



Nemzeti Kulturális Alap

A lap megjelenését  
a Nemzeti Kulturális Alap  
támogatja

A kiadvány  
a Magyar Tudományos  
Akadémia támogatásával  
készült



# MAGYAR KÉMIKUSOK LAPJA

A MAGYAR KÉMIKUSOK EGYESÜLETE HAVONTA MEGJELENŐ FOLYÓIRATA • LXXII. ÉVFOLYAM • 2017. ÁPRILIS • ÁRA: 850 FT



Oláh György  
(1927–2017)

# Raman egyszerűen,

A Raman spektrometria, amely korábban a kémiai szerkezetkutatás eszköze volt, mára számos olyan alkalmazási területen is fontossá vált, ahol a felhasználók nem spektroszkópiai szakértők (pl. műtárgyak restaurálása, igazságügy, geológia, vagy gyógyszergyártás). A Thermo Scientific DXR Raman™ spektrométereiben alkalmazott új műszaki megoldások azonban olyan jelentősen leegyszerűsítették a készülékek használatát, hogy a technika helyett elsősorban a kérdésekre és a kapott válaszokra lehet fókuszálni.

**... de kompromisszumok nélkül.**

[thermoscientific.com/raman](http://thermoscientific.com/raman)



**A Thermo Scientific DXR Raman™ mikroszkóp**  
Kutatói szintű teljesítmény szabadalmaztatott adatfeldolgozási eljárásokkal



**A Thermo Scientific SmartRaman™ spektrométer**  
Makro minták egyszerű és automatizált mérése

Kizárólagos képviselő:

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

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

E-mail: [unicam@unicam.hu](mailto:unicam@unicam.hu) • Web: [www.unicam.hu](http://www.unicam.hu)

**UNICAM**  
Magyarország Kft.



## Szerkesztőség:

Felelős szerkesztő: KISS TAMÁS  
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,  
[SZEKERES GÁBOR] örökös főszerkesztő,  
ANTUS SÁNDOR, BECK MIHÁLY,  
BIACS PÉTER, BUZÁS ILONA,  
HANCSÓK JENŐ, JANÁKY CSABA,  
JUHÁSZ JENŐNÉ, KALÁSZ HUBA,  
KEGLEVICH GYÖRGY, KOVÁCS ATTILA,  
KÖRTVÉLYESI ZSOLT, LIPTAY GYÖRGY,  
MIZSEY PÉTER, MÜLLER TIBOR,  
NEMES ANDRÁS, 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  
Email: mkl@mke.org.hu

Kiadja a Magyar Kémikusok Egyesülete  
Felelős kiadó: ANDROSITS BEÁTA  
Nyomdai előkészítés: Planta-2000 Bt.  
Nyomás és kötés: Mester Nyomda  
Felelős vezető: ANDERLE LAMBERT  
Tel./fax: 36-1-455-5050

Terjeszti a Magyar Kémikusok Egyesülete  
Az előfizetési díjak befizethetők a CIB Bank  
10700024-24764207-51100005 sz.  
számlájára „MKL” megjelöléssel  
Előfizetési díj egy évre 10 200 Ft  
Egy szám ára: 850 Ft. Külföldön terjeszti  
a Batthyany Kultur-Press Kft.,  
H-1014 Budapest, Szentháromság tér 6.  
1251 Budapest, Postafiók 30.  
Tel./fax: 36-1-201-8891, tel.: 36-1-212-5303

Hirdetések-Anzeigen-Advertisements:  
SÜLI ERIKA

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

Aktuális számaink 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.2017.04

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



Szomorú hírrrel kell kezdenem: március 8-án, Beverly Hills-i otthonában, 90 éves korában meghalt Oláh György, a magyar származású Nobel-díjas kémikus, a karbokationok kémiájának atyja, a kémiában új trendeket teremtő tudós, a humanista ember, fiataljaink példaképe. Megint egy értéket veszítettünk.

Oláh Györgyről májusi számunkban emlékezünk meg.

Kedves Olvasó, tavaszi lapszámot tart a kezében. Az áprilisi szám kicsit változatos, mint az időjárás, napsütéses, borongós, de szerintünk olvasmányos.

Kiemelném a kémiai tárgyú lapok hozzáférhetőségének jövőjére vonatkozó, Holl Andrásról származó cikket. Két év múlva már minden cikkünk digitálisan hozzáférhető lesz az interneten. Némi bóklászás után támogatónkkal, az MTA Központi Könyvtárával szövetkeztünk teljes állományunk digitalizálásáról a kezdetektől napjainkig. Ez 1980-ig jelent feladatot, mert onnantól számaink már on-line is hozzáférhetők. Ez a munka folyik most a MTA Központi Könyvtárával karöltve és fejeződik be reményeink szerint a jövő évben. Így 2019-ben már biztosan cikkeink az interneten olvashatók, kereshetőek lesznek, tárgy és szerző szerint is. Ez minden bizonnyal nagy segítséget jelent majd olvasóinknak, akik kicsit kutakodni is szeretnének megjelent írásainkban. Könnyű lesz például megtalálni, hogy Darvas Ferencel 2017 áprilisában készült beszélgetés az alkalomból, hogy magyarországi kémikusként elsőként lett ACS Fellow a tudományban elért kimagasló nemzetközi hatású eredményeiért és a magyar-amerikai tudományos kapcsolatok fejlesztésében mutatott kiemelkedő munkásságáért.

Braun Tibor ezúttal az analitikai szenzorok miniaturizálásának eredményeiről ír lebilincselően és az olvasó számára új ismereteket felvillantóan. Van olyan terület, ahol nem szerzett elég jártasságot, hogy ismereteit megossza velünk?

Kapitány János és Tóth Zoltán az oktatástechnológia jelentőségét hangsúlyozzák görög kollegájukkal való beszélgetésük alapján.

Végezetül felhívnom olvasóink figyelmét, hogy a napokban folyik a 2016. év legjobb cikkének kiválasztása a szokásos számítógépes szavazásos módszerrel. E-mailen minden tagunk megkapta erről a tájékoztatást Lente Gábor kollegánktól és a felkérést a személyes szavazásra. Kérjük, éljen a lehetőséggel!

Most pedig hadd kívánjak jó olvasást az áprilisi számunkhoz!

2017. április

*Kiss Tamás*  
Kiss Tamás  
felelős szerkesztő

## TARTALOM

## VEGYIPAR ÉS KÉMIATUDOMÁNY

**Ábrahám Renáta Anita:** Fluortartalmú piperidin- és azepánvázás  
β-aminosavszármazékok szintézisei **106**

## KITEKINTÉS

**Braun Tibor:** A „labor-egy-kártyán”-tól a „szerv-egy-kártyán” át  
a „test-egy-kártyán”-ig. A mikrofluidika diadalútja **109**

**Holl András:** Kémiai tárgyú folyóiratok és publikációk  
az MTA Könyvtárában repozitóriumban **113**

## OKTATÁS

**Tóth Zoltán:** Egyetemi kurzusok hatékonyságnövelése a Mazur-féle  
„egymás tanítása” (peer instruction) módszerrel **116**

**Ritz Ferenc:** Fűtés-mérgezés **121**

Egyre fontosabbá és jelentősebbé kell válnia a kémiatanítás és az új oktatás-  
technológiák kapcsolatának. Beszélgetés **Georgios Tsaparris** professzorral **122**

## KÖNYVISMERTETÉS

Szenyvezett területek felmérése és monitorozása  
(szerkesztette: **Gruiz Katalin, Meggyes Tamás, Fenyvesi Éva**) **124**

## VEGYIPAR- ÉS KÉMIATÖRTÉNET

**Kutasi Csaba:** 200 éve született Irinyi János, a zajtalan és robbanásmentes  
biztonsági gyufa feltalálója **126**

## VEGYÉSZLELETEK

**Lente Gábor** rovata **130**

## A HÓNAP HÍREI

**132**



Címlap:  
Oláh György  
(1927–2017)

Ábrahámi Renáta Anita

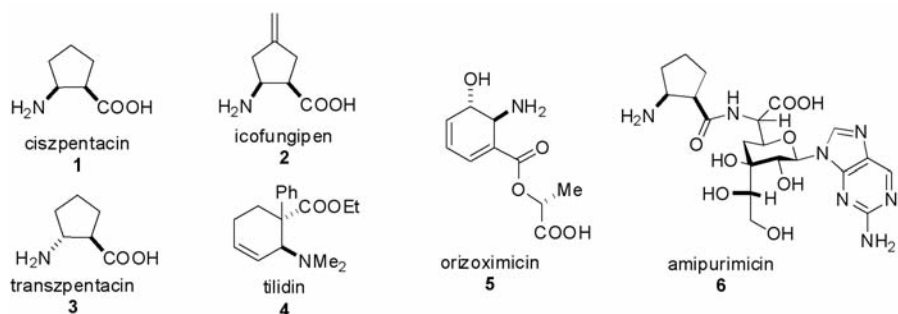
SZTE Gyógyszerkémiai Intézet

# Fluortartalmú piperidin- és azepánvázas $\beta$ -aminosavszármazékok szintézisei

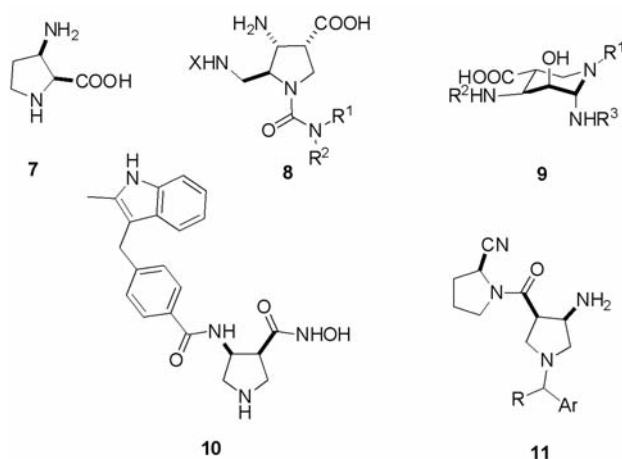
**F**armakológiai hatásuknak köszönhetően a ciklusos  $\beta$ -aminosavakra az elmúlt 20 évben egyre nagyobb figyelem irányult a kémikusok, illetve biokémikusok körében. A ciklusos  $\beta$ -aminosavak különböző bioaktív, valamint természetes eredetű vegyületek kulcselemei,  $\beta$ -laktámok prekursorai. E vegyületcsaládon belül a biológiaiilag aktív, farmakológiai szempontból fontos kismolekulák közé tartozik a természetben is előforduló antifungális hatású ciszpentacin (1), exometilén-csoportot tartalmazó származéka, az icofungipen (2), valamint az antibakteriális hatással rendelkező orizoximicin (5). Az aril-szubsztituált származékok közül a tilidin (4) analgetikus hatású (1. ábra) [1].

A bioaktív heterociklusos  $\beta$ -aminosavak legnagyobb csoportját a nitrogéntartalmú heterociklusok alkotják. Az *N*-heterociklusos  $\beta$ -aminosavszármazékok jelentős biológiai aktivitásuk révén fontos vegyületcsalád mind a gyógyszerési kémia, mind a szerves kémia számára. Számos piperidin- vagy pirrolidinvázis  $\beta$ -aminosavszármazék antivirális, illetve antibakteriális hatással rendelkezik. Néhány képviselőjük neuraminidáz-inhibitor tulajdonsága miatt potenciális influenzaellenes szer (2. ábra) [2].

A gyógyszeremolekulák között egyre növekszik a fluortartalmú vegyületek aránya. A fluoratom nagy elektronegativitása révén jelentős változásokat idéz elő a molekulákban, így például megváltozik a molekula polárossága, metabolikus stabilitása, valamint biológiai hatása [3]. Egyes fluortar-



1. ábra. Bioaktív ciklusos  $\beta$ -aminosavszármazékok



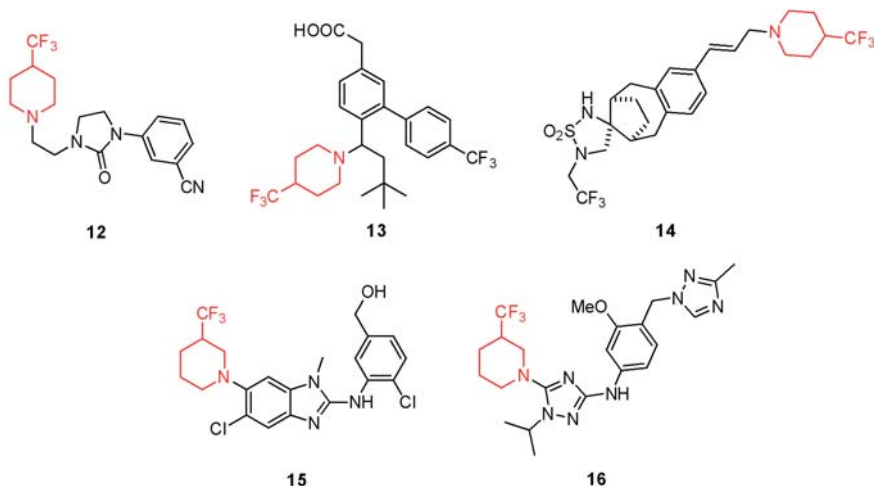
2. ábra. Bioaktív heterociklusos  $\beta$ -aminosavszármazékok

talmú  $\alpha$ - és  $\beta$ -aminosavak daganatellenes vagy antibiotikus hatású vegyületek [4]. A gyógyszerési kémiában fokozott figyelem irányul a fluortartalmú pirrolidin- és piperidinszármazékokra, amelyek megtalálhatóak néhány hatóanyagban, például az MK-0657-ben, az MK-0731-ben és a noceprevirben [5]. Fluortartalmú azepánvázas vegyületekről az irodalomban kevés adat ismert, azonban a változatosan funkcionizált analógok fontossága miatt fokozott figyelem irányulhat rájuk a jövőben [6]. Az irodalomban számos olyan bioaktív ve-

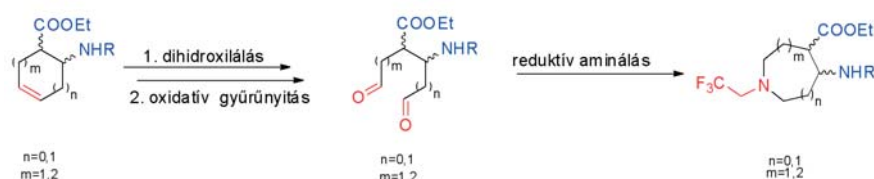
gyület ismert, amely szerkezete trifluorometilpiperidin elemet tartalmaz [7] (3. ábra).

A  $\beta$ -aminosavak biológiai aktivitása, valamint a fluortartalmú szerves molekulák gyógyászati jelentősége miatt kutatómunkánk során célul tűztük ki egyszerű és hatékony sztereokontrollált szintézismódszerrel, új, trifluorometilcsoportot tartalmazó piperidin- és azepánvázas  $\beta$ -aminoészter regio- és sztereoizomerek előállítását. A szintézis fő lépései: telítetlen ciklusos  $\beta$ -aminosavak olefinok oxidatív hasí-

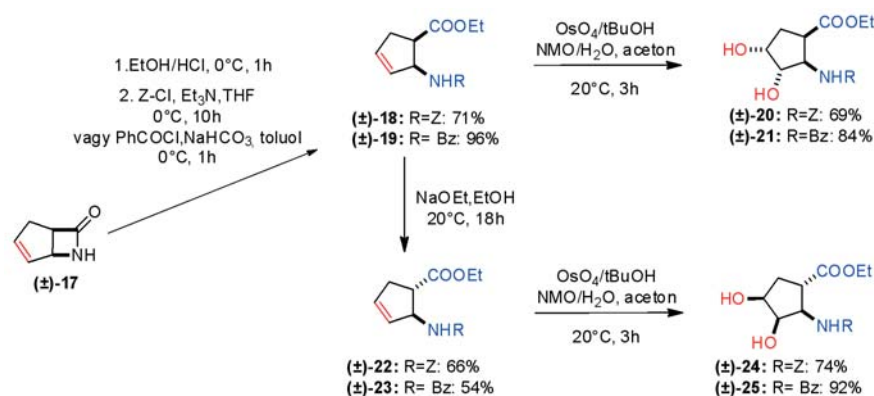
A szerző a Szegedi Ifjú Szerves Kémikusok Támogatásáért Alapítvány – a SZAB Szerves és Gyógyszerkémiai Munkabizottsággal és az MKE Csongrád Megyei Csoportjával közösen rendezett – 15. tudományos előadótalálón tartott „Fluortartalmú piperidin- és azepánvázas  $\beta$ -aminosavszármazékok szintézisei” című előadásával Hermez István-díjat nyert.



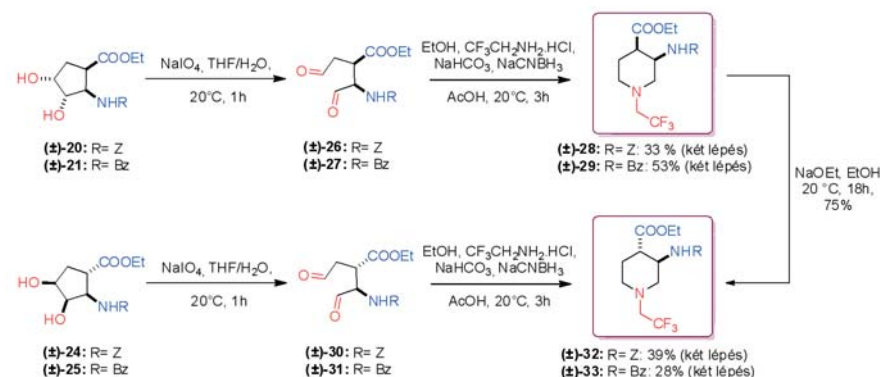
3. ábra. Trifluorometilpiperidin szerkezeti elemet tartalmazó bioaktív vegyületek



4. ábra. Trifluorometilcsoportot tartalmazó vegyületek szintézise



5. ábra. Dihidroxilezett ciklopentánvázis  $\beta$ -aminoészter sztereoizomerek szintézise



6. ábra. Trifluorometilcsoportot tartalmazó piperidinvázis  $\beta$ -aminoészter sztereoizomerek szintézise

tása, majd a keletkező diformil-intermedierek redukzív gyűrűzárása a kereskedelmi forgalomban kapható 2,2,2-trifluoretilamin jelenlétében (4. ábra).

A szintézisút első lépéseként biciklusos  $\beta$ -laktám-gyűrű (±)-17 sósavas etanollal 0 °C-on elvégzett nyitását követően benzilklórformiát, valamint benzoil-klorid rea-

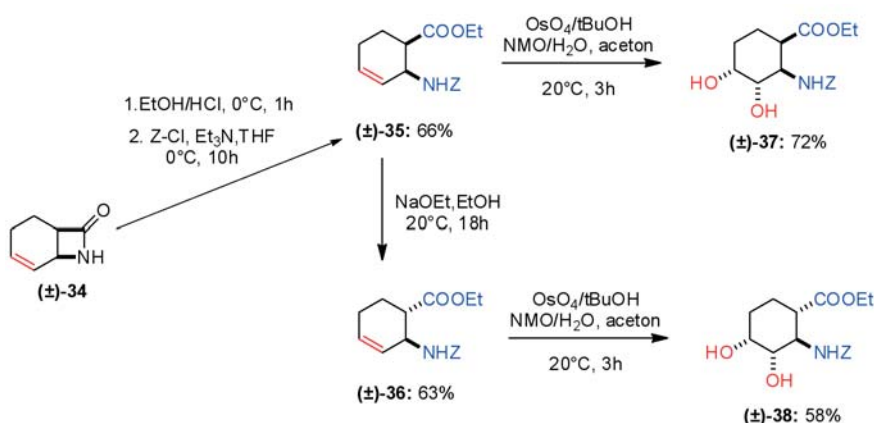
gensekkel bázis jelenlétében megfelelő *N*-védett (±)-18 és (±)-19 *cisz*- $\beta$ -amino-észtereket nyertük, amelyekből a C=C *cisz*-dihidroxilálását 1,2 ekvivalens NMO-val és katalitikus mennyiségű ozmium-tetroxid-dal végeztük. Ennek eredményeként a megfelelő dihidroxilált (±)-20 és (±)-21 vegyületekhez jutottunk. Az *N*-védett *cisz*- $\beta$ -aminoészterből nátrium-etiláttal etanolos közegben, izomerizációval állítottuk elő a (±)-22 és (±)-23 *transz*-izomereket, melyek olefinkötésének diollá történő oxidálását elvégezve kaptuk a (±)-24, (±)-25 sztereoizomereket [8] (5. ábra).

A következő lépésben a (±)-20 és (±)-21 diolokat felhasználva nátrium-perjodáttal oxidatív gyűrűnyitást hajtottunk végre, melynek eredményeként a megfelelő instabil (±)-26 és (±)-27 dialdehidszármazékok keletkeztek [8]. Ezeket a diformil-intermediereket izolálás nélkül redukzív aminálással alakítottuk tovább 2,2,2-trifluoretilamin jelenlétében. A reakciót etanolos közegben hajtottuk végre, redukálószerként nátrium-cianoborohidridet alkalmaztunk, valamint katalitikus mennyiségben ecetsavat használtunk. Így kaptuk a megfelelő piperidinvázis (±)-28 és (±)-29 *cisz*- $\beta$ -aminoészter sztereoizomereket. Hasonló technikával a (±)-24, illetve (±)-25 diolból a (±)-32 és (±)-33 trifluorometilcsoportot tartalmazó piperidinvázis *transz*- $\beta$ -aminoészterekhez jutottunk. A (±)-32 és (±)-33 *transz*- $\beta$ -aminoészterek alternatív úton is előállíthatók a (±)-28 és (±)-29 vegyületekből C-4 epimerizációval nátrium-etiláttal etanolos közegben (6. ábra).

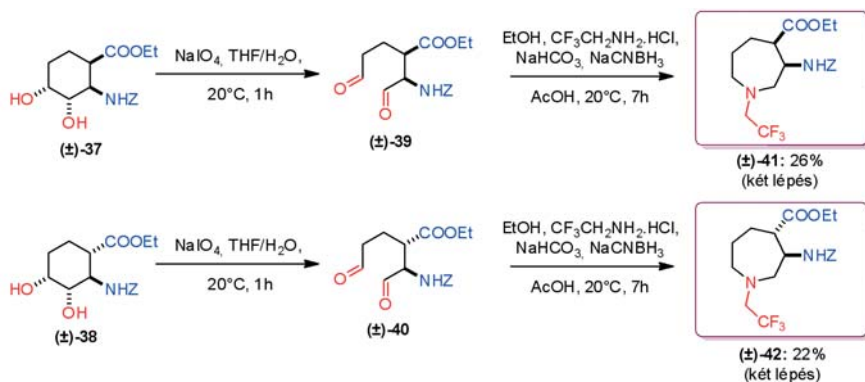
Az előbbihez hasonló útvonalat követve a (±)-34 biciklusos béta-laktámból kiindulva a (±)-35 és (±)-36  $\beta$ -aminociklohexén-karboxilát izomerekkel elvégezve az oxidációt *cisz*-szelektív dihidroxilálással kaptuk meg a (±)-37 és (±)-38-as vegyületeket (7. ábra).

Mindkét dihidroxilált  $\beta$ -aminoészteren az oxidatív gyűrűnyitást követően redukzív gyűrűzárással kaptuk meg a megfelelő trifluorometilcsoportot tartalmazó azepánvázis  $\beta$ -aminoészter sztereoizomereket (±)-41 és (±)-42 (8. ábra).

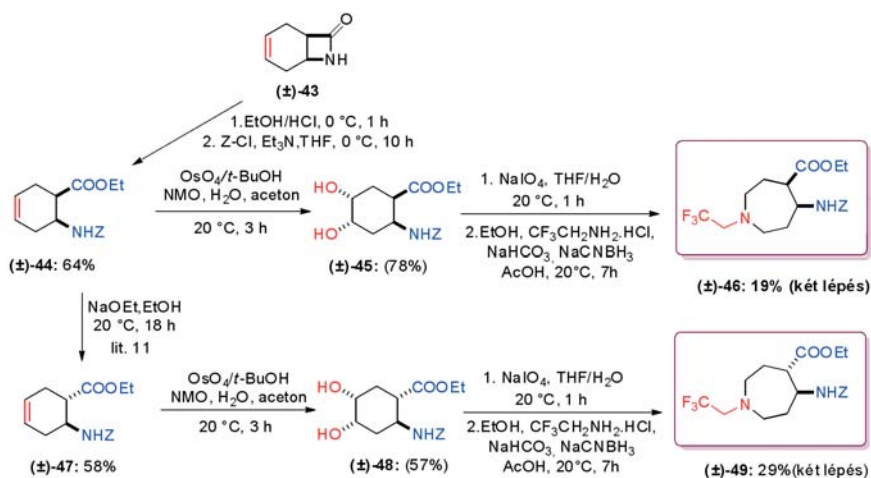
Ezek regioizomerjeit a (±)-43 biciklusos béta-laktámból kiindulva a (±)-44 és (±)-47  $\beta$ -aminociklohexén-karboxilát sztereoizomerekhez jutottunk. Ezekkel elvégezve a C=C *cisz*-dihidroxilálását OsO<sub>4</sub>/NMO rendszerrel kaptuk a megfelelő 4-es és 5-ös helyzetben dihidroxilezett (±)-45, illetve (±)-48 analógokat. Továbbiakban nátrium-perjodáttal elvégezve az oxidatív gyűrűnyitást és a sztereokontrollált gyűrűbővülést, kaptuk a (±)-46 és a (±)-49 számú



7. ábra. Dihidroxilezett ciklohexánvázis  $\beta$ -aminoészter sztereoizomerek előállítása



8. ábra. Trifluorometilcsoportot tartalmazó azepánvázis  $\beta$ -aminoészter sztereoizomerek szintézise – I.



9. ábra. Trifluorometilcsoportot tartalmazó azepánvázis  $\beta$ -aminoészter sztereoizomerek szintézise – II.

azepánvázis trifluorometil-egységet tartalmazó *cis*-, illetve *transz*-sztereoizomereket, ahol a gyűrű N-atomja és a karbamát-csoport között 3 C-atom távolság van (9. ábra).

A szerző köszönetét fejezi ki témavezetőinek, Dr. Kiss Lorándnak és Prof. Fülöp Ferencnek.

IRODALOM

[1] (a) Kiss, L.; Fülöp, F. Chem. Rev. (2014) 114, 1116. (b) Grygorenko, O. O. Tetrahedron (2015) 71, 5169. (c) Risseuw, M.; Overhand, M.; Fleet, G. W. J.; Simone, M. I. Amino Acids (2013) 45, 613.  
[2] a) L. Kiss, E. Fülöp, Chem. Rev. (2014) 114, 1116. b) B. Kazi, L. Kiss, E. Forró, F. Fülöp, Tetrahedron Lett. (2010) 51, 82.  
[3] (a) Wang, J.; Sánchez-Roselló, M.; Aceña, J. L.; del Pozo, C.; Sorochinsky, A. E.; Fustero, S.; Soloshonok, V. A.;

Liu, H. Chem. Rev. (2014) 114, 2432. (b) Fluorine in Pharmaceutical and Medicinal Chemistry: From Biophysical Aspects to Clinical Applications, Imperial College Press, London 2012. Edited by Gouverneur, V. and Müller, K. (c) Purser, S.; Moore, P. R.; Swallow, S.; Gouverneur, V. Chem. Soc. Rev. (2008) 37, 320.

[4] (a) Mikami, K.; Fustero, S.; Sanchez-Rosello, M.; Aceña, J. L.; Soloshonok, V. A.; Sorochinsky, A. Synthesis (2011) 304. (b) Acena, J. L.; Sorochinsky, A. Soloshonok, V. A.; Synthesis (2012) 1591. (c) Salwiczek, M.; Nyakatura, E. K.; Gerling, U. I. M.; Ye, S.; Kokscha, B. Chem. Soc. Rev. (2012) 41, 2135. (d) Absalom, N.; Yamamoto, I.; O'Hagan, D.; Hunter, L.; Chebib, M. Aust. J. Chem. (2015) 68, 23. (e) Qiu, X. L.; Qing, F. L. Eur. J. Org. Chem. (2011) 3261. (f) Vogensen, S. B.; Jørgensen, L.; Madsen, K. K.; Jurik, A.; Borkar, N.; Rosatelli, E.; Nielsen, B.; Ecker, G. E.; Schousboe, A.; Clausen, R. P. Bioorg. Med. Chem. (2015) 23, 2480.  
[5] (a) Orliac, A.; Routier, J.; Charvillon, F. B.; Sauer, W. H. B.; Bombrun, A.; Kulkarni, S. S.; Pardo, D. G.; Cossy, J. Chem. Eur. J. (2014) 20, 3813. (b) Fustero, S.; Sanz-Cervera, J. E.; Aceña, J. L.; Sánchez-Roselló, M. S. Synlett (2009) 525. (c) Artamonov, O. S.; Slobodyanyuk, E. Y.; Volochnyuk, D. M.; Komarov, I. V.; Tolmachev, A. A.; Mykhailiuk, P. K. Eur. J. Org. Chem. (2014) 3592. (d) Artamonov, O. S.; Slobodyanyuk, E. Y.; Shishkin, O. V.; Komarov, I. P.; Mykhailiuk, P. K. Synthesis (2013) 45, 225. (e) Verniest, G.; Piron, K.; Van Hende, E.; Thuring, J. W.; Macdonald, G.; Deroose, F.; De Kimpe, N. Org. Biomol. Chem. (2010) 8, 2509. (f) Wu, L.; Chen, P.; Liu, G. Org. Lett. (2016) 18, 960. (g) Yan, N.; Fang, Z.; Liu, Q. Q.; Guo, X. H.; Hu, X. G. Org. Biomol. Chem. (2016) 14, 3469.  
[6] (a) Beng, T. K.; Wilkerson-Hill, S. M.; Sarpong, R. Org. Lett. (2014) 16, 916. (b) Patel, A. R.; Liu, F. Tetrahedron Lett. (2013) 69, 744.  
[7] J. Wang, M. Sánchez-Roselló, J. L. Aceña, C. del Pozo, A. E. Sorochinsky, S. Fustero, V. A. Soloshonok, H. Liu, H. Chem. Rev. (2014) 114, 2432  
[8] a) L. Kiss, B. Kazi, E. Forró, F. Fülöp, Tetrahedron Lett. (2008) 49, 340. b) G. Benedek, M. Palkó, E. Wéber, T. A. Martinek, E. Forró, F. Fülöp, Eur. J. Org. Chem. (2008) 3724. c) M. Nonn, L. Kiss, E. Forró, Z. Mucsi, F. Fülöp, Tetrahedron (2011) 67, 4079.  
[9] (a) Kiss, L.; Forró, E.; Martinek, T. A.; Bernáth, G.; De Kimpe, N.; Fülöp, F. Tetrahedron (2008) 64, 5036. (b) Kiss, L.; Forró, E.; Fülöp, F. Tetrahedron Lett. (2006) 47, 2855. (c) Cherepanova, M.; Kiss, L.; Fülöp, F. Tetrahedron (2014) 70, 2515. (d) Benedek, G.; Palkó, M.; Wéber, E.; Martinek, T. A.; Forró, E.; Fülöp, F. Tetrahedron: Asymmetry (2009) 20, 2220.

ÖSSZEFOGLALÁS

Ábrahám Renáta Anita: Fluortartalmú piperidin- és azepánvázis  $\beta$ -aminosavszármazékok szintézisei

Kutatómunkánk során új trifluorometilcsoportot tartalmazó piperidin- és azepánvázis  $\beta$ -aminoészter regio- és sztereoizomereket szintetizáltunk. A szintézisút sztereokontrollált, a kiindulási vegyületek szerkezete meghatározza a végtermékek királiscentrumainak a konfigurációját. A sztereokontrollált szintézisút fő lépései a telítetlen biciklusos  $\beta$ -aktámok C=C kettős kötésének oxidatív hasítása, majd a keletkező diformil-intermedierek redukív aminálása 2,2,2-trifluoretilammal.

Braun Tibor

ELTE Kémiai Intézet, MTA Könyvtár és Információs Központ | braun@mail.iif.hu

# A „labor-egy-kártyán”-tól a „szerv-egy-kártyán” át a „test-egy-kártyán”-ig

## A mikrofluidika diadalútja

### Bevezetés

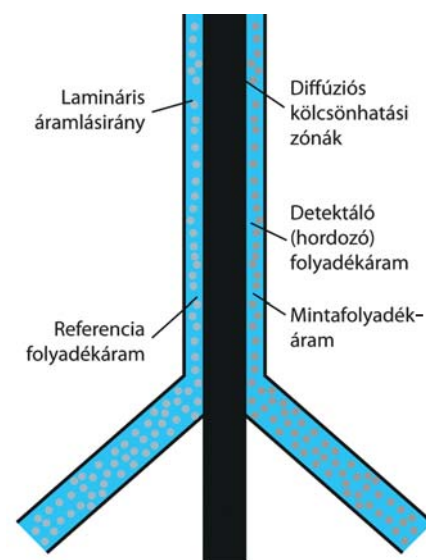
Jelen dolgozat elején nem tudunk néhány etimológiai, illetve fordítási kérdést elkerülni. Ez már azért sem lehetséges, mert a fenti címszavak zöme, mint feltételezhető, az angol nyelvből származik. Angolul ezek elnevezése „Lab-on-a-Chip”, „Organ-on-a-Chip” és „Body-on-a-Chip”. Ezen utóbbi még „Human-on-a-Chip”-ként is használatos. Ezeknek még a magyar nyelvben nincs általánosan elfogadott megfelelője. A fentiekben, mint látható, a „chip” szó a közös nevező, bár ennek fordítása a magyar nyelvben a szakirodalomban néha az eredeti „chip”-ként, illetve magyarítottan „csip”-ként is szerepel, illetve használatos. Ez ellen jelen szerzőnek több kifogása is van főleg abból a szempontból, amiből a dolgozatban a jobb áttekintés miatt használatra kerülnek. Az első kifogás az, hogy úgy véljük, a *chip* fogalmat és kifejezést már az angol nyelv, és ezáltal a magyar nyelv is, az elektronikában és a számítástechnikában értelmezésileg is monopolizálta. Ennek alátámasztására vegyük a „chip” wikipédiabeli definícióját[1]: „integrált áramkör, szilíciumlapra épített kicsiny elektronikai eszközök és az ezeket összekötő vezetékhalózat összessége”. A második kifogás a fenti definícióban szereplő méret, azaz a *kicsiny* ellen van. Az angol *chip*-et ugyanis az internetes SZTAKI angol–magyar szótár így fordítja: szilánk, repeszdarab, kőszilánk, fahulladék, fémhulladék, forgács, fémgforgács, szelet. Az e dolgozatban szereplő eszközök e méretjellemzésnek nem felelnek meg. Úgy véljük ugyanis, az utóbbinak a kártya, illetve a kártyaméret a jobb, helyesebb megfelelője. A kár-

tya a magyar nyelvben közismert szó, aminek hallatán a méret is valószínűleg mindenkinél világossá válik. Tartozunk még itt az angolban használt „-on-a” fordításával. Ezt szintén a jobb érthetőség érdekében „egy”-ként fordítottuk. Mindezek miatt tartottuk a legmegfelelőbbnek a dolgozat főcímében szereplő fordításokat használni.

### Mikrofluidika

A mikrofluidika [2,3] egyik legjelentősebb jellemzője az, hogy a folyadékok kis átmérőjű csatornáknak való áramlása során a felület/térfogat hányadosa arányosan nő a méret csökkenésével, és ez számos új mérési lehetőséget nyújt, amint a továbbiakban látni fogjuk.

A mikrofluidika a tudomány és a technológiai rendszerek olyan területe, amelyik kis folyadéktérfogatok ( $10^{-9}$ – $10^{-10}$  liter) áramlásával, feldolgozásával és kezelésével foglalkozik tíztől több száz mikrométer átmérőjű, a fenti eljárásokkal mikrokártyákba véselt, illetve préselt csatornáknak. Mikrofluidikai berendezésnek nevezhetünk minden olyat, amelyik legalább egy ilyen méretű csatornát használ. A jelentősen csökkentett folyadéktérfogatok, illetve azok mozgatási, áramoltatási tulajdonságai számos rendkívül hasznos lehetőséget nyújtanak folyadékok és például sejtek nagyon kis térfogatainak áramoltatására, illetve az ezzel járó folyamatok és detektálások nagy érzékenységgű és felbontóképességgű megvalósítására. Gyors mérésekhez ezeknek az eszközöknek csekély a helyigénye. Mindehhez a mikrofluidika a rá jellemző két tulajdonságát veszi igénybe: a kis térfogatok



1. ábra. Laminaris áramlás [4]

áramoltatását és a szűk csatornáknak létrejövő laminaris áramlást (1. ábra). Ezáltal alapvetően új lehetőségeket teremt a kémiában, a biokémiában, az orvosi biológiában és a gyógyszerkutatás során.

Valószínűnek tűnik, mint említettük, hogy a mikrofluidika létrejöttét és megvalósítását a legjelentősebb és legjellemzőbb módon a mikroelektronikának köszönheti. A legelső kutatásokban és mikrofluidikai alkalmazásokban a mikrocatornák kialakítását kvarc- és üvegekártyákra valósították meg. Azonban kiderült, hogy ezeket a kártyákat rendkívül eredményesen helyettesíthetik a préselt és öntött műanyag kártyák. A mikrofluidikai kutatásokban és fejlesztésekben kvarc- és üvegekártyák helyett, illetve mellett a poli(dimetiloxan-dimetilsziloxán)-ból (PDMS) készült kártyákat is bevezették. A PDMS optikailag

átlátszó, lágy elasztomer. Párhuzamosan azonban más polimerek, például polikarbonátok, illetve poliolefinok igénybevétele is folyt és folyik. Az a könnyedség, amivel az új és még újabb elképzeléseket a PDMS-sel ki lehetett próbálni, és öntéssel, vagy préseléssel mikrofluidikához alkalmassá tenni, a PDMS-t a kutatások és technológiai megvalósítások kulcsfontosságú anyagává tették a mikrofluidika fejlődése során. A PDMS-kártyák hasznos tulajdonsága a rugalmasságuk is.

Mint említettük, a folyadékok áramlásának két formáját különböztethetjük meg csövekben, illetve csatornában: a lamináris és a turbulens áramlást. A lamináris áramlás esetében a fluidum valamely jellemző helyzetének sebessége állandó környezeti körülmények esetében nem lehet az idő véletlen függvénye.

Ennek következményeként konvektív anyagátadás csak az áramlás irányában jöhet létre. A Reynolds-szám a folyadék tehetetlenségi és viszkozitási erői hányadosának arányát jelzi, és azt is, hogy egy áramlás lamináris-e. Laminárisnak mondjuk az áramlást, ha a viszkozitási erők uralják a folyadék áramlását a csatornában. Eredetileg a számot *Osborne Reynolds* javasolta 1883-ban áramlások jellegének a leírására. A kis Reynolds-szám lamináris, vagy réteges áramlást jelez, azaz olyat, amiben a folyadékáramok egymással párhuzamosan áramlanak, s csak konvektív és molekuláris diffúzióval keverednek (**1. ábra**). A nagy Reynolds-szám turbulens áramlásra jellemző, azaz olyanra, aminél különböző folyadék-„csomagok” gyors keveredést idéznek elő a csatornában. A lamináris és turbulens áramlás közötti átmenet jellemzően  $Re = 2000\text{--}4000$  értéknél történik. A Reynolds-számot ( $Re$ ) a következő képlet írja le:

$$Re = \nu \rho l / \mu,$$

ahol  $\nu$  a folyadék áramlásának átlagos sebessége a csatornában,  $\rho$  a folyadék sűrűsége és  $l$  a csatorna keresztmetszete,  $\mu$  a kinematikus viszkozitása. Például víz áramlására egy  $100\ \mu\text{m} \times 100\ \mu\text{m}$  méretű csatornában  $10\ \text{cm/s}$  sebességgel körülbelül  $10$ -es Reynolds-szám a jellemző. Ez az áramlás így messzemenően lamináris. Viszont egy  $2 \times 2\ \text{mm}$ -es csatornában  $10\ \text{m/s}$  sebességgel áramló víz Reynolds-száma  $20\ 000$ .

Ugyancsak példaként említhető, hogy a diffúziós anyagátadás  $100$ -szor gyorsabb, ha a rendszer  $10$ -szer kisebb, például analitikai elválasztások esetében. Ugyanez érvényes a hőátadásra is. Ezért a mikrofluidikai lamináris áramlás elősegítésére több különböző erő vehető igénybe, például a

nyomás hatása és az elektrooszmózis alkalmazása.

Nyomással való működtetésre mikrofluidikai kártyáknál általában külső vagy a kártyákba beépített pumpákat vesznek igénybe. Elektrooszmotikus nyomás akkor jön létre, amikor egy poláros folyadék érintkezik a szilárd kártyacsatorna felületével és elektromos tér hatása alá kerül. A poláris folyadékkal való érintkezésnél a csatorna fala elektromos töltést vesz fel. Ez elektromos töltésátrendeződést hoz létre a folyadékban, azaz elektromosan ellentétesen töltött vékony ionréteget hoz létre a csatorna falán. Ezt merev rétegnek (stern layer) is nevezik. Ennek külsején vastagabb töltésréteg képződik, amit diffúz rétegnek nevezünk. Ez a réteg a merev réteg polaritásához hasonló töltéseket tartalmaz. A merev réteg ionjai rögzítettek, míg a diffúz rétegbeliek mobilisak. Amikor a csatornára elektromos erő hat, a diffúz réteg töltése folytán mobilissá válik. Például egy kvarckártyában kialakított csatorna felülete felületi bevonatokkal negatív töltésűvé válik. Amikor ez a felület kapcsolatba kerül a folyadékkal, az abban lévő pozitív ellenionok a felületre koncentrálnak a negatív töltés ellensúlyozására. Ez diffúz réteget eredményez, amit az elektromos tér mozgásba hoz. A létrejövő egyenes irányú áramlás profiljának sebessége a következő képlet szerinti:

$$v = \frac{\zeta \epsilon \gamma E}{4\pi \mu},$$

ahol  $v$  a folyadéktömeg sebessége,  $\zeta$  a csatornafal zeta-potenciálja,  $\epsilon$  a folyadék,  $\gamma$  a vákuum dielektromos állandója,  $E$  a ráható elektromos tér erőssége és  $\mu$  a folyadék viszkozitása.

A mikrofluidikai kártyákat különböző formákban gyártják annak érdekében, hogy sokféle mintafeldolgozásra és alkalmazásra megfelelővé váljanak. Ezekben kémiai, biológiai, orvosbiológiai és gyógyszerészeti

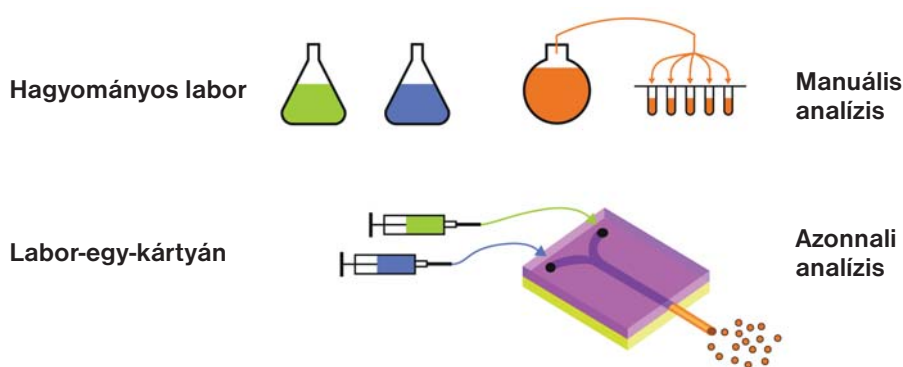
mintaoldatok, illetve reagensek külső megfigyelése, áramoltatása, átírányítása, ágaztatása, keverése, elválasztása stb. oldható meg. A megfelelő eszközökkel ezek egymáshoz és külső berendezésekhez, például pumpákhoz, detektorokhoz csatlakoztathatók [2–5].

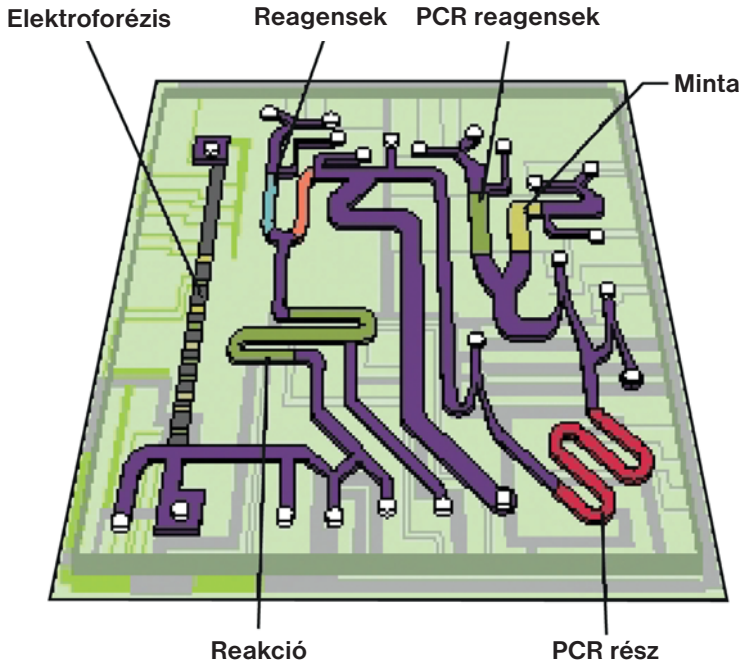
## Labor-egy-kártyán

A múlt század ötvenes éveinek végén felfedezték az integrált nyomtatott áramköröket [4]. Az összes elektronikai komponens egyetlen félvezetőre, eleinte germánium-, később szilíciumlapkákra integráltak, s tranzistorokból, ellenállásokból, kondenzátorokból és megfelelő csatlakozóikból álló áramköröket hoztak létre: ezáltal feleslegessé vált az alkatrészek kézi összeszerelése. Az integrált áramkörök építése által ihletve a múlt század kilencvenes éveiben mikrofluidikai kártyákból, csatlakozókból, valamint külső pumpából és detektorokból kialakuló integrált mikrofluidikai berendezések kialakítására adódott lehetőség. Ezeket a szakirodalomban a *Lab-on-a-Chip* névvel jellemezték [5].

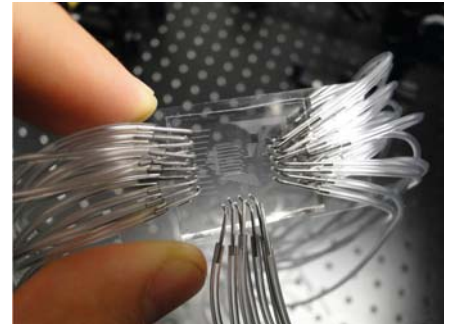
A „labor-egy-kártyán”-t általában kémiai, analitikai, bioanalitikai, orvosanalitikai és gyógyszervizsgálati feladatok megoldására alkalmazták. A következőkben erre néhány példát mutatunk be. A **2. ábra** egyszerű összehasonlítást tesz a normális és a labor-egy-kártyán működésére. A **3. ábrán** az influenzavírus kimutatására alkalmas bioanalitikai labor-egy-kártyán látható [6], míg a **4. ábra** izzadságmintából glükóz meghatározására alkalmas kártyát mutat be [7]. Helytakarékosági okokból már csak egyetlen példát ismertetünk az **5. ábrán**. Ez a berendezés rák-markerek kimutatását teszi lehetővé vérmintákban. A „kémiai-szintézissel-egy-kártyán” megoldással itt nem foglalkozunk. Ugyanis az egy később megírandó dolgozat témája lesz.

## 2. ábra. Kézi analízis és lamináris áramlás labor-egy-kártyán [5]

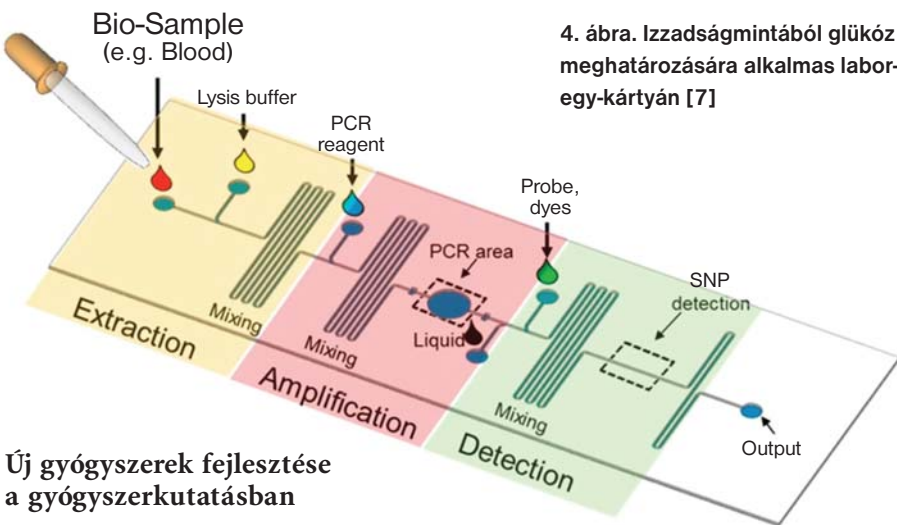




3. ábra. Influenzavírus detektálására szolgáló labor-egy-kártyán [6]



5. ábra. Korai periódusú rák kimutatására alkalmas labor-egy-kártyán [8]



4. ábra. Izzadásmintából glükóz meghatározására alkalmas labor-egy-kártyán [7]

**Új gyógyszerek fejlesztése a gyógyszerkutatásban**

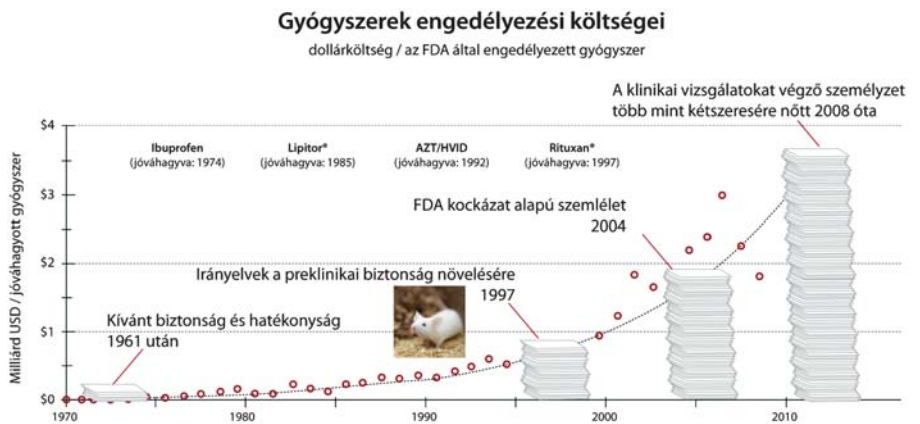
Mint közismert, valamely új molekula útja az első vizsgálatoktól a jóváhagyott gyógyszerekig hosszú és költséges. Mint a 6. ábrán látható, egy új gyógyszer kifejlesztése, beleértve a szintézist, az állatkísérleteket, a klinikai kísérleteket és a biztonsági járulékokat, dollármilliárdokat igényelhet. A fent említettek közül meg kell említsük a sok áldozatot és erőfeszítést igénylő állatkísérleteket, ami labor-állatok nagy számának a feláldozásával jár. Ugyancsak rendkívül hosszú időt és komoly erőfeszítéseket igényelnek az állatkísérleteket követő klinikai vizsgálatok. Hangsúlyosan megemlítendő, hogy az állatkísérleteknél egyáltalán nem biztos, hogy az állati szervezet ugyanúgy reagál, mint az emberi valamely új gyógyszer kikísérletezésénél. Ezért a

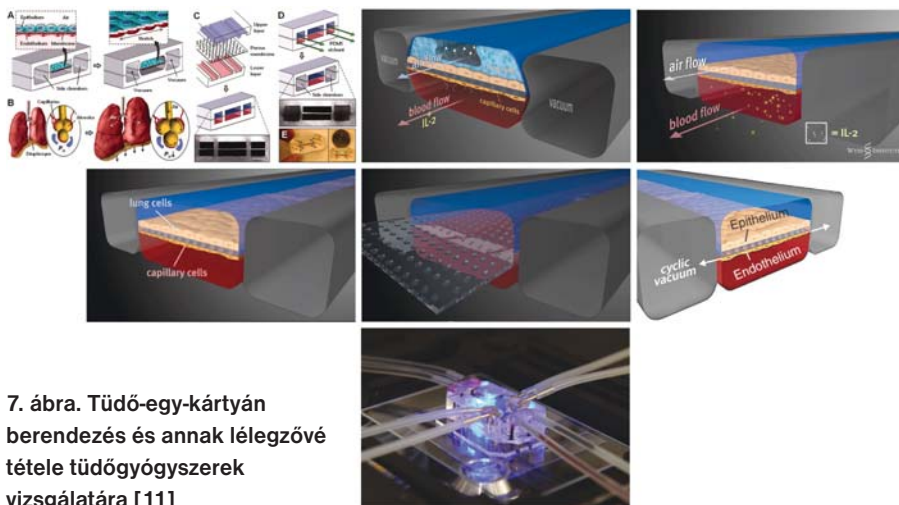
gyógyszeripar már hosszú ideje keres olyan lehetőséget, amiben említett hosszadalmas állatkísérletek helyett az állatot, vagy állatokat olyan in vitro berendezések helyettesítik, amik a kívánt követelményeket mímelni tudják. A már említett mikrofluidika eddig nem látott lehetőségeket nyújt bizonyos sejtkörnyezetek és azokból tenyésztett szövetminták, illetve az azokra gyakorolt hatásoknak vizsgálatára, amik a sejtekre ható mechanikai, kémiai, biokémiai és gyógyszerkémiai hatásokat képesek fiziológias kontextusban reprodukálni.

**„Szerv-egy-kártyán”**

Számos ilyen rendszer és berendezés használatát javasolták az utóbbi években. Helyhiány miatt itt is egyetlen példát szeretnénk bemutatni egy olyan multifunkcionális mikroberendezésre, amely az emberi alveoláris-kapilláris felület találkozásaként alapját képezheti élő tüdő funkcionalitásának modellezésére. Mint az a 7. ábrán látható, az e célra fejlesztett kártya két párhuzamos mikroszatornából áll, amit egy vékony (10 µm), pórusos polidimetilsziloxánból álló flexibilis mikromembrán választ el. Az elválasztó membránt ECN (fib-

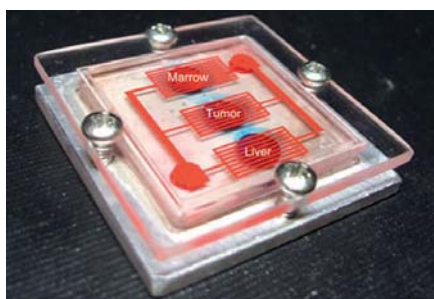
6. ábra. Új gyógyszerek fejlesztési költsége (példa: 1970–2010)





7. ábra. Tüdő-egy-kártyán berendezés és annak lélegzővé tétele tüdőgyógyszerek vizsgálatára [11]

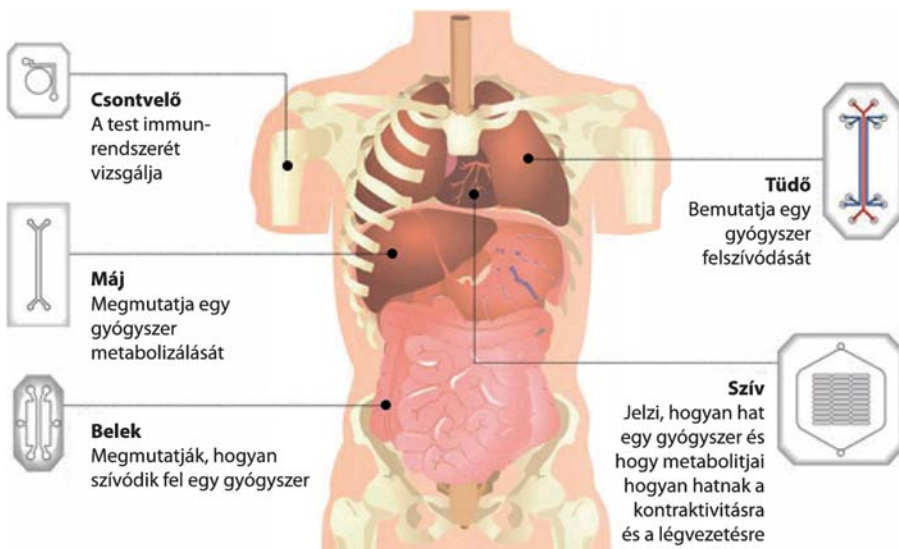
ronectin, vagy kollagén) fedi be, amire a membrán másik felületére emberi alveoláris epiteliális sejteket rétegeztek, illetve tenyésztettek. Amint a sejtek kifejlődtek, levegőt vezettek be az epiteliális csatornába annak érdekében, hogy levegő-folyadék felületet hozzon létre annak érdekében, hogy minél pontosabban hozza létre az alveoláris epiteliális közteret. A beosztásos csatorna konfiguráció a mikrokártyán lehetővé teszi a folyadékáramlás (például vér) manipulációját és sejtek, valamint tápanyagok szállítását az epitéliumhoz és az endotéliumhoz egymástól függetlenül. A normális belélegzéskor az intrapleurális nyomás csökken, ami az alveolák tágulását okozza. Ez levegőt juttat a tüdőbe, ami előidéz az alveoláris epitélium és a közeli epitélium tágulását a mellettük lévő kapillárisokba. A szubatmoszferikus nyomásgyakorlás által okozott tágulás két szélesebb, oldalsó mikrokamra beépítésével jön



8. ábra. Egyszerű test-egy-kártyán [17]

létre a kártyában. Amikor vákuumoztatják ezeket a kamrákat, létrehozható a vékony fal rugalmas deformálása a sejteket tartalmazó mikrocsatornák két oldalán. Lényegében egy kártya, amin tüdősejtekből megépítettek egy mesterséges tüdőt, kitűnően helyettesítheti új tüdőterápiás gyógyszerek állatokon (például egereken) végzendő hatás- és toxicitási vizsgálatait. Bár

9. ábra. Több szervből kialakítható test-egy-kártyán [18]



itt nincs helyünk azok részletesebb ismertetésére, de feltétlenül meg kell említenünk, hogy kidolgozásra kerültek már „szív-egy-kártyán” [12,13], „lép-egy-kártyán” [14], „artériák-egy-kártyán” [14] kártyák, sőt „máj-egy-kártyán” [15], „vese-egy-kártyán” [16] és több más „szerv-egy-kártyán” berendezés is.

## Test-egy-kártyán

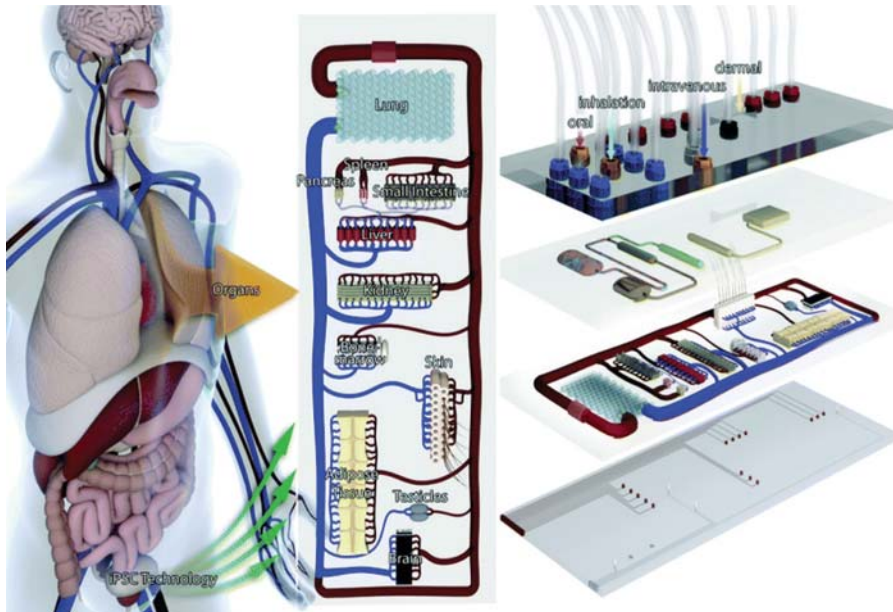
A mikrofluidika diadalmenete annak a gondolatmenetnek a végén folytatódott, ami felvetette, hogy az egyéni szervek-egy-kártyán logikus folytatása az lehet, hogy például a tüdőt, májat, vesét, lépét modellező és az említett szerveknek megfelelő sejt kultúrákkal látják el, s így összeállítható egy, az egész testet modellező, utánzó, emberi vagy állati teljes test. Egy ilyen installáció egyetlen egybefüggő méréssel, szimultán módon mutatni tudná, hogyan reagál a szervek láncolata egy új gyógyszer, oldóanyag vagy toxin hatására. A 8. ábrán egy háromszervi, egyszerű „test-egy-kártyán” berendezést láthatunk. De e téren a tudományos kutatás már azt is megvalósította, hogy a kártyán nyolc szerv szimultán vizsgálata is lehetővé váljon [17]. Bonyolultabb vizsgálatokra alkalmas kártyalehetőségeket mutat be a 9. és 10. ábra [18, 19].

## Utószó

A „labor-egy-kártyán” mikroméretű kártyák már a múlt század nyolcvanas éveitől kezdődően forradalmasítani tudták az analitikai, bioanalitikai és orvosanálitikai vizsgálatokat például azáltal is, hogy elmozdíthatók és felhasználhatók voltak a minták vételi színhelyén. Mint láttuk, a századfordulón végzett kutatások lehetővé tették a „szerv-egy-kártyán” és a „test-egy-kártyán” komplex méréseket, ami jelentősen forradalmasítja a gyógyszerkutatás fejlődését. Bár ez a kutatás még fejlődése legelején tart, az azokhoz fűződő remények újabb, fejlettebb mikrofluidikai lehetőségek megvalósítását helyezik kilátásba. ●●●

## IRODALOM

[1] [https://hu.wikipedia.org/wiki/Chip\\_\(egy%C3%A9rtelm%C5%B1s%C3%ADt%C5%91\\_lap\)](https://hu.wikipedia.org/wiki/Chip_(egy%C3%A9rtelm%C5%B1s%C3%ADt%C5%91_lap))  
[2] <https://en.wikipedia.org/wiki/Microfluidics>  
[3] Braun Tibor: A Nobel-díjra érdemes taxisofőr, Lexica Kiadó, Budapest, 2016, 120.  
[4] [https://en.wikipedia.org/wiki/Laminar\\_flow](https://en.wikipedia.org/wiki/Laminar_flow)  
[5] P. C. H. Li, Microfluidic Lab-on-a-Chip for Chemical and Biological Analysis and Discovery, Taylor and Francis, Boca Raton, 2005.  
[6] T. R. Reid, The Chip: How Two Americans Invented the Microchip and Launched a Revolution, Simon and Schuster, New York, 1984.



10. ábra. Kidolgozás alatt álló, nyolc szervből álló test-egy-kártyán [19]

- [7] M. Brivio, W. Verbooma, D. N. Reinhoudt, Miniaturized continuous flow reaction vessels: influence on chemical reactions, *Lab Chip* (2006) 6, 329.  
 [8] <http://machinedesign.com/news/flu-bug-finder-chip>  
 [9] Ch-W. Huang, Y-T. Lin, S-T. Ding, L-L. Lo, P-H. Wang,

- E-Ch. Lin, F-W. Liu, Y-W. Lu, Efficient SNP Discovery by Combining Microarray and Lab-on-a-Chip Data for Animal Breeding and Selection, *Microarrays* (2015) 4, 570.  
 [10] <http://phys.org/news/2014-05-ultra-sensitive-nano-chip-capable-cancer-early.html>

- [11] D. Huh, D. C. Leslie, B. D. Matthews, J. P. Fraser, S. Jurek, G. A. Hamilton, K. S. Thornele, M. A. McAlexander, D. E. Ingber, A Human Disease Model of Drug Toxicity-Induced Pulmonary Edema in a Lung-on-a-Chip Microdevice, *Science Translational Medicine* (2012) 4, 159.  
 [12] <http://news.berkeley.edu/2015/03/09/human-hearts-on-a-chip-to-aid-drug-screening/>  
 [13] A. Mathur, P. Loskill, K. Shao, N. Huebsch, S. G. Hong, S. G. Marcus, N. Marks, M. Mandegar, B. R. Conklin, L. P. Lee, K. E. Healy, Human iPSC-based Cardiac Microphysiological System For Drug Screening Applications, *Scientific Reports* (2015) 5, 8883.  
 [14] M. Baker, Tissue models: A living system on a chip, *Nature* (2011) 471, 661.  
 [15] K. Domansky, W. Inman, J. Serdy, A. Dash, M. H. M. Lim, L. G. Griffith, Miniaturisation for chemistry, physics, biology, materials science and bioengineering, *Lab Chip* (2010) 10, 51.  
 [16] K. J. Jang, A. P. Mehr, G. A. Hamilton, L. A. McPartlin, S. Chung, K. Y. Suh, D. E. Ingber, Human kidney proximal tubule-on-a-chip for drug transport and nephrotoxicity assessment, *Integr Biol (Camb)* (2013) 5, 1119.  
 [17] M. Baker, Tissue models: A living system on a chip, *Nature* (2011) 471, 661.  
 [18] <http://www.pharmaceutical-journal.com/news-and-analysis/feature/organ-on-chip-technology-to-revolutionise-drug-development/20065894.article>  
 [19] U. Marx, H. Walles, S. Hoffmann, G. Lindner, R. Horland, F. Sonntag, U. Klotzbach, D. Sakharov, A. Tonevitsky, R. Lauster, Human-on-a-chip developments: a translational cutting-edge alternative to systemic safety assessment and efficiency evaluation of substances in laboratory animals and man? *Altern Lab Anim.* (2012) 5, 235.

Holl András

# Kémiai tárgyú folyóiratok és publikációk az MTA Könyvtárának repozitóriumában

Örömmel számolhatunk be arról, hogy a Magyar Kémiai Folyóirat az első számtól (1895-től) kezdve digitális formában olvasható az MTA Könyvtár és Információs Központ repozitóriumában, a REAL-ban.

A 2016-os évi digitalizálási kampányunk programjába sikerült a Magyar Kémiai Folyóiratot beilleszteni, valamint sikerült a Magyar Kémikusok Lapjából is 16 évfolyamot digitalizálni. A

költségkeret kimerülése és a felvágható, digitalizálásra felhasználható további folyóirat-anyag hiánya ez évre, sajnos, csak ennyit engedett meg. A folytatást tervezzük. Átvettük továbbá mindazokat a folyóirat-számokat, amelyek a Magyar Kémikusok Egyesületének honlapján elérhetőek voltak. A KöKÉL esetében teljes számok nem álltak rendelkezésre a honlapon – az újabb számok esetében csak a borító hiányzik, a régebbieknél előfordul, hogy nem minden cikk, nem minden rovat áll rendelkezésre digitális formában. Itt érdemes lesz a teljes folyóiratot digitalizálni.

## Elérhetőségek a REAL-ban

Magyar Kémiai Folyóirat	<a href="http://real-j.mtak.hu/view/journal/Magyar_K=E9miai_Foly=F3irat.html">http://real-j.mtak.hu/view/journal/Magyar_K=E9miai_Foly=F3irat.html</a>
Magyar Kémikusok Lapja	<a href="http://real-j.mtak.hu/view/journal/Magyar_K=E9mikusok_Lapja.html">http://real-j.mtak.hu/view/journal/Magyar_K=E9mikusok_Lapja.html</a>
Középiskolai Kémiai Lapok	<a href="http://real-j.mtak.hu/view/journal/K=F6z=E9piskolai_K=E9miai_Lapok.html">http://real-j.mtak.hu/view/journal/K=F6z=E9piskolai_K=E9miai_Lapok.html</a>



Nem csupán az MKE említett folyóiratai találhatóak meg a REAL különböző gyűjteményeiben; rengeteg további, kémiai tárgyú publikáció is a szakma és a szélesebb érdeklődő közönség rendelkezésére áll. A folyóiratok a REAL-J, a könyvek a REAL-EOD, a kurrens publikációk a REAL alapgyűjteményben találhatóak, PDF formátumban, általában szabadon olvashatóan. A régebbi publikációk a nyomtatott példányok digitalizálásával készültek, az újabbak már eleve digitális formában kerültek hozzánk. Nem a REAL az egyetlen olyan hazai digitális könyvtár, amelyben kémiai tartalmak találhatóak: az OSZK EPA, az Arca-

num ADT vagy a HUNGARICANA is tartalmaz ilyeneket. Az átfedés jelentős, de általában minden szolgáltatónál szerepelnek egyedi tartalmak. A publikációk „prezentációja”, kereshetősége, böngészhetősége a különböző szolgáltatóknál eltérő. Az ADT előfizetéssel érhető el, míg a többi említett szolgáltatás szabad (a REAL-ban szerepelhetnek olyan friss tartalmak, amelyek csak egy embargó időszak után lesznek szabadon olvashatóak).

A táblázatokban a fontosabb kémiai tartalmakat soroljuk fel a REAL gyűjteményeiben.

A Magyar Tudományos Akadémia Kémiai Tudományok Osztályának Közleményei	(1951–1996)	<a href="http://real-j.mtak.hu/view/journal/A_Magyar_K=E9miai_Tudom=EInyok_Oszt=EIly=EInak_k=F6zlem=E9nyei.html">http://real-j.mtak.hu/view/journal/A_Magyar_K=E9miai_Tudom=EInyok_Oszt=EIly=EInak_k=F6zlem=E9nyei.html</a>
Acta Chimica <sup>1</sup>	(1946–1993)	<a href="http://real-j.mtak.hu/view/journal/Acta_Chimica.html">http://real-j.mtak.hu/view/journal/Acta_Chimica.html</a>
A Magyar Tudományos Akadémia Központi Kémiai Kutató Intézetének Közleményei	(1958–1966)	<a href="http://real-j.mtak.hu/view/journal/A_Magyar_Tudom=EInyos_Akad=E9mia_K=F6zponti_K=E9miai_Kutat=F3_Int=E9zet=E9nek_K=F6zlem=E9nyei.html">http://real-j.mtak.hu/view/journal/A_Magyar_Tudom=EInyos_Akad=E9mia_K=F6zponti_K=E9miai_Kutat=F3_Int=E9zet=E9nek_K=F6zlem=E9nyei.html</a>
Hungarian Journal of Industry and Chemistry	(2013–2015)	<a href="http://real-j.mtak.hu/view/journal/Hungarian_Journal_of_Industry_and_Chemistry.html">http://real-j.mtak.hu/view/journal/Hungarian_Journal_of_Industry_and_Chemistry.html</a>

## Kémiai tartalmak a REAL-J-ben

A folyóiratokon túl a REAL-J-ből elérhetőek további, a kémia alkalmazásával és határterületeivel kapcsolatos folyóiratok is, mint az Acta Alimentaria vagy az Agrokémia és Talajtan.

Számos tudománytörténeti jelentőségű, ám esetenként hasznos olvasmányként is forgatható (már amennyire a digitális

anyagokra alkalmazható ez a kifejezés) természettudományi dokumentumra bukkanhat az olvasó a REAL gyűjteményekben. Ilyenek a tudományos társaságok kiadványai: a Magyar Tudományos Akadémiáé, vagy például a Természettudományi Társulaté.

Mathematikai és Természettudományi Közlemények	(1861–1944)	<a href="http://real-j.mtak.hu/view/journal/Mathematikai_=E9s_Term=E9szettudom=EInyi_K=F6zlem=E9nyek.html">http://real-j.mtak.hu/view/journal/Mathematikai_=E9s_Term=E9szettudom=EInyi_K=F6zlem=E9nyek.html</a>
Mathematikai és Természettudományi Értesítő	(1883–1943)	<a href="http://real-j.mtak.hu/view/journal/Mathematikai_=E9s_Term=E9szettudom=EInyi_=C9rtes=EDt==0151.html">http://real-j.mtak.hu/view/journal/Mathematikai_=E9s_Term=E9szettudom=EInyi_=C9rtes=EDt==0151.html</a>
Mathematische und Naturwissenschaftliche Berichte aus Ungarn	(1883–1932)	<a href="http://real-j.mtak.hu/view/journal/Mathematische_und_Naturwissenschaftliche_Berichte_aus_Ungarn.html">http://real-j.mtak.hu/view/journal/Mathematische_und_Naturwissenschaftliche_Berichte_aus_Ungarn.html</a>
Természettudományi Közlöny	(1869–1944)	<a href="http://real-j.mtak.hu/view/journal/Term=E9szettudom=EInyi_K=F6zl=F6ny_=2F_Term=E9szet_Vil=EIga.html">http://real-j.mtak.hu/view/journal/Term=E9szettudom=EInyi_K=F6zl=F6ny_=2F_Term=E9szet_Vil=EIga.html</a>
Tudományos Gyűjtemény	(1817–1841)	<a href="http://real-j.mtak.hu/view/journal/Tudom=EInyos_Gy==0171jtem=E9ny.html">http://real-j.mtak.hu/view/journal/Tudom=EInyos_Gy==0171jtem=E9ny.html</a>
Tudománytár	(1834–1844)	<a href="http://real-j.mtak.hu/view/journal/Tudom=EInyt=EIr.html">http://real-j.mtak.hu/view/journal/Tudom=EInyt=EIr.html</a>

## Tudományos társaságok kiadványai

Értekezések a természettudományok köréből	<a href="http://real-eod.mtak.hu/view/series/=C9rtekez=E9sek_a_term=E9szettudom=EInyok_k=F6r=E9b=0151l.html">http://real-eod.mtak.hu/view/series/=C9rtekez=E9sek_a_term=E9szettudom=EInyok_k=F6r=E9b=0151l.html</a>
Magyar orvosok és természetvizsgálók nagygyűléseinek munkálatai	<a href="http://real-eod.mtak.hu/view/series/Magyar_orvosok_=E9s_term=E9szetvizsg=EIl=F3k_agy-gy==0171l=E9seinek_munk=EIlatai.html">http://real-eod.mtak.hu/view/series/Magyar_orvosok_=E9s_term=E9szetvizsg=EIl=F3k_agy-gy==0171l=E9seinek_munk=EIlatai.html</a>
Kémiai területre besorolt közlemények:	<a href="http://real-eod.mtak.hu/view/subjects/QD.html">http://real-eod.mtak.hu/view/subjects/QD.html</a>

## További kémiai tárgyú tartalmak a REAL-EOD gyűjteményben



Kedvcsinálóként bemutatunk néhány cikket.

Az 1834-től 1844-ig megjelent Tudománytár Értekezések sorozatának utolsó, 16. kötetében közölte Sztojanovics Lázár egy linzi professzor, Petrina Ferenc (eredetileg František Adam Petřina) írásának fordítását: „Némely tűnemények a Grove szerinti elemeknél”. ([http://real-j.mtak.hu/1985/1/TudomanyTar\\_1844\\_Ertekezések\\_16.pdf#page=61](http://real-j.mtak.hu/1985/1/TudomanyTar_1844_Ertekezések_16.pdf#page=61))

<sup>1)</sup> Nem egészen felesleges talán megemlíteni itt, hogy, különösen a *Bunsen szerinti (horgany-szén) elemeknél a leg-sav helyett, mely a' belőle kifejlő legessav-gőzök mlatt nagy alkalmatlanságokat szokott okozni, jó sikerrel használtatik, szinte Warington ajánlata szerint, a' kettedfestsavas haméleg' tömény oldatának angol kén-savval elegye, olly arányban: hogy a' kettedfestsavas hamélegnek, mely s'ó közönséges hőmérsékü viznek tízszeres sűlymennységében oldatik, 3. sűlyrészére a' tömény kén-savból 4. sűlyrész vétetik. A' szabatos arány ugyan, mlként azt a' vegyarányszámolat mutatja, 151: 196; a' kettessavas haméleg' vegyarányirata t. 1.*

(I)  $KO \rightarrow 2CrO_3$

mellyhez mondott képen jó

(II)  $4(SO_3 \rightarrow H_2O)$

a' Bunsen szerinti elemnél, úgy mint a' Grove szerinti is, a' horgany higasztott kén-savba tetetvén, a' kifejlendező kőny a' festsav' egyik vegsűlyának éle-nyét vonja el, miáltal az imént jegyzettek' elegyéből festenytlmsó képeztek; ennek számírata pedig, ha viz-foglalátát nem vesszük tekintetbe:

$KO \rightarrow SO_3 + (Cr_2O_3 + 3SO_3)$

vagy is

$KO \rightarrow Cr_2O_3 + 4SO_3$

mi kitűnőleg az (I) és (II) alatti elegymennyiségek' szabatos megtartásából, a' mondott körülmények között, keletkezik. Ha pedig ugyan amaz (I) és (II) alatti vegyarányiratokat határozott számnagyságokban fejezzük ki, úgy  $H_2 = 1$  téve, ennek, mint tudva, megfelel  $K = 39$ ,  $Cr = 28$ ,  $S = 16$ ,  $O = 8$ ; innen tehát

(I)  $KO \rightarrow 2CrO_3 = 47 + 56 + 48 = 151$ .

és

(II)  $4(SO_3 + H_2O) = 4 \cdot (16 + 24) + 4 \cdot (1 + 8) = 196$ .

következőleg

(I): (II) = 151: 196.

mi azonban közel = 150: 200 = 3: 4.

És így a' kettedfestsavas haméleg' és kén-sav' fenn kimondott elegyaránya igazolva van.

#### 1. ábra. Jegyzet Petřina cikkéből

Érdekes Bugát, Pál; Flór, Ferencz, eds. (1842): Magyar orvosok és természetvizsgálók Pesten tartott második nagy gyűlésének munkálatai. Trattner–Károlyi, Pesten. Jurenák József: Szalamiasó készítéséről Magyarországon. ([http://real-eod.mtak.hu/1319/1/Magyar\\_orvosok\\_1842\\_tartalommal.pdf#page=41](http://real-eod.mtak.hu/1319/1/Magyar_orvosok_1842_tartalommal.pdf#page=41))

Rózsay, József; Szabó, József, eds. (1865): Magyar orvosok és

természetvizsgálók 1864 Augusztus 24-től-Szeptember 2-ig Maros-Vásárhelyt tartott X. nagygyűlésének történeti vázlata és munkálatai. Emich Gusztáv, Pest. 258. o. Nendtvich Károly: Az éleny (Oxygen) allotropiai állapotairól. ([http://real-eod.mtak.hu/1335/1/Magyar\\_orvosok\\_1865\\_tartalommal.pdf#page=151](http://real-eod.mtak.hu/1335/1/Magyar_orvosok_1865_tartalommal.pdf#page=151))

Nendtvich Károly „A stubnai hévvezek vegyelemzése” címmel közölt cikket a Matematikai és Természettudományi Közleményekben. (Az 1800-as évek elejéről-közepéről származó közlemények közül sok foglalkozik ásványvizek vegyelemzésével.) Matematikai és Természettudományi Közlemények, 15. kötet, 1877–1878. ([http://real-j.mtak.hu/4492/1/MatematikaiTermTudKozleme-nyek\\_15.pdf#page=435](http://real-j.mtak.hu/4492/1/MatematikaiTermTudKozleme-nyek_15.pdf#page=435))

Ugyanebben a folyóiratban a 20. század elejéről Ruzitska Béla cikkét olvashatjuk „A szénvegyületek égési hőjének caloriméteres meghatározása és azok egyidejű mennyileges elemzése”-ről. Matematikai és Természettudományi Közlemények, 28. kötet, 1902–1906. ([http://real-j.mtak.hu/4506/1/MatematikaiTermTudKozleme-nyek\\_28.pdf#page=195](http://real-j.mtak.hu/4506/1/MatematikaiTermTudKozleme-nyek_28.pdf#page=195))

A Matematikai és Természettudományi Értesítő cikkei közül megemlítjük még Balló Mátyás és Konek Frigyes közleményeit „A szénsavhidrátról” és a „Kéntartalmú alkaloidok synthesiséről”. A folyóirat további szerzői között találhatjuk Hankó Vilmost, Than Károlyt, Lengyel Bélát, Winkler Lajost és Mauthner Nándort is. Matematikai és Természettudományi Értesítő, 1. kötet, 1882–1883. ([http://real-j.mtak.hu/4423/1/MatematikaiTermTudErtesito\\_01.pdf#page=76](http://real-j.mtak.hu/4423/1/MatematikaiTermTudErtesito_01.pdf#page=76)), Matematikai és Természettudományi Értesítő XXV. 1907. 5. sz. 363–395. ([http://real-j.mtak.hu/4440/1/MatematikaiTermTudErtesito\\_25.pdf#page=371](http://real-j.mtak.hu/4440/1/MatematikaiTermTudErtesito_25.pdf#page=371))

A Természettudományi Közlöny újraközli Kossuth Lajos Helfy Ignáchoz írott levelét a tudományos nevezéktanról. „... a Chlór (mely a görögben nem a halottból származtatott halaványt, hanem amolyan sárgás-zöld színt jelent, aminő a fiatal fűé), meg a Jód, Bróm, Phosphor, Baryum szók – et hoc genus omne – minden művelt nyelvben el vannak fogadva; nálunk is használtattak az életben; mit nyerünk vele, hogy halvány, iblany, büzeny, vilany, sulyany szókkal váltattak fel?” Kossuth Lajos: A természet-tudományi nem- és fajnevek magyarosításának kérdéseiről. Természettudományi Közlöny, 1894, 207. ([http://real-j.mtak.hu/6589/1/TermTudKozl\\_1894.pdf#page=223](http://real-j.mtak.hu/6589/1/TermTudKozl_1894.pdf#page=223))

A Tudománytár 1840-es évfolyamában Irinyi János értekezéseit közli. Irinyi János: A' vegyaránytan. Tudománytár, 1840. 7. 71. ([http://real-j.mtak.hu/1971/1/TudomanyTar\\_1840\\_Ertekezések\\_07.pdf#page=71](http://real-j.mtak.hu/1971/1/TudomanyTar_1840_Ertekezések_07.pdf#page=71)), Irinyi János: A' vegyrendszeréről. Tudománytár, 1840. 8. 323. ([http://real-j.mtak.hu/1972/1/TudomanyTar\\_1840\\_Ertekezések\\_08.pdf#page=345](http://real-j.mtak.hu/1972/1/TudomanyTar_1840_Ertekezések_08.pdf#page=345))

Móra László, Próder István és Gazda István könyve, „A magyar kémia és vegyipar kronológiája 1800–1950” szintén megtalálható a REAL-ban<sup>2</sup>. Érdemes lenne egy újabb, digitális kiadást készíteni, melyben a kémiatörténeti jelentőségű művek REAL-beli elérhetősége is szerepel. Ha egy ilyen, hiperhivatkozásokkal gazdagított kiadást elkészítenénk, ma még azt tapasztalnánk, hogy sajnos, bőven akad olyan publikáció, elsősorban könyv, ami a REAL gyűjteményeiben egyelőre nem elérhető. Maradtak feladataink az elkövetkező évekre.

<sup>1</sup> Az első években Hungarica Acta Chimica, 1951-től Acta Chimica Academiae Scientiarum Hungaricae, majd Acta Chimica Hungarica.

<sup>2</sup> <http://real.mtak.hu/20628/>

REAL-J



Home
About
Browse by Year
Browse by Subject
Browse by Journal

Login



# Egyetemi kurzusok hatékonyságnövelése a Mazur-féle „egymás tanítása” (peer instruction) módszerrel

**K**evés olyan oktatás-korszerűsítési módszert ismerünk, amely bizonyítottan hatékony, ráadásul az oktatók és a hallgatók számára is elfogadható, és könnyen beilleszthető a „hagyományos” frontális oktatásba. Az egyik ilyen az „egymás tanítása” (peer instruction) módszer, melyet Eric Mazur amerikai fizika-professzor dolgozott ki és vezetett be a Harvard Egyetemen 1991-ben [1]. Ez olyan interaktív módszer, amely épít a hallgatók közötti kommunikációra és kihasználja a társtanítás lehetőségeit. Szerencsésen ötvözi a hagyományos frontális, a problémaalapú és a kooperatív tanítás elemeit. Elsősorban a fogalmi megértés – és részben a problémamegoldás – elmélyítésére, fejlesztésére és ellenőrzésére alkalmas.

Kidolgozása óta – az elmúlt negyedszázadban – számos tudományos igényű pedagógiai kísérletben vizsgálták a módszer egésszének és egyes lépéseinek hatékonyságát, a tanulási eredményességre, a problémamegoldásra, a tantárgyi attitűdre, a lemorzsolódásra gyakorolt hatását. A vizsgálatok zöme a felsőoktatásban – és elsősorban fizikakurzusokon – folyt, de találunk példákat középszintű oktatási és más diszciplínákat (biológia, élettan, geográfia, informatika, kémia, angol) érintő alkalmazásokra is.

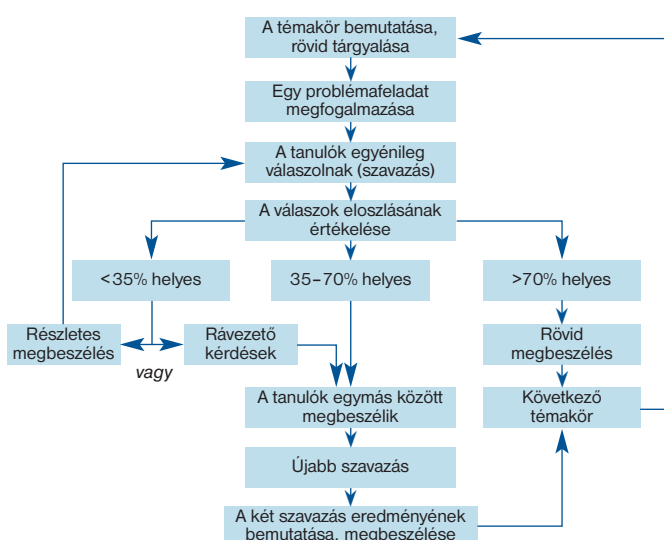
A következőkben először áttekintjük a módszer egészét és egyes lépéseit, majd bemutatjuk a módszer hatékonyságával kapcsolatos legfontosabb eredményeket. A részletek iránt érdeklődők figyelmébe ajánljuk Mazur könyvét [1], Vickrey és munkatársai összefoglaló tanulmányát [2], valamint saját magyar nyelvű ismertetőnk [3–4].

## A módszer bemutatása, egyes lépéseinek elemzése

A módszer lépéseit az **1. ábra** szemlélteti.

### A témakör bemutatása, rövid tárgyalása

A témakör elméleti alapjait 5–15 perc időtartamban tárgyaljuk. Előfordulhat, hogy ezt a tananyagot – például elektronikus tananyag formájában – a hallgatók otthon tanulmányozzák. Ebben az esetben az elméleti alapok tárgyalása lerövidíthető, esetleg el is hagyható. Az elméleti megalapozás miatt a Mazur-féle „egymás tanítása” módszer elsősorban elméleti kurzusokba (előadá-



**1. ábra.** A Mazur-féle „egymás tanítása” eljárás blokkdiagramja. Az eredeti, Mazur-féle változat [5] Vickrey és munkatársai [2] által módosított formája alapján szerkesztette és némileg kiegészítette a szerző

sokba, szemináriumokba) építhető be, laboratóriumi gyakorlatok esetén az elméleti előkészítésben vagy a gyakorlat végén az összefoglaló értékelésben, megbeszélésben lehet szerepe.

### Egy problémafeladat megfogalmazása (kérdésfeltevés)

A Mazur-féle „egymás tanítása” módszer a fogalmi megértésre, a fogalmi megértési zavarok feltárására és korrekciójára helyezi a hangsúlyt a tárgyi tudás és ismeret helyett. Ennek megfelelően a felvetett kérdésnek (problémafeladatnak) is a fogalmi megértésre, a tanultak elmélyítésére, alkalmazására kell irányulnia. A szavazás megkönnyítése érdekében a problémát zárt végű (feleltválasztásos) formában célszerű megfogalmazni.

Rosenberg, Lorenzo és Mazur [6] összehasonlította a hagyományos módszerrel és az „egymás tanítása” módszerrel tanított hallgatók esetén egy adott fizikai témakör felmérésében az is-



meret jellegű, valamint a megértés-alkalmazás jellegű kérdések megválaszolásának sikerességét. Kiderült, hogy a hagyományos oktatáshoz képest a Mazur-féle módszer lényegesen növelte a megértés-alkalmazás jellegű feladatok megoldásának sikerességét (48%-ról 85%-ra), ugyanakkor kismértékben csökkentette az ismeret jellegű kérdéseket (70%-ról 60%-ra).

Számos kutató – például Rao és DiCarlo [7] orvosi élettanból; Smith és munkatársai [8] genetikából; Porter és munkatársai [9] informatikából; Knight, Wise és Southard [10] fejlődésbiológiából – bizonyította, hogy a Mazur-féle „egymás tanítása” módszerből akkor profitálnak a hallgatók a legtöbbet, ha viszonylag nehéz, magasabb rendű kognitív műveleteket igénylő feladatokat használunk.

Az is fontos azonban, hogy a feladat csak olyan mértékben legyen nehéz, hogy a hallgatók legalább egyharmada számára megoldható legyen. Tehát sem a túl nehéz feladat nem jó, sem a túl könnyű feladat, melyet esetleg a hallgatóság túlnyomó többsége meg tud oldani.

A jó problémafeladat tehát i) egy fogalomra koncentrálni; ii) megoldása nem igényli egyenletek használatát; iii) szövegezése rövid és egyszerű; iv) disztraktorai a tipikus hibás válaszokat tartalmazza; és v) közepes nehézségű [11].

A feladatot általában kivetített formában tárjuk a hallgatóság elé, kis létszámú csoport esetén lehetséges feladatlap formájában is. Célszerű hangosan is felolvasni a feladatot, hogy minimalizáljuk a hibás szövegértelmezésből, a pontatlan olvasásból adódó hibát [1].

### *A hallgatók egyénileg válaszolnak (1. szavazás)*

A feladat kivetését követően, maximum 1 perc gondolkodási idő után a hallgatóknak egyénileg kell választaniuk a megadott válaszlehetőségek közül. Ekkor még egymással nem kommunikálhatnak. A szavazás történhet megfelelő kártya feltartásával vagy beadásával, esetleg kézfeltartással, illetve szavazóegységgel, okostelefonnal stb.

Vajon szükséges-e azzal tölteni az időt, hogy a hallgatók egyénileg gondolkodjanak a probléma megoldásán és válaszoljanak a feltett kérdésre? Turpen és Finkelstein [12] szerint számos oktató nem tulajdonít jelentőséget ennek a lépésnek, és kihagyja a módszer alkalmazása során. Noha azt még valóban nem vizsgálták, hogy ennek a lépésnek a kihagyása milyen hatással van a tanulási eredményességre [2], néhány kérdőíves vizsgálat és interjú arra figyelmeztet, hogy ez is fontos lépése a Mazur-féle „egymás tanítása” módszernek.

A megkérdezett hallgatók szerint ugyan mindkét módszer hatásos, de szükséges az egyéni gondolkodás, a válaszlehetőségek áttekintése, a saját elképzelés, vélemény kialakítása, mert így aktívabban tudnak részt venni a későbbi együttes gondolkodásban [13-14]. Nielsen és munkatársai [14] mérései szerint statisztikailag szignifikánsan megnő az együttes megbeszélés ideje és tartalmi színvonala akkor, ha azt megelőzi az egyéni véleményalkotás és szavazás.

Mazur szerint viszont nem tanácsos 1 percnél több időt adni az egyéni gondolkodásra, mert egy idő után a hallgatók kommunikálni kezdenek egymással [1].

Fontos kérdés még a szavazás módja, technikája. A legegyszerűbb módja a kézfeltartás. Ez azért nem tanácsolható, mert óhatatlanul befolyásolja a helyes válaszban bizonytalan hallgatók döntését. Kis létszámú csoportok esetén megoldást jelenthet a kártyás szavazás. Ilyenkor a hallgatók a helyes válasznak meg-

felelő kártyát tartják fel – egyszerre. Korszerűbb szavazási módok szerek az interaktív táblákhoz is illeszthető szavazóegység, vagy az okostelefon. Utóbbiak esetén a szavazás eredményét azonnal láthatóvá lehet tenni akár oszlopdiagram formájában is. Okostelefont, táblagépeket és laptopokat, valamint az ún. SOCRATIVE alkalmazást használták a hallgatók Jarosievitz fizikaóráin [15-16].

Néhány tanulmány foglalkozik azzal a kérdéssel, hogy vajon a szavazás módjának, eszközének van-e hatása a tanulás eredményességére és a metakognitív képességek fejlődésére.

Lasry algebraalapú mechanika kurzusán azt találta, hogy mind a kártyás szavazás, mind a szavazóegységes eljárás egyforma mértékben fejlesztette a tanulás eredményességét és a vizsgaeredményeket [17]. Nem volt szignifikáns különbség a két csoport eredményessége között.

Érdekes módon, egy pszichológia kurzuson végzett kísérlet azt mutatta, hogy a hagyományos szavazókártyák használata inkább fejlesztette a hallgatók metakognitív készségét, mint a korszerű szavazóegység [18]. Ugyanakkor a szavazóegységet használó csoport szignifikánsan jobb eredményt ért el, mint a szavazókártyát használók. Ennek az ellentmondásnak a feloldása további vizsgálatokat igényel.

Az eddigi eredmények tehát azt mutatják, hogy a tanulók egyéni válaszadása fontos, kihagyhatatlan lépése a módszernek. A szavazás technikai megvalósításának viszont nincs jelentős hatása az eredményességre.

### *A válaszok eloszlásának értékelése*

Számítógép-alapú szavazási technikák esetén az oktató pillanatok alatt megnézheti az első szavazás eredményét.

Amennyiben a helyes szavazatok aránya nem éri el a 35%-ot, akkor az oktató dönt, hogy részletes megbeszélés után újra szavazásra teszi fel a kérdést, vagy néhány rávezető, segítő kérdést, megjegyzést követően megkéri a hallgatókat, hogy egymás között vitassák meg a problémát. Amennyiben a hallgatók 35-70%-a adott helyes választ, akkor az oktató megkéri őket, hogy egymás között vitassák meg a problémát. Ha az első szavazás során a hallgatóknak több mint 70%-a helyes választ adott, akkor nincs szükség a társbeszélésre. A szavazás eredményének bemutatása, a megoldás rövid megbeszélése után újabb témakör tárgyalása (esetleg újabb probléma felvetése) következhet.

Fontos kérdés, hogy *meg kell-e mutatni az első szavazás eredményét a hallgatóknak* is. Néhány tanulmány [19-21] foglalkozik ezzel a kérdéssel. Általában az volt a tapasztalat, hogy az előzetes szavazás eredménye befolyásolja a végleges eredményt: a hallgatók egy része az előzetes szavazáson népszerűbbnek bizonyult választ jelöli meg a második szavazás során – függetlenül attól, hogy valóban az-e a helyes válasz vagy sem. Bár ezt a kérdést még nem vizsgálták meg alaposan, az eddigi eredmények alapján úgy tűnik, hogy nem célszerű az első szavazás eredményét megmutatni a hallgatóknak a második szavazás előtt.

Másik igen fontos kérdés, hogy *miért éppen 35% és 70% között* célszerű sort keríteni a közös megbeszélésre.

Rosenberg, Lorenzo és Mazur eredményei szerint a hallgatói megbeszélés után kapott helyes válaszok részaránya akkor haladja meg leginkább a megbeszélés előtti részarányt, ha a társbeszélés előtti sikeresség 50% körül van [6]. Úgy találták azonban, hogy a társbeszélés hatása még 35%-os kezdeti eredményesség esetén is lehet jelentős. Ezt támasztják alá Simon, Kohanfars és Lee [22], valamint Smith és munkatársai [8] ered-



ményei is. A 35%-os alsó határt tehát nem szabad szigorúan venni, ettől az oktató lefelé eltérhet, legfeljebb néhány rávezető kérdéssel segítheti az eredményesebb társmegbeszélést.

### *A hallgatók egymással megbeszélik a kérdést (egymás tanítása), majd újra szavaznak*

Ez a lépés a Mazur-féle „egymás tanítása” módszer legfontosabb része. Felvetődik a kérdés, hogy a második szavazás eredményességét mennyiben befolyásolja a társmegbeszélés, és mennyiben csak az, hogy több ideje van a hallgatóknak a válasz átgondolására. Lasry és munkatársai vizsgálata azt mutatja, hogy a társakkal való megbeszélés sokkal nagyobb mértékben javította a második szavazás eredményét, mint a csendben elmélkedés [23]. A társakkal való beszélgetés elemzése során Brooks és Koretsky azt találta, hogy még azoknak a hallgatóknak a fogalmi megértése is fejlődött a megbeszélés során, akik már az első szavazásnál helyes választ adtak [21].

A társakkal való megvitátás nem csak az adott probléma helyes megoldását segíti elő, hanem az ahhoz hasonló problémák megválaszolását is [8–9]. Ez azt mutatja, hogy a hallgatók nem csak mechanikusan elfogadják a helyes választ, hanem többé-kevésbé meg is értik annak magyarázatát, és az így szerzett tudásukat képesek transzferálni másik hasonló problémára is.

Egy újabb kutatás [24] pedig arra hívja fel a figyelmet, hogy sokkal hatékonyabbak azok a közös megbeszélések, amelyek állandó összetételű csoportban történnek, mintha csak véletlenszerűen állnának össze a csoportok.

Néhány tanulmány [25–27] foglalkozik azzal a problémával, hogy a társdiskuszióban való részvétel pontokkal (jegyekkel) történő értékelése hogyan befolyásolja a hallgatók aktivitását a társmegbeszélések során. Azt találták, hogy amennyiben csak a jó választ adók kapnak pontot (jó jegyet), akkor ez csökkenti a társmegbeszélés intenzitását és hatékonyságát. Amennyiben pusztán a megbeszélésben való részvételért már jár a pont, annak pozitív hatása van a társmegbeszélésre.

Fontos további kérdés, hogy mennyi időt adjunk a tanulóknak a probléma megbeszélésére. Ez az idő általában 2 perc és 5 perc között változik. Figyelemre méltó Miller és munkatársai tanulmánya [28], amelyben arról számolnak be, hogy a csoportmegbeszélés során általában azok adják le legkésőbb a szavazatukat, akik nem tudják a helyes választ, vagy továbbra sem biztosak benne. Szerintük az optimális idő az, amelyen belül a hallgatók 80%-a leadja szavazatát.

A társakkal való megbeszélés tehát elhagyhatatlan eleme a Mazur-féle módszernek. Nem csak az adott kérdés helyes megoldásának megtalálását és megértését segíti elő, hanem más hasonló jellegű kérdéseket is. Ezt a megbeszélést célszerű néhány fős, előre összeállított csoportban végezni. A szükséges idő néhány perc, vagy annyi idő, amennyi a csoport 80%-ának szavazatleadásához szükséges volt.

### *A két szavazás eredményének bemutatása és megbeszélése, a helyes válasz kifejtése*

Smith és munkatársai [29] két genetika kurzus során összehasonlították a csak társmegbeszéléssel, a csak oktatói magyarázattal, valamint a társmegbeszéléssel és az oktatói magyarázattal egyaránt dolgozó csoportok eredményességét. Szignifikánsan jobb eredményt ért el a harmadik csoport, akik mind a társakkal való megbeszélésben, mind az oktatói magyarázatban része-

sültek a problémák feldolgozása során. Hasonló eredményre jutott Zingaro és Porter informatika kurzusok esetében [30–31]. Sőt még azt is kimutatták, hogy a kurzust lezáró vizsgán is szignifikánsan jobban teljesített az a csoport, amelyik mindkét feldolgozási módszert használta, szemben a csak társakkal való megvitátást használó csoporttal.

Amint azt már korábban megállapítottuk, ebben a fázisban mindenképpen jó, ha az oktató bemutatja a két szavazás eredményét, a válaszok eloszlását

## **A módszer hatékonyságával kapcsolatos kutatási eredmények**

A Mazur-féle „egymás tanítása” módszer hatékonyságát számos tudományos igényű pedagógiai kísérletben vizsgálták az elmúlt negyedszázadban. A következőkben ezeket tekintjük át.

### *A tanulás eredményességére gyakorolt hatás*

Az egyik – talán legfontosabb – kérdés, hogy ennek a módszernek van-e kimutatható pozitív hatása a tanulás eredményességére a hagyományos frontális tanítással szemben. Crouch és Mazur 10 évet átölelő vizsgálata szerint az egyetemi bevezető fizikai számítások kurzus esetén az „egymás tanítása” módszer kétszeres tanulási hatékonyságot eredményezett a hagyományos tanítási módszerrel összevetve [32].

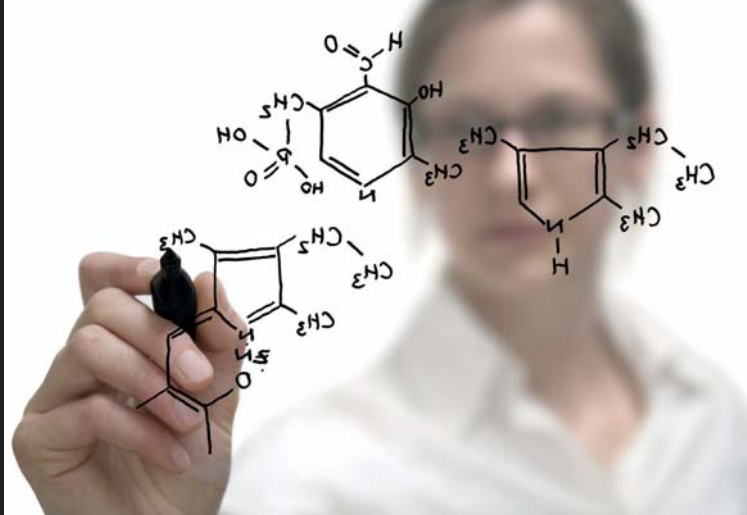
A tanulási hatékonyságot legtöbbször a Hake-féle  $g$ -faktorral szokták jellemezni [33].  $g = (\text{utóteszt} - \text{előteszt}) / (100 - \text{előteszt})$ , ahol *utóteszt*: a tanítási periódus végén mért átlagos teszt-eredmény százalékban; *előteszt*: a tanítási periódus megkezdése előtt mért átlagos teszt-eredmény százalékban. A  $g$ -faktor százszorosa lényegében azt mutatja meg, hogy az elméletileg lehetséges fejlődés  $(100 - \text{előteszt})$  hány százalékban valósult meg a tanítás hatására. A hagyományos frontális oktatás  $g$ -faktora általában ritkán haladja meg a 0,24-os értéket, míg az interaktív módszerekre épülő tanulásé akár 0,6 fölötti is lehet [33].

Egy egyetemi oktatók körében végzett széleskörű nemzetközi felmérés [34] szerint az „egymás tanítása” módszert alkalmazó fizikakurzusok 90%-a 0,30 és 0,70 közötti  $g$ -értéket produkált, mindössze 10% ért el ennél gyengébb eredményt. Az „egymás tanítása” módszerrel dolgozó 384 oktató több mint 80%-a találta a módszert eredményesnek, és 90%-uk úgy nyilatkozott, hogy továbbra is fogja azt használni.

Gok a Solomon-féle négycsoportos kísérleti elrendezést alkalmazva vizsgálta egy nem fizikaszakos hallgatóknak tartott két éves bevezető fizikakurzus hatékonyságát a Mazur-féle módszerrel és a hagyományos oktatással [35]. A kísérleti csoport esetében szignifikánsan magasabb tanulási hatékonyságot ( $g = 0,59$ ) ért el a kontrollcsoporttal szemben ( $g = 0,32$ ).

Ugyancsak pozitív eredményről számolt be Aina, aki egy nigériai egyetemen tanuló fizikatanár-jelöltek körében végzett kontrollcsoportos elő- és utómérési kísérletet [36]. A Mazur-féle módszerrel tanuló hallgatóknak szignifikánsan nőtt a fogalmi megértési szintje, és csökkent a témakörrel kapcsolatos tévképzeteinek mennyisége.

Egy újabb tanulmány [24] szerint a pekingi egyetemen végzett vizsgálatban nem találtak szignifikáns különbséget a Mazur-féle módszerrel és a hagyományos módon fizikát tanuló hallgatók fogalmi megértését ellenőrző tesztben. Ugyanakkor azt találták, hogy az „egymás tanítása” módszer fejlesztette a hallgatók fizikával és a fizika tanulásával kapcsolatos attitűdjét. A Mazur-féle



módszerrel oktatott hallgatók fizikáról alkotott képe elmozdult a kezdők szintjéről a haladók nézete felé. Ugyanez nem volt megfigyelhető a hagyományos módon oktatott hallgatóknál.

Bár az eddigi eredmények elsősorban a fizikára vonatkoznak, találunk példát a szakirodalomban más diszciplínákra is. A Mazur-féle módszer pozitív hatását írták le például a geológia [37–38] és a számítástechnika [30, 39–41] tanítása során.

#### *A hallgatók problémamegoldó készségére gyakorolt hatás*

Számos tanulmány foglalkozik a Mazur-féle egymás tanítása módszernek a hallgatók *problémamegoldó készségére* gyakorolt hatásával.

Cortright és munkatársai élettangyakorlaton [42], Giuliadori és munkatársai állatorvosi élettan kurzuson [43] azt találták, hogy a Mazur-féle módszerrel tanított hallgatók szignifikánsan eredményesebben oldottak meg a megbeszélttől némileg különböző új problémákat. Crouch és Mazur a Harvard Egyetemen végzett longitudinális vizsgálata pedig bebizonyította, hogy az „egymás tanítása” módszerrel tanított hallgatók nem csak a feleletválasztásos és a kvalitatív problémák, hanem a kvantitatív problémák megoldásában is jobban teljesítettek, mint a hagyományos frontális módszerrel oktatott társaik [32].

#### *A hallgatói lemorzsolódásra gyakorolt hatás*

A felsőoktatásban fontos kérdés a hallgatók *lemorzsolódásának csökkentése*.

A fizikakurzusok vizsgálata azt mutatta, hogy az „egymás tanítása” módszerrel tanult hallgatók között szignifikánsan kisebb (<5%) a lemorzsolódás, mint a hagyományos módon tanultak között (>20%) [5, 44].

#### *A módszer elfogadottságával kapcsolatos vizsgálatok*

Bármilyen oktatási módszer fontos jellemzője – hatékonyságán kívül – annak elfogadottsága mind a hallgatók, mind az oktatók részéről.

Számos tapasztalat mutatja, hogy a *hallgatók* többsége idegenkedik az, ún. „aktív” oktatási módszerektől, jobban szeretik a hagyományos frontális munkát, ahol a tanár dolgozik, ők pedig figyelnek, esetleg jegyzetelnek. Ezért már az is jó eredmény, ha egy új oktatási módszerhez semleges viszonyulnak a hallgatók, nem tartják azt sem jobbnak, sem rosszabbnak, mint a hagyományos, megszokott frontális módszereket. Crouch és Mazur longitudinális vizsgálatuk során azt tapasztalták, hogy az „egymás tanítása” módszer nem változtatta meg szignifikánsan a

hallgatóknak a kurzusról alkotott véleményét [32]. Egy másik vizsgálatban [45] a megkérdezett 384 oktatóból 70% számolt be arról, hogy az „egymás tanítása” módszerrel tartott kurzusukat pozitívabban ítélték meg a hallgatók, mint a hagyományos módon tartott kurzusokat, 17% kapott változó véleményeket a hallgatóktól és mindössze 5% számolt be negatív hallgatói véleményekről.

Crossgrove és Curran összehasonlította a biológia főszakosok genetikakurzusának és a nem biológia szakosok bevezető biológiai kurzusának hallgatói megítélését [46]. Mindkét kurzust a Mazur-féle módszerrel tartották. A nem biológia szakosok szignifikánsan pozitívabban ítélték meg a módszert a vizsgateljesítményük szempontjából, mint a biológia szakosok. A nem biológia szakosok nagyobb mértékben javasolták a módszer további használatát az oktatóknak, mint a biológia szakosok. Számos tanulmány számol be arról, hogy a bevezető számítástechnika [22], a természettudományi gyakorlat [42], mérnökképző tantárgyak [47–48], valamint az állatorvosi élettan kurzus [43] hallgatói javasolták a Mazur-féle „egymás tanítása” módszer megtartását, sőt használatának kiterjesztését más kurzusokra is.

Számos esetben számoltak be a hallgatók arról, hogy a Mazur-féle módszer növelte önbizalmukat [24, 35, 49]. Néhány esetben pedig azt is megjegyezték, hogy a módszer hatására javult az oktatójukkal való kapcsolatuk is [39].

Érdekes módon az *oktatóknak* a módszerről alkotott véleményével, a módszerrel kapcsolatos tapasztalataikkal viszonylag kevés tanulmány foglalkozik. Egy felmérés alapján a módszert használó fizikatanárok 90%-a pozitív tapasztalatokról számolt be, és közel 80%-a jelezte, hogy a későbbiekben is használni fogja, 8%-a pedig valószínűleg fogja használni a Mazur-féle módszert [34].

Mind a hallgatók, mind a saját részéről pozitív tapasztalatokról számolt be a módszer eddigi egyetlen „dokumentált” *hazai kipróbálója* is, Jarosievitz Beáta [15–16].

#### *A módszer alkalmazása a kémiaoktatásban*

Sajnálatos módon a nemzetközi szakirodalomban alig találunk példát a Mazur-féle „egymás tanítása” módszer kémiaoktatásban történő alkalmazására.

Gok és Gok főiskolások általános kémia kurzusán végzett kontrollcsoportos kísérletet [52]. Megállapították, hogy a kísérleti csoport fogalmi megértésben, tanulási stratégiában és problémamegoldásban is szignifikánsan felülmúlta a kontrollcsoportot.

Brooks és Koretsky kémia termodinamika tárgykörben alkalmazta a módszert [21]. Megállapították, hogy az első szavazás eredményének megmutatása befolyásolja a hallgatók döntését. Ugyanakkor a társakkal való beszélgetés elemzése azt mutatta, hogy még azoknak a hallgatóknak a fogalmi megértése is fejlődött a megbeszélés során, akik már az első szavazásnál helyes választ adtak.

Ezeket kívül mindössze egy web-oldal [50] és egy könyv [51] foglalkozik a módszer során használható kémiai problémafeladatokkal, és mutat példákat azokra.

#### **Összefoglalás**

Az elmúlt több mint két évtized kutatásai azt mutatják, hogy a Mazur-féle „egymás tanítása” módszer eredményesen alkalmazható az egyetemi oktatásban. Szinte valamennyi tanulmányban arról számoltak be, hogy elősegíti a hallgatók fogalmi megérté-



sét, fejleszti a problémamegoldás szempontjából fontos tudás-transzferet és pozitív irányba változtatja a tantárggyal kapcsolatos attitűdöket. A hallgatók többsége nem zárkózik el a módszer használatától, sőt inkább pozitívan viszonyul ahhoz.

Az eddigi szakirodalmi adatok alapján megállapítható, hogy a Mazur-féle „egymás tanítása” módszer egyik lépése sem hagyható el a módszer eredményességének csökkenése nélkül. Fontos a megfelelően megfogalmazott problémafelvetés. A probléma ne ismeretet, felidézést mérjen, hanem a tanultak megértését, még inkább alkalmazását. Kiderült, hogy mind a megoldás megértése, mind a metakogníció fejlesztése miatt nem hagyható el az, hogy rövid ideig a hallgatók maguk is elgondolkozzanak a problémán, és egyedül próbálják megválaszolni a kérdést. Nem ajánlott viszont az első szavazás eredményének bemutatása. A módszer akkor a leghatékonyabb, ha az első szavazás során a hallgatók 35–70%-a ad helyes választ. A társbeszélés alapvető fontosságú ebben a módszerben. Úgy tűnik, hogy az előzetesen kialakított, és egy kurzus során állandó összetételű csoport hatékonyabban tud dolgozni, mint az óráról órára változó, alkalmasszerűen összeállt csoport. A társbeszélést kísérő tanári magyarázat tovább növeli a módszer hatékonyságát.

A szakirodalmi adatok szerint egy kérdés ilyen módon való feldolgozása átlagosan 15 percet (10–20 percet) vesz igénybe, tehát egy tanítási órán (45–50 perc) legfeljebb három ilyen kérdésfeldolgozásra van lehetőség.



#### IRODALOM

- [1] Mazur, E. (1997): Peer instruction - A user's manual. Prentice Hall, Inc. Simon & Schuster, New Jersey.
- [2] Vickrey, T., Rosploch, K., Rahmanian, R., Pilarz, M. és Stains, M. (2015): Research-based implementation of peer instruction: A literature review. *CBE - Life Science Education*, 14 (spring), 1–11.
- [3] Tóth Z. (2017): A Mazur-féle „egymás tanítása” („peer instruction”) módszerrel kapcsolatos nemzetközi tapasztalatok, kutatási eredmények, I. A módszer leírása és hatékonysága. *Középisikolai Kémiai Lapok*, 44(2), 160–170.
- [4] Tóth Z. (2017): A Mazur-féle „egymás tanítása” („peer instruction”) módszerrel kapcsolatos nemzetközi tapasztalatok, kutatási eredmények, II. A módszer egyes lépéseinek elemzése. *Középisikolai Kémiai Lapok*, 44(4), (közlésre elfogadva).
- [5] Lasry, N., Mazur, E. és Watkins, J. (2008): Peer instruction: From Harvard to the two-year college. *American Journal of Physics*, 76(11), 1066–1069.
- [6] Rosenberg, J. L., Lorenzo, M. és Mazur, E. (2006): Chapter 8. Peer instruction. Making science engaging. In: Mintzes, J. J. és Leonard, W. H. (eds): *Handbook of college science teaching: theory, research, and practice*, National Science Teacher Association, Arlington, Virginia.
- [7] Rao, S. P. és DiCarlo, S. E. (2000): Peer instruction improves performance on quizzes. *Advances in Physiology Education*, 24, 51–55.
- [8] Smith, M.K., Wood, W.B., Adams, W.K., Wieman, C., Knight, J.K., Guild, N. és Su, T. (2009): Why peer discussion improves student performance on in-class concept questions. *Science*, 323, 122–124.
- [9] Porter, L., Bailey-Lee, C., Simon, B. és Zingaro, D. (2011): Peer instruction: do students really learn from peer discussion in computing? In: ICER '11: Proceedings of the Seventh International Workshop on Computing Education Research, New York, ACM Press.
- [10] Knight, J.K., Wise, S.B. és Southard, K. M. (2013): Understanding clicker discussions: student reasoning and the impact of instructional cues. *CBE Life Science Education*, 12, 645–654.
- [11] Brame, C. J. (é.n.): Writing good multiple choice test questions. <https://cft.vanderbilt.edu/guides-sub-pages/writing-good-multiple-choice-test-questions/> (Utolsó látogatás: 2017. 01. 25.)
- [12] Turpen, C. és Finkelstein, N. D. (2009): Not all interactive engagement is the same: variations in physics professors' implementation of peer instruction. *Physical Review Special Topics. Physics Education Research*, 5, 20101.
- [13] Nicol, D. J. és Boyle, J. T. (2003): Peer instruction versus class-wide discussion in large classes: a comparison of two interaction methods in the wired classroom. *Studies in Higher Education*, 28, 458–473.
- [14] Nielsen, K. L., Hansen, G. és Stav J. B. (2014): How the initial thinking period affects student argumentation during peer instruction: students' experiences versus observations. *Studies in Higher Education*, 3, 1–15.
- [15] Jarosievitz B. (2016): The impact of ICT and multimedia used to flip the classroom (Physics lectures) via Smart phones and tablets. In: Lars-Jochen, T., és Raimund, G. (szerk.): *Proceedings of the 20th International Conference on Multimedia in Physics Teaching and Learning*. Mulhouse, European Physical Society (EPS), 357–363.
- [16] Jarosievitz B. (2016): Fordulj a társadhoz! Saját eszközökkel megvalósított interaktív tanítási módszer a fizika oktatásában. In: Karlovitz J. T. (szerk.): *Társadalom, kulturális háttér, gazdaság: IV. IRI Társadalomtudományi Konferencia*. Komárno, International Research Institute, 396–402.
- [17] Lasry, N. (2008): Clickers or flashcards: is there really a difference? *Physics Teaching*, 46, 242.
- [18] Brady, M., Seli, H., Rosenthal, J. (2013): “Clickers” and metacognition: a quasi-experimental comparative study about metacognitive self-regulation and use of electronic feedback devices. *Computers & Education*, 65, 56–63.
- [19] Perez, K. E., Strauss, E. A., Downey, N., Galbraith, A., Jeanne, R., Cooper, S. és Madison, W. (2010): Does displaying the class results affect student discussion during peer instruction? *CBE Life Science Education*, 9, 33–140.
- [20] Nielsen, K. L., Hansen-Nygaard, G. és Stav, J. B. (2012): Investigating peer instruction: how the initial voting session affects students' experiences of group discussion. *ISRN Education*, 290157.
- [21] Brooks, B. B. J. és Koretsky, M. D. M. (2011): The influence of group discussion on students' responses and confidence during peer instruction. *Journal of Chemical Education*, 88, 1477–1484.
- [22] Simon, B., Kohanfars, M. és Lee, J. (2010): Experience report: peer instruction in introductory computing. *SIGCSE '10: Proceedings of the 41<sup>st</sup> ACM Technical Symposium on Computer Science Education*, New York, ACM Press, 341–345.
- [23] Lasry, N., Charles, E., Whittaker, C. és Lautman, M. (2009): When talking is better than staying quiet. In: Sabella, M., Henderson, C. és Singh, C. (eds.): *Physics Education Research Conference*, Melville, NY, American Institute of Physics, 181–184.
- [24] Zhang, P., Ding, L., Mazur, E. (2017): Peer instruction in introductory physics: A method to bring about positive changes in students' attitudes and beliefs. *Physical Reviews: Physical Education Research*, 113, 10104–1–9.
- [25] James, M. C. (2006): The effect of grading incentive on student discourse in peer instruction. *American Journal of Physics*, 74, 689.
- [26] James, M. C., Barbieri, F. és Garcia, P. (2008): What are they talking about? Lessons learned from a study of peer instruction. *Astronomy Education Review*, 7, 37–43.
- [27] Turpen, C. és Finkelstein, N. D. (2010): The construction of different classroom norms during peer instruction: students perceive differences. *Physical Review Special Topics. Physics Education Research*, 6, 020123.



- [28] Miller, K., Lasry, N., Lukoff, B., Schell, J. és Mazur, E. (2014): Conceptual question response times in peer instruction classrooms. *Physical Review Special Topics. Physics Education Research*, 10, 020113.
- [29] Smith, M. K., Wood, W. B., Krauter, K. és Knight, J. K. (2011): Combining peer discussion with instructor explanation increases student learning from in-class concept questions. *CBE Life Science Education*, 10, 55–63.
- [30] Zingaro, D., Porter, L. (2014): Peer instruction in computing: the value of instructor intervention. *Computers in Education*, 71, 87–96.
- [31] Zingaro, D. és Porter, L. (2014): Peer instruction: a link to the exam. *Proceedings of the 19th Annual Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education*, New York, ACM Press, 255–260.
- [32] Crouch, C. H., Mazur, E. (2001). Peer instruction: ten years of experience and results. *American Journal of Physics*, 69(9), 970–977.
- [33] Hake, R. R. (1998): Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses. *American Journal of Physics*, 66(1), 64–74.
- [34] Fagen, A. P., Crouch, C. H. és Mazur, E. (2002): Peer Instruction: Results from a Range of Classrooms. *The Physics Teacher*, 40(4), 206–209.
- [35] Gok, T. (2012): The effect of peer instruction on students' conceptual learning and motivation. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 13(1), Article 10, 1–17.
- [36] Aina, J. K. (2016): Using Peer Instruction (PI) to Investigate Pre-service Physics Teachers Academic Performance in Nigeria. *Journal of Scientific and Engineering Research*, 3(4), 100–105.
- [37] McConnell, D. A., Steer, D. N., Owens, K. D., Knott, J. R., Dick, J. és Heaney, P. J. (2006): Using ConcepTests to assess and improve student conceptual understanding in introductory geoscience courses. *Journal of Geoscience Education*, 54, 61–68.
- [38] Mora, G. (2010): Peer instruction and lecture tutorials equally improve student learning in introductory geology classes. *Journal of Geoscience Education*, 58, 286.
- [39] Simon, B., Esper, S., Porter, L. és Cutts, Q. (2013): Student experience in a student-centered peer instruction classroom. *Proceedings of the Ninth Annual International ACM Conference on International Computing Education Research—ICER '13*, New York, ACM Press, 129.
- [40] Miller, R. L. R., Santana-Vega, E. és Terrell, M. S. (2006): Can good questions and peer discussion improve calculus instruction? *Problem Resource Issues in Mathematics Undergraduate Studies*, 16, 193–203.
- [41] Pilzer, S. (2001): Peer instruction in physics and mathematics. *Problem Resource Issues in Mathematics Undergraduate Studies*, 11, 185–192.
- [42] Cortright, R. N., Collins, H. L. és DiCarlo, S. E. (2005): Peer instruction enhanced meaningful learning: ability to solve novel problems. *Advances in Physiology Education*, 29, 107–111.
- [43] Giuliodori, M. J., Lujan, H. L. és DiCarlo, S. E. (2006): Peer instruction enhanced student performance on qualitative problem-solving questions. *Advances in Physiology Education*, 30, 168–173.
- [44] Crouch, C. H., Watkins, J. (2007): Peer instruction: engaging students one-on-one, all at once. In: Redish, E. F. and Cooney, P.: *Reviews of Research-Based Reform Curricula in Introductory Physics*, College Park, MD, American Association of Physics Teachers, 1–55.
- [45] Fagen, A. P. (2003): Assessing and enhancing the introductory science course in physics and biology: Peer instruction, classroom demonstrations, and genetics vocabulary. Thesis. [http://mazur.harvard.edu/sentFiles/Mazurpubs\\_537.pdf](http://mazur.harvard.edu/sentFiles/Mazurpubs_537.pdf) (utolsó letöltés: 2017. 01. 26.)
- [46] Crossgrove, K. és Curran, K. L. (2008): Using clickers in nonmajors- and majors-level biology courses: student opinion, learning, and longterm retention of course material. *CBE Life Science Education*, 7, 146–154.
- [47] Nielsen, K. L., Hansen, G. és Stav, J. B. (2013): Teaching with student response systems (SRS): teacher-centric aspects that can negatively affect students' experience of using SRS. *Research in Learning Technology*, 21, 18989.
- [48] Boyle, J. T. és Nicol, D. J. (2003): Using classroom communication systems to support interaction and discussion in large class settings. *Association for Learning Technology Journal*, 11(3), 43–57.
- [49] Zingaro, D. (2014): Peer instruction contributes to self-efficacy in CS1. *SIGCSE '14: Proceedings of the 45th ACM Technical Symposium on Computer Science Education*, New York, ACM Press, 373–378.
- [50] Herzfeld Group (é.n.): *ConcepTests for general chemistry*. <http://people.brandeis.edu/~herzfeld/concepttests.html> (Utolsó látogatás: 2017. 01. 25.)
- [51] Landis, C. R., Ellis, A. B., Lisenky, G. C., Lorenz, J. K., Meecker, K. és Wamser, C. C. (2000): *Chemistry ConcepTests: A pathway to interactive classrooms*. Prentice Hall.
- [52] Gok, T. és Gok, O. (2016): Peer instruction in chemistry education: Assessment of students' learning strategies, conceptual learning and problem solving. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 17(1), Article 9, 1–21.

# Fűtés-mérgezés

*Az egyre gyakoribb szén-monoxid(?)-mérgeződések háttérében az egyre jobban karbantartott kémények és az ablakok/lajtók szigetelésének korszerűsítése áll: vagyis az égéstermék/levegő jó hatásfokú elvezetése és a szellőzés kizárása.*

Vajon hány köbméter levegő távozik a fűtött térből a kéményen át, hasonló intenzitású füstölés esetében?

Az alábbi számítás szerint a szoba/fürdőszoba légtere, az átlagos méreteket figyelembe véve, kb. fél/negyedóra alatt kicserélődik – persze csak akkor, ha van levegő-utánpótlás, vagyis szellőzik a légtér.

Az égés során az áramló levegő oxigéntartalma 100%-ban elhasználódik, égéstermékek keletkeznek, amelyek a kéményen



át távoznak. Az égéstermékek legnagyobb része szén-dioxid, gőz és szálló por/korom, de ahogy fogy a rendelkezésre álló levegő oxigéntartalma, a tökéletlen égés következtében növekszik a szén-monoxid-tartalom

is. Ha nincs levegő-utánpótlás, az áramlás lelassul, az égéstermékek egyre nagyobb hányada marad a légtérben.

A légzés során az ember a levegő oxigéntartalmának kb. 5%-át használja el, de 16% alatti oxigéntartalom esetén már légzési problémák léphetnek fel, majd eszméletvesztés és fulladás is lehetséges.

Tehát ha nincs szellőzés, levegő-utánpótlás, akkor a rendelkezésre álló levegő összes oxigéntartalmát az égő használja el, vagyis nem marad belélegezhető oxigén, ezért a helyiségben tartózkodó ember oxigénhiányos állapotba kerülve eszméletét veszti. A mentés során az ajtó/ablak kinyitásával a levegő oxigéntartalma kiegyenlítődik, így csak a megnövekedett szén-dioxid- és szén-monoxid-koncentrációt érzékeljük.

*Következtetés: a fűtés és az ablakok/lajtók szigetelésének átgondolatlan „korszerűsítése” problémákat okozhat. Ezért figyeljünk arra, hogy az a helyiség, ahol a kazán üzemel, mindig megfelelően szellőzőn, legyen elegendő levegő-utánpótlás kívülről.*

Ritz Ferenc

Számítás		
Csőátmérő, m	0,100	kémény
Csőkeresztmetszet, m <sup>2</sup>	0,007854	
Átlagos sebesség, m/s	2,00	légsebesség a nyíláson át
Térfogatáram, m <sup>3</sup> /h	56,55	



# Egyre fontosabbá és jelentősebbé kell válnia a kémiatanítás és az új oktatástechnológiák kapcsolatának

Beszélgetés Georgios Tsaparis professzorral

*Az alábbi interjúban a görögországi Joániai Egyetem Kémia Intézetének professzor emeritusát kérdeztük a kémia és a kémiaoktatás jelenlegi helyzetéről, életéről és tapasztalatairól. Georgios Tsaparis számtalan kémiai témájú tankönyv szerzője és oktatáskutatói cikk írója. Ő az alapító szerkesztője a Chemistry Education Research and Practice (CERP) nevű nemzetközi, impaktfaktoros (1,802) kémiai folyóiratnak. Ötvenkilenc olyan tudományos cikk szerzője/társ szerzője, mely nemzetközi, referált folyóiratban jelent meg. Tizenhárom könyvben írt önálló fejezetet, és „Az anyagról alkotott elképzelések a természettudományos oktatásban” [1] című könyvnek is az egyik szerzője.*



– Miért választotta a kémiát?

– Hivatalosan a kémiai tanulmányaimat a 10. osztályban kezdtem meg, de ebben az évben még nem kedveltem igazán a kémiát. Onnantól érdekelt igazán, amikor a 10. osztályt követő nyári szünetben önmagam kezdtem el tanulmányozni a kémiát. Ekkor egy új könyvet használtunk, ami magyarázni tudta a kémiai reakciók megjósolható termékeit, és ezekhez szisztematikusan leírta a megfelelő ké-

miai egyenleteket: ezzel demisztifikálta a kémiát számomra. Úgy tűnik, hogy mélyen bennem már ott volt az érdeklődés a színek és a kísérletek iránt. 7. osztályban megkíséréltem megtölteni egy léggömböt hidrogéngázzal, amit cink és kénsav reakciójával állítottam elő (ez igen veszélyes kísérlet). 12. osztályban egyedül végeztem el egy általam választott látványos kísérletet: az ammóniaoldat és a réz(II)-szulfát-oldat reakcióját: melyben kezdetben a fehér réz(II)-hidroxid csapadék képződik (ez valójában világoskék színű csapadék), majd újabb ammóniaoldat hozzáadását követően ez feloldódik, és az oldat színe szép mélykék lesz (az oldható réz(II)-tetrammin  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$  komplex ionok miatt). Nem voltam tisztában akkor még azzal, hogy mit fog számomra jelenteni a kémia később, de nagyon nagy hatással voltak rám a reakciók és a színek (makroszkopikus kémia). Természetes volt tehát, hogy első helyen a kémiát jelöltem meg az egyetemi felvételinél. Sikerült bejutnom az Athéni Egyetem Kémiai Intézetébe, amit első helyen jelöltem meg. A felvételi rangsorban a 6. helyen voltam, amiért támogatást kaptam a Görög Állami Ösztöndíj Alapítványtól. Ez a támogatás nagyon sokat segített az alapképzés során, mert a családomnak nem volt olyan az anyagi helyzete, hogy a tanulmányaimat támogatni tudta volna.

– Miért választotta a fizikai kémiát, elméleti kémiát az MSc- és a PhD-témájának?

– Nem sokkal azután, hogy bekerültem az egyetemre, „paradigmaváltáson” estem át a kémiát illető filozófiai nézeteimből. Elmém mélyen elméleti voltam, ezért nagyon nagy hatással és befolyással volt rám a magasabb szintű matematika, amit első évben tanultunk az egyetemen. Ennek eredményeképpen elkezdtem összefüggéseket keresni a matematika és a kémia között, de ez nem tűnt igazán számomra könnyűnek az első éves kémiakurzusaim alapján (általános és analitikai kémia).

Ezért elmentem az egyetem könyvtárába, ahol találtam egy régi (1930-as) fizikai kémia könyvet, ami a fizikai kémia klasszikus területeivel foglalkozott (de nem volt benne kvantumkémia, statisztikus termodinamika vagy spektroszkópia). Nagyon lelkes lettem, amikor megláttam azt a sok matematikai képletet, amit a szerzők a termodinamika tárgyalásánál használtak (különösen a differenciálok és az integrálok tetszetek). Aztán a második évben találkoztam a néhai Constantine N. Polydoropoulos fizika-kémia-professzorral, aki kvantumkémiát is tanított nekünk a harmadik évben. Amikor teleírta a táblát differenciálegyenletekkel és integrálásokkal, megerősödött bennem az érdeklődés a fizikai kémia iránt. Ezután kölcsönöztem ki az első kötetet („atomok”) az Elemi kvantumkémia című könyvből [2], és egyetlen este alatt elolvastam 100 oldalt belőle. Utolsó éves (alapképzés) koromban megvettem az első angol nyelvű kémiakönyvem: a Kémiai egyensúlyok alapelvei [3] volt a címe. Ez a könyv a kémiai és statisztikus termodinamikáról szólt, és Kenneth G. Denbigh cambridge-i professzor írta. Diploma után, a sorkatonai szolgálatom teljesítése alatt Polydoropoulos professzor ajánlotta nekem, ezért megvettem és tanulmányoztam egy újonnan kiadott könyvet, ami szintén az Elemi kvantumkémia [4] címet viselte, de ezt Frank L. Pilar professzor (University of New Hampshire) írta. Ezekből egyenesen következik, hogy miért választottam a fizikai kémiát és az elméleti (kvantum-) kémiát az MSc-, illetve a PhD-dolgozatomnak a Kelet-angliai Egyetemen, Sidney F. A. Kettle témavezetése alatt.



– *Miért és hogyan lett a kémia és a „science” kutatója, illetve oktatója?*

– A kutatás és az oktatás különböző dolgok számomra. Azért lettem kutató, mert az MSc-, illetve a PhD-tanulmányaim megkívánták, de alapvetően sok éven át jobban szerettem tanítani, mint kutatni. Főleg a magasabb szintű kémiát szerettem tanítani (különösen a fizikai kémiát), ezért lettem egyetemi oktató. Később rájöttem, hogy a kutatás is szerves részét kell, hogy képezze a jó egyetemi tanár munkájának, ezért fordítottam az érdeklődésemet a kutatások irányába is.

– *Hogyan lett a Joánniai Egyetemen oktató?*

– Nyertem (egy 1973-as versenyen) egy támogatást a Görög Állami Ösztöndíj Alapítványtól külföldi tanulmányokra. Habár a tanulmányaimat 1974 és 1975 között folytathattam, addig még volt egy évem (1973 augusztusában fejeztem be a sorkatonai szolgálatot). Polydoropolos professzor, aki a témavezetőm volt az alapképzésben – és akit közben kineveztek az új Joánniai Egyetemen fizikaikémia-professzornak –, azt javasolta, hogy töltssem a 1973/1974-es tanévet tanítással a Joánniai Egyetemen, amit én meg is tettem. Nagy öröm volt számomra, hogy vele dolgozhattam, ezért talán nem meglepő, hogy miután visszatértem Angliából Görögországba, 1978 júniusában azonnal csatlakoztam a Fizikai Kémia Részleghez a Joánniai Egyetem Kémia Intézetében.

– *Mit tudna elmondani a saját kémiaoktatással és „science”-oktatással kapcsolatos kutatásairól, kimondottan a magasabb rendű kognitív képességekről (high-order cognitive skills, továbbiakban: HOCS), illetve a szerkezeti elképzelésekről, hangsúlyosan a kvantumkémiai fogalmakról?*

– A kvantumkémiai elképzelések iránti érdeklődésem a kvantumkémiai kapcsolatos háttéremből és az ezzel kapcsolatos kurzusaimon az évek alatt szerzett tapasztalataimból származik. A HOCS iránti érdeklődésem Uri Zoller professzor (University of Haifa, Izrael) releváns munkáinak olvasásából ered, akivel közösen dolgoztunk egy ezzel kapcsolatos cikkem [5] is. Fizikokémikusként szerettem a matematikát, tehát szerettem a kvantitatív (statisztikai) kutatási eljárásokat használni az oktatáskutatási tanulmányaimban. A problémamegoldás kutatása és ennek számos kognitív és pszichometrikus faktorokkal való kapcsolata lehetővé tette számomra, hogy ezeknek a kiértékelésekor a (statisztikai) kutatási eljárást alkalmazzam. 1990-ben a Glasgow-i Egyetemen tölthettem a kutatási szemeszteremet Alex H. Johnstone professzornál, aki sokat segített nekem az oktatáskutatás módszertanának elsajátításában és a természettudományos problémamegoldásban. A problémamegoldás kutatásában befolyásolt még Mansoor Niaz venezuelai professzor (Universidad de Oriente, Venezuela) munkássága is, akivel közösen cikkeket is jelentettünk meg. Végül, nyilvánvalóan az én matematika- és science-szeretetem vezetett ahhoz az úttörő munkához, melynek során tanítványom, Dimitrios Stamovlasis (jelenleg már egyetemi docens, Szaloniki Arisztotelész Egyetem) segítségével megalkottuk a nemlineáris kutatási módszertant (az ún. komplexitáselmélet) a természettudományos problémamegoldás adatainak feldolgozásához.

– *Melyek a görög kémiatanterv specialitásai?*

– Az alacsonyabb középfokú oktatásban („gymnasion”) Görögországban 3 évfolyam van (7., 8., 9.), 12–14 éves korig. A kémiát önálló tantárgyként tanítják (így a biológiát és a fizikát is). A 8. és 9. évfolyamon *csak* egy 45 perces óra van hetente. Görög különlegesség az is, hogy eddig fele annyi idő jutott kémiára, mint fizikára vagy biológiára. (Nemrég egy plusz órát is kapott a fizika, így ma már kevesebb, mint fele annyi idő jut a kémiára, mint



A Joánniai Egyetem kampuszának bejárata

a fizikára.) A magasabb középfokú oktatásban Görögországban szintén 3 évfolyam van (10., 11., 12.), 15–18 éves korig. A 10. évfolyam orientációs év, közös tanterv minden tanuló számára, míg a 11. évfolyamon és a 12. évfolyamon az általános tárgyak mellett fel kell venni két (végül 12. évfolyamon egy harmadik) tárgyat is. Mindhárom science tantárgy (biológia, fizika, kémia) érintett mind általános tárgyként, mind választható tárgyként is. A két óra egymástól külön valósul meg.

– *Hogyan viszonyulnak a kémikusok az Ön kémiaoktatási kutatásaihoz?*

– Sok éven át tanítottam a science- és a kémiaoktatásban; a Joánniai Egyetem Kémia Intézetében tartottam oktatáskutatással kapcsolatos módszertani kurzusokat. Az Athéni Egyetem és a Szaloniki Egyetem Kémiai Intézetében is tartottam egyetemistáknak science- és kémiaoktatási kurzusokat. A 2007/2008-as és a 2008/2009-es tanévben a Ciprusi Egyetemen voltam vendégprofesszor, és kémiaoktatási szemináriumokat tartottam kémiatanár-gyakornokok részére. A kurzusaim többségéről könyvet vagy tanári kézikönyveket írtam Görögországban [6]. Végül megjegyezném, hogy a végzett tanítványaim (különösen a PhD-hallgatóim) közül nagyon sokan aktív kémiatanárok, akik a fokozatukat a tanári munkájuk mellett szerezték meg. Ezt követően többségük folytatta a kutatásait, a görög oktatási rendszerben magas pozíciókat töltött be. Dimitrios Stamovlasis (ahogy már korábban említettem) egyetemi docens a Szaloniki Arisztotelész Egyetemen.

– *Mit gondol a jelenlegi kémiaoktatásról?*

– Elérte az érettség állapotát, vagyis most sokkal specializáltabb témák kerülnek elő. Egyre fontosabbá és jelentősebbé kell válnia a kémiatanítás és az új oktatástechnológiák kapcsolatának.

– *Számos tankönyvet írt Görögországban iskolásoknak és egyetemistáknak. Mit gondol a modern kémiatankönyvekről?*

– Tankönyvet írni hatalmas feladat, amihez szükség van tehetségre, lelkesedésre, elkötelezettségre, az oktatáskutatások eredményeinek ismeretére. Ily módon a tankönyvekben alkalmazni kellene a modern és hasznos oktatási módszereket (kiegészítve a modern trendekkel, például a digitális tankönyvvel). Az egyetemi természettudományos oktatók lehetnének jó tankönyvírók, de általában nincs erre idejük. (Én lehetek az egyik kivétel, mert kísérletet tettem arra, hogy az alacsonyabb és a magasabb középfokú oktatásban tanulók számára is írjak tankönyveket.) Hasonló angol nyelvű próbálkozás volt, amikor egyetemi oktatók írtak könyvet [7], melyet Keith S. Taber (a Journal of Chemistry Education Research and Practice szerkesztője) szer-



kesztett tanárok számára. A könyvben én is írtam egy fejezetet (elektrolízisről, elektrolitokról, galváncellákról).

– Ön volt az alapító szerkesztője (2000 és 2004 között) a *Chemistry Education Research and Practice* nevű folyóiratnak. Miért indította el ezt a folyóiratot? Melyek voltak az eredeti célok, ötletek és elképzelései ezzel kapcsolatban?

– Erre röviden nem tudnék válaszolni. Olvassák el a vonatkozó szerkesztői jegyzeteimet a 2000 (1), (2), (3), 2003 (1), és 2004 (3) számokban.

– 2005 óta ezt a folyóiratot már a *Royal Society of Chemistry* adja ki, 2007 óta szerepel a *Science Citation Indexben*. A legmagasabb *impaktfaktor*, amit a *CERP* elért 1,802 (2015-ben a *Journal Citation Reportsban*) – ez a legmagasabb mérőszám, amit kizárólag kémiaoktatási-kutatással foglalkozó folyóirat elért. Mit gondol, mi ennek a sikernek a titka?

– Ez számos tényezőnek köszönhető:

- globális jellegű;
- itt gyűlt össze a legtöbb jeles nemzetközileg elismert kémiai oktató szakember (szerkesztői és nemzetközi tanácsadó testület);
- nyílt hozzáférés (mind közzétételre, mind olvasásra);
- barátságos és segítőkész megközelítés a folyóirat-szerkesztők részéről, különösen az új és tapasztalatlan szerzők esetén;
- a publikálás gyorsasága;
- nincs terjedelmkorlátozás a publikációknál;
- a nemzetközi kémiaoktatási társadalom támogatása és különösen az Amerikai Egyesült Államok közösségének a támogatása.

Cserébe természetesen a folyóirat ezeket a kutatókat kiváló minőségű és rendkívül elfogadott publikációkkal látja el.

– Hogyan látja a tantárgy-pedagógiai kutatások jelenét és jövőjét?

– Szerintem nagyon jó, hogy vannak általános természettudományos oktatással foglalkozó tanulmányok (és folyóiratok), illetve tantárgy-specifikus pedagógiai kutatások (és folyóiratok) is. Különösen fontos lenne – látom, hogy igény lenne rá –, hogy le-

gyenek olyan új folyóiratok, amelyek szintén a kémiaoktatási kutatásokkal foglalkoznak, és jobban megfelelnek az új/kevesebb tapasztalt kutatók számára, akiknek nehéz közétetni a cikkeiket a *Journal of Chemistry Education*, illetve a *Journal of Chemistry Education Research and Practice* folyóiratokban. (De ez a tapasztaltabbak számára is jó lenne.)

– Mit gondol a kutatások és a mindennapi gyakorlat kapcsolatáról?

– Sokat fejlődött, például Görögországban az 1990-es évek óta működik egy egyetemek közötti posztgraduális továbbképzési program „kémiaoktatás és az új oktatási technológiák” címmel [8]. Habár sok országban még bőven van tennivaló: Görögországban például a kormányzatok több kísérletet is tettek (1997 óta, 2013 óta, és most 2016-ban) a tanárok számára pedagógiai és oktatási képzés elvégzéséről szóló tanúsítvány bevezetésére. Ez több egyetemen bevezetésre is került, de még sok tennivaló maradt, különösen a leendő kémia tanárok számára.

– Mik a terveik?

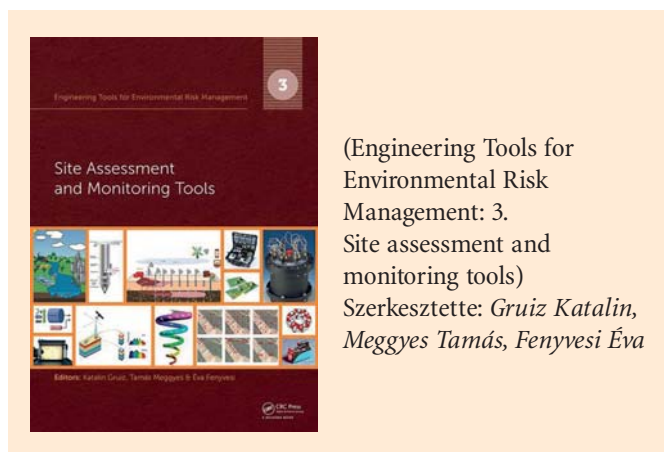
– A 2015/2016-os tanévtől nyugdíjas egyetemi tanár, professzor emeritus vagyok, de próbálok aktív maradni a kutatásban, és néhány végzős hallgatónak is a témavezetője vagyok.

**Kapitány János Sándor, Tóth Zoltán**

IRODALOM

- [1] Tsaparlis G, Sevián H, *Concepts of Matter in Science Education*, Springer, Hollandia, 2013.
- [2] Polydoropoulos C. N., *Elementary quantum chemistry*, 1., Atoms, Görögország, 1964.
- [3] Denbigh K. G., *The principles of chemical equilibrium*, Cambridge University Press, 1966.
- [4] Pilar Frank L., *Elementary Quantum Chemistry*, McGraw-Hill, New York, 1968.
- [5] Tsaparlis G., Zoller U., *Evaluation of Higher vs. Lower-Order Cognitive Skills-Type Examinations in Chemistry: Implications for University in Class Assessment and Examinations*. *University Chemical Education* (2003) 7 (2), 50–57.
- [6] Tsaparlis G., *Topics in Physics and Chemistry Teaching for Secondary Education*, Grigoris Publications, Athén, 1989–91.
- [7] Taber K. S. (szerk.), *Teaching secondary chemistry*, 2nd edition, London: Association for Science Education / Hodder Education, 2012.
- [8] Tsaparlis G. és mtsai., *Chemical Education and New Educational Technologies: An interuniversity programme for graduate studies*, *CERP* (2000), 1 (3), 405–410.

## Szennyezett területek felmérése és monitorozása



(Engineering Tools for Environmental Risk Management: 3. Site assessment and monitoring tools) Szerkesztette: Gruiz Katalin, Megyes Tamás, Fenyvesi Éva

jelent meg a CRC Press Balkema csoport gondozásában, *Szennyezett területek felmérése és monitorozása* címmel. A könyv 436 oldalon 7 fejezetben ismerteti a környezet felméréseben és a környezetmonitoringban szerepet játszó koncepciókat, módszereket és eszközöket.

A könyvsorozat kötetei a környezetmenedzsment mérnöki eszköztárának egy-egy területét ismertetik a környezet megvizsgálásától a meggyógyításáig, a jogi szabályozástól a technológiák verifikálásáig a teljes környezetmenedzsment feladatkört lefedve. A szerzők a jól ismert hagyományos módszerek ismertetése mellett előtérbe helyezik az innovatív technológiákat és a frissen bemutatott gyakorlati alkalmazásokat. Nagy hangsúlyt fektetnek a technológia-kiválasztást célzó döntési folyamatra és a mérnöki eszközök célszerű beillesztésére a környezetirányítási folyamatba.

A könyv a mindennapi gyakorlatban szerepet vállaló szakemberek számára íródott, hogy segítse az eligazodást a rendeletek, határértékek, alkalmazott stratégiák, koncepciók, a kialakult szabványosított és egyedi módszerek, mérnöki eljárások

Az 5 kötetesre tervezett könyvsorozat (*A környezetmenedzsment mérnöki eszköztára*) magyar szerkesztők és nagyrészt magyar szerzők munkája. A harmadik kötet 2016 augusztusában



robbanásszerűen megjelent tömegében. Az egyes kötetek a környezetvédelmi képzésekhez is jó alapot nyújtanak, a fiatal szakembereket a tudáson nyugvó holisztikus szemlélet felé irányítva.

A sorozat szerkesztői és szerzői számtalan környezetmérnöki feladat megoldásában vettek részt, így saját tapasztalatból ismerik a döntésekhez szükséges ismeretek komplexitását és az egyes területeken működő jogászok, irányítók, döntéshozók és mérnökök együttműködésének nehézségeit, a közös nyelv hiányát és a szakterületek közötti együttműködés korlátait. Ehhez adódik még a tulajdonosokra és a nagyközönségre jellemző ismerethiány, akár téveszmék is, melyek nemcsak a környezet, de a pénztárca számára is rossz döntésekhez vezethetnek. Holott van tudás, létezik ismeret, de lassan jut el az érintettekhez. Az új tudományos és technikai fejlesztések összessége nem csak nem jut el a gyakorló szakemberekhez és a döntéshozókhoz, de ami eljut, az sem olyan nyelven, amit a közember vagy az átlagmérnök, az átlag-döntéshozó megértene. Ezért a könyvsorozat igyekszik a bonyolult összefüggéseket is egyszerűen magyarázni, és szemiatizált ábrákkal, a logikus összefüggések és az egyszerű megoldások bemutatásával közel hozni a könyv olvasóját, használóját a környezettudományhoz és a mérnöki tudományokhoz. Másik célja, hogy terjessze a holisztikus szemléletet, hiszen a környezetünk jövője attól függ, hogy képes lesz-e az emberiség olyan attitűdváltásra, amiben a környezetnek az emberrel egyenrangú helyet biztosít, megértve, hogy egészséges környezet nélkül nincs egészséges ember sem.

Ez a harmadik kötet a környezeti állapot és minőség, általában a fenntarthatóság tervezéséhez szükséges információt szolgáltató mérnöki eszköztárat mutatja be, sok-sok innovatív megoldással, a fizikai-kémiai módszerek mellett a biológiai, ökológiai és ökotoxikológiai metodikákat előtérbe helyezve. Szerzők ettől azt remélik, hogy gyorsítható az újdonságok beépülése a gyakorlatba és elősegíthető a természetbarát módszerek, a természetazonos vagy természet közeli eszközök és anyagok elterjedése. Ezek segítségével a reális környezethez közelebb álló modellek hozhatóak létre, melyek hűebben jellemzik a környezetet és jobb prognózist tesznek lehetővé, mint a manapság domináló kémiai modellek önmagukban.

A szerkesztők és a szerzők a szemlélet formálásán kívül azt remélik a sorozattól, hogy a döntéshozók és a gyakorló mérnökök széles áttekintést kapnak a rendelkezésre álló módszerekről és eszközökről, és hogy ennek a tudásnak a birtokában megtalálják a megoldandó problémához legjobban illeszkedő eszköztárat, elmentében azzal a rossz gyakorlattal, hogy az általuk ismert néhány eszközt alkalmazzák mindenre.

A sorozat szerkesztői részletesen bemutatkoztak az első kötethez készített recenzióban (2015. januári szám), a másodikban (2016. januári szám) pedig ismertették személyes motivációjukat, elkötelezettségüket a tudás, tapasztalat továbbadására. A környezet felméréséhez, illetve monitorozásához szükséges eszköztár kapcsán a könyv szerzői közvetlenül és mélyen érintettek, hiszen tanulmányaik és szakmai karrierjük vegyészként, vegyészmérnökként, valamint bányamérnökként a harmadik kötetben szereplő felmérési módszerek fejlesztésére és használatára koncentráltak. Így a gyakorlatban tapasztalhatták meg a módszerek elégtelenségét, azt, hogy a dinamikus környezet nem hajlandó alávetni magát az élettelen fizika és a laboratóriumi kémia törvényeinek és úgy viselkedni, hogy pusztán fizikai-kémiai mérési módszerekkel jól követhetőek legyenek a változásai. Így szakmai fejlődésük arról szólt, hogy a reá-

lis környezet jellemzésére, változásainak időbeli követésére alkalmas koncepciókat alkossanak és olyan új modelleket és azokhoz adatokat szolgáltató mérési módszereket fejlesszenek, melyekkel közelebb lehet kerülni az élő környezet megismeréséhez.

A vegyipart, a vegyi anyagok használatát és a bányászati tevékenységeket és ezek környezeti kockázatait jól ismerve fordult érdeklődésük a szennyezett területek felé, azon belül is a talaj és a talajvíz, majd abból kiindulva minden egyéb talajromlás irányába. A metodikákat tekintve pedig a fizikai-kémiai eszközöktől indulva a környezetet komplexen jellemző összetett metodikák és a környezetet hűen szimuláló eszköztár felé.

A 3. kötet tematikája és fejezetei jól tükrözik a szerzők holisztikus szemléletét, valamint a szemlélet gyakorlatban történő alkalmazásához szükséges eszköztárat. Céljuk, hogy mindig a lehető legjobb módszer-együttes kerüljön összeállításra és alkalmazásra általában a mérnöki gyakorlatban, és konkrétan a szennyezett és leromlott területek felmérésében és monitorozásában. A legjobb eszközök kiválasztásához és kombináláshoz ismerni kellene a rendelkezésre álló eszközök összességét, de legalább típusainak teljességét, az egyes mérési módszerek előnyeit, hátrányait, használhatóságukat, ami egyetlen szakembertől nem várható el. Mindehhez jön a probléma megoldásának iteratív jellege: akkor lehet összeállítani a lehető legjobb módszer-együttest, ha ismertek a felmérendő terület főbb jellemzői, de ezek majd a felmérés során válnak ismertté, tehát dinamikus koncepcióra és dinamikus módszerekre van szükség. Az interneten keresgélés sem biztosíthatja az ismeretek teljességét, egy jól összeállított kézikönyv viszont sokat segíthet mind-ebben.

Az első kötet szemléletformáló és megteremtí az alapokat a további kötetekhez. A második kötet a környezettóxicológia témáját, módszereit járja körül. A harmadik kötet a környezet, elsősorban a szennyezett környezet felméréséhez és monitorozásához ad komplex ismereteket a jogi háttértől a felmérési koncepción keresztül a hagyományos és innovatív felmérési módszerekig.

A Szennyezett területek felmérése és monitorozása című, 3. kötet főbb témakörei:

- Hatékony környezetmonitoring, jogi háttér, jó gyakorlatok a szennyezett területek felmérésben;
- Mintavétel, mérési és tesztmódszerek, az eredmények értékelése és interpretálása, a környezeti kockázat mérése;
- Környezetmonitoring és korai figyelmeztető rendszerek a környezetmenedzsmentben;
- *In-situ* és real-time (valós idejű) mérési módszerek a felszíni és felszín alatti vizek monitorozásában és a szennyvízkezelésben;
- *In-situ* és real-time mérési módszerek szennyezett talajok és szennyezett területek menedzsmentjében.

A fenti témakörökön belüli tárgyalás kiterjed a fizikai-kémiai, geokémiai, biológiai, ökológiai és ökotoxikológiai módszerek használatára, a dinamikus felmérésre és értékelésre, valamint az eredmények döntések meghozatalához való felhasználására. Az egyes fejezetek számtalan rendelkezésre álló eszközt és módszert ismertetnek, megvalósult alkalmazásokat, sok esetben a beszerzés forrását is. Az utolsó érdekes fejezet egy speciális vegyi anyag, a ciklodextrin megvalósult alkalmazásait ismerteti mintavételi és környezetanalitikai módszerekben és tesztekben.

**Gruiz Katalin**

Kutasi Csaba

# 200 éve született Irinyi János, a zajtalan és robbanásmentes biztonsági gyufa feltalálója



A gyufa kifejezés a német Zündholz tükörfordítása, először gyújtófácska elnevezéssel terjedt el, ami a 19. század közepén részben a gyújtóra módosult, majd kialakult a ma is használatos gyufa. „Oly gyújtófácskák előállítására kérek engedélyt, amelyek fellobbanásukkor nem zajonganak, s kén nélkül is készíthetők, miáltal semmi szagot nem csinálnak” – ezzel kívánta szabadalmaztatni találmányát a 19 éves Irinyi János, aki a bécsi Politechnikumban végezte kémiai tanulmányait. Irinyinek e nagyszerű ötleten túl is kiemelkedő eredményei vannak a kémia újszerű szemléletének terjesztésében.

**A** kénnel átitatott fenyőfa pálcákat Kínában már a 6. században használták tűzgyújtásra. Európában a 16–18. századig a tűzszer szám az acél-kova-tapló megoldás volt. A kovakő és az acél összeütésével szikrát pattintottak, a keletkező szikrát a taplóban (vagy száraz vászondarabban) felfogva, kis parázs keletkezett, amely egyre jobban felizzott.



Ezt követően számos tűzszer szám-előállítási kísérlet folyt. A modern gyufa feltalálása a 19. század elejére tehető, amikor számos kísérlet, megfigyelés és több tanulmány eredményeinek összegzése ezt lehetővé tette. Az akkor már száz éve ismert foszfornak a levegőn és kisebb dörzsölés hatására történő meggyulladás adta az alapötletet, ami manapság is meghatározó szerepű.

## Középpontban a foszfor

A foszfort, mint nemfémes szilárd elemet, a görög phosz (fény) és phorosz (hordozó) szavak alapján nevezték el (fényhozó). Külön érdekesség, hogy ez az első elem, melynek ismerjük a felfedezőjét (Henning Brandt alkímista, 1669), másrészt először az állati és emberi testnedvben fedezték fel, csak ezután a növény- és ásványvilágban. A természetben az apatitokban  $[\text{Ca}_5(\text{F}(\text{PO}_4)_3)]$  és



Sárgafoszfor



Vörösfoszfor



Feketefoszfor

## A foszfor módosulatai

amorf foszfátközetekben fordul elő. Az emberi testben jelentős mennyiségben van jelen, a csontok és a fogak felépüléséhez, az anyagcseréhez, az idegrendszer működéséhez szükséges. A foszfornek több módosulata ismert:

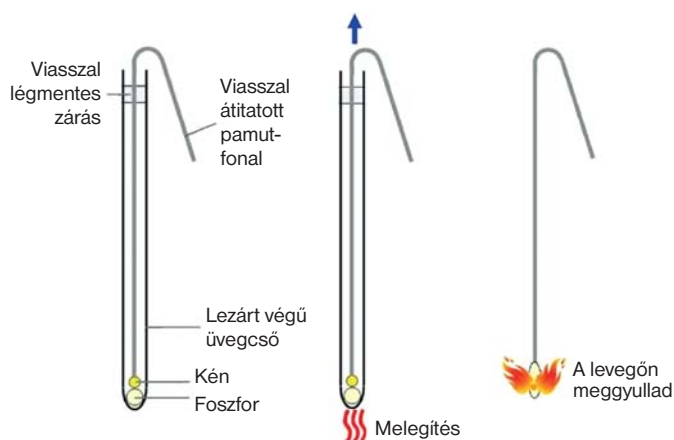
- a fehérfoszfor (sárga foszfor) viaszhoz hasonló állagú, késsel vágható, zsírokban és olajokban oldható, mérgező, továbbá szobahőmérsékleten is hevesen oxidálódik, ezért oxigéntől elzárva víz alatt kell tartani,
- a vörösfoszfor sötétvörös amorf por, semmiben sem oldható, nem is mérgező; levegőn eltartható, csak magasabb hőmérsékleten gyullad meg,



– a feketefoszfór sötétszürke, fémesen csillogó, a foszfor termodynamikailag legstabilabb módosulata.

### A turini gyertya és a kénezett fapálcika

A gyufa szempontjából is meghatározó szerepű foszfort jóval előbb fedezték fel, olcsó előállítására állati csontokból az 1700-as évek végén vált gyakorlattá, azonban csak 1779-ben az olasz Louis Peyla próbálta először gyújtó készítésére használni. Kísérleteire alapozva, elképzeléseit tökéletesítve a holland Jan Ingen-Housz természettudós hozta létre a turini gyertyát. Egy zárt végű (beforrasztott) üvegcső aljára foszfort és ként helyeztek, majd beletoltak egy viasszal átítatott pamutfonalat a cső zárt végéig, nyitott végét viasszal légmentesen lezárták a kilógó fonaldarab beágyazásával. Az így kialakított csövecske beforrasztott végét óvatosan felmelegítették, így az ott levő foszfor és kén megolvadt, majd kihűlés után gőb képződött a pamutfonal belső végén. A használat során a csőből kihúzott pamutból foszforos vége a levegőre kerülve lángra lobbant, több-kevesebb sikerrel.

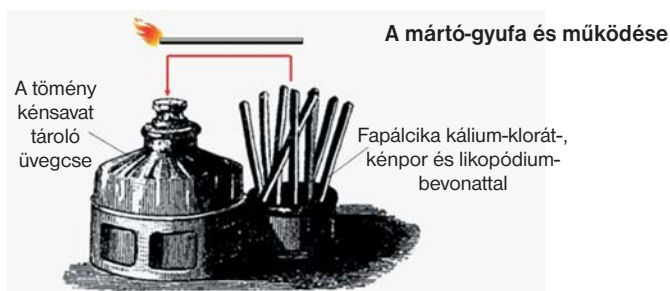


#### A turini gyertya kialakítása és működése

Újabb megoldásként a foszfort jól lezárható üveg- vagy ólom-edényben tárolták. Gyújtáshoz egy kénezett végű kis fapálcikával benyúltak az edénybe, a foszforból keveset kikapartak, majd a pálcika preparált végét bőrön vagy posztón végighúzták, és az lángra lobbant.

### A mártó-gyufa, majd dörzsgyufa

Az újabb fejlődési állomás a mártó-gyufa létrejötte volt, 1805-ben Párisban tűnt fel. A megoldás azon alapult, hogy a kálium-klorát ( $KClO_3$ ) a szerves és egyéb éghető anyagokat a koncentrált kén-savval reagálva hevesen meggyújtja. Ez a vegyület tömény kén-savban hidrogén-perklorátra ( $HClO_4$ ) és klór-dioxidra ( $ClO_2$ ) bomlik, utóbbi, mint erős oxidálószer, biztosítja a „gyűlés”-t. Ennek



alapján Jean Chancel gyufafejlesztő kálium-klorátot, kénvirágot (kénpor), likopódiumot (kapcsos korpafű spórája) és arabgumi- (ragasztó-, sűrítőszer) oldatot tartalmazó keverékből készített bevonattal (fejjel) látta el a kis fapálcikákat, amelyekhez kis üvegcsékben koncentrált kén-savat mellélt. Az így kialakított pálcika fejét kén-savba mártva létrejött a láng.

A kén-sav nemcsak maró hatása miatt volt veszélyes, hanem nehézkessé is tette a tűzgyújtást. Ugyan voltak törekvések a kén-sav káros hatásainak csökkentésére (pl. a savat tároló üvegcsét azbeszttel töltötték ki), azonban így sem lett veszélytelen a megoldás. Ennek kiváltására 1815-ben Franz Paul Tillmetz müncheni gyógyszerész létrehozta az első dörzsgyufát, ami szintén kálium-klorátos keveréken alapult. (Újabb kutatások figyelembevételével a foszfort 1825-ben John Thomas Cooper angol vegyész használta először a dörzsgyufa létrehozására.) Tillmetznel sokkal később, 1827-ben, az angol John Walker szintén létrehozott egy dörzsgyufát, ezért az angolok őt tartják a feltalálónak. Ő Robert Boyle 1680-as kísérleteire alapozva alakította ki a gyufafej anyagát, antimon-szulfidból és kálium-klorátból keverve, amit természetes gumi és keményítő elegyével lehetett felvinni a gyufaszálra. Ennek a dörzsgyufának a szabadalmi jogait Samuel Jones vette meg, és lucifer néven hozta forgalomba.



#### Példák a híres „lucifer” dörzsgyufa csomagolásaira

John Walker újabb megoldásában a kénezett végű fára felvitt gyújtófej kálium-klorátot, ként és arabgumit, emellett adalékként dörzsölésre könnyen felrobbanó durranóhiganyt is tartalmazott. A durranóhigany [higany(II)-fulminát;  $Hg(CNO)_2$ , a fulminsav (ciánsav izomerje) higanyosója] nemcsak drága volt, hanem veszélyes is. Ezért a durranóhigany helyett Samuel Jones antimonnal ( $Sb_2S_3$ ) végzett kísérleteket, és egy ilyen gyújtóelegyet szabadalmaztatott 1832-ben. A gyújtófej elkészítéséhez a kálium-klorátot antimon-szulfiddal ( $Sb_2S_3$ ) és kénrel keverte. Dörzsölés hatására hő fejlődik, oxigén szabadul fel a kálium-klorátból. A keletkező oxigén begyűjtja a ként és az antimon-szulfidot.

A dörzsgyufa – a mártó-gyufánál – tökéletesebb gyújtóeszköznek bizonyult, azonban hátránya volt, hogy veszélyes robbanóanyagot hordozott és lángra lobbánása is robbanás során ment végbe. A francia Charles Sauria fehérfoszfort adagolva javította a gyulladó elegyet, amely könnyebben és minimális szaghatással gyulladt. Ez azonban hátrányos megoldás volt azért, mert a gyufaszálakat levegőtől elzártan kellett tartani, miután a mérgező fehérfoszfor könnyen meggyulladt. Közben Németországban többen – egymástól függetlenül – könnyen gyulladó gyufákat fejlesztettek, amelyek feje oldott arabgumiban eldörzsölt foszfort, kálium-klorátot és ként tartalmazott. Az ezzel a módszerrel gyártó kisüzemek ugyanakkor életképtelenek voltak, miután a Jakob Friedrich Kammerer által 1832-ben alapított foszforosgyufa-gyár termékei népszerűbbeknek bizonyultak. Innen ered, hogy a né-



metek sokáig Kammerert tartották a foszforos gyufa feltalálójának.

Hazánkban az első dörzsgyufagyárt 1834-ben Zucker László alapította. A zajtalan és robbanásmentes gyufa feltalálása honfitársunknak, Irinyi Jánosnak köszönhető, aki 1836-ban rájött a megoldásra. Erdélyi származású professzora, Meissner Pál sikertelen kísérlete (ként ólom-dioxiddal összedörzsölve elmaradt a gyulladás) megnyitotta számára a megoldást a zaj nélküli gyufa előállítására („ha kén helyett foszfort vett volna, az már rég égne” – mondta Irinyi). Ő a klórsavas-kálit ( $KClO_3$  – kálium-klorát) ólom-szuperoxidral ( $PbO_2$ ) helyettesítette. A forró vízben megolvastott és rázással granulált foszfort kihülés után ólom-szuperoxidral és arabgumival egyesítette, az így kapott masszába kéneztet végű papálcikákat mártott.

A már kényelmesen használható, rendkívül gyorsan népszerű gyufa még mindig erősen mérgező fehér- (sárga-) foszfort tartalmazott. A gyufagyártásban közreműködő munkások súlyos foszformérgezést kaptak, a foszfor-nekrózis (sárgafoszfor miatt bekövetkező sejthalál) betegség – és a sárgafoszforral végrehajtott öngyilkosságok miatt – a legtöbb országban betiltották a foszforos gyufát. Egyébként Irinyi talál-



Irinyi János portréja

mányát és a gyártási jogokat Rómer István bécsi gyógyszerész vásárolta meg, aki az Irinyi-féle biztonsági gyufa gyártásán nagy vagyonra tett szert, míg Irinyi szegénységben hunyt el. Az Irinyi-féle gyufából mindössze két szálát őriznek, egyet Pesten, a másikat Veszprémben (29 mm hosszúságúak, 3 mm-es átmérővel rendelkeznek, végükön kb. 5 mm-es fejjel). 1845-ben Anton von Schrötter osztrák kémikus már felfedezte a vörösfoszfort, így később lehetőség nyílt a veszélyes fehérfoszfor lecserélésére.

A biztonsági dörzsgyufánál a vörösfoszfor nem a gyufafejre, hanem a dörzsfelületre került. A gyújtófejen főleg kálium-klorátot, kénvirágot rögzítettek arabgumi segítségével. A dörzsfelület vörösfoszfort és antimon-szulfidot tartalmazott. Pasch Gustav Erik svéd egyetemi tanár szabadalma volt az első, ezért nevezték svéd gyufának. Ennek alapján, némi tökéletesítés után, 1845-ben a Lundström testvérek Jönköpingben kezdték el a „biztonsági gyújtó” gyártását. Az 1860-as években már világszerte elterjedt a svéd gyufa használata. Ennek hatására sorra olyan gyufagyártási eljárások kerültek előtérbe, amelyeknél a sárgafoszfort végül a vörösfoszforral helyettesítették. Az eredeti svéd gyufában jelen levő kálium-klorát veszélyes volt, a 20. századra felváltotta a kálium-dikromát, valamint az ólom-dioxid.

## A biztonsági dörzsgyufa anyagai



## A gyufaszál

Négyszög vagy kör keresztmetszetű, főleg puhafából (lucfenyő, nyár, fűz), ritkábban bükkfából készül a gyufaszál. Az után-izzás elkerülésére a gyufaszálat nátrium- vagy ammónium-foszfáttal, vízüveggel kezelik, végül paraffinnal vonják be. A modern gyufa feje oxidálószerrel (ólom-oxid, kálium-dikromát stb.), antimon-szulfidot ( $Sb_2S_3$ ), üvegport, színezéket tartalmaz kötőanyagba ágyazva. Az így kialakított gyufa feje olyan – a doboz oldalán kialakított – dörzsfelületen lobbant lángra, amely vörösfoszfort, barnakövet (mangán-dioxid;  $MnO_2$ ), őrlött üveget foglal magában, kötőanyaggal rögzítve. A dörzsölés hatására a gőzzé alakult vörösfoszfor gyűjtja be az oxidálószerrel a gyufafejben, az égés átterjed a fa gyújtószálra, amely a láng hordozója.



A dörzsölés hatására a gőzzé alakult vörösfoszfor gyűjtja be az oxidálószerrel a gyufafejben → az égés átterjed a gyújtószálra

## A gyufa gyulladása

### Az örök- és mindenen gyulladó gyufa

1931-ben Ferdinand Ringer Bécsben bejelentett szabadalma sokszor meggyújtható gyufáról szólt. A szokásos, klorátos gyújtóelegyhez égés közben nitrogént fejlesztő (égést lassító, pl. metaldehid) vegyületet kevert. Az állítólag hatszázszor is meggyújtható gyufa – amely kevés példányban Magyarországra is eljutott – az első forgalmazás után eltűnt. A sikertelenséghez hozzájárult részben az, hogy gyufagyáraknak nem állt érdekében az örökgyufa nagyüzemi termelése, másrészt a működőképességgel is bajok voltak. A keletkező égéstermékek és a metaldehid gyors elillanása miatt pár nap múlva az örökgyufa egyszer használatossá vált. 1934-ben Földi Zoltán és Király Rudolf szintén szabadalmaztattak egy örökgyufát, az is feledésbe ment.

Létezik a mindenen gyulladó gyufa (a gyufafej tartalmazza a dörzsfelület összetevőit is), amely bármilyen kemény felületen tűzre kap. Az ilyen gyufához Henri Sévène és Émile David Cahen (francia vegyészek) kifejlesztettek egy speciális, nem mérgező foszfor-szulfid változatot (foszfor-szeszkvizulfid;  $P_4S_3$ ), ez a vörösfoszfornál jóval könnyebben, robbanás nélkül lobbant lángra, továbbá nem volt szükség a speciálisan kialakított dörzsfelületre a meggyújtásához. 1898-ban szabadalmaztatták a mindenen gyulladó gyufát, amely csak az Amerikai Egyesült Államokban lett sikeres.

## A hazai gyufagyárak

A magyarországi első dörzsgyufagyár 1834-i alapítása után több üzem jött létre. A győri (1852), az eszéki (1856), a szegedi (1858), a bajai (1859), a szombathelyi (1869), a kiskunfélegyházi (1877), a budafoki (1894) és a kecskeméti (1909) gyufagyárakkal bővült



A korabeli győri gyufa címkéje



A szegedi gyufagyár és néhány korábbi termékének címkéje

a hazai gyártókapacitás. További üzemek alapításával 1910-ig összesen huszonkettő működött az országban. Az első világháború után ezek döntő része bezárt, így a budafoki, kecskeméti és szegedi gyufagyárak fedezték a hazai gyufaszükségletet. Érdekes, hogy a Szegedi Gyufagyár az 1970-es években a Magyar Optikai Művek (MOM) kooperációs partnere volt (a hemoglobinn mérők-höz a téphető, eldobható gyufák módszerével állította elő az ún. hemolizáló pálcát).

A hazai gyufagyártás két gyárat 1993-ban vásárolták meg a

svédek. A Swedish Match hazai vállalata Budafokon három, Szegeden négy folyamatos gépsort működtetett. Az új tulajdonos jelentős beruházást nem hajtott végre, mégis sikeresnek tűnt, azonban az 1990-es évek közepére – különös tekintettel az olcsóbb, de rossz minőségű orosz és török gyufa behozatalára – lehetlenné vált a svéd cég mindkét magyar gyáranak a fenntartása. 1998-ban a kapacitás kihasználatlansága miatt bezárták a budafoki gyárat. A szegedi gyár jelenleg a német érdekeltségű Europe Match GmbH magyarországi fióktelepeként termel.

IRODALOM

- [1] Műszaki lexikon II. Főszerk. Polinszky Károly. Budapest, Akadémiai kiadó
- [2] Magyar Ákos, Hazai gyufagyártás: múlt – jelen, Faipar folyóirat, XLIII. 1993.
- [3] Lósy-Schmidt Ede: A foszforos gyújtók. Magyar Mérnök- és Építész Egylet Közlönye, 1935.

IRINYI JÁNOS



Irinyi János (1817–1895) vegyész emléktáblája az egykori gyufagyára helyén emelt épületen (Budapest, VIII. Mikszáth Kálmán tér 1.)

Régi református nemesi családba született, iskoláit Nagyvár radon és Debrecenben végezte. Már 19 éves korában a bécsi műegyetemen tanult kémiát, majd Berlinben híres kémikusokkal került kapcsolatba. 1838-ban megírta első tudományos értekezését, amely a kémia elméleti kérdéseivel, továbbá a savelmélettel foglalkozott. Rövid berlini időszakot követően Hohenheimben gazdasági ismereteket tanult, hogy a hazai földművelés korszerűsítésben segíthessen.

1836-ban sikerült kifejlesztenie a zaj- és robbanásmentes gyufát, miután a kálium-klorátot ólom-szuperoxidral helyettesítette. Találmányát kis díjazásért eladta.

1839-ben jött vissza Magyarországra, sorra jelentek meg tanulmányai. A kémiai affinitásról készített értekezést, a szikósval és annak előállításával foglalkozott, a szikes talajok javítására is kitérve. Itthon felismerte, hogy tanárként nincs esélye tanszékhez jutni, így Budapesten gyűjtőgyárat hozott létre. Az

üzem fellendült és naponta félmillió gyufát állított elő. Sajnos, vetélytársai kikezdték, a zajtalanul gyulladó foszforos gyufa felfedezője kénytelen volt gyárat eladni. 1840-ben újabb értekezéssel jelent meg, „A vegyaránytan”, illetve „A vegyrendszerrel” címmel. 1842-ben megjelent „A vegytan mint vezércsillag a történettudományban” című cikke, 1847-ben pedig „A vegytan elemei” című dolgozatával hívta fel a figyelmet a kémia alaptételeire.

Az egyik legtehetségesebb magyar kémikusnak Bugát Pállal és Nendtvich Károllyal együtt nagy szerepe volt a magyar kémiai szaknyelv kialakításában. A Lavoisier szellemében fejlődő új kémiát elsajátítva, Bécsben szembeszállt a nagy hírű Winterl Jakabbal, aki Lavoisier kísérleteit meddőnek és elméleteit tarthatatlannak tartotta. Winterl tekintélyét az általa alapított józsefvárosi botanikus kert és Tessedik Sámuel barátsága alapozta meg, így ez nem kémiai természetű alapokon nyugodott. Bécs után Berlinben tevékenykedett, itt a szabadabb eszmék, igazabb elméletek harcosai közelébe került. Laboratóriuma – amire annyira vágyott – sohasem lett, mert „a tudományos világ oly kis körű volt, hogy egy emberi élet fáradsalmait, áldozatokkal szerzett tanulmányait csak becsülni tudta, jutalmazni nem”.

1847-től vértesi birtokán gazdálkodott, a talajt hamuval és mézszóval műtrágyázta.

1849-ben a Kossuth-kormány a nagyváradi lőpor- és ágyűntöde vezetésével bízta meg. Már korábban bekapcsolódott a forradalmi mozgalmakba, állítólag a híres 12 pont szövegezése is hozzá fűződik. A szabadságharc bukása után börtönbe került, kiszabadulása után újra Vértésre ment gazdálkodni. A szabadságharc bukása nagyon megviselte, a továbbiakban semmit sem publikált. Az általa kitalált mezőgazdasági modernizálások sok pénzébe kerültek, eladósodott. Állást keresett, számtanácsosként a debreceni Tisza Biztosító és Jelzálogbanknál, majd az István Gőzmalomnál dolgozott.

Sajnos, a reformkor legtehetségesebb, lelkes magyar vegyészé, önhibáján kívül, képességeit nem tudta kibontakoztatni.



TÚL A KÉMIAÁN

## Időzónaváltás-szindróma többirányú megközelítésben

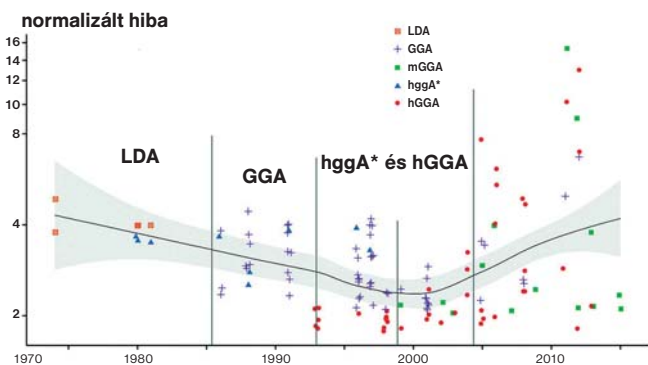


Az időzónaváltás-szindróma (jetlag) ismerős lehet azoknak, akik utaztak már repülőgéppel kontinensek között. A jelenséget és enyhítésének lehetséges módjait ma is nagy erőfeszítésekkel vizsgálják. A kezelést könnyítheti az a

felismerés, hogy a sejtjeinkben működő biológiai órák szinkronizálásában nagy szerepe van a HIF1 $\alpha$  jelű transzkripciós faktornak, amely alapfeladatként a szövetek oxigénhiányos állapothoz való alkalmazkodását teszi lehetővé. Egérkísérletekben azt is sikerült igazolni, hogy az időzónaváltáshoz való hozzászokást jelentősen elősegítheti az oxigénhiányos környezet. Egy másik munkában a sejtek belső óráinak szinkronizációját vizsgálták a Kuramoto-modell segítségével. Ez a keleti, illetve nyugati irányban történő utazással járó időzónaváltások közötti, egyébként a megfigyelésekből már régen ismert aszimmetria hátterét is feltárta. A számítások szerint a szervezet kilencórás, keleti irányú eltulodáshoz (pl. Los Angeles–Budapest utazás) már nem a belső órák előreállításával, hanem valójában tizenöt órás késleltetéssel alkalmazkodik. Az persze nem világos, mindez segíti-e az Új-Zélandról Európába tartókat a szervezetük számára megfelelő útírány kiválasztásában.

*Chaos* 26, 094811 (2016)

*Cell Metab.* 25, 93. (2017)



## DFT-gondok

A Density Functional Theory (DFT) bevezetése nagy előrelépés volt a kvantummechanikai számítások kémiai felhasználásában. Egy részletes elemzés szerint viszont az utóbbi évtizedben a szokásosan használt DFT-módszerek éppen az elektronsűrűség számolásában váltak kevésbé megbízhatóvá. A tanulmány során 14 különböző rendszerben végeztek elméleti számításokat 128 sűrűségfüggő felhasználásával. A tapasztalatok szerint a számolt energiaértékek fokozatosan javultak, ezzel ellentétben az elektronsűrűség hibája az ezredforduló után néhány évvel minimumot ért el, aztán növekedni kezdett. Habár az energia sok kémiai felhasználás szempontjából a legfontosabb mennyiség, a jelenség ennek ellenére zavarba ejtő, és elvi problémák jele is lehet.

*Science* 355, 49. (2017)

## CENTENÁRIUM



Prafulla Chandra Ráy:  
Cadmium and zinc nitrites  
*Journal of the Chemical Society,  
Transaction*, Vol. 111, pp. 159–162. (1917)

Acharya Sir Prafulla Chandra Ráy (1861–1944) Edinburgh egyetemén szerzett diplomát 1887-ben, doktori értekezését pedig a mai Kolkatában védte meg. Megalapította India első vegyipari cégét, részletes könyvet írt a középkori hindu kémia történetéről. A brit Királyi Kémiai Társaság Chemical Landmark Plaque elismerésének első olyan díjazottja volt, aki nem európai.



Az elektromos autók új generációjába tartozó Faraday Futures FF91 autóban nagy energiasűrűségű lítiumakkumulátorok vannak, ennek köszönhetően egy töltéssel mintegy 600 kilométert tud megtenni, s álló helyzetből 100 km/h-ra mindössze 2,4 s alatt gyorsul.

## Ózonnalóny a fertőtlenítésben



A klórozás mind a mai napig a szennyvíz-fertőtlenítés legnagyobb léptékben használt módszere. Egy kiterjedt kísérletsorozat eredményei

szerint viszont egy másik technológia, a mikroplazma-ozonizálás sok szempontból kedvezőbb lehet. A tesztet három gyakori kórokozóval fertőzött víz segítségével végezték, s a két módszert több szempontból is, a felhasznált anyagok teljes életciklusát figyelembe véve összehasonlították. Az üvegházhatású gázok kibocsátása és a részecske-kibocsátás terén az ózonos módszer észlelhetően jobbnak bizonyult, míg a többi szempontból nagyon hasonló volt a két eljárás. Az ózont ugyan a kezelés helyszínén kell előállítani, ami önmagában drágább, mint a klórt megvenni, de a teljes valós költséget tekintve nincs nagy különbség a technológiák között.

*Environ. Sci.: Water Res. Technol.* 3, 106. (2017)

Ha észrevétele vagy ötlete van ehhez a rovathoz, írjon e-mailt Lente Gábor rovatszerkesztőnek: [lenteg.mkl@science.unideb.hu](mailto:lenteg.mkl@science.unideb.hu).

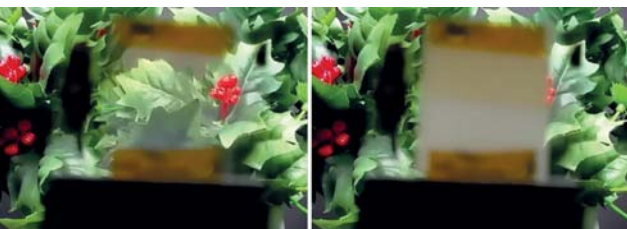
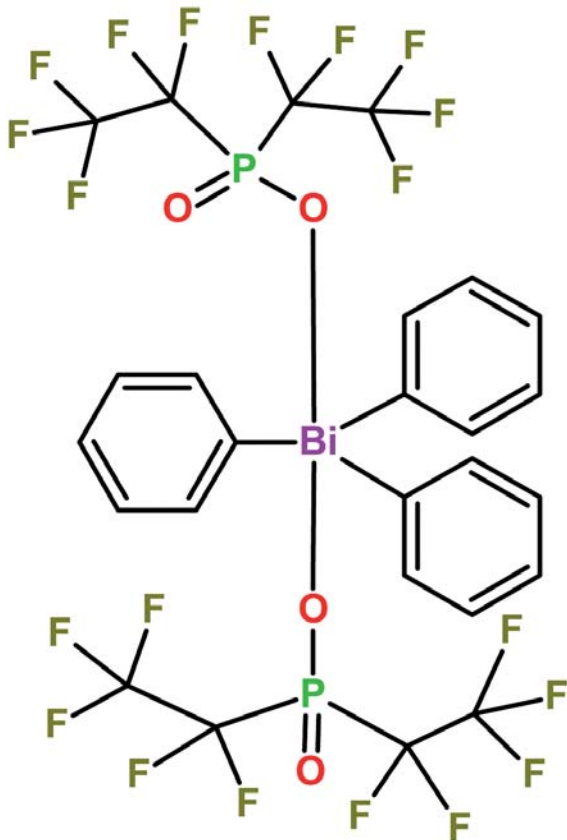
A rovatszerkesztő korábbi írásait is tartalmazó blog elérhető a következő internet-oldalon: [http://www.inorg.unideb.hu/LenteBlog/index\\_magyar.html](http://www.inorg.unideb.hu/LenteBlog/index_magyar.html)



## A HÓNAP MOLEKULÁJA

Az ábrán látható fémorganikus bizmut(V)komplex ( $C_{26}H_{15}BiF_{20}O_4P_2$ ) nem érzékeny sem a levegő, sem a nedvesség jelenlétére. Igen előnyös katalizátornak bizonyult néhány, új szén-szén kötés kialakulását eredményező szerves szintézisben, például Fiedel–Crafts-alkilációkban és Diels–Alder-reakciókban. A bizmut viszonylag olcsó fém, sőt általában nem különösebben mérgezőek, ezért is számít jelentősnek ez a felfedezés.

*Chem. Eur. J.* 23, 1568. (2017)



## A kétszeresen okos ablak

A gombnyomásra fényáteresztőből átlátszatlaná váló okos ablakok szerepe az energiatakarékos épületekben jelentősen növekedett az utóbbi időben. Amerikai kutatóknak sikerült egy ilyen ablakba napelemként szolgáló réteget is beépíteni, így a rendszer teljes egészében függetlenné vált a külső áramforrásoktól. Az üvegbe indium-ón-oxid (ITO) és amorf szilícium vékony rétegeit építették be: ezek generálják azt a feszültséget, amely aztán folyadékkristályok orientációjának megváltoztatásával ki- vagy bekapcsolja a fényáteresztést.

*ACS Photonics* 4, 1. (2017)

## Katalízis tengeralattjárókban

Zárt terekben a megfelelő levegőminőség fenntartása jelentős és nehéz feladat, különösen így van ez katonai tengeralattjárókban, ahol szellőztetni csak elég ritkán lehet. A széndioxid eltávolításán és az oxigén pótlásán kívül feltétlenül gondolni kell a kisebb mennyiségben jelen lévő szennyezőkre, például a szén-monoxidra és a szénhidrogénekre is. Jelenleg ilyen célra mangán- és réz-oxidok hopkalit nevű keverékét használják lítium-hidroxiddal együtt. Egy új tanulmányban, amelyben CO-t, freont és metil-kloridot használtak modellszennyezőként, azt bizonyították, hogy az autókban elterjedt katalizátorokhoz hasonló,  $Al_2O_3$  vagy  $CeO_2$  hordozóra felvitt platinaréteg sokkal hatékonyabb lehet erre a célra. Az új katalizátorok a levegő nedvességtartalmával szemben is lényegesen ellenállóbbak voltak.

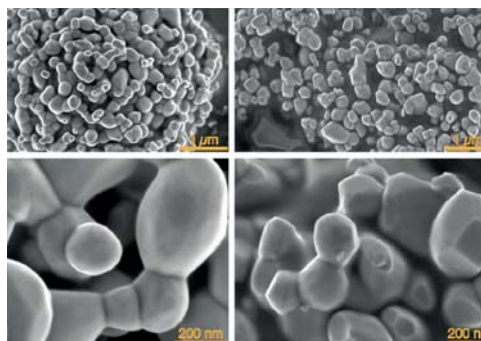
*Appl. Cat. B Environ.* 203, 533. (2017)



## Ósi Medúza-szín

A Delphoiban végzett ásatások nagyszerű lelete egy trójai háborút ábrázoló fríz. Ezen Akhilleusz is szerepel; pajzsán az egyik görög mitológiai szörny, a Medúza feje látható. Egy új tanulmány szerint a haj eredeti színe élénkzöld lehetett. A műszeres vizsgálatokat egy újonnan kifejlesztett, háromdimenziós röntgenfluoreszcenciás technika segítségével végezték el. Ezzel a haj helyén réznyomokat találtak. A fém kék és zöld festékek alkotóeleme volt egykor – mikroszkóppal apró, zöld színű kristályok is jól láthatók voltak a fríz mélyedéseiben.

*Anal. Chem.* 89, 1493. (2017)



## Ultrahangos mechano-kémiai polimerizáció

A polimerek világában eddig ismert mechanokémiai hatások szinte kivétel nélkül kovalens kötések felhasadását jelentették. Nemrégiben azonban új kötések kialakítására is mutattak be sikeres példát. A kulcs az ultrahanggal „gerjeszthető”  $BaTiO_3$  nanorészecskék használata: az így létrejövő potenciálkülönbség egy jól megválasztott réz(II)komplexet réz(I)-gyé redukál, és ez iniciátorként hat az *n*-butil-akrilát gyökös polimerizációjára. Az átlagos lánchossz növelhető az ultrahangos kezelés idejének meghosszabbításával.

*Nat. Chem.* 9, 135. (2017)



## HÍREK AZ IPARBÓL

## Vegyipari mozaik

**A MOL és a Nemzeti Fejlesztési Minisztérium képviselői aláírták a koncessziós szerződéseket** a negyedik bányászati koncessziótenderen elnyert hat szénhidrogén-kutatási területre. A MOL így, a már jogosultságában álló közel 4200 négyzetkilométer mellett, újabb, mintegy 4200 négyzetkilométeren kezdheti meg a szénhidrogén-kutatást Bázakerettye, Bucsa, Jászárokszálás, Mezőtúr, Okány-nyugat és Zala-nyugat területeken. A társaság több milliárd forintot fordít a munkálatokra.

2016-ban a Nemzeti Fejlesztési Minisztérium negyedik alkalommal hirdetett bányászati tendert. A pályázat célja a magyarországi bányászati kutatási és kitermelési tevékenység elősegítése, valamint a felelős, fenntartható ásványvagyon-gazdálkodás megvalósítása és az ellátásbiztonság növelése. A nemzeti fejlesztési miniszter döntése, illetve a minősítő bizottságok értékelése és egyhangú javaslata alapján a MOL mind a hat megpályázott területen jogosultságot nyert, ezzel is hozzájárulva a társaság kutatás-termelési stratégiájának megvalósításához.

„Mindenképpen fontos siker ez a hazai Upstream életében, hiszen ezek az új kutatási lehetőségek segíthetnek a csökkenő szénhidrogén-készletek pótlásában, a termelés jövőbeni szinten tartásában, a meglévő bányászati infrastruktúra minél optimálisabb kihasználásában, valamint jelentős mértékben hozzájárulnak a MOL Kutatás-Termelés stratégiájának megvalósulásához” – mondta Szakál Tamás, a MOL Magyarország kutatás-termelési igazgatója.



A MOL kutatási tevékenysége során egyaránt megkísérli földtani vagyonnal bizonyítottan rendelkező kutatási területek, valamint újabb, potenciális mezők feltárását is. Utóbbiak a jelenleg készülő Pannon-medence geológiai tanulmányból kerülnek majd kiválasztásra. (<https://mol.hu/hu/molrol/mediaszoba/kozlemenyek>)



**A MOL-csoport közel 1 milliárd dollár profitot ért el 2016-ban.** A MOL-csoport jelentős mértékben túlteljesítette a 2016-ra kitűzött 2 milliárd dolláros célt, és 2,15 milliárd dollár tiszta EBITDA-t teljesített, ami csak kevéssel marad el az előző évi értéktől. Az Upstream kiválóan reagált a romló külső környezet hatásaira. A megnövekedett termelés és a javuló költségi fegyverem kompenzálta a Brent-árak további 17%-os, valamint a realizált gázárak 23%-os csökkenését. Ennek eredményeként az EBITDA az előző



évvél közel azonos szinten, 675 millió dollár maradt, és az üzlet több mint 250 millió dollár szabad cashflow-t tudott generálni, ami 7 dollár/hordó olajegyenértéknek felel meg. A termelés összehasonlítható alapon 6%-kal nőtt, és elérte a 112 ezer hordó olajegyenérték szintet, a kelet-közép-európai szárazföldi mezőkön (ahol 2012 óta ez volt a legmagasabb kitermelés), valamint Pakisztánban, az Egyesült Királyságban és az oroszországi Baitugan mezőn elért növekedéssel. A teljes költségmegtakarítás eredményeként 13%-kal csökkent a fajlagos működési költség. Tehát az Új Upstream Program célkitűzései teljes mértékben megvalósultak. A MOL Magyarországon hat új koncessziós területet nyert el a negyedszer meghirdetett bányászati tenderen, valamint a korábbi évek csökkenése után ismét növekedett a szénhidrogén-kitermelés.

A Downstream ismét kiemelkedő eredményt ért el 1,5 milliárd dollár tiszta EBITDA révén. Ez éppen csak elmarad a 2015 évi történelmi rekordtól. A csökkenés fő oka a finomítói és petrokémiai árrés várt normalizálódása. A Fogyasztói Szolgáltatások (Kiskereskedelem) EBITDA-ja 40%-kal nőtt. Ez egyrészt a régió 5 országában lezajlott, 450 töltőállomást érintő ENI-akvizíció lezárásának, másrészt a MOL-csoport nemüzemanyag-termékek kiskereskedelmi stratégia sikeres kiterjesztésének, harmadrészt pedig az erős keresletnek köszönhető.

A hároméves, belső hatékonysági kezdeményezésekre irányuló Next Downstream Program, amelynek célja 500 millió dollár EBITDA-javulás, a terveknek megfelelően halad, és a program első két éve alatt 340 millió dollár már meg is valósult belőle. A MOL sikeresen lezárta az ENI Hungaria Zrt. megvásárlását, integrálta a töltőállomás-hálózatot, és megkezdte a kiskereskedelmi egységek átalakítását.





A gáz Midstream szegmens 2016-ban 54,5 milliárd forinttal járult hozzá az éves EBITDA-hoz, ez kissé elmarad az előző évihez képest.

Hernádi Zsolt elnök-vezérigazgató így értékelte az eredményeket: „2016 a jelentős eredmények és fontos mérföldkövek éve volt. A MOL-csoport 2030 új, hosszú távú stratégiánk elfogadásával sikeresen indultunk el egy nagyszabású átalakulási úton. Célkitűzéseinket teljesítettük és nagyon erős cashflow-t generáltunk rugalmasan alkalmazkodó és integrált üzleteink által. Az Upstream több mint 250 millió dollár szabad cashflow-t termelt a ciklus alján és a legmagasabb olaj- és gáztermelési eredményt érte el 2012 óta a kelet-közép-európai régióban. A Downstream igen erős eredményt jelentett, ami az alacsonyabb finomítói és petchem árrekek ellenére alig maradt el a 2015 évi rekord magas szinttől. A Fogyasztói Szolgáltatások továbbra is meggyőző növekedést mutatott a remekül időzített akvizíciók és a nemüzemanyag-konceptió sikeres kiterjesztésének eredményeként. 2017-ben ismét legalább 2 milliárd dollár EBITDA-t termelünk, ezzel kényelmesen fedezni tudjuk organikus CAPEX-ünket, a részvényeseinknek fizetendő osztalékot, valamint átalakítási projektjeink finanszírozását.” (MOL Magyarország Kommunikáció)



**MBA programot indít a SEED üzleti iskola.** 18 hónapos MBA képzést indít a *School for Executive Education and Development üzleti iskola (SEED)* két vállalati partnere, a MOL és az OTP támogatásával. A 2014 tavaszán életre hívott üzleti iskola Business Leadership Programját már széles körben elismerik a régióban, így a SEED idén januárban bővíti oktatási kínálatát.



Egy ország, illetve régió versenyképessége szempontjából meghatározó a helyi üzleti oktatás színvonala és a vezetői kultúra fejlődése. A statisztikák szerint a kelet-közép-európai régió legtehetségesebb oktatói és diákjai a világ vezető, nyugat-európai vagy amerikai üzleti iskoláiban teljesítik ki pályájukat, ahonnan nehezen vagy egyáltalán nem térnek vissza Magyarországra, ez pedig nagy veszteség a hazai tudás- és tehetségbázisnak. A SEED új, part-time MBA-képzése ezt a hiányt hivatott betölteni, és világszínvonalú alternatívát kínál a magyar tehetségek itthon tartására, hazavonzására.

„Azért dolgozunk, hogy a SEED-nél szerzett tudással a hazai üzleti élet tehetségei kompetens vezetői készségekre tegyenek szert, ezen felül komplex, döntéshozói kvalitásokkal és fenntartható szemléletmóddal sikerre vigyék karrier elképzeléseiket” – mondta Anthony Radev igazgató, a SEED projektirodájának szakmai vezetője, egyben kulcselőadója.

A SEED képzésében résztvevők tapasztalt mentorok segítségével, kreatív gyakorlatokon keresztül szerezhetik meg a tudást. A több mint húszfős oktatói gárdába többen a világ vezető üzleti iskolájának professzorai közül érkeznek Budapestre, köztük külföldön élő magyar szakemberek, kiegészülve a régió gyakorlott vállalatvezetőivel. A hallgatók így például a University College Dublin (UCD), a European School of Management and Technology (ESMT) tanáraitól vagy a PwC, a McKinsey és a WizzAir vezető szakembereitől tanulhatnak.

A magas színvonalú oktatói team és a nemzetközi hallgatói környezet mellett a SEED programja kiváló lehetőséget nyújt az

üzleti kapcsolatépítésre is, mindezt a nyugat-európai oktatási piacon kimagaslóan versenyképes tandíj mellett.

A programokat olyan, legalább néhány év tapasztalattal rendelkező fiatal üzleti szakértőknek ajánlják, akik később vezetőkké, majd felsővezetőkké szeretnének előlépni. Az intézet elsősorban stratégiai, pénzügyi és szervezetfejlesztési területen nyújt majd korszerű és gyakorlatorientált képzést.

A SEED eddigi executive programjaira eddig számos nagyvállalat nevezte be hallgatóit, mintegy közel 150 vezető vett részt a két éve indult kurzussorozaton.

Az alapító MOL és OTP az eddigi oktatási sikerek alapján távolabban gondolkodnak. Céljuk, hogy a SEED-et az oktatási portfólió szélesítésével, a képzések további fejlesztésével és a választható szakirányok palettájának bővítésével az elkövetkező néhány éven belül a régió vezető üzleti iskolái között tartsák számon.



**Rangos nemzetközi díj az MTA fizikus kutatójának.** Az Osztrák Tudományos Akadémia által adományozott Ignaz Lie-



ben-díjat vehette át Farkas Illés, az MTA-ELTE Statisztikus és Biológiai Fizika Kutatócsoport kutatója. A fizikus a 36 ezer dollár pénzüsszeggel járó elismerést a csoportos mozgási jelenségek, például a gyalogos menekülési pánik, valamint a molekuláris biológiai és társadalmi hálózatok kutatásáért kapta.

Farkas Illés az ELTE fizikus szakán végzett 2000-ben. Doktori fokozatot 2004-ben szerzett az ELTE Fizika Doktori Iskolában Vicsok Tamás akadémikus témavezetésével. 2016-ban lett az MTA doktora.

A Magyar Tudományos Akadémiának 2003 óta kutatója, közben többször volt vendégkutatóként Németországban, az Egyesült Államokban és Kínában. Több OTKA- és egyéb kutatási projekt szenior kutatója és résztvevője. Kutatási területe az emberek csoportos mozgása, a gráfspektrumok számítása, a hálózatok klaszterezése, a fehérje-fehérje kölcsönhatási, transzkripció és translációs hálózatok vizsgálata. Számos alapkutatói szoftver és webszerver összeállításának és karbantartásának meghatározó vagy jelentős résztvevője. Jelenleg az ELTE-n Python programozási nyelvet oktat fizikus hallgatóknak.

Az Ignaz Lieben-díj az Osztrák Tudományos Akadémia legmagasabb pénzüsszeggel járó díja, évente egy embernek ítélik oda. A volt Osztrák–Magyar Monarchia országaiban dolgozó, 40 évesnél fiatalabb, a molekuláris biológia, kémia és fizika területén dolgozó kutatók kaphatják meg. Farkas Illés előtt három magyar részesült az elismerésben: Nusser Zoltán idegtudós, Pál Csaba biológus, valamint Kovács Mihály biokémikus. ([http://mta.hu/mta\\_hirei/rangos-nemzetkozi-dij-az-mta-fizikus-kutatojanak-107420](http://mta.hu/mta_hirei/rangos-nemzetkozi-dij-az-mta-fizikus-kutatojanak-107420))

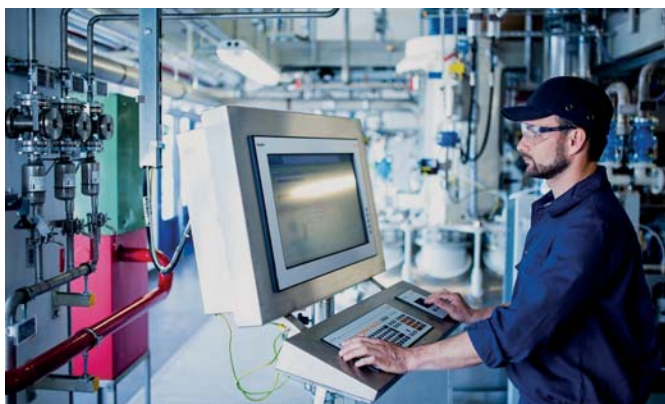


**Oroszországban erősít az Egis.** Az Egis akvizíciókkal is tovább kívánja erősíteni nemzetközi jelenlétét és termékportfólióját stratégiai piacain, ennek jegyében került sor az oroszországi D-Panthenol és nőgyógyászati termékcsaládok felvásárlására.



A bőr gyógyulását segítő, ötféle kiserelésben kapható D-Panthenol a második legnagyobb forgalmú termék a saját hatóanyag piacán. A D-Panthenol Oroszországban az Egis 4. legnagyobb, az OTC szegmensben belül pedig a második legnagyobb forgalmú készítménye lesz.

Az Egis ugrásszerű növekedést tervez a most felvásárolt, a női egészséget támogató termékei – Vagilac termékcsalád, Folacin és Feminal – forgalmában, melyeket már februártól elérhetővé tesz a D-Panthenollal együtt a hatalmas méretű, 143 millió fős orosz piac egészén. Ezzel egyben utat nyit a vállalat a beteg választásán alapuló OTC szegmensben olyan további új terápiás területek felé, mint a bőrgyógyászat és a gyermekgyógyászat.



„E portfóliók felvásárlása lehetővé teszi pozíciónk és versenyképességünk erősítését legnagyobb piacunkon, Oroszországban. Fő törekvésünk, hogy az árbevételünk 80%-át adó exportunkat tovább erősítsük. Ugyanakkor a jövőben is Magyarországon kívánjuk tartani értékteremtő tevékenységeinket, ezért a külföldön megtermelt nyereségünkből elsősorban magyarországi K+F és termelési kapacitásaink bővítését, korszerűsítését és fejlesztését tervezzük” – mondta dr. Hodász István, az Egis Gyógyszer-gyár Zrt. vezérigazgatója.

A 2015/2016-os üzleti évben az Oroszországba irányuló export értéke 31 milliárd forint volt. Az Egis számára a versenyképesség növelésének egyik stratégiaileg kiemelt jelentőségű eszköze az OTC jelenlét erősítése, valamint a vállalat hazai és nemzetközi termékportfóliójának folyamatos bővítése az intenzív fejlődés érdekében. E koncepció keretében vásárolta fel 2015-ben a vállalat Lengyelországban a piacvezető Biovital® vitaminkészítmények portfólióját, melynek forgalmában közel másfélszeres növekedést ért el az Egis az elmúlt másfél évben. Az Egis jelenleg és a jövőben is folyamatosan figyeli a felvásárlási lehetőségeket Közép-Kelet-Európában és a FÁK régióban, melyek hozzásegíthetik stratégiai céljainak eléréséhez. ([www.egis.hu](http://www.egis.hu))



**InterTalent UNIDEB.** Nyolc szekcióban 3 intézmény 70 hallgatója tartott előadást a Debreceni Egyetem InterTalent UNIDEB tehetséggondozó konferenciáján, amelyhez ebben az évben egy 1956-os előadás-sorozattal csatlakozott a Praetor Szakkollégium. A fiatal tudósok szakmai programjának a Debreceni Egyetem Főépülete és a Magyar Tudományos Akadémia Debreceni Akadémiai Bizottságának Székháza adott otthont. A konferencia résztvevői a Debreceni Egyetem mellett az Ungvári Egyetemről és a Károli Gáspár Református Egyetemről érkeztek az eseményre.

Az egyetem elsődleges feladatának kell lenni minden időben, hogy a legmagasabb színvonalon valósítsa meg a tehetséggondo-



zást – mondta a február 24-i esemény ünnepélyes megnyitóján a DAB Székházban Csernoch László. A tudományos rektorhelyettes hangsúlyozta: aki a tudományra teszi fel az életét, annak lehetőséget kell biztosítani arra, hogy gondolatait, tudományos eredményeit másokkal is megismertesse, terjessze. Ennek megvalósításához azonban megfelelő tudás szükséges, ami nem velünk született, ezért fontos, hogy a fiatal tudósoknak az egyetem arra is módot teremtsen, hogy rutint szerezzenek a közönség előtti bemutatkozásban. Az InterTalent konferencia emellett segíti a szakmai kapcsolatok, barátságok, együttműködések születését, amelyek megalapozhatnak akár egy későbbi nemzetközi tudományos együttműködést.

A rendezvényhez idén egy 1956-os előadás-sorozattal csatlakozott a Praetor Szakkollégium is.

Debrecenben már az 1980-as években megindult a tehetséggondozás, szervezett formája pedig – a Debreceni Egyetem Tehetséggondozó Programja (DETEP) – az egyetemi integrációval együtt 2000-ben jött létre – mondta a február 23-i konferencia megnyitóján Bartha Elek. Az oktatási rektorhelyettes kiemelte: a tehetséggondozás nem csupán a felsőoktatás feladata, fontos, hogy már az általános és középiskolákban megkezdődjön a folyamat, amelyre épülve egyetemistaként tovább fejleszthetik, magasabb szintre emelhetik tudományos munkásságukat a fiatalok.

A program működésének sikerességét mutatja, hogy a Praetor Szakkollégium előadásain nem csak hallgatók, hanem oktatók is beszámoltak kutatásaik legfrissebb eredményeiről.

A legeredményesebb résztvevők oklevélben és a sikeres részvételre emlékeztető plakettben részesültek. Az elhangzó előadások anyagát a rendezvényt követően online teszik közzé az egyetem honlapján a szervezők. A konferencia megrendezését a Nemzeti Tehetségprogram támogatásával valósította meg a Debreceni Egyetem. ([unideb.hu](http://unideb.hu))

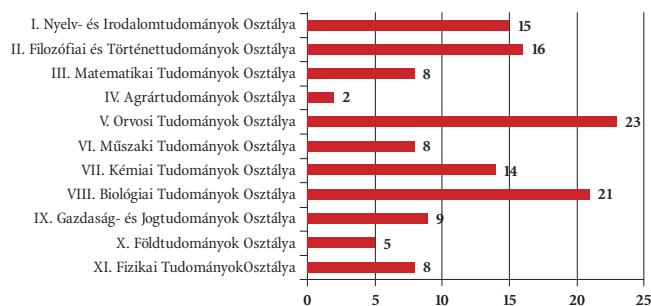


**Július 1-től 82 új támogatott akadémiai kutatócsoport kezdheti meg működését.** A Magyar Tudományos Akadémia által támogatott egyetemi kutatócsoportok létrehozására 2016-ban kiírt pályázat eredményeként 2017. július 1-től 82 kutatócsoport kezdheti meg öt éves működését 2,06 milliárd forintos költségvetési támogatással.

A 2017. július 1. és 2022. június 30. közötti támogatási időszakra vonatkozó pályázati felhívásra összesen 129 pályázat érkezett be: 43 a matematikai és természettudományok területéről, 46 az élettudományok területéről, valamint 40 a bölcsész- és társadalomtudományok területéről. A pályázók 54 jelenleg is

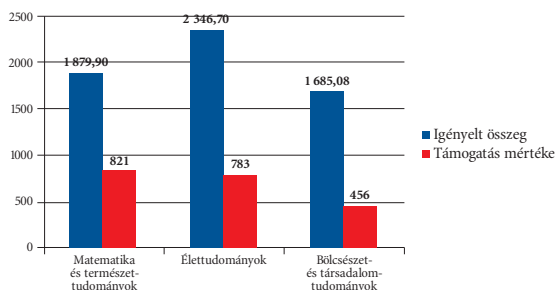


működő kutatócsoport folytatására és 75 új kutatócsoport alapítására nyújtottak be kérelmet közel 6 milliárd forint támogatási igénnyel.



#### A pályázatok tudományos osztályok szerinti megoszlása

A pályázatokat két-két anonim szakmai bíráló megadott szempontok szerint pontszámmal és szöveges indoklással értékelte. A bírálati szakaszt követően az MTA elnöke által felkért 27 tagú zsűri tudományterületenként rangsorolta a pályázatokat, illetve javaslatot tett a támogatandó csoportokra. A zsűri alapelve volt, hogy javaslatának kialakításakor előnyben részesítse azt a pályázatot, amelyet az elmúlt öt évben nemzetközi szinten is kimagasló eredményeket elérő, iskolateremtő egyéniségű kutató nyújtott be, és a benyújtott kutatási téma nem mutat párhuzamosságot az akadémiai kutatóintézetekben végzett munkával.



#### Igényelt és megítélt támogatások

A zsűri javaslata alapján meghozott MTA-elnöki döntés értelmében július 1-től 15 egyetemen és 4 közgyűjteményben összesen 2,06 milliárd forint támogatással 82 kutatócsoport kezdheti meg ötéves munkáját, köztük 30 a matematikai és természettudományok területén, 30 az élettudományok területén, illetve 22 a bölcsészeti- és társadalomtudományok területén. A 2013. évben indult 15 kutatócsoporttal együtt így július 1-jétől 97-re nő az MTA által támogatott egyetemi kutatócsoportok száma. ([mta.hu](http://mta.hu))

#### Ritz Ferenc összeállítása

#### MKE Vezetői értekezlet

Időpont: 2017. április 27. 10:00

Helyszín: Magyar Kémikusok Egyesülete

1015 Budapest, Hattyú u. 16. II. emelet 8.

Szeretettel várjuk a szakosztályok, társaságok, szakcsoportok, területi szervezetek és munkahelyi csoportok elnökeit, titkárait.

Megjelenésükre feltétlenül számítunk!

Sarkadi Livia



#### VISSZHANG

Az irodalomban néhány fogalmat nem egészen pontosan használnak. Az itt következő meghatározások az egyes fogalmak egymásra épülésének megértését segítik.

**Optikai sugárzás:** az elektromágneses szinkép 1 mm–100 nm közötti tartománya.

**Látható sugárzás:** az optikai sugárzás (kb.) 380–780 nm közötti tartománya, ilyen sugárzás az átlagos emberi észlelésben fényérzetet vált ki.

**Fény:** a látható sugárzás, mint inger, által az emberben kiváltott észlelet. Sokszor – helytelenül – használják a „fény” szót olyan összetételekben is, amikor az inger kívánják jellemezni (fény-sugárzás, vagy még helytelenebbül UV-fény).

**UV-sugárzás:** optikai sugárzás, amely a látható sugárzás tartományához a rövidebb hullámhosszak felől csatlakozik. Három részre szokás felosztani:

UV-A: 315–400 nm közötti tartomány, UV-B: 280–315 nm közötti tartomány, UV-C: 100–280 nm közötti tartomány.

**Infravörös sugárzás:** a látható sugárzás tartományához a hosszabb hullámhosszak felől csatlakozó optikai sugárzási tartomány. Három részre szokás felosztani:

IR-A: 780–1400 nm közötti tartomány, IR-B: 1,4–3 μm közötti tartomány, IR-C: 3 mm–1 μm közötti tartomány.

Endrédi Ildikó

(Köszönjük olvasónk észrevételét. Igyekszünk odafigyelni a helyes szóhasználatra. A szerk.)

#### MKE-HÍREK

### Konferenciák, rendezvények

#### Konferenciák, 2017

április 18.	Magnézium Szimpózium, Kecskemét
április 21–23.	XLIX. Irinyi János Középiskolai Kémiaverseny, Szeged
május	Biztonságtechnika, 2017
június 19–21.	Vegyészkonferencia, Hajdúszoboszló
július 2–4.	ECBS 2017 – 5 <sup>th</sup> European Chemical Biology Symposium, Budapest
július 9–13.	BioTrans 2017 – 13 <sup>th</sup> International Symposium on Biocatalysis and Biotransformations, Budapest
augusztus 23–25.	60. Magyar Spektrokémiai Vándorgyűlés, Debrecen XIII. Környezetvédelmi Analitikai és Technológiai Konferencia (KAT2017), Debrecen
szeptember 11–15.	SysChem 2017 CMST COST Action CM1304, Emergence and Evolution of Complex Chemical Systems, Sopron
október 4–6.	XIX. EuroFoodChem Conference, Budapest
október 16–18.	Őszi Radiokémiai Napok, Balatonszárszó
november 23.	Kozmetikai Szimpózium, Budapest



## 18. Labortechnika kiállítás

Időpont: 2017. április 4–6.  
Helyszín: BOC (volt SYMA) Csarnok, C épület  
(Budapest, XIV. Dózsa György út 1.)

## 15. Magyar Magnézium Szimpózium

Időpont: 2017. április 18.  
Helyszín: Pallasz Athéné Egyetem, Kertészeti és Vidékfejlesztési Kar  
6000 Kecskemét, Mészöly Gyula tér 1–3.  
Online regisztráció: <https://e-conf.com/magnezium2017/registration/>  
TOVÁBBI INFORMÁCIÓK: Kőrispataky Panna, [korispataky@mke.org.hu](mailto:korispataky@mke.org.hu)

## Irinyi János Középiskolai Kémiaverseny

Szeged, 2017. április 21–23.  
A versenykiírás megtalálható a <http://www.irinyiverseny.mke.org.hu/> honlapon.

## ECBS 2017 – 5<sup>th</sup> European Chemical Biology Symposium

2017. július 2–4.  
Magyar Tudományos Akadémia,  
1051 Budapest, Széchenyi István tér 9.  
MTA Természettudományi Kutatóközpont,  
1117 Budapest Magyar Tudósok krt. 2.  
A konferencia honlapja és online regisztráció:  
<http://www.ecbs2017.eu/>  
Kiállítók jelentkezését szeretettel várjuk.  
TOVÁBBI INFORMÁCIÓ: Kőrispataky Panna, [ecbs2017@mke.org.hu](mailto:ecbs2017@mke.org.hu)

## BioTrans 2017 – 13<sup>th</sup> International Symposium on Biocatalysis and Biotransformations

2017. július 9–13.  
Eötvös Loránd Tudományegyetem, Budapest, Pázmány Péter sétány 1/A  
A konferencia honlapja és online regisztráció:  
<http://www.biotrans2017.com/>  
Kiállítók jelentkezését szeretettel várjuk.  
TOVÁBBI INFORMÁCIÓ: Schenker Beatrix, [biotrans2017@mke.org.hu](mailto:biotrans2017@mke.org.hu)

## SysChem 2017 CMST COST Action CM1304, Emergence and Evolution of Complex Chemical Systems

2017. szeptember 11–15.  
Hotel Sopron  
9400 Sopron, Fővényverem u. 7.  
Online regisztráció hamarosan.  
Kiállítók jelentkezését szeretettel várjuk.  
TOVÁBBI INFORMÁCIÓ: Kőrispataky Panna, [korispataky@mke.org.hu](mailto:korispataky@mke.org.hu)

## XIX. EuroFoodChem Conference

2017. október 4–6.  
Szent István Egyetem, 1118 Budapest, Villányi út 29–43.  
Hotel Flamenco,  
1113 Budapest, Tas vezér u. 3–7.  
A konferencia honlapja: <http://www.eurofoodchem2017.mke.org.hu/>  
Kiállítók jelentkezését szeretettel várjuk.  
TOVÁBBI INFORMÁCIÓ: Kőrispataky Panna, [eurofoodchem2017@mke.org.hu](mailto:eurofoodchem2017@mke.org.hu)

Tájékoztatjuk tisztelt tagtársainkat, hogy a **személyi jövedelemadójuk 1 százalékának felajánlásából idén 819 470 forintot** utal át az APEH Egyesületünknek.

Köszönjük felajánlásait, köszönjük, hogy egyetértene a kémia oktatásáért és népszerűsítéséért kifejtett munkákkal. A felajánlott összeget ismételten a hazai kémiaoktatás feltételeinek javítására, a Középiskolai Kémiai Lapok, az Irinyi János Országos Középiskolai Kémiaverseny, a XVI. Országos Diákvegyész Napok, valamint a 2016-ban nyolcadszor megrendezett KémiaTábor egyes költségeinek fedezésére használtuk fel, valamint arra a célra, hogy kiadványaink (KÖKÉL, Magyar Kémikusok Lapja, Magyar Kémiai Folyóirat) eljussanak minél több, kémia iránt érdeklődő, határon túli honfitársunkhoz.

Ezúton is kérjük, hogy a 2016. évi SZJA bevallásakor – értékelve törekvéseinket – éljenek a lehetőséggel, és személyi jövedelemadójuk 1%-át ajánlják fel az erre vonatkozó Rendelkező nyilatkozat kitöltésével.

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

**Az MKE adószáma: 19815819-2-41**

Terveink szerint 2017-ben az így befolyt összeget ismételten a hazai kémiaoktatás feltételeinek javítására, a Középiskolai Kémiai Lapok, az Irinyi János Országos Középiskolai Kémiaverseny, a 10. Kémikus Diákszimpózium, valamint a 2017-ben kilencedszer szervezendő KémiaTábor egyes költségeinek fedezésére használjuk fel.

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

Telefon: 06 1 201 6883, e-mail: [mkl@mke.org.hu](mailto:mkl@mke.org.hu)

# HUNGARIAN CHEMICAL JOURNAL

LXXII. No. 4. April 2017

CONTENTS

<i>Synthesis of fluor-containing <math>\beta</math>-amino acid derivatives with piperidine and azepane skeletons</i>	106
<b>RENÁTA ANITA ÁBRAHÁMI</b>	
<i>From „Lab-on-a-Chip” through „Organ-on-a-Chip” to „Body-on-a-Chip”. The triumphal march of microfluidics</i>	109
<b>TIBOR BRAUN</b>	
<i>Periodicals and publications related to chemistry in the Repository of the Library of the Hungarian Academy of Sciences</i>	113
<b>ANDRÁS HOLL</b>	
<i>Increasing the efficiency of university courses with Mazur’s peer instruction method</i>	116
<b>ZOLTÁN TÓTH</b>	
<i>Poisoning in heated spaces</i>	121
<b>FERENC RITZ</b>	
<i>The relation of chemistry teaching and new instructional technologies should be strengthened. An interview with Professor Georgios Tsapralis</i>	122
<b>SÁNDOR JÁNOS KAPITÁNY and ZOLTÁN TÓTH</b>	
<i>Engineering tools for environmental risk management, 3. Site assessment and monitoring tools (book review)</i>	124
<i>200<sup>th</sup> anniversary of the birth of János Irinyi, inventor of noiseless and explosion-proof matches</i>	126
<b>CSABA KUTASI</b>	
<i>Chembits</i>	130
<b>GÁBOR LENTE</b>	
<i>News of the Month</i>	132



# Richter-hírek

## Komoly kutatásba kezdett a Richter

*Elsősorban daganatos és autoimmun betegségekben szenvedők számára nyújt segítséget az a biotechnológiai gyógyszer, amelyet a Richter Gedeon Nyrt., a Szegedi Tudományegyetem és az MTA Szegedi Biológiai Kutatóközpontja közösen fejleszt a Széchenyi 2020 program keretén belül.*

A konzorciális együttműködésben K+F technológiák kifejlesztését tervezik, és az ezekből származó ismeretek jelentősen hozzájárulnak majd a biotechnológiai úton előállított fehérjegyógyszereink hatásmechanizmusának, illetve a fellépő mellékhatások kialakulásának megértéséhez.

A kutatási célok között szerepel egy, a már Richterben meglévő licenc alapján történő rekombináns hormon, illetve egy gyógnővény-alapú nőgyógyászati készítménycsalád fejlesztése is. A sikeres preklinikai fejlesztést követően klinikai vizsgálatokra is sor kerülhet.

A kifejlesztendő biotechnológiai bioszimiláris fehérjekészítmény célcsoportja elsősorban a daganatos és autoimmun betegségekben szenvedő betegek, döntően az európai piacon. A termé-



kek várható ára az eredeti készítményekhez képest kedvezőbb, így a terápia szélesebb betegcsoportok számára is elérhetővé válik.

Olyan nanotechnológiai módszerek után is kutatnak, amelyek révén pontosabb ismeretet szerezhetők a terápiás fehérjék működéséről, ezenkívül újszerű terápiás eljárások kidolgozásához, illetve nanogyógyszerek létrehozásához is alapot adhatnak.

A 4,89 milliárd forint összköltségű pályázati keretből 2,83 milliárd forint vissza nem térítendő támogatás. A teljes költségvetésből az SZTE 670 millió, az MTA SZBK 268 millió forintnyi támogatást kapott. A Richter 1,897 milliárd forint támogatás mellett 2 milliárd forint saját forrással vesz részt a programban. (*napi.hu*)

## Mi dobta meg a Richter számait?

*A két negyedév összehasonlítása jóval kevésbé reális, mint az év/év alapú összehasonlítás – mondta Bogsch Erik, a Richter Gedeon Nyrt. vezérigazgatója az elemzők számára is kellemes meglepetést okozó negyedéves eredményekről szólva.*



Az árbevétel tavaly 6 százalékkal emelkedett. A Vraylar royaltybevételei az első negyedévben jelentkeztek. Az árak eróziója ellenére az adózott eredmény euróban 16,8, forintban 17,5 százalékkal nőtt 2015-höz képest.

Az amerikai gyógyszerhatóságokhoz idén már beadható az Esmya forgalombahozatali engedélye, amely 2018 elejére meg is érkezik. A Richter megkapta a Levorset fogamzásgátló készítmény forgalmazási engedélyét több nyugat-európai országra.

Alaposan átrendeződött az árbevétel földrajzi megoszlása – mondta a vezérigazgató. Három évvel ezelőtt a volt FÁK-országok az árbevétel 43, tavaly már 31 százalékát adták. Ezen belül a legnagyobb Ukrajna visszaesése, 2 százalékkal.

Az orosz piacon csökkent az árbevétel, a rubel éves átlagárfolyama tavaly 12 százalékkal csökkent az euróhoz képest, szerencsére az év végén erősödött a kurzus.

A Richter kutatás-fejlesztési költségei a bevétel arányában a korábbi 12–13 százalékról jelentősen, 9 százalékra csökkentek, ta-

valy 35 milliárd forintot tettek ki. Ez a kutatási költségek elszámolása időbeli ingadozásának tudható be, idén valószínűleg magasabb lesz az arány.

A gyógyszergyártásnál az Esmya bevételei tovább nőttek (69 millió euróra), a fogamzásgátlókból származó bevételek viszont csökkentek. Az Esmya-forgalomból 57 millió euró az EU-15 országokra jutott. Lengyelországban 7, Romániában 9 százalékos növekedést sikerült elérni.

A Richter-sajtótájékoztató hagyományosan legnagyobb érdeklődéssel várt része az idej előrejelzés. Ebben Bogsch elmondta, hogy az idej magas bázis miatt a magyar piacon forintban, Romániában lejben, Lengyelországban zlotyban 2017-ben nem várható változás. Az EU nyugati felében euróban 10 százalékos növekedésre, a keletben 5 százalékos csökkenésre számítanak.

Az orosz piacon rubelben 3 százalékos lehet a növekedés, de nagy kérdés a rubel árfolyam-alakulása. Ukrajnában az alacsony szinten való stagnálásra lehet számítani.

Az USA-ban nem változik a forgalom mértéke, Kínában viszont 10, Latin-Amerikában 5 százalékos lehet a növekedés. A kiemelt termékek közül az Esmya forgalma a tavalyi 69 millióról 80 millióra nőhet, a tavaly vásárolt Benfola idén mar 30–35 millió eurós bevételt hozhat.

Összességében a Richter idej árbevétele euróban 3 százalékkal haladhatja meg a tavalyit. Ezek nem konzervatív, hanem reális előrejelzések, annak ellenére, hogy a cég rendre jobb tényszámokat produkál, mint az előrejelzések – fogalmazott a vezérigazgató.

A k+f célú kiadások aránya idén ismét elérheti a 12 százalékot, ez összegben 45–50 milliárdos rekord költséget jelenthet. Ezzel összefüggésben az üzemi eredményhányad a tavalyi 14 százalékról Bogsch szerint 11 százalékra csökkenhet. A Richter idén – a hagyományok szerint – az eredmény negyedét fizetheti ki osztalékként. Így a tavalyi év után járó osztalék részvényenként mintegy 90 forint lehet. (*napi.hu*)

**R. F.**

**AKTIVIT Kft.**

Környezetvédelmi műszerek, analitikai eszközök

1145 Budapest, Pétervárad u. 14.

Tel: (1)-470-0125, (1)-221-7865.

Fax: 252-9940 info@aktivit.hu www.aktivit.hu



MACHEREY-NAGEL

**NANOCOLOR<sup>®</sup> VIS II és**

**NANOCOLOR<sup>®</sup> UV/VIS II**

**Intelligens fotometria**



- spektrofotométer  
- zavarosságmérő és  
- színmérő egyben

**NANOCOLOR<sup>®</sup> UV/VIS II**  
spektrofotométer  
most akciós áron:  
**1.200.000,- Ft+Áfa**



**NANOCOLOR<sup>®</sup> VIS II**  
spektrofotométer  
most akciós áron:  
**750.000,- Ft+Áfa**

- 320-1100 / 190-1100 nm
- Felbontás: +/- 0,1 nm
- Sávszélesség: < 2 nm
- 10 collos HD érintőképernyő
- Forradalmian új kezelői élmény
- Önmagyarázó és teljesen ikonalapú menürendszer
- Tárolt piktogramos ismertető a mérési módszerekhez
- Integrált rendszermonitoring és zavarosság kontroll (NTU-Check)
- 16 GB SDHC kártya, 5000 mérési adatsor / spektrumok tárolása, GLP konform
- 6-féle automata készülékkontroll és 8-féle minőségbiztosítás
- 200 előkészített + 100 programozható automata módszer, magyar menü



**KÉRJE Ön is a magyarnyelvű prospektusunkat !**