

Magyar Tudomány

RENEZÁNSZ ÉV

Vendégszerkesztő: Szabados László

Nemzetközi migráció

A világ élelmiszerellátása

100 éve született Ambarcumjan

A jövőhöz való viszony változása

Max Planck emlékülés 2008

2008.9

A MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA FOLYÓIRATA. ALAPÍTÁS ÉVE: 1840
169. ÉVFOLYAM – 2008/9. SZÁM

Főszerkesztő:

CSÁNYI VILMOS

Vezető szerkesztő:

ELEK LÁSZLÓ

Olvasószerkesztő:

MAJOROS KLÁRA

Szerkesztőbizottság:

ÁDÁM GYÖRGY, BENCZE GYULA, BOZÓ LÁSZLÓ, CSÁSZÁR ÁKOS, ENYEDI GYÖRGY,
HAMZA GÁBOR, KOVÁCS FERENC, KÓPECZI BÉLA, LUDASSY MÁRIA,
NIEDERHAUSER EMIL, SOLYOSI FRIGYES, SPÁT ANDRÁS, VAMOS TIBOR

A lapot készítették:

GAZDAG KÁLMÁNNÉ, HALMOS TAMÁS, HOLLÓ VIRÁG, JÉKI LÁSZLÓ, MATSKÁSI ISTVÁN,
PERECZ LÁSZLÓ, SIPOS JÚLIA, SPERLÁGH SÁNDOR, SZABADOS LÁSZLÓ, F. TÓTH TIBOR

Lapterv, tipográfia:

MAKOVECZ BENJAMIN

Szerkesztőség:

1051 Budapest, Nádor utca 7. • Telefon/fax: 3179-524

matud@helka.iif.hu • www.matud.iif.hu

Kiadja az Akaprint Kft. • 1115 Bp., Bártfai u. 65.

Tel.: 2067-975 • akaprint@akaprint.axelero.net

Előfizethető a FOK-TA Bt. címén (1134 Budapest, Gidófalvy L. u. 21.);
a Posta hírlapüzleteiben, az MP Rt. Hírlapelőfizetési és Elektronikus
Posta Igazgatóságánál (HELP) 1846 Budapest, Pf. 863,
valamint a folyóirat kiadójánál: Akaprint Kft. 1115 Bp., Bártfai u. 65.

Előfizetési díj egy évre: 8064 Ft

Terjeszti a Magyar Posta és alternatív terjesztők

Kapható az ország igényes könyvesboltjaiban

Nyomdai munkák: Akaprint Kft. 26567

Felelős vezető: Freier László

Megjelent: 11,4 (A/5) ív terjedelemben

HU ISSN 0025 0325

TARTALOM

Reneszánsz Év

Vendégszerkesztő: Szabados László

Szabados László: <i>Reneszánsz az utókor számára</i>	1038
Nemes Csaba: Az orvoslás és a test újjászületése a reneszánsz korában	1039
Kovács László: A reneszánsz fizikája – betekintés és kitekintés	1055
Szabó Péter Gábor: A reneszánsz matematika egyik legszebb eredménye	1065
Barlai Katalin: Lapozgatás egy csillagászati Corvinában	1075
Schiller Róbert: A kémia születése a kételkedés szelleméből	1085

Tanulmány

Póczik Szilveszter – Fehér Lenke – Dunavölgyi Szilveszter – Jagusztin Tamás – Windt Szandra: Nemzetközi migráció – nemzetközi kockázatok	1095
Horn Péter: Új helyzetben a világ élelmiszerellátása	1108
Hideg Éva – Nováky Erzsébet: A jövőhöz való viszony és változása Magyarországon ...	1125
Szabados László: Huszonnyolc tudományos akadémia választotta tagjává – 100 éve született Viktor Ambarcumjan	1136

Tudós fórum

Tudományos akadémiák közös állásfoglalása Alkalmazkodás a klímaváltozáshoz, átalakulás szénkímélő társadalommá	1141
Bencze Gyula: Max Planck emlékülés 2008	1145

<i>Kitekintés (Jéki László – Gimes Júlia)</i>	1152
-----------------------------------------------------	------

Könyvszemle (Sipos Júlia)

Három könyv a szemiotikai textológia témaköréből (<i>Péntek János</i>)	1156
Rathmann János: Történetiség a német felvilágosodásban (<i>Perecz László</i>)	1159
Mérnök – tudós – iskolateremtő (<i>Bencze Gyula</i>)	1162

Reneszánsz év

RENEŠZEÁNSZ AZ UTÓKOR SZÁMÁRA

Szabados László

csillagász,

MTA Konkoly Thege Miklós Csillagászati Kutatóintézet

szabados@konkoly.hu

„2008 a reneszánsz éve hazánkban, és nemcsak azért, mert Mátyás király 550 évvel ezelőtt került a magyar trónra, hanem azért is, mert ismét olyan korban élünk, mely alapjaiban változtatja meg világunkat. A reneszánsz megújulás, újjászületés, az új felfedezése a régi tiszteletben tartásával. A *Reneszánsz Év – 2008* célja, hogy a ma gondolkodó, kultúrára és az újra fogékony emberét szólítsa meg az élet számos területén.”

A reneszánsz év meghirdetett céljához kapcsolódva folyóiratunk sem maradhat ki a megemlékezésekből, de a *Magyar Tudomány* – jellegénél fogva – a kutatások szemszögéből tekint vissza a reneszánszra, amelynek évtizedeit meghatározó időszakként értékeli az utókor szinte valamennyi szaktudomány fejlődését tekintve.

Napjaink kutatói számára a reneszánsz iránti nosztalgia talán fő táplálója az akkor élt tudósok – mai szóhasználattal élve – interdiszciplináris sőt multidiszciplináris tevékenysége. Az ismeretek rohamos bővülésével az efféle

sokoldalúság lehetősége végképp elszállt. Perse jelenleg is folynak interdiszciplináris kutatások, amelyek többnyire szintén új utakat nyitnak a tudományokban, de a tudományos ismeretek mai szintjén már nem működnek olyan kutatók, akiket két-három tudományág művelői is saját diszciplinájuk meghatározó személyiségének tartanak. A reneszánszban viszont bőven akadtak ilyen sokoldalú tudósok, köztük Leonardo da Vinci, Tartaglia vagy Regiomontanus, akiknek neve cikkgyűjteményünk több tanulmányában is felbukkan.

A reneszánsz mint vezérfonal által felkínált lehetőségek közül csak néhány fontos tudományág reneszánsz kori állapotába és eredményeibe pillantunk be, a teljességre törekvés igénye fel sem vetődhetett a téma gazdagsága folytán. Tekintsünk be orvos, matematikus és természettudós eleinknek egy olyan – a jelenleginél biztosan nem egyszerűbb – korban végzett munkásságába, amikor az impakt faktor, a ráfordítás/munka arány vagy a zárójelentés még nem voltak a kutatás velejárói.

AZ ORVOSLÁS ÉS A TEST ÚJJÁSZÜLETÉSE A RENESZÁNSZ KORÁBAN

Nemes Csaba

Dr. med., Überlingen am Bodensee, Németország
csaba@nemes.de
www.medicine-history.de

Kultúrtörténeti háttér

A kultúrtörténetben és az orvostudomány történetében a megújulás ismétlődő jelenség. Így tér vissza a görög szellem a hellenizmusban, eleveníti fel Galénosz munkássága a hippokratészi medicinát, és ekképpen menti meg az iszlám az antik görög-római gyógyító hagyományokat és a galénoszi tanokat. De az egész középkori orvoslás is a galénoszi hagyományokra épült. Miért volt hát szükség arra a mélyebbre ható, az egész társadalmi élet rendjét, a lovagi eszmét, a hitélet formáit, a természetfilozófiát, a világ és a halál képét és a tudományos kutatás minden területét addig nem tapasztalt mértékben forradalmasító változásokra, amelyeket közönségesen reneszánsznak nevezünk?

Egyszerűsítve a „középkor alkonyát” (Huizinga, 1976) a puskapor harci alkalmazása (ágyúkon, 1400 körül), a tökéletesebb navigációs eszközök és a mozgatható betűkkel történő könyvnyomtatás (Gutenberg, 1445) feltalálása már előre jelzik; indíttatása azonban mélyebb szellemi történeti gyökerű, akkor is, ha az érett reneszánsz kora egybeesik a nagy földrajzi felfedezések korával. A reneszánsz

szelleme megtestesült már a képzőművészetben (Giotto di Bondone) és az irodalomban (Dante, Boccaccio és Petrarca). Ez az olasz földről kiinduló újjászületés (*rinascimento*) gyökeresebb változást ígért és hozott, a szicíliai normann hercegek és a Stauferek királyságában már a 12. századtól első virágzásnak indult, de ez, különösen az Alpoktól északra, a tudománytörténetben csak később, a humanisták és a humanista orvosok irodalmi munkásságában teljesedett ki. Ezért a középkor (*medium aevum*) az északi államokban később ért véget. Eddig Franciaország volt a középkori kultúra hordozója: a hűbériség, a *courtoisie*, a skolasztika és a gótika fellelegyára. Ennek komor, bizarr pompáját váltotta most fel a mediterrán olasz világ vidám harmóniája és életkedvvel teli színpompás stílusa. *Lorenzo Medicinél*: „Facciamo festa tuttavial!” (Változtassuk az életet egyetlen ünneppé!).

Hazánkban az Anjouk korai és Mátyás érett reneszánsza volt ez a korszak. Ezen szellemi megújulás anyagi hátterét a manufaktúrák felvirágzása és a nagy földrajzi felfedezéseket (Columbus: Amerika felfedezése 1492-ben, Vasco da Gama: a Kelet-Indiába vezető tengeri út felfedezése 1498-ban) köve-

tő gazdasági fellendülés biztosította. A városokban a patríciusok rétege mellett megjelent a polgárság mint új osztály. A növekvő osztályellentétek nemcsak belvillongásokhoz vezettek a Német-római Birodalom városállamaiban, hanem – részben a humanisták hatására – a keresztény vallás is kettészakadt. A pápaság világi hatalmának gyengülése, a Sacco di Roma (1527; szimbolikus a reneszánsz záróakkordja) után a reformáció elterjedésének (*Luther 1517, Zwingli 1525 és Calvin 1540*) már semmi sem vethetett gátat. Másrészt Európa-szerte fellángoltak az antifeudális-antiklerikális célzatú parasztháborúk is – hazánkban 1514-ben, Németországban 1524-25-ben, tovább gyengítve a feudális rend, a pápaság és a központi királyság hatalmát.

Közvetlen értelmében a reneszánsz az antik szellem megújulása, amely Petrarca nyomán a világtól elforduló, aszkézisba hajló meditatív életmód helyett a vitruviusi emberi ideált, az evilág felé forduló, kutató, fausti elmét (*Agrippa von Nettesheim*) és a tudományok művelésén fáradozó, sokoldalú tudóst (*l'uomo universale, Leonardo da Vinci*) kedvelte, és az autoritáson alapuló merev skolasztikus szemlélet helyett a személyes tapasztalást, a természeti jelenségek és az emberi test közvetlen és kísérletes kutatását helyezte előtérbe. Az egyházatyák, *Arisztotelész* és *Galénosz*, valamint a nagy arab tanítómesterek szüntelen recitálása helyett a humanisták a teljes irodalmi munkásság szövegű fordításaira törekedtek, az oktatásban pedig a dialektikán alapuló elvont „lectio”, „questiones”, szillogizmusok, tankötemények és „disputatio” helyett szorgalmazták a betegség melletti gyakorlati kiképzést.

A 17. században, a barokk medicina korában a skolasztika végleg elbúcsúzott; helyét az empiria és a racionalizmus vette át, amely

a megfigyelést és a személyes tapasztalatot tekintette a kísérletes természettudomány legfontosabb módszerének. Az optika terén elért haladás különösen kedvezett a morfológiai és a mikroszkópos kutatásoknak, a botanika pedig új hatóanyagokkal gazdagította a gyógyszerkincset (*materia medica*).

A szépirok még élhettek a klasszikus formákkal (neoplatonizmus): „a stílus kifinomultsága elég volt ahhoz, hogy a humanizmus megszülessék”. (*Huizinga, 1976*) A természettudományok azonban nem elégedhettek meg a trübadúrköltészet már *Villon* és *Rabelais* által is kigúnyolt eme neolatin humanista változatával. Ezért az újkori modern tudomány, főként a medicina szellemi gyökereit nem szabad egyedül a humanistáknál keresnünk. A jórészt feledésbe merült ókori kultúra asszimilációja korábban kezdődött és hosszabb, fáradságosabb folyamat volt. Az új életforma és ideál megszilárdulásához elsősorban a tartalomnak és a szemléletnek kellett megújulnia; az ismeretek új forrására, új módszerekre volt szükség. A reneszánsz jelszavának megfelelően – „*ad fontes!*” – a kommentárok helyett vissza kellett térni a tiszta forrásokhoz.

Már a számos, addig elveszettnek hitt és kolostori könyvtárakban porló antik orvosi iratok megtalálása is hatalmasan előrevitte a tudományos ismereteket. A mindennapos orvosi gyakorlat számára azonban ennél is fontosabb volt az akadémiai végzettség nélküli borbélyok és tábori sebészek évszázadok alatt felgyülemlett tapasztalata, az új lőfegyverek által okozott tömeges sérülések műtéti ellátása, valamint a népi orvoslás gyógyszerkincse, amelyből egyébként a sebészi gyakorlatot már nem folytatható kolostori medicina is merített. Ehhez járult a könyvnyomtatás feltalálása (1445–1554) Mainzban, amely az

emberiség művelődéstörténetében és a tudományok terjesztésében máig a legfontosabb eszköznek bizonyult.

Bizánc elfoglalása (1453) után a menekülő írástudók (például *Theodor Gaza* és *Demetriosz Khalkondilas*) kézírataikat nyugatra menekítették. Ennek az exodusnak eredményeként az addig főként arab fordítások mellett a bizánci kultúrkör irodalma is gazdagította a meginduló tudományos könyvkiadást és a fordítók munkásságát. A humanizmus mellett a reneszánszban korán jelentkező iszlámellenes törekvések és a könyvkiadók elterjedése közvetlenül hatott a tudományos kutatásra és az orvostudomány fejlődésére.

A könyvnyomtatás elterjedése 1450 után rendkívüli mértékben felgyorsította a természettudományok fejlődését. A középkor skolasztikus orvostudománya elsősorban Galénosz és az arab forrásokat (*Avicenna*, *Averroës*, *Rhazes*, *Abulcasis*) követte. Arisztotelész rehabilitációja azonban már *Albertus Magnus* és *Aquinói Szent Tamás* követőinél kimutatható, akik a nagy görög filozófust és természettudóst egyenesen Krisztus előfutárának (*Praecursor Christi*) tartották. Arisztotelészhez hasonlóan Avicenna is a természettudomány részének tartotta az orvostudományt; szemlélete azonban először a reneszánszban érett be. A feltétlen tekintélytisztelést (au[c]toritas) felváltják a ráció érvei.

A humanisták szerepe a medicina fejlődésében

A görög-római antikvitáson felnőtt humanisták fordításaikban először a szövegűsége, a kézírásos vagy kódexekben található szövegek összehasonlítására és a klasszikusok műveinek teljes, arab torzításoktól mentes fordítására vagy kiadására vállalkoztak. Ha nem is rendelkeztek valamennyien orvosi ismeretekkel, nem riadtak vissza az ilyen munkálkodástól

sem. De ez fordítva is igaz: *Marsilio Ficino* orvos volt, nevét mégsem egyetlen, ilyen tárgyú munkája (*De triplici vita*, 1489), hanem a firenzei *Accademia Platonica* őrizte meg. Velük kezdődik a reneszánsz orvosi irodalmának bizonyos fokú laicizmusa. Filológiai munkásságuk nagy érdeme, hogy Plinius, Galénosz és Avicenna műveiből a görög vagy az arab szövegek hibás fordításait kijavították (*Ermolao Barbaro*, *Niccolo Leonicensi*). A skolasztika formalizmusa, Galénosz és Avicenna nemegyszer terjengős, unalmas kommentárjai helyett kiadták Hippokratész és Dioszkoridész műveit. A humanisták második generációja (*Giovanni Manardo*, *Otto Brunfels*, *Leonhard Fuchs*, *Pietro Andrea Mattioli*, *Euricius Cordus*, *Valerius Cordus*) figyelme a botanika és a gyógynövények felé fordult, s ebben az Újvilágból hozott növényfajták is segítségükre voltak. Megkíséreltek rendet tenni Plinius és az arab szerzők minden rendszer nélküli növényteni zűrzavarában, s ugyanígy törekedtek a középkori barbár latin *terminus technicus*ok homályosságát is eloszlatni.

1525-től az európaszerte becsült híres velencei könyvkiadó, *Aldus Manutius* vállalkozik Galénosz majd Hippokratész műveinek kinyomtatására. 1531-ben *Johann Winther von Andernach* tanítványa, *Vesalius* ábráival kiadja a röviddel azelőtt felfedezett Galénosz-kéziratot az anatómiai preparálás technikájáról, amely jelentősen hozzájárul a bonctani ismeretek fejlődéséhez. Winther von Andernachnak igaza volt, amikor korát dicsérve megállapította: a medicina feltámadt halotti dermedtségéből. A 16. századból összesen 690 Galénosz- és legalább ennyi Hippokratészkiadásról tudunk. A tömérdek kiadvány hamarosan szüikségessé tette a filológiai rendszerezést is. Ezt végezte el *Jacques Dubois*

(Sylvius) 1539-ben megjelent művében (*Ordo et ordinis ratio in legendis Hippocratis et Galeni libris*).

Ennél is jelentősebb volt a humanisták tevékenysége az orvosi praxis területén. Megjelennek az első kézikönyvek (Practica), amelyek nemcsak a gyógyszerkincs *simpliciá*-it és összetett galenikus készítményeit ismeretik, hanem az orvosképzés reformja mellett a betegségek (affectiones) *tüneteinek és gyógyításának egységét* is hangsúlyozzák. Az etiológia és a terápia harmóniája mellett – Hippokratészt és Galénoszt újra értelmezve – vizsgálták a beteg alkatát, temperamentumát, életkorát és környezetét is a megfelelő gyógymód kiválasztásakor. *Thomas Linacre* Galénosz-könyve (*Methodus medendi, azaz A gyógymódok rendszere*) már 1519-ben szorgalmazta a betegségek oki kezelését. A módszer mindenhatóságába vetett hit természetesen tipikus humanista attitűd volt, de a szisztematikus gondolkodás – a mai komputerdiagnózishoz hasonlóan – szilárdabb elméleti alapul szolgált, mint az empiria. Ez vezetett el a szimptomák tanától a betegségek új rendszeréhez, az elkülönítő kórisméhez, a helyes javallat felismeréséhez (*Giovanni Battista da Monte, azaz Montanus* [1498–1551]) és egész sor új betegség felfedezéséhez. *Montanus* mellett *Santorio Santoro* (1561–1636) még egyszer visszatér erre az általános kórtani és diagnosztikai módszerre, amely az univerzálisan érvényes tényekből (lényegében orvosi axiómákból), tehát deduktív úton jut el a betegség diagnózisához (*Methodi vitandorum errorum, azaz A hibák elkerülésének módszere*, 1603).

A *humanista orvosok* köréből megemlíthjük *Guillaume Rondelet*-t (1507–1566), Rabelais iskolatársát és barátját, akiről a nagy szatirikus a *Gargantua és Pantagruel* orvosalakját (Rondibilis) mintázta. Egy másik orvos-humanis-

ta, *Giovanni Manardi* (*Manardus*, 1462–1536) művéhez Rabelais írt kommentárokat. Manardi elsőként vetette el a galenizmust.

A humanisták ellentmondásos, egyszerre haladó és retrográd irodalmi munkássága, amelybe nemcsak antiarabizmus, orvosellenesség, hanem egy jó adag antiklerikális törekvés is vegyült, előkészítette a talajt a racionalizmus számára. A középkort lezáró, misztikus, asztrológiával, alkímiával és egyéb babonával teli 15–16. század ellentmondásossága nélkül nem érthető meg a reneszánszt követő két század hatalmas, szinte robbanásszerű tudományos forradalma, amely az orvostudományban az anatómia, az élettan, valamint a terápia területén érte el legnagyobb eredményeit. Ezt a paradigmaváltást jelzi

Vesalius, Harvey és Paracelsus

munkássága. Mielőtt e három híres természettudós-orvosról megemlékezünk, feltétlenül szólni kell *Leonardo da Vinciről* (1452–1519). A reneszánsz többi nagy festőjéhez (*Pollaiuolo, Raffaello, Michelangelo*) hasonlóan először őt is az emberi test plaszticitása és az izmok játéka érdekelte. Legkésőbb 1489-től azonban anatómus barátja és tanítómestere, *Marcantonio della Torre* tanácsára több mint húsz éven át intenzív és úttörő anatómiai tanulmányokat folytatott, először Firenzében, majd Rómában, egészen 1515-ig, amikor X. Leo pápa kitiltotta őt a Szentlélek Kórház hullakamrájából. Eredetileg 120 fejezetre tervezett, az embrió fejlődésétől az öregségig terjedő időszakot felölelő hatalmas atlasza soha nem készült el, vagy elkallódott. Tükörírással jegyzetekkel ellátott, elegáns és pontos bonctani tanulmányai, a mintegy 700 szét-szórt lap összegyűjtése utólag sikerült, s ami ebből a windsori királyi könyvtárban (*Giovanni Piumati: Dell'Anatomia fogli A e B*,

[Piumati, 1898, 1901]) és Drezdában (E. Möller kiadásában) ránk maradt, sejtetni engedi, hogy *Jacopo Berengario da Carpi* mellett *Leonardo volt a Vesalius előtti érett reneszánsz legnagyobb anatómusa*. Boncolásairól készített rajzai bizonyították, hogy Galénosz számos tévedését felismerte. Erre utaló stúdiumait azonban csak legszűkebb baráti köre és tanítványai ismerték, ezért felfedezései nem hatottak kora anatómiájának fejlődésére.

Leonardo anatómiai tanulmányai idején még az Avicenna és *Mondino* által képviselt galénoszi anatómia volt érvényben, melynek pontatlansága, feltületes sematizmusa szembeötlő, ha összehasonlítjuk *Richard Helain* 1493-ban megjelent „nürnbergi csontvázát” Leonardo rajzaival. Az 1500 körüli anatómiai illusztrátoroknál (például *V. Magnus Hundt Anthropologiumában* vagy *Johann Peyligk* rajzában) még hiába keresnénk a reális arányok és a szervek valódi bonctani ábrázolását.

Leonardo törekvéseit a topográfiai és a funkcionális anatómia hatotta át. Számos újítása, például a beágyazásos metszetek (a szem preparálásánál), a koponya, agykamrák és a szívíüregyek folyékony viasszal való kiöntése, a szervek struktúrájának kiemelése főzéssel (vese), vagy az izmok eredésének és tapadásának, az inaknak drótokkal való helyettesítése (ami az izmok működésének vizsgálatát lehetővé tette), ugyanúgy ismeretlen maradt a kortársak körében, mint szokatlan preparálási módszere. A hátizomzat és a gerincoszlop eltávolítása után a mellkasi és a hasi szerveket hátulról ábrázolta. Különös gondossággal törekedett az agy- és a gerincvelői idegek lefutásának ábrázolására.

Még behatóbban foglalkozott Leonardo a szív és a nagyerek tanulmányozásával. Leírta a pitvarok alakját, a vena arterialis (azaz az art. pulmonalis) lefutását, a kamrai izom-

zat (a jobb kamrában róla elnevezett) trabekuláris szerkezetét, az ívitorlákat, a semilunáris billentyűt és a koszorúerek elágazásait. Izgatta a vér mozgásának mechanizmusa. Hidraulikus hipotézisével majdnem eljutott a vérkeringés felfedezéséhez. Amikor a „kapilláris vénákról” ír, feltehetően megsejtette a hajszálerek létezését is.

A szervek funkciójának tanulmányozása során eljutott az emberi testet alkotó építőelemek (porc, csont, izomzat, inak, szalagok, vénák, verőerek, idegek és zsírréteg) elkülönítéséhez; a bőr rétegeit (epidermis, subcutis) is felismerte. Így a szövetek létezésének megsejtésével Leonardo *Marie-François-Xavier Bichat* (1771–1802) előfutárának tekinthető. A belső szervek funkciójának tökéletesebb megismerését az összehasonlító állatboncolástól és a magzati anatómia tanulmányozásától remélte.

Rajzai közül legismertebb a testarányoknak a velencei Accademián található leonardói kánonja (proportio), az emberi test hossza és a kinyújtott karok távolsága közötti tökéletes azonosság. Az aranymetszésre (*sectio aurea*) utaló rajz ötletét azonban Leonardo antik szerzőktől (Varro, Vitruvius és Plinius) és a görög-római szobrok klasszikus testarányaitól kölcsönözte.

Andreas Vesalius (1514–1564) anatómiája (*De humani corporis fabrica libri septem*) 1543-ban nemcsak a medicina „aranykorszakának” legnagyobb szerűbb alkotása, hanem a morfológiai szemlélet kezdete is az orvostudományban. Kis túlzással: vele kezdődik az újkor medicinája. Leonardóhoz hasonlóan lángelme volt, aki tudott és mert szakítani az autoritáson alapuló hagyományokkal. 28 éves, amikor megjelenik a *Fabrica*. Rövid életében nem volt később ehhez mérhető alkotása, ez azonban egy tudományos forradalmat indí-

tott el, amelyet riválisai és támadói már nem tudtak többé megállítani.

Vesalius családja a westfáliai Weselből származott. Szülővárosában már kora gyermekkorától boncolt állatokat, izgatta az emberi test szépsége, a természettudományok és a matematika. Még szinte serdülő, amikor egyetemi tanulmányai kezdetén egy löweni könyvkiadó kérésére Galénosz görög és latin szövegeit javítja.

A löweni (leuveni) évek végén barátjával az akasztófáról ellop egy hullát; ez lesz az első teljes csontváza. A Bázelen általa boncolt hulla csontváza ma az egyetem féltve őrzött ereklyéje. Párizsban (1533–36) elégedetlen *Jaques Dubois (Sylvius)* Galénoszra támaszkodó anatómiai leckéivel, kutyaboncolásaival, melyek mesterét többször is zavarba hozzák. Ehelyett a Cimitière des Innocents és a montfauconi vesztőhely gyakori látogatója. Talán ismerte *Henri de Émondeville* vagy *Charles Estienne* rajzait; hogy Leonardo anatómiai ábráit ismerte volna (mint *Dürer*, aki Leonardo egyik vázlatát lemásolta), több mint kétséges. Tehetsége nem maradt sokáig titokban: már a harmadik emberi boncolás után és iskolatársai unszolására demonstrátor lesz, majd *Johannes Winter von Andernach* munkatársaként részt vesz az *Institutiones anatomicae* kiadásában (1536). Huszonhárom évesen már a páduai egyetem doktora és a sebészet tanára (1537). Itt végleg szakít Mondino módszerével, de a tancélra összeállított *Tabulae anatomicae* (1538) még jórészt Galénoszra támaszkodik. Még átveszi annak tévedéseit: a hétrészes szegycsontot, az ötlebenyes májat és a kettősfalú méhet. De hullaboncolásainál készült csonttana jobb minden addigi atlasznál. A velencei *Bernardinus Vitali* nyomdászánál kiadott könyvnek jelentős sikere lesz, Vesalius nyilvános boncolásait – Itália többi

egyetemén, így *Cosimo de Medici* meghívására Pisában is – már annyian látogatják, hogy előadásait levegőhiány miatt többször félbe kell szakítania. Legkésőbb 1540-ben feltételezi, hogy Galénosz soha nem látott felboncolt emberi tetemet; humánanatómiai ismereteit majmokon szerezte! Egy hatalmas vihart kavaró előadásán az antik mester kétszáz tévedését kimutatva végleg szakít a galénoszi hagyományokkal. Éppen akkor, amikor a velencei Giunta kiadó Galénosz műveinek teljes latin nyelvű kiadását készíti elő.

Az anatómiai atlasz elkészítésével Vesaliust bízzák meg, aki egy Tiziano-tanítvány, *Jan Stephanus van Kalker* segítségével két év alatt 663 fólióoldalon több mint háromszáz ábrával elkészíti fő művét, a *Fabricát*, melyet azonban, nem tudni mi okból, mégsem Velencében, hanem Bázelen, a neves filológus, Oporinus nyomdájában jelentet meg. Történt mindez 1543-ban, ugyanabban az évben, amikor *Kopernikusz könyve (De revolutionibus orbium coelestium – Az égi pályák körmozgásáról) a ptolemaioszi geocentrikus világméket cáfolta. Ez az év az újkori természettudomány annus mirabilise. Tanulóknak atlaszához csatol még egy kivonatos latin nyelvű tanulmányt is (Epitome). Ez a második atlasz (1555-ben második, javított kiadásban) minden eddigi könyvnél nagyobb sikert arat. Alkotásának pontosságát, közvetlen megfigyelésen alapuló újszerűségét csak annak művészi értékei múlják felül: amint a csontvázat mint gondolkodó embert, az izomembert pedig mozgásában vagy munka közben ábrázolja. A forradalmi újítást azonban Galénossal való végleges szakítása jelenti. Elveti a felkar és a comb görbülését, a két csontból álló mandibula és az os intermaxillare létezését. Határozottan tagadja a kamrasövény porózus voltát. Erre épít majd *William Harvey* a kettős vér-*

keringés felfedezésénél. Galénosz anatómiájának cáfolata után Vesalius feleleveníti az alexandriai anatómiai iskola hagyományait. Vesalius ezt a könyvét is V. Károlynak ajánlja, aki azt elolvastván az anatómust magával viszi Spanyolországba. Vesalius most huszonnyolc éves, pályája tetőpontján V. Károly, majd II. Fülöp udvari orvosa. Madridban azonban már nem boncolhat tovább, most, amikor az egyre erősödő támadások miatt további anatómiai tanulmányokra lenne szüksége.

Ellenségei tábora nő; *Gabriele Falloppio* részben indokolt kritikájára már csak az íróasztal mellől válaszol. Egykori párizsi tanára, *Jacques Dubois* Vesalius nevét *Vesanus*-ra (megtébolyodott) ferdítve lendül ellentámadásba, egy gúnyirattal (*Ad Vesani calumnias depulsandas*) egykori tanítványát Galénosz elleni ármánykodással vádolva.

II. Fülöp németalföldi udvarában tartózkodva Brüsszelben palotát épít (*Aedes Vesalianae*), amelyet leányára hagy, amikor a király Madridba teszi át székhelyét. Itt az udvarnál működő Galénosz-párti orvosok intrikái és a tétlenségre utaltság végül is egy jeruzsálemi zarándokúttal leplezett menekülésre készíteti. A Szentföldre már nem jutott el; az egyik ión szigeten (Zakintosz, másként Zante), negyvenkilenc évesen valószínűleg tífusz áldozata lett. Sírjának helye ismeretlen.

Alig pár nappal halála után (1565. január) egy bizonyos *Hubertus Languetus* levele igyekszik a halott anatómus hírét befeketeríteni. Azt híresztelte, hogy Vesalius egy előkelő spanyol nemes (vagy úrhölgy) boncolásakor vette észre, hogy a mellkas megnyitásánál annak szíve még vert. A vád irtóztatós volt: Vesalius egy tetszhalottat boncolt, tehát embert ölt. A *vivisectio* vádjá miatt letartóztatták, és az inkvizíció általi halálos ítéletet II. Fülöp változtatta zarándokútra. A jeruzsálemi utazás eme

változatát a 19. század közepéig elhitték, s 1573-ban a forrás megjelölése nélkül *Ambroise Paré* is említi, azóta azonban hitelességét a legtöbb Vesalius-kutató tagadja. A 19. században a genti *Adolphe Burggraeve* lényegében megcáfolta ezt a vádat. Kutatásai igazolták, hogy sem az illető nemes ember (vagy úrnő) személye, sem a tanúk neve nem ismert, és *Don Juan Antonio Llorente*, az inkvizíció írno-ka sem említi az eljárást. Vesaliusnak akkor már annyi ellensége volt, hogy kollégái és a madridi udvarnokok bizonyosan kihasználták volna ezt a vádat a halott anatómus ellen, különösen, hogy egyúttal a király könyörületességét is kiemelhetnék volna. Ám ezek a tanúvallomások is hiányoznak, ezért *Carolus Clusius* elbeszélését fogadjuk el hitelesnek.

A hamis legendák ellenére monumentális műve alapvetően megváltoztatta az orvostudomány fejlődését: a diagnosztikát és a sebészetet egy addig elképzelhetetlenül tökéletes morfológiai alapra építve. Talán nem túlzás állítani, hogy a nyugati kultúrkör medicinájának strukturális-funkcionális szemlélete elsősorban Vesalius műve, és az ázsiai orvostudomány energetikai irányultságának egyik oka éppen az anatómiai ismeretek viszonylagos fejletlensége.

William Harvey (1578–1657) kutatásaiban induktív és matematikailag megalapozott módszerrel megfejti a kettős vérkeringés mechanizmusát. (Kevésbé ismert, hogy a kettős vérkeringés anatómiai elemeit több mint 1300 évvel Harvey előtt a korabizánci Oreibásziosz [325?–395?] is felfedezte.) Hogy megértsük Harvey felfedezésének korszakalkotó jelentőségét, emlékezetbe hívjuk a galénoszi hemodinamika főbb tételeit és a kisvérkör felfedezőit, azaz Harvey elődeit.

Harvey előtt is tudták, hogy a véroszlop állandó ritmikus mozgásban van. A Sárga

Császár (Huang-ti) Kr. e. 200 körül lejegyzett orvosi kánonjában (*Nej-Csing*) olvashatjuk: „A vért a szív irányítja, és körben kering, soha nem pihen”. Empedoklész ezt a vérmozgást az árapályjelenséghez hasonlította, mely az állati hő forrása. Arisztotelész és Platón szerint pedig a tüdő csak a vér hűtésére szolgál. Galénosz úgy véli, hogy a vénás és az artériás véredények két különböző rendszert alkotnak, amelyeknek egy része a kamrai sövény soha nem látott, hipotetikus pórusain, mint egy szitán, a pneumával keveredik. E szerint a 17. század elején még mindig érvényben lévő tan szerint a véroszlop ingaszerű mozgását a kamrák és a nagyerek tágulását követő szívóhatás tartja fenn; a keringés motorja tehát a diasztolé. A pneumatikus tant képviselő Arisztotelész szerint a szív nem az érmozgás, hanem az idegrendszer, az értelem centruma, a test „Akropolisza”, hisz ez köti össze a lelket a többi szervvel. (Az idegrendszer koordináló szerepét Herophilosz fogja felismerni.) Eraszisztratosztól ered a másik tévedés, miszerint az artériák csak levegőt tartalmaznak. Galénosz elméletében a vér három szellemi princípiumot is hordoz: a májból a *spiritus naturalis*, a bal kamrából az éltető *spiritus vitalis* és az agyból a *spiritus animalis*. (Ha ez a költői fogalmazás bárkit meglepne, megjegyezzük, hogy még William Harvey is ragaszkodott a vér és a lélek misztikus kapcsolatához.)

A páduai egyetemen Vesalius utódai: *Bartholomeo Eustacchi*, *Gabriele Falloppio* és *Hieronymus Fabricius ab Aquapendente* tanítanak; utóbbi lesz Harvey mestere. 1602-ben itt avatják doktorrá Harveyt, aki visszatérése után Londonban praktizál, élete végéig hente anatómiai és sebészeti kurzusokat tart; nyilvános boncolásai révén neve ismertté lesz; 1618-tól I. Jakab, majd I. Károly udvari orvosa. *Shakespeare* barátja, akivel közösen láto-

gatják a költő londoni házának szomszédságában röviddel azelőtt létesített botanikus kertet. Förtelmes, szinte olvashatatlan kézírásával papírra vetett s a British Múzeumban őrzött előadási jegyzetei tanúsítják, hogy a vérkeringés gondolata már 1616-ban is foglalkoztatta.

Harvey kutatásainak kiindulópontja a Fabricius ab Aquapendente által újra leírt, de tévesen értelmezett vénás billentyűk szerepe lehetett, amikor felismerte, hogy ezek a zsilipek a vér retrográd mozgását nem lassítják, hanem tökéletesen meggátolják, ezzel is segítve a szívkontrakciók a lőfegyverek mechanizmusához hasonló, propulzív munkáját. Egyik széljegyzetén ez áll (1616): „A vér mozgása egy örök körforgás, amelyet a szív verése tart fenn” („sanguinis motu in circulo”). Feljegyzéseiben is rendkívül finomnak, tartózkodónak bizonyult; soha egyetlen anatómust sem bíralt, tévedéseikre mindig talált magyarázatot, és mindig kiemelte kiválóságukat.

Külsőleg a szegények orvosa, csendes, visszahúzódo, betegeinek élő gyakorló orvos. Csak kevesen tudják, hogy szabadidejében nyolcvan állatfajtát boncol, az ér- és a szívkontrakciók ütemét a lassú pulzusú hullőkön tanulmányozza. Összehasonlító állatanatómiai stúdiói és a *vivisectio* közben haldokló állatok szívműködése során fokozatosan felismeri a galénoszi tanok tarthatatlanságát, a szív pumпасzerezpét, a pitvarok és a kamrák egymás utáni telítődését és ürülését, a centrális vénák és verőerek lüktetésének okát. Méri a bal kamra befogadóképességét, és elvéreztetési állatkísérletekben a test egész vérmennyiségét. A pulzusszám és a lökéstérfogat ismeretében igazolja: a bal kamra fél óra alatt több vért lök ki az aortába, mint amennyi vér az egész testben található. Ezzel ismét rámutat az antik koncepció (hematopoezis)

tarthatatlanságára: ennyi vér nem képződhet minden érlökés alkalmával. Felismeri azt is, hogy nem a diasztolé (mint addig gondolták), hanem a szisztolé a pulzus oka. A vénás vér a szív felé áramlik. Nincs ingamozgás: a vér-áram csak egyetlen irányban halad, előre, egyetlen *körforgásban*. Ez az egyetlen lehetőség a rendelkezésre álló vérmennyiség és a bal kamra lökéstérfogata közötti ellentmondás feloldására. A hematopoézisnek semmilyen szerepe sincsen a vérkeringés fenntartásában. A szív izompumpa és nem szivattyú. Ha mindez nem így lenne, a szívlókéseket követően a vénáknak hamarosan ki kellene ürülniük, az artériáknak pedig pattanásig feszülniük. Az eredmény lényegében a mérés és a matematikai módszer győzelme. A véroszlopnak körben kell keringenie, s közben áthalad a tüdőn és a testen is. Nincs direkt összeköttetés a két kamra között.

Következtetéseit Bacon indukciós módszerének szellemében lépésről lépésre igazolja állatkísérleteiben. Jóllehet már 1616-ban készen áll a hemodinamika új modellje, tizenkét évig vár még, amíg 1628-ban Frankfurtban, Wilhelm Fitzer nyomdájában megjelenik a 72 oldalas, eredeti ábrák nélküli könyvecske, az *Exercitatio Anatomica de Motu Cordis et Sanguinis in Animalibus* (A szív és a vér mozgásáról). A könyv ábráit tanítómestere, Fabricius ab Aquapendente könyvéből (*De venarum ostiolis*, 1603) vette át.

A könyv ajánlásában törekvését így foglalja össze: „A medicinát tanulni és tanítani” akarja, és „nem a könyvekből, hanem a boncolások tapasztalatai, nem a filozófusok nézetei, hanem a természet szerint”. Az első fejezetben minden sértő, támadó szándék nélkül kiigazítja Galénosz tévedéseit, amelyet tizenhét fejezet követ az általa végzett állatkísérletek leírásával. A teljes vérkeringés általa

felfedezett és bizonyított elméletét a 7–8. és a 9. fejezetben tárgyalja, ez a rész könyvének kvintesszenciája. Befejezésül elmélkedik a vérkeringés szükségességéről és felfedezésének lehetséges későbbi sorsáról. Érti, hogy az általa felvetett kérdések az orvostudományban teljesen új, még belátatlan területeket érintenek majd, amelyekre, mint írja, nem egy nagy monográfia, de egész élete is kevés lenne.

Ez a szerény terjedelmű mű, *Marie Jean Pierre Flourens* szerint a „fiziológia legszebb könyve”,¹ lényegében egy *anatomia animata*, melynek hatása Harvey sejtését igazolva minden eddigi újkori orvosi felfedezésnél fontosabbnak bizonyult, nemcsak az élettan, hanem az egész klinikai orvoslás számára. Harvey zsenialitását mi sem mutatja jobban, hogy még az artériák és vénák közti összeköttetéseket is megsejtette. Bizonyításának egyébként ez volt az egyetlen hiányzó láncszeme, amelyet azután a *mikroszkópos anatomia* megteremtője, *Marcello Malpighi* talált meg. A kapillárisok felfedezését (Malpighi, 1661, 1665) Harvey azonban már nem érte meg.

Paracelsus és az orvoslás reformja a 16. században

Az anatómiai tanulmányok és a kémiai-fizikai alap kutatások (jatrokémia, jatrofizika) nemcsak új diagnosztikai módszerekkel, hanem új gyógymódokkal is gazdagították az orvosi gyakorlatot.

A klinikai orvostudomány, ezen belül a humorálpatólógia leggyökeresebb reformja *Paracelsus* nevéhez fűződik. Teljesítménye csak Vesalius anatómiájával és Harvey keringési koncepciójával mérhető össze. E három kutatónak köszönhetően összeomlott a galénoszi orvoslás ezeröttszáz évig érvényes épülete.

¹ A *De motu cordis* két modern fordítása Charles Richet (1879) és Robert Ritter von Töply (1910) munkája.

Philippus Aureolus Theophrastus Bombastus von Hohenheim, vagy ahogy 1529-től a humanista tradíció szellemében magát – Celsus mellé állítva – nevezte: *Paracelsus* (1493–1541) élete egyetlen, rejtélyekkel teli kalandregény.² Apja városi orvosként működött, fiát botanikai kirándulásokra vitte. Paracelsus az ércbányákban és a fémkohókban szerezte első mineralógiai és kémiai ismereteit. A bencéseknel elsajátította a latint, míg *Triheim*, a sponheimi kolostor apátja bevezette az okkult tudományok és az alkímia titkai. Mágikus és a misztikus homályosságot kedvelő hajlama innen ered.

Tizenhat évesen először Bécsben tanul medicinát, ahol Galénosz és Avicenna tanaiól kiábrándulva Itáliába megy. Doktori diplomáját feltehetően Ferrarában szerezte 1515 körül, majd Észak-Itáliában és Németalföldön lesz táborig sebész. Ezt tizenkét éves vándorút követi. Alig később már II. Keresztély svéd katonái között találjuk Stockholm ostrománál. 1524-ig bejárja szinte egész Európát, megjárja Litvániát, Lengyelországot, Magyarországot (1521–24), ahol megfordul Felső-Magyarországon és Erdélyben is,³ majd továbbutazik Szlovéniába és Horvátországba, felbukkan a Havasalföldön, de a rhodoszi Johanniták várát is ismeri. Majd Francia-, Spanyolország és Portugália következik, ahol elsajátítja a népi gyógy módokat. Ez a poriomániás zseni (*Magyary-Kossa*, 1929–1940) a

könyvekből szerzhető tudás helyett csak a tapasztalat és a természet után akart gyógyítani, s nem vetette meg a javasasszonyok gyógynövényeit, bábák, borbélyorvosok, felcserek, juhászok és cigányasszonyok gyógyító tudományát, de a fekete mágiát sem. Seborvosi és járványtani ismereteit a harctéren szerezte.

Egyetemi szereplésével – *Johann Amerbach*, *Johannes Oporinus* és *Rotterdam* *Erasmus* bázeli humanisták barátsága révén – nagy hírnévre tesz szert. A nyári szünetben egyetemi talár helyett munkaruháiban tartott német nyelvű előadásaira messzi német földről sietnek a medikusok. Ezek azonban nem egyetemi órák, hanem inkább hadüzenetek (*intimatio*) az akkori hivatalos egyetemi oktatás és főleg a pergamoni Galénosz, valamint Avicenna humorápatológiai rendszere ellen. Ezzel állítja szembe a maga tapasztalaton nyugvó, de intuitív, mágikus-alkimisztikus és neoplatonikus elemekkel átszótt, Arisztotelész racionalizmusával ellentétes orvosi szemléletét, amely a természetes gyógymód, a szignatúra-tan, a képzelet és a hit erejének ötvözeté. A bázeli magisztrátus, akit Paracelsus ápolatlan külseje és bárdolatlan, nyers beszédmodora ingerelt, abban bízott, hogy az Európa-szerzte híres és hírhedt vándortudós a pápistákkal szemben majd az egyetemi reformáció híveit erősíti, kénytelen volt csalatkozni: Paracelsus élete végéig a római egyház hű fia maradt.

Az aposztémákról és fekélyekről tartott előadásán a modern sebkezelés úttörőjeként követeli az orvoslás és a sebeszet egyenjogúságát. És ezen a kollégiumon mondja ki először: „Alle Dinge sind Gift und nichts ist ohne Gift, allein die Dosis macht, dass ein Ding Gift ist”. (Minden anyag mérge, és nincs egyetlen szer sem mérge nélkül, csak a dózistól függ valamely orvosság veszélyessége.) Ezt az azóta

² Paracelsus teljes, műveiben használt neve ennél barokkosan hosszabb: Philippus Theophrastus Bombastus Hohenheimiensis Soeverum ex Panegyris Nobilium Eremita, Philosophus paradoxus Mysteriartha, Artium magister, Medicinarum professor, Trismegistus Germanus

³ Pozsonyban, második magyarországi tartózkodása során 1537-ben a városbíró vendége. Szászrégenben még sokáig meséltek az ördöggel cimboráló csodadoktorról. Ezt a verziót azonban Csehfeldön is ismerték.

szállóigévé vált mondatát a későbbi toxikológiai és farmakodinamikai kutatások igazolták. Gyógyszertana az eddig használatos növényi és állati eredetű nyersanyagok mellett az ásványvilágból is merített. Alkímista volt, mert a kémia mint tudomány ekkor még nem létezett. Kóroktani elméletében öt entitást (*ens*) tart fontosnak: *ens astrale* (a kozmikus erők), *ens venenale* (az élelmiszerekkel felvett mérgek), *ens naturale* (az egyén természetes adottságai, alkata), *ens spirituale* (pszichés tényezők) és végül az *ens deale* (az isteni elrendelés), amelyek misztikus tartalmuktól megfosztva részben ma is helytállóak.

Betegségtéóriájának lényege azonban kémiai jellegű, amint a szervezet működését is a kémiai reakciók összességével magyarázta. Ezt az új, racionális, kémiai (akkori nevén: *spagirikus*) orvosi szemléletet majd a jatrokémikusok (*Franciscus de le Boë, Johann Baptista van Helmont*) fejlesztik tovább. Az orvosságok kiválasztásában azonban Paracelsus is irracionális nézeteket képviselt, amikor a múmia-por terápiás erejét vagy a specifikus gyógyhatásért felelős „arcanumot” kereste. Felfogása szerint létezik egy *kvintesszencia*, amelyet a gyógyszerek alapjául szolgáló természetes anyagokból kell kivonni. Ezt kereste a pincéjében berendezett alkímiai laboratóriumában is. Egyetemi előadásait szokása szerint egy antik orvosi könyv, például Avicenna műveinek elégetésével kezdte, amellyel a hagyományokkal való gyökeres szakítását jelezte. Csak egyetlen antik autoritást ismert el: Hippokratész megfigyelésen és személyes tapasztalaton alapuló medicináját. Talán, mert Paracelsus is az orvosi etikát tartotta a legfontosabbnak, úgy vélte, hogy az orvostudomány egyetlen forrása a megfigyelés, de a betegek (és az Isten) szeretete minden orvosi beavatkozás alapja (*Paragranum*).

Az orvos éthoszáat tartotta a legfontosabb gyogyverőnek. A medicina több, mint a természet titkainak összessége. Istenfélelem és az orvoslás szellemi ereje nélkül nincs gyógyulás. Ez a szemlélet a középkorba nyúlt vissza: az orvos feladata nem csak a betegség gyógyítása (*restitutio ad integrum*), hanem a beteg emberben munkálkodó eszkatologikus, transzcendentális erők mobilizálása (*restitutio ad integritatem*).

Betegségelméletének másik eleme a *szignatúrátan* volt, vagyis a hasonlót a hasonlóval (*similia similibus curantur*) gyógyítás középkori, képekbe foglalt változata. Három példa: az alpesi ciklámen alkalmas fülbetegségek gyógyítására, mert levele a külső fül alakjára hasonlít; a zsurlófélék a légúti betegségek kezelésére, mert törzsük külső formája a tracheára emlékeztet; a vérehulló fecskéfű sárga nedve epebetegségek ellen hatásos.

Hogy az élet-, illetve az anyagcsere-folyamatok kémiai hátterét ösztönösen helyesen értelmezte, azt mutatja egyik hasonlata, amelyben az emésztést „belső alkímiának” nevezi. Felismerte, hogy a köszvényt és a kőképződést a testben lerakódott, „lokálisan megtapadó” idegen anyagok okozzák; ezek kiválasztását a borkőhöz (*acidum tartaricum*) hasonlította; innen a „tartarikus” betegségek leírása. (A jelentés azonban kétértelmű, mert Tartarus az alvilágot is jelenti, amellyel talán Paracelsus e két betegséggel járó szörnyű fájdalmakat is érzékeltetni akarta.)

Az első bábakönyvek és a tudományos szülészet megalapozása

Szonárosz (2. sz.) késő antik szülészeti könyve *Mustio* (6. sz.) átdolgozásában az egész középkor bábakatekizmusa maradt. Az újkor hajnalán megjelennek az első nyomtatott bábakönyvek, megnyílnak az első szülőotthonok

(Maternité a párizsi Hôtel Dieu-ben), és már működnek az első vizsgázott szülésznők, 1452-ben Regensburgban pedig közzétették az első bábarendelet. Nehéz vagy komplikált szülésnél nemegyszer a szülészetre különösen specializált seborvosok is segédkeznek. A 17. században végül a szülészet levált a sebészetről, és annak egyenjogú társa lett. A magzat és a placenta anatómiáját már Fabricius ab Aquapendente is pontosan ábrázolta (*De formatu foetu*, 1604; *De formatione ovi et pulli*, 1621).

Ez az emancipációs folyamat *Ortolf von Bayerland Arzneibuch*-jával (Nürnberg, 1477) kezdődik, amely részletesen foglalkozik a gyermekágyas nők ápolásával és diétájával. Ezt követően számos bábakönyvecske közül egy frankfurti városi orvos, *Eucharius Röslin* (vagy *Rhodion*) (1470?–1526) műve, a *Der Schwangeren, Frauen und Hebammen Rosengarten* (Hagenau, 1513)⁴ lett a legnépszerűbb. Ez volt az újkori medicina első ilyen kézikönyve, mely angol kiadása (*Thomas Raynalde: The Byrth of Mankynde*, 1545) után a zürichi sebész, *Jakob Rueff* (1500–1558) átdolgozásában 1554-ben németül (*Ein schön lustig Trostbüchle von den Empfängknussen und Geburten der Menschen*) és latinul (*De conceptu et generatione hominis*) is megjelent. Röslin könyve sok újat nem hozott, így a magzatekötés rendellenességeit is Mustio bábakatekizmusától kölcsönözte. Egyszerű, közérthető stílusa miatt azonban a 17. századig a sebészek és a szülésznők kézikönyve maradt, és szinte minden európai nyelvre lefordították.⁵ Rueff ezen

túllépve már ajánlja a lábfekvéses szülésvezetést és a kilépő magzati fej manuális védelmét. (A gátvédelmet és a gátrepedés elvarrását már a salernói iskola is ismerte.) A születeket ebben az időben a palermói szülészeken ülve vezették, amelynél gondosan ügyeltek a szülő nő altestének teljes eltakarására. Ez a szövődmények korai felismerését természetesen megnehezítette. A születek levezetése azonban még sokáig képzetlen bábák feladata maradt.

A kóros születek levezetésénél úttörő jelentőségű volt *Ambroise Paré* (1510–1590) újítása, aki a teljes fejképvéstől eltekintve a magzatot mindig lábra fordította. A fejrefordítás kétezer éves gyakorlatát elveti, s ehelyett a lábfordítást ajánlja mint a szülés gyors befejezésének (*accouchement forcé*) egyetlen hatásos módszerét az általa először közölt placenta praevia eseteiben.

Elhúzódó, a magzat és az anya életét veszélyeztető születeknél néha a császármetszéssel (*sectio caesarea*) is megpróbálkoztak, így a hagyomány szerint először egy svájci hentes, *Jacob Nuffer*, aki 1500 körül feleségénél ezt az életmentő beavatkozást állítólag sikerrel elvégezte. Az újkor elején csak három másik biztos esetről van tudomásunk: *Christoph Bain* 1540-ben, *Jeremias Trautmann* 1610-ben, s utána *Marcello Donato* végeztek élőkön sikerrel császármetszést. A kétségbeesett próbálkozások azonban rendszerint halálosan végződtek, így *Jacques Guillemeau*, Paré tanítványa három esetében. Ezért érthető, hogy Paré, aki ezeket szemtanúként megélte, a *sectio caesarea*t az ókori Numa Pompilius törvényének szellemében továbbra is csak halott anyáknál javasolta.

A francia szülészeti iskola megalapítása és a modern szülészeti megteremtése *François Mauriceau* (1637–1709) nevéhez fűződik, aki a párizsi Hôtel Dieu Maternité osztályán szerzett

⁴ Internetes elérhetősége: http://gdz.sub.uni-goettingen.de/no_cache/dms/load/img/?IDDOC=319383

⁵ Heinrich Johann Nepomuk von Crantz (Krantz Henrik Nepomuk János) munkáját Weszprémi István dolgozta át magyar nyelvre (*Bába mesterségre tanító könyv*) 1766-ban, kiegészítve azt L. Heister és H. van Deventer ábráival. Így ez az első magyar bábakönyv szinte eredeti alkotásnak tűnik.

évtizedes tapasztalatait a 17. század végén két alapvető munkában foglalta össze: *Traité des Maladies des Femmes Grosses, et de celles qui sont Accouchées* (1668) és az *Observations sur la grossesse et l'accouchement des Femmes* (1695). Mauriceau praxisa Paré útmutatásain alapult. Nevéhez fűződik a méhen kívüli terhesség és a gyermekágyi láz leírása.

Az Hôtel Dieu szülőotthonában ugyanabban az időben működött *Marguerite du Tertre de la Marche* főbába is, aki a Maternitében a szülésznők oktatását bevezette. Mauriceau tanítványai közül meg kell említenünk a montpellier-i *Paul Portal* (1630–1703) és *Guillaume Mauquest de la Motte* (1655–1737) munkásságát, akik a gyors szüléslevezetés helyett újra – mint Szoránosz – a természetes szülés és a normális fájástevékenység támogatását hangsúlyozták, és minden mesterséges vagy művi beavatkozástól tartózkodtak; azokat mint a fordítást, illetve a magzati fej perforációját csak rendellenes szülésnél alkalmazták a gyermek vagy az anya életének megmentésére.

A szűk medencét mint téraránytalanságot ugyan már *Scipione Mercurio* 1595-ben felfedezte, de annak topográfiáját, a medence tengelye és a magzatfej beilleszkedése, illetve forgása közötti összefüggést, egy volt holland aranyműves, *Hendrik van Deventer* (1651–1724) írta le először 1701-ben. Deventer kutatásai – a kóros magzati fekvések újabb szemléletével – különösen a szülészeti diagnosztikát gyarapították. A párizsi szülészeti iskola nyomdokain haladva Deventer a manuális műfogásokat még az eszközös beavatkozásnál is többre tartotta. E konzervatív szemlélettel szakítanak majd a 18. században, amikor a fogók használata általánosan elterjed.

A szülészeti fogók alkalmazása sokáig a londoni hugenotta *William Chamberlen* csa-

ládjának (*Peter és Hugh Chamberlen*) féltve őrzött titka volt, mindaddig, amíg a flandriai „Meester Chirurgijn-Barbier”, *Jan (Johannes) Palfyn* (1650–1730) ezeket újra fel nem találta. Palfyn pályája Vesaliushoz hasonlóan indult, lopott hullákon végzett temetői boncolásokkal. Menekülése után Párizsban tanult, majd 1704-től a genti egyetem anatómia- és sebésztanára. Szülészeti extraktorát 1721-ben mutatta be az Académie de chirurgie hallgatóságának, majd annak elterjesztéséről is gondoskodott.

Orvosi botanika az újkori Európában

A Távol-Keletről és Amerikából importált, Európában addig nem ismert fűszer-, konyha- és gyógynövények,⁶ az ásványi eredetű farmakonok elterjedése és az ókori *Materia Medica* klasszikusainak új, humanista, a középkori barbár latinságtól megtisztított görög kiadásai 1450 után elengedhetetlenné tették a botanika reformját, különösen, mert nem volt még egységes terminológia, és ezáltal bizonytalan volt a gyógynövények meghatározása.

1450 körül *Theodore Gaza* kiment a Bizáncból Theophraszosz kézíratait (*Historia plantarum, De causis plantarum*), megjelenik Galénosz farmakológiája (*De simplicium medicamentorum temperamentis ac facultatibus, azaz Az egyszerű gyógyszerek hatása és keverési arányai*), Dioszkoridész új, javított botanikája (*De materia medica*) – melyet a középkor csak hiányos és rossz fordításban ismert –, pontos görög fordításban (1499). Dioszkoridész ezen új velencei kiadása nyilvánvalóvá

⁶ Ilyen növények és növényi drogok voltak pl. a kakaócserje, burgonya, balzsam, mirha, rebarbara, a kínafa kérge és a theriak számos ingrediense, vagy a Jalapgyanta, sarsaparilla, aloe, kámfor, szantálfa, gyömbér, bételdió, ginzeng, fahéj, a gumifa, az izlandi moha, az ipekakuána, a dohány, a guajakfa és a curare.

tette a középkori szerzetesi herbáriumok használhatatlanságát. A tudományos orvosi növénytan iránti igény kielégítésére ezért a 16. században egész sor új, nyomtatott, pompásan illusztrált botanikai mű születik, melyeket kiváló, a reneszánsz anatómia pontosságára törekvő rajzok és bőséges kommentárok díszítenek.⁷

Egy humanista szellemben született növénytani mű, *Giovanni Manardo* (1462–1536) az ifjabb Johannes Mesue (Juhanna ibn Maszavaih) *Simpliciá*-ján alapuló olasz flóra-atlasza volt a kezdet. Őt követte a „botanika atyjainak” nevezett három nagy növénytanász, *Otto Brunfels* (1488–1534) Bernben, *Hieronymus Bock* (Tragus) (1498–1554) Zweibrückenben és a nagy galenista tudós, *Leonhard Fuchs* (1501–1566) Ingolstadtban, majd Tübingenben, akik módszeresen és nagy gondossággal feltárták Németország és Hollandia egész flóráját. Elsőként Brunfels botanikai atlasza (*Herbarium vivae eicones*, 1530; *Contrafayt kreüterbuch*, 1530) szakított a középkori stilizált növényábrázolásokkal. Könyvéhez Albrecht Dürer tanítványa, *Hans Weidnitz* készítette a rajzokat, s ezzel megszületett az első újkori növénykönyv, melynek szépségét és megbízhatóságát csak Bock munkája (*New Kreüterbuch von Unterscheyd, Wirkung und Namen der Kreuter; so in deutschen Landen wachsen*) és Fuchs fennmaradt fametszetei (*De historia stirpium commentarii*, 1542) érték el. A botanika rohamos fejlődését mutatja, hogy míg Brunfels csak 258 növényt ismert, addig *Gaspard Bauhin* (1560–1624) 93 évvel később már mintegy hatezer fajtát határoz meg, és ír le pontosan! Ez a hatalmas enciklopédikus munka (*Pinax Theatri Botanici*,

azaz a *Botanikai teátrum képei*, 1623) azonban nem egy szerző, hanem három generáció sívós munkájának és az első botanikai kertek létesítésének eredménye. A Vesaliusnál már említett botanikus *Carolus Clusius* (*Charles de l'Écluse*) (1526–1609) nevéhez fűződik a paradicsom termesztésének bevezetése (1588); növénytani munkájához csatolt tárgymutatója („nomenclator”) pedig az első botanikai szótárunk, amely a latin és német mellett a népies magyar növényneveket is tartalmazza.

A botanikai művek közül kiemelkedik a sienai *Pietro Andrea Matthioli* (1500–1577) 1544-ben és 1571-ben megjelent, „a Veronától a növényektől sűrűn telenőtt Baldushegyhez vezető útról gyűjtött” ezer gyógynövényt ismertető, Dioszkoridészt követő kompendiuma (*Compendium de plantis omnibus*, kb. 1500 oldal), amely évszázadokon át használatban maradt, szinte minden európai nyelven (Magyarországon 1992-ben hasonló kiadásban is) megjelent, és máig a természetgyógyászok bibliája maradt. Matthiolinak később – Linnéhez hasonlóan – sok-sok országot beutazva levelezőpartnerei segítségével sikerült szinte a teljes európai flóra leírását összegyűjtenie.

A zürichi *Conrad Gessnernek* (1516–1565), az újkor egyik legnagyobb természettudósának és a „bibliográfia atyjának” botanikai munkássága ezzel szemben szerencsétlen, nélkülözésekkel teli életéhez hasonlóan alakult: botanikai atlasza (*Historia plantarum*, 1751–71) először kétszáz évvel halála után jelent meg. Az orvosi praxis nagy kárára, mert Gessner növényleírásai és a gyógyításban való hasznukról írt részletes útmutatásai utólag minden addigi münél pontosabbnak bizonyultak.

Valerius Cordus (1515–1544) a 16. század talán legnagyobb farmakológusa lehetett volna, ha nem hal meg huszonkilenc évesen

⁷ Az első nyomtatott botanikai munka, a *Gart der Gesundheit* 1484-ben jelent meg Mainzban.

maláriában. Cordus wittenbergi stúdiiumai után – Matthiolihoz hasonlóan – beutazta a Harz-hegységet, Thüringiát és Itáliát, és Nürnbergben már tizenkilenc évesen összeállított egy dispensatoriumot. 1535-ben a nürnbergi tanács támogatásával megjelenik ez a *Dispensatorium, sive pharmacorum conficiendorum ratio*, *Jacobus Manlius de Bosco* antidotáriuma (*Luminare maius*, 1490) után a második újkori gyógyszerkönyv (pharmacopoea), melyet a 17. századig több német, francia és holland nyelvű kiadás követ. Cordus a római Santa Maria Anima templomában temették el; sírfelirata életének summája: „Valerius Cordusnak [...], Emericius fiának, a kiváló erkölcsű és értelmű barátnak. Már fiatalon kivívta a tudósok csodálatát, mert az időseknél is jobban ismerte a természet titkait és a növények hatását.”

Irodalmi hagyatékát a bibliofil Conrad Gessner gyűjtötte össze; ezeket 1561-ben adták ki, abban az évben, amikor Cordus egy másik jelentős munkája (*De destillatione oleorum*) is megjelent posztumusz kiadásban. Ebben közli a kénéter – akkori nevén az *oleum vitrioli dulci liquidum* – előállításának receptjét, amelyet Paracelsus is ismert, annak narkotikus hatását állatokon felfedezte, és azt az ópiumhoz hasonlóan fájdalomcsillapító hatásának tartotta („*Vitriolöl ist ein Opiatum*”). Érdekes, hogy ezt Cordus még nem tudta, holott az illékony étert köhögéses rohamok csillapítására ajánlotta, és az opiátokról egy hosszabb, ugyancsak posztumusz megjelent értekezése is fennmaradt. A jénai *Georg Wolfgang Wedel* (1645–1721) nagy *Opiologia*-jáig (1674) az analgetikumokról nem akadt ennél különb

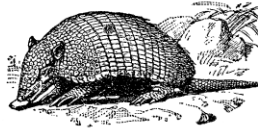
munka. Cordus írásaiban még megtalálhatók a középkori misztika elemei; ezektől Harvey sem volt mentes. *Johann Baptist van Helmont* (1577–1644) azonban kiemeli műveinek frázismentes, precíz, világos és modern stílusát. Gessnerrel közös a sorsa: a kutatás megszállottjaként magát elégetve, rövidre szabott életéből a családi boldogság, a siker és a tanítványok elismerése hiányozni látszik. Mint *Chauncey D. Leake* írja: „*There is no record in his life of love or emotion. It is nevertheless to be believed that he worked under the spell of romance, the romance of science itself, and that is saved him from the fate of Faust*.” („Életéből hiányzik a szerelem és a szenvedély motívuma. Mégis hihetjük, hogy az idill bűvöletében dolgozott, a tudomány igézetében, és ez volt az, ami megóvta Faust végététől.”)

E cikk csupán néhány kiragadott részt tartalmaz szerző *Az orvostudomány kultúrtörténete* című kéziratából. A teljes mű egy része tankönyvként *Orvostörténelem* címmel 2008-ban nyomtatásban már megjelent a Debreceni Egyetem Orvos- és Egészségtudományi Centrumának kiadásában (ISBN 978 963 9070 745), de a teljes kézirat digitális változata, egy CD-ROM is elkészül ebben az évben. Amint ez az aktualizált és bővített, mintegy 1000 oldal terjedelmű kiadvány egy bevezető tanulmánnyal elérhető lesz, az erre vonatkozó információt e cikk elektronikus változatában a *Magyar Tudomány* honlapján közzé tesszük (a szerkesztőség).

Kulcsszavak: *anatómia, humanisták, orvoslás, orvostörténet, orvosi botanika, szülészet*

IRODALOM (válogatás)

- Bugyi Balázs (1972): Paracelsus in Ungarn. In: *Gestalten und Ideen um Paracelsus*. Salzburger Beiträge zur Paracelsusforschung. Folge II. Wien, 57–64.
- Keele, Kenneth D. – Pedretti, Carlo (1978–1980): *Leonardo da Vinci. Corpus of the Anatomical Studies in the Collection of her Majesty the Queen at Windsor Castle*. 3 vols. London–New York,
- Harvey William (G. Harvey Angli) 1847: *Exercitatio Anatomica de Motu Cordis et Sanguinis in Animalibus*. Francoforti, G. Fitzeri. Tr. by Robert Willis: The Works of William Harvey. Sydenham Society, London
- Huizinga, Johan (1976): *A középkor alkonya*. Ford. Szerb Antal. Helikon, Budapest
- Leonardo da Vinci (1898–1901): *I manoscritti de Leonardo da Vinci della Reale Biblioteca di Windsor*. Pubblicata da T. Sabachnikoff. 2 vols, Parigi, E. Rouveyre,
- Magyary-Kossa Gyula (1929–1940): *Magyar Orvosi Emlékek*. I–IV. kötet. Eggenberger, Budapest
- Malpighi, Marcello (1661, 1665): *De pulmonibus observationes anatomicae*. Bologna
- Paracelsus (1922–1933): *Sämtliche Werke*. Herausgegeben von K. Sudhoff és W. Mathiessen. 14 vols. O. W. Barth – R. Oldenburg, München–Berlin
- Vesalius, Andreas Bruxellensis (1967): *De humani corporis fabrica. Az emberi test felépítéséről*. A kötetet összeállította, szerkesztette, a bevezető tanulmányt és az ábrák anatómiai leírását írta Szentágothai János. Művészettörténeti jegyzetek Timár László. A tipográfus jegyzete Szántó Tibor. Magyar Helikon, Bp.



A RENESZÁNSZ FIZIKÁJA – BETEKINTÉS ÉS KITEKINTÉS

Kovács László

dr. habil., főiskolai tanár, NYME Fizika Tanszék
klaci@ttmk.nyme.hu

Bevezetés

A fizikatörténeti dolgozatoknál azt kérem tanítványaimtól, hogy legyen munkájukban mindig valami eredeti: saját vélemény vagy összehasonlítás. Elvárom, hogy legyen az írásokban levéltárban talált adat, olyan leírás, amely eddig még nem jelent meg nyomtatásban vagy az interneten; olyan tény, amely régi folyóiratokban, évkönyvekben eldugottan szerepel. Most szégyenkezniem kell, mert a reneszánsz fizikájával kapcsolatban én magam nem tudok saját munkát felmutatni. Láttam ugyan a Loire menti Amboise-ban a *Leonardo da Vinci* sírját őrző St. Hubertuskápolnát, de nem jártam szülőfalujában, a Vinci melletti Anchianóban. Láttam Oxfordban a Sheldonian melletti múzeumban *Galileo Galilei* távcsövét, láttam síremlékét Firenzében a Santa Crocében, de nem volt türelmem végigolvasni a *Discorsi*-t. Nem fényképeztem le *Simon Stevin* szobrát a róla elnevezett téren, szülővárosában, a hollandiai Bruges-ben, de még csak fényképet sem láttam az *Eugen Simonis* alkotta szoborról. Nem ellenőriztem személyes megtekintéssel, hogy legenda-e vagy valóság: Stevin sírkövére a lejtőre helyezett gyöngysort – meglátásának szeniális ábrázolását – vésték. Nem volt a

kezemben *Giambattista della Porta* 1558-tól kiadott húsz könyvéből, a *Magiae Naturalis*-ből a 8. könyv, amely a fizikai kísérletekről szól, és az angol fordítást, a *Natural Magick*-et is csak az interneten tudtam megnézni.

Így csupán annak felsorolása következik, hogy mit találtam kedvenc forrásaimban. Összességében azt állapítottam meg, hogy a reneszánsz idején nem végeztek korszakalkotó kísérleteket, nem volt átfogó elmélet, de megjelentek ezek csírái. A fizika vándorútján nagyon messze van még *Eötös Loránd* és *Albert Einstein*, *Michael Faraday* és *James Maxwell*, de közel vagyunk már Galileihez és *Isaac Newton*hoz.

A harmónia születése

Fizikatörténeti forrásaimban a kezdet és a vég *A fizika kultúrtörténete*. Ebben a páratlan műben *Simonyi Károly* „modern tudománytörténeti munkák” alapján felsorolja, hogy a szerzők miért ítélik el a 16. század tudományát. Túlzottan építettek az antik tudományra, ez lekötötte a legkiválóbb elmék szellemi energiáit. Előterbe helyezték a filológusokat, megvetették a közvetlen múlt eredményeit. A százéves angol–francia háború akadályozta a késő középkor két tudományos központjában, Oxfordban és Párizsban a szellemi élet

fejlődését. A reneszánsz pozitív vonásai Simonyi olvasatában a következők. Megbízható, hű fordítások alapján hozzáférhetővé vált az „antik tudáskincs”. Túl tudtak lépni az ókori hagyományokon, megtették az első lépéseket a teljes szellemi függetlenség felé. A reformáció megmutatta, hogy még a hit kérdéseiről is lehet vitatkozni. Végül nagyon fontos, hogy a kibontakozó, csodálatos reneszánsz művészet természettudományos ismereteket követelt: optikát, botanikát, anatómiát, statikát.

Máig ható élményem az 1966-os, első olaszországi utam. Firenzében az Uffizi Képtárban az idegenvezető felhívta a figyelmünket a természeti háttérre és az emberábrázolásoknál a helyes arányok megjelenésére. Ekkor szerettem bele *Michelangelo* szobraiba. Ő a márvány holt anyagában ábrázolt alakot élővé tudta tenni. A firenzei Akadémia kiállítótermében a *Dávidhoz vezető út* jobb oldalán a *haldokló rabszolga* karja már élettelenül csüng, mégis az ember önkéntelenül oda akar nyúlni, hogy segítsen. A fiatalkori *Pietán* Mária ölében a holt Krisztus megtört vonalban fekszik, mintha nem akarna teljes súlyával édesanyjára nehezedni. Az épületet, ahova ezt a szobrot tették, szintén Michelangelo tervezte. Igaz, ő még a legtökéletesebb mértani testnek, gömbnek (félgömbhéjnek) akarta kívülről is látni a Szent Péter bazilika kupoláját, olyannak, amilyennek a példaképül vett firenzei *Filippo Brunelleschi* tervezte dóm kupolája belülről látszik. Utódai a kor ízlésének megfelelően nyújtották meg azt.

Furcsának tűnhet, hogy „fizika” címszó alatt ilyen dolgokról írok, ám a reneszánsz lényegéhez tartozik, hogy tökéletes volt a harmónia az ember, a természet és az ember alkotásai közt. Azért tudott Leonardo, Michelangelo, Stevin, *Garay*, Porta az embereket jól szolgáló, szép eszközöket, épületeket ter-

vezni, mert voltak művészi adottságaik és egységben látták a teljes emberi kultúrát, ismerték, tisztelték magát az Embert. Napjaink kiemelkedő egyéniségei közül éppen Simonyi Károly juthat eszünkbe. Ő harmóniát teremtett a reál és a humán tudományok közt: a fizika kultúrtörténetét írta meg. Ő azért tudott – szemben nagyon sok kollégájával – kiváló egyetemi tankönyveket írni, mert ismerte a hallgatók lelkivilágát, tudásszintjét. Ellenpéldaként a számítógépes programok szerzőinek nagy részét említhetnénk. Nem hogy az emberi lelket nem ismerik, de még pedagógiai érzékük sincs, és hiányoznak alapvető didaktikai ismereteik.

Nagyon jó lenne, ha a reneszánsz éve kapcsán nemcsak emlékeznénk, hanem tanulnánk is az akkori emberektől. Ismét Michelangelóról írok. Ő maga tervezte a Sixtusi Kápolna mennyezetfreskói elkészítéséhez az állványzatot. Gondos volt a kivitelezés is, így minden rendben folyt. Ezzel szemben nemrég meghalt egy magyar művész-restaurátor nő azért, mert a templomban összeomlott alatta az állványzat.

Amikor megcsodáltam a pompás görög szobrokat a Vatikáni Múzeumban (azután Berlinben, Párizsban, Londonban majd a maradékot Athénban) és a falfestményeket Pompeiben: elgondolkodtam azon, hogy hogyan lehetett az emberi testnek ezt az erőteljes, kifejező ábrázolását elfelejteni. Én a vallást okolom ezért. Az emberek figyelmét a földöntúlira, az ég felé kellett terelni, hogy békésen dolgozzanak, ne figyeljenek a földi társadalmi viszonyokra, ne lázongjanak. *John D. Bernal*, a neves ír kristályfizikus, Cambridge-i majd londoni professzor fizikatörténeti művében (1977) kiemeli, hogy a középkor „előkészítette a tudományos forradalmat”. Azt fejtegeti, hogy „sötét középkorról beszél-

ni földrajzilag meghatározott, nagyon *egyoldalú* nézet. [...] a civilizációnak mint egységes egésznek a történetében *nem következett be* törés, csupán a világnak abban a részében tapasztalható ez, amelyet jól ismerünk. Ezért számunkra sokkal nagyobbnak tűnik ez a törés, mint amekkora valójában volt.”

Forrásaim útmutatása

Simonyi Károly a reneszánsz eredmények közül a következőket emeli ki. *Domenico de Soto* a szabadesést egyenletesen változó mozgásnak tekintette. *Niccolò Fontana Tartaglia* a lövedék pályáját három szakaszra bontotta. *Giovanni Battista Benedetti* a szabadesésre vonatkozó gondolat kísérletet, Stevin és társa tényleges ejtési kísérletet végzett. *Isaac Beeckman* elméleti úton levezette, hogy a szabadon eső test sebessége arányos az idővel. *Juan Bautista Villalpando* a Földre állított test feldőlésével foglalkozott. *Gerhard Kremer (Mercator)* jó térképeket készített. *Albrecht Dürer*



1. kép • Simon Stevin

megalapozta az ábrázoló geometria szemléletét. Az önálló alfejezetben szerepeltetett Leonardo összekapcsolta az egyenletesen változó mozgást és a szabadesést, vizsgálta a lejtőn való mozgást.

Fizikatörténeti bibliám *Edmund Hoppe Geschichte der Physik* című műve (1926). Természetesen Hoppe is ír Benedettiről, Stevinről, Leonardóról. Újdonság nála, hogy a hőtani fejezetben szerepeltet külön reneszánsz kori részt, és itt ismét Leonardoról majd Portáról és Garayról ír.

Megkaptam a vezérfonalat, és a fent említett tudósok életútja valamint alkotásai után kutattam. Nagy segítségemre volt még *René Dugas A History of Mechanics* című műve (1988) és az internet.

Simon Stevin

A reneszánsz ember sokoldalúságának kiváló példája. Szükszavúan matematikusnak és mérnöknek nevezik, de – továbbra is mai fogalmakat használva – fizikus, csillagász, geográfus, nyelvújító, zeneteoretikus, tanár és közgazdász is volt (1. kép). Születésének évét (1548/49) és halálának helyét (Hága vagy Leiden, 1620) nem ismerjük pontosan. *Maurice van Nassau* herceg tanácsadója volt. Ő csinált belőle köztisztviselőt: többek közt szállásmentert a spanyolok ellen folytatott függetlenségi háborúban.

Matematikai képességeit számos területen alkalmazta. Kezdjük a zenével! Galilei apjának, Vincenzo Galileinek a hatására 1585-ben – a kínai Csü Cai-juvel¹ egy időben, de tőle függetlenül – megalkotta a billentyűs hangszerek egyenlő közű hangolásának elméletét. Igazán csak az énekesek tudnak egy dallamot a harmonikus „hangolásnak” megfelelően

¹ A különböző latin betűs átírások szerint: Chu Tsai-Yu, illetve Zhu Zaiyu

megszólaltatni, azaz úgy énekelni, hogy a hangközök hangjaihoz tartozó frekvenciák hányadosa egész szám legyen, például kisszekund esetén $25/24 = 1,0417$. A vonós hangszerek hangolása a kvintekre épül. A billentyűsök játszanak összhangzattani hangzás szempontjából a legrosszabbul, mert náluk a kromatikus skálában (ahol az összes félhangot játszunk le egymás után) bármely két egymásra következő hanghoz tartozó frekvenciák hányadosa azonos: tizenkettedik gyök 2, azaz közelítőleg 1,0594630944. Ezt találta ki Csu Cai-jiü és Stevin. (Házi feladat nem zenészeknek: miért éppen tizenkettedik gyök?). Az egyenlő közül hangolás (zenei szakszóval: egyenletes temperálású hangolás) előnye az, hogy egy dallam bármely hangnemben azonosan jól (illetve a „vájtfülűek” számára azonosan rosszul) hangzik. Tudtam én gimnazista koromban, hogy az egyenlő közül hangolást *Johann Sebastian Bach* (1685–1750) is népszerűsítette, de hogy ezt a temperálást egy fizikus találta ki, azt most olvastam a neten. Támadt is egy ötletem: ha én énekes lennék, akkor az engem kísérő zongorát D-dúrban harmonikusan hangoltatnám, s minden dúr dallamot csak ebben a hangnemben énekelnék.

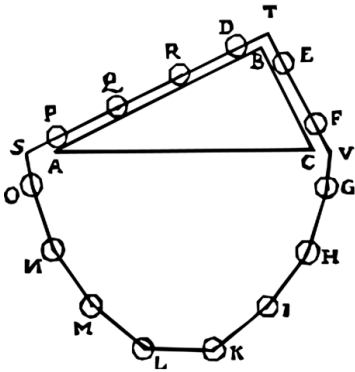
Stevin fogalmazta meg azt a hidrosztatikai tény, hogy az edény aljára a benne levő folyadék által kifejtett nyomóerő csak az edény aljának területétől és a felette levő folyadékoszlop magasságától függ, az edény alakjától független. Ezt hidrosztatikai paradoxonnak mondják, megzavarva ezzel a tizenévesek fejét: miért paradoxon, ha ilyen szép a törvény! (Ha picit belegondolunk, láthatjuk, hogy a háttérben meghúzódik az erők felbontása és összetevése, amit majd a lejtőre helyezett teknél is használ.) *Blaise Pascal* (1623–1662) kieszelt egy pompás kísérletet a hidrosztatikai paradoxon szemléltetésére. „100 fontnyi te-

herre van szükség ahhoz, hogy egy uncia víznek az edény aljára gyakorolt nyomását kiegyensúlyozzák, a kísérlet során a víz megfagy, és ezután elegendő egy uncia teher. Pascal sajátos pedagógiai érzékkel rendelkezett.” (*Gingyikin*, 2003). Simonyi Károly fizikatörténeti könyvéből tudtam meg, hogy *Kosztolányi Dezső* Pascalnak tulajdonítja a világirodalom legszebb mondatát: „A végtelen tér örök csöndje megrémít.” Ezután elolvastam a *Gondolatok*-at, s még néhány más szépirodalmi Pascal-művet.

Visszatérve Stevinre és a folyadékokra: Stevin tervezett vízimalmot is. Az árapály-jelenséget a Hold vonzásával magyarázta. „Földi yachtjával” vízparton is tudott vitorlázni. 1600 körül huszonhárom társával Scheveningen és Petten között a tengerparti fövényen csupán a szélről hajtva gyorsabban haladtak, mintha lovakkal húzatták volna magukat.

Stevin 1586-ban megjelent *De Beghinselen der Weeghconst* című könyvében leírta, hogy társával 30 láb magasságból egyszerre ejtettek le két golyót. (Nekünk nehéz ugyan megértenünk a flamand szöveget, de dicséretes, hogy anyanyelvén s nem latinul publikált!) A golyók egy időben koppantak a földre helyezett deszkán. Csupán egy koppánás hallatszott akkor is, amikor a két tömör ólomgolyó egyike tízszer akkora térfogatú volt, mint a másik, és akkor is, amikor két azonos térfogatú golyót ejtettek, de olyanokat, amelyeknek súlya egy a tízhez arányban állt egymással.

Lehet, hogy nem tudjuk megnézni a gyöngysorábrázolást Stevin sírján, de a most említett, 1586-os könyvének címlapjára biztos, hogy ezt a rajzot tette (*2. kép*). Megmutatott ezzel sok dolgot. Megmutatta, hogy kiváló tanár. (Nem tudom, hogy milyen szakon fejezte be 1683-ban a Leideni Egyetemet, de úgy tudom, hogy később nem tanított). Nincs



2. kép • Stevin könyvének címlapja

erővektor, vektorfelbontás (ezt ő vezette be az erők összetevésének megfordításaként), nem ír fel arányokat, trigonometrikus összefüggést, mégis – vagy talán épp ezért – azonnal látjuk, hogy a gyöngyszemek súlyának lejtővel párhuzamos összetevője arányos a lejtő hosszával. Ugyanehhez az ábrához fűzött magyarázatával, a virtuális munka elvének felhasználásával bizonyítja, hogy nem létezhet örökmozgó.

Stevin javaslatára szerveztek mérnöki kart a Leideni Egyetemen. Itt az első professzor az



3. kép • Niccolò Fontana Tartaglia

a *Ludolph van Ceulen* (1540–1610) volt, aki 35 tizedesjegyre kiszámította a π értékét. (Ézert is hivatkoznak a kör területének és átmérőjének hányadosára Ludolph-féle számként.) Ezt a 35 jegyet meg is nézhetjük 2000. július 5. óta a Pieterskerkben (a Péter-templomban), ugyanis rekonstruálták a matematikus 19. század elején eltűnt sírkövét.

Stevin emlékét sokoldalúan ápolják a Leideni Műegyetemen. A róla elnevezett egyesület működőképesen megépítette, s fentalálójáról nevezte el a földi yachtot.

Niccolò Fontana Tartaglia

Ő, a „dadogós” (tartaglia) alapvetően matematikus;² ilyen szemlélettel foglalkozott ballisztikával, így került be a fizikusok látókörébe. Hadmérnöknek és földmérőnek is tekintik; szerkesztett lőtáblákat, foglalkozott a lejtőn álló testek egyensúlyával, a szabadesséssel. Tervezett erődítményeket és könnyebb használhatóságot biztosító tokot az iránytű számára. Az ő születési éve sem ismert pontosan: Bresciában született 1499-ben vagy 1500-ban. Halálának helyét és idejét ismerjük: Velence, 1557. december 13. (3. kép)

Quesiti et Inventioni diverse (Különböző feladványok és megoldások) (Velence, 1546) c. művének ajánlásában szépen fogalmazza meg a reneszánsz már taglalt lényegét:

*Kéket új dolgok égő vágya izgat
Mikről nem tudtak Plátón sem Plotinosz
Sem semmi régi görögök s latinok
S csak Munka, Mérés, Ész hozott világra.*

(Vekardi, 2000)

Alapvetően autodidakta volt: picit tanult otthon és Páduában. Később viszont matematikát tanított Veronában és Velencében.

² Matematikai munkásságába cikkgyűjteményünkben Szabó Péter Gábor dolgozata nyújt betekintést – a szerkesztő megjegyzése.

Értetlenül állok az előtt a tény előtt, hogy aki olyan kiváló matematikus, hogy általános eljárást talált a harmad- és a negyedfokú egyenlet megoldására, hogyan tudott a hajítá-sokkal kapcsolatban megmaradni Arisztote-lész és francia követőinek befolyása alatt, az impetuselméletnél. Hogyan állíthatta az 1537-ben megjelent *Nova Scientia* című könyvében azt, hogy a kilótt ágyúgolyó először egyenes vonalban, majd körpályán, végül függőle-gesen lefelé halad? Picit meglepett, hogy Simo-nyi Károly is ebből a könyvből vette a három szakaszra osztott ferde hajtás illusztrációját. Ugyanis az említett, 1546-os Tartaglia-könyv-ben már az áll, hogy a pálya egyetlen része sem egyenes. (Sajnos ezen állítást nem tudtam megnézni a *Pierluigi Pizzamiglio*, az Univer-sità Cattolica del Sacro Cuore matematika-professzora által készített CD-n, mert azt a kézirat leadásáig nem kaptam meg, de hiszek Gingvikinnek, akinél a fenti sorokat olvastam, ő megbízható szerző. Pizzamiglio, aki digita-lizálta Tartaglia összes írását, nekem küldött elektronikus üzenetében megerősítette, hogy Tartaglia nem végzett kísérleteket, matema-tikai modell alapján dolgozott.) Furcsának érzem, hogy 1537-ben Tartaglia nem figyelte meg egy eldobott kő pályáját. Különösen az zavar, hogy a végső szakaszt függőlegesnek tekintette. Kirohantam a szobából, s hogy korhű legyenek, elmentem a vízcsapra szerelt öntözőcső mellett, egy vödör vízbe szívócső-vet tettem, s figyeltem a kifolyó víz pályáját. Valóban egyenesnek tűnhet a kezdő szakasz, rá lehet fogni az utána következő részre, hogy kör, de semmilyen szög-nél nem ment a víz az utolsó szakasznál függőlegesen. Lehet, hogy ez túl távoli analógia: vizet vizsgálni ágyúgo-lyó helyett, ezért a továbbiakban izzó majd füstöl-gő fadarabot dobtam el, de ott sem lett függőleges a végső szakasz.

Ugyanakkor matematikailag remekül közelítette meg Tartaglia a mozgás elemzését, hisz tudta, hogy 45 fokos kilövés esetén jut legmesszebbre az ágyúgolyó.

Giovanni Battista Benedetti

A reneszánsz szellemi kapcsolatainak, tanítvá-nyi vonulatának fontos láncszeme. Tartaglia tanítványának fő műve, az 1585-ben megjelent *Diversarum Speculationum*. Ennek a sza-badesérről szóló fejezetei készítették Galileit ilyen jellegű kísérleteinek megtervezésére il-letve elvégzésére. A könyv második kiadása, a *Speculationum liber* halála után, 1599-ben lá-tott napvilágot. *Stillman Drake* szerint e könyv tartalmazza a Galilei előtti legfontosabb itá-liai hozzájárulást a fizikai gondolatokhoz.

Benedetti Velencében született 1530. au-gusztus 14-én. A pármai herceg matematikus-ként alkalmazta, majd 1567-től haláláig, 1590. január 20-ig *Savoya* hercegének tanácsadója, udvari filozófusa volt Torinóban.

Matematikai képzettsége révén nemcsak Galileit előzte meg a szabadesérről vallott gondolataival, hanem hidrosztatikai meglátá-saival Stevin, a perspektív ábrázolásban pedig *Guido Ubaldo del Monte* előfutára volt. Ha meg szeretnénk nézni az egész oldalas famet-szetet, amely a perspektív ábrázoláshoz hasz-nálható Benedetti-eszközt ábrázolja, mind-össze 11 500 euróra van szükségünk. Ennyiért kapható a torinói korszakból, 1574-ből szár-mazó *De gnomonum umbrarumque solarium usu liber* című Benedetti-mű kézirata. A ke-vésbé ingyenes viszont 15 euróért az internetről letölthetik az egészet.³

Abban az időben ez a könyv volt a nap-órák készítéséről és használatáról szóló legát-

³ http://digital.casalini.it/editori/default.asp?codice_o pera=04621115&progressivo=0003&tipologia=M

fogóbb tanulmány. (Benedetti Torinóban nemcsak napórákat, hanem szökőkutakat is tervezett.) A képkötéssel már 1585-ös könyvében is foglalkozott. Leírta például azt, hogy egy 45 fokban állított tükör segítségével a lencse által alkotott képet meg tudjuk fordítani. Zenei ismeretei is voltak. 1563-ban egy lefelében korszonáns hangzatokról, az azokat előállító levegőrezgésekről, hanghullámokról értekezett.

Mechanikai gondolatai közül még megemlíthjük, hogy Benedetti ismerte az emelőtörvényt, a centrifugális erőt, s vallotta: ha a centrifugális erő megszűnik, akkor az adott test a körpálya érintőjének irányában távozik.

Giambattista della Porta

1535. november 15-én született Nápolytól 12 mérföldre délre, Vico Equensében. Ez a sokoldalú autodidakta tudós Nápolyban élt, ott is halt meg 1615. február 4-én. Valódi reneszánsz csodabogár volt. Drámaíróként a közismertebb, a kedveltebb *comedia dell'arte* műfajjal szemben a „tudós” drámát, a *commedia eruditát* művelte. Műszaki területen is alkotott: hidraulikával, hadmérnöki munkákkal, gépekkel, sőt gyógyszerekkel is foglalkozott. Ő írta kora legátfogóbb művét a titkosírásokról: *De Furtivis Literarum Notis* (1563) címmel. Ő készítette el az első ismert poligrafikus helyettesítő kódot – egy hússzor húszas táblázatot töltött fel négyszáz jellel.

Foglalkozott okkult filozófiával, asztrológiával, alkímiával, filozófiával, mezőgazdasággal (*Villa*, 1583–92), s szerencsénkre meteorológiával és matematikával, fizikával is. Érdekeltek az arcbereendezések, fejformák jellegzetességei is (*De humana physiognomonia libri III*, 1586), ő maga is híve volt annak az elképzelésnek, mely szerint az emberi és állati külső hasonlóságokból következtetni lehet az ember



4. kép • Giambattista della Porta

belső tulajdonságaira. A kötetet különösen érdekfeszítővé teszik a szerző szerint korrelációt mutató emberi és állati arcokat, fejeket bemutató fametszetek.⁴ Volt saját (magán) természettudományi múzeuma, sok ritka tárggyal és egzotikus növényvel. (4. kép)

William Gilbert előtt írt a mágnességről. Számon tartják Portát mint a hőmérő, a holland távcső és a gőzerővel történő vízemelés feltalálóját. A vízemelésnél csak ismétli *Heront*, illetve közvetlen elődeit, nem alkotott újat sem az elméleti indoklásnál, sem pedig a kísérleti kivitelezés területén. *Johann Mathesius* említi 1562-ben, hogy a szász bányákban Heron módszerét használják vízemelésre. Heront ismételte V. Károly kapitánya, a tengerészeti találmányairól ismert Blasco de Garay is 1543. június 17-én. A kiáramló gőz erejével hajtotta 200 tonnás *Trinity* nevű hajóját, gabonát szállítván Colibre-ből Barcelonába.

⁴ A kötet illusztrációi a http://www.nlm.nih.gov/exhibition/historicalanatomies/porta_home.html oldalon tekinthető meg.

Porta foglalkozott a színszórás elméletével és a sötétkamra képének megjavításával. Ez utóbbit úgy érte el, hogy gyújtólencsét tett a kamra nyílásához.

1580 táján ő alapította Európa első tudományos társaságát, a *Accademia dei Segretti*, közismertebb nevén az *Otisit*. Ő inspirálta a Római Akadémia (*Accademia dei Lincei*) 1603-as megalakulását; maga 1610-ben, Galilei 1611-ben lett a *Hiúzok Akadémiájának* tagja.

*A reneszánsz közvetlen hatása:
Accademia del Cimento*

Hamza Gábor (2007) a tudományos akadémiákról írt áttekintésében egyetlen mondattal elintézi ezt az akadémiát: „A Galileo Galilei tisztelői és részben követői által 1657-ben alapított Accademia del Cimento (Kísérleti Akadémia) csak tíz éven át, 1667-ig működött.” Igaz, hogy Vekkerdi László tanulmányában is csak egyetlen mondatot írt erről a firenzei intézményről, de értékelő mondatot: „Az Accademia del Cimento a modern matematikai-kísérleti módszer szimbóluma.”

Eötvös Loránd a Magyar Tudományos Akadémia 1899. május 7-i ünnepi közgyűlésén tartott elnöki megnyitó beszédében méltó helyére tette az Accademiát: „Egy rövid évtizedben egymást követve született meg az Accademia del Cimento Florenczben, a Royal Society Londonban és a párizsi akadémia. Az első, a fejedelmi kegy védelme alatt gyorsan felvirágzó, elmúltával pedig már tízéves fennállás után elenyésző Accademia del Cimento, a közös cél elérésére irányított összetartó munkálkodásnak oly eszményi példáját adta, melyhez foghatót az emberi törekvések történetében csak ritkán, a tudományok történetében pedig egyáltalában nem találunk. Tagjai mintegy kivétközve saját egyéniségökből, egy tudományos egyén-

né forrtak össze s munkálkodásuk eredménye úgy áll ma előttünk, mint egy egyetlen hatalmas szellem alkotása. Az az értékes kötet, mely ez eredményeket magába foglalva 1667-ben jelent meg, szerzőjéül csak az akadémiát nevezi, elhallgatva azok neveit, kik hozzájárultak, úgy hogy ma a tudomány történet-írója alig tudja megállapítani, kinek mi része volt benne. A tudományos feladatokat tekintve, melyeket ez a tudós testület magának kitűzött, figyelemreméltó, hogy javarészők a hőmérséklet, a nyomás és a sűrűség mérésére, azaz olyan kérdésekre vonatkozik, melyeknek megoldása a tudósok munkásságának tervszerű egyesítését napjainkig újra meg újra szükségessé tette.”

Most már több forrásból is tudhatjuk, hogy a patrónus, *Frederico Cesi* halálával az 1603-ban Rómában alapított Accademia dei Lincei 1630-as felbomlása után a tudományos élet központja Nápolyba (*Accademia degli Investiganti*, 1650) és Firenzébe került. A firenzei akadémiát két Medici testvér: Leopold herceg és II. Ferdinánd toszkánai nagyherceg hívta életre. Galilei kísérleti módszerére alapoztak, azaz a természetfilozófiai elvek szigorú kísérleti ellenőrzése volt kitűzött fő céljuk. A címerükben megfogalmazott jelmondatuk: „*Provando e riprovando*”, azaz „Próbálkozás és ismételt próbálkozás”. (5. kép) Összejöveteleiket a csodálatos Palazzo Pitti épületében tartották. Nem volt hivatalos tagfelvétel. Az ülések kilenc állandó tagjáról tudunk: *Giovanni Alfonso Borelli*, *Candido del Buono*, *Paolo del Buono*, *Lorenzo Magalotti* (titkári minőségben), *Alessandro Marsili*, *Antonio Oliva*, *Francesco Redi*, *Carlo Renaldini* és *Vincenzo Viviani*.

Eötvös Loránd fent említett beszédének elején azon kesergett, hogy sokan lekicsinylő véleményükkel megkérdőjelezzik a tudományos akadémiák létjogosultságát. *Luciano*



5. kép • Az Accademia del Cimento címere

Boschiero New South Wales-i kutató a firenzei akadémia kiadatlan levelezése és kéziratai alapján napjainkban is azt állítja, hogy a firenzeiek tényleges kísérleti módszerek alkalmazása helyett mindössze – az ő természettfilozófiai céljait és érdeklődésüket kielégítő – két kísérletet terveztek. Két tag foglalkozott hőtani kérdésekkel és egy csoport – köztük patrónusuk, *Leopold Medici* – mechanikai kérdésekkel. Azonban valószínűleg *Martha Ornsteinnek* az 1928-as doktori dolgozatában leírt véleménye tükrözi az igazságot (Orstein, 1963). Ő „a modern fizika kezdetének” nevezi a „kilencek” munkálkodását. Ornstein véleményét megerősíti az a tény, hogy az Accademia kiadványát még az 1700-as években is laboratóriumi kézikönyvként használták. A titkár, Lorenzo Magalotti szerkesztésében 1667-ben megjelent kötet címe: *Saggi di Naturali Esperienze fatte nell' Accademia del Cimento* (szabad fordításban: A Kísérletek Akadémiájának természettudományi kísérleteiről írt tanulmányok. Úgy gondolom, helyesebb a Kísérletek Akadémiája vagy a Kísérlet Akadémiája elnevezés, mint a Hamza Gábor által írt Kísérleti Akadémia.)

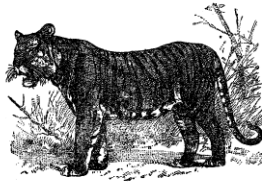
A *Saggi* 1684-es angol fordításának szövege elérhető a következő webhelyen: http://www.scholarly-societies.org/history/IMSS_FlorenceDigitalLib.html. Ornstein pozitív véleményét erősíti Luciano Boschiero (2003) közelmúltban megjelent írása, továbbá *Marco Beretta* és *Andrea Scotti* kutatási terve (1997) is.

A *Saggi* 75 teljes oldalas metszetet tartalmaz, megmutatva a felhasznált kísérleti eszközöket és elrendezéseket. A mai napig megtalálható az Accademia tagjainak 300 (!) eszköze Firenzében a természettudományi múzeumban (Istituto e Museo di Storia della Scienza): a legkülönbözőbb méréstartományú és elrendezésű hőmérők, kvadránsok, hygrométerek, barométerek, fiolák és különböző edények, laboreszközök. Az akadémia kéziratai 49 kötetben 1700 oldal terjedelműek. Ebből tizenhárom kötet szól a kísérleti fizikáról: naplók, feljegyzések az ülésekről, a kísérletekről, vízfestmények az eszközökről. Tizenöt kötet tartalmazza azt a mintegy 1600 levelet, amelyek címzettjei közt van Isaac Newton, *Marin Mersenne*, *Ismäel Boulliau*, *Niels Stensen* és *Gottfried Wilhelm Leibniz*. A kéziratoknak eddig csak a tíz százalékát publikálták, s most folyik a teljes anyag digitalizálása. Több mint három évszázad elteltével így végre közkinccsé válik a fizikatörténet számos jelentős dokumentuma a reneszánsz és a modern tudomány közötti korszakból.

Kulcsszavak: *fizikatörténet, kísérleti fizika, Accademia del Cimento, Benedetti, della Porta, Stevin, Tartaglia*

IRODALOM

- Beretta, Marco – Scotti, Andrea (1997): *Transactions of the Accademia del Cimento; A multi-task database Research Project Proposal*. <http://www.pinakes.org/cimento.html>
- Bernal, John D. (1977): *A fizika fejlődése Einsteinig*. Gondolat, Budapest
- Boschiero, Luciano (2003): Natural Philosophical Contention Inside the Accademia del Cimento: the Properties and Effect of Heat and Cold. *Annals of Science*. 60, 4, 329–349.
- Dugas, René (1988): *A History of Mechanics*. Courier Dover Publ. <http://books.google.hu/szerző+cím>
- Eötvös Loránd (1899): A tudományos akadémiák létjoga. *Természettudományi Közlöny*. 31, 358. füzet
- Gingyikin, Szemjon Grigorjevics (2003): *Történetek fizikusokról és matematikusokról*, Typotex, Bp.
- Hamza Gábor (2007): Áttekintés a külföldi nemzeti (tudományos) akadémiák struktúrájáról. *Magyar Tudomány*. 167, 9, 1189–1198.
- Hoppe, Edmund (1926): *Geschichte der Physik*. Vieweg, Braunschweig
- Orstein, Martha (1963): *Role of Scientific Societies in the XVIIth Century* Archon Books, Hamden–London
- Simonyi Károly (1981): *A fizika kultúrtörténete*. 2., bővített kiadás, Gondolat, Budapest
- Vekkerdi László (2000): Matematikai humanizmus. (Niccolò Tartaglia). *Ponticulus Hungaricus*, IV, 11, <http://members.iif.hu/visontay/ponticulus/rovatok/hidverok/tartaglia.html>
- Vekkerdi László (é. n.): Természettudományos oktatás, tankönyvek, tudós társaságok a XVII–XVIII. században. http://www.mek.oszk.hu/05400/05455/pdf/Vekkerdi_oktatas.pdf



A RENESZÁNSZ MATEMATIKA EGYIK LEGSZEBB EREDMÉNYE

Szabó Péter Gábor

PhD, egyetemi adjunktus,
SZTE Alkalmazott Informatika Tanszék
pszabo@inf.u-szeged.hu

Görög előzmények

A matematika az ókori görögök révén vált bizonyító, deduktív tudománnyá. Egyiptom és Mezopotámia matematikai tárgyú emlékei arról tanúskodnak, hogy az egyiptomi és babiloni matematikusoknak a felmerülő aritmetikai és geometriai feladatok megoldására csak afféle receptszerű, empirikus eljárásaik voltak. Egy számolási probléma kapcsán vagy például valamilyen terület, esetleg térfogat meghatározására vonatkozó kérdés során a talált megoldást feljegyezték, és gyakran táblázatokba foglalták az azonos típusú eredményeket. Sok érdekes matematikai feladattal meg tudtak birkózni, viszont nem végeztek olyan jellegű meggondolásokat, amelyek matematikai értelemben megmutatták, *bebizonyították* volna egy gondolatmenet helyességét, vagy általánosították volna a talált speciális megoldásokat. Számukra elég volt, ha a lejegyzett példák más hasonló feladatoknál eligazításként segítettek őket. Egyiptom „kötélfeszítői” tudták, hogy a 3, 4 és 5 egységnyi oldalú háromszöggel derékszöglet lehet kijelölni. Mezopotámiából előkerült olyan agyagtábla, amelyen számos további pitagoraszi számhármast is találtak. A

Pitagorasz-tétel általános érvényességét azonban az ókori görögök bizonyították be elsőként.

A Kr. e. VI. században született görög matematika kezdeteiről keveset tudunk. Az első görög matematikusok munkásságáról csak későbbi forrásokból tájékozódhatunk, *Thalész és Pitagorasz* élete legendákkal átszótt. Ki ne hallott volna a híres történetről, miszerint Thalész ámulatba ejtette az egyiptomi papokat azért, hogy egy földbe szúrt bot segítségével megmérte egy piramis magasságát, vagy arról, hogy Pitagorasz úgy megörült azóta róla elnevezett tételének megtalálásakor, hogy utána ökördólozatot mutatott be az isteneknek. Semmi bizonyosat nem lehet azonban e történetek hitelességéről tudni, még azt sem, hogy Pitagorasz adott-e egyáltalán bizonyítást a szóban forgó tételre. A derékszögű háromszögekre vonatkozó nevezetes összefüggés ránk maradt első igazolása *Euklidész* könyvéből való.

Euklidész *Sztoikheia* (Elemek) című klaszikus mesterműve Kr. e. 300 körül íródhatott. Az Alexandriában dolgozó Euklidész alakja szintén homályos, bár a sok évszázaddal később élt *Papposztól* és a még későbbi *Proklosztól* van néhány híradás róla. Nevét

azonban ma mindenki ismeri, akit valaha is megérintett a matematika. Euklidész rendszerező munkája, az *Elemek* óriási hatással volt a tudományos gondolkodásra. Szerzője összegyűjtve és felhasználva elődei eredményeit, az akkor már régóta létező indirekt bizonyításnak és az axiomatikus módszernek alapján évszázadokig példaértékű felépítését adta a geometriának. Hasonlóképpen, a nagy geóméter, *Apolloniosz* kúpszeletekről írott *Koniká*-ja az alexandriai rendszerező tudománynak szintén nagyon értékes alkotása volt. A görög matematika aranykorában azonban mindenek felett állt *Arkhimédész*, akit joggal az ókor legnagyobb tudósának is tartanak.

Az első matematikusoknál a tiszta elmélet és az alkalmazások még nem váltak külön. *Platón* azonban már csak kifejezetten a tiszta matematika mellett állt ki, azt tartotta egyedül művelésre érdemesnek, elutasítva a szabad emberhez nem méltó bajlódást a sok számolást igénylő alkalmazásokkal. *Arkhimédész* viszont gyönyörű példája a tudósnak, aki egyszerre kiválósága az elméleti matematikának, a fizikának és mellette a technikai alkalmazásoknak is. Ő az, aki még abba a problémába is úgy belefeledkezik, hogy a király koronája tényleg színaranyból van-e vagy esetleg csak valamiféle ötvözet, hogy amikor fürdés közben rájön a megoldásra, örömeiben rögvest azon csupaszon szalad Siracusa utcáin a királyhoz. *Arkhimédész* matematikai munkásságának legértékesebb része azonban másfél évezreden keresztül mégsem fejtett ki közvetlen hatást, mivel nem volt, aki azt szellemileg befogadja. Például *A módszerről* című páratlan értékű írását a későbbi korok embere ahelyett, hogy tanulmányozta volna, inkább levakarta a pergamendről, hogy más, vallásos szöveget írjon rá.

Tudománytörténeti szempontból sem gyakori, hogy egy tudósnál nemcsak a kész eredményt, hanem a hozzá vezető utat is tanulmányozhatjuk. *Arkhimédész A módszerről* című munkájában betekintést engedett a műhelytitkaiba, igaz, alig egy évszázada ismerjük csak ezt az írást, amelyet egy palimpszeszten fedeztek fel. Nehéz más szót találni rá, mint, hogy gyönyörű a módszer, ahogyan egy mechanikai modellen keresztül jut el a felismeréstől a bizonyításig, és általa képes kiszámítani egy parabolaszlet területét vagy a gömb térfogatát. *Az Eudoxosz* által felfedezett kimerítési módszert, mely az ókori matematika csúcsteljesítménye volt, *Arkhimédész* tökéletesítette, és alkalmazta legeredményesebben. Kr. e. 212-ben Siracusa ostromakor az öreg tudóst leszúró római katona, ha nem is végső dőfést adott az antik matematikának, mindenesetre lezárta annak egy olyan periódusát, amely majd csak évszázadokkal később a reneszánsz idején törismét felszínre a matematika történetében.

A matematika a középkori Európában és Keleten

A görög matematika alapvetően geometriai jellegű volt, még az algebrai és számelméleti gondolatok is geometriai köntösben jelentkeztek. Bár a görög geometriától az általános szabályok és képletek világa idegen volt, az *Aritmetika* című művében a III. században élt alexandriai *Diophantos* már behatóan foglalkozott az egyenletek megoldásával, a számelméletben ma is nevét őrzi a diophantikus egyenletek. Az alexandriai matematikai életnek az államvallássá vált kereszténység vetett véget. *Hipátia*t, a kiváló matematikusnőt az alexandriai püspök által uszított tömeg 415-ben megölte, majd egy évszázad múlva, 529-ben *Justinianus* császár bezáratta

az újjáalapított athéni akadémiát. A keresztény világból előzött tudósok a Perzsa Birodalomban találtak új hazát.

A Római Birodalom bukása után a matematika fejlődése Perzsián át Indiába vezetett, onnan pedig arab közvetítéssel vissza Európába. A középkori Európa matematikáját inkább a tanulás jellemezte, mintsem az újat alkotás, eredményei nem haladták meg sem az ókori görögök, sem a Kelet matematikáját. A középkorban a görög matematikai irodalom jelentős részét arabra fordították, és az arab tudósok sokban tovább is fejlesztették az azokban foglaltakat. Az indiai matematika tízes helyi értékű írásmódja és trigonometriája arab közvetítéssel jutott el Európába, ahogyan a kereskedők révén az arab tudósok munkái mellett a görögök eredményeit is így ismerhették meg az európaiak. Mindez azonban a XII–XIII. században kezdődött el, a korai középkorban az európai matematika még alacsony színvonalon állt. A számolás szabályait sok helyen a középkor uralkodó filozófiai irányzata, a skolasztika megalapozójának, *Boethiusnak* az aritmetikakönyvéből tanulták. Mindenkor fontos volt, hogy az írástudók bizonyos egyházi ünnepnapok dátumát helyesen számítsák ki. A VIII. században élt angol szerzetes, *Alcuin* feladatgyűjteményét, a *Feladatok az ifjak elméjének élesítésére* című munkát szintén hosszú időn keresztül használták.

Az arabok hatására az algebra kezdett fokozatosan elválni a geometriától. Az arab matematika legnagyobb hatású munkája a VIII. és IX. század fordulóján élt *Al-Hvárizmi* *Al-kitáb al-muktaszár fi-hiszáb al-dzsabr valmukabala* (Rövid könyv a helyrerakásról és az összevonásról) című klasszikus könyve volt, amelynek címéből az *al-dzsabr*-ból származik az *algebra* szavunk. Al-Hvárizmi a

negatív számokat még nem ismerte, így az első és másodfokú egyenleteknek hat különböző alaptípusát választotta szét, és megmutatta, hogy a különböző egyenletek hogyan vezethetők vissza a helyrerakás (al-dzsabr) és az összevonás (mukabala) segítségével ezekre az alapfeladatokra. Görög hatást mutat, hogy Al-Hvárizmi a megoldás geometriai igazolását is szükségesnek tartotta. A XI. és XII. század fordulóján élt perzsa *Omar Khajjam* még tovább fejlesztette az egyenletek megoldásának tudományát, ő már bizonyos harmadfokú algebrai egyenleteket is meg tudott oldani kúpszeletek segítségével. Az arabok a párhuzamossági problémát kivéve más elméleti jellegű geometriai problémával nemigen foglalkoztak, a síkbeli és gömbi trigonometriában azonban sok szép eredményt értek el, és pontos táblázatokat készítettek a különböző szögfüggvényekre.

Európában a XII. sz-ban indult meg az egyházi iskolák egyetemekké fejlődésének folyamata, Bologna után Párizs és Oxford egyetemei is megnyíltak. Az egyetemi oktatás igényelte a latin nyelvű tudományos fordításokat, így elkezdtek a legfontosabb görög és arab nyelvű szövegeket átültetni latinra. Ekkor fordították először Euklidész geometriáját és Al-Hvárizmi algebraját is latinra.

A középkor legkiválóbb európai matematikusa a XII. és XIII. század fordulóján élt pisai *Leonardo* (ismertebb nevén *Fibonacci*) volt. Az arab világban kereskedőként tett utazásai során ismerkedett meg az algebrával és az indiai–arab számírás előnyeivel. Hazatérte után 1202-ben írta meg *Liber abaci* (Könyv az abakuszról) című korszakalkotó munkáját. Ilyen színvonalú könyvet az aritmetikáról és az algebráról több mint kétszáz évig nem írtak. Ebben a művében szerepel nevezetes feladata a nyulakról, melynek megoldása a

Fibonacci-sorozatra vezet. A Fibonacci-sorozat képzése egyszerű: 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, ... és így tovább, minden szám az előtte lévő két szám összege. A sorozat ma is olyan népszerű, hogy külön folyóirat, a *Fibonacci Quarterly* közli a vele kapcsolatos új eredményeket. A továbbiak szempontjából fontosnak tartjuk megjegyezni, hogy egy alkalommal, amikor a palermói tudós, *Magister Johannes* nehezett akart kérdezni Fibonaccitól, egy harmadfokú egyenlet megoldását adta fel neki problémaként. Ennek a feladatnak általános megoldásával azonban akkor még senki sem boldogult, bár éppen Fibonacci volt az, aki megmutatta, hogy az

$$x^3 + 2x^2 + 10x = 20$$

egyenlet megoldásai nem fejezhetők ki euklideszi irracionálisokként (vagyis

$$\sqrt{a + \sqrt{b}}$$

formában). Ez abban a korban rendkívül szokatlan kérdésfelvetés és eredmény volt.

A XIV. század két matematikusa, *Thomas Bradwardine* és *Nicholas Oresme* már egy új korszak előhírnökei voltak. Bradwardine-nak önálló matematikai eredménye nem volt ugyan, de a *continuumról* és az *infinitumról* vallott nézetei olyan skolasztikus vitákat indítottak el, amelynek hullámai továbbgyűrűztek a későbbi évszázadokba is. A francia Oresme továbbvitte Bradwardine munkáit, eljutott a törtkitevőjű hatványokkal végzett műveletek szabályaihoz, és közel jutott a derékszögű koordináta-rendszer fogalmához is.

A matematika a reneszánsz korában

A XV–XVI. században az európai matematikában is újjászületés történt. A könyvnyomtatás feltalálásával megjelentek az első mate-

matikai tárgyú nyomtatott könyvek: 1482-ben Velencében az euklideszi *Elemek* latin fordítása, majd Appoloniosz *Konikája* és Diophantosz *Aritmetikája*. Számos ún. aritmetika (számtankönyv) is napvilágot látott, amely a számolás új szabályait igyekezett elmagyarázni olvasóinak. Érdekességként megjegyezzük, hogy a magyar szerzőtől származó első nyomtatott matematikakönyv is egy aritmetika volt: *Magister Georgius de Hungaria* (Magyarországi György mester) *Arithmetice summa tripartita* (Az aritmetika három részből álló foglalata) című latin nyelvű munkája 1499-ből, amely Hollandiában jelent meg. Nemcsak a kereskedők igényelték az ilyen jellegű munkákat, hanem, ahogyan György mester is írja könyvének elején, munkáját papok figyelmébe is ajánlja, mivel olyan feladatot is tárgyal, amelyből kiderül, hogy a kanonokok és a káplánok miként osztoznak az eklézsia jövedelmén. Az észak-itáliai, a dél-német és a francia kereskedelmi városok céheiben dolgozó ún. számológémesek számára szintén fontos volt, hogy az indiai–arab számjegyekkel való számolásban otthonosan mozogjanak. A matematika a reneszánsz idején kezdett egyre inkább eltávolodni a filozófiától, és közeledett a természettudományok és az alkalmazások felé.

A XV. század közepén *Regiomontanus* (1436–1476) munkásságával új fejezet kezdődött a matematika történetében. Regiomontanus neve eredetileg *Johannes Müller* volt, latinos neve Königsbergre utal, mivel a mellette fekvő Unfindenben született. „Magyar nevének” úgy is szoktunk rá emlékezni, mint *Királyhegyi Jánosra*, hiszen Budán is járt Mátyás király meghívására, hogy rendezze az idekerült görög kéziratokat. Itt tartózkodása alatt egy ideig a pozsonyi egyetemen tanított, és egy csillagászati könyvet is írt.

Regiomontanus fő műve a *De triangulis omnimodis libri quinque* (Öt könyv mindenféle háromszögekről) címet viselte. Ebben a munkájában Regiomontanus először függetlenítette a trigonometriát a csillagásztól. Európában ez volt az első ilyen munka, innen szokás a trigonometriát a matematika külön ágaként tekinteni. (Meggjegyezzük, hogy az arab matematikában *Naszíraddin at-Túszi* már a XIII. században megette ezt, de eredményei nem jutottak el Európába.)

Több matematikatörténész is úgy gondolja, hogy a görögök után Regiomontanusnál jelent meg elsőként optimalizálási, vagyis szélsőérték-számításra vezető feladat a matematikai irodalomban. Regiomontanus ki-terjedt levelezést folytatott. Egyik levelében az alábbi maximalizálási problémát írta meg *Christian Roder* erfurti professzornak 1471-ben: *A talaj mely pontjáról látszik egy függőlegesen felfüggesztett rúd a leghosszabbnak, vagyis melyik pontból lesz a legnagyobb a látószöge?* Regiomontanus megoldása nem ismeretes, a feladat azonban ma is kellemes probléma lehet középiskolások számára. Levelezésében az algebrát geometriai feladatra alkalmazó problémái közül akadt, amelyik harmadfokú egyenletre vezetett, azonban ennek megoldásával nem tudott megbirkózni.

Regiomontanus¹ találta meg az ötödik tökéletes számot. Egy pozitív egész számot tökéletesnek nevezünk, ha az megegyezik a nálánál kisebb osztóinak összegével (pl. a 6 tökéletes szám, mert $6=1+2+3$). Euklidész az *Elemekben* megmutatta, hogy ha p olyan prímelegész szám, amelyre $2^p - 1$ is prím, akkor a $2^{p-1}(2^p-1)$ tökéletes szám. Az ókori görögök négy tökéletes számot ismertek, ezek a 6, 28, 496 és a 8128. Az ötödiket Regiomontanus

¹ Regiomontanus életéről és munkásságáról lásd még Barlai Katalin tanulmányát – a szerkesztő megjegyzése

találta, ez a 33 550 336. Jelenleg negyvennégy tökéletes számot ismerünk, számítógépek segítségével ma is folyik a kutatás újabban után. Több mint kétezer éve azonban senki nem tudja, hogy vajon véges vagy végtelen sok tökéletes szám van-e, illetve, hogy van-e páratlan tökéletes szám. Euklidész előbbi „formulája”, amint könnyen belátható, csak párosat tud előállítani.

A XV–XVI. század fordulójának nagy matematikai enciklopédiája *Luca Pacioli* (1445–1514) *Summa de Arithmetica, Geometria, Proportioni e Proportionalità* (Az aritmetikának, geometriának, mértékeknek és aránylatoknak foglalata) című, olasz nyelvű összefoglalása volt. A könyvben a már említett tökéletes számokról az szerepel, hogy azok csak 6-ra vagy 8-ra végződhetnek, mert míg a számalomra méltók rendetlenül élnek, a jók és tökéletesek megtartják az előírt rendet.

Pacioli summázatában már egy szörövidítésekből álló algebrai jelrendszerrel is találkozhatunk, ahol az ismeretlenek külön jele van. A könyv sok érdekes feladatot tárgyal a félbemaradt kockajáték során való igazságos pénzelosztástól a különböző geometriai, például körpakolási feladatokig. Pacioli nagy figyelmet szentel a kettős könyvelés ismerte-



1. kép • Jacopo De Barbari: Luca Pacioli

tésére is. Munkájának egy része magyarul is napvilágot látott *Könyves Tóth Kálmán* fordításában. Az eredeti könyv 1494-es kiadásának faksimile változatát a megjelenés 500. évfordulóján Magyarországon újból kiadták.

Pacioli az algebrára az *ars magna*, a „nagy művészet” megnevezést használja, elkülönítve az algebrát az aritmetikától. A könyv végén azt írja, hogy a harmadfokú egyenletek megoldásához „még nem létezik az algebra művészetében módszer, mint ahogy nem létezik a kör négyszögesítésének módszere sem”.

Luca Pacioli írta, barátja *Leonardo da Vinci* kérésére a *De divina proportione* (Az isteni arányosságról) című munkáját, amely az *arany metszés* nyomán kapta a címét. Az arany metszés arányának meghatározása a következő probléma megoldását jelenti: osszunk fel egy szakaszt két részre úgy, hogy a rövidebb szakasznak a hosszabbhoz vett aránya megegyezzen a hosszabb szakasznak a teljes szakaszhoz viszonyított arányával. Ezzel a kérdéssel és ennek az „isteni arálynak” az alkalmazásával a művészetben az ókori görögök kezdtek elfoglalkozni. Luca Pacioli is Euklidész *Elemi* nyomán tárgyalta a kérdést, amely a reneszánsz művészetben nagy szerephez jutott. A könyv számára Leonardo da Vinci rajzolta meg annak poliéder-ábráit, cserében a matematikus szerzetes kiszámolta Leonardónak, hogy mennyi fémre van szüksége egy lovas szobor elkészítéséhez. Leonardo maga is szerette a matematikát, egy helyen így írt: „Aki nem matematikus, az ne olvasson engem, mert én az vagyok mindenkor az elveimben”.

A festészetben az arany metszésen kívül persze sokkal fontosabb dolog is megjelent a reneszánsz idején. A festők ekkor találták rá egy a valóság látszatát keltő ábrázolási módra: a *perspektívára*. A módszer lényege

az volt, hogy a képen a párhuzamosoknak egy pontban, az ún. *eltűnési pontban* kellett metszeniük egymást, és a különböző irányú párhuzamosok metszéspontjainak a horizontális vonalba kellett esniük. Ennek eredményként olyan képeket tudtak festeni, hogy a festményről megállapíthatóvá váltak a tárgyak tényleges térbeli elhelyezkedési viszonyai. A képszerkesztés festő-geometere mesteri között *Pierro della Francesca* műve lett a legismertebb összefoglalója a perspektívatanak.

A harmadfokú egyenlet megoldása

A reneszánsz matematika egyik legszebb eredménye annak megmutatása volt, hogy van általános megoldó eljárás a harmadfokú egyenletek gyökeinek algebrai meghatározására. Ez meghaladta mind az antik, mind a keleti tudósok ismereteit.

Elsőfokú egyenleten az $ax + b = 0$ alakú egyenletet értjük, ahol $a \neq 0$. A megoldása egyszerű: $x = -b/a$. A másodfokú egyenlet alakja $ax^2 + bx + c = 0$ ahol $a \neq 0$. Megoldásai az

$$x_{1,2} = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

megoldóképlet alapján határozhatók meg. Ezt minden középiskolás diák tudja (vagy legalábbis tudnia kellene). Ma azonban természetesen veszünk sok olyan matematikai ismeretet is, amelyek kikristályosodásához és természetessé válásához valójában hosszú időnek kellett eltennie.

Kezdjük azzal, hogy a negatív számokat Európa matematikája sokáig nem is ismerte, ahogyan az arabok sem használták őket. Meg kellett barátkozni ezekkel a korai hivatkozásokban, hol „fiktív”, hol „abszurd” számoknak nevezett, hiányt jelölő értékekkel, amiket még *Descartes* is „hamis” számoknak nevezett,

bár azért már számolt velük. Tehát a reneszánsz idején az $ax + b = 0$ egyenlet inkább így jelent volna meg: $ax = b$, ahol a és b pozitív számok. Így jelent volna meg, ha lett volna „betűszámán”. Persze kezdetben még az sem volt, fel kellett előbb találni. Nagyon fontos ezért a francia *François Viète* (1540–1603) munkássága, aki bevezette a betűegyütthatókat és kidolgozta az algebrai mennyiségekkel való számolás szabályait. Ő az ismeretleneket magánhangzókkal, az ismert mennyiségeket mássalhangzókkal jelölte. Érdeemes megjegyezni azt is, hogy a megoldó eljárások nagyon sokáig geometriai és nem algebrai megfogalmazásban jelentek meg. Ez vezethetett oda, hogy a negyedfokú algebrai egyenlettel voltak, akik nem is foglalkoztak, hiszen a másodfokú egyenletek a területszámítással, a harmadfokú a térfogatszámítással hozhatók kapcsolatba, de mit jelentsen egy negyedfokú egyenlet?

A másodfokú egyenlet általános megoldóképlete tulajdonképpen egy eljárás, algoritmus, amelynek segítségével a gyökök kiszámolhatók az egyenlet együtthatói (a , b , c), a négy alapművelet és a gyökvonás véges számú alkalmazásával. A harmadfokú, vagyis az $ax^3 + bx^2 + cx = 0$ alakú egyenletre ($a \neq 0$) hasonló általános megoldó eljárás azonban még a XV. század végén sem volt ismeretes. Bizonyos speciális eseteit meg tudták oldani, de olyan módszert, amelyet minden esetben sikerrel lehetett volna alkalmazni, nem ismert senki. A keleti matematika is csak speciális eseteivel tudott megbirkózni, pedig sok matematikus találkozott valamilyen feladat kapcsán azzal, hogy végül meg kellett volna oldania egy harmadfokú egyenletet. Persze kérdés az is, hogy mit jelent *megoldani* egy egyenletet. Sokáig ez azt jelentette, hogy meg kellett *szerezni* a megoldást. Az ókori

görögöknél egy matematikai mennyiség léteztése annak megszerkeszthetőségét jelentette. Már náluk is felmerült olyan probléma, amelynek megoldása harmadfokú egyenlet gyökének megszerkeszthetőségét igényelte volna. Ilyen volt például a kockakettőzés problémája, vagyis adott kocka térfogatának duplájával megegyező kocka oldalhosszának megszerkesztése. Az csak a XIX. században derült ki, hogy ez körző és vonalzó segítségével megoldhatatlan feladat.

A reneszánsz idején többször előfordult, hogy a matematikában és a számolás terén járatosak matematikai párvialokat vívtak. Ezek afféle matematikai lovagi tornák voltak, ahol az ellenfelek harmadfokú egyenleteket kaptak, és az volt a nyertes, aki meg tudta oldani az ellenfelei problémáit. Mivel általános megoldó eljárást nem ismert senki, így ezek a „matematikus lovagok” gyakran valamilyen egyedi ötlettel próbálkoztak.

A harmadfokú egyenletekre vonatkozó általános megoldást talán *Scipione del Ferro* (1465–1526), a bolognai egyetem professzora találta meg először. Ferro az $x^3 + ax = b$ alakú egyenletek megoldására vonatkozó eredményét azonban titokban tartotta, csak élete vége felé vejének és egyik tanítványának *Antonio Maria Fiorénak* árulta el. Fiore a titok birtokában 1535-ben matematikai párbajra hívta ki *Tartagliát* (1499/1500–1557). Tartaglia eredeti neve *Niccolò Fontana* volt, aki egy gyerekkori gégesérülése miatt kapta a Tartaglia (dadogós) csúfnevet.² Tartaglia tapasztalt volt a matematikai párbajokban. Kezdetben nagy önbizalommal fogott hozzá Fiore feladataihoz, mivel azok az előbb említett típusú nehéz egyenletekhez tartoztak, amelyek-

² A fizika terén végzett tevékenységével *Kovács László* tanulmánya foglalkozik cikkgyűjteményünkben – a szerkesztő megjegyzése.

ről úgy gondolta, hogy maga Fiore sem tudja megoldani őket. Ahogyan azonban közeledett az ötvennapos határidő lejárta (ekkor kellett leadni a megoldásokat), Tartaglia arról értesült, hogy Fiore állítólag birtokában van egy általános módszernek, amelylyel tetszőleges harmadfokú egyenletet meg tud oldani. Tartaglia e hír hallatán nagy ambícióval vetette bele magát a munkába, hogy ő is rájöjjön a titok nyitjára. Tartagliának nyolc nappal a határidő lejárta előtt sikerült megtalálnia az általános megoldó eljárást, és le is győzte ellenfelét a viadalon, aki egyébként Tartaglia egyetlen feladatát sem tudta megoldani.

Tartaglia ezután természetesen maga is titokban tartotta az új eredményt mindaddig, amíg *Girolamo Cardano* (1501–1576) ki nem csalta tőle. Cardano kora egyik leghíresebb orvosa volt, szabad idejében azonban sok minden mással, így matematikával is foglalkozott. Nagyon sok könyvet írt, melyek egy része nyomtatásban megjelent, más részük

kéziratban maradt meg, megint más részük megsemmisült.

Cardano 1539-ben fejezte be első matematikai témájú könyvét a *Practica arithmetica generalis* (Az általános aritmetika gyakorlata) című munkáját, és amikor megtudta, hogy Tartaglia birtokában van a „nagy titoknak”, szerette volna módszerét a könyvében megírni. *Gingyikin* magyarul is megjelent matematikatörténeti munkájában szó szerint is olvashatjuk Cardanónak ekkor Tartagliához intézett szavait (igaz, a szerző megjegyzi, hogy ezek Tartaglia feljegyzéseiből kerültek elő, amelyek tartalmát Cardano kiváló tanítványa, *Lodovico Ferrari* nem mindenben erősítette meg): „Esküszöm Önnek az Úr Szent Evangéliumára, és nem csak egy igaz ember szavát adom Önnek, hogy soha nem publikálom az Ön felfedezését, ha rám bízta, de ígérem azt is, és legyen igaz keresztény lelkiismeretem az Ön biztosítéka, hogy oly módon titkosítom, hogy halálom után senki sem tudja majd elolvasni a feljegyzetteket. Ha Ön úgy gondolja, hogy megérdemlem a bizalmat, akkor tegye meg nekem ezt a szívességet, ha pedig nem, akkor fejezzük be ezt a beszélgetést.”

Tartaglia erre állítólag így reagált: „Ha nem fogadnám el az Ön esküjét, akkor természetesen rászorgálnék arra, hogy istentagadónak tartsanak.”

Tartaglia elárulta módszerét, sőt megoldását egy latin vers formájában adta át Cardanónak. Megnyugtató volt a számára, hogy Cardanónak az újonnan megjelent következő könyvében tényleg nem szerepelt a harmadfokú egyenlet megoldása. Tudni kell azonban még azt is, hogy Tartaglia a megoldóképletet mindennemű bizonyítás nélkül adta át Cardanónak, aki aztán sok energiát fektetett annak ellenőrzésébe. Ez az akkori matematikai írásmód mellett korántsem volt



2. ábra • Niccolò Fontana (Tartaglia)

triviális feladat. Cardano rengeteget dolgozott azon, hogy teljes egészében tisztázza a harmadfokú egyenletek megoldásának módszerét, és – lássanak csodát! – néhány év múlva egyik új könyvében mégis publikálta azt.

1545-ben jelent meg Cardano *Artis magnae, sive de regulis algebraicis, liber unus* (A nagy művészet, vagyis az algebra szabályairól) című nagy, matematikátörténeti jelentőségű munkája, amelyet röviden csak úgy szoktunk emlegetni, hogy az „Ars magna”. A könyv az általános harmadfokú egyenletek megoldása mellett a negyedfokúakkal is foglalkozott, amelyek megoldására Ferrari eredményeit is meglátjuk a könyvben.

Vázlatosan nézzük meg, hogyan is oldotta meg Cardano az $x^3 + ax = b$ egyenletet. Rögtön az elején megjegyezzük, hogy nem így, ahogyan most fogjuk tárgyalni, ez csak ötletében egyezik meg Cardano módszerével, nála a geometria nyelvén volt megfogalmazva az a megoldás, amelyet mi a mai algebrai szimbolikával ismertetünk.

Keressük a megoldást $x = \beta - \alpha$ alakban. Ekkor $x + \alpha = \beta$, amit harmadik hatványra emelve $x^3 + 3x^2\alpha + 3x\alpha^2 + \alpha^3 = \beta^3$ adódik. Ám az előbbi egyenlet $x^3 + 3\alpha\beta x = \beta^3 - \alpha^3$ alakra hozható, felhasználva, hogy $3x^2\alpha + 3x\alpha^2 = 3x\alpha\beta$. Összehasonlítva a kapott egyenletet a kiindulással, most az mondjuk, hogy az adott (a, b) számpárhoz találunk olyan (α, β) számpárt, hogy teljesüljenek a $3\alpha\beta = a$ és $\beta^3 - \alpha^3 = b$ egyenlőségek, vagy ami ezzel egyenértékű, a

$$\beta^3 - (-\alpha^3) = \frac{a^3}{27} \quad \text{és} \quad \beta^3 + (-\alpha^3) = b$$

egyenletek. A másodfokú egyenlet gyökei és együtthatói közti összefüggés alapján, viszont ez azt jelenti, hogy a β^3 és $-\alpha^3$ és a számok az

$$y^2 - by - \frac{a^3}{27} = 0$$

az egyenlet megoldásai kell hogy legyenek. Vagyis a feladatot visszavezettük egy másodfokú egyenlet megoldására, tehát

$$\beta^3 = \frac{b}{2} + \sqrt{\frac{b^2}{4} + \frac{a^3}{27}} \quad \text{és} \quad -\alpha^3 = \frac{b}{2} - \sqrt{\frac{b^2}{4} + \frac{a^3}{27}}$$

feltéve, hogy $\beta > \alpha$. Az eredeti egyenlet egy megoldása így

$$x = \sqrt[3]{\frac{b}{2} + \sqrt{\frac{b^2}{4} + \frac{a^3}{27}}} - \sqrt[3]{-\frac{b}{2} + \sqrt{\frac{b^2}{4} + \frac{a^3}{27}}}$$

A fentiekben csak a gondolat szeléből érzékeltettünk valamicskét. Az általános harmadfokú egyenlet megoldásakor számos fontos részletkérdés merült itt még fel, amelyek során Cardano nemcsak negatív, hanem komplex számokkal is számolt.

HIERONYMI CAR
DANI, PRÆSTANTISSIMI MATHE
MATICI, PHILOSOPHI, AC MEDICI,
ARTIS MAGNÆ,
SIVE DE REGULIS ALGEBRAICIS,
Lib. unus. Qui & totius operis de Arithmetica, quod
OPVS PERFECTVM
inscripsit, est in ordine Decimus.



HAbes in hoc libro, studiose Lector, Regulas Algebraicas (Itali, de la Cosa uocant) nouis adinventionibus, ac demonstrationibus ab Authore ita locupletatas, ut pro pauculis antea uulgò tritis, iam septuaginta euaserint. Neque folium, ubi minus numerus alteri, aut duo uni, uerum etiam, ubi duo duobus, aut tres uni equales fuerint, nodum explicant. Hunc aut librum ideo scire fin edere placuit, ut hoc abstrusissimo, & plane inexhausto totius Arithmetice thesouro in lucem eruo, & quasi in theatro quodam omnibus ad specandum expofito. Lectores incitaretur, ut reliquos Operis Perfecti libros, qui per Tomos edentur, tanto auditu amplectantur, ac minore fastidio perdant.

3. ábra • Cardano *Ars Magna* című könyvének címlapja

A harmadfokú egyenletek megoldásának fenti története a valóságnak egy gyakorta mesélt lehetséges változata. Egyes matematikátörténészek szerint a dolog azonban egészen másképpen történt. Annak kiderítése, hogy mi az igazság, még további kutatásokat igényel, feltéve, ha egyáltalán valaha is kiderül. Ma mindenesetre az egyetemeken a harmadfokú egyenlet megoldóképletét Cardano formulájaként szokás emlegetni.

A harmad- és negyedfokú egyenletek megoldhatósága azonban újabb kérdést vetett fel a matematikusoknak: mi a helyzet az ötödfokú egyenlettel? Ott is van megoldóképlet? Ennek tárgyalása azonban már mesz-

szire vezetne bennünket, egészen a XIX. századig, amikor is *Niels Henrik Abel* és *Paolo Ruffini* megmutatták, hogy ott már reménytelen általános gyökképletet találunk, mert biztosan nem létezik olyan. Sőt, semmilyen 4-nél magasabb fokú esetben sincs. Bizonyos speciális egyenletekre persze van algebrai megoldás, csak minden esetben használható gyökképlet nincs. Azt, hogy melyekre van és melyekre nincs, azt a Galois-elméletből tudhatjuk meg. De az már egy másik történet.

Kulcsszavak: *algebra, geometria, harmadfokú egyenlet, matematikátörténet, Cardano, Luca Pacioli, Regiomontanus, Tartaglia*

IRODALOM

- Filep László (1997): *A tudományok királynője* (A matematika fejlődése). Typotex–Bessenyei, Budapest–Nyíregyháza
- Gingyikín, Szemjon Grigorjevics (2004): *Történetek fizikusokról és matematikusokról*. (2. javított kiadás) Typotex, Budapest
- Juskevics, A. P. (1982): *A középkori matematika története*, Gondolat, Budapest
- Luca Pacioli (1494): *Summa de Arithmetica, Geometria, Proportioni e Proportionalità* (Az aritmetikának,

- geometriának, mértékeknek és aránylataiknak foglalatosa). Velence. A könyv faksimile változatban 1994-ben jelent meg a Balassi Kiadónál.
- Szénássy Barna (2008): *A magyarországi matematika története*. (3. átdolgozott kiadás), Polygon Könyvtár, Szeged
- T. Tóth Sándor – Szabó Árpád (1988): *Matematikai műveltségünk keretei. Középkor és reneszánsz*. Gondolat, Budapest
- Vekerdi László (1972): *A matematikai absztrakció történetéből*, Kriterion, Bukarest



LAPOZGATÁS EGY CSILLAGÁSZATI CORVINÁBAN

Barlai Katalin

a fizikai tudomány kandidátusa, ny. tud. főmunkatárs
MTA KTM Csillagászati Kutatóintézet
barlai@konkoly.hu

A kódex előzményei

A Corvinákról egy „kívülálló” is sokat megtudhat – vagyis aki nem történész vagy klaszika-filológus. Például Csapodi Csaba és Gárdonyi Klára *Bibliotheca Corviniana* című szép albumában a megmaradt Corvinákról sok adatot és képet találunk. Egyre több teljes mű felkerül az internetre is. Időről időre kiállítások tárlóinak üvege alatt is láthatók ilyen kódexek, és gondolom, sokunkban felébredt már a vágy, hogy jó volna felnyitni a riasztóval védett üvegfedelelet, és beleolvasni egy-egy kötetbe. Én személy szerint Johannes Müllerenek – humanista névén *Regiomontanusnak* – köszönhetek egy ilyen lehetőséget.

A csillagász Regiomontanus (1436–1476) a XV. század egyik legragyogóbb szelleme volt. Frankföldön született egy Königsberg nevű kis helységben (amely nem tévesztendő össze a mai Kalinyingráddal). Latinra fordított neve is szülőhelyére emlékeztet. Lipcsében és Bécsben végzett egyetemi tanulmányok után vándorévek következtek Itáliában. Ez általános szokásuk volt a korabeli humanista tudósoknak. Megfordult Páduában, Velencében és Rómában. Magyarországon – Esztergomban és Budán – összesen négy évig tartózkodott. Innen Nürnbergbe költö-

zött, és igen korán, negyvenéves korában, Rómában érte a halál. Legrésztesebb, legmegbízhatóbb életrajzát *Ernst Zimmer* professzor írta meg „kollégájáról” és honfitársáról (Zimmer, 1968).

Regiomontanus *Vitéz János* esztergomi érsek hívására került hazánkba. Vitéz János (1400 k. – 1472) ekkor már európaszerte ismert és tisztelt humanista főpap volt. Szerény horvát köznemesi családból származott, Luxemburgi Zsigmond kancelláriáján kezdte pályáját, és tehetségének köszönhetően, majd mint a Hunyadi család elkötelezett támogatója egyre emelkedett a nagyváradi püspökségen át egyenesen a legfőbb magyar egyházi méltóságig. Kitűnő könyvtára volt, humanista tudósokból álló kör szerveződött köréje már a nagyváradi években.

Mátyás király egyetem alapítására szóló engedélyt eszközölt ki II. Pál pápától *Janus Pannoniust* küldve követségbe. 1465-ben érkezett meg a pápai bulla Vitéz János érsek kezébe. Az egyetem – az *Academia Istropolitana* – Pozsonyban jött létre, az érsekség egyházmegyéjében.

Vitéz kiváló tudósokat akart az egyetem oktatói karába összegyűjteni, és ilyeneket hívott a megnyitőünnepségre is. Előzetesen felkérte Regiomontanust, akit már régebben,

bécsi tartózkodása alatt ismert meg, és a Lengyelországban *Marcin Bylica z Olkusza*, itthon *Ilkus Márton* néven ismert lengyel csillagászt, hogy szerkesszenek kedvező horoszkópot az egyetem számára, azaz keressék meg azt a bolygóállást, amely a legalkalmasabb volna az egyetem megnyitására. Ilkus Márton (1433 k.–1493) a krakkói egyetemen tanult, itáliai évei alatt pedig különböző egyetemeken tanított. Regiomontanusszal Rómában ismerkedett meg. Ilkus egy ideig tanított a pozsonyi egyetemen is, majd Mátyás király udvari asztrológusa lett.

Az Academia Istropolitanaát valójában 1476. július 20-a és 28-a között nyitották meg, azonban fennmaradt egy horoszkóp, amely 1476. június 6-án reggel 8 órai időpontban rögzíti az egyetem esélyeit. A horoszkópban a bolygók helyzete percnyi pontossággal, de a házak helyzete csak fokónként van megadva. Ezért biztosra vehető, hogy ezt a horoszkópot nem Regiomontanus készítette, ő mindig pontosabban számolt ennél. Azonkívül a Sarkcsillag magassága, vagyis a földrajzi szélesség sem Pozsonyra vonatkozik, Regiomontanus pedig mindig az adott helyet vette figyelembe, ahol tartózkodott. Ebben a horoszkópban asztrológiai szempontból több furcsaság van, például, hogy a megnyitó idején a Sirius éppen kel. Felmerült ezért az a gondolat is, hogy ez a horoszkóp egy elképzelt, „virtuális” időpontra vonatkozhat. Mindenesetre bármily fényes jövőt jóslt is a horoszkóp, az Academia Istropolitana nem volt hosszú életű.

Már a megnyitás évében, 1467-ben, Esztergom várában, Vitéz János primási székhelyén találjuk Regiomontanust, ahol a főpap megbízta őt olyan táblázatok elkészítésével, amelyek a horoszkóp felállítását könnyen, gyorsan lehetővé teszik.

Hosszú gondolati utat tett meg az egyház a kezdeti merev elutasítástól és tiltástól az asztrológia művelésének tudomásul vételéig és eltűréséig. Neves egyházatyák foglaltak állást a kereszténység első századaiban az asztrológusok mágiái ellen. A teljesség igénye nélkül utalok pár prominens véleményre.

Tertullianus karthagói püspök (155 k.–220 után) *De idololatria* című munkájában fejt ki, hogy a keletről érkező mágusok, akiknek a csillagok állása adta hírül Jézus születését, voltak az utolsók, akik joggal használták ezeket a praktikákat. Az asztrológia, mint írja, manapság Krisztussal foglalkozik – Krisztus csillagának a tudománya nem pedig a Szaturnuszé avagy Marsé. A *Szentírás* kialakulásáig megengedett volt e tudomány űzése, de Krisztus születése után nem kell többé senki születési adatait így elemezni.

Augustinus Aurelius (Szt. Ágoston), Hippo püspöke (354–430) több művében is állást foglalt a „matematikusok” jóvendőmondásai ellen. Érvei részben logikaiak, részben spirituálisak: például az ikrek sorsa mennyire különböző, holott egyszerre születnek. Ha erre az asztrológusok válasza az, hogy a születési időpontok között mégis van kis különbség, akkor miért eltérő a sorsuk azoknak az „időbeli” ikreknek, akik két különböző anyától egyazon időpontban születnek. Továbbá ellentétes volna a szabad akarat, amit Isten adott nekünk, ha égitestek kormányoznák a sorsunkat. Az egyházatyák itt érvelnek, de más ellenzők részéről fenyegető megnyilvánulások is voltak.

A középkorban, főképp a keresztes hadjáratok folyamán, amikor tartósan érintkezett a keresztény Európa az arab tudományossággal, ahol sosem volt tilalmas, sőt virágzott az asztrológia, oldódni kezdett a görcsös ellenállás.

A reneszánsz idejére már tárt karokkal fogadták az asztrológusokat a pápai és uralkodói udvarokban, egyházfejedelmek rezidenciáiban is. Galeotto írja, hogy Vitéz János érsek annyira csillaghívő volt, hogy a horoszkópszámításhoz szükséges megfelelő évkönyvet, az *Ephemerist* mindenhova magával vitte, s nem kezdett bele semmibe, amíg a csillagok állását meg nem tudakolta (Zinner, 1968).

A csillagióslással kapcsolatos új ideológiát szépen fogalmazza meg Miklós, Modrus püspöke, aki a Vitéz János körül kialakult humanista körhöz tartozott. „Legalábbis úgy hiszem, hogy magának a természetnek a törvényeiben az irtalmas Isten hátrahagyta azokat a nyomokat, amelyekből nem nagy fáradtsággal kiolvashatjuk a mi sorsunk állapotát” (Nagy, 1976).

Híve volt az asztrológiának Mátyás király is. Ő már prágai „fogsága” alatt is találkozhatott a csillagióslással, hisz Podjebrád György fia, Henrik is asztrológiával foglalkozott. Mátyás oly vakon hitt a jóslatoknak, hogy elébe helyezte orvosai véleményének is. Ők aggódtak egészségi állapota miatt, és kíméletesebb életmódot javasoltak, de a horoszkópok hosszú élettel kecsegtették. Így tehát – mint Zinner írja – halálát saját hiszékenységre sietette.

A balsikerű Academia Istropolitana megnyitása után nem sokkal már Esztergomban van Regiomontanus, és belekezd a táblázatok összeállításába. Mint az érseknek szóló ajánlásában írja: „Amikor eljöttem, és szolgálataimra készen álltam, először is azt a parancsot kaptam, hogy állítsam össze a direkciók valamilyen tábláit, hogy azok könnyen használhatók legyenek... Helyesen figyelted meg ennek a dolognak a nehézségét, hiszen ezt minden asztrológus kerüli mint valami veszélyes szirtfokot.”

*Tabulae directionum profectionumque
in nativitatibus multum utiles*

A cím szó szerinti fordítása: Az irányok és eredetek táblái, melyek a születéseknél nagyon hasznosak. Megértéséhez azonban inkább asztrológiai kézikönyvre van szükség, mint latin–magyar szótárra. Például Csaba György *Csillagióslás, legenda és valóság* című könyvének lexikon részében ez olvasható:

„**Direkció** (irányítás) (lat.) az asztrológiai prognózisban használatos eljárás. Két fajtája a primer és a szekunder ~. A primer (elsődleges) ~ esetén egy esemény bekövetkeztének idejét úgy jósolják meg, hogy kimérik a születési →horoszkóp valamely →planétájának vagy →házcsúcsának (az ún. jelölőnek) szögtávolságát a horoszkóp bármely lényeges pontjától (az ún. ígérőtől), és a távolság minden fokát 1 évnek feleltetik meg. Pl. ha a születési horoszkópban a Nap és a Hold 15°-ra esik egymástól, akkor a Nap-Hold együttállás által jelzett esemény a születéstől 15 éves korára várható... A szekunder (másodlagos) ~ a planéták valódi mozgásán alapul 1 nap = 1 év „átszámítási kulcs” használata mellett. Ha pl. azt akarjuk tudni, hogy mi történik valakivel 30 éves korában, akkor a születése utáni 30. napra kell kiszámítani a →planéták (jelölők) helyzetét és megvizsgálni a születési horoszkóp elemeihez (ígérők) való viszonyukat.

Profekció (30 fokos irányítás) az asztrológiai prognózis egyik eljárása; az alapképlet minden pontját évente 30 fokkal mozgatjuk előre, és figyeljük, milyen kapcsolatba jutnak az alapképlet lényeges pontjaival (ígérők). Eszerint az élet eseményei 12 éves ciklusokban ismétlődnének.”

Ilyen asztrológiai mennyiségek meghatározását segítik a táblázatok. Egy mai csilla-

gász, aki nem tud és nem is akar horoszkópokat készíteni, jó középiskolai latintudással és szakértő fordítói segítséggel előbb-utóbb rájön, hogy egy változatos gömbháromszög-tani példatárat tart a kezében.

A munka gerincét tizenhat táblázat alkotja, amelyek a horoszkópok felállítását segítik. Összesen harmincegy probléma (feladat) megoldását teszik lehetővé ezek a táblázatok. A tájékozódás kedvéért felsorolom őket. Lefordításuk fölösleges, mert a ma is használatos kifejezésekre ráismerünk, az ismeretlen asztrológiai fogalmakhoz pedig hosszú magyarázatok kellenének.

Tabula declinationum

Tabula declinationum generalis

Tabula coeli medationum

Tabula generalis coeli mediationum

Tabula differentiarum ascensionaliium

Tabula ascensionum rectorum

Tabula ascensionum obliquarum

Tabula domorum secundum

Campanum et Gazulum

Tabula domorum rationalis

Tabella positionum

Tabula positionum generalis

Tabula profectionis

Tabula profectionis mensurnae

Tabula mensium profectionaliium

ac usualium

Tabella sinus recti

Tabula foecunda (tangenstáblázat)

A harmincegy problémát (példát), amelyeket a táblázatok segítségével meg lehet oldani, nem sorolom fel. Legtöbbjükhöz tudni kellene az asztrológiai kifejezések jelentését. De vannak köztük olyanok is, amelyek egy mai csillagász számára is rögtön érthetők. Az első négy probléma például ilyen:

- 1.) Zodiákuson levő bolygó deklinációjának kiszámítása

- 2.) Bármely helyzetű bolygó vagy csillag deklinációjának kiszámítása

- 3.) Bolygó rektaszcenziójának kiszámítása

- 4.) Bármely helyzetű csillag rektaszcenziójának kiszámítása.

Az első és harmadik példában az égitest az ekliptikához közeli sávban van 8°-on belül. Nem zavaró az asztrológiai szóhasználat, például, hogy az ekliptikai hosszúság az állatövi csillagképek fokaiiban van megadva, a táblázatokban az állatövi csillagképek jelei alapján lehet bármit kikeresni.

Regiomontanus nagyon kedvel a Szűz csillagképben egy pontot. Ez a pont a Szűz csillagkép 12 fok 15 perc hosszúságán és 3 fok 24 perc ekliptikai szélességen van. Ez mint egy „állatorvosi ló” csaknem minden problémában szerepel. A kezdeti feladatokban meghatározott ekvatoriális koordinátái – deklinációja és rektaszcenziója – a későbbi feladatokban visszatér mint kiindulási adat. A megoldásokat segítő táblázatok nagy pedagógiai gonddal vannak összeállítva. Sorrendjük megfelel az egymást követő, egyre nehezedő feladatok sorrendjének. A tangenstáblát néhányszor, a szinusztáblát csaknem mindegyik feladatban használni kell.

Negatív számok a táblázatokban nincsenek. Északi és déli deklináció van, a Zodiákusnak felszálló és lenyugvó íve. Törtszámok sem szerepelnek. Ezek elkerülésére a szinusz ívét egy 60 000 egységnyi sugarú körön méri: sin 90°-nak 60 000-et megfelelően. Az értékek percenként és négy, később öt számjegyre vannak megadva. (Kiszámolt olyan szinusztáblát is, ahol 90°-nak 100 000 felel meg. Ezt éppen Budán fejezte be.) A tangenstáblában 45°-nak 100 000 felel meg, a szögek növekedésével már hétjegyű a táblázat és fokonkénti értékek vannak.

Tabula Foecunda. F 1

Numerus		Numerus		Numerus	
gr.		gr.		gr.	
0	00000	1	60086	011	11180402
1	1745	32	62486	62	188075
2	3492	33	64940	63	196263
3	5240	34	67452	64	205034
4	6992	35	70022	65	214490
5	8748	36	72654	66	224007
6	10511	37	75356	67	235583
7	12278	38	78129	68	247513
8	14095	39	80978	69	260511
9	15858	40	83909	70	274753
10	17633	41	86929	71	290422
11	19419	42	90040	72	307667
12	21256	43	93254	73	327038
13	23087	44	96571	74	348748
14	24932	45	100000	75	373211
15	26794	46	103551	76	401089
16	28674	47	107236	77	433148
17	30575	48	111062	78	470453
18	32492	49	115037	79	514438
19	34433	50	119177	80	567118
20	36396	51	123491	81	631377
21	38387	52	127994	82	711569
22	40402	53	132704	83	814456
23	42448	54	137639	84	951387
24	44522	55	142813	85	1143131
25	46631	56	148253	86	1430203
26	48772	57	153987	87	1908217
27	50952	58	160035	88	2863563
28	53170	59	166429	89	3729796
29	55432	60	173207	90	Inhinitum
30	57734				

1. ábra • A *Tabula foecunda* – mai szóhasználattal tangenstábla. (A latin *foecundus* melléknév jelentése: termékeny – szellemi értelemben is.)

A feladatok elején szinte szájbarágós alapossággal elmondja, mi az eljárás, ha a keresett érték nincs meg pontosan a táblázatban, vagyis hogyan kell interpolálni. „Megtalálni annak a planétának a deklinációját, amelynek a zodiákuson ismert *helye van*.” Ez szó szerinti címe az első problémának. Majd magyarázat következik: „A bolygó jelének a helyét és keresett fokát a deklinációk táblázatának (*tabula declinationum*) a jobb oldalán találod, ha az a felkelő zodiákus ívén van, vagy a bal oldalán, ha a zodiákus lenyugvó ívén mutatkozik. Ha pedig szélessége is van, a táblázat keresztbe menő felső oldalán és a közösen kijelölt szögben találod majd a

bolygó keresett deklinációját. Mégpedig az északit, ha a piros skála fölött, a délit pedig akkor, ha alatta lesz található. Ha tehát a bolygó hosszúsága vagy szélessége, vagy mindkettő nem lenne kifejezve a táblák szélein, kettős belépéssel kell dolgoznunk szokás szerint...”

A folytatástól most tekintsünk el, mert a leírás nagyon hosszadalmas, és az interpolálás ma középiskolás tananyag. Az általános magyarázat után számszerű példán is megmutatja az eljárást. „Egy példában talán könnyebben meg fogod érteni. Legyen tehát egy bármilyen planétának a Szűz 12 foka 15 percén 3 fok 24 perc az északi szélessége.

Residua pars																				
Latitudo Septentrionalis																				
mp	8	7	6	5	4	3	2	1	0	1	2	3								
gr.	m.gr.	m.gr.	m.gr.	m.gr.	m.gr.	m.gr.	m.gr.	m.gr.	m.gr.	m.gr.	m.gr.	m.gr.								
1	18	58	18	2	17	6	16	10	15	14	14	11	8	13	22	12	20	11	39	30
2	18	34	17	4	16	49	14	40	14	41	13	57	13	1	12	9	11	9	29	
3	18	12	17	19	16	23	15	27	14	31	13	35	12	40	11	44	10	47	28	
4	17	52	16	57	16	1	15	4	14	0	13	13	12	16	11	22	10	24	27	
5	17	30	16	35	15	39	14	45	13	47	12	51	11	50	11	0	10	4	20	
6	17	8	16	13	15	17	14	21	13	24	12	29	11	34	10	38	9	42	25	
7	17	45	15	50	14	54	13	59	13	5	12	7	11	12	10	10	9	20	24	
8	16	22	15	27	14	32	13	26	12	41	11	45	10	50	9	54	8	58	23	
9	15	59	15	4	14	9	13	13	2	18	11	22	10	27	9	31	8	35	22	
10	15	36	14	41	13	46	12	50	11	55	10	59	10	4	9	8	8	13	21	
11	15	13	14	18	13	23	12	28	11	32	10	37	9	41	8	46	7	50	20	
12	14	50	13	55	12	0	12	5	11	9	10	14	9	18	8	23	7	18	19	
13	14	27	13	32	12	37	11	42	10	46	9	51	8	55	8	0	17	15	18	
14	14	4	13	9	12	14	11	19	10	23	9	28	8	32	7	37	6	42	17	
15	13	41	12	46	11	51	10	56	10	0	9	5	8	6	7	14	6	19	16	
16	13	17	12	23	11	27	10	32	9	36	8	41	7	46	6	51	5	55	15	
17	12	53	11	59	11	4	10	9	13	8	18	7	23	6	28	5	32	14		
18	12	30	11	35	10	40	9	45	8	50	7	55	7	0	6	5	9	13		
19	12	6	11	11	10	16	9	21	8	26	7	31	6	36	5	41	4	45	12	
20	11	43	10	48	9	53	8	58	8	4	7	7	6	11	5	17	4	22	11	
21	11	19	10	24	9	29	8	34	7	39	6	43	5	48	4	51	3	58	10	
22	10	55	10	0	9	5	8	10	7	15	6	19	5	24	4	29	3	51	9	
23	10	3	9	36	8	41	7	44	6	51	5	56	4	5	41	6	31	8		
24	10	7	9	12	8	17	7	22	6	27	5	32	4	37	3	42	2	47	7	
25	9	43	8	49	7	53	6	58	6	3	5	8	4	13	3	18	2	23	6	
26	9	19	8	24	7	30	6	25	5	40	4	45	3	55	2	55	2	0	5	
27	8	55	8	0	70	6	11	5	16	4	21	3	26	2	31	1	36	1		
28	8	31	7	35	6	42	5	47	4	52	3	59	2	59	2	7	1	12	3	
29	8	8	7	22	6	18	5	23	4	28	3	33	2	38	1	43	0	48	2	
30	7	44	6	49	5	54	4	59	4	4	3	9	2	19	1	29	0	24	1	
31	7	20	6	25	5	30	4	35	3	40	2	49	1	50	0	55	0	0	0	

2. ábra • A Tabula declinationum egy lapja a Szűz csillagképbeli ponttal

Keresendő tehát az egyenlítővel való deklinációja. Látom a Szűz 12 fokát a táblázat bal oldalán, a 3 fokot pedig megkaptuk a táblázat tetején. Alatta lemegyek egészen a táblázat 12 fokáig, ahol a közösen kijelölt szög 9 fok 51 perccel találom, ennek és a közvetlenül alatta levő számnak a különbsége 23 perc, amelyekből megkapom az arányos részt, 60-ból a 15 perces hosszúságra jutó arányt, ti. negyed részt, ami majdnem 6 perc. Hasonlóképpen összevetem ezt a szöveget a tőle balra levő szomszédos számmal, amelytől a bolygó északi szélessége (szintén) függ. A különbségből, amely 55 perc, megkapom az

arányos részt, 24 percet 60-hoz viszonyítva 22 perc adódik. Ez hozzáadandó a szomszédos számhoz, mivel az nagyobb mint a közösen kijelölt szög. Kivonván tehát a hosszúságra kapott arányos részt a szélesség arányos részéből 16 perc marad, ezt hozzáteszem a közösen kijelölt szöghöz, és végre megtalálom a bolygó 10 fok 7 perces északi deklinációját.”

A deklináció kiszámítása után az első probléma megoldásának végén Regiomontanus a következő szavakkal fordul az érsekhez: „A műveletek többi változatát pedig, mivel részint könnyűek, és a most említettekben

gömbfelületen vannak rögzítve. Mozgásuk látszólag ezen a gömbfelületen történik. A csillaghit miatt figyelték az ekliptika mentén mozgó bolygókat a saját lakóhelyük lokális rendszeréből, és mit sem tudtak a horizontális és ekliptikai rendszerek átszámítási képleteiről, mégis gömbi geometriai szemléletük volt, ha nem is tudatosan.

Egy fontos kérdést még meg kell említeni a horoszkópokkal kapcsolatban. Évszázados vita tárgya volt, hogyan kell a „házak” határait a Zodiákus mentén helyesen kijelölni. Regiomontanus mára *Tabulae directionum* ajánlásában is aggódalmasan említi az érseknek az elődök eljárásait, amelyekkel nem ért egyet. A munka 14. problémája pedig teljes egészében erről szól, címe: „Az ég 12 házának kezdetét ésszerűen megállapítani”. Meglehetősen hosszú (öt gépelt oldal), de érdekes érvelés, hozzá nem értők számára is.

Járatlan vagyok a horoszkópkészítésben, és nem fogadom el, hogy a bolygók állása meghatározza az életünket, de nincs bennem militáns hevület az „áltudomány” ellen. Elismerést érzek, ha arra gondolok, hogy a régi asztrológusok és „mathematicusok” a gömbi geometria alapos ismeretével számítástechnikai segédeszközök nélkül képesek voltak ilyesfajta, akár asztrológiai számításokat könnyedén elvégezni. Gondolom, a mai asztrológusok kész programokat használnak. Mi pedig technikai civilizációnk következtében egyre kevesebbet látunk a csillagos égből.

Primári kéziratból Corvina kódex

Nem minden XV. századi kódexünk Corvina. Ez az elnevezés csak Mátyás király könyvtárának köteteit illeti meg. A mi Táblázataink esetében azonban – mint majd látni fogjuk – jogos ez az elnevezés. A *Tabulae directionum*... kéziratban már 1467-ben elkészült. A gyors

munkát az is lehetővé tette Regiomontanus nagy munkabírásán kívül, hogy a táblázatok alapötlete már évekkel előbb megszületett benne, és ezen kívül Ilkus is segített befejezni. A következő évben küldött róla egy másolatot Ilkus Márton a Krakkói Egyetemnek azzal a kéréssel, hogy hagyják változatlanul, ne bővítsék, és ne is hagyjanak el belőle semmit. Több másolat is készült, az érsek pedig díszes kódexet is csináltatott a műből, amelyet könyvtára megbecsült darabjának szánt. Az illusztrációk 1471-ben és 1472-ben Nürnbergben készültek. Magát a kódexet ma Wolfenbüttelben a Herzog August könyvtár őrzi: COD GUELF.69.9 Aug. 2° Fol. IV.

A kódex másolata mikrofilmen a MTA Könyvtárában COD GUELF 337/1 jelzettel található. Ezt a mikrofilmet hasonlítottam össze oldalról oldalra egy, az Akadémia könyvtárában fellelhető nyomtatott példánnyal, katalógusszám: 542.883 (Regiomontanus,

IOANNIS DE MONTE

REGIO, MATHEMATICI CLARISSIMI, TABULAE DIRECTIONVM PROFESSIONUM, non tām Astrologiae iudicariae, quām tabulis instrumentisq; innumeris fabricandis vtilis ac necessariae. Denuo nunc editae, & pulchriore ordine dispositae, multisq; in locis emendatae.

ET PSEDEM REGIOMONTANI TABVLA SINYVM, per singula minuta extensa, vniuersam sphaeriarum trian-gularum scheniam completens.

ACCESSERVNT HIS TABVLAE ASCENSIONVM obliquarum à 60. gradu elevationis poli, vsque ad finem quadrantis: per REGIOMONTANI & REINHOLDI V. M. Salutenidienis scripturae.



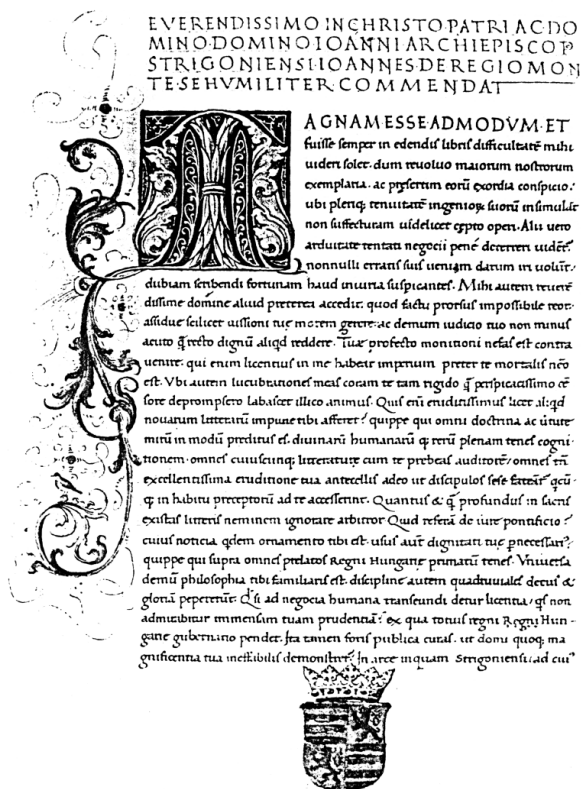
M. ACADEMIA
KÖNYVTÁRA

VVITTEBERGAE

Imprimebantur in Officina Typographica Matthaei VVielack.

ANNO M. D. LXXXIV.

4. ábra • Az 1584-es Wittenbergben készült kiadás címlapja, MTA Könyvtára, 542.883.



5. ábra • A Corvina első lapja

1584). A kódex a nyomtatott példánnyal oldalról oldalra megegyezik, beleértve az érseknek szóló ajánlást is (Waczulik Margit fordítása), azonban a színusztábla nincs benne.

A direktiók Táblázatai a maguk idejében igen népszerűek voltak jó használhatóságuk miatt, és még évtizedek múlva is készültek belőle nyomtatott kiadások. Összesen tizenegy nyomtatott kiadásról tudunk 1490 és 1626 között.

A *Bibliotheca Corviniana* Csapodi–Gárdonyi-monográfiában a kódexről a következő olvashatjuk: „A Vitéz Jánosnak ajánlott mű két évszázadig a csillagászat nélkülözhetetlen eszköze volt... Scriptor ismeretlen. - Illuminálás: Nürnberg, 1471/72 – Mátyás király címe-

rével díszített... Valószínűleg Vitéz János glosszái és javításai láthatók benne.” (Csapodi – Gárdonyi, 1990, 68.) „A Regiomontanus csillagászati tábláit tartalmazó kódex talán Vitéz Jánosé volt, mert a címlap alján ugyan Mátyás címerét látjuk aranykoronával, de az ajánlás Vitéznek szól. A szövegkezdő »M« iniciálé és az ebből kiágazó egyszerű miniatúradísz (stilizált akantuszlevelek, melyek közül az utolsón egy madár ül) tipikusan bajor, közelebbről Augsburg-Nürnberg környéki. Ebből arra lehet következtetni, hogy a példányt maga Regiomontanus készítette, mivel tudjuk, hogy 1471-ben Budáról Nürnbergbe ment és ott telepedett le...” (Csapodi – Gárdonyi, 1990, 530., LXVIII. tábla)

Feltehető, hogy mire a kódex teljesen elkészült, az érsek már nem élt. 1471-ben ugyanis kiderült, hogy főurak egy csoportja élükön az érsekkel és onokaöccsével, Janus Pannoniusszal összeesküdött Mátyás ellen. Más uralkodót akartak választani. Valószínűleg nem helyeselték a király mindenáron Bécs meghódítását célzó külpolitikáját, és az ország erőit inkább a török elleni harcra összpontosították volna. A sikertelen összeesküvés résztvevői elleni megtorlás során Vitéz János házi őrizetben fejezte be életét, 1472 tavaszán meghalt. Janus Pannoniust menekülés közben érte a halál.

1471-ben Regiomontanus Nürnbergbe költözött. Ott saját nyomdát alapítva tudományos és matematikai művek kiadását kezdte meg. 1474-től kezdte meg kiadni nyomtatott formában az *Ephemeris*-eit, mai kifejezéssel Csillagászati évkönyveket. Ilyeneket azonban kéziratos formában ezt megelőzően is évről évre kiszámolt, hiszen a bolygók aktuális helyzeteinek ismerete nélkül a táblázatok a horoszkópkészítéshez önmagukban alkalmatlanok voltak. Az Esztergomban és később Budán kiszámított kéziratos *Ephemeris*-ek azonban nem maradtak fenn.

Regiomontanusnak köszönhetem, hogy ezzel a kódexszel ismerkedni kezdtem. 1986-ban Regiomontanus születésének 400. évfordulója alkalmából felkértek egy előadásra

az akkori TIT-ben. További ismerkedés volt egy 1992. évi konferenciára való készülődés. A konferenciát Fromborkban rendezték Amerika (Columbus általi) felfedezésének 500. évfordulóján: *Time and Astronomy at the Meeting of Two Worlds* címmel. Bár itt a Táblázatoknál több figyelem irányult Regiomontanus *Ephemeris*-eire, azaz Csillagászati évkönyveire, amelyeket Columbus is használt tengeri útjai során (Barlai et al., 1994).

A Corvinák részét képezik a világ emlékezetének. A közeledő reneszánsz év is sugallta, hogy a táblázatok újra elővegym, és a latinból lefordított „problémákat” megpróbáljam oldogatni (a fordítást Boronkai Ágnes készítette). Csillagász hallgatókkal is számoltunk példákat. Úgy láttam, érdekesnek tartották, hogy a szögfüggvények értékei, amelyek e régi táblázatokban vannak, kis kézi számológépeikben is pontosan megjeleníthetők (például a tangenstáblázat csak 80° fölött mutat enyhe eltérést a 7. jegyben).

Ma már pontos képletek állnak rendelkezésre, hogy egyik koordináta-rendszerből áttérjünk a másikba. Ritkán használjuk őket, eléggé unalmasak. Ezek a régi feladatok életre keltik a képleteket, és a számítások akkor is érdekesekek, ha nem hiszünk a csillagokban.

Kulcsszavak: *Corvina, kódex, Regiomontanus, reneszánsz*

IRODALOM

- Barlai Katalin – Boronkai Á. – Pócs L. (1994): A Hungarian Codex and the Ephemerides of Columbus. In: Iwaniszewski, S. et al. (eds.): *Time and Astronomy at the Meeting of Two Worlds*. Warsaw University, 380–395.
- Csaba György (1986): *Csillagióslás, legenda és valóság*. Minerva, Budapest
- Csapodi Csaba – Csapodiné Gárdonyi Klára (1990): *Bibliotheca Corviniana*, Helikon, Budapest
- Nagy Zoltán (1976): Asztronómia a Mátyás-korabeli Magyarországon. *Világosság*, 17, 775–781.
- Vargha Domokosné (1997): Mátyás király csillagásza. *Élet és Tudomány*, 35, 1103–1105.
- Zinner, Ernst (1968): *Leben und Wirken des Joh. Müller von Königsberg, genannt Regiomontanus*, Otto Zeller, Osnabrück
- Waczulik Margit (1984): *A táguló világ magyarországi hírmondói. XV–XVII. sz.*, Gondolat, Budapest

A KÉMIA SZÜLETÉSE A KÉTELKEDÉS SZELLEMEBŐL

Schiller Róbert

a kémiai tudomány doktora, c. egyetemi tanár,
MTA KFKI Atomenergia Kutatóintézet
schiller@aeki.kfki.hu

A kémikusok évszázadok óta úgy tartják, hogy *Robert Boyle* a modern kémia megalapítója (Partington, 1961). Nincsen okunk rá, hogy ezt a megállapítást kétségbe vonjuk. Máiig azonban meg is változtak, meg is szaporodtak az okok, amelyek miatt nagyra becsüljük az eredményeit. Boyle személye és szerepe annyira jelentős, hogy amint a tudományos gondolkodás fejlődik, úgy világosodik meg életművének egyre újabb és újabb, korábban árnyékba merült oldala. Életrajza a szelíd és szorgalmas tudósé, egy kiváló szellemi kört maga köré vonó, jelentékeny gondolkodóé.

Robert Boyle 1627-ben született Írországban, angol eredetű családban. Apja Richard Boyle volt, Cork első earlje, akinek tizennégy gyereke közül ő volt a hetedik. Előkelő és gazdag család: a fiú Etonban kezdte az iskoláit, majd házitanítójával európai útra küldték; két évet Genfben töltött, itt a város kálvini szelleme erősen hatott rá, ebben is élt élete végéig. 1654-ben Oxfordba költözött, itt kezdte első kísérleteit asszisztense, *Robert Hooke* társaságában. Később Londonba telepedett, nővére házában élt a Pall Mallen, ott rendezte be magánlaboratóriumát, ahol Hooke mellett több asszisztens és technikus is segítette a munkáját. Apja halála után elveszítette ugyan a vagyonát, ám szemmel

láthatóan maradt annyija, hogy független életet élhessen. A forradalom és restauráció nagyon is mozgalmas és veszélyes éveiben visszavonultan élt. A többször is felajánlott főrendi címeket rendre visszautasította, nagy családjában ő volt az egyetlen, aki híján volt minden rangnak. 1680-ban felkínálták a nem sokkal korábban alakult Royal Society elnöki székét, de azt se fogadta el, vélhetően vallási okokból. A vallás egyébként is fontos szerepet játszott a gondolkodásában: képzett laikus teológusnak tekinti az utókor (Hunter, 1994). Természetesen foglalkoztatta a ráció és hit viszonya, a természeti törvények isteni eredete. Néhány munkájának a címét írom csak ide, hogy lássuk gondolkodásának az irányát: *Things above Reason, The Reconcilability of Reason and Religion, The Christian Virtuoso* (a virtuoso szó ebben az időben természettudóst, majd ritka természeti jelenségek gyűjtőjét jelentette). Ezeket a műveket se ismertetni, se értékelni nem merem. Egyetlen, kissé talán eretnek ízű mondatát idézem csak: „A kereszténység alapvető tanítása is, az anyagra és mozgásra vonatkozó tételek is annyinak mutatkoznak csak, mint egy epiciklus Isten terveinek nagy és univerzális rendszerében, és mindössze részei a dolgok általánosabb elméletének.” Úgy gondolom, azt kell ezen érte-

nünk, hogy ahogyan egy bolygó epiciklusa csekély, bár fontos és igaz részét alkotja Ptolemaiosz teljes világméretű, úgy a vallás hittételei és a természet felismert törvényei is csak csekély, bár igaz és fontos részei egy általános, isteni rendnek. Mértéktartó kutató és jámboran hívő elme véleménye.

Tiszta jellemű, kedves, udvarias embernek írták le. Nagy baráti köre volt, szellemnek hatása még Newtonra is kisugárzott (Laidler, 1993). Egyébként magányosan élt, egy felbomlott eljegyzés után soha nem nősült meg; egy fiatalkori levelében, kissé barokkos fordulatú azt írta, hogy a szerelem istene és ő egyre csak dacolnak egymással. 1691-ben halt meg, mint írják, olyan könnyen, „hogyan nyilvánvaló volt, a fénye csak azért aludt ki, mert kifogyott az olaj, amely a lángot táplálta”. Sírja mára eltűnt, könyvtára szétszóródott.

A XIX. század második felében egy német tankönyv (Rau, 1877), amely büszke címe szerint a modern kémia alapjait foglalta össze, azt írta: „Ha helyénvaló volna, hogy egy tudomány keletkezését egyetlen névhez kössük, úgy Boyle volna a tudományos kémia megalapítója.” Ki is fejté a könyv, hogy miért. Ő ismerte fel, hogy a kémia méltó arra, hogy önmagáért tanulmányozzuk, nem pusztán mint az orvostudomány vagy az alkímia eszközt; szabatos kémiai kísérleteket végzett; elvetette mind az arisztotelészi négy elem, mind a paracelsusi három őselv gondolatát, ezeket nem tekintette kémiai elemeknek.

Mindez természetesen igaz, de a felsorolás nemcsak Boyle művét, hanem a tankönyv korát is elérik idézi. Abban az időben azokat a fogalmakat és törvényeket, amelyeket ma az általános kémia első fejezeteiben tanulunk, már meglehetősen világossággal ismerték. Tudták, hogy mi a különbség elem, keverék és vegyület között, mi az atomsúly, mi az egyen-

értéksúly és a mólsúly, mit kell érteni a vegyérték fogalmán, ismerték a kémiai egyensúly és a reakciósebesség alapvető törvényeit, kialakulóban volt a kémiai termodinamika is. Amiről viszont sokat vitáztak, a nélkül hogy egyetértésre jutottak volna benne, az az atomok és molekulák létezése. *John Dalton* művét természetesen ismerték, de éppen a kémiai ismeretek szaporodásával, a gondolkodás igényesebbé válásával hajlottak egyre inkább arra, hogy az atomelméletéről mint hipotézisről beszéljenek csak, gondolati gégeszközről, amely megkönnyíti a kémia fogalmainak megértését. Úgy gondolták, az atomok valóságos létezését még senkinek sem sikerült bizonyítani.

Igazuk volt a XIX. században élt elődeinknek. Mérőeszközök nem vezethették el őket az atomokig. Mérleg, büretta, hőmérő, manométer, elektroszkóp, mágnesű – ezek voltak a műszereik, ezekkel pedig semmi olyan eredményre nem lehetett jutni, amelyek akár bizonyították, akár cáfolták volna az atomok létét. *James Clerk Maxwell* kinetikus gázelmélete már készen állt, *Ludwig Boltzmann* a statisztikus mechanika legszebb, máig csodált és használt tételeit fogalmazta meg, ennyi azonban nem győzhette meg a merev, kísérletező elméket. Jellemző a kor intellektuális állapotára *Wilhelm Ostwald* szellemi fejlődése. Korai tankönyvében még valóságos létezőknek tekintette a molekulákat. Csak később, kritikai szellemének erősödésével és az empiria egyre makacsabb tiszteletével jutott el a tagadásukig. (Hogy aztán hosszú élete vége felé, mikor már közvetlen látszó kísérleti bizonyítékokat tártak elé, elismerje – újra elismerje – a létüket. Nagyon becsületes intellektus volt.)

Az atomelméletnek ez a rangvesztése a korban, a kizárólagos szerep, amelyet a mak-

roszkópos jelenségek fenomenológiája játszott a század kémiájában, az oka annak, hogy az előbb idézett tankönyv tudomást sem vesz arról, mit gondolt Boyle az atomokról, létükről és mozgásukról. A mai tudománytörténet erre természetesen meglehetősen figyelmet fordít (Anstey, 2000).

Boyle gondolkodására *René Descartes* volt bevallottan nagy hatással, atomelmélete mégis *Pierre Gassendi*től származott. Gassendiről olvasva az az ember érzése, mintha legfontosabb eredménye az lenne, hogy megkeresztelte Epikurost. Ilyenek a tételei: semmiből nem lesz semmi, és nincsen test, ami semmivé válhatna, kivéve, ha a Teremtő úgy akarja; az atomok örökös mozgásban vannak, mert Isten ezt mérte rájuk a Teremtéskor. Ez az ateizmusától megszabadított antik atomelmélet fontos érvet nyert a kor kísérleti munkáitól. Az anyagokat csak azért lehet feldarabolni, állítja az elmélet, mert az atomok között űr van. Ám az atomok közötti űr, tehát egy olyan része a térnek, amelyben nincsen anyag, korábban képtelen gondolatnak tetszett. *Evangelista Torricelli* kísérletei bebizonyították, hogy ilyen tér nagyon is létezik. Tehát létezhetik atom: ez a teljesen kitöltött tér; és vákuum: ez a teljesen üres tér – harmadik lehetőségét már el se lehet gondolni. Gassendi nem vetette el se *Arisztotelész* négy elemét, se *Paracelsus* három őselvét, de kijelentette, hogy azok is atomos szerkezetűek. Az atomok kezdetről fogva létező, áthatolhatatlan, egyszerű, változhatatlan és elpusztíthatatlan testek. Méretre, alakra és súlyra nézve különböznek egymástól. Náluk kisebb részek nem léteznek, ők maguk olyan aprók, hogy szabad szemmel, de még mikroszkóppal sem láthatók. Sokféle alakjuk lehet, van köztük sima is, durva is. Az atomok kis testekké (korpuszkulákká), molekulákká egyesülnek (Gassendi használja ezt

szót), mert kis kampók vagy horgok nyúlnak ki belőlük. A molekulák építik fel a tapintható, látható testeket. Állandó mozgásban vannak, mozgásuk energiája a Teremtés óta állandó. (Gassendi az *impetus* szót írja – vigyáznunk kell, hogy ne tulajdonítsunk korszerűtlen fogalmakat a régi nagyoknak!) A hő nem más, mint a hőatomok gyors mozgása.

A kor természettudománya nem kis részben *Francis Bacon* induktív módszerének hatása alatt fejlődött. Ennek lényege a jelenségek megfigyelésében, rendszerezésében, majd az azokból levonható következtetésekben áll. Bacon a hipotézisekkel és az azokból deduktív úton levonható megállapításokkal szemben gyanakvó ellenszennvel viseltetett. A módszer egy szép példáját *Simonyi Károly* idézi: ebben Bacon arra az eredményre jutott, hogy a hő a mozgás egy fajtája – Simonyi (1978) szerint csak a szerencséje segítette a helyes megállapításhoz.

Kémiai kutatás vagy egyetemi oktatás a szó mai értelmében nem folyt Angliában Boyle ideje előtt. Az első oxfordi professzor, aki „gyakorlati kémiát” tanított, 1659-ben kezdte meg az előadásait. Az első laboratóriumot *Elias Ashmole* rendezte be 1683-ban Oxfordban, egy pincehelyiségben. Boyle magánlaboratóriumának eszerint nem nagyon volt versenytársa.

Az induktív módszer azonban egyre több és több megfigyelést, majd céltudatos kísérletező munkát követelt meg. Boyle rendkívül nagy tapasztalati anyagról számol be írásaiban, hiszen csak ettől remélhette a törvényszerűségek felismerését. Sokat kísérletezik, de össze is gyűjt minden adatot, mesterségbeli fogást, hírt, vélekedést, amit csak seborvosoktól, mesteremberektől, iparosoktól hallhatott. Használja természetesen az elődök megfigyeléseit, azonban nagy kritikával, az alkimis-

ta megközelítések iránti gúnyos óvatossággal közelít hozzájuk. Az orvos-kémikus *Jean Baptiste van Helmont* iránt nagy tisztelettel van, az alkímistákat és a misztikus-mágikus-asztrológus-orvos Paracelsust némi gúnyval utasítja el: „olyanok, mint Salamon király tarsisi hajósai, akik nemcsak aranyat, ezüstöt és elefántcsontot vittek haza, hanem majmokat és pávákat is” mert elméleteik „olyanok, akár a páva tolla, ragyogó a külsejük, de nem is szilárdak, nem is hasznosak”.

Az elemekről alkotott nézetei szemben állnak mind az empedoklészi–arisztotelészi négy elem, mind a paracelsusi három őselv felfogásával. Ő az elem fogalmának antik eredetű definícióját írja le. „Én elemem azt értem, amit a legvilágosabb beszédű kémikusok a maguk őselvén értenek: bizonyos egyszerű vagy teljességgel elegyítetlen testeket, amelyek nem állnak más testekből vagy egymásból, amelyek alkotórészei valamennyi tökéletesen elegyített testnek, amelyek közvetlenül ezekből vannak összetéve, és amelyek végezetül ezeké bonthatók szét.” Szép mondat, de igazából nem több, mint a szó szótári értelmezése, szabatos körülírása. Ettől még lehetne elem a föld, a víz, a levegő és a tűz, ahogyan a görögök gondolták, vagy a kén, a higany és a só, ahogyan Paracelsus sorolta fel a maga három őselvét. (Ne bogozzuk itt most azt, hogy ezek az őselvek mennyiben jelentenek valódi, kézbe vehető, edénybe tölthető anyagokat, és mennyiben ezeknek egy-egy absztrakt tulajdonságát.)

Boyle ellenvetései, akár Arisztotelészre, akár Paracelsusra vonatkoznak, a kémia alapjait érintik. A korai elméletek vagy a természeti jelenségek egyszerű megfigyelésén alapultak, vagy az alkímista műhelyek manipulációinak eredményeként jöttek létre. Alkotóik az anyagok felbontásának és átalakításá-

nak, mai szóval, az analízisnek és a szintézisnek az eredményeit ismerték, azokat kívánták rendszerezni. Úgy gondolták, hogy az általuk elemnek tekintett komponensek megőrzik tulajdonságaikat az átalakulások során. Ha az analízis során víz keletkezett az elemzett anyagból, a peripatetikus alkímista arra következtetett, hogy az anyagban víz volt. Ha az anyag lángra lobbant, Paracelsus tanítványa biztosan tudta, hogy kén volt benne.

A vegelemzés legfontosabb eszköze a hevítés volt, módszere a destruktív desztilláció. Biztosra vették, hogy ezen az úton felszínre lehet hozni az anyagokban rejlő elemi komponenseket. Arra szemmel láthatóan nem gondoltak, hogy a hevítés olyan mértékben át is alakíthatja az anyagokat, hogy azokban más elemek vagy őselvek nyilvánulnak meg, mint amelyek eredetileg felépítették őket. A szénégető bogzában faszenet találnak, és a hevítés során faszesz szabadul föl, a fa tehát ebből a két anyagból áll. Boyle már ebben a kérdésben sem ért egyet elődeivel (Boyle, 1661, 1929). Hiszen minden egyéb ellenvetéstől eltekintve, már a hevítés módja is befolyásolja az eredményt: nem mindegy, hogy nyitott edényben vagy zárt retortában hajtják végre, nem mindegy, hogy az anyag elég-e, vagy csak szublimál, különböző eredményekre jutunk, ha vízfürdő, a Nap vagy egy erjedő trágyadomb a meleg forrása (ez utóbbi egyébként elterjedt laboratóriumi eszköz volt).

Ennél azonban mélyebb a különbség az elődök és Boyle felfogása között. Számára az első kérdés nem az, hogy az anyagok miből állnak, hanem hogy viselkedésüket milyen törvények kormányozzák (Anstey, 2000). Az ő „korpuszkuláris [vagy] mechanikai filozófiájának” az a célja, hogy – mint írja – „kísérletek segítségével tegyem valószínűvé, lehetséges az, hogy szinte minden minőséget me-

chanikai úton hozzuk létre – úgy értve, hogy másra ehhez nincsen szükség, mint az anyag saját részeinek mozgására, méretére, alakjára és szerkezetére.” Tehát minden anyagi jelenség megérthető a testeket felépítő részecskék, ha úgy tetszik, atomok tulajdonságaiból és mozgásából.

Mert Boyle, Gassendi olvasója, sűrűn alkalmazta az atom szót az anyag legkisebb alkotóelemének az értelmében. Néha korpuskulát, részecskét ír atom helyett. Bizonyára annak a jeléül, hogy amint azt világossá tette, nem kíván állást foglalni az anyag korlátlan oszthatóságának a kérdésében. Ebben tudatlannak vallja magát (Boyle, 1661, 1929). Az atom vagy korpuszkula fogalma a mechanikai filozófia megalkotásához volt nélkülözhetetlen. Oszthatatlanságukban kételkedhetett, amiben láthatóan biztos volt, az a létezésük. Tehát a szó szigorú, daltoni – és mai felfogásunk szerint naiv – értelmében nem volt atomista. Nem az oszthatatlan atomokra, hanem a mechanika törvényeire akarta alapozni a maga természetmagyarázatát. Az antik elgondolás különbséget tett a természet és a gépezetek működése között. Boyle véleménye szerint az anyagokban a korpuszkulák úgy működnek, mint a gépek: hasonlóan az emelőkhöz, mérlegekhez, ingaórákhoz. Ám tartózkodóbb, mint *Thomas Hobbes*, nem gondolja úgy, hogy egy mecha-

nikai, korpuszkuláris filozófia teljes világmagyarázatot kínálna. Bizonyára vallásos hite sem engedi a materializmus közelébe.

Boyle filozófiájának középpontjában, úgy olvasom (Anstey, 2000), az arisztotelészi kategóriák közül a *minőség* áll. A kísérletező kémikus, aki *Bacon* induktív módszere szerint kíván haladni, nem is nagyon tehet mást, mint hogy anyagok és jelenségek leírásában azok minőségi jellemzőit veszi elsősorban tekintetbe. A minőségek osztályozása és rangsorolása világossá teszi mechanikai világképét. (i. táblázat)

Mindenen a részecskék mechanikai tulajdonságai uralkodnak. Amelyek közé igen fontosan beletartozik a mozgásuk is. Ilyen anyagkép birtokában valóban kevés értelme van sokat vitatkozni arisztotelészi elemekről és paracelsusi őselvekről.

Tömeg és mozgás – a klasszikus mechanika alapfogalmai. Hiszen Boyle *Christiaan Huygens* és *Isaac Newton* társaságában dolgozott. Azon nem kell csodálkoznunk, hogy *Bacon* módszere és a mechanika tudományának gyors kialakulása erősen hatott a gondolkodására. Azt azonban, ismerve éppen a titánoknak ezt a baráti körét, könnyen furcsállhatjuk, hogy a *minőség* fogalma mellett a *menyiség* meg sem jelenik a mechanikai filozófia programjában. Kétségtelen, Boyle nem szívelte a matematikát a természet leírá-

Mechanikai, elsődleges minőségek:	<i>alak, méret, mozgás, szerkezet</i>
Nem-mechanikai, másodlagos minőségek	
Nyilvánvalóak:	
Elsődlegesek:	<i>hideg/meleg, nedves/száraz</i>
Másodlagosak:	<i>kémiai minőségek</i>
Harmadlagosak:	<i>orvosi minőségek</i>
Rejtettek:	<i>mágnesség, villamosság</i>
Érzékelhetőek:	<i>szín, íz, illat</i>

i. táblázat

sában: úgy gondolta, a matematika absztrakt világa nem áll kapcsolatban a természet jelenségével.

Ezért a kvantifikálás kimaradt a programból, azonban szerencsére szerepet kapott a kutatás gyakorlatában. Itt elsőre is a gázok nyomása és térfogata közt fennálló, máig Boyle–Mariotte-törvénynek nevezett kvantitatív összefüggésre gondolhatunk. Egy sor, változatos körülmények között elvégzett mérés után fogalmazza meg nagy körültekintéssel a tételt: „*az eredmények jól egyeznek azzal a hipotézissel, amely felteszi, hogy a nyomások és térfogatok egymással fordítottan arányosak*”. Ha Boyle áttekinthetetlen terjedelmű életművéből ez az egyetlen mondat maradt volna ránk, ennyiből is tudhatnánk, hogy a fizikai kémia szülőatyjának szavait olvassuk.

Ez a törvény a kortársak figyelmét is felkeltette. *Henry Oldenburg*, a Royal Society első titkára, *Baruch Spinozának* írt róla. Ezzel a levéllel kezdődik Spinoza valóságos levélváltása Oldenburggal és képzetes levélváltása Boyle-lal. Boyle és Spinoza ugyanis csak Oldenburg közvetítésével vitáztak egymással (Spinoza, é.n.). Azért-e, mert egy angol arisztokrata, ha mégoly szerény és emberséges is, csak nem írhat egy holland üvegcsiszolónak? Spinoza, miután megkapta Boyle-nak a salétromról meg a cseppfolyós és szilárd állapotról írt könyvét, részletes bírálatot írt róla, sőt ellenőrző kísérleteket is végzett, amelyekhez még magyarázó ábrákat is fűzött. A salétrom, vagyis a kálium-nitrát vagy nátrium-nitrát, kedvelt kísérleti anyaga volt a kornak. Könnyű volt hozzáférni, változatos kémiai átalakulásokra lehetett bírni, és a puskapor egyik összetevőjeként szolgált. (Boyle és Spinoza ugyan felettébb békés természetű emberek voltak, de a kutatási eredmények gyakorlati felhasználása az ő idejükben is kívánatos

lehetett.) Boyle aztán válaszolt a megjegyzésekre.

A kísérletek részleteire kár lenne kitérni, a vita lényege talán Spinozának egy közbevetett mondatából is kiolvasható: „... hacsak, amínél nincsen dőrebb, azt nem akarjuk elismerni, hogy van üres tér.” Amire Boyle válasza Oldenburg tollán: „... nem annyira azt akarta kimutatni, hogy a salétromnak ez az elemzése igazán filozófiai és tökéletes, hanem inkább csak azt, hogy a szubsztanciális formákról és tulajdonságokról szóló, közfelfogászerű és az iskolákban elfogadott tétel gyenge alapon nyugszik, s hogy a dolgok közötti úgynevezett fajkülönbségek részeik nagyságára, mozgására, nyugvására és helyzetére vezethetők vissza.” Úgy látom, ezekben a kérdésekben, mialatt cirkalmasan biztosították egymást kölcsönös tiszteltükről, nem jutottak egyetértésre.

Boyle legnépszerűbb, legolvasottabb műve megjelenése óta máig a viszonylag fiatalon írt *The Sceptical Chymist* vagyis a *Kétkedő vegyész* (Boyle, 1661, 1929) című dialógus. A tudománytörténeti irodalom nem szokott túl sok szót vesztegetni rá, hiszen viszonylag kevés új és pozitív állítás van benne. De hát csak nem tévedett tizennégy nemzedéknyi vegyész! Álljunk meg a könyv címlapjánál! A szkepszis, kételkedés nem volt idegen a kor gondolkodásától, Bacon is arra buzdította a természet vizsgálóit, hogy kritikusan tekintsenek saját megfigyeléseikre. Itt azonban, azt hiszem, mélyebbek a gyökerek.

John Florio, egy olasz születésű angol műfordító egy negyed századdal Boyle születése előtt lefordította *Michel Montaigne* esszéit. George Saintsbury (1966) irodalomtörténete szerint egy évszázadon át ez volt az egyik legolvasottabb angol nyelvű könyv (persze a *Biblia* után). Ha meg szabad engednem

magamnak egy *lucus a non lucendo*¹ érvelést, azt állítom, hogy én ugyan sem a Boyle-ról szóló irodalomban, sem az ő saját műveiben sem láttam Montaigne-nak még a nevét se leírva, mégsem lehet elképzelni, hogy ez a művelt és tájékozott tudós ne került volna össze az *Esszé*-kel. Abban is a Második könyv tizenkettedik fejezetével, a *Raymond Sebond mentsége* cíművel (Montaigne, 2002). Ez a terjedelmes esszé legnagyobb részében egy spanyol teológus írásának fordítása, az antik eredetű filozófiai szkepszis reneszánsz kori felújítása. Hogy mekkora része van benne Sebondnak és mekkora Montaigne-nak, én nem tudom megmondani. Az antikvitásban a görög Pürrhón nevéhez fűződött a szkeptikus iskola megalapítása, ő azonban semmi írott szöveget nem hagyott maga után. A felfogás egyik legteljesebb ókori kifejtése *Sextus Empiricustól* (1998) származik, aki a Kr. u. I. század végén vagy a II. század elején működött. Tőle idézek néhány mondatot, hogy a gondolkodásmódot bemutassam. Az egész rendszer ismertetésére természetesen nem vállalkozhatom. Műve elején már világgossá teszi a szerző az iskola célját.

„A szkeptikus filozófia az a képesség, hogy a jelenségeket és a gondolatokat bármely módon szembeállítsuk egymással; ebből kiindulva az ellentétes tények és érvek egyensúlya miatt először az ítéletek felfüggesztéséhez jutunk el, majd pedig a zavartalan lelkiállapothoz.” Mint az antik filozófiában olyan gyakran, itt is a helyes, tehát boldog élet eléérése a filozofálás célja. A szkeptikusok szerint

¹ A latin mondás értelem szerinti fordítása: *attól liget a neve, hogy nem kell benne világitani*. A hajmeresztő szómagyarázat egyedül a szavak rokon hangzásán alapszik. A magyar megfelelője az lehetne: *attól lugas a neve, hogy sehol nem lukas*. A mondást az abszurd bizonyítások hívószavaként szokták használni.

akkor jutunk ide, ha megtartóztatjuk magunkat mindenféle ítélekezéstől. „...a zavartalan lelkiállapot az ítéletfelfüggesztésre következik el...” Ennek tíz módját sorolja fel. Ezek alapgondolata általában az, hogy érzékelésünk, személyes tapasztalataink eleve megbízhatatlanok, megállapításainkat pedig gondolkodásunk hagyományai és előítéleteink befolyásolják. Tehát bizonytalan, ingatag talajra épül minden ítélet.

Nagyon fontosak a beszéd fordulatai. „Az összes szkeptikus szófordulatról először azt kell felfogni, hogy egyáltalán nem vagyunk biztosak abban, hogy igazak-e.” A szkeptikus gondolkodó ilyeneket szeret mondani: „Nem inkább...?” vagy „semmit nem szabad határozottan állítani”.

A természettudomány szerepéről nagyon furcsát állít: „Azért foglalkozunk természettudományos vizsgálatokkal, mert itt minden állítással szemben mindig megfogalmazható egy ellentétes állítás.” Ezt már az iskola iránt érzett erős rokonszenvünk mellett se olvashatjuk könnyen egyetértő szívvel.

Végső ítéleteknek nem lehetünk a birtokában, ez azonban nem ment fel a munkálkodás alól. „...határozott véleményalkotás nélkül követjük a mindennapi tapasztalatot azért, hogy ne legyünk tétlenek.”

A szkepszisnek természetesen fokozatai vannak, és az egész felfogással kapcsolatban az egyik legnyilvánvalóbb ellenvetés, ami anekdotikus megfogalmazásokat is nyert, hogy vajon a szkepszissel szemben is nem kell-e szkeptikusnak lenni. Akárhogyan is van, szállóigévé lett Montaigne jelmondata: „*Que je sais?*” – Hogyan tudnám?

Az ő előbb említett esszéje mintha még messzebb menne a tartózkodásban az ítéletalkotástól, mint a latin szerző. Ebből a terjedelmes szövegből is csak néhány mondatot

emelek ki. „Pürrhón és a többi szkeptikus [...] azt mondja, még keresi az igazságot. Ezek úgy vélik, hogy aki azt hiszi, megtalálta, mérhetetlenül becsapja magát; és hogy túlságosan vakmerő hiúság van a második fajtában, amelyik azt bizonygatja, hogy emberi erő nem képes eljutni hozzá.” Mert vakmerő hiúság akár azt is biztosra venni, hogy az igazság nem ismerhető meg.

Érzékeink korlátozottak, érzékelésünk csalóka. Minek az alapján mondhatnánk hát végleges ítéletet? Ráadásul az idő múlásának is ki vagyunk téve. „... nincs változatlan létezés [...] mi is, ítéleteink is és minden haldandó dolog szünet nélkül változik és múlik. Ekképpen semmi bizonyosat nem állapíthat meg egyik a másikról...”

Montaigne nem természettudós, a szó semmilyen értelmében nem az. Így aztán tudománykritikájában hajlandó az ítéletmondásra, bármennyire is tiltaná az ilyesmit hirdetett szkeptikus meggyőződése. Mert ilyeneket mond *Epikurosz* atomjairól: „... mi-féle együgyűségből képzeltek eleinte, hogy fölfelé mozgó atomjaik építik föl a világot [...] Kénytelenek voltak [...] görbe és kampós farkkal ellátni atomjaikat, hogy képesek legyenek összekapcsolódni.” Ez bizony nem a hüvös székszis, hanem a mérges, alpári józan ész hangja. Amin nem változtat az sem, hogy több mint háromszáz évvel később a modern kvantumfizikát megalkotó Werner Heisenberg (1958) nagyon hasonló dolgokat mondott.

Általában sem volt Montaigne-nek jó véleménye a tudományról. „[Ahogy az asszonyok hamis szépséggel szépítik magukat] úgy tesz a tudomány is; [...] olyan dolgok feltételezésével fizet ki minket, amelyeket maga mond kitaláltaknak.” Itt éppen *Prolemaiosz* epiciklusai háborították fel.

A Sceptical Chymist szerzője természetesen nem fanyalog és nem mérgeskedik a tudomány megállapításain. Kétkedik bennük. Nem tudásának bizonytalansága miatt. Ez éppen a módszere arra, hogy megszerezze a tudást. Idéztem már előbb ebből a munkából. Egyik helyen a hevítés útján történő vegyelemzésekben kétkedik. Máshol az egyik legfontosabb kérdésben, az atomok oszthatatlanságának a dolgában tartózkodik az ítélete megfogalmazásától.

Az anyagi világ szerkezetéről alkotott elképzeléseit ugyan kevés kétkedéssel, de nagyon óvatosan adja elő. „Nem tetszik abszurdnak az a feltevés, hogy amikor a kevert testek először létrejttek, az általános anyag, amelyből a Mindenség minden egyes része áll, voltaképpen különböző nagyságú és alakú, különféle módokon mozgó kis részekre tagolódott. [...] Az sem lehetetlen, hogy ezek közül néhány összekapcsolódik [...] Ha épp annyira helyes, mint amennyire valószínű, hogy az összetett testek csak az eltérő szerkezetükben különböznek egymástól, ez pedig a kis részecskék nagyságából, alakjából, mozgásából adódik, épp úgy nem lesz oktalan az az elképzelés sem, hogy az univerzális anyag ugyanakkora mennyisége különféle átalakulások és egyesülések útján arra bírható, hogy néha kén természetű, néha föld természetű, néha víz természetű megnevezést érdemeljen.”

A szöveg más helyén nyíltan kijelenti: „Most a szkeptikus szerepét fogom játszani.” A saját állításairól azt írja: „Kéteyeim nem parancsolóak.” Másfelől viszont: „Elegendő ok a kétkedésre, ha a véleményt nem támasztja alá parancsoló ok.”

A könyv végén pedig ilyen hangon vet számot a maga eredményeivel: „Ami pedig az én felfogásomat illeti, arról csak annyit mondhatok: igaz ugyan, hogy nem csak egy

éles eszű természetvizsgáló, hanem akár én magam is tudnék velük szemben nyilvánvaló ellenvetéseket tenni; mégis van talán köztük olyan, amelyet nem lehet minden további nélkül megcáfolni. [...] [Ha az elemekre vonatkozó, általam bírált tételeket] logikailag és kísérleti úton bebizonyítják, nem fogom a magam nyugtalanító kétségeit annyira szeretni, hogy azokat a vitathatatlan igazságra fel ne cseréljem. És szkeptikusként nyíltan bevallhatom: bármilyen elégedetlen vagyok is a peripatetikuskok és a kémikusok elemekről és őselvekről szóló tanításaival, [...] meglehet, hogy mások vizsgálatait alig tartom kevésbé megnyugtatóknak, mint a sajátjaimat.”

Azt hiszem, ebben a munkában egymásra talált gondolkodó, módszer és tudományág. A gondolkodó, aki szereti a maga nyugtalanító kétségeit, a módszer, amelynek lényege a kételkedés, és a kémia tudománya, amely bőven ad teret a kételkedésnek. Abszurd dolog lett volna a XVII. században szkeptikus geometriáról vagy szkeptikus csillagászatról beszélni. A kémia azonban, a maga megszámlálhatatlan anyagával, a fizikai változók nagy bőségével, a reakciók hihetetlen változatoságával, gyakorta csak nehezen reprodukálható kísérleteivel, a makroszkópos mérések és mikroszkópos elméletek közt feszülő távolságokkal jó szállást nyújt a kételkedő elmének. A mai vegyész természetesen nem tekint kétkedéssel tudományának jól megmunkált alapelveire. De úgy gondolom, nem teszi rosszul, ha óvatosan kételkedik, valahányszor új területre merészkedik.

Még egy rövid gondolat. Miért reneszánsz? Boyle, ez a puritanizmusra hajló, elvonuló tudós, csendes és tiszta jellem, vitáiban engedékeny, megnyilatkozásaiban óvatos, a köz-

keletű elképzelések szerint inkább a barokk légkörében volna otthon. A tankönyv szerint ugyan az angol reneszánsz a restaurációval ér véget, tehát 1660-ig tart, így Boyle fiatal férfikoráig még a reneszánszban élt – már ha egy ilyen kijelentésnek egyáltalán van értelme. De hát a jellem, az egyéniség? Jacob Burckhardtól (é. n.) úgy tanultuk, hogy a reneszánsz idején az egyéniség legmagasabb rendű kialakításának az ösztöne uralkodott Itáliában, a követendő példa a rendkívüli, a páratlan ember volt, aki mindenekfelett hírnévre és elismerésre törekedett.

Találunk ilyen embert a kémia történetében, Paracelsus az. Öntelt, magabiztos, hangoskodó, trágár szavakkal pocskondiázza kartársait, lényeges állításait úgy kell szemétként kiszedni az öndicséret vastag hordalékából – ha van erős és erőt mutató, egyéniségére féktelenül büszke szereplője ennek a tudományágnak, az biztosan ő. Magabiztosságában, laboratóriumában előállított gyógyszereire hiú hírnév szerint odáig ment, hogy nyilvánosan tüzre vetette *Galenus* (és *Avicenna*) műveit. Ezzel a mozdulatával egy kis vagyont semmisített meg. És megtagadta az antik hagyomány egy fontos részét.

Amely hagyomány egy másik fontos részét Boyle életre keltette. Laboratóriumában az antik atomelmélet a kísérleti kémiai vizsgálatok tárgyává vált. Gondolkodása pedig az antik szépség legszebb hagyományain épült. Életművében az ókor nagy értékei ébredtek új életre.

Talán nem tévedtem, amikor alakját a reneszánsz kapcsán idéztem fel.

Kulcsszavak: *Boyle, Gassendi, Montaigne, atomelmélet, szépség*

IRODALOM

- Anstey, Peter R. (2000): *The Philosophy of Robert Boyle*. Routledge, London
- Boyle, Robert (1661, 1929): *The Sceptical Chymist*. első kiadás: London • német fordítás: Boyle, Robert: *Der skeptische Chemiker*, verkürzt herausgegeben und übersetzt von E. und M. Färber, (Ostwald's Klassiker der exakten Wissenschaften), Akademische Verlagsgesellschaft m.b.H., Leipzig
- Burckhardt, Jacob (é. n.): *A reneszánsz Iuáliában*. Képzőművészeti Alap Kiadóvállalata, Budapest
- Heisenberg, Werner (1958): *A mai fizika világgépe*. Gondolat, Budapest
- Hunter, Michael (ed.) (1994): *Robert Boyle Reconsidered*. Cambridge University Press, Cambridge
- Laidler, Keith J. (1993): *The World of Physical Chemistry*. Oxford University Press, Oxford
- Montaigne, Michel de (2002): *Esszék. Második könyv*. Jelenkor, Pécs
- Partington, James R. (1961): *A History of Chemistry*. Vol. II., MacMillan, London
- Rau, A. ([1877] 1961): *Grundlagen der modernen Chemie*. Braunschweig. Idézi: Partington, James R.: *A History of Chemistry*. Vol. II., MacMillan, London
- Saintsbury, George (1966): *A Short History of English Literature*. MacMillan, London
- Sextus Empiricus (1998): *A pürrhonizmus alapvonalai*. In: Kendeffy Gábor: *Antik szkepticizmus. Cicero- és Sextus Empiricus-szövegek*. Atlantisz, Budapest
- Simonyi Károly (1978): *A fizika kultúrtörténete*. Gondolat, Budapest
- Spinoza, Baruch (é. n.): *Levelei*. Franklin, Budapest



Tanulmány

NEMZETKÖZI MIGRÁCIÓ – NEMZETKÖZI KOCCÁZATOK

Póczik Szilveszter

a történelemtudomány kandidátusa
tudományos főmunkatárs, projektvezető
Országos Kriminológiai Intézet
poczik@okri.hu

Fehér Lenke

a jogtudomány kandidátusa, Dr. habil.
egyetemi tanár, tudományos főmunkatárs
Országos Kriminológiai Intézet
feher@okri.hu

Dunavölgyi Szilveszter

jogász, tudományos munkatárs
Országos Kriminológiai Intézet
feher@okri.hu

Jagusztin Tamás

jogász, ügyészégi titkár
Budakörnyéki Ügyészség
jagusztin.tamas@mku.hu

Windt Szandra

szociológus, tudományos segédmunkatárs
Országos Kriminológiai Intézet
windt@okri.hu

A schengeni határőrizeti és információs rendszerhez történő csatlakozással Magyarország északi és nyugati határai akadály- és ellenőrzésmentesen átjárhatóvá váltak. Ez nem csak intézményi átalakításokat vont maga után, hanem további koncepciókészítésre sarkall, hiszen Magyarországnak ma uniós szinten kell kezdeményező szerepet vállalnia. Ezeknek a sürgető igényeknek igyekeztünk elébe menni, amikor a nemzetközi migrációval összefüggő kockázatok és kriminológiai problémák átfogó kutatásába kezdtünk.

Nemzetközi migráció a globalizáció korában

Ma súlyos demográfiai és migrációs kihívásokkal kénytelen szembenézni a fejlett világ egésze, amelyet belülről a generatív népességcsökkenés, kívülről a kevésbé fejlett és alulfejlett világ túlnépesedése, vagyis a világ-szintű egyenlőtlenség demográfiai kísérőjelensége fenyeget. A fejlett világ népessége csupán ötöde a világnépességnek. Ezzel az 1,2 milliárd fővel, amely a Föld gazdasági és fogyasztási javainak döntő hányada felett rendelkezik, a fejlődő világban ötmilliárd fős

embertömeg áll szemben. Míg a fejlett világ népessége száz év alatt a bevándorlással együtt éppen megduplázódott, addig a kevésbé fejlettek össznépessége önerőből megéngyszerződött.

1900 körül Európa 400 milliós népessége még a világnépesség negyedét tette ki. 2000-ben Európa földrajzi területének népessége 700–800 millió közöttire volt tehető. Míg Európa népessége még 1970 körül a világnépesség 18–20 %-át adta, ma már csupán 11–13 %-át képviseli. A népességi szint fenntartásához minden termékeny korban lévő nőre legalább 2,1 gyermeknek kellene jutnia, miközben ma csupán 1,45 jut, idehaza csupán 1,2. 2010 és 2020 között a 65 évnél idősebbek aránya ötödével, a 80 év feletiek aránya felével fog gyarapodni. 2050 körül az európai népesség harmada 60 évesnél idősebb lesz, aminek nem mellékes kockázata az egészségügyi és nyugdíjbiztosítási rendszerek válsága. 2100 körül az akkori, várhatóan 9,5 milliárdos világnépességben Európa már csak 500 millióval (Oroszország teljes népességével együtt 600 millióval) lesz jelen, ami körülbelül 5 %-os arányt jelent. Eközben az átlag 6 körüli termékenységi mutatónak köszönhetően a ma 600 millió fő össznépességű Afrika lakossága háromszorosára nő. A következő évtizedekben az iszlám világ lesz Európa egyik munkaerőbázisa. Az elmúlt évtizedek során az iszlám világból érkező bevándorló népesség mélyreható változásokat idézett elő, és a jövőben még továbbiakat fog előidézni az euroatlanti világ társadalmában (Birg, 2000; Birg, 2001a).

Európa egy globális migrációs alrendszer része és működtetője, amelyben migrációs mikrorendszerek működnek. A migráció lassú, de feltartóztathatatlan változásokat eredményez mind a kibocsátó, mind a befo-

gadó társadalmakban. Például a munkaerő migrációjában tapasztalható feminizálódás és az elit munkaerő mozgása jelentékeny hatást gyakorol a befogadó társadalmak középosztályaira és a nevelés, az egészségügy, a kommunikáció, a fogyasztás, az életmódkultúra és a tudomány alrendszeire.

A klasszikus migrációelméletek az elvándorlás legfőbb okát a munkaalkalmak, valamint az üldöztetéssel szembeni védekezés keresésében látják. Globális perspektívában a migráció egyfajta kiegyenlítődesi mechanizmus: egyik oldalán a térben egyenlőtlen népességeloszlás, a másikon a munkalehetőségek, javadalmaszások, tőke- és fogyasztási javak szintén egyenlőtlen eloszlása áll. A migráció egyensúlyi elmélete szerint a nemzetközi migráció végeredménye az erőforrások világ szinten optimális allokációja (Borjas, 1989).

A bevándorlás egyes bevándorló csoportok részben sikeres beilleszkedése ellenére számos konfliktus és biztonsági kockázat forrása. A 21. századi bűnözés, különösen a széles körben bűnözési félelmeket gerjesztő közönséges kriminalitás oroszlánrésze a leszákadó rétegek, köztük a bevándorlók kriminalitásából adódik. A szociálpolitika nem képes hatékonyan kiegyenlíteni a bevándorlók és utódaik integrációs hátrányait, az igazságszolgáltatás eredménytelenül bünteti a szükségszerűen visszaeső bűnelkövetővé váló hátrányos kisebbségi helyzetben lévőket, a politika pedig a többségi társadalom legfenyegettebb alsó rétegeitől követel toleranciát: a megkárosított szegényektől a náluk még szegényebbekkel szemben (Korinek, 2006).

Világossá vált, hogy a multikulturális társadalom koncepciója újragondolásra, az Európai Unióba irányuló bevándorlás pedig a korábbiaknál átgondoltabb tervezésre és szabályozásra szorul (Póczik, 2006).

A fenyegető folyamatok ellenére ma az Európai Unió és tagországai nem rendelkeznek megfelelő bevándorlási koncepciókkal, a bevándorlási politika megteremtésének szükségességét érintő felismerés csak az ezredfordulóra született meg. Ennek három fő feladatot kell megoldania: 1.) az öshonos népesség fogyásának visszafordítását, 2.) a népességsökkenés szabályozott bevándorlási folyamatokra támaszkodó további ellensúlyozását, valamint 3.) a bevándorló népesség integrációjának tervezését és szabályozását.

Az európai bevándorlási politika eszközei

A legális migráció szabályozásának eredményessége csak az illegális migráció visszaszorításának hatékonyságával együtt értelmezhető. A migráció különösen a déli tagállamokban a 90-es évek közepétől egyre erőteljesebben éreztette hatását, tehát a megoldásokat is ezen államok szorgalmazzák leginkább.

A megoldások keresésének fontos eleme a Barcelonai nyilatkozat (1995), amely a mediterrán nagytérrel kapcsolatos uniós politikában egy új szabadkereskedelmi övezet kialakítása felé egyengeti az utat. Az Unió legfontosabb migrációs vonatkozású programjai a Tamperei Program (1999) és a Hágai Program (2004), amelyek a bel- és igazságügyi együttműködés keretében jöttek létre (Kende – Szűcs, 2003).

A migrációs politika ma főleg azokat a munkavállalókat preferálja, akik csupán meghatározott időre érkeznek dolgozni az Unióba. Ennek jegyében született a családegyesítésről szóló 2003/86/EK és a harmadik országok polgárainak huzamos tartózkodásáról rendelkező 2003/109/EK tanácsi irányelv. Ezek a tudásalapú társadalom koncepciójának jegyében az irányított és szelektív legális migráció csatornáinak szélesítésével az

Unió versenyképességét hivatottak erősíteni. A tagállamok prioritásai között jelentős eltérések mutatkoznak harmadik államok polgárainak munkaerőpiacra bocsátása tekintetében, alapvető elv azonban, hogy a rájuk vonatkozó szabályok nem lehetnek kedvezőbbek, mint az újonnan csatlakozó tagállamok polgáira vonatkozó átmeneti korlátozások. Harmadik államok polgárai az ún. *közösségi preferencia* elve alapján akkor léphetnek be a tagállami munkaerőpiacokra, ha a gazdaság igényei nem elégíthetők ki helyi munkaerővel.

A 90-es évek nyugat-európai választási kampányaiban egyre nagyobb hangsúlyt kapott a bevándorlás kérdése. A jobboldal előretörésével (Dánia, Olaszország, Hollandia, Franciaország) a bevándorlás liberalizálása megállt, nőtt viszont az illegális bevándorlás, hiszen Észak-Afrikában népességrobbanás zajlott, és helyenként 50 %-ra ugrott a munkanélküliség. A bevándorlás konszolidálása érdekében a célországok egyezményes formában legális bevándorlási csatornákat nyitottak, a kibocsátók pedig vállalták az illegális bevándorlók visszafogadását. A bevándorlással kapcsolatos Uniói szabályozás az ún. Első Pillérbe került, ahol a határozatok a közösségi jog részét képezik. A jogszerű bevándorlás intézményeinek fejlesztése azonban nem küszöböli ki a jogszerűtlen bevándorlást, ezért erősíteni kell a tranzitországok és a származási országok közötti további együttműködést, hiszen az új tagállamok többségének javuló életszínvonalra új migrációs kihívásokat termel ki.

A legális és az illegális bevándorlás néhány fontosabb európai célországban

A bevándorlás kezelésével kapcsolatos nehézségek Nagy-Britannia, Németország, Olaszország és Spanyolország esetében jól példáz-

zák az Európájában zajló változásokat. A vezető régi tagállamokban a legális és illegális migrációval kapcsolatban hasonló elvi platformon eltérő szabályozási, rendészeti és szociális gyakorlat érvényesül. Az ezredforduló időszakában az Olaszországba, Portugáliába és Spanyolországba irányuló bevándorlás jelentősen növekedett, miközben Belgiumban, Németországban és Hollandiában valamelyest csökkent. Németország után Franciaországban él a legnagyobb külföldön született populáció: 6,4 millió fő. A külföldön születettek száma az Egyesült Királyságban 5,8 millió, Spanyolországban 4,8 millió, Olaszországban 2,5 millió, Svájcban 1,7 millió, Hollandiában 1,6 millió. A brit, a német, az olasz és a spanyol közvélemény egyként kritikusan szemléli a bevándorlókat. Hogy ennek okait megértsük, elegendő egyetlen pillantást vetni Németország tendenciáira.

Németország jelenlegi 82 milliós össznépessége – ha nem volna bevándorlás – 2050 körül 50–60 millióra, 2100 körül pedig 20–30 millióra apadna, de 2050-re bevándorlással együtt is 5–10 milliós népességvesztés prognosztizálható. Németország – Spanyolország, Olaszország és Magyarország társaságában – az egyik legalacsonyabb születési számot mutatja fel világszinten és a fejlett európai országok között is. A gyermektelen német nők aránya az 1940-ben és 1965-ben születettek között 11 %-ról 32 %-ra emelkedett. Az etnikailag német népesség 1,2-es születési arányszámával szemben a nem európai bevándorlók 1,9 arányszámmal büszkélkedhetnek, miközben az új tartományok 0,9-es születési arányszáma súlyos belső egyensúlytalanságot sejtet. A német népesség öregedése, a 20. és 60. életéve között járó járulékfizető népesség csökkenése miatt a betegség- és nyugdíjbiztosítás a befizetések-

ből már nem finanszírozható, amin a tőkefedezeti kiegészítő biztosítások tömegessé válása is csak kevésbé enyhít. A korábbi – járulékfizető – vendégmunkástömegeg szemben ma egyre nagyobb arányt képviselnek a segélyre szoruló bevándorlók. A bevándorlók közülük háromszor annyian részesülnek munkanélküli ellátásban, szociális segélyben és egyéb integrációs alapokból származó támogatásokban, mint az etnikai németek közül. Miközben Németországban, csakúgy, mint Európa egészében, bevándorláspolitikai koncepcióélesség jellemző, a polgárok egyre élesebben helyezkednek szembe a népességpótló bevándorlás elképzelésével, amelynek negatív társadalmi és gazdasági hatásai, például az általános képzettségi színvonal csökkenése, máris érzékelhető. A kiterjedt integrációs intézkedések ellenére a bevándorlók gyermekeinek 35 %-a nem fejezi be az általános iskolát sem, átlagos képzettségi színvonaluk távolodik a német fiatalokétól. Míg a megfelelő korú német fiatalok közel 20 %-a, addig a bevándorlók gyermekeinek csupán 4 %-a kerül a felsőoktatásba. A bevándorlók és utódaik összességében alacsony szociális és munkaerő-piaci minőségei hosszútávon az ország műszaki-gazdasági versenyképességét veszélyeztetik, miközben számarányuk a német nagyvárosokban hamarosan eléri az átlagosan 40 %-ot (Birg, 2001b; Miegel, 2005).

Míndez a nagy befogadó országokban általánosnak jellemző, ezért az utóbbi években szinte mindenhol újabb és újabb bevándorlási szabályozásokat alkottak.

Az illegális bevándorlás az utóbbi tíz évben különösen Olaszországban és Spanyolországban vet fel komoly problémákat. A határellenőrzés erősítése, a visszatérési hajlandóság támogatása, és a legális, szabályozott

migrációs csatornák szélesítése mellett egyre fontosabbak a regularizációs, vagyis az illegális bevándorlók státuszának legalizálására irányuló programok. A jogalkotók abból indulnak ki, hogy az illegálisan tartózkodók helyzetének rendezése csökkenti kiszolgáltatottságukat, esélyhátrányaikat, megkönnyíti beilleszkedésüket, hiszen az illegális léttel együtt jár a munkajogi védelem hiánya, a munkahely gyakori elvesztése, a kriminalitásba való bekapcsolódás és a sértetté válás fokozott veszélye. Szoros láncolat mutatható ki az embercsempészás, az illegális munkavállalás és más bűnözői aktivitások között. Mivel az illegális munkaerőpiacon jelentős adómentes jövedelem képződik, az adóelkerülés lehetőségeinek szűkítése is fontos motiváció az illegális bevándorlás és az azzal összefüggő feketemunka elleni küzdelemben. Az illegális migrációból eredő társadalmi hátrányok csökkentik a legális migráció társadalmi hasznait, gyengítik a legális migráció intézményrendszerét, erősítik a társadalomban munkáló kriminogén tendenciákat, és ellenszenvet keltenek a polgárok körében (Farrant et al., 2006).

A bevándorlás magyar intézményrendszerének alakulása a 20–21. században

Az I. világháború vége a jelenkori nemzetközi migráció tekintetében Magyarországon határkőnek tekinthető. 1918 után Magyarországnak az utódállamokból elűzött magyarok tömegét kellett fogadnia. 1930-ben a külföldiek ellenőrzésére létrejött a Belügyminisztérium által felügyelt Külföldiek Ellenőrző Országos Központi Hatóság (KEOKH). Az 1945 utáni „lakosságcsereket” követően a kommunista hatalom időszakában rendszeresen működő menekültügyi apparátus nem volt, egészen addig, míg a Ceausescu-

rezsim brutális üldözése elől nem áramlottak nagy számban román állampolgárságú magyarok Erdélyből Magyarországra. 1989. március 1-jén Magyarország csatlakozott az 1951. évi Genfi Egyezményhez, majd az ENSZ Menekültügyi Főbiztosság Végrehajtó Bizottsága és a Nemzetközi Migrációs Szervezet (IOM) tagja lett. A menekültekről szóló törvény megszületéséig a külföldiekkel kapcsolatos igazgatási munkának az 1993. évi idegenrendészeti törvény adott keretet. Az idegenrendészeti törvény és gyakorlat hiányosságának felszámolására az 1997. decemberben elfogadott menedékjogi törvény vállalkozott: összhangba hozta a szétszórta szabályozásokat, jogköröket, és ötvözte a magyar és nemzetközi joghagyomány elemeit. 1999. októbertől a Menekültügyi és Migrációs Hivatal helyét a Belügyminisztérium irányítása alá tartozó Bevándorlási és Állampolgársági Hivatal vette át.

Hazánk vállalta az európai közösségi vívmányok, így a menekült- és bevándorlási ügyi, valamint határőrizeti rendszer elveinek átvételét. Ez érintette az akkor hatályos idegenrendészeti törvényt, és ösztönözte az új idegenrendészeti törvény, a menedékjogról és a Határőrségről szóló törvény és a kapcsolódó joganyagok megalkotását. A Genfi Egyezmény ratifikálásától nyolc év telt el a menedékjogról szóló 1997. évi CXXXIX. tv. hatálybalépéséig. A 2001. évi XXXVIII. tv. keretében történt módosítás megalkotói úgy vélték, minden jogharmonizációs kötelezettségnek eleget tettek, holott a menekültügyi területén folyamatos fejlődésre kell számítani. Az uniós csatlakozással összefüggő jogszabályi módosításokról szóló 2004. évi XXIX. tv. a migrációs normákban szintén „... az alapvető közösségi jogi elvek érvényesülését, illetőleg a külső és belső jogrendsze-

ri koherencia megteremtését. . .” szolgáló lényeges rendelkezések egész során változtatott, amelyeket az indokolás a „csatlakozási szerződést kihirdető törvényhez szükségszerűen kapcsolódó, technikai jellegű” módosításként aposztrofált, ami felvillantja előttünk a jogalkotást jellemző kaotikus állapotokat.

A migrációs igazgatás átalakulásait az idegenrendészeti és menedéjogi törvényből, illetve a Bevándorlási és Állampolgársági Hivatal létrehozásáról szóló 162/1999. (XI. 19.) Kormányrendeletből, illetőleg azok módosításaiból követhetjük nyomon. A Bevándorlási és Állampolgársági Hivatal (BÁH) 2000. január 1. óta létezik, a migrációval foglalkozó szervezetrendszer azonban területi és helyi szinten továbbra is széttagolt maradt. Az Idtv. megszületését követően a 173/2001. (IX. 26.) Kormányrendelet módosította a BÁH létrehozásáról szóló Kormányrendeletet, és hét új regionális igazgatóságot valamint tizennégy ügyfélszolgálati irodát hozott létre. 2002. januárjában került sor a központi idegenrendészeti nyilvántartó rendszer felállítására. A BÁH regionális központjainak hatáskörébe kerültek mindazon idegenrendészeti feladatok, amelyek a korábbi szabályozás szerint a megyei rendőr-főkapitányságok hatáskörébe tartoztak, illetve azok a Határőrség kompetenciájába tartozó idegenrendészeti teendők, amelyek közvetlenül nem függték össze az államhatáron megjelenő jogellenes cselekményekkel. Ezzel minden olyan hatósági feladat átkerült a civil igazgatási szférába, amely nem tartozott a rendészet kompetenciájába. Megszűnt a közigazgatási hivatalok idegenrendészeti hatásköre is, hiszen a külföldiek ellenőrzése, a velük szemben alkalmazható szabadságkorlátozó intézkedések és ennek kapcsán a rendvédelmi szervekkel megkívánt szoros együttműködés a közigazgatási feladatok

körébe nem illeszkedő követelményeket támaszt. Ezzel megvalósult az a több európai országban is létező szervezeti modell, amelyben egységes rendszerben egymás mellett működnek az idegenrendészeti, a menekültügyi, illetőleg az állampolgársági feladatokat ellátó szervezeti egységek.

A korábban hatályos idegenrendészeti jogszabályokat 2007. július 1-jétől két új törvény, a szabad mozgás és tartózkodás jogával rendelkező személyek beutazásáról és tartózkodásáról szóló 2007. évi I. tv. valamint a harmadik országbeli állampolgárok beutazásáról és tartózkodásáról szóló 2007. évi II. tv. (új Idtv.) és azok végrehajtási rendeletei váltották fel. A menedéjogról szóló 2007. évi LXXX. tv. (új Met.) előírásai 2008. január 1-jétől hatályosak. Az új Met. – általános indokolása szerint – új, a magyar jogban eddig ismeretlen, egyúttal az uniós követelményeknek megfelelő jogintézményeket vezet be, és a menekülteket „jogállások rendszerben egymásra épülő, logikus struktúráját építi fel”, továbbá fokozott figyelmet szentel az elismerést kérő személyek jogainak – ezen belül is a különleges bánásmódot igénylők (például kiskorú, az idős, a fogyatékkal élő stb.) – érvényesülését biztosítani hivatott garanciális szabályok megállapítására.

Ezzel idegenrendészeti és menekültügyi törvényeink és egyéb jogszabályaink összhangba kerültek a közösségi jogi vívmányokkal.

Bevándorlás Magyarországon a rendszerváltás tágabb időszakában

Magyarországnak már a 80-as évek utolsó harmadában szembe kellett néznie a határon átlépő migrációhoz kapcsolódó feladatokkal. 1987-től román állampolgárságú – többségében – magyar menekültek érkeztek nagy számban, röviddel később a Német

Demokratikus Köztársaságból is érkeztek menekülő csoportok. 1988 és 1989 között 34 ezer menekülő érkezett Romániából, 67%-uk illegálisan. Átlagéletkoruk 31 év volt. 55%-uk szakmával rendelkezett, 7,5%-uk értelmiségi, 14%-uk szakképzetlen volt. 1990-ig 90%-uknak sikerült munkába állnia. 3000 család-egyesítési eljárás indult. A jugoszláviai polgárháború során az etnikai tisztogatások elől Bosznia-Hercegovinából 48 ezer fő menekült Magyarországra, akiket hazánk humanitárius okból befogadott. Röviddel később az 1997-ben kezdődő koszovói háború elől menekülő albánok, szerbek és magyarok érkeztek. Eközben egyre nagyobb számban jelentek meg Európán kívüli menekülők, többségük a hatóságok korabeli tapasztalata szerint Magyarországon keresztül nyugati államokba igyekezett.

Magyarország 1988 és 2007 között közel 200 ezer menekülőnek nyújtott biztonságos életfeltételeket. 1989-től 2000-ig közel 80 ezer menekültkérelmet nyújtottak be, 33 ezer menekültügyi eljárás indult, de csak mintegy 10 ezer fő kapott menekült státust, eközben 25 ezer elutasító határozat született. Magyarországon a 90-es évek közepe óta évente hozzávetőlegesen 6–12 ezer fő nyújtott be bevándorlási kérelmet, és összesen mintegy 45 ezer fő vándorolt be legálisan. Ezek több mint háromnegyede magyar etnikumú román, szerb és ukrán állampolgár volt. Évente a bevándorlási kérelemmel kapcsolatos eljárások fele végződik a letelepedés engedélyezésével. Évente mintegy 10–12 ezer fő kapja meg vagy vissza a magyar állampolgárságot. A honosítást vagy visszahonosítást kérő külföldiek 60–70%-a romániai, 10–15%-a jugoszláv, 10–14%-a ukrán állampolgárságú magyar. 2001–2005 által bezárt időszakban 150 ezer tartózkodási engedélyt adtak ki,

ebből közel 100 ezer munkavállalási engedélyhez csatlakozott, 20 ezer tanulmányi és 5000 család-egyesítési ügyben született. (info: BM BÁH). 1997-től évi 500–1000 fős nagyságrendben megjelentek a kínai bevándorlók is. Az éves kiutasítások összes száma 4–5 ezer körül állandósult.

Külföldi bűnelkövetők Magyarországon

A kriminálstatisztika adatai alapján a külföldi bűnelkövetők szerepe a magyarországi bűnözésben nem jelentős. A 90-es évek közepétől az ezredfordulóig évente 400–500 ezer bűncselekményre derül fény. Az összes ismertté vált elkövető 3–4%-a volt külföldi, akik az ismertté vált cselekményeknek 2–3%-át követték el, szám szerint kb. 10–12 ezer bűncselekményt évente. A rendszerváltást követő időszak statisztikai adatai nem igazolják a 90-es évek közepén a külföldiek bűnelkövetésével kapcsolatban kialakult riadalmat. A külföldi bűnelkövetők száma a rendszerváltás kezdő évétől máig csak mintegy 1000 fővel emelkedett. 1990-től gyors növekedés, 1993-ban tetőzés, majd 1998–99-ben egy újabb kiugrás volt tapasztalható, amely mára stagnálásnak adta át a helyét. Ugyanabban az időszakban a külföldi állampolgárok által megvalósított bűncselekményeik száma közel megháromszorozódott: 1993-ban megközelítette a 24 ezret. 1990-ben egy elkövetőre egy bűncselekmény jutott, 1993-ban azonban már 4,2. 1990-ben az összes ismertté vált cselekmény 1,8%-át, 1993-ban 5,8%-át követték el külföldiek, ez volt az évtized közepén kialakult riadalom oka.

A növekedés leginkább a közrend, az államigazgatás és a vagyoni elleni bűncselekmények területén érzékelhető. A külföldiek államigazgatási cselekményeinek 700-ról 4200 körülire történt felszaporodása (2001-ben)

nem kíván magyarázatot a politikai rendszerváltással megkezdett társadalmi és gazdasági átalakulás ismeretében. Az e körbe sorolt cselekménytípusok – tiltott határátlépés, embercsempészet, hivatali és korrupciós bűncselekmények, hatóság félrevezetése, hamis tanúzás, okirat-hamisítás – nehézség nélkül hozzárendelhetőek a lezajlott és zajló társadalmi folyamatokhoz. Az ilyen cselekmények száma mára évi 1000 körül stabilizálódott.

A rendszerváltás kezdete óta a bűnelkövetéshez hozzárendelhető külföldi csoportok rangsora is átalakult. 1990-ben még a lengyel elkövetők álltak az élen főként gazdasági, közrendi és vagyoni elleni cselekményeikkel, majd 1991-től a román állampolgárok átvették a vezetést, és máig megőrizték vezető helyüket. A lengyelek 1997-re kiszorultak az első 10-es csoportból is, ami Lengyelország gyors és határozott konszolidációjának volt köszönhető. A románok mögé 1992-ben jöttek fel a délszláv régióból, Szlovákiából és Ukrajnából érkező elkövetők, és váltakozva máig tartják dobogós helyüket a románok mögött. A kínai elkövetők cselekményeiről 1995 óta vannak adataink, cselekményeik száma lassan araszol felfelé, 1999-ben a nyolcadik, de 2000-ben már a negyedik helyen álltak. A külföldiek által elkövetett bűncselekmények körében jóval kisebb, de még statisztikailag értékelhető nagyságrendekkel megjelennek a török, bolgár, moldvai, horvát, orosz, osztrák és német elkövetők is.

A romániai elkövetők az összes külföldi elkövetőnek mintegy felét, az általuk elkövetett cselekmények a külföldiek összes cselekményének 25–30 %-át teszik ki. Számszerűen évente egy körülbelül 2000 fős romániai származású elkövetői kör évi 4–5 ezer cselekményt valósít meg. A kínai bevándorlók hazánkban is zárt és törvénytisztelő közössé-

get alkotnak, de igen alacsony feljelentési hajlandóságuk ismeretében feltételezhető, hogy a szerény kriminálstatisztikai adatok mögött bizonyos látencia bújlik meg. A körükben ismertté vált cselekmények harmadát-felét teszi ki a migrációval kapcsolatos jogellenes belföldi tartózkodás, okirat-hamisítás, a kereskedelmi tevékenységgel összefüggő nagy értékre elkövetett vámcselekmény, ill. a szerzői és szomszédos jogok megsértése.

Embercsempészet Magyarországon

Magyarországon az embercsempész hálózatok a menekülthullámokkal párhuzamosan szerveződtek meg. A csempészek többnyire magyar, jugoszláv és román állampolgárok. Az embercsempészes viszonylag kis ráfordítással és nagy haszonnal kecsegtető deliktum, amely feltételez ugyan szervezethez, ám a szervezethezre a büntetőeljárásban általában nem sikerül fényt deríteni.

A nehezen őrizhető határok mentén alkalmi embercsempészek dolgoznak, akik – általában szerb, román vagy lengyel állampolgárok – egyedül, rendszertelenül és olcsón szállítanak, vagy kísérik át néhány illegális migránst a határon. Ezek mellett tevékenykednek kicsi, de jól szervezett, két-három magyar, román, ukrán vagy szerb elkövetőből álló csoportok, amelyek rendszeresen egy ország vagy térség állampolgárait fuvarozzák azonos útvonalakon és módon. Jelen vannak a nagy nemzetközi embercsempész-hálózatok is, amelyek tevékenysége a bűnözés egyéb formáira is kiterjed; a tranzit- és célországokban logisztikai bázisokkal, modern kommunikációs és technikai eszközökkel rendelkeznek.

A statisztika szerint az embercsempészes cselekmények a 2001. évi mintegy 10 ezerről időközben néhány száz, majd néhány tucat esetre redukálódtak. Ez azonban csupán

csalóka látszat. Az ismertté vált embercsempészési cselekmények számának csökkenését a Btk. 2002. április 1-jétől hatályos módosítása okozza. A Schengeni Végrehajtási Egyezmény 27. cikk I. pontra támaszkodva a 2001. évi CXXI. tv. 2002. IV. I. hatállyal az embercsempészet bűncselekménynek azt az esetét, amikor az elkövetők az államhatár átlépéséhez több személynek nyújtanak segítséget, ún. törvényi egységbe foglalva egy bűncselekménnyé tette. Ezt megelőzően az embercsempészet annyi rendbeli bűncselekménynek minősült, ahány személynek segítséget nyújtottak. A Btk. módosítása önmagában majdnem hétezerrel csökkentette a bűncselekmények számát anélkül, hogy a tényleges helyzetben bármilyen változás történt volna. A 2001-ben regisztrált 10 266 embercsempészés így 2002-ben 3639-re csökkent, ami a bűncselekmények teljes statisztikai volumenére is kihatása volt. (A bűncselekmények teljes száma a 2001. évi 465 694-ről 2002-ra 420 782-re, vagyis összesen mintegy 45 ezerrel redukálódott). (Polt, 2003; Gaál, 2005) A tisztánlátás érdekében a statisztikai regisztrációt célszerű volna ismét a korábbi gyakorlat szerint, a csempésztett személyek száma szerint vezetni.

*Az emberkereskedelem
a nemzetközi dokumentumokban
és a magyar büntetőeljárásokban*

Az emberkereskedelem az emberi jogok, az emberi méltóság, szabadság és önrendelkezési jog súlyos sérelmét jelenti, ugyanakkor a nemzetközi szervezett bűnözés kiemelkedően magas jövedelmet hajtó üzletága, amelynek hosszú ideig rendkívül alacsony kockázattal kellett számolnia. A bűncselekményből származó profit még a cselekmény sikeres felderítése esetén is sokszor rejtve maradt. Az

utóbbi években a nemzetközi szervezetek sokat tettek a jelenség megelőzése és leküzdése érdekében, számos nemzetközi dokumentum született. Az emberkereskedelem meghatározása tekintetében sikerült konszenzusra jutni, és kialakítani a nemzetközi fellépés eszköztárát. Kiemelkedő jelentőségű a nemzetközi szervezett bűnözésre vonatkozó ENSZ egyezményt kiegészítő jegyzőkönyv az emberkereskedelem, különösen a nő- és gyermekkereskedelem megelőzése, visszaszorítása és büntetése tárgyában. Az Európa Tanács égisze alatt létrejött, Az emberkereskedelemmel szembeni fellépésről szóló európai egyezmény az emberi jogok, a nemek közötti esélyegyenlőséget, a sértett védelmét és segítségét helyezi a középpontba, és sürgeti az országhatárokon belüli emberkereskedelem elleni küzdelmet, valamint monitoring rendszer kialakítását.

Az Európai Unió Bizottságának az emberkereskedelem elleni küzdelemről szóló 2002. évi kerethatározatának (3.) pontja hangsúlyozza, hogy az emberkereskedelem súlyosan sérti az alapvető emberi jogokat és az emberi méltóságot, könyörtelen bánásmódhoz, a kiszolgáltatott személyek elleni visszaélésekhez, erőszak, fenyegetés, adósszolgaság és kényszerítés alkalmazásához vezet. Rámutat, hogy „... a gyermekek kiszolgáltatottabbak, ezért nagyobb eséllyel válnak emberkereskedelem áldozataivá...”. A kerethatározat definíciója némileg eltér az ún. Palermói jegyzőkönyvben találhatóétól, hiszen elsősorban a büntető- és eljárásjogi kérdésekkel foglalkozik. Az Európai Bizottság 2006-ban jelentést készített a Tanácsnak és az Európai Parlamentnek a kerethatározat végrehajtásáról.

A magyar Btk. 1998-ban szabályozta először az emberkereskedelem bűncselekményét a „Szabadság és az emberi méltóság

elleni bűncselekmények” körében, majd 2002. április 1-jétől a Btk. 175/B. §-ban.

Az emberkereskedelem hazai jelenségét ugyancsak bűnügyi aktákra támaszkodva vizsgáltuk. Az elkövetők általában társtetteségben (2–9 fő) követik el cselekményüket, miközben azzal halmazatban más bűncselekményeket is elkövetnek: okirat-hamisítást, személyi szabadság megsértését, erőszakos, személy elleni bűncselekményeket, erőszakos nemi bűncselekményeket. A cselekmény végrehajtása során az elkövetők erőszakkal, fenyegetéssel törik meg a sértett akaratát. A büntetőeljáráshoz leggyakrabban határozottan tagadják a bűncselekményt, és a sértett önkéntességére hivatkoznak, a sértett eladásából származó „vétélárát” valamifajta költségterítésként igyekeznek beállítani. Az elkövetők nagyarányban olyan büntetett előéletűek, illetve visszaesők, akik gyakran családjukkal együtt életmód- illetve hivatásszerűen a prostitúció kizsákmányolásából élnek.

A sértettek száma egy-egy bűncselekmény esetében általában 2–4 fő, nagy részük 14–17 éves, rossz szociális és családi körülmények közül érkező halmozottan hátrányos helyzetű, gyakran állami gondozott gyermek- és fiatalkorú.

A külföldi és belföldi emberkereskedelem esetében egyaránt jellemző, hogy az elkövetők a „megvásárolt” sértettet prostitúcióra kényszerítik, jövedelmétől megfosztják, személyi szabadságában korlátozzák, bántalmaznak, félelemben és folyamatos ellenőrzés alatt tartják, a prostitúción túl háztartási munkára is fogják, megszabják az általa nyújtandó „szolgáltatások” körét, tarifáit. A sértettre és a tanúkra történő nyomásgyakorlás jellemző a büntetőeljárás során is. A terheltek előnyök ígéretével vagy fenyegetéssel bírják rá a sértettet a terhelő vallomás visszavonására.

Az emberkereskedelem terén a megelőzés, a figyelemfelkeltés rendkívüli jelentőségű, különösen a veszélyeztetett helyzetű és korú csoportokban. A bűncselekmények felderítése, a tanúzási hajlandóság javítása érdekében ugyanakkor a sértettek és tanúk támogatása, segítése és védelme ugyancsak kiemelt jelentőségű, akárcsak a prostitúció iránti kereslet visszaszorítása.

Néhány következtetés

A mai világméretű migráció és az azzal összefüggő problémátömeg nem a globalizációval hirtelen előbukkanó jellegzetesség. A migráció okai főként a gazdasági előnyök keresésében gyökereznek, ezért a nemzetközi és a belső migráció tartalmi tekintetben nem választható szét, bár elméleti, elemzési és igazgatástechnikai szempontból külön kezelendő. A nemzetközi migráció fő haszonélvezője a fejlett euroatlanti nagyrégió, amely azonban kénytelen számolni a folyamat kedvezőtlen következményeivel és költségvonzataival. A demográfiai katasztrófamodellekkel való fenyegetőzés helyett elengedhetetlen az okok és következmények számbavételén nyugvó hosszú távú társadalmi tervezés.

Elkerülhetetlen a befogadó társadalmak termékenységi mutatóinak és korszerkezetének jelentékeny javítása. A törzsökös népesség születési arányszámainak növelése olyan kérdések végiggondolását igényli, mint a gyermeknevelés költségeinek és az abortuszok számának csökkentése, a házasság szerepe, a láthatatlan belső munkaerő-tartalékok mobilizálása, a külföldi munkaerő iránti kereslet csökkentése, a munkaképes kor meghosszabbítása, az oktatásban töltött idő rövidítése, a nyugdíjkorhatár emelése, a képzett munkaerő kivándorlásának megállítása, a szakképzés javítása, a regionális munkaerő-

piaci egyensúlyzavarok enyhítése nemzeti munkaerő-irányítási programokkal stb.

Mivel a fejlett ipari államokban a bevándorlók és utódaik integrációja lassul, kiszorúlnak a munkaerőpiacról, a járulékfizetők közül, a középfokú és magasabb iskoláztatásból, egyre inkább megterhelik a szociális ellátó rendszereket csakúgy, mint az igazgatás, és a büntető igazságszolgáltatás rendszereit, miközben gyengítik a befogadó társadalmak általános gazdasági, műszaki és kulturális színvonalát. Ezért elkerülhetetlen konstruktív közösségi népesedési és bevándorlási politika (stratégia) megalkotása, amelynek meg kell oldania a honos népességfogyás visszafordítását, szabályozott bevándorlásra támaszkodó ellensúlyozását, a bevándorlók integrációjának tervezését, integrációs felületek kialakítását.

Ennek elsődleges feltétele volna Európa mint új politikai entitás geopolitikai koncepciójának kidolgozása. Európa és az európai nemzetek geopolitikai és biztonságpolitikai horizontjának végpontjait az USA világpolitikai aktivitásainak pillanatnyi érdekektől vezérelt támogatása vagy elutasítása jelöli ki. Európa a számára földrajzilag kijelölt geostratégiai térben nem játszik szerepet, legfeljebb szerepeket (és lehetőségeket) játszik el. Teljes a bizonytalanság a Törökországhoz és Oroszországhoz fűződő jövőbeli kapcsolatok tekintetében, de ugyanez a helyzet a Mediterráneum déli részétől a Közép-Keletig húzódó terület vonatkozásában. Az eurázsiai és észak-afrikai migrációs nagykörként definiálható területtel kapcsolatban Európának hatvan éve nincs geopolitikai koncepciója. Ha adottak volnának az együttműködés intézményesített keretei és a megfelelően célzott fejlesztési programok, e nagyrégió fejlesztésének motorja Európa lehetne, aminek a bevándor-

lási nyomás csökkenése csak egyik pozitív hatása volna. Ehhez azonban Európának túl kellene lépni az azonnali előnyszerzést célzó „világbankos” mentalitáson, a Közösségen belüli hatalmi rivalizáláson, az iszlám kultúra európai szerepéről pedig tisztességes diskurzust kellene folytatni.

A mai, állameszme nélküli Európának nincs saját identitása. Az integráció kizárólag anyagi ösztönzői – metafizikai integrációs és identifikációs pontok hiányában – nem bizonyultak elégségesnek a bevándorlók kulturális azonosulásához. A termékenység csökkenésének köze lehet az identitások válságához is, ugyanis a termékenység csökkenése kevésbé sújtja a szilárdabb nemzeti és kulturális identitással rendelkező országokat. Míg az erős nemzettudattal rendelkező Franciaországban és az eltökélten katolikus Írországban a termékenység (1,95) majdnem elegendő a lakosság szintjének fenntartásához, merőben más a helyzet a családtámogatási és szociális ellátásokat szintén bőkezűen nyújtó, de szétvert nemzettudattal rendelkező Németországban.

Amennyiben az európai népesség demográfiai súlyának megőrzése a cél, támogatni kell a középosztály családjaiban több gyermek vállalását, miközben a hátrányos helyzetben lévő rétegeket inkább átgondolt családtervezésre, munkaerő-piaci integrációjukat elősegítő erőfeszítésekre kell ösztönözni. Törekedni kell arra, hogy a szociális támogatások a megfelelő célcsoportokhoz jussanak el, de ne finanszírozzanak luxusfogyasztást. A bevándorló munkaerő iránti kereslet visszaszorítása érdekében a honos népességet – különösen a fejlettebb országokban – rá kell bírni alacsonyabb presztízsű munkák elfogadására és megbecsülésére is. Mind a törzsökös, mind a bevándorló népesség hátrányos hely-

zetű rétegeiben fokozottan támogatni kell a normakövető családi és szülői attitűdök kialakulását, és fenyegetni ennek ellenkezőjét. Meg kell találni a nők testi önrendelkezése és a magzati élet különös védelméhez fűződő igény közötti egyensúlyt, annak szem előtt tartásával, hogy a magzat a fogamzás pillanatától kezdődően személynek tekintendő. Mivel a gyermekvállalás kivételes jelentőségű érték, kivételezett elbánást, előnyös szociális és munkaerő-piaci helyzetet kell biztosítani a több gyermeket vállaló nőknek, pároknak.

A népességfogyás ellensúlyozására továbbra is szükséges eszköz a bevándorlás, azonban a bevándorolni igyekvő népségek közül azokat kellene előnyben részesíteni, amelyek kulturális jellegeikben közel állnak a befogadó terület népességéhez, és kevesebb rizikótényezőt hordoznak. Céltudatos telepítési és település-, oktatás- és foglalkoztatáspolitikával meg kell gátolni etnikulturális gattók kialakulását, gondoskodni kell a végleges bevándorlók következő nemzedékei számára felfelé vezető társadalmi pályákról.

Arra kell törekedni, hogy a befogadó nemzetek megőrizték és megerősíthessék saját identitásukat, technikai és kulturális pozíciójukat, az ahhoz való alkalmazkodás pedig vonzó alternatíva legyen a bevándorlók számára. A társadalmi integráció elméletének és gyakorlatának el kell mozdulnia a csődöt mondott multikulturalizmus felől a kulturális azonosulás hangsúlyozása felé.

Európa felismerte e feladatokat, de híján vagyunk az átfogó koncepciónak, inkább a kis lépések politikája érvényesül. Fontos feladat az illegális bevándorlók tömeges átírnítása legális csatornába, az illegális munkavállalás, adóelkerülés, korrupció és bűnő-

zés, nem utolsósorban az emberkereskedelem és kizsákmányolás visszaszorítása, a – gyakran *halmozott* – viktimizáció csökkentése. Kiemelkedő jelentőségűek az emberkereskedelem elleni nemzetközi és közösségi intézkedések, ám kétséges, hogy az emberkereskedelem és más élődsi bűncselekmények visszaszorításának hatékony eszköze lehet a svéd modell, amely nem a prostituáltat, hanem a szexuális szolgáltatás igénybe vevőjét, a – hangsúlyozottan férfi – klienst bünteti.

Tekintettel a nemzetközi és uniós fejleményekre, Magyarországon sem odázható el hosszú távú demográfiai, bevándorlási és integrációs stratégia megalkotása. Magyarország az utóbbi évtizedben demográfiai és munkaerő-piaci szempontból a határokon átlépő belnemzeti migráció csendes haszonélvezője volt. A közelmúltig érvényesülő bevándorlási trend lényeges tényező volt Magyarország korstruktúrájának és munkaerő-piaci egyensúlyának javításában is. A bevándorlók legtöbbször magyar nemzetiségű fiatal felnőttek, a 20–40 évesek aránya 50–60 %, átlagéletkoruk harminc év körül van. A 20–40 éves korcsoport aránya a bevándorlók körében több mint kétszer akkora, mint a honos népesség esetében, többségük aktív kereső (Tóth, 2004; Gárdos – Sárosi, 2005).

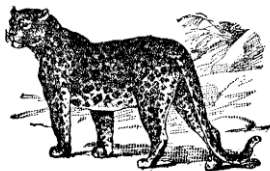
Magyarország válságos demográfiai helyzetének ismeretében megdöbbentőnek mondható, hogy itthon máig hiányzik a probléma olyan komplex megközelítése, amely az Unió más országaiban – ott is megkésve persze – legalább a szakmai viták szintjén megjelent, a hosszú távú koncepciókészítésnek és az ahhoz szükséges társadalmi vitának pedig még az előkészületeit sem látjuk...

Kulcsszavak: nemzetközi migráció, demográfia, legális és illegális bevándorlás, nemzetközi szervezett bűnözés, embercsempészet, emberkeres-

kedelem, bevándorlási jog, migrációs intézmények, külföldi bűnelkövetők, biztonság, geopolitika, multikulturális társadalom

IRODALOM

- Baranyi Károly (2004): Népesedési modell. Nemzeti Pedagógus Műhely, Budapest <http://www.baranyi.hu/demom.pdf>
- Birg, Herwig (2000): Perspektiven der Bevölkerungsentwicklung in Deutschland und Europa – Konsequenzen für die sozialen Sicherungssysteme. Unterlagen für den Vortrag bei der Sachverständigenanhörung des Bundesverfassungsgerichts in Karlsruhe, 4. Juli 2000. (<http://www.herwig-birg.de/downloads/dokumente/BVerfG.pdf>)
- Birg, Herwig (2001a): Die demographische Zeitenwende. C. H. Beck Verlag, München
- Birg, Herwig (2001b): Auswirkungen und Kosten der Zuwanderung nach Deutschland. Gutachten im Auftrag des Bayrischen Staatministeriums des Inneren. München
- BM BÁH: <http://www.bmbah.hu/statisztikak.php>
- Borjas, George J. (1989): Economic Theory and International Migration. *International Migration Review*, 23, 3, 457–485.
- Farrant, Macha – Grieve, C. – Sriskandarajah, D. (2006): Irregular Migration in the UK. IPPR, April 2006. (www.ippr.org/members/download.asp?f=/ecommm/files/irregular_migration.pdf&a=skip)
- Gaál Gyula (2005): Az embercsempész tevékenység megjelenési formáinak és módszereinek változásai a Magyar Köztársaság államhatárán 1991–2003 között. Doktori értekezés. Határrendészeti tanulmányok. 4. Különszám. (A benyújtott disszertáció szövege: http://phd.okm.gov.hu/disszertaciok/tezisek/2005/de_2424.pdf)
- Gárdos Éva – Sárosi Annamária (2005): A Magyarországra érkező külföldiek demográfiai jellemzői a magyar népesség tükrében, 1990–2000. *Kisebbségkutatás*, 3. (http://www.hhrf.org/kisebbssegkutas/kk_2005_03/cikk.php?id=946)
- Kende Tamás – Szűcs Tamás (2003): Európai közjog és politika. Osiris, Budapest
- Korinek László (2006): Nomádok és letelepedettek – gondolatok a közösségi bűnmegelőzésről. *Jogtudományi Közlöny*, 7–8. 247–267.
- Miegel, Meinhard (2005): Epochenwende. Gewinnt der Westen die Zukunft? Propyläen Verlag, Berlin
- Póczik Szilveszter (2006): Nemzetközi migráció, kisebbségek, társadalmi kockázatok és megoldások. *Polgári Szemle*, XII. 14–36.
- Polt Péter (2003): A Magyar Köztársaság legfőbb ügyészeinek országgyűlési beszámolója az ügyészség 2002. évi tevékenységéről. (<http://www.bmbah.hu/statisztikak.php>)
- Tóth Pál Péter (2004): Egy évtized után. A Magyarországot érintő nemzetközi vándorlás 1990 és 2000 között. *Kisebbségkutatás*, 13. http://www.hhrf.org/kisebbssegkutas/kk_2004_04/cikk.php?id=1294



ÚJ HELYZETBEN A VILÁG ÉLELMISZERELLÁTÁSA

Horn Péter

az MTA rendes tagja, egyetemi tanár,
Kaposvári Egyetem Állattudományi Kar
horn.peter@ke.hu

Az emberiség mintegy húszmillió éves fejlődéstörténete során csak a „közelmúltban”, mintegy tízezer évvel ezelőtt kezdett tudatosan növényeket termesztetni, a vadbúzáat háziasítva elsőként. A földművelés kialakulásával párhuzamosan kezdődött egyes állatfajok háziasítása is i. e. 7–4 ezer között. Az embernek először a földművelés, majd az állattenyésztés kialakulásával sikerült kiszabadulni a természettől való teljes függőségből: a korábbi nagyon hosszú időszakot a vadászatra, halászatra és a gyűjtögetésre alapozott küzdelmes élelmiszerszerzés jellemezte. A zsákmány jelentős része természetesen magas biológiai értékű állati eredetű táplálék volt.

Az elmúlt ötven év a mezőgazdaságban nagyobb változásokat hozott, mint korábban kétezer év. Nagy eredmény, hogy a több mint kétszeresére – 2,5-ről 6,3 milliárdra – nőtt népességből ma több mint hárommilliárd jobban ellátott élelmiszerrel, mint 1950-ben a jól ellátottnak számító egymilliárdé volt. 1950-ben 400 millió, a népesség 16 %-a éhezett, ma 800–850 millió, ez a Föld lakosságának „csak” mintegy 13 %-a. A fejlődést nagy teljesítményű növény- és állatfajták, új termelési, tartósítási, feldolgozási, logisztikai és más eljárások széles köre tette lehetővé, komplex

rendszerként hasznosítva szinte minden tudományág eredményeit.

A legutóbbi időszakban azonban számos új jelenség tanúi vagyunk a világban, amelyek mélyrehatóan változtatják meg a mezőgazdaság és ezen belül az állati termékek előállításának feltételeit, új alkalmazkodási kényszerhelyzetet teremtve.

A fenntarthatóság követelményei

Azok a módszerek, amelyeket az emberiség legtöbbször sikeresen alkalmazott a mezőgazdasági termelés fejlesztése érdekében a korábbi időszakokban, nem lesznek már megfelelőek a jövőben, hangsúlyozta Richard J. Bowden már 1991-ben, és többen mások is.

A fenntartható mezőgazdaság (sustainable agriculture) meghatározására már jóval több, mint nyolcszáz definíció ismert – mindmáig úgy tűnik, egyik sem tökéletes –; tartalmukat tekintve kiterjednek az organikus agrárgazdasági módszerektől azokig, amelyek a hozamok maximumai elérésére törekvő rendszereket határozzák meg (Olesen et al., 2000).

Az általánosan elfogadott álláspont szerint a fenntartható rendszereknek döntően két alapfeltételnek kell megfelelniük (Thompson – Nardone, 1999):

- elegendő helyi erőforrással rendelkezzenek (resource sufficiency)
- és a működési biztonság (functional integrity) hosszú távon legyen fenntartható.

Az erőforrások elégségsége az állattenyésztés területén például az állati termékek előállításához szükséges mennyiségű és minőségű takarmánytermelő kapacitást és vízkészletet foglalja magában. A működőképesség biztonsága a termékelőállítás rövid és hosszabb távú gazdaságosságát, a versenyképes termelékenység fenntarthatóságát, a vertikum egészében a környezet jó minőségének megőrzését (talaj, víz, levegő, ecosystemák, biodiverzitás) jelenti. A működőképesség biztonságának folyamatosan felértékelődő összetevői társadalmi természetűek: magukban foglalják a szociális igazságosságot és széles körű elfogadottságot azáltal, hogy a gazdálkodóknak biztosítják a hátrányok nélküli társadalmi beilleszkedést, a méltányos jövedelmet és vagyonszámot, továbbá a versenyképes jó életminőséget vidéki körülmények között is. Utóbbi komponensek a jó minőségű munkaerő tartós biztosításának az alapvető feltételei már ma is, és a jövőben még inkább (Horn, 2001).

Ingrid Olesen és munkatársai (2000) átfogó és nagyhatású tanulmányukban ele-

mezték az állattenyésztés előtt álló kihívások széles körét és a lehetséges válaszleépéseket még az előzőekben vázlatosan felsorolt sok tényezőt túlmenően is. Szót sem ejtenek – sok más kiemelkedő hatású szakmunkával egyetemben (például Cheeke, 1999, 2001) – a klímaváltozástól várható és abból következő alkalmazkodási kényszerekről. Egyáltalán nem foglalkoztak számos új kihívással sem, amelyek alapvetően érintik majd a potenciális állati termék előállítására alkalmas takarmánybázist mennyiségi és minőségi szempontból. A következőkben a fenntartható állati termék előállítást jelentősen befolyásoló újabban kialakult helyzetről és peremfeltetelekről lesz szó.

Új kihívások, fokozódó verseny a takarmánybázisért

Az ezredforduló óta mélyreható változások következtek be a világ számos régiójában, amelyek alapvetően érintik már ma is a világ élelmiszer-, ezen belül állati termék előállítását. Az 1. táblázatban állítottam össze azokat a főbb tényezőket, amelyek hatásával komolyan számolnunk kell, és amelyek együttesen érzékeltetik a kihívás összetett jellegét.

Széleskörű felmérések igazolják, hogy akkor, ha az egy családra eső évi jövedelem 1500

Növekvő népesség	6 – 7,0 – 7,5 milliárd
emelkedő életszínvonal,	
növekvő állati termék fogyasztás	elsősorban Kína, India
növekvő bioenergia-igény	etanol, olaj
bio jellegű csomagolóanyagok	keményítő
csökkenő tengeri halállomány	majd mindenhol
csökkenő termőföldkészlet	majd minden országban
csökkenő öntözővízkészlet	szinte mindenhol
klímaváltozás	?

1. táblázat • A növénytermesztés előtt álló nagy kihívások – 2000 – 2020 – 2030 (Horn, 2005)

USA-dollárnál kevesebb, az emberi táplálkozásban az állati eredetű élelmiszerek gyakorlatilag alig jutnak szerephez. Az 1500–3000 USA-dollár közötti tartományban kezdenek a családok olcsóbb húsféléket is fogyasztani, az előlotti családi jövedelmükben már az ún. vörös húsok fogyasztásával is mind nagyobb mértékben számolni kell (Gilbert, 2007).

A húsfogyasztás szoros összefüggést mutat a GDP egy főre eső nagyságával. A 2. táblázat a világ összes lakosára vonatkozó összefüggéseket mutatja (Roppa, 2007 nyomán, FAO-adatok).

Az egy főre eső nemzeti jövedelem növekedése és a húsfogyasztás közötti szoros korreláció kb. 80–90 kg/év/fő összes húsfogyasztási színvonalig áll fenn.

Érdekes összehasonlításokra nyílik mód, ha csupán az EU-27 országa hús- és halfogyasztásának adatait vetjük össze, kiemelve a legmagasabb és legalacsonyabb fogyasztással jellemezhető országokat (3. táblázat).

Figyelemreméltó, hogy míg az EU-27-en belül is a legnagyobb mennyiségű húst és halat fogyasztó és a legkevesebbet fogyasztó országok között több mint háromszoros

Év	GDP/év/fő/USA	Húsfogyasztás kg/év/fő
1961	2,676	23,1
1971	3,610	27,8
1981	4,376	30,8
1991	4,992	34,4
2001	5,611	38,6
2030	7,600	45,3

2. táblázat • Az egy főre eső éves GDP és az évi egy főre eső húsfogyasztás összefüggése

Országok	Húsfogyasztás kg/év/fő	Halfogyasztás kg/év/fő	Összes fogyasztás kg/év/fő	
legmagasabb	Spanyolország	122	47	169
	Portugália	87	59	146
	Dánia	112	24	136
	Franciaország	98	31	129
	Norvégia	67	55	122
	Írország	103	18	121
legalacsonyabb	Lettország	39	13	52
	Horvátország	40	12	52
	Románia	59	3	62
	Litvánia	53	13	66
	Bulgária	70	3	73
	Szlovákia	69	7	76
	Magyarország	89	3	92

3. táblázat • Európa legnagyobb és legkisebb hús- és halfogyasztású országai (forrás: FAO Food Balances, www.fao.org)

különbségek vannak (például Spanyolország, Lettország).

Tekintettel arra, hogy a táplálkozástudomány legújabb álláspontja szerint a vaj az egyik különlegesen egészséges, sőt egészségvédő élelmiszerünk, érdemes összehasonlítani Európa legnagyobb vaj- és sajt fogyasztású országainak adatait is, hiszen a sajtok is 40–50 %-ban tejszírből állnak (4. táblázat).

Szembeötlő, hogy az ún. mediterrán országok közül több akad, amelynek az összes húsfogyasztása, illetve összes tejszír fogyasztása (vaj+sajt együtt) milyen magas. Feltűnő viszont, hogy hazánk hal és vaj+sajt fogyasztása mennyire alacsony. Csak megjegyzem, hogy ahhoz, hogy a francia vagy német vajfogyasztást egy főre esően elérjük, nem is termelünk elegendő tejet, nem beszélve a sajtermelés magas tejszírigényéről. Az adatok népegészségügyi szempontból is nagyon elgondolkodtatóak.

E rövid európai kitérő talán arra jó, hogy érzékeltesse, hogy az EU-27-en belül is mekkorák az országos fogyasztásban a különbségek mennyiségi és minőségi vonatkozásban is. A világ agrárgazdaságára az EU-27 azonban nem fog szignifikáns hatást gyakorolni, és nem lesz meghatározó tényezője az új kihívásokat jelentő világfolyamatoknak sem.

A világ élelmiszer-ellátásában és az ebben várható új folyamatoknak döntő eleme az, hogy elsősorban Kína, India és a délkelet-ázsiai országok többségében (mintegy hárommilliárd fős lakosságával) az egy főre eső jövedelem gyorsan nő, evvel együtt jár a lakosság élelmiszer-fogyasztásának gyors szerkezeti átalakulása. A döntően növényi (vegetárius jellegű) eredetű táplálékok helyett mind nagyobb arányban fogyasztanak magas biológiai értékű állati termékeket, ezeken belül is különösen gyorsan nő a húsfogyasztás.

A világ több országában hasonló folyamatok zajlanak (például: Oroszország, Mexikó és mások), azáltal azonban, hogy ezekben az összlakosság száma jóval kisebb, a világfolyamatokra is mérsékeltbb hatást fejtenek ki, de kétségkívül erősítik az előre látható fő folyamatokat.

A humán táplálkozási szerkezet súlypontjainak akár csak részleges átrendeződése növényi élelmiszerekről állati eredetű élelmiszerekre azt jelenti, hogy ugrásszerűen több növényi termék kell egy-egy ember ellátásához, mert az állati eredetű termékek megtermelése négy-tízszerezes mennyiségű növényi biomassa (takarmány) felhasználással jár a transzformációs veszteségek miatt az adott állati eredetű termékektől függően. Utóbbi

Ország	Vajfogyasztás kg/évfő	Sajt fogyasztás kg/évfő	Összes fogyasztás kg/évfő
Franciaország	8,1	25,3	33,4
Németország	6,5	21,9	28,4
Olaszország	2,7	21,9	24,6
Finnország	5,9	16,6	22,5
Svédország	4,7	17,8	22,5
Magyarország	0,7	9,1	9,8

4. táblázat • Az EU-27 legnagyobb vaj- és sajt fogyasztó országai
(forrás: World Dairy Situation, www.fao.org, 2004)

vonatkozásban különösen figyelemreméltóak az 5. táblázatban összefoglalt adatok.

A legfontosabb húsfeleségek fogyasztásában hatalmasak a különbségek, India lemaradása hihetetlenül nagy. Kína és Hongkong összehasonlítása különösen izgalmas, mert azáltal, hogy Hongkong lakossága 98 %-ban kínai, hús fogyasztási szokásaik jól előrejelzik Kína várható fogyasztásának trendjeit is, ha továbbra is gyors ütemben nő az egy főre eső GDP. A magas jövedelemszintű Hongkong az egy főre eső hús fogyasztást az USA nagyon magas színvonalához közelítette úgy, hogy azt szinte 100 %-osan importból biztosítja több mint ötmillió lakosságának. Kínában hús éve még csupán 20 kg volt az egy főre eső évi hús fogyasztás, ma eléri a hongkongiakra jellemző fogyasztás 43 %-át, az 50 kg-ot.

A hús fogyasztás növelése azonban jelentős többlettakarmány-igényt jelent. Ha csupán

India és Kína lakosságát vesszük figyelembe (kb. 2,4 milliárd), 1 kg év/fő hús fogyasztás növekedés eléréséhez minimálisan 10–12 millió tonna többlettakarmány előállításra szükséges (Horn, 2007). Annak érzékeltetésére, hogy az egy főre eső évi takarmánykeverégyártásban mekkora különbségek vannak, néhány kiemelt országot figyelembe véve mutatom be a 6. táblázatot. FAO- és világbanki adatokra hivatkozva – csupán Kínát és Indiát figyelembe véve – a következő másfél évtizedben mintegy megötszöröződő takarmány világkereskedelemmel, megháromszorozódó állati termék kereskedelemmel számolnak. A takarmánytöbblet előállításához szükséges szántóföldi területet pedig 175 millió hektárral kellene megnövelni (Farell, 2005) a mai átlagos termés hozamok mellett.

(A hazai termelés az 1980-as években azonos volt az USA mai színvonalával, a hatal-

Ország, régió	Szarvasmarha- fogyasztás kg/fő/év	Sertésfogyasztás kg/fő/év	Baromfi fogyasztás kg/fő/év	Összesen kg/fő/év
Kína	6	35	9	50
India	2	1	2	5
Hongkong	16	61	39	116
USA	42	30	53	125
EU-27	16	43	20	79

5. táblázat • Néhány kiemelt ország, illetve régió egy főre eső hús fogyasztásának és összetételének szerkezete (forrás: USDA Foreign Agricultural Service. Office of Global Analysis, 2007)

	1980	1996	2006
Világátlag*	82	105	96
USA*			810
Kanada*			600
Kína*			70
India*			10
Magyarország	800 (1985–1988)		430

6. táblázat • Az előállított keveréktakarmányok mennyisége néhány országban (kg/fő/év)

*T. Perase Lyons adatai (2007)

mas csökkenés jól mutatja a magyar állattenyésztés történelmi összehasonlításban is páratlan visszaesését.)

A világ állattenyésztésének azonban egy új konkurens ágazattal is számolnia kell, ez a biomasszából üzemanyagot és energiahordozókat előállítók tőkeerős szektora. Annak érzékeltetésére, hogy a kukoricára alapozott etanolipar mekkora hatást gyakorol az USA kukoricamérlegére, állítottam össze a 7. táblázatot (Lyons, 2007 adataira alapozva).

Nemcsak az megdöbbenő, hogy az USA benzinfogyasztásának 10 %-ának etanollal történő kiváltásához a teljes kukoricatermés 52 %-a szükséges, hanem az is, hogy 47 millió tonna melléktermék (DDGS) keletkezik, amit vagy sikerült állati takarmányként vagy más módon hasznosítani, ami önmagában is nagy feladat, vagy káros környezetszennyező anyagként okoz gondot. A DDGS állati takarmányként történő hasznosítása kerdőzöknél már ma is gyakorlat, sertésnél mint-

egy 10 %-ban lehetséges (Helembai et al., 2006), a baromfiak takarmányozásában folynak kísérletek (Lyons, 2007).

Az EU döntésének, illetve távlati célkitűzésének, miszerint 2010-re a felhasznált üzemanyag 5,75 %-át, 2030-ra 25 %-át célozza meg bioüzemanyaggal helyettesíteni, teljesülése drámai hatással lesz a szántóföld hasznosítás struktúrájára Európában is (8. táblázat).

A táblázatban összefoglalt adatok érzékeltetik azt a hatalmas termőföldterületet, amelyet Európában leköt majd a bioenergia termelés céljára előállított növények megtermelése. Reálisan várható a 2010-es cél teljesítése, a 10 % körüli és feletti célok már erősen vitatottak. Nem képzelhető el, hogy a kitűzött 2030-as távlati cél teljesül, mert irreális, és súlyosan veszélyeztetné Európa élelmiszerellátását, annak biztonságát is az új világhelyzetben. Ez még akkor is igaz, ha új technológiákkal, más „energianövények” szélesebb körű termesztésével történik a bioüzemanyag előállítása.

1 tonna kukorica	400 l etanol
	330 kg tak. melléktermék (DDGS - Distillers dried grains with solubles)
Kukorica igény	140 millió tonna
Az USA össztermelésének	52 %-a
DDGS mennyisége	47 millió tonna

7. táblázat • Az USA üzemanyagfogyasztásának 10 %-át kiváltó etanol előállításának hatása a takarmányalapanyag-termelésre 2010-ben (T. Perase Lyons adatai, 2007)

	2010	2030
Szántóterületigény (EU-27)*	5,75 % bioüzemanyag	25 % bioüzemanyag
Termőterület-szükséglet (millió ha)	15–18	65–75
Az összterület %-ában	13–15	60–70

8. táblázat • Az EU által 2010-re és 2030-ra tervezett bioüzemanyag-felhasználás és az előállításhoz szükséges szántóterület nagysága – * 50 % import esetében a területigény megfeleződik (Hans-Wilhelm Windhorst adatai alapján, 2007)

Azáltal, hogy egyes nagyrégiókban (USA, EU) politikai döntés született arra vonatkozóan, hogy az üzemanyag-felhasználás adott százalékát etanollal vagy biodízzel akarják kiváltani, helyben termelt növényekre alapozva, a takarmány-alapanyagokért folyó versenyben új helyzet keletkezik. A politikai döntés egyúttal azt is jelenti, hogy az adott nagyrégiókban a nemzetközi kereskedelmet is drasztikusan korlátozzák, mintegy az adott régiót kivonják a globális árucseré forgalom hatásai alól, az energiafüggőség csökkentésének doktrínáját érvényesítve.

Az előbbieken vázolt mindössze három folyamat: az emberiség jelentős részének állati eredetű élelmiszer iránti fokozódó igénye, a növekvő állatállomány megnövekedett takarmányszükséglete és a bioenergiaipar belépése együttesen új versenyhelyzetet teremt az emberi fogyasztásra közvetlenül felhasználható, az állatok takarmányozását szolgáló és az energiatermelés igényelte növénytermesztési alapanyagokért. Csupán e három tényező alapján is állíthatjuk, hogy újra stratégiai kérdés lesz a mezőgazdaság, ahogyan ez a történelem során majdnem mindig is így volt.

Tovább fokozza a takarmányalapanyagokért folyó versengést, hogy új felvevőként megjelent a csomagolóanyag-ipar. Japán már törvényt is hozott a műanyag alapú csomagolóanyagok kötelező helyettesítéséről keményítőből előállított csomagolóanyagok bevezetésére. Hasonló lépések máshol is várhatóak, a lassan kezelhetetlen nem lebomló csomagolóanyag-ipari hulladék mennyiségének drasztikus csökkentése érdekében.

Romló peremfeltételek az élelmiszer-termelésben

Napjainkban a fejlett (például 3. táblázat) és fejlődő világban a lakosság magas értékű ál-

latiféherje-ellátásában nagy szerepet játszik a hal. A jelenlegi 100 millió tonnára nőtt tengeri halfogások csökkenése várható a jövőben. Már ma is leginkább rablógazdasággal jellemezhető, nagyon fejlett halászati technikákkal lehet csak fenntartani a halfogás jelenlegi szintjét, a világ mintegy négy milliós hajóflotájával súlyosan károsítja a világtengerek értékes halállományát. A tengerbiológusok többsége szerint az óceánokat napjainkban mintegy 70–80 %-kal kevesebb nagytestű, vándorló életmódot folytató hal lakja, mint száz éve (Montaigne et al., 2007). Többek között az atlanti óriás laposhal, a kékúszójú tonhal, az atlanti kardhal, az atlanti hering, az ausztrál tőkehal állományai gyakorlatilag összeomlottak.

A tengeri halászat napjainkban még mintegy 200 millió embernek ad munkát. Csupán Ázsiában egymilliárd ember – táplálkozás-életteni szempontból döntő fontosságú – állatifeherje-forrása a hal (Diamond, 2007). Amennyiben a tengeri halászat területén nem következik be alapvető változás, a fejlett és fejlődő világ halellátása a jelenlegi szinten lehetetlenné válik. Új alapokra kell helyezni a mesterséges tenyésztés és nevelés fenntartható megoldásait, létre kell hozni azokat a szigorúan védett tengerreszeket, ahol a halak zavartalanul szaporodhatnak (például Új-Zéland), és a mainál jóval szigorúbb komplex halászati rendszabályok vezetendők be. Sajnos az édesvízi halállományok helyzete sem jobb a tengeriekénél sem mennyiségi, sem minőségi vonatkozásban.

A növényi biomasszatermelés preemfeltételei is kedvezőtlenül alakulnak. Csupán a legnagyobb hatásúakat említem ezek közül:

A termőföldkészség csökkenése a világ fejlett és fejlődő országaiban sokkal nagyobb mértékű, mint ahogy az általában köztudott. A

gyorsan fejlődő ázsiai, dél-ázsiai térségben az infrastruktúra és egyéb nagyarányú fejlesztések a legértékesebb termőföld területeken létesülnek elsősorban és szükségszerűen, hiszen a lakosság zöme itt sűrűsödik. Több károsító tényező összehatásaként Kínában becslések szerint a közelmúltban 50 %-kal csökkent a jó minőségűnek tartott termőföldek összterülete. A túllegeltetés Észak-Kínában a földművelésre és legeltetésre alkalmas területek 15 %-át elsvatagosította. A megmaradt legelőterületek fűhozama 40 %-kal csökkent az utóbbi ötven évben (Diamond, 2007). A termőföldterület mennyiségi csökkenése és minőségromlása sajnálatosan többé-kevésbé érinti a legtöbb fejlett és fejlődő országot. Nem kivétel ezalól hazánk sem. Nehéz jó lelkiismerettel tudomásul venni azt, hogy Magyarországon az elmúlt két évtizedben mintegy 500 000 ha mező- és erdőgazdaságilag hasznosítható terület veszett el, ez majdnem kétszer akkora, mint Szlovénia összes szántóföld-területe.

Az öntözött területek bővítése számos országban fontos lenne, növelve a terméshozást, a magas hozzáadott értékű növényi kultúrák szélesebb körű termesztését (például vetőmagtermelés, kertészet). Olyan országokban lehetséges ennek megvalósítása, például mint Magyarországon, ahol az édesvízkészlet döntő része átfolyik az országon, anélkül, hogy érdemi módon hasznosítanánk azt. Helyette inkább csak kárenyhítésre áldozzuk a sok pénzt és az energiát, szinte évente (árvizek, aszály). Ugyanakkor a világ számos régiójában, ahol intenzív öntözéses gazdálkodás a jellemző, súlyos és fokozódó gondokkal szembesülnek. Így például Kínában, ahol a mezőgazdaságilag hasznosított terület 50 %-át öntözik, ami viszonylag nagyon magas arány világviszonylatban is, de nem hagyható figyel-

men kívül az, hogy ott csupán az ország alig 10 %-a alkalmas érdemi mezőgazdasági hasznosításra.

Kínában édesvízből a világátlag negyedrésze jut egy főre, és az is rendkívül egyenetlen eloszlásban, délen ötször annyi, mint északon. A városok és a növénytermesztési kultúrák vízigényét kétharmad részt kutakból elégítik ki, a föld alatti vízkészletek gyorsan kimerülnek, a tengerparti részekben sós víz szivárog az édesvíz helyére (Diamond, 2007). A helyzet jelenleg oly súlyos, hogy például Pekingben a talajvízszint 1950 óta 50 m-t süllyedt. Indiában is jelentős környezeti károsodásokat okozott az öntözés (Somlyódy, 2008). A fejlett mezőgazdasággal jellemezhető országok közül többen a talajvíz öntözésre történő széleskörű felhasználása ma már súlyos mértékű talajvízszint csökkenést okoz. Ez a helyzet az USA számos szövetségi államában, és Ausztrália egyes régióiban is.

Verseny a háziállatfajok között a hústermelésben

A korábban vázoltak alapján a jövőben a háziállat-fajoknak az a képessége, hogy mennyi takarmányból képesek egységnyi mennyiségű állati terméket előállítani, döntő fontosságú lesz. A tojás- és a tejtermelés (nagy teljesítményű tojótyúkokkal és tejtermelő tehenekkel) esetében kiemelkedően hatékony a takarmányok transzformációja nagy biológiai értékű állati terméké.

A hústermelés esetében nagyon nagyok a háziállat fajok közötti különbségek. A jelenség lényegét a 9. táblázat adatai (Verstegen – Tamminga, 2005) alapján könnyű megérteni.

A táblázat első oszlopa (csupán kuriózumként az embert is beleértve) a teljes létszámot adja meg. A második számoszlop az összes biomassa tömegét mutatja, amelyet az adott

	<i>Létszám (milliárd)</i>	<i>Biomassza (millió t)</i>	<i>Éves termelés (millió t)</i>
Szarvasmarha	1,41	332	52,6
Juh, kecske	1,57	36	9,9
Sertés	1,36	47	87,2
Baromfifélék	13,90	12	58,1
Összes állat	18,20	427	207,9
Ember	6,0	237	23,6

9. táblázat • A világ háziállat-állománya és az emberiség biomasszában kifejezve (Versteegen – Tamminga, 2005)

állatfaj felnőtt (tenyész-) állománya és az utánpótlásukhoz szükséges (létszámegyen-súly) növendékállomány képvisel, az ember esetében ez természetesen a gyermekek teljes körét is magába foglalja. A harmadik oszlop állatfajonként adja meg azt a növendékállományt (szaporulatot), amit adott évben hús-árutermelésre (vágásra) lehet felhasználni. Az emberre vonatkozóan értelemszerűen az utolsó oszlop a gyermekek összes éves testtömeg-növekedését adja meg. A szarvasmarha esetében a fenntartandó szülőpopulációk össz tömegéhez képest 16% a húsrá értékesíthető hányad (borjú, hízóbika), a juh és kecske esetében ez már 28 %. A sertés tenyészállomány tömegéhez képest 1,85-ször nagyobb mennyiségű hízósertés állítható elő, a baromfiféléknél ez a szám még kedvezőbb, mert majdnem ötször nagyobb a húsrá értékesíthető szaporulat össz tömege, mint amekkorát az egész szülőpopuláció tömege képvisel.

Egyértelmű, hogy a növénytermesztésből származó takarmány-alapanyagot hasznosító sertés és baromfi az elfogyasztott táplálóanyagokból sokkal nagyobb arányban képes hús előállítására, és sokkal kevesebbet használnak fel a létszámegyensúlyban fenntartandó tenyészállomány takarmányozására. A szapora állatfajok a kiéleződő takarmány-alapanyagokért folyó versenyben jelentős előnyben lesz-

nek. Ebben az összefüggésben a mesterséges halhústermelés különböző változatai a halak igen nagy szaporasága miatt jelentős lehetőségeket rejtenek. Habár utóbbi területen a mesterséges tengeri halszaporítás és -nevelés területén nagy fordulatnak és új innovációs hullámnak kell bekövetkeznie, amely folyamatnak a kezdeteinél tartunk. Tovább nehezíti a helyzetet, hogy a haltakarmányokban rendkívül magas, a tengeri halfajoknál szinte kizárólagos a hal-, illetve a magas biológiai értékű állati fehérjék aránya.

Jól megalapozottak biológiailag is azok az előrejelzések, hogy elsősorban a baromfi- és sertés-hús-termelés erős növekedése várható, ami adott esetben jól illeszkedik a legnagyobb fogyasztásnövekedést generáló ázsiai nagytér-ség táplálkozási szokásaihoz is.

A szelekció fő- és néhány fontos mellékhatása (baromfi példák)

Az állatok takarmányáért folyó versenyben még fontosabb lesz az, hogy egységnyi állati terméket mennyi takarmányból lehet előállítani. Emellett a keletkező trágya mennyisége is összefügg a takarmányok hasznosításával. A baromfi árutermelés példáján keresztül szeretném érzékeltetni, hogy az állatállományok tojás- és hústermelő képességének javítása szelekcióval világszinten és évente mekkora

takarmányfelhasználás és trágyatermelés (környezetterhelés) csökkenést eredményez. A tenyésztómunka eredményeként a tyúkok éves tojástermelése 1 %-kal, mintegy három tojással növekszik, a húsbarmofiak (pecsenyecsirke, kacsza és lúd) súlygyarapodása 2–4 %-kal javul azonos idő alatt. A világ tojástermelését 850 milliárddal, baromfihús termelését mintegy 60 millió tonnával számolva az éves teljesítményjavulás a tojástermelésben 1,9 millió, a húsbarmofi előállítás során 1,7 mil-

lió tonna takarmány megtakarítását eredményezi főképp azért, mert kevesebb állattal állítható elő ugyanaz a termékmennyiség. Döntően a takarmánymegtakarítás révén a tojástermelésben 2,15, a hústermelésben 2,0 millió tonna, a környezetet lokálisan terhelő trágyával keletkezik kevesebb. Mindkét tényező a fenntartható termelést szolgálja már ma, és még fontosabb lesz ez a jövőben. A jelenséget részletesen a 10. és 11. táblázatban mutatom be (Shalev – Pasternak, 2000).

<i>Paraméterek</i>	<i>Barna</i>	<i>Leghorn</i>
<i>Évi genetikai előrehaladás</i>		
Éves tojástermelés növekedés (g)	180	160
Testtömeg csökkenés (g)	19,5	0,9
Takarmánymegtakarítás (1000 t)	1200	678
		1878
Trágyatermelés csökkenés (1000 t)	1380	779
		2159
N terhelés csökkenés (1000 t)	30,2	
P ₂ O ₅ terhelés csökkenés (1000 t)	21,6	
K ₂ O terhelés csökkenés (1000 t)	13	

10. táblázat • A takarmánymegtakarítás és a trágyatermelés csökkenése évente világméretben a genetikai előrehaladás következtében tojótyúkoknál (a világ tojástermelése 850 milliárd db) (Shalev – Pasternak, 2000)

<i>Számításba vett termelési adatok</i>	<i>Brojler</i>	<i>Pulyka</i>	<i>Víziszárnyas</i>
Világtermelés (millió tonna)	51,7	4,7	2,7
Állomány (millió db)	22 876	306	625
Évi előrehaladás a testtömeggyarapodásban (%)	2,01	2,56	4,32
Takarmánymegtakarítás (1000 t)	1113	349	258
	1720		
Trágyatermelés csökkenés (1000 t)	1292	402	297
	1991		
N terhelés (1000 t)	-23,3	-7,2	-5,3
P ₂ O ₅ terhelés csökkenés (1000 t)	-14,2	-4,4	-3,3
K ₂ O terhelés csökkenés (1000 t)	-8,4	-2,6	-1,9

11. táblázat • A brojlercsirke, a pulyka és víziszárnyas termelésben elért éves genetikai előrehaladás hatása a takarmánymegtakarításra és a környezetterhelés csökkenésére

Egyes állati termékek előállításának hatékonysága a vízhasznosítás szempontjából

A sokat emlegetett klímaváltozás – amely mindig is jellemezte a Föld egész történetét – jelen szakaszában minden valószínűség szerint régióinkban a felmelegedés irányába mutat.

A következőkben kísérletet teszek arra, hogy érzékeltessem a vízhasznosítás hatékonyságában mutatkozó mélyreható különbségeket egységnyi állati termékre vetítve a használt állatok típusától, valamint termelési színvonalától függően.

A következőkben tárgyalandó példák néhány olyan ágazatot ölelnek fel, amelyek termékei széles fogyasztói igényeket nagy mennyiségben elégítenek ki; a táplálkozástudomány mai álláspontja szerint alapvető komponensei egy egészséges és kívánatos étrendnek, és a mértékadó előrejelzések szerint tovább növelik részarányukat a fogyasztói piacon (OECD, USDA).

A modellszámítások során csupán az egységnyi állati termékre felhasznált ivóvíz mennyiséget és az egységnyi termék előállításához szükséges takarmány mennyiségének előállításához hasznosítandó csapadékvíz mennyiségét vettem számításba. Nem foglalkozom a termék-előállítás folyamata során igényelt technológiai vízigénnyel (például állattartó telepek, vágóhidak, élelmiszer-feldolgozás

stb.), mert e területeken értelemszerűen már ma is maximális a takarékoság, és a jövőben még inkább ez a követendő út.

Zárt rendszerű tartásmódokban köztudott, hogy az istállók klimatizálásával, a jó hatásfokú ventilációval érdemben csökkenthető az állatok ivóvizigénye is, például brojlersirkéknél 18 °C-ról 30 °C-ra emelkedő istállóhőmérséklet 60–100%-kal növeli az ivóvizigényt. A jó klimatizálás egyúttal a fajlagos (termékegységre eső) takarmány és ivóvíz hasznosítását is javítja minden állatfajban.

A szelekcio hatékonysága. A 12. táblázatban az 10. és a 11. táblázat adatai alapján számolva összesítettem az évente megtakarítható ivóvíz-tömeget, és a takarmánymegtakarításból következő víztömeget a tojástermelésben és a baromfihús előállításban az éves szelekcio előrehaladásból következően globális szinten. Az összes ivóvíz-megtakarítás 7 196 000 m³, a takarmányelőállításban megtakarítható víztömeg (csapadék) 3598 millió m³ világszinten.

A számok elgondolkodtatóak, és rámutatnak a szelekcio hatékonyságára a vízhasznosítás tükrében.

Különböző termelési színvonalú állatpopulációk összehasonlítása a tej- és baromfihústermelésben

Tejtermelés. Alig vitatható, hogy a hazai folyadéktej-ellátást célszerű minél nagyobb mértékben hazai termelésre alapozni a jövőben is.

<i>Ágazat</i>	<i>Ivóvíz (m³)</i>	<i>Takarmányelőállítás vízfelhasználása (m³)</i>
Tojástermelés	3 756 000	1 878 000 000
Baromfihús-termelés	3 440 000	1 720 000 000
Összesen:	7 196 000	3 598 000 000

12. táblázat • A baromfihús- és tojástermelésben évente megtakarítható víz az egyévi genetikai előrehaladás következtében globális szinten (B. Shalev és A. Pasternak [2000] paramétereivel számolva 2:1 arányú ivóvíz/takarmány arány, és 1000 l csapadékvíz/takarmány alapanyag kg [gabona, kukorica] transzformációval számolva [5 t szemtermés/ha és évi 500 mm csapadék])

Különböző laktációs tejtermelés esetén 4000–12 000 l/tehen hozamszint mellett az 1 liter tej előállításához szükséges ivóvíz-szükségletet a 13. táblázat mutatja. A számítások 600 kg-os élő súlyú „standard” tehenre vonatkoznak.

A 4000–12 000 literes éves tehenenkénti termelési színvonalszintek széles körben elterjedt alaptípusokat képviselnek mind a fajták, mind pedig az alkalmazott tartási komplex rendszereket illetően is.

Amint az adatokból látható, az ivóvíz és az 1 l tej előállításához szükséges takarmánytermesztés csapadékvízszükséglete az éves termelés növekedésével nem csökken lineárisan és arányosan. 4000-ról 8000 literre növekvő, megduplázódó tejtermelés esetén az ivóvíz-szükséglet 23,9 %-kal, a takarmánytermesztés vízszükséglete 29,85 %-kal csökken. A 4000 l-es tehenenkénti tejtermelés megháromszorozódása 34,8%-os ivóvíz és 36,5%-os takarmánytermesztési vízigény-csökkenéssel jár „csupán” együtt. Ez annyit is jelent, hogy 8000 literről és a már magasnak tekinthető 12 000 l-es hozamszintre történő törekvés mindössze 10,9%-os, illetve 6,7%-os további vízmegtakarítást jelent. A tejtermelési szektorban a tehenek tejtermelési színvonalának

üzemi, ökonómiai optimalizálásában viszonylag tágabb tere nyílik a választható stratégiáknak a vízhasznosítás hatékonyságát figyelembe véve, összefüggésben az esetleges klímaváltozással is.

A pulyka- és brojlertermelés. A pulyka és pecsenyecsirke termékek ma már szerves részét képezik számos ország és a hazai lakosság állati termékfogyasztásának, az egészséges táplálkozási étrend alig nélkülözhető nagy mennyiségben igényelt komponensei. Abban, hogy ez hazánkban és a fejlett világban, sőt számos fejlődő országban is így alakulhatott, a modern fajtáknak, hibrideknek kulcsszerep jutott. A hajdani ünnepi ételből mindennapi, viszonylag olcsó és egészséges táplálék lett. A mellhús a legfontosabb húsrész, egyes országokban (például USA) a mellfilé teszi ki a fogyasztás zömét akár pulykáról, akár pecsenyecsirkéről van szó (Nixey, 2002). A mell a főtermék.

A vízhasznosítás hatékonysága szempontjából érdemes összehasonlítani egymással a modern és a régebbi, szabadtartásban is elterjedt pulykatípusokat.

A 14. táblázatban egy modern, nagytestű pulykahibrid és egy őshonos fajta, a hazai bronzpulyka néhány jellemző paraméterét

Tejtermelés (liter/tehen)		Vízszükséglet 1 liter tej előállításához		
Éves tejtermelés (l)	Napi átlagos tejtermelés (l)	Ivóvíz (l)	Napi takarmányban felvett víz (l)	Az elfogyasztott takarmány megtermelésének csapadékvíz-szükséglete
4000	13	4,6	1,63	1034
8000	26	3,5	0,76	726
12000	40	3,0	0,55	607

13. táblázat • A tejtermelés vízszükséglete a tehenenkénti tejtermelés színvonalától függően egy liter teje számítva (Babinszky László adatai, 2005; részletszámítások: Oklahoma Extension Service USA (2005) ajánlásai figyelembe vételével)

mutatom be (Sütő et al., 2004; Herendy et al., 2004). Utóbbi fajtán alapult a hajdan híres és magyar exportban is jelentős szerepet játszó pulykatenyésztés (Horn, 2003).

A 15. táblázatban a 14. táblázat adatai alapján kiszámítottam az 1 kg mellfilé előállításához szükséges takarmány, ivóvíz és a takarmány előállításához szükséges csapadékvíz mennyiségét mindkét típusra vonatkozóan. Ha a hagyományos, legelőn is tartott bronzpulykával kellene pulykamellet előállítanunk, majd 2,5-szer több vízre lenne szükségünk.

A 16. táblázatban a pecsenyecsirkére jellemző paramétereket mutatom be 1978-as, 1998-as és a 2008-as típusra vonatkozóan.

Megdöböntő, hogy napjainkban mintegy egyharmad annyi takarmány szükséges 1 kg mellfilé előállításához, mint harminc évvel ezelőtt, amikor már – a különböző hagyományos tyúkfajtákhoz képest – nagyon nagy teljesítményű brojlerekkel rendelkezünk.

A 16. táblázat adatai alapján a 17. táblázat mutatja a különböző pecsenyecsirke típusok 1 kg mellhús előállítására felhasznált víz mennyiségét, a fajlagos vízhasznosításban mutatkozó hatalmas különbségeket. Tekintettel a pecsenyecsirke-termékek nagy mennyiségére, a lakosság tömeges igényére (pl. az USA 50 kg feletti egy főre eső fogyasztása), aligha kétséges, hogy az áttérés egy jóval extenzívebb,

Típus	Élőtömeg 20 hetes korban (kg)	Takarmányértékesítés kg. tak/élőtömeg kg	Mellfilé tömege (kg)
Modern pulykahibrid	18,2	2,9	5,09
Bronzpulyka	6,4	3,3	0,83

14. táblázat • Nagytestű (2004-es típus) pulykák és őshonos hazai bronzpulykák teljesítményében mutatkozó különbségek a mellhús-előállítás esetében (bakok)

Típus	1 kg mellfilé előállításához szükséges		
	Takarmány (kg)	Ivóvíz (l) ¹	Takarmányelőállítás vízigénye (l) ²
Modern pulykahibrid	10,5	21,0	10 500
Bronzpulyka	25,3	50,6	25 300

15. táblázat • Egy kg mellfilé előállításának takarmány- és vízszükséglete különböző típusú pulykák esetében (bakok) – ¹ 2:1-es ivóvíz:takarmány arány, 5 t/ha kalászos gabona, kukorica) termés – ² 500 mm évi csapadékmennyiséggel számolva

Év	Élőtömeg 42 napra (kg)	Takarmányértékesítés Tak. kg/élőtömeg kg	2 kg-os élőtömegnél		
			Vágási életkor (nap)	Mellhús (g)	Takarmány kg/ mellhús kg
1978	1,0	2,5	63	250	20
1998	2,4	1,7	37	320	11
2008	3,0	1,4	32	400	7

16. táblázat • A brojlerek (pecsenyecsirkék) teljesítményváltozása 1978–2008 között

kisebb termelőképességű típusra mekkora többlet halmozott vízigényt támasztana azonos termékvolumen feltételezve. Az adatok különösen elgondolkodtatóak, hogyha azokat egy felmelegedő, csapadékszegényebb peremfeltétel rendszerbe helyezve értékeljük.

Különleges, ún. „niche” piacokra történő termék-előállításban továbbra is tág tere lesz a speciális (például őshonos, extenzívebb típusú fajták és fajok) állattenyésztési ágazatoknak, ennek köre és nagyságrendje azonban a mindenkori fizetőképes kereslet függvénye lesz. Az USA-ban ma minden további nélkül lehet vásárolni egy félvad, extenzíven nevelt pulykából – a narragansett pulykából – készített mellfilét, csak az ötször drágább, mint a „hagyományos” nagytestűből származó.

A kiragadott – és leegyszerűsített – modelszámítások talán rávilágítanak egy méltánytalanul elhanyagolt területre, a fajlagos vízfelhasználás számbavételére egységnyi állati termék előállítására vonatkoztatva. A „vízértékesítés” mint értékmérő a klímaváltozás aspektusából legalább olyan fontos lesz, mint a takarmányértékesítés, habár a kettő nagyon szorosan korrelál abrakfogyasztó állatoknál. A jó takarmány- és vízhasznosító típusok egységnyi termékre kevesebb trágyát is termelnek. Nagyon valószínű, hogy azokban az állattenyésztési ágazatokban, amelyek termékeit jó minőségben és egyúttal nagy mennyiségben

igényli a lakosság, nem fogjuk tudni nélkülözni a nagy genetikai termelési potenciállal rendelkező állattípusokat a klímaváltozáshoz történő racionális alkalmazkodási folyamatokban.

Összefoglaló következtetések

Az állati termékek iránti mennyiségi és minőségi igény minden korábbi történelmi időszakot messze meghaladó módon fog nőni a következő évtizedekben, és ennek hátterében elsődlegesen Kína, India és a gyorsan fejlődő további, mintegy 400–500 milliós lélekszámú kelet- és délkelet-ázsiai, óceániai térség játszik majd meghatározó szerepet, az összességében majd hárommilliárdnyi potenciális fogyasztójával.

A keresleti oldal jól prognosztizálható az állati eredetű élelmiszerigényt illetően, amelyet az említett nagytérségre jellemző gyors gazdasági növekedés és jelentősen emelkedő reáljövedelem-szint generál elsődlegesen, és csak másodlagos tényező a népesség növekedési rátája és abszolút mértéke.

Az állatiermék-előállítás alapját képező növénytermesztés és növényi biomassza-előállítás mellett erős konkurensként jelenik meg az energia alapanyag-termelés, és volumenét illetően kisebb, új igénnyel a csomagolóalanyag-ipar. Tovább nehezíti majd a helyzetet az is, hogy a világ népességének jelentős és

<i>Brojler típusa</i>	<i>1 kg mellhús előállításának vízigénye (l)</i>	
	<i>Ivóvízigény</i>	<i>Takarmányelőállítás igénye</i>
1978-as	40	20 000
1998-as	22	11 000
2008-as	14	7000

17. táblázat • Egy kilogramm brojler mellhús előállításának vízigénye a teljesítmény-változástól függően (2:1-es ivóvíz:takarmány arány, 5 t/ha (kalászos gabona, kukorica) termés, 500 mm/ha évi csapadékmennyiség, 18°C istállóhőmérséklet a véghizlalás alatt)

értékes állati eredetű fehérjeforrását képező tengeri halak mennyisége a folyamatos túlhalászás miatt drámai mértékben csökken, minőségi összetétele romlik. Ugyanakkor a világ termőföld-készlete csökken mind a fejlett, mind a fejlődő országokban. Tetézi a gondokat, hogy a sokszor okszerűtlen és a világ sok részén kényszerű öntözés drámai módon csökkenti a talajvíz-készleteket. A klímaváltozás jellegét és mértékét illetően az előrejelzések összességében inkább negatív hatásokat valószínűsítene a növénytermesztés hozamait, illetve a termelésbiztonságot illetően. Amikor tehát a növényi biomassza-termelés produktumai iránt sokirányú és nagy volumenű új alpanyagigény jelenik meg, új versenyhelyzet alakul ki legalább három fő felhasználói kört illetően: közvetlen emberi táplálékforrás, állati takarmánybázis, energiaipari szektor. A verseny éles lesz, a globális és nagyregionális szabadpiaci viszonyokat állami és kisebb regionális politikai döntések erősen torzítják majd. A különböző ipari melléktermékek állati takarmányként történő felhasználása – és az alternatív takarmányforrásoké is – nagy jelentőségű alkalmazkodási kényszerpálya lesz.

A jövő állatieredmék-előállításai stratégiáit alapvetően két főirány fogja meghatározni: a lakosság számára nagy mennyiségben igényelt állati eredetű élelmiszereket, ún. jó minőségű tömegtermékeket (például: tej, sertéshús, baromfi-hús, tojás) döntően nagy termelőképeségű fajtákkal, alapvetően intenzív komplex termelési-technológiai feltételek mellett állítják majd elő, ahol egységnyi termékre vetítve minimalizálható a takarmányfelhasználás és vízfelhasználás, ezáltal a vizelet- és trágyatermelés is. Ez a követelményrendszer minden, döntően abraktakarmányokra vagy intenzív magas biológiai értékű természetű tömegta-

karmányokra alapozott állattenyésztési ágazatra vonatkozik.

A szántóföldi művelésre nem, vagy kevésbé alkalmas területek hasznosítása extenzívebb körülmények között tág teret ad különböző állattenyésztési ágazatoknak, ha a ráfordítások racionális keretek között tarthatók. Itt az alkalmazott fajták széles választéka jöhet szóba, ahol a speciális minőségnek, az adott viszonyokhoz való jó alkalmazkodóképességnek van vagy lesz döntő szerepe.

A fejlett országokban, illetve a magas jövedelemmel rendelkező népesség körében a világon mindenhol megjelenik és fokozódik az igény – a gyorsan fejlődő országokban is – a tömegtermékektől eltérő minőségű állati termékek iránt. Ezek a piaci szegmensek különleges vásárlóerővel rendelkeznek, nem érzékenyek. Az állattenyésztők innovativitása utóbbi területen bőven találhat kibontakozási lehetőséget. Döntő azonban a különleges márkázott termékek előállítása során is az, hogy adott terméknek állandó minőség mellett kellő mennyiségben és folyamatosan szükséges a piacon jelen lennie. A nyomonkövethetőség és élelmiszerbiztonság minden állattenyésztési rendszerben alapvető kritérium marad, függetlenül azok nagyobb vagy kisebb felvevőpiacot megcélzó stratégiájától.

Az új kihívások tükrében az EU-nak is jelentősen át kell alakítani agrárpolitikáját. A termelési korlátozások kompenzációjaként alkalmazott jövedelemtámogatási politika helyett csak a legújabb kutatási eredmények gyors és általános alkalmazását segítő minőségi termelés- és támogatáspolitikai lehet a versenyszféra iránytűje.

Az élelmiszerbiztonsági rendszerek is akkor működhetnek megbízhatóan és jól, ha az EU meghatározó mértékben támaszkodhat saját termelési hátterére, és nem kerül kényszerhely-

zetbe sokszor váratlan, nagy volumenű import-tranzakciók szükségessége miatt. A mezőgazdaságban tovább fokozódik a szakmai felkészültség, a professzionalizmus szerepe, a versenyképesség egyik legfontosabb pillére.

A belátható jövőben minden előjel szerint a mezőgazdasági termékek piacán a közel-múlt ún. kínálati piaca át fog alakulni keres-

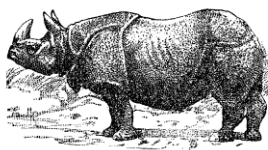
leti piaccá. A növényi és állati eredetű élelmiszerek drágulni fognak. Az élelmiszer – mint ahogy a történelemben majd minden korban, így a jövőben is – újra stratégiai cikk lesz.

Kulcsszavak: *élelmiszertermelés, hústermelés, fogyasztás, bio üzemanyagipar, csökkenő erőforrások, verseny, vízhasznosítás*

IRODALOM

- Babinszky László (2005): In: Horn Péter: Egyes állattenyésztési ágazatok lehetséges alkalmazkodási lehetőségei a klímaváltozás függvényében. In: Csete László (szerk.): „Agro 21” füzetek. Klímaváltozások – hatások – válaszok. **42**, 3–9.
- Bowden, Richard J. (1991): Systems Thinking and Practice in Agriculture. *Journal of Dairy Science*. **74**, 2362–2373. <http://jds.fass.org/cgi/reprint/74/7/2362>
- Cheeke, Peter R. (1999): *Contemporary Issues in Animal Agriculture*. 2nd ed. Interstate Publ. Inc., Denville, Ill.
- Cheeke, Peter R. (2001): *Societal and Professional Implications of Industrialized Farming of Livestock and Poultry*. International Symposium. Pannon Állattenyésztési Napok. Acta Agraria Kaposvariensis. **5**, **1**, 17–32.
- Diamond, Jared M. (2007): *Összeomlás. Tanulságok a társadalmak továbbéléséhez*. Tipotex, Budapest
- FAO (2004): *World Dairy Situation*. www.fao.org
- Farrell, David J. (2005): Matching Poultry Production with Available Feed Resources: Issues and Constraints. *World's Poultry Science Journal*. **61**, 299–307.
- Gilbert, Roger (2007): Global Feed Production. *Feed Tech*. **11**, 10–13.
- Helembai Jenő – Hausenblasz J. – Mézes M. (2006): Néhány szeszipari melléktermék táplálékanyagának látszólagos emészthetősége és azok hatása a nitrogénretencióra növendék sertéseken. Állattenyésztés és takarmányozás. **55**, **6**, 567–575.
- Herendy Veronika – Sütő Z. – Horn P. (2004): *Comparison of Turkey Strains and Feeding Management of the 1967's and the 1999's Regarding Growth and Slaughter Characteristics*. World's Poultry Congress and Exhibition. Istanbul. 1434. pdf (CD)
- Horn Péter (2001): A globalizáció, a versenyképesség és a fenntartható fejlődés néhány kérdése az állattenyésztésben. International Symposium. Pannon Állattenyésztési Napok. Acta Agraria Kaposvariensis. **5**, **1**, 43–54.
- Horn Péter (2003): Haszonállatok tenyésztése. In: Glatz Ferenc (főszerk.): *Magyar Tudománytár. Növény, állat, élőhely*. Vol. 3. MTA Társadalomkutató Központ–Kossuth, Budapest, 433–448.
- Horn Péter (2005a): Nemzetközi tendenciák az állattenyésztésben. Biológiai alapok az állattenyésztésben. XIV. Országos Konferencia. OMMI Bp., (CD)
- Horn Péter (2005b): Egyes állattenyésztési ágazatok lehetséges alkalmazkodási lehetőségei a klímaváltozás függvényében. In: Csete László (szerk.): „Agro 21” füzetek. Klímaváltozások – hatások – válaszok. **42**, 3–9.
- Horn Péter (2007): Intenzív és extenzív állattenyésztés a fenntartható mezőgazdaságban. Állattenyésztés és takarmányozás. **56**, **5**, 389–402.
- Lyons, T. Pearse (2007): Ethanol, Darling of Wall Street or Scourge of the Feed Industry. *World Poultry*. **23**, **2**, 20–22. http://www.agriworld.nl/public/file/pdf/20070330-20_wp_ethanol.pdf
- Montaigne, Fen – Olson, R. – Skerry, B. (2007): Haldokló tengerek. Fogyóban az óceánok nagy halai. *National Geographic Magazin*. **4**, 61–77.
- Nixey, Cliff (2002): *Trends in Turkey Production*. 11th European Poultry Conference, Brema, 06. 10. 2002. (CD)
- Olesen, Ingrid – Groen, A. F. – Gjerde, B. (2000): Definition of Animal Breeding Goals for Sustainable Production Systems. *Journal of Animal Science*. **78**, 570–582.
- Shalev, Baruch A. – Pasternak, H. (2000): Genetic Advances Save Feed and Reduce Pollution. *World Poultry*. **16**, **5**, 29–30.
- Roppa, Luciano (2007): Protein Demand Drives Poultry Production. *World Poultry*. **23**, **9**, 27–29. http://www.worldpoultry.net/ts_wo/resources/attachments/download/true/im/false/id/37450/Protein%20demand%20drives%20poultry%20production.pdf
- Somlyódy László (2008): Töprengések a vízről – lépés-kényszerben. *Magyar Tudomány*. **4**, 462–473.

- Sütő Zoltán – Herendy V. – Horn P. – Kustos, O. (2004): *Intenzív növekedésre szelektált pulykahibrid testarányainak változása*. VII. Nemzetközi Baromfitelezési Szimpózium, Kaposvár. Proceedings. 25–34.
- Thompson, Paul B. – Nardone, Alessandro (1999): Sustainable Livestock Production: Methodical and Ethical Challenges. *Livestock Production Science*. **61**, 111–119.
- USDA (2007): *Foreign Agricultural Service*. Office of Global Analysis.
- Verstegen, Martin V. A. – Tamminga, Seerp (2005): The Challenges in Animal Nutrition in the 21st Century. In: Proceedings. 12th International Symposium on Animal Nutrition. Kaposvár, 3–30.
- Windhorst, Hans-Wilhelm (2007): Bio-Energy Production – A Threat to the Global Egg Industry? *Worlds Poultry Science Journal*. **63**, 365–379.



A JÖVŐHÖZ VALÓ VISZONY ÉS VÁLTOZÁSA MAGYARORSZÁGON

Hideg Éva Nováky Erzsébet

a közgazdaságtudomány kandidátusa,
Budapesti Corvinus Egyetem Jövőkutató Tanszék
eva.hideg@uni-corvinus.hu

a közgazdaságtudomány doktora,
Budapesti Corvinus Egyetem Jövőkutató Tanszék
erzsebet.novaky@uni-corvinus.hu

A jövőorientáltság és megismételt empirikus felmérése

A jövőorientáltság az emberi gondolkodásnak az a formája, megnyilvánulási módja, amelyben a gondolkodást a jövővel szembeni előfeltevések, elképzelések és várakozások hatják át. A jövőre orientáltság minden olyan emberre jellemző valamilyen mértékben, aki tudatában van a múlt, a jelen és a jövő idő különbözőségének és kapcsolatának. A jövőre orientáltság szükséges feltétele annak, hogy az ember tájékozódjon és eligazodjon a környezetében történtek, tevékenységének oka és célja, ill. következményei vonatkozásában.

A jövőorientáltság mérésére az 1990-es évek elején kidolgoztunk és teszteltünk egy több összetevőből álló kérdéssorozatot (Nováky et al., 1994). A kérdéssorozat a jövőre gondolás módjára, a jövő bizonytalanságát mérséklő, elkerülő technikákkal való rendelkezésre, a jövőért végzett tevékenységekre és a jövővel kapcsolatos elvárásokra kérdez rá. A kérdésekre adott válaszok elemzéséből következtethetünk a jövőorientáltság és egyes összetevőinek jelenlétére az emberi gondolkodásban, az egyes összetevők kapcsolatának milyenségére, és a különböző társadalmi csoportok jövőorientáltságának sajátosságaira.

Az első országos szintű reprezentatív felmérést 1995-ben végeztük a Társadalomkutatási Informatikai Egyesülés (TÁRKI) többféle kutatási célú együttes adatfelvételt szolgáló ún. Omnibusz ISSP Jövő blokkjának keretében egy 1000 fős reprezentatív minta megkérdezésével (Hideg – Nováky, 1998). 2006-ban megismételtük a felmérést ugyanazoknak a kérdéseknek a használatával, szintén a TÁRKI Omnibusz adatfelvétele keretében. 1995 és 2006 között tizenegy év telt el, egy változásokban bővelkedő történelmi időszak tizenegy éve, amely sok tekintetben megkövetelte az emberek jövőhöz való viszonyának változását is. A tanulmányban ennek a felmérésnek a főbb eredményeit mutatjuk be, és hasonlítjuk össze az 1995-ös eredményekkel. Az összehasonlítás nem teljes körű, mert a TÁRKI nem teljesen azonos társadalmi csoport megnevezést használt a két időpontban.

A jövőre gondolás módja

A jövőre gondolás tekintetében arra voltunk kíváncsiak, hogy miként gondolnak az emberek a jövőre, véleményük szerint milyen mértékben függ tőlük a jövő, bíznak-e a jövőben, vagy félnek tőle. A válaszolókat az alábbi állítások igazságának megítélésére kértük meg:

- nem foglalkozom a jövővel,
- a jövő alakulása tőlem függ,
- sorsomat alig tudom befolyásolni,
- bizakodva nézek a jövő felé,
- félek a jövőtől.

Az állítások igazságának skálája a *nem igaztól* az *inkább nem igaz* és a *részben igazon* át a *teljesen igazig* terjedt.

2006-ban a válaszadók 12 %-a tartja teljesen igaznak azt az állítást, hogy nem foglalkozik a jövővel, és részben igaznak 28 %. Reprezentatív mintánk 40 %-a látja úgy, hogy nem vagy nem eléggé foglalkoztatja a jövő. Ezzel szemben 27 % határozottan állítja, hogy foglalkozik a jövővel, és 33 %, hogy valamilyen mértékben foglalkoztatja a jövő. Az 1995-ös eredményekkel összehasonlítva azt látjuk, hogy 2006-ra felére csökkent a jövővel nem foglalkozók aránya, a jövővel inkább nem foglalkozóké pedig 15 %-kal lett kisebb. Mára többségbe kerültek – arányuk 60 % – azok, akik tudatában vannak annak, hogy a jövővel valamilyen mértékben foglalkoznak. Ez az arány 1995-ben csak 41 % volt.

Azt, hogy a saját jövő alakulása az ember-től függ, a válaszolók 22 %-a gondolja teljesen igaznak, és további 53 % véli úgy, hogy az részben igaz. Saját jövőjük részben vagy egészben önmaguktól való függését a válaszadók 75 %-a vallja 2006-ban, míg 1995-ben csak 59

%-ban a válaszadók 72 %-a többé-kevésbé bízik a jövőben, míg 1995-ben csak 65 %-uk gondolta így. Örvedetes, hogy a jövőtől kifejezetten vagy részben féltők aránya 2006-ban már csak 37 % volt, míg 1995-ben ez az arány 56 %-volt.

Az öt kérdésre adott válaszokat összerendezve a jövőorientált és a jövősookkos gondolkodásmód elterjedtségéről kaphatunk képet. Jövőorientált gondolkodásmódot az a válaszegyüttes képviseli, amely szerint az egyén foglalkozik a jövővel, jövője alakulása tőle függ, ezért sorsát tudja befolyásolni, és bízik is a jövőben. Jövősookkos gondolkodásra utal az a válaszegyüttes, amely szerint az egyén nem foglalkozik a jövővel, jövője alakulása nem tőle függ, nem bízik, hanem egyenesen fél a jövőtől. A 2006-os vizsgálatunk eredményei szerint a jövőorientált gondolkodás a válaszadók 23–27 %-ára lehet jellemző, míg jövősookkos 7–12 %-ukra. Az 1995-ös felmérésben ezek az értékek 13–27, és 17–24 % voltak. 1995 és 2006 között a jövőorientáltan gondolkodók aránya biztosan 20 % fölé került, míg a jövősookkosan gondolkodóké legalább felére csökkent, de még így is 10 % körüli lehet.

2006-ban a jövőorientáltan gondolkodók legnagyobb arányban férfiak, harminc év alatti fiatalok, Közép-Magyarországon és Közép-Dunántúlon, valamint Észak-Magyar-

	<i>Nem igaz</i>		<i>Inkább nem igaz</i>		<i>Részben igaz</i>		<i>Teljesen igaz</i>	
	1995	2006	1995	2006	1995	2006	1995	2006
Nem foglalkozik a jövővel	19	27	22	33	33	28	24	12
Jövője alakulása tőle függ	17	7	22	18	43	53	16	22
Sorsát alig tudja befolyásolni	13	23	19	31	40	34	27	11
Bízok a jövőben	16	9	19	19	38	46	27	26
Fél a jövőtől	23	34	19	20	32	28	24	9

1. táblázat • A jövőre gondolás módjai 1995-ben és 2006-ban (%-ban)

országon élők, jövedelemmel nem rendelkezők, 150e Ft/fő/hónál magasabb nettó jövedelemmel rendelkezők, felsőfokú végzettségűek, tanulók, önállók és vállalkozók, gyermektelenek, háromnál többen együtt élők. A jövőszokkos gondolkodásúakat leginkább az alkalmi munkások, a nők, az 55 év felettek, az egyedül élők, a Dél-Alföldön élők, a 70e Ft/fő/hónál alacsonyabb nettó jövedelműek, a csak nyolc általánost végzettek, a vezető beosztásúak (6–23 %!), az egyedül élők, valamint a négy- és többgyerekesek alkotják.

Annak ellenére, hogy az egyes kérdésekre adott válaszok elemzéséből javuló tendencia tűnik ki, a válaszadók jelentős többségének jövőhöz való viszonyára továbbra is jellemző a bizonytalanság és az ellentmondásos gondolkodás. Nem nagyon foglalkoznak a jövővel, viszont úgy vélik, hogy jövőjük alakulása tőlük is függ. Sorsukat csak részben tudják befolyásolni, és részben bíznak a jövőben, vagy részben félnek a jövőtől.

Az 1995-ös eredményekhez képest különösen szembeötlő az, hogy a jövőhöz való viszonyban megjelent a nemek szerinti különbség, és az alkalmi munkából élők csoportjának stabilizálódásával egy masszív, jövőszokkosan gondolkodó csoport is létrejött. Továbbra is szélsőségesen vélekednek a jövőhöz való viszonyukról az önállók és vállalkozók, valamint a vezetők. Az iskolai végzettség szerepe erősödött: csak a felsőfokú végzet-

séggel rendelkezők között átlagon felüli a jövőorientált gondolkodás, és átlagon aluli a jövőszokkos gondolkodás előfordulása. 1995-ben ez a határ még az érettségivel rendelkezőknél húzódott. A jövőhöz való viszonyban a térbeni különbségek inkább régiókhoz kapcsolódnak, mint a település jellegéhez.

A jövő bizonytalanságát mérséklő technikák

A jövővel kapcsolatos bizonytalanság mérséklésének az alábbi négy lehetséges módját jeleltük meg kérdéseinkben: 1. biztosítással, 2. félretett pénzzel, 3. végrendelettel, 4. heti lottószelvényvel való rendelkezés. (2. táblázat)

Valamilyen biztosítással a válaszadók 59 %-a rendelkezik 2006-ban. Az 1995 óta eltelt években megjelent a kiegészítő nyugdíjbiztosítás és az egyéb biztosítások széles választéka. Ennek ellenére 11 %-kal csökkent a valamilyen biztosítással rendelkezők aránya 2006-ra. 1995-höz képest az a lényeges változás még, hogy a falusiakkal szemben a fővárosiak a kevésbé biztosítottak, valamint a regionális különbségek e téren is kifejezettebbé váltak.

Félretett pénzzel rendelkezés tekintetében jelentősen javult a helyzet. 2006-ban a válaszolók 41 %-a mondta azt, hogy van félretett pénze, 1995-ben viszont csak 33 % nyilatkozott így. Ebben a tekintetben 1995-ben még kisebb volt a szóródás a válaszok között. Akkor leginkább a tanulóknak és az inaktívoknak nem volt félretett pénzük. Mára más csoportok –

<i>Technikák</i>	<i>1995</i>	<i>2006</i>	<i>Változás 1995-höz képest</i>
Biztosítás	66	59	89
Félretett pénz	33	41	124
Végrendelet	3	3	100
Lottószelvény	33	29	88

2. táblázat • A jövő bizonytalanságát mérséklő technikákkal való rendelkezés 1995-ben és 2006-ban (%-ban)

szakmunkások, öten vagy többen együtt élők és négy- vagy többgyerekesek – is bekerültek a megtakarítással nem rendelkezők közé.

Végrendelettel változatlanul kevesen rendelkeznek 2006-ban is. 1995-höz képest csak a végrendelettel nem rendelkezők vonatkozásában tapasztalható eltérés. Akkor a Dél-Dunántúlon lakók nem rendelkeztek leginkább végrendelettel, míg a 2006-os mintában az Észak-Alföld lakói.

A lottószelvényrel rendelkezés kérdésével arra voltunk kíváncsiak, hogy a szerencsével, a jó véletlennel milyen viszonyban van a hazai lakosság. A válaszok alapján úgy tűnik, hogy a szerencsében a válaszolók 29 %-a reménykedik. E téren az 1995-ös válaszokhoz képest 12 %-os csökkenés tapasztalható. Ezt azonban nem tartjuk lényeges változásnak, mert azóta többféle és drágább szerencsejáték is elérhető.

A jövő bizonytalanságát csökkentő technikák elterjedtsége 1995 és 2006 között nem erősödött. Biztosítás tekintetében némi visszaesés, megtakarítás esetében némi javulás történt. A válaszadók legalább 40–60 %-a semmilyen technikával nem rendelkezik. Velük szemben állnak azok a kevesek, akik egyidejűleg több technikát is birtokolnak. Az e technikákkal való rendelkezés erősen jövedelemfüggő. Azok a csoportok, amelyek a rendelkezés tekintetében alulreprezentáltak, valószínűleg nagyon alacsony jövedelműek is.

A jövőért végzett tevékenységek

A jövőért végzett tevékenységek körében arra voltunk kíváncsiak, hogy a megkérdezettek mit tesznek azért, hogy tíz év múlva jobban, boldogabban éljenek.

2006-ban a megkérdezettek 26 %-a nyilatkozott úgy, hogy nem tesz semmit a jövőért, és 8 %-a nem tudja, hogy tesz-e egyáltalán

valamit. A válaszolók 34 %-a tehát érdemlegesen nem tesz a jövőért. 1995-ben a jövőért semmit nem tevők aránya a válaszolóknak csak 13 %-át tette ki. 2006-ra tehát ez az érték megkétszereződött (!), a jövőért érdemlegesen nem tevők aránya pedig közel 50 %-kal (!) magasabb a 11 évvel korábbi értéknél (23 %).

A megkérdezettek kétharmada (66 %-a) tesz valamit a jövőért 2006-ban. Ők a jövőért végzett tevékenységek viszonylag széles körét jelölték meg: többet dolgoznak, tanulnak, az egészséggel és a családdal törődnek, munkát keresnek, takarékoskodnak, vállalkoznak, kapcsolatokat építenek, imádkoznak, szerencsejátékoznak és egyéb tevékenységeket végeznek. Az egyéb tevékenységek figyelmen kívül hagyásával az első hat helyen álló tevékenységek 2006-beli említése megegyezik az 1995-beli említésekkel. Eltérés viszont, hogy 2006-ban a válaszolóknak csak 15 %-a gondolja, hogy több munkát végez a jövő érdekében, ez az arány 1995-ben 25 % volt. Az említett tevékenységek sorrendjében az egyetlen eltérés, hogy 2006-ban az egészséggel törődők aránya megelőzi a családdal törődőket, miközben a családdal törődők aránya az 1995-beli érték felére (!) csökkent.

Társadalmi csoportok szerint elemezve az adatokat az látható, hogy a jövőért semmit sem tevők legnagyobb arányban az idősek, az egyedül élők, a nagycsaládosok, a csak nyolc általánost végzettek, az alacsony jövedelműek, a beosztott fizikai dolgozók és az Észak-Alföldön élők köréből kerülnek ki. Akikre az jellemző, hogy tesznek a jövőért, azok fiatalok, főleg a Közép-Dunántúlon élnek, inkább magas a jövedelmük, felsőfokú végzettségűek vagy tanulók, sose dolgoztak, nincs gyerekük, továbbá öten vagy többen élnek a háztartásban.

A jövővel kapcsolatos elvárások

A jövőre vonatkozó elvárások kapcsán afelől érdeklődtünk, hogy miként változik meg az anyagi helyzet és a boldogság tíz év múlva. Az anyagi helyzetre vonatkozóan arra voltunk kíváncsiak, hogy válaszadóink hogyan vélekednek arról, hogy miként változik meg a saját, a családjuk, az ismerőseik és az ország lakosságának anyagi helyzete a következő tíz évben. A boldogságra vonatkozó elvárásokat az egyénre és családjára vonatkozóan tudakoltuk. Válaszadóinknak a *javul*, a *romlik*, a *nem változik*, a *már nem él* és a *nem tudja* válaszokból kellett választaniuk. (3. táblázat)

2006-ban az anyagi helyzetre vonatkozó jövővárakozások minden csoportosításban kedvezőbb helyzet reményét tükrözik. A válaszadók javulást leginkább a családjuknak gondolnak, 48 %-uk nyilatkozott így. Saját anyagi helyzetét 39 %-uk reméli jobbnak, ismerőseinek és Magyarország anyagi helyzete

tének javulását csak egyharmaduk várja. Változatlan helyzetet a válaszadók 19–24 %-a vár (legnagyobb arányban saját anyagi helyzetére vonatkozóan), romlásra számít a válaszadók 19–29 %-a (legmagasabb arányban az ország helyzetére vonatkozóan). A család jövőjére a legerősebb válasz a javulás (minden más, az anyagi helyzetre vonatkozó válasz ennél lényegesen alacsonyabb), a saját anyagi helyzetre is a javulás a remélt helyzet, de a stagnálást is közel egynegyedük gondolja, az ország romló anyagi helyzetét feltételezők aránya pedig megközelíti a javulást remélők arányát. Hazánk tíz év múlva várható anyagi helyzetét a válaszadók tehát bizonytalanul ítélik meg: javulást és romlást közel azonos arányban – 33–29 %-ban – várnak.

2006-ban a jövővárakozások lényegesen kedvezőbbek, mint 1995-ben. Jelentősen emelkedett a javulást és a változatlan helyzetet várók aránya, míg a romlásra számítók aránya 6–17 %-kal csökkent. E kedvező képet tovább

	<i>Javul</i>		<i>Romlik</i>		<i>Nem változik</i>		<i>Nem él</i>		<i>Nem tudja</i>	
	1995	2006	1995	2006	1995	2006	1995	2006	1995	2006
Az Ön anyagi helyzete	31	39	20	21	17	24	12	4	20	12
Családja anyagi helyzete	34	48	23	19	16	21	3	–	24	11
Ismerősei anyagi helyzete	25	33	24	21	15	21	2	1	34	24
Magyarország anyagi helyzete	25	33	31	29	12	19	1	–	31	19
Az Ön boldogsága	38	52	17	18	–	–	13	6	32	24
Családja boldogsága	42	59	18	17	–	–	2	1	38	23

3. táblázat • A jövőre vonatkozó várakozások 1995-ben és 2006-ban (%-ban)

javítja, hogy lényegesen kevesebben válaszolták azt, hogy a kérdésre nem tudnak válaszolni. A lakosság tehát 2006-ban tájékozottabb és tudatosabb, mint amilyen 1995-ben volt.

Saját anyagi helyzetük javulása tekintetében a leginkább optimisták a tanulók, a fiatalok, a jövedelem nélküliek, a magas jövedelműek, a nem dolgozók, a négyen együtt élők, a gyermektelenek és az észak-magyarországiak. Anyagi helyzetük romlására a legnagyobb arányban az alkalmi munkások, a négy- vagy többgyerekesek, a nők, a 40–70e Ft/fő/hó nettó jövedelműek, az egyéb inaktívok, a ketten együtt élők és a fővárosiak számítanak. Családjuk anyagi helyzetének javulásában leginkább a fiatalok, a tanulók, a magas jövedelműek, a gyermektelenek, a beosztott szellemiek, a közép- és a nyugat-dunántúliak, valamint az észak-magyarországiak bíznak. Családjuk anyagi helyzetének romlására leginkább az alkalmi munkások, a négy- vagy többgyerekesek, a maximum 20e Ft/fő/hó és a 40–70e Ft/fő/hó nettó jövedelműek, az önállók és vállalkozók, a csak nyolc általánost végzettek, az egyéb inaktívok és a dél-dunántúliak számítanak. Az ismerősök anyagi helyzetének javulása tekintetében a leginkább optimisták a legmagasabb jövedelműek, az alkalmi munkások, a tanulók és a fiatalok, valamint a közép-dunántúliak. Az ismerősök anyagi helyzetének romlását leginkább az egyéb inaktívok, az alkalmi munkások, a 40e Ft/fő/hó alatti nettó jövedelműek és a dél-dunántúliak gondolják. Az ország anyagi helyzetében javulást leginkább a legmagasabb jövedelműek, a fiatalok, a gyermektelenek, a közép-dunántúliak és az észak-magyarországiak várják, romlást viszont az alkalmi munkások, az önállók és vállalkozók, az egyéb inaktívok és a 40e Ft/fő/hó alatti nettó jövedelműek.

Az egyéni boldogságra vonatkozó várakozások határozottan jobbák 2006-ban, mint voltak 1995-ben. A válaszadók 52 %-a reméli, hogy boldogabb lesz tíz év múlva. Ez 37 %-kal magasabb, mint volt 1995-ben. Boldogságuk romlását most is kb. olyan arányban várják, mint 1995-ben, vagyis 18, illetve 17 %-ban. Saját boldogságuk fokozódását leginkább a fiatalok, a jövedelemmel nem rendelkezők, a 100e Ft/fő/hó feletti nettó jövedelműek, a felsőfokú végzettségűek, az alkalmazottak, az önállók és vállalkozók, a gyermektelenek, a négyen együtt élők, valamint a nyugat-dunántúliak várják. Saját boldogságuk romlását leginkább a középkorúak, a déli országrészekben lakók, a csak nyolc általánost végzettek, az alkalmi munkások és a munkanélküliek, a nyugdíjasok, az alacsony és közepes jövedelműek, az egyedül élők, az egy-, illetve a négy- és többgyerekesek feltételezik.

2006-ban családjuk boldogságának javulásában bízik a válaszolók 59 %-a. Ez az arány 41 %-kal magasabb, mint volt 1995-ben. Ugyanakkor, változatlanul 18 % körüli azok aránya, akik családjuk boldogságában romlásra számítanak. Leginkább javulásra számítók a fiatalok, a 150e Ft/fő/hó feletti nettó jövedelemmel rendelkezők, az érettségizettek és felsőfokú végzettségűek, a tanulók, a nyugat-dunántúliak, valamint a hárman és négyen együtt élők. Családi boldogságuk fogyatkozására leginkább az alacsony és a nagyon magas jövedelműek, a csak nyolc általánost végzettek, az alkalmi munkások, a nyugdíjasok, a négy- és többgyerekesek, valamint a dél-dunántúliak számítanak.

2006-ban családjuk boldogabbá válásában hét százalékponttal többen bíznak, mint saját boldogságuk javulásában. A családcentrikuságnak ez a megnyilvánulása intenzitásában nem változott lényegesen 1995-höz képest.

Tovább lazult viszont a kapcsolat az anyagi helyzetre és a boldogságra vonatkozó várakozások között. 2006-ban az emberek 33 %-kal jobban reménykednek boldogságuk, mint az anyagi helyzetük javulásában. Családjuk boldogabbá válását 23 %-kal magasabb arányban remélik, mint a család anyagi helyzetének javulását. Ezek az arányok 1995-ben csak 23, illetve 24 % voltak. A boldogabbá válás hite az egyénre vonatkozóan 8 %-kal erősödött, míg a családra vonatkozóan lényegében változatlan maradt 1995-höz képest.

Jellegzetes társadalmi csoportok a jövőhöz való viszony szerint 2006-ban

Ha a négy kérdéscsoportra társadalmi jellemzők szerint csoportosított válaszokat a szerint is összekapcsoljuk, hogy azok a jövőhöz való többtényezős pozitív viszonyt – a jövőorientáltságot –, illetve a jövőhöz való többtényezős negatív viszonyt – a jövősokkos állapotot – is megmutassák, akkor arról is képet kaphatunk, hogy milyen társadalmi csoportokból tevődhetnek össze a jövőhöz jövőorientáltan és jövősokkosan viszonyulók. Ezt az összekapcsolást és rendezést úgy végeztük el, hogy azonos súllyal vettük figyelembe a jövőről jövőorientáltan gondolkodók, a mind az anyagi helyzet, mind a boldogság javulását várók, a jövőért tevékenykedők és a jövő bizonytalanságát csökkentő technikákkal rendelkezők válaszait. Hasonlóképpen végeztük el az összekapcsolást és a rendezést a jövősokkos viszonyt jelző válaszok esetében is, nevezetesen a jövőről jövősokkosan gondolkodók, a jövőben romlást várók, a jövőért nem vagy nem tudatosan tevők, és a jövő bizonytalanságát csökkentő technikákkal nem rendelkezők válaszait. Ebből az értékelésből az derült ki, hogy a jövőhöz leginkább jövőorientáltan viszonyulókat a fiatalok, a 150e Ft/fő/hó felet-

ti nettó jövedelemmel rendelkezők, a beosztott szellemiek, a felsőfokú végzettségűek, a tanulók, az önállók és vállalkozók, a négyen együtt élők és a Közép-Dunántúlon lakók alkotják 2006-ban. Ezzel szemben a jövőhöz leginkább jövősokkosan viszonyulókat az alkalmi munkások, a csak nyolc általánost végzettek, a 20–40e Ft/fő/hó nettó jövedelműek, a négy- és a többgyerekesek, az egyéb inaktívok és a Dél-Dunántúlon lakók teszik ki.

Sajnos a 2006-os jellemzőket nem tudjuk összehasonlítani az 1995-re vonatkozó mutatókkal, mert változtak az alkalmazott társadalmi csoportok. Ennek ellenére néhány lényeges változás látható: **1.** A jövőhöz való jövőorientált, illetve jövősokkos viszonyban 1995-ben az érettségivel rendelkezésnek, illetve nem rendelkezésnek volt meghatározó szerepe, 2006-ban pedig a felsőfokú végzettséggel rendelkezésnek. **2.** 1995-ben az akkori közepes és magas jövedelműek voltak leginkább jövőorientáltak, 2006-ban már csak a 2006-ban magas jövedelműek. **3.** Az 1995 és 2006 között jelentősen megnövekvő alkalmi munkás csoport a jövőhöz jövősokkosan viszonyulók élmezőnyét alkotja 2006-ban.

A 2006-os felmérési eredmények alapján a jövőhöz jövőorientáltan és jövősokkosan, valamint a többséget képviselő, a jövőhöz nem következetesen viszonyulók csoportját tovább finomítottuk. Arra is kíváncsiak voltunk, hogy a hazai társadalomban a jövőhöz való viszonyoknak milyen tipikus formái lehetnek, és az azokat képviselőket mi jellemzi. Ennek feltárása érdekében klaszterelemzést végeztünk.¹ Négy csoportot találtunk: **1.** a tudatos bizakodók, **2.** az átlagos nemtörődömök, **3.** a családos pesszimisták, **4.** a reménytelenek. Az ún. tudatos bizakodók a válaszadók 38 %-át

¹ A vizsgálatot Dörnyei Krisztina BCE-hallgató végezte.

képviselik. Úgy gondolják, sorsuk alakulását képesek befolyásolni, többé-kevésbé foglalkoznak is a jövővel, és bíznak is a jövőben. Egyáltalán nem jellemzi őket az, hogy félnének a jövőtől. Nagyon erősen hiszik, hogy családjuk és saját anyagi helyzetük tíz év múlva jobb lesz, vagy nem rosszabbodik. Az ismerőseik és általában az emberek anyagi helyzetének javulásában már csak 50 %-uk bízik. Ennek ellenére is ők a leginkább optimisták. Mind családjuk, mind saját jövőbeni boldogságuk tekintetében is nagyon bizakodóak.

Átlagban a legtöbb közöttük a diplomás és az érettségivel rendelkező, de sokan vannak a még tanulók, és akik soha nem is dolgoztak. Viszonylag kevés közöttük az idős és a nyugdíjas, az egyedül élő, viszont kevéssel több a férfi, mint a nő. A többi csoporthoz képest jobb anyagi helyzetben vannak. Az egy főre jutó nettó jövedelem legtöbbjüknél 70–150e Ft/fő/hó, de ide tartozik az ennél magasabb jövedelműek fele is. A legnagyobb arányban rendelkeznek számítógéppel, internettel, mobiltelefonnal, gépkocsival, mosogatógéppel, mikrosütővel és hi-fivel. A gondoskodás, az előrelátás jellemzi őket, mert nekik van a legtöbb és többféle biztosításuk, ők azok, akik leginkább rendelkeznek félretett pénzzel is.

Az ún. *átlagos nemtörődömök* csoportjába a válaszolók 31 %-a került. A legjellemzőbb rájuk az, hogy nem foglalkoznak a jövővel. Várakozásaikban a változatlanságot részesítik előnyben minden téren. Sem a javulásban, sem a rosszabbodásban nem hisznek. Többségük nettó jövedelme 40–100e Ft/fő/hó közötti, de közéjük tartozik az ennél magasabb jövedelemmel rendelkezők jelentős csoportja is. Háztartási és szórakoztatótechnikai gépekkel a második legjobban ellátott csoport. Minden más tekintetben a mintaátlaghoz hasonlítanak.

Az ún. családós pesszimisták csoportját a válaszolók 20 %-a alkotja. Nem hiszik, hogy jövőjük tőlük függene, ezért nem is nagyon bíznak a jövőben. Sorsuk alakulását sem tudják befolyásolni, viszont azért foglalkoznak a jövővel. Ez azonban többnyire aggodás, mert félnek az elkövetkező évektől. Jövőhöz való viszonyuk minden téren negatív és pesszimista. Kifejezetten anyagi helyzetük rosszabbodását várják, de mások anyagi helyzetében is rosszabbodásra vagy változatlanságra számítanak. A jövő bizonytalanságát csökkentő technikák tekintetében némileg elmaradnak az átlagtól. A csoportba tartozók többségének nettó jövedelme 20–150 eFt/fő/hó, vagyis erősen szóródik. Lakóingatlanuk általában értékes, inkább hasznos tartós fogyasztási cikkeket birtokolnak, mint a szórakozást szolgálókat. Többségük szakmunkás, vagy szakiskolai érettségivel rendelkezik.

Az ún. reménytelenek csoportjába a válaszolók 10 %-a tartozik. Minden téren negatívan viszonyulnak a jövőhöz, nem bíznak benne, és nem foglalkoznak vele. Úgy gondolják, hogy sorsukat sem tudják befolyásolni, hiszen az nincs a hatáskörükben. Nagyon félnek ezért a jövőtől. Mindenki helyzetében rosszabbodást várnak, de leginkább a saját családjukéban. Ez az egyetlen csoport, ahol többen gondolják azt, hogy családjuk rosszabbul fog élni, mint ők maguk. A legnagyobb arányban várják azt, hogy tíz év múlva már nem fognak élni, jöllehet életkor szerint nem csak idősek tartoznak ebbe a csoportba. Többségük szakmai végzettség nélküli vagy szakmunkás. A legtöbbben egyedül vagy ketten élnek, és kicsivel több a nő közöttük, mint a férfi. Viszonylag kevesen vannak alkalmazásban, az átlagnál több közöttük az alkalmi munkából élő és a nyugdíjas. A dolgozók döntő többsége fizikai mun-

kát végez. Többségük nettó jövedelme 40–100e Ft/fő/hó közötti, ugyanakkor nincs se megtakarításuk, se biztosításuk. Háztartásuk többnyire rosszul felszerelt.

Az ideáltípusként leírható jövőorientált és a jövősokkos embert a jelenlegi válaszadók ún. *tudatos bizakodók*, illetve az ún. *reménytelenek* csoportjában találhatjuk meg. Ideáltípusan jövőorientált az az ember, aki foglalkozik a jövővel, tesz is a jövőért és várakozásaiban is optimista. Jövősokkos viszont az az ember, akit nem érdekel a jövő, nem tesz a jövőért, és nem is vár semmit a jövőtől. Jövősokkosok lehetnek még az ún. *családos peszsimisták* csoportjában is, viszont e csoport egésze veszélyeztetett a jövősokkba kerüléstől. A válaszadók egyharmadát kitevő, ún. *átlagos nemtörődömök* számára nem létezik a jövő. Ők azok, akik nem foglalkoznak a jövővel, nem is akarnak változtatni a helyzetükön, és nem is várják, hogy a jövő változást hozhat helyzetükben. A jövőhöz való viszonyuk ez a kedvezőtlen képe azért állhatott elő, mert a hazai társadalomban alacsony a jövőért céltudatosan tevők aránya. A négy csoport jellemzői jól mutatják, hogy a jövőhöz való viszonyt a személyiségen kívül sok más tényező – az iskolázottság, a jövedelmi-vagyoni helyzet, a munka, a családi állapot, az emberi kapcsolatok – együttesen és egymásra hatásukban alakítják.

Össességében 1995 és 2006 között a jövőhöz való viszony néhány vonatkozásban kedvezőbb lett, másik néhányban viszont kedvezőtlenebbé vált. Kedvező, hogy a jövőre gondolás elterjedtebb, aktívabb és kevésbé félelmet keltővé vált, valamint jelentősen javultak a jövőre vonatkozó várakozások. Kedvezőtlenebbé vált viszont a helyzet a jövő bizonytalanságát csökkentő technikákkal való rendelkezés és a jövőért tudatosan végzett

tevékenységek terén. Mindkét vonatkozásban jelentős csökkenés és további differenciálódás ment végbe, aminek következtében sérülékenyebbé vált a hazai társadalom a változásokkal, a kihívásokkal szemben.

Összegzés

1995-höz képest minden, a jövőre gondolás mikéntjére vonatkozó mutató lényegesen javult. 2006-ra többségbe kerültek azok, akik úgy gondolják, hogy sorsukat befolyásolni is tudják. Látványosan csökkent a jövőtől féltők aránya. Míg 1995-ben többségben voltak azok, akiknek voltak félelmeik a jövőtől, addig 2006-ra arányuk bő egyharmadra esett vissza. 2006-ban a jövőorientáltan gondolkodók a válaszolók 23–27 %-a, a jövősokkosan gondolkodóké pedig 7–12 %. 1995 és 2006 között a jövőorientáltan gondolkodók aránya biztosan 20 % fölé került, míg a jövősokkosan gondolkodóké legalább a felére csökkent, de még így is 10 % körüli lehet.

Annak ellenére, hogy 1995 óta megjelent a kiegészítő nyugdíjbiztosítás, és más biztosítások is széles körben állnak rendelkezésre, 2006-ra 11 %-kal csökkent a valamilyen biztosítással rendelkezők aránya. Félretett pénzzel rendelkezés tekintetében jelentősen javult a helyzet. 2006-ban a válaszolók 41 %-a mondta azt, hogy van félretett pénze, viszont 1995-ben csak 33 % nyilatkozott így. Végrendelettel változatlanul kevesen rendelkeznek 2006-ban is. Az anyagi szerencsében, a jó véletlenben a válaszolók 29 %-a bízik 2006-ban. Arányuk valamelyest csökkent 1995-höz képest, de valós csökkenést nem valószínűsíthetünk, mert azóta a lottón kívül más szerencsejátékok is népszerűekké váltak. A jövő bizonytalanságát csökkentő technikák elterjedtsége 1995 és 2006 között nem erősödött. Biztosítás tekintetében némi visszaesés, megtakarítás

esetében némi javulás történt. A válaszadók legalább 40–60 %-a semmilyen technikával nem rendelkezik. Velük szemben állnak azok a kevesek, akik egyidejűleg több technikát is birtokolnak.

2006-ra a jövőért semmit nem tevők aránya megkétszereződött, a jövőért érdemlegesen nem tevőké pedig közel 50 %-kal lett magasabb, mint az 1995-ös érték. 2006-ban a válaszolóknak csak 15 %-a gondolja, hogy több munkát végez a jövő érdekében. Ez az arány 1995-ben 25 % volt. Az említett tevékenységek sorrendjében az egyetlen eltérés, hogy 2006-ban megnőtt az egészséggel törődők aránya, és ezzel megelőzi a családdal törődőket, miközben a családdal törődők aránya az 1995-beli érték felére csökkent.

Jóllehet, 1995-höz képest az anyagiak tekintetében minden vonatkozásban kedvezőbbekké váltak a várakozások, az ország tíz év múlva várható anyagi helyzetét a válaszolók bizonytalanul ítélik meg: javulást és romlást közel azonos arányban várnak. Az egyéni boldogságra vonatkozó várakozások is határozottan jobbak 2006-ban, mint voltak 1995-ben. A válaszadók 52 %-a reméli, hogy boldogabb lesz tíz év múlva. Ez 37 %-kal magasabb, mint volt 1995-ben. Boldogságuk romlását most is kb. olyan arányban várják, mint 1995-ben, vagyis 18, illetve 17 %-ban. 2006-ban családjá boldogságának javulásában bízik a válaszolók 59 %-a. Ez az arány 40 %-kal magasabb, mint volt 1995-ben. Ugyanakkor változatlanul 18 % körüli azok aránya, akik családjuk boldogságában romlásra számítanak. 2006-ban családjuk boldogabbá válásában hét százalékponttal többen bíznak, mint saját boldogságuk javulásában. A családcentrikuságnak ez a megnyilvánulása intenzitásában nem változott lényegesen 1995-höz képest. Tovább lazult viszont a kapcsolat az anyagi

helyzetre és a boldogságra vonatkozó várakozások között.

Az összes kérdésre adott válaszok együttes értékeléséből az derült ki, hogy 2006-ban a jövőhöz leginkább jövőorientáltan viszonyulókat elsősorban a fiatalok, a 150e Ft/fő/hó feletti nettó jövedelemmel rendelkezők, a beosztott szellemiek, a felsőfokú végzettségűek, a tanulók, az önállók és vállalkozók, a négyen együtt élők és a Közép-Dunántúlon lakók alkotják. Ezzel szemben a jövőhöz leginkább jövőszokkosan viszonyulókat az alkalmi munkások, a csak nyolc általánost végzettek, a 20–40e Ft/fő/hó nettó jövedelműek, a négy- és a többgyerekesek, az egyéb inaktívak és a Dél-Dunántúlon lakók teszik ki. A klaszterelemzés azt mutatja, hogy 2006-ban a hazai társadalomban a jövőhöz leginkább jövőorientáltan viszonyuló az ún. tudatos bizakodók, akiknek aránya 38 % lehet. Ők azok, akik foglalkoznak a jövővel, azért próbálnak is tenni, és várakozásaikban is optimisták. A jövőhöz jövőszokkosan viszonyuló aránya 10 % körüli lehet; azokat az ún. reménytelenek alkotják, akik minden téren negatívan viszonyulnak a jövőhöz: számukra a jövő csak félelmet és további romlást jelent. Az ún. családoss pesszimisták a válaszolók 20 %-át teszik ki. Ők nem kimondottan jövőszokkosok, de veszélyeztetettek a jövőszokkba kerülés tekintetében: foglalkoznak ugyan a jövővel, de félnek is a jövőtől, mert úgy gondolják, hogy jövőjük nem tőlük függ, ezért várakozásaikban is pesszimisták. A válaszadók egyharmadát teszik ki az ún. átlagos nemtörődömök, akik számára a jövő nem létezik: nem foglalkoznak a jövővel, nem is akarnak változtatni a helyzetükön, és nem is várják, hogy a jövő változást hozhat helyzetükben.

1995 és 2006 között a jövőhöz való viszony néhány vonatkozásban kedvezőbb lett, másik

néhányban viszont kedvezőtlenebbé vált. Kedvező, hogy a jövőre gondolás elterjedtebb, aktívabb és kevésbé félelmet keltő lett, valamint jelentősen javultak a jövőre vonatkozó várakozások. Kedvezőtlenebbé vált viszont a helyzet a jövő bizonytalanságát csökkentő technikákkal való rendelkezés és a jövőért tudatosan végzett tevékenységek terén. Mindkét vonatkozásban jelentős csökkenés és további differenciálódás ment végbe, aminek következtében sérülékenyebbé vált a hazai társadalom a változásokkal, a kihívásokkal szemben. A jövőhöz való jövőorientált, illetve jövőszokkos viszonyban 1995-ben az érettségivel rendelkezésnek, illetve nem rendelkezésnek volt meghatározó szerepe, 2006-ban

már a felsőfokú végzettséggel rendelkezésnek, illetve nem rendelkezésnek. 1995-ben az akkori közepes és magas jövedelműek voltak leginkább jövőorientáltak, 2006-ban már csak a 2006-ban magas jövedelműek. Az 1995 és 2006 között jelentősen megnövekvő alkalmi munkás csoport a jövőhöz jövőszokkosan viszonyulók jelentős hányadát alkotja 2006-ban.

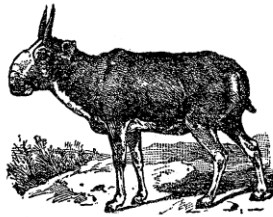
Kulcsszavak: *jövőkutatás, jövőorientáltság, jövőszokk, bizonytalanság, jövővárakozások, foresight*

A tanulmány a *Jövőkutatás az interaktív társadalomban* című T 48539. sz. OTKA keretében készült. Témavezető Hideg Éva.

IRODALOM

Hideg Éva – Nováky Erzsébet (1998): A jövőhöz való viszonyunk. *Magyar Tudomány*, 1, 3–17.

Nováky Erzsébet – Hideg É. – Kappéter I. (1994): Future Orientation in Hungarian Society. *Futures*, 7, 55–61.



Huszonnyolc tudományos akadémia választotta tagjává

100 ÉVE SZÜLETETT VIKTOR AMBARCUMJAN

Szabados László

az MTA doktora, MTA Konkoly Thege Miklós Csillagászati Kutatóintézet
szabados@konkoly.hu

Napjainkban a tudományos kutatás fokozódó mértékben csapatmunka, így egyre ritkábban születnek egyetlen kutató nevéhez, teljesítményéhez köthető eredmények. A huszadik században viszont még bőven akadtak meghatározó eredményeket egyedül elért tudósok. A száz évvel ezelőtt született *Viktor Amaszpovics Ambarcumjan* (1908. szeptember 18. – 1996. augusztus 12.) azzal tűnik ki közülük, hogy a saját tudományterületén, a csillagászatban elért úttörő jellegű és maradandó eredmények mellett az általa kidolgozott módszerek a csillagászatnál távol eső más tudományágak számára is új lehetőségeket nyitottak. A számítógépes tomográfiával foglalkozó orvosok, mérnökök, vagy valamely geofizikai, környezetszennyezési, ipari stb. vizsgálatot inverz problémaként értelmezve elvégző kutatók talán nem is tudják, hogy a tomográfia – számítógép nélküli – csírái és az inverz probléma megfogalmazása egyaránt Ambarcumjan fiatalkori munkáiban található meg.

Viktor Ambarcumjan grúziai örmény családban született, Tbilisziben. Apja, Amaszp Ambarcumjan író-filológus nevéhez fűződik Homérosz *Iliász*-ának örmény nyelvű fordítása. A kiváló képességű fiú a leningrádi egyetemen tanulva húszévesen kapott diplo-

mát, miközben első tudományos közleménye már tizennyolc éves korában megjelent.

Az egyetemen főként a csillagászati és matematikai kurzusok érdekelték, a fizika – elinte – kevésbé. Az akkoriban gyorsan fejlődő kvantummechanika felépítésének logikája és a statisztikus mechanika hatására azonban a fizikához is közelebb került. Pályájára visszamenekelve Ambarcumjan úgy fogalmazott, hogy kutatóként mindig olyan témákra koncentrált, amelyeknél a logikai konzisztencia fontosabb szerepet kapott, mint a fizikai ismeretek. Kutatásait ő maga három fő irányba sorolta: az invariancia elvének alkalmazása az energia sugárzás útján történő terjedésének elméletében; az asztrofizika inverz problémái; a csillagok és galaxisok keletkezésének és fejlődésének empirikus vizsgálata.

Egyetemi szakdolgozatában a sugárzási egyensúly integrálegyenletének megoldásával foglalkozott, majd kezdő kutatóként – a nagyhírű Pulkovói Observatóriumban – a sugárzás asztrofizikai közegekben fellépő elnyelését és szórását vizsgálta. A csillagok légkörében és a csillagközi felhőkben terjedő sugárzás anizotrop (azaz iránytól függő módon) szóródik, ráadásul a sugárzás elnyelése majd újra kibocsátása során az energiát szállító foton

hullámhossza is megváltozhat, ezek következtében pedig a sugárzással történő energiástranszfer matematikai leírása nagyon elbonyolódik. Matematikai képzettségét és a logika iránti igényét kihasználva Ambarcumjan egy olyan tag betoldásával, amelyre nézve a jelenség invariáns, a komplikált integrálegyenlet helyett egy sokkal egyszerűbben megoldható nemlineáris funkcionálegyenletre vezetve vissza az anizotrop szórás leírását. Az *invariancia-elvet* utóbb más tudományterületeken is sikeresen alkalmazták, például a kombinatorikus integrálegeometriában.

Szépsége és egyszerűsége ellenére az invariancia elvének csillagászati alkalmazása nem elégtette ki Ambarcumjant, mivel a megoldhatóság érdekében akkoriban még túl sok közelítéssel kellett élni a sugárzás útján történő energiaszállítás vizsgálatánál. Ekkor – még mindig huszonévesen – olyan témák keltették fel Ambarcumjan érdeklődését, amelyeknél empirikus tények segítségével lehet következtetni valamely asztrofizikai jelenség mögött meghúzódó szabályosságra vagy akár törvényre. Ennek az *inverz problémának* nevezett megközelítésnek vált az egyik úttörőjévé és elterjesztőjévé. Az inverz problémánál tehát a tapasztalati (a csillagászatban megfigyelésekből kapott) adatok alapján kell következtetni a vizsgált rendszer jellemző tulajdonságaira. A következményekből kell megállapítani a kiváltó okot, vagy kis túlzással: a válasz alapján kell megfogalmazni a helyes kérdést. Az ilyen problémamegoldásnak az a nehézsége, hogy a tapasztalt viselkedés egymástól eltérő tulajdonságú modellekkel is leírható, illetve a modell jellemző paramétereinek számát növelve a megoldás egyre jobban elbonyolódik.

Az inverzió módszerét a tudomány és a hétköznapi élet szinte minden területén alkal-



1. kép • Viktor Ambarcumjan és Fred Hoyle (jobbra) az 1950-es évek végén (az Olin Eggen Archívum, CTIO, Chile, valamint a NOAO/AURA/NSF szíves engedélyével)

mazzák, itt csupán néhány tipikus példát említünk. A szeizmikus inverzió során a Föld különböző pontjain elhelyezett szeizmográfok méréseiből következtetnek a földrengés kipattanásának pontos helyére, a földkéreg és -köpeny szerkezetére, tulajdonságaira, s mindezt a rengéshullámok megfigyelt beérkezési ideje és erőssége alapján. A környezetvédelemben inverz probléma a vizeket szennyező források, ipari létesítmények felkutatása a különböző helyeken vett vízminták alapján. Az orvosi diagnosztikában pedig a sebészi feltárást szükségtelenné tevő számítógépes tomográfia, amelynél kívülről történő mérésekkel határozzák meg a vizsgálandó szerv vagy szövet pontos alakját, helyzetét.

A tomográfia előfutárának éppen Ambarcumjan egyik kutatása tekinthető. Az 1930-as évek közepén, tehát jóval a számítógépes korszak kezdete előtt – akkor már a leningrádi egyetem professzoraként – azt vizsgálta, hogy a Nap közelében levő csillagok térbeli mozgásának három koordináta menti eloszlásfüggvényét le lehet-e írni csak a látóirány menti mozgáskomponens ismeretében. A mozgásnak ez az összetevője ugyanis a másik két

komponensnél sokkal pontosabban megálapítható. A látóirányú mozgás hatására a csillagok színképében látható vonalak hullámhossza a Doppler-effektusnak megfelelően megváltozik a laboratóriumban mérhető értékhez képest. A hullámhossz-eltolódást megmérve a radiális irányú sebesség sokkal pontosabban meghatározható, mint az erremőleges két koordinátaírány menti mozgás. Ambarcumjannak sikerült megtalálnia a megfelelő matematikai módszert a felvetett probléma megoldására. Ma ezt a munkát tekintik a képpalkotó tomográfia csírájának.

A csillagok térbeli eloszlásával foglalkozva magától értetődő, hogy a néhány évvel korábban kimutatott csillagközi fényelnyelés is felkeltette Ambarcumjan érdeklődését. Elsőként hangoztatta (1938-ban), hogy a csillagközi anyag nem egyenletes eloszlású – egyszerűsmind bevezetve a csillagközi felhő fogalmát –, és a tőle megszokott matematikai eleganciával kimutatta, hogy a Tejút mentén tapasztalható fényességfluktuáció valószínűségi eloszlása invariáns a megfigyelés helyére nézve.

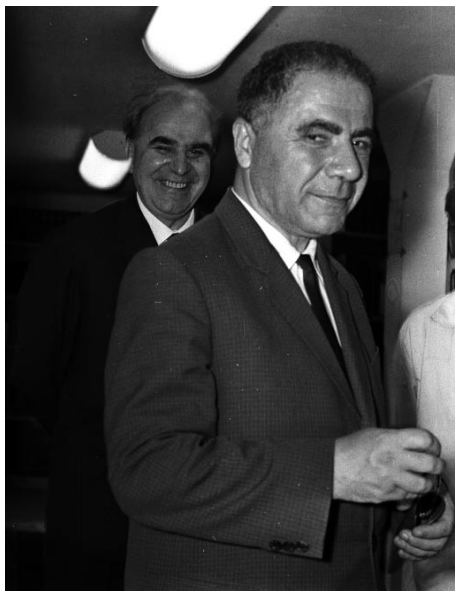
Még egy alapvető csillagászati fogalom bevezetése fűződik Ambarcumjan nevéhez: a fiatal csillagcsoportosulásokat ő nevezte el *asszociációknak* (magyarul csillagtársulások). Itt nem is az elnevezés a fontos, hanem annak a felismerése, hogy az esetleg nagy területre kiterjedő asszociáció tagjai egyidejűleg keletkeztek, méghozzá nemrégén, tehát a csillagkeletkezés nem lezárt folyamat, hanem jelenleg is zajlik. Öreg asszociációkat azért nem lehet találni, mert a környezetükben levő csillagok gravitációs hatására a csillagtársulások idővel szétesnek. Az asszociációk legfeljebb néhány millió éves korának felismerése és a kialakulásuk utáni szétszóródásuk posztulálása nagyot lendített a csillagkeletkezéssel kapcsolatos kutatásokon.

Abból, hogy a csillagok csoportosan keletkeznek, majd eltávolodnak egymástól, Ambarcumjan arra következtetett, hogy a csillagok valamilyen sűrű anyagból képződnek, és a rendszer fejlődése az átlagsűrűség csökkenésével jár együtt. A szupersűrű, presztelláris anyag létevel próbálta magyarázni a csillaggá válás előtti utolsó fejlődési fázisban – a *fler-csillagokon* – bekövetkező kitéréseket is. Hasonlóképpen valamiféle szupersűrű anyag létét tétélezte fel azoknak az extragalaxisoknak a magjában is, amelyekben heves aktivitásra utaltak a megfigyelések.

A csillagkeletkezéssel kapcsolatos „eretnek” nézetét a szakmabeliek kezdettől fogva bírálták, mivel akkoriban (az 1950-es években) már szaporodtak az arra utaló megfigyelések, hogy a csillagok a ritka csillagközi anyag összesűrűsödésével keletkeznek. Az optikainál hosszabb hullámhosszú, infravörös sugárzás megfigyelésével pedig az utóbbi évtizedekben már szinte lépésről lépésre követhetővé vált az a folyamat, ahogyan a nagy kiterjedésű molekulafelhőkből kialakulnak a csillagok.

A galaxismagok aktivitásának okát tekintve viszont helyesnek bizonyult Ambarcumjan megérzése. Az aktív galaxisoknak azóta számos típusa vált ismertté, és széles körben elfogadott egységes modell is született a különféle galaxisok aktivitásának magyarázatára. Az ilyen galaxisok centrumában óriási tömegű fekete lyuk található, amelyben valóban szupersűrű az anyag.

Az aktív galaxisok egyik fajtája, a Markarjan-galaxis Ambarcumjan tanítványáról és munkatársáról kapta a nevét. Benjamin Markarjan írta le először, majd katalogizálta ezeket az ibolyántúli színképtartományban rendkívül erősen sugárzó galaxisokat, amelyek többségét az Ambarcumjan által az örmény-



2. kép • Az MTA Csillagvizsgáló Intézete svábhegyi könyvtárában az 1960-as évek végén. A háttérben Dretre László.

országi Bjurakanban alapított obszervatóriumban végzett megfigyeléseivel fedezte fel. A Bjurakani Obszervatórium – amelynek 1946 és 1988 között Ambarcumjan volt az igazgatója – a flercsillagok és az aktív galaxisok kutatásának egyik nemzetközi központjaként vált ismertté.

A Bjurakani Obszervatórium megalapítása, felszerelése és működtetése igazán jól jelzi Ambarcumjan tekintélyét. A történelem viharai által – különösen a huszadik században – sújtott örmény népnek a II. világháború után biztosan nem csillagászati obszervatóriumra volt a legnagyobb szüksége. Ambarcumjan szakmai súlya azonban elegendő garancia volt arra, hogy Jerevánban és Moszkvában egyaránt támogassanak egy ilyen nagyszabású beruházást. Sőt, a Szovjetunió politikai vezetői még abba is beletörődtek, hogy az üzembe helyezésekor (1976) a világ legnagyobb

távcsövei között jegyzett, 2,6 m tükrórátmérőjű teleszkópot örmény földön állítsák fel.

Az Örmény Tudományos Akadémia elnökeként (1947–1993) Ambarcumjan nemcsak a csillagászat, hanem az egész tudományosság fejlesztésén fáradozott. Egy 1985-ös adat szerint a 3,5 milliós lélekszámú Örményországban majdnem 20 ezer kutató dolgozott, többségük akadémiai intézetekben.

A tudományos munkásságáért kitüntetésekkel elhalmozott Ambarcumjan a Szovjetunió egyik legszalunképesebb tudósa volt a külvilág, így a Nyugat számára is. Teljesítményének elismertségét a hazájában kapott számos kitüntetés (több Lenin-díj, Sztálin-díj, a Szocialista Munka Hőse, Örményország Nemzeti Hőse stb.) helyett az jelzi igazán, hogy 1939 és 1992 között összesen huszonnyolc tudományos akadémia választotta tagjává Argentínától Indiáig, a Nemzetközi Asztronautikai Akadémiától az Academia Europaea-ig.

A nemzetközi tudományos közéletbe is nagyon fiatalon került be. 1948-ban már a Nemzetközi Csillagászati Unió (IAU) alelnökévé választották, és ezt a megbízatást két cikluson át, 1955-ig töltötte be. Az IAU vezető tisztségeinek ellátása abban az időben különösen nem protokoll jellegű megbízatás volt. Éppen Ambarcumjan esete példázza jól ezt. Hároméves ciklusokat számítva hogyan tarthatott két ciklus hét évig? Amikor először lett IAU-alelnök Ambarcumjan, egyik első ténykedése az volt, hogy a következő közgyűlés helyszínéül Leningrádot javasolta, abból az alkalomból, hogy 1951-re helyreállítják a világháborúban, Leningrád ostromakor lerombolt híres Pulkovói Obszervatóriumot. A szovjet csillagászok gőzerővel készítették elő a világ csillagászainak leningrádi találkozóját, amikor fél évvel az 1951-es közgyűlés előtt az

IAU végrehajtó bizottsága visszakozott, és a hidegháborús nyomás hatására törölte a leningrádi helyszínt, még jobban megnehezítve a keleti és a nyugati tömb csillagászainak együttműködését. A soron következő közgyűlésre így egyéves késéssel, Rómában került sor. A csalódás ellenére azonban Ambarcumjan tovább végezte munkáját a Nemzetközi Csillagászati Unión belül a csillagászok együttműködése érdekében. Végül sikerült elérni, hogy az IAU 1958. évi közgyűlésére Moszkvában kerüljön sor.

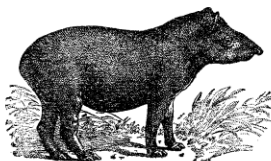
Tudományszervező tevékenysége és tudományos nagysága elismeréseként 1961-ben három évre az IAU elnökévé választották. Később pedig az ICSU (Tudományos Uniók

Nemzetközi Tanácsa) elnöki tisztét is betöltötte, meghozta két cikluson át (1968–1972).

Különösen jó kapcsolata volt a magyar csillagászokkal. Többször járt Magyarországon, és olyankor előadásokat is tartott. *Detre Lászlóval*, az MTA Csillagvizsgáló Intézete akkori igazgatójával – akinek felmenői között örmények is voltak – baráti viszonyt ápolt.

Halála óta Ambarcumjan nevét viseli a Bjurakani Obszervatórium, és az alapító végső nyughelye is az obszervatóriumban, a nagy távcső kupolájának szomszédságában van.

Kulcsszavak: *Ambarcumjan, aktív galaxis, Bjurakani Obszervatórium, csillagászatörténet, csillagtársulás, inverz probléma*



Tudós fórum

Tudományos akadémiák közös állásfoglalása ALKALMAZKODÁS A KLÍMAVÁLTOZÁSHOZ, ÁTALAKULÁS SZÉNKÍMÉLŐ TÁRSADALOMMÁ¹

A legfejlettebb országok, valamint további öt nemzet (együttesen a G8+5) tudományos akadémiái 2005-ban hívták fel először a világ vezetőinek figyelmét a klímaváltozás okozta fenyegetés csökkentésére. Azonnali lépéseket javasoltunk a klímaváltozás okainak kezelésére, és érveltünk a mellett, hogy bizonyos éghajlati hatások elkerülhetetlenek. Mégis, az üvegházgáz-kibocsátás globális korlátozása terén lassú a haladás.

Az Éghajlatváltozási Kormányközi Testület (IPCC) 2007-ben megerősítette, hogy az éghajlat jelenleg is változik, és az ember okozta melegedés számos geofizikai és biológiai rendszerre hatással van. A földi átlaghőmérséklet 1906 és 2005 között 0,74 °C-kal emelkedett, amihez a következő húsz évben várhatóan további 0,2 – 0,4 °C emelkedés járul. Emiatt további, például a sarkvidéki jégtakaró fogyásából és a tengerszint emelkedéséből fakadó következmények immár elkerülhetlenné váltak.

A legsérülékenyebb területek a vízkészletek, az élelmiszer-ellátás, az egészség, a ten-

¹ Mika János fordítása, 2008. június

gerparti települések és néhány ökoszisztéma (különösen a sarkvidékeken, a tundra övben, a magas hegységeken és korallzátonyokon). A legérzékenyebb területek valószínűleg az arktikus térség, Afrika, a kis szigetek és Ázsia sűrűn lakott deltatorkolatai.

A szén-dioxid-koncentráció emelkedésével ezek a hatások egyre súlyosabbakká és kiterjedtebbekké válnak mind földrajzi, mind ágazati értelemben. Az éghajlat stabilizálásához a kibocsátásokat fokozatosan a természetes nyelők nettó kapacitásának szintjéig kellene lecsökkenteni, ami kevesebb, mint fele a mai kibocsátásnak. Haladéktalan nagyléptékű kibocsátás-mérséklésre van tehát szükség. A G8-ak vezetői 2007. évi heiligen-dammi csúcstalálkozójukon megállapodtak abban, hogy komolyan mérlegelik a kibocsátások 2050-re történő megfelezését. Sürgetjük hát a G8+5 országok vezetőit, hogy tegyenek meg mindent az elhatározás megvalósítására, és tartsák magukat a kibocsátás ilyen mértékű csökkentéséhez.

A mérséklésre irányuló politikák kidolgozása, bár alapvető fontosságú, de nem elegendő.

dő. Alkalmazkodásra is szükség van, amennyiben a klímaváltozás legsúlyosabb következményeit jelenleg és a jövőben enyhíteni szeretnénk. A kibocsátás mérséklése és a változáshoz történő alkalmazkodás egymást kiegészítik, és együttesen jelentősen csökkentik a klímaváltozás hatásainak kockázatát.

Alkalmazkodás

A klímaváltozás napjaink nyomasztó problémája. Már most szükség van az alkalmazkodásra, a válaszadás elmulasztása jelentős kockázatokat hordoz. Az IPCC szerint:

- Ha a földi átlaghőmérséklet csupán 2,0 °C-kal meghaladja az 1990. évi szintet, az már képes felerősíteni, ill. kiváltani olyan hatásokat, amelyek csökkentik a vízellátás és az élelemhez jutás biztonságát.
- 2,0–4,0 °C-os melegedés a biológiai változatosság széleskörű csökkenését, a mezőgazdasági termőképesség globális romlását, és hosszabb fennmaradás esetén a tengerszint méterekkel való emelkedését eredményezi, utóbbit a szárazföldi jéghegységek olvadása következtében.
- A melegedés 4,0 °C-ot meghaladó mértéke a sérülékenység olyan fokozódását váltaná ki, ami meghaladja sok környezeti és társadalmi alrendszer alkalmazkodó képességét.

Az ENSZ Biztonsági Tanácsa 2007. áprilisában napirendre tűzte azt a fenyegetést, amelyet az éghajlatváltozás halmozódó hatásai okozhatnak, különös tekintettel a környezeti, társadalmi és gazdasági következményekre, és ezek jelentőségére a béke és a biztonság szempontjából. Hosszú távon a Föld minden térségét érinti a változás, ám a fejlődő országokat a legerősebben, melyek sérülékenységét a változástól független, egyéb nehézségek is fokozzák.

Az emberiség története folyamán alkalmazkodott a környezetéhez. Csakhogy a klímaváltozás jelenlegi üteme és nagyságrendje mellett nem bízhatunk a spontán mechanizmusokban. Válaszadásunkban lépésváltásra van szükség, amit globális, regionális és helyi szintű akciókkal érhetünk el. A helyi szintek vezetőit érdekeltté kell tenni a hatások vizsgálatában és a megoldások körvonalazásában. Ugyanakkor, a Föld és a nemzetek irányítóinak is kezelniük kell azokat a nagytérségű hatásokat, amelyek széleskörű erőfeszítéseket követelnek a klímaváltozáshoz való alkalmazkodás érdekében.

Az alkalmazkodás stratégiai megközelítésének a fenntartható fejlődés elvén kell alapulnia. Közvetlen első lépésként a kormányoknak olyan intézkedéseket kell tenniük, amelyekkel fokozzák a meglévő környezeti stresszhelyzetekkel szembeni ellenálló képességet. Az ilyen intézkedések egyszersmind a klímaváltozással szembeni kitettséget is csökkenteni fogják. Mindez rászorítja a kormányokat annak felismerésére, hogy milyen szerepet játszanak az ökoszisztémák és a természeti rendszerek az emberek alapvető szükségleteinek (víz, élelem és hajlék) biztosításában. E stratégiai megközelítés célzott intézkedésekre váltására azután nyílik lehetőség, hogy elkészüljenek a részletes hatásvizsgálatok, és megtörténik a legfontosabb sérülékenységi területek körvonalazása.

Az alap kutatások, a műszaki fejlesztés és az eredmények átadása fontos szerepet játszik a nemzetek alkalmazkodó képességének javításában. A sérülékenység gazdasági, társadalmi és környezeti okainak megértése elősegíti majd a megfelelő szakpolitikai megoldások kidolgozását, és erősíti a piac reagáló képességét ezekre a hatásokra. A kormányok és az üzleti szféra alkalmazkodási megoldásokat

fejleszthetnek ki, elkerülve, hogy a klímaváltozást figyelmen kívül hagyó technológiai és infrastrukturális beruházások történjenek. Mindez további nemzetközi prioritások valóra váltásához is hozzájárul, beleértve a Milleniumi Fejlesztési Célokat (Millennium Development Goals – MDG) is.

Szénkímélő társadalom

A szénkímélő társadalom nemcsak az energiaigény kisebb széntartalmú forrásokból való fedezését jelenti, hanem energiamegtakarítást is. A fenntartható fogyasztás alapvető változásokat igényel a társadalom minden szintjén és szektorában, ideértve az energiatakarékos épületeket, a szénkímélő közlekedést és a hatékonyabb ipari folyamatokat.

A szénkímélő társadalommá való átalakulás lehetőséget kínál a mérséklésre és az alkalmazkodásra, egyaránt. A mérséklés nem megoldás ugyan mindenre, de számos éghajlati hatás korlátozható, késleltethető, sőt elkerülhető, ha sikerül lecsökkenteni a kibocsátást.

Az üvegházgáz-kibocsátás mérséklése mellett lehetőség van olyan kiegészítő megoldások kutatásának fellendítésére is (ideértve ún. geomérnöki megoldásokat és az újraerdősítést), amelyek hozzájárulhatnak a stabil éghajlat fenntartásához. A G8+5 országok akadémiai konferenciát szándékoznak rendezni e technológiai lehetőségek megvitatására.

A szénkímélő társadalomba való átmenet megköveteli egységes elvárások felállítását; gazdasági eszközök kimunkálását és az energiahatékonyság előtérbe helyezését valamenynyí ágazatban; az egyéni viselkedés változásának támogatását; a technológiák átadásának erősítését, hogy ugrásszerűen át lehessen térni a tisztább és hatékonyabb technológi-

ákra; erőteljes tőkebefektetést a szénmentesítő technológiákba és olyan szénkímélő energiaforrásokba, mint a nukleáris energia, a napenergia, a vízi energia és más megújuló energiaforrások. E megállapításokat az Akadémiai Tanács jelentésében (*Lighting the Way – Toward a Sustainable Energy Future*)² is hangsúlyoztuk.

Eljárásokat kell kifejleszteni és a gyakorlatban alkalmazni a szén-dioxid befogására, tárolására és elsüllyesztésére (CCS), különösen a szén felhasználása nyomán, ami a következő ötven évben is az áramtermelés és más ipari folyamatok elsődleges energiaforrása lesz. A G8+5 országok gazdaságai vezető szerepet vállalhatnak a CCS-technológiák fejlesztésében. Ez egyszerre jelenti a kormányok és az ipar bevonását azon gazdasági és szabályozási feltételek közös kimunkálásába, amelyek a CCS előremozdításához szükségesek, valamint a nemzetközi koordinációt a demonstrációs telephelyek kialakításában.

Tekintettel a globális energiarendszerek időkéssleltetésére mint belső tulajdonságra, most kell lépéseket tenni annak érdekében, hogy elérjük a 2050-re kívánatos célokat. Miközben a fejlett világnak kell irányítania a technológiai átalakulást és a fejlődő országoknak történő technológiai átadást, illetve a velük való kooperációt, az sem közömbös, hogy mivel tudnak a fejlődő és a most kiemelkedő gazdaságú országok mindehhez jelentősen hozzájárulni.

A szénkímélő társadalomba való átmenet megköveteli az erdőirtással és az ökoszisztémák leromlásával kapcsolatos kibocsátások mérséklését is, ami fejlettebb mezőgazdaságot és fenntartható erdőgazdálkodást feltételez

² InterAcademy Council, 2007. október, www.interacademycouncil.net

Következtetések

Az éghajlat változására történő válaszadás megköveteli a mérséklést és az alkalmazkodást annak érdekében, hogy megvalósítsuk a szénkímélő társadalmat és a fenntarthatósági célkitűzéseket. Sürgősen felhívjuk a világ minden nemzetét, de különösen a G8-ak Japánban, Hokkaido szigetén tartott csúcsertekezletének résztvevőit a következő lépések megtételére:

- Hívják fel a G8+5 országok kormányait arra, hogy állapotodjanak meg jelentős számú CCS demonstrációs telephely létrehozásában, amihez 2009-re megvalósítási menetrendet, támogatást és egyeztetett terveket is rendeljenek.
- Készüljenek a klímaváltozás kihívásaira és kockázataira az előrejelző és alkalmazkodó kapacitások erősítésével globális,

nemzeti és helyi szinten, továbbá a fejlődő világ segítségével a sérülékenységi vizsgálatok elvégzésében és azok eredményeinek értelmezésében.

- Tegyenek megfelelő gazdasági és szakpolitikai lépéseket a szénkímélő társadalommá alakulás felgyorsítására; bátorítsák és serkentsék az egyéni és a nemzeti viselkedésben ehhez szükséges változásokat.
- Segítsék elő a tudományos és a technológiai együttműködést, az innovációt és az ugrásszerű átalakulást, például alapvető szénkímélő és alkalmazkodási technológiák átadásával.
- Sürgessék kormányaikat az üvegházgázmérséklési technológiák és az éghajlatváltozási hatások kutatásának támogatására.

Mint tudományos akadémiák, elköteleztettek vagyunk a saját kormányainkkal való együttműködésre ezen lépések valóra váltásában.

Academia Brasileira de Ciências

Royal Society of Canada

Chinese Academy of Sciences

Académie des Sciences (Franciaország)

Deutsche Akademie der Naturforscher Leopoldina

Indian National Science Academy

Accademia Nazionale dei Lincei (Olaszország)

Science Council of Japan

Academia Mexicana de Ciencias

Russian Academy of Sciences

Academy of Science of South Africa

Royal Society (Egyesült Királyság)

National Academy of Sciences of the United States of America

MAX PLANCK EMLÉKÜLÉS 2008

Bencze Gyula

a fizikai tudomány doktora, KFKI RMKI
gbencze@rmki.kfki.hu

2008-ban ünnepeljük Max Planck születésének 150. évfordulóját. A kiemelkedő német tudós tiszteletére május 14-én, szerdán az MTA Nagytermében emlékülést tartott a Fizikai Tudományok Osztálya és az Eötvös Loránd Fizikai Társulat.

A megnyitó beszédet Kroó Norbert akadémikus, az MTA újraválasztott természettudományi alelnöke tartotta. Az ülésen elhangzott előadások szerkesztett változata a *Fizikai Szemle* című folyóiratban fog megjelenni, e helyütt csak rövid összefoglalását adjuk az elhangzottaknak.

Amint azt Kroó Norbert megnyitójában hangsúlyozta, Max Planck munkásságának jelentősége két dolog miatt is felbecsülhetetlen. Először is, megalapozta a kvantummechanikát mint a modern fizika egy új ágát, másodsor, sikerült meggyőznie annak idején Vilmos császárt arról, hogy egy modern társadalomban az egyetemi kutatásokkal párhuzamosan működő, független kutatóintézetek szerepe kulcsfontosságú. Így jött létre 1911-ben a Vilmos Császár Intézet Berlinben, amelynek a jogutódja az emléket nevében őrző és ma is aktívan működő kutatóhálózat, a Max Planck Társaság.

„A Max Planck Társaság kutatási teljesítménye és eredményei, legyenek azok bármilyen területen megjelent publikáció, hivatkozás, sikeres pályázat, utódnevelés, bejelentett

szabadalmak száma, a német átlagnak a dupláját nyújtják. Éppúgy, mint a Magyar Tudományos Akadémia hazánkban. Úgy gondolom, hogy ez nem lehet véletlen. Ez nem azért van így, mert akár nálunk, akár a Max Planck Társaságban zsenik ülnének, hanem mert az a szervezeti forma, amely ott működik és amelyik nálunk is meghonosult, igen kedvező a kutatás számára. Ez fontos üzenet, mely önbizalmat adhat nekünk.” – tette hozzá Akadémiánk alelnöke.

Az előadások egy része a kvantumelmélet kialakulásának történetét tekintette át, valamint Plancknak a modern fizikához való személyes hozzájárulását elemezte. Nagy Károly akadémikus szavaival élve, Max Planck „ajtót nyitott a kvantumok világára”.

Ahhoz, hogy a kvantumelmélet világképfelműlő hatásáról, és a korábbi fizika fogalomrendszerének radikális megváltoztatásáról képet alkothassunk, röviden fel kell idézni a fizika tizenkilencedik század végi állapotát. A newtoni klasszikus mechanika kétszáz éves egyeduralma mellé már felsorakozott a Maxwell-féle elektrodinamika, amely a korábban különálló elektromosság- és mágnességtant és optikát egységes keretbe foglalva, térelméleti alapon tárgyalja, a tapasztalattal jó egyezésben. Ismert volt az energia megmaradását kifejező energiatétel, a hőtan első két főtétele, és az anyag atomisztikus felépítését – ugyan

ekkor még feltevésként – alapul vevő kinetikus gázelmélet. Ezeknek az elméleteknek fő sajátosságuk, hogy a fizikai rendszerek állapotát jellemző mennyiségek tér- és időbeli változását meghatározó mozgástörvények, lehetővé teszik a rendszer fizikai állapotának elméleti meghatározását bármely későbbi időben, ha a kezdeti állapotot ismerjük. Az így kiszámított állapot fizikai jellemzői méreéssel ellenőrizhetővé váltak, és ezzel az elmélet jóslatai igazolást nyertek. Ez olyan szellemi teljesítmény, amelyhez hasonló ezt megelőzően nem létezett az emberiség kultúrtörténetében. A mechanikához és az elektrodinamikához hozzávéve a fenomenológiai termodinamikát is, elfogultság nélkül állíthatjuk, hogy ezek olyan csodálatos elméletek, és olyan széles jelenségek foglalnak magukba, hogy a fizika épülete a befejezettség érzetét keltette a kor fizikusaiiban. Ennek jellemzésére szoktuk idézni a német fizika professzort, Philipp von Jollyt, aki a hozzá tanácsért forduló fiatal Plancknak azt mondta, hogy fizikával nem érdemes már foglalkozni, mert ott lényegében minden fontosabb kérdés meg van oldva. Ugyanígy nyilatkozott az angol Lord Kelvin is, amikor 1900-ban, egy előadásában azt mondta, hogy csak néhány felhőcske zavarja meg a fizika tiszta kék égét.

Ilyen beárnyékoló felhőcskének számított a gázok vonalas színképe, az ún. fényelektromos jelenség, a szilárd anyagok fahőjének függése a hőmérséklettől, és a hőmérsékleti sugárzás. Ezt az utóbbi témakört tekintve olyan általános sajátságok kiderítését tűzték ki célul, amelyek nem függenek a sugárzást kibocsátó test anyagi minőségétől. Leginkább az izzó testek által kibocsátott sugárzás intenzitásának a rezgésszámtól való függése volt az a probléma, amely a vezető fizikusok egy részét már évek óta foglalkoztatta. A kísérleti

vizsgálatok azt mutatták, hogy a hőmérsékleti sugárzás intenzitása a termikus egyensúlyi állapotban független a kibocsátó test anyagi minőségétől, csak a hőmérséklettől és a rezgésszámtól függ. Ebbe a kutatásba kapcsolódott be Planck. A tükröző falakkal bezárt üregben kialakult egyensúlyi sugárzás entrópiáját határozta meg. A tapasztalattal jól egyező eredményt azzal a feltevéssel kapott, hogy a sugárzást kibocsátó testnek gondolt oszcillátor (harmonikus rezgést végző tömegpont) energiáját $h\nu$ kvantumok egészszámú többszörösének tekintette. A h betű itt egy határidimenzíójú univerzális állandót jelent. Planck *hatáskvantum*nak nevezte. Ma a szakirodalom Planck tiszteletére *Planck-állandó*-nak nevezi.¹ Következésképpen ezek az oszcillátorok a sugárzást $h\nu$ kvantumok formájában bocsátják ki, és nyelik el. A klasszikus fizika fogalomvilágához szokott fizikusok körében ez a feltevés igen merésznek tűnt, annyira, hogy Planck is hosszú ideig csak munkahipotézisnek tekintette, és úgy gondolta, hogy a valóságos folyamatokban az energia természetesen folytonosan változik, ahogy azt a klasszikus fizika tanítja. Hosszú évekig tartó nehéz munkával és töprengéssel látta be, „hogy a kvantumhipotézissel, vagyis az energia kvantumosságával valami egészen új, eddig soha nem hallott jelentkezik, amely arra van hivatva, hogy teljesen átalakítsa a fizikai gondolkodást.”

A kvantumhipotézis fizikai jelentőségét *Albert Einstein* ismerte fel. Szerinte nemcsak a sugárzás kibocsátása és elnyelése kvantumosságú,

¹ Ide kívánczik egy megjegyzés: Planck zsenialitását mutatja, hogy mivel már Kirchhofftól tudjuk, hogy az intenzitás független az anyagi minőségétől, ezért olyan modelltesttel dolgozott, nevezetesen az oszcillátorral mint a sugárzást kibocsátó anyaggal, amelyre a számítás könnyen elvégezhető.

hanem az elektromágneses sugárzás energiája $h\nu$ energiakvantumokból áll. Az energia ilyen energiakvantumok összessége. Ennek alapján adott elméleti magyarázatot 1905-ben a fényelektromos jelenségre, amelyet a fény hullámelmélete alapján nem lehetett megérteni. A jelenség abban áll, hogy ha fémlémez –különösen alkáli fémet– ultrabolya fénnel megvilágítunk, elektronok lépnek ki a fém felületéről. A kísérleti tanulmányozás azt mutatja, hogy a kilépő elektronok sebessége nem függ a megvilágító fény intenzitásától, hanem csak a rezgésszámától. A rezgésszám növelésével nő az elektronok energiája. Az intenzitás növelésével pedig az elektronok száma nő. Einstein tovább is ment, mert a fény impulzusát is kvantumossá tekintette, vagyis impulzus-kvantumok összegeként fogta fel. Eszerint az elektromágneses sugárzás (tehát a fény is) felfogható úgy, mintha $h\nu$ energiájú, és $h\nu/c$ impulzusú kvázirészecskék összessége lenne. Ez a kép hasonló ahhoz, amit az ideális gázzal elgondolunk. A kvázi előtag arra utal, hogy ezek a fénykvantumok mégsem tekinthetők a szó eredeti értelmében részecskéknek, mert mint a kvantumelmélet későbbi alakulása megmutatta, ezekhez a pálya fogalma nem rendelhető hozzá. Az energiával és impulzussal rendelkező fénykvantumot nevezzük *fotonnak*. Einstein elgondolását a fényelektromos jelenség magyarázata teljesen igazolta. Ezért kapta meg 1921-ben a fizikai Nobel-díjat.

A radioaktivitás és az elektron felfedezésével kísérletileg is igazoltá vált az anyag korpuszkuláris szerkezetére vonatkozó hipotézis, amely a tizenkilencedik században a kinetikus gázelmélet alapját képezte. Minthogy a tapasztalat szerint az anyagból elektronok és alfa részecskék jönnek ki, természetes volt a gondolat a tizenkilencedik és huszadik század

fordulóján, hogy az atomnak van valamilyen szerkezete. Az elektron felfedezése után *Ernest Rutherfordnak* volt realisabb elképzelése erről. Úgy gondolta, hogy az atom pozitív töltése egyetlen kis központi tartományba sűrűsödik össze, és ezt veszik körül az elektronok. Ő nevezte el az atom pozitív töltésű kis központi részét az atom magjának. Elgondolását 1909-től kezdve, kísérletekkel is megalapozta. A Rutherford-modell nehézségeinek kiküszöbölésére *Niels Bohr* 1913-ban módosította a modellt. Az elektronok körpályákon mozognak a mag körül az atomban, de a klasszikus mechanika szerint lehetséges pályák közül csak olyanokon, amelyeken az elektronnak a magra vonatkoztatott impulzusnyomatéka a Planck állandó 2π -ed részének egészszámszorosára. Az így kiválasztott stacionárius pályákon keringő elektronok nem sugároznak. Sugárzás akkor lép fel, amikor az elektron egy magasabb energiájú pályáról alacsonyabb energiájúra ugrik. A két állapot közötti átmenet során kibocsátott sugárzás rezgésszámát a két energia különbsége határozza meg az $E_2 - E_1 = h\nu$ képlet szerint.

E három feltételre alapozott kvantumelméletet nevezzük Bohr-elméletnek. A hidrogénatomra egyszerű számítással meghatározhatók a stacionárius állapotok energia értékei, a megfelelő pályák sugarai, valamint a megengedett átmenetek során kibocsátott sugárzás frekvenciái. A 3. feltétel alapján számított frekvenciák a hidrogénatom vonalas színképének elméleti magyarázatát adják. A korábban empirikus úton megállapított Balmer- és egyéb sorozatok egy csapásra magyarázatot nyertek. A színképvonalak káoszában a Bohr-elmélet rendet teremtett. Ez volt az elmélet első szép sikere.

A másik ehhez fogható szép eredménye a periódusos rendszer kvalitatív értelmezése

volt a *Wolfgang Pauli* által felfedezett, és róla elnevezett Pauli-elv alapján.

A különféle atomfizikai problémáknak a Bohr-elmélettel való tárgyalása szinte minden esetben azt mutatta, hogy a megoldásban van valami helyes eredmény is, de sohasem adott teljesen pontos leírást és magyarázatot. Ez már azt jelezte, hogy a klasszikus fizika fogalomrendszerének radikálisabb megváltoztatása kell egy új mechanika megalkotásához. Az új, merész gondolatok, elsősorban Bohr és a koppenhágai intézetében rövidebb-hosszabb időt eltöltő fiatal fizikusok körében jelentek meg, a húszas évek elején. *Werner Heisenberg* volt a legmerészebb a megszokott gondolkodástól való elszakadásban. Azt a filozófiát követte, hogy csak megfigyelhető mennyiségek szerepelhetnek az új elméletben. Az elektron pályája az atomban nem ilyen. Helyette az elektron helykoordinátáinak és impulzuskomponenseinek jellemzésére a korábban szokásostól különböző matematikai mennyiségeket használt, és meghatározta azokat az algebrai szabályokat, amelyeket ezeknek a mennyiségeknek ki kell elégíteniük ahhoz, hogy a megfigyelésekkel egyező eredményt kapjon. *Max Born* és *Pascal Jordan* mutatták meg, hogy ezek a matematikai szimbólumok mátrixok, és a nem-kommutatív algebra szabályai szerint kell őket össze-szorozni. Ez azt jelenti, hogy e két mennyiség szorzásánál a sorrend felcserélése a szorzat más eredményére vezet. Az egyenes és fordított sorrend különbségét axiómaként előírjuk, arányosnak vesszük a Planck-állandóval. A hatáskvantum tehát ebben az új elméletben is az alapvetésnél jelenik meg, azt is mondhatjuk, hogy az axiómaként szereplő alap-egyenletekbe van beépítve. Heisenberg a dolgozatot 1925 júliusában közölte. Fél évvel később *Ervin Schrödinger* osztrák elméleti

fizikus a *Louis de Broglie* által 1924-ben bevezetett anyaghullám fogalmat felhasználva, levezetett egy differenciálegyenletet, amelynek reguláris megoldásai az energia-sajátértékeket adják meg. A hidrogénatomra alkalmazva ezek megegyeznek a Bohr-elméletből kapott értékekkel, valamint a Heisenberg mátrixmechanikájából adódókkal is. Majd később *Paul Dirac* angol fizikus munkásságából kiderült, hogy a két tárgyalásmód egyenértékű egymással. A kvantumelméletnek e két változatát egyaránt használjuk, és az irodalom közös néven *kvantummechanikának* nevezi.

A kvantummechanikában egy fizikai rendszer, például valamilyen atom vagy molekula fizikai állapotát egy függvénnyel, az ún. *állapotfüggvénnyel* jellemezzük. E függvény változását a Schrödinger-egyenlet írja le, ugyanolyan determinisztikus módon, ahogy például a Maxwell-egyenletek az elektromágneses tér állapotát írják le. Ha a kezdeti állapotot ismerjük, mondjuk valamilyen mérésel meghatároztuk, akkor az egyenlet megoldásával az állapotot bármely későbbi időpontra kiszámíthatjuk. A kvantummechanikai állapotfüggvénynek azonban nincs olyan közvetlen fizikai jelentése, mint például az elektromos vagy mágneses térerősségeknek az elektromosságban. Ennek ismeretében a fizikai rendszert jellemző mennyiségeknek a valószínűségei határozhatók csak meg, nem pedig a tényleges értékük. Az állapotfüggvény valamilyen fizikai mennyiség mérésel meghatározható, ún. sajátértékeinek egy-egy állandóval súlyozott szuperpozícióját adja meg. A mérés viszi be az állapotot valamelyik saját-állapotba. Hogy melyikbe, annak csak a valószínűsége adható meg az elmélet alapján. Ezért nevezzük a kvantummechanikát statisztikus elméletnek. Az állapotfüggvény statisztikus értelmezése Max Borntól származik.

Vissza-visszatérően ezúttal is megjegyezzük, hogy az állapotfüggvényt meghatározó ún. *dinamikai egyenletben* – ami a kvantummechanika mozgásegyenlete – is szerepel a hatáskvantum.

Az elméletnek egyik nagyon nevezetes eredménye, az ugyancsak Heisenbergtől származó, ún. *határozatlansági összefüggések* felfedezése. Eszerint bizonyos fizikai mennyiségpárok, mint például az elektron helye és impulzusa az atomban, nem határozhatók meg egyidejűleg tetszőleges pontossággal. Ha az egyiket nagyon pontosan megmértem, akkor a pár másik tagját már nagyon pontatlanul ismerem csak. Ebből következik, hogy a kvantummechanika szerint az atomban az elektron pályája nem értelmezhető, mert a pályafogalom newtoni meghatározása a helyének és sebességének vagy impulzusának egyidejű pontos megadását követeli meg. Hasonló határozatlansági összefüggés van az atom bármelyik állapotának átlagos élettartama és az ahhoz tartozó energia között is.

Einstein nem tudta elfogadni a kvantummechanika statisztikus értelmezését. Ugyanez mondható Schrödingerrel és Planckról is. Az igazsághoz hozzátartozik, hogy az elmélet értelmezését illetően ma is vannak olyan tudományos közlemények, amelyek vitatják az állapotfüggvény valószínűségi jelentését. Ezek a szerzők úgy vélik, hogy vannak a rendszer jellemző paraméterek, amelyek rejtve maradnak előlünk, ezért kényszerülünk a kvantummechanikában csak valószínűségi jöslatokra. Az értelmezés körüli nézetkülönbségek azonban nem rontják le a kvantummechanika nagyszerű voltát. Az atom- és molekulafizikai eredményei, valamint a természet-tudományok más területeire kifejtett, és a műszaki tudományokra vonatkozó alkalmazásaival olyan tudományos haladást ért el,

amelyre kevés példa van. Az az óriási tudományos haladás, amely Planck kvantumhipotézisével kezdődött a huszadik század hajnalán, igen nagymértékben megváltoztatta a világról alkotott tudományos képünket; ez a diadalmenetnek nevezhető fejlődés máig tart, és bámulatos eredményeivel az életvitelünket is megváltoztatja. Elég csak a számítógépekre vagy a mobiltelefonra és a digitális fényképezőgépre gondolni.

A kvantummechanika olyan új szemléletmódot hozott magával, amelyet a klasszikus fizikán nevelkedett Plancknak igen nehéz volt magáévá tenni, és az új elmélettel kapcsolatban számos kételye támadt, amelyeket Károlyházy Frigyes elemzett részletesen előadásában. Sok, Planck által felvetett kérdés hosszú évek múltán is vissza-visszatért, és ez a tény is mutatja, hogy a kvantummechanika mennyire áthatotta a fizika és a fizikusok gondolkodásmódját.

Varró Sándor előadásában azt mutatta meg, hogy Plack tevékenysége nem merült ki a kvantummechanika létrehozásában, hanem jelentős szerepe volt Einstein speciális relativitáselméletének kimunkálásában is. Ezzel kapcsolatban Simonyi Károly professzor monumentális művéből idézte a következő sorokat: „Az igazán nagyokra jellemző módon Planck azonnal felismerte a továbbfejlesztési lehetőségeket, és a továbbiakban Einstein és Planck, de Lorentz is egyre újabb és újabb eredményekkel gazdagították a relativitáselméletet a teljes lezárásig. Mint érdekességet említjük meg, hogy a relativitáselmélet továbbvitelében – egészen Minkowski már említett négydimenziós megfogalmazásáig, tehát 1908-ig talán – Planck vitte a vezető szerepet, hasonlóan ahogy Planck kvantumelméletének továbbfejlesztésében viszont Einstein játszotta a főszerepet.”

A kvantummechanika Heisenberg, Schrödinger, Pauli és Dirac által kimunkált formalizmusa rendkívüli sikereket ért el az anyag mikroszkópikus tulajdonságainak leírásában. Az elmélet azonban csak a kvantum szóráselmélet megszületésével teljeseedett ki, amelyet Bencze Gyula vázolt előadásában. A szóráselmélet eszköztárának kimunkálásából kivette a részét a méltánytalanul háttárba szorított Max Born is. Az elmúlt fél évszázad legjelentősebb eseménye azonban e téren L. D. Fagyejev munkája volt, aki elsőként dolgozta ki a kvantum háromtest probléma egzakt matematikai elméletét. Fagyejev elmélete nyomán alakult ki a kvantum N-test szórásp probléma szigorú, de a gyakorlatban is alkalmazható formalizmusa, amelynek kidolgozásában magyar kutatóknak is jelentős szerep jutott.

Max Planck munkássága nemcsak a mikroszkópikus méretek fizikájában, hanem az univerzum tulajdonságainak a tanulmányozásában is megtermékenyítően hatott. A relativitáselmélet és a kvantumelmélet törvényszerűségei jelentősen befolyásolják az univerzum fizikai tulajdonságait is, amelyeknek vizsgálata napjainkban nagy intenzitással folyik. Király Péter előadásában a kozmikus háttérsugárzás kutatásának történetét és lehetőségeit tekintette át. Ez nyilván egy olyan új tudományterület, amelyen a közeljövőben jelentős új eredmények várhatók.

Patkós András előadásában azt ismertette, hogy a termodinamika törvényeinek alkalmazása az univerzum tulajdonságainak leírására milyen új eszközöket adhat a kozmológia tudományát művelőinek kezébe.

A kvantummechanika sikeres évszázada után még mindig gondot okoznak egyes tulajdonságainak interpretálása, valamint a kvantumosból a klasszikus leírásba történő átmenet sajátosságai. Geszti Tamás ezt a témát

járta körül előadásában. Az alapvető probléma abban rejlik, hogy a jól ismert „korrespondencia-elv” nem teljesen igaz, mivel a klasszikus-szerű mozgás nem nagy kvantumszámmal, hanem koherens állapotokkal társítható. Az ezzel kapcsolatos kutatások kemény problémákat vetnek fel, ezért érdemes idézni Geszti Tamás előadásának konklúzióját:

- A kvantum–klasszikus határ megismerése keményebb dió, mint atyáink gondolták.
- Ideje lenne már megtalálni a biztonságos átjárást kvantum és klasszikus között.
- Lessük a kísérleteket a senkiföldje-tömegek világából.
- Addig is gyártjuk az elméleteket.

E rövid áttekintésből is látszik, hogy milyen széles spektrumot ölelt át a konferencia tematikája, és Max Planck munkássága mekkora hatással volt a modern fizikai kutatások témaválasztására.

Az ünnepi ülészakról szóló beszámolóhoz tartozik még, hogy Max Planck személye és munkássága ezévből Németországban kiterjedt ünnepségsorozatnak és kiállításoknak a tárgya. Tiszteletére a Német Nemzeti Bank tízeuros ezüstérmet adott ki, melyet az MTA ünnepi konferenciájának minden előadója megkapott ajándékba.

*

A KONFERENCIA ELŐADÁSAI

Nagy Károly, az MTA rendes tagja, (ELTE):
A kvantumelmélet kialakulása Plancktól Diracig

Király Péter tudományos munkatárs, (KFKI RMKI): *A kozmikus háttérsugárzás kutatásának története és kilátásai*

Patkós András, az MTA rendes tagja (ELTE):
Entrópia, Planck, Univerzum

Károlyházy Frigyes, a fizikai tudomány doktora (ELTE): *Max Planck kétségei*

Varró Sándor, az MTA doktora (KFKI SZFKI):

Planck és a speciális relativitáselmélet

Bencze Gyula, a fizikai tudomány doktora

(KFKI RMKI): *A kvantummechanika kitel-*

jesedése: a kvantum szónáselmélet megszületése

Geszti Tamás, a fizikai tudomány doktora (ELTE): *Kvantum és klasszikus határán*

Kulcsszavak: *a kvantumelmélet megalapozója, „ajtót nyitott a kvantumok világára”, szerepe a kvantumelmélet és a relativitáselmélet kimunkálásában*



Kitekintés

HAMAROSAN INDUL AZ LHC A CERN-BEN

A terv szerint a protonnyalábok szeptemberben elején teszik meg az első köröket a világ legnagyobb energiájú új részecskegyorsítójában. Az LHC (Large Hadron Collider – *nagy hadron ütköztető*) neve először is a berendezés *nagy* méretére utal: a gyorsítót magába fogadó földalatti alagút kerülete 27 km. A *hadron* szó a részecskék egy családját jelöli, a gyorsítandó részecskék, a protonok ebbe a családba tartoznak. A hadronok még kisebb egységekből, kvarkokból állnak. Az *ütköztető* a gyorsító típusára utal: két részecskenyaláb kering körpályán egymással szemben, ellentétes irányban, majd a gyorsító négy pontján összeütköznek, ezeken a pontokon zajlanak a tanulmányozandó részecskeátalakulások. A részecskegyorsítók, a mellettük végzett kísérletek évtizedek óta az adott kor műszaki csúcsmegoldásait igényelték, sokszor a fizikusok igényei kényszerítették ki megoldásokat.

Mindkét nyalábban 7 TeV (teraelektronvolt) energiára tesznek szert a protonok, a két nyaláb ütközésénél tehát 14 TeV energia áll rendelkezésre. (Az első hónapokban csak 5+5 TeV-en kísérleteznek majd.) Ekkora energiájú folyamatokat még sohasem figyeltek meg laboratóriumban. Az LHC egy korábbi gyorsító, a nagy elektron–pozitron ütköztető (LEP) alagútjában épült meg, miután a LEP-et 2000-ben leszerelték.

A részecskék akkor tudnak egyre nagyobb sebességre szert tenni, ha útjuk során nem

ütköznek akadályba, más atomokba, részecskébe, ezért a gyorsítócső egész térfogatában igen nagy légritkítást kell elérni. Az LHC-ben 10^{-13} atmoszféra lesz a légnyomás, vagyis a normál légköri nyomás tízbilliomod része. A műszaki feladat nagyságát mutatja, hogy ezt a fantasztikus légritkítást hatalmas, kb. 6500 köbméter térfogatban kell elérni, ez körülbelül egy nagy katedrális térfogata.

A részecskék pályáját összesen 9300 különböző típusú mágnessel alakítják ki. A nagy mágnesek testébe építették be a kisebb, korrekációs célokat szolgáló mágneseket. Az LHC-ben szupravezető mágnesekkel hozzák létre a 8,3–8,4 tesla erősségű mágneses teret, hagyományos megoldásokkal nem lehet ilyen nagy térerősséget létrehozni. (Ez a tér kétszázszor erősebb a földmágneses térnél.) A mágnesekben nióbbium–titán ötvözetből készített kábeleket használnak, ez az anyag az abszolút nulla fölött 10 fokkal válik szupravezetővé. Egy kábel 6300 darab, egyenként 0,006 mm vastag szálból áll. A szálak tízszer vékonyabbak az emberi hajnál! A mágnesekben 11 700 amper erősségű áram folyik, ez hozza létre a szupererős mágneses teret.

A mágneseket szuperfolyékony héliummal hűtik 1,8 kelvinre, vagyis $-271,4$ °C-ra. A távoli világűr ennél melegebb, $-270,5$ Celsius-fokos (2,7 K)! A mágnesek folyékony hélium fürdőben ülnek. A rendszerben 96 tonna hélium van, ennek 60 %-a a mágnesekben, 40 % pedig az elosztó- és hűtőrendszerben. Az egész LHC-gépezetet (36 800 tonna tömeget) több lépésben hűtik le. Az előhűtés

során 10 ezer tonna folyékony nitrogénnel 80 kelvint (-193,2 °C) érnek el, ezután a héliumot lehűtik 4,5 kelvinre és a mágneseket feltöltik 60 tonna folyékony héliummal. A mágnesek feltöltése után folytatódik a hűtés, lassan mennek le 1,9 kelvinre.

A részecskéket rádiófrekvenciás térrel gyorsítják. A nyaláb nem folyamatos, hanem ún. csomagokból áll. Normál üzem esetén minden nyaláb 2808 csomagból áll, egy-egy csomagban százmilliárd darab proton van. A két nyaláb találkozásakor a két találkozó csomagban lévő összesen 200 milliárd proton közül mindössze húsz ütközés megy végbe. A csomagok átlagosan másodpercenként 30 milliószor ütköznek, az LHC-ben tehát mintegy 600 millió ütközés következik be másodpercenként.

Négy hatalmas detektorrendszerrel rögzítik a részecskeütközéseket követő folyamatokat. A következő évtizedben alapvető kérdésekre keresnek választ. Milyen volt az anyag a világegyetem történetének kezdetén, az ősrobbanás után? Miért nincs számottevő mennyiségű antianyag az ismert világegyetemben? Keresik a részecskefizika általános elmélete, a *Standard Modell* szerint még hiányzó részecskét, a Higgs-bozont. Igazolják vagy cáfolják a szuperszimmetrikus részecskék létezését, ezeket az ún. nagy egyesítő elméletek alapján várják.

<http://www.cern.ch>

J. L.

VÍZ A MARSON

A NASA által a Marsra juttatott Phoenix Mars Lander mérései egyértelműen igazolták víz jelenlétét a talajban. Korábban már vízjég jelenlétére utaltak a bolygó körül keringő

Mars Odyssey mérései is, így arra következtek, hogy északon télen vízjég, felette szén-dioxid-jég fedi a felszínt, ezek tavasszal szublimálnak. A hidrogén jelenlétét kimutató neutronspektrométeres mérések alapján kiderült, hogy nyáron is van vízjég a talajban, több centiméter mélyen. A Phoenix május 25-i leszállása utáni első mérések, felvételek is vízjég jelenlétére utaltak. Az első néhány próbálkozás során azonban nem sikerült a felszínről kiasott mintát bejuttatni a műszerekbe. Július 30-án egy két nappal korábban kiemelt mintával sikerült a vizsgálat. A kb. 5 cm mély árokból kiemelt talajdarabot két napig a kaparókanálban hagyták, ezalatt a víz egy része elpárolgott, a minta könnyebben kezelhetővé vált. A mintát végül a TEGA (Thermal and Evolved-Gas Analyzer) műszer elemezte. A TEGA felmelegíti a mintát (max. 1000 °C-ig), és tömegspektrométerrel méri a pára összetételét. Az eredmény a NASA kutatói szerint teljesen egyértelmű: víz jelenlétét mutatták ki. A Phoenix eredetileg kilencven napra tervezett küldetését öt héttel meghosszabbították, szeptember 30-ig.

Továbbra is nyitott kérdés, hogy a vízjég felolvad-e úgy, hogy esetleges biológiai folyamatok számára rendelkezésre álljon. A kutatók a mintákban széntartalmú vegyületek után is kutatnak.

NASA News. Release 08-195, 31 July 2008.

<http://www.nasa.gov/phoenix>

J. L.

KÉMIAI IRÁNYTŰ MADARAKBAN?

Legalább ötven állatfajról bizonyosodott már be, hogy a Föld mágneses terét használják tájékozódásra. A biofizikai mechanizmus

még nem tisztázott. Két alapvető mechanizmust javasolnak: vagy mágneses vasásványok, vagy mágnesesen érzékeny fotokémiai reakciók játszanak szerepet. Most első ízben sikerült igazolni, hogy a Föld mágneses terével összemérhető gyenge tér kimutatható változást idéz elő egy fotokémiai reakció sebességében vagy a termékek hozamában. A kutatók egy karotenoid-porfirin-fullerén csoporton igazolták, hogy a fény hatására keletkező szabad gyökök spinállapota megváltozik a mágneses tér hatására, e miatt megváltozik a modellrendszer élettartama, kimérték az anizotrop kémiai választ. A modellkísérlet egyelőre távol van a valódi biológiai rendszerektől, hiszen csak -150 Celsius-fokon működik a rendszer, az elvet mindenesetre sikerült igazolni.

Kiminori, Maeda et al.: Chemical Compass Model of Avian Magnetoreception. *Nature*. 2008. 453, 387–390

J. L.

EGYÉL KEVESEBBET – TOVÁBB ÉLSZ

A szabad gyökök, amelyeket az élet negatív biokémiai szereplőjeként mostanáig csak az öregedéssel és a sejtpusztulással hoztak kapcsolatba, igen fontos szerepet játszanak az étvágy szabályozásában – állítják a Yale School of Medicine kutatói a *Nature*-ben. A hipotalamusz nevű agyterület éhségközpontjának sejtjei szabad gyökökön keresztül alakítják ki magát az éhségérzetet és a táplálékkereső magatartást is. Az éhségközpont tehát sok szabad gyököt termel, de amikor már nincs rájuk szükség, egy másik mechanizmus megvédi az éhségért felelős sejteket ezektől az agresszív molekuláktól – mondja Horváth Tamás, a

Yale tanszékvezető professzora. Ugyanakkor a jóllakottság központ is sok szabad gyököt használ fel a teltség érzésének közvetítésére, ennek védelmére azonban nem alakultak ki speciális folyamatok, jelezve, hogy az evolúció során a táplálékszerzés volt az elsődleges.

Horváth Tamás szerint az eredmények alátámasztják az ismert statisztikai, illetve kísérletes tényt, hogy a csökkentett kalóriabevitel meghosszabbítja az életet, hiszen a jóllakottságközpont által termelt szabad gyököktől a továbbiakban nem védi a szervezetet semmi.

Ugyanakkor az új felismerés számos kérdést vet fel azzal kapcsolatban, hogy a ma étrendkiegészítőként divatos, és sokak által megvásárolt antioxidánsok befolyásolják-e, és ha igen, hogyan, az éhség–jóllakottság szabályozását. Elképzelhető például, hogy az éhesen bekapott pirulák tovább növelik az étvágyat, míg étellel együtt segítik a teltségérzet kialakulását.

Nature. 31 July 2008. 454, 7204,

G. J.

ÖSSEJTVONALAK BETEGEKBŐL

Egy nemzetközi kutatócsoport munkatársai George Q. Daley vezetésével (Harvard Medical School) betegek bőrének, illetve csontvelőjének sejtjeiből hoztak létre összejszerű sejtvonalakat. Ilyen sejtek létrehozása az összejszervezés újabb iránya: lényegében arról van szó, hogy felnőtt sejteket programoznak vissza embriószzerű állapotba (iPS – induced pluripotent stem cells, ez az angol terminológia), majd próbálják őket különböző fejlődési utakra „rábeszélni”, azaz belőlük különböző „szakosodott” sejteket, például máj- vagy idegsejteket előállítani.

A *Cell* online változatában, augusztus 6-án Daley-ék beszámoltak iPS sejtvonalaikról, melyek egyebek között Down-szindrómás, Huntington-, illetve Parkinson-kóros, 1-es típusú cukorbetegségben, illetve valamilyen örökletes izomsorvadásban szenvedő egyének sejtjeiből származnak, és szerintük jó lehetőséget biztosítanak új betegségmodellek kialakítására, valamint az egyes kórképek okainak, gyógyítási lehetőségeinek felderítésére.

Daley-ék az általuk létrehozott ún. betegség specifikus sejtvonalat más kutatók számára is hozzáférhetővé kívánják tenni.

doi:10.1016/j.cell.2008.07.041 (2008)
nature.com 08.08.07.

G. J.

ELKÉSZÜLT A NEANDERVÖLGYI EMBER MITOKONDRIÁLIS GENOMJA

Egy 38 ezer éves csontból német és dán kutatók megfejtették a neandervölgyi ember mitokondriális DNS-ének betűsorrendjét – írta a *New Scientist Online* augusztus 7-én. A sejtek energiaháztartását biztosító sejtservecske, a mitokondrium örökítőanyaga sokkal ki-

sebb, mint a sejtmag DNS láncá, hiszen amíg az utóbbi 3 milliárd bázispárt tartalmaz, addig ez kb. 16 500-at.

A csak anyai ágon öröklődő mitokondriális DNS-t régóta használják régészeti, származástani kutatásokban, és segítségével a kutatók most azt állapították meg, hogy a *Homo sapiens* és a neandervölgyi ember fejlődése kb. 600 ezer évvel ezelőtt vált el egymástól.

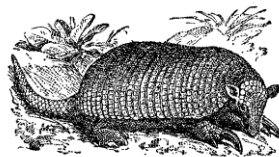
A neandervölgyi ember mitokondriális DNS-ét főemlősök DNS-ével összehasonlítva pedig megállapították, hogy a neandervölgyi faj tagjai igen fiatalon érték el ivarérettségüket és kis csoportokban éltek, ami csökkentette a genetikai változatosság esélyeit.

A lipcsei Max Planck Intézet kutatói most a leletből a neandervölgyi ember sejtmagban lévő teljes örökítőanyagát akarják „leolvasni”. Ígéretük szerint a teljes genom néhány hónap alatt elkészül, és új ismeretekkel szolgálhat például azzal kapcsolatban, hogy milyen genetikai különbségek vannak a 25 ezer évvel ezelőtt kihalt neandervölgyi, és a 250 ezer évvel ezelőtt Afrikában létrejött modern ember között.

Cell. 08. 08. 2008. 134, 416–426.

G. J.

Jéki László – Gimes Júlia



Könyvszemle

Három könyv a szemiotikai textológia témaköréből

Az a diszciplína, amelyről szó van, létrejöttében és alakulásában, elméleti kiterjesztésében és alkalmazásában szorosan összekapcsolódik Petőfi S. János, a Maceratai Egyetem nyelvfilozófia professzora, akadémiai külső tag nevével. Egészen ritka jelenségként: a tudós pályája és az általa (is) létrehozott diszciplína „fejlődése” jelentős mértékben egybeesik. Európában általában szövegnyelvészetként, szövegtanként (textlingvisztika, textológia) ismerik ezt a területet, az angolszász szakirodalomban diskurzuselemzészként. A nevek változatossága részben azt jelzi, hogy az ezen belüli vizsgálódások elméleti kereteiket tekintve nem teljesen egységesek, részben pedig az elnevezések a „fejlődés” különböző szakaszaihoz kapcsolódnak. A legilletékesebb, maga Petőfi S. János mindenre kiterjedő argumentációval az általa kutatott területre ma a szemiotikai textológia elnevezést használja. Az a három könyv, amelyről az alábbiakban röviden szólunk, az elmúlt években jelent meg Magyarországon.

Mint több vele készített interjúban kifejtette, Petőfi S. János alkatával, soknyelvűségével, mély és széleskörű, a „két kultúrát” áthidaló (szakmai) tudásával és érdeklődésével „kommunikatív” emberként mindig vonzódott a kommunikációhoz, annak gyakorlati és elméleti vonatkozásaihoz. Mint-hogy a kommunikáció komplex jelek, kommunikátumok révén valósul meg, a kutatási

terület vizsgálati tárgya a szövegnek minősíthető kommunikátum. A szándék pedig az volt, hogy a kutatás minél alaposabban feltárja a szöveglétrehozó alkotófolyamatot és a szövegbefogadó interpretációfolyamatot, amelynek kulcseleme maga a kommunikátum, azaz a szöveg. A szöveg vizsgálatában magától adódóan a verbális szöveg volt a kiindulópont, amelyet az első fázisban a hatvanas évek végén és a hetvenes évek elején (a Göteborgi, az Umeåi, majd a Konstanzi Egyetemen) Petőfi S. János verbális ko-textuális elméleti keretben vizsgált (csupán a szövegen belüli elemek figyelembe vételével), a második fázisban, a hetvenes-nyolcvanas években (a Bielefeldi Egyetemen) az elméleti keret kon-textuálisá bővült a szövegen kívüli tényezők bevonásával (a kutatás a verbális szövegek jelentésének létrehozására irányult), majd a kilencvenes években (a Maceratai Egyetemen és itthon) multimediális kon-textuálisá (multimediális nyelvek és szövegek elemzésére).

A diszciplína fejlődésében és a szerző pályájának alakulásában rendkívül fontos volt a második szakasz, a hetvenes-nyolcvanas évek időszaka. A korra jellemző módon egy kivétellel, ennek az időszaknak még a magyar nyelvű publikációi sem Magyarországon jelentek meg, hanem Amszterdamban, Bukarestben, Bécsben, Párizsban és Újvidéken. Ezt pótolja most részben a *Szemiotikai szövegtan* címet viselő sorozat 18. kötete. A kötet monografikus része, amely a *Szövegkompozíció és jelentés. Témák és megközelítések a szöveg-tani kutatásban* címet viseli, két téma köré

csoportosítva három-három dolgozatot tartalmaz. Az első téma maga a nyelvészeti és a szemiotikai-textológiai kutatás, annak az elméleti kontextusnak a bemutatása, amelyben a szerző szövegtani koncepciója kialakult, és amelyben ma is folytatódik. E téma keretében az első, először 1976-ban megjelent írás könyvismertetések formájában mutatja be a generatív grammatikát, az univerzális grammatikát és a beszédaktus-elméletet (az ismeretettett könyvek szerzői, illetve szerkesztői: Karl-Otto Apel, Jon L. Austin, Guido Küng, John Lyons, Wolfgang Stegmüller, Danny D. Steinberg – Leon A. Jakobovits, Donald Davidson – Gilbert Harman). A másik két írás két terjedelmes, igen tanulságos interjú a szerzővel, az egyik 1984-ből (Danyi Magdolna készítette, Újvidéken jelent meg), a másik 2001-ből (Andor József elektronikus interjúja, 2002-ben jelent meg először a *Szöveg az egész világ* című, Petőfi S. János 70. születésnapjára kiadott kötetben). Fontos a szerzőnek az a véleménye, hogy „A szövegtani és a nyelvészeti kutatás kapcsolatában meggyőződésünk szerint a szövegtani kutatás szerepe az elsődleges”. (123.) A második témakörbe tartozó írások a szövegkompozíció háromféle megközelítési lehetőségét tárják elének: az egyik a szöveg tipográfiai képének kompozicionális jelentést meghatározó szerepét mutatja be (Weöres és Nemes Nagy Ágnes elemzések; először 1969-ben jelent meg), a másik a horizontális (lineáris) organizáció (Örkény egyik egypercese alapján, először 1984-ben), a harmadik a vertikális (hierarchikus) organizáció elemzése (Nemes Nagy Ágnes: *Amikor*, 2006). A kötet második része bibliográfiákat és repertóriumokat tartalmaz Vass László szerkesztésében.

Petőfi S. Jánosnak az Akadémiai Kiadónál 2004-ben megjelent *A szöveg mint komp-*

lex jel. Bevezetés a szemiotikai-textológiai szöveg szemléletbe című könyve a diszciplína kézikönyv jellegű szintézisének tekinthető. Ennek megfelelően a szerző a tőle megszokottnál is nagyobb gondot fordít a terminusok indoklására, az alapfogalmak explicit kifejtésére és annak igazolására, hogy éppen a szöveg komplex jel-volta miatt túl kell lépni a nyelvészet határain. Így már a *Bevezetésben* sort kerít a könyv címében szereplő terminusok indoklására és kifejtésére. A kézikönyv-jellegnek megfelelően az első rész általános textológiai kérdéseket tárgyal, a második rész három elméleti kérdést (a szövegtani kutatás diszciplínakörnyezetét, a szemiotikai textológia és a nyelvészeti kutatás elméleti és módszertani distinkcióját és kapcsolatát, a multimediális szövegek szemiotikai-textológiai megközelítését), a harmadik rész egy verbális és két multimediális szöveg megformáltságát tárgyalja azzal a kimondott céllal, hogy „példát adjon a szemiotikai textológia elméleti apparátusának a használatára”. (21.) Mindhárom rész részletes irodalomjegyzékkel zárul, maga a könyv pedig a szakkifejezések mutatójával. Minthogy a szöveg vizsgálata az elmúlt évtizedekben egyidejűleg különféle diszciplínák (szemiotika, filológia, nyelvészet, retorika, kognitív pszichológia, kommunikáció-szociológia stb.) keretében történt az illető diszciplínák módszereivel, Petőfi S. János további feladatnak tekinti az integratív jellegű szövegtan interdiszciplináris metodológiája kidolgozásának folytatását és egy integratív szövegtani elméleti keret létrehozását (63.). Ezzel kapcsolatosan figyelemre méltó a szerzőnek a könyv II. 2. részében kifejtett javaslata egy, az egyetemi stúdiumokat is megalapozó *studium generale* bevezetésének szükségességéről és lehetséges curriculáris tartalmáról. A szakképzés tárgyától függetlenül véle-

ménye szerint a *studium generalénak* ilyen témákat kellene tartalmaznia: filozófiai propeudeutika, tudományelmélet és tudománytörténet; a kutatás tárgyának metodológiája (deduktív, induktív, abduktív megközelítés, empirikus kutatás); kommunikációképesség legalább két idegen nyelven (83.). A *studium generale* alapeleme végső fokon maga az általános szemiotikai textológia és az általános retorika lehetne (84.).

A szerzőhöz és a témához kapcsolódó harmadik könyv az előbbieknél költőibb és talányosabb főcíme Hans Magnus Enzensberger részletesebben is idézett egyik szövegéből való: *A vízjel nem tűnik el olyan könnyen*. Ez a könyv a Benkes Zsuzsa – Petőfi S. János szerzőpáros több előző könyvéhez hasonlóan cáfolja azt a néha elhangzó, tájékozatlanságból fakadó véleményt, hogy a szemiotikai textológia túlságosan teoretikus. Azt csak Petőfi S. János 2001-es interjújából tudjuk, hogy már 1972-ben, a Bielefeldi Egyetem tervezésekor a szövegcentrikusság azért volt közös jegye a Nyelvészeti és Irodalomtudományi Kar tanszékeinek, mert úgy tervezték, hogy itt történik majd azoknak az „új típusú” középiskolai tanároknak a képzése, akik az iskolai oktatásban az újonnan bevezetendő nyelvészet és irodalomtárgyak tanárai lesznek (erre akkor ott nem került sor). Az említett szerzőpárosnak az irodalmi szövegek másfajta megközelítésére irányuló hazai törekvését az „akadémiai” szakmai környezet kevésbé ismerheti ugyan, de már több mint másfél évtizede tudnak róla, részt vesznek benne pedagógusok az egész Kárpát-medencéből, középiskolai tanulók és egyetemi hallgatók, az elmélet elemei és a gyakorlás játékos mintái bekerültek tankönyvekbe (olyanokba is, amelyek Romániában jelentek meg), iskolai segédkönyvekbe. A didaktikai tapasztalatnak

és a szemiotikai textológia elméletének összekapcsolása, ahogyan ebben a könyvben megvalósul, szintén a nem szokványos szöveg megközelítésre biztat, az irodalmi szövegek kreatív, játékos szétszedésére és összerakására. Magukat a szövegeket ettől nem kell féltetni, az erre utaló cím szerint: *A vízjel nem tűnik el olyan könnyen*. A könyvben bemutatott kreatív gyakorlatok olyasmire nyújtanak példákat és mintát, ami a megváltozott civilizációs környezetben, a vizualitás korszakában újra vonzóvá teheti a szövegekkel foglalkozó iskolai munkát. A szerzők ezt a könyvet a 2004-ben megjelent kötet ikerkönyvének tekintik, és jelzik, hogy „a kettő együtt ad képet a *verbális szövegek* általános és alkalmazott textológiájáról”. (16.) A könyv szerkezete is összhangban van az előbbitel: a nyolc fejezet szintén három részre oszlik. Az első rész a szemiotikai textológiának azokat a jellemzőit, alapkérdéseit tárgyalja, amelyek relevánsak a gyakorlatok megértésében; a második rész gyakorlatai azt a célt szolgálják, hogy világossá tegyék bizonyos, a poétikából is ismert szakszavaknak a szövegek megformáltságával kapcsolatos használatát (*kötött vers, szabad vers, próza, kalligramm, képvess* stb.); a harmadik rész fejezetei előbb a szöveg egy-egy összetevőjére vonatkozó kreatív gyakorlatokat mutatnak be, aztán olyanokat, amelyek több összetevőre irányulnak, végül olyanokat, amelyek versszövegek szövegrokonossági kapcsolatainak a felderítését szolgálják. Azt a szándékukat is jelzik a szerzők, hogy ezt az ikerkönyvet trilógiává szeretnék kiegészíteni egy olyan kötettel, amelyben multimedialis szövegekre vonatkozó gyakorlatokat mutatnak be.

Végül a három könyv rövid ismertetését azzal a bizonyára nem érdektelen tény jelzésével zárom, hogy miközben a szövegtannak

a Kárpát-medencében egyre inkább pezsdítő hatása van a középfokú és az egyetemi oktatásra, a nagyvilágban is több helyen működnek Petőfi S. János nevéhez és személyéhez fűződő szövegtani műhelyek. Az említett iskolai tankönyveken és oktatási segédkönyveken kívül ennek itthon olyan eredményei vannak, mint a szegedi tanárképző főiskolán megjelent sorozat 18 kötete (*Szemiotikai szövegtan*) és a debreceni egyetemhez fűződő sorozat 13 kötete (*Officina Textologica*). A nagyvilágban pedig közvetlenül vagy közvetve szintén a „Petőfi-iskolához” kapcsolódó nemzetközi folyóiratok és periodikák jelennek

meg: *Text* (Petőfi indította van Dijkkal); *Research in Text Theory* (a berlini deGruyter kiadónál), *Papiere zur Textlinguistik* (a hamburgi Buske kiadónál). (Petőfi S. János – Békési Imre – Vass László szerk.: *Szemiotikai szövegtan*. Szeged: JGYF Kiadó, 2007; Petőfi S. János: *A szöveg mint komplex jel. Bevezetés a szemiotikai-textológiai szövegszemléletbe*. Bp.: Akadémiai Kiadó, 2004; Benkes Zsuzsa – Petőfi S. János: *A vízjel nem tűnik el olyan könnyen. Verssek megformáltságának megközelítése kreatív gyakorlatokkal*. Bp.: Tinta Könyvkiadó, 2006)

Péntek János
az MTA külső tagja

Rathmann János: *Történetiség a német felvilágosodásban*

Az előttünk fekvő kötetnek két előzménye van Rathmann János munkásságában: egy közelebbi és egy távolabbi. A közelebbi, másfél évtizeddel ezelőtti előzmény magának a kötetnek az eredeti német nyelvű változata. A *Történetiség a német felvilágosodásban* ugyanis, csekély változtatásokkal, voltaképp a *Historizität in der Deutschen Aufklärung* (Peter Lang, 1993) tanulmányainak magyar nyelvű újraközlésére vállalkozik. A távolabbi, mintegy negyedszázados előzmény pedig a szerző Herder-monográfiája. Ez, a herderi történetfilozófia kialakulásának szentelt, *Herder eszméi – a historizmus útján* (Akadémiai, 1983) című értekezés indítja el Rathmann a történetiségnek a német felvilágosodásban játszott szerepét vizsgáló, a mostani kötetben összefoglalt kutatásai útján.

A mostani kötet afféle portrégyűjteménynek is fölfogató: a történetiség német fölfedezőinek arcképcsarnokaként is olvasható tehát. Az arcképcsarnokban három főalak és egy mellékalak foglal helyet – a főalakok: Herder,

Hamann és Georg Forster, a mellékalak pedig Moses Mendelssohn. A főalakok közül is legfőbb, változatlanul, Herder: a kötet több mint felét az ő munkásságát elemző két tanulmány teszi ki, a földolgozás pedig – noha szigorúan geneologikus értelemben Hamannal kellene kezdeni a tárgyalást – az ő történetfilozófiájának analízisével indul. Minden más szereplő voltaképpen csupán hozzá viszonyítva lép színre: Hamann az elődök, Forster az utódok egyikeként, Mendelssohn meg afféle vitapartnerként.

A Herderrel foglalkozó két tanulmány egyike a herderi történetfilozófia geneziséét tárja föl, a másika pedig a jellemvonásait veszi számba. Az előbbi filológiai megalapozottságú érvelése szerint a herderi történetfilozófia genezise egészen Herder legkorábbi írásaiig nyúlik vissza, és két kortársi gondolkodó interpretációjával kapcsolódik össze: Herder Hume- és Winckelmann-olvasmányából indul ki. Az utóbbi határozott filozófiatörténeti koncepción nyugvó argumentációja szerint Herder a modern történetfilozófia társalkotóinak egyike, bölcelettörténeti helyét Vico és Hegel között lehet kijelölni:

a herderi történelembölcselet a közvetítő tehát a történelem mibenlétének megértésére irányuló vicoi filozófiai reflexió és a grandiózus hegeli történetfilozófiai rendszer között. Ez a beállítás egyben a közelmúlt nagyhatású Herder-képe ellenében látszik megfogalmazódni: Isaiah Berlin híres Herder-értelmezésével (*Vico and Herder: Two Studies in the History of Ideas*. Hogarth Press, 1976) folytatott polémiaként is értékelhető tehát. Berlin fölfogása szerint Herder történetfilozófiai értelemben az „ellen-felvilágosodás” gondolkodója – az önmagát a régi európai tradíció ellenében megfogalmazó, az univerzalizisztikus gondolkodással szemben értékpluralizmust meghirdető „új romantikus ideál” alakja –, filozófiatörténeti értelemben pedig nem originális bölcselet – a filozófia efféle „kompilátor” csupán. A maga Herder-interpretációját kidolgozva Rathmann – úgy tűnik – mindkét szemponttal vitába száll: Herdert egyrészt tehát határozottan a felvilágosodás áramába tartozó filozófusként ábrázolja – azaz igyekszik visszahódítani a romantikától –, másrészt egyértelműen eredeti gondolkodóként fogja föl – azaz megpróbálja visszaadni kanonikus rangját.

A Hamann-tanulmány, noha itt is alkalom kínálkozna rá, nem Berlin hasonlóképp befolyásos Hamann-interpretációja ellenében rajzol képet a gondolkodóról. Nem vitatkozik tehát közvetlenül Berlin Hamannt az irracionális profétájaként – lényegében afféle prefasiszta figuraként – értékelő nagyesszéjével (*The Magus of the North: J. G. Hamann and the Origins of Modern Irrationalism*. John Murray Publishers, 1993; *Three Critics of the Enlightenment: Vico, Herder and Hamann*. Princeton University Press, 2000). Általános-ságban vitatja csupán a hagyományos, az „észak” titokzatos „mágusának” „misztikus

homályba” burkolódzó alakjáról rajzolt képet. Az a célja, hogy Hamannt határozottan a felvilágosodás vonulatába illesztve, a történetiség-konceptió kialakulási folyamatának alkotó közreműködőjeként ábrázolja: olyan gondolkodóként, akinek művében úgymond „minden mágikus és misztikus köntös dacára” a „világ reális összefüggéseinek sok zseniális belátása” húzódik meg. A tanulmány középpontjában ilyenformán, bár vizsgálódásának tárgyává teszi hőse előadásmódjának ismert sajátosságait – irányának diskurzusok közötti csapongását, stílusának tudatos enigmatikus-ságát, dikciójának nehezen megragadható mágikus-ságát – is, Hamann közgazdaságtani érdeklődésének elemzése áll. A közgazdaságtan tanulmányozása – Hegel későbbi ökonómiai stúdiumaihoz hasonlóan – e szerint elmélyíti Hamann történeti látásmódját, illetve kihat erkölcselméleti és nyelvbölcseleti fölfogására is: filozófia, nyelv és gazdaság dialektikus kapcsolatának belátására vezet el.

A Forster-tanulmány, hasonlóképp szorosan illeszkedve a kötet koncepciójához, a német felvilágosodás történetiség-fogalma kidolgozásának folyamatában jelöli ki Forster helyét. A kalandos életutat befutó, sokoldalúan művelt, ám metafizikailag kevésbé iskolázott Forster e szerint a herderi (és lessingi) program eredeti követője: elődeihez hasonlóan maga is az általános és a különös – az általános észigazságok és az adott történeti igazságok – közötti szakadék áthidalásán munkálkodik. Mint eredetileg természettudományos képzettségű gondolkodót, a történetfilozófia alapjainak megállapítása érdekli – a természettörténet és az emberi történelem közötti viszony kérdése például egész gondolkodói pályáját végigkíséri –, érdeklődése azonban nem elvont jellegű, hanem a korproblémák megértésének szándékával áll

összefüggésben. Forstert voltaképp a koreszmék értékelése foglalkoztatja: az elvont eszmerendzse és a társadalmi gyakorlatban ható gondolatok közötti viszony tisztázásával próbálkozik. A természeti és társadalmi fejlődés mércéjének a „egység” és a „sokféleség” elvének egyszerre történő érvényesülését tekintti, a mérce a társadalmi haladás problémájára való alkalmazása pedig fokozatosan a felvilágosult abszolutizmus radikális bírálatahoz vezet el. A jakobinus Forster, a forradalmi francia csapatok által Mainzban létrehozott köztársaság egyik vezetője történelembölcseleti vizsgálódásai végállomásaként a forradalom szükségyszerűségének igazolásához érkezik meg.

Amilyen szerves helye van Rathmann koncepciójában Herder, Hamann és Forster alakjának, olyannyira meglepő viszont Mendelssohn szerepeltetése. Mendelssohn ugyanis egyáltalán nem illeszthető a német historizmus előzőekben megkonstruált tradíciójába: álláspontja őt, éppen ellenkezőleg, a herderi eszmék éles vitapartnerének mutatja. A kötet eredeti német változatában nem is szerepel vele foglalkozó írás, így különösen talányos a jelenlegi magyar kötet megoldása, amelyik alcímében – mintha a tanulmányok vizsgálódásai mintegy ezt készítették volna elő – egyenesen „Mendelssohn jelentőségéről” beszél. A tanulmány ehhez képest maga is amellet érvel, hogy Mendelssohn, a maga humanitáskonceptiójával és toleranciaelvével, csupán részben osztja a német felvilágosodás főáramának gondolatait. Életműve legalább annyira illeszkedik kora askenázi zsidó közösségének törekvéseibe: eminens célja éppen a zsidó hagyomány és a kortársi felvilágosodás – elsősorban a módszertani mintaként fölfogott leibnizi–wolffi irány – összeegyeztetése. A zsidó hitet – éppen a felvilágosodás raciona-

lizmusának alapján – észvallásként igyekszik tehát fölfogni. Hamannal folytatott – a vallási hatalommal és a zsidósággal foglalkozó tanulmányáról írott Hamann-recenzióból rekonstruálható – vitája is úgy interpretálható, mint a „historizmus” és az „ahistorikus racionalizmus” nézeteltérése.

Külön fejezet foglalkozik a német felvilágosodás magyar recepciójának történetével. A kötet koncepcióját elegánsan kiegészítő gondolatmenet középpontjában Herder felvilágosodás kori és reformkori magyar hatás-történetének elemzése áll. Az elemzés szerint Herder – a népet a nyelv, a kultúra és főként a „költészet” felől megközelítő – népfogalma mindkét korszak gondolkodására meghatározó befolyást gyakorol. Rathmann földolgozása egyaránt kitér kanonikus és nem kanonikus szereplőkre. Az előbbieket sorában részletes interpretáció olvasható Kazinczy és Széchenyi Herder-recepciójáról: Kazinczy eszerint hoszszú életének mindkét korszakában alapvetően Herder hatása alatt áll, Széchenyi politikai gondolkodásának középpontja – a nemzeté emelkedő nép koncepciója – pedig hasonlóképp egyértelmű Herder-hatásokat mutat. Az utóbbi, nem kanonikus szerzők között Guzmics Izidor szerepel: a kor jeles klasszika-filológusának és nyelvészének úgy mond nem csupán a Kazinczyval folytatott levelezésén, de sajátképpen teológiai írásain is nyomot hagynak a herderi gondolatok.

Rathmann nem csupán filozófiatörténész: legalább ugyanolyan joggal germanistának is minősíthető. Filozófiatörténeti fejtegetései mindenkor a német filológia alapjára épülnek: elemzése például, figyelemreméltó módon, gyakran hagyatéki forrásanyagokra támaszkodnak. Kötete német változatának másfél évtizeddel ezelőtti megjelenése óta főként fordítói munkával volt elfoglalva: ked-

ves hőseinek tanulmányait ültette át magyarra (Hamann: *Válogatott filozófiai írásai*. Jelenkor, 2003; Mendelssohn: *Phaidón avagy a lélek halhatatlansága*. Jószyveg Műhely, 2006). Az érdeklődő olvasó, azt javasoljuk, mostani könyvét is ezekkel a fordításkötetekkel együtt

vegye kézbe. (Rathmann János: *Történetiség a német felvilágosodásban: Mendelssohn jelentősége [Historia – Diaspora, VIII.]*, Budapest: Logos Kiadó, 2007)

Perecz László
filozófiatörténész

Mérmű – tudós – iskolateremtő

A Typotex Kiadó *Életutak* sorozatának új kötetében Szentgyörgyi Zsuzsa Michelberger Pál akadémikus életpályáját dolgozza fel nagy gonddal és empátiával. A könyv azonban több egy életmű „egyszerű” ismertetésénél, mivel a tudós mérnök munkássága elválaszthatatlan a kor történelmétől, melyben dolgozott és alkotott. Ennek megfelelően az első fejezetekben ismertetésre kerül a gazdaságtörténeti háttér, a magyar autóbizipar korabeli helyzete, valamint Michelberger Pál tevékenysége „az alkotás háromszögében”. Ez utóbbi fejezet bejárja az alkotó életpálya legfontosabb állomásait a Műszaki Egyetem hadmérnöki karától az Ikarusz Műveken keresztül a tudomány berkeiig, különös tekintettel a tudományos közélet rejtelmeire. A könyv végén az életmű tudományos munkáinak részletes jegyzéke teszi teljessé a felrajzolt képet.

Ami ezt a könyvet különlegessé teszi, az a kötet *Kaleidoszkóp* címet viselő része, amelyben tanítványok és munkatársak – Magyar István, Péter Tamás és Várlaki Péter – beszélgetnek Michelberger akadémikussal életének különböző szakaszairól. Ez az alapvetően szubjektív megnyilatkozás nemcsak a mérnök, a tudós és a tudománypolitikus mögötti embert mutatja meg, hanem részletes korrajzot is ad, amelytől az alkotó életpálya elválaszthatatlan. A kötetnek ez a része nemcsak a fiatalok számára nyújt érdekes és tanulságos olvasmányt, hanem azok is sokmin-

dent megtudhatnak belőle, akik személyesen is átérték az elmúlt század második felének eseményeit. Társadalmunk fejlődésének mértékét alkalmas módon azon is lemérhetjük, hogy a fiatal olvasók külön magyarázat nélkül mennyit értenek meg a meghökkentő, néha érthetetlen, néha ellenállhatatlanul humoros eseményekből, amelyeket a szubjektív beszélgetések felidéznek. A továbbiakban kedvcsinálónak ezekből az epizódokból villantunk fel néhányat.

Manapság az ország „celebjei” házasságkötéseinek részleteiről a közvélemény szinte percre pontos értesítést kap; mikor, hol, mennyi pénzért, hány vendéggel, milyen hírességek részvételével történt meg a nagy esemény, amelyről tudnia illik mindenkinek, aki nem akar lemaradni a felgyorsult élet forgatagában.

A fiatal mérnök így emlékszik vissza a sajátjára: „Egyszerű esküvőnk volt. Egy évfolyamtársam és egy Ikarus-beli mérnök volt a tanúnk. Más nem is volt jelen a házasságkötésen. Az anyakönyvvezető után megköszöntem mindkét tanúnak a részvételt és feleséggel igen könnyelműen elmentünk a Gellértbe, kettésben megebédelni. Utána másnap folytattuk a munkát, mintha mi sem történt volna. Csak októberben mentünk el egy hétre a Mátrába nászútra. Lakásunk nem volt. A feleségem albérletben lakott, én a szüleimnél. Az albérletbe engem is befogadott volna a lakástulajdonos, de időközben változások történtek, és a Tanács egy olyan házaspárnak utalta ki a lakást, aki nem fogadott

albérlőt és a feleségemet is kitétték. Így mindkét szüleimhez költöztünk, Vecsésre. Kétszobás, nyári konyhás, egy fürdőszobás előszobás lakásunk volt, az egyik szobában mi laktunk, a másikban a szüleim. Itt született meg a lányom is, 1958. november 7-én.”

A szakmai munka következő állomása a tudomány munkásainál a „mesterlevél”, a tudományos fokozat megszerzése. Manapság egyes ambiciózus politikusok erre nem sok időt és energiát pazarolnak, bizonyos nem akkreditált intézményeknél jutányos áron jutnak hozzá az áhított doktori fokozathoz – ahogy ma divat mondani: „csak semmi cicó!” Michelberger Pál ezzel szemben itt sem egyszerűsíti az életet: „Erre az időszakra esik a kandidátusi disszertációm megírása. Ahogy azt már jeleztem, 1958-ban, nyáron, a szabadságidőm alatt, anyósoméknál írtam meg két hét alatt. De hát a védelemre való felkészülés, az egyetemi órákra való felkészülés mind rám maradt. A bútorok közül utolsóként, valamikor már a 60-as évek végén vettem íróasztalt. Kialakult az a módszer nálam, hogy egy fotelban ülve, a térdemen írtam mindent. Ott készültem el és íróasztalként a parkettát használtam, ahová jobbra-balra a papírjaimat leraktam.”

A tudományos pálya ezután szinte töretlenül vezet felfelé, bár itt is történhetnek érdekes dolgok. Mi van például akkor, ha „az embert elkapja a gépszíj”, és további tudományos babérokra vágyik: „Egyébként még egy élményem van ezzel kapcsolatban, amit el kell mindenképpen mondanom. Amikor a Közgazdasági Szemlében megjelent cikkeim elkészültek, bementem a Tudományos Minősítő Bizottsághoz. Szebeni Ödön volt a mi területünk előadója és mondtam neki, hogy szeretnék kandidátusi disszertációt írni közgazdaságtanból. Mélyen megörökönyödvé

mondta: te a műszaki tudományok doktora vagy, nem írhatsz közgazdaságtanból kandidátusi disszertációt. Mondom – miért nem? Hát, mert ilyen nincs. Úgyhogy abbahagytam és így nem lett kandidátusi disszertáció, pedig azok az anyagok, amiket akkor összehoztunk, tulajdonképpen összeállíthatók lettek volna egy kandidátusi disszertációban, simán lehettem volna közgazdaságtudományok kandidátusa is.”

Az egyetem visszafogadja a sikeres mérnököt, és ismét belevetheti magát a tudományos munkába, azonban nem mind arany, ami fénylik: „A közlekedési kartól, mint mondtam, sokat kaptam szellemileg, szemléletben. Ugyanakkor egy kicsit mindig úgy éreztem, hogy engem kinéznek a karról. Most ez meglepően hangzik, de azért ennek voltak jelei. 1956-ban nem írtam alá a tisztai nyilatkozatot. Nem értettem egyet azzal, hogy a Kádár-kormány behívta a szovjet csapatokat és ennek következtében kellett elmennem az egyetemről... Egyetlen kézzelfogható jelét mondanám csak ennek, nem panaszként. Az én fizetésem a közlekedésmérnöki karon a kari egyetemi tanárok átlagfizetése alatt volt mindig. Akkor is, amikor nagydoktor lettem, még akkor is, amikor levelező tag lettem. Ezt nem tettem szóvá akkor, talán ez az első alkalom, hogy erről említést teszek.”

Nemzetközi szakmai elismerések sorozata után az egyetem is lépni kényszerül. Először dékán, majd rektor lesz. Ez utóbbira így emlékezik vissza: „Két periódusban voltam rektor. Először másfél évig, aztán még két és fél évig. Azzal az indokkal nem engedtek újra pályázni, hogy két periódust töltöttem ki, de négy év volt összesen... Nem árulok el titkot, az egyik professzor megkeresett a négy év lejártával és azt mondta, ő elintézi, hogy újból rektor legyek harmadszorra is, ha menetköz-

ben neki átadom a rektorságot. Mondtam neki, nem. Nem pályázom.”

A tudományos közélet sem fukarkodott a kitüntetésekkel, Michelberger Pál két periódusban 1993–1999 között volt a Magyar Tudományos Akadémia alelnöke, és számos fontos tisztséget töltött be a tudós testületben. Ezek közül ki kell emelni az Akkreditációs Bizottságot, amelynek fontos szerepe van társadalmunk fejlődésében – ha másban nem is, de talán az áldoktori fokozatok megszerzésének megnehezítésében. Erről a következőképpen emlékezik meg: „A Magyar Akkreditációs Bizottságot a Magyar Rektori Konferencia (MRK) kezdeményezte, a rendszer-váltás időszakában, 1991-1992-ben próbáltuk meg létrehozni. Akkor én még rektor voltam és a szegedi egyetem rektora, Róna Tas András kezdeményezte elsősorban a létrehozását, mondván, hogy egy piacgazdaság kialakulásával mindenféle sarlatánok meg fognak jelenni a felsőoktatásban.”

A visszaemlékezések sok érdekes információval is szolgálnak, amelyekhez máshonnan igen nehéz lenne hozzájutni. Megtudhatjuk például, hogy Zerkovitz Béla népszerű dalszerző fia volt az 50-es években az Ikarusz gyár főmérnöke: „Nem hiszem, hogy zenélt, de volt benne művész hajlam. Egyébként nagyon jófejű ember volt. Párton kívüli, vallásos, de valamilyen oknál fogva Rákosiék nagyon bíztak benne... Zerkovitz nevét (az édesapját) Rákosinak Kodály is megemlítette már azzal, hogy a párt ne szóljon bele a zenei életbe, mert a zenei élet egy külön hajó, aminek a fedélzetén volt Bartók, és a gépházban Zerkovitz, de azért ő is oda tartozik.”

Nem sokan tudták azt sem, hogy Rákosinak volt testvére is az államapparátusban.

Erre vonatkozóan is érdekes információval szolgál a könyv: „Be kellett mennem Bíró Ferenc miniszter úrhoz, bocsánat, miniszter elvtárshoz, Rákosi Máttyás öccséhez, hogy ilyen vagy olyan szerszámot igényeljek... Életem legnagyobb megdöbbenése volt, amikor találkoztam vele. Tudtam (hogy ő az öccse). De hogy annyira hasonlít a Rákosira, azt nem tudtam. Ugyanolyan arc, ugyanaz a kopaszság, ugyanaz minden, csak magasabb volt. Az pedig végképp megdöbbenett, hogy egy 15 m hosszúságú, 8 m széles szobának a végében ült, egyik végén léptem be, és ő a másik végén ült egy íróasztalnál, és mire az ember odaért az íróasztal elé, addigra minden illúziója elfogyott és remegett.”

A sikeres életpálya megkoronázásaként Michelberger Pált, aki 1956-ban századosként szerelt le, a Honvédség 1996-ban alezredessé, majd 2006-ban ezredessé léptette elő. Egy másik, kissé hasonló megemlékezésről maga Michelberger Pál számol be: „A felsőoktatási törvény értelmében 2000. december végén – betöltve a 70. életévet – a köztársasági elnök úr felmentett engem egyetemi tanári állásomból és ezzel kinyilvánította, hogy már tanítani sem tudom a magam tudományos területét, így maradt rám a filozofálgatás joga.”

Epilógusként csak annyit kell hozzátenni, hogy Michelberger Pál akadémikusnak 2007-ben négy szakmai közleménye jelent meg, ebből kettő idegen nyelven. Igaz, hogy most már egyetemi hallgatókat a törvény szerint nem taníthat, de aki ezt az érdekes könyvet elolvassa, sokat tanulhat belőle. (*Szentgyörgyi Zsuzsa: Mérnök–tudós–iskolateremtő, Michelberger Pál és kora. Bp.: Typotex, 2008*)

Bencze Gyula

a fizikai tudomány doktora

CONTENTS

Renaissance

Guest Editor: László Szabados

László Szabados: Renaissance	1038
Csaba Nemes: Medicine in the Renaissance and the Rediscovery of Human Body	1039
László Kovács: Physics In Renaissance – Insight and Outlook	1055
Péter Gábor Szabó: One of the Greatest Achievements of Renaissance Mathematics ...	1065
Katalin Barlai: Leafing through an Astronomical Corvina Codex	1075
Róbert Schiller: The Birth of Chemistry from the Spirit of Sceptis	1085

Study

Szilveszter Póczik – Lenke Fehér – Szilveszter Dunavölgyi – Tamás Jagusztin – Szandra Windt: Transnational Migration – Transborder Risks	1095
Péter Horn: New Situation in the World's Food Production	1108
Éva Hideg – Erzsébet Nováky: Attitude to the Future and Its Change in Hungary	1125
László Szabados: Member of 28 Academies – Viktor Ambartsumian's Centenary	1136

Academy Affairs

Joint Science Academies' Statement: Climate Change Adaptation and the Transition to a Low Carbon Society	1141
Gyula Bencze: Max Planck Memorial Conference 2008	1145

<i>Outlook (László Jéki – Júlia Gimes)</i>	1152
--------------------------------------------------	------

<i>Book Review (Júlia Sipos)</i>	1156
----------------------------------------	------

Ajánlás a szerzőknek

1. A Magyar Tudomány elsősorban a tudományterületek közötti kommunikációt szeretné elősegíteni, ezért főként olyan kéziratokat fogad el közlésre, amelyek a tudomány egészét érintő, vagy az egyes tudományterületek sajátos problémáit érthetően bemutató témákkal foglalkoznak. Közlünk témaösszefoglaló, magas szintű ismeretterjesztő, illetve egy-egy tudományterület újabb eredményeit bemutató tanulmányokat; a társadalmi élet tudományokkal kapcsolatos eseményeiről szóló beszámolókat, tudománypolitikai elemzéseket és szakmai szempontú könyvismertetések, de lapunk nem szakfolyóirat, ezért a szerzőktől közérthető, egy-egy tudományterület szaknyelvét mellőző cikkeket várunk.

2. A kézirat terjedelme szöveges tanulmányok esetében általában nem haladhatja meg a 30 000 leütést (ez szóközzökkel együtt kb. 8 oldalnak felel meg az MT füzeteiben), ha a tanulmány ábrákat, táblázatokat is tartalmaz, kérjük, ezek várható felületével csökkentsék a szöveg mennyiségét. Beszámoló, recenziók terjedelme ne haladja meg a 7–8000 leütést. A teljes kéziratot MS Word .doc vagy .rtf formátumban interneten vagy mágneslemezen (CD-n) és 1 kinyomtatott példányban kell a szerkesztőségbe beküldeni.

3. Legfeljebb 10 magyar kulcsszót és a közlemények címének angol fordítását külön oldalon kérjük. A tanulmány címe után a szerző(k) nevét, tudományos fokozatát, a munkahely(ek) pontos megnevezését, és ha közölni kívánja(ják), e-mail címét(eit) kell írni. A külön lapon kérjük azt a levelezési és e-mail címet, telefonszámot is, ahol a szerkesztők a szerzőt általában elérhetik.

4. Szöveg közbeni kiemelésként dőlt (*italic*), (esetleg félkövér – **semibold**) formázás alkalmazható; ritkítás, VERZÁL (KISKAPITÁLIS, SMALL CAPITALS, KAPITÄLCHEN) és aláhúzás nem. A jegyzetek lábjegyzetként kérjük megadni.

5. A képek, ábrák érkezhetnek papíron, lemezen vagy e-mail útján. Kérjük a szerzőket: tartsák szem előtt, hogy a folyóirat fekete-fehér; formátuma B5 – tehát ne használjanak színeket, és vegyék figyelembe a megjelenő oldalak méreteit. Általában: az ábrák és magyarázataik legyenek egysze-

rűek, áttekinthetők. A lemezen vagy e-mailben érkező képeket lehetőleg .tif vagy .jpg formátumban kérjük; fekete-fehérben, min. 150 dpi felbontással, és nagyságuk ne haladja meg a végleges (vagy annak szánt) méreteket. A közlemény szövegében tüntessék fel az ábrák kívánatos helyét.

6. A hivatkozásokat mindig a közlemény végén, ábécé-sorrendben adjuk meg, a lábjegyzetekben legfeljebb utalások lehetnek az irodalomjegyzékre. Irodalmi hivatkozások a szövegben: (szerző, megjelenés éve – Balogh, 1957; Feuer et al., 2002). Ha azonos szerző(k)től ugyanazon évben több tanulmányra hivatkoznak, akkor a közleményeket az évszám után írt a, b, c jelekkel kérjük megkülönböztetni mind a szövegben, mind az irodalomjegyzékben. Különösen ügyeljenek a bibliográfiai adatoknak a szövegben, ill. az irodalomjegyzékben való egyeztetésére! Kérjük: csak olyan és annyi hivatkozást írjanak, amilyen és amennyi elősegíti a megértést. Számuk ne haladja meg a 10–15-öt.

7. Az irodalomjegyzéket ábécé-sorrendben kérjük. A tételek formája a következő legyen:

- Folyóiratcikkek esetében: Feuer, Michael J. – Towne, L. – Shavelson, R. J. et al. (2002): Scientific Culture and Educational Research. The Educational Researcher. 31, 8, 4–14.

- Könyvek esetében: Rokkan, Stein – Urwin, D. W. – Smith, J. (eds.) (1982): The Politics of Territorial Identity: Studies in European Regionalism. Sage, London

- Tanulmánygyűjtemények esetében: Halász Gábor – Kovács Katalin (2002): Az OECD tevékenysége az oktatás területén. In: Bábosik István – Kárpáthi Andrea (szerk.): Összehasonlító pedagógia – A nevelés és oktatás nemzetközi perspektívái. Books in Print, Budapest

8. Havi folyóirat lévén a Magyar Tudomány kefelevonatokat nem küld, de még az elfogadás előtt minden szerzőnek elküldi egyeztetésre közleménye szerkesztett példányát. A tördelés során szükséges apró változtatásokat a szerző időpontegyeztetés után a szerkesztőségben ellenőrizheti.

9. A cikkeket a lap internetes oldalán, s az időszakos CD-mellékleten is megjelentetjük. Kérjük, jelezzék, ha ehhez nem járulnak hozzá.