

A TARTALOMBÓL:

- Kutatás, oktatás, vezetés
- Telkes Mária,  
a Napkirálynő
- A mosás története
- Mikrofluidika LEGO-val  
és Rubik-kockával
- Téalpó vitathatatlanul  
itt van



# MAGYAR KÉMIKUSOK LAPJA



A MAGYAR KÉMIKUSOK EGYESÜLETE HAVONTA MEGJELENŐ FOLYÓIRATA • LXXV. ÉVFOLYAM • 2020. DECEMBER • ÁRA: 850 FT

## 2020 kémiai Nobel-díjasai



 A lap megjelenését  
a Nemzeti Kulturális Alap  
támogatja  
Nemzeti Kulturális Alap

A kiadvány  
a Magyar Tudományos  
Akadémia  
támogatásával készült

# varioMAX cube

## teljesítményben győztes

# CN / CNS

## automata elem analizátor

akár  
**5 g**  
bemérés



**AKTIV INSTRUMENT Kft.**

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



akár  
**500 mg**  
N absz.

gyors automata elemzés  
előkészítés **NÉLKÜL!**



akár  
**5 perc**  
alatt 1 mérés



He helyett olcsóbb

**Argon**  
gázzal



elementar





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

## Szerkesztőség:

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

## Szerkesztők:

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

## Szerkesztőbizottság:

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

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

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

Kiadja a Magyar Kémikusok Egyesülete  
Felelős kiadó: ANDROSITS BEÁTA  
Nyomdai előkészítés: Planta-2000 Bt.  
Nyomás: Europrinting Kft.  
Felelős vezető: ENDZSEL ERNŐ  
ügyvezető igazgató

Terjeszti a Magyar Kémikusok Egyesülete  
Az előfizetési díjak befizethetők a CIB Bank  
10700024-24764207-51100005 sz.  
számlájára „MKL” megjelöléssel  
Előfizetési díj egy évre 10200 Ft  
Egy szám ára: 850 Ft. Külföldön terjeszti  
a Batthyany Kultur-Press Kft.,  
H-1014 Budapest, Szentháromság tér 6.  
1251 Budapest, Postafiók 30.  
Tel./fax: 36-1-201-8891, tel.: 36-1-212-5303

Hirdetések-Anzeigen-Advertisements:  
SÜLI ERIKA

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

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

Index: 25 541  
HU ISSN 0025-0163 (nyomtatott)  
HU ISSN 1588-1199 (online)  
DOI: 10.24364/MKL.2020.12

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



Hát, nem semmi évünk volt 2020-ban. Sok minden a Covid-19 vírus körül forgott, de a járványon kívül is bőven volt esemény. Talán örömteli is... De vegyük sorra a történeteket. Természetesen a járvánnyal kell kezdenünk. Most már látszik, hogy tavasszal ágyúval lőttünk verébre. Ez persze megbocsájtható, mert eleinte alig valamit tudtunk a vírusról, ezért muszáj volt mindent túlbiztosítani. Győztünk (illetve csatát nyertünk), ki is hirdettük mindenfelé, de erről nem mi tehetünk, egyszerűen óriási szerencsénk volt. Lehetett dehonesztáló megjegyzéseket tenni a svéd modellre. Persze a csatanyerésnek igen nagy ára volt, sok vállalkozás összeomlott, sokan veszítették el az állásukat. Lehet mondani, hogy még egy ilyen győzelem, és éhenhalás lesz a vége. Azután jött, és egyre erősödően van a második hullám. Nem mondjuk meg, de most a svéd modellt alkalmazzuk. Jól tesszük? Talán. De ott folyamatos és őszinte, a hibákat is elismerő tájékoztatás folyt. És itt? Hááát... Persze, ha nem hibázunk sosem, akkor nincs mit elismerni. És most egy örömhír: a világ tudósai, köztük a mieink is, példátlan mértékben összefogva térképezik fel a vírus tulajdonságait molekuláris szinten is, és gőzerővel, ugyancsak megosztva eredményeiket folyik a védőoltás fejlesztése. Talán az is elmondható, hogy hosszú évek óta először a tudomány és a tudósok ázsiója nőtt. Remélhetőleg a hóki-póki dolgok, legalább időlegesen, visszaszorulnak.

A jó híreket, azt hiszem, ezzel be is fejezhetem. Történt még: az MTA eljelentéktelenedése (bár az elnök még vár a miniszterelnöki meghívásra – szerintem hiába), az SZFE autonómiájának lenullázása, jelentős összegek elvonása az egyetemektől, az OTKA-pályázatok sorrendjének szakmai döntés utáni átvarialdása (és az azt kísérő kioktatások); folytatódik az egyeztetések nélküli rapid döntések sora, és ez a stílus terjed a nem parlamenti életben is.

A járvány nagyon kellemetlenül érintette az Egyesületet is. Bevételeink, a rendezvények teljes elmaradása miatt, drámai mértékben csökkentek. Sajnos, kénytelenek voltunk és vagyunk túlélő üzemmódra beállni. Még szerencse, hogy az előző jó években képesek voltunk tartalékot felhalmozni. Sajnos azonban a tartalékok sem tartanak örökké.

Azért küzdünk, nem adjuk fel, csináljuk a lapot is, jó cikkeket lehet olvasni az ünnep körüli, remélhetőleg nyugalmasabb napokban e lapszám belsejében. Ezek közül hadd emeljek ki kétőt (de a többi is nagyon jó). Törzsszerzőnk, Braun Tibor a mikrofluidikai berendezésekről, Kutasi Csaba a mesterséges intelligencia tényeréséről ír. Jó szórakozást az olvasáshoz, de mindenekelőtt kellemes, egészségesen eltöltött ünnepeket és egy sokkal jobb új évet kívánok.

2020. december

Pálkö István  
egyetemi tanár

## TARTALOM

<b>VEGYIPAR ÉS KÉMIATUDOMÁNY</b>	
Kutatás, oktatás, vezetés. Beszélgetés Pokol György professzorral	354
<b>JUBILEUM: AZ MKL 75. ÉVFOLYAMA</b>	
Náray-Szabó Gábor, Körtvélyessy Gyula: A vegyipar átalakításának koncepciója (1991)	358
Banai Endre: Gondolatok „A vegyipar átalakításának koncepciója”-hoz	364
<b>KÖNYVISMERTETÉS</b>	
Kiss Tamás: Minden az arányokon múlik (Hargittai Balázs: Négyszemközt a tudománnyal. Válogatás Hargittai István írásaiból)	365
<b>KITEKINTÉS</b>	
Papp Katalin: Telkes Mária – a Napkirálynő, aki végigkutatta a 20. századot	367
Lente Gábor: Télapó vitathatatlanul itt van, és algoritmusokat hozott	370
Kutasi Csaba: A gyepfehéritéstől az okostelefonnal kommunikáló mosógépig	372
Braun Tibor: Világhírű játékszerek a tudományos kutatás szolgálatában. Mikrofluidikai berendezések LEGO-téglákból és Rubik-kockából	376
<b>MEGEMLÉKEZÉS</b>	
Horváth Attila: Elhunyt Vízi Béla	378
Náray-Szabó Gábor: Vízi Béla (1936–2020)	379
<b>VEGYÉSZLELETEK</b>	
Lente Gábor rovata	380
<b>A HÓNAP HÍREI</b>	382



**Cimlapunkon:**  
2020 kémiai Nobel-díjasai, Emmanuelle Charpentier és Jennifer Doudna a Japán Díj átadása alkalmából rendezett fogadáson (2017)

# Kutatás, oktatás, vezetés

## Beszélgetés Pokol György professzorral

*Pokol György a Műegyetem Szervetlen és Analitikai Tanszékének professzora, egy hallgatói vélemény szerint „csupa nagybetűs TANÁR”. Volt tanszékvezető, dékánhelyettes és dékán, az utóbbi években pedig az MTA Természettudományi Kutatóközpont, majd a fenntartóváltás után az Eötvös Loránd Kutatóhálózathoz tartozó Természettudományi Kutatóközpont (a beszélgetés során: TTK) főigazgatója. Ez a megbízatása az idén járt le. Legmagasabb állami elismerése a Magyar Érdemrend tisztikeresztje, amellyel 2019-ben tüntették ki.*



*Nemrég mondta, hogy a TTK-n a nyugdíj előtti sétáló idejét tölti. Ilyenkor talán a visszapillantásra is sor kerül – ehhez illeszkedve kérem, hogy meséljen az elmúlt évtizedekről.*

Elég hosszú időt kell áttekinteni, és érdemes arról is beszélni, hogy honnan jöttem. Mind a két szülőm diplomás volt, és még a kémiához is közel állt. Édesanyám a Pázmány Péter Tudományegyetemen (akkor ez volt a mai ELTE neve) lett vegyész doktor, édesapám a Műegyetemen szerzett gépészmérnöki diplomát, az ő pályája is jórészt a vegyiparhoz kötődött. Hárman vagyunk testvérek. A második házasságomban élek, az idén lettünk negyvenéves házaspár. Két lányom, három fiam és hét unokám van. A gyermekeim mindannyian felsőfokú végzettségűek, de közülük csak ketten dolgoznak részben műszaki területen. Ez rendben is van így: mi, szülők elmondtuk a véleményünket, de dönteni nem akartunk helyettük.

*Őn talán könnyebben kötelezte el magát a Műegyetem mellett.*

A gimiben még a fizikusságon is gondolkoztam, nagyon szerettem a fizikát, jól is tanították. A Rákóczi jártam: színvonalas volt a tanítás, és a társaságot is szerettem. A „gyakorlat” és az „elmélet” között ingadozva végül a vegyész-mérnökség mellett döntöttem, ugyanakkor a fizika a választott szakterületemhez is közel áll.

*Az egyetem után – kis megszakítással – egyetlen munkahely volt.*

Egy évet töltöttem Amerikában és majdnem ennyit – részletekben – Finnországban, de valóban, 1973. augusztus közepén vettem fel az Általános és Analitikai Kémia Tanszékre. A törvény szerinti professzori korhatárt idén májusban értem el, ekkor járt le a közalkalmazotti jogviszonyom.

*Hogyan került a tanszékre?*

Az analitika, a szervetlen kémia, a fizikém érdekelt. Amúgy szerencsém volt, mert amikor a második évet elvégeztük, Gál Sándor nyári munkára szerződtetett hármunkat. Onnan már elég egyenes út vezetett a doktori kutatáshoz. Még diákként egy ideig Noszticzius Zoltánhoz is jártam, tőle szintén sokat tanultam.

Gál Sándor Erdey László és a Paulik testvérek tehetséges fiatal kollégája, tanítványa volt a termikus analízis területén, mégpedig a módszercsalád „életének” kezdeti, gyorsan fejlődő időszakában. Erdey tanár urat ezen a területen főleg a magas hőmérsékletű sav-bázis reakcióként értelmezhető folyamatok érdekelték. A Paulik fivérek voltak a „fő katonák” a kutatásban, a módszerek, műszerek kidolgozásában, az új alkalmazásokban. Ők fejlesztették ki az első szimultán termoanalitikai mérőberendezést,

a derivatográfot. Gál Sándor már akkor foglalkozott gyakorlati feladatokkal, például fémbevonatok ipari méretű előállításával, készülékek fejlesztésével. Később egyre jobban tágitotta ezt a kört. Az első nagy alkotás a szorbit kristályosítására kidolgozott eljárás volt. A szilárd szorbit előállítására már létezett egy dextrózból kiinduló, magyar hidrogénezési technológia, a gyógyszeriparnak viszont, ahol a szilárd szorbit a C-vitamin gyártásának kiindulási anyaga, kristályos anyagra volt szüksége.

Ha valami nehezen kristályosodik, akkor az oldatot vagy az olvadékat általában beoltják, de a szorbitolvadékkal előzőleg így sem jutottak sokra. Gál tanár úr azt találták ki, hogy az apró folyadékcspepeknek (a szorbitnak) és a kis részecskékből álló beoltó kristályoknak (a megfelelő módosulatú szilárd szorbitnak) a levegőben kell találkozniuk: ekkor a két fázis részecskéi kellőképpen érintkeznek egymással, és a levegő, amely a keveréket sodorja magával, a kristályosodási hőt is elszállítja. Ez az iparban úgy valósult meg, hogy egy nagy kristályosítótoronyban vitte a levegő a kétféle anyagot, alul pedig szállítószalag hordta ki a szilárd szorbitot. Később ugyanezt az elvet – a szükséges módosításokkal – különböző mezőgazdasági és ipari eljárásokban is felhasználtuk. Ez nagyon szép munka volt, Gál Sándor mellett Fodor Lajos vezette, és az egyetemeken megvalósuló innovációs kutatások egyik jelentős korabeli sikereként tarthatjuk számon. Mi már diákként és friss diplomásokként – alkotóan is – részt vettünk ebben a folyamatban és a csoport számos más munkájában. A magyar állam a termékekből akkor külföldre is szállított, sőt teljes szorbitüzem exportjára is sor került, amiben helyet kaptak a megoldásaink. A fejlesztésekre külön vettünk fel embereket a befolyt pénzből. Több szabadság feltalálói között voltam, másfelől egyetemi oktatói állásban dolgozó kollégáimmal együtt sokat tanítottunk és kutattunk is. Gál tanár úr vezetésével nagy-szerű társaság jött létre: a hatékony munkán kívül baráti társaság is voltunk. Nagyon élveztem – és az a meggyőződése, hogy kollégáim is – a Technikai Analitikai Csoport alkotó szellemét és jó hangulatát.

*Szükség volt arra, hogy az innováció hozadékából műszereket vegyenek, vagy erre elég pénzt adott az állam?*

Vettünk, igen, de akadt állami pénz is. A tanszékvezetőnk 1991-ig Pungor Ernő, a tekintélyes kutató és tudománypolitikus volt – korszakos jelentőségű személyiség a Műegyetem történetében. Az ő idejében a tanszék két területen is a világnagyságok között tartották számon. Az egyik Pungor tanár úr elektrokémiai-analitikai és áramló rendszerekkel folyó munkái voltak, a



másik a termikus analízis. Ezeken a kutatási területeken „odafigyelt ránk a világ”.

*Gondolom, ennek köszönhető a külföldi kapcsolatok is.*

A tudomány mindig nemzetközi volt. Mengyelejev vagy akár már Berzelius is egész Európában kapcsolatban állt a kollégákkal. Az ember meglepődik, milyen jól működött a posta. Pedig Oroszország, amely már akkor is zseniket nevelt, nagyon elmaradott vidék volt, de a tudósok ismerték egymást – még elég kevesen voltak ahhoz, hogy tudhatták, kivel érdemes levelezni.

*A nemzetközi trendbe illeszkedhetett, hogy új vonulatok jelentek meg a palettáján, például a gyógyszerekhez és az anyagtudományhoz kötődő kutatások. Melyik állt közelebb a szívéhez, a habitusához?*

Mindegyik. Voltak nálam sokkal ügyesebbek is a technológiai munkában; nekem inkább az alap kutatásban jutott nagyobb szerep: szilárd anyagok fázisátalakulásainak és kémiai reakcióinak, a termikus reakciók kinetikájának leírásában, ezen belül a kémiai és transzportfolyamatok vizsgálatában. A felületi jelenségek és a felületmódosító anyagok prekursorainak kémiájával Finnországban ismerkedtem meg részletesebben, Lauri Niinistö professzorral együttműködve. Fogassy Elemér professzorral és csoportjával a királis anyagok szerkezetének tanulmányozásában, elválasztásában dolgoztunk együtt. Én elsősorban a fázisanalízissel és más analitikai tudással járultam hozzá a munkához, ami aztán tekintélyes projektté nőtte ki magát, és nagyon szerettem. Például azokból a fázisdiagramokból, amelyeket enantiomerek és diasztereomerek esetében mértünk, sok esetben meg lehetett tervezni a rezolválást: gyorsabban, olcsóbban jutottak el működő gyógyszeripari eljárásokhoz.

A termikus analízis és a szerkezetvizsgálatok, mondjuk a röntgendiffrakció, és azok a spektroszkópiák, amelyekkel szilárd anyagok is vizsgálhatók, szépen összekapcsolódnak a szerves kémiával. Diákkoromban nem nagyon szerettem a szerveset, nem is ment jól. Szántay Csaba professzor úrhoz osztottak be szigorlatozni, aki a feleletem után kinyitotta az indexemet – majd azt mondta, maga nagyon jól tanul, én pedig kettést akartam adni, de most inkább megbuktatom, és jöjjön vissza. Nem sok vizsgára készültem annyit, mint erre az ismétlésre; végül 4-est kaptam. Sokkal később, Fogassy Elemérével dolgozva láttam meg, hogy a szerves kémia szép dolog, és valamennyire beletanultam.

Közben vezetői feladatokat is kaptam. Ez a kutatásra fordított idő és energia csökkenésével járt természetesen, és – egy megjegyzés erejéig előre ugorva – leginkább a TTK vezetése idején, a legutóbbi években érezte a hatását, amikor főállásban a kutatóközpontban, részállásban a Műegyetemen dolgoztam. Ekkor nagyon visszazorult a szakmai munkám a Műegyetemen. A csoport dolgait (Gál tanár úr után én lettem a vezetője) igyekeztem elrendezni és az óráimat megtartottam, de az időm nagy részét más kötötte le.

*Nemcsak a csoportot vezette, hanem hosszú ideig a tanszéket is, volt oktatói dékánhelyettes, később dékán.*

Manapság nem mindenki tartja dicsőségnek, de én legalább annyira tanárnak érzem magam, mint kutatónak, és ezt nem is titkolom.

*Miért nem dicsőség?*

Az elismertséget jobban elősegíti a kutatói teljesítmény. Régen nagy szó volt, ha az ember vitt egy tárgyat, különösen nagyobb, ráadásul én magától Pungor Ernőtől kaptam a megbízatást. 1991-től tanítottam a „nagy”, mindenkinek kötelező analitikát a képzés első szakaszában, és még tavalyelőtt is én tartottam az órák számottevő részét. Erre a feladatra nagyon büszke voltam:



**Oláh György a Műegyetem Vegyészmérnöki és Biomérnöki Karán, 2008**

ennek megfelelő lelkiismeretességgel igyekeztem ellátni. Akkor még a tanárok küzdöttek azért, hogy ilyen tárgyak legyen. Ez ma már nem általános. Több helyen láttam, hogy menő professzorok nem hajlandók előadni a BSc-kurzusokon, de a PhD-hallgatóknak már igen. Ezzel én nem értek egyet. Nálunk a kar meghatározó professzorai előadnak mindegyik fokozaton. Ha valaki jól adja át az alapokat, akkor a hallgatóknak később már nem lesz bajuk azzal a tudománnyal. Ha nem, akkor kár csinálnia. A tanításnak ugyanolyan színvonalasnak kell lennie a BSc-szakon, mint a következő etapban, csak a terjedelme, a mélysége más.

Az, hogy a tanítási módszerek, a tantervek hogyan alakulnak, mindig is érdekelt. Nemrég megint felkértek, hogy egy fiatalabb kollégával együtt fésüljük át az analitikai típusú tárgyakat, vizsgáljuk meg az összefüggéseket, mert ettől talán jobb lesz, amit a tanszéken csinálunk.

*A dékánsága alatt komoly változások zajlottak a kar életében.*

Átszerveződött az egyetemen a finanszírozás, amiben mi kifejezetten rosszul jártunk. Eleve csökkent az oktatói kar létszáma, miközben az egymásra épülő BSc- és MSc-képzés bevezetése mellett országosan is, majdnem mindenütt, jelentősen nőtt a hallgatólétszám. 2005-től elég nehéz időszak kezdődött: megindult a normatív finanszírozás, aminek a létszám, a fokozat és a szakterület (mondjuk, a műszaki) volt az alapja. Mivel mi drága kar vagyunk a magas eszköz- és anyagköltségek miatt, nagyon rosszul jártunk. Két évi szenvedés után kötöttünk egy megállapodást az egyetem vezetésével arról, hogy mit tudunk csökkenteni a költségeinken és ők miben adnak nekünk anyagi segítséget a folyamathoz. Ez az egyezség fájdalmas volt: ekkor lett a tíz tanszékből öt. Az összevonásokkal olyan egységek keletkeztek, amilyenek máshol is vannak a világban, például szerves és analitikai kémia vagy szerves kémia és technológia, tehát szakmailag nem volt erőltetett a dolog, de elég sok problémával járt, mert előírták nekünk, hogy négy év alatt milyen kategóriákban hogyan kell csökkenteni a létszámot. Végül is megoldottuk. Szerencsére, azóta a vegyipar, a gyógyszeripar, a biotechnológiai ipar annyit fejlődött, hogy most nagyon jó helyzetben van a kar: a műszaki területen a felvételi pontszámokban is csak egy-két szak szokott bennünket megelőzni. Létrehoztuk az önálló biomérnöki szakot, amely azóta a kar nevében is megjelenik. A környezetmérnökök képzésének is mi vagyunk a gazdái a Műegyetemen. Van jelentkező, jól megy a munka. Ez már az én dékáni időmből „kilóg”, de talán hozzájárultam.



*Közben a metróépítéssel is megküzdött...*

Inkább megküzdöttünk... – az szintén nagy kaland volt. A Ch épület, a Műegyetem lágymányosi kampuszának elsőként megnyitott épülete alá fúrták a metróalagutat és építették a Szt. Gellért téri állomást. A BME-kampusz alapjai felerészben a Gellért-hegy lábára támaszkodnak, felerészben egy feltöltött holtág talajára. Az épület lassan mindig is süllyedt, lehetett rá számítani, hogy ez a folyamat felgyorsul. Ezért meghatározták, hogy mekkora



FOTÓ: BALATON JÓZSEF

**A Ch épület erkélyén. A kőkorlát két elmozdult eleme közé befér a kéz**

süllyedés fogadható el ahhoz, hogy még ne kerüljön veszélybe. De a süllyedés sokkal nagyobb lett. Ennek kárát is látta az épület: aszimmetrikussá vált a terhelése, repedeztek a falak. Több mint egyéves huzavona kezdődött a Fővárossal. Az egyetem ekkor nagyon mellénk állt, és jó kártérítési megegyezést sikerült elérnünk, de nem ment egyszerűen.

Ha a vezetői feladataim vonalát követjük, a dékánok után már csak a TTK-s időszak jön, 2016 januárjától. Az előbb szóba került, hogyan érintette ez a kutatómunkámat. Ezt nem azért mondom, mert sajnálnatni akarom magam – nem is lenne helyénvaló: kényszer nélkül, önként vállaltam a vezetői feladatokat. Jó lett volna többet elérni a szakmában, de egészében nem vagyok elégedetlen a pályámmal.

*A „korabeli” híradások szerint a TTK-n közel 850 millió forintos hiány gyűlt össze, kutatási támogatásokat vontak el a működtetésre; nagyon rossz volt a hangulat. Ezúttal felkérték, hogy pályázzon?*

Mindenesetre felhívták a figyelmemet a lehetőségre. De hogy az elején kezdjem: már régóta tudtam az intézmény tervezéséről. Az Akadémia abból indult ki – akkor még Pálincás József volt az elnök –, hogy túl sok a kutatóintézet. Általában nem hatékony, ha egy magasabb szintről – legyen ez akár az Akadémia és választott vezetői testületei – mintegy negyven, nagyjából egyenrangú egységet irányítanak. Úgy gondolták, hogy ahol lehet, tudományáganként csoportosítva kutatóközpontba tömörítik az intézeteket. Ezt jónak találtam. De ettől még soha nem jutott volna eszembe, hogy átmenjek oda, vagy pláne megpályázzam a TTK főigazgatói posztját.

A kutatóközpont helyszíne menet közben alakult ki. Pálincás Gábor, a Kémiai Kutatóközpont főigazgatója új területet keresett, mert látszott, hogy a Rózsadomb, ahol eredetileg dolgoztak, nem a legalkalmasabb hely, bár a Kémiai Kutatóközpont példásan ren-

det tartott, és nem volt abból botrány, hogy mi jön ki a szellőzőn. Dél-Budát nézte ki új helyszíneknek, és egy beszélgetésen mi hoztuk szóba Nyulászi Lászlóval, hogy a Petőfi híd közelében két épület kivitelezése kezdődött meg PPP konstrukcióban. Az egyik lett a BME mai Q épülete, a másikat az eredeti megállapodás szerint az építő cég hasznosíthatta volna meghatározott ideig. Arra a következtetésre jutottunk, hogy inkább MTA-kutatóközpontot kellene odatelepíteni. (Még lehet, mások is felvetették ugyanezt a javaslatot.) Mindenesetre ez az elképzelés valósult meg: áttervezés után odakerült a 2012-ben megalakult MTA TTK székháza.

Akkor még nem pontosan ugyanazok voltak a tagintézmények, mint most, például a Műszaki Fizikai és Anyagtudományi Kutatóintézet, amely előzőleg a KFKI-hoz tartozott, nagyon hamar kivált. Félig kakukktójásként került be a – mostani nevén – Kognitív Idegtudományi és Pszichológiai Intézet. Utólag nem találok ezt rossz húzásnak, de nem mindenkivel egyezik a véleményem. Tehát több helyről, „az ismeretlenségéből” költöztek össze az intézetek, a költözés 2015-ben ért véget. Másféle kultúrával, viszonylag távoli szakterülettel, tematikával, képzettséggel érkeztek – a vegyészeken kívül elsősorban biokémikusok, orvosok, mérnökök, pszichológusok. Mindez bonyolult helyzetet teremtett, szakmailag és a gazdálkodás szempontjából is. Valami hasonlót – de sokkal kisebb mértékben – már kitapasztaltam a karon a tanszékek összevonásakor, amelyek pedig évtizedek óta egymás mellett éltek.

Azzal, hogy a 2015-ös év végére miért és hogyan vált fizetés-képtelenné a központ, és miért kellett az Akadémiának a zsebébe nyúlnia, hogy a likviditást fenntartsák, nekem szerencsére nem kellett foglalkoznom.

Ahogy érintettük, a pályázat kiírásakor megkerestek, de nem csak engem. Többen is nemet mondtak. Én azonban, miután közeli kollégákkal és barátokkal is beszéltem, végül megpályáztam az állást. Hárman pályáztak a TTK-ról, egyedül én voltam „külső”. Gondolom, azt mondhatta rólam a zsűri, hogy ha ez a figura tíz évig dolgozott dékánként, valami miatt csak megtartották. Másfelől azért tűnhetett előnyösnek ez a választás, mert a kívülről érkező vezető várhatóan kevésbé elkötelezett bárki iránt a kutatóközponton belül. Én meg úgy gondoltam, a feladat elég komoly ahhoz, hogy szép munka legyen.

Említettem, hogy az előzményeket nem kellett értékelnem. Lovász László, az MTA elnöke egyrészt egy tekintélyes akadémiai ad hoc bizottságot kért fel a kutatóközpont szakmai átvilágítására, másrészt – és ezt igen előremutatónak tartom – az ellenvéleményekkel dacolva a gazdasági helyzet és a működés vizsgálatát egy elismert nemzetközi tanácsadó cégtől rendelte meg. Mindkét átvilágításról elkészült a jelentés a 2016. év elején, javaslatokkal a kibontakozásra.

2015 novemberében döntöttek arról, hogy 2016-tól engem neveznek ki. Az év végén egy átmeneti vezetésnek elő kellett készítenie a januári intézkedéseket, és ebben fájdalmas elemek is voltak. Ilyenkor nyilván fölmerül a kollégák között, hogy mi a fenének csinálták ezt nekünk három-négy évvel ezelőtt, amikor régen sokkal jobb volt...

Szerencsére, 2015 közepén már érkezett egy új pénzügyi vezető, és ő az előkészítő munkálatokban is keményen a sarkára állt. Amit a pénzügyi folyamatokról tudok – hozzáértésnek nem nevezném, de legalább értettem, hogy miről van szó, és hogy miben kell nekem döntenem –, azt nagyrészt ott tanultam. Az egyetemen is kellett ezekhez valamennyire konyítani, különösen a nehéz finanszírozási időszakban, de gazdasági dékánhelyettes kol-



légám „elkényeztetett” a mindig gondosan előkészített javaslatokkal. És „a fejünk fölött” ott volt még az egyetem vezetése: ha hibás intézkedésre készül a kar, a rektor és a gazdasági igazgató korrigálhat.

2016 januárjában, a nagyon ócska helyzetben tehát jó pénzügyi igazgatóval indulhattam, és az akadémiai vezetésről is csak a legjobbakat mondhatom. Az akadémiai és a TTK-beli javaslatok alapján közösen kidolgoztunk egy konszolidációs megállapodást. Az Akadémián megadták azt a segítséget, amit ígérték, mi pedig – fél évvel a határidő előtt – teljesítettük a tervet. Ez nagy eredmény volt. Persze rengeteget vitatkoztunk az intézetigazgatókkal és másokkal, de az elvárható együttműködést mindig megkaptam.

*Sokkal egyszerűbbnek érezteteli a történetet, mint amilyen a valóságban lehetett. Milyen strukturális változásokra került sor a kutatóközpontban?*

A Műszaki Fizikai és Anyagtudományi Intézetéről már beszélünk, de korábban volt például Funkcionális Farmakológiai Intézetünk is, amelynek átalakulása a kutatócsoportokat is érintette. Az én időmben egyetlen komolyabb változás volt, mégpedig az idegtudomány és a pszichológia környékén. Ez a két szakterület egyfelől együttműködési lehetőséget kínál, másfelől két nagyon különböző tradíciót követ. Az idegtudósok, akik nagyrészt bekapcsolódtak a Nemzeti Agykutatási Programba, biológus, orvos, mérnök végzettségűek, egy embernek nem ritkán több diplomája is van. A két terület között kezdett elbillenni az arány a pszichológia kárára. 2016-ban, amikor lejárt az intézet igazgatójának megbízatása, az Akadémia elnöke nem járult hozzá, hogy az akkori intézetigazgatót, aki idegtudománnyal foglalkozik, kinevezem a következő időszakra is, ehelyett ki kellett dolgoznunk az egyensúlyteremtés stratégiáját. Ezért egy átmeneti ideig én voltam a megbízott intézetigazgató. Nagyon megkedveltem – persze érdemi hozzáértés nélkül – ezt a tudományterületet: láttam, hogy mind a két megközelítés érdekes és fontos. Alakult egy öt főből álló bizottság, amelyben mind a két irányzat képviselői részt vettek. Ők dolgozták ki az új működési struktúrát. Nagyon büszke vagyok a kollégáimra, akik kemény vitákon át jutottak el a megoldáshoz. Pár hónap múlva letették a stratégiát az asztalra, az Akadémia elfogadta, és azóta zökkenőmentesen működik az intézet.

A TTK-n belüli többi intézetre is érvényes, hogy a kutatók egyre jobban kihasználják az együttműködéseket. Van olyan év, amikor az Enzimológiai Intézet munkatársai többet dolgoznak az NMR-technikával, mint a vegyészek. Ahol lehetett, a pszichológusok bevonták a természettudományos, műszaki megoldásokat, és az ő véleményüket is ki szokták kérni a másik oldalon.

Ma már nem vetődik fel komolyan, hogy szét kéne bombázni az intézetet. 2019. szeptember 1. óta az Eötvös Loránd Kutatóhá-lózatához tartozunk az Akadémia helyett, és egy darabig még főlfölmerülhet, hogy a pszichológia kerüljön át a társadalomtudományokhoz, de szerintem a TTK-n jobb helye van. Azt már hosszú ideje nem hallottam, hogy régen jobb volt, amikor külön művelték a két ágazatot.

*Ez elismerés.*

Igen-igen, de ha valaki vezető, akkor számolnia kell azzal, hogy nem mindent mondanak el neki. Bár én nem vagyok egy katonás típus.

*Hát nem. Határozott, miközben hihetetlenül empatikus. Elgondolkozik néha azon, hogy mitől lehet valaki jó vezető?*

Alapkövetelményt keveset fogalmaznék meg, persze a tisztesség az első. Induljunk ki abból, hogy a vezető is ember. Bizonyos hozzáállásra, képességre szükség van, de az már az illető egyéniségétől függ, hogy milyen módon él vele. Azt tudnám mondani, hogy senki ne akarjon másnak látszani, mint amilyen. Igaznak gondolom, hogy én viszonylag empatikus vagyok. De akkor nem kell katonáskodni, mert az nem áll jól, és nem is fogadják el a kollégák, mert látják, hogy hamis. Egy rendelkező típusú vezetőnek pedig nem kell úgy tennie, mintha állandóan simogatni akarna az embereket. Egyetértek azzal, hogy bizonyos kor fölött – például az állami egyetemeken 65 év a határ – nem kell nagy felelősséggel járó vezetést rábízni valakire: oda kondi kell, türelem, figyelem. Nem kell már erőltetni, hogy egyszemélyi döntési jogosítványa legyen az embernek.

Egyszer, egy amerikai látogatás során, együtt reggeliztem négy-szemközt a Boeing igazgatótanácsának előző elnökével. Nagyon kedvesen elbeszélgetett velem, kérdezgetett az egyetemi vezetés-ről, mert ez még dékán koromban volt. Megjegyeztem, hogy úgy látom, az emberekre kell fókuszálni. Erre azt mondta: George, you are right, it's all about people. Az ilyen, mondjuk, vezetői-szervezői munka nem való annak, aki ideges lesz, ha ugyan-azon a napon már az ötödik munkatárs keresi meg a problémájával. Engem az emberek nagyon ritkán idegesítenek fel, szerencsére.

Van, aki szeret maga dönteni, és szigorúan megköveteli a végrehajtást, de akkor nem szabad sokat tévednie. Én meg töprengős vagyok. Szeretek másokat is meghallgatni, aztán vagy elfogadom, amit mondanak, vagy nem. És még egy. Ahogy visszatekintek a pályámra, azt látom, hogy sokszor szívesen segítettek nekem, elvállalták, amit kértem. Engem ritkán küldenek el a fenébe.

sv

## 21. alkalommal adták át a Magyar Kémiaoktatásért díjakat

2020-ban négy kémiatanár vehette át kiemelkedő szakmai munkásságáért a Magyar Kémiaoktatásért díjat, amelyet a Richter Gedeon Alapítvány a Magyar Kémiaoktatásért kuratóriuma évente ítél oda középiskolai és általános iskolai kémiatanároknak. Az idei évben a pedagógusok különösen nagy kihívásokkal szembesültek, ezért még inkább kiemelt a jelentősége, hogy elismerést kapjon évtizedeken át tartó áldozatos munkájuk, amivel jelentősen hozzájárulnak a magas színvonalú szakképzéshez, valamint hogy kiemelt figyelmet fordítanak a kémia oktatására, megszerettetésére és a tehetséges diákok felkarolására. A díjazottak:

**Czibor Angelika**, Tarczy Lajos Magyar Tanítási Nyelvű Alapiskola, Szlovákia

**Dóbéné Cserjés Edit**, BMSZC Petrik Lajos Két Tanítási Nyelvű Technikum, Budapest

**Keglevich Kristóf**, Budapesti Fazekas Mihály Gyakorló Általános Iskola és Gimnázium

**Tóth Imre**, Kecskeméti Református Gimnázium

A részletes beszámolóra, anyagtorlódás miatt, csak januári számunkban kerülhet sor (*a felelős szerkesztő*).

## A vegyipar átalakításának koncepciója

DR. NÁRAY-SZABÓ GÁBOR\*  
DR. KÖRTVÉLYESSY GYULA\*\*

### Vitaanyag

*A Magyar Kémikusok Lapja jelen közleményt vitaanyagként szánja. Ez úton kéri fel a tisztelt olvasókat, hogy minél nagyobb számban foglaljanak állást a vitaanyagról, illetve tegyenek kiegészítéseket hozzá. Kérjük, hogy hozzászólásaikat a Magyar Kémikusok Egyesülete Titkárságára juttassák el. Cím: Budapest, II. Fő u. 68. 1027.*

### Előzmények, célkitűzés

Az Ipari és Kereskedelmi Minisztérium felkérte a MTESz-t, ezen belül a Magyar Kémikusok Egyesületét, hogy vegyen részt egy új iparpolitikai koncepció kialakításában. Figyelembe véve, hogy a magyar társadalom jelentős többsége európai típusú, szociális piacgazdaság megteremtését tartja szükségesnek, a koncepciónak gyökeresen különböznie kell a korábbi népgazdasági tervektől. Ezek - bár az utóbbi két évtizedben nagyvállalati elgondolásokból kiindulva - központi, sokszor politikai és nem gazdasági céloktól vezérelt igényeket fogalmaztak meg, amelyek megkötötték a gazdálkodók kezét és nem vagy csak részben engedték érvényesülni a piaci szemléletet. A következmények ismertek, de hiábavaló a tervgazdaság elítélése szavakban, ha a különböző iparpolitikai koncepciók kimunkálásában résztvevő szakemberek gondolkodásmódja legjobb szándékuk ellenére visszavisszacsúszik a negyven éven át megszokott tervezési sémákba. A Magyar Kémikusok Egyesülete elsősorban azért vesz részt örömmel a koncepció kimunkálásában, mert - mint alulról építkező szervezet - igen eltérő véleményű szakembereit egymás mellé ültetve segít biztosítani a folyamatos átmenetet, elkerülve egyrészt a hitelüket vesztett nézetek visszaszivárgását, másrészt a piacgazdasággal kapcsolatos hamis illúziók eluralkodását.

A Minisztériumnak készített anyagot megküldtük jogi tagvállalatainknak véleményezésre. A beérkező megjegyzéseket beépítettük ebbe a tanulmányba és igyekeztünk pótolni azokat a hiányokat, amelyekre a hozzászólók felhívták figyelmünket. Az így kialakított elképzeléseket azért hozzuk nyilvánosságra, hogy ezáltal lehetővé tegyünk a folyamatos vitát és hozzájáruljunk a koncepció finomításához, a vitatott kérdések pontosabb megfogalmazásához és a különböző szintű döntések szakszerű megalapozásához. Örömmel várjuk tehát a Magyar Kémikusok Lapja olvasóinak hozzászólásait, melyeket megfelelő szerkesztés után nyilvánosságra fogunk hozni. Nem tekintjük ezt az anyagot a MKE állásfoglalásának: ez a kémikus-társadalom „átlagosított” véleménye ugyanis - az eltérő belső érdekek miatt - semmilyen használható koncepciót nem adna, de a vitára bocsájtással az a célunk, hogy az eltérő vélemények is nyilvánosságot kapjanak. Fontos ez azért is, hogy az iparpolitika részét képező környezetvédelmi kérdések is széles körben ismertté váljanak.

Fontosnak tartjuk, hogy a vegyipart nem lehet kiemelni az egész iparból és egy iparpolitikai koncepció

\* A Magyar Kémikusok Egyesületének elnöke

\*\* A Magyar Kémikusok Egyesületének főtítkárhelyettese

cióban csak annyira lehet külön kezelni, amennyiben a vegyipar specialitásai különböznek a többi iparérettől. Ez különösen igaz a piaci háttér esetében, mert a vegyipar termékei csak kis részben kerülnek fogyasztói felhasználásra, legjelentősebb hányadukat az ipar egyéb területein (pl. építőipar, bányászat, gépjárműipar) használják fel.

### Helyzetelemzés

A vegyipar jellegzetessége, hogy mind termelői, mind felhasználói pozíciót is elfoglal. Jelentős a külső piaci verseny, a kőolaj, a nyersanyagok, valamint központi iparág termékei, de a felhasználói végtermékeknek is éles konkurrenciá-harcban kell megélniük. A feldolgozási sorban a hazai piaci résztvevők egy-egy szinten 5-20 vállalatot alkotnak, melyek körülbelül egyforma méretűek. Ezek mellett az elmúlt években megjelentek a kisvállalkozások is, például a gyógyszer-gyártásban vagy a műanyag-feldolgozásban. Mint a magyar ipar egészére, talán kisebb mértékben, de az egész vegyiparra is igaz, hogy elsősorban a viszonylag alacsonyabb feldolgozottsági fokú termékeket tudja sikerrel értékesíteni, mert ezekre a minőségi előírások kevésbé szigorúak, míg a hazai minőségbiztosítás hiányosságai miatt a feldolgozási fok növelése általában a minőség romlásával jár együtt.

Folyamatosan halad a nagyvállalatok részekre osztása és privatizációja. A privatizáció meglehetősen előrehaladott a lakkfestékiparban és a műanyag-feldolgozóiparban, megindult a gyógyszeriparban, a kőolajfeldolgozásban és a gumiiparban. Valószínű, hogy mindenféle állami szándéktól függetlenül nehéz lesz magánkézbe adni a szerves és szervetlen nehézevegypari vállalatok jelentős hányadát. Kulcskérdés a kőolajipar privatizációja.

Az iparpolitikai koncepció kialakítása szempontjából igen fontos figyelembe venni az ún. technológiai kényszerpályákat. Ilyen kényszerpálya pl. a kőolajiparban a finomítással kezdődik, amikor vegyipari benzin keletkezik, melynek döntő része a motorikus benzinyártás alapanyagát, a fennmaradó rész pedig a petrokémia alapanyagát szolgáltatja. Csak néhány olyan feldolgozási sor található a hazai vegyiparban, amely a petrokémiai alapanyagoktól a végtermékekig halad: ilyenek pl. a PVC, a PE, a PP, az  $\alpha$ -xilol - ftál-savanhidrid - lágyítók,  $n$ -bután - maleinsav-anhidrid, - műgyanták (illetve almasav) sorok.

A keresleti és kínálati viszonyok hullámzóak és a jelentős külső piaci orientáció miatt a világpiac által meghatározottak. Néhány termék (gyógyszer, növényvédőszer, műanyagok) ez még nem érvényes, de az im-

portliberalizáció és a vámkorlátok eltörlése itt is előre jelzi a verseny kialakulását. A jelenlegi lanyha hazai keresletnek komoly a visszafogó hatása a kapacitások kihasználtságára. Jók a gyógyszeripari és a petrokkémiai termékek külpiaci pozíciói, más termékeké közepesnek mondható. Közvetve vagy közvetlenül az egész vegyipart kedvezőtlenül érintik a volt KGST országokba irányuló export problémái, nem utolsósorban az alapanyagok megnehezülő importja miatt.

A vegyiparban az alacsonyabb feldolgozottsági fokú termékeket előállító berendezések viszonylag magas színvonalúak, bár nagy részük több mint tíz éves. A magas feldolgozottsági fokú termékeket közepes színvonalú berendezéseken állítjuk elő. A munkaerő jól képzett a gyógyszer- és a növényvédőszer-iparban, előbbiben a good manufacturing practice (GMP) megvalósítása révén közel kerültünk a világszínvonalhoz. A GMP és a minőségbiztosítás elterjesztése lét-szükséglet a sikeres export szempontjából.

A gyógyszeripari K+F háttere hazai viszonylatban igen magas színvonalú, bár felszereltségben és a ráfordítások arányában jelentősen elmarad a külfölditől. Míg az iparilag fejlett országokban a K+F költségek az árbevétel 14-18%-át teszik ki, nálunk ez csak 4-6%. A pénzszűke miatt a vállalatok elsősorban a K+F költségeket minimalizálják, ami már néhány éven belül a piacképesség súlyos romlását idézheti elő. A K+F helyzete fokozatosan romlik a növényvédőszer-, petrokkémia-, intermedier-, gumi-, kozmetikai-, műanyag-, lakk-festék- és a műtrágyaipar felé haladva. A K+F emberi háttere nem különbözik lényegesen az alágazatokban, de alapvető eltérések alakultak ki a kutatás résztvevőinek egyéni ösztönzésében. A gyógyszeripar eltérő helyzetét a termékzabalmi rendszer bevezetése meg fogja szüntetni, a fejlesztések és a fejlesztők ösztönzésének itt kialakult formáit meg kell őrizni és el kell terjeszteni.

A nagyvállalati pénzeszközök elvben megfelelőek lennének a modernizációhoz, elsősorban a K+F tevékenység fejlesztéséhez, de a korábban felvett beruházási és forgóeszközhitel jelenlegi magas kamatai (és sokszor a befektetések helytelen felhasználása) súlyos problémákat, néha csődöt okoznak. A gyógyszeripar és a műanyagipar jól kihasználta a világbanki hitel felvételi lehetőségeket és ezzel kapcsolatban megfelelő átszervezések hajtott végre. Különösen nehéz helyzetbe jutottak a kutatóintézetek, amelyek az egyre kevésbé innovatív környezetben nem találják a helyüket. Már középtávon is az a megoldás látszik előnyösnek, hogy az ipari kutatóintézeteket a vállalatok valamilyen módon olvassák magukba ezáltal megőrizve az ott felhalmozódott szellemi és technikai kapacitásokat. Addig, amíg ez megtörténik, a kormány, elsősorban az OMF B támogatására van szükség. Megfontolandó az is, hogy milyen mértékben és formában szükséges az állami technológiapolitikával összhangban működő független kutatóhálózat fenntartása és lehetséges külföldi tőke bevonása erre a területre.

A vegyipari vállalatoknál a környezetvédelem az utóbbi évtizedben egyre fontosabb szerepet játszik. A vegyipart szolgáló jelentős beruházás a dorogi égetőberendezés. Nem lehet azonban tagadni, hogy a környezetvédelmet csak annyiban tartották fontosnak, amennyiben a kirótt bírságok mértéke és a beruházások pénzigénye egyensúlyban maradt egymással.

Nagy gondot okoz a műanyagiparnak a hulladékélel-helyezés és a használt termékek újrahasznosítása, bár ezt egyesek az új hulladékhasznosító üzletágak kifejlődésére hivatkozva kétségbe vonják. A háztartásvegyiparban és a lakk-festékkipar területén a környezetvédelem szempontjait csak termékszerkezet-váltással lehet érvényesíteni. Súlyosak a növényvédőszer-, oldószer- és intermedier maradványok környezeti hatásai, ezek visszaszorításáról gondoskodni kell.

Hosszútávon az energiaigényes ágazatokat nálunk is célszerű visszafejlesztetni, de fokozatosan, hogy ezáltal az importteher ne növekedjék elviselhetetlenül. Ehhez az energiaszolgáltatásban versenyhelyzetet kell létrehozni, a dotációt csak fokozatosan megszüntetni. Mivel a központi állami beruházás a múlté, nincs értelme eleve deklarálni, hogy mely ágazatokat kell felülről fejleszteni. Az energia-, vám- és pénzügy- és nyersanyagok hozzáférhetősége és az adott iparág szellemi kapacitása dönti el a fennmaradását.

### Privatizáció

Elégé egyöntetű a vélemény, hogy a magyar vegyipari vállalatok döntő többségének magánkézbe kell kerülnie ahhoz, hogy megfelelő fejlődésük biztosított legyen. Az ipari létesítmények megvásárlásához jelenleg nem áll rendelkezésre elegendő magyar magántőke, ezt döntő részben külföldi befektetőktől várják. Mivel a hazai lakossági pénztartalékok igazában nem ismertek, ezeket fel kell tárni ahhoz, hogy pontosan meg tudjuk becsülni a kívánatos külföldi befektetési arányt. A privatizációs folyamatot gátolja a vállalatok nagy adóságállománya és az Állami Vagyonügynökség tapasztalatlanságból eredő határozatlansága. Ez utóbbi miatt felmerült és megvalósulóban van az a gondolat is, hogy a vegyipar privatizációját nem az ÁVÜ közreműködésével kellene megvalósítani. Logikus az a kívánság, hogy a befolyó állami jövedelmek egy részét vissza kell juttatni a még nem privatizált vállalatokhoz, hogy elvégezhető legyenek a szükséges fejlesztések és ezáltal növekedjék az értékük. Sokakban erős a félelem attól, hogy a külföldi tőke megjelenése kiszolgáltatott helyzetet fog eredményezni és háttérbe szorítja a magyar szakembereket. Ezzel szemben áll az a nézet, hogy a vegyipar éppen erős kutató-fejlesztő szellemi kapacitásai miatt érdeklő a külföldieket, és megjelenésük nemhogy háttérbe szorítaná, de éppen előnyös helyzetbe hozná mérnökeinket. Igen fontos, hogy minél hamarabb megszülessenek a privatizációt szabályozó törvények.

A legfontosabb és legsürgősebb feladat a megfelelő privatizációs stratégia, technika és viselkedési formák kialakítása. Az iparban elterjedt az a módszer, hogy nem termelő egységeket vagy zárt telepeket privatizálnak, hanem ezeknek csak egy részét, amely adott esetben a telep területén lehet. Ezekben az esetekben a gyár többi része hátrányos helyzetbe kerül és csak áron alul értékesíthető. El kell tehát dönteni azt, hogy milyen vállalat-méretig törekszünk az egész eladására és melyek azok a lehetőségek, ahol a megosztás előnyt jelenthet, hol érdemes részvényeket kibocsátani. A privatizáció első szakaszában feltétlenül működtetni kell egy nemzeti érdekeket figyelembe vevő és egyetlen iparágat sem preferáló, normatív védelmi

rendszer (vámok, adókedvezmények, fejlesztési ösztönzők stb). Külön figyelmet kell szentelni a kis- és középvállalatok privatizációjának, szükséges szakosított kisbankok létrehozása, melyekben az állam kockázati tőkével venne részt. Fel kell tárni a magyarországi forrásokat, amelyek a privatizáció háttéréül szolgálhatnak.

Figyelembe véve a magyar gyógyszeripar sikereit az eredeti készítmények kidolgozásában és piacra vitelében, valamint azt, hogy a magyar gyógyszeripar együttvéve megfelel egy közepes nagyságú multinacionális vállalatnak, amely rendelkezik már az új termékek kifejlesztéséhez szükséges, jelentős tőkeerővel, a magyar gazdaság szempontjából az lett volna az optimális, ha már korábban létrejött volna egy piacorientált belső integráció. Mivel ez már nem lehetséges, a cél most a szellemi kapacitások megőrzése, a lehető legelőnyösebb értékesítése. Ezt a vállalatok identitásának megőrzése révén látjuk elérhetőnek. Nemcsak a gyógyszeriparban, hanem másutt is szem előtt kell tartani a kívánatos vállalati nagyságot, és nem szabad a privatizációval részekre szabdalni azokat a gazdálkodó egységeket, ahol ez nem indokolt. A gyógyszeripar egyébként is példa arra, hogy a privatizációban kerülni kell a „modellek” vagy „normatív módszerek” alkalmazását. A világ gyógyszeriparában a K+F költségek rohamos növekedése következtében a 60-as évek óta fokozódó ütemű és mértékű anyagi és szellemi tőkekoncentráció megy végbe. Ezért a magyar gyógyszergyáraknak a multinacionális vállalatokhoz való kötődés útján végbemenő privatizációja nemcsak az elmúlt évtizedek örökségének felszámolásából adódó kényszer, hanem a valóságos piaci viszonyok felismerése által diktált szükségszerűség. Itt nemcsak a tőkebevonás igénye a meghatározó, hanem olyan partnerek kiválasztása, amelyeknek érdekükké válik a hazai kutatási eredmények gyors realizálása és külföldi bevezetése.

Az Ipari és Kereskedelmi Minisztérium véleményével egyezően az MKE szakemberei is kívánatosnak tartják az Országos Kőolaj és Gázipari Tröszt megtartását állami tulajdonban hosszabb távon is. Ennek talán a legfontosabb oka egy közép-kelet-európai monopóliumhelyzet kialakulásának a megakadályozása, amely azáltal jönne létre, hogy egyetlen tőkeerős külföldi vállalat felvásárolná az OKGT-t és a környező országok kőolajfeldolgozási kapacitásait. Emellett az állami többség megtartásának másik indoka a felaprosítás elkerülése, a kívánatos üzemenagyság megőrzése. Az alapanyagok és a késztermékek importját liberalizálni kell. Az átalakítás azért sürgető, mert mielőbb tisztázni kell, kinek van joga tárgyalni a külföldi befektetőkkel. Leányvállalataink keresztül ugyanis a kőolajfeldolgozó-ipar is érdekelt a privatizációban. Ennek célja például olyan vegyesvállalatok létrehozása, amelyek tevékenysége révén egyrészt értékesebb termékek lehet a kőolajat jövedelmezően feldolgozni, másrészt diverzifikálni lehet a feldolgozó vegyipart. További cél fedezet biztosítása a szükséges fejlesztésekhez (új termékek kifejlesztése, tárolókapacitás kiépítése, kúthálózat korszerűsítése, környezetvédelem). A holdinggal kapcsolatban azonban kételyek is felmerülnek. Kérdéses, hogy milyen forrásokból lehet finanszírozni az igen jelentős fejlesztési tőkeigényt a nemzeti tulajdonban maradó résznél, ha feltételezzük az állami szerepvállalás csökkentését. Mi fogja

gazdaságos működésre kényszeríteni az állami holdingt, ha kizárjuk a tulajdonosi érdekeltiséget?

Időről-időre felmerül a sajtóban és másutt az az ötlet, hogy a privatizációt legalább kisebb részben vagyonjegyek vagy részvénytársaságok esetében dolgozói részvények kibocsátása révén valósítsák meg, ilyen törekvés tapasztalható pl. az EGIS Gyógyszergyárban. A dolgozói részvénykibocsátás nem annyira a tőkebevonást, inkább a dolgozók tulajdonosi szemléletének erősítését és az anyagi ösztönzési rendszer fejlesztését szolgálhatja.

## Pénzpolitika

A vegyiparban is igen fontos szerepet játszanak a hitelfelvételek, melyek célja elsősorban a műszaki fejlesztés, az új termékek és az új technológiák kifejlesztése és minél gyorsabb bevezetése. Jelentős és kedvező kamatozású külföldi tőke (pl. német, finn) áll rendelkezésre ilyen célokra. Ezek felhasználását alapvetően az infláció akadályozza, a vegyiparban igen ritka az olyan termék, mely a körülbelül 40%-os bankkamatot kibírja. Hiába kedvező a külföldi hitel kamatozása, ha a hazai bankok (az infláció miatt elkerülhetetlen forintleértékelés miatt) ezeket is csak nagy kamatra adják ki. A szokásos 20%-os amortizáció egyesek szerint nem jelent gondot, bár egy szakértőnk kimutatta, hogy ez az ismert formula alapján számítva évi 20% kamattal mellett is végtelen hosszú amortizációs időt jelent, szemben a nyugati vegyipari üzemeknél elfogadott 3-10 évvel. A fő probléma az, hogy az eladási ár 50-70%-át kitevő anyagköltséggel dolgozó vegyipar nem tudja elviselni az óriási kamatot. Emiatt állnak le az új beruházások és konzerválódnak a termelési szerkezet. Az infláció okozza a sorbanállást és részben a külföldi befektetők óvatosságát is. Amennyiben nem teszik lehetővé, hogy egy magyar vállalkozás is a külföldiekkel azonos feltételekkel vegyen fel hitelt a külföldi bankoktól és a hazai hitelfelvételt extra kamatokkal sújtják, privatizálásról vagy iparfejlesztésről nem lehet beszélni.

A beruházási költségekben igen nagy az építészeti részaránya, a hagyományos építési módok és szerkezetek alkalmazása. A szabadba telepítés, a könnyűszerkezetek és a műanyagok részarányának növelésével el kell érni, hogy az építészeti részaránya a teljes beruházásnak legfeljebb 10%-a legyen. Ezáltal források szabadulnak fel a fejlettebb technikát jelentő automatika és műszerezés, nem utolsósorban pedig a környezetvédelem számára. A kamatterhek enyhítésére le kell rövidíteni a beruházások idejét, pl. a 2 Mrd Ft alatt maradó beruházásoknak egy éven belül meg kellene valósulnia. Ehhez szükséges a hatósági engedélyezési eljárás felgyorsítása és egyszerűsítése, a kötbérezés következetes megvalósítása.

A vegyipar számára is fontos a forint konvertibilitásának megteremtése. Az ezzel kialakuló erős piaci versenyt a legfejlettebb ágazatok (gyógyszeripar, petrokémia) állni tudják majd és serkentőleg fog hatni a hazai fejlesztésekre is. A konvertibilis (és ennek megfelelően leértékelt) forint az exportorientált ágazatok igen kedvezően alakítja a nyereségét, ugyanakkor azonnali csődöt okozna számos nagyvállalatnak, amelynek negatív a devizamérlege. Meg kell találni tehát a jelen-

legi súlyos infláció mellett a forint megfelelő árfolyamát. Kulcsszerepet játszik ebből a szempontból a volt KGST piac, illetve annak dollárelszámolású része, mivel korábban számos vegyipari vállalat termelt rubel-exportot tőkés importból. Fontos az a szempont is, hogy a fejlett ipari országokból jövő befektetők azonos valutamennyiséggel egyre kevesebb élömléküket és terméket képesek megfizetni Magyarországon.

A vámok kérdésében a vegyipar helyzete ugyanúgy többrétű, mint a konvertibilitás esetében. A körültekintő vámpolitika sokat segíthet a hazai termelők versenyképességének javításában. Nyilvánvaló, hogy a külföldiek érdeke a minél alacsonyabb vám, de a hazai foglalkoztatást és a nagyobb nemzeti jövedelemtermelést segítené, ha az alacsony feldolgozottságú termékeknél magasabb vagy csak lassan csökkenő vámok alkalmaznának. Meg kell akadályozni, hogy a most beinduló műanyagfeldolgozó, kozmetikai és háztartásvegyipari, lakk- és festékipari, növényvédőszer- és gyógyszeripari kisvállalkozásokat a külföldi árubőség és tőkeerő még megizmosodásuk előtt tönkretegy. Egyesek szerint azonban a protekcionista intézkedések akadályoznák az áttérést a piacgazdaságra és a magas behozatali vámok vélhetően nem a kisvállalkozások megerősödését szolgálnák, sokkal inkább a közepes és nagyobb gyártók gazdaságtalan termelésének nyújthatnának haladékokat.

Központi intézkedést követel a pénzpiac működését megbénító sorbanállás megszüntetése (pl. váltókibocsátás révén). Ennek eredményességét egyesek kétségbevonják és a megoldást egyedül a gazdasági növekedés megindulásában látják. Az egyértelműen veszteséges vállalatok felszámolása nem a legjobb megoldás, mivel nagy értékek mennek veszendőbe mind munkaerőben, mind eszközben. A veszteséges cég átalakulása és a veszteség hazai vagy külföldi felvásárlása beindíthatja az adósságtörlesztéseket.

### Piacok

A hazai piac beszűkülése jelenleg minden vállalatra a legfenyegetőbb veszély. A piac élénkítésére a teljes bérliberalizációt és a béradók eltörlését látjuk a megoldásnak, bár ezt egyesek az inflációgerjesztő hatás miatt vitatják. Vállalni kell azonban az irreális bérkülönbségeket, mert csak ez vezethet a munkaerőpiac kialakulásához. Folytatni kell az egyéni befektetések (vagyónjegy, részvényjegy, vállalkozások stb.) ösztönzését a személyi jövedelemadó rendszer keretében. Csak az hozhatja meg a hazai piac megélénkülését, ha az egyének bankokban fekvő pénzüket saját maguk fektetik be és forgatják meg, ezzel munkaerőt foglalkoztatva és hozzáadott értéket termelve.

A vegyipar mindig jelentős szerepet játszott az ország tőkés exportjában. A foglalkoztatás szempontjából is döntő kérdés, hogy a kormányzat ne a devizaszerzést önmagában ösztönözze, mert ez már korábban is torzulásokat és veszteségeket eredményezett (pl. karbamidexport). Sokkal lényegesebb, hogy a nyereséges működést ösztönözzük és a vegyiparra jellemző hosszú feldolgozási sor tagjai árakkal (nyereségmegosztással) döntsek el, hogy mi az előnyösebb számukra: terméküket exportálni vagy továbbadni egy hazai feldolgozónak. A múltban az első számú vezetők prémiumának egyértelmű exportfüggése miatt

ez a logikus láncolat felsőbb utasításra sem működött. Sajnos az általános forgalmi adó növekedése a feldolgozási láncban a jelenlegi likviditási válsággal együtt nem ösztönzi a vegyipart sem a magasabb feldolgozottsági fokú termékek előállítására.

A hatályos jogszabályok és hazai fizetésektelenség nagyon megnehezíti a tőkés piac megszerzését és a nyersanyagok beszerzését is, mivel mindkét irányban hónapokig leköti a vállalatok pénzt. Megoldásul az „impex”-ek és a külkereskedelmi bankok tevékenységét kell átgondolni, ösztönözni kell a gyors ügyintézését és megfelelő rendeletek feloldásával, illetve újak meghozásával kell az érdekelletéket feloldani. Szükséges a külkereskedelmi jog kiteljesítése és kiterjesztése valamennyi gazdálkodó szervezetre. Több vélemény szerint a külkereskedelmi vállalatokra a jelenlegi formában nincs szükség. Inkább kereskedőházak, vagy kereskedelmi vállalatok kialakítását kellene ösztönözni.

Külön elemzést igényel, milyen módon tarthatjuk meg, esetleg bővíthetjük volt KGST piacainkat és hogyan hidalhatnánk át a jelenlegi fizetési nehézségeket. Meggyőződésünk, hogy ezeket a piacokat nem szabad feladni és remélhető, hogy a néhány éven belül magukra találó szovjet és kelet európai gazdaságok a magyar vegyipar jó partnerei lesznek. Most a legfontosabb feladat a meglévő személyes kapcsolatok fenntartása és az információgyűjtés.

Fontosnak tartjuk átfogó piacpolitika kidolgozását a magyar ipar és annak iparágai számára. Meg kellene fontolnunk, hogy milyen piacokat kívánunk fenntartani rövid-, közép- és hosszútávon, milyen piacokra akarunk betörni, hol akarunk terjeszkedni és ehhez milyen eszközök szükségesek. Az igényes piacok megszerzésének és megtartásának egyik lehetséges eszköze a termékfelelősségi törvény kidolgozása és alkalmazása, amely felválthatná a hatósági engedélyezés hosszú és bürokratikus folyamatát.

A kőolajfeldolgozó ipar a jövőben csak olyan területekre kíván exportálni, ahol termékei optimális fuvar-rádiuszt figyelembe véve jó nettó áron eladhatók. Csak a mélyen feldolgozott, a kőolajárhoz viszonyítva jelentős többletet biztosító termékeket érdemes eladni (pl. MSA, paraffinok, egyedi aromás szénhidrogének, kenőolajok, vazelinok), természetesen a technológiai kényszerpályák figyelembevételével. Mivel a kőolajfeldolgozó ipar a bevitt alapanyagból az adott technika szintjének megfelelő kötött arányban állítja elő a különböző termékeket és ezek nincsenek mindig egyensúlyban a belföldi szükségletekkel, természetesen, egyben kényszerítő olyan termékek exportja is, melyek nem felelnek meg a fenti eladási szempontoknak.

### Munkaerőhelyzet

Az elmúlt évtized jellegzetes munkaerőhiányával szemben ma inkább felesleg van, mely a korszerűbb alapanyag-technológiák térhódításával át fog tolni a feldolgozott termékek termelésére (és egyéb iparokba, várhatóan a szolgáltatásba). Nagyon lényeges a vegyiparban is, hogy a termelő egyidejűleg fogyasztani is tudjon, ezt csak megfelelő bérszinttel teheti meg. Át kell alakítani az egész hazai bérezési rend-

szert úgy, hogy napi 8 órában elegendő kerestet biztosítson a dolgozóknak. A vegyiparban pl. a fokozott balesetveszély miatt megengedhetetlen, hogy a munkavállalók túllépjék a napi 8 órás munkaidőt. Meg kell valósítani azt az elvet, hogy a minőségi munkaerőt megfelelő bérrel kell honorálni.

Elengedhetetlen a színvonalas képzés a vegyiparban, mivel nemcsak a mérnökök, de a szakmunkás is hatalmas értékekről dönt, ezenkívül a rossz döntésnek környezetvédelmi kihatásai is lehetnek. Többek szerint a munkaerő szakmai színvonala nem kielégítő, bár egyes helyeken jó, sőt kiváló. Tudomásul kell venni, hogy a biológia, hidrológia, meteorológia, fizika, geológia és orvostudományok mellett elsősorban a kémiaoktatás adhat reális anyag- és környezetvédelmi ismereteket és segíthet eligazodni a „zöld”, illetve „technokrata” szélsőségek között. A vegyipar néhány területén már gyáron belül megvalósul a termékek legmagasabb szintű ellenőrzése (pl. gyógyszerek és növényvédőszer) és az ehhez szükséges ismeretek növelhetik a többi iparágak minőségbiztosítási és ellenőrzési szintjét is.

Meg kell határozni, hogy a kitűzött célokhoz milyen emberi erőforrásokra van szükség, ezeket hogyan lehet megteremteni és a szükséges pénzeszközöket honnan lehet előteremteni.

Fontos annak a biztosítása, hogy a kívánt modernizáció ne csak a munkahelyek megszüntetésével járjon együtt, hanem újak is keletkezzenek. Munkahelyteremtésre látunk lehetőséget a világhiállítás kapcsán, infrastruktúrális (külföldi) beruházások területén, a vendéglátóiparban és a családi szolgáltató vállalatokban. A munkahelyteremtés és a szolgáltatások színvonalának emelése miatt fontosnak tartjuk az említett kisvállalatok szelektív támogatását különösen azokban a régiókban, ahol a leépítendő iparvállalatok működnek (vegyipar esetében ez a veszprémi térség és Borsod-Abaúj-Zemplén megye).

Taktikát kell kidolgozni a vegyipari és kémiai területen dolgozó kiváló munkaerő külföldre áramlásának kezelésére. Meg kell teremteni a néhány éves külföldi tartózkodás után hazatérni vágyók megfelelő munkakörülményeit és javadalmazását. Ezt állami beavatkozással az egyetemeken és kutatóhelyeken lehet elérni, az iparban az egyre erősödő piacorientáció ki fogja kényszeríteni. A legjobban képzett fiatal diplomások számára központi forrásból kell tudományos továbbképzési alapot képezni. Ezáltal csökkenteni lehet a friss diplomások munkanélküliségét valamint az ipar számára a kiemelkedő szakemberek utánpótlását.

### Energiaszükséglet

A vegyipar az energiaigényes ágazatok közé tartozik. Világtendencia, hogy az alapanyaggyártást az anyagáram azon pontjára helyezik, ahol az a leghatékonyabban működik. Ez lehet energiaforrások és a nyersanyagforrások környéke, de nem feltétlenül, a lényeg a szállítási és beruházási költségek optimalizálása. Ez az irányzat nálunk is egyre inkább érvényesülni fog, a kérdés csak az, hogy milyen ütemben. Elképzelhető, hogy a fenti elvek alapján a magyar petrokémia és műanyaggyártás is sikeresen működhet a közép-európai régióban.

Egyöntetű a vélemény, hogy ösztönző pénz- és vámpolitikával magasabb feldolgozottsági fokú és kisebb energiaigényű termékek felé kell a szerkezetet eltolni. Külön problémát jelent a kifejezetten nagy energiaigényű alumínium-alapanyaggyártók és műtrágyatermelők helyzete a megnövekedett energiaárak mellett. Hasonló a helyzet a petrokémiai termékek esetén is, csak kevésbé kiélezetten. Komplex értékeléssel kell a döntést meghozni, érvényesíteni kell a helyettesítő import és a foglalkozáspolitikai szempontjait. Minden országban központilag támogatják ezeket az iparágakat valamilyen formában, akár csak a mezőgazdaságot. Az energiaárak növekedése a vegyiparban ki fogja kényszeríteni a takarékosabb technológiák alkalmazását.

### Környezetvédelem

Míg a vegyipar csak kb. 10%-ban járul hozzá az összes környezetszennyezéshez, szinte kizárólagos szerepet játszik a környezetvédelmi problémák megoldásában. Megítésünk szerint a régi üzemeknél a szigorodó előírások betartására időngedményt kell adni, az újaknál pedig a nyugati normákat kell alkalmazni. Kifejezetten tiltani kell a környezetszennyező beruházásokat még akkor is, ha esetleg nagy haszonnal kecsegtetnek. A környezetvédelmi bírságot adott arányban vissza lehetne téríteni a megbüntetett vállalatnak, ha felszámolja szennyező forrásait. Bízató jelenség, hogy pl. a műanyagiparban már vannak vállalatok, amelyek hulladékmentesnek minősíthetők, vagyis technológiai hulladékkal nem szennyezik a környezetet. A környezetvédelem nem csupán műszaki és pénzügyi feladat, az esetek tekintélyes része jogi szabályozást is igényel, ezen a területen is növelni kell az erőfeszítéseket. Tudomásul kell venni, hogy a környezetvédelemnek ára van ami kifejeződik a fogyasztói árakban is.

A környezetvédelemmel kapcsolatos döntéshozatalban egyre nagyobb szerepet fog kapni a hozzá nem értő lakosság. Igen fontos itt is a megfelelő oktatás, amit fent már tárgyaltunk. Tudomásul kell venni, hogy a környezetvédelmi problémák globálisak, megoldásuk csak ritkán lehetséges egy-egy üzem, környék vagy ország keretei között. A lakosság részvétele a környezetvédelemben nemcsak a negatívumok utcára vitelénél kívánatos, hanem a pozitív környezetvédelmi megoldások (szemetelés visszaszorítása, szelektív szemétyűjtés, környezetbarát termékek előtérbe helyezése, megfelelő fogyasztói szokások kialakítása) esetében is. Igen fontos a környezetvédelmi ismeretek megfelelő oktatása a szakemberképzésben és hiteles szakemberek szerepeltetése a sajtóban, valamint az elhivatott ismeretterjesztés.

### A koncepció kidolgozó

A koncepció kidolgozásához az alábbiak adtak véleményt, amit a szerzők figyelembe vettek és ezúton köszönik meg:

*Dr. Balázs Géza*, Oxigén és Disszousgázgyár Vállalat, Budapest;

*Dr. Banai Endre*, PANNONPLAST Műanyagipari Vállalat, Budapest;

**Barta Árpádné**, Magyar Kémikusok Egyesülete, Budapest;

**Dr. Dedk Gyula**, Veszprémi Egyetem, Veszprém;

**Dobó László**, Magyar Kémikusok Egyesülete, Budapest;

**Dr. Domány György**, Richter Gedeon Gyógyszervegyészeti Gyár, Budapest;

**Dulai Pál**, Műanyagipari Kutató Intézet, Budapest;

**Dr. Edelényi András**, TAURUS Gumiipari Vállalat, Budapest;

**Dr. Egrý Katalin**, CHEMOLIMPEX Magyar Vegyiáru Külkereskedelmi Vállalat, Budapest;

**Dr. Farkas L. Péter**, Magyar Ásványolaj és Földgáz Kísérleti Intézet, Veszprém;

**Dr. Fehér Erzsébet**, PANNONPLAST Műanyagipari Vállalat, Budapest;

**Fülöp Károly**, Vegyipari Dolgozók Szakszervezeti Szövetsége, Budapest;

**Gálosi György**, Magyar Kémikusok Egyesülete, Budapest;

**Geiszlinger Árpád**, CHEMOLIMPEX Magyar Vegyiáru Külkereskedelmi Vállalat, Budapest;

**Dr. Harsányi László**, Magyar Kémikusok Egyesületének főtitkára

**Dr. Horkay Ferenc**, BUDALAKK Lakk- és Festékipari Vállalat, Budapest;

**Dr. Inczédy János**, Magyar Kémikusok Egyesülete, Budapest;

**Dr. Jedlovsky Pál**, Budapesti Műszaki Egyetem, Budapest;

**Kántor László**, Dunai Kőolajipari Vállalat, Százhalombatta;

**Dr. Keresztes Péter**, Magyar Alumíniumipari Tröszt, Budapest;

**Kolonics Zoltán**, Nitrokémia Ipartelepek, Fűzfőgyártelep;

**Kovács Andor**, CHEMOKOMPLEX, Vegyipari Gép- és Berendezés Export-Import Vállalat, Budapest;

**Laczai Béla**, Magyar Kémikusok Egyesülete, Budapest;

**Dr. Pallós László**, Magyar Kémikusok Egyesülete, Budapest;

**Dr. Pálincás János**, CAOLA Kozmetikai és Háztartás-vegyipari Vállalat, Budapest;

**Péczeli Béla**, Magyar Kémikusok Egyesülete, Budapest;

**Dr. Rátosi Ernő**, Dunai Kőolajipari Vállalat, Százhalombatta;

**Sándor János**, ChemConsult, Vegyipari Tanácsadó Vállalat, Budapest;

**Dr. Szabó Péter**, CHEMOKOMPLEX, Vegyipari Gép- és Berendezés Export-Import Vállalat, Budapest;

**Székely Pál**, Nitrogénművek Rt., Péter;

**Dr. Szilágyi Antal**, Magyar Kémikusok Egyesülete, Budapest;

**Dr. Szűcs István**, Olajipari Tervező Vállalat, Budapest;

**Dr. Tolnai Lajos**, Borsodi Vegyi Kombinát, Kazincbarcika;

**Dr. Tömördi Elemér**, Nitrokémia Ipartelepek, Fűzfőgyártelep;

**Dr. Tömörközy Zsolt**, Tiszai Vegyi Kombinát, Tiszaújváros;

**Várhegyi Miklós**, Tiszai Vegyi Kombinát, Tiszaújváros.



**Náray-Szabó Gábor** 1967-ben szerzett diplomát az ELTE TTK vegyész szakán. 1967 és 1990 között a Chinoin Gyógyszer- és Vegyszeti Termékek Gyárában dolgozott, majd a Bionavi-on Biokémiai Kutatási Fejlesztési Kft. ügyvezető igazgatója lett, 1992-től az ELTE egyetemi tanára. 1996 és 1999 között a Magyar Tudományos Akadémia fő-

titkárhelyettese, 1999 és 2001 között az Oktatási Minisztérium főosztályvezetője, majd helyettes államtitkára, 2006 és 2013 között az MTA Könyvtára főigazgatója. Több mint 250 tudományos közlemény, ebből 8 könyv szerzője az elméleti kémia, a számítógépes molekulatervés, a szerkezeti biológia, a szakmai érdekvédelem és a fenntartható fejlődés területén. 1983 és 1997 között a Magyar Kémikusok Egyesülete főtitkára, majd elnöke, egyesületi tevékenységét Than Károly-emlékéremmel ismerték el. 2002 és 2005 között az Európai Kémikus Egyesületek Szövetsége (FECS) elnöke, 2011-ben elnyerte a szervezet Award for Service kitüntetését. Ő rendezte és elnökölte az első Európai Vegyészkongresszust Budapesten, 2006-ban. 1990-ben lett az MTA levelező, 1999-ben rendes tagja. Tagja az Académie des Arts, des Sciences et des Lettres-nek (Párizs) és a European Academy of Sciences and Artsnak, a Magyar Érdemrend Középkereszt kitüntetettje, Újbuda díszpolgára. Két gyermek apja, hat unokája van.



**Körtevényess Gyula** okleveles vegyészként kitüntetéssel diplomázott az ELTE TTK-n, majd vegyipari műveletek szakmérnöki kitüntetéses diplomát szerzett a BME-n 1974-ben. 1967-től 2000-ig eljárásfejlesztéssel foglalkozott a Szerves Vegyipari Kutatóintézetben, végigjárva a számárletrát a gyakornoktól a vezérigazgatóig. Eljárásai, vegyipari berende-

zések, környezetvédelmi technológiái az alapanyaggyártástól a gyógyszeriparig alkalmazásra kerültek.

A kémiai tudomány kandidátusa fokozatot a metoprén negyedik generációs növényvédő szer eljárásfejlesztési munkáival szerezte meg 1985-ben. 2000-től a kémiai biztonság területén segíti az ipart előadásokkal, könyvekkel, cikkekkel és tanácsadással.

1985-től 2017-ig tagja az MKL szerkesztőbizottságának, 2007-ig mint szerkesztő. 1985-től 2007-ig az MKE Intézőbizottságának a tagja, 1999 és 2007 között mint főtitkár, majd tiszteletbeli örökös főtitkár. 2015-ig elnöke a 2007-ben alakult Magyar Tartálytisztító Szövetségnek, 2012 és 2015 között az Európai Tartálytisztító Szervezet (EFTCO) elnökségi tagja.

## Gondolatok „A vegyipar átalakításának koncepciójára”-hoz

**E**z a cikk is vegyipar-kortörténeti dokumentum. 1991-ben készült, a nagy gazdasági és egyúttal vegyipari átalakulás kezdetén, amikor annak iránya ugyan teljesen világos volt, de annak, hogy milyen módon, eszközökkel, terjedelemmel zajlik az átalakulás, közel sem voltak biztos pontjai.

Az akkori Ipari és Kereskedelmi Minisztérium (mert volt ilyen...) fontosnak tartotta (!), hogy a kapitalizációs folyamatok elindulásával egy akkori jelentős civil szervezetet, a MTESZ-t, ezen belül a Magyar Kémikusok Egyesületét megkérdezze, mit gondol a vegyipar átalakításának koncepciójáról. Az MKE, illetve a vitaanyag szerzői az előzetesen összeállított anyagot megküldték jogi tagvállalatainknak véleményezésre, és a koncepció kidolgozói jegyzékében látható módon a vegyipari vállalatok vezetőinek, vezető munkatársainak, MKE-szakosztályok képviselőinek jelentős része is fontosnak tartotta, hogy véleményét elmondja, kifejtse.

A vitaanyag is hangsúlyozza, hogy a vegyipart nem lehet kiemelni az iparból, iparpolitikai koncepcióból. Az Állami Vagyongazdálkodási Tapasztalatlanlansága és talán nem is mindig helyesen átgondolt koncepciói vitatható tőkebevonást eredményeztek elsősorban a továbbfeldolgozó ipar (pl. élelmiszeripar), az energia- és közműszolgáltatás területén. Hamarosan megszülettek a törvények a gazdasági társaságokról, a privatizációs törvények, a tőkebevonás lakosságát is megcélzó, nem igazán eredményes próbálkozásai.

Sok vállalati vezető kellő időben felismerte a tőkebevonás szükségességét, és sok esetben sikerült is megfelelő szakmai-pénzügyi partnert kiválasztani. Ez természetesen nemcsak tőkebefektetést hozott, hanem megfelelő szervezetséget, korszerű technológiát is. Ezek a közös irányítású cégek, vegyesvállalatok piaci sikereket, korszerű termékeket eredményeztek.

Aztán hamarosan kiderült, hogy a tartós kapcsolat, a fejlődés kulcsa csak az lehet, ha közös akarat van a megtermelt nyereség vállalati kapun belüli tartására. A tulajdonostársak rendkívül „kreatívak” voltak az elv megkerülésében. Ennek megakadályozására a társasági szerződések szolgálták jogi eszközként, de ha a bevont tőke túlsúlyba került, nehéz vagy lehetetlen volt tartósan kézben tartani a megfelelő irányítást.

A tőzsdén történő tőkebevonás gyakorlattá vált, és a fejlődéshez, fejlesztéshez lehetőséget is teremtett, de aztán egyszer csak az idegen pénzügyi tőke (nem szakmai) a fent említett szándékkal, vagy részek eladásának, vagy az egész vállalat átalakításának szándékával megjelent.

Természetesen nagyon sok vegyipari vállalat sikeresen tudott fejlődni, ahol mindig döntő szerepe volt a megfelelő szakembergárda mellett az első számú vezető rátermettségének, a K+F emberi és technikai hátterének, innovációs képességének.

Tanúja voltam ezen időszakban az Egyesületben a kémikus-kollégák rendkívüli aktivitásának, egy nagyon erős szakmai munkának, amely sok és színvonalas szakosztályi rendezvényben, konferenciában nyilvánult meg, és ezeket izgalmas viták kísérték. Sok kiváló ipari kutatóintézeti igazgató, vállalati vezérigazgató is vállalt vezető szerepet a szakosztályi és intézőbizottsági irányításban, amely aztán az egyesületi tagok munkájára is bátorítóan hatott.

Honnan hová jutottunk? 2006-ban jelent meg Szépvölgyi János szerkesztésében [1] „A vegyipar stratégiai kérdései” tanulmánykötet, amely az addig elért adatokat összefoglalja, értékeli. Ebben

jól láthatóak az addigi eredmények, de természetesen ezzel részletesen itt most nem lehet foglalkozni.

A Magyar Vegyipari Szövetség (MAVESZ) megbízásából 2016-ban a Kopint-Tárki kiadásában megjelent a „Magyar Vegyipar Helyzete” [2]. Ez az anyag többek között megállapítja a kínai vegyipar világviszonylatú, nagyarányú előretörését és ezzel is összefüggésben a 2010-es években az Európai Unió országai vegyiparának viszonylagos stagnálását.

A MAVESZ „A magyar vegyipar 2018-ban” kiadványában [3] megállapítja, hogy a teljes vegyipari értékesítés, beleértve a kőolajfeldolgozásból, a vegyi anyagok és termékek gyártásából, a gyógyszergyártásból, a gumi- és műanyag termékek gyártásából származó nettó árbevétel 7,8%-os növekedést mutatott csak az előző évhez képest, összege meghaladja a 6 ezer milliárd Ft-ot!

A vegyi anyagok és termékek gyártása és értékesítése terén a legnagyobb részarányt az alapanyagok képviselik.

A petrokémiai ipar által előállított műanyag alapanyagok értékesítéséből származik az iparág összes nettó árbevételének közel kétharmada!

De emellett nemzetgazdasági szempontból is jelentős súllyal van jelen az iparágban a szerves és szervesen vegyi alapanyagok, a műtrágya és agrokémiai termékek, a kozmetikai és tisztítószerek, valamint az ipari gáz gyártása.

Idekívánkozik a hazai akrilszálalapú szénszálgyártás, az iparág európai piacvezetőjének említése is, amely 2019-ben már elérte a 60 mrd Ft-ot. A hivatalos statisztika ezt a „nemfémek és fémtárgyak” kategóriájába sorolja.

2019-ben a kedvező trend tovább folytatódott [4], a teljes vegyipari értékesítés 8,5%-os növekedést mutatott az előző évhez képest.

A vegyiparra is jellemző a nagyvállalatok koncentrációja, e nagyvállalatok adták a kibocsátás 74%-át. A magyar vegyipar árbevételének csaknem 70%-a exportból származik, ennek háromnegyede pedig az EU piacáról.

Térjünk vissza még az 1991-es vitaanyagra. Ez a „Munkaerőhelyzet” fejezetben az alábbiakat írta: „Taktikát kell kidolgozni a vegyipar és kémia területén dolgozó kiváló munkaerő külföldre áramlásának kezelésére. Meg kell teremteni a néhány éves külföldi tartózkodás után hazatérni vágyók megfelelő munkakörülményeit és javadalmazását.”

A munkaerővel, a képzés helyzetével kapcsolatos gondolatokat olvashatunk a MAVESZ 2018. [3] és 2019. évi [4] kiadványaiban is. Szűkös a munkaerőpiac kínálata, a vegyiparra vonatkozó ismeretek részben hézagosak, részben előítéleteken alapulnak, és a fiatal korosztályok számára a vegyipar nem „cool”, állapítja meg a MAVESZ.

Egyesületünk teszi a dolgát például évenkénti kémiaversenyek, nyári kémiatáborok, pályamunkák támogatásával, ami az éves közhasznúsági jelentésekben is látható. De szükségesek lennének hathatósabb állami intézkedések és a vegyipari nagyvállalatok nagyobb aktivitása is.

**Banai Endre**

### IRODALOM

- [1] Szépvölgyi János: A vegyipar stratégiai kérdései. MTA Társ. Kut. Központ, 2006.
- [2] Matheika Zoltán, Nagy Ágnes, Palócz Éva: Magyar Vegyipar Helyzete. Kopint-Tárki, 2016.
- [3] A magyar vegyipar 2018-ban (MAVESZ)
- [4] A magyar vegyipar 2019-ben (MAVESZ)



# Minden az arányokon múlik

Hargittai Balázs: *Négyszemközt a tudománnyal*.  
Válogatás Hargittai István írásaiból. Akadémiai Kiadó,  
Budapest, 2020.



Hargittai István a szakmai közösség számára mint nemzetközi hírű szerkezeti kémikus ismert, aki jelentőset alkotott a molekulaszervezet-kutatásban. Publikációs tevékenysége azonban sokkal gazdagabb, mint háromszáz fölötti tudományos cikke, mert neves tudósokkal készített interjú, beszélgetései a nem kifejezetten szakmabeliek számára is ismertek lehetnek. Ezek az írásai, melyek emberközbe hozzák a tudományos kutatókat és megismertetnek a tudományos

felfedezések természetével, „megragadóak, olvashatóak és eredetiek” (Richard Henderson, Nobel-díjas). „Hargittai nagyban hozzájárul ahhoz, hogy megértsük a tudományt, ezt a sajátos kulturális tevékenységet” (Harold Kroto, Nobel-díjas). A sok dicsérő kijelentés közül talán a legtömörebben Sir Salvador Moncada szavai jellemzik Hargittai István ilyen írásait: „... az életrajzok mestere”. Ebbe a világszerte nagy elismerést kiváltó tevékenységbe később felesége, Magdolna, aki zömmel a női kutatóhírességekről írott önálló művekkel is jelentkezett, majd fia, Balázs is bekapcsolódott. A legújabb kötetben Hargittai Balázs édesapja magyarul, főként lapokban, folyóiratokban megjelent írásai-ból válogat.

A 38 darabból álló válogatást Hargittai Balázs hat csoportba szerkesztette, melyek elé rövid bevezetőket írt, hogy egyrészt megfelelő környezetbe helyezze a cikkeket, másrészt saját gondolatait is közölje. Ez lehetőséget adott arra, hogy közvetlenül vagy közvetve édesapjával való kapcsolatáról valljon. Az egyes csoportok: Wigner Jenő, Tudósportrék, Teller Ede, Tudománytörténet, Nobel-díjakról és Egyéb írások. A kötetet az összegyűjtött cikkek eredeti lelőhelye szerinti felsorolás, illetve névmutató egészíti ki.

Ezek után nem marad már más hátra, mint a könyvet olvasva, olvasgatva (hiszen több cikket az eredeti lelőhelyén már olvastam) meglátásaimat megfogalmazom, illetve azokat a szerző szavaival alátámaszom, így adva kedvet az olvasónak a könyv kézbevitelére.

Hargittai István írásaiban számomra általában nem a felfedezések hogyanja, mikéntje bizonyult a legmegragadóbbnak, hanem az, hogy a világ nagy elméinek gondolataival ismerkedhettem meg az emberiség nagy kérdéseiben. Hadd idézzek itt *A marslakók bölcsessége* könyv Wigner Jenő-részből a tudós neveléssel és tanulással kapcsolatos nézeteiből – „A döntéshozó a társadalom, ... és a társadalom döntései akkor bölcssek, ha a társadalom tagjai jól informáltak” – vagy a vallásról: „Mindannyian vendégek vagyunk ezen a világon, és kultúránk bünt követ el, amikor arról akar meggyőzni minket, hogy ez nem így van.” (30–31.o.)

A *Tudósportrék* részéből az „Oláh György új kémiája”-beszélgetésből idéznék: „Alfred Nobel végrendelete szerint a kémiai No-



Teller Ede és Hargittai István 1996-ban Tellerék stanfordi otthonában (Hargittai Magdolna felvétele)

bel-díjat annak kell adni, aki az emberiségnek a legnagyobb hasznót hajtó kémiai felfedezést vagy tökéletesítést érte el. Alapvetési felfedezések ugyanúgy számba jöhetnek, mint alkalmazások. Oláh felfedezése alapvetésből származott, de azt már a kémiai Nobel-díj Bizottság is felismerte, hogy ebből a felfedezésből döntő fontosságú alkalmazások szülehetnek. Oláh maga is elől járt az alkalmazásokban, pl. amikor ezek elágazás nélküli szénhidrogének elágazásos izomerré való alakítására alkalmas módszer kidolgozásához vezettek. Ezzel alacsony oktánszámú szénhidrogénekből magas oktánszámú üzemanyagot állítanak elő.” (105–106. o.)

A Teller Edével kapcsolatos részből utalnék arra, hogy Hargittai István talán a legjobban felkészült a tudós életéből, könyve tudománytörténeti alapmű. Az idézett részben egy kicsit meszebből indulnék, a tudós hírnevéről szóló gondolataiból idézek: „A tudományos kutatók hírneve – kevés kivételtől eltekintve – tiszavirág-életű. Ennek az az alapvető oka, hogy amit az egyik kutató nem fedez fel, azt előbb vagy utóbb felfedezi valaki más, tehát az egyéni dicsőségnek sokkal kisebb a jelentősége, mint például a művészeti alkotásokban. Egy Picasso-képet más nem festhetett meg, egy Beethoven-szimfóniát, vagy egy Tolsztoj-regényt más nem írhatott meg. Ezzel szemben a gázok felületen történő adszorpciójára vonatkozó Brunauer–Emmett–Teller-összefüggést (BET-egyenlet) felállították volna, ha Tellerék nem teszik meg. Tellernek még „szerencséje” is volt a hírnév tartóssága szempontjából, mert sok összefüggésben szerepel a neve, mint például a fent említett BET-egyenleten. Van olyan, a nevével fémjelzett effektus – a Jahn–Teller-hatásra gondolok –, amelynek jelentősége a modern anyagtudományban még most is egyre növekszik. Azonban Teller Ede nevének hallatán az emberek többségének nem ezek a felfedezések jutnak az eszébe.

Amikor Teller Ede 1990-ben először látogatott haza, az ünnepelés nem elsősorban a nagy tudósak, hanem a Szovjetunió ellen vívott hidegháború győzedelmes bajnokának szólt. A magyar közvéleményben mind a mai napig nem tudatosult az az ellentmondásos megítélés, amely az Egyesült Államokban Teller Ede személyét övezi. Itthon is történtek kísérletek mindkét oldalon arra, hogy Teller Ede nevét kihasználják, de kiderült, hogy Tellert nem lehet besorolni a hazai politikai csatározások kategóriáiba. Kétségtelen azonban, hogy világtörténelmi mércével mérve a nagy magyar tudósemigrációból Teller Ede játszotta a legjelen-



több szerepet.” (155–156. o.) A többit olvassák el a kötetből, vagy Hargittai István *Teller* című könyvéből.

A *Tudománytörténet* részéből, a marslakók kapcsán, megint Teller kerül szóba: „A hidegháború befejeztével és Teller 2003-ban bekövetkezett halálával a marslakók egyszeriben a történelem részévé váltak. Megjelenésük a Földön sokféle tényező együttesének volt köszönhető. Sok közös vonásuk volt és sokban különböztek egymástól. Együtt többek voltak, mint külön-külön. Talán Szilárd volt a legmarslakóbb marslakó. Még az 1930-as években, amikor saját maga is menekültnek számított, más menekültek megmentésén és az emberiség megmentésén dolgozott, bár nem rendelkezett anyagi háttérrel és állása sem volt. Ezt azzal magyarázta, hogy nem engedheti meg magának azt a luxust, hogy saját magával törődjön, amikor sokkal fontosabb dolgokban van szüksége rá. Életük bizonyos szakaszában a marslakók mind egyike kockára tette a saját tudományos pályáját egy magasabb szintű elhivatottság érdekében. Elsősorban ebben állt marslakóságuk.” (204. o)

Szomorú aktualitása miatt, és a figyelmeztető jelek ellenére is, úgy tűnik, elpuskázott és elügyetlenkedett esetre utalnak Hargittai István következő mondatai az MTA-val kapcsolatban. Hogy is történt ez odébb, keleten? „Amikor Hruscsov számára kiderült, hogy nem elég erős ahhoz, hogy beavatkozzon az akadémia dolgaiba, megszüntetéssel fenyegette meg az intézményt. Az akadémia akkori elnöke, Alekszandr Nyeszmejanov egy felszólalásában hangsúlyozta a különbséget Nagy Péter és Hruscsov között, mondván az egyik létrehozta, a másik meg akarja szüntetni az intézményt. Hruscsovot kollégái hamarosan leváltották, mennie kellett. Az akadémia maradt. A 2013-ban és 2014-ben hozott törvények olyan változásokat jelentettek a Tudományos Akadémia életében, amilyenekre Sztálinnak nem volt szüksége, és amilyenekről Hruscsov csak álmodhatott.

Most, 2017 tavaszán hazánkban sok szó esik a tudományos kutatás és az oktatás mindenkori hatalomtól való függetlenségének fontosságáról. Sok szó esik továbbá a függetlenséget veszélyeztető oroszországi folyamatok terjedéséről. A fentiek elgondolkodtathatnak bennünket, és arra ösztönözhetnek, hogy fokozottan vigyázzunk értékeinkre.” (231–232. o.) Mintha ebben nem jártunk volna teljes sikerrel.

Még két szakmai publicisztikát emelnék ki, melyeknek aktualitást adnak egyes gondolatai. A világhírű magyar tudósokkal kapcsolatban beszél az identitásról: „Az identitás kérdésével és ennek megfelelően a magyar Nobel-díjasok számának kérdésével csak egyetlen vonatkozásban foglalkozom. Gyakran emlegetjük, hogy milyen sok magyar Nobel-díjas van. Ha ezt a tudomány iránti szeretetből tesszük, az rendben van. Ha ezt azért tesszük, hogy megindokoljuk, miért nem kell nagyobb anyagi áldozatot hozni a magyar tudományért, hiszen már így is kiválóak vagyunk, az nincs rendben. Ha a sok magyar Nobel-díjas emlegetésével örömeinket fejezzük ki, az rendben van. Ha ezt azért tesszük, hogy kultúrfőlényt igazoljunk a szomszédos népekkel szemben, az nincs rendben. Ha emlegetjük a sok magyar Nobel-díjast, de nem szólunk arról, miért kellett távozniuk az országból, az nincs rendben. Szóval a magyar Nobel-díjasok egyébként is nehezen meghatározható számának emlegetése nehezen függetleníthető attól a szándéktól, hogy miért emlegetjük őket és azt, hogy sokan vannak.” (277. o.)

Végezetül a *Szerepzevarban* írásból, melyben Hargittai István az MTA-ról szól kritikusan (a Szabó Csaba-ügy kapcsán), az alap- és alkalmazott kutatás viszonyáról vallott nézeteit, világos megfogalmazását idézném itt: „Az alapkutatások lehetnek ered-



**Alekszandr Ny. Nyeszmejanov mellszobra az Elemorganikus Vegyületek Intézete előtt** (Hargittai István felvétele)

ményesek anélkül, hogy közvetlen gazdasági haszonnal kecsegtetnének, bár az elvárható, hogy valós és gazdasági szempontból is fontos kérdésekből induljanak ki. Az alapkutatásokból születni előre nem láthatóan és nem várhatóan nagy horderejű felfedezés is, de ne áltassuk magunkat azzal, hogy ez túl gyakran megtörténne. Az alapkutatások esetében a publikációs tevékenység az egyetlen mérce a minőség megítélésére. ... Felvetődött az a gondolat, hogy az alapkutatásokat hagyják a gazdagabb országokra, a norvégok pedig csak a közvetlen hasznot hajtó alkalmazásokkal foglalkozzanak. A norvégok azonban rájöttek, hogy a tudomány jótéteményeiből nem lehet egyoldalúan részesedni, mint egy jól működő takarékszövetkezet, csak az tud kivenni belőle, aki bele is ad. Fel sem tudja használni azt, ami hasznosítható, ha nincs meg hozzá a megfelelő felkészültség, ha nem járul hozzá az ösztudományos termékhez a maga módján, de alkotóan. Természetesen, minden az arányokon múlik. ... Nem szabad az alapkutatásokat és az alkalmazásokat szembeállítani egymással. Nincs alkalmazott tudomány, csak a tudomány alkalmazásáról beszélhetünk, és tudomány nélkül nem is lehet azt alkalmazni.” (410. o.) Teljesen világos okfejtés. Ma már az Innovációs és Technológiai Minisztérium döntéshozói is talán egyre inkább elfogadják ezt a véleményt.

Ennyivel próbáltam kedvet adni a könyv elolvasásához. Kellmes órákat és magvas gondolatokat szerezhetnek maguknak, nagy emberek nagy gondolataival gazdagodhatnak és jobban eligazodhatnak napjaink nem könnyű kérdéseiben. Emellett arra is rájöhetnek, hogy a nagy emberek is ugyanúgy kérdések és kételyek között élik életüket, mint mi mindannyian. De törekednek a kérdések megválaszolására és a kételyek eloszlására.

**Kiss Tamás**



Papp Katalin

■ Szegedi Tudományegyetem | pkat@physx.u-szeged.hu

# Telkes Mária – a Napkirálynő, aki végigkutatta a 20. századot

**E**gy sikeres, hosszú, tudóspálya emlékező bemutatása nem kis vállalkozás. Különösen igaz ez, ha az emlékezés alanya olyan személyiség, akit sajnós kevesen ismernek hazánkban. Telkes Mária (1. ábra) Magyarországon született és az Amerikai Egyesült



1. ábra. Telkes Mária 1956-ban

Államokban tevékenykedett, a szolártechnika kiváló szakértője, számos nemzetközi elismerés és díj birtokosa, akinek a napenergia-hasznosítás terén tett úttörő felfedezéseit napjainkban is alkalmazzák. [1] Személye hazánkban mindmáig szinte ismeretlen, a számára méltán kijáró tudományos elismertség nélkül fedi homály kilitét.

Pedig az Amerikában „Sun Queen”-ként emlegetett tudós nő több találmánya is sorozatgyártásban került használatba. Talán a legismertebb szabadalma az első szoláris fűtési rendszerrel működő „napház” volt, de nevéhez fűződik többek között az első napkemence (napenergiával fűtött hűssütő berendezés), valamint az első napenergiával működő, tengervíz sótalanítására alkalmas szerkezet ötlete is.

## Hazai kezdetek, majd irány Amerika

Telkes Mária 1900. december 12-én született Budapesten. A jó módú Telkes Aladár bankigazgató lányaként, nyolc testvére közül ő volt a legidősebb nővér. Elemi iskolai tanulmányait előbb az Angolkisasszonyoknál, majd a Sophianum katolikus leánygimnáziumban végezte, mindvégig jeles eredménnyel. 1920-ban kezdte meg tanulmányait a budapesti tudományegyetemen, ahová 1895 óta iratkozhattak be nők is.

Matematika-fizika szakon szerzett diplomát, majd Ribáry István fizikusprofesszor mellett dolgozott asszisztensként és szerzett doktori fokozatot fizikai kémiából 1924-ben. Még ebben az évben látogatott el hozzá nagybátyja, a Clevelandben élő konzul, Ludwig Ernő. Ettől a találkozástól kezdve élete jelentősen megváltozott: nagybátyja hívásának eleget téve Amerikába költözött.

1925-ben a clevelandi Biofizikai Intézet kutatólaborjában kezdte meg munkásságát George S. W. Cryle professzor mellett. Az intézetben az agysejtek sugárzását kutatták, ahol komoly eredményeket sikerült elérniük: egy Telkes Mária által készített elektro-

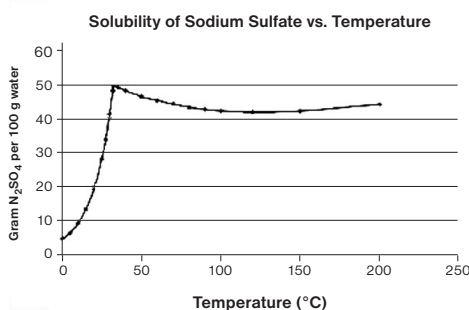
mos fényképezőgéppel meg tudták mérni az agysejtek infravörös sugarait. E területen elért sikerét mutatja, hogy már 1934-ben szerepelt a The New York Times *Amerika akkori 11 legismertebb és legsikeresebb nőjéről* készített összeállításában, ahol filmszínészek, sportolók és közéleti szereplők mellett Telkes Mária volt az egyetlen tudós (ráadásul magyar) [2].

Néhány évvel később, 1939-ben Bostonba költözött, ahol a Massachusetts Institute of Technology (MIT) tanáraként és kutatójaként folytatta pályafutását. Az MIT-ben a neves bostoni milliomos, Godfrey Lowell Cabot ekkor alapította a Napenergiakutató Osztályt (MIT Research Committee on Solar Energy), melynek vezetője Hoyt Hottel, az MIT vegyészmérnöki karának ismert professzora volt. Az 1938 és 1988 között tartó programot (Solar Energy Research Project) az amerikai iparmágnás finanszírozta, az általa felajánlott 650 ezer dollárból hat kísérleti napház is felépült Amerikában. Ennek a kutatócsoportnak lett felkért tagja, majd később, 1940-től vezetője Telkes Mária, aki első számú feladatként kapta a napenergia-átalakítás lehetőségeinek kutatását.

## Hogyan lehet a Nap energiájából villamos energiát nyerni?

A napenergia-hasznosítás terén a kor legnagyobb problémáját a hőtárolás kérdése jelentette. Ekkortól próbálkoztak kisebb-nagyobb sikerrel azzal, hogy a Nap hőjét lakóházak fűtésére, meleg vízének biztosítására használják. A napsugarak összegyűjtését célzó hatalmas üvegtáblák által fűtött levegővel többnyire vizet melegítettek fel óriási tartályokban. Csakhogy a víz nemigen oldotta meg a hő tárolását: erre a problémára talált alternatív megoldást Telkes Mária a kémiai hőtárolás segítségével.

Telkes Mária kísérletei során jött rá, hogy erre legalkalmasabb a glaubersó (nátrium-szulfát-dekahidrát,  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \times 10 \text{H}_2\text{O}$ ), a háztartási használatból is ismert tisztítószer és hashajtó oldata lehet. A vegyület vízdoldhatósági karakterisztikája igen érdekes képet mutat (2. ábra).



2. ábra. A glaubersó vízdoldhatósági karakterisztikája



Viszonylag alacsony értéken (32,4 °C-on) magas az olvadáshője; oldhatósága 0 és 32,4 °C között több mint tízszeresére növekszik, és innentől az oldhatóság mértéke a hőmérséklettől majdnem teljesen független marad. A megolvadt vegyület akár 10 napig is képes tárolni az elnyelt napenergiát, majd a hőmérséklet hűlésének következtében visszakristályosodva adja le újra a felvett hőt. A dermedéskor ily módon felszabaduló fázisátalakulási hő 82-szer nagyobb a víz olvadáshőjénél [6]. Az épület oldalára és tetejére felszerelt glaubersó-vegyület tárolói, valamint az azzal összekötött, a lakószobákat behálózó csővezetékek lég- és vízkezelő rendszere jelentette tehát a ház fűtési rendszerét. A rendszer legnagyobb előnye a felhasznált glaubersó-vegyület gyakori előfordulása miatt annak olcsósága, a viszonylag nagy hőleadásához szükséges relatíve kis mennyisége, valamint a rendszer „önmagát újrahasznosító jellege” volt.

### Napház Doverben

Az említett program első napháza a Boston melletti Dover városkában épült fel 1948-ban (3. ábra). Az épületet Eleanor Raymond, a fűtésrendszert pedig Telkes Mária tervezte. Ez volt az el-



3. ábra. A doveri ház

ső, 100%-ban napenergia hasznosításával fűtött kísérleti lakóház. Talán a kísérleti jellege miatt látták jobbnak a tervezők, ha idegenek helyett inkább ismerősöket költöztetnek a házba, így lakója a Telkes Máriához rokoni szálakkal fűződő Némethy család lett. A New England-i tél tombolása közepette élvezték a ház kellemes melegét. A Napház azonban nemcsak fűt: a nagy nyári melegben (38 °C) a glaubersós berendezés hűvösen tartja a házat (24 °C). A doveri házat több is követte, érdeklődők levelei „bombázták” a feltalálót és az MIT-t, a találmány érthetően világszenzációt keltett [4].

### A tengervíz sótalanítása

Telkes Mária a tengervíz sótalanító készülékek egész sorát fejlesztette ki, amelyek a napenergiát használják föl. Az egyik kísérletbe barátjánőjét, Andrásy Stella grófnőt is bevonta, aki erről a New York Herald Tribune tudósításában számol be (4. ábra). A cikk érdekessége, hogy szerzője a szintén kivándorolt magyar származású grófnő volt, a kor ismert írónője, aki többek között a férje tulajdonában lévő legnagyobb példányszámú magyar magazint, a *Kincses Újságot* is szerkesztette [2,3].

„1954 tavaszának egy kellemes pénteki napján felvettem a tefont, és a következőket hallottam:

- *Kérlek, segíts egy fekete török törülközőt találni!* – A telefonáló a barátjánőm volt, Telkes Mária.
- *Természetesen* – válaszoltam, bár nem voltam biztos benne, hogy hol találok majd ilyet.
- *De miért feketét?*



### 4. ábra. Az egyik forráscikk részlete

– Csak támadt egy hirtelen ötletem – válaszolta Telkes Mária. Kigondoltam egy csodálatosan eredményes módszert arra, hogy hogyan válasszam ki a sót a tengervízből, csak a napfény energiáját használva. De szükségem van egy fekete törülközőre a kísérlethez. Túlzottan el vagyok foglalta a laboratóriumban, hogy kimenjek keresgélni. Lennél szíves keresni nekem egyet, hogy a hétvégén tudjak dolgozni az ötletemen?

Sok időbe telt, de Blomington-nél találtam fekete törülközőt. Vasárnap kimentünk a tengerpartra, magunkkal vittük a szerkezetet. Ez egy nagy képerketnek tűnt, a fekete törülköző szendvicsként volt a két üvegedény között. Hűvös, tavaszi, tiszta reggel volt, egy felhő sem volt az égen. Telkes Mária felállította a képerket arccal a Nap felé, és sós tengervizet öntött a tetejére, átázta a törülközőt. A Nap melegítette törülközőről a tengervíz elpárolgott, az üvegen lecsapódott, és meleg, de só nélküli víz folyt az alsó csapon át. Megmértük a mennyiségét. Az eredmény egy liternél több volt naponta minden dm<sup>2</sup> felületen. Telkes azt mondta, hogy ez 20%-kal több, mint amennyit bármely napenergiával működő sótalanító adott eddig.”

Andrásy grófnő hirtelen álmódzni kezdett: „Egy ilyen típusú sótalanítóból építünk egy nagyot, és az emberek képesek lesznek a sivatagokat bőven termő vidékké alakítani. Telkes, a gyakorlatias tudós józanul reagált: *Ne hidd, hogy ilyen könnyű lesz. Hosszú út van odáig, amíg egyszerű agyjátékból valóság lesz, amit tömegesen gyárthatnak, bevezethetnek, használhatnak a világ távoli sarkain. Különböző tesztekkel kell elvégezni, különböző anyagi próbák, klimatikus viszonyok tanulmányozása szükséges. Félek, hogy a Szahara még sokáig nem fog rózsakertté változni!*”

Telkes Mária óvatos jósnak bizonyult, de a napenergiát felhasználó lepárlóberendezései sokat fejlődtek. Egy speciális változatukat az motíválta, hogy korábban hallotta egy Eddie Richembacker nevű pilóta majdnem tragikus élményét, aki a tenger felett lelért repülőgéperől mentőcsónakon menekült, és miután napokig hanykolódott a hatalmas víztömegetől körülveve, majdnem szomjan halt. A történet hatására Telkes Mária kitalált egy fel-fújható, napenergiával működő lepárlót (műanyag átlátszó „futball-labda” fekete filcpárnával a belsejében), amit az óceán felett lelért pilóták a repülőgépen magukkal vitt gumi mentőcsónakban tudtak használni (5. ábra); az eszközt minden amerikai pilóta felszerelésébe elhelyezték. A szerkezet működésének ellenőrzését maga Telkes Mária végezte, aki egy tengerészeti mentőcső-



5. ábra. Egy katona iszik a Telkes-féle lepárlókészülékből

nakot bérelt, és a Charles folyón fel és le evezve tesztelte a kis úszó labdát. A szerkezet naponta egy liter édesvizet produkált. Kitartásának sok ember köszönhette életét [2].

## A Telkes-sütő

Telkes Mária találmányai között van az Amerikában ma is forgalmazott, napenergiával működő hússütő is (6. ábra). Különösen Indiában vált elterjedtté, ahol a magas napsütéses órák száma garantálta a háziasszonyoknak, hogy az ételeik kellőképpen átsüljenek a berendezés segítségével, kiváltva ezzel a tehéntrágya



6. ábra. Telkes Mária bemutatja a napkemencét a Ford Alapítvány képviselőjének (1953)

fűtőanyagot. A találmány nagy sikerét itt is az egyszerű elven alapuló működése és könnyű hétköznapi használata, valamint a készülék alacsony fogyasztói ára jelentette [6].

## Elismerések – csak külföldön

Telkes Mária egész életét a napenergia hasznosításának szentelte. A hő és a „hideg” tárolása egyaránt foglalkoztatta, kémiai és fizikai felfedezései a hő- és légkondicionáló-iparban ma is fontos szerepet játszanak. Több amerikai egyetemen dolgozott, egyetemi oktatóként, később nagyvállalatok tanácsadójaként is tevékenykedett, részt vett több államilag támogatott tengerészeti és űrkutatási programban. A napenergia hasznosításában elért kutatási eredményeinek jelentősége az 1970-es évek olajválsága óta csak növekedett.

A New York-i Egyetem professzoraként ment nyugdíjba. munkásságát és sikerességét jelzi húsz szabadalma. Az utolsót 90 éves korában nyújtotta be a hideg tárolásával kapcsolatban, amely új

fejezetet nyitott az épületek klimatizálásában és a légkondicionáló-iparban. Száznál több tudományos publikáció fűződik nevéhez, és az általa elnyert tizenkét nemzetközi kitüntetés (közülük az Amerikai Tudományos és Kutatási és Fejlesztési Hivatal díja).

Telkes Mária elsőként kapta meg az amerikai női mérnökök társaságának életműdíját, 1977-ben pedig, számos egyéb elismerés mellett, az Amerikai Tudományos Akadémia kitüntetését vehette át. 2012-ben posztumusz örök helyet biztosítottak neki a legnevesebb mérnököknek és feltalálóknek emléket állító Amerikai Feltalálók Dicsőségtermében (National Inventors Hall of Fame), amely az emberiség javát szolgáló újítások elismerését és bemutatását szolgálja: többek között Szilárd Leóval, Gábor Dénessel, Thomas Edissonnal, Nicola Teslával került egy társaságba. Munkásságát nem csak tudományos berkekben díjazták. A napenergiával működő, hordozható sütőlap alternatív elnevezése Amerikában ma is „Telkes-sütő” és a passzív házakat is szokás „Telkes-házként” emlegetni. Az amerikaiaknak a magyar tudós nő iránti tiszteletét az is jelzi, hogy iskolák névadója lett például Dél-Karolinában, Ohióban, San Franciscóban.

A mellőzöttség lehetett az egyik fő oka annak is, hogy amikor Telkes 1995-ben, kerek 70 évvel az elvándorlása után először és utoljára Budapestre látogatott, ez gyakorlatilag senkit nem érdekelt. Pedig a világhírű tudós tulajdonképpen meghalni jött vissza Magyarországra. 1995. december 2-án, 95 éves korában Budapesten hunyt el a *hazai tudományos közélet által méltatlanul feledve*. Telkes Mária halálhíre sem az ország határain belülre, sem azon kívülre nem jutott el. Az Egyesült Államokban csak nyolc hónappal később tudódott ki, hogy a Napkirálynő távozott az élők sorából. Amerikában még a nyolc hónapos késés sem volt akadály, hogy az ünnepezt fizikustól a *New York Times* hasábjain búcsúzzanak [5].

Egy átlagos nyári napon egy New York-i városnegyedre eső napfénytől származó energia 2000 tonna szén elégetésekor nyert hónapok felel meg, ami körülbelül 25 ezer dollár költségű az akkori (1955-ös) árakon. Ez az a kincs, amelynek hasznossága Telkes Mária egész életében foglalkoztatta. Telkes Mária munkásságát a Vasváry-hagyatékban [2] talált dokumentumok, például az amerikai magyarság számára kiadott magyar nyelvű újság tudósítása és a *New York Herald Tribune* riportjai alapján ismerjük meg részletesen. A magyar tudós nő életének, kutatási eredményeinek megismerése a hazai iskolai természettudományos tanításban is hasznos lehet, tevékenysége, sikerei példaként szolgálhatnak a kémia, fizika tantárgyaktól idegenkedő lányok számára is. Ehhez segíthetett hozzá a „20. Játsszunk fizikát!” országos kísérletes diákversenyt, amelyet 2019-ben Telkes Mária emlékének szenteltek [7].



Születésének 120., halálának 25. évfordulóján ezzel a cikkel szeretnénk emléket állítani Telkes Máriának, a hazánkban kevésbé ismert és elfeledett tudósunk. Emlékezzünk rá a nagy elődök iránt érzett tisztelettel és szeretettel. *(A szerkesztő)*

## IRODALOM

- [1] <https://timeline.com/woman-solar-power-leader-f682bb7c6feb>
- [2] Vasváry-gyűjtemény, Összeállította: Vasváry Ödön, Somogyi Könyvtár, Szeged, lelvétele: TL/e: 17–26.
- [3] Papp Katalin, Kondics Ferenc: *Fizikai Szemle* (2001) 3, 85–87.
- [4] Rédey Soma: Telkes Mária – az ismeretlen Napkirálynő, <http://www.termeszetvilaga.hu/szamok/tv2009/tv0903/redey.html>
- [5] Balázs Zsuzsanna: Amerikában Napkirálynőként tisztelik a magyar fizikust, aki nek itthon a nevét se ismerik. [qubit.hu](http://qubit.hu), 2018. június 28.
- [6] Ujfaludi László: *Fizikai Szemle* (2003) 3, 99.
- [7] [http://titan.physx.u-szeged.hu/modszertan/jatsszunk\\_fizikat/telkes/Telkes\\_2019.html](http://titan.physx.u-szeged.hu/modszertan/jatsszunk_fizikat/telkes/Telkes_2019.html)



# Télapó vitathatatlanul itt van, és algoritmusokat hozott

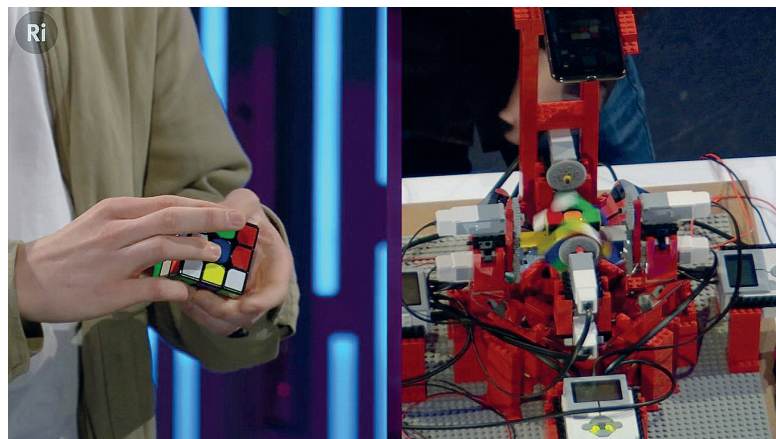
**A** Magyar Kémikusok Lapja decemberi számában 2018-ban és 2019-ben is beszámoltunk a brit Royal Institution karácsonyi, tudomány-népszerűsítő előadásairól, amelyek közül az első a neves fizikus, Michael Faraday (1891–1867) tartotta meg 1825-ben. Az utóbbi időben az előadás már három, egyenként egyórás rész-ből áll. A közönség soraiba elsősorban középiskolás diákok juthatnak be sorsolással, az előadást pedig a Royal Institution speciálisan erre a célra kialakított termében tartják, a brit közszolgálati televízióban közvetítik, és az interneten utólag is megtekinthető (a 2019-es program URL-je <https://www.rigb.org/christmas-lectures/watch?video-type=videos&video-year=2019>).

Néhány éve szokássá vált, hogy az előadásokat nem kiemelkedő tudósok, hanem olyan, tudományos kutatásban részt vevő szakemberek tartják, akik tudomány-népszerűsítéssel is hivatásszerűen foglalkoznak. Ezek sorába illeszkedett a 2019-es előadást tartó Hannah Fry matematikus is: doktori fokozatát a University College Londonon szerezte, s jelenleg is ott dolgozik oktatóként. Kommunikációs tehetségére 2014 márciusában figyeltek fel a

„Szerelem matematikája” címmel tartott TED-előadásban. Azóta számos tévé- és rádióműsor készítésében vállalt szerepet. Három matematikai tudomány-népszerűsítő könyvnek is társszerzője, ezek között van a *Télapó vitathatatlan létezése (The Indisputable Existence of Santa Claus)* című mű is. Egy 2018-as BBC-műsorban a járványterjedés matematikájáról tartott bemutatót; akkor még természetesen csak az influenza kapcsán.

Habár a Royal Institution Hannah Fry-előadásként hirdette a 2019-es eseményt, mindhárom részben oroszánrészt vállalt Matt Parker, az ausztrál születésű, de jelenleg Angliában élő matematikus és humorista is. Mögötte is jelentős ismeretterjesztő múlt áll már: *Alázatos pi (Humble Pi)* című könyve volt mindeddig az egyetlen matematikai témájú könyv, amely az Egyesült Királyságban vezette a könyveladási listákat.

A „Titkok és hazugságok” címet viselő 2019-es karácsonyi előadásorozat középpontjában a mindenki életét észrevétlenül át-szövő, szerencsésnek vagy balszerencsésnek tűnő események, illetve egyéni választások mögött megbúvó matematika állt. A mű-





sor tudományos tartalma az elmúlt években tartott karácsonyi előadásokhoz képest talán kevésbé volt közvetlen, de cserébe sokkal szórakoztatóbb és játékosabb volt. A közönség sokat szerepelt a színpadon, illetve néha fontos, előre felkért szereplőket is a közönség között rejtettek el – bár ők természetesen előbb-utóbb lelepleződtek.

Az első rész címe „Hogyan legyünk szerencsések?” (How to get lucky). Ebben elsősorban véletlen eseményekről, illetve valószínűségekről volt szó. Remek szemléltető eszköz volt ehhez a labdarúgás: ennek valószínűségi analizisével sok szakember hivatalosan is foglalkozik. A műsorvezetők a hallgatóság két tagjának bevonásával mutatták be a fogolydilemma nevű játékot, aminek a lényege, hogy a két szereplő racionálisan az együttműködés megtagadásával jár személyesen jobban valamilyen kérdésben, de kettejük együttes érdeke mégis az együttműködés lenne. Ez a mai nemzetközi politika világában nagyon is jellemző helyzet, például a klímaváltozás kérdésében is. A rész végén megkelesték az előadás legszerencsésebb résztvevőjét: ő kilencszer egymás után tippelt helyesen 50–50% valószínűségű események bekövetkezéséről. Az ő segítségével bebizonyították, hogy valószínűtlen végkifejlet is előfordulnak időnként, ha sok a próbálkozás. Az is kiderült, hogy az emberek a valószínűség és a véletlen fogalmát a tényleges matematikai jelentéstől nagyon eltérően értelmezik: amikor a jelenlévőket arra kérték, hogy 1 és 10 között válasszanak egy számot, a hetest a jelenlévők mintegy fele választotta a várható 10% helyett.

A második, „Hogyan keressünk kiskapukat?” (How to bend the rules?) című rész középpontjában az algoritmusok álltak. Bemutatták benne a Rubik-kocka kirakásának brit bajnokát, aki el-

mondta, hogy milyen módszert használ verseny közben. A bajnok száználmas vereséget szenvedett egy géptől, amely pontosan ugyanazt a módszert követte. Az algoritmusalkotás buktatóit a teakészítés példáján keresztül élőben mutatták be: Matt Parker időnként önmagát sem kímélve hüén követte a közönség sorából kapott utasításokat, majd a végén Hannah Fry számára ajánlotta fel az elkészült „teát”. Ezekre az alapokra építve arc- és alakfelismerő algoritmusokat is teszteltek a színpadon.

A harmadik rész címe nagyon ígéretes volt: „Hogyan nyerhetünk mindannyian?” (How can we all win?). Ebben sok szó esett arról, hogy van-e olyan probléma, amelyet nem lehet vagy nem szabad matematikai módszerekkel megoldani. Például a mesterséges intelligencia segítségével ugyan akár büntetőügyekben is lehetne az emberi bírónál kimutathatóan hatékonyabban és igazságosabban dönteni, de ezt a társadalom aligha fogadná el. Hannah Fry sokat mesélt az önzetű autók működési elveiről, s a Royal Institution épülete előtti parkolóban be is mutatták a világ leggyorsabban közlekedő ilyen járművét. Végezetül a mesterséges intelligencia és a zene kapcsolatáról volt szó: a közönség látványosan nem tudott különbséget tenni egy Vivaldi által írt darab, és egy Vivaldi stílusát elemző számítógépes algoritmus műve között a hangzás alapján, de maguk a zenészek ezt már könnyen megtették: a program ugyanis olyan részleteket is írt, amelyet hangszereken lejátszani fizikai képtelenség.

A következő karácsonyi előadást 2020 decemberében Chris Jackson színész, Helen Czerski fizikus és Tara Shine környezet-tudós tartja majd „Használati útmutató a Föld bolygóhoz” (Planet Earth: A user's guide) címmel. Nagyon reméljük, hogy a bolygó megéri még ezt a napot.

Lente Gábor





Kutasi Csaba

# A gyepfehérítéstől az okostelefonnal kommunikáló mosógépig



1907-ben a német Henkel & Cie cég kutatói olyan szert fejlesztettek ki, amely forradalmasította a mosás folyamatát. A létrehozott Persil nevű mosószer a porózus szappan mellett nátrium-perborát és nátrium-szilikát (a perborát és szilikát kifejezésekből származik a Persil elnevezés) együttes hatásával lehetővé tette, hogy a textilálya főzése során felszabaduló aktív oxigén finom buborékok formájában a fehérítést is végrehajtsa.



A szagtalan fehérítéssel együtt járó folyamat megszabadította a háziasszonyokat a textilálya dörzsölésétől, kavargatásától, sulykolásától. Így lett a Persil az első „önaktíváló, önműködő” (még nem szintetikus) mosószer (1. ábra). A számos sikeres hazai, már szintetikus szer közül talán a Rapid (amely „egy-maga mos szappan nélkül”, a hajdani Rákospalotai Növényolajgyár terméke) jut az idősebbek eszébe, amit persze több követett. A mosás nehéz fizikai munkájának könnyítése két és fél évszázada foglalkoztatta a feltalálókat.

1. ábra. Korabeli Persil-reklám

## A textiltisztítás története

A mosás egyidős a textilalapú ruházatok megjelenésével. Eleinte csak hideg vízben, mechanikai hatásokkal (sulykolással, kőlapon történő ütögetéssel, klopfolással) távolították el a szennyeződések. A kicsavart fehér textilályaikat a fűre terítették, a napfény fehérítő hatását felismerve előnyben részesítették ezt a módszert (gyepfehérítés). A harmatos fűvön a textilályaiban előforduló vízmolekulák egy része a napfény UV-sugarainak hatására peroxid jellegű vegyületté alakult. Az ebből felszabaduló aktív oxigén a zavaró, elszíneződést okozó anyagokat elszíntelenítette. Az egyiptomi fáraók udvarában már ricinus és salétrom adalékokkal elkészített mosófürdőkben sulykolták a ruháikat. A kecskeszírből és fahamuból főzött szappan is hosszú időig kiváló mosószernek számított. A rómaiak (ahol már mosodák is működtek) a vizelet ammóniartalmát hasznosították tisztításra, a mechanikai behatást a kádba tett ruhák taposása biztosította. A fahamuból nyert, lúgos kémhatású hamuszír szintén jó mosószernek számított annak idején, főként a növényi szálasanyagokból

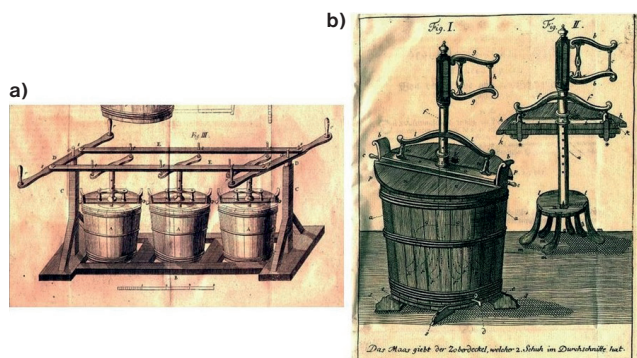
készült textilálya mosásához. Áttörést jelentett a sziksó (nátrium-karbonát) felhasználása, amelyből a zsiradékhozadáásával nyert szappanszerű anyagok már hatékony mosó segédanyagot jelentettek. Később a meleg vizes mosás, majd a főzés szintén elterjedt.

A gyapjúanyagok tisztítását eleinte zsírívó anyagokkal (bentontit vagy kalló föld) végezték. A középkorban is hasonló mosószereket használtak, a bőraxot fényesebb textilfelületek elérésére alkalmazták. Scheele már 1774-ben klóros vizet használt színtelenítésre, fehérítési célokat szolgált a Tennant által előállított klórmész, majd 1886-tól terjedt el a klór lúgos oldata, a hipoklórossav nátriumsója (a hipó). Az 1830-ban megjelent törökvörös-olaj (szulfatált ricinusolaj) volt az első nem szappanalapú mosó segédanyag. A mosószereket előállításánál forradalmi változást hozott a mesterséges szódagyártás feltalálása (Ernest Solvay, 1873). 1913-ban Reychler belga vegyész megalkotta az első szintetikus mosószert, majd a felületaktív anyagok (tenzidek) sora szolgált a háztartási mosást és a nagyüzemi mosó- és tisztítóipart. A hidrogén-peroxid, mint klórmentes fehérítő, később került előtérbe (ugyan a peroxidmolekula első, 1818-as szerkezeti leírása Ternardhoz fűződik), csak 1935 körülre tehető textilfehérítési alkalmazása, amikor kidolgozták a fehérítőszer szabályozott oxigénleadását (így elkerülhetővé vált a szállárosodás).

A háztartási mosás könnyítésével már több mint 250 éve foglalkoztak. A források szerint az első mosást segítő eszközt 1767-ben találta fel Jacob Christian Schäffer. Előzményként egy bizonyos – az angol Stender tervei alapján készült – dán eszközt emlegetnek, amiből Schäffer egyet vásárolt mosást gépesítő elképzelései továbbfejlesztéséhez (2. ábra).

2. ábra. Technikai törekvések a mosás könnyítésére.

- a) Az angol Stender tervei alapján készült dán mosóeszköz.  
b) Jacob Christian Schäffer mosást segítő találmánya





A forgódobos mosószerkezet 1858-ban jelent meg (Hamilton Smith nevéhez fűződik): függőleges dobból állt, a kézi hajtás eleinte egy belső sulykolót mozgatott. 1872-ben kialakult a klasszikus mosógép elődje, egy londoni kárpitos (Henry Sidgier) mechanikai mosószerkezete (a farudakból kialakított dob határozott teknőben helyezte el, amelyet kézi karral forgattak). A 20. század elején megjelennek a különböző mosógépek (a vákuumos mosóharangtól a szárnyas, mosókeresztes, ill. keverőlapátos megoldásokig), amelyeknél a mozgatót szintén külső kézi erő biztosította. Eleinte fából készültek a mosást könnyítő berendezések, mintegy száz éve ismertek a fémből készített és akkoriban fával, szénrel melegített mosógépek, ezután a gáz és az elektromos áram hozott forradalmi változásokat. Az első automata, elől-töltős mosógépek az 1950-es években kezdtek elterjedni, eleinte zománctbevonatú, később rozsdamentes acél anyagú perforált dobkal.

A vegytisztítás – mint szerves oldószer közegű (és kis vizet tartalmazó) – szennyeltávolító eljárás csak a 20. század óta ismert. A „száraz tisztítás” elnevezés onnan ered, hogy a zárt rendszerű tisztítógépen elkészült termék nem igényel szárítást [a szennyezett oldószeres fürdőt kivonják a rendszerből (desztillálás és vízváltás után újra felhasználják), a textílián maradt kis mennyiség gyorsan elpárolog]. A kezdeti, nagyon robbanásveszélyes oldószereket a még tűzveszélyes könnyűbenzin követte, majd az ilyen veszélyeket nem hordozó, bár mérgező klórozott szénhidrogének zárt rendszerű alkalmazása terjedt el. Máig a perklor-etilén alkalmazása jellemző, de komoly fejlesztések folynak ennek kiváltására. Lehet például a magas lobbanáspontú szénhidrogének és glikol-éterek keveréke a megoldás, ez nem veszélyes az egészségre és a környezetre, továbbá szagtalan. Ennek az oldószernek a visszanyerése viszont speciális berendezést igényel (szemben a perklor-etilént és kis mennyiségű vizet is tartalmazó elegy desztillálásával, elválasztásával).

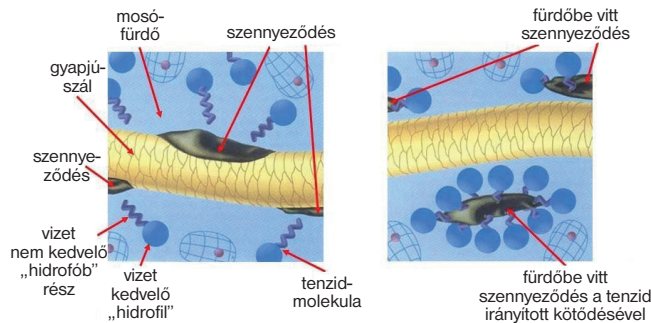
### A tenzidek és egyéb mai mosószer-összetevők

A felületaktív segédanyagok jellegzetessége, hogy molekuláik egy hidrofíli (vizet kedvelő), és egy hidrofób (vizet nem kedvelő, a szilárd fázishoz orientálódó) részből épülnek fel. Így a határfelületen (a mosófolyadék és a textília találkozásánál) irányítottan kötődő segédanyag hidrofób részével a szilárd anyag (pl. szennyeződés) felé, hidrofíli részével a folyadékfázis felé irányul. Emiatt a kapcsolatos segédanyagot többféle elnevezéssel illeték, így került szóba az amfipatikus (mindkettőhöz vonzó), ill. amfifil (két anyagot kedvelő) jelző. A tenzid kifejezést 1960-ban Götte javasolta (a latin tenzió kifejezésből levezetve, azaz a feszültséggel kapcsolatos, utalás a határfelületi feszültség csökkentésére), végül ez a meghatározás vált gyakoribbá. A felületaktív anyag detergens néven is ismert, a latin eredetű kifejezésből (detergo: tisztít, letöröl) származtatva (3. ábra).

A háztartási mosószerekben (akár por alakú, folyékony, gél stb.) a fő hatóanyagot képező, 10–15%-os részarányú tenziden kívül számos egyéb hozzáadót is jelen van.

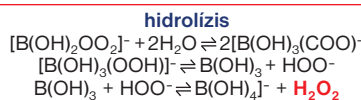
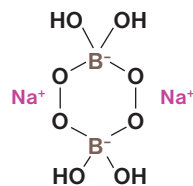
– A vízlágyítók (10–20%) jelenléte a vízben oldott, keménységet okozó kalcium- és magnéziumsók zavaró hatásának megszüntetésére irányul (a kemény vízre érzékeny tenzidösszetevő tisztító hatásának biztosítására, a lerakódások elkerülésére, a kedvező kémhatás elérésére stb.).

– A kémiai fehérítők (kb. 10 %) jellegzetes mosószer-komponensek, amelyek a „color” jelzésű (színes termékekhez ajánlott) mosószereken kívül általában minden készítményben benne van-



3. ábra. A tenzid szennyeződéseeltávolító képessége

nak (főleg a különböző színes foltok, szürkületek eltávolítását segítik elő). Erre a célra elsősorban hidrogén-peroxid-származékokat alkalmaznak, amelyek magasabb hőmérsékleti tartományban fejtik ki hatásukat. A legelterjedtebb a nátrium-perborát, amely a nátrium-metaborát és a hidrogén-peroxid egyesüléséből képződik. A nátrium-perborát vízzel hidrolizál, a bomlás hidrogén-peroxidot és borátot képez (4. ábra).



4. ábra. A nátrium-perborát és a perborát hidrolízise hidrogén-peroxid képződése mellett

– Az optikai fehérítők olyan, általában kékes tónusú – a szálakra színezékként felhúzó – fluoreszkáló szerves vegyületek, amelyek egyrészt a láthatatlan ibolyántúli sugárzás egy részét látható tartományban verik vissza, másrészt a kékítő hatással fokozódik a fehérség. Így a szemünkbe érkező nagyobb mennyiségű visszavert fény növeli a fehérségérzetet, továbbá az emberi szem a kékesfehéret fehérebbnek érzékeli, mint a sárgásfehéret. A fehér termékekre javasolt mosószerek többsége optikai fehérítőt is tartalmaz, így színes termékek ezzel történő mosása kedvezőtlen tónusváltozáshoz vezet (ezért célszerű a „color” jelzésű készítmények használata).

– Az enzimek a bioaktív mosószerek fontos alkotórészei. Ezek a biokatalizátorok az élő sejteken kívül is hatásosan működnek, így kerül sor számos ipari és háztartási felhasználásra, többek között a mosásnál szükséges szennyeltávolítás fokozására.

– A habzásgátlók (1–2%) elnevezésüknek megfelelően a mosószer nemkívánatos kihabzását igyekeznek megakadályozni (olyan vegyületek, amelyek a határfelületről kiszorítják a habképzőket), nem oldódnak a habzó folyadékban, így oldhatatlan határfilmet képeznek.

– A különböző illanyagok az ún. mosólúg és egyéb kellemetlen szaghatások megszüntetését biztosítják, továbbá a mosott textíliának kellemes illatot kölcsönöznek.

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

– Az ún. szürkületgátlók (0,5–1%) a mosófürdőbe vitt szennyeződés textíliára történő visszacsapódását akadályozzák meg mint szennylebegető anyagok (megjegyzendő, hogy az egyes



egyszerűbb technikájú automata mosógépeknél a meleg, mosott textilanyagra rázúduló hideg öblítővíz sajnos szürkületet okoz).

– Egyéb hozzátétként a különböző lúgosító anyagok, lágyító hatású készítmények szerepelhetnek a mosószerkeletben. Az optikai fehérítőt nem tartalmazó „color” mosószerek fontos összetevője egy olyan polimer, amely a mosófürdőbe került színezékszecskéket lebegtetve megakadályozza azok visszakerülését a textilanyagra.

– A töltőanyagok hordozó funkciót látnak el, továbbá térfogatnövelést eredményeznek (szaporítják a mosószer mennyiségét), a mosásban aktív szerepük nincs. A hatékony mosószerek általában 20%-nál kisebb részarányban tartalmaznak töltőanyagot.

A mosószereken kívül a különböző öblítőkből szintén széles körű a kínálat. Megengedett és helyes adagolással döntően alkalmazhatók az öblítők, így kellemes fogás, antisztatizálás, kedvelt illat és a ruha újszerűvé varázslása érhető el. Vannak olyan textiltermékek, amelyeknél a szerkezeti adottságok miatt kedvezőtlen a sűrűdéseszköktést (szilikon alapú hozzátéttel) is eredményező háztartási segédanyagok, az öblítők alkalmazása. Például a fonalszúszásra fokozottan hajlamos szövetek (pl. ritka beállítású, fényes felületű szálaból font fonalból készült, többek között viszkóz alapanyagú termékek) esetében nem célszerű az öblítőszert használnia, miután ennek hatására az amúgy is érzékeny textilálya tolóási hajlama csak fokozódik, sűrűsödő és ritkult kelmerészek megjelenésével.

**A korszerű mosógépek**

Ma már kézenfekvő a centrifugálást is végrehajtó mosógép (az elsőt 1956-ban gyártották), ugyanígy természetes, hogy a lyugatott, rozsdamentes acélból készült dobban három borda van, amelyek a mechanikai megmunkálást a szennyes ruha folyamatos felemelésével és visszajetésével fokozzák (sulykolás). Szintén mindennapos a program során többször előforduló centrifugálás, ami a mechanikus szennyeződéscsökkentésben játszik komoly szerepet.

A mikroelektronika fejlődésével általános törekvéssé vált a textilálya kímélése, a lehető legkisebb kezelési idő elérése, a víz- és energiafelhasználás csökkentése. A nagyobb kapacitású mosógépekben a megnövelt belső tér következtében kisebb a gyűrődés mértéke, másrészt a nagyobb mennyiség egyszerre történő mosása gazdaságosabb. Az intelligens mosási rendszerek alkalmazásával a tisztítási fok javul, a vízfelhasználás optimális. A szenzorok nyomon követik a víz tisztaságát és a habképződést, ennek ismertetében további öblítések kerülnek sorra.

A gépek egyes egységeinek tökéletesítése számos előnnyel jár. Az elektromos fűtőbetétek dupla kerámiabevonata a kemény víz okozta vízkőlerakódást szorítja vissza (a kevésbé porózus felületen a káros vegyületek nehezen tudnak megtelepedni). A frekvenciaváltós (inverter technika) fordulatszám-változtatás igény szerinti dobfordatást, gazdaságosabb és halkabb üzemelést tesz lehetővé. A nagy teljesítményű és megbízható „Direct Drive” motorok közvetlenül a dob tengelyén helyet foglalva (hajtásközvetítő nélkül) végzik a forgatást. A külön hajtóművel közölt nyomtatóvitel hiányában nem lép fel rázkódás, kisebb lesz a zajszint, kedvezőbb az energiafogyasztás.

Az egyszerűbb programbeállítás érdekében az érintésre reagáló nagyméretű LCD kijelzőn az adott országban használatos nyelv külön megválasztható, a célirányos szoftver egyszerűsíti a folyamatok kiválasztását és összehangolását. Lehetőség nyílik saját programok létrehozására is, továbbá az így kialakított művelet-

sor vezérlése elmenthető (így mindig azonos körülmények között kezelhetők adott textiltermékek, egyszerű kódolással). A mosási időknél akár hatféle változat is beállítható, a kijelző információt nyújt a várható mosási teljesítményről (pl. adott szennyezettségű termék tisztára mosásához elegendő-e a választott időszint a mosási beállítások ismeretében). A korszerű gépek képesek az okostelefonnal kommunikálni. Egyes géptípusoknál a program lejárta-ról hangjelzés figyelmeztet (elkerülve a nedves ruha dobban maradásával járó fokozott gyűrődéseket is). A dobbelső-megvilágítással elkerülhető, hogy az ürítésnél kisebb ruhadarab maradjon benn.

A mosószert- adagolók tökéletesítésénél kidolgozták az automatikus vízsugaras átöblítést. Az antibakteriális technikai megoldás a mosószertartónál és a folyadékszivattyúnál gátolja a káros mikroorganizmusok elszaporodását, megakadályozza a kellemetlen szagok képződését (5. ábra).



Direct Drive motor



okostelefonos kapcsolattartás



LCD kijelző



vízsugaras átöblítésű mosószertadagoló

**5. ábra. Új elemek a mosógépben**

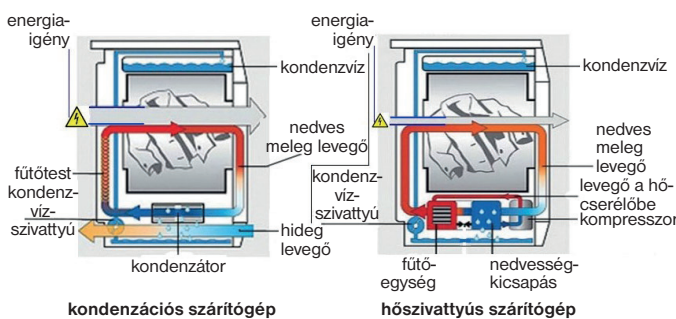
**Példák a korszerű mosógép alkalmazásaira**

Az ún. frissítő mosási lehetőség is megjelenik a korszerűbb mosógépeknél. Az extragyors kezelés (pl. 15 perc 30 °C-os fürdőben) a gyengén ételzagos, dohányfüsttel átjárt, ill. régebben hordott ruhaneműket teszi szagtalaná, ismételt hordásra alkalmassá. A „gőzmosógép” (pontosabban ilyen kezelési körülményre is alkalmas programmal ellátott berendezés) szintén terjedőben van. A gépbe beáramló vizet aránylag kevés energiabefektetéssel egy generátor alakítja gőzzé (a gőzmolekulák kisebbek az összekapcsolódó vízmolekuláknál és hőtartalmuk nagyobb, így rövidebb idő alatt fejtik ki hatásukat). A szakaszos gőzbefűvaskor a dob jól átforgatja a ruhaneműt, így a kedvezőbb gyűrődésfeloldódás is biztosított. A gőzmosógépek egyébként hagyományos vizes közeget, mosószertes fürdővel végzik a mosást. A speciális gőzüzemes („Steam Refresh”) 10–20 perces programot a mosást nem igénylő termékek felfrissítésére és gyűrődéscsökkentésére használják. Az így kezelt ruhadarab vállfán eligazítva rövid szárítás, esetleges simítóvasalás után hordható. Valójában a szakaszosan, kis mennyiségben a dobba befűjt gőz – mintegy hideg – textíliát igény szerint 50–60 °C-ra melegíti csak fel. Nem felel meg a valóságnak, hogy a gőzmosógép a szennyes ruhát kizárólag gőzzel, mosószert és víz nélkül tisztítja. Tehát a gőzprogram a nem



piszkos cikkek teljes tisztítására, csak a környezetből felvett szagokkal terhelt textiltermékek felfrissítésére és gyűrődéseinek mérséklésére szolgál. Ismertek olyan szerkezetek, amelyek az enyhén szennyezett, kellemetlen szagokkal (cigarettafüst, étel-szag stb.) telítődött ruhaneműket átgőzölik. Ezzel a kezeléssel szagmentes lesz a textiltermék, a foltok könnyebben eltávolíthatóvá válnak, a káros mikroorganizmusok elpusztulnak. Ez a „gőzölős gardrób szekrény” is sikeresnek tűnő kezdeményezés.

Egyre több háztartásban gépi szárításra is mód nyílik, a lég-száritó elvén működő technika a textiltermékek gyorsított párologtatási folyamatát biztosítja. A nagy energiaigényű kombinált mosó- és szárítógépek nem váltak be, ezek csak szikkasztják a textíliát, a mosás után a szálak/fonalak között maradó ásványi anyagokat nem távolítják el (szemben a szabadban történő szárítással). Az önálló szárítógépek eredményesen használhatók. A szellőztetési szárítógépnél egy ventilátor fűtőtesten felmelegített meleg levegőt fúj be a forgó dobba (a kiáramló nedves levegő elvezetését meg kell oldani). A korszerűbb kondenzációs szárítógépekben a felmelegített levegő belül kering, és a páratelt levegőt egy vízkondenzátor leválasztja, majd a kondenzvizet tartályba gyűjti. Újabb felmelegítést követően ismét a szárítótérbe kerül a levegő (a körfolyamat végig folyamatosan ismétlődik). A hőszivattyús rendszerű szárítógépek a legkorszerűbbek. Ezek egy „fordított hűtőszekrény” elvén működnek. A fűtőkondenzátor felmelegíti a levegőt, a páratlanító lehűtéssel kicsapja a páratelt levegőből a nedvességet (6. ábra).



6. ábra. Korszerű háztartási szárítógépek

## A „textil-KRESZ”

Több évtizede először a franciák foglalkoztak a textiltermékekre vonatkozó kezelési útmutatók jelképes ábrázolásával. Az állatábrajavaslatok a hatásokat kibíró képességgel, vagy éppen az érzékenységgel foglalkoztak. A piros megjelenítésű elefánt (a sokat kibíró vastagbőrű) piktogram a főzéssel kombinált mosásra utalt, a zöld halgrafika a kíméletes mosást szimbolizálta, a kék macska (a vizet közismerten kerüli) jelkép a vegytisztítást fejezte ki. Volt törekvés arra is, hogy pl. az óramutató-állásokra és adott színekre koncentrálna tájékoztatassák a vásárlót a kezelési körülmények módszeréről, az alkalmazható hőmérsékletéről.

Az 1956-os göteborgi konferencia – amely főként a textíliák minőségjelzésével és a használati-kezelési útmutatók egységes rendszerének kialakításával foglalkozott – óta eltelt több mint 60 év sok változást hozott a „textil-KRESZ” területén. Az első hazai kezelési jelképrendszer 1965 évi bevezetése nemzetközi viszonylatban is úttörő tevékenységnek számított, 1976-ban pedig magyar szabvány (színes grafikai kódcímkekkel is) foglalkozott az akkori négyábrás jelképsorral. A közlekedési jelzésekhez, a jelzőlámpa-színekhez híven igazodó színjelzések okos törekvéseket fejeztek ki (a zöld háttér a korlátozásmentességet, a sárga az óva-

tosságot, a piros a tiltást hivatott kifejezni). Külön jelképek voltak a keverőtárcsás, és külön a kézi vagy forgódobos gépi mosáshoz. A mosási piktogramokon felül a fehérítés, vasalás és vegytisztítás alkalmazható körülményeire szintén voltak színes kódcímkek.

A használati-kezelési útmutatót, a kezelési jelképsort az azóta többször módosított nemzetközi szabvány (ISO 3758) szabályozza nálunk is jelenleg. Amennyiben nem jelképek nélkül (csak szövegesen) adják meg a kezelési körülményeket, minden textilterméken kötelező feltüntetni a nemzetközi szabvány szerinti grafikus kódjelképeket, amellyel a fogyasztók, mosodák, vegytisztítók számára nyújtanak kezelési tájékoztatásokat. Jelenleg a bevarrt, ill. csatolt címkén öt (esetenként hat) jelképnek kell szerepelni „teknő-háromszög-négyzet-vasaló-kör” szerinti sorrendben.

– A teknő (kád) jelkép a mosásra (kézzel vagy géppel végrehajtható) vonatkozó kezelési utasításokat tartalmazza. Magában foglalja az egyéb kapcsolatos nedves kezelések (áztatás, előmosás, öblítés stb.), ill. a víztelenítés (pl. centrifugálás) körülményeit is. Az egyszer aláhúzott jelkép kíméletes, a két párhuzamos vonallal aláhúzott nagyon kíméletes (pl. kézi facsarás tilos) kezelésre hívja fel a figyelmet (utóbbi pl. viszkózból készült textíliáknál írják elő, mert ezek nedves szilárdsága a szárazánál a felére is lecsökkenhet átmenetileg).

– Az egyenlő oldalú háromszög a mosás alatt, ill. után, vizes közegben végrehajtott fehérítés jelképe. Az üres jelkép bármilyen oxidáló hatású fehérítőszer használatát lehetővé teszi, a vonalkázott háromszög esetén csak klórmentes fehérítőszer szabad használni.

– A négyzet a szárítás jelképe, beleértve a gépi dobos és a természetes szárítás jelképeit.

– A vasaló jelkép a benne levő pontokkal a háztartási „preléseles simító hőmegmunkálás” körülményeire utal.

– A kör a vegytisztítás piktogramja, amely a szerves oldószerek „száraz” kezelés mikéntjére ad információkat. A „W” jelölésű kör bekerült a szabványos jelképek sorába mint a professzionális vizes biotisztítás (hivatásos tisztítóban, speciális berendezéssel, környezetkímélő nedves eljárásúként) szimbóluma (az aláhúzással a kíméletes kezelésre hívják fel a figyelmet).

A jelképek átlós áthúzása az adott művelet tiltását jelenti. (7. ábra).



7. ábra. Példa egy kezelési jelképsorra, magyarázattal

Vannak olyan kezelési utasítások is, amelyek jelképpel nem fejezhető ki (pl. kifordítva mosni, optikai fehérítőt tartalmazó mosószer tiltása, öblítő mellőzése stb.). Az ilyen szöveges fogyasztói tájékoztatásokat mindig a forgalmazás helyének megfelelő hivatalos nyelven kell feltüntetni.

## IRODALOM

- [1] Rusznák István (szerk.): Textilkémia I-II., Tankönyvkiadó, Budapest, 1988.
- [2] <https://en.wikipedia.org/wiki/Persil>
- [3] MSZ EN ISO 3758:2012 Textíliák. Jelképekkel megadott kezelési útmutató



Braun Tibor

■ ELTE Kémiai Intézet, MTA Könyvtár és Információs Központ | dr.braun.tibor@gmail.com



Világhírű játékszerek a tudományos kutatás szolgálatában

# Mikrofluidikai berendezések LEGO-téglákból és Rubik-kockából

## Előszó

A mikrofluidika jelenét és jövőjét biztosítottak velük. [1] A kis reagenstérfogatok, a nagy reakciósebességek és a jelentős átteresztőképesség végtelen lehetőséget teremtettek a kémiai szintézisben, anyagtudományban, biológiai és klinikai diagnosztikában. Vitathatatlan, hogy a mikrofluidikai kutatás fejlődő szakaszában van és potenciális további lehetőségei még nem kerültek teljes kihasználásra. Ennek jegyében szeretnénk itt két olyan lehetőséget bemutatni, amelyek a mikrofluidikai kutatásnak talán váratlan oldaláról valósultak meg. Mint a címből is látható, mindkettő a játékszerek területéről származik.

## Bevezetés

Talán a legcélszerűbb, ha a *játékszer* mibenlétére világítunk rá. Játékszer bármilyen olyan tárgy lehet, amely a játék során felhasználható. A játékszerekkel való játék az érzékszervek és készségek fejlesztésén túl felkészíti az igénybevevőket társadalmi szerepeikre is. Manapság a legtöbb játékszer kifejezetten erre a célra tervezik és gyártják, de a játékba szinte bármilyen tárgyat be lehet vonni. Ennek egyik példája az, hogy gyerekek valamely háztartási eszköz vagy tárgyat megszereznek és felhasználják a játék során. Mint a címben láthatjuk, sok minden máshoz hasonlóan, a játékszereket sem egyforma intenzitással használják. Említeni sem kell, mert a közismert sok tárgy intenzív igénybevétele folytán az egész világon ismertté, azaz világhírűvé válik. Ennek számos oka lehet, de a világhír révén a kockák könnyen hozzáférhetőek, tömeggyártás folytán olcsón beszerezhetőek és küllemük is vonzó.

A vonzerő alátámasztására talán felvethetjük a játékszer mellé, illetve kiegészítésére magát a játék fogalmát is, és megem-

líthetjük *Johan Huizinga* holland történészt, aki *Homo Ludens* (A játékos ember) [2] című művében mesterien elemezte a játék, a játékoság több alapvető jellemzőjét és azok fontosságát a civilizáció fejlődésében. Huizinga olyan területeken fedezett fel játékot és játékoságot, ahol azt előtte senki nem tette. Talán ez is hozzájárul majd a továbbiakban a játék, a játékszerek és a tudományos kutatás kapcsolatához.

## Mikrofluidika

Erről a témáról 2017-ben már publikáltam egy cikket, amelynek *A mikrofluidika diadalútja* volt az alcíme. [3] A definíciókat folytatva röviden ismertetjük a mikrofluidikát. „A mikrofluidika a tudomány és a technológiai rendszerek olyan területe, amelyik kis folyadéktérfogatok ( $10^{-8}$ – $10^{-9}$  liter) áramlásával, feldolgozásával és kezelésével foglalkozik, 10-től több száz mikrométer átmérőjű mikrokártyákba vésett, illetve préselt csatornában. Mikrofluidikai berendezésnek nevezhetünk minden olyat, amelyik legalább egy ilyen méretű csatornát használ. A jelentősen csökkentett folyadéktérfogatok, illetve azok áramoltatási tulajdonságai számos rendkívül hasznos lehetőséget nyújtanak folyadékok kis térfogatainak áramoltatására, illetve ezzel járó folyamatok és műveletek nagy érzékenységgel és felbontóképességgel megvalósítására. Mindehhez a mikrofluidika két tulajdonságát veszik igénybe, a kis térfogatok áramoltatását és a szűk csatornában létrejövő lamináris áramlást. Ez alapvetően új lehetőséget teremt például a kémiában, a biokémiában, az orvosi biológiában és a gyógyszerkutatásban.”

## A LEGO

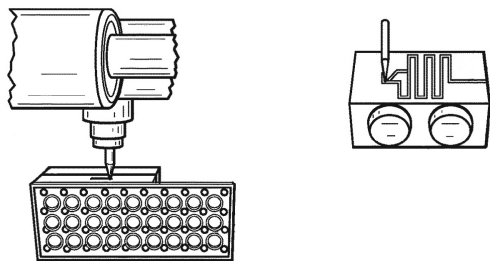
Ezek után rátérhetünk a címben említett egyik játékszerre, illetve annak ismerteté-

sére. Amiről szó van, az a LEGO nevű játékszer, *Ole Kirk Christiansen* dán asztalos találmánya és a világszerte igen sikeres építőjáték védjegyzett neve. Története 1932-ben kezdődött, amikor műanyagból (akril-butadién-sztirol) nagy sorozatban kezdtek gyártani. Mára szinte nincs olyan építmény, amit ne lehetne összeállítani a több mint tízezerféle LEGO-alkatrészből. A LEGO-alkatrészek kulcsfontosságú tulajdonsága, hogy kezdettől fogva egyszoros rendszer részeit képezik, minden újonnan megjelenő darab kompatibilis és összeilleszthető a már megjelentekkel. A LEGO-alkatrészek mérettől, formától, színtől és funkciótól függetlenül valamilyen módon biztosan összepattinthatók a többi alkatrészrel. A LEGO név a dán „LEG GOT!” kifejezésből származik, ami azt jelenti: „Játssz jól!”

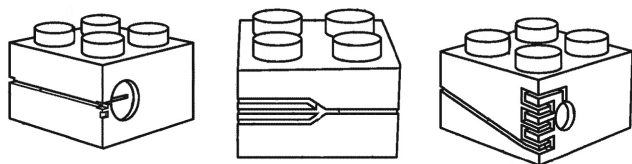
Mint említettük, a mikrofluidika olyan berendezéseket használ, amelyekben két-dimenziós lapocskákkal mikronszelességű csatornákat alakítanak ki olyan elrendezésben, hogy ezekben a folyadékok áramoltatása, tárolása és keverése megvalósítható.

Visszatérve a LEGO-hoz, az úgynevezett LEGO-téglákat nagy pontossággal gyártják úgy, hogy könnyen összepattinthatók. Az amerikai Massachusetts Institute of Technology egyik kutatócsoportja a LEGO-téglákból mikrofluidikai berendezést állított össze és működtetett. [4,5] A kutatók a LEGO-kockák oldalába marógéppel keskeny csatornákat vájtak vagy karcoltak (**I. ábra**) úgy, hogy a téglacsatorna kijárata pontosan illeszkedjen egy másik téglához hasonló bejáratához. A maratott vagy karcolt csatornákat vékony műanyag fóliával ragasztották le. Mindegyik téglát úgy tervezték, hogy a csatornában a folyadékok könnyen áramoljanak.

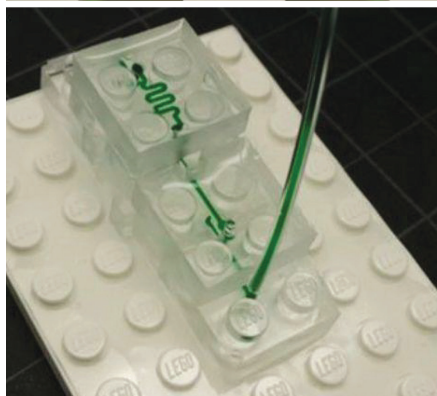
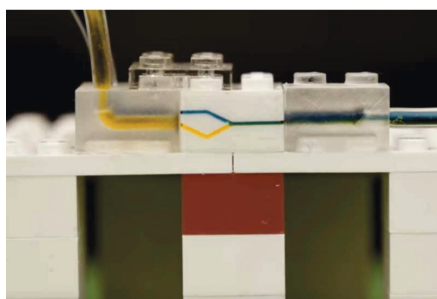
Ugyanazzal az eljárással különböző formájú csatornákat maratottak és különböző folyadékokat áramoltattak a csatornában.



1. ábra. LEGO-tégla maratása (karcolása) marógéppel és maratott csatorna-minták



A folyadékok sikeresen keveredtek a két áramlás találkozásában (2. ábra).



2. ábra. Folyadékcsatornák LEGO-téglaban

A modularitás bemutatására egy alaplapra mikrofluidikai berendezést építettek több olyan LEGO-kocka összepattintásával, amelyek mindegyikét egy folyadékáramlati feladat megvalósítására terveztek. A berendezés építésekor a legnehezebb feladat annak a megakadályozása volt, hogy a téglák összeillesztésénél folyadék szivárogjon. Ennek elkerülésére a LEGO-tégla illeszkedő felületére O formájú mélyedést marattak, amelybe tömítésként ugyanolyan formájú gumigyűrűt illesztettek (O gyűrű). Így két LEGO-tégla összeillesztésénél a gumigyűrűk teljesen megakadályozták a szivárgást (3. ábra). A mikrofluidikában használt LEGO-téglák olyan, a természetes anyagokat utánzó műanyagokból is készültek, amelyek ellenállnak a különböző

kémiai folyamatokban használt folyadékok káros hatásának.

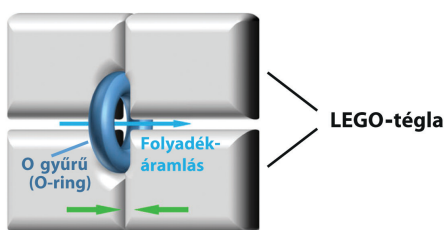
A fentebb említett LEGO-játékszer darabjaiból épített mikrofluidikai berendezések rendkívül eredményesek voltak a kémiai, biológiai, biokémiai és más mikrofluidikai kutatásokban.

### Példák mikrofluidikai LEGO-téglák gyakorlati alkalmazására

Bár az írás játékszerekről szól, külön hangsúlyozni szeretnénk, hogy nincs szó a néha gyerekesnek, bizonyos mértékben komolytalannak tekinthető értelmezésről. Az itt bemutatott játékszereknek – így a LEGO-nak is – valóban komoly köze van a tudományos kutatáshoz, illetve valóban közvetlenül szolgálhatja azt a fontos társadalmi tevékenységet, amit kutatásnak neveznek. A következőkben a fentiekre röviden néhány példát szeretnénk ismertetni. LEGO-téglákból gondosan összeszerelt mikrofluidikai berendezéseket használtak különböző biológiai és kémiai műveletekhez, beleértve molekulák vagy sejtek cseppekbe való szűrését és azok méret szerinti rendezését, folyadékok keverését kísérleti célokhoz vagy például a testben lévő mikro-környezetek utánzását *in vivo* tanulmányokhoz. [6]

Következő példánk az úgynevezett *szervegy-kártyán*-ra (*organ-on-a-chip*) vonatkozik, amiről jelen szerző is már régebben

3. ábra. O gyűrűs tömítés illesztése LEGO-téglák oldalába



publikált, [3] és amit állatok tanulmányozására, gyógyszerválasztásokra és biológiai tesztekre használnak. A mikrofluidikai LEGO-téglákból lehetőségessé vált az említett kártyamodellek megépítése, amelyek jobbák a hagyományos kártyákkal végzett mérési lehetőségeknél azért, hogy egyetlen rendszerben tudták lehetővé tenni a gyógyszerkinetikai és gyógyszerdinamikai méréseket. [7]

Ugyancsak gyakorlati alkalmazást jelent szerves robbanóanyagok meghatározása bonyolult mintákban LEGO-szerű téglákkal. [8]

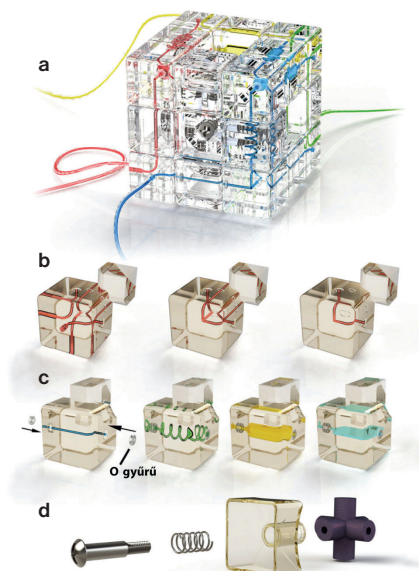
Utolsó példaként még megemlíjtük a mikrofluidikai LEGO-téglák alkalmazási lehetőségét az egyetemi, sőt néha a középiskolai kémiai oktatásban, illetve az ahhoz tartozó laboratóriumi gyakorlatokban. [9]

Mikrofluidikai LEGO-téglákat alkalmaztak az Iowa Állami Egyetem anyagmérnöki karán növények növekedésének és környezetének vizsgálatához. [10] Az Iowai Egyetemen önálló LEGO-téglákat is készítettek 3D nyomtatóval, és ezekből saját berendezést is összeállítottak, amit a dán LEGO-gyárral közösen gondolnak gyártani és forgalmazni. [11]

### A Rubik-kocka

A címben említett másik játékszer Rubik Ernő 1975-ben alkotott, illetve szabadalmaztatott kockája. Úgy véljük, hogy Magyarországon az eredetileg *bűvös kockának*, majd később *Rubik-kockának* elnevezett játékszert nem kell bemutatni, sőt valószínűnek tartjuk, hogy sehol másutt a világon sem kell, annyira ismerős mindenhol. Hatalmas irodalom áll rendelkezésre, elég csupán megemlíteni, hogy a feltaláló Rubik Ernő által írt könyv 2020-ban jelent meg, *A mi kockánk* címmel. Ugyancsak 2020-ban egy kutatócsoport, a kínai Tianjin Egyetem<sup>1</sup> Rubik Ernő kockájától illetve háromdimenziós mikrofluidikai berendezést hozott létre. [12] A kínai kutatók olyan Rubik-kocka kinézetű berendezést állítottak össze, amely áramlatításra, keverésre és tárolásra állítható be a kockarészek egyszerű mozgatásával (4. ábra). A rendszer kinézete Rubik kocka-szerű, de a sarkokon lévő kockákban belső mikrocsatornákat képeztek. Az éleken lévő kockák mikrofluidikai funkciókat látnak el. A csatornákkal ellátott kis kockákat átlátszó műanyag gyantából nyomtatták 3D-nyomtatóval, hogy az átlátszó kockákban a folyadékok áramlását láthatóvá tegyék.

<sup>1</sup> Az egyetemek világrangsorában az 56. helyezett.



4. ábra. Rubik-játékkockán alapuló mikrofluidikai berendezés: a) a teljes kocka, b) a teljes kocka sarokkockás folyadékcsatornákkal, c) a teljes kocka az élen lévő kockákkal, d) a középső kocka és kapcsolódása a többi kockához

### Példák mikrofluidikai Rubik-kocka gyakorlati alkalmazására

Lévén, hogy ezt a „játékert” a kínai szerzők csak 2020-ban ismertették, itt csak az általuk kidolgozott gyakorlati alkalmazásról számolhatunk be. Ők a kockát T alakú csatornák találkozására képezték ki úgy,

hogy áramlaskor folyadékcseppek képződjenek. Víz és olaj áramlásával víz-az-olajban cseppeket hoztak létre tanulmányozásuk céljából.

Ezután a kínai szerzők baktérium-mikrocseppek előállítására is rátértek a kockával. Az ilyen cseppek előállítási eljárása lényegesnek tekinthető egész sor diagnosztikai, genetikai és biomérnöki alkalmazáshoz baktériumfejlődési kutatásokban. A kínai kutatók *Escherichia coli* kultúrát és reszaurint használtak a baktériumok megfigyelésére.

Valószínűnek tartjuk, hogy az idő múlásával számos eredmény születik majd a mikrofluidikai Rubik-kocka biológiai és más kutatási alkalmazásában.

### Utószó

Mint láttuk, mindkét játékszer ígéretes jövőnek néz elébe. Kizárólag az érdekesség kedvéért említjük, hogy az MIT-kutatócsoport által publikált mikrofluidikai LEGO-t leíró cikket [4] 2020-ig nem kevesebb mint 41 folyóiratcikkekben idézték. Legvégül szó szerint idéznék a Kaliforniai Egyetem saját kialakítású mikrofluidikai LEGO-tégláinak célját: „The main goal of this project was to train and educate the next generation of microfluidic developers and researchers by using actual LEGO’s as the building block and assembly platform, our hope was to attract students as early

as young high schoolers to be interested in the field learning microfluidics and stimulate their imagination for new products for applications over the very wide range.” [11]

Fel szeretnénk hívni Olvasóink figyelmét, hogy a LEGO-téglák mikrofluidikai alkalmazását bemutató videófelvétel is megtekinthető a YouTube-on. [13]

### IRODALOM

- [1] G. M. Whitesites, Nature (2006) 442, 368.
- [2] J. Huizinga, Homo Ludens. A study of the play element in culture. Routledge & Kegan Paul, London, 1949.
- [3] Braun Tibor, Magyar Kémikusok Lapja (2017) 4, 109.
- [4] C. E. Owens, A. J. Hart, Lab-on-a-chip (2018) 18, 890.
- [5] C. E. Owens, Master thesis of science and mechanical engineering. Massachusetts Institute of Technology, 2017.
- [6] Y. Sieh, A. Yang et al., A Lego-like swappable fluidic module for bio-chem applications. Sensors & Actuators B: Chemical (2014) 204, 489.
- [7] P. Loskill, S. G. Marcus et al.,  $\mu$ Organo: A Lego-Like Plug & Play System for Modular Multi-Organ-Chips. PLOS One (2015).
- [8] R. C. Irlam, C. Hughes et al., Trace multi-class organic explosives analysis in complex matrices enabled using LEGO-inspired clickable DDD-printed solid phase extraction block arrays. J. Chromatogr. A (2020) 1629.
- [9] D. C. Rackus, I. H. Riedel-Krause, N. Pamm, Learning-on-a-chip. Microfluidics for formal and informal science education. Biomicrofluidics, 2019.
- [10] K. R. Lind, T. Sizmur et al., LEGO Bricks as Building Blocks for Centimeter-Scale Biological Environments: The Case of Plants. PLOS One (2014).
- [11] J. Happich, eeNews, 2017. January 24. <http://www.electronics-eetimes.com/news/lego-bricks-inspire-modular-microfluidics/page/0/1>
- [12] X. Lai, Z. Shi, et al., Nature, Microsyst & Nanoeng. (2020) 6, 27.
- [13] <https://www.youtube.com/watch?v=3TZIPPU5Cio>

## Elhunyt Vízi Béla



Vízi Béla, aki a Jászságból indulva mutatta meg, hogy a szín- és formatermő kémia nemcsak a természettudományos ismeretek bővítésével járul a fejlődéshez, hanem inspirálóan hat a képzőművészeti alkotások megteremtésére is, 2020. augusztus 26-án, életének 85. évében örökre eltávozott.

A 20. század két világegyése között, 1936. május 6-án született Jászapátiban. Mint legtöbb kortársa, ő is érzekelte, tapasztalta, hogy a történelmileg nehéz helyzetben az egyik legfontosabb, amit egy gyermeknek, majd ifjúnak érdemes tenni, az ismeretek lehetőségek szerinti legteljesebb bővítése. Általános iskoláit szülőfalujában fejezte be, s ezt követően debreceni diák lett. A méltán jó hírnevű Debreceni Vegyipari Technikumban érettségizett a történelmi 1956-os esztendőben. Eredményei és felkészültsége alapján a Veszprémi Vegyipari Egyetemre nyert felvételt. Az egyetemi évek alatt oktatói által megismert *tettereje, alaposága és kreativitása* predesztinálta arra, hogy okleveles vegyészmérnökként 1961-ben az Alma Mater egyik alapító tanszé-

kén, az Általános és Szervetlen Kémia Tanszéken tanársegédként kezdje meg szakmai pályafutását.

Első közvetlen találkozásunkra a szervetlen kémiai kiscsoportos laboratóriumi gyakorlaton, a TG- és DTA-vizsgálatok elvégzése során, az 1968–69-es tanévben került sor. A hallgatói termikus laboratórium házi építésű berendezései nemcsak pontos mérésekre szolgáltak, hanem az egyes alkotóelemek működésének bemutatását is lehetővé tették. Így mi, hallgatók „igazi” oktatóeszközökkel tudtuk a szervetlen vegyületek termikus bomlása során bekövetkező változásokat nyomon követni. Később – miután 1973-ban a VE Általános és Szervetlen Kémia Tanszékére kerültem – tudtam meg, hogy a berendezéseket Vízi Béla állította össze 1962-ben, azokat a samott alkatrészeket felhasználva, amelyeket maga készített a Herendi Porcelángyárban. Egy-egy ilyen, vegyészmérnökök képzésében hatékony oktatólaboratórium ki-munkálásához is a fentebb említett tulajdonságokra volt szükség.

A tanszéken később kibontakozó termokémiai kutatások fundamentumát képezte a hallgatói termikus laboratórium az 1964-ben beszerzett, MOM által gyártott derivatográfival megerősödve. Az utóbbival együtt egy UR-10 infravörös (IR) spektrofotométerrel is gazdagodott a Bodor Endre egyetemi tanár által vezetett tanszék. Az új IR-spektrofotométer kedvező feltételeket biztosított Vízi Béla számára, hogy a molekulák rezgési színképének elemzésében, értelmezésében elmélyedjen, és 1966-ban megvédje



a bórsav infravörös színképi alapú normálkoordináta-analízise témában írt egyetemi doktori disszertációját. Folytatva ezt a kutatási irányt magyar ösztöndíjjal nyolc hónapos tanulmányút keretében bővítette ismereteit Trondheimben, a Norvég Műszaki Egyetem Fizikai Kémia Tanszékén. A Sven J. Cyvin docens irányításával végzett kutatások eredményeit és Vizi Béla *tetterejét, alaposágát és kreativitását* is fémjelzi az a nyolc tudományos közlemény, amely norvég és nyugatnémet folyóiratokban jelent meg. A kiemelkedő intenzitású és eredményességű kutatómunka elismeréseként ösztöndíjas idejének végén Vizi Béla megkapta az infravörös molekulaszínképi számítások számítógépi programrendszerrel magyarországi szabad felhasználásra. Ez jelentősen hozzájárult a rezgési spektroszkópiai kutatások veszprémi fejlődéséhez.

Az ugyancsak Veszprémi Vegyipari Egyetemen, de 1966-ben végzett Sebestyén Attila – a Diósgyőri Gépgyárban vegyész mérnökként, majd a Veszprém Megyei Kórházban klinikai vegyész-ként szerzett tapasztalatait követően – 1970-ben lett az Általános és Szervetlen Kémia Tanszék oktatója. Az itt folyó kutatások közül a Vizi Béla által művelt rezgési spektroszkópiai alapú molekulaszervezeti kutatásokhoz csatlakozott. Az immár kétfős kutatócsoport az egyetem számítástechnikai csoportjával együttműködve a Trondheimből származó programrendszert sikerrel adaptálta az Odra számítógépre, előbb saját kódú, majd angol nyelvű számítások elvégzésére. A rezgési spektroszkópia iránt érdeklődő, kiváló hallgatók kapcsolódtak be ebbe a kutatásba, és a Vizi–Sebestyén duó irányításával sok színvonalas szak-, diploma-, valamint tudományos diákköri dolgozat készült el a múlt század hetvenes, nyolcvanas és kilencvenes éveiben, bizonyítva a kutatás és az oktatás gyümölcsöző kapcsolatát. A termékeny évek egyik fontos hozadéka a több mint száz kalkogén- és pszeudokalkogén-molekula normálkoordináta-analízisének elkészítése. Ezeket az eredményeket foglalta össze Vizi Béla a „Jellemző közepes rezgési amplitúdók kalkogén- és pszeudokalkogén-vegyületekben” című kandidátusi értekezésében, amit a Magyar Tudományos Akadémián sikeresen védett meg 1981-ben.

Oktató- és kutatómunkája mellett Béla már az 1970-es években vegyészkollegák arcképeit mutató érmekeket kezdett készíteni. Később molekulák szerkezete által ihletett szobrokat formált fából és bronzból, előbb saját, majd mások örömeire. Az ezredforduló előtti évtizedekben a kémiáról – részben a vegyi anyagok okozta környezetszennyeződés következményeként – kialakult egyfajta nem kedvező társadalmi vélekedés. A 90-es években egyetértünk abban, hogy Béla szobrai képesek lehetnek a hétköznapi szemlélődőnek megmutatni a kémia szépségét, ami a közvéleményre is pozitív hatással lehet. A nemes cél szolgálatában a szobrok hazai kiállításokon, majd Európa számos országában vettek részt osztatlan sikert aratva. Ezt jelzi, hogy a „Rózsaillesat” az I. Európai Kémiai Kongresszus logója, a „Foton részecske” pedig a Holland Királyi Kémiai Társaság Foton-díja lett. Maleczkiné Szeness Márta és Vizi Béla *Kémiai gondolatok – művészi megoldások* című tanszéki kiadványának előszavában Papp Sándor kollégánk fogalmazta meg: „Béla a molekulaszpektroszkópia ismert és elismert művelőjeként gyarapította a tanszék és az Egyetem hírnevét, ami mellett tudományos pályája adott szakaszában sodró erővel foglyul ejtette a szobrászatot.”

Örök álmodban csillagok között lépkedj csendesen, jazig őseid nyomában! Érezd a rózsá illatát, és az alkotó elégedett tekintetével simogasd meg Rózsaillesat szobrodat! A *tetterőd, alaposágod, kreativitásod* által létrehozott értékeket és emberséged emlékeztünkben őrizzük. Nyugodj békében, Béla!

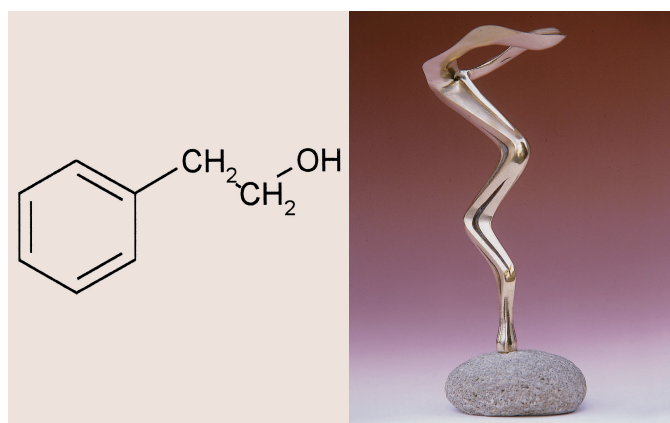
**Horváth Attila**

## Vizi Béla (1936–2020)

1961-ben kerültem a Veszprémi Vegyipari Egyetemre mint elsőéves hallgató. Ott ismerkedtem meg Vizi Bélával, aki abban az évben szerezte a diplomáját ugyanott. Emlékeim szerint ő vezette a szervetlen kémiai gyakorlatot az egyik tankörnek, ebből hat volt, egyenként húszegynéhány hallgatóval. Akkor még nagy igény mutatkozott a vegyész mérnökökre, sok hallgatót vettek fel az egyetemre, így Veszprémbe is. Később megszakadt laza kapcsolatunk, majd a nyolcvanas években, a Magyar Kémikusok Egyesületében találkoztunk újra. Nem a véletlen hozott minket össze, hanem a közös vonzódás a molekulák szépsége iránt. Egy mástól függetlenül fedeztük fel a parányi részecskék szépségét, amely megjelenik a modern számítógépes grafikai ábrázolásokon. Mivel a molekulák is a természet részei, akár csak egy állat, egy táj vagy éppen az ember, lehetnek szépek, szemet gyönyörködtetőek. Nemcsak a vegyésznek, aki nap mint nap velük foglalkozik, hanem a laikus számára is, aki a szimmetria, a formagazdagság, a molekulagrafikai ábrázolásokban alkalmazott színek gazdagsága révén élvezheti az anyag fontos építőköveinek szépségét. Béla, akinek az érdeklődése már a múlt század hatvanas éveiben a szobrászat, elsősorban az érmeke felé fordult, korán meglátta a szépséget a molekulákban, bár nem álltak még rendelkezésre olyan kifinomult számítógépes leképezési módszerek, mint a maiak. Egyre több szobrot készített a kémia formáinak és jelképeinek felhasználásával, a képi gondolkodás kémián belüli lehetőségeinek bemutatására. Ezeket a műveit ismertem meg és szerettem meg. Elsők között volt a világon, akik szoborba öntötték a molekulák szépségét, számos művét sokszorosítottuk a Magyar Kémikusok Egyesületében, hogy ajándékba adhassuk neves vendégeinknek. Talán közülük a legkiemelkedőbbek azok a Nobel-díjas kémikusok voltak, akik a fő előadásokat tartották a Budapesten, 2005-ben rendezett Első Európai Vegyészkonferen szuson. Jean-Marie Lehn, aki nemcsak a kémiában alkotott nagyot, de kiválóan orgonál is, vonzódik tehát a művészetekhez, nagy becsben tartja szobrait, melyeket Béla neki ajándékozott. Bélának tíz könyve jelent meg, harminchárom önálló kiállítása volt, amelyek kémikus látogatói örömmel szemlélhették kutatómunkájuk tárgyát, mások pedig megszerethették a molekulákat, rajtuk keresztül pedig a manapság oly sokszor szidott és elítélt kémiát. Bár nem ez volt a fő célja, hanem egyedül csak a gyönyörködtetés, Béla igen sokat tett a kémia népszerűsítéséért is, amiért a magyar vegyészek mindig szeretettel és tisztelettel fognak adózni az emlékének. Nyugodjék békében!

**Náray-Szabó Gábor**

### Vizi Béla: Rózsaillesat





TÚL A KÉMIÁN

## Modern ógörög építészet

A mozgássérültek középületekbe való bejutását lehetővé tévő rámpák hiányát gyakran kéri számon a mai magyar hatóságokon. Pedig már időszámításunk előtt is lehetett erre igény. Ennek a bizonyítékai tulajdonképpen mindig is láthatók voltak, csak a régészek nem vették őket észre, mert nem kerestek ilyesmit. Egy új tanulmány szerzői néhány jelentős görög archeológiai lelőhelyet bejárva azt tapasztalták, hogy a lépcsők mellett kialakított rámpák leírása gyakran hiányzik a szakirodalomból, noha ezek a valóságban ott vannak. Az olümpiai Zeusz-templom mellett két ilyet is láttak, de az Athénhez közeli Epidaurosban, a gyógyító Aszklepiosz orvoslásról híressé vált szülőhelyén kilenc épület mellett összesen tizenegy rámpát találtak. Közismert, hogy az ókori Görögországban nagyon sokra becsülték az egészséges, minden szempontból karban tartott emberi testet, de a jelek szerint a betegek-ről sem feledkeztek el.

*Antiquity* 94, 1015. (2020)



## Múmiafehérje-analízis meglepetésekkel

Torinóban van az egyiptomi történelmi emlékek legnagyobb Egyiptomon kívüli gyűjteménye. Az itt található, mintegy 4500 éves múmiák egyikét vizsgálták meg egy olyan új technika segítségével, amely sztatikus feltöltött műanyag gömböcskét tartalmazó etilén-vinil-acetát filmet használ mintavételhez. Ez a módszer úgy különíti el fehérjéket összetett elegyekből, hogy közben a műtárgyat nem roncsolja észrevehetően. Az eredeti cél a halál okának a megállapítása lett volna úgy, hogy közben a fehérjék bomlási tulajdonságainak elemzésével megkülönböztetik az ősi fehérjéket a modern szennyezéstől. Ilyen szempontból nem volt sikeres a kísérlet, de egyértelmű bizonyítékot sikerült találni modern gomba- és baktériumfertőzésre, ami a múzeum állagmegóvást végző szakemberei számára nagyon fontos információnak bizonyult.

*J. Archaeol. Sci.* 119, 105145. (2020)



## CENTENÁRIUM



W. F. Hillebrand, G. E. F. Lundell: Volatilization losses of phosphorus during evaporations of phosphates with sulfuric acid or fusions with pyrosulfate  
*Journal of the American Chemical Society* Vol. 42, pp. 2609–2615. (1920. december 1.)

William Francis Hillebrand (1853–1925) amerikai kémikus volt. Heidelbergben szerezte doktori fokozatát 1875-ben, majd az Amerikai Egyesült Államok Földmérő Hivatalánál, később a Nemzeti Szabványügyi Hivatalnál töltött be vezető tisztségeket. Az 1906-os évre az Amerikai Kémiai Társaság elnökének választották. Kimutatta, hogy az uránércekben gáz képződik, de ezt nitrogénként azonosította.

## Whisky-korhatározatlanság



2019-ben egy árverésen egy palack 1926-os whiskyt majdnem 2 millió dollárért adtak el, így az ilyen italok korának bizonyításához elég jelentős anyagi érdek fűződik. Azt már régóta tudják, hogy a 20. század közepén végrehajtott légköri nukleáris tesztek miatt a radiokarbon kormeghatározás nemcsak történelmi távlatokban működik, hanem 1950 és 2015 között keletkezett szerves anyagoknál is. Egy ezzel a módszerrel végzett tesztorozat a whisky-szakemberek számára minden bizonnyal kiábrándító végeredményt hozott: a megvizsgált termékek fele közel sem volt olyan régi, mint ahogy a forgalmazó állította. A legkivívóbb eset egy 1863-asnak hirdetett palack volt, amelynek tartalma valójában 2007 és 2014 között keletkezett.

*Radiocarbon* 62, 51. (2020)

## APRÓSÁG

Egy koronavírus mérete egy hajszál vastagságának mintegy tízezred része.



Ha észrevétele vagy ötlete van ehhez a rovathoz, írjon e-mailt Lente Gábor rovatszerkesztőnek: [lenteg1206@gmail.com](mailto:lenteg1206@gmail.com).

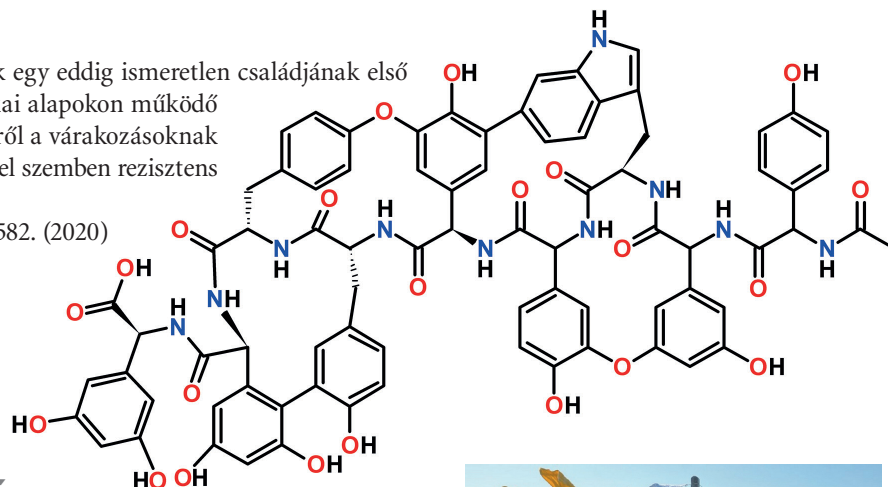
A rovatszerkesztő korábbi írásait is tartalmazó blog elérhető a következő internet-oldalon: [http://lenteg.ttk.pte.hu/ScienceBits/index\\_magyar.html](http://lenteg.ttk.pte.hu/ScienceBits/index_magyar.html)



## A HÓNAP MOLEKULÁJA

A korbomicin ( $C_{79}H_{66}N_{10}O_{22}$ ) antibiotikumok egy eddig ismeretlen családjának első képviselője lehet. Felfedezése egy új, genetikai alapokon működő kutatási stratégiának köszönhető. A vegyületről a várakozásoknak megfelelően azt igazolták, hogy vankomicinnel szemben rezisztens Gram-pozitív baktériumok ellen is hatásos.

*Nature* 578, 582. (2020)

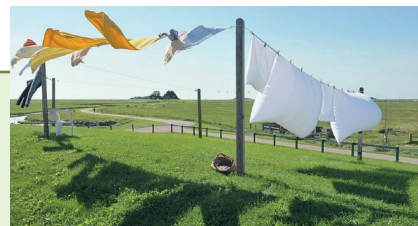


## Mosogatógépekkel a környezetért

Kevés háztartási készülék használata okoz több vitát, mint egy mosogatógépé. A Whirlpool céggel együttműködő amerikai tudósok rengeteg részletre kiterjedő környezeti analízist végeztek ezek működéséről, s ezzel minden bizonnyal nagy segítséget jelentenek az ilyen vitákban. Az eredmények szerint előzetes öblítés nem szükséges mosogatás előtt, de a szilárd anyagdarabok mosás nélküli eltávolítása hasznos lehet. A készülék üzemelése környezetbarátabb, ha a tulajdonos a meleg levegővel való szárítás lehetőségét egyáltalán nem használja. A legfontosabb, de ezzel együtt a leginkább magától értetődő tanács az, hogy csak tele lévő gépet szabad elindítani. A Whirlpool alighanem nem szívesen vette tudomásul, hogy a kézi mosogatásnak van a géphasználtnál is takarékosabb módja: az edényeket meleg, de nem folyó vízben mosogatva, majd egy másik csapnál hideg, de nem folyó vízben leöblítve a legkisebb a környezeti terhelés.

*Environ. Res. Commun.* 2, 021004, (2020)

## A mosott ruhák illata



Minden bizonnyal sokan észrevették már, hogy a mosott ruhák szaga kötélén, napenergiával szárítás után nagyon kellemes lesz. Egy kutatócsoport ennek próbált utánajárni, ezért nedves törölközőket több különböző módon szárítottak meg, majd a hő hatására történő deszorpció termékeit tömegspektrometriával kapcsolt gázkromatográfiával elemezték. A napon szárított ruhák esetében hosszabb szénláncú lineáris aldehidek (pentanal, hexanal, heptanal, oktanal és nonanal) jelenlétét sikerült kimutatni, míg ugyanezek a vegyületek nem vagy csak sokkal kisebb mennyiségben keletkeztek akkor, ha a szárítás nem napon történt. A kísérletekből egyértelműen kiderül, hogy a kellemes szagot okozó molekulák a száradó ruhák felszínén keletkeznek fotokémiai reakciókban.

*Environ. Chem.* 17, 355. (2020)

## Pentagyémánt

A gyémánt a filccímekben ugyan örök, de a számítógépes valóságban nem feltétlenül tudja megőrizni uralkodói státuszát. Japán kutatók kvantumkémiai módszerekkel olyan, stabilnak ígérkező szénallotrópot találtak, amelyben némely szénatom gyémántszerűen négy másikhoz kötődik, mások viszont grafitszerűen csak háromhoz. A szerkezet legszembetűnőbb részletei a sikkatúhoz közel álló ötszögek, ezért a pentagyémánt nevet kapta. A számítások szerint ez az anyag még a gyémántnál is keményebb lehet, s félvezető sajátossága technológiailag is hasznosnak ígérkezik. A szerkezetben lévő nagy üregek miatt sűrűsége jelentősen kisebb lehet, mint a többi allotrópé. Habár az anyag előállítását az elméleti szakemberek nem kíséreltek meg, az eddigi tapasztalatok szerint gyűrűket tartalmazó szerves vegyületek nikkel-katalizált reakcióiban esély lehet a képződésére.

*Phys. Rev. Lett.* 125, 016001. (2020)

## Ősi tekerckirakó DNS-illeszkedéssel

A Holt-tengeri tekercek első darabjait 1947-ben találták a Kurnáni-hegység egyik barlangjában, s nagyon fontos történelmi emlékeknek bizonyultak. Izraeli tudósok nemrég újfajta módon elemezték őket: DNS-analízist végeztek az állati bőrre írt tekerckeken: így azonosították a valóban összetartozó darabokat. Ez igen nehéz feladat volt, mert a dokumentumok bő kétezer évig folyamatos biológiai hatásoknak kitéve álltak egy barlangban, illetve megtalálásuk után az első vizsgálatokat végző tudósok sem jártak el annyira körültekintően, mint manapság szokás. Ennek ellenére sokféle bizonyíték egybevetésével sikerült megoldani a problémát, és remélhető, hogy a kutatócsoport további vizsgálatokra is hatósági engedélyt kap majd.



*Cell* 181, 1218. (2020)



## OKTATÁS

## Az LII. Irinyi János Országos Középiskolai Kémiaverseny döntője 2020. szeptember 10.

Egy évvel ezelőtt azt írtuk a versenybeszámolóinkban, hogy „a 2019-es évben sok minden változott a korábbi évekhez képest...” Örömmel láttuk, hogy olyan dolgokban sikerült változtatnunk (vagy visszatérnünk a korábbi hagyományokhoz), amelyek pozitív visszhangot váltottak ki, így bízunk benne, hogy most már csak finomítani kell kicsit a rendszert. Hát, nem így történt... Ez a „sok minden változott” kijelentés 2020-ra még inkább igaz, csak most sajnos nem az új helyszínről, újfajta és izgalmas laborfeladatokról, új lehetőségekről szólt az idei évad, hanem az új, nehezebb körülményekhez kellett alkalmazkodniuk a felkészítő tanároknak, diákoknak és nekünk, szervezőknek is.

A változás már a szervezés első lépéseinél is kihívást jelentett szervezők és résztvevők számára egyaránt: az iskolák online módon jelentkeztek a diákokat a megadott határidőig az Irinyi OKK honlapján elérhető online rendszert használva. A változás pozitív hozama volt, hogy már a kezdet kezdetén közvetlen kapcsolatot kerültünk az iskolákkal.

Az első, iskolai forduló az évtizedes szokásokat követve zajlott január 23-án, de a február 27-i megyei forduló újraszervezése már nagyobb feladatot jelentett. Köszönjük minden iskola igazgatójának és tanárainak, valamint az egyetemeknek, akik csupán a kémiaoktatás iránti elkötelezettségükből otthont adtak a második fordulónak és vállalták a javítás nem kis feladatát. A második forduló lebonyolításában a következő iskolák vettek részt: *Kecskeméti Katona József Gimnázium; Pécsi Szakképzési Centrum Pollack Mihály Szakgimnáziuma, Szakközépiskolája és Kollégiuma; Földes Ferenc Gimnázium – Miskolc; Budapesti Műszaki Szakképzési Centrum Petrik Lajos Vegyipari, Környezetvédelmi és Informatikai Szakgimnáziuma; Székesfehérvári Szakképzési Centrum Bugát Pál Középiskolája; Révai Miklós Gimnázium és Kollégium – Győr; Szolnoki Széchenyi István Gimnázium; Hamvas Béla Gimnázium és Szakközépiskola – Oroszlány; Mikszáth Kálmán Gimnázium és Kollégium – Pásztó; Dabasi Táncsics Mihály Gimnázium; Kaposvári Táncsics Mihály Gimnázium; Zrínyi Ilona Gimnázium és Kollégium – Nyíregyháza; Szekszárdi Garay János Gimnázium; ELTE Bolyai János Gyakorló Általános Iskola és Gimnázium – Szombathely; Zalaegerszegi Zrínyi Miklós Gimnázium; Szegedi Tudományegyetem, Szerves Kémia Tanszék; Debreceni Egyetem Kémiai Intézet; Eszterházy Károly Egyetem – Eger; Pannon Egyetem – Veszprém.*

A járványügyi helyzet gyors romlása miatt március 11-én reggel a Versenybizottság az eredetileg április 4–5-re tervezett országos döntő elhalasztását hirdette ki, a kormányhatározat az egyetemek bezárásáról még aznap megszületett, két nappal később pedig a közoktatás is áttért digitális módszerekre. A döntőre ezért a következő tanév elején került sor. Az először meghirdetett tervek szerint a szeptember 10-i írásbeli fordulót, amelyet minden résztvevő saját iskolájában ír, szeptember 27-én a legjobb 25% részvételével Debrecenben egynapos laborforduló zárta volna. Ez utóbbiról sajnos a járvány második hulláma miatt le kellett mondanunk, a szóbeli megtartását pedig eleve nem is tervezte a versenybizottság.

Így az országos végeredmény kizárólag írásbeli feladatsorok megoldása alapján jött létre, bár ennek egy-egy feladata – mintegy felkészülve arra az esetre, ami végül be is következett –

mindkét kategóriában olyan jellegű feladat volt, amely máskor a laborgyakorlat része szokott lenni. Bízunk benne, hogy jövőre már lesz alkalmunk megtartani a hagyományos laborfordulót Debrecenben, mert a versenynek fontos része lenne egyrészt a laboratóriumokban való munka, kísérletezés, másrészt az, hogy találkozhassunk, beszélhessünk tanárokkal, diákokkal, egymással.

Ez az idei döntő az összes, diákokat delegáló iskolára is plusz terheket rótt. Köszönjük azoknak a tanároknak, iskoláknak a támogatását, akik a megyei és néhány esetben még az országos forduló megszervezésével is, más iskolák diákjainak a „befogadásával”, a feladatsorok javításával hozzájárultak ahhoz, hogy – ha nem is a szokásos módon, de – idén is le tudjuk zárni a versenyévet, idén is tudjunk döntőt és végeredményt hirdetni. Az országos írásbeli forduló hagyományos közös javítására most nem volt lehetőség, így ezt a munkát nagyrészt a versenybizottság végezte el. Néhány felkészítő tanár azonban önként vállalkozott arra, hogy segíti a javítást – hálásan köszönjük a munkájukat. Köszönjük sok-sok kollégának az ötleteit, tanácsait, véleményét is, amivel segítettek ebben a rendhagyó helyzetben megtalálni a megoldásokat, és minden diáknak és felkészítő tanárnak köszönjük a türelmét, hiszen idén a szokásosnál hosszabb időt kellett várni arra, hogy az országos döntő végső eredményeit megismerhessék.

Az eredményhirdetést is online szerveztük meg november 7-én, részben a Debreceni Egyetemről, részben a Magyar Kémikusok Egyesületének székházából közvetítve az eseményeket. Az eseményt Simonné Sarkadi Livia, a Magyar Kémikusok Egyesületének elnöke nyitotta meg. Ezt egy rövid kisfilm követte a szénmonoxidról és az ózonról, amelyet a Debreceni Egyetem két docense, Buglyó Péter és Lázár István állított össze. A program a diákok és tanáraik által talán leginkább várt résszel, az online eredményhirdetéssel folytatódott, amelynek keretében a díjazott diákok fényképe és neve, valamint a felkészítő tanár és az iskola is megjelent. A verseny ünnepélyes befejező programja Várnagy Katalin, a döntő szervezőbizottságának elnöke zárszavával és a hagyományoknak megfelelően a diákok és tanáraik nevét tartalmazó szalagoknak az Irinyi zászlóra való felkötésével zárult.

A verseny két Irinyi-díjasa (a részt vevő kilencedikes, illetve tizedik osztályos tanulók legjobb eredményt elérő egy-egy versenyzője) **Labancz Barnabás** (Kecskeméti Bányai Júlia Gimnázium, felkészítő tanára: Borsos Katalin) és **Farkas Izabella** (Budapesti Fazekas Mihály Gyakorló Általános Iskola és Gimnázium, felkészítő tanára: Albert Attila). Farkas Izabella ezzel másodszor kapta meg az Irinyi-díjat, hiszen egy évvel korábban is ő nyerte el ezt az elismerést – akkor még a kilencedikesek között.

Az egyes kategóriák 1–3. helyezettjei és a különdíjasok az alábbi diákok lettek:

### I.A kategória

1.	<b>Kiss Mihály</b> , Boldog Brenner János Általános Iskola, Gimnázium és Kollégium, Szombathely (felkészítő tanár: <i>Ernyey Tiborné</i> )
2.	<b>Csonka Illés</b> , Ciszterci Rend Nagy Lajos Gimnáziuma, Pécs (felkészítő tanár: <i>Mostbacher Éva</i> )
3.	<b>Horváth Emese</b> , Váci Szakképzési Centrum Boronkay György Műszaki Technikum és Gimnázium (felkészítő tanár: <i>Berek László</i> )
	<b>Varga Szilárd</b> , Orosházi Táncsics Mihály Gimnázium és Kollégium (felkészítő tanárok: <i>Franciszi László, Nagy Mária-Tibor</i> )



**I.B kategória**

1.	<b>Labancz Barnabás</b> , Kecskeméti Bányai Júlia Gimnázium (felkészítő tanár: <i>Borsos Katalin</i> )
2.	<b>Nemeskéri Dániel</b> , ELTE Apáczai Csere János Gyakorló Gimnázium és Kollégium, Budapest (felkészítő tanár: <i>Sebő Péter</i> )
3.	<b>Papp Marcell Imre</b> , ELTE Apáczai Csere János Gyakorló Gimnázium és Kollégium, Budapest (felkészítő tanár: <i>Sebő Péter</i> )

Az I. kategóriában a legeredményesebb elméleti feladatmegoldó **Labancz Barnabás**, a legeredményesebb számítási feladatmegoldó **Csonka Illés** volt.



Árpád Gimnázium, Tatabánya

**I.C kategória**

1.	<b>Berger Mátyás</b> , Váci Szakképzési Centrum Boronkay György Műszaki Technikum és Gimnázium (felkészítő tanár: <i>Kutasi Zsuzsanna</i> )
2.	<b>Ujvári Viktor</b> , Budapesti Műszaki Szakképzési Centrum Petrik Lajos Vegyipari, Környezetvédelmi és Informatikai Technikuma (felkészítő tanár: <i>Tóth Krisztina</i> )
3.	<b>Bittó Marcell</b> , Budapesti Műszaki Szakképzési Centrum Petrik Lajos Vegyipari, Környezetvédelmi és Informatikai Technikuma (felkészítő tanár: <i>Tóth Krisztina</i> )



Bethlen Gábor Református Gimnázium, Hódmezővásárhely



Batthyány Lajos Gimnázium, Nagykanizsa



ELTE Bolyai János Gyakorló Általános Iskola és Gimnázium, Szombathely



Báthory Líceum, Kolozsvár



III. Béla Gimnázium, Baja

## II.A kategória

1.	<b>Farkas Izabella</b> , Budapesti Fazekas Mihály Gyakorló Általános Iskola és Gimnázium (felkészítő tanár: <i>Albert Attila</i> )
2.	<b>Saracco Lucio</b> , ELTE Apáczai Csere János Gyakorló Gimnázium és Kollégium, Budapest (felkészítő tanárok: <i>Sebőné Bagdi Ágnes, Sebő Péter</i> )
3.	<b>Sajósi Benedek</b> , ELTE Apáczai Csere János Gyakorló Gimnázium és Kollégium, Budapest (felkészítő tanárok: <i>Sebőné Bagdi Ágnes, Sebő Péter</i> )

## II.B kategória

1.	<b>Bagu Bálint</b> , ELTE Apáczai Csere János Gyakorló Gimnázium és Kollégium, Budapest (felkészítő tanár: <i>Villányi Attila</i> )
2.	<b>Dóra Márton</b> , ELTE Apáczai Csere János Gyakorló Gimnázium és Kollégium, Budapest (felkészítő tanár: <i>Villányi Attila</i> )
3.	<b>Palik Dezső</b> , Gyöngyösi Berze Nagy János Gimnázium (felkészítő tanár: <i>Kolozsvári-Nagy Júlia</i> )

## II.C kategória

1.	<b>Bábik Anna Sára</b> , Váci Szakképzési Centrum Boronkay György Műszaki Technikum és Gimnázium (felkészítő tanárok: <i>Mocsári Nóra, Berek László</i> )
2.	<b>Lovász Gergő</b> , Váci Szakképzési Centrum Boronkay György Műszaki Technikum és Gimnázium (felkészítő tanárok: <i>Mocsári Nóra, Berek László</i> )
3.	<b>Teiszler Tamás</b> , Váci Szakképzési Centrum Boronkay György Műszaki Technikum és Gimnázium (felkészítő tanárok: <i>Mocsári Nóra, Berek László</i> )

A II. kategóriában a legeredményesebb elméleti feladatmegoldó **Farkas Izabella**, a legeredményesebb számítási feladatmegoldó **Saracco Lucio** volt.

Kiemelkedő tehetséggondozó munkájukért az alábbi felkészítő tanárokat díjazták:

**Ernyey Tiborné** (Boldog Brenner János Általános Iskola, Gimnázium és Kollégium, Szombathely)

**Berek László** (Váci Szakképzési Centrum Boronkay György Műszaki Technikum és Gimnázium)

Kiemelkedő tehetséggondozó munkájukért az alábbi iskolák kaptak különdíjat:

**Orosházi Táncsics Mihály Gimnázium és Kollégium**

**Németh László Gimnázium és Általános Iskola, Hódmezővásárhely**

Őszintén bízunk benne, hogy a következő évben már hagyományos formában lesz lehetőségünk megszervezni az Irinyi János Középiskolai Kémiaverseny következő „évadát”.

A versenyről további információ található az alábbi oldalakon:

- <http://www.irinyiverseny.mke.org.hu/>: a MKE Irinyi-oldala (innen letölthető a verseny története, a versenykiírás, az egyes fordulók feladatsorai és megoldókulcsaik, valamint fényképek)
- <http://lenteg.ttk.pte.hu/ScienceBits/IrinyiForum.html>: Irinyifórum (ide várjuk a részt vevő tanárok és diákok véleményét – melyeket természetesen a jövő évi verseny szervezésénél igyekeznünk figyelembe venni)

A program részben az Emberi Erőforrások Minisztériuma megbízásából a Nemzeti Tehetség Program és az Emberi Erőforrás Támogatáskezelő által meghirdetett NTP-TMV-M-19-B-0020 azonosító számú 3 000 000 Ft összegű pályázati támogatásból valósult meg.

A rendezvény kiemelt támogatói: a Richter Gedeon Nyrt. és a Sanofi-Aventis Zrt. További támogatóink az Aktiv Instrument Kft., a Laborexport Kft., a Messer Hungarogáz Kft., a Reanal Laborvegszer Kft. és a UNICAM Magyarország Kft.

**Ősz Katalin, Várnagy Katalin**

## TÁMOGATÓK



## MKE-HÍREK

### Előfizetés a Magyar Kémiai Folyóirat 2021. évi számaira

A Magyar Kémiai Folyóirat 2021. évi díja fizető egyesületi tagjaink számára 1400 Ft. Kérjük, hogy az előfizetési díjat a tagdíjjal együtt szíveskedjenek befizetni. Lehetőség van átutalással rendezni az előfizetést a Titkárság által küldött számla ellenében. Kérjük, jelezzék az erre vonatkozó igényüket!

Köszönetet mondunk mindenkinek, aki 2020-ban kettős előfizetéssel hozzájárult a határon túli magyar kémikusoknak küldött Folyóirat terjesztési költségeihez. Kérjük, aki teheti, 2021-ben is csatlakozzon a kettős előfizetés akcióhoz.



## Konferenciák, rendezvények

### Rendezvénynaplár – 2020

április 20–27.	Mendelev Olympiad, 2020 – <b>ELHALASZTVA</b>	Budapest
május 6–8.	MKE Biztonságtechnikai Szeminárium, 2020 – <b>ELHALASZTVA</b>	
május 21–23.	Young Researchers' International Conference on Chemistry and Chemical Engineering (YRICCE III) – <b>ELHALASZTVA</b>	Kolozsvár/ Cluj-Napoca
	XXVII. Kémianári Nyári Továbbképzés – <b>ELHALASZTVA 2021-re</b>	Eger
szeptember 21–24.	18 <sup>th</sup> Central European Symposium on Theoretical Chemistry – <b>ELHALASZTVA 2021-re</b>	Balaton- szárszó
október	Őszi Radiokémiai Napok, 2020 – <b>ELHALASZTVA 2021-re</b>	
november 4.	Kozmetikai Szimpózium, 2020	Budapest
november 16–18.	5 <sup>th</sup> Rubber Symposium of the Countries on the Danube – <b>ELHALASZTVA 2021-re</b>	Szeged
november	Hungarocoat, 2020 – <b>ELHALASZTVA 2021-re</b>	Budapest

## MKE egyéni tagdíj (2021)

Kérjük tisztelt tagtársainkat, hogy szíveskedjenek gondoskodni a **2021. évi** tagdíj befizetéséről. A tagdíj összege az egyes tagdíjkategóriák szerint az alábbi:

- alaptagdíj: 10 000 Ft/fő/év
- nyugdíjas (50%): 5000 Ft/fő/év
- közoktatásban dolgozó kémianár (50%): 5000 Ft/fő/év
- ifjúsági tag (25%): 2500 Ft/fő/év
- gyesen lévő (25%): 2500 Ft/fő/év

Tagdíjbefizetési lehetőségek:

- banki átutalással (az MKE CIB banki számlájára: 10700024-24764207-51100005)
- az MKE Titkárságán igényelt csekken (mkl@mke.org.hu)
- személyesen (MKE-pénztár, 1015 Budapest, Hattyú u. 16. II/8.)

Banki átutalásos és csekkes tagdíjbefizetés esetén a **név, lakcím, összeg rendeltetése** adatokat kérjük jól olvashatóan feltüntetni.

Ahol a munkahely levonja a munkabérből a tagdíjat és listás átutalás formájában továbbítja az MKE-nek, ez a lista szolgálja a tagdíjbefizetés nyilvántartását.

★

Tájékoztatjuk, hogy 2021-től a **Magyar Kémikusok Lapja** nyomtatott változatát csak azok a tagjaink kapják meg, akik 7000 Ft-tal hozzájárulnak a Lap megjelenéséhez és postázásához. Kérjük, ha az on-line hozzáférés mellett a nyomtatott példányt is szeretné megkapni, küldje el nevét és címét az Egyesület Titkárságának (1015 Budapest Hattyú u. 16. 2/8., e-mail: mkl@mke.org.hu).

Tájékoztatjuk tisztelt tagtársainkat, hogy a **személyi jövedelemadójuk 1 százalékának felajánlásából idén 777 010 forintot** utal át a NAV Egyesületünknek.

Köszönjük felajánlásait, köszönjük, hogy egyetértene a kémia oktatásáért és népszerűsítéséért kifejtett munkánkkal. A felajánlott összeget ismételten a hazai kémiaoktatás feltételeinek javítására, a Középiskolai Kémiai Lapok, az Irinyi János Országos Középiskolai Kémiaverseny, valamint a 2020-ban tizenkettedszer megrendezett Kémia tábor egyes költségeinek fedezésére használtuk fel, valamint arra a célra, hogy kiadványaink (KÖKÉL, Magyar Kémikusok Lapja, Magyar Kémiai Folyóirat) eljussanak minél több, kémia iránt érdeklődő határon túli honfitársunkhoz.

Ezúton is kérjük, hogy a 2020. évi SZJA bevallásakor – értékelve törekvéseinket – éljenek a lehetőséggel és személyi jövedelemadójuk 1%-át ajánlják fel az erre vonatkozó Rendelkező Nyilatkozat kitöltésével.

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

**Az MKE adószáma: 19815819-2-41**

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

Terveink szerint 2021-ben az így befolyt összeget ismételten a hazai kémiaoktatás feltételeinek javítására, a Középiskolai Kémiai Lapok, az I.I. Irinyi János Országos Középiskolai Kémiaverseny, valamint 2021-ben tizenharmadszor szervezendő Kémia tábor egyes költségeinek fedezésére használjuk fel.

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

## HUNGARIAN CHEMICAL JOURNAL

LXXV. No. 12. December

CONTENTS

<i>Research, education, leadership. An interview with Professor György Pokol</i>	354
VERA SILBERER	
<i>Celebrating the 75<sup>th</sup> volume of the Journal</i>	
<i>An original article Gábor Náray-Szabó and Gyula Körtvélyessy and a comment by ENDRE BANAI</i>	358
<b>Book review</b>	
<i>Culture and Art of Scientific Discoveries. A Selection of István Hargittai's Writings (Balázs Hargittai, ed.)</i>	365
TAMÁS KISS	
<i>Mária Telkes – the Sun Queen who worked through the 20<sup>th</sup> century</i>	367
KATALIN PAPP	
<i>Santa Claus has inevitably arrived – with algorithms</i>	370
GÁBOR LENTE	
<i>From bleachfields to smartphone controlled washing machines</i>	372
CSABA KUTASI	
<i>Microfluidic devices from LEGO bricks and Rubik's cube</i>	376
TIBOR BRAUN	
<b>Obituary</b>	
<i>Béla Vízi has passed away</i>	378
ATTILA HORVÁTH	
<i>Béla Vízi (1936–2000)</i>	379
GÁBOR NÁRAY-SZABÓ	
<i>Chembits</i>	380
GÁBOR LENTE	
<i>News of the Month</i>	382



## Lépje át a határokat

eddig elérhetetlen LC/MS teljesítménnyel

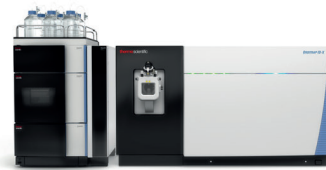
Teljesen új lehetőségek nyíltak meg a komplex analitikai kihívások megoldásában, a kis- és nagymolekulák világában egyaránt. A Thermo Scientific™ Orbitrap™ Tribrid™ nagyfelbontású, nagy tömegpontosságú tömegspektrométerek ötvözik a kiemelkedő szelektivitást, érzékenységet, sebességet és kombinálhatóságot,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



Thermo Scientific™ Orbitrap  
Eclipse™ Tribrid™ MS



Thermo Scientific™ Orbitrap  
Fusion™ Lumos™ Tribrid™ MS



Thermo Scientific™ Orbitrap  
ID-X™ Tribrid™ MS

További információk: [thermofisher.com/tribrid](https://www.thermofisher.com/tribrid)

Kizárólagos képviselet:

**UNICAM Magyarország Kft.**  
1144 Budapest, Kőszeg utca 25.  
Telefon: +36 1 221 5536  
E-mail: [unicam@unicam.hu](mailto:unicam@unicam.hu)  
Web: [www.unicam.hu](http://www.unicam.hu)

# UNICAM



# MAGYAR KÉMIKUSOK LAPJA

2020. évi 75. évfolyamának

## névmutatója



*Szerkesztőbizottság:*

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

*Felelős szerkesztő:*

KISS TAMÁS

*Olasószerkesztő:*

SILBERER VERA

*Tervezőszerkesztő:*

HORVÁTH IMRE

*Szerkesztők:*

ANDROSITS BEÁTA  
BANAI ENDRE  
LENTE GÁBOR  
NAGY GÁBOR  
PAP JÓZSEF SÁNDOR  
RITZ FERENC  
ZÉKÁNY ANDRÁS

*Szerkesztőségi titkár:*

SÜLI ERIKA

Kiadja a Magyar Kémikusok Egyesülete  
1015 Budapest, Hattyú u. 16. 2/8.

*Felelős kiadó:*

ANDROSITS BEÁTA ügyvezető igazgató

A Magyar Kémikusok Lapja  
a Magyar Kémikusok Egyesületének – a MTESZ tagjának –  
folyóirata és hivatalos lapja  
A MAGYAR VEGYIPAR VÁLLALATAINAK  
TÁMOGATÁSÁVAL



## A

*Abonyi János – Czvetkó Tímea – Sebestyén Viktor: Az adattudomány eszköztárának alkalmazási lehetőségei a klímaváltozás kihívásainak azonosításában és kezelésében (Klímaváltozás a kémia és a határterületek szemszögéből – különszám).....K5*

*Antus Sándor: Kommentár Bognár Rezső akadémikus cikkéhez (Jubileum: az MKL 75. évfolyama).....189*

## B

*Bakos Fanni – Erhetics Aron Pál – Jakab Kíra – Károlyi Anna Georgina – Tóth Máté: Tárolási kísérlet „ammónianitrogén” méréséhez.....159*

*Banai Endre: Gondolatok „A vegyipar átalakításának koncepciója”-hoz (Jubileum: az MKL 75. évfolyama).....364*

*Bárány Zsolt Béla: Az új Nat és a kémia – avagy talán semmi sem tisztán fehér vagy fekete (Közoktatás – tanári fórum)...290*

*Barczáné Buvári Ágnes: Komplexkémiai kutatások az ELTE Szervetlen és Analitikai Kémiai Tanszékén (Hazai kutatóműhelyek).....261*

*Bernád Dénes – Punka György: „Magyartarka” testközelből. A Magyar Királyi Honvéd Légierő harci repülőgépein alkalmazott álcázófestékek mérőműszeres elemzése I.....129*

*Bernád Dénes – Punka György: „Magyartarka” testközelből. A Magyar Királyi Honvéd Légierő harci repülőgépein alkalmazott álcázófestékek mérőműszeres elemzése II.....162*

*Bélafiné Bakó Katalin – Takács Piroska – Nemestóthy Nándor: Újabb trendek a membránseparációs műveletek területén...258*

*Bizottságok beszámolóí (MKE küldöttközgyűlés, 2020).....330*

*Bezegh András: Körforgásos gazdaság: a fenntarthatóság nélkülözhetetlen eszköze (Klímaváltozás a kémia és a határterületek szemszögéből – különszám).....K48*

*Bognár Rezső: Zemplén Géza élete és munkássága (1983) (Jubileum: az MKL 75. évfolyama).....186*

*Braun Tibor: Anyagtudományi feszes készítség. Kínai katonai alakulatok 2000 éve.....9*

*Braun Tibor: A homo ludenstől a teniszjátékig. Teniszütők alapanyag-kémiája.....59*

*Braun Tibor: A földi élet átprogramozása. A szintetikus biológia és kémiai vonatkozásai.....93*

*Braun Tibor: Lombikból az étkezéstartalra. Sejtenyésztett hús állati hús helyettesítésére.....191*

*Braun Tibor: Lenyűgöző ionos folyadékok. A szakirodalom exponenciális növekedése.....226*

*Braun Tibor: Űrlifftel a csillagokig. 35 000 km-es nanocső kábelre várva.....272*

*Braun Tibor: Borrá oldott molekulák. Ismeret-erjesztés a szőlőhegy mögül.....296*

*Braun Tibor: A szerelem molekulái. Válogatott szemelvények a személyi érzelmek kémiájából.....338*

*Braun Tibor: Világhírű játékszerek a tudományos kutatás szolgálatában. Mikrofluidikai berendezések LEGO-téglákból és Rubik-kockákból.....376*

## C

*Czvetkó Tímea, lásd Abonyi János.....K5*

## Cs

*Csámpai Antal: Ferrocéntartalmú heterociklusok, köztük potenciális és igazolt antiproliferatív hatással rendelkező származékok.....174*

*Cséfalvy Edit – Horváth István Tamás: Az etanolekvivalens definíciója és alkalmazása a bioetanolból előállítható vegyi anyagok fenntarthatóságának értékelésére.....41*

*Cséfalvy Edit – Horváth István Tamás: Korrekció „Az etanolekvivalens definíciója és alkalmazása a bioetanolból előállítható vegyi anyagok fenntarthatóságának értékelésére” című cikkhez.....177*

*Csesztergi Tamás – Rompos Éva: A dizájner drogok bűnügyi célú analitikai vizsgálata.....151*

*Csont Tamás: Az oxigénérzékelés molekuláris mechanizmusa (Nobel-díj 2019).....52*

*Csupor Dezső: Oxigénes víz (Ködpiszkáló).....58*

*Csupor Dezső: Levegőt! (Ködpiszkáló).....128*

*Csupor Dezső: Élelmiszer-e a kender? (Ködpiszkáló).....190*

*Csupor Dezső: Betiltották a homeopátiát? (Ködpiszkáló).....294*

*Csűrös Zoltán: Textiliparunk helyzete (1947) (Jubileum: az MKL 75. évfolyama).....111*

## E

*Erdey-Grúz Tibor: Beköszöntő (1946) (Jubileum: az MKL 75. évfolyama).....110*

*Erdey-Grúz Tibor: A Magyar Kémikusok Egyesülete 50 éve a hazai kémia szolgálatában (1958) (Jubileum: az MKL 75. évfolyama).142*

*Erhetics Aron Pál, lásd Bakos Fanni.....159*

## F

*Felinger Attila: In memoriam Szepesy László (1928–2019).....64*

## H

*Hancsók Jenő: Mobilitás és klímaváltozás (környezetszennyezés) rendszerszemléletben (Klímaváltozás a kémia és a határterületek szemszögéből – különszám).....K41*

*Holtzer Péter, lásd Szakmány Csaba.....206*

*Horváth Attila: Elhunyt Vízi Béla.....378*

*Horváth István Tamás, lásd Cséfalvy Edit.....41*

*Horváth István Tamás, lásd Cséfalvy Edit.....177*

*Horváth Krisztián, lásd Kristóf János.....347*

## I

*Inczédy János: Ioncserélők alkalmazásának új lehetőségei a kémiai elemzésben (1959) (Jubileum: az MKL 75. évfolyama)...342*

*Inzelt György: Vegyészek, akiknek a lágy műszemlencsét és kontaktlencsét köszönhetjük. Hommage à Otto Wichterle és Drahoslav Lím.....2*

*Inzelt György: Kémiai Nobel-díj 2019-ben a lítiumion-akkumulátorok kifejlesztéséért (Nobel-díj 2019).....49*

*Inzelt György: Erdey-Grúz Tibor cikkéhez (Jubileum: az MKL 75. évfolyama).....150*



## J

- Jakab Kíra, lásd Bakos Fanni.....159  
János Imre: Klímaváltozás: hol tartunk most? (Klímaváltozás a kémia és a határterületek szemszögéből – különszám).....K1

## K

- Kardos Zsuzsanna: Doktoranduszi évek az izoflavonok bővületében (1973–1976). Emlékezés Nógrádi tanár úrra.....11  
Károlyi Anna Georgina, lásd Bakos Fanni.....159  
Keglevich György: Elhunyt Sallay Péter egyetemi magántanár.....102  
Keglevich György: Elhunyt Grün Alajos, a BME Szerves Kémia és Technológia Tanszék docense.....314  
Keglevich György: Trendek és lehetőségek az ipari szerves kémia környezetbarátabbá tételére (Klímaváltozás a kémia és a határterületek szemszögéből – különszám).....K25  
Keglevich Kristóf: Tanár úr kéri (Közoktatás – tanári fórum).....124  
Keglevich Kristóf: „Tanácsolom továbbá, hogy igyál oleum sulfurist vagy vitroli!” (Bobory Dóra (szerk.): *The Correspondence of Boldizsár Batthyány*; Könyvismertetés).....307  
Kiss Edina: A nanotanítástól a bemutatóóráig. Kihívások a tanárrá válás színpadán (Közoktatás – tanári fórum).....182  
Kiss Tamás: Öröm, ha a számításokkal különös jelenségekre tudunk magyarázatot adni. Beszélgetés Szalay Péterrel, az ELTE Kémiai Intézetének egyetemi tanárával, az IAQMS frissen megválasztott tagjával.....38  
Kiss Tamás: Tehetséges tanulókkal foglalkozni öröm, ösztönöz a hozzáállásuk. Beszélgetés Bartal Mónika alapiskolai tanárral.....127  
Kiss Tamás (ford.): IUPAC-centenárium. A kémia lehetővé teszi a „mágikus lövedék” megalkotását.....209  
Kiss Tamás (ford.): IUPAC-centenárium: A kreatív kémikus.....256  
Kiss Tamás: Beszélgetés Joó Ferencsel, a Debreceni Egyetem professor emeritusával, az Európai Kémiai Társaság Chemistry Europe Fellows magyar kitüntetettjével.....286  
Kiss Tamás: „Hívjuk őket röviden tudósoknak” (Inzelt György: *Természettudomány háborúban és békeidőben*; Könyvismertetés).....336  
Kiss Tamás: Minden az arányokon múlik (Hargittai Balázs: *Négy szemközt a tudománnyal. Válogatás Hargittai István írásaiból*; Könyvismertetés).....365  
Körtvélyessy Gyula, lásd Náray-Szabó Gábor.....358  
Közhasznúsági jelentés (MKE küldöttközgyűlés, 2020).....323  
Kristóf János – Horváth Krisztián: Inczédy Jánosról és az ioncserélők alkalmazásáról (Jubileum: az MKL 75. évfolyama).....347  
Kutasi Csaba: Egykori jellegzetes színnyomási kémiai technológiák a textiliparban. Szálon-fejlesztett színezékek.....83  
Kutasi Csaba: A Covid-19 koronavírus elleni védelem textiles szemmel.....168  
Kutasi Csaba: Mikroműanyagok – textiles szemmel is.....178  
Kutasi Csaba: Innovatív anyagkombinációk műszaki textíliák és egyéb alkalmazások céljára.....214  
Kutasi Csaba: Magyar Károly cikke a vegyipar fejlődéséről (Jubileum: az MKL 75. évfolyama).....237  
Kutasi Csaba: A bejrúti katasztrófa margójára.....288  
Kutasi Csaba: Mini kémiai mobillabor.....293  
Kutasi Csaba: 70 éve alapították a Than Károly Könnyűipari Vegyészeti Technikumot (Közoktatás – tanári fórum).....333

- Kutasi Csaba: A gyepfehérítéstől az okostelefonnal kommunikáló mosógépig.....372

## L

- Laky Dóra: Az ivóvízellátás problémái és kezelési lehetőségei (Klímaváltozás a kémia és a határterületek szemszögéből – különszám).....K10  
László Krisztina: A Schay–Nagy-módszer (Jubileum: az MKL 75. évfolyama).....269  
Lázár Tibor: Megélnék a magyar iskolák a jég hátán? Tanári utánpótlás, tanári bérezés, centralizáció. Egy iskolaigazgató töprengése (Közoktatás – tanári fórum).....56  
Lente Gábor: Vegyészletek.....24, 62, 100, 132, 166, 198, .....248, 276, 312, 348, 378  
Lente Gábor: Tudomány-e az ismeretterjesztés? Merengések a Természettudományi Közöny alapításának 150. évfordulóján.....223  
Lente Gábor: Íratlan szabályaink (Érdi Péter: *Ranking*; Könyvismertetés).....244  
Lente Gábor: A szokások hatalma: a 2019-es IgNobel-díjak.....270  
Lente Gábor: Tépő vitathatatlannul itt van, és algoritmusokat hozott.....370

## M

- Magó Károly: Legendák és tények a „magyartarkáról”.....230  
Magyar Károly: A vegyipar fejlődése (1957) (Jubileum: az MKL 75. évfolyama).....235  
Magyarfalvi Gábor: Távoztatás után távolsági diákolimpiák 2020-ban.....279  
Mogyoródi Ferenc: A tudomány és gyakorlati alkalmazása. A vállalati kutatás és innováció hatékonysága.....80  
Mogyorósy György: Mezey Barna (1918–2003) (Jubileum: az MKL 75. évfolyama).....341  
Mohammed S. Orsolya, lásd Ziegler Ildikó.....195  
Murányi Zoltán: Ez is belefért, avagy még két dolog, ami jóvá tette a tavalyi évet (A periódusos rendszer éve).....135

## N

- Nagyházi Márton – Tuba Róbert: A zöld kémia válaszai az éghajlatváltozásra (Klímaváltozás a kémia és a határterületek szemszögéből – különszám).....K20  
Náray-Szabó Gábor – Körtvélyessy Gyula: A vegyipar átalakításának koncepciója (1991) (Jubileum: az MKL 75. évfolyama).....358  
Náray-Szabó Gábor: Vízi Béla (1936–2020).....379  
Nemestóthy Nándor, lásd Bélafiné Bakó Katalin.....258

## P

- Pálinkó István: Főtitkári beszámoló (MKE küldöttközgyűlés, 2020).....318  
Patkós András: Tantárgy-pedagógia, szakmódszertan, tartalomfejlesztő pedagógia. Avagy mit is akartok? (Közoktatás – tanári fórum).....74  
Papp Katalin: Telkes Mária – A Napkirálynő, aki végigkutatta a 20. századot.....367  
Poppe László: Nógrádi Misi és a sztereo-kémia. In memoriam Nógrádi Mihály.....242

Próder István: Magyar vonatkozású kémia- és vegyipartörténeti évfordulók.....	14
Pukánszky Béla, lásd Tátraaljai Dóra.....	K28
Punka György, lásd Bernád Dénes.....	129
Punka György, lásd Bernád Dénes.....	162

## R

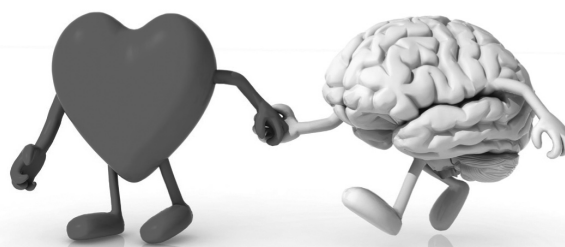
Rácz László: Közel fél évszázad (1959–2000) ( <i>Jubileum: az MKL 75. évfolyama</i> ).....	300
Riedel Miklós: 20. alkalommal adták át a Magyar Kémiaoktatásért Díjat.....	33
Riedel Miklós, lásd Fandel Richárd.....	B3 január
Rompos Éva, lásd Csesztregi Tamás.....	151

## S

Salgó András: Az élelmiszeripar kihívásai: a klímaváltozás hatásai az élelmiszer-biztonságra ( <i>Klímaváltozás a kémia és a határterületek szemszögéből – különszám</i> ).....	K16
Salma Imre: Légkörkémiái folyamatok és éghajlatváltozás ( <i>Klímaváltozás a kémia és a határterületek szemszögéből – különszám</i> ).....	K33
Schay Géza – Nagy Lajos György: Adsorbensek fajlagos felületének meghatározási lehetőségei folyadékegyek adszorpciós izotermáiból (1964) ( <i>Jubileum: az MKL 75. évfolyama</i> ).....	265
Sebestyén Viktor, lásd Abonyi János.....	K5
Silberer Vera: Szegedi kromatográfiai műhelyek. <i>Beszélgetés Péter Antallal, Janáky Tamással és Bartók Tiborral (Hazai kutatóműhelyek)</i> .....	5
Silberer Vera (ford.): IUPAC-centenárius. <i>Ugyanazt gondolja a közvélemény a kémiáról, mint minden tudományról?</i> .....	96
Silberer Vera: Barbiturátok ( <i>Szófejtés</i> ).....	98
Silberer Vera: Bakelit, hangyákkal ( <i>Szófejtés</i> ).....	99
Silberer Vera: Szakmai és emberi korrektség. <i>Beszélgetés Riedel Miklóssal</i> .....	156
Silberer Vera: A vas és a csillagok ( <i>Szófejtés</i> ).....	197
Silberer Vera (ford.): IUPAC-centenárius. <i>Csak a fúzió termelhet elég energiát</i> .....	210
Silberer Vera (ford.): Covid-19 – hol vannak a hatékony antivirális szerek?.....	213
Silberer Vera: Kihívások és eredmények. <i>Beszélgetés Szilágyi Imre Miklóssal</i> .....	218
Silberer Vera: Közösségi kutatás karanténban.....	281
Silberer Vera: A kávézaccból nem csak jósolni lehet.....	298
Silberer Vera: A ragadós glutén ( <i>Szófejtés</i> ).....	309
Silberer Vera: A kéntől az alkoholig ( <i>Szófejtés</i> ).....	310
Silberer Vera: A tantál és a titán ( <i>Szófejtés</i> ).....	311
Silberer Vera: Festmény a szinkrotronban.....	340
Silberer Vera: Kutatás, oktatás, vezetés. <i>Beszélgetés Pokol György professzorral</i> .....	354
Simonné dr. Sarkadi Livia: Jegyzőkönyv (MKE küldöttközgyűlés, 2020).....	321
Surján Péter: Elhunyt Mayer István.....	102

## Sz

Szabadváry Ferenc – Szekeres Gábor: A Magyar Vegyészeti Múzeum terveiről (1966) ( <i>Jubileum: az MKL 75. évfolyama</i> ).....	306
--	-----



Szakmány Csaba – Holtzer Péter: Kémia Mobillabor Projekt ( <i>Közoktatás – tanári fórum</i> ).....	206
Szalai Tamás: Exobolygók és kozmológia: a Világegyetem lokális és globális megismerése ( <i>Nobel-díj 2019</i> ).....	54
Szántay Csaba: Húszéves a Richter Gedeon Alapítvány a Magyar Kémiaoktatásért: elismerés a múltnak, inspiráció a jövőnek.....	282
Szekeres Gábor: Nagy emberek kis történetei (2006) ( <i>Jubileum: az MKL 75. évfolyama</i> ).....	300
Szepes László: Dr. Boksay Zoltán egyetemi tanár (1927–2020).....	275
Szépvolgyi János: Bevezetés ( <i>Klímaváltozás a kémia és a határterületek szemszögéből – különszám</i> ).....	K B2

## T

Takács Piroska, lásd Bélafiné Bakó Katalin.....	258
Tátraaljai Dóra – Pukánszky Béla: A műanyagipar és a műanyagfelhasználás környezeti hatásainak csökkentése ( <i>Klímaváltozás a kémia és a határterületek szemszögéből – különszám</i> ).....	K28
Tóth Máté, lásd Bakos Fanni.....	159
Tömpe Péter: Elhunyt Farsang György, az ELTE egyetemi tanára.....	65
Tompos András: Klímaváltozás és energiaellátás, különös tekintettel a megújuló forrásokra ( <i>Klímaváltozás a kémia és a határterületek szemszögéből – különszám</i> ).....	K36
Tuba Róbert, lásd Nagyházi Márton.....	K20

## U

Ujváry István: A dizájn drogok kémiája napjainkban.....	117
---	-----

## V

Víg András: Néhány gondolat Csűrös Zoltán cikkéhez ( <i>Jubileum: az MKL 75. évfolyama</i> ).....	116
Villányi Attila: 16. Nemzetközi Junior Természettudományi Diákolimpia.....	70
Villányi Attila: In memoriam kémia ( <i>Közoktatás – tanári fórum</i> ).....	254
Vinkler Péter: Hajós György professzor emlékére.....	134

## W

Willin-Tóth Kornélia: Brandenburgi versenyek és bambis üveg – egy teljes élet kellékei. <i>Kobonits Dezsőre emlékezünk</i> .....	13
--	----

## Z

Zádori Antal: A hőátadás berendezései az ásványolajiparban.....	48
Zádori Antal: A légszűrő szerkezete és működése.....	221
Ziegler Ildikó – Mohammed S. Orsolya: Psyche: a NASA Discovery-program 14. missziója. <i>Néhány kérdés elemösszetételről és űrbányászatról</i> .....	195