettünk, ez a kapcsolat például közös PhD-képzésben máig él. Az MRI felfutása tette lehetővé azt, hogy az alapkutató és az alkalmazott, célzott kutatás esetünkben belemagyarítás nélkül megvalósulhatott. (Ugyanakkor ezt általános elvárásnak megkövetelni minden egyetemi katótól butaság lenne.) Az MRI-vel kapcsolatos nagyobb összegű szerződések lehetővé tették a fontosabb műszerek (spektrofotométer, relaxométer) beszerzését, sőt egy NMR-készülék vételárához való hoz-

zájárulást is. Így a 90-es évek végén már jól felszerelt laboratóriumban dolgozhattunk.

Mitől lesz/lehet jó oktató valaki?

Nyilván elhivatottság kell ehhez, ami nekem nem volt. A környezetben voltak ilyen kollégák, például Mojzes János, aki a tanszékünkön működő kémiai szakmódszertan vezetőjeként fordította minden energiáját az oktatásra. Én is igyekeztem persze modern, aktuális ismereteket érthetően átadni, de a vizsgáztatást nagyon nem szerettem.

Vajon mivel vonzotta magát köré a hallgatókat? Kik, milyen képességek alapján jutottak a legmagasabbra?

Sosem „vadásztam” diplomamunkás vagy PhD-hallgatókra. Azok jöttek általában hozzám, akiket a tudomány érdekelt, tudományos karriert akaró, jó tanuló diákok voltak. A sikeres ipari pályafutás nyilván más képességeket kíván.

Az 1970-es években alakult ki körülöttem egy lelkes kis csoport. Tanítványaim, munkatársaim közül három kandidátusi, tízen PhD-értekezést készítettek és védtek meg az irányításommal. Nagydoktori értekezés három, az enyémmel együtt négy született a csoportban. Valamennyi tanítványom eltöltött egy-két évet külföldön (Lausanne, Dallas, Stockholm, Torino). Ketten külföldön maradván vezető kutatók, egyetemi tanárok, majd itthon az MTA külső tagjai lettek. Volt diákjaim közül 9 dolgozik különböző egyetemeken, többen továbbviszik a korábbi témákat, ritkaföldfém- és/vagy Mn-komplexeket vizsgálnak MRI-kontrasztanyag-jelöltekként.

Mi kellhet ahhoz, hogy egy első generációs értelmiségi általános műveltsége megfelelő szintre jusson?

Szerencse, lankadatlan érdeklődés, megfelelő környezet. Én szerencsés voltam, felső tagozatos általános iskolás koromban a magyartanárom a saját könyveit adta kölcsön nekem. Olvasni kell sokat és sokfélét. Persze főleg kémiát olvastam, sajnáltam az időt másra. Ugyanakkor például bölcsész kollégákkal a menzán beszélgetve lehetett hasznos információkat szerezni. Így jutottam el Heinrich Böllhöz, aki aztán a kedvenc íróm lett. A korábbi években aránylag sok könyvet vásároltam, de keveset olvastam el, amit most nyugdíjasként próbálok pótolni.

Hogyan lehetett a Kádár-korban nemzetközi kapcsolatokat építeni?

Lehetett. Kutatói eredmények, publikációk kellettek hozzá. A leeds-i P. Glentworth docens például 1967-ben magától jött Debrecenbe, a svájci Merbach a moszkvai ICCS konferencián keresett meg. Persze akkortájt még jóval kevesebben foglalkoztunk ritkaföldfém-komplexekkel, és a közlemények alapján tudtunk egymásról. 1967-ben nem engedtek ki az USA-ba postdocnak. Ezután 1968/69-ben fél évet töltöttem Kijevben, ahol az Ukrán Akadémia Szervetlen Kémia Intézetében dolgoztam. Ezt követően aztán meghívásra (amikor a költségeket a meghívó állta) már mehettem Lausanne-ba, sőt az NSZK-ba is. A 80-as években egy évet a Stockholmi Műszaki Egyetemen, kettőt pedig Dallasban, a Texasi Egyetemen dolgoztam. A 90-es években két nyáron is tartottam speciális előadásokat a Lausanne-i Egyetemen.

Mi volt a sport szerepe az életedben?

Kisgyermekkoromtól vonzott a sport. Talán a „kitűnni vágyás” is motivált. A röplabda és a valamikori élvonalban játszó DEAC meghatározó élményt jelentett számomra. Amióta a röplabda ab-



bamaradt, mindig játszottam labdával, főleg kosaraztam és 40-től 78 éves koromig teniszeztam. Ma is hiányzik, de már csak nézni tudom.

Voltál a DEAC elnöke is egy időben. Mit gondolsz a DEAC-ról, ami ma az egyik legnagyobb magyar sportklub?

Nem ismerem a jelenlegi viszonyokat, csak távolból követem a klub sorsát. Nem tudom, hány hallgató sportol egyáltalán a csapatokban. A mai élsport versenyein elég nehéz lehet egyetemistaként helytállni. Így külön tisztelem azoknak, akik ezt bírják. Az én diákkoromban más volt a helyzet, az NB II-es focicsapatban például egyetlen nem egyetemista játékos volt. (A nevére is emlékszem, Varsányi Tóni.)

Mit csinálnál biztosan másképpen, ha lenne egy erre alkalmas időgéped?

Kicsit másképp építeném fel a szakmai karrieremet, talán több figyelmet fordítanék az ún. tudományos közéletre, a hazai kapcsolatokra. Fontos azonban kijelentem, hogy nem vagyok csálódott ember, sőt elégedett, többnyire jókedvű nyugdíjas, különösen akkor, ha jó foci- vagy teniszmeccset nézhetek.

21 évesen a Debreceni Városi Forradalmi Bizottság tagja voltál. A rendszerváltás követően azonban, ahogy én láttam, csendben

maradtál, elhárítottad a megkereséseket. Mit reméltek, milyen jövőt akartak 1956 debreceni egyetemistái?

Emlékszem, október végén egyik este a kollégiumi szobában beszélgettünk a remélt jövőről. A társaság nem volt túl optimista, de érdekes módon valamilyen igazságosabb, szabadabb, jó szocialista rendszer eljövetelét gondoltuk.

Érdeemes ma kémikusnak lenni?

Nem tudom. A kémia nagyon érdekes, sok vonatkozásban a mindennapok tudománya. Jól tanítani sajnos nagyon nehéz, nagyon fáradtságos munka megszerettetni a diákokkal. Nekem szerencsém volt, jó kémiatanáraink voltak általános és középiskolában is. Remélem, ma is vannak és holnap is lesznek hasonlóan szerencsés diákok!

Kit javasolsz egy hasonló interjú alanyának?

Bár manapság nincs már napi kapcsolat a régi kollégákkal, Horváth Attilát javaslom, aki annak idején a VE Általános és Szerzetlen Kémia Tanszék vezetőjeként tevékenykedett és rendszeres résztvevője volt a koordinációs kémia hazai rendezvényeinek is.

Köszönöm a beszélgetést!

Tóth Imre

 **Chemistry
Europe**

European Chemical Societies Publishing

Chemistry Europe

- 16 chemical societies
- From 15 European countries
- Which co-own 20 scholarly journals
- Over 19 million downloads in 2022
- Over 120,000 articles published since 1995
- With 128 Chemistry Fellows and 8 Honorary Fellows recognized for excellence in chemistry

www.chemistry-europe.org

 **Chemistry
Europe**
European Chemical
Societies Publishing

published in partnership with

WILEY-VCH





Kocsis Gabriella – Kiss Evelin Liza – Farkas Norbert – Bokotey Sándor

■ kocsisgabriella@agrosellye.hu

Agrokémia Sellye Zrt. – ahol a jövő a fenntartható mezőgazdaságért formálódik

A Baranya vármegye délnyugati részén működő Agrokémia Sellye Zrt. idén ünnepli megalakulásának 60. évét. Már önmagában is érték, ha egy vállalat ilyen hosszú időn keresztül jelentős szerepet tud betölteni a piacon, az azonban még fontosabb, hogy az évtizedek alatt felhalmozott kutatás-fejlesztési és gyártási tapasztalatával jelentős mértékben segíti napjainkig a térség gazdasági fejlődését. Ennek eredményeként a Dél-Dunántúl egyik legnagyobb munkaadójaként tartják számon.

Az 1964-ben alapított kis létszámú ipari szövetkezetből mára a cég 110 fős csapattá nőtte ki magát. Az eleinte háztartási és más vegyipari termékek gyártásával foglalkozó Agrokémia az 1970-es évektől kezdődően szoros és egyre bővülő együttműködést alakított ki nyugat-európai multinacionális cégekkel, főképp növényvédő szerek bér munkában történő gyártására és kiszerezésére fókuszálva. A megváltozott gazdasági környezettel lépést tartva a vállalat 1992-től zártkörűen működő részvénytársaság formájában tevékenykedik.

A főleg bér munkában folyó növényvédőszer-előállítási tevékenységükkel magas színvonalú megoldásokat nyújtanak belföldi és külföldi partnereik számára. Termékeik jelentős részét külföldön értékesítik, többek között az Európai Unióban, a CIS (Független Államok Közössége) és MENA (Közép-Kelet és Észak-Afrika földközi-tengeri országai) régió tagállamaiban. Széles körű portfóliójukon megtalálhatók gombaölő, rovarölő, valamint gyomirtó szerek is, de termékeik skáláján több mint 100-féle gyártási receptúra szerepel. Fejlesztőlaboratóriumukban folyamatosan további prekursor-termékeket állítanak elő. A magyar piacon saját fejlesztésű fagyálló hűtő- és ablakmosó folyadékokkal vannak jelen. 2022-ben létesített Kannaüzemüknek köszönhetően minősített 5 literes HDPE és COEX műanyag kannák előállítására is sor kerül.

A hatékony növényvédő szerekre összpontosító, a szakmában elismert multinacionális megrendelőik részére beindított bér munka-szolgáltatás egyre inkább megkövetelte egy nívós, modern laboratórium létrehozását, ahol a megrendelőik számára önállóan fejlesztenek, tökéletesítenek és adaptálnak egyedi recep-

túrákat oly módon, hogy az azokból előállított végtermékek megfeleljenek a vevők által felállított szigorú minőségi elvárásoknak.

Az előállított termékek minőségbiztosítása kulcsfontosságú a sikeres bér munkagyártáshoz. Ezt szem előtt tartva tudatosan fejlesztik laboratóriumuk műszerezettségét. Legutóbbi beszerzésüknek köszönhetően a legmodernebb lézerdiffrakciós részecskeméret-analizátor is segíti a laboratóriumi munkálatokat.

A vállalat a növényvédő szerek előállításának teljes ciklusát tudja biztosítani: az alapanyagok felkutatásától, beszerzésétől a csomagoláson át a tárolásig. A késztermékeket partnereik kiterjedt logisztikai hálózatán keresztül a világ minden pontjára eljuttatják.

A magas szintű szolgáltatás nyújtásához a színvonalas minőségirányítás mellett modern gyártóegységek is szükségesek, így e területen is igyekeznek a technológiai élvonalat követni. Legutóbbi fejlesztésük kiemelt eleme a GINOP-1.2.1 Plusz pályázati támogatással megvalósított új szuszpenziós üzem, melynek köszönhetően többszörösére tudták növelni korábbi szuszpenziógyártó kapacitásukat.

Legfontosabb kötelezettségeik közé tartozik a negatív környezeti hatások csökkentése, ezért gyártási folyamataik szigorúan a hatósági előírásoknak és a környezetvédelmi követelményeknek megfelelően szerveződnek. Mindeközben egyaránt kiemelt figyelmet fordítanak saját munkavállalóik mellett a környékbeli lakosok egészségvédelmére is.

Mikrokapszula

Filozófiájuk áthatja mindennapi működésüket, mely szerint az innováció a siker motorja. Ennek a küldetés tudatnak köszönhetően számos korszerűsítési pályázatot nyertek el, illetve valósították meg. Ezt az utat folytatva 2021-ben elnyerték a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Hivatal által meghirdetett „Innovatív mikrokapszulázott növényvédőszer-formulációk gyártására alkalmas technológia kidolgozása és megvalósítása” projektet, ami több mint 347 millió forint támogatással, 651 millió Ft összköltséggel valósul meg.



Munkára készen

Projektjük alapvető célja egy olyan növényvédőszer-formázási gyártástechnológia létrehozása, mellyel országos szintű agrokémiai innovációt valósítanak meg. A kutatás-fejlesztési projekt keretében a növényvédő szerek határfelületi polimerizáció végrehajtásán alapuló gyártási eljárást dolgozzák ki, a laboratóriumi kísérletektől kezdve a pilot üzemi fejlesztések befejezéséig.



A mikrokapszulázás alkalmazása lehetővé teszi valamely hatóanyag molekuláinak innovatív célba juttatását kontrollált és szabályozott hatóanyag-felszabadulás biztosításán keresztül. Emellett olyan speciális kombinált készítmények kifejlesztése is elérhetővé válik a technológia alkalmazásával, mint például a vízben bomlékony

vagy kristálynövekedésre hajlamos, netán nagy illékonyságú vagy a bőrt erősen irritáló hatású hatóanyagokból készített, jó minőségű formált termékek, amelyek alkalmazása során a környezeti expozíció is kontrollálható vagy optimalizálható.

A mikrokapszulázott növényvédőszer-formulációk további számos előnnyel rendelkeznek a hagyományos növényvédőszer-készítményekhez képest, legyen szó olajalapú vagy más anyagokból készült kapszulákról. Segíthetnek megőrizni a hatóanyagok stabilitását, ezzel csökkenthető azok bomlása, lebomlása a környezeti tényezők (pl.: napfény, hő) hatására, és ellenállóbbá válnak az időjárás hatásaival szemben. Ezenkívül a kapszulázás növeli a termék tárolási élettartamát és hatékonyságát, a felszínén található vékony réteg javíthatja a hatóanyagok növényi felületeken történő megtapadását és csökkentheti a közvetlen érintkezéssükből eredő toxicitást.

Olyan forgalmazói és felhasználói igények kiszolgálására is lehetőség nyílik, mint például a kellemetlen szagok csökkentése, az alkalmazási idő elnyújtása, kedvezőbb toxikológiai mutatók elérése, jobb kompatibilitás a készítmény többi összetevőjével, biztonságosabb tárolás és a környezeti terhelés csökkentése. Az iparágban jelenleg nem vagy alig találhatók ilyen összetett problémákat megoldó komplex készítmények.

A projekt már a tesztelés fázisába ért, hamarosan a gyártásra is sor kerül: „Egy- vagy többkomponensű mikrokapszulázott termékformulációink a szántóföldi kísérletekben nagyon jó eredményeket mutatnak. Jelenleg további gyomirtó mikrokapszulázott készítmény formulálásának fejlesztése van folyamatban, illetve már épül a gyártásra alkalmas üzemünk is. Így a projekt befejeztével vállalatunk a közeljövőben növényvédőszer-hatóanyag-tartalmú mikrokapszulázott termékek gyártójaként is ismert lesz Magyarországon” – nyilatkozta Dr. Bokotey Sándor, az Agrokémia Sellye Zrt. vezérigazgatója.



Nagy teljesítményű berendezések segítik a laboratóriumi munkát

Közösségi élet

Az Agrokémia Sellye Zrt. tulajdonosai és vezetősége mindig is az emberközpontú értékteremtés stratégiáját követte, amely folyamatos fejlődést, infrastruktúra-, létszám- és gyártáskapacitásbővítést eredményezett. A termelés és fejlesztés mellett alkalmazottai jóllétét, megbecsülését is előtérbe helyezi.

Professzionális képzések és külföldi konferenciák biztosításával teszi lehetővé munkavállalói részére szakmai tudásuk magasabb szintre emelését és kapcsolataik kiterjesztését. Vállalati rendezvényekkel, kirándulásokkal is erősítik a kollegialitást, hogy közös élményekkel gazdagodva még összetartóbb csapattá formálódjanak. Mindemellett céges járműflottájuk segítségével könnyítik meg a munkába járást.

A munkaerő-utánpótlásra is gondolva tavaly a Pécs-Baranyai Kereskedelmi és Iparkamara szervezésében pályaaorientációs táborok és gyárlátogatások keretében fogadta az érdeklődő fiatalokat, beleértve az általános és a középiskolás diákokat is.

Jövőkép

Az Agrokémia Sellye Zrt. a növényvédőszer-gyártás iránti elkötelezettségét még magasabb színvonalú termelési háttér biztosításával kívánja hangsúlyozni meglévő, illetve leendő partnerei számára. Ezt a törekvésüket a szakmai és technológiai háttér erősítésével, valamint speciális szakmai ismeretek elsajátításával alapozzák meg.

Gyártási folyamataik fejlesztése és a környezeti szennyezések minimalizálása mindig is fontos szerepet játszott a vállalat életében. Az ISO-szabványoknak való megfelelés, a gyártási veszteségek csökkentése és a környezetszennyezés megelőzésén kívül küldetésként tekintenek az Ős-Dráva vízrendszer védelmére és a fenntartható erőforrás-felhasználás növelésére. A környezeti hatások csökkentése érdekében optimalizálják a ható-, segéd- és csomagolóanyagok tárolási idejét, hogy a telephelyen keletkező hulladékok, csomagolóanyagok mennyisége szignifikánsan csökkenhessen. További terveik közé tartozik két új raktárépület megépítése, európai partnereik számának növelése, valamint a PET-flakonok gyártásának bevezetése is.

Laboratóriumuk folyamatos fejlesztésével növelik a minőség-ellenőrzés és minőségbiztosítás hatékonyságát azzal a céllal, hogy kiváló minőségű növényvédő szereket biztosítsanak a piac számára. A sikeres gyárlátogatásoknak köszönhetően a releváns szakon tanuló egyetemisták felé is nyitnak: további gyárlátogatásokat, szakmai gyakorlatokat kínálnak és állást ajánlanak a pályakezdekőknek.

Ambíciós terveikkel és elhivatottságukkal néznek a jövőbe, készülve arra, hogy vállalatuk további fejlődése és növekedése révén hozzájáruljanak a mezőgazdasági szektor sikereihez.



Lente Gábor

A pécsi hőerőmű

A Veolia-csoporthoz tartozó Pannon Hőerőmű Zrt. Közép-Európa legnagyobb biomassza-erőművét működteti Pécs délkeleti részén a Basamalom nevű városrészben. Így a baranyai megyeszékhely 2013-ban hazánk első olyan nagyvárosa lett, ahol teljes egészében megújuló forrásból származik a távfűtés hőenergiája és a Baranya vármegyének megfelelő lakossági villamos energia.

Az erőmű elődjét 1955-ben, Czottner Sándor (1903–1980) nehézipari miniszter kezdeményezésére kezdték építeni, 1959 végétől pedig elindult az áramtermelés. Ekkor a tüzelőanyagot a Mecsek szénbányái szolgáltatták az üzem számára, amely 1964-től Pécs városának egyre kiterjedtebbé váló távfűtési hálózatát is ellátta hőenergiával. Az erőmű első nagy léptékű felújítását két év-tizeddel később, 1983-ban végezték el.

2004 és 2013 között újabb jelentős átalakítással tüzelőanyagváltásra került sor, s a Veolia Energia Magyarország Zrt. a folyamat közben, 2007-ben vásárolta meg az erőművet üzemeltető Pannonpower részvényeinek túlnyomó többségét, amivel egyúttal az ebbe az érdekeltségi körbe tartozó Pannon Hőerőmű Zrt., a PANNONGREEN Kft., a Pannon-Hő Kft., illetve a Pannon-Biomassza Kft. cégek tulajdonosa is lett.

A pécsi erőmű blokkjainak folyamatos üzemeltetését és karbantartását jelenleg a 185 főt foglalkoztató Pannon Hőerőmű Zrt. végzi. A telephelyen két biomassza-tüzelésű berendezés található: egy 49,9 MW villamos teljesítményű, fluidágyas, faaprítékkal, faipari és mezőgazdasági melléktermékekkel, illetve hulladékgazdálkodásból származó tüzelőanyaggal (SRF) fűtött, és egy 35 MW villamos teljesítményű, bálázott lágú szárú mezőgazdasági melléktermékekkel fűtött kazán. Emellett két, egyenként 99 MW hőteljesítményű földgázüzemű kazán is található az erőműben, ezek elsősorban tartalékszerepet töltenek be arra az esetre, ha zavarok lennének a biomassza-ellátásban, vagy a távhőigény nagyon megnövekedne az extrém hideg miatt. Így az erőmű Pécs közel 32 000 lakást és 500 egyéb fogyasztót (kórházat, iskolát, bevásárlóközpontot) lát el távhővel a fűtési időszakban.

A cégcsoportba tartozó Pannon-Biomassza Energetikai és Általános Kereskedelmi Kft. 2001-ben alakult. Elsősorban kereskedelmi és logisztikai feladatokat lát el, idetartozik a biomassza-tüzelőanyag beszerzése, valamint a kazánokban keletkező biohamu értékesítése, amelyet elsősorban a környező mezőgazdasági területek termőképességének növelésére használnak fel. A keletkező biohamu a szántóföldi kultúrák számára felvehető formában jelen lévő fontos makroelemeket, például foszfort, káliumot, kalciumot és egyéb mikroelemeket tartalmaz, így hozzájárul a talaj tápanyag-ellátásához. További fontos tulajdonsága, hogy lúgos kémhatása révén (pH: 10–13) a savanyú talajok pH-ját javítja, ezáltal a talajban lévő tápanyagok felvehetőségét érdemben növeli.

A PANNONGREEN Kft. működteti az 50 MW-os blokkot. Ebben a kazánban a tüzelőanyag felhasználásának harmadát baranyai és somogyi állami és magánerdőkből származó tűzifa adja, nagyjából 40% az erdei apadékból gyártott apríték aránya, 10%-nál kicsit több a fűrészipari melléktermék, az előzőhöz nagyon hasonló mennyiséget képvisel a napraforgóhéj, a fennmaradó



részt pedig az ültetvényi apríték alkotja. A blokk éves termelése 350–400 TJ távhő és 325–330 GWh mennyiségű villamos energia. Ebben a kazánban égetik el minden év januárjában a kidobásra ítélt karácsonyfákat is.

Ugyancsak ebben a blokkban kezdődött el 2019 novemberében egy újabb, a körforgásos gazdaság szempontjából számottevő előrelépést jelentő tüzelőanyag, a Mecsek Mix (SRF) alkalmazása is. Ezen a néven a kereskedelmi forgalomban is lehet árusítani; lényegében szigorúan szabályozott minőségű, tüzelőanyagként felhasználható biomassza. Alapanyaga elsősorban a lakosságtól begyűjtött hulladék: Pécsről és környékéről származó előválogatott papír, textil és más célra anyagában már nem újrahasznosítható, PVC-mentesített műanyag. Ez a Nyugat-Európában már széles körben alkalmazott, biztonságos tüzelőanyag hosszú távon fenntarthatóvá teszi az erőmű működését. Egyben azt is biztosítja, hogy a helyben szükséges energiát a régióban található alternatív energiaforrások felhasználásával termeljék meg.

A társaságcsoporton belül a 2005-ben létrehozott Pannon-Hő Kft. a 35 MW-os, bálázott lágú szárú mezőgazdasági melléktermékeket hasznosító rostélytüzelésű kazánt üzemelteti, amely 2013-ban kezdte meg működését. Ebben a tüzelőanyag teljes egészében a mezőgazdaságból származik: búza-, rozs- és árpaszalma, kukorica- és repceszár, valamint a kifejezetten erre a célra termesztett energianád. Ez az erőműblokk évente 900–1000 TJ távhőt és 190–200 GWh villamos energiát értékesít. A kazán üzemeltetéséhez nagy teherautókon beérkező szalmabálák az erőműtelep látképének fontos, a látogatók számára is nyilvánvaló elemei.

Itt olyan minőségű szalmát kell elképzelni, amelyet erőművi célból gyűjtenek be. Ezeket beérkezésükkor több különböző minősítési módszerrel megvizsgálják; a legfontosabb a nedvességtartalom-mérés, mert az égéshőben a nedvességnek meghatározó szerepe van. A bálák átvételének legfontosabb paramétere a tömegmérés és a nedvességmérés; ez utóbbira két módszert is alkalmaznak, kapacitív, illetve mikrohullám elven működőt.

A teljes erőmű működésére jellemző a távhőszolgáltatás elsődlegessége. Így a fűtési szezonban igen részletes időjárás-előrejelzési adatok alapján tervezik meg a vezérlőben, hogy az elkövetkezendő 24 órában milyen a várható távhőigény, s ennek függvényében készítik tervet az elektromos energia előállítására.



sára. Mind a távhőt, mind a villamos energiát ugyanabban a folyamatban állítják elő, az úgynevezett kapcsolt hő- és villamosenergia-termelés révén. Ez azt jelenti, hogy a kazánokból érkező nagy nyomású és hőmérsékletű gőzt gőzturbinákra vezetik, melyek forgó mozgási energiát állítanak elő, majd amikor már a gőz munkát végzett, kisebb nyomáson és hőmérsékleten távhővé alakítják. Ebben a kapcsolt hő- és villamosenergia-termelési folyamatban érhető el a legkedvezőbb hatékonyság.

A Pécsi Hőerőmű közvetlen szomszédságában 2015-ben nyitotta meg kapuit a Zöld Zóna Látogatóközpont. Itt testközelből, akár megtapinthatóan is felfedezhetők a különféle biomassza-tüzelőanyagok. A kiállítás egy része az erőmű és a távhőrendszer működő modelljét mutatja be, az energetikában szokásos mértékegységeket egy szobabicikli segítségével lehet érzékeltetni vagy akár saját izomerővel megtapasztalni. A tárlatot interaktív animációk, érintőképernyős eszközök, virtuális erőműbejárás, kvízzjáték, makettek és modellek is tovább színesítik. A látogatóközpontot előzetes bejelentkezéssel, csoportosan lehet megtekinteni, egy vezetett program szokásos időtartama 60–70 perc. A Zöld Zóna 6 évesnél idősebb gyermekek fogadására is fel van készítve.

A 12 éven felüli látogatók ezen kívül nagyjából egyórás erőmű-bejáráson is közvetlen tapasztalatokat szerezhetnek a biomassza-alapú energiatermelés valóságáról, s ennek során megtekinthetik tüzelőanyag-tároló létesítményeket, végigkövethetik a szalma útját a beérkezéstől az eltüzelésig: karnyújtásnyi távolságról, üzem közben figyelhetik meg a zöld villamos és hőenergiát előállító kazánokat és egyéb berendezéseket, és kívülről a vezérlőterembe is betekinthetnek. Egy ilyen látogatás során született meg ennek a cikknek az ötlete is.

A Veolia Energia Magyarország Zrt. hazánk területén további biomassza-erőműveket működtet még Ajkán és Szakolyban, és jelenleg végzi az oroszlányi erőmű felújítását és átállítását biomassza-tüzelésre. Ezenkívül nagy hatékonyságú gáztüzelésű erőműveket üzemeltet Kelenföldön, Újpesten, Kispesten, Kőbányán, Debrecenben, Dorogon és Nyíregyházán. A biomassza energetikai célú felhasználásairól további információ az interneten (<https://biomassza.veolia.hu/>) érhető el.

*

A szerző megköszöni Oláh Ágnes (Veolia Energia Magyarország Zrt.) segítségét a cikk elkészítéséhez.

A cikk megjelenését a Megújuló Energiák Nemzeti Laboratórium támogatta a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Hivatal RRF-2.3.1-21-2022-00009 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.

HONNAN LESZ ENERGIÁNK?

Lente Gábor

Könyvbemutató sajtóbeszélgetés a fenntartható energiagazdálkodás ellentmondásairól

2024. január 10-én délután öt órai kezdettel a *Fenntartható fejlődés korlátai* címmel a Tudományos Újságírók Klubja (TÚK) és a Magyar Újságírók Országos Szövetsége (MÚOSZ) tartott könyvbemutató beszélgetést az utóbbi szervezet székházában, amelyen a vendég a kötet szerzője, Gelencsér András vegyész-mérnök, akadémikus, egyetemi tanár volt. A bemutatott könyvről lapunk következő oldalain olvashatnak ismertetést.



Gelencsér András és beszélgetőpartnere, Lente Gábor

A beszélgetés, amelyben kérdésekkel és megjegyzésekkel gyakorlatilag minden jelenlévő részt vett, elsősorban a könyvben is fő hangsúlyt kapó energetikai kérdéseket járta körbe. Gelencsér András 2022 júniusában tett szert országos hírnévre, amikor ebben a témában a 24.hu hírportálra Balavány György készített vele hosszú interjút, s ez a mai civilizáció összeomlását jósolta. A cikk bejárta a teljes magyar sajtót, a benne foglaltakat több szempontból is vitatták. Ezen gondolatok nyomán elindulva Gelencsér András elmondta, mit ért összeomlás alatt: a jelenlegi életmód jelentős, külső körülmények által kikényszerített átalakulását, amelynek pontos részletei nem láthatók előre. Ilyenre volt már példa a történelemben, a Húsvét-szigeti, fénykorában hatalmas kőszobrokat alkotó társadalom látványos hanyatlása-

nak történetét fel is elevenítette a hallgatóság számára. Egy mai civilizációs összeomlás nem annyira a népesség lélekszámának csökkenésében mutatkozna meg, hanem az áramszolgáltatás megjelölhetetlen kimaradásában, az internetes szolgáltatások visszaépülésében vagy a nemzetközi utazások megritkulásában.

Az energiatermelés különböző, régi és modern lehetőségeiről is sok szó volt a hő- és vízerőművektől kezdve a nukleáris energián át a megújuló energiaforrásokig, beleértve az elektromos energia tárolásának igen korlátozott lehetőségéből fakadó, megkerülhetetlennek tűnő akadályokat is. A könyv szerzője kifejtette azt a gondolatot, hogy az egyes módszereket nem szabad elkülöníteni, önállóan vizsgálni, csak minden előzményével és következményével együtt. Néha igen meghökkentő példákon keresztül érzékeltette fő mondanivalóját: az egyik legemlékezetesebb gondolata szerint manapság egy Németország és Lengyelország között kitörő háborút az utóbbi két-három nappal alatt megnyerne anélkül, hogy egyetlen katonát is mozgósítana, mert a győzelemhez elegendő lenne beszüntetnie az együttműködést a német elektromos hálózattal. Hasonló jelenség, hogy egy nagyobb internetes kábel szándékos elvágása a szakértői elemzések szerint akár fegyveres összetűzést is okozhat manapság két ország között az államirányítási és banki ügyvitel akadályozása miatt.

A könyvbemutató során a közönség több emlékeztetőt is kapott arra a magyarázást egyébként nem igénylő, de gyakran figyelmen kívül hagyott tényre, hogy a természet törvényei kivétel nélkül mindenre és mindenkire vonatkoznak. A fenntartható gazdaság kifejlesztésére vonatkozó, akár szélesebb körben is terjesztett elképzelések gyakran nem vesznek tudomást azokról a korlátokról, amelyeket az anyag- és az energiamegmaradás törvényei jelentenek; e miatt a jelenség miatt is szerepel a bemutatott könyv címében az ábránd szó.

A beszélgetésről a pécsi Metaverzum Médiaműhely készített videofelvételt, amely megtekinthető a Tudományos Újságírók Klubja YouTube-csatornáján (<https://youtu.be/j0231wZNEAI>).



Az energetikai ábrándok kegyetlen termodinamikája

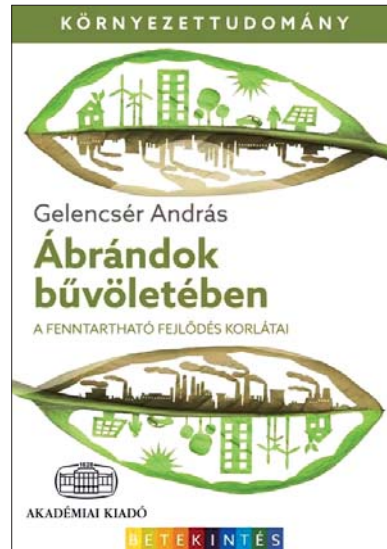
Gelencsér András: *Ábrándok bővületében. A fenntartható fejlődés korlátai.* Akadémiai Kiadó, 2023, <https://mersz.hu/gelencser-abrandok-buvoleteben/>

2020 számomra nem csak a Covid éve volt. Ebben az évben februárban szereltek fel a házunk tetejére mintegy hét kilowatt maximális összteljesítményű napelemet. Talán kivételes eset voltunk olyan szempontból, hogy egy forint állami támogatást sem igényeltünk hozzá, pusztán személyes meggyőződésből és felelősségtudatból vállaltuk ezt a befektetést (legalábbis a pozitív énképünk fenntartásához ez az indoklás igen hasznosnak tűnik, különösen utólag). Az áramszolgáltató EON-nak van egy nagyon kedves szolgáltatója a házi naperőműhöz: egy internetes oldalon percesnél alig rosszabb időfelbontással lehet követni, hogy mennyi energiát termelnek a napelemeink. Ugyanezen az oldalon van egy „Élettartam-bevétel” számláló is, amely forintban megadja a beüzemelés óta termelt elektromos áram összértékét. Gazdasági ábrándjaim már a rendszer telepítésekor sem voltak, de még így is mellbe vágó érzés, hogy 2024 márciusában, négy évvel az üzembe helyezés után az élettartam-bevétel mellett szereplő szám még mindig nem éri el a befektetett összeg 30%-át. Pedig az íráshoz készülődve még azt is ellenőriztem, hogy a jóval nagyobb lakossági árat használja a számláló, s nem a termelőt, vagyis igazából pozitív irányba torzítja az összképet.

Gyanúim szerint egy közgazdász azt mondaná erre, hogy a befektetést ingatlan-növelő értékét is figyelembe kell venni. De a házat történetesen nem akarjuk eladni, hanem élni szeretnénk benne. A tetőn lévő napelemek fő értelme az, hogy az alapfűtést már 2018 óta egy hőszivattyú adja, vagyis árammal megy. Mindazonáltal a régi, a házba eredetileg tervezett vegyes tüzelésű kazán is tökéletesen üzemképes. 2020-ban úgy becsültem, hogy a napelemekre fordított befektetés összegéből bő két évtizedre elegendő tűzifát tudtam volna venni. A legutóbbi két tél tapasztalata alapján a mostani becslésem már 30-nál is több év lenne. Vagyis a számláló révén az EON rendszeresen még emlékeztet is arra, mennyire rossz üzletet csináltam.

Az esetleg kis reménnyel tölthetne el, hogy az energiaárak jelentősen növekedni fognak a napelemek élettartama alatt. Lehet, hogy ez a lelkeknek jót tenne, de valójában alig változtatna egy befektetési elemzés értékítéletén, mert a napelemeink nyersanyagigénye alig több, mint két vödör homok. Az általunk megfizetett árban nagyrészt az előállításához szükséges energia költsége tükröződik, vagyis ha drágább az energia, akkor a napelem is az lesz. Ráadásul a gazdasági ösztöneimnek ellentmond, hogy egy befektetés megtérülését arra a hitre bízunk, hogy valaminek az ára hosszú távon is folyamatosan növekszik. Valami ilyesmi vezethetett a devizaalapú hitelek egyidejű erkölcsi és anyagi csődjéhez egy jó évtizede.

Remélem, megbocsátja nekem az olvasó ezt a hosszabb kezdeti kitérőt, de Gelencsér András akadémikus, a Pannon egyetem professzorának könyve, az *Ábrándok bővületében. A fenntartható fejlődés korlátai* éppen ilyen témaköröket feszeget, csak talán kissé általánosabb, kevésbé egyéni költségvetésekre szabott formában. A könyv az Akadémiai Kiadó *Betekintés* című sorozatában jelent meg elsősorban a mersz.hu elektronikus tartalomszolgáltató felületen (<https://mersz.hu/gelencser-abrandok-buvoleteben/>). A sorozatban egy-egy szűkebb tudományterület rövid és kimondottan személyes összefoglalói olvashatók, elindí-



tásáról lapunk 2021-ben már beszámolt (Magyar Kémikusok Lapja, 2021, 76. kötet, 56. oldal). Az elektronikus megjelenés után Gelencsér András könyvét olyan élénk érdeklődés övezte, hogy a kiadó – a sorozatból egyedülként – nyomtatott formában is megvásárolhatóvá tette (<https://akademiai.hu/ptudx00402-abrandok-buvoleteben.html>). A B5-ös formátumban 120 oldal terjedelmű művet szűk két óra alatt el lehet olvasni papíron is és képernyőn is (számomra az előbbi adja az igazi élményt).

A cím nagyon jól tükrözi a szerző hozzáállását. A „megújuló energiaforrás” vagy a „fenntartható fejlődés” világunkban olyan elcsépelet kifejezésekké váltak mostanra, amelyekkel politikai vagy más szervezeti támogatást lehet szerezni, de igazából a felszín alatti valódi tudományos tartalomra nagyon kevesen gondolnak bele. Tizenöt éve még azt tanítottam, hogy hiába süt ingyen a nap, a napenergia valójában a legdrágább áram-előállítási módszerek egyike. Ma ezt már egyetemi előadásokon nem mondom, de az első néhány bekezdésben leírt személyes tapasztalatom még mindig ebbe az irányba mutat. Gelencsér Andrásra is a hurráoptimizmus hiánya jellemző, ami a legtöbb olvasóban akár a pesszimizmus benyomását is keltheti, de ezt azért ellensúlyozza az eredeti gondolatfűzés és a szellemes stílus. Ez utóbbi már a könyv lényegi fejezeteinek címéből is látszik:

- Az energia forradalma
- Jól befűtöttünk
- A végtelen energia mítosza
- A teremtett anyag
- Ábrándos szép napok...
- Leckék a múltból és a mából
- Epilógus
- A remény hal meg utoljára

A bevezetésből megtudhatjuk, hogy a szerző akkor kezdett el a témával foglalkozni, amikor 2014-ben a bécsi Természettudományi Múzeumban megnézett egy kiállítást, amely többek között a modern élet számára nélkülözhetetlen fémeket mutatta be. Minden tárló fölött volt egy olyan számláló, amelyből azt lehetett



megtudni, hogy az ismert készletek hány évig elegendőek a mai felhasználási ütem mellett. Egyetlen helyen sem szerepelt 25 évnél hosszabb idő. Gelencsér András a kiállítás ihletésére kezdett el utánajárni a tudományos szakirodalomban fellelhető információknak. A könyv tanúsága szerint arra (is) jutott, hogy nemcsak az egyes elemek, hanem általánosságban az energia hozzáférhetősége is a jelenleginél sokkal súlyosabb korlátozó tényező lesz a jövőben.

A megújulóknak nevezett energiaforrások esetében sem elegendő pusztán azzal foglalkozni, hogy majd fúj a szél és süt a nap, s ebből lesz az emberiségnek a jövőben sok energiája, hanem át kell gondolni, hogy egy szélerőmű vagy napelemtelep a létrehozásába eleve befektetett energia hányszorosát fogja a teljes élettartama alatt megtermelni. Ilyen szemüvegen keresztül bizony elég rosszul néznek ki a dolgok: a megújuló energiaforrások növekvő felhasználása révén „fenntartható” irányba elmozduló világban már az energia-előállítás eszközeinek létrehozása is jelentősen megnöveli a társadalom energiaigényét. Ördögi kör ez? Talán még nem, de pozitív visszacsatolásnak azért igen kellemtelen.

A könyvből az egyes energia-előállítási módokra lebontva tudhatjuk meg a részleteket. Különösen nagy hangsúlyt kap az a gondolat, hogy az infrastruktúra előállításához és a működtetéséhez szükséges minden anyagi, emberi és energiabeli költséget egyaránt figyelembe kell venni. Ez néha egyáltalán nem könnyű feladat, s többnyire ilyesmi áll annak a háttérben, ha jó szakértők ugyanazokból az adatokból kiindulva lényegesen különböző következtetéseket vonnak le. A nap- és szélenergia esetében például a tényleges áramtermelés időbeli kiszámíthatatlanságának valódi költségeit szinte lehetetlen objektíven meghatározni. Már lapunk is foglalkozott a megújuló energiaforrások használatában élen járó Németország máshol ismeretlen paradoxonaival (Magyar Kémikusok Lapja, 2019, 74 kötet, 91–93. oldal): ha nyáron süt a nap, és egy kicsit a szél is fúj, akkor az elektromos energia pillanatnyi ára súlyosan negatívba fordul; egy ködös, szélcsendes, őszi végi napon viszont a szomszédos országok segítségével nélkül sötétség és hideg lenne. Ez utóbbi jelenség már külön, természetesen német nevet is kapott: Dunkelflaute.

A szerző légkörkémikus, ezért a könyv magától értetődően foglalkozik valamennyit a globális felmelegedés jelenségkörével is, de nem ezen van a hangsúly. A mondanivaló szempontjából csak annyiban lényeges, amennyiben a szén-dioxid-keletkezést elkerülő energia-előállítási módszerek terjedése (itt akár időnként az erőltetés szó használata sem lenne túlzás) ezt indokolja.

A megújuló energiaforrások politikai jelszökevényként való használatához hozzászokott olvasót a szerző mondanivalója akár egyfajta apokaliptikus jóslataként is érheti. Erre könnyű legyinteni azal, hogy tudományos ruhába bújtatott világvégevárás mindig is volt, de a valóságban ilyen kataklizmák soha nem következtek be. Rachel Carson igen nevezetes, *Silent Spring* című könyve 1962-ben jelent meg ugyan, de a kertemben az etető környékén a madarak csivitelése még 2024 tavaszára sem hallgatott el. Az első olajválságot 1973-ban elsősorban politikai tényezők okozták, de már az is tényező volt, hogy az akkori jóslatok a kőolajkészletek 30 éven belüli kimerülését vetítették előre. Most, 2024-ben úgy tűnik, még legalább 40 vagy 50 év is hátra lehet az olajkorból. Mindezek ellenére nem szabad félretenni az elemi logikát: véges rendszerben nem lehetséges végtelen növekedés. Gelencsér András megoldási javaslatát az egyik alfejezet címe foglalja magában: Merjünk kicsik lenni! Az erőforrások fenntartható használatának mindenekelőtt takarékoskosságot és a növekedés hiányát kell jelen-

tenie. A könyv végén szerepel egy érdekes javaslat is annak a valódi fenntarthatóság felé mutató jogi szabályozásnak a bevezetéséről, amely értelmében semmilyen termék nem lehetne olcsóbb, mint amennyibe az előállításához szükséges energia került. Ezt a javaslatot már több tudós kollégám minősítette reménytelenül utópisztikusnak. Ugyanakkor az Európai Unió tavaly hozta meg azt a döntést, hogy 2035-től tilos lesz működés közben szén-dioxidot kibocsátó új járművet eladni a területén. Az olvasóra bízom annak eldöntésével, hogy a két javaslat közül melyik a megvalósíthatóbb.

Lente Gábor



Részletek a könyvből

2. Az energia forradalma

2.1. A tűzcsiholástól az atomerőművekig

Másfél millió évvel ezelőtt, a tűz csiholásával megkezdődött az energia forradalma. A tűz felfedezése az emberiség történelmében kulcsfontosságúnak bizonyult. Nélküle az ember képtelen lett volna leigázni a természetet. A sütés-főzés révén a hús és a zöldségek tápértéke 40%-kal megnövekedett, ami elősegítette a rendkívül energiaigényes agy kifejlődését. Fény- és hőforrásként a tűz meghosszabbította a nap aktív részét, és a társas emberi kapcsolatok fejlődéséhez is hozzájárult. Az emberiség történelme legnagyobb részében a táplálékból nyerhető energiát használta, amit izommunkává és hővé alakított át. Ez mai fogalmaink szerint rendkívül csekély energiafelhasználást tett lehetővé. Ha egy almát egy másodperc alatt a földről felteszünk az asztalra, 1 watt teljesítményt fejtünk ki. Egy felnőtt ember tartósan legfeljebb 60–100 watt teljesítmény kifejtésére képes. Az utolsó jégkorszak után, a 11 ezer évvel ezelőtt kezdődött kellemes és viszonylag stabil éghajlatú időszakban (a holocénben) alakult ki a földművelésen alapuló emberi civilizáció. Eleinte még csak 4–8 millió ember élhetett a Földön, a népesség ekkor még alig növekedett. Energiát izomerejükön kívül csak a fa elégetéséből nyertek. Az egy főre eső felhasznált energiát célszerű ahhoz az energiamennyiséghez viszonyítanunk, amennyi egy aktív felnőtt ember életműködésének fenntartásához szükséges (ez napi kb. 2400 kilokalória vagy 10 megajoule, az egyszerűség kedvéért nevezzük rabszolga-egyenértéknek). Ez abban az időben kb. 2 rabszolga-egyenérték lehetett. Időszámításunk előtt 2500 körül az emberiség létszáma 27 millióra nőtt, az előző időszakhoz képest a népesség növeke-

Gőzturbina az 1930-as évekből (Kaboldy, CC BY-SA)





Svájci „látkép” (Jan Huber on Unsplash)

désének üteme megháromszorozódott. Megjelentek az első mezőgazdasági társadalmak Mezopotámiában, Egyiptomban, később Peruban és az Indus folyó völgyében is. Az energia forrásaaként a tűz mellett már megjelent az állati erő is. Mivel háziállataink nálunk lényegesen nagyobb teljesítmény leadására képesek (250–800 W, innen származik a lóerő fogalma), így az egy főre jutó becsült energiafelhasználás kismértékben (10%-kal) növekedett. Azt gondolhatnánk, hogy ez a többletenergia kényelmesebbé tette számunkra az életet, de éppen az ellenkezője történt. A munkamegosztás a többség számára kemény munkát és rövidebb életet jelentett, az energiafelesleg monumentális vallási építmények emelésére és háborúkra fordítódott. Később a tengerparti régiókban az élénkülő kereskedelem révén hatalmas birodalmak jöttek létre. Új energiaforrásként megjelentek a vízimalmok (2–4 kilowatt, egy erősebb fűnyíró teljesítménye), majd a szélmalomok (10 kilowatt, egy kisebb motorkerékpár teljesítménye). Az egy főre eső energiafelhasználás az időszak végére 3 rabszolga-egyenérték lehetett, a világ népessége pedig 1670-re 600 millióra duzzadt. Az ezt követő 180 évben (1850-ig) a népesség száma megnégyesződött (1,25 milliárd fő), az egy főre eső energiafelhasználás a vízimalmok, valamint a gőzgép elterjedésének (100 kilowatt, egy személyautó teljesítménye) és a bálnaolaj használatának köszönhetően 5 rabszolga-egyenértékre növekedett. Újabb száz év telt el, és a népesség megduplázódott (2,5 milliárdra nőtt). A gőzturbinák (25 megawatt) használatának, a víz-erőművek és a robbanómotorok elterjedésének köszönhetően az egy főre eső energiafelhasználás 1950-re már 7 rabszolga-egyenértékre növekedett. Az emberi népesség jelenleg 8 milliárd főt számlál, a népességnövekedés üteme évi 71 millió fő. De még ezt a mértéket is felülmúlja a felhasznált energiamennyiség növekedése. Az atomerőművek (több ezer megawatt) elterjedésével, a villamosenergia-termelés és -fogyasztás bővülésével, valamint a közlekedés és szállítás globálissá válásával az egy főre eső energiafelhasználás jelenleg 20 rabszolga-egyenérték, amelynek több mint 80%-a még mindig fosszilis energiahordozókból származik. Persze az eloszlás, mint annyi minden más, messze nem egyenletes, egy átlagos amerikai 93 rabszolgával rendelkezik, míg egy bangladesi csak négygel.

9. A remény hal meg utoljára

Természetesen tisztában kell lennünk azzal, hogy a múltba visszamennünk, a világ folyását megfordítanunk nem lehet. De nincs is rá szükség. Az energia és az anyag értékét a modern civilizáció eszközeivel kell helyreállítanunk. Noha nem vagyok közgazdász – vagy talán éppen ezért –, lenne egy ötletem. Azt javaslom, hogy a dollár helyett vezessük be a természet kökémény valutáját, az energiaegységet minden dolog – anyag és energia – értékmérőjeként. Az egység lehetne például egy felnőtt ember egy napi energiafogyasztása (2400 kilokalória vagy 10 megajoule), amelynek lehetne valami divatos nevet adni, mondjuk a forint mintájára legyen naturint (Nt). Minden ország ezt használná, ebben kapná mindenki a fizetését, nyugdíját és járadékát, ezért vásárolnánk a boltokban, ebben történne az elszámolás. Minden áru (anyag) minimálisan annyi naturintot kell, hogy érjen, amennyi energia összesen a teljes gyártási és szállítási láncot, sőt a későbbi megsemmisítését is figyelembe véve az előállításához kellett. Főszabályként ennél kevesebért eladni nem lehet, többért persze igen. Így még véletlenül sem fordulhatna elő, hogy a hazai boltok polcain az ecuadori banán olcsóbb legyen, mint a magyar alma, vagy az, hogy filélérekért lehessen Budapestről Londonba repülni egy görbe hétvégére. A naturint helyre tenné az anyag és energia becsületét, persze alaposan átrendezné a világot. Iparágak szűnnének meg, emberek százmilliói veszítenék el biztosnak hitt megélhetésüket, inthetnének búcsút kényelmes és megszokott életüknek. Cserébe a modern emberi civilizáció megkapná a hosszú távon és méltósággal való továbbélés és akár egy boldogabb, nem GDP-alapú új élet esélyét. Nem kellene a demokrácia és a kapitalizmus keretei közül kilépünk, és valamilyen levitézlett vagy az emberi természet korlátai miatt működésképtelen új társadalmi rendszer felépítéséről ábrándoznunk. A naturint alapú elszámolás helyre tenné a világot, a rendszer az értékek átrendeződésével magától alkalmazkodna. A gyorsan megfizethetlenné váló fogyasztási cikkek halmozása és tulajdonlása helyett megjelenne a megosztott szolgáltatás alapú fogyasztói társadalom, ami legalább annyi embernek adna munkát és biztosítana megélhetést. A mosógépet nem megvásárolnánk, hanem szolgáltatásként fizetnénk érte, a rendelkezésre állás biztosítása, a javítás, karbantartás a szolgáltató cég feladata lenne. Így az eldobhatóság és elavulás eszméjét felváltaná a tartósság és a megbízhatóság. A cég abban lenne érdekelt, hogy az általa nyújtott szolgáltatás minél kisebb költséggel, anyag- és energiafelhasználással, minél hosszabb ideig biztosítható legyen. A használt készülékeket érdemes lenne megjavítani, alkatrészeit kicserélni, a tönkrement eszközök minden elemét felhasználni. Az újbóli használat, az újrahasznosítás új értelmet és roppant erős gazdasági ösztönzőket nyerne. A divat és újdonság varázsa, a pazarló fogyasztásra sarkalló időtöltések vonzereje alaposan megkopna. Helyébe a jóval szerényebb anyag- és energiafelhasználással járó tevékenységek (olvasás, sport, játék, közösségi programok) léphetnének. A hangsúly a luxusról az emberi szükségletek biztosítására helyeződne át. A technológiai és társadalmi innováció fókuszát nem illúziók táplálására, hanem egy ténylegesen fenntartható emberi civilizáció újratemtésének irányába kellene fordítanunk. Amennyiben az elhatározás meglenne rá, egy ilyen áthangoláshoz még lenne elegendő természeti erőforrás, idő és energia. Csak éppen ideje lenne neki-látunk.





KIRÓL NEVEZTÉK EL?

Inzelt György

Az Arrhenius-egyenlet

Az Arrhenius-egyenlet [1–3] a reakciósebességi együttható (k) hőmérsékletfüggését (T) írja le:

$$k = A \exp\left(-\frac{E_a}{RT}\right),$$

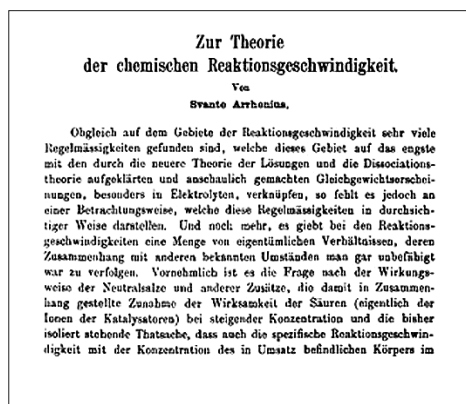
ahol A a preexponenciális tényező, E_a az aktiválási energia, R a gázállandó.

vagy
$$k = A \exp\left(-\frac{\Delta^\ddagger H}{RT}\right),$$

ahol $\Delta^\ddagger H$ az aktiválási entalpia.

Az aktiválási energia az $\ln k - 1/T$ ábrázolásakor kapott egyenes iránytangenséből kiszámítható.

Arrhenius 1889-ben számos reakció esetén demonstrálta, hogy azok hőmérsékletfüggése leírható a fenti egyenlettel [4, 5] (1. ábra).



1. ábra. Arrhenius *Zeitschrift für physikalische Chemie*-cikkének [(1889) 28 (1), 317] kezdete

Megemlítendő, hogy hasonló egyenletet javasolt korábban könyvében [6] van 't Hoff, mikor az egyensúlyi állandót (K) a kétirányú reakció sebességi együtthatójának hányadosaként írta fel K hőmérsékletfüggésének levezetésekor [7]. Az A preexponenciális tényező is hőmérsékletfüggő, de ez a hatás általában elhanyagolható az exponenciális függés mellett. Az Arrhenius-féle hőmérsékletfüggésre számos elméleti magyarázat született. Az ütközési modell szerint a preexponenciális tényezőben található az ütközések száma, az exponenciális tag pedig azt mutatja meg, hogy az ütközésekből hány hatásos, vagyis vezet az adott irányú reakcióhoz. Ehhez a reagáló részecskének adott többletenergijával kell rendelkeznie. A gázmolekulák sebességének (energiájának)

Maxwell–Boltzmann-eloszlása szerint ezeknek a részecskének a hányada a hőmérséklettel növekszik. Az A tényező függ az ütközések számától, ebből következően \sqrt{T} -vel arányos.

Újabb és újabb elméletek születtek, mert bár a hőmérsékletfüggés megfelelt az Arrhenius-egyenletnek, a mért reakciósebesség, következésképpen a kapott k tényező értéke nem. Ma a legelterjedtebb a Polányi és Eyring által kidolgozott átmenetiállapot-elmélet (abszolút reakciósebesség elméletének is nevezik). Ez az elmélet a statisztikus termodinamikai állapotösszegeket használja fel, elvileg molekulaszervezeti adatokból számolja az aktiválási energiát. Egy aktivált komplexum kialakulását képzelettel, amelynek endoterm hőeffektusa az aktiválási energia.

A reakciósebességi együtthatóra az Arrhenius-egyenlethez hasonló kifejezést kapunk

$$k = \kappa \left(\frac{k_B T}{h}\right) \exp\left(-\frac{\Delta^\ddagger G^\ominus}{RT}\right),$$

ahol k_B a Boltzmann állandó, h a Planck állandó, κ a transzmissziós együttható, ami azzal van kapcsolatban, hogy nem minden rezgés vezet a termék képződéséhez, a potenciálját tetejére jutó komplexumok részben visszazeregnek a kiindulási állapot felé, és $\Delta^\ddagger G^\ominus$ a Gibbs aktiválási energia, azaz a standard Gibbs-energia különbsége (ΔG^\ominus) az átmeneti és a kiindulási energiaállapot között.

A preexponenciális tényező ez esetben:

$$A = \kappa \left(\frac{k_B T}{h}\right) \exp\left(-\frac{\Delta^\ddagger S^\ominus}{R}\right),$$

ahol $\Delta^\ddagger S^\ominus$ az aktiválási entrópia.

Meg kell jegyeznünk, hogy ezek az összefüggések csak termikus aktiválás esetében érvényesek, más (például fotokémiai, elektrokémiai) aktiválás esetében általában nem. Ez utóbbiaknál is mérhetünk ilyen jellegű hőmérsékletfüggést, de ez a reakció összetett jellegére utal, vagy a részecskék energiája függhet mind a hőmérséklettől, mind – töltött részecskék esetén – az elektromos potenciáltól.

Svante August Arrhenius

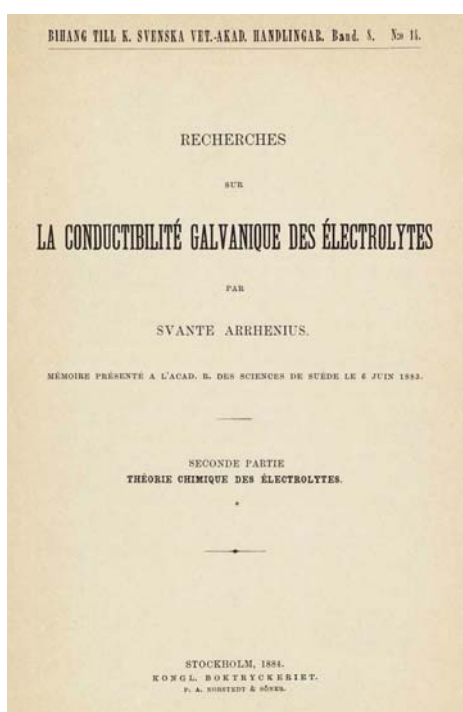
Svante August Arrhenius [Vik (Wijk), Svédország, 1859. február 19. – Stockholm, 1927. október 2.] (2. ábra) Svante Gustave Arrhenius, az Uppsalai Egyetem földmérője és Carolina Christina Thunberg második fia volt. Vikben volt az egyetem birtoka és kastélya, amelynek az apa a gondnoka volt. Ott laktak, majd Uppsalába költöztek.



2. ábra. Svante August Arrhenius

Svante Arrhenius korán megtanult olvasni és számolni. Uppsalában járt iskolába, majd 1876-ban beiratkozott az Uppsalai Egyetemre, ahol BSC-fokozatot szerzett kémiából, fizikából és matematikából. 1881-től a Stockholmi Egyetemen tanult tovább. Itt készítette el „Recherches sur la conductibilité galvanique des électrolytes” című doktori disszertációját 1884-ben Erik Edlund (1819–1888) professzor irányításával (3. ábra) [8].

3. ábra. Arrhenius disszertációja könyv formában



Az elektrolitok elektromos vezetését azzal magyarázta, hogy a vegyületek (sók, savak) spontán módon ionokra bomlanak a vizes oldatokban, és ezek az ionok vezetik az elektromos áramot. A holmium és a túlium felfedezője, Arrhenius tanára, Per Teodor Cleve (1840–1905) nem hitte, hogy ionok úszkálnak egy főzőpohárban. Edlund és Otto Pettersson (1848–1941), a Stockholmi Műszaki Főiskola kémia tanára ugyan támogatta Arrhenius munkáját, de igazából a Stockholmi Egyetemen látogatást tevő Wilhelm Ostwald (1853–1932) rábeszélése segítette, hogy elfogadják Arrhenius elgondolását [9]. Arrhenius 1884-ben Uppsalában docensként kezdett dolgozni az újonnan létrehozott fizikai kémiai tanszéken. 1886-ban Edlund segítségével a Svéd Akadémiától utazási ösztöndíjat kapott, ennek felhasználásával dolgozott Ostwaldal Rigában (4. ábra), Kohlrauschsal (1840–1910) Würzburgban,



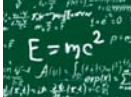
4. ábra. Ostwald és Arrhenius



5. ábra. Arrhenius Grazban. Boltzmann középen ül, Arrhenius áll (jobbról a második)

a következő évben Boltzmann-nal (1844–1906) Grazban (5. ábra), majd van 't Hoff-fal (1852–1911) Amszterdamban. Ostwald leírja, hogy nála Arrhenius az általa kifejlesztett mérési módszereket sajátította el, és használta elektromos vezetés, belső súrlódás és reakciósebesség mérésére [9]. 1888-ban Arrhenius ismét Ostwaldal dolgozott, ekkor már Lipcsében, először, mint poszt-doktori ösztöndíjas, majd Nernst távoztával, mint tanársegéd [9]. Ostwald támogatása sokat jelentett az ifjú kutatónak, egymás karrierjének segítése hosszú pályafutásuk alatt végig kitartott.

Arrhenius az elektrolitikus disszociáció elméletének kidolgozásáért kapta a kémiai Nobel-díjat 1903-ban. Később, mint a Nobel Bizottság tagja, támogatta Ostwald Nobel-díját, amelyet 1909-ben ítéltek oda.



Arrhenius bizonyította az elektrolitos disszociáció hatását az ozmózisnyomás, a fagyáspont-csökkenés és a forráspont-emelkedés tekintetében. Az elektrolitok ionelméletének kiterjesztése volt a sav-bázis elmélete, ami szerint savak és bázisok disszociójakor hidrogén- és hidroxidionok keletkeznek. Később elmélete biológiai aspektusaival foglalkozott. 1891-ben nem vállalta el a gieseni professzorságot, amire meghívták, hanem a Stockholmi Műszaki Főiskolán kezdett tanítani, ahol 1895-ben fizikaprofesszor lett. Az intézmény rektori tisztségét is betöltötte 1897-től 1905-ig. 1894-ben nősült először (Sofia Rudbeck), majd 1905-ben másodszor (Maria Johansson). Első házasságából egy fia, a másodikból két lánya és egy fia született. Fia, Olof Vilhelm Arrhenius (1895–1977) és unokája, Gustaf Arrhenius (1922–2019) is neves tudósok lettek. Gustaf Hevesy György (1885–1966) lányát, Jennyt (1926–2009) vette feleségül.

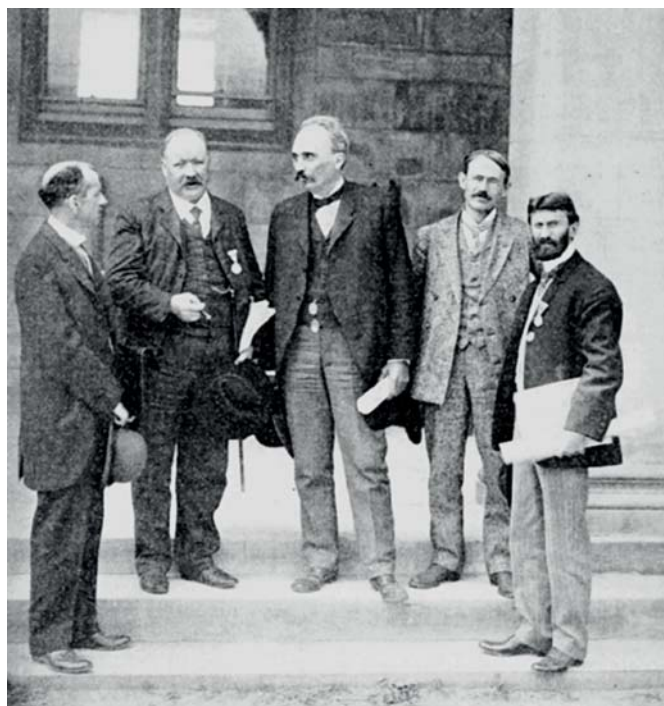


6. ábra. Az Északi-sarki expedíción Arrhenius hidrográfusként vett részt 1896-ban a Spitzbergákon. Az első sorban az asztalnál ül (Royal Swedish Academy of Sciences)

1905-től Arrhenius a számára létrehozott Fizikai Kémiai Nobel Intézet vezetőjeként dolgozott. Számos könyvet publikált: elméleti elektrokémia tankönyv (1900), kozmikus fizika tankönyv (1903), kémiai elméletek (1906), oldatok elmélete (1918). Az oldatkutatást fokozatosan abbahagyta, és globálisabb témák [10–17] után nézett (6. és 7. ábra). Ma számunkra azok az úttörő kutatási a legfontosabbak, amelyek az üvegházhatással foglalkoztak, a légkör szén-dioxid- és víztartalma, valamint a hőmérséklet közötti összefüggésre mutattak rá [10–15]. Igaz, kezdetben a jégkorszakok kialakulásával és ezek elkerülésével foglalkozott, tehát indíttatása a mai aggodalmainknak éppen ellenkezője volt. De rámutatott arra, hogy az emberi (ipari) tevékenység egyre inkább növeli a légkör CO₂-koncentrációját. Más, az infravörös sugárzást adszorbeáló gázokra nem végzett számításokat.

Hevesy 1922-es találkozásuk után, amikor Arrhenius Koppenhágában tartott előadást az élet lehetőségeiről más égitesteken, ezt írta róla [18]: „Ritka szeretetreméltó ember. A fizikai kémia azonban már egyáltalában nem érdekli. Többször is beszéltem vele, de mindig csak politikáról, személyes dolgokról és hasonlókról.”

Érdekesség, hogy Arrhenius a „Development of the theory of electrolytic dissociation” című Nobel-előadásában [19] hosszan idézte Than Károlynak a gázállapotú NH₄Cl termikus disszociációjával kapcsolatos munkáit, és nemcsak azt a fontos következtetést, hogy egyensúlyi reakcióban ammónia és sósav keletkezik, de további bomlás nem történik, hanem a kísérletek részleteit is. Rövid részlet az előadásból [19]: „Von Pebal and Von Than were able to prove that this does in fact occur. [...] Von Than therefore



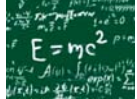
7. ábra. Arrhenius (balról a második) 1904-ben St. Louisban kozmikus fizika konferencián (Popular Science Monthly, 1904, Vol. 66)

made a partition of NH₄Cl and replaced the hydrogen by nitrogen, but with the same result. These experiments were performed in 1862 and 1864. They were based on the theory of dissociation which had been worked out in 1857 by Sainte-Claire-Deville and elaborated by his pupils.” [19]. Leopold von Pebal (1826–1887), osztrák kémikus volt. Than a következő cikkéről van szó: Than K., „Ueber den anomalen Dampf des Salmiaks.” Justus Liebig’s Annalen der Chemie und Pharmacie (1864) 131(2), 129–147.

Arrhenius nagyon sok tudóssal levelezett. A levelek egy része fennmaradt. Sok évtizedes barátság fűzte Georg Bredighez (1868–1944), a kiváló fizikokémikushoz. Bredig Németországból való menekülése előtt, 1940-ben biztonságba helyezte leveleit és egyéb iratait, amelyek jelenleg a philadelphiai Science History Institute könyvtárában találhatóak. Érdekes dokumentumok az Arrhenius életében zajló tudományos, társadalmi és politikai történésekről. Például Arrhenius egy levelezőlapon (8. és 9. ábra), amelyben a legjobbakat kívánja barátjának születésnapja alkalmából, ír az

8. ábra. Arrhenius Bredignek 1917. október 4-én írt levelezőlapjának címdala (Science History Institute, Philadelphia)





replimentalfiltet l. 4 Okt. 1917.
 Lieber alter Freund:
 Wegen sehr pressante Beschäftigungen
 verpasst ich Dich zum 50. Geburtstag meine
 herzlichsten Glückwünsche zu senden und
 ich hole das Versäumte jetzt nach. Wir
 leben jetzt in einer Regierungskrise die
 Wahlen sind nach der demokratischen Seite
 ausgefallen, so dass das starkkonservative
 Ministerium nicht länger sitzen konnte.
 Die Stellung ist sehr unklar, denn es ist
 keine angenehme Sache die elende Erbfolge
 mit den schweren Finances nach der alten
 schlechten Wirtschaft aufzuwickeln. Trotzdem
 wir nicht im Kriege sind und hoffentlich nicht
 kommen müssten wir die schweren Zeiten
 durchmachen mit verdoppeltem Preis in
 fast allen Waren, totalen Mangel an vie-
 len Dingen, wie Petroleum, und sehr knap-
 pen Vorräten an Kohlen und Getreide. Wir
 haben uns ebenso stark nach den Frieden
 wie die anderen kriegführenden Völker. Das Schicksal
 ist das Europa nachher vollkommen
 verunstaltet wird, so dass man mit der Not
 zu kämpfen hat durch mehrere Jahre sehr
 sogar Jahrzehnte. Ich und meine Familie
 waren im Sommer im Bad nahe bei Helming-
 borg und haben uns da prahlvoll erholt
 nach dem traurigen kalten Winter. Hoffent-
 lich geht es uns gut im künftigen Jahr.
 Mit herzlichsten Grüßen Dein alter Freund
 Svante Arrhenius.
 Wie geht es Ostwald?

9. ábra. A 8. ábrán bemutatott levelezőlap szöveges része a hátoldalon (Science History Institute, Philadelphia)

1917-es svédországi választásról, az I. világháború gazdasági hatásairól. Attól tart, hogy a kilábalás majd évtizedekig tart, és kifejezi a reményét, hogy a béke nemsokára beköszönt.

Flieger an einem Feiertage hier in Karlsruhe verübt haben. Da hast vielleicht in den Zeitungen davon gelesen, dass dabei über 80 Kinder getötet und etwa ebensoviel verwundet wurden. Ich habe nicht gehört, dass neutrale Kulturträger auch dagegen protestiert haben.
 Mit besten Grüßen an Dich und Deine wertige Familie
 Dein alter Freund
 Sv. Arr.

10. ábra. Bredig levele Arrheniusához, 1917. február 17. (Science History Institute, Philadelphia)

Egyik levélben (10. ábra) Bredig emellett, hogy köszönti Arrheniust születésnapja alkalmából, beszámol a Karlsruhe elleni 1916. június 16-i légitámadásról is. Ez a vasútállomás ellen irányult volna, de a cirkuszt találta el, ezért a 120 halálos áldozat között nagyon sok gyermek volt (Bredig több mint 80-ról ír).

Bélyegek Svante Arrheniusról

Természetesen a legtöbb bélyeget a svédek adták ki. Kettő Nobel-díjának évfordulójára, egy pedig születésének 100. évfordu-

lójára készült, ezen a portréja látható. Az egyik bélyeg az elektrolitikus disszociációra céloz, ionok mozgását ábrázolja rendkívül egyszerűsítve és hibásan. A másikon eldugták két másik Nobel-díjas (az izlandi származású feröeri-dán Niels Ryberg Finsen orvosi és a norvég Bjørnstjerne Bjørnson irodalmi Nobel-díjas



11. ábra. Bélyegek Svante Arrhenius tiszteletére

mögé. Az elefántcsontparti bélyegen talán a víz elektrolízise látható, nem egészen világos, hogy miért ez jutott eszébe az Angliában élt Vásárhelyi Gyula László (1929–2013) bélyegtervezőnek 1978-ban. Egy bélyeg utal fő témánkra, az Arrhenius-féle egyenletre; igaz, ezért Bissau-guineai Köztársaságba kell mennünk.

IRODALOM

- [1] I. Mills, T. Cvitas, K. Homann, N. Kallay, K. Kuchitsu (eds) IUPAC quantities, units and symbols in physical chemistry. Blackwell Scientific Publications, Oxford, 1993, 55.
- [2] M. J. Pilling, P. W. Seakins, Reaction kinetics. Oxford University Press, Oxford, 1995, 19–21.
- [3] P. W. Atkins, Physical Chemistry. Oxford University Press, Oxford, 1993. 877–879, 889.
- [4] S. Arrhenius, „Über die Reaktionsgeschwindigkeit bei der Inversion von Rohrzucker durch Säuren”. Zeitschrift für physikalische Chemie (1889) 4(1), 226–248.
- [5] S. Arrhenius, „Zur Theorie der chemischen Reaktionsgeschwindigkeit”. Zeitschrift für physikalische Chemie (1889) 28(1), 317–335.
- [6] J. H. van't Hoff, Études de dynamique chimique. Müller F, Amsterdam, 1884.
- [7] K. J. Laidler, M. C. King, Journal of Chemical Education (1984) 61, 494–498.
- [8] The Nobel Prize in Chemistry 1903. Svante Arrhenius, <https://www.nobelprize.org/prizes/chemistry/1903/arrhenius/biographical/>
- [9] S. Ostwald, The Autobiography. (R. S. Jack, F. Scholz, szerk.) Springer, 2017, 122, 169.
- [10] E. Crawford, Arrhenius: From Ionic Theory to the Greenhouse Effect. Science History Publications, Canton, MA, 1996.
- [11] H. Rodhe, R. Charlson, E. Crawford, Svante Arrhenius and the Greenhouse Effect. Ambio (1997) 26(1), 2–5.
- [12] E. Crawford, Arrhenius and the Greenhouse Gases. Ambio (1997) 26(1), 6–11.
- [13] S. Arrhenius, Nature's heat usage. Nordisk Tidskrift (1896) 14, 121–130.
- [14] G. Arrhenius, Carbon dioxide warming of the early Earth. Ambio (1997) 26, 12.
- [15] S. Arrhenius, On the influence of carbonic acid in the air upon the temperature of the ground. The London, Edinburgh and Dublin Philosophical Magazine and Journal of Science (1896) 41, 237–276.
- [16] H. Kragh, Svante Arrhenius, cosmic physicist and auroral theorist. Hist. Geo Space Sci. (2013) 4, 61–69.
- [17] S. Arrhenius, Lehrbuch der kosmischen Physik II. Meteorologie. Hirze, 1903.
- [18] S. Niese, Hevesy György. Akadémiai Kiadó, 2018, 162.
- [19] Svante Arrhenius, Development of the theory of electrolytic dissociation. Nobel Lecture, December 11, 1903. Nobel lectures in chemistry 1901–1925 (ed. S. Forsén) World Scientific, 1999.



Kutasi Csaba

„Ereszti a színét, más textíliákat összefog...”

A használati színtartóságot befolyásoló tényezők

A textilalanyagok, színezékek és színezési technológiák folyamatos fejlesztése ellenére előfordulnak színtartósági problémák. A gyártóknak tesztelési eljárások sora áll rendelkezésre a színtartósági tulajdonságok kontrolljához. A széles körű mosószerválasztékban is jól kell eligazodni, hogy betartsuk a gyártó által meghatározott kezelési körülményeket. Végső esetben segíthet a színfogyó kendő, ugyanakkor a kellékszavatossági igények – minőségi reklamációk – a vásárlástól számított két évig érvényesíthetők.

Textíliák színezése

Színezésnek azokat a fizikai kémiai folyamatokat nevezik, amelyek során a textilanyag és a színezék kölcsönhatása eredményeként – főként tartósan – színes textilanyag alakul ki. A színes ruházatok és drapériák stb. iránti igény az ókorig vezethető vissza. Eleinte természetes színezékekkel végezték a természetes szálanyagokból készült textíliák színezését.

Az első mesterségesen előállított színezék egy angol diák, William Perkin véletlen felfedezéseként vált ismertté, miután egy kininszintetizálási kísérlet során váratlanul képződött és izolált lilás vegyület, a mauvein (mályva) kiváló színezékek bizonyult. 1857-ben a London melletti Greenford Greenben ennek alapján indult az első színezékgyár. Ezután az indigó szintetizálása következett, majd megjelent a direkt és kénes színezék, az 1900-as évektől pedig számos további szintetikus (csáva-, indigoszol-, szálonfejlesztett azo-, diszperziós, reaktív stb.) színezék gyártása folyt. Az addigi empirikus eljárásokat a színezési folyamat mélyreható vizsgálata kezdte felváltani 1930-tól, és 1950-ben Thomas Vickerstaffnak a textilszínezés fizikai kémiai kutatásáról szóló munkája jelentett nagy áttörést a textilipar számára.

A színezési folyamat – függetlenül a színezékcsoporttól és a szál anyagi minőségétől – általánosságban mindig ugyanazokból a részfolyamatokból áll:

- a vizes rendszerben jelen levő színezék vándorlása (diffúzió) az előnedvesített szál külső felületéhez,
- átmeneti kötődés a szál határoló felületén (adszorpció),
- vándorlás a szál belsejébe (belső diffúzió),
- megkötődés és végső rögzítődés a szál aktív részein (abszorpció), végül
- a szálfelületen lazán tapadó, mechanikusan kötődő színezékrezecskék eltávolítása.

A textilanyagok színezését mindig vizes közegben végzik, a színezéket ezért fel kell oldani vagy kolloid diszperz rendszerben kell tartani. A közvetlenül oldódókon kívül vannak lúgos reduk-

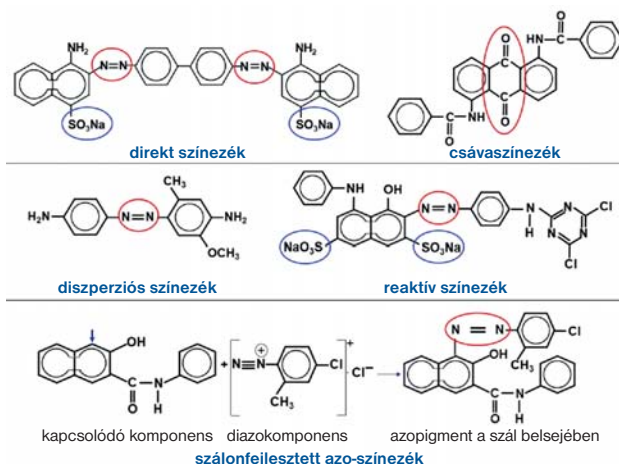
cióval oldhatók, amelyeket a szálba behatolás után visszaoxidálással alakítanak oldhatatlan pigmentté. Ismertek olyan színezékek, amelyek a szál belsejében félkész vegyületekből képződnek vízdoldhatatlan vegyületek formájában.

A közvetlen vízdoldhatóságú színezékek esetében a színezést követően is megmarad a vízben való oldékonyság. Így ezeknél a nedves színtartóság problémás lehet, amennyiben a színezék szerkezete nem teszi lehetővé megfelelő utánkezelő eljárás alkalmazását.

Szín és szerkezet kapcsolata

A szín és szerkezet közötti összefüggést már 1868-ban Graebe és Liebermann bizonyította, felismerve a színezékekre jellemző telítetlenséget. Witt tapasztalatok alapján 1876-ban a telítetlen kromofor csoportokra (pl. azo, nitrozo, nitro, karbonil stb.) vezette vissza a vegyület színességét és megállapította, hogy ún. auxokróm részek (amelyek a vízdoldható színezéksavak, ill. bázisok keletkezésében fontosak) kellenek a színezékké váláshoz. Ezek a csoportok vízdoldhatóságot biztosítanak és jelentős szerepük van a szálon történő megkötődésben. 1888-ban Armstrong bővítette a kromofor szerkezetek körét, így került közéjük a kinoidális szerkezet. Később a spektroszkópiai elemzések és a kvantummechanikai vizsgálatok kimutatták, hogy a szerves vegyületek kromofor csoport nélküli is képesek fényelnyelésre, ugyanakkor a színes jelleg csak az emberi szem érzékenységi határán belül követhető.

1. ábra. Példák színezékszerkezetekre (vörössel bekarikázva a kromofor, késsel az auxokróm csoportok)



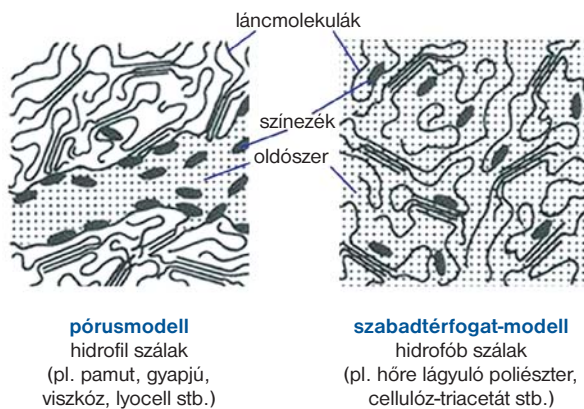


Brode 1952. évi felfedezése – amikor egy *monoazo-vegyület* két *izomerjét* (cisz- és transz-alakját) egyaránt sikerült létrehozni – rámutatott arra, hogy a cisz-alak esetében nincs lehetőség a *ko-planáris* elrendződésre, ezért nem fordul elő látható tartományú fényabszorpció. A transz-alakban az atomok és benzolgyűrűk egy síkban való elhelyezkedése révén már színes vegyület, azaz színezék van jelen (1. ábra).

A színezék és a szálanyag közötti kölcsönhatások

A kölcsönhatást a színezék *affinitása* és *diffúziós* együtthatója együttesen befolyásolja. Utóbbi határozza meg a szál által felvett színezék mennyiségét és az eloszlás egyenletességét. Ez a folyamat végbemehet a szálanyag meglévő pórusaiba történő, a duzzadást követő vagy a duzzadással egyidejű behatolás során.

A szálban előforduló *parányi üregek*, *kapillárisok* egymással kapcsolatban levő rendszere alkotja a pórusokat. A szálba behatoló folyadék duzzasztó hatása – a szál-folyadékterefogat eltérése tekintetében – lehet kontrakciós (negatív) vagy expanziós (pozitív). A behatolás modellezésére kétféle lehetőség adott (2. ábra).

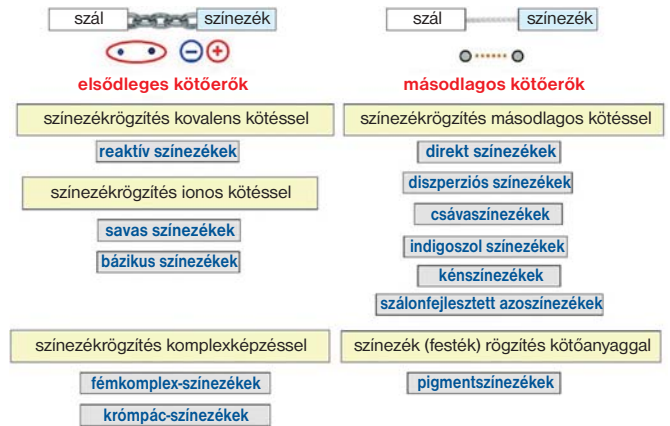


2. ábra. A szálba való behatolás elemzésére alkalmas modellek

A *hidrofil szálakra* jellemző *pórusmodell* arra épül, hogy a hidrofíli szálakba a fürdőből először az oldószer rész hatol be, duzzasztó hatásával az elkülönült üregeket pórusokká kapcsolja össze, majd az oldott/diszpergált színezék ezután kerül a belső térbe. A *hidrofób szálak* nem rendelkeznek kiterjedt pórusrendszerrel, a kisméretű pórusok eleve nem alkalmasak a színezék diffúziójára. Ezeknél a behatolás elemzésére a *szabadterefogat-modell* alkalmasabb; ez a modell a szál szerkezetében előforduló, a polimermolekulák által nem elfoglalt térfogattal kapcsolatos. A hőre lágyuló hidrofób szálakban hő hatására – viszkoeelasztikus állapotban – az amorf térrészekben a láncmolekulák közötti oldalirányú kötések fellazulnak. Az egyébként stabil molekulaszegmens mozgékonyasága által jön létre a szabad térfogat, ami a *mikroüregek* helyváltoztatásának is felfogható.

A kialakuló *kötőerők* biztosítják a tartós színezék-szál kapcsolatot, amely az elvárt színtartóságot garantálja. A szálanyag- és színezékszerkezet függvénye, hogy milyen kölcsönhatástípusok jönnek létre.

A kötőanyag nélküli *színezék-szál kapcsolat* kialakulásának minősége döntően befolyásolja a nedves színtartósági tulajdonságokat. A színezék kémiai szerkezetétől függően változnak a kötési energiák, így másodrendű kötésekkel, elektrosztatikus kölcsönhatásokkal, komplexvegyületek kapcsolatával, kovalens kötéssel rögzíthető a szálba bevitt, színességet biztosító vegyület. A



3. ábra. Példák a színezék-szál kapcsolatra a kötőerők energiája szerint

kötőanyaggal történő fixálás (pl. pigmentek használata a nyomóiparban) nem számít klasszikus helyi textilszínezésnek.

A színezék-szál kapcsolat (3. ábra) optimális létrejötte (a színezési technológia állapotjelzőinek szigorú betartása, vegyi anyagainak pontos adagolása ismeretében) jelentősen hozzájárul a megfelelő színtartóság eléréséhez, ugyanakkor a színezékcsoport/egyed kiválasztásánál a rendeltetési cél figyelembevétele determináló, miután a különböző színezékek között eleve eltérő kötődési képességekre is ügyelni kell. Esetenként az alkalmazandó *színezékkoncentráció* is befolyásoló tényező lehet. Például az 1 decitexnél (1 g/10 000 m száznál) finomabb mesterséges – *mikroszálak* – esetében 2–3-szoros színezékkoncentráció szükséges adott színmélység eléréséhez, mint a normál szálanyagok színezésekor.

Színezékrögzítés kovalens kötéssel

Elsősorban a cellulózalapú szálanyagok *reaktív színezékekkel* történő színezése kerül előtérbe, amelyek jelenleg meghaladják a felhasznált színezékek egyötödét. A kovalens kötéssel (éter- vagy észterjellegű) létrejövő színezék-szál kapcsolat érdekében a színezék aktív csoportja és a cellulóz hidroxilcsoportjai közötti kémiai reakciónak a szál belsejében kell lejátszódnia. A folyamat kémiailag nem más, mint a reakcióképes vegyület (színezék) reagálása polialkohollal (cellulóz), savmegkötő (alkália) jelenlétében. A színezék kémiai felépítéstől függően *szubsztitúciós* vagy *addíciós* kémiai folyamat játszódik le a reaktív színezés folyamán. A szükséges alkális közegben a cellulóz hidroxilcsoportjain kívül a vízzel is reakcióba lép a színezék, ami nemcsak a színezékkihasználást befolyásolja, hanem a kémiailag nem kötődött színezék rontja a *dörzsállóságot* is. A reaktív színezékek úgy is jellemezhetőek, hogy egyesítik a direkt (egyszerű alkalmazás) és a csávaszínezékek (kiváló színtartóság) előnyös tulajdonságait. Mosással szembeni színtartóságuk – amennyiben a nem reagált és a szálfelületen lazán tapadó színezéket eltávolítják – jó, fényállóságuk megfelelő.

Színezékrögzítés elektrosztatikus kölcsönhatásokkal

Elsősorban a *fehérje* szálanyagokat (gyapjú, ill. a kevesebb bázisos csoportot tartalmazó hernyóselyem) és a *poliamid szálakat* színező *savas színezékek*, pontosabban a színezéksavak sói tartoznak ide. A kationos (bázikus) színezékekre jellemző, hogy vizes közegben pozitív töltésű kromofor csoportra és kis molekulájú szervesen negatív vegyületrésze disszociálnak. Ezeket például az anionos módosítású poliakrilnitril szálak színezésére alkalmazzák.



Az ellentétesen töltött (színezék és szál) csoportok közötti kölcsönhatás mellett másodlagos kötőerők létrejötte is bizonyított.

Színezés komplexképzéssel, fémkomplex-színezékekkel

A komplexképzésre alkalmas *fématom* (króm, kobalt, nikkel stb.) a színezék (fémkomplex) révén vagy a színezés folyamán kerül a színezőrendszerbe (krómpác). A savas színezékanion a kationos szálcsoportokkal, a pozitív töltésű króm az anionos szálcsoportokkal létesít kapcsolatot. Az igen állandó *színezék-krómgyapjú* komplex hatására csökken a színezék vízdoldhatósága is, ami szintén növeli a nedves szintartótságot.

A *krómpác* színezékek általában olyan kis és közepes molekulatömegű savas színezékek, amelyek *komplexképzésre* alkalmas atomcsoportokkal rendelkeznek. A krómozást dikromát- (redukálás szükséges), vagy kromátoldattal végzik. A módszer a poliamid szálak színezésére is alkalmas. A cellulóزالapú szálak színezésénél alkalmazott ftalocianin-színezékek ún. krómszínezékek, amelyek ilyen jellegű utánkezeléssel jó szintartótságot biztosító fémkomplex formájában színeznek.

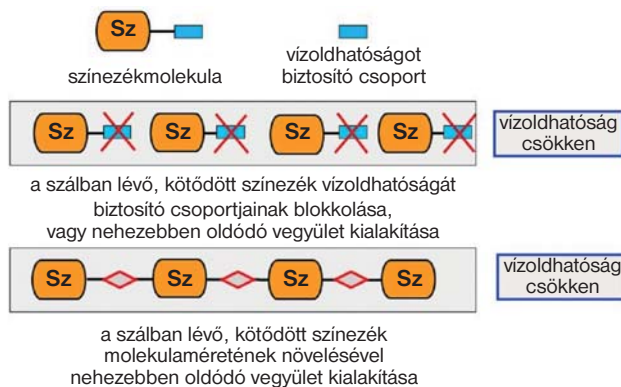
Színezékrögzés másodlagos kötőerőkkel

Jellegzetes példák a másodlagos kötőerők megjelenésére a *direkt színezékek* – mint nagy molekulájú anionos vegyületek –, amelyek elektrolittartalmú fürdőben a cellulóزالapú szálanyagokat közvetlenül színezik. A lúgos redukcióval oldható *csúvaszínezékek* és a kénsavas észterezéssel átmenetileg stabilizált *indigoszolok* szintén másodrendű erővel kötődnek a szálban.

A viszonylag kis molekulaméretű, vízben nem (esetleg minimális mértékben) oldódó *diszperziós színezékek* szintén másodlagos kötőerőkkel rögzítődnek, főleg a szintetikus szálanyagokon (eleinte cellulóz-acetát szálakra alkalmazták őket, ezért acetát-színezékeknek is nevezték). A színezőfürdőben aggregátumok formájában jelen levő színezék a szálon monomolekulás formában képes kötődni.

Egyes *szálonfejlesztett* színezékekkel lehet kialakítani különböző színű pigmenteket az alkalmas szálak (főleg cellulóزالapúak) belsejében. A cellulóزالapú szálon az alkalmazott két komponensből először a kapcsolókomponenst (naftolát) viszik fel, és a diazóniumvegyülettel reagálva végbemegy a kapcsolat. A kialakuló, vízdoldhatósági csoportokat nem tartalmazó *azopigment* akkor optimális, ha a szál belsejében nagyobb részecskék formájában képződik, a szál felületén pedig kis méretben és minimálisan fordul elő. Ezért a színezés végén lényeges a szálfelületen lazán tapadó azopigment (dörzsállóságot csökkentő durva diszperz színezékrészecskék) lehetőség szerinti eltávolítása, amely 60 °C-os, ún. szappanozással eredményes.

4. ábra. A nedves szintartótságot növelő utánkezelések, vázlatosan



A vízdoldható színezékeknel a szálba bevitt molekulák víz hatására történő oldódása megmarad. Az *utánkezelő szerek* alapvetően a szálba bevitt színezék oldhatóságának csökkentésével biztosíthatnak kedvező szintartótsági eredményt, ami a szálban kötődött színezékmolekula méretének növelésével és a szálban levő színezék nehezebben oldódó módosulatának kialakításával érhető el. Az utánkezelés módját a színezék szerkezete határozza meg (4. ábra).

A színezés hatékonyságát befolyásoló tényezők

A különböző szálanyagokból készült termékek színezésének hatékonyságát több tényező is befolyásolhatja, amelyek a szintartótságot alakulására is hatással vannak (5. ábra).



5. ábra. Példák a színezhetőséget és közvetve a szintartótságot érintő tényezőkre

A teljesség igénye nélkül néhány példa:

– A természetes szálak közül például a nagy részarányban használt pamut estében a *magszálak érettsége* lényeges kérdés. Az éretlen szálnál a szekunder fal (a fő cellulóztartalmú rész) nincs megfelelően kifejlődve, a halott szálnak pedig csak primerfala van. A gyapjúnál a külső szálhatároló felület milyensége is befolyással van a színezékfelvételtre, például a gyapjúszálat körülvevő *epikutikula átjárhatósága* nemcsak a bundarész testen belüli helye szerint változik, hanem a szál hosszán belül is (pl. a színezékbehatolás mértéke a törésnél kisebb, mint a szál hegyénél).

– A természetes alapú mesterséges szálak esetében (pl. viszkóz) a *szerkezeti egyenlőtlenségek* mellett a *polimerizációfok ingadozása* is kedvezőtlenül hat a színezés minőségére. Hasonlóan hatással van a színezhetőségre a száltípus is, például a fényes változatú viszkózfilamentek könnyebben színezhetők a *mattírozott* fajtákhoz képest (pl. a fénytompításhoz használt titán-dioxid hozzátét szálon belüli egyenlőtlen elhelyezkedése értelemszerűen zavarólag hat).

– A mesterséges szálanyagoknál (természetes regenerált alapú, ill. szintetikus) általános problémaként jelentkezik, hogy a szálgyártás során a *külső határolófelület* mindig rendezettebb (mint a belső szerkezetű anyag), így a szálak körül egy mechanikai védelmet is jelentő, nehezen áthatolható hártaréteg fordul elő.

A *nyújtási műveletek* hatására a polimerláncok egyre rendezettebb helyzetbe kerülnek, a kristályos térrészarányad növekszik, azaz a színezékmegkötési helyek csökkennek a szálban. Egyúttal romlik a szálanyagban belüli színezékvándorlás lehetősége is, gyengítve az esélyt, hogy az aktív csoportokkal jellemzett helyekre eljusson a színezőanyag (erre utal a megnövekedett színezés aktiválási energiaigény). Egyes szálnál (pl. poliamid-6) adott nyújtási mértékig növekszik a színezék diffúziója, majd



egy maximumértéket meghaladva csökkenő tendencia következik be (az adott határon felüli nyújtással a belső szálszerkezet mintegy összetörik, a bekövetkező tömörödés miatt romlik a színezékvétel). Más szálanyagoknál (pl. poliakrilnitril) a nyújtási behatással egy ideig arányosan változik a színezékmegkötési mérték, majd szintén drasztikus csökkenés figyelhető meg (először a hajtogatott makromolekulák fokozatosan kiegyenesednek, majd a szál tengelytől kiindulva mind jobban csökken a láncmolekulák mozgása, egyre zártabb lesz a szerkezet).

Az ún. *száلتelítési érték* figyelembevétele például az anionos (savas) módosítású poliakrilnitril szálak esetében lényeges. Az alkalmas kationos (bázisos) színezékek sószerű kapcsolatot létesítenek a szál anionos aktív csoportjaival, így lényeges ismerni a szálösszegszámot (azaz hány %-nyi a száltömegre vonatkoztatott színezékmegkötési hányad; a szálanyag márkától függően a 400-as móltömegű alapszínezékből, pl. 1,5...2,5% köthető meg) és a színezék telítési tényezőjét. Az ún. *f-érték* színezékegyedenként változó és a gyártók mintakártyáiból hozzáférhető. Több színezékből álló kombinációk esetén az *f-értékekkel* korrigált színezék%-ok összege nem haladhatja meg a szála jellemző telítési értéket.

A színezendő textilanyag (laza szál, fonal, kelme) színezésre történő *előkészítése* során fontos a különböző kísérő- és szennyezőanyagok [természetes eredetű (pl. pamutviasz), ill. a mesterséges szálak esetében a feldolgozás során szerzettek (pl. aviválószerek)] maradéktalan eltávolítása. Az optimális színezés feltétele a színezendő termék megfelelő és egyenletes nedvesedőképessége, hogy a színezék a szál belsejébe akadálytalanul bejusson.

A természetes szálak esetében a színezékvételre ható adottak mellett egyes további *előkezelések* végrehajtása is lényeges a kedvező körülmények biztosítása érdekében. A pamut- és pamuttípusú szövetek (utóbbiaknál pl. a pamut-poliészter keverékek) mercerezése kerül előtérbe. A *mercerezés* során a fonalak, kelmék feszítés közbeni tömény, hideg nátrium-hidroxidos kezelése hatására többek között a színezési tulajdonságok is előnyösen alakulnak. A szubmikroszkópos szerkezet kedvező átalakulásával nő a színezékabszorpció, másrészt a szál belső fényelvezető képességének csökkenésével növekszik a színmélység. E két hatás eredőjeként a másodrendű kötőerőkkel rögzülő színezékek-nél átlagosan 30%-os, az erős kémiai kötéssel kapcsolódó reaktív színezékek esetében mintegy 40%-os színezékmegtakarítás érhető el.

A termoplasztikus szálanyagoknál előforduló hőhatások szintén jelentős befolyással vannak a szál színezékvételre való képességére. A hőkezelés módja, ideje, az alkalmazott *hőmérséklet* komoly hatást gyakorolhat a szál színezhetőségére. Például a poliészter egyensúlyi színezékvételre az *előhőregztetés* során a hőmérséklet függvényében a minimumot (kb. 120-ról 150–180 °C-on) elhagyva egyre jobban növekszik. A szál láncmolekuláinak rendezettsége fokozódik, a kristályos térrészek tömörülnek, az üregek térfogata megnő, gyorsul a színezés.

A színtartóságot befolyásoló körülmények

Tekintettel arra, hogy a használatnál, *tisztításnál* fellépő igénybevételek a szál-színezék-kikészítőszerek rendszerre hatnak, több olyan körülményt kell figyelembe venni, amely a nedves és száraz színtartósági tulajdonságokat befolyásolja.

Az adott szálanyagra alkalmas *színezéktípus-kiválasztás* alapvetően hat a színezés tartósságára. A szálanyag alkalmasága, valamint színezésre való előkészítésének minősége is kihat

a színtartóságra. Lényeges a színezés előírt állapotjelzőinek [hőmérséklet (felmelegítés és lehűtés üteme), nyomás, kezelési idő, pH, segédanyagok és vegyszerek adagolása, textilanyag, ill. fürdő mozgatása, kihúzatásos (szakaszos) eljárásoknál a fürdőarány, telítési (folyamatos és félfolyamatos) színezésnél a kipróbálási mérték stb.] pontos betartása. A színezékkoncentráció befolyásoló hatása a színtartósági igény milyenségétől függ, például a nagyobb koncentráció a nedves színtartóságokra általában negatívan, a fényállóságra pozitívan hat. Fontos, hogy a színezékol-dáshoz, valamint a színezéshez használt *víz lágyított* legyen, mert kemény vízben a kialakuló színezék kalcium-, magnézium-sói vízben nem oldódnak, ami például rossz dörzsszállóságot okoz. Egyes *fémionok* jelenléte a vízben nemkívánatos színezetváltozással jár.

A megfelelő használati színtartóságot veszélyezteti a színezési folyamat végén a szálfelületen maradt, *gyengén tapadó színezékrészecskék* számottevő előfordulása. Ezeket nagy hatékonyságú kikészítőüzemi öblítő, mosó és a tenzidekkel melegen végrehajtott *szappanozó* műveletekkel el kell távolítani (6. ábra).



6. ábra. A rossz nedves színtartóság egyik előidézője

Néhány kikészítőszerek is negatívan befolyásolhatja az egyes színtartósági tulajdonságokat. Például a fényelvezető szembeni színtartóságot ronthatják a különböző *műgyantás* végkikészítések, főleg direkt és reaktív azoszínezékek esetében. Egyes nedves színtartóságot javító (kationos) utánkezelő szerek is gyengítik a fényelvezető szembeni ellenállást, illetve rontják a dörzsszállóságot.

Színtartósági vizsgálatok

A termék rendeltetése és külső képe (fehér, egyszínű, mintás) alapján számos használati színtartósági követelmény ismert, ami szabványos módszerekkel tesztelhető (7. ábra).

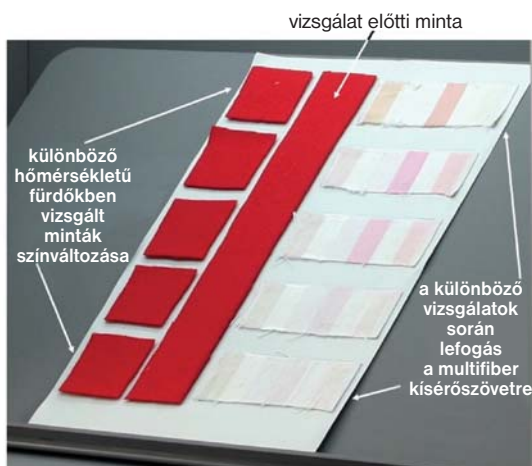
7. ábra. A főbb használati színtartósági vizsgálatok

nedves színtartóságok	száraz színtartóságok
mosással szembeni színtartóság	fényelvezető szembeni színtartóság
izzadsággal, vízzel, áztatással szembeni színtartóság	vasalással szembeni színtartóság
vegyszerrel szembeni színtartóság	káros légköri gázokkal szembeni színtartóság
vasalással szembeni színtartóság (nedvesen)	textilszínezék PVC-be történő migrációja
időjárásal szembeni színtartóság	esztétikai kopásállósággal szembeni színtartóság
nedves dörzssalással szembeni színtartóság	szűrással szembeni színtartóság



A háztartási és nagyüzemi mosással szembeni színtartóssági vizsgálatot szabványos laboratóriumi mosókészülékben hajtják végre. Az összetett próbadarab a kezelőfürdőt tartalmazó zárható edénybe kerül, a készülék forgó anyagtartó betéjébe helyezett tartályok előírt hőmérsékletű vízfürdőben mozognak a meghatározás alatt, így biztosítva a mosásnál jellemző mechanikai hatást.

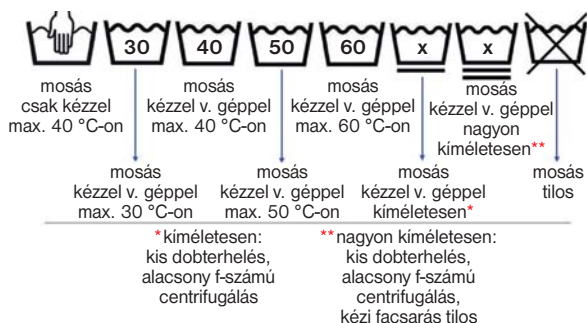
A tesztelés után értékelik a színes vágat esetleges fakulásának mértékét, valamint kétféle fehér kísérőszövetre (vagy ún. multi-fiber – sávosan különböző szálanyagokat tartalmazó – kelmére) történő lefogás alakulását (8. ábra). Mind a vizsgálat, mind az értékelés módját honosított nemzetközi szabvány rögzíti.



8. ábra. A színváltozás és a lefogás mértékének vizuális meghatározása

Körültekintés a mosás előtt

Minden textiltermékben a bevarrt szalagcímkén vagy a termék bal oldalán tartós nyomással kötelező a fogyasztót tájékoztatni többek között a nyersanyag-összetételről és a megengedett kezelési körülményekről (utóbbit piktogramsorral és/vagy magyar nyelvű szöveges információval). Az általában öt jelképes útmutató első szimbóluma a „teknő”, amelyben a megengedett legmagasabb fürdőhőmérséklet szerepel °C-ban, valamint különböző aláhúzásokkal óvatos kezelési körülményekre hívják fel a figyelmet (9. ábra).



9. ábra. A kezelési jelképsor első szimbólumának lehetséges gyakori előfordulásai (a hőmérséklet még lehet 70, ill. 95°C)

Fontos a gyártó által meghatározott mosási állapotjelzők tartása, mert csak így biztosítható a minőségmegóvó termék gondozás. A fehéríthetőségre a második, háromszög-piktogrammal utalnak. Egyszínű színes termékeknél a háromszög átlós áthúzása tiltja a fehérítőszer alkalmazását. Amennyiben a minta színes cikkben – nyomatlan – fehér részek is előfordulnak,

úgy a belül vonalkázott háromszög jelzi a klórmentes fehérítőszer használhatóságát.

A szöveges fogyasztói tájékoztatóban általában felhívják a figyelmet a közel azonos színű termékekkel együtt történő, kifordított állapotú mosásra stb.

Fontos továbbá az optimális mosószer kiválasztása a színes termékek esetén.

A mosószerek összetevői

A kereskedelemben kapható nagyszámú mosószer és ezek összetételének pontos ismertetésére nincs mód. A mosószerekkel (szilárd és folyékony mosószerekkel) szembeni főbb követelmények egységesek. Ilyen a kiváló tisztíthatóság, a textíliára nézve károsodásmentes használat, a gazdaságos alkalmazhatóság, kellemes illat, praktikus és egyszerű adagolás, a legkisebb környezeti terhelés. A szilárd mosószer használatokor ne legyen ingerlő porfelhő, továbbá az allergén anyagok ki legyenek zárva.

Az említett igényeknek való megfelelés érthetően olyan keverékanyagokat jelent, amelyeknél akár 15 féle komponens is előfordul. A fontosabb alkotóelemek a következők:

- A felületaktív anyag(ok) mint fő hatóanyagok szerepelnek, így kb. 10–15%-os részarányal fordulnak elő. Ezek fokozzák a nedvesedést, biztosítják a szennyezések oldását, a mosófürdőben az emulgeálást (pl. dodecylbenzol-szulfonsav, zsíralkohol-szulfát, napraforgó-zsírsav-alapú szappan, poliglikol-éter).

- A vízlágyítók (10–20%) jelenléte természetesen a vízben oldott, keménységet okozó kalcium- és magnéziumsókat zavaró hatásának megszüntetésére irányul. Általában a foszfátok elterjedtek, káros hatásuk még mindig kérdőjeles, ezenkívül komplexképzők, szintetikus zeolitok használata is előfordul.

- A kémiai fehérítők jellegzetes mosószerekkomponensek (kb. 10%-os előfordulással). Több készítménynél (kivéve a „color” mosószereket) a speciális hozzáadékok főleg a különböző színes foltok (gyümölcs, fű, kávé stb.) eltávolítását segítik elő. Erre a célra főként különböző hidrogén-peroxid-származékokat alkalmaznak, amelyek magasabb hőmérsékleti tartományban fejtik ki hatásukat (pl. nátrium-perborát, egyéb peroxidsók).

- Az optikai fehérítők elődjeként alkalmazták a kékítőket a fehérség fokozására, azonban ezek csak a szemünknek kedvezőbb kékes színtónust biztosítottak a fehér textíliáknak. Az első optikai fehérítőszer az 1940 körül szabadalmaztatott diamino-sztilbén-diszulfonsav volt. Az optikai segédanyagok olyan, általában kékes tónusú – a szálakra színezékként felhúzó – fluoreszkáló szerves vegyületek, amelyek egyrészt a láthatatlan ibolyántúli sugárzás egy részét látható tartományban verik vissza, másrészt a kékítő hatással fokozódik a fehérség. Így a szemünkbe érkező nagyobb mennyiségű visszavert fény növeli a fehérségérzetet, továbbá az emberi szem a kékesfehéret fehérebbnek érzékeli, mint a sárgásfehéret.

- Az enzimek a bioaktív mosószerek fontos alkotórészei. Számos ipari és háztartási felhasználásuk ismert, többek között a mosásnál végbemenő szenneltávolítás fokozására. A fehérjeegység mellett az ún. koenzim-molekulárisok jelentik a hatást kifejítő anyagot.

- A habzásgátlók (1–2%) elnevezésüknek megfelelően a mosószer nemkívánatos, fokozott kihabzását igyekeznek megakadályozni (olyan olajok, zsírok, hosszú szénláncú alkohollok, glikol-polimerek, szilikonos keverékek stb., amelyek a határfelületről kiszorítják a habképzőket), nem oldódnak a habzó folyadékban, így oldhatatlan határfilmet képeznek.



– A különböző *illatanyagok* az ún. mosólúg- és egyéb kellemtelen szaghatások megszüntetését, a mosott textilíla illatosságát biztosítják.

– A *korróziógátló* segédanyagok olyan adalékok, amelyek a mosógépek kímélését, a szerkezet élettartamának növelését szolgálják.

– A szürkülegátlók (0,5–1%) a mosófürdőbe vitt szennyeződések textilírára történő visszacsapódását akadályozzák meg mint szennylebegtető anyagok.

– *Egyéb hozzáértéként* a különböző *lúgosító* anyagok (pl. nátrium-hidroxid, trietanol-amin stb.), *lágysító* hatású készítmények szerepelhetnek a mosószerkegelyben. A színes termékekre ajánlott „color” mosóporok fő tartozéka egy olyan *polimer*, amely a színezőfürdőbe került színezékrészecskéket lebegtetve megakadályozza azok visszakerülését a textilanyagra. Így a problémás színtartóságú színezékek nem fognak le a fehér felületre és az együtt mosott egyéb cikkekre, illetve a színes textilíla élénkítő hatását biztosítják.

– A *töltőanyagok* hordozó funkciót látnak el, továbbá térfogatnövelést eredményeznek (szaporítják a mosószer mennyiségét), a mosásban aktív szerepük nincs. Általában 20%-nál kisebb részarányban tartalmaznak töltőanyagot a márkás mosószerek, a silányabb termékeknél akár 50%-os is lehet a tömegnövelő hozzáérték.

– Lényeges a mosószerek *csomagolásán* a kellő részletességű *feliratozás* [a megnevezés mellett a rendeltetés, a *százalékos összetétel*, a gyártó (importnál a forgalmazó), a töltőtömeg, a gyártási idő feltüntetése kötelező, ezenkívül szerepelni kell a vízlágyító komponens megnevezésének, a különleges adalékok felsorolásának]. Természetesen a külföldi mosószereknél mindennek magyar nyelven kell/ene eleget tenni.

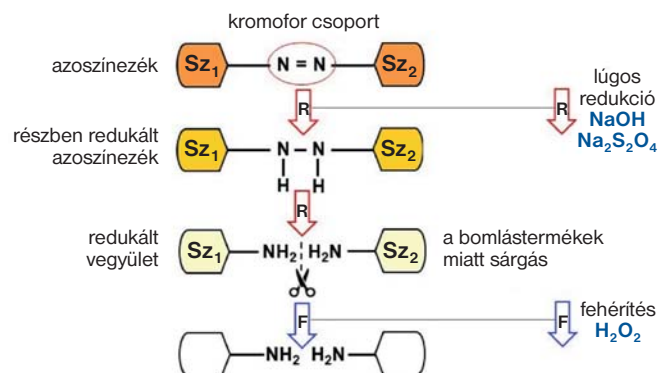
Összefoglalva: A háztartási mosások során a színes termékekre azért javasolt a „color” mosószerek használata, mert nincs bennük kémiai és optikai fehéritőszert (utóbbi színtónusváltozást okoz), másrészt olyan *színezéklebegtető* segédanyagot (pl. karboximetil-cellulóz) tartalmaznak, amely a mosófürdőbe került, levándorolt színezékrészecskéket megköti (akadályozva ezek vízszahúzását az együtt mosott egyéb textilíákra).

Javítható-e a lefogott textiltermék?

A textilíszínezékek nagy része (az ún. azoszínezékek) *lúgos redukcióval* elszínteleníthető, miután a színezék színességét biztosító vegyületrész ilyen körülmények között felbontható.

Ennek megfelelő a javítás hidroszulfittal (nátrium-ditionittal, $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$) lúgos közegben (nátrium-hidroxid, NaOH), melegen végzett kezeléssel oldható meg (10. ábra).

10. ábra. Azoszínezék elszíntelenítése

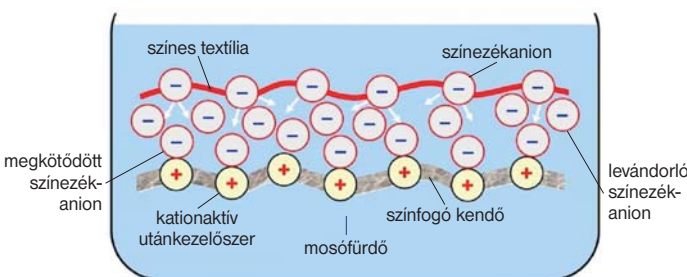


Ugyanakkor a szükséges, *veszélyes vegyszerek* a lakosság számára nem hozzáférhetőek, továbbá a kezelés során nagyon kellemtelen szagú *kénés gázok* képződnek. A nagyüzemi mosással is foglalkozó tisztítóvállalkozások közül néhányan végeznek ilyen műveletet.

Segíthet a színfogó kendő

A háztartási mosásnál – végszükségből – alkalmazható az ún. *színfogó kendő*. A színezési folyamat végén a szálfelületen maradt, gyengén tapadó színezékrészecskék hatékonyan nem távolíthatók el a háztartási mosásnál (erre csak a kikészítőüzemben van mód). Így minden nedves kezelés során valamennyi, a szálaikon lazán kötődött színezék bekerül a mosófürdőbe („ereszti a színt”), ami lefoghathat a mosógépben levő egyéb textiltermékekre.

A színtelen – általában nemszőtt – színfogó kendőt *kationaktív* utánkezelőszerszel (amit egyébként a festődékben egyes színezékek után alkalmaznak a nedves színtartóság növelésére) preparálják. Ez a mosófürdőbe behelyezve a levándorló anionos (negatív töltésű) színezékrészecskéket magához vonzza és megköti. Így a mosófürdőbe jutott színezékrészecskék döntően nem tudják az együtt mosott, egyéb színű textilíákat megszínezni (11. ábra).



11. ábra. A színfogó kendő hatásmechanizmusa

A színtartósági reklamáció érvényesíthető

Amennyiben a háztartási mosást az előírt körülményekkel végezték és bekövetkezett a színeresztés, úgy rejtett anyaghiba miatt kifogásolható a termék. Minden textilárura *kétéves kelleksszávatosság* érvényes, az eladás helyén kell kezdeményezni a reklamációt a vásárlási bizonylat bemutatásával. A vásárlástól számított 1 éven belül (2022. januártól 1-től megvett termékekre érvényes) nem a vásárlónak kell bizonyítani a reklamáció jogosságát, ez az értékesítő fél feladata. A vásárlás idejét követő 13–24. hónapig a bizonyítási teher megfordul, ebben az időszakban a vásárlóra hárul a független vizsgálóintézeti szakvéleményeztetés. Elfogadott reklamáció esetén a fogyasztó több érvényesítési lehetőség közül választhat. Elutasítás esetén az illetékes *békéltető testületnél* lehet díjmentes eljárást kezdeményezni.

IRODALOM

Rusznák István (szerk.): *Textilkémia I–II*. Tankönyvkiadó, Budapest, 1988.

Péter Ferenc (szerk.): *Színezékek kézikönyv*. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1968.

Marosi József, Tanczos Ildikó: *Textilvegyipari Kémiai Technológia I*. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1984.

https://en.wikipedia.org/wiki/Colour_fastness

<https://apparelinsider.com/color-fastness-in-textiles-an-in/>

MSZ EN ISO 105-C06 – Textilíák. Színtartósági vizsgálatok. Színtartóság háztartási és nagyüzemi mosással szemben.

MSZ EN ISO 3758:2005 – Textilíák. Jelképekkel megadott kezelési útmutató.

373/2021. (VI. 30.) Korm. rendelet a fogyasztó és vállalkozás közötti, az áruk adásvételére, valamint a digitális tartalom szolgáltatására és digitális szolgáltatások nyújtására irányuló szerződések részletes szabályairól.



A párizsi villanytündér

Az Eiffel-toronytól (a francia Iron Lady-től) nem messze, a Szajna túlpartján van egy modern művészeti múzeum, amely nem olyan híres, mint a Pompidou-központ vagy az Orsay Múzeum, de ide is érdemes benézni. Egyik termének falát a padlótól a plafonig *A villamosság tündére* (La Fée Électricité) borítja – sokáig ez volt a világ legnagyobb festménye. Raoul Dufy készítette az 1937-es párizsi világkiállításra, amely a „modern élet” művészetét és műszaki haladását ünnepelte. A „freskó” eredetileg *A fény és elektromosság palotájába* került – az Eiffel-toronnyal szembe, a Mars-mezőre.

Maga az ideiglenes „palota” is említést érdemel. A modern épületeiről ismert Robert Mallet-Stevens tervezte: enyhén ívelt, hosszú épület volt, a tetején világítótoronnyal. A homlokzatra fényeket, filmeket vetítettek, amelyek az elektromos energia nagyszerűségét közvetítették a nézőknek. A „panoráma-képernyő” úgy jött létre, hogy a vakolatba apró üvegyöngyöket lőttek. A vetítőt (két, szinkronizált berendezést) egy 40 méterre álló kabinban helyezték el: a képek 600 négyzetméternyi felületet fedhettek le. Bent a legnagyobb teremben kapott helyet a 60 méter hosszú, 10 méter magas „villanytündér”, előtte ipari berendezések óriási elemeit állították fel/lógatták le. (A modern magyar pavilon is nagyon szép volt, ezt Györgyi Géza ter-



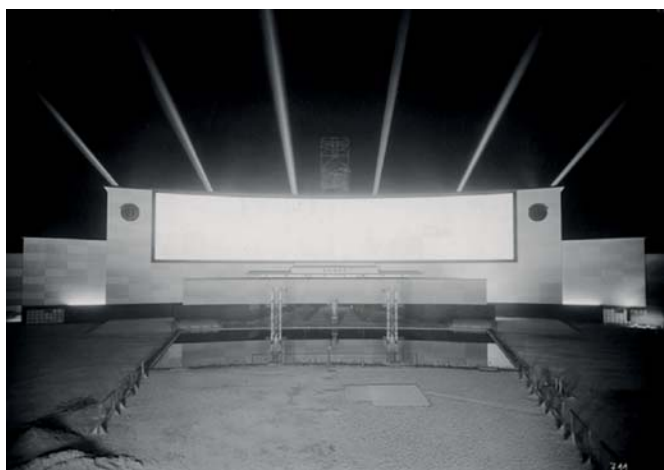
Raoul Dufy: Az elektromosság tündére (Musée d'Art Moderne de Paris, av. du Président Wilson, 11; <https://fee.mam.paris.fr/virtual-visit/?lang=en>, képernyőábra, részlet)

vezte. Az expó fő helyére, egymással szembe, a monumentális szovjet és német pavilon került. Az első tetején Vera Muhina jól ismert, munkás-paraszt összefogást jelképező szobra, a másodikán egy birodalmi sasé díszelgett. A világháború két év múlva tört ki – a kiállítással kezdetben a haladás mellett a békét is ünnepelni akarták, de a fény/elektromosság pavilonjának tervezője már a mindenhol érzékelhető szomorúságról írt.)

Nemrég új ideiglenes épület került a Mars-mezőre, körülbelül ennek a pavilonnak a helyére: a Grand Palais Éphémère. Ezt úgy tervezték, nagyrészt fából, hogy a lebontás után is felhasználhassák az elemeit. A fenntarthatóság, energiatakarékoság szempontjai máshol is érvényesülnek: a kettős héjszerkezet „nemcsak kedvező

akusztikai, hanem jó hő- és szellőzési tulajdonságokkal is rendelkezik, ami segít az energiaköltségek csökkentésében” – írja a honlapja, és azt is kiemeli, hogy a felületet burkoló átlátszó szövet nem kőolajalapú polimerekből készült, és szintén újrahasznosítható. A 2024-es olimpián még megrendeznek néhány versenyt, azután lebontják az épületet.

Az ideiglenes épületre azért volt szükség, mert a „nem efemer” Grand Palais-t, amely az 1900-as világkiállításra épült a Champs Élysée közelében, renoválták. Ennek nyugati szárnyában nagyszerű „csodák palotája” (Palais de la Découverte) működik – annak az azonos nevű természettudományi kiállításnak az állandó változata, amelyet az 1937-es expóra rendeztek a Nobel-díjas Jean Perrin irányításával. Az



A fény és elektromosság palotája a fénylő vetítőfelülettel (1937). A középen látható (itt parányi) alak: aranyozott Zeusz-szobor. Előtte, a két nagyfeszültségű oszlop között „villámításokat” produkáltak (<https://mege-paris.fr/>)



A Grand Palais Éphémère részlete a Mars-mezőn közelről (fotó: James Tamim, CC BY-SA 4.0)



akkori kiállítást hét hónap alatt több mint kétmillióan látogatták meg. Ezt a részt 2025-ig renoválják; addig szintén ideiglenes helyszínen tartanak előadásokat-demonstrációkat, a Citroën park mellett.

Perrin egyik nevezetes munkája a Brown-mozgás vizsgálata volt. Ennek eredményéről Schiller Róbert írt szemléletesen:

„... Atomok és mikroszkópban látható szemcsék tehát csak tömegükben különböznek egymástól. A nehézségi erő egyformán hat mindegyikre. Az a tény, hogy föl és le között az atomok éppen úgy tesznek különbséget, mint egy mikroszkóp alatt látható, szinte kézbe vehető részecske, talán a legfontosabb, mindenestre a legszemléletesebb érv volt az anyag atomos szerkezte mellett. Így ez lett az a kísérlet, amely megyőzte az atomok valóságáról a sokáig hitetlenkedő nagy fizikai kémikust, Wilhelm Ostwaldot.”



A nagyobbik „Csopa”, a Cité des sciences et de l'industrie előtti geodézikus kupola, a Géode (középen a tudományos-műszaki múzeum épülete tükröződik a falán). Itt nem a fényes külső felületre vetítik a filmeket, hanem a belsőre, a 3D-s moziban. A kupola mellett egy piros „Bolondság” áll. (A „geóda” gömbölyded, belül kristályokat rejtő kőzet; Parc de la Villette)

lított „Bolondságok”-at, (értsd: dekoratív, becsapós, különleges) kockavázis építményeket Bernard Tschumi tervezte. A 35 piros elem a parkra helyezett képzeletbeli négyzetháló rácspontjain áll (van, amelyikben étterem működik, és van, amelyik izgalmas mászókanak tűnik). Az együttes egyetlen nagy épület helyett (darabjaként) született az 1980–1990-es években, az akkoriban kibontakozó dekonstruktivista építészeti jegyében.

De térjünk vissza a „freskó”-hoz, amely az elektromosság történetét eleveníti fel az ókortól kezdve – több mint száz tudós, feltaláló megidézésével. Keletkezése több szempontból is technikai bravúr volt: a monumentális mű nem egészen egy évig készült, a tervekkel együtt. A tudományos háttér megteremtésében a festő testvére és a Sorbonne „általános kémiai és fizikai kutatók” laboratóriumának egyik munkatársa segített. A fizikust Henri Volkringernek hívták: pár évvel korábban népszerű fizikatörténeti könyvet írt, amely a *Nature*-től is jó kritikát kapott; az 1930-as években, a modern berendezéseknek köszönhetően, például halogénnel szubsztituált metán Raman- és infravörös spektroszkópiájáról publikált cikkeket.

Dufy vászon helyett 250 darab 2 méter-szer 1,2 méteres, enyhén ívelt, gondosan megmunkált furnérlemezt használt, amelyet festés előtt nyúlőr-enyvel vontak be (ezt még mindig használják alapozáshoz). A festett lapokat fémkeretre csavarozták fel.

A festő-kémikus Jacques Maroger, a Louvre kutatólaboratóriumának igazgatója

is sokat tett a projekt sikeréért. (A labort pár évvel korábban avatták fel; ma már részecskegyorsító is működik benne, amely mellé számos műszert telepítettek a roncsolásmentes műtárgy-vizsgálatokhoz.) Maroger a régi németalföldi festők receptjei alapján dolgozta ki a nevét viselő alapanyagot, a Maroger-zselét, a körülményes módon előállított gyantás, olajos emulziót. Dufynek jól jött a megfelelő ütemben száradó festékemulzió, mert gyorsan dolgozhatott vele. A pigmenteket külön őrlötte egy patinás céggel, Maroger ellenőrzése alatt. A festményhez persze készültek vázlatok; a motívumok körvonalait fényérzékeny üveglapokra vitték át, és ezeket lanterna magicával, a diavetítő elődjével vetítették felnyitva a furnérlapokra. (A freskót nemrégiben restaurálták. A festék még jó állapotban volt, nem is nyúltak hozzá. A 250 táblát azonban portalánították, hogy megelőzzék a későbbi károsodásokat, és azt is megnézték, jól fekszenek-e a vázon, hogy ne keletkezzenek repedések, mert a múzeumi terem sokkal élesebben kanyarodik, mint az eredeti pavilon.)

A freskó jobbról balra haladva meséli el a történetet. A magasban először az elektromosság megjelenése előtti élet képei tűnnek fel, csak a természet, aztán aratási jelenetek, szőlőpréselés, fűrészelés – nappali fényben. De lassan beesteledik, egy gőzmozdony belefut a kékségbe, kigyullad a villanyfény, és ipari berendezések, az elektromosság nyújtotta örömei jelenetei következnek. A sok tudós, feltaláló, szám szerint 108 képe, névvel ellátva, a festmény



Jean Perrin intézetének bejárta. 2023 ősze óta matematikai múzeum működik itt (lásd MKL, 2023. november). A bal oldali tábla azt jelzi, hogy egy pár hónappal későbbi szombaton, dél körül már nincs szabad időszáv aznapra (rue Pierre et Marie Curie 11.)

Az elsőnél kb. 50 évvel későbbi és most híresebb Európa legnagyobb tudományos-műszaki múzeuma, a Cité des sciences et de l'industrie (SCI). Főépületét befejezetlen vágóhídi elárúsítócsarnokból alakították ki a Villette parkban: tele van látni-, kipróbálhatóval és nagy planetárium működik benne. A parkot és a területén felál-



A kép jobb szélén Arkhimédész, a balon (lent) Leonardo da Vinci, közöttük vörös köpenyben Roger Bacon elmélkedik a fűben

A „turbina terem” az istenekkel

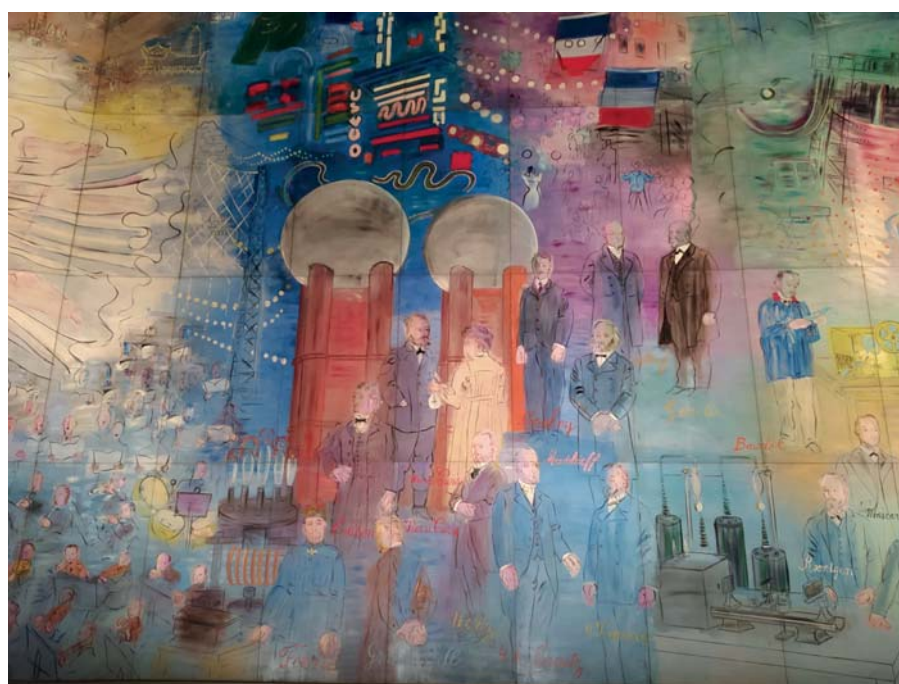
alsó részén fut körbe. Először a görögök, Arisztotelész, Arkhimédész, Thalész, aztán Roger Bacon, Leonardo da Vinci, nem pontosan időbeli sorrendben: Cavendish, Galvani békával, Volta az oszlopával, Benjamin Franklin, akinek a levelét felolvassák a Royal Society tagsága előtt, Watt, Carnot, Clapeyron és Clausius, Stephenson, Ohm, Ampère, Coulomb... Középen, a tudósok „színtjéről” indulva egy erőműhöz csatlakozó turbinaterem és hatalmas ablakai magasodnak; a modell a Párizshoz közeli Arrighi-hőerőmű volt. Jobb oldalon látunk egy kicsi kék alakot, amely a korán elhunyt főmérnököt, Arrighit szimbolizálja.

Az „erőmű” fölött, az „Olimposzon” görög istenek sorakoznak a plafon alatt. Kicsit lejjebb, jobbra Poszeidón a vihar közeledtét jelző szelet fogja be vitorlájába, és középen már a villámlást látjuk. A festmény kapcsán gyakran írják, hogy részben Lucretius műve, *A természetről* inspirálta Dufyt. Valószínűleg szóba jöhetnek a villámokat tárgyaló sorok is, köztük talán ezek:

Villámlás meg azért van, mert mikor összeütődnek
A felhők, nagyszámú szikra szökik ki belőlük,
Mintha követ kőhöz vagy vashoz versz: tüze pattan,
S fényes szikraeső száll szerte belőlük a légbe.

A villámtól balra Hermészt, az istenek hírnökét látjuk. Egyik kezében az embereknek szánt bőségszarut tarja, amely elektromossággal „töltődik fel”. Ő köti össze az Olimposzt a földi világgal.

A kép esti oldalán feltűnik a megvilágított Faraday egy indukciós tekerccsel, aztán Gibbs, Peltier, Leblanc, Davy, Becque-



Marie Curie (háttal, világos ruhában) talán a kezében levő lombikot mutatja a férjének. Tőlük jobbra Moseley, Mengyelejev, Hittorf és egy „sötét alak”, a kísérési csövekről híres Geissler; előttük többek között, Hertz és Bell, balra pedig Edison áll, mellette izzólámpák. Kicsit távolabb Zeusz hírnöke, a Villanytündér cím feltételezett ihletője száll egy zenekar fölött

rel, Morse, Röntgen... s majdnem a legvégén, újabb tudósok, feltalálók karéjában a Curie házaspár. Marie Curie az egyetlen női tudós a képen, ő is háttal áll – és mint ha egy Van de Graaf-generátorok alkotta kápuban beszélgetne a párjával.

Főnt pedig egy újabb isteni hírnök, a szivárvány istennője, a tündérszerű Irisz száll (a terem ajtaja felé) a hajnalodó égen. Róla nevezhette el a festményt – nem Dufy, hanem egy művészettörténész, jóval a világkiállítás után.

Ha pedig nem jön össze a személyes találkozás a tündérrel, virtuálisan is bejár-

hatjuk a képet; körbe-körbe, lentről felfelé. sv

IRODALOM

- Virtuális séta a „festményen”: <https://fee.mam.paris.fr/virtual-visit/?lang=en>
- Akik a képen szerepelnek: <https://www.clubrodin.fr/2018/03/26/savants-de-fee-electricite-leurs-travaux/>
- Schiller Róbert: Egy kultúra között. Typotex, 2004.
- Végvári Zs.: A Munkácsy-festmények sötétedésének problémája. In Révész E. (szerk.): Alkotás, értelmezés, recepció. MKE, 2020.
- <https://www.biographie-peintre-analyse.com/2012/09/26/raoul-dufy-la-f%C3%A9e-electricit%C3%A9-1937-analyse-d-oeuvre/>
- Titus Lucretius Carus: *A természetről* (ford.: Tóth Béla). Kossuth, 1997.



Válogatás

Az MTA Kémiai Tudományok Osztálya által kiválasztott aktuális két publikáció közül az elsőben a szerzők újszerű, porózus, négy nemesfém nanorudak kulcsparamétereit vizsgálták, létrehozva egy aranyrúd-magból és porózus Pd-, Pt-, Ir-héjből álló, többkomponensű nanorészecskéket. A második közleményben a szerzők megmutatták, hogy a CO₂-redukcióval való CO-előállítás teljesítménye szempontjából kritikus fontosságú a katalizátor mikrokozmoszának finomhangolása.

Perczel András

az MTA rendes tagja, osztályelnök

Katalitikusan és elektrokatalitikusan aktív pórúdos négyfém nanorudak kontrollált szintézise

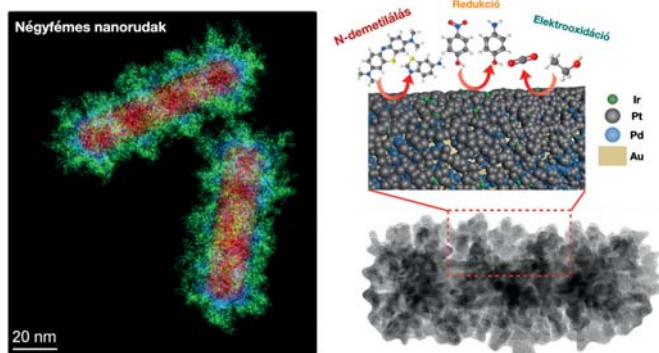
Small

<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/sml.202400421>

Dániel Zámbo, Dávid Kovács, Zoltán Gy. Radnóczi, Endre Zs. Horváth, Attila Sulyok, István Tolnai, András Deák

HUN-REN Centre for Energy Research, Konkoly-Thege M. út 29–33, Budapest, H-1121

A munka rávilágít a négy nemesfém egyetlen, pórúdos nanorészecskébe történő beépítésével kapcsolatos technikai paraméterek, valamint a felhasználás során releváns tulajdonságok közti összefüggésekre, melyekkel különböző kémiai átalakításokat katalizáló többkomponensű nanorészecskék hozhatók létre. A szerkezet és az összetétel precíz kézben tartása kulcsfontosságú az optimális tulajdonságok eléréséhez.



A lokális hidrofobicitás szerepe a nagy hatékonyságú CO-redukcióban

EES Catalysis, 2023

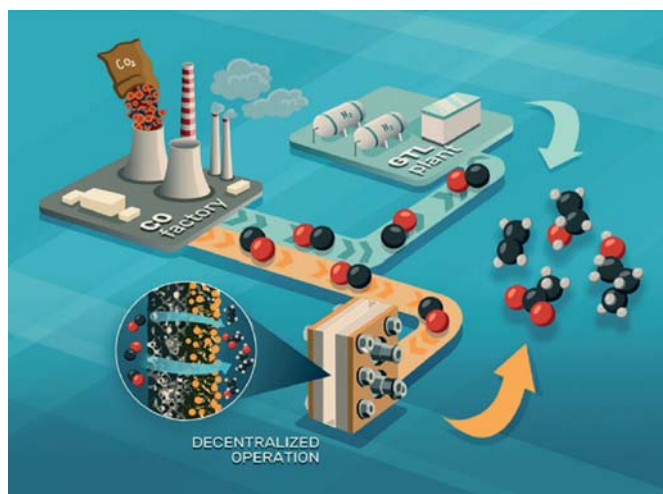
<https://pubs.rsc.org/en/content/articlehtml/2023/ey/d3ey00006k>

Attila Kormányos¹, Balázs Endrődi¹, Zheng Zhang¹, Angelika Samu¹, László Mérai¹, Gergely F. Samu^{1,2}, László Janóvá¹, Csaba Janáky^{1,2}

¹Department of Physical Chemistry and Materials Science, University of Szeged, Hungary

²ELI-ALPS, ELI-HU Non-Profit Ltd., Wolfgang Sandner 3, Szeged H-6728, Hungary

Az elektrokémiai power-to-X technológiák ígéretes kémiai energiaátalakítási módszerek, amelyek kapcsolhatóak a megújuló energiaforrásokhoz. A CO₂-redukcióval való CO-előállítás jól működik, de a többelektronos redukciós termékek szelektív előállítása kihívást jelent.



A CO-redukció során elő tudunk állítani különböző alkoholokat, metánt és etilént, ugyanakkor ebben a közleményben megmutattuk, hogy a katalizátor mikrokozmoszának finomhangolása kritikus fontosságú a nagy teljesítmény szempontjából.

Az ALLEA nyilatkozata az európai kutatás és innováció jövőjéről

Az ALLEA (Európai Tudományos Akadémiák Szövetsége) tavaly év végén hozta nyilvánosságra nyilatkozatát arról, hogy milyenek szeretné látni az EU soron következő kutatási és innovációs keretprogramját, az FP10-et. Bár még 4 év van az FP10 indulásáig, amely a 2028 és 2034 közötti időszakot fedi majd le, a keretprogram tartalmának és pénzügyi hátterének tervezése már elindult az Unió szakértő testületeinek berkeiben. Ebben a tervezési folyamatba illeszkedik az ALLEA legfrissebb nyilatkozata, amely külön hangsúlyozza az Európai Kutatási Térség tagországainak és intézményeinek minél szélesebb körű bevonását az európai kutatási keretprogramba.

A dokumentum az európai kutatás és innováció reformját vetíti előre, és olyan jövőképet vázol fel, amelyben Európa a globális verseny terén, illetve a kutatás és innováció terén vezető szerepet tölt majd be.

A nyilatkozat által megfogalmazott, az FP10 tartalmát megalapozni hivatott irányelvek a következő célokat szolgálják: a kutatás és innováció ösztönzése, a kutatási együttműködés szorosabb tétele, a tehetséggondozás, a sokszínűség és befogadás erősítése, valamint a kutatási pályázatokhoz kapcsolódó folyamatok racionalizálása. (mta.hu)

allea | All European Academies



TÚL A KÉMIÁN

Az LHS 3844b sötét oldala

A Pink Floyd ugyan egész nagylemezt adott ki *The Dark Side of the Moon* címmel 1973-ban, de ettől a Hold még a Föld, és nem Nap felé mutatja mindig ugyanazt az oldalát, vagyis nincsen sötét oldala. A közelmúlt csillagászati felismerései szerint viszont az LHS 3844b exobolygónak van ilyen. A jelenség akkor jöhet létre, ha egy bolygó meglehetősen közel kering a központi csillaghoz (vagy egy hold a bolygóhoz), mert ekkor a két oldalra ható gravitációs erő kiegyensúlyozatlansága miatt a tengely körüli forgás ideje addig változik, amíg szinkronba nem kerül a keringési idővel. Sok exobolygóról gyanítják, hogy ilyen sajátosága lehet, de ezt megfigyelésekkel is bizonyítani igencsak nehéz. Az LHS 3844b-t 2018-ban fedezték fel, a Magyarországról nem látható, Indián nevű csillagképben lévő LHS 3844 vörös törpe körül kering a Földtől mintegy 50 fényévnnyi távolságban. A bolygó hivatalosan el nem ismert neve Kua'kua, a csillagé pedig Batsü. 2019-ben a Spitzer űrtávcső méréseivel sikerült meghatározni a felszíni hőmérsékletét, ami meglehetősen alacsonynak bizonyult. Ebből az következik, hogy nincsenek rajta általában jelentős felmelegedést okozó árapály-erők, vagyis mindig ugyanazt a felét mutatja a csillag felé.

Astrophys. J. 964, 152. (2024)



Tiltott vegyszerek az újrahasznosított padlóknak



Egy svájci kutatási program 151 polivinil-kloridból készült padlóminta vizsgálata révén aggodalmat keltő felismerésre jutott: a termékek egyhatoda tartalmazott olyan anyagot, amelynek a használata adalékanyagként ma

már nincs engedélyezve. A legnagyobb problémát az ólomvegyületek, illetve a di(2-etilhexil)-ftalát lágyító jelenléte okozhatja. A tiltott anyagok mennyisége soha nem érte el azt a szintet, amely a korábbi felhasználási céljuk alapján várható tett volna, így ezek forrása minden bizonnyal a PVC újrafelhasználása.

Environ. Sci. Technol. 58, 1894. (2024)

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

BICENTENÁRIUM



M. Dr. F. Wöhler: Analytische Versuche über die Cyansäure *Annalen der Physik* Vol. 77, pp. 117–124. (1824. május)

Friedrich Wöhler (1800–1882) német kémikus volt. Elsőként állította elő az itriumot és a berilliumot elemi formában. Egy azóta tanönyvi példává vált, 1828-ban publikált kísérletben ammónium-cianáttól karbamidot állított elő, így megcáfolta a szerves és szervetlen anyagok között elvi különbséget feltételező *vis vitalis* elméletet. Az itt idézett közlemény címéből látható, hogy a ciánsav kémiája már jóval korábban foglalkoztatta.

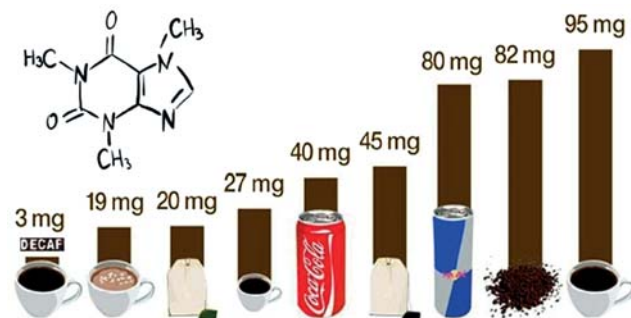


Marsi meteoritok a mesterséges intelligenciában

Egy mesterséges intelligenciával működtetett robot marsi meteoritanyagból emberi beavatkozás nélkül állított elő olyan katalizátort, amely a víz oxidációját segíti elő. A folyamat során a berendezés először lézerspektroszkópiával öt minta összetételét elemezte, majd a nagyobb mennyiségben talált hat fém alapján mintegy négy millió anyag előállításának lehetőségét vizsgálta meg. Ebből a választékból a legjobbnak tűnő 243-at hat hét alatt valóban szintetizálta is, és közülük választotta ki a legjobb teljesítményűt. A robot így nagyjából napi 60 g elemi oxigént állított elő, s erre napelemek segítségével minden bizonnyal a Mars felszínén is képes lenne.

Nat. Synth. 3, 319. (2024)

APRÓSÁG



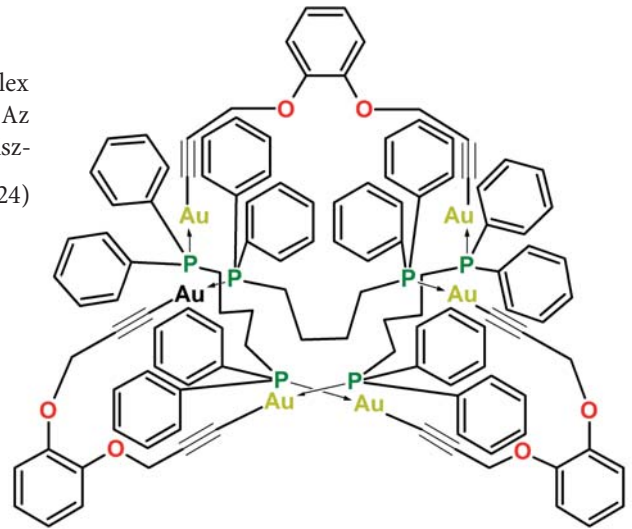
A világ felnőtt lakosságának 90%-a naponta fogyaszt valamilyen koffeintartalmú italt.



A HÓNAP MOLEKULÁJA

Az ábrán látható, hat fématomot tartalmazó arany(I)-foszfin komplex ($C_{120}H_{108}Au_6O_6P_6$) az eddig előállított legszorosabb molekuláris csomó. Az önmagába visszatérő vázat 54 atom alkotja; ezt a szerkezetet röntgenkrisztallográfiai módszerekkel is igazolták.

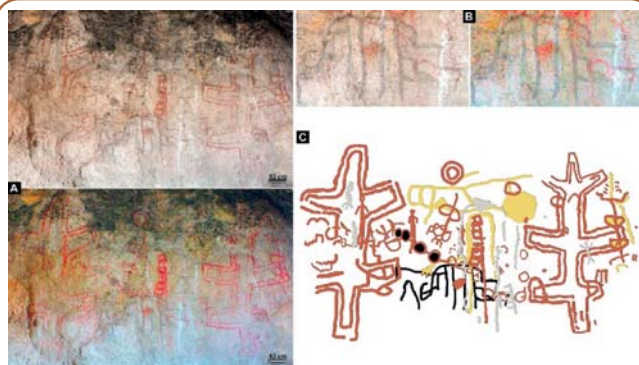
Nat. Commun. 15, 154. (2024)



Az egérlányok halálos illata

Pókok, sáskák, de még erszényes állatok esetében is előfordul, hogy a hímek akár halálos veszedelemnek is hajlandók kitenni magukat azért, hogy a nőtények közelébe kerüljenek. Az egerek esetében még csak a jelenlét sem szükséges az ilyen hatáshoz: az illat már önmagában is elegendő. Mi több, egy nemrég publikált kísérletsorozat eredményei szerint a szag a hímek szervezetének működését megváltoztatja, felgyorsítja az öregedést, és lerövidíti a várható élettartamot. Azt még nem sikerült azonosítani, hogy az illatanyag pontosan melyik komponensének van ilyen pusztító hatása.

Proc. R. Soc. B. 291, 20231848. (2024)



Sziklaművészet kormeglepetésekkel

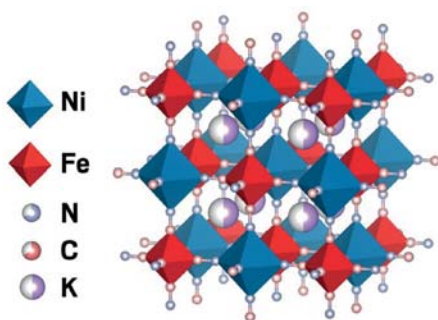
Egy argentin barlangban látható sziklarajzokon végzett kormeghatározás nagyon váratlan eredményt adott. Raman-spektroszkópiai és elektronmikroszkópos módszerekkel sikerült rájönni arra, hogy a használt festékek növényi eredetűek voltak, így radiokarbon-módszerrel is meg lehetett vizsgálni őket: a mérések szerint az alkotások legalább 8200 éve készültek. A barlangban sok más, régészeti jelentőségű eszközt is találtak, illetve a sziklarajzokról az derült ki, hogy az első és az utolsó elkészülte között több ezer év telt el. A felfedezés alapjaiban változtatja meg a korai dél-amerikai kultúráról alkotott történelmi elképzeléseket.

Sci. Adv. 10, eadk4415. (2024)

Kémiai élet a blokkláncon

A blokklánc fogalma manapság leginkább a kriptopénzek világából lehet ismerős, de valójában másféle információegosztási rendszerben is használható. Egy kutatócsoport a szabad elérésű Golem blokkláncon lehetséges prebiotikus kémiai reakciók milliárdjait állította elő mindössze kilenc, kis molekulájú kiindulási anyagból indulva. Az így generált folyamatok között felűntek olyan hálózatok is, amelyek meglehetősen emlékeztettek a biológiai rendszerekben szokásos metabolikus ciklusokra, s elvétele egyik-másik akár az önreprodukció lehetőségét is magában hordozta.

Chem 10, 952. (2024)



Trágya-elektrokémia

A mezőgazdaságban már ősidők óta hasznosítják azt a tény, hogy a trágya tele van értékes tápanyagokkal. Mostantól másféle lehetőség is megnyílik ennek a

nem túl kellemes erőforrásnak a kiaknázására: egy berlini kékhéz hasonló vegyület segítségével olyan elektród készült, amelynek segítségével háziállatok ürülékéből ammóniát lehet kinyerni, s ezzel egy időben elemi hidrogént vagy hidrogén-peroxidot előállítani. A technológia kifejlesztésében fontos szempont volt, hogy ne tartalmazzon membránokat, mert azok élettartamát a sokféle szerves anyaggal való kölcsönhatás jelentősen lerövidíti. Az elektrokémiai cellában a KNiHCF anódon a szerves anyagok oxidálódnak, az elektrolit kálium-szulfát oldata, a katódon pedig az anyag (platina vagy szén) megválasztásával lehet szabályozni, hogy milyen reakció menjen végbe.

Nat. Sust. 7, 179. (2024)



OKTATÁS

Új készségek és képességek a jövő vegyiparában

A Magyar Vegyipari Szövetség szakmai utánpótlás konferenciája



2024. március 26-án Budapesten tartotta a Magyar Vegyipari Szövetség (MAVESZ) szakmai utánpótlás konferenciáját, „Új készségek és képességek a jövő vegyiparában” címmel. A MAVESZ hagyományosan aktívan közreműködik a pályáorientációban és a szakmai utánpótlás képzéssel kapcsolatos programokban, szorosan együttműködik a képző intézményekkel (egyetemek, szakképző intézmények).

A mostani önálló rendezvény is már a harmadik volt a sorban, és a MAVESZ éves konferenciájának a programján is évek óta szerepel a szakmai utánpótlás szekciója. A konferencia tematikája kapcsolódott az Európai Unió Készségek Európai Éve (European Year of Skills) programsorozatához.



A konferencia előadói között voltak az oktatási kormányzat (Kulturális és Innovációs Minisztérium), az oktatási intézmények és a tagvállalatok képviselői. Ugyancsak előadást tartottak az Egyensúly Intézet és az IVSZ – Digitális Vállalkozások Szövetsége vezető szakemberei. Először a szakmai utánpótlás konferenciák történetében bemutatkoztak a MAVESZ nemzetközi szervezetének (ECEG – Európai Vegyipari Munkaadói Szövetség) képviselői, akik ismertették azoknak a projekteknek az eredményeit, illetve programtervét, amelyekben a MAVESZ nemzetközi szinten is részt vett/vesz.

A konferencia két legfontosabb témacsoportja a változó környezet (klímasemlegesség, fenntartható vegyi anyagok, körforgásos gazdaság) kihívásainak való megfelelés az oktatás és szakképzés területén, valamint a digitalizáció és a mesterséges intelligencia okozta változások és kihívások voltak. Mindkét területen képet kaphattak a résztvevők a magyar oktatás jelenlegi helyzetéről nemzetközi összehasonlításban (PISA- és DESI-jelentések eredményei). A délelőtti programban a szakmai készségek és képességek várható átalakulása, az azokra való felkészülés az oktatásban és a vállalatoknál kapta a legnagyobb hangsúlyt. A délutáni program kiemelt témája volt a digitalizáció és a mesterséges intelligencia térhódítása. Az előadók és a meghívott vendégek kerekasztal-beszélgetéseken is megvitatták ezeket a témaköröket, ahol a konferencia résztvevői aktívan hozzájárultak a témák elemzéséhez.

A konferencia iránt örömteli módon nagy volt az érdeklődés az oktatás szereplői részéről az alapfokú képzésben tanítóktól



kezdve az egyetemi oktatókig, beleértve egyetemi hallgatókat és PhD-ösztöndíjasokat is.

A MAVESZ mostani konferenciáján először adtak hírt a szervezők a MAVESZ és a Szabó Szabolcs Alapítvány által közösen szervezendő projektverseny terveiről. A versenyre első ízben a 2024–25-ös tanévben kerül sor, az első országos döntő házigazdája a BME Vegyész-mérnöki és Biomérnöki Kara lesz 2025 április-májusában.

A versenyen a középiskolák 10–11. osztályos csapatait várják majd a szervezők. A csapatok az ENSZ 17 fenntarthatósági célkitűzése köréből kiemelt témákból választhatnak majd projektet, amelynek a kidolgozására 3-4 hónap áll rendelkezésükre. A szervezők már meghívták a versenybizottság tagjait, akik az ötletgazda MAVESZ-t és Alapítványt, valamint az egyetemi és a középiskolai oktatást képviselik. A versenybizottság feladata lesz a versenykiírás véglegesítése, a verseny meghirdetése, valamint a lebonyolítás koordinálása.

A verseny nem jöhet létre a szakma, a tagvállalatok szakmai és anyagi hozzájárulása nélkül. A szakmai hozzájárulás két formában lesz lehetséges: a projekt készítése során a jelentkező csapatok mentorálása egy-egy vállalati szakember által és támogatás a döntőre való felkészülésben, valamint részvétel a zsűriben, ahol a kész projektek értékelése zajlik majd. A verseny lebonyolításához szükséges anyagi források biztosítását (díjak fedezete; a döntőbe jutott csapatok szállás-, utazási és étkezési költségei; a verseny rendezésének költségei) a szervezők a (tag)vállalatoktól várják, amelyek ennek fejében természetesen lehetőséget kapnak a zsűriben való részvételre, és a versenyhez kapcsolódó média-megjelenésekre is számíthatnak.

Ezúton hívjuk fel az olvasók figyelmét arra, hogy a versenynek még nincs neve, ezért 2024. május 31-ig várjuk javaslatokat a verseny elnevezésére akár a MAVESZ, akár a Szabó Szabolcs Alapítvány honlapján keresztül (mavesz.hu, ill. sz2a.hu).

Szabó Csaba

A TETT mesepályázat díjátadása



TE ÉS A TERMÉSZETTUDOMÁNYOK
mesés történetek

Már harmadszorra adták át a mesepályázat díjait március 12-én a Budapest Music Centerben. A pályázat egyáltalán nem veszít a fényéből, amit a legkésebben talán az érdeklődők számának folyamatos növekedése mutat. Ez évben 618 pályázat érkezett a 710 pályázótól (voltak csoportos pályázók) a három korcsoportban, ami most is nagy, de



örömteli feladatot jelentett a bírálóknak, ahogy azt bevezető szavaiban a pályázat szellemi atyja, Szántay Csaba, a Richter Gedeon Nyrt. tudományos főtanácsadója, egészségügy- és oktatástámogatási vezetője hangsúlyozta. Szerinte a Richter TETT-mesepályázat egyedülálló és újszerű módon ad egy lehetséges választ arra a sokakat foglalkoztató problémára, hogy hogyan lehet fellobbantani a természettudományok iránti szeretet a fiatalokban: az önmegismerésen alapuló alkotói szenvedély felfedezésében és kibontakoztatásában természettudományos irodalmi művek megírásán keresztül.

Akárcsak a pályázat korábbi évadjaiban, az idén 12 díjat és 4 különdíjat, valamint az ezekhez tartozó értékes tárgyjutalmakat kiosztó zsűri a leginkább figyelemreméltónak talált 76 alkotás szerzőit azzal ismeri el, hogy a meséik megjelennek a TETT soron következő antológiájában. A TETT-közösség erejét mutatja, hogy az idén megjelenő könyvben négy olyan szerző írása is olvasható majd, akinek alkotásai már az előző két alkalommal is szerepeltek a könyvben.



számolni, ezután a résztvevők kérdéseket tehettek fel. A választott témák – a szappankészítés rejtelméitől kezdve a kenyérszítés biotechnológiájában keresztül a természetes indikátoranyagokig – igen változatosak voltak. A versenyt Bölcskei Bence angol-kémia szakos tanár és Göbl László kémiantanár szervezte.

A verseny névadója, Nikodémusz József 1940-ben született a kárpátaljai Rozsnyón. Kétévesen, 1942-ben került Bonyhádra, amikor édesapja tanári állást kapott a gimnáziumban. 1964-től 2013-ig tanított a bonyhádi gimnáziumban, a magyar és a német mellett matematikát, orosz, kémiát és ének-zenét is.

Mélyponton az első helyes jelentkezések a kémiai nappali tagozatokra

Soha annyira kevesen nem jelentkeztek még első helyen a nappali tagozatos kémia és vegyészmérnök alapszakos képzésbe, mint az idén. Az ország összes, ilyen képzést indító intézményébe 456-an (122 kémia és 334 vegyészmérnök BSc) jelölték meg első helyen a két szak egyikét. Az előző mélypont a 2022-es év volt, 479-es jelentkezői számmal, a gyakran bázisívnek tekintett 2011-ben még 962 volt az érték. A kémiantanár-képzés sem tudott elmozdulni a megsemmisülésközel állapottól: az osztatlan nappali tagozatot első helyen országosan 17-en jelölték meg. Itt igen súlyosan megtévesztő a jelentkezések teljes számára (134) hivatkozni, mert ezekből 117-et a rövid ciklusú, levelező, jelenleg állami finanszírozású képzésbe adtak be – olyanok, akiknek már eleve van (gyakran tanári) diplomájuk. A felvételi adatokról részletesebb elemzést júniusi számunk közöl majd. **LG**

Vegyipari mozaik

Hogyan segíthetjük a Z-generáció egészségének fejlesztését és megőrzését? A Richter Gedeon Nyrt. immár harmadik alkalommal rendezte meg az egyetemistákat megcélzó ötletmaraton-versenyét, a Richter MindRunt. A megmérettetésre a hallgatók választott egyetemüktől függetlenül pályázhattak, a döntőket pedig a verseny fiatal tudósokból álló mentorcsapata választotta ki. A 24 órás próbatétel célja, hogy a résztvevők inspiráló, kreatív környezetben, csapatban dolgozva hozzanak új, megvalósítható és fenntartható megoldásokat valós társadalmi



A díjátadó során a zsűri tagjai elbeszélgettek a díjazottakkal, és a jelenlevők megismerhették a művek születésének körülményeit, azokat a gondolatokat, élményeket, amelyek a meséket befolyásolhatták. A közönség nagy érdeklődéssel hallgatta és hálás tapsal jutalmazta ezeket a néha talán kicsit suta, máskor nagyon megfontolt és összefogott, de mindenképpen őszinte megnyilvánulásokat. Öröm volt bepillantást nyerni a fiatal meseírók gondolataiba; talán nem reménytelen a természettudós pálya jövője, nincs kivészve az intuíció, a kreativitás a jövő szakembereiből sem.

A „mesepályázat-induló” refrénjének két sorával zárom beszámolómat:

Írj mesét a világra/Légy a tettek királya!

A díjazottakat és meséiket a TETT honlapján (<https://tettmesepalyazat.hu/>) olvashatják. **KT**

Prezentációs kémiaaverseny Bonyhádon

A Bonyhádi Petőfi Sándor Evangélikus Gimnázium, Kollégium és Általános Iskola idén először rendezte meg a Nikodémusz József Prezentációs Kémiaaversenyt a Bonyhádi Szellemi Zsendülés programsorozat keretében. A közönség összesen nyolc előadást hallgathatott meg. A több magyar oktatási intézményből érkező, 7–10. osztályos indulóknak egy saját maguk által az iskolában vagy otthon végrehajtott kísérletről kellett legfeljebb tíz percen be-



problémákra. Idén a Z-generáció egészségmegőrzésére és testtudatosságának fejlesztésére keresték a választ a versenyzők.

Az ötletmaraton résztvevői amellett, hogy egy eddig ismeretlen, új helyzetben tehetők próbára magukat a projektfeladat kidolgozása során, értékes visszajelzéseket is kaphattak a mentoroktól. Így nemcsak új kapcsolatokat tudtak kiépíteni, de saját képességeik és ismereteik fejlesztését is nagymértékben elősegítette ez a megmérettetés.

Az idei projektfeladat középpontjába olyan innovatív, hosszú távon is fenntartható ötletek kidolgozását várták a résztvevőktől, amelyek a kellő tudományos megalapozottság mellett a Z-generáció testi egészségmegőrzését helyezik fókuszba, legyen szó akár a biológiai óra fontosságáról, a mozgásszegény életmódról, súlyproblémákról, termékenységmegőrzésről, akár az egészséges táplálkozásról.

A csapatokat a mentorok alakították ki a helyszínen, a kiválasztás során pedig a hallgatók eltérő szakterülete és érdeklődési köre is hangsúlyt kapott.



A Richter MindRun győztese a *Mértékkel(1)* elnevezésű projekt lett. Az ötlet kiindulópontját az adta, hogy különösen az egyetemi vizsgaidőszakok során gyakran háttérbe szorulhat a rendszeres és egészséges táplálkozás jelentősége. A felvázolt program lényege, hogy országos lefedettséggel, megfelelő mértékű edukációval – az influenzaszerek által közvetített üzenetek mellett – a szakemberek tanácsai is kellő publicitást nyerhessenek. Az információk terjedését különböző edukatív célú kitelepülésekkel, interaktív szimulációkkal, látványos kísérletekkel és „szakember-simogatóval” valósítanák meg, ahol a különböző szakterületek képviselőivel (pl.: pszichológus, dietetikus) beszélgethetnének a hallgatók.

Az öt csapat munkája alapján kidolgozott ötletek mindegyike egyedi, új megközelítésmódot tartalmazott, így a győztes csapat kiválasztásán túl a zsűri idén is kiosztott egy különdíjat. A verseny különdíjasa a *Ciklusséta* projektötlet. Ebben egy olyan egyetemistáknak szóló verseny kidolgozását vázolták fel, amely a menstruációs szegénységre hívja fel a figyelmet, és mindkét nem számára segítséget nyújthat a női test működésének megértéséhez. (<https://www.gedeonrichter.com/hu-hu/media/240306b>)



Riadót fújtak a fiatalok mentális és fizikai jóllétéért tenni vágyó győztesek a Richter Anna Díj idei gáláján. A beérkezett több száz pályázat nagy része az egyre rosszabb fizikai és mentális állapotban levő fiatalokat helyezte fókuszba, így érthető, hogy a 15 döntős csapat projektjei közül is több nekik szóló prevenciót, edukációt és a problémáikra adott megoldási javaslatokat tartalmaz. Az egyedülálló és egyre népszerűbb Richter An-

na Díj díjátadó gáláján minden értelemben taroltak a fiatalok: mind a hat győztes projekt célközönsége az ő korosztályuk, és a közönségdíjat is a Junior kategória egyik diákcsoportja nyerte. Az ünnepélyes gálán hat csapat ünnepelhette, hogy álmuk valóra vált. Az alapító Richter Gedeon Nyrt.-nek kiemelkedően fontosak az egészségügyben, oktatásban és gyógyszerészetben dolgozók, valamint a jövő generációja. A Richter Anna Díj őket, különösen az ezeken a területeken dolgozó nőket kívánja elismerni és támogatni ötleteik megvalósításában.



A közönségdíjas csapat (Prevenció az új szenzáció!)

A díjazott programok: Szülőklub podcastsorozat az evészavarokról, önsértésről, függőségről, bántalmazásról; Dőlnek a tabuk az iskolákban a mentális zavarokról való kommunikációban; A magasan képzett gyógyszerészek elengedhetetlen résztvevői egy sikeres társadalomnak; Nem elhízni könnyebb, mint lefogyni; Egészségtudatosság szórakoztatóan több ezer diák számára; Prevenció az új szenzáció!

A Richter Anna Díj hat nyertes csapata az ünneplést követően munkához lát, és terveik szerint elindítják projektjeiket. A díj honlapján és közösségi oldalán követhetjük majd figyelemmel a csapatok tevékenységét, 2024 őszén a folyamatot összefoglaló filmeket is bemutatják. (<https://www.gedeonrichter.com/hu-hu/media/240321>)



A MOL-csoport idén is 90-nél több frissdiplomás-pozíciót hirdet meg a Growww programban. A vállalat 8 országban több mint 90 pályakezdőt vesz fel, akik lehetőséget kapnak arra, hogy az egyéves program keretein belül az energiaátmenet frontvonalában dolgozzanak, és elhozzák a holnap megoldásait. A program egyben ugródeszka is az egyetemi alap- vagy mesterképzést végzett fiatalok számára, ugyanis a Growwwerek 80%-a később a MOL-csoportnál helyezkedik el.

Magyarországon több mint 40 jelentkezőt vesznek fel, de Csehországban, Lengyelországban, Szlovákiában, Olaszországban, Romániában és Horvátországban is lehet pályázni. Az egyéves programba, amely bevezeti a fiatal tehetségeket az energiaipar rejtelmeibe, legfeljebb egyéves munkatapasztalattal rendelkezők je-



lentkezhetnek. A Growwerek beilleszkedését tapasztalt szakemberek segítik mentorként, emellett szakmai és személyes fejlődésüket számos egyéb módszerrel biztosítja a vállalat. (www.mol.hu)



Versenyképesebb, önellátóbb és zöldebb régió: okos átmenettel éri el a MOL-csoport a karbonsemleges működést.

A MOL-csoport frissítette SHAPE TOMORROW elnevezésű hosszú távú stratégiáját: a vállalat célja, hogy zöldebbé, önellátóbbá és versenyképesebbé tegye a régiót. 2030-ig több mint 4 milliárd dollárt költ zöld beruházásokra, 2050-re pedig eléri a karbonsemleges működést. A MOL-csoport a holnap megoldásaival biztosítja az okosátmenetet: beruházásaival tovább erősíti a régió ellátásbiztonságát, értéket teremt a hulladékból és innovatív technológiákkal formálja a mobilitás jövőjét. A frissített stratégia nagyobb hangsúlyt fektet a megújuló üzemanyagokra, a zöld hidrogénre, a biometánra és a geotermikus energiára.

A stratégiafrissítés legfőbb elemei üzletáganként a következők:

A **Downstream** (Finomítás és Kereskedelem) tovább erősíti finomítási pozícióját Európában, miközben dinamikusán alkalmazkodik a mobilitás és a gazdaság változó szükségleteihez. A megújuló üzemanyagok térnyerése új dimenziókat nyit meg a fenntartható mobilitásban: a frissített stratégia a biometán és a zöld hidrogén előállítására összpontosít, a körforgásos gazdaság bekapcsolása pedig fokozza a bio- és hulladék-anyagáramok hozójárulását a termeléshez. A portfólió diverzifikációja érdekében a MOL-csoport 2030-ig 1 milliárd dollárt szán hulladékgazdálkodási, újrahasznosítási és közepes méretű vegyipari beruházásokra.

A vállalat rugalmasabbá teszi a kőolajfinomítást, hogy megfeleljen a gazdasági és a szabályozói környezet elvárásainak, és tovább erősítse a régió ellátásbiztonságát. Emellett 1 milliárd dollárt meghaladó összeget különít el 2030-ig olyan beruházásokra, amelyek lehetővé teszik az energiahatékonyság javítását, növelik a fenntartható üzemanyagok arányát a termelésben és érdemben csökkentik az üzletág üvegházgáz-kibocsátását. A célok eléréséhez növelni fogják a megújuló villamosenergia felhasználását is az egész MOL-csoportban, különösen a Downstream területen.

Az **Upstream** (Kutatás-Termelés) kulcsszerepet vállal a csoport szintű transzformáció finanszírozásában, a természetes termelés-csökkenés lassítása pedig továbbra is első számú feladat. A MOL-csoport a termelést a következő 5 évben legalább a mostani, 90 ezer hordó olajegyenértéknek megfelelő átlagos napi szinten tartja. A hagyományos szénhidrogén-termelésen túl karbonsemleges projektekkal erősít az üzletág: a vállalat a meglévő kompetenciáira építve geotermikus kutatásba kezd, elindítja a kísérleti lítium-projektet, a szén-dioxid-besajtolás és -tárolás területén pedig a tárolói kapacitások kiépítésére fókuszál. Az üzletág emellett tovább erősíti a MOL és az INA közötti, határokon átfelölő együttműködést, optimalizálja az infrastruktúráját és hatékonyságnöveléssel, költségoptimalizációval támogatja a régió ellátásbiztonságát. Nemzetközi portfólióját tovább diverzifikálja és stratégiai partnerkapcsolatokat létesít.

A **Fogyasztói Szolgáltatások üzletág** célja, hogy 2030-ra évi 1 milliárd dollárnyi EBITDA-t érjen el. Ehhez szükséges a hálózat további bővítése és optimalizálása a meglévő és potenciális új piacokon a közép-kelet-európai régióban. A nem üzemanyag típusú termékek arányát 2025-ig az összes tranzakció 65%-ára, 2030-ig

pedig 85%-ára tervezi növelni a vállalat, illetve célul tűzte ki, hogy a régió országaiban 10 millió vásárló használja a MOL MOVE applikációt. A MOL folytatja a töltőállomások átalakítását a kelet-közép-európai régióban, tovább bővíti és erősíti a gasztronómiai kínálatát. A piaci igényekkel összhangban tovább fejleszti a mobilitási megoldásait, elektromos töltőhálózatát, illetve felkészül a hidrogén-üzemanyagcellás járművek elterjedésére.

A MOL-csoport integrált üzleti modellje megoldást nyújt az egyik legjelentősebb környezeti kihívásra: a hulladékgazdálkodásra. A vállalat értékes alapanyagként és energiaforrásként tekint a hulladékra, és 2035-ig 65%-ra növeli az újrahasznosítási arányt, miközben 10%-ra szorítja vissza a hulladéklerakást. A hulladékgazdálkodási üzletág 2030-tól évente 1,5 millió tonnányi alapanyagot biztosíthat a regionális olaj-, energia- és vegyipari szektorok számára.

A MOL-csoport saját megújuló portfóliót épít ki, mivel a Downstream dekarbonizációja miatt a vállalat éves megújulóenergia-fogyasztása 2030-ra elérheti a 2500 GWh-t. Az épülő százhalombattai zöldhidrogén-üzemet is megújuló villamos energiával fogja ellátni a MOL. A vállalat a termelés nagy részét várhatóan napenergia-beruházásokkal biztosítja, de további megújuló forrásokat és tárolási megoldásokat is mérlegel. (www.mol.hu)



A szélenergia és a mezőgazdaság. A mezőgazdaságot sújtó klímakockázatok várhatóan fokozódni fognak, ami bevételkiesést, súlyosabb esetben egzisztenciális veszélyt jelent a gazdálkodóknak. A szélenergia és a mezőgazdaság már azért is jó párosítás, mert egy-egy szélturbina kevesebb mint 500 m² földterületet foglal el, ami összességében nagyságrendekkel lehet kevesebb, mint amennyi egy naperőműhöz szükséges.



A gazdálkodók a turbina közvetlen környezetében lévő földterület akár 95%-át kihasználhatják. A fenntartható mezőgazdaság koncepciója a terméshozam maximalizálásának és a gazdasági stabilitás fenntartásának kényes egyensúlyán alapul, miközben a természeti erőforrások felhasználását és a környezetkárosítást minimalizálja. Ehhez több ponton is hozzájárulhat a szélenergia magasabb fokú kihasználása, aminek minél szélesebb teret kell biztosítani a magyar energiamixben.

A mezőgazdaság a világ legtöbb részén, így Magyarországon is rendkívül érzékeny, a gazdasági és környezeti hatásoknak kiszolgáltatott iparág. A klímaváltozás a jövőben a mezőgazdaságot érintő éghajlati kockázatokat is várhatóan tovább súlyosbítja.

A megújuló energiarendszerek, így a szélenergia is integrálható a mezőgazdaságba, amelyek csökkentik az ágazat gazdasági kockázatait, közvetetten segíthetik a védett mezőgazdasági haszonállatok és növények természetes helyükön való megőrzését, továbbá támogathatják a talajvédelmet.



Ennek a fajta kettős hasznosításnak elterjedése egyaránt támogatja élelmezés- és energiabiztonságot. Magyarországon a szélenergia és a mezőgazdasági tevékenységek kettős hasznosításával lehet a leggyorsabban és legegyszerűbben ezt a kettős célt megvalósítani, illetve támogatni a talajvédelmi és biodiverzitásmegőrzési programok (pl. EU Biodiversity Strategy for 2030) eredményességét.

A turbinák által termelt többletbevételeket vissza lehet forgatni a gazdaságba, vagy kompenzálni lehet a mezőgazdasági termelés esetleges bevételkieséseit. Ha ezáltal növelni tudják a termelést, több berendezést vásárolhatnak, és növelhetik a nyereségüket, akkor nagyobb valószínűséggel maradnak a szektorban. Jelenleg hazánkban csak a napelemek mezőgazdasági területeken való hasznosítása lehetséges (agrofotovoltaika), de a szélerőművek telepítését ellehetetlenítő korlátozások közelmúltbeli feloldásával ez remélhetőleg hamarosan változni fog. Egy ma Magyarországon potenciálisan telepíthető átlagos szélerőmű 15–30 Ft/kWh árazás esetén mintegy 100–200 millió forintot éves pluszjövedelmet biztosíthatna csupán a megtermelt villamos energia értékesítésével az agráriumnak és a földtulajdonosoknak.

A megtermelt áramot azonban fel lehet használni üvegházak működtetésére is, hogy fosszilis tüzelőanyagokból származó energiaforrások használata nélkül termeljenek tiszta vizet, biztosítsák a hőellátást, vagy egyéb berendezéseket működtessenek. Az üvegházakban alkalmazott megújuló energia gazdaságos megoldás a növények és zöldségek növekedéséhez szükséges optimális hőmérséklet fenntartására. Az állam és az önkormányzatok mellett a piac is beszállhat. Amennyiben versenyipiaci szereplők valósítják meg a szélerőmű-beruházást, a földtulajdonosok kompenzációban részesülhetnek:

- Az építés előtti opciós megállapodással a projektfejlesztők a kompenzáció fejében rövid távú jogokat szereznek a szélerőmű-projekt megépítésére, amennyiben az életképesnek minősül. Ez időt biztosít számukra a szélerőforrás-értékelésre, az engedélyek jóváhagyására és a projekttervezésre, mielőtt hosszú távú szélenergia-fejlesztési szerződést írnának alá.
- A hosszú távú, kártalanítási kifizetésekről szóló megállapodások már jóval összetettebbek: kiterjednek az ingatlanok bérbeadására vagy szolgalmi jogára, a felelősségre, a földterületre gyakorolt hatásokra és a leszerelésre is. A földtulajdonosok tárgyalhatnak önállóan is a projektfejlesztővel, de számos példa van arra, hogy a földtulajdonosok egyesületet hoztak létre, hogy a tárgyalások során egyesítsék erőforrásaikat.

A részt vevő földtulajdonosok száma nagymértékben függ a projekt méretétől, a szükséges földterülettől is. A kompenzáció legnagyobb részét azok a földtulajdonosok kapják, akiknek a földterületein a turbinákat elhelyezik, de a projekt infrastruktúráját (például távvezetékek, alállomások, utak stb.) befogadó földtulajdonosok is részesülnek kompenzációból.

Mindezek megvalósítása természetesen számos tényezőtől függ: többek között az energia költségétől, a megfelelő hálózati kiépítettségtől és rendelkezésre állástól, valamint a kormány által a megújuló energia bevezetéséhez nyújtott ösztönzőktől/támogatásoktól is. Mivel a megújuló erőforrások hatalmas potenciállal rendelkeznek a mezőgazdaság számára, a kormánynak és a helyi önkormányzatoknak is érdemes világos szabályozással, valamint tapasztalatcserére és kapcsolatépítésre szolgáló fórumokkal támogatnia a mezőgazdálkodásból élőket.

(<https://www.tisztajovo.hu/megujulo-energiaforrasok/2024/03/21/a-szelenergia-adhatna-penzugyi-mentoovet-a-hazai-mezogazdasagnak-a-klimavaltozas-koraban>)

Zöld akkumulátort fejlesztenek Bécsben. Jelenleg az elhasznált akkumulátorok 40 százalékát hasznosítják újra, a többit elégetik.

Az Osztrák Technológiai Intézet kutatási projektje keretében most 35 szakember újrahasznosított anyagokból fejleszt akkumulátorokat az intézet floridsdorfi laboratóriumában. Később alternatív nyersanyagokkal is kísérleteznek majd. A bányászat során keletkező maradékanyagok sok kobaltot, nikkelt és mangánt tartalmaznak, a napelempanelék pedig szilíciumot, amit szintén újrahasznosíthatunk – mondta Damian Cupid, a projekt vezetője.



FOTÓ: AIT/LANG

A kutatók célja olyan anyagok és cellák kifejlesztése, amelyek teljesítménye felveszi a versenyt a hagyományos akkumulátorokéval. De nemcsak az alapanyagok esetében, hanem a gyártás során is fontos szempont a fenntarthatóság. Ezért csökkenteni akarják a technológiai folyamatok oldószer-, áram- és gázfelhasználását.

Azzal, hogy fenntartható technológiákat fejlesztünk ki az elsődleges és másodlagos nyersanyagforrások, valamint régi akkumulátorok újrahasznosításának összehangolásával, jelentősen hozzájárulunk az alapanyagok körforgásához az európai akkumulátorgyártásban. Ráadásul ezzel elősegítjük a szektor stratégiai függetlenségét, versenyképességét és alkalmazkodóképességét a változásokhoz – tette hozzá a projektvezető.

Az persze csak később derül ki, hogy az itt kifejlesztett akkumulátorok közül beindul-e valamelyiknek a tömeggyártása, illetve hogy melyik terjed el széles körben. (<https://greendex.hu/zold-akkumulatort-fejlesztenek-becsben/>)

Dobó Dorina összeállítása

Korrektció. A 2024. áprilisi számban a Kutus Bence fiatal kutatóval készült interjú kezdő sorába (103. oldal) sajnálatos hiba csúszott: az ajkai vörösiszap-katasztrófa 2010-ben volt, nem 2004-ben. A pontatlanságért a szerző az olvasók szíves elnézését kéri. Köszönet Kukovecz Ákos kollégámnak, hogy a tévedésre felhívta a figyelmemet.

KT



A Megújuló Energiák Nemzeti Labor workshopja Szegeden



„Zöld út a kapcsolódásnak: együttműködési lehetőségek ipar és kutatás között” címmel tartott előadást a Pécsi Tudományegyetem által vezetett konzorcium 2024. április 9–10-én a Szegedi Akadémiai Bizottság székházában. Az esemény fő szervezője Janáky Csaba, a Szegedi Tudományegyetem kutatója volt, a házigazda szerepére Kocsis-M. Brigitta tudományos újságíró, az M5 Novum

című, heti rendszerességgel jelentkező tévémagazinjának műsorvezetőjét kérték fel.

Az első napon az ipar képviselőivel (Messer, eChemicles, Art Technics Kft., MOL, Bosch) találkoztak a résztvevők, majd 29 munkacsoport számolt be az elmúlt fél év tudományos eredményeiről. A második napon egy tudománykommunikációs stratégiákról szóló szekciót követően került sor az Éghajlatváltozás Multidiszciplináris Nemzeti Laboratórium, a Kooperatív Technológiák Nemzeti Laboratórium és a Mesterséges Intelligencia Nemzeti Laboratórium bemutatkozására is. A program a Szegedi Tudományegyetem Energetikai Innovációs teszttálmásának meglátogatásával zárult.

MKE-HÍREK

Tájékoztatjuk tisztelt tagtársainkat, hogy a **személyi jövedelemadójuk 1 százalékanak felajánlásából idén 671 907 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 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 2023. évi szja bevallásakor – értékelve törekvéseinket – éljenek a lehetőséggel, és személyi jövedelemadójuk 1%-át ajánlják fel az erre vonatkozó Rendelkező nyilatkozat kitöltésével

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

Az MKE adószáma: 19815819-2-41

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

Terveink szerint 2024-ben az így befolyt összeget ismételten a hazai kémiaoktatás feltételeinek javítására, a Középiskolai Kémiai Lapok, az 56. Irinyi János Országos Középiskolai Kémiaverseny, valamint 2024-ben tizenhatodszor 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.

Az MKE 2024. évi rendezvénynaplója

Dátum	Rendezvény	Helyszín
Május 10.	Küldöttközgyűlés	Budapest
Május 14–15.	MKE Biztonságtechnikai Szeminárium, 2024	Balatonszárszó
Június 5.	2 nd Blue Danube PhD Symposium online conference	
Június 10–12.	Vegyészkonferencia	Eger
Június 24–26.	18 th European Symposium on Comminution & Classification	Miskolc
Augusztus	Varázslatos Kémia Nyári Tábor	
Augusztus 25–29.	International Conference on Green & Sustainable Chemistry	Budapest
Október 14–16.	Őszi Radiokémiai Napok	Balatonszárszó
November 14.	Kozmetikai Szimpózium	Budapest
November 26–27.	Hungarocoat Nemzetközi Festékipari Kiállítás és Konferencia	Budapest

Magyar Kémikusok Egyesülete Tisztújító Küldött Közgyűlés

Időpont: 2024. május 10. 10:00

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

A regisztráció 9:00-tól kezdődik.

A közgyűlési dokumentumok honlapunkról letölthetőek.

A küldötteket, szakosztályok, szakcsoportok, területi szervezetek, munkahelyi csoportok vezetőit és minden egyesületi tagtársunkat szeretettel várjuk.

HUNGARIAN CHEMICAL JOURNAL

LXXIX. No. 5. May

CONTENTS

<i>An interview with Professor Emeritus Ernő Brücher (University of Debrecen)</i>	134
IMRE TÓTH	
<i>Agrokémia Sellye. An introduction</i>	138
GABRIELLA KOCSIS, EVELIN LIZA KISS, NORBERT FARKAS, and SÁNDOR BOKOTEY	
<i>Veolia in Hungary</i>	140
GÁBOR LENTE	
<i>On an informal press conference: the contradictions of sustainable energy economy</i>	142
GÁBOR LENTE	
Book review	
<i>Under a spell of illusions: The burdens of sustainable development by András Gelencsér</i>	143
GÁBOR LENTE	
<i>Whom is it named after? Arrhenius equation</i>	146
GYÖRGY INZELT	
<i>On colour fastness</i>	150
CSABA KUTASI	
<i>The Spirit of electricity</i>	156
VERA SILBERER	
<i>Publication of the month</i>	159
<i>Chembits</i>	160
GÁBOR LENTE	
<i>News of the Month</i>	162

Az MTA Kémiai Tudományok Osztálya,
a BME Vegyészmérnöki és Biomérnöki
Kara és a Magyar Kémikusok Egyesülete
tisztelettel meghívja

A molekuláris gépek robaja

című interaktív beszélgetésre

Ben Feringa
Nobel-díjas kémikussal

A RENDEZVÉNY IDŐPONTJA:

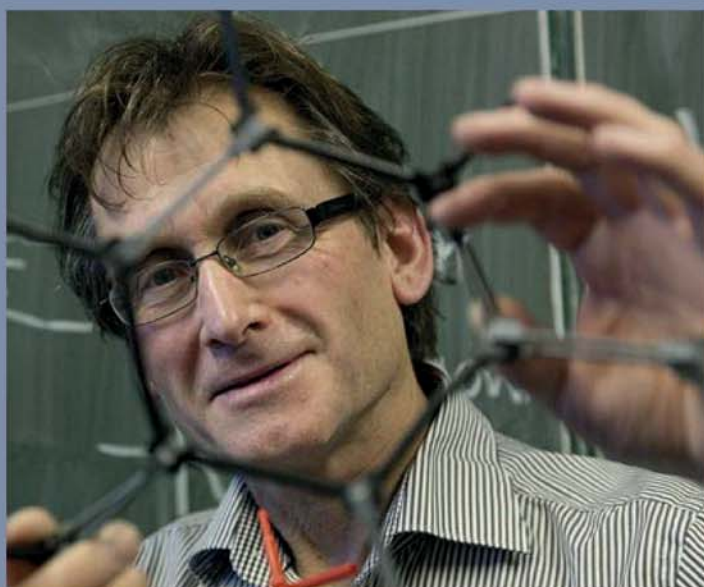
2024. május 16., csütörtök, 10.00 óra

HELYSZÍNE:

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi
Egyetem, K épület, Díszterem
Műegyetem rakpart 3-9, Budapest



REGISZTRÁCIÓ



Az MTA Kémiai Tudományok Osztálya,
az ELTE Kémia Intézete,
a Hevesy György Kémia Doktori Iskola
és a Magyar Kémikusok Egyesülete
tisztelettel meghívja

Ben Feringa
Nobel-díjas kémikus

The Art of Building Small - from molecular switches to motors

című előadásra.

A RENDEZVÉNY IDŐPONTJA:

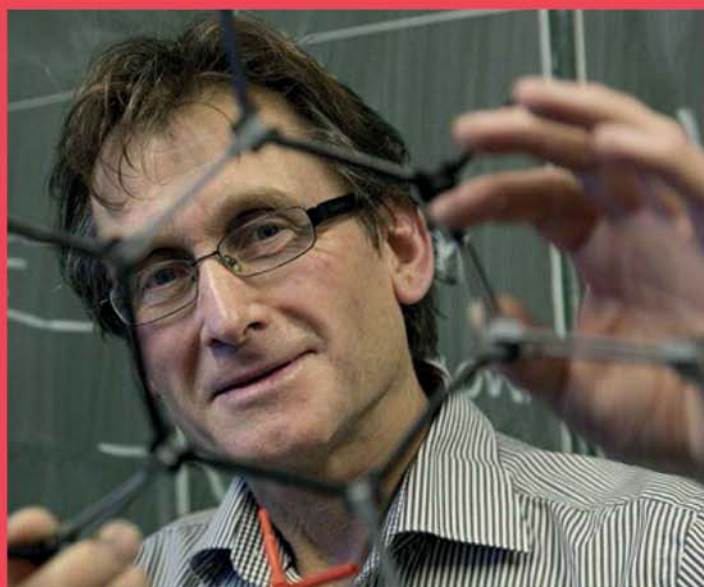
2024. május 16., csütörtök, 16.15 óra

HELYSZÍN:

Eötvös Loránd Tudományegyetem,
Természettudományi Kar, Konferenciaterem
Pázmány Péter sétány 1/A, Budapest



REGISZTRÁCIÓ



Raman mikroszkópia gyorsan, vizuálisan

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

... kompromisszumok nélkül.

• thermoscientific.com/DXRxi



**DXR™xi Raman képalkotó
mikroszkóp**

Nagyteljesítményű, integrált
Raman képalkotó rendszer



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

Teljesen vizuálisan kezelhető,
gyors, Raman spektroszkópián
alapuló képalkotás

Kizárólagos képviselő:

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

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

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

UNICAM

Magyarország Kft.