

A TARTALOMBÓL:

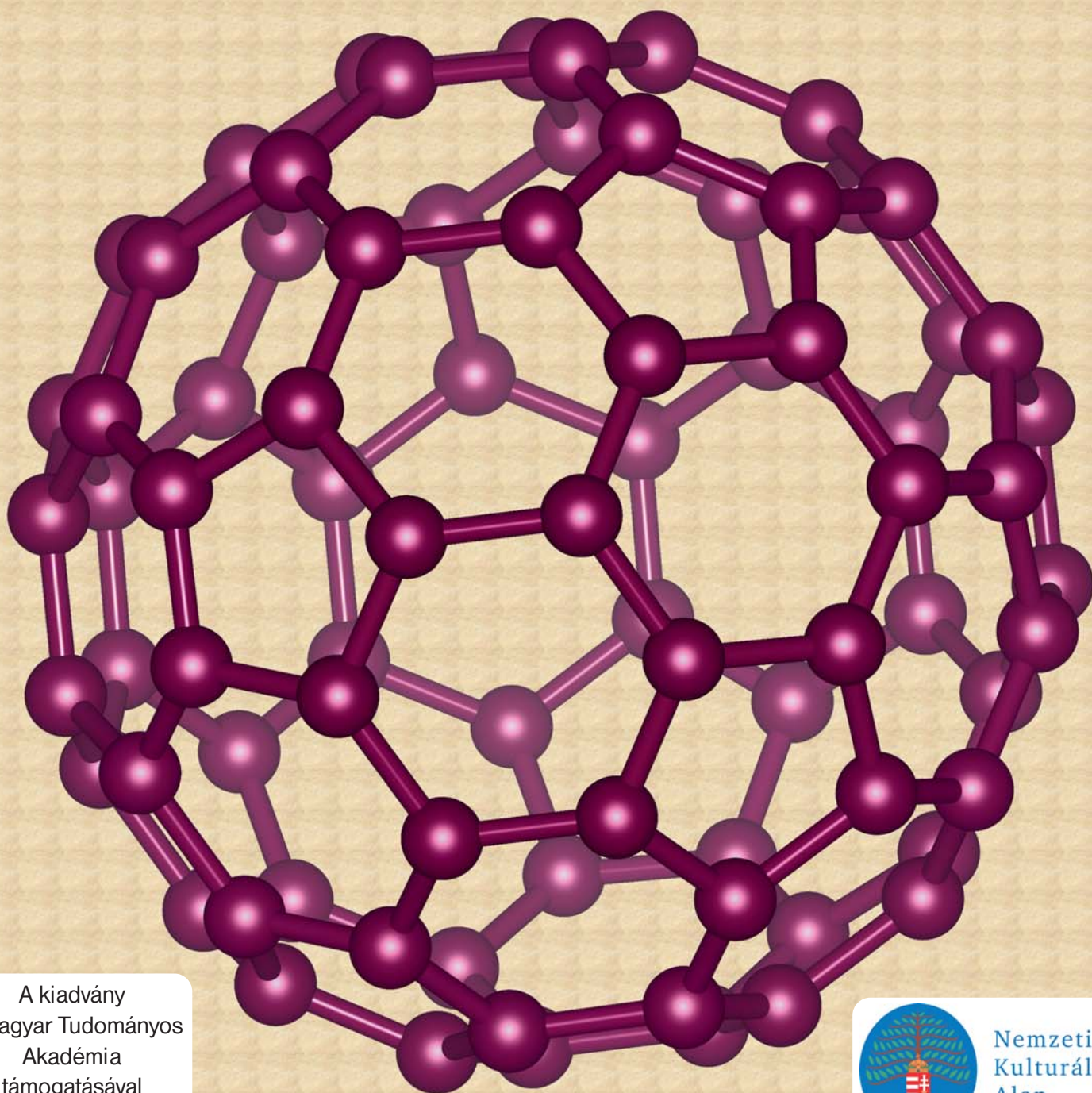
- A mindennapok molekuláris világa
- J. L. Kiappes, az IChO intézőbizottságának elnöke
- Ózon, a csodák csodája, avagy egy kémiahistória
- Mit, miért, mivel mérünk?



MAGYAR KÉMIKUSOK LAPJA

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

A hónap molekulája: B_{80} – a bórfullerén

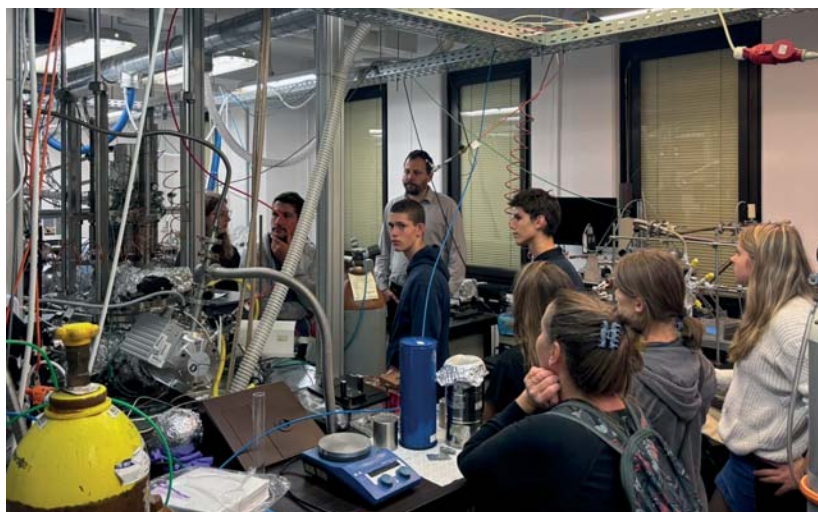


A kiadvány
a Magyar Tudományos
Akadémia
támogatásával
készült



Nemzeti
Kulturális
Alap

Kutatók éjszakája – 2026





MAGYAR KÉMIKUSOK LAPJA

HUNGARIAN CHEMICAL JOURNAL

LXXXI. évf., 11. szám, 2026. november



A Magyar Kémikusok Egyesületének tudományos ismeretterjesztő folyóirata és hivatalos lapja

SZERKESZTŐSÉG:

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

Szerkesztőbizottság:

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

Szerkesztők:

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

Szerkesztőségi titkár: KOCOR ERIKA

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

Szerkesztőség: 1106 Budapest,
Fehér út 10. (White Office)

Tel.: 36-20-214-0808

E-mail: mkl@mke.org.hu

Kiadja a Magyar Kémikusok Egyesülete
Felelős kiadó: SZABÓ JÁNOS ZOLTÁN
Nyomdai előkészítés: HORVÁTH IMRE
Nyomás: Europrinting Kft.
Felelős vezető: ENDZSEL ERNŐ
üzgyvezető igazgató

Terjeszti a Magyar Kémikusok Egyesülete
Az előfizetési díjak befizethetők
a CIB Bank 10700024-24764207-51100005 sz.
számlájára „MKL” megjelöléssel
Egy lapszám ára: 1800 Ft
MKE-tagoknak előfizetés: 9900 Ft
Nem MKE tagoknak: 19 900 Ft
Külföldön terjeszti
a Batthyany Kultur-Press Kft.,
H-1014 Budapest, Szentháromság tér 6.
1251 Budapest, Postafiók 30.
Tel./fax: 36-1-201-8891, tel.: 36-1-212-5303

Hirdetések-Anzeigen-Advertisements:
KOCOR ERIKA

Magyar Kémikusok Egyesülete,
1106 Budapest, Fehér út 10. (White Office)
Tel.: 36-20-214-0808,
e-mail: mkl@mke.org.hu

Aktuális és archivált számaink honlapunkon
(mkl.mke.org.hu) olvashatók

Index: 25 541
HU ISSN 0025-0163 (nyomtatott)
HU ISSN 1588-1199 (online)
DOI: 10.24364/MKL.2026.11

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



Talán nem titok az olvasó előtt, hogy egy havonta megjelenő magazinban az íráskorok pusztán az időkorlátok miatt sem kapcsolódhatnak közvetlenül a napi hírekhez. A mostani beköszöntőnek sem lesz hírértéke – a tegnapelőtti események joggal nem érdekelnek senkit a mai társadalomban.

Amiért mégis korábbi eseményekről írok, az számomra fontos ok: 2026 szeptembere a kémia hónapja volt a Magyar Tudományos Akadémia megalapításának 200. évfordulójának ünnepi rendezvénysorozatában. Ennek sikeréhez sokan áldozatos, önzetlen munkával járultak hozzá, s itt is szeretném kifejezni mindenkinek elismerésemet. Szerencsére sokkal többen vannak annál, hogy név

szerint fel lehessen sorolni őket ebben a korlátozott terjedelmű beköszöntőben.

Reménytelen vállalkozásnak tűnt minden egyes eseményről külön beszámolni, de szerencsére szinte mindegyikről készült nyilvánosságra hozott videófelvétel, így bárki megtapasztalhatja a rendezvények magas színvonalát, az előadók őszinte lelkesedését, s azt is, hogy nem túl optimista várakozásaimat felülmúlóan nagy létszámú közönség volt a helyszínen. Nagyon remélem, hogy a rendezvényekhez hozzájárulók egy része hagyja magát majd arról meggyőzni, hogy lapunkban publikálható formába is átdolgozza mondanivalóját.

Ebben a számunkban a rendezvénysorozat megnyitójáról szerepel rövid beszámoló. Ez egyúttal a Másképp látni – A mindennapok molekuláris világa című rendhagyó kiállítás bemutatója is volt. Az MTA Kémiai Osztálya szerintem nagyon bölcsen döntött úgy, hogy nem tudománytörténeti ritkaságokat próbál meg összeszedni, hanem azt kísérelte meg bemutatni, mitől központi tudomány a kémia, miért van ott mindenkinek a konyhájában, hálószobájában és fürdőszobájában. A kiállítást Pósfai Mihály, az MTA májusban megválasztott elnöke nyitotta meg, az első útmutatást pedig Perczel András adta hozzá, aki nek beszédét teljes egészében közöljük. Kiadvány is készült erre az alkalomra Két évszázad molekulái a Magyar Tudományos Akadémián címmel, ez az Akadémia könyvtárának weboldalairól ingyen letölthető.

Alapjában véve nem az MTA rendezvénye volt, de időzítésben a kémia hónapjával szerencsésen egybeesett a Molecular Frontiers nemzetközi konferencia. Ennek szeptember 24-én és 25-én az Eötvös Loránd Tudományegyetem Természettudományi Kara és a HUN-REN Természettudományi Kutatóközpont adott otthont. Az alapgondolat az, hogy középiskolás diákok a világ vezető tudósainak előadásait hallgathatják meg, illetve nekik kérdéseket tehetnek fel. A fiatal résztvevők száma az ezret közelítette, a vonzerő saját tapasztalataim szerint messze túlterjedt Budapest, mi több, időnként még Magyarország földrajzi határain is. Nyilvános weboldalakon megnézhető videófelvétel itt is készült, s az olvasók decemberi számunkban találhatnak majd egy rövid, fényképes beszámolót. A gigantikus szervezőmunkát hozzáértő csapat végezte Beke-Somfai Tamás vezetésével – a feladat méretét is meghaladó lelkesedéssel.

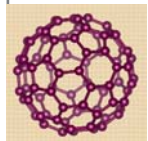
Nem szoktam véka alá rejtetni a véleményemet a magyar kémiaoktatás sanyarú helyzetéről, illetve a kémiáról kialakult súlyosan negatív társadalmi képről. 2026 szeptemberében azonban hosszú ideje először a derűlátás felé terelte a gondolataimat. Azt éreztem, hogy a magyar kémikusok képesek voltak összefogni úgy, hogy a fő cél nem az egyéni pályafutások építése, hanem valamiféle valós, pozitív társadalmi szerep betöltése volt. Ezzel a jövőben többet, rendszeresen kellene próbálkoznunk.

2026. november

Lente Gábor

Lente Gábor

TARTALOM



Címlapunkon:

A hónap molekulája:
B₈₀ – a bőrfüllerén
(Lente Gábor)

MTA 200

Másképp látni: a mindennapok molekuláris világa

Kiállításmegnyitó és könyvbemutató az MTA székházában

318

OKTATÁS

A századik részt vevő országra várva. Beszélgetés J. L. Kiappesszel

322

TETT-TÖRTÉNETEK

Pintér Péter Imre: Ózon, a csodák csodája, avagy egy kémiahistória

326

BIZTONSÁGI JELZÉSEK ÉS KÉMIAI BIZTONSÁG

Agárdi Tamás: Pillantsunk a jövőbe! A biztonsági jel, amely válaszol
– a DESS-koncepció

329

KÖNYVJAVANLÓ

Mértékkel él az ember (Horváth Dezső: Mit, miért, mivel mérünk?)

331

Zürzavaros mértékeink a róftól a fényévig)

334

Tömpe Péter: Kémiai visszaemlékezés (Jáky Péter: „Ahogyan én láttam”)

KITEKINTÉS

Kutasi Csaba: Redukálószerkezték a textilgyártásban

335

VEGYÉSZLETEK

Lente Gábor rovata

340

A HÓNAP KÉMIAI PUBLIKÁCIÓJA

342

A HÓNAP HÍREI

343

Másképp látni: a mindennapok molekuláris világa

Kiállításmegnyitó és könyvbemutató az MTA székházában

A Magyar Tudományos Akadémia 200 éves jubileumához kapcsolódó *Sokszínű tudomány* című programsorozat még tavaly kezdődött el. Ennek során elsősorban az MTA egyes osztályai mutatták be tudományterületüket 2025 májusától kezdődően, s külön megjelenési lehetőséget kaptak a külhoni magyar tudományosság műhelyei, az MTA Területi Bizottságai, az MTA Könyvtár és Információs Központ, illetve a Fiatal Kutatók Akadémiája.



Pósfai Mihály

2026 szeptembere a kémia hónapja lett, az ehhez kapcsolódó bemutatóteret a székház előcsarnokában rendezték be. A kiállítást rövid ünnepségen Pósfai Mihály, az MTA elnöke nyitotta meg. Beszédében kiemelte, hogy a „Kémia mindenben” szlogen első hallásra túlzásnak is tűnhet, de az előcsarnokban berendezett lakásbelső megtekintése után a látogatónak erről minden bizonnyal megváltozik a véleménye.

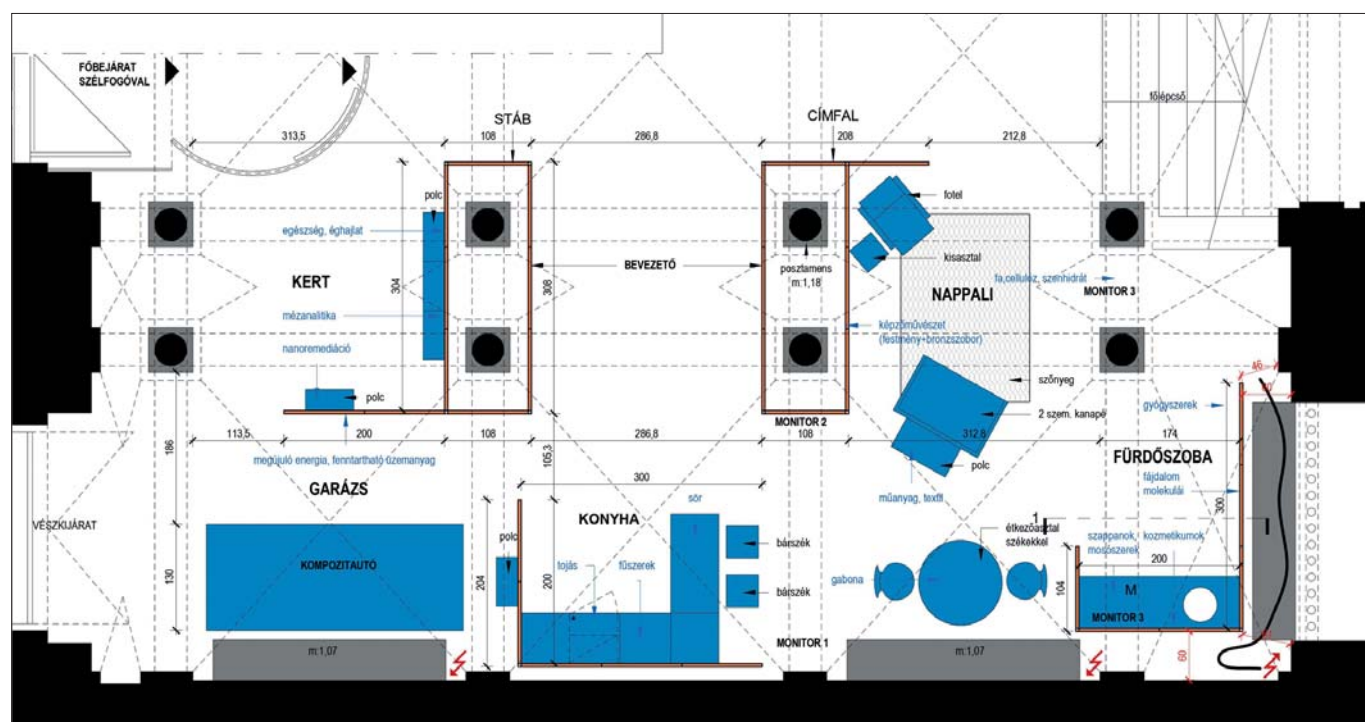
„Geológusként és mineralógus-

ként külön öröm számomra, hogy ezen a kiállításon ásványok is helyet kaptak. Kémikus hallgatóknak szoktam ásványtani tanítani, és rendszerint meglepődnek azon, hogy néhány kivételtől eltekintve gyakorlatilag az összes általunk használt elemet a földkéreg ásványaiból nyerjük. A periódusos rendszer elemei tehát nem elvont jelek egy táblázatban: ott vannak a kvarcban, az agyagásványokban, a telefonunkban, az akkumulátorokban, az épületeinkben – és a testünkben is. Bevallom, nekem önmagában is örömet okoz ránézni a periódusos rendszerre. Kevés olyan emberi alkotás van, amely ennyire tömören mutatja meg, hogyan fedezhető fel a rendszer a természet sokféleségében” – mondta el az elnök úr.

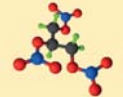
A megnyitás után Felinger Attila osztályelnök Perczel Andrást, az ötlet gazdáját kérte meg, hogy vázolja fel a látart vezérfonalát. A rendezvény alkalmat adott arra is, hogy a kémia hónapjára készített, *Két évszázad molekulái a Magyar*



Felinger Attila



A kiállítás alaprajza



Tudományos Akadémián című rendhagyó kiadványt bemutassák a közönségnek. A kötethez Lente Gábor, a mű egyik szerkesztője adott útmutatót a megjelenteknek. Perczel András és Lente Gábor beszédét teljes terjedelemben közöljük.

A kiállításról és a megnyitóról a Kossuth Rádió is beszámolt 2026. szeptember 8-án, a 13:05-kor kezdődő *Felfedező – a tudományról* című műsorban, amely a MédiaKlikk szolgáltatásban teljes egészében meghallgatható utólag is.

Másképp látni: A mindennapok molekuláris világa

PERCZEL ANDRÁS



A Föld, amelyen élünk, első látásra szilárd és jól érzékelhető világ. Közvetek, ásványok, víz, levegő, növények, állatok és természetesen mi magunk alkotjuk azt a környezetet, amelyet közvetlenül érzékelünk. Ha azonban ugyanezt a világot más léptékben kezdjük vizsgálni, akkor egy egészen más világ

tárul elénk: a molekulák láthatatlan világa.

Tisztelt Elnök Úr, kedves Kollégák és Vendégeink, Hölgyeim és Uraim!

A molekulák nem egyszerűen parányi részecskék, amelyekből az anyag felépül. Sajátos tulajdonságokkal rendelkező, összetett rendszerek. Van alakjuk, miközben nincs olyan éles határjuk, mint egy általunk érzékelhető tárgynak. Folyamatos mozgásban vannak, és ezek a mozgások a rendkívül rövid időskálájú rezgésektől egészen a lassabb, a nagyobb léptékű konformációs változásokig terjednek. A molekulákban az elektronok térbeli eloszlása közel sem egyenletes: a molekulán belül sajátos, finoman strukturált elektronsűrűség-mintázat alakul ki. Ez a molekuláris mintázat határozza meg azt, hogy egy molekula hogyan lép kölcsönhatásba a környezetével, mely más molekulákat ismer fel, mihez kapcsolódik, mitől válik el, és hogyan képes más molekulákkal együtt nagyobb és rendezettebb rendszereket létrehozni.

Vagyis a molekulák világának nemcsak mérete van, de formája, mozgása és kapcsolatrendszere is. Ezek a számunkra közvetlenül láthatatlan tulajdonságok határozzák meg végső soron azt a világot, amelyet aztán már látunk, amelyet már megérinthetünk és érzékelhetünk.

De van ennek a molekuláris világnak egy másik, még különlegesebb sajátossága. A Föld nem egyszerűen egy a sok égitest közül, amelyen molekulák találhatók. A Föld felszínén az elmúlt évmilliárdok során olyan környezeti feltételek alakultak ki, melyek rendkívüli lehetőséget teremtettek a molekuláris sokféleség kialakulására és fennmaradására. A csillagközi térben, illetve más bolygók és égitestek környezetében is találunk ugyan molekulákat, de a Föld felszínének viszonylag stabil, folyékony vizet, energiát és változatos kémiai környezeteket biztosító világa egészen különleges molekuláris inkubátorrá vált.

Ebben az inkubátorban a kémiai evolúció évmilliárdjai során egyre összetettebb molekulák és molekuláris rendszerek jelenhettek meg. A molekulák sokfélesége és az egymással kialakított kölcsönhatások újabb és újabb lehetőségeket teremtettek az ön-szerveződésre, az információ tárolására és továbbadására, végül pedig az élet kialakulására. A ma ismert élővilág ennek a rendkívül hosszú molekuláris történetnek a következménye. Amikor tehát egy növényre, egy emberi sejtre vagy akár saját magunkra

nézünk, egyúttal egy több milliárd éves kémiai evolúció eredményét is látjuk.

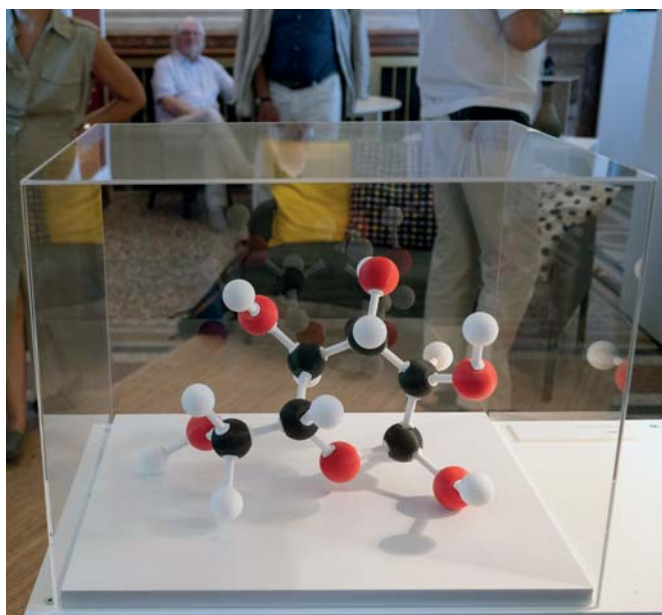
Ezért különösen izgalmas kérdés, hogy hogyan tudjuk ezt a molekuláris világot megismerni, hiszen nem láthatunk egy molekulát úgy, ahogyan egy követ vagy egy növényt látunk. A kémikus egyik legfontosabb teljesítménye éppen az, hogy különböző módszerekkel – méréssel, adatgyűjtéssel, modellezéssel és számításokkal – képes következtetni erre a láthatatlan világra, és egyre részletesebb képet alkotni annak elemeiről, alakzatairól, mozgásformáiról, elektroneloszlásairól és kölcsönhatásairól.

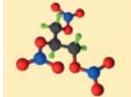
Ez vezet el a molekuláris látásmód gondolatához. Nem egyszerűen arról van szó, hogy többet tudjunk a kémiáról. Arról van szó, hogy ugyanazt a világot kezdjük el másképpen látni. Egy pohár víz, egy gyógyszer, egy illat, egy kozmetikum vagy egy falat étel továbbra is ugyanaz a hétköznapi tárgy vagy jelenség marad – de ha mögé tudjuk képzelni a molekulák alakját, mozgását, elektronikus mintázatát és egymással kialakított kölcsönhatásait, akkor ugyanennek a világnak egy új dimenziója válik megsejtethetővé, esetenként láthatóvá a számunkra.

A „Másképp látni” kiállítás erre a nézőpontváltásra hívja a látogatót. A bemutatott tárgyak ismerősek, a mögöttük működő molekuláris világ azonban láthatatlan. A kiállítás ezt a két világot szeretné közelebb hozni egymáshoz: azt, amit közvetlenül érzékelünk, és mindazt, ami mindezek mögött, molekuláris léptékben jelen van és történik.

Talán éppen ez a kémia egyik legizgalmasabb üzenete. A láthatatlan nem feltétlenül távoli! Itt van körülöttünk és bennünk minden pillanatban. A „Másképp látni” pedig talán éppen erre tanít minket: ugyanazt a világot nézni, de egy kicsit többet látni belőle.

Köszönöm megtisztelő figyelmüket!





Két évszázad molekulái a Magyar Tudományos Akadémián

LENTE GÁBOR



Azt a kiadványt, amelyet most mindenki a kezében tart, nem egyedül szerkesztettem. Volt három társam ebben a munkában: Bazsa György, Hosztafi Sándor és Lendvay György. A külalak Horváth Imre tervezőszerkesztő munkáját dicséri, míg a nyelvi színvonal Silberer Vera olvasószerkesztő érdeme. Ők ketten egyébként a *Magyar Kémikusok Lapja* szerkesztői csapata.

Ha eddig könyvként említettem a kiadványt, azzal egy kicsit félre is vezettem az olvasót, mert ennek alapján azt lehetne hinni, hogy sok benne a betű. A 108 oldalas terjedelemből képest valószínűleg nagyon is kevés a szöveg: ha valaki regényszerűen akarná olvasni, húsz perc elég lenne rá. A kiadvány két évszázad molekuláiról szól, a képi élmény fontosabb volt a szerkesztésekor, mint a nyelvi tartalom.

Az idővonal 1825-tel kezdődik és 2026-tal zárul, tehát valószínűleg 2021. január 1-ig tartalmaz bejegyzéseket. Perczel András köszöntőjében elmondta, miért fontosak a kémiában a molekulák. Én ehhez annyit hozzátennék, hogy a vegyészek általában az atomokra is sokat gondolnak, annak ellenére is, hogy az atomfizika létező tudományág, az atomkémiája pedig nem az.

Nem tudom, van-e a közönségben, aki ismeri Primo Levi olasz író nevét. Ő a sokszorosan elismert szépirodalmi tevékenysége mellett vegyészként kereste a kenyerét. Az egyik leghíresebb művének a címe *Il sistema periodico*, vagyis *A periódusos rendszer*. Ebben mindegyik fejezet egy-egy elem nevére kapta a címét, az utolsó éppen a szénről. Ez egyetlen szénatom történetét meséli el, amely beépül egy cukormolekulába, majd zsírba, sok-sok helyre. Míg nem az olvasó rájön, hogy a szénatom, mint minden más atom, halhatatlan.

Ezt a tulajdonságot még általános iskolában is tanítjuk, csak nem ezekkel a szavakkal: az anyagmegmaradás törvényének szokás nevezni. A kiadvány szempontjából azonban több baj is van az atomokkal. Az egyik az, hogy nincs is belőlük 202 különböző; a mellettem lévő periódusos rendszer csak 118-at mutat. A másik baj az, hogy egy idővonallal nem igazán működnek együtt: aki halhatatlan, annak nincs oka az időt számontartani.

A molekulák nem halhatatlanok. Ők keletkeznek, majd idővel átalakulnak, elbomlanak. A molekuláknak egy másik, szintén nagyon érdekes tulajdonsága van: nem öregszenek. Örökifjúnak is mondhatjuk őket.

Ezt a tulajdonságot is tanítjuk, bár nem általános iskolában. Az én kutatási területem a matematikai reakciókinetika, vagyis a kémiai reakciók időbeli lefolyása érdekel a leginkább. Azt, hogy a molekulák nem öregszenek, a determinisztikus kinetikában úgy fogalmazzuk meg, hogy a koncentrációk időfüggését leíró differenciálegyenlet-rendszer autonóm, a sztochasztikus kinetikában pedig úgy, hogy az állapotváltozásirányosságok Markov-láncot alkotnak. Ezeket a szavakat ugyan kevesen értik, de lényegében mindkettő az örökifjú tulajdonságot fogalmazza meg.

Molekulából nagyon sok különböző fajta van. Esetleg megtip-peli valaki, hogy mennyi?

Én ma még nem néztem. Van egy szervezet, *Chemical Abstract Services*-nek hívják, amely számontart minden új molekulát. Szó szerint számon, és nem néven. Mindegyiket elnevezni ugyanis reménytelenül haszontalan vállalkozás. Amikor utoljára ellenőriztem, már 200 milliónál is több tiszta vegyületnek volt nyilván-tartási száma. Ez a nagy szám talán már önmagában is elmondja, miért nem nevezik el mindet. Arany János teljes életművében mintegy 60 000 magyar szót használt, és ezzel nagyon sok minden elmondott. Rém unalmas dolog lenne 200 millió anyagnak mind külön-külön nevet adni.

A kiadvány előszavát Perczel András írta, ebben a visszatérő kérdés az: hol vannak a molekulák?

Hol vannak hát a molekulák? Ha körbenézek, itt a padlóban nem nagyon látok molekulát, abban inkább másféle szerkezetű anyagok vannak. A kezemből viszont már rengeteg különböző molekulát látok. A könyvben, amit Önök a kezükben tartanak, szintén sok-sok molekula van. Döntő többségük cellulóz, a színes festékekben viszont már kifinomultabb szerves szerkezetek is vannak. És persze a könyv információtartalmában is sok a molekula, mert ez volt a szerkesztői szándék.

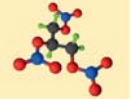
Az idővonal egyik fő gondolata az volt, hogy olyasmi legyen benne, ami mind a mai napig van valamilyen hatással az életre, ne egyszerűen kémia történeti munka legyen. Nem az a lényeges, hogy egyes híres magyar kémikusok mikor milyen jelentős eredményeket értek el, noha a Magyarországon született Nobel-díjas kémikusokról azért van említés, hanem olyasmiről próbáltunk meg összegyűjteni, amihez a kémiával egyébként nem nagy barátságban lévő olvasó is tud kapcsolódni a hétköznapi életben.

Ha molekulák vannak a kiadványban, ehhez nem ártott képi megjelenítést találni. Ezek nem kémiai képletek, hanem molekulamodellek képei. A kémiai képletekkel az a gond, hogy borzasztóan sűrítik az információt. Maguk a vegyészek is évekig tanulják, hogyan lehet ezt az információ tartalmat kiolvasni vagy beleírni egy képletbe.

A kiadványban szerepel 50 QR-kód is. Nagyjából minden negyedik évről egy. Ezek a papíralapú és a digitális világ közötti át-járást teremtik meg. Egy-egy ilyen kódot megnyitva a témához kapcsolódó videó vagy hanganyag jelenik meg.

Két témakör nagyon hangsúlyos a műben: az élelmiszeripar és a gyógyszeripar. Ezekről azt gondoltam, hogy a társadalom jelentős része számára könnyű kapcsolódási lehetőségeket adnak. Az élelmiszeripart nem szokták gyakran a kémiához sorolni, pedig valószínűleg ott is ipari léptékű anyagátalakítás folyik, ahol vegyész szakértelemre nagyon is szükség van.

Egy rövid történettel el is mondanám, mikor döbbsentem rá erre. Ahogy már említettem, a kutatási területem a matematikai reakciókinetika. Amikor szakdolgozati témát vezeték diákoknak, gyakran teszem fel magamnak a kérdést: mi hasznosat tanulnak tőlem? Mármint olyan hasznosat, ami például abban segíti őket, hogy munkát találjanak. A válasz többnyire egyszerű: semmit. Egy kivételt tudok mondani. A Debreceni Egyetemen egy vegyész mérnök-hallgató készítette vezetéssel a diplomamunkáját. Az elméleti számításokhoz rengeteg adatot kellett feldolgozni, nagyrészt Excel-fájlokban a legkülönbözőbb módokon átalakítani őket. Amikor végzés után a hallgató egy élelmiszeripari céghez ment állásinterjúra, az egyik fő gyakorlati feladat, amin a képességeit mérték, az volt, hogy Excel-fájlból kellett adatokat



feldolgozni. Két évtizednél is hosszabb időre visszamenőleg ő volt az egyetlen, aki mindent meg tudott csinálni a szintidőre. A cég még úgy is felvette, hogy súlyos gluténallergiája volt, ezért az üzemi terület nagy részére be sem léphetett.

A másik lényeges témával, a gyógyszermolekulákkal is mindenki nap mint nap találkozunk. Ezt most egy QR-kód megnyitásával fogom illusztrálni: az 1883-as évhez a kininmolekula tartozik. Ez ma Magyarországon nem gyógyszer, a tonik üdítőitalokban a keserű ízt okozó összetevő. A QR-kóddal a Metaverzum podcastsorozat egy darabja nyílik meg. Itt az egyes történetek 5–7 perces hangfelvételek, amelyek megértéséhez nem kell kémiai képzettség, s Kautzky Armand együttműködésével készültek. Csak egyetlen percet hallgatunk meg, aki kíváncsi a továbbiakra, az nyissa meg a könyvből a QR-kódot.

Nem vagyok bölcész, magyar irodalommal csak olvasóként találkozom, de a magyar nyelv nekem is nagyon fontos. Írtam már olyan ismeretterjesztő kémiakönyvet, amelyben minden egyes fejeztcímét egy magyar versből vettem kölcsön. Mindezt azért mondom el, mert Széchenyi István gróf 1825-ben azért tette nevezetes felajánlását az Akadémia megalapítására, hogy a magyar nyelv ápolását elősegítse. Ezt a szándékot a mai napig sokat idézi a tudományos közösség.

El szoktam azonban gondolkozni azon, mennyire más volt a vi-

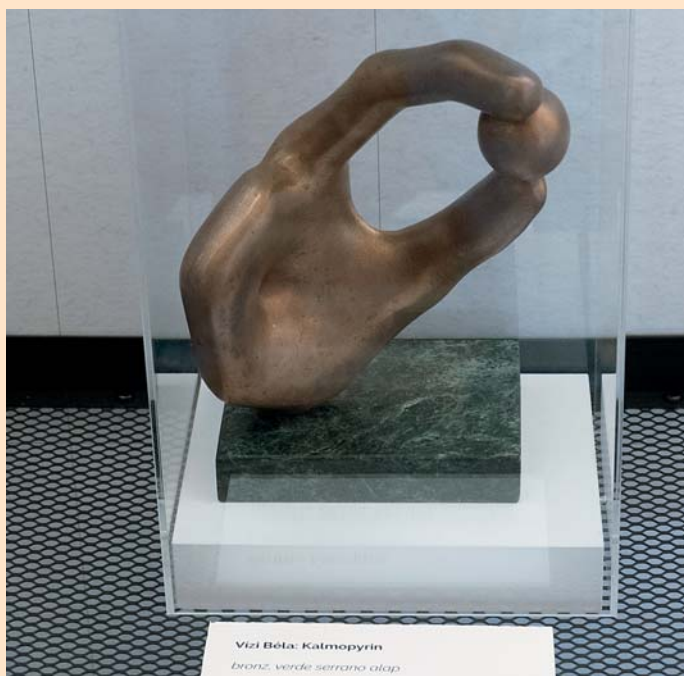
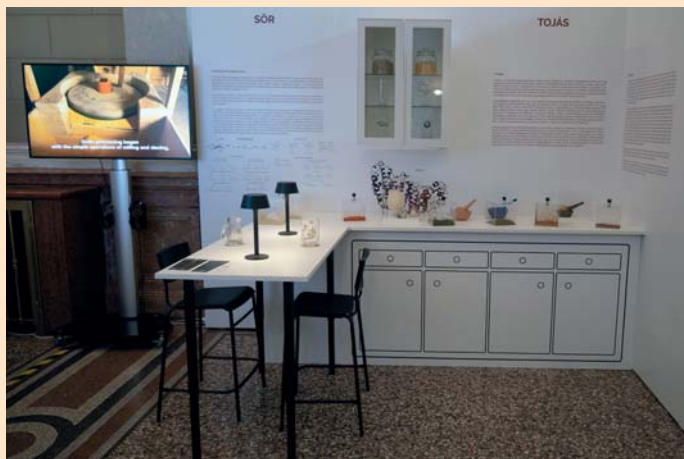
lág kétszáz éve. A nevezetes felajánlás Pozsonyban hangzott el, a magyar országgyűlésben. Ott a munkanyelv a latin volt, a főrendek néha németül is hozzászóltak. Ezért is volt forradalmi tett, hogy Széchenyi gróf magyar nyelven mondta el beszédét. Ekkor Pozsony mintegy 35 000 lakosából kétezernél is kevesebb magyar volt. Pest-Buda hozzávetőleg 80 000-es népességének kétharmada németajkú volt, a legfontosabb hírlap németül jelent meg.

A magyar nyelv ápolásának szándéka nagyon hamar átütő sikert ért el: alig két évtized múltán már a magyar volt országunk kizárólagos hivatalos nyelve. Ha egy szervezet ilyen mértékben eléri a célját, akkor nagyon nagy a kockázata annak, hogy hamarosan érdektelenné válik, eljelentéktelenedik. A Magyar Tudományos Akadémiával nem ez történt. Ehhez az kellett, hogy a céljai folyamatosan megújuljanak. A 2019-ben elfogadott küldetésnyilatkozat hét pontjának egyike továbbra is a magyar nyelv ügye, de van hat másik is. Köszöntőjében Pósfai Mihály elnök úr is kiemelte azt a pontot, amely szerint az Akadémia a társadalom felé közvetít tudományos információkat. Ha az Önök által kézben tartott kötet hozzájárul ahhoz, hogy az Akadémia akár csak megközelítőleg is olyan sikeres legyen ezen cél elérésében, mint a magyar nyelv ügyének felkarolásában, én leszek a világ legboldogabb embere.

Köszönöm a figyelmet.

Egy kiállítás képei

FOTÓK: MTA/SZIGETI TAMÁS



A századik részt vevő országra várva

Beszélgetés J. L. Kiappessel



John Leon Kiappes jelenleg a Nemzetközi Kémiai Diákolimpia intézőbizottságának elnöke. A rendezvény iránti legendás elkötelezettségéről ismert egyetemi oktatót a delegációvezetők JL-nek szólítják, véleményét és tekintélyét rendkívüli módon tiszteletben tartják. 2026 nyarán Budapestre is ellátogatott, ekkor tett ígéretet arra, hogy interjút ad a Magyar Kémikusok Lapjának röviddel az Üzbegisztán fővárosában, Taskentben megrendezett idei verseny után. Augusztus első hetében beszélgettünk vele a felelős szerkesztő, akivel már két évtizede ismerik egymást.

Mik a benyomásaid az Üzbegisztánban rendezett Nemzetközi Kémiai Diákolimpiáról?

Lenyűgöző volt egy olyan országot látnom, ahol ennyire szeretik és támogatják ezt a típusú tudományos versenyt. Mindenki – a szervezésben részt vevő önkéntesektől kezdve a diákokon keresztül egészen a politikai vezetésig – a szíven viselte az ügyet. A helyi szervezőbizottság elnöke elmondta nekem, hogy az oktatásért felelős miniszter elég rendszeresen hívta őt telefonon, hogy biztos legyen benne, minden jól halad és minden szükséges segítséget megkapnak a kormánytól. Sok éve veszek már részt az olimpiákon: nagyon jó volt látni, hogy Üzbegisztánban mennyire tisztelik és támogatják a mozgalmat. Az is nyilvánvaló, hogy az üzbég szervezésért felelős szakemberek alaposan tanulmányozták, hogy a korábbi években hogyan rendezték meg az eseményt. Kivételes vendégszeretettel fogadtak mindenkit. Érdekes volt olyan kultúrával megismerkedni egy picit, amilyennel korábban még nem volt lehetőségem. A rendezvény sikeresen bemutatta a résztvevőknek a helyi kultúrát, és ebbe bele kell érteni az ország kémiai hagyományait is.

Szovjet utódállamként mennyire észlelhető az orosz szakmai befolyás? Többször lehetett már látni, hogy az oroszországi verseny szervezési tapasztalatot sikerrel építik be a rendezésbe azon a földrajzi területen.

Az esemény konferenciaszervezési részében minden helyi volt, a tudományosban talán érezni lehetett egy kis befolyást. 2024-ben Szaúd-Arábiában és 2025-ben az Egyesült Arab Emírátsokban a tudományos bizottság igen sokszínű, nemzetközi volt. Üzbegisztánban nagy hangsúlyt kapott a helyi tudományos szellemi erőforrások felhasználása. Minden elméleti és gyakorlati feladat szerzője üzbég volt. Volt néhány egyetemi oktató, de tipikusan a feladatszerzők olyan fiatalok voltak, akik nemrég még maguk is versenyeztek az olimpián. Üzbegisztán először 2013-ban, a moszkvai diákolimpiára küldött saját csapatot, ezért ezek a szerzők a szokásosnál fiatalabbak voltak. Miután kidolgozták az ötleteiket, egy nemzetközi bizottság is segítette őket abban, hogy a feladatok a lehető legjobbak legyenek. Néhányan a tanácsadók

közül valóban tapasztalt orosz szakemberek voltak, de az alapötletek kivétel nélkül a helyiektől származtak.

Az olimpia előtti budapesti látogatásod is kapcsolódott a rendezvényhez?

Igen. Magyarország már hosszabb ideje segít a szaúdi csapat felkészítésében. Az idén egy Angliában dolgozó magyar kollégámmal, Bolgár Péterrel együtt a kuvaiti csapatot kezdtük el segíteni. Ebben az évben a geopolitikai helyzet miatt Kuvaitban nem lehetett laborfelkészítést tartani, de Magyarfalvi Gáborék a segítségünkre siettek, így a szaúdi diákokkal együtt a kuvaitiak is jöhettek Budapestre. Ez volt a látogatásom fő oka. Korábban csak a 2008-as Nemzetközi Diákolimpián jártam Magyarországon, érdekes volt újra látni az akkor megismert helyeket. Az Eötvös Loránd Tudományegyetem új SuperSmart laboratóriuma kiemelkedő, ideális hely ahhoz, hogy diákolimpiai felkészítést tartsanak benne.

Diákként hogyan értesültél annak idején az olimpia létezéséről?

Több véletlennek is volt benne szerepe. Az Amerikai Egyesült Államokban, Texasban nőttem fel. Középiskolába és egyetemre is Houstonban jártam. Mivel az ország hatalmas, a diákolimpia ismertsége elsősorban az egyedi tanárokon múlik. Az én tanárom nem ismerte. Igazából csak egy helyi kémiaversenynek szerettem volna a Google segítségével utánanézni, amikor a találatok között szerepelt a Nemzetközi Kémiai Diákolimpia is. Ez 2003 tavaszán volt, így abban az évben már lekéstem a válogatóról. 2004 az utolsó lehetőség volt számomra, a tanárom segítségével nagyon alaposan felkészültem. Úgy gondolom, az Egyesült Államokban a diákolimpia megismertetése a diákokkal igazából nem is az iskolán, hanem a tanárok személyén múlik. A tapasztalatom szerint Magyarországon nagy hagyománya van a tanulmányi versenyeknek, emiatt az erre épülő nemzetköziek is jól ismertek. Az Egyesült Államokban sajnos ez nincs így.

Hogyan szeretted meg a kémiát?

Az édesapám vegyészmérnök volt, a kőolajiparban dolgozott, ezért volt családi készlet is. A középiskolában egészen kivételes kémia tanáraim voltak: akár szombatonként is bejöttek segí-



teni, sok lehetőséget kaptam a labormunkára is. Igazán a szívükön viselték a diákok sorsát.

Egy közös ismerősünk pszichológiai megfigyelése szerint oktatóként és mentorként azok térnek vissza a leggyakrabban a kémiai diákolimpiához, akik versenyzőként ezüstérmet nyertek. Te is ezüstérmes voltál 2004-ben Kielben...

Elég sok kísérleti bizonyíték támasztja alá ezt az elméletet. Az első amerikai olimpiai csapatban Seth Brown ezüstérmes volt 1984-ben Frankfurtban, és ma is rendszeresen részt vesz az olimpiai felkészítésben. Bolgár Péter, akiről már beszéltünk, kétszer is ezüstérmet nyert a magyar csapat tagjaként: 2012-ben Washingtonban és 2013-ban Moszkvában. Van abban valami, hogy egy diákként nyert ezüstérmes hiányérzetet hagy valakiben, ezért újra és újra visszatér. Az Egyesült Államokban és Nagy-Britanniában viszont azt is megfigyeltem, hogy a sikeres diákolimpikonok gyakran nem is kémiát tanulnak az egyetemen, hanem matematikát vagy közgazdaságtant. Nálunk elég nagy a fizikai kémia súlya a középiskolai kémiatanításban. Aki jó matematikából, az általában egy kémiai diákolimpián is jó esélyekkel indul. Így aztán talán egy kicsit szélesebben is meg lehet fogalmazni a jelenséget: az egykori olimpiakonok számára nemcsak a versennyel, hanem magával a kémiával sem magától értetődő a szoros kapcsolat megőrzése.

Nagyon röviddel a 2004-es olimpia után már mentorként is részt vettél az amerikai csapat felkészítésében. Ez hogyan alakult ki?

2004-ben három mentor kísért minket Németországba, ők egyetemi és középiskolai tanárok voltak komoly korábbi versenytapasztalattal. Én mindig úgy éreztem, szerencsésebb lett volna, ha korábban megismerem az olimpiát. Ennek elősegítésére éppen 2004 őszén döntöttek úgy, hogy lesz „peer mentor” is a felkészítésben, vagyis olyan fiatal, aki nem sokkal korábban maga is versenyző volt még. 2005-ben erre mást kértek fel – legjobb tudomásom szerint ő most matematikaprofesszor a Princeton Egyetemen –, de 2006-ra már nem tudta vállalni, ekkor kerestek meg engem az Amerikai Kémiai Társaságtól. Így több éven át részt vettem ebben a szerepben a felkészítésben, amely akkoriban mindig Colorado államban, az Amerikai Légierő Akadémiáján volt.

Mikor költöztél Európába?

2008-ban szereztem diplomát a Rice Egyetemen, Houstonban. Nagyrészt a diákolimpiai élménynek köszönhetően szerettem volna valahol külföldön is tanulni. A Scripps Intézet és az Oxfordi Egyetem ekkor indított egy programot közösen. Így Kaliforniába, San Diegóba költöztem, majd 2011-ben Angliába. Furcsa program volt bizonyos szempontból: a végén egyetlen doktori értekezést írtam, de azt mindkét intézményben külön meg kellett védenem. Így két kémiai PhD-fokozatról van papírom: egy a Scrippstől, egy meg Oxfordból.

Az amerikai olimpiai felkészítés után hogyan kerültél kapcsolatba a brit rendszerrel?

A versenyekről már ismertem a vezető brit mentorokat, 2012-ben az Egyesült Államokban a tudományos bizottságnak is tagja voltam. Eredetileg a fokozatszerzés után vissza akartam költözni Amerikába, és talán a britekről is el lehet mondani, hogy nem feltétlenül együttműködőként gondoltak egy olyan kollégára, aki korábban amerikai színekben indult. 2013 és 2015 között csak annyi kapcsolatom volt az olimpiával, hogy megnéztem a felkészítő feladatsort. Aztán 2016-ban volt a problémás év, amikor a

rendező ország csak néhány hónappal a verseny előtt vált biztossá. Ekkor Magyarfalvi Gábor vezette a nemzetközi intézőbizottságot, és sokaknak küldött üzenetet segítséget kérve. Beküldtem egy feladattervet, így újra tag lehettem a tudományos bizottságban, csak az olimpiát már Grúziában rendezték.

Igen, az egy nagyon nemzetközi bizottság volt, mindketten tagjai voltunk.

Abban az évben beválasztottak a nemzetközi intézőbizottságba is, amelynek elég furcsa tagja lettem, mert nem képviseltem országot. Az 50. olimpia után a brit csapat akkori vezetője, Peter Wothers keresett maga helyett valakit, aki átveszi tőle ezt a felelősséget. Mivel mind a ketten szerves kémikusok vagyunk, engem kért meg. Így aztán a 2019-es párizsi olimpiai lett az első, amelyen a brit csapat felkészülését segítetttem.

Bolgár Péterről beszéltünk már. Ha jól tudom, együtt dolgoztatok a Londonban.

Valóban így volt. Többféle posztdoktori ösztöndíj segítségével egészen 2021-ig Oxfordban dolgoztam, abban az évben kaptam munkát a University College Londonnál. Péterrel a brit olimpiai felkészítésekről már ismertük egymást, és 2022-ben lettük kollégák Londonban. Néhány hónappal ezelőtt visszatért Cambridge-be tanítani. Persze ha a lakóhelyét nézzük, igazából még a londoni munkahely miatt sem hagyta el Cambridge városát.

Az egyetemi munkád leírásában szerepel, hogy elsősorban oktatsz, nagyjából oktató docens a munkaköri megnevezésed. Tehát az intézményben van megkülönböztetés kutatók és oktatók között?

Háromféle kategória van: kutató-oktató, kutató és oktató. Én ez utóbbihoz tartozom, nekem az egyetemen elsősorban a tanításra kell koncentrálnom. Vannak kutatásaim is, de ezek most már a kémiatanításra koncentrálnak, és nem olyan gyógyszerhatóanyagok előállítására vagy enzimológiai kísérletekre, amelyeket korábban csináltam.

Nemrég láttam egy általad írt könyvfejezetet a mobiltelefonok alkalmazásáról a kémia oktatásában. Ez akkor kutatási irány?

Az egyik barátom, aki korábban Szingapúrban dolgozott, aztán Dublinba költözött át, megkért, hogy írjak egy általa szerkesztett könyvbe, amely az új technológiák oktatásbeli használatáról szól. Amikor a kémiai jelenségeket próbálok elmagyarázni a hallgatóknak, gyakran szembesülök azzal a problémával, hogy az illusztrációk távolról sem tökéletesek. Ezért jelentős energiát fektettem ebbe a területbe, s a könyvfejezetben elsősorban a háromdimenziós szerkezetek szemléltetési eszközeit mutattam be.

Az a megfigyelésem, hogy Nagy-Britanniában kivételesen jó ismeretterjesztő tudósok vannak. Ez valamiféle céltudatos tudománykommunikációs képésnek köszönhető?

Nekem is vannak érdekes észrevételeim ezen a téren, talán azért is, mert én az Egyesült Államokban szereztem diplomát, de Nagy-Britanniában tanítok. Amerikában csak az egyetemi tanulmányok közben választunk szakot. Így aki végül a kémiát választja, az nagy valószínűséggel később is ezzel akar foglalkozni. Nagy-Britanniában viszont már a jelentkezéskor meg kell jelölni a szakot, és mindezt a középiskola utolsó két évében emelt óraszám-ban tanult tárgyak alapján kell tenni. Így igazából a szak 16 éves korban hozott döntéseken múlik. Ennek az a következménye, hogy elég sokan vannak, akik érdeklődnek a kémia iránt és sze-



A taskenti diákolimpia képei

retik is, de valójában az egyetemi képzés befejezése után másfelé akarnak továbbmenni. Ehhez a jelenséghez az oktatásunkban nagyon gyakorlatias a hozzáállásunk: nem akarjuk elvenni senkinek a kedvét a kémiaától, de figyelembe vesszük azt is, hogy a diákok jelentős részénél nem egész életre szól az elköteleződés. Olyan dolgokat is el kell sajátítani, amely az élet más területein is a hasznukra válik. Ezek egyike a kommunikáció: az írásos munkák és prezentációk készítését mindenkinek tanítjuk, de az egyik kollégám mesterszakos hallgatónak *Kémia a nagyvilágban* címmel is tart kurzust. Ennek része például a podcastok vagy a TikTok-videók készítése, de vannak benne hagyományosabb elemek is, mint az ismeretterjesztő cikkek írása. A kurzuson a nem szakmai közösségeknek szóló kommunikációt is tanulják. Az ilyen, más területre átvihető ismeretek oktatása az akkreditációs eljárásban is fontos, de a University College London gyakorlatában külön hangsúlyt kap.

Térjünk vissza a diákolimpiához. Hogyan lettél az intézőbizottság elnöke?

Biztosan nem azért, mert egész életemben ezt terveztem. A legfőbb döntéshozó szervezet angol neve „international jury”, ebben minden részt vevő ország vezető mentorának szavazati joga van. Ez a testület elsősorban a rendező országok segítésére választja a nemzetközi intézőbizottságot (angol nevén „steering committee”), amelynek az idei év előtt hat, 2026-tól nyolc választott tagja volt vagy van. A tagokat általában azok közül jelölik, akik kimondottan tapasztaltak olimpiai és más versenyszervezési ügyekben. Az idén – vagy 2008-ban Magyarországon is – a rendező országban a tudományos bizottság tagjai elsősorban olyan szakemberek voltak, akik maguk is részt vettek legalább egyszer a versenyen. Ilyenkor nem is annyira fontos ez a bizottság. Az első forduló viszont, hogy a házigazdának ugyan jelentős tapasztalata van nemzetközi rendezvények szervezésében, de nem feltétlenül a tanulmányi versenyek területén. Ilyenkor fontosabb az

intézőbizottság tanácsadó szerepe. Vannak benne *ex officio* tagok is: ők az előző, az éppen adott évi és a következő legfeljebb három diákolimpia fő szervezői. Most már a 2027-es ciklus elején vagyunk, így ezek a tagok az üzbég szervezőbizottság vezetője, Tajvané, mert 2027-ben ott lesz majd a rendezvény, és a 2028-as házigazda Olaszországa. Az intézőbizottság választott tagjai maguk döntenek el, ki legyen az elnök. Legutóbb engem ért az a megtiszteltetés, hogy a társaim megbíztak a vezetői feladatokkal. Azóta megpróbálom a lehető legjobban ellátni ezeket, minél hasznosabban szolgálni ezt a közösséget.

Mik az elnök feladatai?

Először is vezetni kell az intézőbizottság üléseit. Ez az „international jury” összejöveteleire is vonatkozik, az ilyeneket mindig magukon a diákolimpiákon szervezzük, de akkor tíz nap alatt többet is. Az ülésvetési feladatot másnak is át lehet adni. Amikor a verseny ideje alatt a feladatok megbeszélése folyik, akkor a tudományos szervezőbizottság tesz javaslatot nekem az elnök személyére. Eleve képtelenség lenne az, hogy minden ilyen alkalommal én elnökölnék, mert időben párhuzamos megbeszélések is vannak. Januárban általában az olimpia helyszínén személyesen is találkozik az intézőbizottság, ennek az üléseit is vagy én vezetem, vagy a helyi szervező képviselője. Ezen túl nagyon sok a kommunikációs feladat. Kérdések, javaslatok a részt vevő vagy szervező országoktól, a versenyszabályok naprakészen tartása, új országok indulási lehetőségeinek egyeztetése és rengeteg e-mail olyan fiataloktól, akik érdeklődnek a részvétel iránt. Mindezen feladatok ellátásához jól kell ismerni a diákolimpiai mozgalmat háttérrel. A válaszaim jelentős része arról szól, hogy egymást még nem ismerő emberek között kapcsolatot hozok létre.

Az utóbbi és a következő év rendező országai között Szaúd-Arábiát, az Egyesült Arab Emírségeket, Üzbegisztánt, Tajvant látjuk. Négy ázsiai ország egymás után?



Valóban. De Ázsia hatalmas, s a négy ország három jelentősen különböző régióban fekszik. Földrajzi szempontból is fontos a rendezés változatossága, de itt néha korlátozottak a lehetőségek. Észak-Amerikából például alig van részt vevő ország, ha csak a pusztán számot nézzük. Nagyon örültem annak, hogy Olaszország elvállalta a 2028-as rendezést, és jelenleg folynak a tárgyalások arról, hogy 2029-ben – története során először – Dél-Amerikában lesz a rendezvény. Most már nyilvános az az információ, hogy Brazília kifejezte szándékát a házigazdaszerep elvállalására. Természetesen vannak utazási korlátok is a résztvevők számára, ezt is figyelembe kell venni. Az intézőbizottság elnökeként talán ez a legfontosabb feladatom: a leendő rendezőkhöz évekkal előre minél jobb információt kell közvetíteni arról, hogy mi a fő feladat. Ebben sokat segít, hogy 2012-ben magam is részt vettem egy diákolimpia szervezésében. A finanszírozás nagyon fontos kérdés, a korábban sikeresen alkalmazott modelleket meg kell osztani az országok között. A Huawei-nek köszönhetően most már valamennyi saját forrása is van az intézőbizottságnak. Reméljük, hogy sikerül egyre több országot meggyőznünk arról, hogy szervezzenek ilyenek eseményt, ezzel a helyszínek földrajzi változatossága is megnövekedhetne.

Mekkora problémát jelentenek az országok politikai vezetése közötti egyet nem értések? A 2027-es olimpia Tajvanon minden bizonnyal azzal jár, hogy Kína nem lesz ott.

Az intézőbizottság összes tagja arra törekszik, hogy minél több ország és minél több diák ott lehessen és átélhesse az olimpiai élményét. De sajnos mindez nem írja felül az ilyen nemzetközi konfliktusokat. Izrael például nem jöhetett el a szaúd-arábiai olimpiára. De azért akadnak időnként diplomáciai finomságok

is. Ilyenkor lehetséges megoldás, hogy a meghívás nem a rendező országtól jön közvetlenül, hanem a nemzetközi intézőbizottságtól, de a testület tapasztalata hasznos abban is, hogy a szervező ország mit tehet még azért, hogy minél többen részt vehessenek.

Jövőre lesz új résztvevő?

Az idén Koszovó és Bhután először vett részt megfigyelőként. Olyan ország most nem volt, amely másodszor lett volna ebben a státuszban, úgyhogy Tajvanon nem várható új csapat csatlakozása, ez Olaszországban esedékes. A taskenti olimpia óta már Mianmar jelezte, hogy szeretne megfigyelőként jelen lenni jövőre, és van néhány másik ország is, amely már korábban felvette velünk kapcsolatot, de a tényleges jelentkezést még nem küldte be. Az idén már 95 ország vett részt, jövőre a megfigyelőkkel együtt akár a százat is meghaladhatja a létszám. Kicsit önkényes határkő ez talán, de ettől még fontos.

Magyarország a három alapító ország egyike a Nemzetközi Diákolimpián. Mi a véleményed a mi hozzájárulásunkról?

Szeretném a legmélyebb elismerésemet kifejezni. 2008-ban, amikor az olimpia Magyarországon volt, illetve idén, amikor a kuvaiti laborfelkészítés miatt jártam Budapesten, rengeteg elkötelezett és lelkes kollégával találkoztam. Nemcsak azokra gondolok, akik korábban versenyzők voltak, hanem azokra is, akik a csapatok felkészítésében részt vesznek, vagy azokra, akik a nemzeti versenyeken mérettetik meg magukat. Sok érdekes feladatot javasoltak magyar kollégák, a SuperSmart laboratórium pedig lenyűgöző volt.

Lente Gábor

**Chemistry
Europe**
European Chemical
Societies Publishing

WILEY-VCH

The Journal for Excellence in Chemistry, Open to All

Why publish with *ChemistryEurope*?

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



The flagship journal of the Chemistry Europe publishing association



Pintér Péter Imre

Ózon, a csodák csodája, avagy egy kémiahistória

Délután négy óra felé teljesen üres volt a Titán utca, s még annál is üresebb annak a háznak a lépcsőháza, amelynek az ajtaját éppen Kemény Acél szándékozott kinyitni. Fejét lehorgasztotta, és szemmel láthatóan nem tanúsított különösebb érdeklődést a világ iránt. Belépett a lépcsőházba, majd aktatáskáját búsan szorongatva kezében, elindult a harmadik emelet felé. Lassan vánszorgott fel, és ha látta volna bárki is, milyen kifejezés ül az arcán, bizonyára nem úgy zajlottak volna le annak a délutánnak az eseményei, ahogy végül lezajlottak, de mivel senki sem látta az ábrázatán ekkor helyet foglaló kifejezést, minden pontosan úgy történt, ahogy történt. Felért a harmadik lépcsőfordulóhoz, és zsebében kulcsáért kotorászva ugyanolyan lehorgasztott fejjel lépett be a lakásába.

Mint azt tudjuk, úgy a legkevésbé kivitelezhető a másik arcának látása, ha az lehorgasztva tartja e jelentős testrészét, így a szekrényből lassan kilépő férfi sem láthatta, milyen arcot vág a belépő. Éppen ezért nem is habozott sokáig, hanem kilépett a szekrényből:

– Adj ide minden vegyértékét! – harsant a kiáltása.

A belépő lehorgasztott fejjel maradt, és nem reagált a félreértetlen felhívásra. E percben szép lassan még három megtermett férfi bukkant fel a kis lakás különböző pontjain: az egyik az ágy alól, a második a kádból, a harmadik pedig a konyha felől, ahol vélhetően a hűtőszekrényben tartózkodott.

– Hallja!? – emelte fel hangját a szekrényből kilépő bumburnyák, aki négyük közül a vezér lehetett. – Azt mondtam, adj ide minden vegyértékét!

Kiáltására nem érkezett válasz, csupán a szomszéd lakásból hallható nesz engedett arra következtetni, hogy Takács Kázmérnak nem áll szándékában belefolyni a szomszédság ügyeibe, ezért rövidebb-hosszabb időre sietősen távozott otthonából. A csönd rosszul hatott a behemótra. Kezdeti magabiztossága múlni látszott, mert kezében már nem állt olyan fenyegetően a pisztolya.

– Hallod, te süket számárium!? Azt mondtam, hogy ide a pénzt! Most!

A házigazda – mert az aktatáskást joggal vélhetjük annak – erre a felhívásra sem reagált, hanem mélabúsan, lassan lépkedve a fotelhez ment, majd eltöprengve behuppant.

A kettes számú nagydarab – aki nemrégiben még a kádban tartózkodott, és egyébként a Krypton névre hallgatott – most főnökére meredt, és jelentőségteljesen meglobogtatta kezében lőfegyverét, ám a kérdésre amaz egy legyintéssel válaszolt. Krypton leengedte fegyverét, és elfordult a tétlen célszemélytől, mind nagyobb érdeklődéssel figyelve egy asztalon levő tárgyért és annak – nagy valószínűséggel már hideg, ám annál kecsegtetőbb – tartalmát.

– Hallod, te... – mondta egyre fogyatkozó harciassággal a bandavezér. – Mi a szürös szagú élet van? Savamra mondom, kezdlek begurulni... – motyogta elhaló hangon, majd lesüppedt a házigazda mellé egy fotelbe, és revolvere csövével megvakarta az állát.

A házigazda ölébe vette aktatáskáját, majd lassan rátámaszkodott, és kezébe temette arcát.

– Te, főnök... – szólalt meg ekkor a hármas számú behemót. – Szerintem ennek valami baja van.

– Látom én is, te agyalágyult! – szólott rá a főnök csüggedten.

– Akkor csináljunk már valamit – szólt közbe a fürdőkád legutóbbi „használója” –, mert soha nem leszünk meg a melóval, én meg már most is istentelenül éhezek...

– De mégis mi a bűdös poliszacharidot csináljunk? – tört ki a főnőkből az elkeseredettség. – Krypton, te meg ne zabálj folyton, ne felejtse el, hogy vendégek vagyunk!

A megszólított feltekintett, majd bocsánatkérően motyogott valamit, és kelletlenül félretolta a tárgyért. Ekkor a házigazda váratlanul megmozdult. Mindannyian rámeredtek. Kemény Acél lassan fel emelte a fejét, majd elkeseredett arcán egy pillanatra mintha valami átszaladt volna. Nem lehetett megmondani, mi volt az, de kétségtelenül átfutott. Váratlan vendégeire tekintett, majd ugyanolyan szenvtelenül kinyitotta ölében heverő táskáját. A bumburnyákok izgatottan meredtek rá. A táskából egy meggyűródött kis borítékot vett elő, majd megforgatta kétszer a kezében, és szomorú arcán újabb bús árnyékok futottak végig. A szobában az eddigi néma csönd immáron lélegzetviasszafojtott néma csönddé vált. A boríték nyitva volt, és Kemény Acél látható keserűséggel tekintett rá.

– Megállj! – kiáltott fel a főnök. – Add ide! – azzal kitépte a házigazda kezéből a levelet.

– Mi van benne? – hajolt közelebb egyszerre a három tagbaszakadt egyén.

– Hallgasd! – szólott a levelet tanulmányozva a főnök. – Biztosan ez az oka az egésznek.

– Olvasd már fel, Argon! – szólott türelmetlenül főnökéhez az egyes számú behemót, az, aki először az ágy alatt tartózkodott, és akit annak idején iskolás társai Ózonnak csúfoltak. – Mi van benne?

– Várjál, Freon, mondom – szólott rá a főnök, majd nagy levegőt vett, és olvasni kezdte:

Kemény Acél!

Folyó hó 28-án pénteken, azaz holnapután délután 3 órakor legyen a Lantán utca sarkán lévő parkban a doktor Nickel lakásával szemben álló platánfa mellett!

Hozzon magával 20 000 kőolejt abban a kis ládikóban, amit a kisasztalán tárol! A platánfának az út felől nézve hátsó oldalán másszon fel a második nagy ágig! Ott talál egy kis odút. Abba tegye be a ládikót a pénzzel!

Vigyázzon! Ne próbáljon becsapni, mert figyelni fogjuk! Tudjuk, hol lakik.

A szobára az előző néma csendnél is némább csend telepedett. Senki sem tudta, mit mondjon, de ez érthető is, hiszen a helyiségben öt férfi volt, akik egy része csupán az iménti percekben találkozott először, és természetesen azt is figyelembe kell vennünk, hogy a levél felolvasása mindenkit elgondolkodtatott. Végül a harmadik bumburnyák – aki a Radon nevet viselte immár 44. éve – összegezte mindannyiuk véleményét:

– Srácok, ez nagyon gáz...

A többiek egyetértésüket jelezvén némán bólogattak, amíg a házigazda lehajtott fejjel ült a fotelben, látszólag gondolataiba merülve.



– De vajon ki írhatta ezt? – töprengett el Argon.
 – Nincsen ötlete, hogy ki lehetett? – nézett megértően a házigazdára Radon.
 – Sajnos sejtelmem sincs – mondta Kemény Acél bánatosan.
 – Pedig először azt kéne kitalálni – mondta gondterhelten Argon.
 – Majd mi segítünk neked!
 – Ami azt illeti – kezdte Freon –, van két nagyon fontos részlet a levélben, ami sok mindenről árulkodik. A titokzatos levélíró már az elején elárul valamit. Mégpedig azt, hogy ismeri doktor Nickelt, hiszen pontosan tudja, hogy az hol lakik.
 A többiek elképedten néztek rá. Freon felbátorodva folytatta:
 – Aztán később azt is elárulja, hogy már járt az ön lakásában, uram.
 – Micsoda? – kapta fel a fejét ijedten Kemény Acél. – És ezt meg miből gondolja?
 – Csak abból, hogy a levél írójának tudomása van egy ládáról, és pontosan tudja, hogy azt ön hol szokta tárolni. Éppen ezért biztos, hogy ez az ember járt már az ön lakásában, ha nem pont valamelyik közeli ismerőse...
 – Ejnye! Akkor ez egy cseppet sem könnyíti a helyzetet – csüggedt Kemény Acél. – Ugyanis pont a múlt héten volt, hogy a kis fullerénekkarunkkal összejöttünk itt nálam, és bizony nem kevesen voltunk.
 – Hát az baj... És esetleg fel tudja idézni, hogy kik voltak itt? – kérdezte Krypton.
 – Sokan. Majdnem az egész csapat eljött. Nem emlékszem pontosan, de aluminimum tizenötön lehetünk.
 – Megvan! – kiáltott fel Freon. – Diffundáltam valamit!
 A többiek rámeredtek. Krypton – szájában kanállal – büntudattal pillantott fel. Attól tartott, hogy a főnöke megint megfluorol rá fékezhetetlen falánksága miatt.
 – Mi is diffundálni fogunk? – nézett bambán Radon.
 – Nem nitrátok céloztam! – szólt rá Freon. – Acél elmegy a megadott helyre, és viszi magával, amit a fenyegető akar. Eközben mi ott leszünk, és a parkban szétszóródva figyelünk, majd amikor a fenyegető odamegy, elkapjuk!
 – Főnök – nézett elkeseredetten Radon Argonra –, én ezt nem értem... Én ehhez túl hülye vagyok.
 – Hülye lehetsz – nézett rá komolyan a főnök –, csak csináld okosan! Te meg ne zabáld, Krypton! Komolyan mondom, ti egy karbonátokújtotta bagázs vagytok! – mordult fel.
 – Bocsi, főnök! De találtam a hűtőben ezt a tál kovalencse-főzeléket, és...
 – Ó, a franciumba! Tedd el ezüstötlést! – ordított mangán kívül Argon.
 – Mindig engem szidol – keseredett el Krypton.
 – Na jó – enyhült meg a főnök. – Semmi baj. Most menjünk a Lantán utcához!
 – Ööö... főnök – szólt félénken Krypton. – Sajnos kissé megfűtötte a gyomromat ez a kovalencse...
 – Jó, akkor te pihenj egy kicsit; maradj itt, mi meg elintézzük.
 Azzal a négy egyén – név szerint Argon, Freon, Radon, Krypton – és Kemény Acél kilépett a kis lakásból, és a Lantán utca felé vette az irányt.
 A bárium, ahova Freon és Radon beült, hűvös volt, amely tulajdonságát igencsak értékelték, ugyanis másfél órán keresztül egy vad-rózsabokorban ülni és várni, hogy megjelenjen egy ember, akit még csak nem is láttak soha, tényleg embert próbáló feladat, még akkor is, ha olyan emberekről van szó, mint Freon és Radon. Az asztal mellett ők ketten ültek, valamint az a doktor Nickel, akivel nagy szerencsájukra összefutottak a rózsabokorban, ugyanis a balszerencsés kémikus biciklopentánja váratlanul szétesett, és a professzor terve, hogy meglátogatja a négy utcával arrébb levő fodrászatot, salétromba dőlt. Így, minthogy amúgy sem volt mit csinálnia, meghívta a két el-

csigázott „bokorlakót” a Platina Báriumba, rendelt mindenkinek egy-egy üveg bort, és elkezdtek beszélgetni. Mivel a két kiváló összeesküvőnek a báriumból is módja volt figyelemmel kísérni a plátánfa alatt esetlegesen lezajló eseményeket, és mivel főnökük – az önfeláldozó Argon – hősiesen kint maradt, az asztalnál teljes nyugalommal folyt a szó és Keve Réka speciális molekulás spioncserélt királyvize, melyet a tulajdonosnő – mint a doktor fullerénekkaros ismerőse – baráti kedvezménygel mért nekik.

– Még jó, hogy összefutottunk – nevetett Radon.
 – Valóban, de legközelebb inkább valamivel jobb helyen próbáljuk ezt meg, mint egy rózsabokor! – kacagott a professzor is.
 – Hogy vagy? Nem unod még a várost?
 – Be kell vallanom, hogy már nagyon unom. Lehet, hogy jövőre kiköltözöm valahova az allotrópusokra vagy Ameríciumba, valahova Kaliforniumba. Végül is Einsteinium is kiment Germániumból annak idején... Én miért ne tehetném meg?
 – És hogy szolgál az egészségéged?
 – Igazán jól érzem magam. Pont a napokban tettünk egy kellemes jódtinktúrát a közeli erdőben a fullerénekkar egy részével. Ha tudnátok, milyen szép arrafelé a kristály... És találtunk egy hús vízi energiaforrást is, amit addig még soha nem láttunk.
 – Kemény Acél is ott volt? – kíváncsiskodott Freon.
 – Nem, ő sajnos azt mondta, nem tud eljönni. Azt mondta, halaszthatatlan intéznivalója van a rendőrségen. Vele legutóbb akkor volt közös buli, amikor nála jött össze a csapat. Mondhatom, remek volt a hangulat! Akkor mindannyian ott voltunk: Keve Réka, Lizátor Kata, Tronika Elek, Tell úr...
 – Várj csak! Kikről beszélsz? – vágott közbe Radon. – Nekem egyik név sem ismerős.
 – Keve Réka ennek a báriumnak a tulajdonosa, ő szokott egyébként kalciterázni is, amíg énekelünk. Lizátor Kata jelenleg munkanélküli. Szegény a tönk szelén van... A férje, Tronika Elek sem keres sokat. Mint karboxiló, izomériában tagadhatatlanul verhetetlen, de sajnos az anyagi problémáik mindennaposak, mert az utóbbi időben lesérült, már nem olyan grafit, és nem szállhat ringbe. Tell úr pedig nyugdíjas régiséggyűjtő. Minden kacatot összeszed. Neki egész szekrényei vannak tele mindenféle ó lommal. De hát mindenki mászt csinál szabadidejében. Én kristályképeket festek, Keve Réka endotermálfürdőbe jár, ő meg régi dolgokat gyűjt.
 – Milyen sokféle embert összeköt egy olyan közös dolog, mint az éneklés... – töprengett el Freon.
 – Bizony. És milyen nagy összetartozás is ez! Havonta kétszer összejövünk Acélnál és éneklünk, meg mindig meg is vendégel minket. Szegény fiú... Mindig ő az, akinek a lakását úgyszólván tönkreteszszük egy-egy buli után. Van neki egy régi, bizmutatós ezüst szalvétatartója a kandallópárkányon, és legutóbb véletlenül Tell úr megkvarcolta, amikor letette a limonitos poharát.
 Acél nem igazán örült, mert nagyon szép darab az a szalvétatartó. Emlékszem, amikor először láttuk – még elég régen –, Tell úr hogy megcsodálta. Acél azt mondta, még a nagyapjától örökölte meg, akinek mindenféleje volt, csak egyszer valami foszfát tett a tűzre, és ebből lett a galiba. Akkoriban még egy őrült indiktátor volt hatalmon, aki azt képzelte magáról, hogy jó vezető, és a papit hamis, alkoholt vádask alapján eltiltették, és így molekularács mögé került.
 A családjától pedig mindent elvettek természetesen, de ezt a szalvétatartót sikerült elrejtetniük, abban a reményben, hogy majd pénzé teszik. Ám a papa valahogy kiszabadult, aminek a körülményeire már nem igazán emlékszem, ha egyáltalán Acél elmondta, de végül a család helyzete rendeződött, és ez a – mondhatni – családi ereklye Acélhoz vándorolt.
 – Nem semmi... – ámuldozott Freon. – Ez aztán kalandos történet!
 – Azt mondod, hogy a kandallópárkányon tartja ezt a ritkaságot? – kérdezte Radon.



- Igen, méghozzá a közepén. Csodásan mutat!
- És még egyszer sem lopták el tőle? – álmélkodott Radon.

Hirtelen óriási zaj ütötte meg a fülüket. Az utcán két rendőrautó szirénázott, majd megállt a bárium előtt. Freon és Radon egyszerre pattant fel menekülőúttért körbetekintve. Ekkor kivágódott a helyiség kis üvegezett ajtaja, és Krypton lépett be, mögötte pedig két rendőr. Az asztaltársaság összenézett. Freon és Radon szemében rémület és kétkedés, doktor Nickelében csodálkozás tükröződött. Az egyik egyenruhás megállt az ajtóban, a másik pedig követte Kryptont, aki egyenesen a társaság asztalához ment. Radon félelmében visszagyogyott a székre, Freon pedig kilötytentyette a kezében tartott bóróspohár tartalmát. Senki sem mert megszólalni. Ekkor ismét kivágódott az ajtó, és bezuhant rajta az ajtónálló rendőr, mögötte pedig felbukkant a mindenre elszánt Argon alakja.

– Fel a kezekkel! – ordította, majd jelentősegteljesen a Radon mellett álló közegre nézett. A megszólított magasra emelte kezét, majd az újabb utasítás értelmében leengedte, és fegyvereit a földre pakolta, végül ismét a magasba tartotta felső végtagjait. Szemében értetlenség tükröződött, de minden bizonnyal volt tapasztalata a váratlan és megmagyarázhatatlan parancsokban és azok szó nélküli végrehajtásában, így mindezt a legnagyobb közönnyel tette meg.

- Állj, főnök! – szólalt meg ekkor Krypton. – Semmi vész.

Hangja olyan meggyőzően csengett, hogy Argon számára is csak háromszor kellett elismételnie, hogy az elnézést kérjen az imént belökött és lefegyverzett két rendőrtől, majd visszaadja az előbbinek egyik revolverét – a másikat viszont észrevétlenül kabátzsebébe süllyeszte.

A sok értetlen szempár, amely rá szegeződött, Krypton számára egyértelműen azt sugallta, hogy mondania kellene valamit, ezért hebegve Freonhoz fordult:

- Mit isztok?

– Mi az, hogy mit iszunk? – kiáltott rá felháborodva Radon. – Te itt ideállítasz szirénázva, berontasz, mintha le akarnád rombolni az idegrendszerünket, aztán amikor már mindannyian félig összeszedhetetlen állapotban vagyunk szanaszét a padlón a rémülettől, megkérdezed, hogy mit iszunk... Metántalan valami borszeszfűggő vagy? – tekintett rá szemrehányóan. – Most pedig ki vele! Mi történt?

– Rendben, mindjárt mondom, csak közben rájöttem, hogy a fickó keze ügyében hagytam a bicskámat kint a kocsiban – mondta bocsánatkérően Krypton, majd az ajtóból visszaszólt:

- Folyton elhagyom a holmiumat...

– Milyen fickó? Milyen bicska? Mi történik itt? – kérdezte az összezavarodás határán lévő főnök nem kevésbé összezavarodott embereitől. Az elkövetkezendő két percben egy hangot sem lehetett hallani a báriumban, kivéve a háttérben szóló rádiumot, amely Argon szerint a szokásosnál jóval idegesítőbb hangerővel játszott egy végtelennek tűnő Sublimahl-számot. Végül belépett Krypton, mellette pedig Kemény Acél.

– Most már minden rendben, az öreg nem volt olyan fürge, hogy azóta kiszabaduljon, úgyhogy fölére nyugodtak lehetünk.

– A higanyját! – csattant föl a főnök. – Akkor végre mondd el, mi történt!

– Rendben – kezdett bele Krypton. – Annyi történt, hogy éppen aludtam, és egy nagy tál diós metiltől, meg egy kupac protonhalas szendvicsről álmodtam, amikor hallom, hogy puffan valami, és azon kapom magam, hogy felébredtem. Hát, felnézek, és egy öreg pasast látok a kandalló előtt, a kezében egy kis tárggyal, a földön pedig egy összetört vázát. Hát, gondoltam, hogy nem normális, ha az ember házában olyan öreg szivarok mászkálnak, akik előzetes bejelentés nélkül vázakat vernek le a kandallóról, és a kezükben kisméretű tárgyakat tartanak, valamint fészítővasakat szorongatnak, ezért fogtam magam, és felkeltem, hogy jelezzem a fickónak, biztosan rossz helyre jött, ám ekkor nagy meglepetésemre ez a két egyén – bökött a két oldhatósági közegre – lépett be az ajtón, és felszólította az öre-

get, hogy fogja vissza magát, tegye félre a vasat, és csöndben engedje, hogy megkössék. Aztán meglátták, hogy én is ott vagyok, és összezavarodtak egy kicsit, de aztán elmeséltem nekik, hogy délelőtt nagyon bezabáltam a kovalencse-főzelékből, és csak ezért aludtam ott, így megértették, hogy engem nem kell az öreghez hasonló bánásmódban részesíteni. Aztán beültünk a kocsiba, és idejöttünk, hogy megtaláljunk titeket.

- És ki ez az ember? – kérdezte döbbenten a doktor.

– Tell úr – szólt közbe Kemény Acél.

- És mit akart a házadban?

– Ellopni az ezüst szalvétatartómat.

– Akkor – vágott közbe Argon – ő lehetett a fenyegető, aki csak azért akart idehívni téged, hogy addig ne legyél otthon, és ellop-hassa?

– Igen, és azért váraoztunk itt hiába, mert ő közben ott volt a lakásomon.

– De ezt honnan tudod? Hiszen egész végig itt voltál velünk – nézett rá kérdően Argon.

- Előre tudtam, hogy ezt akarja csinálni.

A kis helyiségben néma csönd lett. Mindenki értetlenül bámult körbe.

- Mi az, hogy... tudad? – nyögte ki végül a doktor.

– Ismertem ezt az embert a rendőrség nyilvántartásából. Ő, akit mindenki csak mint Tell úr ismer, valójában a fotokémia nagymestere, és a nemzetközi piacon értékesíti az országok között szerzett információit.

- Mi az a fotokémia? – kérdezte szégyenkezve Radon.

– A fénykép-alapú kémkedés. Ebben volt utolérhetetlen az az ember, aki közben úgy nézett ki, mint egy átlagos nyugdíjas, aki régi-ségeket gyűjt, és az utóbbi időben fel is hagyott a kémkedéssel azért, hogy a gyűjteményét tovább bővítse. És mivel tudtam, hogy ki ő, és hogy nem véletlenül akart a közelembbe kerülni, már két hete figyeltem a házamat ezzel a két rendőrrel, akik kitűnően végezték a dolgukat! Gratulálok, fiúk! Ametisztességesen megcsináltátok a feladatokat, és igazán nagy halat fogtatok.

A két rendőr a dicsérettől mámorosan kiment, hogy behozzák a foglyot.

Ezek után – folytatta Acél – Tell úr bizonyosan pepszint vall, ugyanis a kezünkben megcáfolhatatlan bizonyítékok vannak. Nem-sokára már peptidláncra verve fog utazni az új otthona felé, ahol nem kell aggódnia, hogy a régiségek iránt érzett vonzalma bármi rosszra sarkallhatja.

Újabb teljes csend kerekedett, amit ezúttal még a rádium sem zavart meg, ugyanis az előző esetből okulva Keve Réka kikapcsolta a hangszórót, amikor az egy Gipszi Kingsz-számot kezdett ordítani. A csöndet a doktor törte meg:

– De egyet nem értek még. Azonkívül, hogy kellett bizonyíték Tell ellen, miért tartottad mindig a kandallón azt az ezüst szalvétatartót?

– Mert ez állt a megboldogult nagyapa végrendeletében – szólt közbe Freon. – És mert Volta-képpen nem is ezüstből készült az a híres szalvétatartó. – Mindenki megdöbbenve meredt Freonra, Kemény Acélt leszámítva. – Hanem aranyból, méghozzá huszonnégy karátosból. És a nagyapa testamentuma szerint akkor tarthatja meg az unoka, ha mindig a lakása legláthatóbb pontján tartja, hogy mindenki láthassa. Ám ő ekkora kockázatot mégsem akart vállalni, így inkább bevonatta ezüsttel, hogy bár fényűzésén ne veszítsen sokat, azért ne is hivalkodjon annyira. Tell úr is gyanút fogott, ezért kvarcolta meg „véletlenül” még régen, hogy kiderítse, mennyire kemény. És bizony igaza lett.

Argonnak leesett az álla:

- De Freon! Honnan tudod te mindezt?

Freon cinkes mosolyt villantott társaira:

- Én is a rendőrségen dolgozom.

Agárdi Tamás

■ AFV Kft.

Pillantsunk a jövőbe!

A biztonsági jel, amely válaszol – a DESS-konceptió

A biztonsági jelzések fejlődése hosszú időn keresztül a grafikai egységesítésre, a gyors felismerhetőségre, a megfelelő láthatóságra és a tartósság növelésére irányult. A szabványos színek, formák és piktogramok mára olyan közös vizuális nyelvet alkotnak, amely veszélyhelyzetben is gyorsan, lehetőleg nyelvi ismeretektől függetlenül közvetít egyértelmű üzenetet. Ez a funkció a jövőben sem veszíthet jelentőségéből: a biztonsági jelnek külön eszköz, hálózati kapcsolat vagy energiaellátás nélkül is felismerhetőnek kell maradnia.

A munkahelyek működése ugyanakkor gyorsan változik. Egyre több vállalat alkalmaz digitális karbantartási nyilvántartást, elektronikus oktatási rendszert, gépállapot-felügyeletet és mobil eszközről elérhető dokumentációt. Ezzel párhuzamosan részben még látens – a felhasználók által nem mindig megfogalmazott – igények is megjelennek: ilyen a helyszínhez kötött, mindig aktuális információ, a szerepkör szerint eltérő utasítás, az azonnali hibabejelentés vagy a biztonsági műveletek dokumentálhatósága.

A hagyományos piktogram ezeket az igényeket önmagában nem képes kielégíteni, és nem is feladata valamennyi kapcsolódó információ megjelenítése. Jelezheti, hogy védőkesztyű használata kötelező, de azt már nem, hogy az adott munkafolyamathoz milyen védelmi képességű kesztyű szükséges. Figyelmeztethet veszélyes anyagra, de nem mutatja meg annak biztonsági adatlapját, tárolási feltételeit vagy a kiömlés esetén követendő eljárást.

A jövő fejlesztési lehetőségeit és ezeket a látens igényeket figyelembe véve a biztonsági jelzésteknológia egyik elképzelhető fejlődési iránya a fizikai jelzések digitális információk rétegével történő kiegészítése lehet. Ezt vizsgálja a DESS, vagyis a **Digitally Enhanced Safety Signage** koncepciója. A DESS nem kész, minden részletében lezárt termék vagy szabványos megoldás, hanem továbbfejlesztendő rendszerelképzelés. Központi kérdése, hogy a fizikai jelzések egyszerűségének és üzembiztonságának megőrzése mellett milyen további információk és funkciók tehetőek elérhetővé rajtuk keresztül.

A jelzés mint digitális belépési pont

A DESS alapja egy biztonsági jelen vagy annak közvetlen környezetében elhelyezett QR-kód, illetve NFC-azonosító. A kód nem egyetlen dokumentumot, hanem egy helyszínt, gépet, berendezést vagy biztonsági pontot azonosít. Beolvasásakor a rendszer a helyszínazonosítót összeveti a mögöttes adatbázissal, majd elindítja az adott ponthoz rendelt információs vagy tevékenységi szekvenciát.

Elsőként egy áttekinthető főképernyő jelenik meg, amely az adott helyen legfontosabb információt tartalmazza. Innen leg-

feljebb két további szinten érhető el a részletes dokumentumok, videók, nyilvántartások és műveletek. Veszélyes munkakörnyezetben ugyanis nem várható el a felhasználótól, hogy bonyolult menürendszerben keresse a szükséges információt.



A rendszerben elkülöníthető az általános és a vállalatspecifikus tudás. Az előbbihez jogszabályi, szabványügyi vagy általános munkavédelmi tájékoztatók tartozhatnak. A vállalatspecifikus réteg az adott telephelyhez, géphez, veszélyes anyaghoz vagy munkakörhöz kapcsolódó utasításokat jeleníti meg.



A piktogramtól a részletes információig

A vegyi anyagok kezelése jól szemlélteti a rendszer lehetőségeit. A GHS-piktogram vagy az ISO 7010 szerinti jel gyorsan azonosíthatóvá teszi a veszély jellegét, a biztonságos munkavégzéshez

azonban több információra lehet szükség. A kód beolvasásával megnyitható az adott anyag legfrissebb biztonsági adatlapja, a helyi tárolási előírás, a kompatibilitási lista vagy az elsősegélynyújtási eljárás.

Elektronikus vegyszer-nyilvántartás használatakor megjeleníthető a készleten lévő mennyiség, a lejárató idő és a tárolási hely. Rövid videó mutathatja be a kiömlés kezelését, a dolgozó pedig fényképpel együtt jelentheti a sérült csomagolást vagy hiányos címkét.

Hasonló elv alkalmazható az egyéni védőeszközöknél. Az előírás munkakörhöz és zónához köthető, így ugyanazon jelzés beolvasásakor a gépkezelő, a karbantartó és a látogató eltérő védőeszköz-listát kaphat. A rendszer megmutathatja az eszköz pontos típusát, használatát, ellenőrzési szempontjait, csereidejét és tárolási helyét.



Gépállapot, karbantartás és LOTO

Gépeknél a biztonsági jelhez kapcsolható a kezelési utasítás, az SOP, a karbantartási napló, a következő felülvizsgálat időpontja és a leválasztási pontok ábrája. Egyszerű állapotjelzés is alkalmazható: a zöld az üzemképes állapotot, a sárga a közelgő karbantartást, a piros pedig az üzemeltetés tilalmát jelezheti.

Kiemelt alkalmazási terület a lock-out/tag-out, vagyis a veszélyes energiaforrások leválasztásának és visszakapcsolás elleni biztosításának folyamata. A tiltó tábla mellett megjeleníthető, hogy ki és mikor rendelte el a lezárást, mely energiaforrásokat választották le, ki a felelős karbantartó, és mikorra várható a javítás befejezése. A berendezés újbóli üzembe helyezése jogosultsághoz köthető.

Emelőgépeknél és targoncáknál elérhetővé tehető a teherbírasi diagram, a kötözési séma, a függeszték vizsgálati bizonyítványa és a kezelői jogosultság érvényessége. Sérült eszköz észlelésekor a dolgozó fényképes hibabejelentést küldhet az EHS- vagy karbantartási szervezetnek.

Tájékoztatás és vészhelyzeti támogatás

A DESS különösen hasznos lehet a látogatók, alvállalkozók és idegen nyelvű munkavállalók tájékoztatásában. A bejáratú jelzésen keresztül saját nyelvükön ismerhetik meg a telephely veszélyeit, az előírt védőeszközöket, a tiltott tevékenységeket és a vészhelyzeti teendőket. A tájékoztatás teljesítése elektronikus dokumentálható.

Menekülési helyzetben a fizikai menekülési jelek és az utánvilágító jelrendszer továbbra is elsődlegesek. A digitális rendszer ezek kiegészítője lehet: többnyelvű utasítást, hangos navigációt, digitális alaprajzot vagy a gyülekezési hely elérési útvonalát biztosíthatja.

Fejlettebb integráció esetén figyelembe veheti a tűzjelző vagy az épületfelügyeleti rendszer által jelzett lezárt útvonalakat is. A menekülés azonban nem válhat mobiltelefon, hálózati kapcsolat vagy külső szolgáltatás működésétől függővé.

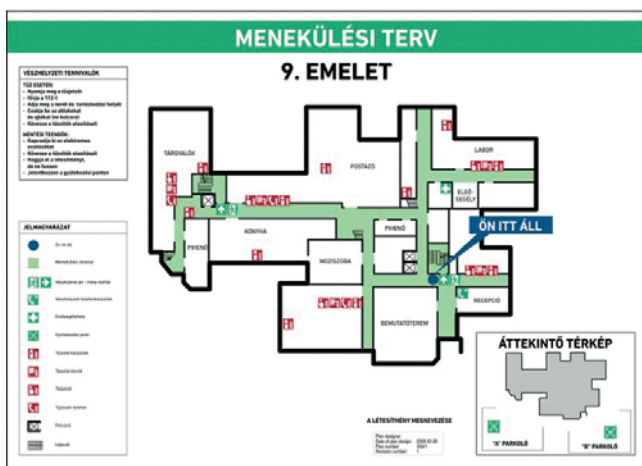
A biztonsági jel visszacsatolási ponttá válik

A hagyományos biztonsági kommunikáció jellemzően egyirányú: a szervezet kihelyezi a jelzést, a munkavállaló pedig értelmezi. A DESS ezt kétirányú kapcsolattá alakíthatja. A felhasználó jelezheti a sérült táblát, a hiányzó védőeszközt, a rendellenes gépállapotot, a hulladéktároló telítettségét vagy egy környezeti incidenst. A fénykép, a helyszínezonosító és az időpont összekapcsolása gyorsabb intézkedést és pontosabb dokumentálást tesz lehetővé. Az adatok karbantartási elemzésekhez, ISO 14001 szerinti adatgyűjtéshez vagy ESG-jelentések előkészítéséhez is felhasználhatók.

A DESS újdonsága tehát nem önmagában a QR-kód, hanem a helyszínezonosításon alapuló, strukturált és jogosultságokkal kezelhető háttérrendszer. A biztonsági jel nem válik túlszűfolt használati utasítássá, mégis hozzáférést nyit a részletes, frissíthető és visszacsatolásra alkalmas digitális tudáshoz.

A jövő biztonsági jele nem feltétlenül kijelző vagy önálló okos-eszköz. Megmaradhat egyszerű, tartós és azonnal értelmezhető fizikai jelzésnek. Mögötte azonban létrejöhet egy olyan digitális információs környezet, amely a veszély felismerésétől a helyes cselekvésen át a végrehajtás dokumentálásáig támogatja a felhasználót. Ez a DESS-konceptió legfontosabb ígérete.

Menekülési terv az ISO 23601:2020 szabvány alapján





Mértékkal él az ember

A HUN-REN Wigner Fizikai Kutatóközpont 2024-ben saját könyvsorozatot indított *All Colors of Physics – Sokszínű fizika* címmel, amely munkatársainak angol és magyar nyelvű műveit kínálja nemcsak a szakmai, hanem a tágabb olvasóközönségnek is.



A sorozat harmadik darabja – Horváth Dezső könyve, a *Mit, miért, mivel mérünk?* – idén nyáron jelent meg. Régen olvastam ilyen szórakoztató, gyakran mély és szép összefüggéseken alapuló kötetet.

A szerzőt olvasóink már ismerhetik, például a 2013. és 2015. évi Nobel-díj háttérét ő világította meg lapunkban. Horváth Dezső ugyanis Széchenyi-díjas részecskefizikus, fő munkahelye, a KFKI/Wigner mellett dolgozott, többek között,

Dubnában, Brookhavenben és a CERN-ben. Professor emeritus; Debrecenben és Kolozsváron tanít.

De honnan ered a könyv ötlete? A válasz e-mailben érkezett: „A 80-as években Amerikában és Kanadában dolgoztam részecskefizikai kísérleteken, és valamennyien szenvedtünk az amerikai egységektől, ezt emlegetem is a könyvben. Igazából az is elképesztett, hogy az angolszász egységek egymás között is különböznek némileg. Írtam egy cikket a *Fizikai Szemlé*ben »Kedvenc mértékegységeim« címmel, később több cikksorozatot is ír-

tam az *IPM*-be, az utolsó erről szólt, de valamiért csak az első két részt közölték, pedig egyszerre küldtem be az egészet. Így kapóra jött, amikor a Wigner FK meghirdette kiadói szándékát, bár eredetileg inkább tudományos témákra gondoltak, az első két könyv az is. Három évig dolgoztam rajta, az utolsó fél év az ábrák jogtisztává tételével telt, ezért van annyi saját fényképem benne, pedig a webről elérhetőek szebbek voltak. Rengeteg segítséget kaptam azoktól, akiket felsorolok a végén, főleg Trócsányi Zoltántól a tartalmat és Verle Ilonától az ábrákat illetően.”

A kötet a metrikus rendszer kialakulásának történetével kezdődik (és már az elején kiderül, hogyan lehet két kézen 144-ig, sőt 1023-ig elszámolni), sorra veszi a szokásos és a furcsánál furcsább mértékegységeket, természetesen az ókortól kezdve, országokon, kontinenseken átívelve, és még az iskolai osztályozási rendszerek különbségeire is kitér (az amerikaival többször gondban voltam eddig).

A fejezetek, alfejezetek elején szereplő mottók önmagukban is olvasásra sarkallnak, az egyik kedvencem egy limerck: Van egy ifjú hölgy, Katik, / Ki a fénynél gyorsabban utazik, / Ha elmegy ma délelőtt, / Visszaér már tegnapelőtt.

Az itt következő részletekből képet alkothatnak a könyvről, amelyben – remélem – sokan böngésznek majd a képernyőn vagy akár hagyományosan, lapozgatva.

sv

A pdf-változat szabadon letölthető innen:

<https://pubs.wigner.hun-ren.hu/wigner/catalog/view/mit-miert-mivel-merunk/7/26>

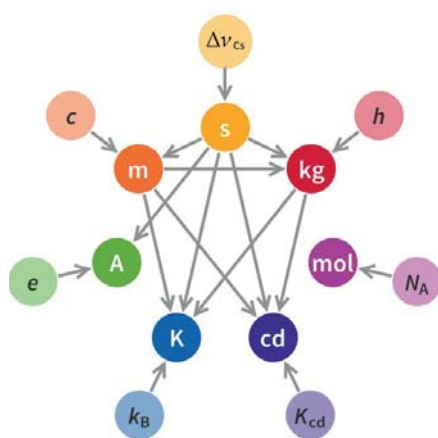
A papírváltozat megvásárolható például itt:

https://www.typtotex.hu/book/15512/mit_miért_mivel_merunk

Mit, miért, mivel mérünk? Zűrzavaros mértékeink a róftól a fényévig

Részletek Horváth Dezső könyvéből

A metrikus rendszer kialakulása, a Túlélő régi mértékegységek, az Egyéb közhasznú mértékegységek tárgyalása után a Tudományos mértékrendszerek fejezete következik, innen idézzük az Idő és a Tudománymetria című részt.



Idő

Amint az ábra szemlélteti, habár a hosszúságnak volt az első igazi tudományosan létrehozott egysége, a mértékrendszerünk is a méterről kapta a nevét, mégis az idő számít a fizikai mennyiségek között a legeredetibbnek.

Alapvető SI-mértékegységeink. Balra: az alapegységek összefüggése. A külső körön a rögzített állandók vannak, eggyel beljebb

az alapegységek. Az összefüggéseket nyilak jelzik, azok kívülről befelé és felülről lefelé haladva növekednek. A mol az Avogadro-számmal mindentől független. Jobbra: SI-logó az alapvető mennyiségeket meghatározó állandókkal (c: fénysebesség, h: Planck-állandó, Δv_{Cs} : a ^{133}Cs szinképvonalának alapállapotú felhasadása, e: elemi töltés, k_B : Boltzmann-állandó, N_A : Avogadro-állandó, K_{cd} : spektrális fényhasznosítás)



Szent Ágoston sokat foglalkozik az idővel a 4. században írt *Valomásaiban*. Arra jut, hogy az idő csak mozgással mérhető, de nem egyezik magával a mozgással, igazából nem is tudja, micsoda. A Világ teremtésekor Istennek az időt is meg kellett teremtenie, tehát annak a kérdésnek, hogy Isten mikor teremtette a világot, nincs értelme. A fizikai kozmológia álláspontja hasonló: James Peebles (Nobel díj, 2019) szerint az ősrobbanásnak nem lehetett időpillanata, mert az időnek is akkor kellett létrejönnie: *Nincs értelme kezdetről beszélni, amikor semmi jó elméletünk nincs a kezdetről.*

A fentiekből kiderül, hogy bár az idő az események egymásutánosságát írja le, de értelmezése komoly tudományos probléma,

mind fizikai, mind pedig filozófiai szempontból. A Nap járása, nappalok és éjszakák egyenletes váltakozása az idő ciklikusságát sugallja, ugyanakkor létezik abszolút időskála, amely az ősrobbanással kezdődik. Ahogy korábban írtuk, Einstein relativisztikus értelmezésében tér és idő összefügg, együtt négydimenziós tér-idő koordináta-rendszert alkotnak a világunk számára, de az idővel ellentétben a térnek nincs abszolút nulla pontja. Idő és energia szorosan kapcsolódnak egymáshoz abban is, hogy a fizika nem értelmez sem negatív időt, sem negatív energiát. Valahonnan visszaszámolva persze mind idő-, mind energiakülönbség lehet nullánál kisebb.



Balra: Horus típusú hordozható napóra, iránytűvel.

Jobbra: A Clark College (Vancouver, Washington, USA) szabadtéri napórája



Balról jobbra: 60 perces homokóra; súlyal hajtott inga-óra a 19. századból, Gustav Becker készítette; csillagászati óra Prágában harangjátékkal és a felső ablakokban megjelenő figurákkal



Balra: analóg kvarcóra belseje. A hosszúkás fémhenger tartalmazza a hangolókristályt, az alsó tekercs hajtja a mutatómotort. Középen: 32768 Hz-es kvarcoszcillátor hangolóvillája. Jobbra: három-tengelyes tourbillon-karóra



Tudománymetria: Erdős-szám

Valamilyen szempontból ide illik az *Erdős-szám* is, amely azt mutatja, milyen messze található tudományosan egy matematikus tevékenysége *Erdős Pál* világhírű matematikusétól. Ezt Erdős barátai találták ki, hogy tiszteljenek Erdős elképesztően széles körű együttműködési hálózata előtt. Tréfának indult, de tudományos körökben meglehetősen elterjedt, és komoly lökést adott a hálózatkutatásnak.

Azt mutatja, hány lépésre található Erdőstől egy másik matematikus publikációs tevékenysége. Magának Erdősnek az Erdős-száma természetesen nulla, közvetlen munkatársaié, akikkel közös publikációja született, 1. Ha valaki magával Erdőssel nem publikált közös cikket, de társszerző 1-es Erdős-számú kutatóval, akkor 2 az Erdős-száma, és a szám a távolsággal lépésenként növekszik. Maga Erdős mintegy 1500 publikációt írt életében, túlnyomórészt másokkal közösen, és 509 matematikus Erdős-száma 1. 2-es száma viszont 2020-ban már 12 000-nél több tudósak volt, többek között Nobel-díjas fizikusoknak, biológusoknak és közgazdászoknak, ez is Erdős elképesztő hatását mutatja a matematika fejlődésére. *Angela Merkel* néhai német kancellárnak, aki eredetileg szilárdtestfizikus volt, 5-ös volt az Erdős-száma. Erdős Pál egész életében a világot járta, de szoros hazai kapcsolataira jellemző, hogy a statisztika szerint a tíz legtermékenyebb szerzőtársa között hat magyar volt. A szerző Erdős-száma 4, mert az együttműködései sok ezer társszerzője között volt matematikus is.

Az Erdős-számot többször módosították és kiterjesztették más területekre is. Erre jó példa a *Bacon-szám*. Ez *Kevin Bacon* amerikai filmszínészhez kapcsolódik az Erdős-számhoz hasonló definícióval, csak közös publikáció helyett közös filmszerepléssel. A *Bacon-szabály* kimondja, hogy a világ bármelyik filmszínészétől legfeljebb hat lépéssel eljutunk Kevin Baconig. Másik példa a *Sabbath-szám*, amely azt mutatja, hány hasonló lépésre található egy zenész a *Black Sabbath* popzenekartól. Ide kívánczik *Richard Feynman* Nobel-díjas fizikus esete, aki arról is nevezetes, hogy mindhárom listán előkelő helyet foglal el, az Erdős- és Bacon-száma 3, a Sabbath-száma 4, mivel a fizikán kívül filmekben is szerepelt és zenekarban is játszott.

Külön érdekesség, hogy ez az ötlet az angol Wikipédia szerint is *Karinthy Frigyes*től ered, aki 1929-ben *Láncszemek* című novellájában megsejtette,¹ hogy az ismeretségek hálózata a lépésekkel exponenciálisan növekszik, és bárkitől bárkiig eljutunk hat megfelelően definiált lépéssel (például ismerettséggel) a Földön.

Horváth Dezső könyvét *furcsa és tréfás mennyiségek zárják*.

¹ „Annak bizonyításául, hogy a Földgolyó lakossága sokkal közelebb van egymáshoz, mindenféle tekintetben, mint ahogy valaha is volt, próbát ajánlott fel a társaság egyik tagja. Tessék egy akármilyen meghatározható egyént kijelölni a Föld másfélmilliárd lakója közül, bármelyik pontján a Földnek – ő fogadást ajánl, hogy legfeljebb öt más egyénen keresztül, kik közül az egyik neki személyes ismerőse, kapcsolatot tud létesíteni az illetővel, csupa közvetlen – ismeretség – alapon, mint ahogy mondani szokták: »Kérlek, te ismered X. Y-t, szólj neki, hogy szóljon Z. V-nek, aki neki ismerőse... stb.« ... A nehezebb feladatot: egy szövegcselő munkást a Ford-művek műhelyéből, ezek után magam vállaltam és négy láncszemmel szerencsésen meg is oldottam. A munkás ismeri a műhelyfőnököt, a műhelyfőnököt meg Fordot, Ford jóban van a Hearst-lapok vezérigazgatójával, a Hearst-lapok vezérigazgatójával tavaly alaposan összeismerkedett Pásztor Árpád úr, aki nekem nemcsak ismerősöm, de tudtommal kitűnő barátom – csak egy szavamba kerül, hogy sürgönyözzön a vezérigazgatónak, hogy szóljon Fordnak, hogy Ford szóljon a műhelyfőnöknek, hogy az a szövegcselő munkás sürgősen szövegcseljen nekem össze egy autót, éppen szükségem lenne rá.

Így folyt a játék és barátunknak igaza lett – soha nem kellett ötnél több láncszem ahhoz, hogy a Földkerekség bármelyik lakosával, csupa személyes ismeretség révén, összeköttetésbe kerüljön a társaság bármelyik tagja.” (Karinthy Frigyes: Minden más-keppen van / Láncszemek. A neten: <https://mek.oszk.hu/15500/15588/>; a szerk.)

Egy furcsa hosszegység: a smoot

MOTTO:

*A Harvard híd hossza 364,4 smoot ± 1 fül,
az MIT belső rádióadója a 2 smoot hullámhosszon sugároz
Massachusetts Institute of Technology*

A *smoot* (≈ 170 cm) komoly hosszegység, mégpedig *Oliver R. Smoot* testhossza 1958-ban, egyetemista korában. Diákársai őt (a Nemzetközi Szabványügyi Szervezet későbbi elnökét) használták fel az MIT (Massachusetts Institute of Technology) közelében levő bostoni Harvard híd hosszának mérésére: csaknem hetven éve 364-szer ráfektették és a jeleket a járdára festették. Az MIT diákjai évente kétszer újrafestik a jeleket, minden tizedik smootot számozva. A helyszínelő rendőrök smootban adják meg a baleset helyszínét, és amikor a hidat renoválták, a jeleket a híd-építőknek újra fel kellett festeniük. Az MIT belső rádióadója a 2 smoot hullámhosszon (88,1 MHz frekvencián) sugároz.



A smoot hosszegység 50. születésnapjára készített emléktábla és a bostoni Harvard híd közepe a smoot-skálával és a „Félúton a pokolhoz” felirattal

Egyéb hosszegységek

A lóhossz lóversenynél, testhossz vagy karcsapás úszóversenynél, hajóhossz kajak-kenunál használatos. Városi távolságokat szoktak jellemezni utcahosszal, blokkal, háztömbbel.

A csillagászat óriási távolságait *parszek*ben mérik, $1 \text{ pc} \approx 3,26$ fényév $\approx 3,09 \cdot 10^{16} \text{ m}$), ennek megfelelően az attoparszek kézzelfogható hosszegység: $1 \text{ apc} \approx 3,09 \text{ cm}$. Nagyon kis távolságok viszont jól leírhatók a férfiszakáll másodpercenkénti növekmé-



nyével, a Google Calculator szerint $1 \text{ beard-sec} = 5 \text{ nm}$ (nanométer). Számítástechnikában született Walt Disney mikiegeréről a *mickey*: az a legkisebb távolság (felbontás) pixelben, amelyet az egér mozgatása közben a számítógép még éppen érzékel. Tipikus értéke 16 mickey/mm, de ez manapság felmehet 600 mickey/mm-ig.

Idő

A *napóra* időtartamként a napkelte és napnyugta közötti időszak 12-ed része volt, tehát évszakonként erősen változott. A *momentum* a napóra 40-ed része, tehát szintén változó, de átlagosan 90 s körüli. Nem tévesztendő össze a *pillanattal*, amely viszont tényleg egy szempillantásnyi.

A *perc* az óra 60-ad része, és a neve nem századrész, *percent*, hanem általában a *kicsiből* ered, mint az ujj perce vagy a latin *minutus*. A *másodperc* a perc 60-ada, tehát újabb 60-as osztással lehetne harmad- és negyedperc is, de azokat szerencsére nem használjuk.

A *jiffy* nagyon rövid időtartam, többé-kevésbé komoly egység, sokan használják, de értéke területfüggő. Egyik régi definíciója szerint az az idő, amíg a fény vákuumban megtesz egy cm-t, tehát mintegy 33,3 ps. Elektromosságban a váltóáram periódusidejét jelenti, amely Európában 1/50, Amerikában 1/60 s. Számítástechnikában az interruptok ismétlődési idejét jelenti, ez például a Linux különböző fajtáiban 1 és 10 ms lehet. A Stratus virtuális operációs rendszer olyan naptárat használ, amely az 1980. január 1. 00:00 GMT (Greenwich Mean Time) óta eltelt időt jiffyben méri: $1 \text{ jiffy} = 1/65\,536 \text{ s}$ (1/hexadecimális 10 000).

A *New York sec* az az idő, amely eltelik New Yorkban a közlekedési lámpa zöldre váltása és a türelmetlen taxik *Induljunk már!* dudálása között. Az IBM vezette be a *nanocentury* (10^{-9} évszázad, 3,16 s) időt, amelynél többet egy felhasználó nem várhat válasza a szoftvertől. Az *ohnosecond* másodpercben méri azt az időt, amely egy végzetes hiba (például lényeges file törlése) elkövetése és felismerése között eltelik, és a programozó felkiált: „Oh, no!”

Magam is többször találkoztam a helyi életszínvonalra jellemző *Big Mac* időegységgel, amely azt mutatja, hol hány percet dolgozik az átlagos keresetű munkavállaló egy helyi McDonald's-ban

elfogyasztott Big Mac áráért. Ezt nyilván nem véletlenül választották ki: McDonald's éttermek a világon mindenütt vannak és némileg szabályozott a helyi franchise-ok árszabása. Egy 2018-as felmérés szerint ez a Big Mac-idő Kairóban 101 perc volt, Isztambulban 67, Budapesten 56, Pekingben 51, Pozsonyban 48, Varsóban 33, Moszkvában 30, Párizsban 23, Bécsben 18, New Yorkban 15 és Tokióban 12 perc.

Sugárterhelés: banánegység

Minden élelmiszer tartalmaz sugárzó izotópot, a banán például főként kálium-40-et (^{40}K). A *banán-ekvivalens dózis*, *BED* annak a dózisterhelésnek felel meg, amelyhez egy banán elfogyasztásával jutunk, $1 \text{ BED} \approx 10^{-7}$ sievert. A BED természetesen nem hivatalos SI-egység, de igen szemléletes, tehát komoly oktatási jelentősége van. Természetes radioaktív sugárzásnak kitett köznap ember napi 100 BED sugárterhelést kap. Az atomreaktorok évi 2500 BED-nyi sugárzást juttathatnak a légkörbe, viszont egyetlen mellkasi CT-felvétel mintegy 70 000 BED terhelést jelent.

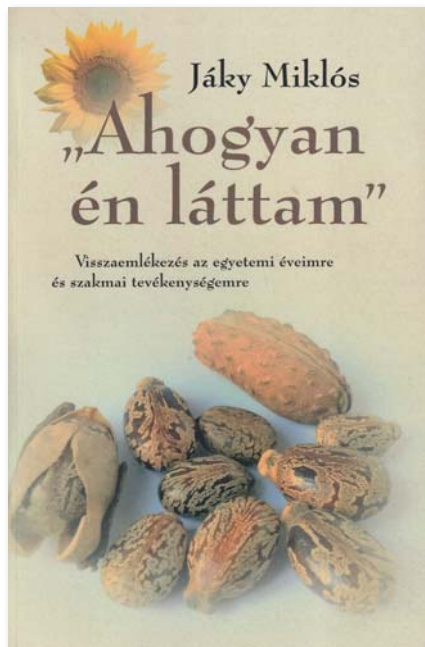
Tréfás mennyiségek

A *Hawking-index* azt mutatja, hányan olvasnak tényleg végig egy könyvet azok közül, akik elkezdtek. Az elnevezés *Stephen Hawking* angol fizikus leghíresebb könyvétől, *Az idő rövid történetétől* ered, amely ezen a skálán a 6,6% értéket kapta.

Szép Heléna miatt indult el a Trójai háború 1000 görög hajója, ennek megfelelően 1 milliheléna az a női szépség, amely egy hajó indulásához kell. Ha figyelembe vesszük, hogy miatta 10 évig ostromolták a görögök Tróját, akkor a háborúság 1 hajó-napra jutó szépségértéke mintegy 0,27 mikroheléna.

Állatok méretét jellemzi az *SGU standard zsiráf* egység, amelyet érdekes módon az ESA Európai Űrhajózási Hivatal vezetett be, azon például a kacsa és a pingvin értéke 0,2, az elefánté pedig 1,25.

Wil Wheaton amerikai színész és író, aki például az *Agymenők* (eredetiben *The Big Bang Theory*) filmsorozatban visszatérően saját magát játszotta, ihlette az internetes követés *wheaton* egységét, amely 500 000 X- (néhai Twitter-) követőt jelent. ●●●●●



Kémiai visszaemlékezés

Jáký Miklós (1903–1987) vegyészmérnök két kötetben megírt naplójából szakmai munkásságát és gazdag életének fontos eseményeit ismerhetjük meg. A növényi zsíros olajokkal foglalkozó vegyész önéletrajza nemcsak vegyészeknek, hanem a történelem iránt érdeklődőknek is hasznos olvasmány.

Naplóit családja és a várpalotai Magyar Vegyészeti Múzeum őrizte meg. A kéziratokat szó szerint tartalmazza a kiadott könyv, a Pytheas Könyvmanufaktúra gondozásában.

Jáký Miklós fia és leánya is a kémikusi pályát választotta. Lánya, *Szalayné Jáký Zsuzsanna* középiskolai tanár lett, fia pedig a KKKI munkatársa. Ők adták ki Jáký Miklós könyveit.

Jáký Miklós két jelentős témája a napraforgóolaj előállításának kidolgozása és a ricinusolaj méregtelenítése volt (a ricinus „*ricin*” nevű vízoldható alkaloidja rendkívül erős mérég, amit politikai gyilkosságra használtak fel).

A könyv számos kémiai történelmi érdekességet tartalmaz, a növényi zsíros olajok kémiai járó és ipari előállításáról is.

Érdeklődésre a könyvet térítésmentesen elküldöm.

Tömpe Péter

a Kémia- és Vegyipartörténeti Szakosztály elnöke
tompepet-online.hu

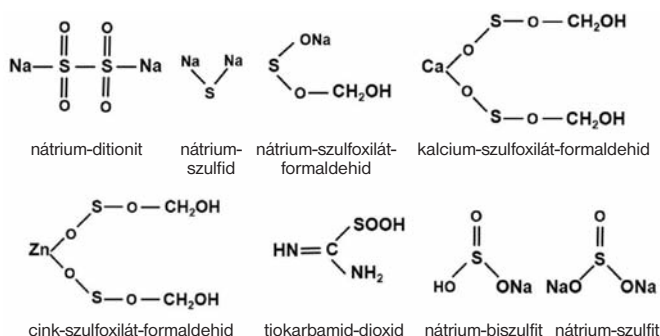
Kutasi Csaba

Redukálószer

a textilkikészítésben

A textilkikészítés folyamatában a redukálószerket több részmuvelet során alkalmazzák. Az előkészítő folyamatok esetében a fehérítésben és a keletkező melléktermék eltávolításában van szerepük. A különböző színezési eljárásoknál főként az átmeneti vízdíszírozható színezékmódosulatok előállítására és a hibás színezések javítása során alkalmazzák. A kémiai mintázóeljárásoknál – a textilnyomásnál – adott színezékek rögzítése érdekében és a már szükségtelen összetevők inaktiválására használják. Az előszínezett alapon a kelmék fehér és színes mintázásakor – a marónyomásakor – meghatározó a redukálószer helyi szintenítő funkciója.

Az alkalmazott szerek meghatározott *kéntartalmú*, főként szervetlen vegyületek. Használatosabbak között a diszulfinsav, a kén-hidrogén, a kénessav (ill. savanyú változatának) nátriumsója. A nyomóiparban a diszulfinsav formaldehiddel alkotott addíciós vegyülete, a stabilizált változatú nátrium-, kalcium- és cink-sója terjedt el. A szintén tartósított tiokarbamid-dioxid szerves vegyület, amely a gőztérben szulfoxilsavként erőlyes redukálószerként hat.



A textiliparban elterjedt redukálószer

Egyes redukáló *cukrokat* (glükózt, fruktózt, galaktózt) akkor alkalmaznak enyhe redukálószerként, ha a színezék túlredukcióra érzékeny. Környezetbarát alternatívaként kísérletek folynak ezek további elterjesztésére.

A textilkikészítésben a redukálószerket több területen alkalmazzák. Az előkészítő folyamatoknál a *fehérítést* végzik és a keletkező melléktermék eltávolításában vesznek részt. Elsősorban a cellulózalapú szálanyagok (pamut, len, regenerált viszkóz, lyocell stb.) *színezésénél* a lúgos redukcióval oldható színezék esetében használják, valamint a hibás azoszínezések szintenítése (lehúzás) – mint javítási lehetőség – során kerülnek előtérbe. A kémiai mintázóeljárásoknál adott *színezék* (csáva) vízdíszírozható módosulatának kialakításakor, a szálonfejlesztett azoszínezék már szükségtelen összetevőjének *inaktiválása* során, valamint az előszínezett kelmék fehér és színes *marónyomásánál* meghatározó a redukálószer bevetése.



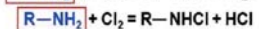
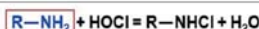
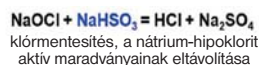
Redukálószer alkalmazása a textilkikészítés során

Előkészítő műveletek, színezés

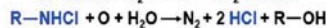
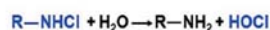
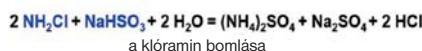
Fehérítés, klórmentesítés

A *gyapjút* ritkábban fehérítik, ezt kizárólag fehér szövetek céljára és élénk színek eléréséhez végzik előkészítő műveletként. A szálanyag laza állapotú és kelme alakú fehérítésénél a kénessav, a nátrium-biszulfid és a nátrium-ditionit használata terjedt el. A kíméletes művelet során viszont a természetes színezőanyagokból és a vegyi hozzátét hatására *laza* addíciós vegyületek keletkeznek, ezek maradéktalan eltávolítása nélkül a gyapjú eredeti színe idővel visszaalakulhat a levegő oxigénjének hatására (ezért főleg a kevésbé károsító oxidatív fehérítésre térnek át).

Az oxidációs fehérítési eljárások során a *pamut* természetes színezőanyagai és az oxidálószer közötti reakció hatására szintelen és vízdíszírozható addíciós vegyületek és bomlástermékek képződnek. A nátrium-hipoklorit (NaOCl) fehérítés továbbra is elterjedt, tekintettel a hidrogén-peroxid magasabb árára és a technológia hőenergia-igényére. A pamut egyik kísérő anyaga *fehérje*, ennek eltávolítása a lúgos főzés feladata. Amennyiben nem következett be a fehérje felszámolása, úgy a nátrium-hipoklorit hatására *klóraminok* képződnek, amelyek öblítésnél bennmaradnak a szövetben. Az el nem eltávolított klóramin a fehérített szövet tárolásakor (nedvesség és pl. napfény hatására) bomlik, szál-



a klóramin-képződés lehetőségei



a nem eltávolított klóramin bomlása a fehérített szövet tárolásakor → **szálkárosodás**

a pamutszál %-os összetétele:

94,1% cellulóz

1,3% fehérje

0,9% pektin

0,6% viasz

0,9% színezőanyag

1,2% hamu

1,0% egyéb

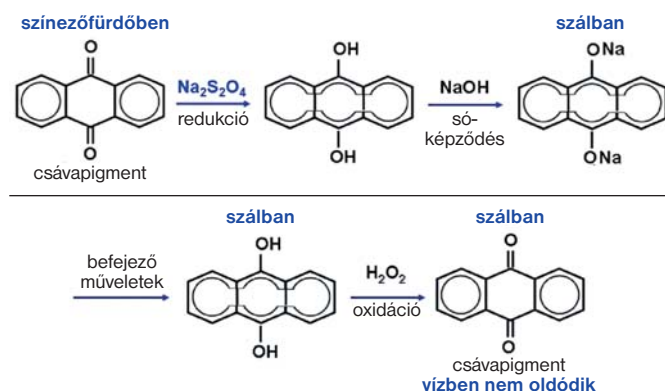
A klóraminok és a nátrium-hipoklorit aktív maradványainak eltávolítása



károsító sósav, illetve hipoklórossav keletkezik, ami a pamutszövet szilárdságcsökkenését idézi elő. A nem bomlékony klóramin ártalmatlanná tétele redukálószerrel, például *nátrium-biszulfit*-al (NaHSO_3) valósítható meg, a keletkező reakciótermékek vizes öblítéssel eltávolíthatók. A többletben adagolt hipokloritmaradványok *eltávolítása* is megvalósul a redukzív kezelés alkalmával.

Színezés csávaszínezékekkel

A vízben oldhatatlan csávaszínezékeket lúgos redukcióval, *nátrium-ditionittal* ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$) teszik átmenetileg vízoldhatóvá, mert csak így képesek felhúzni a szálra. Az első iparilag gyártott csávaszínezék *Indanthren* márkájú volt, így az ilyen védjegy általánossá vált a kiváló szintartósságú textíliák jelölésére. A szálba behatolt színezéket oxidációval visszaalakítják oldhatatlan csávapigmentté. A színezék biztosította kiváló szintartósság akkor érhető el a szálban jelen levő oldhatatlan pigmentrendszerrel, ha a színezés végén az öblítést meleg szappanozás követi. A szálfelületen lazán kötődő színezékrészecskék eltávolításával és a szálban levő színezék átkristályosításával a dörzs- és fényállóság tovább javul. Az egyes válogatott csávaszínezékekkel színezett textilanyagok *klórállóak* (pl. a műtő ruházatokat és egyéb egészségügyi textíliákat így színezik).



A csávaszínezés kémiaja

Poliészter-cellulóz összetételű keverék színezése

Elterjedtek a *kétfűrdős eljárások*. Először a poliészterhanyag színezését végzik diszperziós színezékkel, 130 °C-on 3 bar túlnyomáson. A színezés végén az öblítés után lúgos közegben *nátrium-ditionitos* redukzív tisztítókezelésre kerül sor 60 °C-on. Ennek célja a cellulózzrészen mechanikusan tapadó diszperziós színezékrészecskék eltávolítása, amelyek rontják a mosással és dörzsöléssel szembeni színtartósságot. Ezután új fűrdőben, például redukatív színezékkel színezik a cellulózsál-hanyagot.

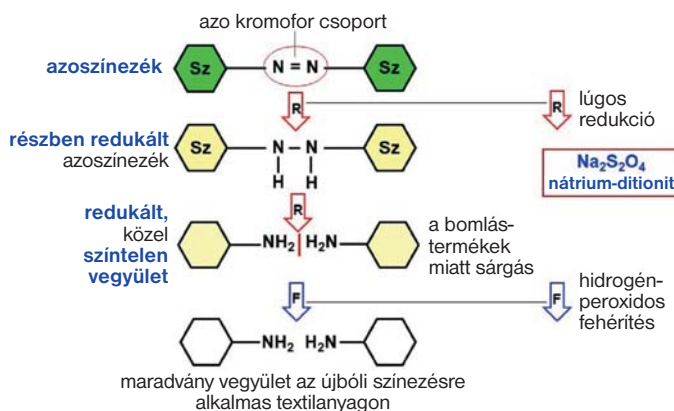
Színlehúzás

Az arra alkalmas színezékek *kromofor* csoportjainak elroncsolásával a színes textilanyag elszínteleníthető. Általában az azocsoportok a redukció hatására felszakadnak, a színezék elveszti színes jellegét. A hibás színezés esetén is az ilyen szín „lehúzható”, megfelelő újraszínezéssel javítható a tételezés.

Kémiai mintázás

Egyfázisú csávanyomás

A teremhőmérsékleten stabil redukálószerrel – például *nátrium-formaldehid-szulfoxiláttal* – közös nyomópépben a redukátlan színezék, a megfelelő sűrítő, az alkália, az oldódást gyorsító ká-



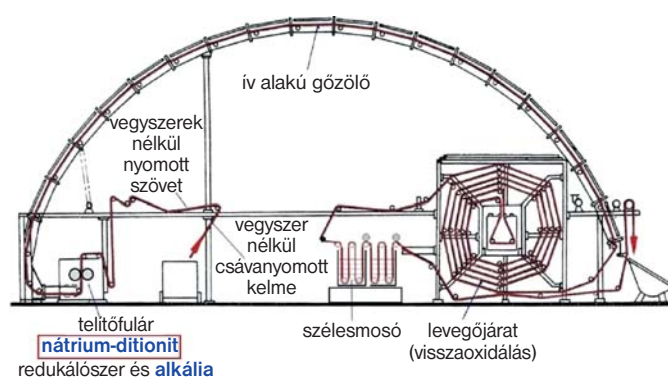
A színlehúzás folyamata

lיום-karbonát és nedvszívó adalék van jelen. Így a színezéket, valamint a színezékdáshoz és a rögzítéshez szükséges vegyszereket *ugyanabból* a nyomópépből és *ugyanabban* a műveletben viszik fel a mintázandó helyekre a szöveten. A nyomást követő szárítást kémiletesen kell végezni, mert túlszáritás esetén a redukálószer idő előtt bomlik, ami rossz színezékihasználáshoz vezet, elégtelen szárítás miatt „bemelegedés” következik be, miután a nyírós és meleg szövetben a levegő hatására oxidálódik a redukálószer, amely redukálásra már nem képes a gőztérben.

A gőzölés során a hideg szövetre kondenzálódó gőz egyrészt felmelegíti a szövetet, másrészt a redukálószer nátrium-hidrogén-szulfoxilátra és formaldehidre bomlik. A képződött *szulfoxilát* redukálja a csávapigmentet, a keletkező csávasav az alkáliával reagálva *oldódik* a nyomott felületekre lecsapódott vízben és behatol a szál belsejébe. A befejező mosás során visszaoxidálódik – például ecetsavas hidrogén-peroxidos fűrdőben –, így oldhatatlan csávapigmentté alakul a szálban levő színezék, a nyomósűrítőt és a vegyszereket pedig eltávolítják. A forró mosószeres mosás biztosítja a végleges színhatást és a megfelelő szintartósságot.

Kétfázisú csávanyomás

Az egyfázisú csávanyomás nyomópépében lévő *kristályosodó* vegyszerek (pl. nátrium-formaldehid-szulfoxilát, alkália) károsíthatják a filmnyomó (sík- és rotációs) sablonok lakkrétegét és a késeket, ezért a nyomópépben csak redukátlan színezék és koaguláló sűrítő van, vegyszerek nincsenek. A külön műveletsorban végrehajtott *redukálószeres* ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$) telítés után „villámgyőzőlés” következik, például ív alakú gőzölőben, ahol csak a bal oldalával érintkezve halad a szövet a vezetőhengereken (nedvesen elkenődne a megduzzadt nyomtat), ezután széles állapotban mossák, majd szárítják a szövetet.



A kétfázisú csávanyomás kifejlesztő gépsora



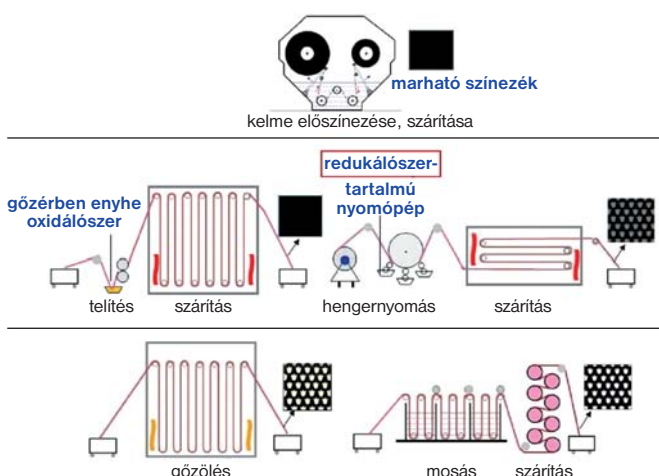
Szálonfejlesztett azoszínezékekkel végzett mintázás

A szálonfejlesztett azoszínezékeket a cellulóزالapú szálon, pontosabban a szál belsejében állítják elő két komponensből. Először a *kapcsolókomponenst* (naftolát) viszik fel. A *diazóniumvegyület*tel reagáló, naftoláttal telített szálakon végbemegy a kapcsolás. A kialakuló, vízdoldhatósági csoportokat nem tartalmazó azopigment akkor optimális, ha finom eloszlásban, a szál belsejében nagyobb részecskék formájában képződik, a szálfelületén pedig kis méretben és minimálisan fordul elő. A színezés végén lényeges a szálfelületen lazán tapadó azopigment (dörzsállóságot csökkentő durva diszperz színezékrészecskék) maradéktalan eltávolítása, ami 60 °C-os szappanozással eredményes.

A redukálószer (NaHSO_3) feladata a nem kapcsolt helyeken a már fölösleges diazóniumsók *inaktiválása* forró fürdővel, hogy a nem nyomott helyeken a naftoláttal történő kapcsolást megakadályozzák (a nem mintázott szövületfelületeken a fehérség biztosítása).

Mintázás marónyomással

Az eljáráshoz olyan színezékekkel kell *előszínezni* a textilanyagot, amely a nyomópépben felvitt „színezékroncsoló” vegyszer hatására a gőztérben *elszínítené* az anyagot. Ezzel fehér mintázatok és megfelelő színezékekkel színes mintaelemek állíthatók elő.



A kelme előszínezése, a nyomás, valamint rögzítő és befejező műveletek

Előszínezésre alkalmas alapozó színezékek

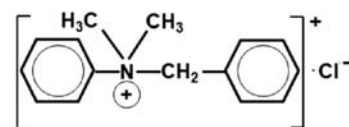
A *marónyomást* a cellulóزالapú szálaból (pamut, len, viszkóz stb.), cellulóz-acetáttól, poliészterből, poliamidból, poliakril-nitrilből, valamint szálkeverékekből (pl. poliészter-cellulóz) készült textíliákon alkalmazzák. A legelterjedtebben olyan azoszínezékek használhatók, amelyek redukciójából szintelen hidrazo- vagy aminosvegyületek keletkeznek. Önmagában az azo kromofor csoport jelenléte nem biztosít megfelelő marhatóságot, ezek között is előfordulnak redukzív hatásra rosszul vagy egyáltalán nem színteleníthető szerkezetű színezékek is. Ilyenek például a tiazol- és sztilbén-származékú direkt, egyes szálonfejlesztett azoszínezékek, ezért fontos a színezékgyártók mintakártyáinak leírásait követni.

A marónyomáshoz alkalmas festődei színezékek:

– A cellulóزالapú szálakra alkalmasak a korábban elterjedt, diazotálással és kapcsolással *utánkezelhető direkt* színezékek is, amelyek szerkezete a színezés végén lehetővé teszi a szál belsejébe bevitt színezék molekulánövelését a megfelelő szerves kémiai műveletekkel.

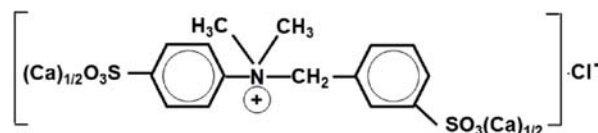
– A válogatott szálonfejlesztett *naftolszínezékek* szintén a cellulózszálaból készült textíliák előszínezésére használhatók. Ezek a kelmére telítéssel és szárítással (hotflue-n) felvitt naftoláttal, valamint a külön végrehajtott diazóniumfürdős telítéssel alakulnak ki (így jön létre a szál belsejében a vízdoldhatatlan azopigment).

– Egyes válogatott (pl. indigoid-szerkezetű) *csávaszínezékekkel* színezett cellulózkelmék marónyomása is lehetséges annak ellenére, hogy a redukált részek a levegőn azonnal reoxidálódnak (így a színroncsolás mindössze átmeneti lenne). Megoldást a leukovegyület éteresítéses megkötése jelent. Az ilyen tartalmú nyomópépet alkalmazva a gőztérben először a redukció megy végbe, majd az ezt követő éteresítéssel marad meg a redukált leukovegyület. *Kétfestő* mintázásánerek ipari előállítására (nem védett termékek) indigóval előszínezett kelmén olyan marónyomó pépeket alkalmaznak, amelyek redukálószer, alkáliát, antrakinont és a marástermék színét befolyásoló segédanyagot tartalmaznak. A dimetilfenilbenzil-ammónium-klorid összetételű benzilező segédanyaggal a gőzölés és mosás után sárga színű *benzileter* képződik a mintafelületen. A dimetilfenilbenzil-ammónium-klorid-di(kalcium-szulfonát) összetételű segédanyaggal *kimosható* marástermék képződik, fehér mintázatot biztosítva.



dimetilfenilbenzil-ammónium-klorid,

az indigó sárga színű, mosásálló marástermékét alakítja ki



dimetilfenilbenzil-ammónium-klorid-di(kalcium-szulfonát) formájában

a keletkező bomlástermék kimosható, fehér lesz a marástermék

Példák benzilező segédanyagokra

– Főként a cellulóزالapú termékek előszínezésére a *reaktív* színezékek közül egyrészt azok alkalmasak, amelyek alapvázát azoszerkezetek jellemzik. Másrészt olyanok előnyösek marónyomásra, amelyeknél a kialakult erős színezék-szál kapcsolat is megbontható az alapszín minta szerinti roncsolása során. Elterjedtek a vinil-szulfonil-származékok, amelyeknél a színezés folyamán lúgos reakcióban szabadul fel az a vinilszulfon-vegyület, amely addíciós reakcióban kovalens kötással kapcsolódik a cellulóz aktív csoportjaihoz. A marónyomást követő gőzölésnél, a nyomópépben levő alkália képes a színezék és szálanyag közötti kovalens kötés megbontására.

– A marható *diszperziós* azoszínezékeket cellulóz-acetáttól, poliészterből, poliamidból, poliakrilnitrilből előállított kelmék előszínezésére alkalmazzák. Sötét színek esetén a diazotálható és kapcsolható diszperziós színezékek is felhasználhatók. A marónyomásra kerülő poliészter kelméket az alkalmas diszperziós színezék vizes diszperziójával csak telíteni szabad, majd szárítani. Ilyen készítményi fokban végzik a nyomást, majd a szárítást követő gőzölés és hőkezelés hatására hatol be a szálba a roncsolásmentes alapszínezék a mintázaton kívüli részeken.

A poliamid, valamint esetlegesen a fehérjealapú szálaból előállított textíliákat főként redukcióval roncsolható *savas* (anionos),



továbbá *bázisos* (kationos) színezékekkel színezik. Az előbbieket a kationos, az utóbbiak az anionos módosítású poliakrilnitril-összetételű textilanyagoknál is alkalmazhatók.

A körültekintő színezékkiválasztás mellett célszerű laboratóriumi színezés után modellkísérlettel meggyőződni a *marhatóság* hatékonyságáról (színezett mintára marópép felvitele, gőzölés, mosás).

A marhatósági kritérium mellett fontos a színezék nedves szintartósági tulajdonságainak (mosással, vízzel, izzadsággal, nedves dörzsöléssel szembeni ellenállás) ismerete. Különösen lényeges ez a színes marónyomás során, miután az általában felhasznált csáva *nyomószínezékek* kiváló valódiságát az *alapszínnek* is el kell érnie.

Mintázásra alkalmas nyomószínezékek

A fehér marással kialakított minták mellett a cellulózalapú textíliákon a tarka (többszínű) mintázatok elérésére döntően a *csáva-színezékek* megfelelő egyedei alkalmasak, miután az ilyen nyomópépek eleve a gőztérben hatást kifejtő redukálószeret tartalmaznak. Nyomószínezékként a finom diszpergalású, könnyen redukálható, redukált állapotukban (enolát) *jól oldódó* és megfelelő diffúziósebességgel rendelkező (így rövid gőzölési idő alatt rögzítődő) csávaszínezékeket lehet felhasználni. A csávapigment nagy diszperzítási foka nemcsak színezékkiválasztási szempontból előnyös, hanem így biztosítható a külsőképi hibák elkerülése érdekében az az *érzékenység*, amely az esetlegesen változó rögzítési körülményeknél (pl. gőz hőmérséklet- és nedvességtartalmának kisebb ingadozása) kedvező. A nyomópépben az enolátképződéshez az alkális közeg az a jól oldódó, higroszkópos tulajdonságú és kristályosodásra nem hajlamos (nyomóeszközök kímélése) *hamuszír* (K_2CO_3) biztosítja. Előfordul a rosszabbul oldódó és a nem higroszkópos *szóda* (Na_2CO_3) hozzájárulása is, ami gátolja a minta elfolyását a gőztérben.

A cellulózszármazék- – *di- és triacetát* – összetételű kelmék színes marásához csáva vagy nem redukálódó diszperziós nyomószínezékeket használnak. A nyomópépben a redukálószer *tio-karbamid-dioxid*, a nedvesedést tiodiglikol hozzájárulása segíti elő.

Poliészter nyersanyag-összetételű kelme színes marónyomásához *redukcióálló diszperziós* színezéket alkalmaznak. A gőzölés után 170–180 °C-os hőkezeléssel rögzítik a nyomószínezéket, majd *reduktív mosással* távolítják el a szálfelületen tapadó – színtartóságot rontó – színezékrészecskéket.

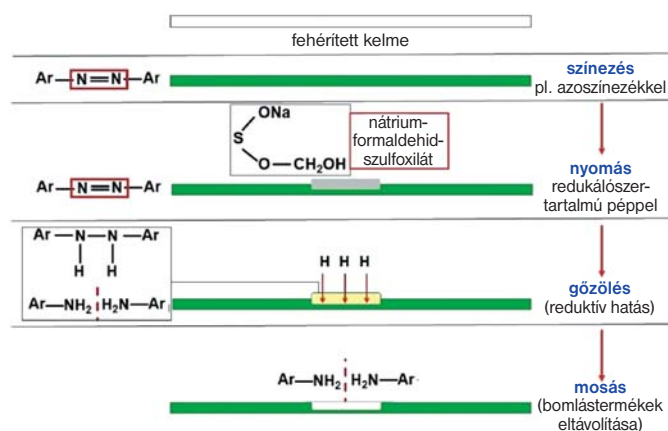
A poliamid (esetleg fehérjealapú) kelmék színes marásához redukció hatására nem roncsolódó *savas, direkt, kationos* nyomószínezékeket alkalmaznak.

Az anionos módosítású poliakrilnitril-összetételű textilanyagok tarka (színes) marónyomására nem redukálódó *kationos* (bázikus) színezékek kerülnek a nyomópépbe, amelybe a nitrocsoporthoz tartozó szerves *rögzítésgyorsító* mellett kálium-rodanidot is adagolnak. A gőzölés után híg ammóniás, nátrium-ditionit-tartalmú fürdőben kezelik a kelmét.

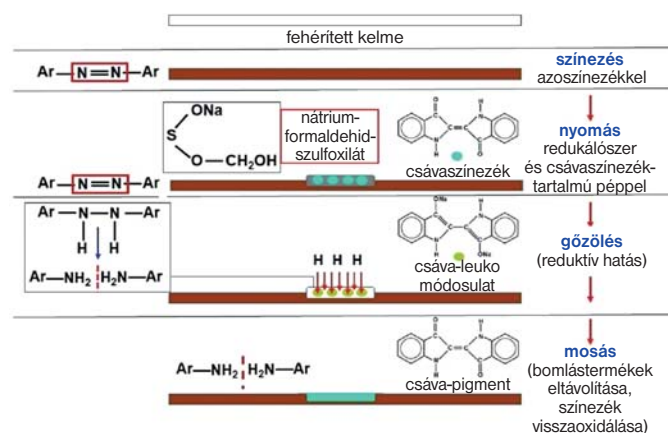
A *pigmentszínezékek* (festékek) valamennyi szálanyag, illetve ezek keverékeiből készített textilanyag kémiai mintázására alkalmasak. A pigmentek döntő részét szerves vegyületek képezik, néhány szervetlen eredetű (pl. egyes fém-oxidok, egyszerű és komplex fémsók) is előfordul a nyomószínezékek között. A szerves pigmentek döntően (több mint 50%-uk) azovegyületek, továbbá antrakinon- és indigoidszármazékok vagy ftalocianin-szerkezetűek, de egyéb vegyületek is előfordulnak. A színes változatokat élénk, erős és tiszta színek jellemzik, *nagy fedőképességgel* és általában kiváló fénnel szembeni szintartósági tulaj-

donsággal. A vízben és a vegytisztítási gyakorlatban elterjedt oldószerekben *nem oldódó* fehér és színes pigmenteknek nincs affinitásuk a szálanyagokhoz. A színezékrészecske és a szálanyag között nem alakul ki közvetlen kapcsolat, ezért *átlátszó filmréteggel* vagy részlegesen térhálósodó polimerek segítségével rögzíthetők. A finom diszperzióban előforduló pigmentek a marónyomás során megfelelő nyomópéppel [sűrítő, redukálószer, karbonsav (vagy a jelenleg jellemző *szintetikus sűrítő* esetén ammónium-klorid, amely a savfelszabadulást biztosítja a gőztérben), emulgeátor, kötőanyag-rendszer] vihetők fel a textilanyagra. A nyomás utáni szárítást gőzölés, majd forró levegős hőkezelés követi.

A szálkeverékekből készült kelmék közül a *poliészter-cellulóz* anyagúaknál gyakori a marónyomás. Az előszínezést marható diszperziós (poliészter szállhánnyal) és reaktív (cellulóz) színezékek végzik. A marónyomáshoz *cink-formaldehid-szulfoxilát* redukálószerrel használnak, színes maráshoz pigmentek, csáva- és nem redukálódó diszperziós színezék alkalmasak.



A fehér marónyomás elve

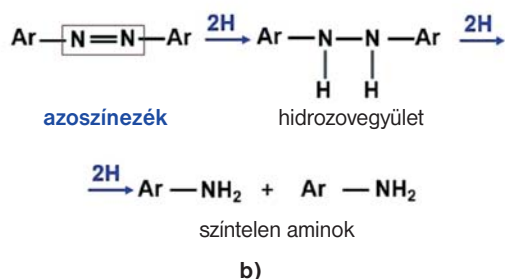
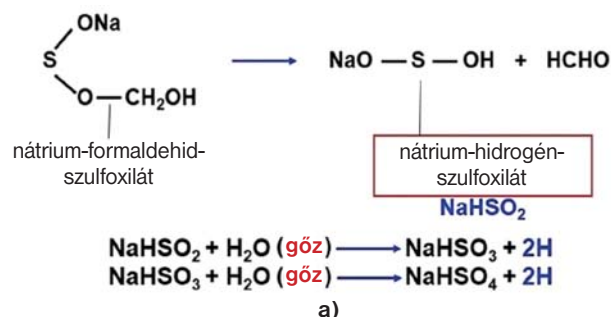


A színes marónyomás elve

Redukálószer a marónyomó pépben

Redukálószerként többféle vegyület alkalmas, amelyeket vízben feloldva, szűrőn keresztül adagolnak a nyomósűrítőbe. Legelterjedtebben a stabil *nátrium-formaldehid-szulfoxilát* ($NaHSO_2 \cdot CH_2O \cdot 2 H_2O$) használják. A vízben jól oldódó, alkáliakra nem érzékeny (viszont savak hatására bomló), higroszkópos vegyület 50 °C felett lassan *bomlásnak* indul, 100 °C körüli hőmérsékleten fokozott hőtermelés mellett erősen redukál.

A *kalcium-formaldehid-szulfoxilát* stabilabb és a savas nyomópépekben is alkalmazható. Így a cellulóz-acetát, fehérjealapú



a) A nátrium-formaldehid-szulfonilát bomlása

b) Az alapszín elszíntelenítése a marónyomásnál

és poliamid szálakból készült textilanyagok marónyomásához használják.

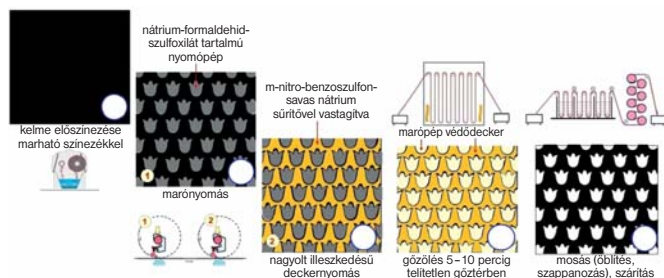
A cink-formaldehid-szulfonilát összetételű redukálószer a savas nyomópépek meghatározó vegyülete.

A tiokarbamid vizes oldatából melegítés hatására formamidin-szulfonsav képződik, amelyből redukáló képességű *sulfonil-sav* alakul ki. Savas közegben stabil, ezért fehérjealapú, valamint cellulóz-acetát és szintetikusszálakból készült kelmék színes (csávaszínezékekkel) marónyomásánál alkalmazzák.

Elő- és utókezelés, egyéb alapszínvédő megoldások fontossága

A redukcióra túlérzékeny alapszínek esetén olyan *enyhe oxidálószerrel* kell előkezelní a színezett textilanyagot, amely a gőztérben megvédi a kis mennyiségben – a nem mintázandó felületekre, pl. a nyomóhenger sekély szakadása, áthúzása, illetve késszakadás miatt – rákerült redukálószerrel az alapszínt. A telítést és szárítást hotflue-n végzik, enyhe oxidálószerként *meta-nitrobenzolszulfonsavas-nátriumot* használnak, amely nagyobb hőmérsékleten a gőztérben fejti ki hatását. Így a nyomatlan helyeken nem következik be a külsőképi hibát okozó maróhatás. Az előkezelést csak akkor lehet igénybe venni, ha a mintázást *hengernyomógépen* végzik, mert az alkalmazott préselőerő lehetővé teszi a redukáló nyomópép mély behatolását a kelme szerkezetébe (nem csökkentve a roncsolóképeséget a leendő mintánál).

A hiányosság elkerülésére *nyomás közbeni* módszer áll rendelkezésre, ha *rotációs filmnyomógépen* végzik a marónyomást. Az ún. védődecker egy nagyolt illeszkedésű nyomószerzámmal történő *vakpép* (csak enyhe oxidálószer sűrítővel vastagítva) felvitelét jelenti. A rotációs filmnyomógépen a marónyomással kialakítandó mintaelemeket *közelítő kontúrú* felületekkel (kerülve a pontos illesztést) kikerülő, deckermintázatú (nagy felületű nyommat) hengeres sablonnal felvitt védőpép fogja megakadályozni attól, hogy a nemkívánt részre felkerült redukálószer kifejtsen hatását. Ez a megoldás egyrészt azért fontos, mert a „nedves a nedvesre” technológia miatt a hengeres sablon külső felületére felkerült pép nyomása is részben bekövetkezhet. Másrészt a nedvességre fokozottan duzzadó kelmék (pl. viszkóz) kis felületű marónyomása



Marónyomás rotációs filmnyomással és további műveletek

esetén a védődecker jelentős *feszültségkiegyenlítő* szerepet is betölt a szárításnál, gőzölésnél.

Utókezelésként *egyoldalas telítéssel* (flaccsolással) egyszínes hengernyomógépen, egyenletes pontvessű hengerrel (ez az ún. pikóhenger) viszik fel az enyhe oxidálószer a nyomott textilanyag teljes felületére a gőzölés előtt. Így a nem nyomott helyekre hengeráthúzás, -szakadás, késhiba, esetleges lefoltózás miatt rákerült redukálószer hatását sikerül *közömbösíteni* (nem látszik a fölösleges színezék megjelenése, elmarad a mintázatlan részre került marómassza kedvezőtlen hatása).

A marónyomást követő műveletek

A fehér és/vagy színes marópép felvitele – henger- és filmnyomás – után *kíméletes szárítást* kell végezni, mert túlszáradás esetén a redukálószer idő előtt nemkívánatosan bomlik, valamint a nyomott felületek nedvesedése rossz lesz. Az elégtelen szárításnál lefoltózás (a nem mintázandó kelmerészkekre is kerül nyomópép) és ún. „bemelegedés” következik be, amikor a nyírós és meleg kelmén – a levegő hatására – a redukálószer oxidálódik, így hatását veszítve nem képes a szükséges alapszínröncsolásra, a csáva-nyomószínezék redukciójára.

A levegőmentes, 102–103 °C-os gőztérben végrehajtott gőzölés során számos folyamat megy végbe. A hideg textilanyagra kondenzálódó gőz felmelegíti a kelmét, a redukálószer vízgőz hatására *bomlik*, bekövetkezik a *marás* és az esetleges csáva-nyomószínezék *oldódása*. A nyomósűrítő és a szál duzzad, a nyomópép-színezék tartalma *bediffundál* a szálba. Az optimális mintázás érdekében folyamatosan biztosítani kell a gőztér *szellőzését*, előírt nedvességtartalmát és hőmérsékletét (az exoterm reakciók miatti hőmérséklet-emelkedés és telítettségcsökkenés figyelembevételével), valamint a keletkezett gázhalmozállapotú *bomlástermékek* eltávolítását. A gőzölést fehér marásnál 5–10 percig, csávaszínezékekkel történt színes marásnál 8–12 percig végzik telített gőztérben.

A gőzölés utáni mosás során a *nyomósűrítőt*, *vegyszermaradványokat* és a keletkezett *bomlástermékeket* távolítják el. Az alapszínezéshez felhasznált színezéktől függően hideg öblítés (direkt színezék), meleg *szappanozás* (diazotálással és kapcsolással utánkezelhető direkt), forró alkálikus szappanozás (szálonfejlesztett azo), öblítés és szappanozás (reaktív) biztosítja a maró helyek *fehérségét*. Csávaszínezékekkel végzett színes marás esetén *oxidációs* kezeléssel fejeződik be a mosás.



IRODALOM

- [1] Dr. Rusznák István (szerk.): Textilkémia II, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1998.
- [2] Bencze Károly – Véber Zoltán: Textilnyomás, Műszaki Könyvkiadó Budapest, 1966.
- [3] Bercsényi L. György – Dr. Péter Ferenc: Textilipari vegyszerek kémiája, Műszaki Könyvkiadó Budapest, 1961.
- [4] Gáspár Emma – Kézdý Árpád: Textilvegyipari kémiai technológia II., Műszaki Könyvkiadó Budapest, 1972.
- [5] <https://nestorindustries.com/our-blogs/understanding-the-role-of-reducing-agents-in-textile-processing-by-nestor-industries-1>



TÚL A KÉMIÁN

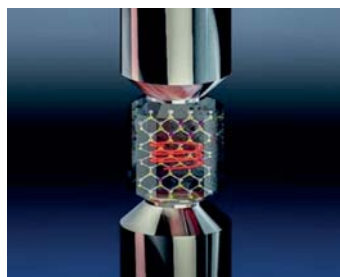
A Vénusz holdvégzete

A Naprendszerben a méretviszonyokat tekintve a Földhöz leginkább a Vénusz hasonlít, de a második bolygónak nincsen holdja. Ennek az okát kereste számos szimulációs módszert egyidejűleg használva egy közelmúltban megjelent tanulmány. Majdnem minden ilyen számítássorozat azt mutatta, hogy ha a Vénusznak volt is valaha nagy méretű holdja, azt elsősorban a bolygó lassú tengely körüli forgása (243 földi nap) miatt a gravitációs erők egyre kisebb sugarú pályára kényszerítették, és végül ütközés miatt megsemmisült. Tehát a ma észlelhető állapothoz nem volt szükség kis valószínűségű, katasztrófaszerű eseményre, a természeti törvények önmagukban is elegendőek okként. Az eredmények szerint a Vénusz körül keringő esetleges holdakat a kiindulási feltételektől függően 30 és 1700 millió év közti időtartományban utoléri a végzet.

Astrophys. J. 1009, 31. (2026)



Piezokiralitás



Német kutatók olyan vegyületet állítottak elő, amely fizikai behatásra megváltoztatja a kiralitását. Nem sokkal korábban már felfedezték, hogy a bór-foszfát kristályok enantiomer formái síkban polarizált terahertzes sugárzás hatására

egymásba alakulnak. Ez a felismerés vezetett további kutatásokhoz, amelyek eredményeként az AgGaS_2 szilárd anyagban mutattak ki hasonló hatást, de ennek kiváltására az alkalmazott mechanikai feszültség irányának szabályozása adott lehetőséget. A felfedezéssel elvi utat nyitottak afelé, hogy királis katalizátorok enantioszelektivitását pusztán egy szilárd testre ható erők megváltoztatásával befolyásolják. Az alapjelenség a piezoelektromosság szó mintájára a piezokiralitás nevet kapta.

Nature 656, 338. (2026)

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

CENTENÁRIUM



Walter Fuchs, Hanns Pirak: Über die Tautomerie der Phenole, VIII.: Dioxy-1,2-naphthalin

Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft

(A und B Serie) Vol. 59, pp. 2458–2461. (1926. november 10.)

Walter Maximilian Fuchs (1891–1957) osztrák–német kémikus volt. Bécsben született, doktori fokozatot is ott szerzett kémiából 1915-ben. Pályafutásában több nagyobb fordulat történt, ipari és akadémiai intézetekben egyaránt dolgozott, a két világháború között amerikai emigrációba is kényszerült. Tudományos elképzelései és ötletei olyan szerteágazóak voltak, hogy munkatársai, akik közül közel százan szereztek doktori fokozatot, még halála után kilenc évvel is jelentettek meg olyan publikációkat, amelyekben Walter Fuchs társszerzőként szerepelt.

Atomrobbanás-kémia

1945. augusztus 6-án Hiroshima városát nukleáris bomba pusztította el. Az ottani extrém körülmények között azonban keletkezett egy olyan összetett ötvözet is, amelyről soha korábban nem hallott a tudomány. A hirosimai öböl homokjából nemrég gyűjtött



minták szilíciumban gazdag, vasat, krómot, nikkelt, mangánt, molibdént és alumíniumot is tartalmazó kristályokat alkotnak, amelyek szerkezete a köbös elemi cellájú AlAu_4 típusba tartozik. Hasonlóan érdekes felfedezést tettek az első nukleáris tesztrobbantás helyszínén is Új-Mexikó államban. Az itt talált szilárd anyag rezet, kalciumot és szilíciumot tartalmazó klatrátegyület.

Sci. Adv. 12, aeg8299. (2026)

Proc. Natl. Acad. Sci. USA 123, e2604165123. (2026)

APRÓSÁG



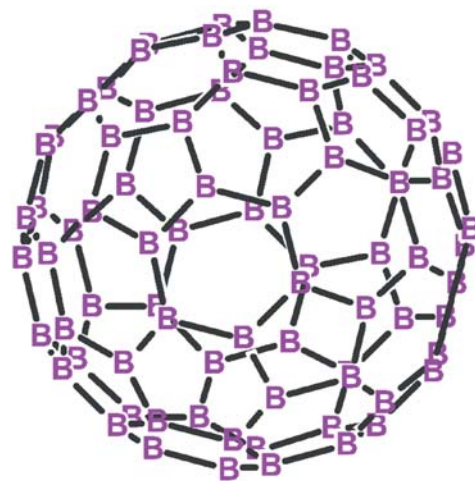
A Moeve cég szeptemberben 300 MW teljesítményű, hidrogént előállító napelemtelep építését kezdte el Dél-Spanyolországban.



A HÓNAP MOLEKULÁJA

A nyolcvanatomos fullerénmolekula bóranalógja (B_{80}) úgy állítható elő, hogy elemi bórt megfelelő körülmények között héliumatmoszférában elpárologtatnak. Az így keletkező gőzökben repülési idő tömegspektrometriával kimutatható a B_{80} -molekulának megfelelő csúcsrendszer, s a minta fotoelektron-spektrumát is detektálni lehetett egy speciálisan kialakított készülékben. A jelenlegi kísérleti adatok még nem elégségesek annak eldöntéséhez, hogy a több lehetséges 80 tagú fullerénszerű poliéder közül melyik írja le a részecske szerkezetét. Az elméleti számítások azt valószínűsítik, hogy nem az I_h pontcsoportba tartozó változat a legstabilabb; az ábrán a D_{5h} izomer szerepel.

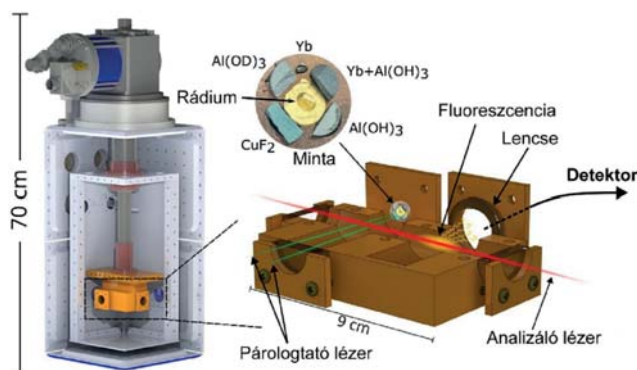
Chem. Sci. 17, 12871. (2026)



Rádiumtartalmú molekulák

A fizikában a szimmetriasértési törvények vizsgálatához általában hatalmas részecskegyorsítók kellene, de újabban sokkal kompaktabb berendezésekben nagy méretű atommagokat tartalmazó molekulák vizsgálata révén is jelentős felismeréseket tettek. A kellően nagy atommagok azonban mind radioaktívák, így biztonságos kezelésük elég nagy kihívás. Ezért jelentős előrelépés az, hogy új, lézerek használatán alapuló kísérleti technikát dolgoztak ki radioaktív rádium-226 izotópos munkára, s ennek teljesítőképességét gázfázisú $RaOH$, $RaOD$ és RaF molekulák előállításával demonstrálták. Az ehhez szükséges készülék elfér egy optikai padon.

Science 393, 319. (2026)



Agy-bomlasztási stop

Az agyszövet a halál után általában gyorsan lebomlik, régészek mégis már ezernél több olyan esetet ismernek, ahol vízzel elárasztott sírokban ez volt az egyetlen lágy rész, amely fennmaradt. Ezt a furcsa megfigyelést sikerült megmagyarázni elpusztult egereken hat hónapig végzett kísérletek segítségével. Vízzel, oxigénhiányos környezetben a sok β -redőt tartalmazó, membránokhoz szorosan kapcsolódó fehérjék az átlagosnál lényegesen jobban ellenálltak az enzimatis bomlásnak. Ennek minden bizonnyal az az oka, hogy az ilyen körülmények kedvezőtlenek a láncreakciók kialakulásához. Az eredmények a bűnügyi laboratóriumok számára is fontosnak bizonyultak. További érdekesség, hogy a lebomlásnak ellenálló peptid számos sajátossága nagyon hasonlít a neurodegeneratív betegségek, például az Alzheimer-kór kialakulásában szerepet játszó aggregátumoknál tapasztaltakra.

J. Proteom. Res. 25, 4189. (2026)



Új út öttagú heterociklusokhoz



A szulfonimidamidokban egy kénatomhoz kettős kötéssel egy-egy oxigén és nitrogén, illetve egyes kötéssel egy-egy nitrogén és szén kapcsolódik. A vegyületcsoport gyűrűs tagjai különösen érdekesnek számítanak a gyógyszerfejlesztések szempontjából, de szintézisük kimondottan nehéz. Ezért nagy előrelépés az a szintézismódszer, amelyet egy amerikai kutatócsoportban dolgoztak ki. A folyamat kulcsa egy ródiumkatalizált lépés, amely segítségével egy nyílt láncú vegyületből olyan öttagú, heterociklusos gyűrű állítható elő, amelyben egy szén-, egy kén-, egy oxigén- és két nitrogénatom van. A módszer hatékonyságát 41 különböző molekula előállításával igazolták, köztük volt olyan is, amely a felnőtt férfiak prosztatarákjának kezelésére használt enzalutamid nevű hatóanyag analógja.

J. Am. Chem. Soc. 148, 31848. (2026)

Vas-lítium csere akkumulátorban

A szilárd, például polietilén-oxid-alapú elektrolitot használó lítiumakkumulátorok hatékonyabbak a hagyományosaknál, mert lítiumfémeket lehet bennük használni anódként grafit helyett, és a tűzveszélyesség is mérséklődik. Ennek a technológiának azonban van egy hátránya is: az elemi lítium dendriteknek nevezett, növényi gyökrere emlékeztető alakú szerkezeteket képez, amely a mechanikai tulajdonságokat rontja. Egy új közleményben arról számoltak be, hogy vas(III)-klorid hozzáadásával ezen a problémán segíteni lehet, mert ekkor gömb alakú részecskék jönnek létre. A részletes vizsgálatok szerint a hatás kialakulásában mind a kloridionnak, mind a vas(III)ion redoxisajátosságainak fontos szerepe van.

Chem. Sci. 17, 15846. (2026)





Válogatás

Az MTA Kémiai Tudományok Osztálya által kiválasztott publikációk közül az elsőben a szerzők kutatási eredményei, a kariprazin-származékok esetében, új szerkezeti alapot teremtenek a tervezett farmakológiai tulajdonságokkal rendelkező dopamin D3-receptort célzó ligandumok racionális tervezéséhez. A második kiemelt közlemény szerzői NMR kémiai eltolódásokon alapuló statisztikai módszereket vezettek be a rendezetlen fehérjék szerkezeti hajlamainak meghatározására.

Felinger Attila

az MTA Kémiai Tudományok Osztályának elnöke

A kariprazinhoz kötött dopamin D3-receptor szerkezete feltárja a célzott farmakológiai tulajdonságú parciális agonisták tervezésének alapelveit

Science Advances, 2026

<https://www.science.org/doi/10.1126/sciadv.aef7411>

Eliane Hadas Yardeni^{1,2}, Dóra Judit Kiss^{3,4}, Julie Sanchez^{5,6}, Keshet Shavit¹, Dénes Szepesi Kovács^{3,4}, Attila Egyed^{3,4}, Caleb D. Vogt⁷, Supriya A. Gaitonde⁸, Jacqueline Glenn^{5,6}, Meritxell Canals^{5,6}, Michel Bouvier⁸, Amy Hauck Newman⁷, J. Robert Lane^{5,6}, György M. Keserű^{3,4} and Moran Shalev-Benami¹

¹Department of Chemical and Structural Biology, Weizmann Institute of Science, Rehovot, Israel.

²Department of Life Sciences Core Facilities, Weizmann Institute of Science, Rehovot, Israel.

³Medicinal Chemistry Research Group, HUN-REN Research Centre for Natural Sciences, Budapest, Hungary.

⁴National Laboratory of Drug Research and Development, Hungary.

⁵Division of Physiology, Pharmacology and Neuroscience, School of Life Sciences, Queen's Medical Centre, University of Nottingham, Nottingham, UK.

⁶Centre of Membrane Proteins and Receptors, University of Birmingham and University of Nottingham, Nottingham, UK.

⁷Molecular Targets and Medications Discovery Branch, National Institute on Drug Abuse- Intramural Research Program, National Institutes of Health, Baltimore, Maryland, United States.

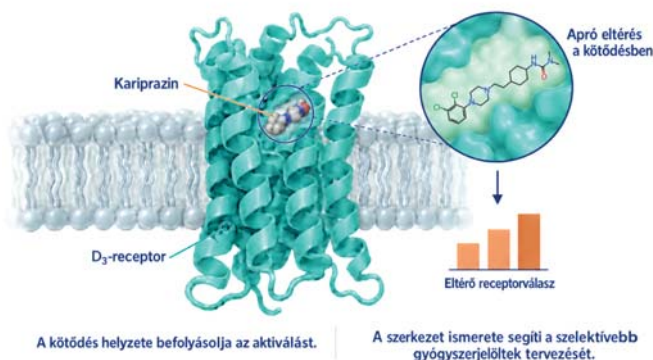
⁸Institute for Research in Immunology and Cancer, Department of Biochemistry and Molecular Medicine, Université de Montréal, Montréal, QC, Canada.

Szakmai összefoglaló

A kariprazin harmadik generációs antipszichotikum, amely a dopamin D3 receptor (D3R) parciális agonistája. A szerzők munkájuk során meghatározták a D3R kariprazinnal, valamint több – az inverz agonistától a nagy hatásosságú parciális agonistákig terjedő – kariprazinszármazékkal alkotott komplexének krio-EM-szerkezetét. A szerkezeti adatok, a farmakológiai jellemzés és a molekuladinamikai szimulációk együttes elemzése feltárta, hogy már kisebb kémiai módosítások és a ligandum kötőmódjának finom változásai is jelentősen eltérő funkcionális válaszokhoz vezethetnek. E felismerések alapján fokozott D3/D2-szelektivitású kariprazinszármazékokat terveztek, eredményeik pedig új szerkezeti alapot teremtenek a kívánt farmakológiai tulajdonságokkal rendelkező, D3R-t célzó ligandumok racionális tervezéséhez.

A gyógyszerhatás molekuláris finomhangolása

Kariprazin és a dopamin D₃-receptor



DR és SPIT: statisztikai módszerek rendezetlen fehérjék szerkezeti hajlamainak megállapítására NMR kémiai eltolódások alapján

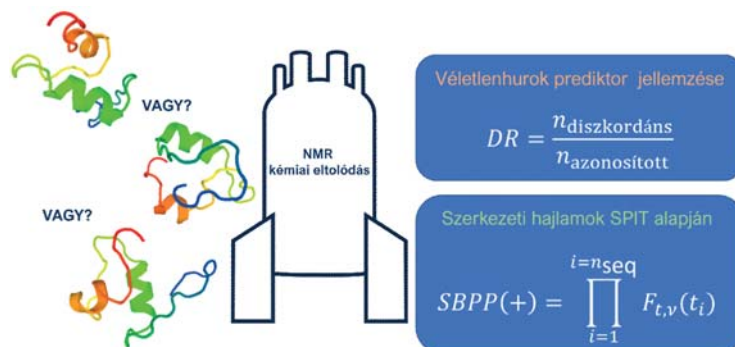
Protein Science, 2025

<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/pro.70250>

Dániel Kovács, Andrea Bodor

Analytical and BioNMR Laboratory, Institute of Chemistry, ELTE, Eötvös Loránd University, Budapest, Hungary.

A szerzők rendezetlen fehérjék szerkezeti hajlamainak meghatározására NMR kémiai eltolódásokon alapuló statisztikai módszereket vezettek be. A diszkordancia-hányados egy adott véletlenhurok-prediktor alkalmazhatóságára világít rá; és több prediktor egyidejű felhasználásával, t-próbán alapuló számításokkal a szerkezeti hajlamokat jelző szakaszok egyértelműen elkülöníthetők. Ez a megbízható információt szolgáltató megoldás előrelépést jelent a rendezetlenségen alapuló gyógyszertervezésben.



MEGEMLEKEZÉS

100 éve született Dr. Nagy József,
„a szilikonkémikus”

Nagy József (1926–2018) 100 éve született Pécsen. Vegyész-mérnöki diplomáját a Műegyetemen szerezte meg 1952-ben. A Szervetlen Kémia Tanszéken már másodéves kora óta szilíciumvegyületek kémiájával foglalkozott, és ez a kutatási terület egész életét meghatározta. Úttörő eredményéért, a szén–szilícium kötést kialakító Grignard-kapcsolás oldószer nélkül történő megvalósításáért 1953-ban (Proszk Jánossal és Lipovetz Ivánnal megosztva) Kossuth-díjat kapott. Ma egy ilyen eljárást zöld kémiai módszerként lehetne népszerűsíteni.

28 éven át (1963–1991) vezette a BME Szervetlen Kémia Tanszékét (jelenleg Szervetlen és Analitikai Kémia Tanszék), ahol az általános kémia és a szervetlen kémia tárgyak előadójaként vegyész-mérnökök generációt oktatott. Iskolateremtő kutatásai a szilíciumvegyületek kötősszerkezetét tanulmányozó elméleti vizsgálatoktól a legváltozatosabb innovatív gyakorlati alkalmazásokig terjedtek, melyeket az egészségügyben, a műemlékvédelemben, múzeumi restaurálások során használtak fel, de nem öregedő szilikon művészfesték-családot is kifejlesztett.

1991-ben Eötvös Loránd-díjjal tüntették ki. Tagja volt az Európai Tudományos és Művészeti Akadémiának. Életművének, iskolateremtő munkásságának, elismeréseként 2017-ben elnyerte az MTA Eötvös József-koszorú kitüntetését.

Nyulászi László

EuroMAbNet Meeting 2026

A Magyar Kémikusok Egyesülete támogatásával lehetőségem nyílt részt venni az idei 14th EuroMAbNet (European Monoclonal Antibody Network) Meeting konferencián, amelyet szeptem-

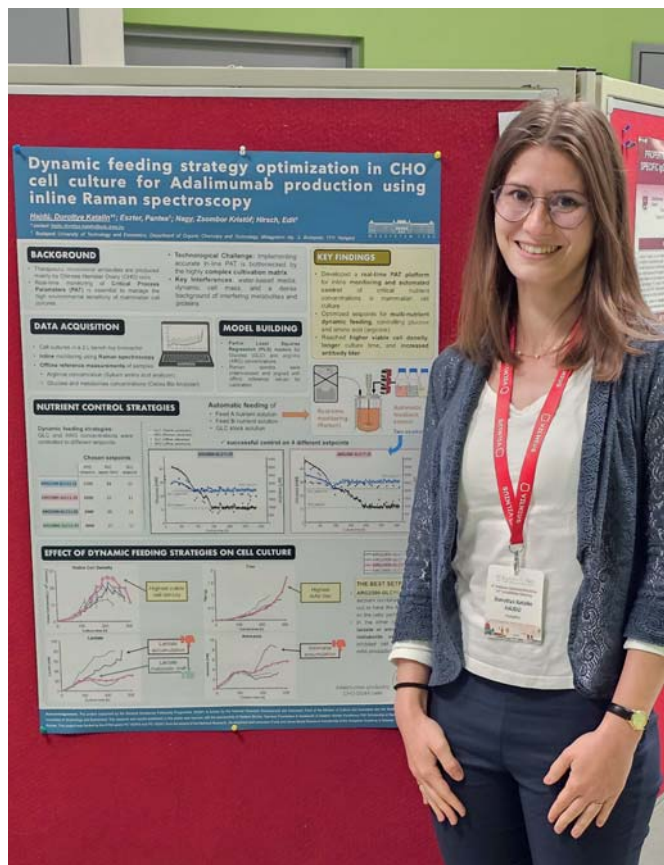


ber 10–11. között rendeztek meg Litvániában, Vilniusban. A rendezvénynek a Vilnusi Egyetem Élettudományi Központja (Life Sciences Center) adott otthont.

A Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem FirePharma kutatócsoportjában PhD-hallgatóként dolgozom. Kutatócsoportunk munkáját a konferencián poszterrel és flash pre-

zentációval képviseltem, amelynek címe „Dynamic Feeding Strategy Optimization in CHO Cell Culture for Adalimumab Production Using Inline Raman Spectroscopy”.

A bemutatott munkám középpontjában a terápiás monoklonális antitestek termelésének optimalizálása állt. Mivel az előállításához legszélesebb körben használt CHO sejtek rendkívül érzé-



kenyek, a kritikus folyamatparaméterek (CPP) monitorozása és szabályozása (Process Analytical Technology, PAT) elengedhetetlen a termékmennyiség és -minőség szempontjából. Kutatásom során inline Raman-spektroszkópia segítségével valós időben nyomon követtem a bioreaktoros sejtenyésztési folyamatban a kritikus tápanyag- (pl. glükóz, arginin, glutamin) és metabolit-koncentrációkat (pl. laktát, ammónia). A kutatócsoport által fejlesztett automatizált szabályozó rendszer segítségével a tápanyagadatok kis adagokban, folyamatosan beadagolva pontos koncentrációtartást érhetünk el a tenyésztési folyamat során. Az így megvalósított dinamikus tápanyagadagolási stratégiák glükóz- és argininkoncentráció célértékeit optimalizáltam. Eredményeink igazolják, hogy az optimalizált, dinamikus táplálási stratégiák alkalmazásával magasabb antitest-titer, hosszabb tenyésztési idő és csökkent költséges tápanyagadat-felhasználás érhető el a hagyományos fed-batch rendszerekkel szemben.

A konferencia tudományos programja rendkívül inspiráló volt, lehetőséget adva a legújabb technológiák és kutatási irányok megismerésére. Számos kiemelkedő előadást hallgathattunk meg: Sir Gregory Winter (MRC Laboratory of Molecular Biology) Nobel-díjas tudós meghívott előadóként az antitest-terápiák múltjáról, jelenéről és jövőjéről beszélt. Audrey Teh (City St. George's, University of London) a terápiás antitestek dohánynövényekben történő tervezéséről és előállításáról tartott izgalmas előadást. Mark Cragg (University of Southampton) az immunreceptor-jelátvitelt szabályozó antitest-tulajdonságokat mutatta be.

A szakmai programokat kiváló közösségépítő események is egészítették. Egy vezetett túrán vehettünk részt a Gediminas-hegyen és Vilnius óvárosában, amelyet a gálavacsora követett. Összességében a találkozó nagyszerű lehetőséget biztosított a kapcsolatépítésre, a szakmai fejlődésre és a kutatási eredményeink nemzetközi szintű megvitatására.

Hajdú Dorottya



HÍREK AZ IPARBÓL

Vegyipari mozaik

Újra teljes kapacitáson termelhet a Mol százhalombattai finomítója. Befejezték a tavaly őszi tüzesetben megsérült AV-3 üzem építési munkálatait a Dunai Finomítóban, az üzembe helyezés és tesztelés után újra teljes kapacitáson termelhet majd a finomító.



A helyreállítás költségvetése elérte a 18 milliárd forintot. A vállalat emellett felidézte, hogy a tavaly októberi tűz jelentős károkat okozott az AV-3 nyersolaj-desztilláló üzemben. Az elmúlt csaknem egy évben átfogó helyreállítást végzett a vállalat: elbontották és újjáépítették a károsodott vasbeton szerkezetet, helyreállították az érintett berendezéseket, valamint az irányítástechnikai és villamos rendszereket. Huszonhét új, nagy teljesítményű szivattyút telepítettek, nyolc kilométernyi csővezeték cserélt ki és száz kilométernyi villamókábel építettek be.

A százhalombattai Dunai Finomító a Mol hazai üzemanyag-ellátásának egyik meghatározó létesítménye, ezért az AV-3 üzem kiesése a vállalat működése szempontjából is komoly kihívást jelentett. A nyersolaj-desztilláló egység feladata, hogy a feldolgozás első lépéseként különböző összetevőkre bontsa a beérkező kőolajat, amelyekből a finomítás további szakaszaiban többek között benzin és dízelüzemanyag készül.

Az építési munkák lezárása ugyanakkor még nem jelenti az üzem azonnali, teljes kapacitású működését. Az újraindítás előtt a helyreállított berendezéseket, vezetékeket, valamint az elektromos és irányítástechnikai rendszereket is ellenőrizni és tesztelni kell. A folyamat célja annak igazolása, hogy az AV-3 valamennyi rendszere biztonságosan és megfelelően működik, ezt követően kezdődhet meg a termelés fokozatos felfuttatása.

(<https://ipar24.hu/ujra-teljes-kapacitason-termelhet-a-mol-szazhalombattai-finomitoja/>)



Átadták a MOL új algyői napelemparkját és akkumulátoros energiatárolóját. A MOL átadta algyői telephelyén új, 37,4 MWp teljesítményű napelemparkját és a hozzá kapcsolódó, 20 MW névleges teljesítményű, 40 MWh tárolási kapacitású akkumulátoros villamosenergia-tároló rendszerét. A beruházás a MOL algyői létesítményeinek energiafüggetlenségét erősíti, javítja az elektromos ellátás rugalmasságát, és évente 13 000 tonnával csökkenti a telephely CO₂-kibocsátását.

A napelempark teljes beruházási értéke 17,6 milliárd forint,

amelyhez a Külgazdasági és Külügyminisztérium 5,566 milliárd forint vissza nem térítendő támogatással járult hozzá a beruházásösztönzési célirányzatból. Az akkumulátoros energiatároló 3,975 milliárd forintból valósult meg; ehhez – a Közigazgatási és Területfejlesztési Minisztérium koordinációja mellett – az Európai Unió 1,628 milliárd forint vissza nem térítendő támogatást nyújtott a Helyreállítási és Ellenálló-képességi Eszköz keretében.

A beruházás részeként megvalósult akkumulátoros energiatároló a MAVIR által működtetett rendszerszintű szolgáltatások piacán is szerepet kaphat. Ha az átviteli rendszerirányító a fogyasztás csökkentését kéri, a tároló biztosítani tudja a közcélú hálózatról kieső villamosenergia-mennyiséget a termelés fenntartása érdekében, többlet-villamosenergia esetén pedig töltési üzemmódba kapcsolhat. A rendszer egy évben mintegy 7300 átlagos Csongrád-Csanád megyei háztartás éves fogyasztásának megfelelő villamosenergia-mennyiséget képes letárolni és visszatáplálni.

A MOL-csoport hosszú távú Shape Tomorrow stratégiájának egyik kiemelt eleme az okos zöld átmenet. Ennek megvalósításához kulcsfontosságú a megújuló energiaforrások bővítése és az energiatárolási kapacitások kiépítése, hiszen az időjárásfüggő termelőegységek – például a napelemparkok és a szélerőművek – termelésének ingadozását országos szinten is kezelni kell. Az algyői projekt ezért egyszerre támogatja a MOL saját működésének zöldítését és a magyar villamosenergia-rendszer rugalmasságának növelését.

A naperőmű kivitelezője az ALTEO Energiaszolgáltató Nyrt., amely a projekt megvalósítását követően aggregátori feladatokat is elláthat. A MOL és partnerei 73,8%-os részesedést birtokolnak az ALTEO Energiaszolgáltató Nyrt.-ben, amely mintegy 115 MW megújulóenergia-alapú erőművi kapacitással rendelkezik szél-, nap-, víz- és biogáz-erőművekben.



A MOL-nak jelenleg, a most átadásra kerülő algyői egységgel együtt 9 napelemparkja van Magyarországon, összesen 405 MW kapacitással, amelyet tovább kíván bővíteni a jövőben. Emellett az újonnan üzembe helyezett algyői berendezéssel együtt már két energiatárolóval rendelkezik 80 MWh tárolási kapacitással. A MOL Magyarországon 2030-ra összesen 500 MWh-nyi tárolórendszert tervez kiépíteni. Emellett a MOL-csoport Horvátországban 2 napelemparkot üzemeltet összesen 10 MW kapacitással, ami jövőre egy harmadikkal is bővülni fog, elérve a 23 MW-os teljesítményt. A most átadott létesítményekkel együtt a vállalat teljes napelem-kapacitása a régióban eléri a 415 MW-ot, ami évente hozzávetőlegesen 160 000 tonna szén-dioxid-kibocsátás csökkentéséhez járul hozzá. (<https://mol.hu>)



Nagy pofon a vegyipar és a műanyaggyártás számára: már rég kevés a dekarbonizáció. Miközben a világ a közlekedés és az energiatermelés kizöldítésére figyel, a háttérben a műanyagok, a csomagolóanyagok és a műtrágyák gyártása a klímavédelem legnagyobb kerékkötőjévé vált. A globális petrokémiai iparhoz köthető szén-dioxid-kibocsátás a jelenlegi trendek mellett 50 százalékkal nőhet 2050-re.



A Sheffieldi Egyetem friss kutatása, amelyet a *Nature Sustainability*-ben foglaltak össze, arra jutott, hogy a legnagyobb kibocsátást az etilén- és az ammóniagyártás adja. Előbbi alapanyagból műanyagok, csomagolóeszközök és tisztítószer készülnek, utóbbi pedig a műtrágyagyártás alapja.

A szakemberek most először térképezték fel a szektor kibocsátását globális szinten: több mint 37 ezer üzem, 81 terméket és több mint kétezer gyártási folyamatot vizsgáltak meg.

A Dr. Fanran Meng által vezetett kutatás rávilágított: az iparág pusztán technológiai újításokkal nem érheti el a nettó zero kibocsátást. Hiába állnak át zöldáramra, vetnek be bioalapú nyersanyagokat vagy szén-dioxid-leválasztó rendszereket, a kibocsátás így sem szorítható vissza teljesen.

„A petrokémiai ipar kibocsátásai már most óriásiak, és a kutatásunk azt találta, hogy változatlan üzletmenet esetén 2050-re 50 százalékkal emelkedhetnek” – magyarázta a kutató, hozzátéve, hogy „sajnos a petrokémiai ipar összetettsége és az a kulcsszerep, amelyet a mindennapi termékek alapjaként betölt, azt jelenti, hogy nincs egyetlen csodafegyver: még egy rendkívül optimista forgatókönyv sem viszi a szektort nettó zéróra 2050-re”. Fanran szerint ez akkor is igaz, ha jelentős villamosenergia-dekarbonizáció megy végbe, vagy teljeskörűen bevezetik a szén-dioxid-leválasztást és a bioalapú nyersanyagokat. „A petrokémiai termékek iránti kereslet csökkentése is része kell legyen a megoldásnak – tisztább termelés mellett.”

Az adatokból kiderült továbbá az is, hogy a környezeti terhelés rendkívül egyenlőtlen: a globális kibocsátás 53 százaléka jut a gyárak csupán 10 százalékára.

A döntéshozók és az iparági szereplők munkáját segítő a kutatók egy nyílt hozzáférésű online felületet is létrehoztak, amely üzemekre, termékekre és országokra lebontva mutatja az üvegházhatású gázok kibocsátását, így pontosan látható, hol kellene sürgősen beavatkozni.

A kereslet visszaszorításának szükségességét támasztották alá egyébként az ENSZ 2024-es és 2025-ös műanyaggyártással kapcsolatos tárgyalásai is, ahol a felek éppen a gyártási korlátok bevezetése miatt nem jutottak dűlőre.

(Gábor János, *NEW technology*, <https://newtechnology.hu/nagy-pofon-a-vegyipar-es-a-muanyaggyartas-szamara-mar-reg-keves-a-dekarbonizacio/>)

Óriási fejlesztés a láthatáron: magyar kutatók forradalmasíthatják az ipari üzemanyag-előállítását. Új szintre emelné a szén-dioxid-alapú üzemanyagok előállítását a Szegedi Tudományegyetem (SZTE) kutatócsoportja. Az e-üzemanyag energiatárhelyező előállításának lehetőségeit Janáky Csaba vezetésével vizsgálják, a projekt pedig kétféle milliárd forintos támogatást nyert a Misszióvezérelt Nemzeti Laboratóriumok pályázatán.

A kutatók részben a tavasszal lezárult Megújuló Energiák Nemzeti Laboratórium projektje során megszerzett tapasztalatokra és az akkor kiépített infrastruktúrára támaszkodnak. Céljuk, hogy a már rendelkezésre álló tudást és technológiákat egy konkrét feladat szolgálatába állítsák: megújuló villamos energia, szén-dioxid és víz felhasználásával cseppfolyós e-üzemanyagokat állítsanak elő. Ezek között szintetikus repülőgép-üzemanyag, vagyis e-kerozin, valamint közúti használatra szánt e-benzin is szerepel.

Janáky Csaba szerint az e-üzemanyag előállítására többféle technológiai út is létezik. A kutatók ezek közül már többet megvizsgáltak, a következő lépés pedig annak kiválasztása, amely a legjobb eredményeket biztosítja.

A szakemberek a teljes folyamat hatékonyságán is javítanak. Ennek egyik kulcseleme a Fischer–Tropsch-reakció, amelynek során a szén-monoxidból és hidrogénből álló szintézisgázt folyékony szénhidrogénekké alakítják. A kutatók ezt a reakciót és a hozzá kapcsolódó technológiai lépéseket is továbbfejlesztik. A professzor kiemelte: önmagában nem számít újdonságnak, hogy szén-dioxidból és vízből, megújuló villamos energia felhasználásával üzemanyagot állítsanak elő. A valódi kihívást az jelenti, hogy a folyamat egyes elemeit összehangolják.

A cél olyan rendszer létrehozása, amelyben az egyes technológiák a számukra optimális nyomáson és hőmérsékleten, egymáshoz közeli munkapontokon működnek. Ettől a teljes folyamat energiatárhelyező felhasználása és hatásfoka is javulhat.

A kutatás központi helyszíne az SZTE Science Park, azon belül az SZTE Energetikai Innovációs Tesztállomás és a Greenovation Center lesz. *A tesztállomáson már rendelkezésre áll egy saját fejlesztésű, konténeres hidrogéngenerátor, emellett a kutatóknak saját konténeres technológiájuk van szén-monoxid, illetve cseppfolyós üzemanyag előállítására is.* Az egyes részegységeket először laboratóriumi körülmények között kapcsolják össze, majd a meglévő berendezésekkel a tesztállomáson is megvizsgálják a működésüket. Végül egy új konténeres rendszert is kialakítanak, amelyben hidrogénből és szén-monoxidból készülhet energiatárhelyező módon cseppfolyós üzemanyag.

A fejlesztés végső célja olyan folyamat kialakítása, amely a megújuló villamos energiától egészen az e-üzemanyag előállításáig megfelelő paraméterek mellett működik, és az ipari partnerek számára is vonzó lehet.

A kutatás jelentőségét az is növeli, hogy az Európai Unió szabályozása meghatározza, 2030-tól milyen arányban kell szén-dioxid-alapon előállított komponenseket keverni a repülőgépek üzemanyagába, később pedig a közúti járművek üzemanyagába is.

A szegedi kutatók így egy olyan technológia hatékonyabbá tételén dolgoznak, amely a jövőben az ipari üzemanyag-előállítás egyik fontos területévé válhat. (<https://ipar24.hu/oriasi-fejlesztés-a-lathataron-magyar-kutatok-forradalmasithatjak-az-ipari-uzemanyag-elallitast/>)



Valódi helyi tulajdont teremthetnek az új szélerőművek. Az Energiaközösségek Szövetsége Magyarország állásfoglalást



adott ki a szélerőmű-pályázat tulajdonszerzés lehetőségéről a megújulóenergia-közösségek számára.

Az Energiaközösségek Szövetsége Magyarország üdvözli, hogy az új szélerőmű-kapacitások létesítésére kiírt pályázat lehetőséget biztosít a helyi megújulóenergia-közösségeknek arra, hogy tulajdonrészt szerezzenek a beruházásokban. Fontos, hogy mihamarabb megszülessenek az olyan részletszabályok és finanszírozási megoldások, amelyek révén a lehetőség a gyakorlatban is működik, és valódi helyi közösségek is a szélerőművek tulajdonosaivá válhatnak.



Az Energiaközösségek Szövetsége Magyarország már a pályázati kiírás társadalmi egyeztetése során javasolta, hogy az önkormányzatok mellett a helyi megújulóenergia-közösségek is lehetőséget kapjanak tulajdonrészt megszerzésére. A nemzetközi tapasztalatok szerint a szélesebb helyi tulajdon erősítheti a megújuló energiaberuházások társadalmi elfogadottságát, miközben a beruházások által termelt gazdasági érték nagyobb része maradhat a térségben.

A szövetség nagyon fontos előrelépésnek tartja, hogy a magyar szabályozás felismeri, hogy a helyi közösségeket nemcsak tájékoztatni vagy kompenzálni lehet egy nagy energetikai beruházás kapcsán, hanem tulajdonossá is válhatnak benne. A helyi közösség így nemcsak a szélerőmű szomszédja, hanem annak hasznélvezője is lehet.

A lehetőség csak akkor válhat valódi közösségi tulajdonná, ha az energiaközösségek ténylegesen képesek élni vele. Egy nagyobb szélerőműprojekt akár kisebb tulajdonrésze is jelentős tőkét igényelhet, miközben a közösségi tulajdonosnak a beruházás során és később is megfelelő információkhoz kell jutnia, kisebbségi jogait védeni kell, és kiszámítható finanszírozási feltételekre van szüksége. A szövetség szerint ezért a részletszabályok mellett célzott pénzügyi eszközökre is szükség lehet.

A mostani szabályozás fontos lehetőséget nyitott meg, de a valódi próba az lesz, hogy lesznek-e olyan energiaközösségek, amelyek ezt a jogot ténylegesen gyakorolni is tudják. Ehhez nemcsak megfelelő finanszírozás kell, hanem az is, hogy a közösségi tulajdonos időben hozzájusson a szükséges információkhoz, és kisebbségi tulajdonosként megfelelő jogi védelemben részesüljön.

A közösségi tulajdon ugyanakkor nem pusztán finanszírozási kérdés. Fontos, hogy a tulajdonszerzés mögött valódi helyi részvétel és helyi irányítás álljon, és ne kizárólag a beruházó érdekeihez kapcsolódó, formálisan közösségi szervezetek jöjjenek létre. A cél az is, hogy a projektből származó gazdasági és energetikai előnyök minél nagyobb része a térségben hasznosuljon.

A kérdés végső soron az, hogy ki részesül a szélerőművek által létrehozott értékből. Egy jól működő energiaközösségben ez

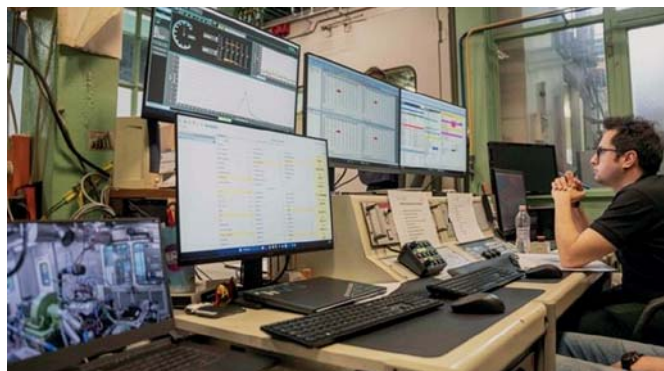
nem néhány külső befektetőnél jelenik meg, hanem helyi emberekhez, vállalkozásokhoz és közösségi célokhoz kerül vissza. Ez különbözteti meg a valódi közösségi tulajdont egy egyszerű pénzügyi befektetéstől.

(<https://ipar24.hu/valodi-helyi-tulajdont-teremthetnek-az-uj-szeleromuvek/>)



Fenntartható energetikai áttörés. Az Óbudai Egyetem tőke-társasága, az Obuda Uni Venture Capital (OUVC) finanszírozó partnerként támogatja a BDN Automotive Kft. innovatív hidrogén-dízel motorfejlesztési projektjét. A kezdeményezés keretében a BDN és a MOL-LUB Kft. stratégiai együttműködési megállapodást kötött a hidrogén- és alternatív tüzelőanyaggal működő motorok, valamint a kapcsolódó kenőanyag-technológiák együttes fejlesztésére. A projekt sikere kiemelkedő példája az egyetemi innovációs ökoszisztéma és a piaci szereplők összefogásának, amelyben az Óbudai Egyetem tőkebefektetői háttere kulcsszerepet játszik a jövőbe mutató hazai technológiák piacra segítésében és ipari validációjában.

Az Obuda Uni Venture Capital mint finanszírozó partner (a BDN korábbi befektetője, a Hiventures mellett) támogatása jelentős mértékben hozzájárult a BDN Engine Development Platform elindításához, amely mesterséges intelligenciával támogatott kalibrációt, szimulációt és égésanalízist ötvöz a fejlesztési idő és költségek csökkentése érdekében. A korábbi fejlesztési szakaszokat a Hiventures támogatása is segítette. A stratégiai együttműködés a MOL-LUB Kft. kenőanyag-fejlesztési és olajanalitikai tudását ötvözi a BDN motorfejlesztési és motorvezérlési kompetenciáival. A tesztelési és kutatási feladatok egyetemi hátterét a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Energetikai Gépek és Rendszerek Tanszékének motorkísérleti laboratóriuma biztosította.



A kifejlesztett hidrogén-dízel technológia legnagyobb előnye a rugalmasság, hiszen, ha a hidrogénellátás átmenetileg nem áll rendelkezésre, a berendezések teljes értékűen tovább működhetnek dízelüzemben is. Ez a kettős üzemmód megkönnyíti a zöldtechnológiák fokozatos bevezetését anélkül, hogy veszélyeztetné az üzembiztonságot. A fejlesztés elsődleges alkalmazási területe az energetika, azon belül is az ipari üzemek és adatközpontok áramellátásának zöldítése hidrogénalapú áramtermelő berendezésekkel, emellett a vasúti közlekedésben a meglévő dízelüzemű járművek hidrogén-dízel átalakítása jelent kiemelt irányt.

A meglévő motorok átalakításával olyan utat szeretnének nyitni a kibocsátások csökkentésére, amely a már használatban lévő eszközökre épít. A következő lépés a tartósság és a valós üzemi teljesítmény igazolása, a pilotprojektek elindítása és a piacra lépés előkészítése.



(https://www.muszaki-magazin.hu/2026/09/24/fenntarthato-energetikai-attores/?utm_campaign=&utm_medium=email&utm_source=weboldal+h%C3%ADrek)



Elérhetőbbé válik a 3D fémnyomtatás. Az ipari 3D fémnyomtatás szélesebb körű alkalmazását célozzák az Xact Metal fejlesztései.



Az amerikai gyártó a november 17–20. között megrendezésre kerülő Formnext 2026 kiállításon mutatja be porágyas lézeres technológiára épülő rendszereit, amelyek Magyarországon a VARINEX kínálatában is elérhetők.

A fém additív gyártás egyik legfontosabb fejlődési iránya, hogy a technológia a jelentős beruházási kerettel rendelkező nagyvállalatok mellett egyre több kisebb ipari szereplő, fejlesztőközpont és kutatóintézet számára is reális alternatívává váljon. A 2017-ben alapított Xact Metal fejlesztéseiben ezért a nagy teljesítményt, a rugalmas alkalmazhatóságot és a kedvezőbb beruházási költséget igyekszik ötvözni.

A vállalat első fém porágyas rendszere, az XM200C 2019-ben jelent meg, elsősorban kutatás-fejlesztési és egyetemi alkalmazások számára. Az újabb XM200G alapkiépítésben 150 × 150 × 150 milliméteres munkatérrel rendelkezik, az építési magasság pedig 290 milliméterig növelhető. A nyitott alapanyag- és paraméterrendszer különösen fontos lehet a fejlesztési feladatoknál, hiszen lehetőséget biztosít a gyártási folyamat adott alkalmazáshoz történő optimalizálására.

A berendezéssel számos ipari fémalapanyag feldolgozható. A rendelkezésre álló anyagok között rozsdamentes és szerszámacélok, szuperötvözetek, valamint titán-, alumínium- és rézalapú ötvözetek is megtalálhatók. A rendszer így a prototípusgyártás mellett szerszámok és kis sorozatban készülő ipari alkatrészek előállítására is alkalmazható.

A portfólió egyik legújabb tagja az XM200G µHD, amelyet kifejezetten a nagy pontosságot és rendkívül finom részleteket igénylő kis méretű fémalkatrészek additív gyártására fejlesztettek.

A berendezés 5–15 mikrométeres szemcseméretű fémporok feldolgozására is alkalmas, miközben a lézerfolt mérete 20 mikrométer alatt marad. A 140 × 140 × 150 milliméteres munkatérrel rendelkező rendszer olyan alkalmazások előtt nyithat új lehetőségeket, mint az elektronikai és mikromechanikai alkatrészek, antennák, hullámvezetők vagy egyes orvostechikai komponensek gyártása.

A rendkívül kis lézerfoltméret és a finom fémporok alkalmazása olyan geometriai részletek létrehozását teszi lehetővé, amelyek a hagyományos fém additív rendszerekkel nehezebben valósíthatók meg.

A fejlesztések másik iránya a na-

gyobb méretű alkatrészek és a termelékenyebb sorozatgyártás. Ezt a területet célozza a jelenleg fejlesztés alatt álló XM300G. A rendszer 300 × 300 × 350 milliméteres munkatérrel készül, amelynek Z irányú mérete opcionálisan 450 milliméterre növelhető.

A berendezést egy-, két- vagy négylézeres konfigurációban tervezik, így a nagyobb munkatérhez magasabb termelékenység is társulhat. Ez már olyan ipari felhasználásokat céloz, ahol nemcsak az alkatrészek geometriai szabadsága, hanem a gyártási idő és a gazdaságosság is meghatározó szempont.

(https://www.muszaki-magazin.hu/2026/09/16/elkerhetobbe-valik-a-fem-3d-nyomtatasi/?utm_campaign=&utm_medium=email&utm_source=weboldal+h%C3%ADrek)

ALPIQ

Hibrid erőművet helyez üzembe az Alpiq Csepelen. Átadták az Alpiq Magyarország legújabb fejlesztését a csepeli erőmű területén. Az ún. gázmotoros, hibrid erőművi blokk 23 milliárd forintba került. Az új berendezés a klímaváltozással járó extrém terhelések miatt is fontos szerepet játszik majd az országos villamosenergia-rendszer szabályozásában, miközben segíti a távfűtést is.

Az Alpiq Magyarország ügyvezetője az erőmű ünnepélyes üzembe helyezésekor kiemelte, a vállalat két év alatt, önerőből építette meg a gázmotoros blokkot és az energiatárolót. Ezzel a két csepeli erőmű összteljesítménye 450 megawatt-ra nő.



A hibrid gázmotoros technológia jelentősége a kiemelkedő rugalmasságban rejlik, mert segíti az időjárásfüggő megújuló energiaforrások integrálását a villamosenergia-rendszerbe. Ezeket az erőműveket percekben belül el lehet indítani, amikor éppen szükség van pluszenergiára Magyarországon – például olyankor, amikor éppen nem termelnek a szélerőművek és a napelemek, az emberek pedig használják otthon a légkondicionálókat vagy bekapcsolják a tévét.

Az erőmű fejlesztésével tovább nő az Alpiq jelentősége a magyar villamosenergia-termelésben. A svájci tulajdonú vállalat 2002-ben vette meg a Csepel II. nevű, környezetbarát, gázüzemű, kombinált ciklusú erőművét, amely az első, magántőkéből finanszírozott ilyen hazai létesítmény volt. Az erőmű a villamosenergia-termelés mellett mintegy 20 ezer dél-budapesti lakást lát el távfűtéssel.

(https://www.muszaki-magazin.hu/2026/09/14/hibrid-eromuvet-helyez-uzembe-az-alpiq-csepelen/?utm_campaign=&utm_medium=email&utm_source=weboldal+h%C3%ADrek)

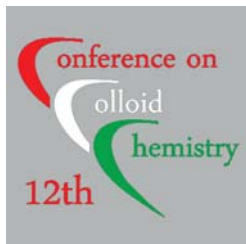
Dobó Dorina összeállította



MKE-HÍREK

12. Kolloidkémiai Konferencia

Az alapoktól a fenntartható alkalmazásig



A konferencia 2026. szeptember 27–30. között a HUN-REN TTK Természettudományi Kutatóközpontban valósult meg László Krisztina elnökletével, Dékány Imre, Iván Béla és Zrínyi Miklós védnöksége mellett. A mintegy 130 hazai és külföldi érdeklődőt egyaránt vonzó konferencia széles körű együttműködésben jött létre. A szervezésben részt vett a HUN-REN TTK, a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, a Magyar Tudományos Akadémia Kolloidkémiai Munkabizottsága, a Magyar Természettudományi Társulat Kémiai Szakosztálya és a Magyar Kémikusok Egyesülete.

FOTÓ: VARGA MÓNIKA



Köszönjük az Anton Paar GmbH, a Krüss GmbH, az Unitester Kft. és az Nkfi Alap Mecenatúra-támogatását.



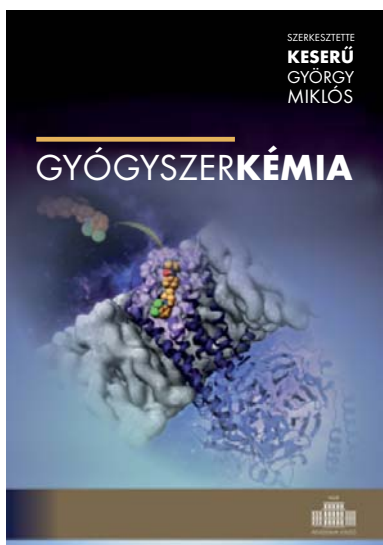
Anton Paar



Unitester Kft.

NEMZETI KUTATÁSI, FEJLESZTÉSI
ÉS INNOVÁCIÓS HIVATALAZ NKFI ALAPBÓL
MEGVALÓSULÓ
PROJEKT

GYÓGYSZERKÉMIA



Szerkesztette:
Keserő György Miklós

Egy új gyógyszer kifejlesztése általában 10–15 év intenzív kutató- és fejlesztőmunkát igényel, és akár 2 milliárd dollárnyi pénzügyi befektetést követel, miközben a projektek minden fázisában jelentős kiesési kockázatokkal kell számolni. A kockázatok mérsékléséhez elengedhetetlen, hogy a gyógyszerkutatás szereplői kellő felkészültséggel, egymással együttműködve végezzék

munkájukat. A gyógyszerkutatás olyan intellektuális kihívás, amelynek csak sokféle szakmai tudás és módszertani megközelítés együttes alkalmazásával lehet megfelelni. A könyv alapvető célja, hogy korszerű tudást és elméleti háttérrel nyújtson a gyógyszerkutatás és -fejlesztés kémiai oldalán dolgozó szakemberek, vegyészek, vegyészmérnökök és gyógyszerészek képzéséhez. Ugyanakkor a kötet szerzői arra is törekedtek, hogy a különböző tudományterületek és diszciplínák képviselői megértsék egymás hozzájárulását, és ezáltal aktív részeseivé válhassanak azoknak a felfedezéseknek, amelyek új terápiás lehetőségekhez vezetnek.

A kötet az Akadémiai Kiadónál 2011-ben a *Gyógyszerkutatás kémiai* címen megjelent kézikönyv hagyományaira alapozva a kismolekulás gyógyszerkutatás eszköztárára és módszertanára fókuszál. Újdonságot jelent a magyar nyelvű szakirodalomban, hogy a modern gyógyszerkémiai felfogásnak megfelelően nem pusztán a meglévő gyógyszerkincs kémiai mutatóit mutatja be, hanem betekintést enged a kismolekulás gyógyszerek felfedezésének stratégiájába is.



A Maklári Szent István Általános Iskolában járt a STEMűveg program

Két harmadik és két negyedik osztály ismerkedett a természet-tudományos kutatói gondolkodásmóddal és életformával.

A projekt megálmodója és ötletgazdája Dr. Jedlovsky-Hajdú Angéla (a Semmelweis Egyetem Nanokémiai Kutatócsoportjának vezetője), a csoport tagjai Dr. Jedlovsky Pál, egyetemi tanár (Eszterházy Károly Katolikus Egyetem), Dr. Molnár Kristóf és Halmóczki Sarolta. A STEMűveg ebben az évben csatlakozott a *Kémia mindenkinek* programhoz is (www.kemiamindenkinek.hu).



Kémia tanárok Törökországban

Dr. Musza Katalin, a Szegedi Tudományegyetem tudományos munkatársa és Bárány Zsolt Béla okleveles vegyész, a Debreceni Református Kollégium Dóczy Gimnáziuma kémia tanára az MKE Kémia tanári Szakosztály küldöttjeként idén részt vett az ICCE–ECRICE 2026 nemzetközi konferencián, Erzurumban (Törökország) a „Kémiaoktatás a mesterséges intelligencia korában” című, 28. IUPAC kémiaoktatási és a 17. EuChemS kémiaoktatás-kutatási (ICCECRICE 2026) konferencián.

Tapasztalatainkat „AI, fenntarthatóság, kémia – hogy csinálják mások?” címmel megosztották az 5. kémia tanári online workshopon szeptember 21-én, ahol nemzetközi kitekintéssel mutatták be, hogyan ötvözik a világ kémia tanárai a mesterséges intelligenciát és a fenntarthatóságot az oktatásban.



HUNGARIAN CHEMICAL JOURNAL

LXXXI. No. 11. November

CONTENTS

<i>Seeing things differently: the molecular world of everyday life.</i>	
<i>Exhibition opening and book launch at the Hungarian Academy of Sciences headquarters</i>	318
<i>Waiting for the 100th participant country. An interview with J. L. Kiappes</i>	322
GÁBOR LENTE	
<i>The wonderful wizard of Ozone or a mole history</i>	326
PÉTER IMRE PINTÉR	
<i>The safety sign that responds: Digitally Enhanced Safety Signage</i>	329
TAMÁS AGÁRDI	
Bookreview	
<i>What, why and how do we measure?</i> by Dezső Horváth	331
<i>As I saw it</i> by Péter Jáky	334
<i>Reducing agents in textile finishing</i>	335
CSABA KUTASI	
<i>Chembits</i>	340
GÁBOR LENTE	
<i>Publication of the month</i>	342
<i>News of the month</i>	343

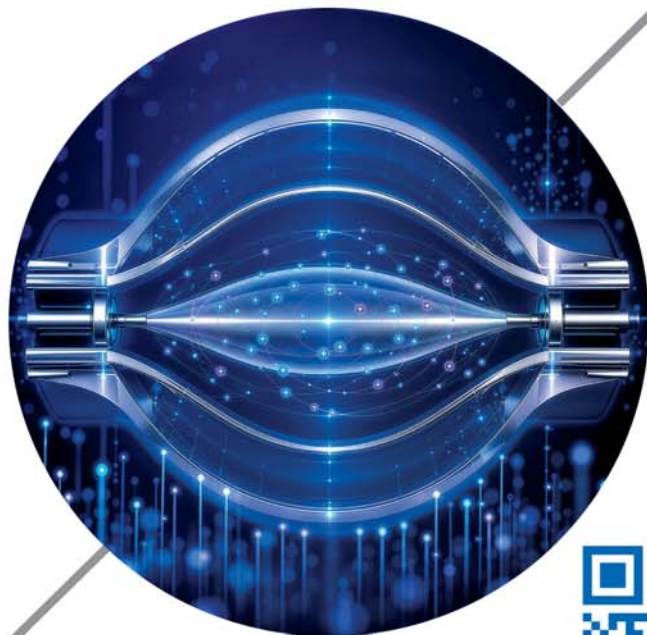
UNICAM

Magyarország Kft.

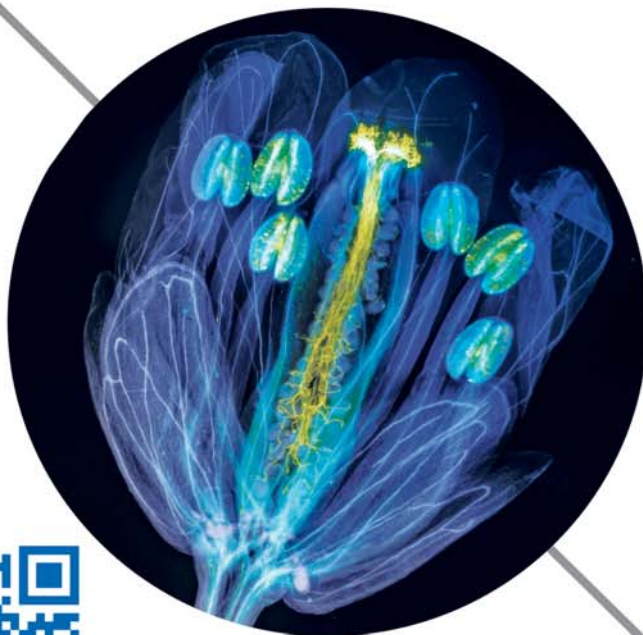
SZAKÉRTELEM

amelyre építhet

ANALITIKA



KÉPALKOTÁS



ÉLETTUDOMÁNY

ANYAGTUDOMÁNY

ThermoFisher
SCIENTIFIC

OLYMPUS

EVIDENT

TA
Instruments

HITACHI

SARTORIUS

LabTech

www.unicam.hu