

Magyar Tudomány

MI LENNE, HA MEGÁLLNA
A KLÍMAVÁLTOZÁS? ÉS HA NEM?

vendégszerkesztő: Szarka László

A természettudományi elit a fordulat éveiben

A mondattól a szóig

Honfoglalás kori tarsolylemezeink

Közgyűlés 2017

2017. 6

Főszerkesztő:
FALUS ANDRÁS

Felelős szerkesztő:
ELEK LÁSZLÓ

Olvasszerkesztő:
MAJOROS KLÁRA, SELEANU MAGDALÉNA

Lapterv, tipográfia:
MAKOVECZ BENJAMIN

Szerkesztőbizottság:
BENCZE GYULA, BOZÓ LÁSZLÓ, CSÁSZÁR ÁKOS, HAMZA GÁBOR,
LUDASSY MÁRIA, SOLYMOSSI FRIGYES, SPÄT ANDRÁS, VAMOS TIBOR

A lapot készítették:
GIMES JÚLIA, HALMOS TAMÁS, HOLLÓ VIRÁG, MATSKÁSI ISTVÁN, PERECZ LÁSZLÓ,
SIPOS JÚLIA, SZABADOS LÁSZLÓ, F. TÓTH TIBOR, ZIMMERMANN JUDIT

Szerkesztőség:
1051 Budapest, Nádor utca 7. • Telefon/fax: (+36-1)3179-524, telefon: (+36-1)4116-253
matud@helka.iif.hu • www.matud.iif.hu

Előfizetésben terjeszti a Magyar Posta Zrt. Postacím: 1900 Budapest.
Előfizetésben megrendelhető az ország bármely postáján, a hírlapot kézbesítőknél,
www.posta.hu WEBSHOP-ban (<https://eshop.posta.hu/storefront/>),
e-mailen a hirlapelofizetes@posta.hu címen, telefonon 06-1-767-8262 számon,
levélben a MP Zrt. 1900 Budapest címen.
Külföldre és külföldön előfizethető a Magyar Posta Zrt.-nél: www.posta.hu WEBSHOP-ban
(<https://eshop.posta.hu/storefront/>), 1900 Budapest, 06-1-767-8262, hirlapelofizetes@posta.hu
Belföldi előfizetési díj egy évre: 11 040 Ft.

Nyomdai munkák: Inferno Reklám Kft.
Felelős vezető: Farkas Dóra
Megjelenik: 11,4 (A/5) ív terjedelemben
HU ISSN 0025 0325

TARTALOM

Mi lenne, ha megállna a klímaváltozás? És ha nem?

Vendégszerkesztő: Szarka László

Csete Mária – Szarka László: Bevezető	642
Vida Gábor: Klímahelyzet 2016	645
Somogyi Zoltán: Az elővigyázatosság elve és az éghajlatváltozás. Mire figyelmeztetnek az erdők?	652
Zilahy Gyula: Üzlet és klíma – se veled, se nélküled	658
Harangi Szabolcs: Vulkánszörnyűségek klímaváltoztató hatása: a kicsi is számít!	664
Gelencsér András: Éghajlatváltozás és emberi tevékenység	674
Szarka László: A mai globális környezeti kihívások függetlenek az éghajlatváltozás éppen aktuális tendenciájától	680
Kondor Attila Csaba – Kovács Zoltán: Kibocsátáscsökkentés és urbanizáció: ellentmondások és párhuzamok	686
Kordos László: Az emberi jelenségekről	691
Antal Z. László: A természet és a társadalom kapcsolata holisztikus megközelítésben	694

Tanulmány

N. Szabó József: A természettudományi elit a fordulat éveiben (1946 ősze – 1948)	701
Kenesei István: A mondattól a szöveghez	708
Fodor István: Honfoglalás kori tarsolylemezeink és keleti párhuzamaik	723

Tudós fórum

KÖZGYŰLÉS 2017 • Elnöki köszöntő	732
Díjak, kitüntetések	733
Elnöki beszámoló	734
Főtitkári beszámoló	736

Interjú

Hiszek a gondolkodásmód átörökítésében... Gimes Júlia interjúja Vizi E. Szilveszterrel ...	741
--	-----

Vélemény, vita

Bakacsi Gyula: Axiómák vagy kritériumok? Replika Csató László <i>A harmadik bíráló bosszúja, avagy mire jók az axiómák</i> című cikkére	746
Csató László: Reflexiók Bakacsi Gyula vitairatára	752

Megemlékezés

Dimény Imre 1922 – 2017 (<i>Szendrő Péter – Dimény Judit</i>)	755
---	-----

Kitekintés (Gimes Júlia)

Könyvszemle (Sipos Júlia)

A humor nagytón keresztül (<i>Mikusová Melinda</i>)	762
Társadalom és gazdaság (<i>Molnár Ágnes</i>)	764

Mi lenne, ha megállna a klímaváltozás? És ha nem?

BEVEZETŐ

Csete Mária Szarka László

PhD, egyetemi docens, tanszékvezető,
Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
Környezetgazdaságtan Tanszék

az MTA levelező tagja, főigazgató,
MTA Csillagászati és Földtudományi Kutatóközpont
szarka.laszlo@csfk.mta.hu

Mi lenne, ha megállna a klímaváltozás? És ha nem? 2016. április 7-én ezzel a címmel tartott előadást az MTA Környezettudományi Elnöki Bizottság (KÖTEB) Jövők a Földön Albizottsága. Az előadóülés arra kereste a választ, hogy milyen hatással járna az emberi tevékenység és a környezet kapcsolatára, ha a sokak által legfontosabbnak tartott környezeti indikátor értékét rögzíteni lehetne. Kilencc különböző megközelítésből kilenc különféle válasz született.

Vida Gábor azt hangsúlyozta, hogy „amióta közvetlenül és műszeresen mérjük a Föld felszíni hőmérsékletét, az eddigi legmelegebb év a 2015-ös volt, és [...] a tizenhat legmelegebb évből tizenöt ebben az évszázadban fordult elő.” Ezért az előadóülés címében feltett kérdés tulajdonképpen értelmetlen. A 2015 decemberében Párizsban elfogadott, majd 2016 áprilisában New Yorkban aláírt klímaegyezmény, amelyben a világ kormányai elhatározták, hogy bolygónk felszíni hőmérsékletének további emelkedését igyekeznek jóval 2 fok alatt tartani – a számos nehézség ellenére is támogatandó célkitűzés.

Somogyi Zoltán mindehhez hozzátette az éghajlatváltozás és erdők kölcsönkapcsolatait értékelő előadásában, hogy mivel a fák a korábbi tartományhoz szoktak hozzá (alkalmazkodtak), semmiféle garancia nincsen arra, hogy elviselik majd a jelentősen megemelkedett hőmérsékleteket. Az éghajlatváltozással kapcsolatban szükségessé váló hazai teendők koordinálása, illetve a szükségessé váló kutatások végzése és összefogása érdekében megismételte az ún. Fenntarthatósági és Klímaváltozási Kutatóintézet létrehozására vonatkozó korábbi javaslatát.

Zilahy Gyula kiemelte: 2016-ban fordult elő először, hogy a potenciális károk mértékét tekintve a klímaváltozás elleni védekezés elégtelenségét nevezte meg a legfontosabb globális kockázati tényezőnek az a 750 vállalati, akadémiai és civil szakértő, aki a World Economic Forum *Global Risk Report* elnevezésű felmérésében vett részt. Emlékeztetett arra is, hogy az 1980-as évtized változást hozott a környezetvédelem vállalati megközelítésében: egyre több vállalat ismerte fel, hogy az erőforrás-hatékonyság növelésének segít-

ségével nemcsak környezeti, hanem pénzügyi teljesítményét is javíthatja, s hogy „a klímaváltozás elleni küzdelem is egyre fontosabb szerepet kezdett játszani a vállalati stratégiákban”.

Harangi Szabolcs szerint bolygónk klímaváltozását egyedül az éghajlat állapotjelzőinek módosulásából, néhány léggözt szennyező komponens, mint például a szén-dioxid-koncentráció egyedi változása alapján nem érthetjük meg. Előadásában bemutatta, hogy a globális vulkáni tevékenység például a 2000-es évek elején is kimutatható hatással volt az éghajlat alakulására.

Gelencsér András szerint az emberiség a földfelszín sugárzáselnyelő képességét kialakító összetevők mindegyikét jelentős mértékben megváltoztatta, következésképpen magát a rendszert is módosította. Formális logikai alapon tehát bizonyítottan tekinthetjük, hogy az emberiség napjainkban tevékenyen közreműködik a bolygó éghajlatának alakításában. Az ilyen nagy nemlineáris rendszereknél a hirtelen változás sem kizárt. A közelmúlt megfigyelései alapján olybá tűnik, hogy az előidézett kezdeti változásokra hatalmas és kontrollálhatatlan természeti folyamatok erősítenek rá. Efféle pozitív visszacsatolás például az Arktiszon a tengeri jég nyári gyors zsugorodása vagy Grönland gleccsereinek fogyása. A politika és a tudományos *mainstream* szerint a folyamat még néhány évig visszafordítható, de sokak szerint már elkéstünk: *alea iacta est*.

Szarka László szerint az éghajlatváltozás képzeletbeli kiiktatásának nem lenne érdemi hatása a világ környezeti állapotának alakulására, mivel a klímaváltozás csupán egy kísérőjelensége annak az alapvető ok-okozati összefüggésnek, amely a természeti folyamatokba való emberi beavatkozás mértéke, intenzitása és annak következményei között fennáll. Az éghajlatváltozás a globális környezetválto-

zás része, az ún. globális felmelegedés pedig lehetséges láztünet. A valóság az, hogy folyik a küzdelem a még meglévő természeti erőforrások birtoklásáért, de ezt különféle technikákkal (nem utolsósorban CO₂-figyelemeltereléssel és a zöldenergia-források lehetőségeinek túlértékelésével) igyekeznek álcázni.

Kondor Attila és Kovács Zoltán hasonló meglátása szerint a CO₂-kibocsátás fetiszizálása, illetve az erre épített kibocsátáscsökkentési vállalások mint ideológia szándékosan téves irányba vezetik a Földünkért, a környezetünkért aggódó és tenni akaró közeget is. Ebben az a veszélyes, hogy ez a közeg saját ismeretei és tapasztalatai ellenére nem a soktényezős rendszerkritikával foglalkozik, hanem tevékenységében egyetlen tényezőre koncentrálnak, miközben más területen tovább támogatja a növekedésorientált kapitalizmust, a természeti és társadalmi rendszerek pusztítását.

Kordos László mindezt akként foglalta össze, hogy az életösztönt felváltotta a pénz is helyettesítő virtuális értékrend, valamint az öncélú fejlesztési kényszer rabszolgasors, amit idegrendszerünk evolúciója már nehezen tud követni.

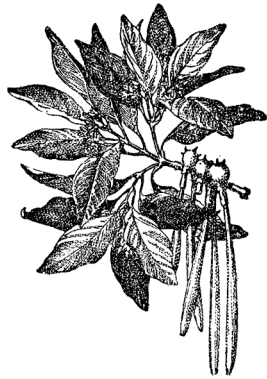
Antal Z. László következtetésével mindenki egyetértett: a klímaváltozás (és minden más, a Föld ökológiai állapotában az emberi tevékenység hatására bekövetkezett változás) arra hívja fel a figyelmünket, hogy a tudományos kutatásokban az eddigiektől eltérő, új módon kell keresni a választ az eddigi alkalmazott megközelítésekkel megválaszolatlanul maradt kérdésekre, amelyhez az előadóülésen elhangzottak is hozzájárulhatnak.

Amint az előadásokból, majd az azokat követő (Simon Tamás, az MTA Titkárság Kommunikációs Főosztály vezetője által moderált) kerekasztal-beszélgetésből is kitűnt, az előadók megközelítésében annak ellenére,

hogy különféle szakterületeket képviseltek, mégis jóval több volt a közös elem, mint a különbözőség. Noha a hangsúlyokat az adott diszciplínákhoz igazodva picit mindenki máshová helyezte, az egymás megértésének szándékával folytatódó további diszkusszió elősegítheti e súlyos kérdésekben a tisztábban látást, és egyértelműen hozzájárulhat a megválaszolatlan kérdésekre adható közös vála-

szok, megoldási lehetőségek megtalálásához és azok megvalósításához. Az előadások alapján készült tanulmányokat – továbbgondolás céljából – ezúton nyújtjuk át a *Magyar Tudomány* olvasóinak.

Kulcsszavak: *éghajlatváltozás, fenntarthatóság, globális változás, környezeti változás, növekedés, természeti erőforrás*



KLÍMAHELYZET 2016

Vida Gábor

az MTA rendes tagja
vid6952@ella.hu

Bevezetés

Paul Chefurka, az emberiség sorsáért aggódó kanadai gondolkodó keserűen jegyzi meg egy személyes hangvételű írásában (Chefurka, 2012): „Többé már nem látom értelmét kiemelt figyelmet vagy kritikát szentelni az emberi tevékenységek valamelyikére. Népeség-növekedés, klímaváltozás, multik globális hatalma, kémiai szennyezések, forráskimerülés, fajok kipusztulása, tengerek túlhalászása és savasodása, globális pénzügyi instabilitás, halmozódó társadalmi aránytalanságok és igazságtalanságok: mind csupán tünetei egy évszázadok óta kontrollálatlan rendszernek (annak ellenére, hogy buzgón igyekszünk magunkat meggyőzni ennek ellenkezőjéről). Nincs más választásunk, s talán nem is volt soha, mint nyeregben maradni a sárkányon, amíg az emberi túllövés kiigazítja magát, ahogyan ez mindig lenni szokott.”

A „környezeti” gondok valóban kolosszálisak (Vida, 2012), s a szokásos megnevezéssel szemben nem csupán a tőlünk elválaszthatóknak tűnő környezetünket érintik (klimatizált lakásból, munkahelyről vagy szupermarketből szemlélve), hanem már saját fajunk fennmaradását is. E gondok felismerése Chefurka „tudatosodási létráján” haladva fokozatosan történik, az emberiség egyre csökkenő hányadát érintve:

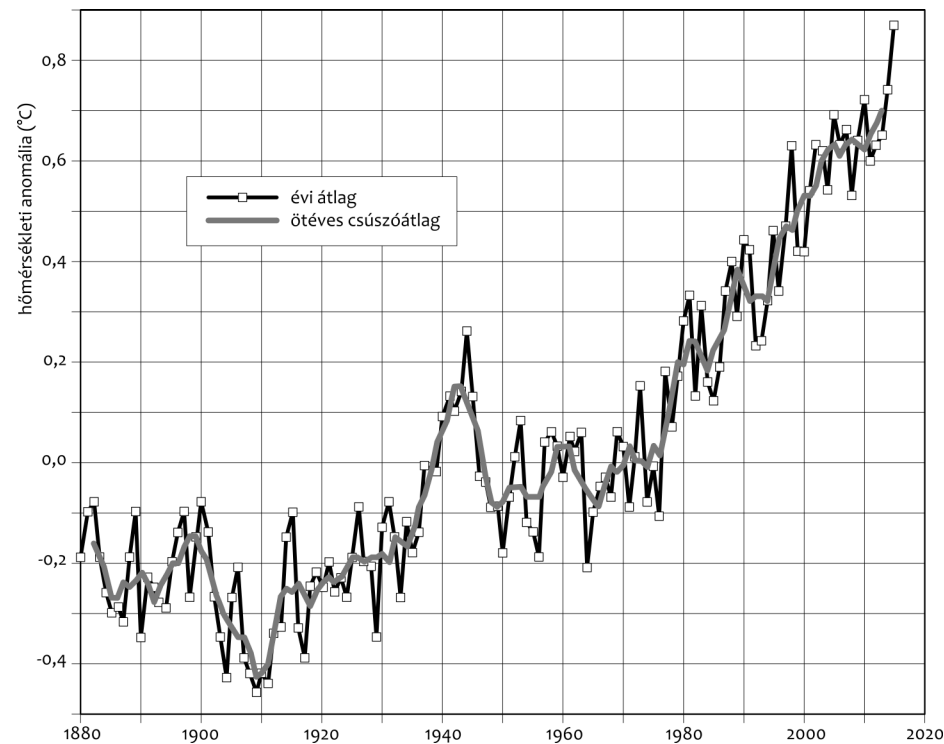
1. Az emberek legtöbbször nem foglalkozik a fentebb felsorolt kérdésekkel, napi gondok és örömeik töltik ki életüket.
 2. Az egyik alapvető bajt felismerő eleinte csak erre koncentrálnak, ennek aktív harcosa lesz.
 3. Több más gond képbe kerülésével bonyolódik a helyzet. A megoldás kereséséhez a prioritás és fókuszálás kérdéseire is éles vitákat folytat, mások kitüntetett szempontjait kritizálva.
 4. Annak felismerésével, hogy az egyik probléma „megoldása” egy másik gond súlyosságát növelheti, kezdetét veszi a rendszerben gondolkodás. A bonyolult összefüggések, kölcsönhatások komplex rendszere a jövőnkért aggódó, eltérő szakértői háttérrel bíró embereket összehozza a megoldás keresésére (lásd „Túlélés Szellemi Kör”, Láng – Kerekes, 2013).
 5. Annak tudatosulásával, hogy a megoldáshoz (ha van) szinte minden téren változtatnunk kellene, kétség támadhat a megvalósíthatóságát illetően. Ezen a ponton a feladás, kilépés vagy Don Quijote-szerű szélmalomharc, esetleg transzcendens reményekbe vagy valamilyen techno-optimizmusba menekülés lehet a következmény.
- A klímahelyzetről, annak okairól és megoldási mikéntjéről vitázva be kell látnunk, hogy részdiszciplínák tömegére hasadt tudományunk jelenleg nehezen kezeli e szinte min-

den szakterületet érintő, jövőnket meghatározó kérdést (Vida, 2015). Fontos lenne felismerni, hogy a jelenlegi trendek radikális változtatás nélkül óriási kockázatot jelentenek ma már nemcsak unokáinknak, hanem magunknak is. Rendszerszemléletben elemezve kellene keresni a leghatékonyabb megoldást. A bajok tagadása, bagatellizálása vagy áthárítása szó szerint életveszélyes.

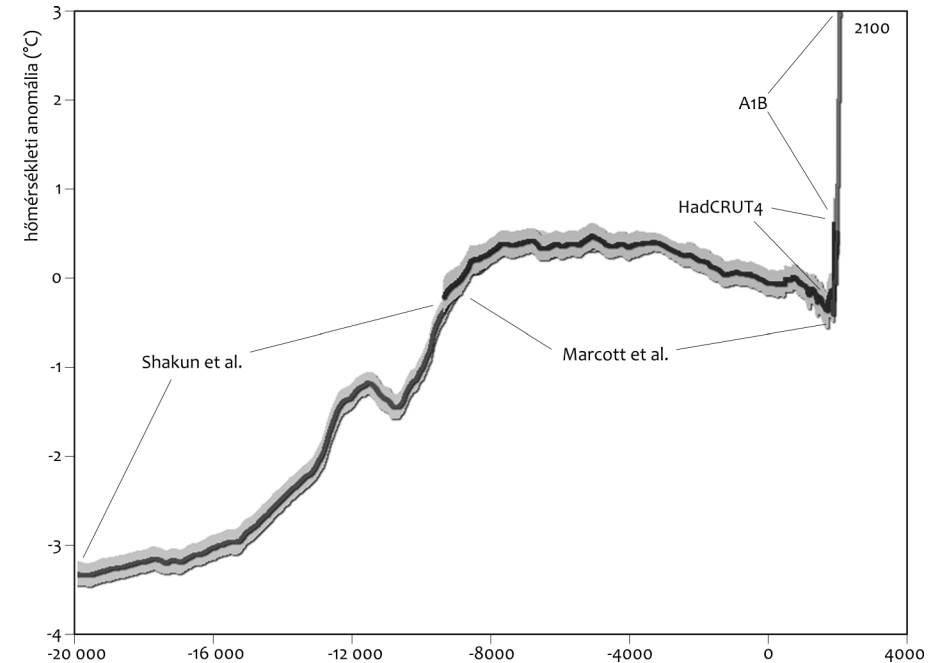
Nézzük a tényeket!

Földünk felszíni hőmérsékletének változása mára egyértelmű. Melegsünk. Szinte minden mérőállomás hosszabb távon (évtizedes átlagokban) növekedést mutat. Ezek összesítését egymástól függetlenül (és némiképp eltérő

metodikával, de csaknem azonos végeredménnyel) az USA (NASA, NOAA), Japán (*Japan Meteorological Agency*) és az Egyesült Királyság (*UK MetOffice*) intézményei végzik. Fontos tudni, hogy ezzel nem Földünk felszíni hőmérsékletét, hanem annak változását adják meg, alapos elemzések és szükségszerű korrekciók után. Ez utóbbiak legtöbbször inkább mérséklék, mint növelik a regisztrált változás nagyságát. A változást egy kitüntetett időszak (többnyire 1951-1980) átlagához viszonyítják. Az 1. ábrából egyértelműen kitűnik a globális melegedés trendje. Ha a viszonyítás alapjául a múlt század elejét vesszük, a felmelegedés már több mint 1 °C. A trend még ijesztőbb, ha az időskálát a legutóbbi jégkor-



1. ábra • Az 1951-1980 évek átlagához viszonyított globális évi középhőmérsékletek és a vastag vonallal jelölt ötéves csúszóátlaguk (NASA). Az ábra legutolsó pontja a 2015-ös értéket mutatja. Az azóta megismert 2016-os adat (1,0 anomália) a keretbe már be sem férne.

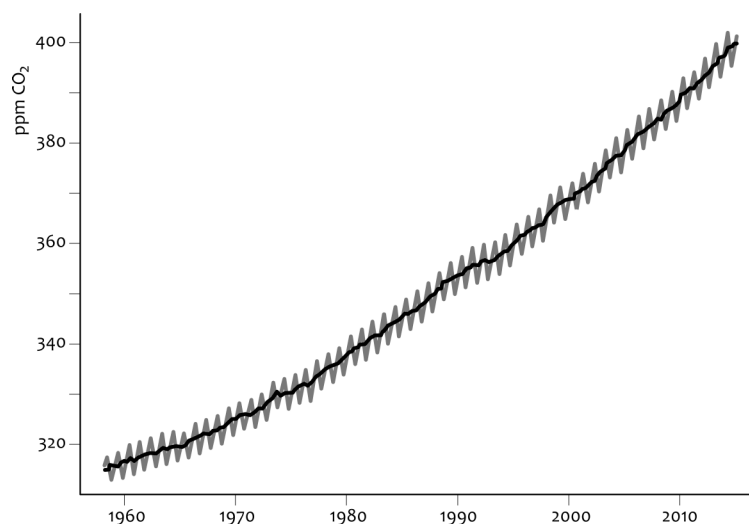


2. ábra • Földünk felszíni hőmérsékletének alakulása az elmúlt 22 ezer évben a holocén átlagához viszonyítva. Az utolsó jégkorszak (würm) után a legutóbbi tízezer év viszonylagos stabilitásában (holocén) alakult ki civilizációnk. A legutolsó száz évben a természetes (Milanković-ciklusokkal jellemzett) trenddel ellentétes robbanásszerű melegedés indult meg (Rahmsdorf, 2013).

szaktól indítjuk (2. ábra), közvetett (ún. *proxy*) hőmérsékleti mutatók alapján. Valóban, szinte katapultáljuk magunkat a holocénből (Rahmsdorf, 2013). Az ábrából az is kitűnik, hogy a globális átlaghőmérséklet milyen csatlóka lehet a helyi és regionális viszonyok vonatkozásában. A mostaninál alig négy fokkal alacsonyabb globális átlaghőmérséklet fél Európára vastag jégtakarót borított, s hazánk területén is csupán fátlan tundra-vegetáció tengődött. Elgondolkoztató ezek után, hogy mi lenne egy hasonló nagyságú, de pozitív irányú hőmérsékletváltozás hatása.

A hőmérsékletemelkedés oka az emberi tevékenységekkel értelmezhető. Jelentősen növekedett bolygónk légkörének üvegházha-

tása, főképp a fosszilis energiaforrások (szén, kőolaj, földgáz) növekvő használatával, erdőirtásokkal és talajműveléssel. A Föld hőegyensúlyát befolyásoló antropogén tényezők igen változatosak, de közülük kiemelkedő a szén-dioxid megváltozott légköri koncentrációja. Ennek értéke az ipari forradalom előtti 280 ppm (*part per millions*, milliommód rész) szintről mára már 400 ppm fölé emelkedett (3. ábra). Mindez érthető, ha figyelembe vesszük, hogy csak a fosszilis energiaforrások használatával eddig 555 gigatonnányi szenet juttunk a légkörbe szén-dioxid formájában. Szerencsénkre bioszféránk véges nyelőkapacitásával ennek jelentős hányada kivonódik. Egy nemrég készült felmérésből (Le Quéret et



3. ábra • A Hawaii-szigeteken (Mauna Loa Observatory) 1958 óta folyamatosan mért légköri CO₂-koncentráció (NOAA). Lényegében hasonló képet mutat a világ számos más pontján mért szén-dioxid-érték is. 2016-ban már az Antarktiszon is 400 ppm feletti értéket jeleztek.

al., 2015) tudjuk, hogy a 2005 és 2014 közötti tízéves időszakban évenként a légkörbe kerülő átlag 9,9 gigatonnányi szénből (9,0 fosszilis + 0,9 „földhasználat” eredettel) csak 4,4 gigatonna növeli az aktuális CO₂ ppm értéket, 2,6 az óceánokban, 2,9 a szárazföldön „tűnik el”. Jelenleg a CO₂ teszi ki az üvegházhatás mintegy 60 százalékát, a többi a metán, N₂O, O₃ és különféle halokarbonok adják. (A vízgőz ugyan a légkör legjelentősebb üvegházhatású gáza, de ennek térben és időben állandóan változó mennyiségét kevésbé befolyásoljuk.)

Globális 400 ppm feletti szén-dioxid-koncentráció valószínűleg sohasem volt légkörünkben a legutóbbi 30 millió évben (Anagnostou et al., 2016). Fajunk a 180 és 300 ppm közötti tartományhoz adaptálódott. Számolnunk kell a további növekedéssel is. A szén-dioxid üvegházhatása egy sor újabb hatást vált ki. Növekszik a metánkoncentráció, kü-

lönösen a korábban állandóan fagyott (permafrost) talajok felengedésével és a tengeri metánhidrát bomlásával (valamint a palagáztermeléssel), nő a felmelegedés a besugárzást visszaverő sarki jégtakaró fogyásával, hogy csak néhány tényre utaljunk. A metán sokkal erősebb üvegházhatású gáz (a CO₂ 20–80-szorosra, időtartamtól függően, mivel fokozatosan eloxidálódik a légkörben szén-dioxiddá és vízzé), így légkörünk teljes üvegházhatása CO₂-egyenértékre megadva már 480 ppm körül van, s ezzel az értékkel már az IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) javasolt határértékét is túlléptük. Ennek hőmérsékleti hatása a globális rendszer óriási inerciája folytán időelcsúszással, fokozatosan alakul ki. A hőtöbblet legnagyobb része az óceánokat fűti (93,4%), a jégtakarókat olvasztja, és a kontinenseket melegíti (4,3%). Az atmoszférára átlagosan csak 2,3% jut, időszakosan jelentős eltérésekkel.

Amióta közvetlenül műszeresen mérjük Földünk felszíni hőmérsékletét, az eddigi legmelegebb év a 2015-ös volt, s figyelemre méltó, hogy a tizenhat legmelegebb évből tizenöt ebben az évszázadban fordult elő. Minden jel arra mutat, hogy 2016 újabb rekorddöntő lesz.¹ Megdöbbentő, hogy az USA Nemzeti Óceán- és Légkörkutató Intézete (National Oceanic and Atmospheric Administration, NOAA) 2016. júniusi jelentése szerint az előző hónappal (május) megszakítás nélkül, folyamatosan már a tizenharmadik globálisan melegrekord-döntő hónapot regisztráljuk (URL1). Bár a kiugróan magas értékhez egy rendkívüli óceánáramlási jelenség (El Niño) is hozzájárult, a korábbi hasonló helyzeteket (legutóbb 1997–1998) a mostani messze túlszárnyalja. A 2016-os év a rendkívüli klímajelenségek tekintetében már eddig is hét rekordot állított fel egy összeállítás szerint (URL2).

E figyelmeztető jeleket nem lenne szabad negligálni. Mégis, a világ inkább másra figyel. Sokan úgy gondolják, hogy miután megszületett a Párizsi Egyezmény (2015), a problémát megoldottuk. „Elhatároztuk”, hogy nem engedjük 2 °C-nál többet melegedni Földünket, s reméljük, hogy a klíma engedelmesen be is tartja határozatunkat. Élhetünk, ahogy eddig (BAU, Business As Usual), egy „zöldebb” gazdasági növekedéssel. *Better Growth, Better Climate* – javasolja címében a megoldást a szakértői testület (URL3). Szó sem esik a „fejlett” (GDP/főben mérve) világ fogyasztáscsökkentéséről (Spash, 2014). A gazdaságnak növekednie kell a világ minden országában, gazdagokban és szegényekben egyaránt,

¹ A kézirat lezárása óta ez már tény. Három egymást követő rekorddöntő évet zártunk (2014, 2015, 2016), minden eddigi értéket jelentősen meghaladva. A trend alapos statisztikai elemzéssel igazolt (Rahmsdorf et al., 2017).

tovább fokozva az egyenlőtlenséget. A növekedés energiát igényel, s ennek forrása ma is döntően (>85%) a CO₂-kibocsátással járó fosszilis készlet égetése. Bár világszerte erőfeszítéseket tesznek a véges fosszilis energiaforrások megújulóakra cserélésére, energiatakarékosra, hatékonyságnövelésre, a gazdasági növekedés és környezeti hatás szétkapcsolására (*decoupling*), „anyagtalánításra”, az eredmény minimális, s többnyire csak átmeneti és lokális. Egy állandó növekedés korlátlan fenntartásához valójában a termodinamika főtételeinek cáfolatára lenne szükség.

Az üvegházhatás csökkentésének látszólagos megoldására jó példa az Egyesült Államok szénéreműveinek földgázra történő átváltása. 2014 szeptemberében a New Yorkban tartott klímakonferencián Barack Obama elnök büszkén bejelentette: az Egyesült Államok az utóbbi nyolc évben jobban csökkentette a karbonszennyezést, mint a Föld bármely más országa. Valóban tudjuk, hogy kőszén helyett metánt égetve azonos „energiatermelés” mellett jóval kevesebb CO₂ keletkezik. A baj csak ott van, hogy a palagáz kinyerése során bekövetkező metánszivárgás legalább ugyanakkora üvegházhatást adott, mint amennyi csökkenést eredményezett a kevesebb CO₂, ráadásul a felhasználatlan kőszén exportra ment, s bár elégetve más országok kibocsátási listáját terhelte, a CO₂ a közös globális légkörbe került (Turner et al., 2016). Hasonló példákat lehet felhozni a megújuló energiaforrásokra történő átváltások CO₂-„kiváltó” hatására is, ha a létesítmény teljes életciklusát követjük végig. Egy Kínában készült napelemes rendszer előállítása és európai üzembe helyezése sok esetben (helytől függően) harminc év alatt sem képes annyi CO₂-fogyasztást kiváltani, mint amennyit okozott a létesítése (Yue et al., 2014). Hiába, a gazdasági

szakemberek legtöbbször csak pénzben és rövid időtávban kalkulálnak.

A jövő?

A 2015 decemberében Párizsban elfogadott, majd 2016 áprilisában New Yorkban aláírt klímaegyezményben a világ kormányai elhatározták, hogy bolygónk felszíni hőmérsékletének további emelkedését igyekeznek jóval 2 °C fok alatt tartani. A megállapodás eredményeinek részleteiről és objektív értékeléséről Faragó Tibor cikke tájékoztat (Faragó, 2016): „A tárgyaló felek jelentősen eltérő álláspontjai, érdekkülönbségei miatt az elfogadott kompromisszumokkal a Megállapodásban foglalt összes lényegesebb témában csak az általános célokat, az együttműködés kereteit sikerült rögzíteni. A részletes feltételeket, szabályokat a következő években kell kidolgozni és jóváhagyni, s csak ezt követően várható e Megállapodás hatálybalépése, közös végrehajtásának megkezdése, valamint tényleges hatékonyságának megítélése.”

Mivel magyarázható a csaknem negyedszázadnyi késlekedés (és további végrehajtási halogatás) a célokat meghatározó első ENSZ Éghajlatváltozási Keretegyezményt (1992) követően? – tehetnénk fel a naiv kérdést. Miért nem sikerült az ózonpajzsot károsító CFC- (teljesen halogénezett szénvegyületek) gázok korlátozásához (*Montreal Protocol*) hasonlóan néhány év alatt megoldani a kérdést? A válasz egyszerű. A CFC helyettesítése más gázokkal könnyen megoldható. A CO₂-kibocsátással járó fosszilis energiaforrásoknak viszont nincs igazi alternatívájuk energiasűrűség és általában felhasználhatóság tekintetében. A fosszilis energiaforrások hajtják ma is a világ gazdaságának döntő többségét. Ne feledjük, ezek használatától jöhetett létre az ipari forradalom, az ugrásszerű népességnövekedés, a technikai

és tudományos csodák tömege. Ezzel hozhatuk létre a mai „fogyasztói” társadalmat annak minden előnyével és fokozódó gondjaival. Az energiagond önmagában még megoldható lenne a megújulóokra történő átváltással, ez azonban egyrészt hosszabb időt és infrastruktúra-kifejlesztést (átállást) igényel, másrészt igen jelentős ellenérdekeltségekbe ütközik. Az ExxonMobil óriás cég például évtizedekig eltitkolta a saját cégének kutatásában feltárt, klímaváltozást okozó olajhasználatot. Egy referált folyóiratban megjelent cikk pedig arról tájékoztat, hogy az Egyesült Államokban a klímaváltozást tagadó szervezetek miből finanszírozzák 900 millió dollárt meghaladó tevékenységeiket (Brulle, 2014).

A késlekedő cselekvés okozta kockázat, s ezzel a klímatagodók felelőssége óriási. A kételkedést propagálók hatására a közvélemény nincs tisztában azzal, hogy a témához valóban értők körében lényegében egyetértés van a globális felmelegedés tényében és annak döntően emberi eredetében (Anderegg et al., 2010; Cook et al., 2013; Benestad et al., 2015; Hornsey et al., 2016), következképpen a szükséges radikálisabb akciók is elmaradnak. Eközben a légkörben tovább nő az üvegházhatású gázok koncentrációja, s vészesen közelítünk az IPCC által 2 fokos felmelegedési határt jelentő 450 ppm CO₂-értékhez. Hiábavaló volt a precíz kalkuláció annak meghatározására, hogy az ismert és kitermelhető fosszilis készletekből mennyit kellene a föld alatt hagyni a 2 °C fok alatt maradáshoz (McGlade – Ekins 2015). Valójában már azzal számolunk, hogy ezt a határt csak „negatív emisszióval”, azaz a légkörbe már kibocsátott CO₂ utólagos „visszaszívásával” tarthatjuk, ha ez globális méretekben egyáltalán megvalósítható lesz, tetemes költségekkel (Anderson, 2015). Ha ezek után tovább kutatunk az itt még említ

ésre sem került egyéb környezeti, társadalmi, politikai és gazdasági gondok egymást erősítő bonyolult rendszerében, beláthatjuk, hogy

a világunk előtt álló kihívás hatalmas. Ezzel el is érkezhünk a bevezetőben bemutatott tudatosodási létra legfelső fokára.

Kulcsszavak: *klímaváltozás, üvegházhatás, szén-dioxid, metán, rendszerszemlélet*

IRODALOM

- Anagnostou, Eleni – John, Eleanor H. – Edgar, Kirsty M. (2016): Changing Atmospheric CO₂ Concentration Was the Primary Driver of Early Cenozoic Climate. *Nature*. 533, 380–384. DOI:10.1038/nature17423 • <http://tinyurl.com/monbpr>
- Anderegg, William R. L. – Prall, James W. – Harold, Jacob et al. (2010): Expert Credibility in Climate Change. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA*. 107, 12107–1209. DOI: 10.1073/pnas.1003187107 • <http://tinyurl.com/lkayyph>
- Anderson, Kevin (2015): Talks in the City of Light Generate More Heat. *Nature*. 528, 437. DOI:10.1038/528437a • <http://tinyurl.com/mc4m78k>
- Benestad, Rasmus E. – Nuccitelli, Dana – Lewandowsky, Stephan et al. (2015): Learning from Mistakes in Climate Research. *Theoretical and Applied Climatology*. 2015, 1–5. DOI: 10.1007/s00704-015-1597-5 • <http://tinyurl.com/le6tcl4>
- Brulle, Robert J. (2014): Institutionalizing Delay: Foundation Funding and the Creation of U.S. Climate Change Counter-Movement Organizations. *Climatic Change*. 122, 681–694. DOI: 10.1007/s10584-013-1018-7 • <http://tinyurl.com/kp6vod8>
- Chefurka, Paul (2012): *Approaching the Limits to Growth*. <http://www.paulchefurka.ca/index.html>
- Cook, John – Nuccitelli, Dana – Green, Sarah A. et al. (2013): Quantifying the Consensus on Anthropogenic Global Warming in the Scientific Literature. *Environmental Research Letters*. 8, 1–7. DOI:10.1088/1748-9326/8/2/024024 • <http://tinyurl.com/j3g8mcl>
- Faragó Tibor (2016): A párizsi klímátárgyalások eredményei. *Magyar Energetika*. 1, 8–12. • <http://tinyurl.com/lpnsb6d>
- Hornsey, Matthew J. – Harris, Emily A. – Bain, Paul G. – Fielding, Kelly S. (2016): Meta-analyses of the Determinants and Outcomes of Belief in Climate Change. *Nature Climate Change*. 6, 622–627. DOI: 10.1038/nclimate2943 • <http://tinyurl.com/lw6rfz0>
- Láng István – Kerekes Sándor (2013): Megalakult a Túlélés Szellemi Kör. *Magyar Tudomány*. 174, 1, 103–112. • <http://www.matud.iif.hu/2013/01/12.htm>
- Le Quéré, Corinne et al. (71 társszerző) (2015): Global Carbon Budget 2015. *Earth System Science Data*. 7, 2, 349–396. DOI: 10.5194/essd-7-349-2015 • <http://www.earth-syst-sci-data.net/7/349/2015/>
- McGlade, Christophe – Ekins, Paul (2015): The Geographical Distribution of Fossil Fuels Unused When Limiting Global Warming to 2 °C. *Nature*. 517, 187–190. • <http://tinyurl.com/m2n76t6>
- Rahmsdorf, Stefan (2013): Paleoclimate: The End of the Holocene. Real Climate homepage. • <http://tinyurl.com/n9fjx8e>
- Spash, Clive L. (2014): *Better Growth, Helping the Paris COP-out? Fallacies and Omissions of the New Climate Economy Report. SRE - Discussion Papers*, 2014/04. Vienna: WU Vienna University of Economics and Business • <http://tinyurl.com/k6s3p76>
- Turner, Alex J. et al. (2016): A Large Increase in US Methane Emissions over the Past Decade Inferred from Satellite Data and Surface Observations. *Geophysical Research Letters*. DOI: 10.1002/2016GL067987 • <http://tinyurl.com/zyeg4h7>
- Vida Gábor (2012): *Honnan hívó Homo? Az Antropocén korszak gondjai. (Studia Physiologica 18)* Budapest: Semmelweis Kiadó • <http://tinyurl.com/khvk3s8>
- Vida Gábor (2015): Szétszabdalt tudomány, komplex problémák. In: Vásárhelyi Tamás (szerk.): *Herman Ottó a polihisztor munkássága, hatása*. Budapest: Függeden Pedagógiai Intézet, 165–172.
- Yue, Dajus – You, Fengqi – Darling, Seth B. (2014): Domestic and Overseas Manufacturing Scenarios of Silicon-based Photovoltaics: Life Cycle Energy and Environmental Comparative Analysis. *Solar Energy*. 105, 669–678. DOI: 10.1016/j.solener.2014.04.008
- URL1: NOAA National Centers for Environmental Information: *State of the Climate: Global Analysis for May 2016*, published online June 2016, • <http://tinyurl.com/mzlbjem>
- URL2: Vaughan, Adam (2016): *Seven Climate Records Set so far in 2016*. • <http://tinyurl.com/hpbazms>
- URL3: Global Commission on the Economy and Climate: *Better Growth Better Climate*. • <http://tinyurl.com/n6x9kt8>

AZ ELŐVIGYÁZATOSSÁG ELVE ÉS AZ ÉGHAJLATVÁLTOZÁS. MIRE FIGYELMEZTETNEK AZ ERDŐK?

Somogyi Zoltán

a mezőgazdasági tudományok kandidátusa, tudományos főmunkatárs,
Nemzeti Agrárkutatási és Innovációs Központ Erdészeti Tudományos Intézet
somogyiz@iif.hu

*Az éghajlatváltozás
komoly veszélyt jelent az erdőkre*

Földtörténeti léptékben precedens nélküli sebességgel változik éghajlatunk. E megállapítás alapját azok a tapasztalatok képezik, amelyek globális, sok szakterületet átfogó áttekintését az IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) ún. helyzetértékelő jelentései (IPCC, 2013, 2014a, 2014b) adják. Globális konszenzus jellegük miatt az e jelenésekben tett megállapításokat „a tudomány mai állásának” kell tekintetni (az IPCC-étől eltérő vélemények megalapozottságát pedig célszerű komoly és objektív vizsgálat alá venni). Az említett konszenzus (IPCC, 2014b) arra is figyelmeztet, hogy az éghajlatváltozásnak az *élvilágra* – és azon keresztül, valamint közvetlenül is az emberekre – gyakorolt hatása drasztikusabb lesz, mint a fizikai környezetünk elemeire gyakorolt hatás.

Hazánkra nézve és az erdőkre vonatkozóan ez a meteorológiai mérésekből számolt éves átlaghőmérsékletek felhasználásával demonstrálható. Az 1900-tól vett országos átlaghőmérsékletek idősora egy kb. 4 °C szélességű sávban ingadozik; országon belül pedig a legmelegebb (alföldi) és leghűvösebb

(a Mátra tetején uralkodó) éves átlaghőmérsékletek közötti különbség kb. 4,5 °C. Ehhez képest az átlaghőmérsékletek évszázad végére várható növekedése rossz esetben akár 6 fok is lehet (IPCC, 2013); de ha ez a növekedés „csak” 3 fok lesz, még az is összemérhető a fenti említett értékekkel. Ha a fák többé-kevésbé a fenti tartományokhoz szoktak hozzá (ezekhez alkalmazkodtak), ha az ezekhez tartozó szélsőértékeket kellett korábban elviselniük, akkor vajon remélhetjük-e, hogy elviselik majd a jelentősen megemelkedett hőmérsékleteket, és az ez alapján megnövekedett vízigényüket ki tudják majd elégíteni?

Közelmúltbeli erdészeti kutatási eredmények (például Móricz et al., 2013; Zimmermann et al., 2013) arra utalnak, hogy sok helyen nemleges lesz a válasz a fenti kérdésekre, és hogy több fontos európai fafaj potenciális elterjedési területe lényegesen megváltozik majd. A hazai adottságainkat figyelembe véve az évszázad végére például teljesen kipusztulhat a bükk, de jelentősen megváltozhat a kocsánytalan tölgy, a cser és más fontos, hosszú élettartamú fafaj elterjedési területe is.

Az elterjedési terület változása nemcsak azzal jár, hogy a fafaj – lassan – számára (csak

evolúciós léptékekben változó termőhelyi igényeinek megfelelő) új földrajzi helyeket hódít meg. Ezt várhatóan jóval megelőzi az, hogy – közvetlenül faszáradás (Rasztovics et al., 2014), közvetve pedig erdőtüz, a legyengült fákat megtámadó károsítók és kórokozók hatásai stb. következtében (IPCC, 2014a) – a számukra már megfelelő termőhelyeken álló erdők elpusztulnak. Ez pedig nemcsak azért lehet kedvezőtlen, mert erdők nélkül elesünk számos, az ember számára is nélkülözhetetlen erdei szolgáltatástól és terméktől (Somogyi, 2001), de azért is, mert a pusztulásból közvetlen, az éghajlatváltozást akár tovább erősítő kárunk is származhat.

*Az erdőpusztulás lehetséges hatása
az éghajlatváltozásra*

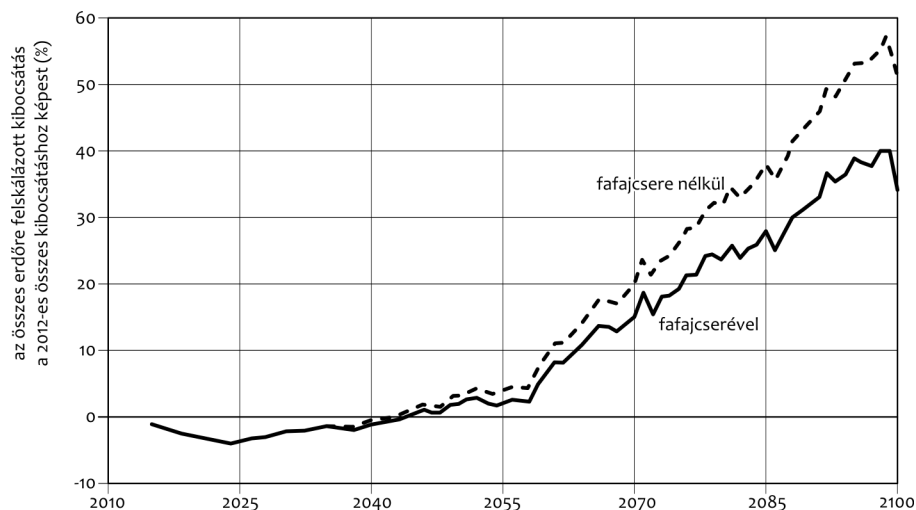
Az erdők pusztulása egyebek mellett azzal jár együtt, hogy a bennük tárolt hatalmas mennyiségű szén a légkörbe kerül. E szénemisszió potenciális nagyságát hazánkra nézve egy közelmúltban végzett kutatás (Somogyi, 2016b) próbálta megbecsülni. A becslés Zala megyére készült, azzal a (Rasztovics et al., 2014 alapján megalapozott) feltételezéssel, hogy a bükk – exponenciális mértékben növekvő, az évszázad második felében igen intenzívvé váló mortalitás mellett – az évszázad végére szinte teljesen kipusztul a megyéből. A feltételezések között szerepelt az is, hogy az erdők felújítása nemcsak a kipusztult erdők helyén, de már a normál körülmények között is a végaséretté váló erdőkben is a melegedést és a nyarak szárazabbá válását jobban bíró kocsánytalan tölgyteljével történik majd; a fák növekedése a melegedés hatására várhatóan csökken (Somogyi, 2008); és változik a holt szerves anyag lebomlási sebessége, valamint a föld feletti és föld alatti biomassza aránya is. A becslések a hazai fejlesztésű CASMOFOR

erdei szénkörforgalmi modellel történtek (URL1), amely az IPCC (2006) módszertanát, továbbá a hazai viszonyokat a lehető legjobban követő szénkörforgalmi modell. (A becslés a biomassza és holt szerves anyag emissziójára terjedt ki; az erdei talaj szénkészletében bekövetkező változásokat még nem tudjuk kezelni).

A modellfuttatási eredményekből különösen akkor vonhatók le fontos következtetések, ha (jó okkal) az egész országra a bükkéhez hasonló intenzitású erdőpusztulást tételezünk fel. Ebben az esetben a melegedés egy ideig ugyan némileg még növelheti is az erdők szénkészletét, az évszázad második felében azonban jelentősen megnő az egyre intenzívebben pusztuló erdőkből származó éves kibocsátás, ami az évszázad vége felé jó néhány éven keresztül elérheti a jelenlegi összes emisszió (NIR Hungary, 2016) akár a 40–55%-át is (*i. ábra*). Ezek az eredmények arra utalnak, hogy ha sikerülne is jelentősen csökkenteni az emberi eredetű, nem az erdőkből származó kibocsátásokat (lásd lejjebb), ezt a csökkenést nagymértékben ellensúlyozhatja a pusztuló erdőkből származó kibocsátás, ami – pozitív visszacsatolásként – tovább erősítheti az éghajlatváltozást.

Nem további kibocsátásokra, hanem az erdők szénkészletének megőrzésére van szükségünk

A fent említett visszacsatolás különösen annak fényében lenne kedvezőtlen hatása, hogy a kibocsátásoknak az IPCC és mások (például a Párizsi Egyezmény aláíró országai, URL2) által fontosnak tartott csökkentése ügyében egyelőre nagyon rosszul állunk. A csökkentés azért szükséges, mert a – „közlegelőnek” tekinthető – légkörbe juttatott üvegházgázok eddigi mennyisége egyre halmozódik (ezzel együtt azok globális éghajlatváltozást ered-



1. ábra • A pusztuló erdőkből származó szén-dioxid-kibocsátások nagysága egy 3,7 fokos hőmérséklet-emelkedés hatására kialakuló, a zalai bükkösök kipusztulását (Móricz et al., 2013, Rasztovics et al., 2014, Somogyi, 2016b) feltételező forgatókönyv szerint, kiterjesztve (felszálázva) az ország összes erdejére. Az ábra a kibocsátásokat az országnak a 2012-es üvegházgáz-leltára szerinti összes, nem erdei eredetű kibocsátásához viszonyítva mutatja. (A pozitív értékek kibocsátásokat, a negatívak szénfelnyelést jelentenek.)

ményező hatásai is), és egyre inkább kimeríti a légkör és más ún. természetes nyelők kapacitását e gázok felvételére.

Ezt a kapacitást modellszámítások segítségével lehet becsülni. Ahhoz, hogy a hőmérséklet-emelkedés mértéke ne legyen több, mint a még feltehetően viszonylag mérsékelt károkkal járó 2 °C, az IPCC (2014b) által becsült kapacitás bizonytalansági tartományának alsó értéke 1740 GtCO₂ egyenérték. Legrosszabb esetben ennyi halmozott kibocsátást engedhet meg magának az emberiség; figyelembe véve a jelenlegi és a közeljövőben várható, továbbra is igen intenzív kibocsátási ütemet, ezzel az alsó értékkel érdemes számolni. Ebben az esetben változatlan éves kibocsátási ütem mellett akár két évtizeden belül elérhetik ezt az értéket a halmozott kibocsátások; nyilvánvaló tehát, hogy a jövőben

igen jelentősen csökkenteni kell a kibocsátást (2. ábra).

A fentiekhez szükséges hozzátenni, hogy a bioszféra óriási mennyiségű szén-tárol; hazánkban kb. hétszer annyi szén-dioxidnak megfelelő mennyiségű szén van az erdők faanyagában lekötve, mint amennyi az éves összes kibocsátásunk. Az erdők avarjában és talajában, valamint a holt faanyagban szintén számottevő mennyiségű szén tárolódik. Ezek levegőbe kerülése nálunk és más országokban jelentős további lökést adhat a globális felmelegedésnek.

Üvegházgáz-kibocsátások és -elnyelés a hazai leltár szerint

Hazánk csakúgy, mint a többi fejlett ország évente köteles közzétenni üvegházgáz-leltárát az ENSZ Éghajlatváltozási Keretegyezménye

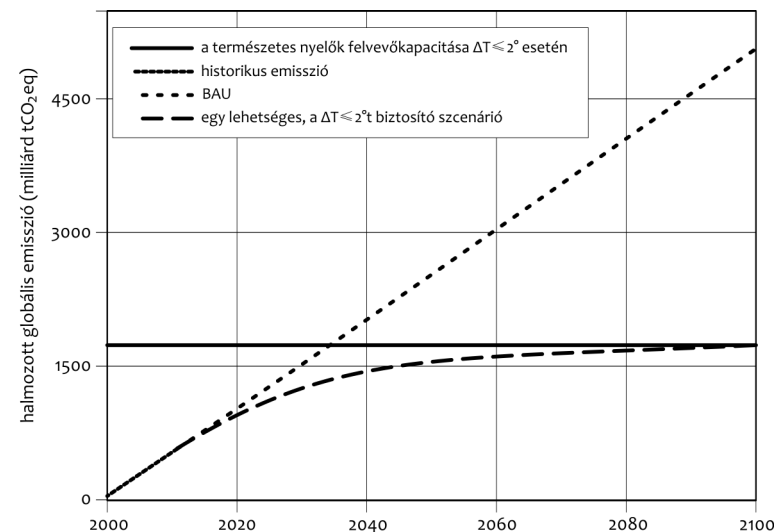
hatálya alatt. Ez a leltár az IPCC (2006) módszertana szerint az országban rendelkezésre álló lehető legpontosabb adatbázisok alapján készül az összes nemzetgazdasági ágazatra és a teljes lakosságra. A legutóbbi becslés szerint az ország összes kibocsátása jelentősen csökkent ugyan 1990 óta, azonban még mindig nagyon magas mind a kibocsátáscsökkentés szükséges mértékéhez, mind pedig az erdők szénfelnyeléséhez képest; ezen kívül pedig az eddigi csökkenés az utóbbi két évben megállni tűnik (NIR Hungary, 2017).

A becslések jól mutatják, hogy az erdők szénfelnyelése – ami eddig az egyedüli lehetőségünk volt a kibocsátások ellensúlyozására – az elmúlt két és fél évtizedben a kibocsátások kb. a huszada-harmincada volt. Azon-

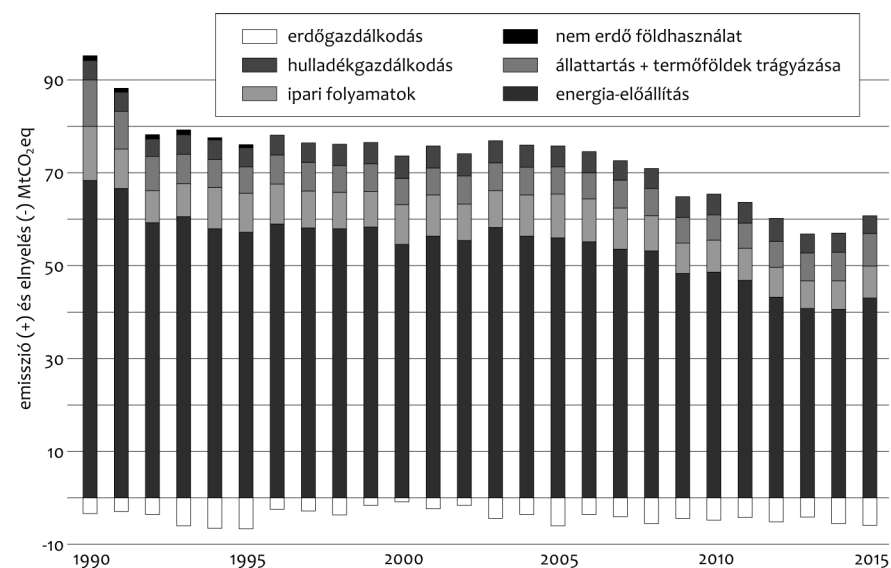
ban nem a szénfelnyelés lassú – ez természetes adottsága az erdőknek –, hanem a kibocsátásaink nagyon magasak. A nem túl távoli jövőben ráadásul – az erdők kor-, faj- és termőhelyi dinamikájának következtében – az erdők szénfelnyelése is megszűnik, sőt az erdők kibocsátókká válnak akkor is, ha a felmelegedés nem okoz erdőpusztulást. Ez még inkább szükségessé teszi a kibocsátások csökkentését – beleértve azt is, hogy amennyire lehet, elkerüljük az erdőpusztulásból származó kibocsátásokat.

Kibocsátáscsökkentés az elővigyázatosság elve figyelembevételével

Az éghajlatváltozás és az ezért nagymértékben felelős (IPCC, 2013) üvegházgázok kibocsá-



2. ábra • Az emberi tevékenység által a légkörbe juttatott üvegházgázok halmozott emissziója 2000 és 2010 között (historikus emisszió) és változatlan kibocsátási ütem mellett 2100-ig extrapolálva (*business as usual*, BAU), valamint a levegő, az óceánok és más természetes nyelők becsült kapacitása (IPCC, 2014b) e gázok felvételére úgy, hogy a globális átlaghőmérséklet ne emelkedjen többet 2 °C-nál. A kapacitásnál a biztonság érdekében a becslés bizonytalansági tartományának alsó határát vettük figyelembe. Az emissziós trendeknek a felvevőkapacitáshoz való viszonya intenzív kibocsátáscsökkentést tenne szükségessé, amelynek egyik lehetséges forgatókönyvét a görbe vonal jelzi (Somogyi, 2016a alapján).



3. ábra • A hazai üvegházgáz-kibocsátások és -elnyelések az üvegházgáz-leltár főbb kategóriái szerint (NIR Hungary, 2017).

tása sokféle és jelentős negatív hatásának kockázata feltétlenül szükségessé teszi az elővigyázatosság elvének alkalmazását. Ez az elv azt mondja ki, hogy ha egy tevékenység vagy politika a károsítás kockázatával jár, és nincs tudományos konszenzus arra nézve, hogy a károsítás okoz-e károkat vagy nem, akkor azt, hogy nincsenek vagy nem várható károk, nem azoknak kell bizonyítaniuk, akiket károk érhetnek, hanem azoknak, akik a tevékenységet gyakorolják, vagy a politikát képviselik. Ez az elv számos más környezetvédelmi megállapodás mellett az ENSZ Éghajlatváltozási Keretegyezményében (URL₃) szó szerint is tetten érhető (3,3 cikkely): „A Felek tegyenek elővigyázatossági intézkedéseket az éghajlatváltozás okainak megelőzésére, megakadályozására vagy okainak csökkentésére és káros hatásainak enyhítésére. Ahol súlyos vagy visszafordíthatatlan károk veszélye fenyeget, a teljes tudományos bizonyosság hiánya nem használható fel indokként ezen intézkedések elhalasztására”.

Az anyag és energia megmaradásának tétele, a klimatikus rendszer és a bioszféra megismerése, valamint az erdők szénforgalmának modellezése során szerzett eddigi tudásunk mindenképpen a kibocsátás-csökkenést teszi szükségessé – nincs jel arra nézve, hogy ha e csökkenés elmarad, az kedvezőtlen lenne. Ahogy azonban fent jeleztük, az éghajlatváltozással és annak hatásaival vagy az erdőpusztulásból származó kibocsátások nagyságával kapcsolatban tudományos bizonyosságról nem, csak konszenzusról és esetenként elismerten nagy becslési bizonytalanságról (IPCC, 2014b, Somogyi, 2016b) lehet szó. Az elővigyázatosság elve a fentiek alapján azt kívánja meg, hogy csökkentsük a kibocsátásokat, amíg a tudomány fejlődése alapján e csökkentés szükségtelessége be nem igazolódik.

E szükségtelesség (vagy szükségesség) vizsgálatára, de az elővigyázatosság elve szerint a kibocsátások csökkentésére és a csökkentés mikéntjére vonatkozó módszerek fejlesztésé-

re hazánkban is nagy szükség volna. A hazai üvegházgáz-kibocsátási profil publikussága (NIR Hungary, 2017) ellenére – megfelelő vita hiányában – eddig nem sikerült kiaknázni a hazai mitigációs (kibocsátás-csökkentési) lehetőségeket. A mitigációs lehetőségeinkről folytatott, többek között a kibocsátási profilunk részleteibe menő, valamint az éghajlatváltozáshoz szükséges alkalmazkodásról folytatott felelős viták intenzívebbé tétele nem halasztható. E viták, továbbá az éghajlatváltozással kapcsolatban szükségessé váló

hazai teendők koordinálása, illetve a szükségessé váló kutatások végzése, valamint koordinálása célszerűen egy dedikált intézményben történhetne. Mivel – szemben más országokkal – ilyen intézmény nálunk nincs, ezért azt létre kellene hozni. Megismételve az MTA-n tett korábbi felvetésemet, javasolom, hogy jöjjön létre egy új intézmény Fenntarthatósági és Klímaváltozási Kutatóintézet néven.

Kulcsszavak: erdőpusztulás, bükk, éghajlatváltozás, üvegházgáz-kibocsátás

IRODALOM

- IPCC (2006): 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. (Eggleston, H. Simon – Miwa, Kyoko – Ngara, Todd – Tanabe, Kiyota eds.). Hayama, Japan: IGES • <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/index.html>
- IPCC (2013): Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. (Stocker, Thomas F. – Qin, Dahe – Plattner, Gian-Kasper et al. eds.). Cambridge, NY: Cambridge University Press • <http://ipcc.ch/report/ar5/wg1/>
- IPCC (2014a): Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. (Field, Chris B. – Barros, Vicente R. – Dokken, David Jon et al. eds.). Cambridge, NY: Cambridge University Press • <http://ipcc.ch/report/ar5/wg2/>
- IPCC (2014b): Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. (Edenhofer, Ottmar – Pichs-Madruga, Ramón – Sokona, Youba et al. eds.). Cambridge, NY: Cambridge University Press • <http://ipcc.ch/report/ar5/wg3/>
- Móricz Norbert – Rasztovcics Ervin – Gálos Borbála et al. (2013): Modelling the Potential Distribution of Three Climate Zonal Tree Species for Present and Future Climate in Hungary. *Acta Silvatica et Lignaria Hungarica*. 9, 1, 85–96. DOI: 10.2478/aslh-2013-0007
- NIR Hungary (2017) *National Inventory Report, Hungary*. • <http://tinyurl.com/m96gcff>
- Rasztovcics Ervin – Berki Imre – Mátyás Csaba – Czímber Kornél – Pötzelberger, Elisabet – Móricz Norbert (2014): The Incorporation of Extreme Drought Events Improves Models for Beech Persistence at Its Distribution Limit. *Annals of Forest Science*. 71, 2, 201–210. DOI: 10.1007/s13595-013-0346-0
- Somogyi Zoltán (2001): *Erdő nélkül?* Budapest: L'Harmattan Könyvkiadó • <http://tinyurl.com/knpkqve>
- Somogyi Zoltán (2008): Recent Trends of Tree Growth in Relation to Climate Change in Hungary. *Acta Silvatica & Lignaria Hungarica*. 4, 17–27. • <http://tinyurl.com/n7ylyes>
- Somogyi Zoltán (2016a): A Framework for Quantifying Environmental Sustainability. *Ecological Indicators*. 61, Nov. DOI: 10.1016/j.ecolind.2015.09.034
- Somogyi Zoltán (2016b): Projected Effects of Climate Change on the Carbon Stocks of European Beech (*Fagus sylvatica* L.) Forests in Zala County, Hungary. *Lesnicki casopis - Forestry Journal*. 62, 3–14. • http://www.nlcsk.sk/fj/images/pdf/Rocnik_62/Cislo_1_2016/Somogyi.pdf
- Zimmermann, Niklaus E. – Normand, Signe – Pearman, Peter B. – Psomas, Achilleas (2013): Future Ranges in European Tree Species. In: Fitzgerald, Joanne – Lindner, Marcus (eds.) 2013. *Adapting to Climate Change in European Forests – Results of the MOTIVE project*. Sofia: Pensoft Publishers, 15–21. • <http://tinyurl.com/lvdyujc>
- URL1: <http://www.scientia.hu/casmofof>
- URL2: <http://tinyurl.com/zj3db9q>
- URL3: <http://tinyurl.com/k3xyq3a>

ÜZLET ÉS KLÍMA – SE VELED, SE NÉLKÜLED

Zilahy Gyula

habilitált egyetemi docens,
BME Környezetgazdaságtan Tanszék
Felsőbbfokú Tanulmányok Intézete, Kőszeg
zilahy@eik.bme.hu

Az üzleti szféra környezeti hatásaival kapcsolatos diskurzus kialakulásától fogva megosztja a szakértőket, azonban azt kevesen vitatják, hogy a vállalatoknak komoly szerepük van mind a problémák létrejöttében, mind azok megoldásában. Nem kivétel ez alól a klímaváltozás kérdésköre sem. A téma rendkívül szerteágazó, ezért e rövid tanulmányban csak néhány vonatkozására koncentrálnunk, mégpedig a vállalatok klímaváltozásban betöltött szerepére, az eddig elért eredményekre és a napjainkban gyorsan teret hódító innovatív üzleti modellek által a klímaváltozással kapcsolatban felvetett legfontosabb kérdésekre.

A World Economic Forum (WEF) vállalati, akadémiai és civil szakértők körében készített felmérése szerint a potenciális károk tekintetében 2016 elején a legfontosabb globális kockázati tényező a klímaváltozás elleni védekezés elégtelensége. A bekövetkezés valószínűségét tekintve a klímaváltozással kapcsolatos problémák a vizsgált 29 tényező közül a harmadik legfontosabbnak bizonyultak (WEF, 2016).

A szakemberek és a lakosság környezeti ügyekben megnyilvánuló nyomása – a célzott kormányzati eszközök mellett – jelentős hatást gyakorol a vállalati szféra tevékenységére

is, még akkor is, ha az eredmények gyakran felületesnek tűnnek, és időben elhúzódnak. Az *Eurobarometer* 2014-ben publikált, 28 Európai Unió ország állampolgárai körében készített felmérése szerint az európai polgárok 41%-a nevezte meg a vállalati szférát mint a klímaváltozásért felelős szektort, ami 6%-os növekedés a 2011-ben készült felméréshez képest. Ennél csak a nemzeti kormányok felelősségét említették többen (48%), míg az Európai Unió felelőségét a válaszolók 39%-a nevezte meg. Érdekes, hogy a megkérdezetteknek csupán 25%-a tartotta saját magát is felelősnek a klímával kapcsolatos problémák megoldásáért (European Commission, 2014).

A klíma változásáért való felelőség megállapításának igénye már a vállalatokat is érintő konkrét civil akciókban is megnyilvánul. 2015 szeptemberében a Greenpeace és a Fülöp-szigeteki Újjáépítési Mozgalom (*Philippine Rural Reconstruction Movement*) vezetésével 12 szervezet petíciót nyújtott be az Emberi Jogok Fülöp-szigeteki Bizottságához, amelyben a legfontosabb 50 CO₂-kibocsátó vállalat felelőségének kivizsgálását kérik a klímaváltozással kapcsolatos emberi jogi kérdésekben.

A Fülöp-szigeteken benyújtott petíció felhívja a figyelmet a vállalatok klímaváltozás-

sal kapcsolatos felelőségének néhány égető kérdésére is, nevezetesen a kommunikált célok és a tényleges eredmények között, illetve az új műszaki megoldásokba fektetett dollármilliárdok és a környezet állapotának folyamatos romlása között feszülő ellentmondásokra.

A vállalati szféra hozzájárulása az üvegházhatású gázok kibocsátásához

Egy 2014-ben kiadott jelentés szerint (Moorhead – Nixon, 2014) a világ ötszáz legnagyobb vállalata a globális üvegházhatású gázok kibocsátásának több mint 10%-áért felelős, és e vállalatok kibocsátása a 2010–2013-as időszakban átlagosan évente 1%-kal növekedett.

Az IPCC jelentése (Fischedick et al., 2014) szerint az ipari termeléshez közvetlenül kapcsolódó energiatermeléssel és egyéb folyamatokkal kapcsolatos üvegházgáz-kibocsátások a teljes kibocsátás 21%-át teszik ki. Ezen felül az ipar használja fel az előállított elektromos energia és hő jelentős részét, amely – a lakossági és egyéb felhasználással együtt – a teljes üvegházgáz-kibocsátás 25%-áért felelős.

Az ipari eredetű kibocsátások mértékénél még aggasztóbbak a növekedés tendenciái. Az ipari eredetű üvegházhatású gázok kibocsátása 1990 és 2010 között évi 10,37 Gtonna szén-dioxid-egyenértékről 15,44 Gtonnára, azaz mintegy 50%-kal növekedett (Ázsiában például 2,61-ről 8,36 Gtonna szén-dioxid-egyenértékre).

A klíma változása mindazonáltal nemcsak a kormányzatok és a lakosság számára hordoz kockázatot, hanem a vállalati szféra számára is növekvő költségeket okoz. A klímaváltozás USA-ra gyakorolt hatásaival foglalkozó *Risky Business* című jelentés szerint például csak a tengerszint emelkedése és a gyakoribb viharok 7,3 milliárd dollár költséggel járnak a vízparti ingatlanok és infrastruktúra tulajdo-

nosai számára (URL1). A jelentés szerzői 10%-os terméskiesést jósolnak előre néhány szövetségi államban, és úgy vélik, hogy a klímaváltozás miatt 95 gigawattnyi új erőművi kapacitásra lesz szükség, aminek költsége évi 12 milliárd dollárt tehet ki.

Erőfeszítések és eredmények

A vállalatok által készített beszámolók tanúsága szerint jelentős erőfeszítésekre került és kerül sor a környezeti hatások csökkentése, és ezen belül a klímaváltozás megelőzése érdekében. A „szennyezés megelőzése kifizetődik” (*Pollution Prevention Pays*) elv gyakorlati alkalmazásának úttörője több mint 2 millió tonna hulladék előállítását előzte meg 1975 óta, aminek köszönhetően 1,9 milliárd dollárt takarított meg (URL2). A repülőgépgyártók az 1960-as évektől napjainkig 80%-kal növelték az utazási és kereskedelmi célú repülőgépek hatékonyságát, ami számos innovatív megoldás együttes eredményeként jöhetett létre, mint például a hatékonyabb motorok használata, a repülőgépek súlyának csökkentése és a járatok optimalizálása (ATAG, 2010, lásd még ICAO, 2010).

A fentiekben is illusztrált fejlemények a környezetvédelem hagyományos, csövégi felfogásáról a hatékonyság javítását célzó megoldásokra való áttérés sikerességét mutatják. Mindazonáltal az erőforrás-felhasználás hatékonyságának javításában rejlő potenciál jelentős részét már kihasználták (legalábbis a fejlett országokban), ami azt jelenti, hogy további jelentős eredményeket csak alapvető technológiai változásoktól vagy újszerű termékek és szolgáltatások előállításától lehet várni (miközben a KKV-szektorban és sok fejlődő országban még most is komoly megtakarítási potenciálok vannak). Ezt azonban nehezíti az áttörést biztosító műszaki megol-

dások hiánya, illetve az, hogy az üzleti világ szereplői nem szívesen adják fel a számukra hosszú távon versenyelőnyt jelentő alapvető kompetenciáikat.

A műszaki korlátokra példa a már említett repülőgépgyártás, amely az inkrementális innováció lehetőségét egyre inkább kihasználva csak egy jelentősebb technológiai ugrásban bízhat – ami azonban akár még évtizedekig is várható magára. A repülőgépgyártók és megrendelőik évente dollármilliárdokat költenek ugyan műszaki újításokra,¹ a globális flotta hatékonysága még így is csak kb. 1%-kal javul évente, miközben a megtett utaskilométerek átlagosan évi 4–5%-kal növekednek. Nem véletlen tehát, hogy az Európai Unió szén-dioxid-kereskedelmi rendszerébe (ETS) való belépés ellen éppen a légiközlekedési vállalatok tiltakoztak a legjobban.

A műszaki innováció sikere ráadásul annak gazdasági és társadalmi beágyazottságától is függ. Jól példázta ezt az 1990-es évek közepén Kaliforniában bevezetett előírás, amely szerint az államban csak olyan gyártók értékesíthették gépjárműveiket, amelyek forgalmának legalább 1%-a nulla kibocsátású jármű (Zero Emission Vehicle, ZEV) volt. Az így forgalomba helyezett elektromos meghajtású járművek azonban néhány év alatt eltűntek a forgalomból, aminek okát sokan a gyártók olajvállalatokkal való összefonódásában látták. Feltehető azonban az is, hogy a piac sem volt felkészülve a kis hatótávolsággal működő, szokatlan szerkezetekre. Az már az elmúlt évek fejleménye, hogy a működését Izraelben jelentős tőkebefektetéssel megkezdő Better Place nevű, elektromos autót forgalmazó vállalkozás is kénytelen volt lehúzni a rolót

¹ Például az elmúlt években a repülőgépek szárnyain megjelenő függőleges toldalékok, az ún. *wingletek* kb. egymillió dollárba kerülnek.

párezer jármű értékesítése és néhány éves működés után. Felmerülhet a kérdés, vajon megérett-e a piac az alternatív hajtású járművekre? A Better Place által forgalmazott járművek – meghajtásuktól eltekintve – átlagos családi autók voltak, amelyek elsődleges funkciója a személyszállítás volt. Napjaink sikervállalata, a szintén elektromos autót forgalmazó Tesla, felismerve, hogy ez nem elegendő, presztízstermékeket állít elő, amiket – sok vevő számára talán melleleg – elektromos meghajtással lát el. Pontosan ezért kérdéses, hogy a vállalat a kisebb, szélesebb tömegek számára egyelőre még csak tervezett „olcsó” modelljeinek segítségével megérheti-e a nyereséges működés időszakát.

A környezeti teljesítmény értékelése

A fentiekben részletezett problémákon túl nehézséget jelent a vállalkozások környezeti és társadalmi teljesítményének megítélése is. A vállalati környezeti teljesítményértékelésnek és kommunikációnak mára kifinomult eszköztára alakult ki, azonban a legfontosabb kérdések éppen az aprólékosan kidolgozott módszertanok mögött bújnak meg.

A *Global Reporting Initiative* (GRI) 2013-ban már negyedik útmutatóját (G4) tette közzé a vállalati fenntarthatósági jelentések készítésére vonatkozóan. Már korábbi útmutatóiban is megjelent az a cél, hogy a vállalatok ne elszigetelten és öncélúan, hanem a tágabb társadalmi és környezeti problémák kontextusában mutassák be környezeti teljesítményüket (például a szén-dioxid-kibocsátás mértékét az érvényben lévő nemzeti vagy nemzetközi célkitűzések függvényében), ám ezt a vállalatok a gyakorlatban csak elvétve követték. Ennek ellenére a GRI negyedik útmutatója sem határoz meg részletesebb elvárásokat, ami komoly kritikákat váltott ki.

Új tendenciák az üzleti életben

A műszaki megoldásokban rejlő lehetőségek korlátaira kínálnak elegáns megoldást az elmúlt években megjelent és gyors ütemben terjedő, gyakran modern információs technológiákon alapuló innovatív üzleti modellek, például a közösségi gazdaság, a nyílt innováció vagy a finanszírozás alternatív módjai. Az ilyen modelleket megvalósító vállalkozások új, a piacon eddig meg nem jelent erőforrásokat mobilizálnak, és újfajta kapcsolatokat alakítanak ki a különböző társadalmi csoportok között, amivel a pár százalékos hatékonyságjavulást akár jelentősen meghaladó, nagyszámú változásokat is eredményezhetnek.

A klímaváltozás szempontjából különösen érdekes megvizsgálni az egyre gyorsabb ütemben terjedő közösségi gazdaság néhány megjelenési formáját, hiszen ezek komoly hatással lehetnek a lakosság fogyasztási szokásaira és a fogyasztói magatartással együtt járó kibocsátásokra is, akár már a közeli jövőben.

Egy, az Európai Parlament számára készített tanulmány szerint a közösségi gazdaság lehetőségeinek kiaknázása 572 milliárd eurós gazdasági potenciált jelent az Unió számára. Még ha figyelembe vesszük a számos akadályozó tényezőt, rövid távon akkor is 18 milliárd, közép- és hosszú távon pedig 134 milliárd éves haszonnal kecsegtetnek a közösségi gazdaság különböző megnyilvánulási formái (Goudin, 2016).

A helyi és távolsági közlekedésben egyaránt elterjedt internetalapú gépjármű-megosztási rendszerek a magánközlekedés kényelmét próbálják meg kombinálni a tömegközlekedés hatékonyságával. A rendszer előnyei egyértelműek a zsúfolt nagyvárosokban, ahol a parkolás különösen nagy gondot jelent, ráadásul a környezetbarát járművek használ-

lata az élettartamuk jelentős részében kihasználatlanul álló, magántulajdonban lévő járművek számát is csökkentheti.

A szállásmegosztó platformok a piacon korábban meg nem jelenő szálláshelyeket kínálják fel a turisták számára, és ezáltal javítják az ingatlanállomány kihasználtságát.

A közösségi navigáció a műholdas térképeket egészíti ki a közösségtől származó forgalmi adatokkal, segítve ezáltal a felhasználók gyorsabb haladását és csökkentve üzemenyag-felhasználásukat.

Az újfajta üzleti modellekkel szerzett korai tapasztalatok azonban óvatosságra intenek azok átfogó társadalmi, gazdasági és környezeti hatásainak tekintetében. A közösségi információkkal támogatott navigáció azokat is újra autóra ülteti, akik korábban éppen a nagy forgalom miatt választottak más közlekedési módot, és segíti ugyan a felhasználót célja gyorsabb elérésében, de ezt azáltal éri el, hogy szükség esetén a főutakról a mellékutakra tereli őket, ami a helyi lakosság nyugalma és egészsége is (levegőszennyezés, balesetek) veszélyezteteti. A környezeti hatásoknak ezt a fajta szétterítését valósítja meg a Google által nemrég felvásárolt Waze közösségi alapú navigációs alkalmazás is, amelynek Los Angelesben már mintegy egymillió felhasználója van. Bár a forgalom növekedését nehéz egyedül a Waze-nak tulajdonítani, az egyre élesebben megfogalmazott kritikák hatására a város 2015-ben egy adatmegosztáson alapuló együttműködést jelentett be a céggel, amelynek eredményeképpen még az is elképzelhető, hogy az alkalmazás kénytelen lesz korlátozni azoknak a sofőröknek a számát, akiket egy napon belül egy-egy utcába terel.

A különböző szállásmegosztó rendszerek az elmúlt években jelentős hatást gyakoroltak a helyi ingatlanpiacokra, az ingatlanok árának

és ezzel együtt a hosszú távú bérlemények díjának jelentős növelése révén. Az általuk gerjesztett forgalom pedig sokszor rövid látogatásokat, ezáltal megnövekedett közlekedési igényt (például nagyobb repülőforgalmat) generál, ami egyértelműen növeli az üvegházhatású gázok kibocsátását és a környezeti terhelést általában. A környezetre és így a klímaváltozásra gyakorolt kedvező hatást árnyalja az is, hogy a lakásukat rövid távon kiadni szándékozik a szükségesnél nagyobb beruházásokat kezdeményezhetnek, a lakások pedig gyorsabban avulnak el az intenzívebb használat eredményeképpen.

A világszerte szállásokat közvetítő Airbnb már 2014-ben közzétette egy széles körű felmérés eredményeit, amely szerint Észak-Amerikában az Airbnb által kiközvetített szállások 63%-kal kevesebb energiát használnak fel, mint a hagyományos szállodai szobák (Európában ez az érték 78%). Ennek eredményeképpen az Airbnb használói csak Észak-Amerikában mintegy 300 ezer gépjármű üvegházhatású gáz kibocsátását takarították meg egy év alatt. A felmérés megemlíti azt is, hogy az Airbnb által kínált szolgáltatások megnövelik az utazási igényeket, de számszerű adatok helyett csak annyit állapítanak meg, hogy a kedvező hatások meghaladják a megnövekedett fogyasztás negatív következményeit.

Az Európai Parlament számára készített tanulmány részletesen bemutatja a közösségi gazdaság várható gazdasági, társadalmi és környezeti hatásait. A gazdasági hatások között megemlíti a hagyományos vállalkozások piacvesztésének lehetőségét és azt, hogy kihívással néznek szembe az adó- és egyéb hatóságok is, de nem csupán az adminisztratív szabályok betartatása, hanem a megszokott bevételi források tekintetében is. A hagyományos termék- és szolgáltatás piacokon kialakít-

tott fogyasztóvédelmi szabályok a közösségi gazdaságban gyakran nem alkalmazhatóak.

A közösségi gazdaság tágabb értelemben vett hatásai egyelőre nehezen számszerűsíthetők. Egy jól működő városi közösségi gépjármű-rendszer látszólag leginkább a hagyományos taxivállalatokat érinti, azonban korántsem egyértelmű, milyen hatással van a tömegközlekedésre vagy az útvonalhálózatra, a parkolóhelyek kialakítására.

Kérdés továbbá az is, hogy amikor a közösségi gazdaság szereplői hagyományos vállalkozásokat szorítanak ki a piacról, akkor az új megoldások valóban hatékonyabbak-e a régieknél (például egy hibrid flottát üzemeltető hagyományos taxihálózat hatékonyabb lehet egy közösségi taxiszolgáltatásban használt hibrid, benzines és dízelüzemű gépjárművekből álló flottánál).

Hogyan tovább?

Az üzleti szféra jelentős mértékben hozzájárul az üvegházhatású gázok kibocsátásához, és ez a hozzájárulás az alkalmazott technológiák fejlődése és az egyre környezetkímélőbb termékek és szolgáltatások ellenére is növekvő tendenciájú. A hatékonyság javulása nem tud lépést tartani a növekvő fogyasztással járó, a fejlett és fejlődő országokban egyaránt tapasztalható kibocsátásnövekedéssel. Ezen túlmenően korántsem egyértelmű, hogy az ígéretesnek tűnő új üzleti modellek, például a közösségi gazdaság, hogyan hatnak a kibocsátásokra, akár már rövid és középtávon is.

Mindezek alapján megfogalmazható néhány, a gazdaság- és környezetpolitika által megfontolandó alapvetés.

Határozottan támogatni kell az új, innovatív technológiákat, különösen az azokat még nem kihasználó KKV-k körében és a fejlődő országokban. Ez utóbbiakban a helyi

érintettek gyenge elvárásai ellenére is törekedni kell a legmodernebb megoldások alkalmazására, hiszen a klímaváltozás szempontjából a kibocsátások földrajzi helye nem bír jelentőséggel.

Felismerve emellett a technológiai megoldások különböző, fntebb említett korlátait, a lakosság fogyasztói szokásaira is legalább akkora hangsúlyt kell fektetni, mint a termelési technológiák hatékonyságának javítására, még akkor is, ha ezt politikailag nehezebb felvállalni, mint a termelési oldalon jelen lévő *win-win* típusú megoldások támogatását.

Végül, elengedhetetlen az új, innovatív üzleti modellek és azok fenntarthatósági hatásainak alaposabb feltárása, amire még nem került sor, annak ellenére sem, hogy e modellek rendkívül gyorsan terjednek, és jelentőségük folyamatosan nő. A megértés elsődleges célja az új üzleti modellekkel kapcsolatos

környezet- és gazdaságpolitikai döntések megalapozása kell, hogy legyen, mivel ezt a folyamatot jelenleg még a helyi erőviszonyokon és a rövid távú, egyéni érdekeken alapuló döntéshozatal jellemzi.

A sok kérdőjel mellett bizonyos mértékű optimizmusra adhat okot, hogy 2015 decemberében több tucat globális vállalkozás is feliratkozott arra a listára, amelyet a párizsi klímacsúcs eredményeit támogató több mint hétszáz szervezet írt alá. Ezek a vállalatok ígéretet tettek arra is, hogy azonnal konkrét lépéseket tesznek a globális átlaghőmérséklet növekedésének 2 °C alatt tartása érdekében anélkül, hogy megvárnák a párizsi megállapodás 2020-ban esedékes életbe lépését.

Kulcsszavak: *ipari eredetű üvegházgáz-kibocsátások, vállalatok társadalmi felelőssége, környezeti kommunikáció, innovatív üzleti modellek*

IRODALOM

- ATAG (2010): *Beginner's Guide to Aviation Efficiency*. • <http://tinyurl.com/mnmpal4>
- European Commission (2014): *Climate Change. Special Eurobarometer Report No. 409*. • http://ec.europa.eu/clima/citizens/support/docs/report_2014_en.pdf
- Fischedick, Manfred – Roy, Joyashree – Abdel-Aziz, Amr et al. (2014): Industry. In: Edenhofer, Ottmar – Pichs-Madruga, Ramón – Sokona, Youba et al. (eds.): *Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge, NY: Cambridge University Press • <http://ipcc.ch/report/ar5/wg3/>

- Goudin, Pierre (2016): The Cost of Non-Europe in the Sharing Economy: Economic, Social and Legal Challenges and Opportunities • <http://tinyurl.com/mhwec8m>
- ICAO (2010): *Environmental Report, Chapter 2: Aircraft Technology Improvements*. • <http://tinyurl.com/n5l4ohy>
- Moorhead, John – Nixon, Tim (2014): *Global 500 Greenhouse Gases Performance 2010–2013: 2014 Report on Trends*. Thomson Reuters • <http://tinyurl.com/mvvp3bp>
- WEF (2016): *The Global Risks Report 2016*. 11th Edition. • <http://tinyurl.com/heca6l3>
- URL1: Risky Business Project (2014): *The Economic Risks of Climate Change in the United States*. • <http://tinyurl.com/hrpv4r4q>
- URL2: www.3m.com

VULKÁNKITÖRÉSEK KLÍMAVÁLTOZTATÓ HATÁSA: A KICSI IS SZÁMÍT!

Harangi Szabolcs

az MTA doktora, tanszékvezető egyetemi tanár, kutatócsoport-vezető,
MTA–ELTE Vulkanológiai Kutatócsoport, ELTE Közvetlen-Geokémiai Tanszék
szabolcs.harangi@geology.elte.hu

Bolygónk klímaváltozását egyedül az éghajlat állapotjelzőinek módosulásából, néhány légkört szennyező komponens, például a CO₂-koncentráció egyedi változása alapján nem érthetjük meg. Fontos, hogy mindezt a klímaváltozás – környezetváltozás – természeti folyamatok – társadalmi hatások összetett kölcsönhatása alapján értékeljük. A vulkáni működés a Föld kialakulása óta folyamatosan formálja bolygónkat, hat a környezetre és az ember megjelenése óta a társadalmakra is. Számos példa ismert arra, hogy a vulkánkitörések hogyan okoztak zavarokat az élővilágban (pl. Bond – Wignall, 2014) vagy játszottak szerepet az eljegesedések alakulásában (pl. Young et al., 2009) a földtörténet különböző időszakaiban. Az elmúlt fél évszázad jelentős globális hőmérséklet-emelkedését, a légköri CO₂-koncentráció növekedését nem kevesen írják a vulkáni kitörések számlájára, ezzel igyekezve csökkenteni az emberi tevékenység szerepét. Másrészt, sokan csupán az emberiséget okolják az éghajlatváltozásért, és nem veszik figyelembe azt, hogy a természeti folyamatoknak is megvan az ebbéli szerepük.

A vulkáni kitörések befolyásolják az éghajlatot, ezen keresztül az embereknek életlehetőséget adó környezetet. Ha a környezetváltozás

jelentős mértékű, az súlyos következménnyel járhat a társadalomra. Szükség van tehát a gondos elemzésre, hogy pontosabban és reálisan lássuk az éghajlat, a környezet és a társadalom kapcsolatát, és ebben fontos szerepet kapjon a természeti folyamatok befolyása is. E tanulmányban a vulkáni működés ebbéli szerepét tárgyaljuk, kiemelve azt, hogy nemcsak a nagy figyelmet kapó, jelentős vulkánkitöréseknek van éghajlat- és környezetmódosító szerepük, hanem akár a kevésbé ismert kis-közepes nagyságú vulkáni működésnek is. Ezek az ismeretek segítenek abban, hogy pontosabban értsük az éghajlatváltozás komplex rendszerét, az ezt befolyásoló komponenseket, továbbá előrenézzünk, és elemezhessük a jövőbeli extrém természeti folyamatok, például egy nagyobb vulkánkitörés környezeti és társadalmi hatását is.

Vulkánkitörések klimatikus hatása

A vulkáni működés éghajlatot befolyásoló okáról sokan úgy gondolják, hogy ez a légkörbe jutó jelentős mennyiségű vulkáni hamuanyaggal¹ magyarázható. Ezt a felvetést

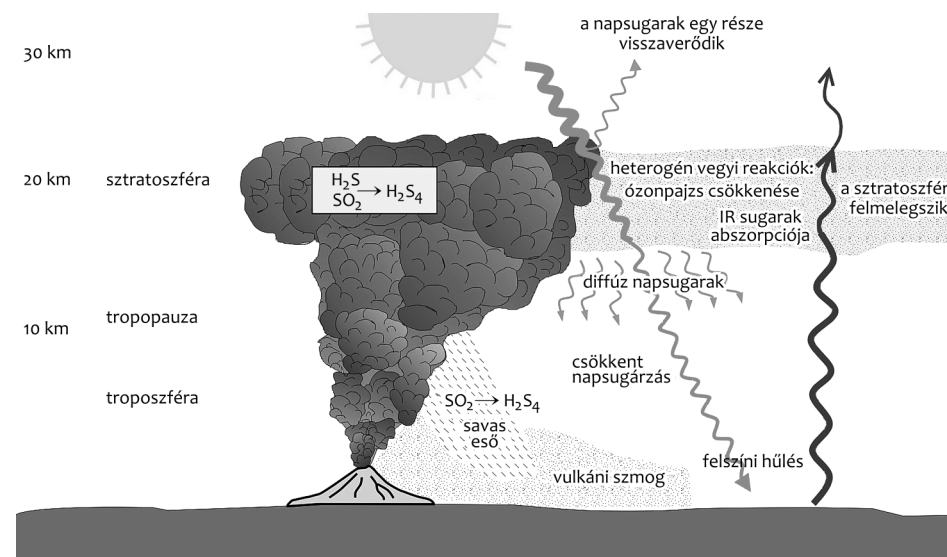
¹ Vulkáni hamunak nevezzük a robbanásos kitörés során felszínre kerülő 2 mm-nél kisebb szemcséket.

először William Jackson Humphreys fizikus fogalmazta meg, aki a 20. század legnagyobb vulkánkitörése (Katmai-Novarupta, Alaszka, 1912) után 1913 júniusában arról írt, hogy a vulkáni működés során a légkörbe jutó hamuszemcsék „inverz üvegházhatást” fejtenek ki, és ez lehűlést okoz. Felvetette azt is, hogy az 1810-es évek második felében tapasztalt anomálian hideg és csapadékos időjárásért a Tambora 1815-ös kitörése lehetett felelős.

A részletekbe menő tudományos magyarázatra azonban még jó fél évszázadot várni kellett. A történelmi időkben zajlott számos vulkánkitörés klimatikus hatását elemezve Hubert Lamb is úgy vélte, hogy a légkörbe került nagy mennyiségű vulkáni hamuanyag veri vissza a napsugarakat, és ez okoz hőmérséklet-visszaesést (Lamb, 1970). Fordulatot a mexikói El Chichon vulkán 1982-es kitörése hozott. Ekkor műszeres mérések (aeroszolkos légi mintagyűjtése) során figyeltek fel arra, hogy a légkörbe jelentős mennyiségű SO₂-gáz

került, ami aztán vízzel reagálva kénsav-aeroszollá alakult (Sato et al., 1993). A számítások szerint 13 megatonna SO₂ került a légkörbe, és a hawaii Mauna Loa Observatóriumban zajló elemzések jelentős csökkenést tapasztaltak a közvetlenül felszínre érkező napsugárzás mértékében. Mindehhez azonban nem kapcsolódott jelentősebb lehűlés, mivel ezt kompenzálta az ekkor zajló El Niño-hatás.

Nem sokkal később, a Fülöp-szigeteki Pinatubo 1991-es hatalmas kitörése során már műholdas eszközökkel azonosították a kénsavas aeroszolfelhőt a magas légrétegekben, és mutatták ki a kitörést követő években a néhány tized fokos globális hőmérséklet-csökkenést (McCormick et al., 1995). Ezzel egyértelművé vált a vulkánkitörések során kikerülő SO₂-gázok alapvető szerepe az éghajlat módosításában (i. ábra). A SO₂ vízzel reagálva több lépcsőben végül kénsavcseppekké alakul, mégpedig szubmikron-mikron nagyságú aeroszolcseppekké. Ha ez a reakció a kis



i. ábra • Nagy robbanásos vulkánkitörések klimatikus hatásának egyszerűsített magyarázata (Alan Robock rajza alapján)

sűrűségű magas légrétegekben, a sztratoszférában történik, akkor a kénsav-aeroszol felhő akár évekig is megmaradhat, és kiterjedt réteget hoz létre, ami visszaveri a beeső rövidhullámú napsugarakat. Ez pedig csökkenti a felszíni hőmérsékletet.

Ezt követően felgyorsultak a kutatások, és mára körvonalazódik a vulkáni működés éghajlat-változtató szerepének receptje (Schmidt – Robock, 2015). Ehhez az szükséges, hogy a vulkánkitörést kénben gazdag magma táplálja, és az olyan erejű robbanással történjen, hogy a kitörési felhő anyaga feljusson a sztratoszférába. Ennek alsó határa a sarki területek közelében 10 km körül van, míg a trópusi területek felett 18 km magasan található. Leghatékonyabban a trópusi területen zajló vulkánkitörések okoznak klimatikus hatást, mivel a magaslégtörési futóselek ebben az esetben nagy területen terítik szét a kénsav-aeroszol felhőt. A számítások szerint legalább 1–5 megatonna SO_2 -nak kell a sztratoszférába jutnia, hogy mérhető hőmérséklet-csökkenést okozzon a felszínen, s ez a vulkánkitörés után egyhárom évig okoz érezhető hatást. Fontos megjegyezni azonban, hogy egymást követő több, nagy erejű vulkánkitörés esetében a klimatikus hatás akár egy évtizedig is elhúzódhat (Toohey et al., 2016). A Tambora 1815-ös kitörése során 55 megatonna (millió tonna) SO_2 került a légkörbe, aminek nyomán több mint 100 millió tonna kénsav-aeroszol anyag terült szét a sztratoszférában (Self et al., 2004). Ez kb. 1 °C-kal csökkentette a földi átlaghőmérsékletet (Kandlbauer et al., 2013). Összehasonlításképpen, a Föld globális SO_2 -kibocsátása a 2006-os igen magas szennyezési időszakban sem érte el a 33 millió tonnát! Nyugodtabb időszakokban azonban a vulkánok éves globális kénkibocsátása nem több mint 14%-a a troposzférába jutó összes kén-

mennyiségnek. A kénsav-aeroszol felhő emellett elnyeli a földfelszínről visszaverődő infravörös sugarakat, ami miatt a sztratoszféra felmelegszik, és ez alapvető változásokat okoz a nagy léptékű légköri áramlási rendszerben. Ezzel magyarázható például, hogy nagy vulkánkitörések után elmaradhatnak a jelentős monszunesők (Oman et al., 2006). A monszunesőzések elmaradása jelentős környezeti változást okozhat, ami kihathat az élővilágra és a társadalmak életére is. A Tambora 1815. évi kitörése után a Gangesz öbléből kiinduló, több százezer emberéletet követelő kolerajárvány vélhetően ilyen változásra vezethető vissza (D’Arcy Wood, 2015). Az aeroszolfelhő elősegíti a magaslégtörési heterogén reakciókat is, ami az ózonpajzsra jelent veszélyt.

Össességében, a nagy robbanásos vulkánkitörések után kialakuló kénsav-aeroszol felhő összetett folyamatsort indít el, aminek számtalan következménye van. Ezért veszélyes ebben az esetben is csupán egyetlen hatást (például felszíni hőmérséklet-csökkenést) kiemelni, ami gyakran kerül elő például geomérnöki körökben. Közülük egyesek például azt szorgalmazzák, hogy a globális felmelegedés ellen technológiai eszközökkel védekezhetünk, amennyiben nagy mennyiségű kén-dioxidot juttatunk fel mesterségesen a magaslégtörésbe. Mindez azonban nagyon veszélyes további következménnyel is jár, amit nem lehet figyelmen kívül hagyni (Robock, 2008).

Vulkánkitörések és az ózon

Az ultraibolya sugarak hatásától védő és ezért az élet szempontjából kiemelkedően fontos magaslégtörési földi ózonréteg vastagságát jelentős mértékben befolyásolják az emberiség által kibocsátott halogének, például a klór, a fluor és a bróm. Ezek a sztratoszférába kerülve bontják az ózont, különösen a téli, hide-

gebb időszakokban (Solomon, 1999). Az ózonréteg drámai csökkenése miatt született a Montreali és Kiotói Egyezmény, amelyben az aláíró országok vállalták, hogy csökkentik az ózonréteget romboló kémiai anyagok kibocsátását. Ennek pozitív hatásait már a 21. század elején jelezték, majd Susan Solomon és munkatársai (2016) munkája egyértelműen alátámasztotta a gyógyulást, az ózonréteg vastagságának lassú helyreállítását. Vannak azonban természeti folyamatok is, amelyek csökkentik az ózonréteget, és ezzel szintén foglalkozni kell, hogy megfelelő képet kapjunk a változások irányáról és okáról.

A vulkáni gázok közül a hidrogén-klór és hidrogén-fluorid befolyásoló szerepe csekély, mivel ezek vízben könnyen oldhatók, és az esővel gyorsan kimosódnak a légkörből, még mielőtt a magasba jutnának. A vulkánkitörések ózonvastagság-csökkentő hatását először a Pinatubo 1991-es kitörése után figyelték meg (Hofman – Oltmans, 1993). A több mint 30 km magasba jutó kitörési felhő gázanyaga bekerült a sztratoszférába, azonban a mérések nem mutattak ki jelentékeny klórnövekedést. Az ózonpusztulás oka a SO_2 -gázok és a sztratoszférában ennek révén kialakult kénsav-aeroszol felhő volt. Az aeroszolszemcsék ugyanis hatékony felületet adnak heterogén reakciókra, ami az ózon csökkenéséhez vezet. Az újabb kutatások (pl. Kutterolf et al., 2013) azonban arra is rámutattak, hogy a vulkáni gázok között jelentékeny mennyiségű bróm is lehet, ami az ózont tízszer hatékonyabban bontja, mint a klór, és ezzel is számolni kell a vulkáni működés ózonmennyiségét befolyásoló szerepének értékelése során.

Természetesen ez esetben is fontos a kitörő vulkán földrajzi elhelyezkedése. A sarkokhoz közeli területen lévő tűzhányóknak közvetlen és jelentősebb ózoncsökkentő hatásuk

van egy erősebb kitörés esetén, ám ahogy azt a Pinatubo esete is mutatta, ez a hatás kimutatható a trópusi területeken történő vulkánkitörések esetében is. Solomon és munkatársai (2016) az elmúlt évtizedben történt vulkánkitörések ózonpajzsra gyakorolt hatását vizsgálták. A 21. században számos közepes nagyságú vulkánkitörés történt, ami a globális átlaghőmérsékletet is befolyásolta (Solomon et al., 2011; Santer et al., 2014), és úgy tűnik, ez a szerep az ózonvastagságra is érvényes. A sztratoszférában kialakuló kénsav-aeroszol felhő, különösen a kis nyomású, hidegebb, azaz magasabb légrétegekben fejt ki csökkentő hatást az ózonra. A vastagság 30%-kal (a Puyehue-Cordón Caulle kitörése 2011-ben Chilében), illetve 55%-kal csökkent (a Calbuco kitörése 2015-ben, szintén Chilében) a korábbi évhez képest! Ez azt jelenti, hogy az adott évek szeptemberében 1 millió, illetve 4,4 millió km^2 -rel nőtt az ózonlyuk.

A vulkánkitörések tehát csökkenthetik az ózonréteg vastagságát, és ez a modern analitikai eszközökkel mérve, ill. modellszámításokkal egyértelműen kimutatható (Solomon et al., 2016). Ugyanakkor azt is látni kell, hogy ez a hatás összességében általában nem több, mint 1–5%, míg egyéb természeti folyamatok 15–20%-ban járulnak hozzá az ózonbomláshoz. A fennmaradó 75–85% csökkenés emberi tevékenység következménye. A Montreali és Kiotói Egyezmény következtében sikerült ez utóbbi hatást csökkenteni, ami az ózonseb nagymértékű javulását idézte elő. Egyedi nagy vulkánkitöréseknek azonban lehet erőteljes, rövid idejű, néhány évig tartó hatásuk. A Pinatubo kitörése például 25–33%-os ózoncsökkenést okozott a kitörést megelőző évhez képest, Susan Solomon és munkatársai (2016) tanulmánya pedig azt is kimutatta, hogy közepes méretű, de a sarkokhoz közelebbi vul-

kánkitörések is képesek ilyen vagy ennél nagyobb mértékű rombolásra. Steffen Kuttrolf és munkatársai (2013) ugyanakkor arra hívják fel a figyelmet, hogy a múltban ennél komolyabb ózonsökkenéssel járó vulkánkitörések is lehettek, s ebben nem csupán a SO₂-nak, hanem közvetlenül a halogéneknak is jelentős szerepük lehetett. Az elmúlt 70 ezer év nicaraguai vulkánkitöréseit vizsgálva azt találták, hogy egyes esetekben a jelenlegi emberi évi halogénkibocsátás 2–300 szorosa is a légkörbe juthatott. Az Apoyo 25 ezer évvel ezelőtti kitörése során például 120 megatonna klór és 600 kilotonna bróm kerülhetett a sztratoszférába a konzervatív becslések szerint, ami jelentős ózonbomláshoz vezetett. Egy ilyen esemény mai bekövetkezése tehát beláthatatlan következményekkel járna. Ez bizonyosan megnyitja a kutatást abba az irányba, hogy jobban megismerjük a vulkánkitörések során légkörbe jutó halogének mennyiségét és szerepüket a magaslégköri folyamatokban.

A kicsi is számít

Az éghajlatváltozást modellező előrejelzések az 1990-es évek végén meredek hőmérséklet-emelkedést jósoltak a 21. századra. Mindez azonban eddig nem következett be, a század első 15 évében az éves átlagos felszíni hőmérséklet viszonylag állandó maradt, jóllehet a légköri CO₂ koncentrációja továbbra is meredeken nőtt. A felmelegedési hiányra számos magyarázat született, például az óceánok növekvő hőelnyelése, a csökkenő napbesugárzás, az emberi és vulkáni tevékenység során légkörbe került aeroszol mennyiségének növekedése (Schmidt et al., 2014). A vulkáni működés klimatikus hatásának esetében sokáig az volt az álláspont, hogy csak a nagy robbanásos kitörések képesek érezhetően csökkenteni a globális átlaghőmérsékletet, amint azt

a Pinatubo 1991-es kitörése után is tapasztalták (Robock, 2002). 2010-től azonban az új műszeres megfigyelések hatására megváltozott ez a nézet (Solomon et al., 2011; Santer et al., 2014; Andersson et al., 2015).

A modern, műholdas módszerekkel már korábban is mérték a sztratoszférában lévő kénsav-aeroszol mennyiségét, azonban ezek a vizsgálatok csak a 15 km feletti magasságra korlátozódtak. A sarkokhoz közeli területek felett azonban már 10 km magasságban kezdődik a sztratoszféra, és ennek alsó feléről ezért hiányoztak az információk. Az újabb felszíni, lidar- és léggömbös mérések pótolták ezt a hiányt, és ezzel pontosabb képet lehetett kapni a magaslégköri aeroszol-koncentrációról. Susan Solomon és munkatársai mutatták ki először (Solomon et al., 2011), hogy a 21. század elején zajlott kis és közepes erősségű vulkánkitörések által légkörbe bocsátott kén-dioxid mennyisége is már elegendő volt ahhoz, hogy érezhető hőmérséklet-csökkenést okozzon. A későbbi mérések pontosították ezt a hatást, miszerint a 2000 és 2013 közötti vulkánkitörések 0,05–0,12 °C globális hűlést okoztak (Santer et al., 2014). A vulkáni működés éghajlat-befolyásoló szerepe első alkalommal került be a klímamodell-számításokba, amivel igazolni lehetett, hogy a vulkáni eredetű magaslégköri aeroszol mennyisége és a felszínre érkező napsugárzás mértéke között korreláció mutatható ki. A több mint tucatnyi, jelentős SO₂-ot felszínre bocsátó vulkánkitörés (1. táblázat) közül kiemelkedett az aleuti Kasatochi 2008-as, a Kuril-szigeteki Szaricsev 2009-es és az eritreai Nabro 2011-es működése, amelyek egyenként több mint 1 millió tonna SO₂-gázt juttattak a légkörbe.

Ezek az új kutatási eredmények világosan rámutatnak arra, hogy a Föld éghajlati rendszerét számos tényező befolyásolja, és ezek

vulkán	helye	kitörés éve	SO ₂ (Tg)
Ulawun	Pápua Új-Guinea	2000	n. a.
Sheveluch	Kamcsatka, Oroszország	2001	n. a.
Ruang	Indonézia	2002	0,03
Reventador	Ecuador	2002	0,07
Anatahan	Mariana-szigetek	2003	0,03
Manam	Pápua Új-Guinea	2005	0,09
Sierra Negra	Galápagos, Ecuador	2005	n. a.
Soufrière	Montserrat, Karibi-szigetek	2006	0,2
Rabaul	Pápua Új-Guinea	2006	0,2
Jebel at Tair	Vörös-tenger	2007	0,08
Chaitén	Chile	2008	0,01
Okmok	Aleuti-szigetek, Alaszka	2008	0,1
Kasatochi	Aleuti-szigetek, Alaszka	2008	1,7
Redoubt	Alaszka	2009	0,01
Sarychev	Kurili-szigetek	2009	1,2
Eyjafjallajökull	Izland	2010	n. a.
Merapi	Indonézia	2010	0,4
Gromsvötn	Izland	2011	0,4
Puyehue-Cordón Caulle	Chile	2011	0,3
Nabro	Eritrea	2011	1,5
Calbuco	Chile	2015	0,4
Holuhraun-Bárdarbunga	Izland	2014–2015	11*

1. táblázat • Az elmúlt tizenöt év kis és közepes erősségű vulkánkitörései és a légkörbe juttatott kén-dioxid mennyisége (Andersson et al., 2015 nyomán). (* A Holuhraun-Bárdarbunga lávaöntő-kitörés hat hónapja alatt, ami jórészt az alacsony légrétegekben maradt.)

közül nem hanyagolhatók el a vulkáni működés okozta hatások. A korábbi felfogással ellentétben figyelembe kell venni a kis és közepes erősségű vulkánkitöréseket is, fontos mérni a légkörbe jutó vulkáni gázok mennyiségét, összetételét és elterjedését. Ezt a tényezőt nem építették be a korábbi IPCC- (Intergovernmental Panel on Climate Change)

jelentésekbe és klímamodellekbe. Ennek korrigálása segíthet jobban megérteni a múlt- és jövőbeli éghajlatváltozás okait, és pontosítani ebben az emberiség szerepét is.

Jégbe zárt vulkáni kitörési archívum

A vulkáni kitörések korábban is befolyásolták az éghajlatot. Kulcskérdés, hogy minél pon-

tosabban lássuk ennek dinamikáját, trendjét, a jelentősebb események ismétlődési gyakoriságát. Mindehhez ismernünk kell, hogy a vulkáni kitörések során mennyi SO₂ került a légkörbe. Ennek becslésére az egyik lehetőség az ún. kőzettani vizsgálat (Scaillet et al., 2004), amelynek során a kristályok üvegzárványai, valamint a kőzetek üveges alanyaga kémiai összetételének elemzésével számolhatjuk ki többek között a magmából kikerülő gázok mennyiségét. A másik lehetőség a jégfuratminták elemzése, különös tekintettel a kénsav-koncentráció változására (Gao et al., 2008; Sigl et al., 2015). Az elmúlt évtizedekben Grönland és az Antarktisz vastag jégtakaróján számos kutatófúrást mélyítettek, amelyek több mint tízezer év alatt keletkezett jéganyagát hozták a felszínre (Zielinski et al., 1996). A jégfuratminták elemzése által kapott új ismereteknek óriási a jelentősége a környezetváltozás megértésében. Fontos, eddig nem ismert adatokat tudunk meg többek között a múlt vulkánkitöréseiről is.

A jég minden évben újabb réteggel gyarapszik, a ráeső hó vékony jéggréteggé tömörö-

dik. Közben a jég magába zár piciny levegőbuborékokat, amelyek tartalmazzák az adott kor légköri szennyezőanyagait is, például különböző vegyületeket és port. Nagy vulkánkitörések esetében a légkörbe vulkáni hamanyag és vulkáni gázok kerülnek, amelyek szintén csapadózhatnak a jég keletkezése során. A vulkáni gázok, például a kén-dioxid, illetve a belőle keletkező szulfát aeroszolok a csapadékkal, hópolyhekkkel kerülnek a jégmezőkre. A jégfuratokban pontosan visszszámolható a jéggréteg éves gyarapodása, azaz éves pontossággal fedhetők fel az akkori légkör jellemzői, így például a vulkáni szennyezés. A jéggrétegek szulfáttartalma nagy pontossággal mérhető. A koncentrációsúcsokhoz hozzárendelhető a jégfuratrétegekből kiszámolt képződési év, és mindezek után már csak az a feladat, hogy az adatokat értelmezve megfejtjük a koncentrációnövekedés okát.

Az élesen kiemelkedő szulfátkoncentráció-anomáliák csakis vulkáni működéssel magyarázhatók. Ezzel egy nagy felbontású vulkánkitörési archívumhoz jutunk, mégpedig olyan vulkánkitörések idősorához, amelyek jelentős

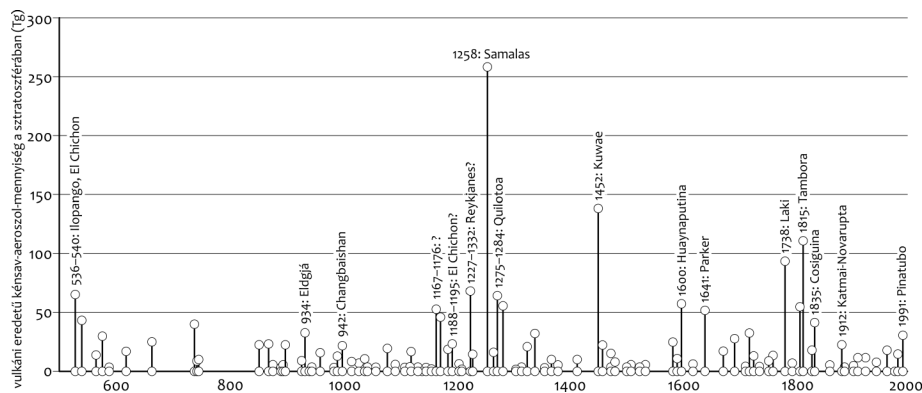
mennyiségű kén-dioxidot juttattak a légkörbe, és ezzel potenciálisan módosíthatták az éghajlatot (2. ábra). Ma már több mint tízezer évre visszamenően ismerjük ezeket az adatokat, az elmúlt két évezredre éves pontossággal (Sigl et al., 2015)! A kiemelkedő szulfátsúcsok nagy része esetében sikerült azonosítani a vulkánkitörés helyét, ám vannak még kérdéses események, amikor nem tudjuk, melyik vulkánkitörés okozta a jégfuratmintákban megjelenő szennyezést. Ez magyarázható azzal, hogy az évszázadokkal ezelőtti vulkáni működésekről nincs feljegyzés, nem sikerült még azonosítani pontos kormeghatározással az adott évben zajlott vulkáni működés anyagát, vagy éppen a vulkánkitörés tengeri környezetben történt, azaz maga a vulkáni képződés sem látható.

Vulkánkitörés, éghajlatváltozás, társadalmi zavarok

Az éghajlatváltozás okozta környezeti változások nyilvánvalóan hatnak a társadalmak életére. Ez érvényes a vulkánkitörések okozta klímaváltozás eseteire is. A jégfuratmintákból származó információk, az éghajlat-változtató vulkánkitörések idejének azonosítása, a történelmi dokumentumokkal való összevetése lehetőséget ad, hogy jobban megértsük azt is, hogy a társadalom hogyan reagált egy-egy ilyen anomális eseményre. Az interdiszciplináris kutatások rámutattak arra, hogy többek között milyen társadalmi átrendeződések történtek a 6. század közepén, amikor egymás után két, jelentős mennyiségű kén-dioxidot a légkörbe juttató vulkánkitörés is történt (Toohey et al., 2016) vagy a Laki 1783-as kitörése után (Stothers, 1996), illetve a Tambora 1815-ös kitörését követően (Oppenheimer, 2003). Ez utóbbi erősen érintette a Kárpát-medence térségét is, Európában talán a leg-

súlyosabban (Harangi, 2015). Mindezekből fontos tanulságok vonhatók le, mivel hasonló vulkáni események a jövőben is lesznek, akár ebben az évszázadban is. A jégfuratminták nagy felbontású elemzése alapján tudjuk, hogy az elmúlt kétezer évben legalább ötven, globális éghajlatváltozással járó vulkánkitörés történt (Gao et al., 2008), ezek közül előfordultak időben (egy évtizeden belül) egymáshoz közel eső, dupla kitörések is, ami a környezeti hatások felerősödését okozta (Toohey et al., 2016). Ez utóbbiak átlagos ismétlődési gyakorisága százötven év, és legutóbb 1831-ben és 1835-ben volt ilyen esemény (Harangi, 2015). Fontos tehát, hogy jobban megismerjük e korábban elhanyagolt „dupla kitörések” környezeti hatását is, mert a történelmi időkben látjuk súlyos következményeiket, és ilyen akár a közeljövőben is bekövetkezhet.

A vulkánkitörések éghajlatváltozást okozó hatása jelentős környezeti változásokkal jár, amire a társadalmaknak reagálniuk kell. A történelmi példákban látjuk, hogy ez sokszor népcsoportok területi átrendeződését is maga után vonja. Ma már szűkül a tér, ahová nagy tömegek érkehetnek, jelenleg már hétmilliárdan élünk a Földön, azaz az élettér csökken, és ezért egy ilyen reakciónak beláthatatlan következményei lehetnek. A társadalom jelentősen változott az elmúlt évtizedekben, rohamos a technológiai fejlődés, ami sok esetben magabiztosságot okoz. Sokan úgy gondolják, hogy a modern társadalom mindent meg tud oldani, akár a természeti folyamatokat, változásokat is befolyásolhatja. Az izlandi Eyjafjallajökull 2010. tavaszi, viszonylag szerény méretű kitörésének Európát megrázó hatása azonban figyelmeztet, hogy a modern társadalom jóval törékenyebb, érzékenyebb a természeti változásokra, mint azt sokan gondolják. Mindezek, ezen belül a nagy, globális



2. ábra • Az elmúlt 1500 év nagy vulkánkitörései, amelyek nyomot hagytak a grönlandi vagy antarktisi jégtakaróban. A jégfuratmintákban mért szulfátkoncentráció alapján becsülhető a sztratoszférába adott évben bekerült vulkáni kén-dioxid-gázokból keletkezett kénsav-aeroszol mennyisége (adatok Gao et al., 2008 és Global Volcanism Program alapján).

kihatású vulkáni kitörések felmérése, interdiszciplináris tudományos elemzése létkérdés az emberiség jövője szempontjából.

Záró gondolatok

A vulkánkitörések éghajlat-módosító hatásáról, annak fizikai okairól, környezeti és társadalmi következményeiről egyre többet tudunk, és ezek az ismeretek az elmúlt években rohamosan növekedtek. A Tambora 1815. évi kitörése és az azt követő súlyos globális környezeti következmények 200. évfordulója további jó alkalmat teremtett, hogy a vulkanológusok, a klimatológusok, a légkörfizikusok és klímamodellzők összefogjanak, és egyesítsék tudásukat azért, hogy jobban megértsük az éghajlatot befolyásoló komplex természeti folyamatokat. A történelmi dokumentumokból kiolvasható események és ezek kapcsolata a környezetváltozással, ezen belül a vulkánkitörések által okozott globális válto-

zásokkal, segít jobban megismerni azt, hogy a társadalom miképpen reagál az ilyen váratlan történésekre. Ez a tudás létfontosságú a jövőben nyilvánvalóan bekövetkező hasonló, akár extrém hatású eseményekre való felkészülésben. Fontos hangsúlyozni azt is, hogy az éghajlatváltozást sok összetevő, természeti és emberi hatás egyaránt befolyásolja. Nem becsülhető le egyetlen komponens szerepe sem, így például a vulkáni kitöréseké sem. Számítanak az akár a kisebb méretű kitörések is, ezeket figyelembe kell venni a klímamodellekben és előrejelzésekben. Fontos azonban azt is látni, hogy a vulkánkitörések egyedül nem okolhatók az éghajlat módosulásért, amint azt egyesek felvetik, az emberiség szerepe a környezetváltozásban nyilvánvaló.

Kulcsszavak: *vulkánkitörés, klímaváltozás, kén-dioxid, kénsav-aeroszol, ózon, jégfuratok, társadalmi változások*

IRODALOM

Andersson, Sandra M. – Martinsson, Bengt G. – Vernier, Jean-Paul et al. (2015): Significant Radiative Impact of Volcanic Aerosol in the Lowermost Stratosphere. *Nature Communications*. 6, Art. 7692 DOI: 10.1038/ncomms8692 • <http://tinyurl.com/l5my8zk>

Bond, David P. G. – Wignall, Paul B. (2014): Large Igneous Provinces and Mass Extinctions: An Update. *The Geological Society of America, Special Paper* 505., 29–55., DOI: 10.1130/2014.2505(02) • <http://tinyurl.com/lalgd68>

D’Arcy Wood, Gillen (2015): *Tambora: The Eruption That Changed the World*. Princeton University Press

Gao, Chaochao – Robock, Alan – Ammann, Caspar (2008): Volcanic Forcing of Climate over the Past 1500 Years: An Improved Ice-core-based Index for Climate Models. *Journal of Geophysical Research*. 113, D23111 DOI:10.1029/2008JD010239 • <http://climate.envsci.rutgers.edu/pdf/Gao2008JD010239.pdf>

Harangi Szabolcs (2015): Egy vulkán, amely megrengette a világot. 200 éve tört ki a Tambora. *Magyar Tudomány*. 176, 7, 875–883. • <http://www.matud.iif.hu/2015/07/18.htm>

Hofmann, David J. – Oltmans, Samuel J. (1993): Anomalous Antarctic Ozone during 1992: Evidence for Pinatubo Volcanic Aerosol Effects. *Journal of Geophysical Research*. 98, 18555–18561. DOI: 10.1029/93JD02092

Kandlbauer, Jessica – Hopcroft, Peter O. – Valdes, Paul J. – Sparks, R. Stephen J. (2013): Climate and Carbon Cycle Response to the 1815 Tambora Volcanic Eruption. *Journal of Geophysical Research*. 118, 12497–12507. DOI: 10.1002/2013JD019767

Kutterolf, Steffen – Hansteen, Thor H. – Appel, Karen et al. (2013): Combined Bromine and Chlorine Release from Large Explosive Volcanic Eruptions: A Threat to Stratospheric Ozone? *Geology*. 41, 707–710. DOI: 10.1130/G34044.1

Lamb, Hubert (1970): Volcanic Dust in the Atmosphere; With a Chronology and Assessment of Its Meteorological Significance. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series A, Mathematical and Physical Sciences*. 266, 425–533. DOI: 10.1098/rsta.1970.0010

McCormick, M. Patrick – Thomason, Larry W. – Trepte, Charles R. (1995): Atmospheric Effects of

the Mt Pinatubo Eruption. *Nature*. 373, 399–404. DOI:10.1038/373399a0

Oman, Luke – Robock, Alan – Stenchikov, Georgiy L. – Thorndarson, Thorvaldur (2006): High-latitude Eruptions Cast Shadow over the African Monsoon and the Flow of the Nile. *Geophysical Research Letters*. 33, L18711, DOI:10.1029/2006GL027665 • <http://tinyurl.com/mpdr53w>

Oppenheimer, Clive (2003): Climatic, Environmental and Human Consequences of the Largest Known Historic Eruption: Tambora Volcano (Indonesia) 1815. *Progress in Physical Geography*, 27, 230–259. DOI: 10.1191/0309133303pp3799a

Robock, Alan (2002): Pinatubo Eruption: The Climatic Aftermath. *Science*, 295, 1242–1244. • <http://tinyurl.com/kkectyv>

Robock, Alan (2008): 20 Reasons Why Geoengineering May Be a Bad Idea. *Bulletin of the Atomic Scientists*, 64, 2, 14–18. 9 DOI: 10.2968/064002006 • <http://tinyurl.com/km809jp>

Santer, Benjamin D. – Solomon, Susan – Bonfils, Céline et al. (2014): Observed Multivariable Signals of Late 20th and Early 21st Century Volcanic Activity. *Geophysical Research Letters*. 42, 500–509. DOI: 10.1002/2014GL062366 • <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/2014GL062366/full>

Sato, Makiko – Hansen, James E. – McCormick, M. Patrick – Pollack, James B. (1993): Stratospheric Aerosol Optical Depths, 1850–1990. *Journal of Geophysical Research*. 98(D12), 22987–22994. DOI: 10.1029/93JD02553 • https://pubs.giss.nasa.gov/docs/1993/1993_Sato_sao8000d.pdf

Scaillet, Bruno – Luhr, James F. – Carroll, Michael R. (2004): Petrological and Volcanological Constraints on Volcanic Sulfur Emissions to the Atmosphere. In: Robock, Alan – Oppenheimer, Clive (eds.): *Volcanism and the Earth’s Atmosphere*. Washington, DC: American Geophysical Union, DOI: 10.1029/139GM02

Schmidt, Anja – Robock, Alan (2015): Volcanism, the Atmosphere and Climate through Time. In: Schmidt, Anja – Fristad, Kirsten E. – Elkins-Tanton, Linda T. (eds.): *Volcanism and Global Environmental Change*. Cambridge University Press, 195–207. • <http://tinyurl.com/l8len26>

Schmidt, Gavin A. – Shindell, Drew T. – Tsigaridis, Kostas (2014): Reconciling Warming Trends. *Nature Geosciences*. 7, 158–160. • <http://tinyurl.com/phgv9jk>

Self, Stephen – Gertisser, Ralf – Thorndarson, Thorvaldur et al. (2004): Magma Volume, Volatile Emissions, and Stratospheric Aerosols from the 1815 Eruption of Tambora. *Geophysical Research Letters*. 31, L20608, DOI:10.1029/2004GL020925 • <http://tinyurl.com/mtw4em4>

Sigl, M. – Winstrup, M. – McConnell, J. R. et al. (2015): Timing and Climate Forcing of Volcanic Eruptions for the Past 2,500 Years. *Nature*. 523, 543–549. DOI: 10.1038/nature14565

Solomon, Susan (1999): Stratospheric Ozone Depletion: A Review of Concepts and History. *Reviews of Geophysics*. 37, 275–316. • <http://tinyurl.com/m2tlt0x>

Solomon, Susan – Daniel, J. S. – Neely, III Ryan R. et al. (2011): The Persistently Variable “Background” Stratospheric Aerosol Layer and Global Climate Change. *Science*. 333, 866–70. DOI: 10.1126/science.1206027

Solomon, Susan – Ivy, Diane J. – Kinnison, Douglas et al. (2016): Emergence of Healing in the Antarctic Ozone Layer. *Science*. 30 Jun 2016. aae0061 DOI: 10.1126/science.aae0061 • <http://tinyurl.com/kwmf2q>

Stothers, Richard B. (1996): The Great Dry Fog of 1783. *Climatic Change*. 32, 79–89. doi:10.1007/BF00141279

Toohey, Matthew – Krüger, Kirstin – Sigl, Michael et al. (2016): Climatic and Societal Impacts of a Volcanic Double Event at the Dawn of the Middle Ages. *Climatic Change*, 136, 401. DOI:10.1007/s10584-016-1648-7 • <https://link.springer.com/article/10.1007/s10584-016-1648-7>

Young, Seth A. – Saltzman, Matthew Ross – Foland, Kenneth A. et al. (2009): A Major Drop in Seawater ⁸⁷Sr/⁸⁶Sr during the Middle Ordovician (Darriwilian): Links to Volcanism and Climate? *Geology*. 37, 10, 951–954. DOI: 10.1130/G30152A.1 • <http://tinyurl.com/lx8yyze>

Zielinski, Gregory A. – Mayewski, Paul A. – Meeker, L. David et al. (1996): A 110,000-Yr Record of Explosive Volcanism from the GISP2 (Greenland) Ice Core. *Quaternary Research*. 45, 109–118. DOI: 10.1006/qres.1996.0013 • <http://tinyurl.com/lqk08bh>

ÉGHAJLATVÁLTOZÁS ÉS EMBERI TEVÉKENYSÉG

Gelencsér András

az MTA doktora

MTA–Pannon Egyetem Levegőkémiai Kutatócsoport
gelencs@almos.uni-pannon.hu

A Föld éghajlatának alakításában meghatározó szerepet játszó földi szférák legkisebbike a légkör. A légkör alkotóinak egy része, az ún. *nyomgázok* közvetlenül is fontos szerepet töltenek be bolygónk éghajlatának szabályozásában. Annak az éghajlatnak, amelynek az elmúlt 11 ezer évben viszonylagos állandósága és kedvező volta bizonyítottan hozzájárult civilizációnk fejlődéséhez. Ebben az időszakban a légkör is lényegében változatlan összetételű volt, leszámítva az utolsó másfélszáz év történéseit. A változatlanág természetesen nem a véletlen műve, hanem annak az egyenes következménye, hogy a légköri nyomgázok koncentrációja hosszabb időskálán szoros összefüggésben együtt változik az éghajlattal. A kapcsolat kétirányú: fizikai megfontolások és jól ismert földtörténeti példák alapján mindkét tényező ok és okozat egyaránt lehet. Természetesen az éghajlatot számos más, köztük az emberi tevékenységtől független tényező és folyamat is befolyásolja. Ilyenek például a naptevékenység vagy a vulkánkitörések, az óceáni áramlások rendszere vagy a földfelszín sugárzás-visszaverő képessége (az ún. albedó). Az emberiség az elmúlt mindössze két évszázad alatt a légkör összetételét földtörténetileg is példátlan sebességgel változtatta meg. Az üvegházhatású gázok közül

a CO₂-koncentrációját 43, a metánét 250, a dinitrogén-oxidét 14%-kal növelte az elmúlt 11 ezer év közel állandó értékéhez képest, míg az ózonét 4%-kal csökkentette. Részben ennek hatására bizonyos éghajlati elemek eddigi változásai máris aggasztóak, a modellek előrejelzései még inkább. Nagy kérdés, hogy vajon a hatalmas és komplex Föld–légkör-rendszer a beavatkozásokra válaszul további kellemetlen meglepetésekkel szolgál-e a közeljövőben az emberiség számára.

A Föld–légkör-rendszer

A többi szférához képest rendkívül kis tömege, dinamikus jellege és a kölcsönhatások miatt a légkör gyakorlatilag nem tekinthető önálló földi szférának, hanem ún. *Föld–légkör-rendszert* alkot. A légkör ugyanis rendkívül intenzív energia- és anyagforgalmat bonyolít le a vele közvetlen kapcsolatban álló földi szférákkal: például energiáját közvetlenül a földfelszínről (és nem a napsugárzásból) nyeri, és részben vissza is sugározza a felszínre (üvegházhatás), a hőszállítással részt vesz a felszín hőmérsékletének vagy halmazállapotának megváltoztatásában. Közismert és hatalmas léptékű a víz körforgásában betöltött szerepe. A légkör és a felszín közötti anyagforgalom másik példája pedig a bioszférával

folytatott hatalmas léptékű gázcsere, a fotoszintézis és a légzés. Ezen intenzív kölcsönhatásokból az következik, hogy ha például a légkörben bármilyen változás történik (például az üvegházhatású gázok koncentrációjának növekedéséből adódó többlet energiaelnyelés), annak hatása nemcsak a légkört, hanem valamennyi, vele kapcsolatban álló földi szférát is érinti. Vagyis a légkört nem lehet a többi felszíni szférától elkülönített önálló rendszerként kezelni.

A földi légkör összetételének jelentősége

A levegő alkotói és azok arányai rendkívül fontosak a légkör alapvető funkcióinak ellátásában: más összetételben ezek a funkciók maradéktalanul nem valósulhatnának meg, azaz a légkör nem lenne az élet fenntartására alkalmas. A földi élet fenntartásához nélkülözhetetlen légköri funkciók mindegyike a levegő egy vagy több kémiai összetevőjéhez kötődik. Tehát önmagában nem a légkör mint fizikai rendszer alkalmas a földi élet feltételeinek biztosítására, hanem a levegő bizonyos kémiai alkotói. A földi élet ma ismert formájának fennmaradását nemcsak a levegő fő alkotóinak, hanem a kis mennyiségben előforduló ún. *nyomgázok* jelenlétének is köszönhetjük. Ezek mennyisége – amint azt az elnevezésük is mutatja – lényegesen kisebb, mint a levegő fő alkotóié. A légkör a földi élet számára elengedhetetlenül fontos funkciói közül jelenlegi ismereteink szerint hat esetben érdeminek tekinthető az emberiség tevékenységének befolyása, mindössze kettő esetben nem mutatható ki ilyen hatás, egy tényezőre gyakorolt közvetett hatás mértéke pedig bizonytalan. A bizonyítható érdemi hatások az ózonréteget, az üvegházhatást, a víz körforgását, a CO₂ mennyiségét, az öntisztulás képességét és a tápanyagok szállítását

érintik. A felsőlégkör nagy energiájú sugárzást szűrő képességét, valamint a légköri oxigén koncentrációját az emberiség tevékenységeinek összessége sem képes érdemben befolyásolni. Az pedig jelenlegi ismereteink szintjén egyelőre bizonytalan, hogy globálisan a légköri hőszállítás eddig milyen módon és mértékben változott az emberi tevékenység hatására.

A légkör összetételének változása az emberi tevékenység hatására

Az 1. táblázat a levegőt alkotó gázok összes légköri mennyiségét mutatja, illetve azt, hogy ez milyen irányban és mennyit változott az elmúlt 250 évben, döntően a hatalmas léptékűvé vált emberi tevékenységek eredőjének következményeként (Gelencsér, 2015a).

Látható, hogy az emberi tevékenység a vízgőz kivételével valamennyi nyomgáz légköri mennyiségét számottevően megváltoztatta az ipari forradalom kezdete óta. Az ózon (és csekély mértékben az oxigén) mennyiségét csökkentette, a többi nyomgázét pedig esetenként igen jelentős mértékben megnövelte. Sőt olyan nyomgázokat is a légkörbe bocsátott (a freonokat és azok hidrogénezett származékait), amelyek a természetben korábban nem is léteztek, de az ózon bontásában és az üvegházhatásban módfelett aktívnak bizonyultak. Egyértelmű, hogy az elmúlt százötven évben a második legkisebb földi szféraként a légkör szenvedte el arányaiban a legnagyobb mértékű állapotváltozást: ennél nagyobb csak a bioszféra állapotán sikerült az emberiségnek változtatnia. A nyomgázok légköri jelentőségét illetően ez több mint aggasztó. Különösen azért, mert az emberi civilizáció kialakulását és fennmaradását biztosító többé-kevésbé állandó és módfelett kedvező éghajlati viszonyok fennmaradásához hozzájáruló, 11 ezer éve stabil összetételben

kémiai összetevő	teljes légköri mennyiség napjainkban (mrd tonna)	változás az ipari forradalom kezdete óta (%)
nitrogén	4 020 300	0
oxigén	1 233 700	-0,05
vízgőz	13 800	0
szén-dioxid	3240	+43
metán	5	+250
kén-dioxid*	12	+300
dinitrogén-oxid	2,6	+14
ózon	2,7	-4

1. táblázat • A légkör kémiai összetevőinek teljes légköri mennyisége (tömege) és annak változása az ipari forradalom kezdete óta (* Légköri koncentrációját a vulkáni tevékenység időnként jelentős mértékben befolyásolhatja.)

li állapotból sikerült kimozdítani a Föld-légkör-rendszert.

A földtörténeti múltban a légkör összetétele a mainál lényegesen lassabb ütemben változott (még az eljegesedések és köztes melegebb időszakok közötti, geológiai léptékkel rendkívül gyorsnak számító összetételbeli változások is negyvenszer lassabbak lehettek a mainál). Az is kétségbevonhatatlan tény, hogy a földtörténeti múltban a légkör lényegesen eltérő nyomgáz-összetételeihez a Föld lényegesen különböző éghajlati állapotai tartoztak (Császár et al., 2008).

A légköri folyamatokkal kapcsolatos várakozások

Sajnos a mindent a végletekig egyszerűsítő emberi gondolkodásból adódik az a türelmetlen várakozás, hogy ha a légkörbe juttatunk valamit, akkor annak hatása is feltétlenül a légkörben és lehetőleg azonnal jelentkezzen: például ha több szén-dioxidot bocsátunk ki, akkor vele együtt azonnal nőjön a levegő hőmérséklete – ha nem nő azonnal, akkor ezt

annak bizonyítékeként vesszük, hogy a szén-dioxid nem is üvegházhatású gáz (Haszpra, 2004). Pedig ez a közvetlen (és egyedül belátható) ok-okozati összefüggés csak a helyi levegőszennyezés esetében (például London-típusú szmog) teljesül. Az ózonréteg vékonyodása, bár a magaslégtérben zajlott az emberiség által a levegőbe bocsátott gázok hatására, több évtizedes késleltetéssel következett be. Az éghajlatváltozás esetében pedig a leglátványosabb változásokat nem is légkör produkálja. Egyébként is, olyan hatalmas kiterjedésű, kaotikus rendszereknél, mint amilyen a Föld-légkör-rendszer, egyetlen tényező változásával egyenesen arányos változásokat nem is remélhetünk (Czelnai, 1997; Koppány, 2004).

A globális éghajlatváltozás tényezői

Éghajlatváltozás akkor következik be, amikor a Föld globális energiamérlegének nagyjából állandónak tekinthető (ún. *kvázistacionárius*) egyensúlyát valamilyen külső vagy belső tényező változása új egyensúlyi állapot felé

mozdítja. Ezeket a tényezőket az ún. *éghajlati kényszer* elemeinek nevezzük, utalva arra, hogy ezek befolyásolni tudják Földünk éghajlatát. Külső tényező lehet csillagászati, például a Föld Nap körüli pályájának periodikus változásai vagy a Nap sugárzási intenzitásának megváltozása. A legfontosabb belső tényezők az üvegházhatás mértékének megváltozása, a légkör összetételében, az üvegházhatású gázok koncentrációjában bekövetkező változások révén, illetve a Föld-légkör-rendszer napsugárzást visszaverő képességének (az ún. planetáris albedó) változása vulkánkitörések, a levegőszennyezés vagy az ember felszín alakító tevékenysége következtében. Fontos tényező lehet a hatalmas hőmennyiséget szállító óceáni áramlatok megváltozása is. Az éghajlati kényszer tényezőinek többsége az ember számára láthatatlan (például az üvegházhatás), és hatása többnyire igen lassú. Valamennyi tényező közül kétségtelenül a leglátványosabbak a nagy vulkánkitörések, amelyek éghajlatra gyakorolt hatása szinte azonnal jelentkezik (igaz, csak átmeneti időre).

Az emberi tevékenység hatása az éghajlatra

A földtörténeti múlt példáiból tudjuk, hogy az éghajlati rendszert többé-kevésbé stabil állapotából a fenti tényezők valamelyikének megváltozása képes kibillenteni, és geológiai időléptékben meglepően gyorsan új, a korábitól jelentősen különböző állapotába juttatni (Gelencsér, 2015b). Az egyik a vulkánkitörések által képviselt globális léptékű levegőszennyezés, amely azonnali és jelentős – igaz, egyetlen kitörés esetén viszonylag rövid ideig tartó – hőmérséklet-csökkenést eredményez. A másik az üvegházhatású gázok koncentrációjának jelentős mértékű növekedése nyomán bekövetkező felmelegedés, amire a paleocén–eocén hőmérsékleti maximum szol-

gáltat földtörténeti példát. A harmadik pedig a sarkvidéken a besugárzás kismértékű – a Föld pályaelemeinek módosulása miatt bekövetkező – változása miatt meginduló, ön-erősítő folyamatokkal támogatott eljegesedések, illetve felmelegedések az elmúlt kétmillió évből. Amire a földtörténet során még nem akadt példa, napjainkban az emberi tevékenység egyidejűleg mindhárom – éghajlatváltozást külön-külön is előidézni képes – éghajlati tényező hatásához hasonló léptékű változásokat tud okozni (Gelencsér, 2004). Természetesen a Föld pályaelemeit az emberiség nem képes befolyásolni, de a sarkvidéken az elnyelt sugárzási energia mértékét akarátán kívül mégis módosítani tudja. A levegőszennyezésből származó koromrészecskékkel szennyezett hó- és jégfelszín napsugárzást visszaverő képessége ugyanis a korom koncentrációjától függően jelentősen lecsökken (Gelencsér, 2014).

Üvegházhatás kontra levegőszennyezés

Könnyen kiszámítható, hogy az üvegházhatású gázok légköri többlete miatt mennyivel több sugárzási energia képes elnyelődni az alsó légkörben (Császár, 2009). Az elmúlt ötven évben az így számított integrált energiátöbblet megfelel az emberiség 85 ezer évnyi teljes energiafelhasználásának (2008-as szinten). Ez idő alatt azonban a szén-dioxid-kibocsátással nagy léptékű levegőszennyezés is együtt járt: ennek révén hatalmas mennyiségű, a Naptól érkező sugárzási energia veszett el a Föld-légkör-rendszer számára (Gelencsér, 2004). A levegőszennyezés ugyanis a földfelszínre jutó napsugárzás energiáját akár 2%-kal is csökkentheti (Salma, 2006). Az elmúlt ötven év során a levegőszennyezés kompenzáló hatásának eredményeként a Föld-légkör-rendszerben az üvegházhatás növekedéséből

számítható elméleti teljesítménytöbblet mindössze 10%-a maradhatott. A légkörben és a felszíni hőmérsékletben megfigyelhető eddigi változásokról ezért merészség lenne azt állítani, hogy azok kizárólag a többlet üvegházhatásnak tulajdoníthatók. Az üvegházhatás jelentősége természetesen nem vitatható, de az előbbieken alapján teljességgel kizárható, hogy a szén-dioxid légköri koncentrációja és a globális átlaghőmérséklet között egyszerű függvénnyel leírható ok-okozati összefüggés legyen. A számítások szerint például a sarkvidéken tapasztalható, a globális átlagnál jelentősebb felmelegedést nem elsősorban az üvegházhatású gázok koncentrációjának növekedése okozza. A közvetlen levegőszennyezésből származó koromrészecskék szerepe legalább akkora, ha nem nagyobb, és egyre növekvő mértékben érvényesül a jégfelszín kiterjedésének zsugorodásához és más nagy léptékű kölcsönhatásokhoz köthető, részleteiben kevésbé ismert fizikai visszacsatolási folyamatok hatása is.

Várható kilátások

A legtöbb kutató egyetért abban, hogy a technológiai fejlődés eredményeként a 21. században a levegőszennyezés mértékének növekedése nem fog lépést tartani az üvegházhatású gázok koncentrációjának várható növekedésével. A lemaradás tulajdonképpen már az 1980-as években elkezdődött, amikor a fejlett országokban szigorú környezetvédelmi előírásokat léptettek életbe. A korszerű levegőtisztaság-védelmi berendezések szinte minden légszennyező anyag hatékony eltávolítására képesek, kivéve a szén-dioxidot (ami persze szigorúan véve nem is légszennyező anyag). A globális levegőszennyezést ma már inkább a fejlődő országok gyorsan növekvő népessége által nagy számban használt elavult

technológiájú járműveknek, illetve az általuk fűtés vagy főzés céljából elégetett biomassza égéstermékeinek, valamint a kiterjedt szavanna- és erdőégetések kontinensnyi léptékű füstjének tulajdoníthatjuk. A légszennyezettégség mérséklődésének „mellékhatásaként” tehát a Föld–légkör-rendszerben halmozódó energiamennyiség valószínűleg egyre növekvő ütemben nőni fog, ahogyan azt 1971 óta folyamatosan teszi.

Záró gondolatok

Mivel az emberiség az éghajlati rendszer több meghatározó elemét is lényegesen megváltoztatta, ezzel természetesen magát a rendszert (az éghajlatot) is befolyásolja. Tehát az emberiség éghajlati rendszerbe avatkozásának ténye nem lehet kérdés. Az ennek hatására bekövetkező éghajlatváltozás mértéke és üteme annál inkább, különösen a jövőre vonatkoztatva, hiszen ismereteink hiányosak, és a földtörténeti példák mindegyike a maihoz képest jóval lassabb változásokra kalibrált (Götz, 2005). Szerencsés esetben elvileg előfordulhatna, hogy a Föld–légkör-rendszerben a változásokat hatalmas természeti folyamatok fékeznek vagy kompenzálnák (ún. negatív visszacsatolások), azaz az éghajlati rendszer állapota egyes elemeinek jelentős megváltozása esetén is többé-kevésbé változatlan maradna. Más szóval működne egy gigantikus és nagy pontosságú földi termosztát. Ilyenről azonban sajnos nincs tudomásunk, ugyanis ha létezne, a földtörténeti közelmúltban aligha követhették volna egymást gyors egymásutánban a nagy eljegesedések és a köztes melegebb időszakok (az ún. *interglaciálisok*). Sőt a közelmúlt megfigyelései alapján inkább olybá tűnik, hogy az előidézett kezdeti változásokra hatalmas és kontrollálhatatlan természeti folyamatok (ún. pozitív visszacsatolások)

erősítenek rá (Geresdi – Ács, 2004). Ilyen például az Arktiszon a tengeri jég nyári gyors zsugorodása, vagy Grönland gleccsereinek

¹ Az Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) – Éghajlatváltozási Kormányközi Testület 1988-ban alakult szervezet, amelynek létrehozását az ENSZ Környezetvédelmi Programja (UNEP) és a Meteorológiai Világszervezet (WMO) kezdeményezte, és az ENSZ Közgyűlése az éghajlatváltozással foglalkozó határozatában megerősítette.

IRODALOM

- Czelnai Rudolf (1997): Kellemtelen meglepetések az üvegházban. *Természet Világa*, 12, 531–533. <http://www.termeszetvilaga.hu/tv9712/uevghaz.html>
- Császár Attila (2009): A földi üvegházhatás. *Természet Világa*, 2, 60–64. • <http://www.termeszetvilaga.hu/szamok/tv2009/tv0902/csaszar.html>
- Császár Géza – Haas János – Nádor Annamária (2008): A földtörténet klímaváltozásai és azok tanulságai. *Magyar Tudomány*, 169, 6, 663–687. • <http://www.matud.iif.hu/08jun/03.html>
- Gelencsér András (2004): Aeroszol részecskék a légkörben. Hűtő hatás? *Természet Világa*, II. különszám 25–28.
- Gelencsér András (2014): Koromrészecskék a légkörben – a kipufogócsőtől az éghajlatmódosításig. *Magyar Tudomány*, 185, 11, 1366–1374. • <http://www.matud.iif.hu/2014/11/12.htm>

példátlanul gyors fogyása. A legnagyobb kérdés, hogy vajon a folyamatok még visszafordíthatók-e. A politika és a tudományos *mainstream* szerint még néhány évig igen, de sokak szerint – ideértve jelen cikk szerzőjét is – ezzel már bizony elkéstünk. *Alea iacta est*.

Kulcsszavak: *éghajlatváltozás, légkör összetétele, üvegházhatású gázok, levegőszennyezés, szén-dioxid, Föld–légkör-rendszer, visszacsatolások*

- Gelencsér András (2015a): *Füstbe ment bolygó*. Veszprém: Pannon Egyetemi Kiadó
- Gelencsér András (2015b): Az emberiség mint éghajlatalkító tényező. *Magyar Tudomány*, 5, 515–521. • <http://www.matud.iif.hu/2015/05/02.htm>
- Geresdi István – Ács Ferenc (2004): Nevezetes visszacsatolások: A lényeg a részletekben. *Természet Világa*, II. különszám 37–40.
- Götz Gusztáv (2005): Létezik-e az éghajlati rendszerünknek Achilles-sarka? *Természet Világa*, 11, 482–485. • <http://tinyurl.com/ly7cg6x>
- Haszpra László (2004): Üvegházhatás, üvegházgázok. *Természet Világa*, II. különszám, 21–25.
- Koppány György (2004): A Föld–légkör rendszer sebezhetősége. *Természet Világa*, II. különszám, 54–56.
- Salma Imre (2006): A légköri aeroszol szerepe a globális éghajlatváltozásban. *Magyar Tudomány*, 167, 2, 205–211. • <http://www.matud.iif.hu/06feb/13.html>



A MAI GLOBÁLIS KÖRNYEZETI KIHÍVÁSOK FÜGGETLENEK AZ ÉGHAJLATVÁLTOZÁS ÉPPEN AKTUÁLIS TENDENCIÁJÁTÓL

Szarka László

az MTA levelező tagja

MTA Csillagászati és Földtudományi Kutatóközpont

szarka.laszlo@csfk.mta.hu

Bevezetés

A *Mi lenne, ha megállna a globális éghajlatváltozás? És ha nem?* című előadói elbeszélés arra kereszte a választ, hogy milyen hatással járna az emberi tevékenység és a környezet kapcsolataira, ha a sokak által legfontosabbnak tartott környezeti indikátor értékét rögzíteni lehetne, azaz mi történne, ha az éghajlat miatt nem kellene aggódnunk. E tanulmány szerzője szerint az éghajlatváltozás képzeletbeli kiiktatásának nem lenne érdemi hatása a környezet romló állapotának alakulására, és az aggodalom oka sokkal tisztábban látszana. Igyekezem megmutatni, hogy a klímaváltozás csupán kísérőjelensége annak az alapvető ok-okozati összefüggérendszernek, amely a természeti folyamatokba való emberi beavatkozás intenzitása és annak következményei között fennáll. A közvetlen ok: az ipari forradalom óta folyamatosan növekvő energiafelhasználás, a következmény pedig a teljes tönkretétel felé vezető globális környezetváltozás (Global Environmental Change, GEC). Az éghajlatváltozás a GEC része, az ún. „globális felmelegedés” pedig a rákbeteg lehetséges láztünete. Nem egyetlen tünetre, hanem a kiváltó okra kellene koncentrálni! A természet végzetes

tönkretételének elkerülésére radikálisan csökkenteni kellene az energiafogyasztást, aminek egyetlen, de hatalmas akadálya a globális fogyasztói szemlélet eluralkodása.

Környezetalakítás százszoros energiával

A *Homo sapiens* az 500 millió tonnányi össztömegével nem a leghatalmasabb faj (ennél a természet hangyák és az antarktiszi rákplanktonok össztömege is nagyobb), de „a természet meghódítása”, a környezet átalakítása kifejezetten az emberhez köthető. Az ember mindezt a rendelkezésre álló energiaforrások révén tudta megtenni. Az energiaforrás kezdetben az emberi és állati erő, majd némi megújuló energia (biomassza, szél, víz) volt. Az energiaigény rohamos növekedése az ipari forradalommal indult meg, és ezt a kőszén elégtette ki. Egy évszázaddal később az ember – a kőolaj, később a földgáz révén – újabb napenergia-konzerveket kezdett felnyitogatni. A hidegháború idején pedig elkezdődött a nukleáris energia termelése. Ma is ezek a „készlet” jellegű (a Földből származó, ún. *terresztris*) energiaforrások adják az energiafelhasználás 90 százalékát. A *modern megújulóknak* nevezett folyamat jellegű energiák (víz, szél, nap, nem hagyományos biomassza,

geotermia) részaránya 10%, a víz nélkül kevesebb mint 3% (1. táblázat).

A primerenergia-fogyasztás jelenleg 18 terawatt (1 TW = 10¹² watt). Ez körülbelül százszor nagyobb teljesítményt jelent annál, amennyit a Föld teljes népessége – jelenleg 7,2 milliárd ember – fizikailag képes kifejteni. Mintha mindenkinek 100 képzeletbeli rabszolgája lenne (az egy főre jutó energiafelhasználástól függően igen egyenlőtlen megoszlásban: az USA-ban például 500, Magyarországon 150, Kínában 100, Pakisztánban 2–3).

Az ipari forradalom óta elhasznált energia mennyiségét félszázados bontásban a 2. táblázatban mutatjuk be:

A 2. táblázat legmeglepőbb adata talán az, hogy a 2000–2015 közötti másfél évtizedben csaknem ugyanannyi (kétharmad résznyi) energiát fogyasztottunk, mint amennyit az 1950–2000 közötti fél évszázad alatt, amikor az irreverzibilis környezeti hatásokat már többen is felismerték (Jócsik, 1971; Meadows et al., 1972). A világ energiafelhasználása azóta is folyamatosan nő, és ez a növekedési igény megállíthatatlannak látszik.

Az emberiség az ipari forradalom óta több mint 30 ZJ-nyi primerenergia-mennyiséget

kőszén	30%
kőolaj	32,6%
földgáz	23,7%
atomenergia	4,4%
víz	6,8%
megújuló (víz nélkül)	2,5%
primer energia összesen	100%

1. táblázat • A világ primerenergia-termelésének megoszlása 2014-ben, energiafajta szerint. Forrás: British Petroleum (2015) (a hagyományos biomassza nélkül).

használt el. Figyelembe véve, hogy egyes becslések szerint a maradék fosszilisenergia-készlet kb. 40 ZJ-ra tehető, kimondható, hogy e készlet nagyjából felét már feléltük. Ugyanakkor ez a 30–40 ZJ energiameennyiség néhány természeti energiához képest olyannyira elenyészőnek tűnik, hogy azt gondolhatjuk, a jövőben is bőséges energiaforrásokra lehet számítani: (1) a 2004. december 26-ai indiai-óceáni földrengés energiája például 40 ZJ volt, több, mint amennyit az emberiség az ipari forradalom óta összesen hasznosított; (2) a közép-atlanti bazaltvulkanizmussal lét-

időszak	időszaki energia	időszak	összegzett energia
1800–1850	1,00 ZJ	1800–1850	1,00 ZJ
1850–1900	1,50 ZJ	1800–1900	2,50 ZJ
1900–1950	7,5 ZJ	1800–1950	10,00 ZJ
1950–2000	13,75 ZJ	1800–2000	23,75 ZJ
2000–2015	9,0 ZJ	1800–2015	32,75 ZJ
2015–2050 növekedés nélkül	23,00 ZJ	1800–2050 növekedés nélkül	55,75 ZJ

2. táblázat • Az emberiség energiatermelése, illetve -felhasználása 1800 óta és 2050-ig előrevetítve, zettajoule egységben (1 ZJ = 10²¹ joule) kifejezve, ötvenéves időintervallumokra, illetve az ipari forradalom óta eltelt évekre számítva.

rejött 2,5 millió km³ bazalt megszilárdulásakor 10 ezer ZJ hőenergia szabadult fel; (3) a földkéreg legfelső 1 km-nyi héjának hőtartalma 40 ezer ZJ (az atmoszférába távozó földhő 40 terawatt, a primerenergia-felhasználás több mint kétszerese); (4) 40 ZJ-ra tehető a Földet nem egészen három nap leforgása alatt érő napenergia mennyisége (15 ZJ/nap, ami 17 ezer TW-nyi teljesítménynek felel meg).

A vulkánkitörések és a földrengések energiájának hasznosítása talán még nem merült fel, de a földfelszín erő napsugárzásra és a földhőre kimeríthetetlen energiaforrásként szokás tekinteni.

Környezeti hatás

A környezeti hatás (*environmental impact*) valamely emberi tevékenység különféle (nem feltétlenül lineáris és nem feltétlenül azonnali) természeti következményei. Ezek az emberi tevékenységek lényegében az energiatermeléssel és -fogyasztással kapcsolatosak, hiszen az elérhető energia volt az, ami szászorosára növelte az emberiség munkavégző képességét. A természetből előállított (elsődleges, primer) energia több átalakítás után, harmadlagos (tercier) energia formájában áll a fogyasztó rendelkezésére.

Az *elsődleges (primer) energiák* természetből való *előállításával* (kinyerésével, begyűjtésével, befogásával) kapcsolatos környezeti hatások a Föld belsejéből származó energiák esetében bányászatot, az ún. *megújulók* esetében jellemzően felszín-átalakítást jelentenek. Tekintve, hogy a megújulók területi energiasűrűsége alacsony, meglehetősen nagy természeti területek átalakításáról is szó lehet. A befogáshoz szükséges egyes eszközök gyártásához ugyancsak elengedhetetlen a bányászat: a szélturbinák és napelemek gyártása intenzív ritkaföldfém-bányászatot és -kohászatot felté-

telez. Az *elsődleges energia átalakítása másodlagos energiává* az energiaforrás fajtájától függetlenül nagyon specifikus. A fosszilis energiafajták villamos energiává történő alakításának első lépése például vegyi reakció (égés), amelynek révén hő és szén-dioxid – szénhidrogének esetében víz is – keletkezik. (A kőszén és a szénhidrogének *1. táblázat* szerinti primerenergia-megoszlásából és a reakcióegyenletekből következően nagyjából azonos mennyiségű: évente legalább 30–30 gigatonna szén-dioxid és víz szabadul fel.) A hőből – korlátozott hatásokkal – villamos energia lesz. A fisszilis (maghasadási) energia hővé, majd ezt követően – adott hatásokkal – villamos energiává alakul. Emisszió ebben az esetben nincs, de gondoskodni kell a radioaktív hulladék tárolásáról. A *másodlagos energiának harmadlagos – ún. „fogyasztókész” – energiává alakítása* (azaz a fogyasztási helyre való eljuttatása tengeri és szárazföldi fuvarozás, illetve cső- és távvezetékes szállítás révén) szintén környezetterhelő. A *tercier energia hasznos energiává átalakítása* hő keletkezésével, a végfelhasználás (mechanikai munka, hő, fény) pedig közvetlen környezeti behatásokkal jár. A primer energia legnagyobb része összességében – a tökéletlen energiaátalakítási hatások miatt – hő formájában kerül a környezetbe. A hasznos energia – amely ezidáig elegendő volt a kontinensfelszín körülbelül felének átalakítására – magában foglalja a mindennapi élet energiaigényét, az áruszállítását, az építkezéseket stb. Az ember ma egy nagyságrenddel több anyagot mozgat meg a Föld felszínén, mint a természetes üledékképző folyamatok (Szarka – Brezsnaynszky, 2012).

A CO₂-kibocsátás (amely a természeti folyamatok közül az üvegházhatásba való emberi beavatkozás mértékét kívánja becsülni) valóban egyike a környezeti hatás lehetsé-

ges mérőszámainak, de ezenkívül – amint láttuk – még ezernyi más (víz-, talaj-, levegőszennyezést és egyéb természetpusztító következményt) szempontot is célszerű lenne figyelembe venni. Mindezek korrekciós számításokba történő bevonása és összehasonlítása lehetetlen, mert a különféle energiafajták előállításának környezeti következményei túlságosan specifikusak. Az atomerőműre például potenciális veszélyforrásként tekintenek, de a biomassza-energia túlerőltetése üzembiztosan természetpusztító. Úgy gondoljuk, hogy a különféle energiafajták előállításának környezeti hatása összességében elsősorban a megtermelt energia mennyiségétől, és nem az energiaforrás fajtájától függ. A különböző energiafajták előállításával kapcsolatos környezeti hatás tehát elég jól becsülhető az egyes energiafajtákhoz a portfólióból való részesedési arányával.

Johan Rockström és szerzőtársai (2011) szerint az elviselhetőségi küszöbértéket (*planetary boundary*) a legnagyobb mértékben a biodiverzitás-csökkenés, másodsorban a nitrogénkörforgás terén léptük túl. Mindkettő egyértelműen a fogyasztáshoz kötődik, míg az éghajlatváltozásban (amely a Rockström-féle sorrendben harmadik helyezett lett) természetes okok is szerepet játszanak. Közismert ábrájukban az édesvízkészlet fogyását véleményem szerint alulbecsülték, az energia- és ásványianyag-készlettel pedig egyáltalán nem foglalkoztak. E kis véleményeltérés ellenére megállapítható, hogy az emberi fogyasztás (nyomában a jólét, a kényelem és a pazarlás) eddigi gyors növekedésének ára a természeti környezet tönkretétele és a természetben hosszú időn át felhalmozódott különféle kincsek (energia- és nyersanyagkincsek, felszín alatti víz, talaj) felélése.

Az ember ma már 18 terawattnyi (TW) teljesítménnyel folytatja a természeti kincsek

felélését, a természet helyére nyomul, szennyezi a vizet, földet, levegőt, „természetinek” mondott katasztrófákat indukál, globális méretekben szállítgat ide-oda természeti erőforrásokat és termékeket (többek közt invazív fajokat), összeomlasztja a biodiverzitást és az ökoszisztémákat. Mindezek révén persze befolyásolhatja – többek között – az éghajlatot is. Az ún. „fejlett” világ már olyan kényelmi szinten él, hogy az számára testi és lelki károsodást okoz, de fogyasztói szemléletével még mindig egyre több termékre és szolgáltatásra (és egyre több energiára) tart igényt. A végeredmény ott olvasható John Lukacs *Isten velem* című könyvében, sőt a könyv címeiben is (Lukacs, 2009).

Vajon mi történne, ha a megújuló energia mennyiségét – a felsorolt környezeti hatásokkal nem számolva – egy nagyságrenddel (a mai energiaigény száz százalékára) növelnénk?

A geotermikus energia kivételével az összes többi megújuló energia forrása a Nap, ami az egész földi természetet működteti. Első látásra valóban bőségesnek látszik. Ha figyelembe vesszük, hogy a Nap Földet érő energiájának fele a természet növények fotoszintézisét hajtja, és hogy a növények a fotoszintézis által másodpercenként kb. 130 TJ energiát tárolnak (azaz a teljesítményük 130 TW, alig hétszerese az emberi primerenergia-fogyasztásnak), akkor ez már óvatosságra kell, hogy intsen bennünket. Bizonyosan nem szabad jelentősen növelni a napenergia megcsapolásával az energiafogyasztást, mert az – a környezeti hatáson túlmenően – a természet kialakító erőibe történő megengedhetetlenül nagy beavatkozást jelentene.

Emisszió- vagy fogyasztáscsökkentés?

A technokrata-optimista üzleti világ a „biztonságos, tiszta és hatékony” energia nézetét

(lásd az Európai Unió Horizont 2020 keretprogramjában a „Secure, Clean and Efficient Energy” kihívást) összekapcsolta a klímacélkitűzések (a CO₂-kibocsátás lassú csökkentése, illetve a „a globális hőmérséklet-növekedés 2 °C-on belül tartása”) megvalósításával. Ez alapján úgy tűnhet, mintha ezenkívül egyéb környezeti hatás nem is létezne. Véleményem szerint illúzió azt gondolni, hogy egyetlen kiragadott környezeti indikátor (nevezetesen a CO₂-kibocsátás) kordában tartásával megállítható a környezet leromlása, ahogyan az is, hogy az ún. „zöldgazdasággal” fenntartható a jelenlegi komfortszint.

Az ún. *zöldnövekedés* (Green Growth) illúziója mögött véleményem szerint valójában meztelen gazdasági érdek: a fosszilis erőforrásokban szegény gazdagok érdeke áll. Ráadásul a vállalás számonkérhetetlen, továbbá sokkal józanabb célkitűzések megvalósításától vonja el a forrásokat.

Záró gondolatok

Az energia környezeti hatásainak összefüggérendszerében a „növekvő CO₂-kibocsátás → erősödő üvegházhatás → globális felmelegedés” modell – függetlenül igazságtartalmától, amelynek vizsgálata nem tárgya e cikknek – mellékessé, lényegtelenné válik. A növekedés korlátainak problematikája (Meadows et al., 1972) már a globális lehűlés felvetésének időszakában (Gwynne, 1975) is megjelent. *A Föld bolygó nemzetközi éve* is a természeti erőforrások véges voltára hívta fel a figyelmet (például Szarka – Brezsnaynszky, 2012).

Amennyiben az anyagi fogyasztás és a természeti javak kiaknázásának tempója nem állítható meg, az elővigyázatosság elvének komolyan vételével alapos okunk van felté-

telezni, hogy a fogyasztásorientált civilizáció összeomlás felé tart (Duncan, 2001; Lovelock, 2010). A közép-európai értelmiség – bár a hangsúlyt mindenki máshová teszi – ezt eléggé világosan látja (például Vida, 2009, 2011; Almár et al., 2011; Boia, 2014). Az összeomlás különféle fokozatai (kisebb-nagyobb megrázkódtatások) végén csak egy ködös *resilience*-ben (rugalmas alkalmazkodásban, túlélésben) reménykedhetünk.

A mindennapokban globális küzdelem folyik a még meglévő természeti erőforrások birtoklásáért, de ezt különféle technikákkal (többek között CO₂-figyelemeltereléssel, a zöldenergia-források lehetőségeinek túlértékelésével) álcázzák. Egy természettudományi (mikrobiológiai) megfigyelés (Hol et al., 2013) társadalomra történő alkalmazásával élénk áll egy elgondolkodtató modell: amíg a kellőképpen fragmentált térségekből álló életterekben az ún. *önző és együttműködő* típusú baktériumok egyaránt fennmaradnak, addig az osztott élettereket egyetlen homogén életteré nyitva az „önző” baktériumok elpusztítják az együttműködőket, majd önmagukat is elkezdik fölfalni.

Noha kétségtelen, hogy az energia a civilizáció hajtóereje (Szergényi, 2015), de a nyugati és az „elnyugatiasodó” globális civilizáció húzóereje a globális fogyasztói igény lett. Emiatt ma a legnagyobb globális környezeti kihívás a fogyasztói szemlélet visszazorítása lenne, függetlenül az éghajlatváltozás éppen aktuális tendenciájától.

A részleges fragmentáltság megőrzése pedig alapvető létérdekünk.

Kulcsszavak: *energiafogyasztás, környezeti hatás, éghajlatváltozás, fenntarthatóság, összeomlás*

IRODALOM

- Almár Iván – Csaba László – Csányi Vilmos – Czelnai Rudolf – Falus András – Fürst Zsuzsanna – Kroó Norbert – Pataki Ferenc – Székely János – Varga János (2011): *Válság és apokalipszis*. Budapest: Éghajlat Könyvkiadó,
- Boia, Lucian (2014): *A Nyugat hanyatlása*. Kolozsvár: Koinónia
- British Petroleum (2015): *BP Statistical Review of World Energy June 2015*. • <http://tinyurl.com/g56c8wv>
- Duncan, Richard C. (2001): World Energy Production, Population Growth, and the Road to the Olduvai Gorge. *Population and Environment*. 22, 5, 503–522. • <http://dieoff.com/page234.pdf>
- Gwynne, Peter (1975): The Cooling World. *Newsweek*. 1975. április 28. • <http://tinyurl.com/k5sroda>
- Hol, Felix J. H. – Galajda Péter – Woolthuis, Rutger G. et al. (2015): The Idiosyncrasy of Spatial Structure in Bacterial Competition. *BMC Research Notes*. 8, 245, doi: 10.1186/s13104-015-1169-x • <http://tinyurl.com/kaz3htd3>
- Jócsik Lajos (1971): *Az öngyilkos civilizáció*. Budapest: Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó

- Lovelock, James (2010): *Gaia halványuló arca*. Budapest: Akadémiai Kiadó
- Lukacs, John (2009): *Isten velem*. Budapest: Európa Kiadó
- Meadows, Donella H. – Meadows, Dennis L. – Randers, Jørgen – Behrens III, William W. (1972): Limits to Growth. New York: Universe Books • <http://tinyurl.com/qxohw4h>
- Rockström, Johan – Steffen, Will – Noone, Kevin et al. (2011): A Safe Operating Space for Humanity. *Nature*. 461, 472–475. DOI:10.1038/461472a
- Szarka László – Brezsnaynszky Károly (2012): Globális környezeti alapkérdésekről. In: Baranyi Béla – Fodor István (szerk.): *Környezetipar, újraiparosítás és regionalitás Magyarországon*. Pécs: MTA KRTK Regionális Kutatások Intézete
- Szergényi István (2015): *Energia, civilizáció, szintézisigény*. Budapest: Typotex
- Vida Gábor (2009): Véges Föld és végtelen vágyak. In: Kóródi Mária (szerk.): *Az erószak kultúrája. Fenntartható-e a fejlődés?* Budapest: Pallas Kiadó
- Vida Gábor (2011): Globális energiagondok. *Biokontroll*. 2, 1, 4–11.



KIBOCSÁTÁSCSÖKKENTÉS ÉS URBANIZÁCIÓ: ELLENTMONDÁSOK ÉS PÁRHUZAMOK

Kondor Attila Csaba

PhD, MTA posztdoktor kutató,
MTA Csillagászati és Földtudományi Kutatóközpont
Földrajztudományi Intézet
kondor.attila@csfk.mta.hu

Kovács Zoltán

az MTA levelező tagja, egyetemi tanár,
MTA Csillagászati és Földtudományi Kutatóközpont
Földrajztudományi Intézet, Szegedi Tudományegyetem
zkovacs@iif.hu

Bevezetés

A földrajztudomány művelői régóta vallják, hogy Földünk természeti és társadalmi rendszerei rendkívül összetettek, s közöttük szoros kölcsönös viszonyrendszer áll fenn. Ezeket a rendszereket az ember – elsősorban az ipari forradalom kezdetétől – a környezetátalakító tevékenysége nyomán szintén rendkívül összetett módon és radikálisan változtatja meg. Egyetértés van abban is, hogy a tőkés gazdaság, a kapitalizmus térhódítása nyomán olyan környezeti jelenségeket, változásokat tapasztalhatunk, amelyek az emberi faj fennmaradását veszélyeztetik. A helyzet paradigmaváltás nélkül fenntarthatatlannak tűnik, a modern kapitalista társadalom működésének törvényszerűségei inkább kizárják, mint elősegítik az ökológiai válság kezelését (Antal, 2015). A természet és az ember viszonyának gyökeres átalakítása helyett egyszerű, tüneti beavatkozásokkal próbáljuk kezelni azokat a problémákat, amelyeket magunk idéztünk elő. Az emberiség történelmének utóbbi kétszáz éve világosan bizonyítja, hogy az ilyen megoldások alkalmatlanok a természet és társadalom kapcsolatának rendezésére. A geo-

gráfia hangsúlyozza a holisztikus szemlélet fontosságát, ezért kritikával szemléli azt a folyamatot, amikor az antropogén hatásra kétségtelenül gyorsuló és az emberiség számára máris tragikus következményekkel járó klímaváltozás okai közül egy tényezőt, például a CO₂-kibocsátást kiemelünk és fetisizálunk.

Jelen írásunkban azt hangsúlyozzuk, hogy míg a fejlett országok – így hazánk is – nagy erőfeszítéseket tesznek az üvegházhatású gázok kibocsátásának csökkentésére, addig a radikális rendszerkorrekció és ezért politikailag veszélyes lépések száma minimális (Jankó, 2016). Így Földünk felszínének számos konfliktust magában rejtő átalakítása zavartalanul folyik tovább, sőt a kibocsátáscsökkentési célok fetisizálása, ezeknek a kapitalista gazdaság működésébe történő integrálása végső soron még legitimálja is a földrajzi térbe történő további beavatkozásokat, legalábbis felmentést biztosít a társadalom számára. Ezt a folyamatot számos tudományosan alátámasztható tény bizonyítja, így a szerzők szakterületének, a társadalomföldrajznak is sok új kutatási eredménye utal erre: a jelenlegi helyzet fenntarthatatlansága kiválóan érzékelhető a globális és a hazai urbanizáció, így

a budapesti várostérség térfolyamatainak példáján keresztül, amit tanulmányunkban mélyebben elemzünk. Bár a kibocsátáscsökkentés kényszere területileg koncentráltabb, kisebb energiaráfordítással működő településhálózat irányába kellene, hogy terelje a városfejlődést, a városok szétterülése (urban sprawl) mégis megállíthatatlannak tűnik (Jones – Kammen, 2014). Érzékelhető, hogy mivel hazánk világos és EU-konform vállalásokat tett, és a célokat többféle ok együttes eredményeként teljesíti, ez minden más környezeti beavatkozásra felmentést ad, és hozzájárul a területhasználat átalakításához, így a budapesti városrégió szétterüléséhez is. Mindez számos más konfliktus forrásává válik, de ezek kezelésében a gazdasági és politikai rendszer nem motivált, mert a kapitalista gazdaság ellenérdekelt mindaddig, amíg nem integrálja, üzletté nem teszi a CO₂-kibocsátáshoz hasonlóan azokat.

Kibocsátáscsökkentés: célok és eredmények

Maga az éghajlatváltozás, valamint az üvegházhatású gázok csökkentésének szükségesszerűsége az utóbbi évtizedekben a tudományos és a politikai diskurzusban fokozatosan háttérbe szorította a többi környezeti problémát. Ahogyan Jankó Ferenc és szerzőtársai kiemelik, „a szén-dioxid az első számú felelőssé, a kibocsátás csökkentése pedig az első számú gazdasági-politikai feladattá vált.” (Jankó et al., 2011, 11) Felhívják a figyelmet arra is, hogy ezáltal a környezeti diskurzus szélsőségesen leegyszerűsödött, „a klímaváltozás látszólag minden más környezeti ügyet lesöpör az asztalról, s beszűkült a klímaváltozás kommunikációja is: a CO₂ a fő bűnös, a CO₂-kibocsátás-csökkentés az egyetlen üdvözítő eszköz a Föld megmentéséhez.” (Jankó et al., 2011, 12.) Ezen okok mélyén meglátásunk szerint

a kapitalizmus ama logikája áll, amely képes volt a saját működésébe beépíteni, internalizálni magát a CO₂-kibocsátást. Így a neoliberalis kapitalizmusban a gazdaság és az állam szereplői a kibocsátáscsökkentésben is olyan projektet láthatnak, amely gazdaságilag megtérülő, kifizetődő, s amire hivatkozva végül nem is szükséges a termelés és a fogyasztás visszafogása.

A gazdaság kibocsátása CO₂-egyenértékben a Földön jelenleg évi kb. 38 mrd tonna, ami globális szinten, elsősorban a feltörekvő országok (például Kína, India) miatt növekszik, de a fejlett államokban a kibocsátás stagnál vagy csökken. Az elmúlt két évtizedben a kibocsátás visszafogásának érdekében az államok és a nemzetközi szervezetek számos egyezményt írtak alá. Ezek a dokumentumok az üvegházhatású gázok, elsősorban a szén-dioxid kibocsátását központi problémává emelik, s a kibocsátás bizonyos mennyiségű (általában százalékban megadott) csökkentésében valamiféle egyensúlyi állapothoz való visszatérés lehetőségét vázolják fel (Antal, 2015; Feiler – Ürge-Vorsatz, 2010). Így például az Európai Unió 2020-ra 20%-kal, 2030-ra 40%-kal, 2050-re 80–95%-kal kívánja csökkenteni a kibocsátást. Mindez azonban egyrészt inkább a globális trendekhez való alkalmazkodásnak tűnik, különösebb kockázatok nélkül, mivel a nagy kibocsátást okozó termelés jelentős részét már így is a fejlődő országokba helyezték át. Másrészt nem fogja vissza a fogyasztás alapján számított kibocsátást sem, ami az esetek nagy részében tovább nő. Harmadrészt, látnunk kell, hogy a CO₂-leválasztás és -tárolás – a jelenlegi európai problémák ellenére – 2050-ig várhatóan önálló, az államok által támogatott versenyképes iparágga nővi ki magát, ami szintén egyes ágazatok kibocsátáscsökkentését okozza,

miközben maga a termelés és a fogyasztás tovább nő. A kapitalizáció félreérthetetlen jele a kvótakereskedelmi rendszerek létrehozása is. A kvótakereskedelem intézménye – bár az eszközt eleve kiegészítő jellegűnek szánták korábban is – ugyan nem váltotta be a hozzá fűzött reményeket, de piacot és üzleti lehetőséget teremtett számos vállalkozásnak, sőt államnak (Faragó, 2011).

Látható, hogy a radikális környezetátalakítással és óriási környezeti károkkal járó kapitalista gazdasági növekedés tovább folytatható az üvegházhatású gázok kibocsátásának csökkentése mellett is, és nem pusztán azért, mert a fejlett államok szennyező tevékenységeiket kihelyezik a kevésbé fejlett államokba. Megfigyelhető ugyanis, hogy a vállalásokat a kapitalizmus beépíti a saját működésébe, mindez az államok és a vállalatok kölcsönös együttműködése révén valójában a további gazdasági növekedés és környezetátalakítás eszközévé válik. A folyamatot Slavoj Žižeknek, a népszerű szlovén filozófusnak a kapitalizmus működésének értelmezési rendszerét segítségül hívva (Kiss, 2014) úgy is leírhatjuk, hogy a kibocsátáscsökkentési vállalatok végeredménye a CO₂-kibocsátás fétissé válása lesz, a kibocsátáscsökkentés pedig ideológiává válik. Žižek értelmezésében „az ideológia azokat az illúziókat jelenti, amelyek nevében cselekszünk helyzetünk és szerepünk ismerete ellenére. Az ideológia nem »elfedi« a valóságot, hanem »támogatja« a valóság »elfedését« cselekedeteinkkel” (Edkins, 1999; Žižek, 1989; idézi: Kiss, 2014). Mindez elősegíti azt, hogy bár az egyes szereplők (így az államok, vállalatok) tudják, hogy önmagában a CO₂-kibocsátás csökkentése nem oldja meg a globális és lokális környezeti problémákat, így magát az éghajlatváltozást sem, mégis úgy cselekszenek, mintha ez végső megoldás len-

ne. Ezért mondhatjuk, hogy a kibocsátáscsökkentési vállalatok mint ideológia szándékosan téves irányba vezetik a Földünkért, a környezetünkért aggódó és tenni akaró közeget is. Ebben az a veszélyes, hogy ez a közeg saját ismeretei és tapasztalatai ellenére nem a soktényezős rendszerkritikával és paradigmaváltással foglalkozik, hanem tevékenységében egyetlen tényezőre koncentrálnak, miközben más területen tovább támogatja a növekedésorientált kapitalizmust, a természeti és társadalmi rendszerek pusztítását, amelyek szintén gyorsítják a klímaváltozást.

A globális urbanizáció logikája és helyi környezeti konfliktusai

A kapitalista fejlődés egyik legfontosabb társadalomföldrajzi következménye a városok arányának növekedése. Míg a városi népesség aránya a Földön 1900-ban még a 15%-ot sem érte el, s 1950-ben is csupán 30% volt, napjainkban a világ 7,4 milliárd lakosának több mint fele városokban él (Kovács, 2016). A legfejlettebb országokban a városok aránya már nem növekszik számottevően, sőt helyenként a vonzó táji, klimatikus adottságokat kínáló, alapvetően falusias térségek (például Provençe) növekvő vonzereje következtében csökkenés is megfigyelhető, a városokhoz kapcsolódó térségek beépülése, a városok szétterülése tovább folytatódik, esetenként gyorsul is a neoliberais gazdaság törvényszerűségei következtében.

Az elmúlt közel egy évszázad urbanizációja az olcsó szénhidrogén és a növekvő motorizáció logikájára épült. Mindez az ember térbeli hipermobilitását eredményezte, a munkahely és lakóhely térbeli kötöttségén alapuló korábbi földrajzi korlátok egyre inkább veszítettek erejükből. Döntően a személyautónak köszönhetően az ember elől

egyre inkább elhárultak a távolságban rejlő akadályok. Munkahelyek és lakások jöttek létre a városok határán túl is, felélve a korábban a városlakók ellátását, illetve kényelmét (például szabadidős terek) szolgáló természetes környezetet. A klímaváltozás és az urbanizáció kapcsán fontos megjegyeznünk, hogy a beépített területek mikroklímája azonnal és radikálisan megváltozik, ezért komoly ismeretelméleti csapda rejlik abban, hogy „zavartalan” közegben igyekszünk mérni például hőmérsékletet, ilyen környezetre modellezünk a változásokat, és ehhez igazítjuk a vállalásokat, miközben a lakosság zöme nem is ilyen helyen él.

A városok és szűkebb-tágabb környezetük a komplex környezeti átalakítások és a nyomukban járó nagyfokú kockázatok színhelyei. Mivel a városokban nagyszámú (sokszor milliós) népesség tömörül, ezért vannak olyan környezeti kockázatok, amelyek elsősorban itt jelentkeznek, például a városi hőszigetek okozta problémák, a szmog kialakulásával és hatásaival megjelenő egészségkárosodás, vagy a zöldterületek hiányával, a nagy zsúfoltsággal összefüggésben fellépő negatív mentális hatások. A CO₂-kibocsátás fetiszizálásából következik, hogy a városok szétterülésének komplex környezeti hatásai – természetesen megannyi egyéb környezeti beavatkozással együtt – elsikkadnak a diskurzusban.

A szétterülés folyamata a magyar városok körül is jobbra szabályozatlanul, gyenge kontroll mellett ment végbe, jelentős feszültségeket gerjesztve. A „spontán” szuburbanizáció nyomán jelentősen átalakult a városaink körüli területhasználat, felgyorsult a zöldterületek zsugorodása, természeti értékek pusztultak, miközben nyugati mintára kereskedelmi, logisztikai központok nőttek ki a földből. Számításaink szerint a Budapest körüli nyolc-

van agglomerációs településen a lakás-, gazdasági és szabadidős célokat szolgáló, részben vagy egészben beépített felszín kiterjedése a rendszerváltozást követő bő két évtizedben 320-ról 425 km²-re nőtt, emellett a Budapesti Agglomeráció Területrendezési Terve (2005. évi LXIV. törvény) további 250 km²-nyi, napjainkban még nem beépített területet települési térségként határoz meg.

A helyi konfliktusok feltárására 2015-ben kutatást végeztünk a Budapest környéki városok tizenkét településén különböző módszerekkel (pl. szakértői interjúk, dokumentum- és tartalomlemzések). Az érintett településeken összesen 686 konfliktust azonosítottunk. Már a dokumentumelemzések és a szakértői interjúk is rávilágítottak arra, hogy a legösszetettebb konfliktustípus a környezettel, annak károsításával kapcsolatos esetek köre. Mindezt alátámasztotta a települési képviselő-testületi és bizottsági előterjesztések és jegyzőkönyvek tartalomlemzése: a helyi konfliktusok csaknem harmada, 31%-a kimondottan környezeti ügy mentén alakult ki, 28%-uk pedig közlekedési eredetű volt, amelyeknek szintén komoly környezeti hatásuk van. A környezettel kapcsolatos esetek más konfliktustípusok következményeit is magukba sűrítik, és visszavezethetők a Budapest környéki települések sokszor öntörvényű növekedésére, a beépített területek szétterülésére. Témánk szempontjából kiemelendő, hogy az összes konfliktus kb. 30%-ának háttérben illegális tevékenység húzódik meg, de a feltárt környezeti konfliktusok fele szabályszerűségei következménye (pl. illegális hulladéklerakás, csapadékvizek szabálytalan elvezetése, szennyezések stb.). Mindez abból adódik, hogy formálissá tették a kontrollt, a környezet- és természetvédelmi jogszabályoknak az állam nem tud, de nem is igen akar

érvényt szerezni, ezzel még bátorítva is a természetromboló használatokat.

Látható tehát, hogy az állam egyrésztől kibocsátáscsökkentési vállalásokat tesz, ám ezzel legitimálja az égető, komplex környezeti-ökológiai kérdésektől történő távolságtartást, és a vállalások mögé bújva közvetetten távol tartja a gazdaságot, de a társadalmat is a paradigmaváltástól. Így a mindennapi tevékenységével elősegíti a tőke térfoglalását, s ahogyan a példában láttuk, kiszolgálja a város fizikai szétterülésében érdekelt csoportokat, fokozva a komplex környezeti károkat.

Összegzés

Geográfusként valljuk, hogy az üvegházhatású gázok, azon belül a CO₂-kibocsátás csökkentése fontos, de ennek fetiszizálása sajnos számos területen újabb és újabb problémákhoz vezet. Nem fogja vissza, hanem számos esetben növeli a termelést és a fogyasztást (lásd például az autóiipar és az autópiac példája, környezetbarát építési technológiák és az

eziránti kereslet bővülése). A kibocsátáscsökkentés a természeti környezet gyökeres átalakítását sem fogja vissza, elég, ha például a nagyvárosi agglomerációk beépített területének folyamatos és esetenként gyorsuló növekedésére gondolunk.

Az emberiség történelmét ismerve látjuk, hogy az ember a természet részeként sok ezer éven át tudott létezni, sőt fejlődni is a Földön anélkül, hogy a környezeti rendszereket alapvetően megváltoztatta volna. A globális kapitalizmus, a fogyasztás és a népességrobbanás egymást erősítő folyamatai összességükben vezetnek fenntarthatatlan irányba az emberi fajt. A földi élet létezhet ember nélkül, de az ember a tudomány jelen állása szerint még nem képes létezni a Föld nélkül, ezért értelmes feladatunk a komplex szemléletmód alkalmazásával egy rendszerszintű válasz kidolgozása lehet.

Kulcsszavak: *klímaváltozás, urbanizáció, városi szétterülés, környezeti konfliktusok*

IRODALOM

- Antal Z. László (2015): *Klímaparadoxonok*. Budapest: LHarmattan Kiadó
- Edkins, Jenny (1999): *Poststructuralism & International Relations: Bringing the Political Back*. London–Boulder: Lynne Rienner Publishers • <http://tinyurl.com/m9e395y>
- Faragó Tibor (2011): A levegőkörnyezet- és klímavédelem nemzetközi kvóta-kereskedelmi rendszerei. Összefoglaló megállapítások, következtetések, javaslatok. *Klíma-21 Füzetek*. 65, 3–16. • <http://tinyurl.com/k5pr2tj>
- Feiler József–Úrge-Vorsatz Diána (2010): *Hosszú távú (2050) kibocsátás csökkentési célok Magyarországon vonatkozásában*. Budapest: Nemzeti Fenntartható Fejlődés Tanácsa • <http://tinyurl.com/kh7qowy>
- Jankó Ferenc–Móricz Norbert–Pappné Vancsó Judit (2011): Klímaváltozás: diskurzusok a katasztrófától a kételkedésig (2. rész). *Földrajzi Közlemények*. 135, 1, 3–16. • http://publicatio.nyme.hu/269/1/17_1F.pdf

- Jankó Ferenc (2017): Az éghajlatváltozás tudás-vitáinak feltérképezése: nézőpontok Magyarországról. *Magyar Tudomány*. 178, 3, 293–301. • <http://www.matud.iif.hu/2017/03/05.htm>
- Jones, Christopher – Kammen, Daniel M. (2014): Spatial Distribution of U.S. Household Carbon Footprints Reveals Suburbanization Undermines Greenhouse Gas Benefits of Urban Population Density. *Environmental Science & Technology*. 48, 16, 895–902. DOI: 10.1021/es4034364
- Kiss Viktor (2014): „Tudják, de mégis teszik”. Slavoj Žižek és a kapitalizmus mint ideológia. *Replika*. 89, 5, 129–150. • <http://tinyurl.com/ljwbw8p>
- Kovács Zoltán (2016): Városok és urbanizációs kihívások Magyarországon. *Magyar Tudomány*. 178, 3, 302–310. • <http://www.matud.iif.hu/2017/03/06.htm>
- Žižek, Slavoj (1989): *The Sublime Object of Ideology*. London: Verso • <http://tinyurl.com/kbyzjpy>

AZ EMBERI JELENSÉGEKRŐL

Kordos László

a földtudományok doktora, (DSc) egyetemi tanár
kordoslaszlo@gmail.com

Pierre Teilhard de Chardin (1891–1955) jezsuita páter és paleontológus volt. A szerző nem egyházi neveltetésű paleontológus.

Teilhard részese volt a 600 000 évvel ezelőtt élt kínai előember, a *Sinanthropus*, magam pedig a tízmillió éves kőzetekből előkerült emberszabású ősmajmok, a *Rudapithecus*ok és társaik felfedezésének (Teilhard de Chardin–Licent, 1924; Teilhard de Chardin–Pei, 1932; Kordos, 1987, 1988).

Teilhard szerint az evolúció célirányos folyamat, amely Krisztustól ered, és benne éri el a célját (Julian Huxley in Teilhard de Chardin, 1958). Az én megítélésem szerint az evolúciónak nincs célja, inkább állandóan változó kölcsönhatások kényszerének eredménye.

Teilhard *Az emberi jelenség* című könyvét 1947-ben írta, de az egyházi cenzúra tiltása miatt csak 1955-ben jelent meg (Teilhard de Chardin, 1955, 1958, 1973). A páter több mint húsz évig kutatta az ősszállatok és -emberek csontjait, eszközeit, ma is rendkívül hasznos, forrásértékű monográfiákat írt (Teilhard de Chardin – Young, 1936).

Az emberről való tárgyi bizonyítékai és a folyamatok megértéséhez szükséges vizsgálati eszközök akkor sem és azóta sem világították meg a sötét barlangban bolyongó, lámpa nélküli ember tisztánlátását. Teilhard a XX. század első felében tudta, hogy Ázsiában, Európában és Afrikában léteztek nagyjából egy időben kialakult ősi emberek, akik eszközöket

készítettek, állatokra vadásztak, hordákban éltek. Később megtörtént a gondolkodás születése, majd az emberfajok szétterjedésével kibontakozott a Nooszféra, amikor az ember minden más alakja fölé kerekedve meghódított minden lakható teret, más szóval a „Szellem szövi és teríti el a Nooszféra rétegeit”.

A XX. század második felétől kezdődően az emberi jelenségekről nagyságrendileg többet és nagyobb hibahatárral tudunk. Csak egy-egy mondatban:

- Az emberi nemhez vezető leszármazási vonal legalább hétmillió éve kialakult;
- Napjainkban tudománypolitikai és üzleti hatásra úgy tartjuk, hogy az értelmes ember, a *Homo sapiens* Afrikából származik (*Ázsia jobb jelölt*);
- Az ember felegyenesedve, két lábon jár (*csakúgy, mint a csirke*);
- A hominidák, a majomagyú emberszerűek 3,5 millió évvel ezelőtt már eszközöket készítettek és használtak (*a legtöbb élőlény is valószínűleg képes volt erre*);
- A tűz korai használatának nyomai 300–350 ezer évvel ezelőttől bizonyíthatóak (*korábban természetes tüzek nyomait találták meg*);
- Az ember maradványait ritkán, időszakosan lakott barlangokban, rendszerint zsákmányként, katasztrófa áldozataként találjuk meg;
- A tudatos temetkezés esetleg már a *Homo sapiensre* jellemző, de azelőtt, a neander-

völgyieknél is megtörténhetett (*egyres megfigyelések szerint az afrikai elefánt is gyászolja elhullott társát*);

- A barlangrajzok a valóság leképezésének, a hit megjelenésének tünete, ahol az embernél már kialakult a valóság és a nem valóság, vagyis az utópia, a hit elkülönülése (*lehetséges, hogy az emberré válásban ez már korábban is megtörtént*).

A paleontológus oldaláról összeállított mai ismeretkép nem tartalmazza azt a kérdéskört: miként és milyen távolságra kommunikálnak a növények és az állatok, köztük az ember is. Az előadótülés témájára gondolva felvetődik a kérdés, hogy „meddig” látunk. Válaszként eszembe jut egy budapesti történet. Yves Coppens, a Francia Akadémia tagja, a 2,4 millió évvel ezelőtt élt emberfaj, *Lucy* egyik felfedezője (Johanson – Coppens, 1976) egy bárgyú kérdésre válaszolta: „tudja kisasszony, a tudósok nagyon buta emberek, csak azt mondhatják, amit tudnak”. Valóban! Mit mondhatunk a globális klíma- és környezetváltozásokról? Annyit biztos, hogy az ember előtt is volt, és az ember kihálása után is lesz. Aki az óriásplakátokon közzétett hirdetéssel egyetért, hogy állítsuk meg a klímaváltozást, az nem hisz az evolúcióban, tagadja az állandó változást.

Mi lenne, ha megállna a klímaváltozás? Nálunk nosztalgikus havas karácsonyt ünnepelelnénk, várnánk a tavaszi kivirágzást, nyaralnánk és betakarítanánk a termést, ősszel pedig a Szent Mihály útján beköszönne az ősz, és súgna valamit, amit én tudok csupán. És ha mégsem állna meg a klímaváltozás? Megtörne bejárattott kispolgári életritmusunk, nem zakatolhatnának a gőzvonatok, és a tehenek zárt tartására sem kellene nagyon odafigyelniük.

A Föld klímája és környezete természete- sen állandóan változik, mikor milyen köl-

csonhatási hálórendszerben. A paleontológus azt tapasztalta, hogy a Föld bolygó klímazó- náit elsősorban a kontinensek állandó mozgá- sát létrehozó lemeztektonikai események befolyásolják. A ma létező globális klíma- vagy ökoszisztéma-zónák közül talán a trópusi a legkonzervatívabb, a sarkok jéggel borítása utáni változásokért pedig igen sok földi ön- szabályozó és „égi mechanikai”, helyesebben kozmikus hatás felelős.

Mindezekre ráadásul itt a csak 200 000 éve kialakult fajunk, a *Homo sapiens*. Az értelmes ember, aki a számára kedvező környe- zeti kényszerek hatására többször kénytelen volt életmódot változtatni, s létrehozni a ci- vilizációt (Kordos, 2010). Alig múlt el 15 ezer év – alig 500 generáció –, és az emberi jelensé- gek sora oly mértékben gyarapodott, hogy az okostelefon használója előbb-utóbb már nem tud írni és olvasni, és nem is lesz rá szüksége.

Milyen lesz az Aldous Huxley-féle „Szép új világ?” A „szóma ha mondom”, nem fog- ja megoldani gondom (Huxley, 1934). Csak a *Riói nyilatkozat* (1992 [1993]) első elvére visszanyúlva olvashatjuk, hogy „a fenntartha- tó fejlődés érdekeinek középpontjában az emberek állnak. Ők jogosultak – a természet- tel összhangban – egészséges és termékeny életre.”

Nos, jól megmondtuk a hangyáknak, a méheknek és mindenféle élő szervezeteknek és élettelennek gondolt rendszereknek, hogy itt minden miattunk, az ember miatt van! Lehetséges, hogy a hangyák és a méhek ha- tékonyabban kommunikálnak egymással, és szervezik életüket, mint mi, az emberek, és lehetséges, hogy az életet nem biológiának kellene nevezni?

Nézzünk magunkba! Takarítsuk el az általunk létrehozott, számunkra káros szeme- tet, minimalizáljuk túlszaporodásunkat,

korlátozzuk a vízpazarlásunkat és energiátúl- termelésünket stb.

Vágyak sorozata, amelyeket önmaga, a 4–5 ezer éve kicsírázott új emberi jelenség túl- burjánzása akadályoz meg. Az ételöztönt felváltotta a pénz is helyettesítő virtuális ér- tékrend, valamint az öncélú fejlesztési kény- szer rabszolgasorsa, amit idegrendszerünk evolúciója már nehezen tud követni.

IRODALOM

- Huxley, Aldous (1934): *Szép új világ*. [Brave New World] (ford. Szinnai Tivadar). Budapest: Pantheon [első kiadás]
- Huxley, Julian (1958): Introduction. In: Teilhard de Chardin, Pierre: *The Phenomenon of Man*. Harperennial & Modern Thought, New York, London, Toronto, Sydney, New Delhi, Auckland: Harperennial & Modern Thought • <http://tinyurl.com/lcjfmas>
- Johanson, Donald C. – Coppens, Yves (1976): A Preliminary Anatomical Diagnosis of the First Plio/Pleistocene Hominid Discoveries in Central Afar, Ethiopia. *American Journal of Physical Anthropology* 45, 217–234. DOI: 10.1002/ajpa.1330450209
- Kordos László (1987): Description and Reconstruction of the Skull of *Rudapithecus hungaricus* Kretzoi (Mammalia). *Annales historico-naturales Musei nationalis hungarici*. 79, 77–88. • <http://tinyurl.com/n5gqfqq>
- Kordos László (1988): Comparison of Early Primate Skulls from Rudabánya (Hungary) and Lufeng (China). *Anthropologica Hungarica*. 20, 9–22. • <http://tinyurl.com/le3srfj>
- Kordos László (2010): Evolúcióról, az emberré válásról – Darwinra emlékezve. In: Szabó Péter és Sütő Csaba András (szerk.): *Kétszáz éve született Charles Darwin (1809–2009)*. Győr: Nyugat-Magyarországi Egyetem Kiadó, 77–91.

Teilhard de Chardin (1973) több mint fél évszázada eljutott oda, hogy „a természet kapcsán egy problémával találjuk szemközt magunkat: fel kell fedezni az evolúció irányát, ha van ilyen. Úgy kell megoldani, hogy ne térjünk le a tudományos tények területéről”.

Kulcsszavak: *természetfilozófia, evolúció, ember- ré válás, globális kölcsönhatások, klímaváltozás*

- Riói Nyilatkozat a Környezetről és a Fejlődésről (1992 [1993]). In: Feladatok a XXI. századra. Az ENSZ Környezet és Fejlődés Világkonferencia dokumen- tumai. Budapest: Föld Napja Alapítvány
- Teilhard de Chardin, Pierre (1955): *Le Phénomène humain*. Éditions du Seuil, Paris • <http://tinyurl.com/mh7adsu>
- Teilhard de Chardin, Pierre (1958): *The Phenomenon of Man*. New York–London–Toronto–Sydney–New Delhi–Auckland: Harperennial & Modern Thought • <http://tinyurl.com/lcjfmas>
- Teilhard de Chardin, Pierre (1973): *Az emberi jelenség*. (ford. Rónay György, Bittai Lajos) Gondolat, Bu- dapest
- Teilhard de Chardin, Pierre – Licent, Émile (1924): On the Discovery of a Palaeolithic Industry in Northern China. *Bulletin of the Geological Society of China*. 3, 1, 45–50.
- Teilhard de Chardin, Pierre – Pei, Wenzhong (1932): The Lithic Industry of the Sinanthropus Deposits in Zhoukoudian. *Bulletin of the Geological Society of China*. 11, 315–364.
- Teilhard de Chardin, Pierre – Young, Chung Chien (Yang Zhongjian) (1936): On the Mammalian Re- mains from the Archaeological Site of Anyang. *Palaeontologica Sinica*. Ser. C, 12, 1, 1–78.

A TERMÉSZET ÉS A TÁRSADALOM KAPCSOLATA HOLISZTIKUS MEGKÖZELÍTÉSBN

Antal Z. László

a szociológiai tud. kandidátusa, tudományos főmunkatárs,
MTA Társadalomtudományi Kutatóközpont Szociológiai Intézet
Antal.Laszlo@tk.mta.hu

*Változások a természet
és a társadalom kapcsolatában*

A természet és a társadalom kapcsolata az elmúlt évszázadokban először a nyugat-európai országokban, majd később szinte minden országban alapvetően megváltozott. Míg a tradicionális társadalmakban a természet és a társadalom egymással elválaszthatlanul összetartozott, addig a modern társadalmak egyik jellegzetes vonása a természet és a társadalom szétválasztása. Az elmúlt évtizedekben a Föld ökológiai állapotában bekövetkezett változások és ezeknek a változásoknak a társadalmak jövőjét fenyegető következményei a természettudósok és a társadalomtudósok egy részét egyaránt arra késztették, hogy megvizsgálják a természet és a társadalom viszonyát, és az ebben a viszonyban történt változásokat. Az ökológia válsággal foglalkozó tudósok egy része arra a következtetésre jutott, hogy ha a Föld ökológiai állapotában bekövetkezett változások okait kutatjuk, akkor azok egy pontosan nem meghatározható része a természet és a társadalom kapcsolatában történt változásokra vezethető vissza (Vida, 2001; Latour, 1999; Meadows et al., 2005; Breznányi-Szarka, 2008; Némedi, 2008;

Rockström et al., 2009, Tóth, 2016). Az Amerikai Szociológia Társaság kezdeményezésére 2010-ben alakult meg egy tizenegy tagból álló bizottság, amely négy éven keresztül azt vizsgálta, hogy milyen szerepet töltenek be a társadalomtudományok – és ezek között kiemelten a szociológia – az éghajlatváltozással foglalkozó kutatásokban és mindabban, ahogy az egész emberiség gondolkodik ma az éghajlatváltozásról. A négyéves munka eredményeként készült el a *Climate Change and Society, Sociological Perspectives* című könyv, amely a társaság kiadásában jelent meg 2015-ben. A kötet szerkesztői – Riley E. Dunlap (a bizottság elnöke) és Robert J. Brulle (a bizottság alelnöke) – a bevezető fejezetben azt hangsúlyozzák, hogy annak ellenére, hogy a klímaváltozás egy része egyértelműen emberi tevékenységhez kapcsolódik, mégis a társadalomtudományok, és ezek között a szociológia, marginális szerepet töltenek be mind az éghajlatváltozás okainak elemzésében, mind a lehetséges megoldások kidolgozásában. A közel ötszáz oldal terjedelmű könyv célja, hogy a társadalomtudományok, és különösen a szociológia, a jelenleginél nagyobb szerepet töltsön be a klímakutatásokban és a klímaváltozásra adható társadalmi változások ki-

dolgozásában (Dunlap – Brulle, 2015). Az ökológiai válságok okait kutatva az egyik legtekintélyesebb kortárs filozófus, szociológus, Bruno Latour is a természet és a társadalom szétválasztását találta az egyik olyan feltevésnek, amely a modern társadalmakat megkülönbözteti minden más társadalomtól, és ez volt az egyik olyan „társadalmi innováció”, amely a „modernektől alkotmányának” egyik sarkalatos pontjává vált. „Teljes mértékben el kell választani egyfelől a természeti világot... és a társadalmi világot...” – írja *Sobasem voltunk modernektől* című könyvében (Latour, 1999, 59.). A modern társadalmak számára az új „alkotmány” alkalmazása rendkívüli gazdasági és politikai sikerek eléréséhez vezetett. Azóta ennek az „alkotmánynak” ezt a pontját a Föld legtöbb országában átvették és alkalmazzák. A természet és a társadalom szétválasztásának azonban az lett az egyik következménye, hogy ezek a társadalmak egyre nagyobb mértékben megsértik a természet törvényeit.

A természet és a társadalom kapcsolatával foglalkozó számos kutató jutott arra a következtetésre, hogy ez a „törvénysértés” hozzájárul a rendkívüli időjárási események kialakulásához, amelyek különböző mértékben, de ma már minden országban veszélyeztetik a társadalmak működési rendjét. Ezek közül a veszélyek közül az egyik – s hangsúlyozottan csak az egyik – az éghajlat változása.

Mivel nemzetközi szinten az elmúlt évtizedekben a klímaváltozás váltotta ki a legnagyobb társadalmi, gazdasági és politikai érdeklődést, ezért az ezen a téren végzett kutatások eredményeként rendkívüli mennyiségű tudományos ismeret halmozódott fel a természet és a társadalom kapcsolatáról. Így a klímaváltozással foglalkozó kutatások eredményei nemcsak a klímaváltozás megértéséhez

és a lehetséges társadalmi válaszok kidolgozásához, hanem a Föld ökológiai rendszerében történt más változások megértéséhez és azok megoldásához is közelebb vihetnek minket. Ezért a mai tudományos ülésünk kérdésére: „Mi lenne, ha megállna a klímaváltozás?” – amely arra utal, hogy lehet, hogy a klímaváltozás mégsem egy olyan fontos kérdés – azt válaszolhatjuk, hogy ebben az esetben a klímaváltozással foglalkozó kutatók társadalmi szempontból fontos eredmények egy része elveszne. (Ez igaz lehet más szempontból fontos eredményekre is, de e tanulmányomban a szociológiai szempontokkal foglalkozom.) A legnagyobb veszteség véleményem szerint az lenne, hogy az ökológiai tudatosság – amelynek kialakulásához és megerősödéséhez a klímaváltozás jelentősen hozzájárult – meggyengülne. Többek között a klímaváltozással kapcsolatos széles körű kutatásoknak köszönhetően erősödött meg az a felismerés, hogy a jelenlegi társadalmi, gazdasági és politikai feltételek között sem a klímaváltozásra, sem más ökológiai kérdésre nem lehet érdemi választ adni. Így a klímakutatások és mindazok a társadalmi változások, amelyeket az ezen a téren elért kutatási eredmények indítottak el, hozzájárulnak egy paradigmaticusan új, ökológiai alapokon nyugvó társadalom kialakulásához. Ha kiderülne, hogy a klímaváltozás mégsem olyan fontos kérdés, akkor az ökológiai válság megoldásáért küzdő társadalmi csoportok meggyengülnének, és a válság tovább súlyosbodna. Ha az eddigi tudományos eredmények fölöslegesnek vagy tévedésnek bizonyulnának, akkor a tudomány és az ezen a téren elkötelezett nagyszámú vezető politikus legitimitása is jelentősen csökkenne. Egy ilyen „tévedés” után más környezeti kérdések kerülnének előtérbe, amelyek az alapvető társadal-

mi, gazdasági és politikai kérdések megoldatlansága miatt szintén megoldatlanok maradnának. Ezért a klímaváltozás jelentőségének csökkenése lassítaná az érdemi társadalmi változások elérését.

A tudományos ülészak másik kérdésére, „És ha nem?” – azaz ha a klímaváltozás továbbra is fontos kérdés maradna az egész emberiség számára – az előzőekben felsorolt szempontok alapján lehet válaszolni: az eddig elért eredmények nem vesznének el, és továbbra is megmaradna az az esély, hogy az éghajlatváltozással komolyan foglalkozva megvalósulnak azok a társadalmi változások, amelyek hozzájárulnak a Föld ökológiai állapotának javulásához. (Ez természetesen bármely más ökológiai kérdés kapcsán megvalósítható, de valószínűleg nagyobb erőfeszítések árán, mint a klímaváltozás esetén.) Az „És ha nem?” kérdésre adott választ azzal egészítem ki, hogy a klímaváltozással foglalkozó kutatások egyik legfontosabb eredményének azt tartom, hogy az egyre feszítőbb és évtizedek óta megoldatlan kérdések a tudományos kutatókat arra készítik, hogy felismerve a különböző tudományterületeken uralkodó paradigmák korlátait, „másképp tekintsenek a világra” (Kuhn, 1984). Ha a klímaváltozás folytatódik, akkor ez továbbra is arra ösztönzi a kutatókat, hogy új paradigmák keretei között jussanak közelebb a válság „végső okainak” megértéséhez (Kuhn, 1984).

Egy ilyen – a különböző területeken felhalmozott tapasztalatok és tudás szintetizálására is lehetőséget adó – paradigma a holisztikus szemléletmód. A továbbiakban bemutatom a holisztikus szemléletmód jellegzetes vonásait, és azt, hogy ennek segítségével hogyan és miért juthatunk közelebb a „végső okok” megértéséhez és az ökológiai válság megoldásához.

A holisztikus szemléletmód

A *holo* görög eredetű szó, jelentése: teljes, egész. A holisztikus szemléletmód az egyes embert és magát a világot is egységes egésznek tekinti. Jellegzetes vonásai: inter- és transzdiszciplináris megközelítés, a természet és a társadalom harmóniája és a végtelen tér- és időszemlélet.

Az interdiszciplináris megközelítés

A klímaváltozás sok más – önálló diszciplínák határai között nem kutatható – kérdéshez hasonlóan számos kutatót arra ösztönöz, hogy a saját megszokott és biztonságot nyújtó diszciplínájának határait átlépve, más területek kutatóival együttműködve keresse a válaszokat a felmerülő új kérdésekre. Ilyen interdiszciplináris kutatás volt többek között Magyarországon a VAHAVA (Változás-Hatás-Válaszadás), az ENSZ által kezdeményezett, *A Föld nemzetközi éve* elnevezésű kutatási program, és ilyen széles körű tudományos együttműködés keretei között készülnek az IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change, Éghajlat-változási Kormányközi Testület) jelentései és a „nemnövekedés elméletének” eredményei. A határátlépésekkel kapcsolatban felmerülő szociológiai és filozófiai kérdésekkel foglalkozik többek között Pierre Bourdieu tudományszociológiai munkássága és Thomas Kuhn elmélete a tudományos forradalmak szerkezetéről. Az interdiszciplináris megközelítés végső célja nemcsak az, hogy a különböző szakterületeken szerzett ismeretek egységes közös tudássá váljanak, hanem egy új nézőpont megtalálása is. Bourdieu az interdiszciplináris kutatások legfontosabb céljának éppen ennek az új nézőpontnak – az „abszolút nézőpontnak” vagy a „középpontnak” – a megtalálását tarja. A tu-

dományos kutatók e tevékenységük közben „ennek a nézőpont nélküli nézőpontnak a létrehozásán fáradoznak, amely a tudomány nézőpontja” (Bourdieu, 2005, 163.). Ez olyan nézőpont, ahol „minden részleges nézőpont összeadódik és kibékül, egy abszolút nézőpont, ahonnan nézve a világ színpadnak tűnik, egyesített és egységre törekvő színpadnak.” (Bourdieu, 2005, 163.)

Az eddigi tapasztalatok szerint a klímaváltozás jelentősen hozzájárult az egyes diszciplínák közötti határok átjárhatóvá válásához és „a tudomány nézőpontjának” létrehozásához. Ilyen interdiszciplináris dokumentum volt tizenhárom tudományos akadémia közös állásfoglalása, amelyet 2008-ban a G8-országok vezetőinek találkozója készített el. Erre az összejövételre a G8-ak vezetői meghívták további öt nagy kibocsátással rendelkező országot (Brazília, Dél-Afrikai Köztársaság, India, Kína és Mexikó) vezetőit is, mivel a találkozóhoz az éghajlatváltozás volt az egyik napirendi pontja. Az állásfoglalásban a tudományos akadémiák vezetői tájékoztatták a politikai vezetőket az éghajlatváltozással kapcsolatos tudományos eredményekről, a várható kockázatokról, és a kockázatok csökkentése érdekében érdemi lépések megtételét sürgették. Ebben az állásfoglalásban olvashatók a következő mondatok: „A szén-dioxid-koncentráció emelkedésével ezek a hatások [az éghajlatváltozás hatásai] 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 kibocsátásmérséklésre van tehát szükség.” (Tudományos akadémiák közös állásfoglalása, 2008, 18.)

A *természetes nyelők* (a növényzet és az óceánok) a Föld jelenlegi népességét figyelembe véve közelítő becsléssel 2–2,5 t/fő CO₂-ot tudnak elnyelni egy év alatt (Le Quéré et al., 2014). A Föld jelenlegi népességét figyelembe véve 2011-ben az egy főre jutó kibocsátás értéke ennek közel kétszerese: 4,7 t. (Erre a különbségre utal az idézett mondatokban az „ami kevesebb, mint fele a mai kibocsátásnak” rész.) Mivel a 4,7 t a Föld minden lakójára vonatkozó átlag, ezért az átlagosnál nagyobb kibocsátással rendelkező országoknak, így a G8-országoknak is, a természetes nyelők szintjének eléréséhez ennél sokkal nagyobb mértékű csökkentésre lenne szükségük. A G8-országok kibocsátásának egy főre jutó értékei (tonnában) a következők: Franciaország 5,3; Olaszország 6,5; Egyesült Királyság 7,1; Németország 8,8; Japán 9,3; Oroszország 12,6; Kanada 14,1; Egyesült Államok 16,8. A meghívott országok hasonló adatai a következők: India 1,7; Brazília 2,2; Mexikó 3,9; Kína 6,6; Dél-Afrikai Köztársaság 9,2. Magyarországon abban az évben 4,8 t volt ez az érték (UNdata, 2011).

Ez a számítási mód, amelyet az akadémiák vezetői alkalmaztak, különösen jó módszer a természet és a társadalom kapcsolatának vizsgálatára. Részben azért, mert egyetlen mutatószámra foglalja össze a természetben történő változások egy fontos részét (a természetes nyelők szintjét) és a társadalmi változásokat (a kibocsátás szintjét), másrészt pedig azért, mert ez a mutatószám alkalmas arra is, hogy a természeti törvények megsértését mindenki számára egyértelművé és érthetővé tegye. De ez a számítási mód alkalmas arra is, hogy az ezen a téren meglévő társadalmi különbségeket bemutassa. A hasonló célt is szolgáló „ökológiai lábnyom” számításában nagy a bizonytalanság, amelyek egy része ezzel

a mutatószámmal kiküszöbölhető (Antal, 2017). Feltételezhetően ezért használták a bemutatott számítási módot az állásfoglalásban. Az ökológiai lábnyom számítása során a különböző kategóriákba sorolt fogyasztásokat különböző számításokkal, amelyek egy része becslésen alapul, átváltják a források előállításához szükséges földterületek nagyságára. Ezeknek a földterületeknek az összegzése a vizsgált társadalmi csoport ökológiai lábnyoma, amelynek mértékegysége a globális hektár. (E módszerrel a különböző társadalmi csoportok becsült fogyasztása összehasonlíthatóvá válik.) Az így kiszámított globális hektárt hasonlítják össze a vizsgált társadalmi csoport számára rendelkezésre álló természetes erőforrások mértékével, amelyet *biológiai kapacitásnak* neveznek, és szintén hektárban fejeznek ki. Az ökológiai lábnyom azonban egy meglehetősen bizonytalan mutató, amin az elmúlt évtizedekben tett erőfeszítések ellenére sem sikerült javítani. Részben azért, mert nem sikerült megválaszolni az összes termék, szolgáltatás és hulladék területi egységgé konvertálásának nyitott kérdéseit, és a természet határait mérő „biológia kapacitás” értéke meghatározásának sincs egységes módszertana. A számításának módját elemző egyik tanulmány ezért arra a következtetésre jutott, hogy az ökológiai lábnyom tudományos vizsgálatok végzésére nem alkalmas módszer (Borucke et al., 2013).

Az interdiszciplináris megközelítések eredményei azonban eddig nem voltak elegendőek ahhoz, hogy a természet és a társadalom kapcsolatában érdemi változások következzenek be, ami a kutatók egy részét újabb határátlépésekre ösztönözte.

A transzdiszciplináris megközelítés

Ebben a megközelítésben már nemcsak az egyes tudományos diszciplínák, hanem a

tudomány és a társadalom közötti hagyományos határok átlépése is megtörténik. A tudomány mellett a művészet, a vallás és a „népi bölcsesség” is szerepet kap a megoldás keresésében, mert a rendkívüli időjárási események egyre szélesebb körű társadalmi együttműködésre ösztönöznek. Ez leggyakrabban a helyi és közösségi szintű klímastratégiák és más ökológiai programok kidolgozása és megvalósítása során figyelhető meg. Ilyen helyi szintű programok ma már szinte minden európai országban működnek. Minderől részletesen írtam a *Klímaparadoxonok* című könyvemben (Antal, 2015).

A természet és a társadalom harmóniája

A holisztikus szemléletben a megbomlott harmónia helyreállításának egyik feltétele a természet és a társadalom megkülönböztetésének fokozatos felszámolása, „az egységes egész világ” újrafelfedezése. Az elmúlt évtizedek tapasztalatai alapján a modern kor alkotmányának az „elválasztásra” vonatkozó pontja megkérdőjeleződött, ezért elkerülhetetlen lett a természet és a társadalom kapcsolatának újraértelmezése. Némedi Dénes a *Modern szociológiai paradigmák* című kötetben erről a kérdéstről a következőket írta: „A modern társadalmi rend egyik alapja az a meggyőződés, hogy a társadalmi rend racionális berendezkedése garantálja a sikeres alkalmazkodást az objektív természeti rendhez, s hogy kellő figyelem jut az objektív természeti rend megismerésére – ahogy ezt a tudományról szóló mindennapi diskurzusok állandóan hangsúlyozzák. Másfelől a természeti törvények objektivitása alapot adhat a reménynek, hogy lehetséges ésszerű egyetértésre jutni” (Némedi, 2008, 48.). Később azt írja, hogy a modern társadalmi rendnek ez az alapja megkérdőjeleződött, és a társadalomról

alkotott elképzeléseinket újra kell gondolnunk (Némedi, 2008, 49.). Korábban idézett könyvében Bruno Latour is arról ír, hogy az ökológiai válság megoldásának egyik fontos feltétele a természet és a társadalom közötti harmónia helyreállítása: „A természet és a társadalom nem két különálló pólus, hanem a társadalom-tervezetnek, a kollektivitásnak egymást követő egy és ugyanazon terméke” (Latour, 1999, 236.).

2015 júniusában jelent meg Ferenc pápa *Áldott légy* c. enciklikája (Ferenc pápa, 2015), amelyben a pápa szintén a természet és a társadalom elválaszthatatlan kapcsolatáról ír.

A holisztikus szemléletmód fontos eleme – mivel a természet és a társadalom egységes egész – hogy a társadalmi törvények csak olyan törvények lehetnek, amelyek nem sértik meg a természet törvényeit.

A végtelen tér- és időszemlélet

A modern társadalmakban nem csak a természet és a társadalom kapcsolata változott meg alapvetően. Ezen kívül alapvető változás volt az is, hogy a korábban térben és időben végtelen világ az érzékzerveinkkel vagy műszerekkel érzékelhető világra szűkült le. A véges – a születéstől a halálig tartó időre szűkített – időszemlélet gyökeresen megváltoztatta az emberek mindennapi életét. A modern társadalom tagjai számára mind a mai napig számos nehezen vagy egyáltalán nem megválaszolható kérdést vet fel (például az emberi élet céljáról és értelméről vagy a halállal kapcsolatban) és számos társadalmi konfliktusforrás (például az egészségügyi ellátással és az eutanáziával kapcsolatban) az, hogy történelmi léptékekkel mérve rendkívül rövid idő alatt a véges időszemlélet lett az uralkodó időszemlélet. A szűkre szabott tér és idő fogásából való kitörés egyik jellegzetes tünete a

modern kor betegségének tartott „rohanás”, ami számos lelki és testi betegség kiváltó oka. A leszűkült tér- és időkorlátok tágitása az egyik motivációja az egyre növekvő utazási vágynak és a „virtuális világban” való kalandozásnak is. A pszichológusok egy része a szűkre szabott tér és idő szorításából való kitörési kísérletnek tartja a narkotikumok elterjedését is. Számos más, e zárt világból való kitörési kísérletet ismerünk, amely mind arra utal, hogy – Carl Gustav Jung megfogalmazásában – az ember a végtelenre nyitott lény (Jung, 1997).

A szűkre szabott tér és idő szorításából való kitörési kísérletek olyan társadalmi változásokhoz vezettek, amelyek alapvetően hozzájárultak a Föld ökológiai állapotának romlásához. A holisztikus szemléletmód visszatér „a végtelen világba”, és ebben a megközelítésben keresi a természet és a társadalom közötti harmónia megvalósításának lehetőségeit.

A változások lehetőségei

Végső soron arra a következtetésre jutunk, hogy az ökológiai válság és az a tény, hogy az összes erőfeszítés ellenére az ökológiai válság tovább mélyül, arra hívja fel a figyelmüket, hogy a tudományos kutatásokban az uralkodó paradigmáktól elérő új paradigmák keretei között keressük a választ a természet változásai miatt felmerülő kérdésekre. Ennek egyik lehetséges módja a holisztikus szemléletmód. E mellett több más, új megközelítéssel is találkozhatunk, amelyeknek célja szintén a természet és a társadalom kapcsolatának helyreállítása. Ma még nem tudjuk, hogy hol születnek meg a megoldáshoz vezető gondolatok, és azt sem tudjuk, hogy ezek a gondolatok hol kapnak majd a célok megvalósításához szükséges társadalmi támogatást. De ez a közös gondolkodás már évtizedekkel ezelőtt

elkezdődött a Föld szinte minden országában, amelynek eredményeként ma már számos helyen egyre jelentősebbé váló, az ökológiai válsággal foglalkozó társadalmi jelenségeket figyelhetünk meg. Ezeknek a társadalmi jelenségeknek egy része már a paradigmaváltás időszakára jellemző társadalmi jelenség, ezért véleményem szerint ma már a paradigmavál-

tás időszakában élünk. Ennek a paradigmaváltásnak az eredménye lehet az, hogy megtaláljuk a megfelelő választ az ökológiai válságra, és hogy a természet és a társadalom között újból harmonikus legyen a kapcsolat.

Kulcsszavak: *interdiszciplinaritás, transzdiszciplinaritás, harmónia, végtelen tér- és időszemlélet*

IRODALOM

- Antal Z. László (2015): Klímaparadoxonok. Budapest: L'Harmattan Kiadó
- Antal Z. László (2017): Ökológiai válság és a háztartások szén-dioxid-kibocsátásának mérése. *Statisztikai Szemle*. 5, (megjelenés alatt)
- Bourdieu, Pierre (2005): A tudomány tudománya és a reflexivitás. (ford. Házás Nikolett, Simon Vanda) Budapest: Gondolat Kiadó
- Breznayánszky Károly – Szarka László (2008): Földtudományok az emberiség szolgálatában – A Föld Bolygó Nemzetközi Éve. *Magyar Tudomány*. 169, 10, 1227–1237. • <http://www.matud.iif.hu/08okt/08.html>
- Borucke, Michael – Moore, David – Cranston, Gemma et al. (2013): Accounting for Demand and Supply of the Biosphere's Regenerative Capacity: The National Footprint Accounts' Underlying Methodology and Framework. *Ecological Indicators*. 24, 518–533. DOI: 10.1016/j.ecolind.2012.08.005 • <http://tinyurl.com/kd6mscq>
- Dunlap, Riley E. – Brulle, Robert J. (2015): *Climate Change and Society, Sociological Perspectives*. New York: Oxford University Press,
- Ferenc pápa (2015): *Laudatio Si' (Pápai megnyilatkozások 51)* (ford. Tózsér Endre SP). Budapest: Szent István Társulat • <http://tinyurl.com/kr2n52g>
- Jung, C. Gustav (1997): *Gondolatok az életről és a halálról* (ford: Glavina Zsuzsa), Budapest, Kossuth Kiadó

- Kuhn, S. Thomas (1984): *A tudományos forradalmak szerkezete*. (ford. Bíró Dániel) Budapest: Gondolat Kiadó • <http://tinyurl.com/magqjdl>
- Latour, Bruno (1999): *Sohasem voltunk modernek*. (ford. Gecser Ottó) Budapest: Osiris Kiadó
- Le Quéré, Corinne – Peters, Glen Philip – Andres, Robert J. (2014): *Global Carbon Budget 2013*. *Earth System Science Data*. 6, 235–263. • <http://tinyurl.com/m7f7zrv>
- Meadows, Donella – Randers, Jørgen – Meadows, Dennis (2005): *A növekedés határai harminc év múltán*. (ford. Déri Andrea) Budapest: Kossuth Kiadó
- Némedi Dénes (2008): *Bevezetés. A szociológia problémája*. In: Némedi Dénes (szerk.): *Modern szociológiai paradigmák*. Budapest: Napvilág Kiadó, 15–68.
- Rockström, Johan – Steffen, Will – Noone, Kevin et al. (2009): *A Safe Operating Space for Humanity*. *Nature*. 461, 472–475. DOI: 10.1038/461472a
- Tóth Gergely (2016): *Gazdasággép - A fenntartható fejlődés közgazdaságtanának kettős története*, Budapest: L'Harmattan Kiadó
- Tudományos akadémiák közös állásfoglalása (2008): *In: Antal Z. László (szerk.): Klímabarát települések. Elmélet és gyakorlat*. Budapest: Pallas Kiadó, 17–23.
- UNdata (2016): *Carbon dioxide emissions (CO₂), metric tons of CO₂ per capita (CDIAC)* (2011): UNdata, *A word of information*. • <http://tinyurl.com/73vemls>
- UNdata (2011): *UNdata. A word of information*. • <http://data.un.org/>
- Vida Gábor (2001): *Helyünk a bioszférában*. Budapest: Typotex

Tanulmány

A TERMÉSZETTUDOMÁNYI ELIT A FORDULAT ÉVEIBEN (1946 ŐSZE – 1948)

N. Szabó József

CSc, dr. habil, professor emeritus,
Nyíregyházi Egyetem Társadalom- és Kultúratudományi Intézet
Nemzetközi Kapcsolatok Intézeti Tanszék
m.szabo.jozsef@nye.hu

A természettudósok a demokrácia kiépítésének időszakában¹

Az 1945 utáni időszak elemzésénél láttuk, hogy a háború alatti és utáni időszak nagyarányú változásai, valamint a természettudományok soha nem látott fejlődése miatt a különböző tudományos elitcsoportok közül a természettudósok presztízse igen megnőtt, a legnagyobb pozitív irányú változásokat ez a csoport élte meg. A töretlen fejlődésbe és a technikai haladásba vetett hit miatt a természet- és műszaki tudományoknak olyan jövőt és társadalmi befolyást prognosztizáltak, amelyet korábban még soha. A magyar tudományos élet struktúrája és a Magyar Tudományos Akadémia szervezeti felépítése azonban nem tükrözte azt a nagyarányú változást, ami a világ tudományos életében végbement. Az autonómiával rendelkező MTA-n és az egyetemeken a

humán tudományok megőrizték vezető szerepüket. A természettudósok ezért sérelmeztek a történelmi hagyomány és a tudáspolitikai miatt kialakult helyzetet.

A háború után a magyar természettudományi elit úgy ítélte meg, hogy a magyar és az egyetemes tendenciák nincsenek összhangban, úgy látták, hogy a magyar tudományos életben, az egyetemeken és a Magyar Tudományos Akadémián a fejlődést gátló állapotok stabilizálódtak. A helyzet megváltoztatása érdekében már 1945 tavaszán, a tudományos élet újrakezdésekor alapvető reformokat akartak végrehajtani. A természettudósok egy részének változtatási elképzelése ütközött az MTA eredeti struktúrájával, a Széchenyi-féle akadémiai szellemhez ragaszkodók felfogásával. A Horthy-rendszer idején mellőzött kutatók úgy érezték, nekik is joguk van arra, hogy bekerüljenek az MTA-ba, az egyetemekre és elképzeléseiknek megfelelő tudáspolitikai érvényesüljön Magyarországon. Ab-

¹ A kérdés részletes kifejtését lásd: N. Szabó, 2007.

ban bíztak, hogy a demokrácia minden eddigénél nagyobb igény támaszt a természettudósokkal szemben (N. Szabó, 2007, 89–90.).

A tudományos élet átalakulását ambiciózus természet- és műszaki tudományok irányításával, a tudománypolitika központi kérdésével, a tudománypolitika központi kérdésével a természet- és műszaki tudományok irányításának növelésében látták, és ezáltal összeütközésbe kerültek az MTA hagyományos funkciójához és struktúrájához ragaszkodó humántudományi vezetőkkel. Az 1945. május 28–30-i akadémiai tagválasztó nagygyűlés több tiszteletbeli, rendes és levelező természet- és műszaki tudós tagot választott. Az új tagok szakmai megoszlásából arra lehet következtetni, hogy a természettudományok pozíciói sokat javultak, de az osztályok száma változatlan maradt. A tudományos élet modernizálását követelők a változásokat nem tartották megfelelőnek, ezért július 30-án, Szent-Györgyi Albert és Bay Zoltán vezetésével megalakult a Magyar Természettudományi Akadémia (N. Szabó, 2007, 91.; N. Szabó, 1993).

A természettudományi elit modernizálási kísérletei, az MTA tervezett reformja olyan problémákat vetett fel, amelyekre a politikai pártok nem rendelkeztek kidolgozott koncepcióval, de nem is érezték illetékesnek magukat a beavatkozásra. A tudományos élet átalakítását kezdeményezők a megújulást akaró MTA-tagokból, a Horthy-korszakban a hivatalos tudományokon kívül rekedt, illetve az emigrációban lévő tudósok köréből kerültek ki. Az átalakulást követelők az Akadémia megreformálását a tudomány autonómiájának és szabadságát figyelembe véve kívánták végrehajtani. A modernizálásnak ugyanakkor politikai jellege is volt, mert a reformért síkra szállók többnyire azokkal kerültek összeütközésbe, akik tudományos pozícióikat a régi rendszerben szereztek.

A természettudományi és humán elit harcából nem született kompromisszum. Az MTA körüli vita 1945–1946 fordulóján a tudománypolitika központi kérdése lett. Az akadémia eredeti funkcióját védelmező csoport nem tudott azonosulni Szent-Györgyi és a természettudósok egy részének elképzeléseivel. Kielezett harc folyt közöttük. A modernizálást sürgetők a demokratikus átalakulásra és a gazdasági fejlődésre hivatkozva bírálták és támadták a humán tudósok konzervatív csoportját, akiknek viszont az MTA-n és az egyetemeken belül volt nagyobb befolyásuk. A magyar tudományos élet modernizálását követelőket támogatta a Magyar Kommunista Párt (MKP). Mivel az MKP nem helyezte a tudomány teljes autonómiáját, ezért az átalakulás érdekében a külső, a politika részéről kezdeményezett beavatkozást is indokoltnak tartotta. A természettudósok és a politika részéről érkező kihívásokat az Akadémia korábbi funkciójához és struktúrájához ragaszkodó tudósok kénytelenek voltak mérlegelni. A humán csoport engedelményekre kényszerült, a „két” akadémia tárgyalásainak eredményeként megújult. Az MTA-n a természettudósok súlya jelentősen megnőtt: a huszonhat új levelező tagból mindössze négyen képviselték a humán tudományokat, kilencen voltak társadalomtudósok. A négy tiszteletbeli tagból ketten természettudósok voltak (N. Szabó, 2007, 91–92.; Pach, 1975).

A természettudományi elit volt az egyetlen elit csoport, amelyet – az egy matematikustól eltekintve – nem érintett az igazolási eljárás, illetve a béliasztás. 1945 tavaszán diáktüntetés volt az Építésmérnöki Karon Romhauer Lajos matematikus óráján (Róder, 1971, 55.). A diákok által politikai szempontokból kritizált, majd eltávolított Romhauer-ról meg kell állapítani, hogy szakmailag színvonalas

tanár volt. Az ábrázoló geometria tárgyköréből több jegyzetet és tankönyvet is írt. A pártok az egyetemeken élén, vezetésében végbement változásokat az intézmények autonóm ügyeknek tartották, ezért nem avatkoztak be. Kivételt jelentett az MKP Nagy-Szegedi Pártbizottsága, amelynek „saját” felsőoktatás-politikai elképzelései voltak. 1945 augusztusában foglalkoztak az egyetemen a Földrajz Tanszék helyzetével, annak „feltöltését” időszerűnek tartották, mert Ferenczi István és Kogutovics Károly professzorok 1944 végén Németországba távoztak (PTI. Arch. 274–24/2).

A tisztogatások során kevés természettudós professzort távolítottak el az egyetemektől, ezért csak néhány egyetemi tanári kinevezésre került sor 1945 novemberében. Ekkor lett egyetemi tanár a Pázmány Péter Tudományegyetem Elméleti Fizika Tanszéken Novobátszky Károly, az Állattan Tanszéken Wolsky Sándor, a Növény Élettan és Rendszer-tan Tanszéken Andreánszky Gábor. Valamennyien szakmai-tudományos kiválóságok voltak, akiket az MTA tagjai közé választott.

A Szegedi Tudományegyetem Légkör és Éghajlat Tanszékére Kovács Józsefet, a Földrajz Tanszékére Princz Gyulát nevezték ki (*Magyar Közlöny*, 1945, 173.). Az 1945-ben egyetemi tanárnak kinevezett természettudósok valamennyien megfeleltek a professzori kiírásoknak, többségük akadémiai tag lett.

Más elitcsoportokkal összehasonlítva, a tudományos utánpótlás szempontjából igen fontos habilitációk területén kevés védésre került sor. Az ország különböző egyetemén magántanárként fokozatot szereztek közül néhányan a magyar, sőt a nemzetközi tudományos élet élvonalába kerültek. Így többek között Turán Pál, Hajós György és Fejes-Tóth László matematikusok (*Magyar Közlöny*, 1946, 161., 168–169., 172–173., 193.). Valamennyi

habilitált matematikust az MTA tagjai közé is beválasztották.

A posztpluralizmus és a természettudósok

A politikatörténetben fordulópontot jelentett az MKP 1946. szeptember 28. és október 1. között megtartott kongresszusa. A politikai játékszabályokat eddig többé-kevésbé betartó kommunisták ekkor kinyilvánították: „ki a nép ellenségeivel a koalícióból”.

A demokráciában elfogadhatatlan politikai deklaráció szelleme nem tükröződött a tanácskozás tudománypolitikai elképzeléseiben. A tudománypolitikával eddig aktívan foglalkozó kommunisták ugyanakkor döntést hoztak a tudományos élet jövőjét meghatározó hároméves tervjavaslat kidolgozására (Rákosi – Szabó, 1967, 272.). A hároméves tervvel kapcsolatos intézkedések területén fontos volt, hogy a tervjavaslatot az MKP Politikai Bizottság 1946. december 19-i ülésén megvitatta, a Központi Vezetőség 1947. január 11–12-i tanácskozásán elfogadta, január 30-án pedig könyvben is megjelentette (Rákosi – Szabó 1967, 387.). A terv legfontosabb tudománypolitikai célkitűzése és egyben alapirányzata volt, hogy a tudományt az ország termelőerőinek kifejlesztésének szolgálatába állítsa (Rákosi – Szabó, 1967, 385.). Az MKP a tudomány fő erőit a gazdasági fejlődést elősegítő tudományokra kívánta koncentrálni. A legjelentősebb tudományos célkitűzések a műszaki és agrártudományok területén fogalmazódtak meg. A fenti célok megvalósítása érdekében ipari- és agrártudományi kísérleti intézetek felállítását tervezte. A párt jelentős változásokat ütemezett be a társadalomtudományok terén is, ezért több kutatóintézetet is létre akart hozni. Napirendre tűzte a tudományirányítás ügyét is. A hároméves terv már előrevetítette az MTA-t helyettesítő

tudományirányító szerv létrehozásának szükségességét (Rákosi – Szabó, 1967, 386.).

Az új kutatóintézetek létesítésének tervei a tudomány irányításának egységes elgondolását jelezték, azt az új tudománypolitikai koncepciót, amelynek megvalósításával a párt radikális változást kívánt végrehajtani a magyar tudományos életben (Rákosi – Szabó, 1967, 319.). Meglepő, hogy a természettudományokat eddig támogató kommunisták ezzel a tudományterülettel ekkor nem foglalkoztak.

Viták a tudományos élet fejlesztéséről

1947-ben a magyar tudománypolitika legnagyobb problémája a finanszírozás, a kutatási célok iránya, valamint az egyetemi kutatások nehézségeinek megszüntetése volt. A téma 1947. február 6-án a költségvetés vitájában került előtérbe. A problémát Szent-Györgyi Albert vitte a parlament elé. Konkrét példákkal bizonyította, hogy a tudományos életre, valamint a felsőoktatásra fordított pénz elégtelen. A természettudományok helyzetét teljesen kilátástalannak ítélte, mert ezen a területen meglátása szerint a tudományos kutatás teljesen megállt. Felhívta a figyelmet arra is, hogy ezek a kutatóintézetek, laboratóriumok képezik azokat a szakembereket, akik az országot újjáépítik (*Nemzetgyűlés Naplója*, 1952, 146–150.). A magyar tudományos élet nehéz helyzetének minősítésével a pártok felszólalói valamennyien egyetértettek. Különösen siralmasnak ítélte a helyzetet a baloldali szociáldemokrata politikus, Révész Ferenc. Véleménye szerint a magyar természettudomány 30–40 évre le van maradva a nemzetközi színvonaltól (*Nemzetgyűlés Naplója*, 1952, 637.). A kommunista álláspontot képviselő Rudas László ideológus a tudományos kutatás fejlődését elsősorban a kutatóintézetek számának növelésétől várta. Különösen a

természettudományi kutatóintézetek fejlesztését tartotta fontosnak. Úgy ítélte meg, hogy a kutatóintézetek nélkül nemcsak a tudomány, de a felsőoktatás sem fejlődhet (*Nemzetgyűlés Naplója*, 1952, 664.). A kormány nevében reagáló parasztpárti miniszter, Keresztury Dezső a helyzetet nem szemléleti, hanem pénzügyi okokkal magyarázta, mert mint mondotta, a Vallás- és Közoktatásügyi Minisztérium a természettudományi kutatásokat teljes elvi támogatásban részesíti. Megjegyezte, hogy a meglévő laboratóriumokat is csak a legnagyobb erőfeszítéssel tudják helyreállítani, nemhogy újakat tudnának alapítani (*Nemzetgyűlés Naplója*, 1952, 743–744.).

1947 nyarától a népi demokratikus átalakulás felgyorsulásától a politikai centrumaitól megfosztott koalíciós „partnerek”, a Független Kisgazdapárt és a Nemzeti Parasztpárt tudománypolitikai érdeklődése 1945–1946-hoz képest radikálisan visszaesett. Tudománypolitikát elsősorban a kommunisták és a baloldali szociáldemokraták folytatták.

Az MKP-nek a tudomány tervszerű fejlesztése és a hároméves terv kidolgozása érdekében tett különböző erőfeszítéseit a tudós társadalom, így az MTA tagjainak többsége (köztük a polgári demokrácia talaján álló természettudósok egy része sem) akceptálta. A tudósok passzivitása az Akadémia 1947. június 6-i tagválasztó nagygyűlése idején is tapasztalható volt. Kodály Zoltán elnök beszámolójában meg is fogalmazta, hogy közönyt nyilvánult meg az MTA iránt (*Szabad Nép*, 1947. június 10.). Az MKP a helyzet megváltoztatása érdekében 1947. június 11-én találkozót szervezett a tudósokkal (PTI. Arch. 274-24/14.). Meglepő módon az összejövetelen nem volt jelen háború utáni tudománypolitika több meghatározó egyénisége. Nem vett részt a tanácskozáson Szent-Györgyi Albert, de az

egykori Magyar Természettudományi Akadémia tagjai közül is csak kevesen képviseltették magukat az összejövetelen. Mindössze három természettudós: Wolsky Sándor biológus, valamint Schulek Elemér és Buzágh Aladár vegyészek vettek részt a tanácskozáson. Mi lehet a magyarázata ennek a helyzetnek? Az egyik magyarázata a távolmaradásnak, hogy a természettudományi és műszaki elitcsoportok az 1945–1946-os tudománypolitikai viták idején közelebb álltak a Magyar Kommunista Párthoz, mint a humán társadalomtudományi elitek. Lehetséges azonban egy olyan feltetelezés is, hogy a Nagy Ferenc miniszterelnök-féle „összeesküvői csoport” felszámolása idején néhány természettudóst, köztük Nárai Szabó István vegyészt is letartóztatták. A természettudósok egy része számára 1947 nyarára a Magyar Kommunista Párt politikája kezdett elfogadhatatlanná válni. A magyar természettudósok többsége részére az angolszász politikai berendezkedésnek, illetve tudománypolitikának volt modellértéke. Jól példázta ezt Wolsky Sándor, aki még elment az MKP által összehívott tanácskozásra, de a totális diktatúra kiépülése után nyugatra emigrált.

A tudósok egy részének az MKP-hez való viszonyában új helyzetet teremtett, hogy augusztus 1-től a kommunista irányítású Gazdasági Főtanács döntése révén az egyetemi-főiskolai oktatóknak, kutatói személyzetnek tudományos pótlékot állapított meg, ami a törzsfizetések 40–50%-át is elérte (*Szabad Nép*, 1947. július 15.). A Magyar Kommunista Párt a pótlék bevezetésétől a tudósok megnyerését és pozíciói megerősödését remélte, ami a párt szempontjából bizonyos sikert hozott a természettudósok egy részénél. 1948-ban a tudományos elitek közül az MKP a természettudósokat a párt számára már „megnyertnek” tartotta. Ez a feltetelezés azzal is alátámaszt-

ható, hogy amíg az 1948. július 8-án elkészült egyetemi reformtervben a pártnak minden elitcsoporttal kapcsolatosan elképzelési voltak, addig a természettudósok mint problematikus csoport egyáltalán nem szerepelt. A természettudósok pozitív megítélését jól érzékelteti, hogy az 1945-től „preferált” műszaki bizonyos csoportjait a kommunisták még ellenségesen kezelték, velük a reformban kiemelten foglalkoztak, addig a természettudósokat elkerülte a párt „érdeklődése”.

Természettudósok az átalakuló Akadémián

Az 1946. július 24-i tagválasztó nagygyűlésen a természettudósok akadémiai súlya jelentősen megnőtt. Már a „fordulat” után, 1946. december 19-én egy második tagválasztó ülése is volt az MTA-nak. Ekkor lett az Akadémia rendes tagja Gombás Pál fizikus, Tarczy Hornoch Antal geológus, Wolsky Sándor biológus, Egerváry Jenő matematikus és Szőkefalvi-Nagy Gyula matematikus (Feketéné 1975. 449.).

A népi demokrácia kiépítését célul tűző, valójában már kommunista irányítás alatt álló Dinnyés Lajos baloldali kisgazda miniszterelnök-kormány idején 1947. június 6-án összeült MTA öt természettudóst választott levelező tagnak. Csik Lajos biológus, Jordán Károly matematikus, Lengyel Géza biológus, Novobátczy Károly fizikus és Soó Rezső biológus személyében (Feketéné 1975. 550.). A „fordulat” utáni akadémikusokról kijelenthetjük, hogy valamennyien megfelelték annak, hogy a tudós társaság tagjai lettek. A politikai átalakulások „viharában” az MTA „átszervezése” idején külföldön tartózkodása miatt Wolsky Sándor biológust megfosztották akadémiai tagságától. Tanácskozó taggá minősítették Csik Lajos orvosbiológust és Lengyel Géza agrobotanikust (Feketéné 1975; Beck–Peschka 1989. 123–125.).

Megállapíthatjuk, hogy Wolsky Sándor kiváló biológus mellett szintén igazságtalanul távolították el Csik Lajost és Lengyel Gézt. Csik Lajos az általános és humán genetika területén ért el jelentős eredményeket. Lengyel Géznak flórakutatásával és a mezőgazdasági növénytan kapcsolatos eredményeit nemzetközileg is jegyezték.

A már kiépült totalitárius diktatúra idején, 1948. július 2-án nyolc természettudós levelező tagot választottak az MTA tagjai sorába. Alexits György matematikust, Bognár Rezső vegyész, Gimesi Nándor biológust, Hajós György matematikust, Rapaiacs Raymund biológust, Selényi Pál fizikust, Turán Pál matematikust és Erdey Grúz Tibor vegyész (Feketéné 1975. 550.). A többnyire baloldali elkötelezettségű, illetve kommunista párttagsággal rendelkező, sőt akár MKP-tisztségeket is betöltő természettudósok valamennyien szakmai-tudományos teljesítményük alapján lettek az MTA tagjai.

Professzori kinevezések – magántanári habilitációk

A természettudományi kinevezésekkel kapcsolatos tendencia a „fordulat” után is folytatódott. Mindösszesen hét professzori kinevezésre került sor. 1946 októberében a Pázmány Péter Tudományegyetem Kémia Tanszékére egyetemi tanárnak nevezték ki Buzágh Aladár vegyész (Köznevelés 1946. 20.). 1947 márciusában pedig Tankó Béla lett a Debreceni Egyetem Szerves Kémia Tanszékének professzora (Köznevelés 1947. 5.). Ugyancsak Debrecenben lett 1947 augusztusában a Földrajz Tanszék egyetemi tanára Kádár László (Köznevelés 1947. 16.), 1948 nyarán a matematika professzora lett a Szegedi Tudományegyetemen Szőkefalvi-Nagy Béla (Köznevelés 1948. 14.), 1948 júniusában pedig a Debreceni Tudományegyetem Állattani Tanszékén kapott katedrát Hankó Béla (Köznevelés 1948. 14.), 1948 szeptemberében Varga Ottó lett a Debreceni Egyetem Matematika Tanszékén egyetemi tanár (Köznevelés 1948. 18.).

A kinevezett professzorok közül Buzágh Aladár vegyész nemzetközileg is elismert eredményeket ért el. Nemzetközi kiválóság volt Szőkefalvi-Nagy Béla matematikus. Mindketten már akadémikusok voltak kinevezésük idején. A matematika elismert kutatója volt Varga Ottó is, aki 1950-ben lett az MTA tagja. Hankó Béla zoológus hidrobiológiai kutatásait is elismerte a tudományos élet.

A habilitációk területén sem volt lényeges változás, ha a védéseket az 1945–1946-os évekkel hasonlítjuk össze. 1946 őszén biológiából habilitált Krenner József (Köznevelés, 1946, 19.), november pedig vegyészből Bognár Rezső (Köznevelés, 1946, 21.). 1947 márciusában szintén kémiából lett egyetemi magántanár Tankó Béla. 1947 nyarán szerzett Gombay Lajos fokozatot fizikából (Köznevelés, 1947, 14.). Az ősz folyamán lett habilitált doktor földrajzból Kovács Lajos (Köznevelés, 1947, 18.) és Kádár László (Köznevelés, 1947, 15.), matematikából pedig Katai György (Köznevelés, 1947, 20.). Ugyancsak földrajzból szerzett fokozatot decemberben Egyed László. Fábrián Gyula pedig biológiából lett egyetemi magántanár (Köznevelés, 1947. 23.). 1948 márciusában Selényi Pál fizikából védett (Köznevelés, 1948, 4.), Péter Zoltán pedig földrajzból (Köznevelés, 1948, 3.). Majzon László a tavasz folyamán geológiából habilitált (Köznevelés, 1948, 9.), 1948 kora őszén a matematika tudomány területén szerzett fokozatot Kárteszi Ferenc (Köznevelés, 1948, 16.). A fokozatot szerzettek egy része átlagos tudományos teljesítményt mutatott fel. Kivételt jelentett Egyed László, aki a Föld tágulására

vonatkozó elméletével, illetve a Naprendszer kialakulásával kapcsolatos kutatásaival nemzetközi tudományos sikert aratott. Hasonlóan, nemzetközi szinten is elismert kutató volt Selényi Pál, aki a fényelmélet szempontjából elvi jelentőségű kísérleteket folytatott. A szénhidrátok kutatása terén kimagasló eredményeket ért el Bognár Rezső. Munkásságuk elismeréseként mindhárman a Magyar Tudományos Akadémia tagjai lettek.

Természettudósok az egyetemek vezetésében

Mivel önálló természettudományi kar csak a szegedi egyetemen volt, ezért a fordulat utáni egyetemi rendszerben az egyetlen dékán a mennyiségtan és természettani kar vezetőjeként Greguss Pál volt (Köznevelés, 1946, 19.). 1947. augusztus közepétől pedig Koch Sándor geológus volt a Matematika Kar dékánja (Köznevelés, 1947, 16.), az 1948/1949-es tanévtől a vezetést Bruckner Győző vegyész vette át a Matematika és Természettudományi Karon (Köznevelés, 1948, 16.).

IRODALOM

- Beck Mihály – Peschka Vilmos (főszerk.) (1989): *Akadémiai Kisziklon*. II. kötet. Budapest: Akadémiai Kiadó
- Fekete Gézné (összeáll.) (1975): *A Magyar Tudományos Akadémia Tagjai, 1925–1975*. Bp., MTA Könyvtára
- Kónya Sándor – Pach Zsigmond Pál (főszerk.) (1975): *A Magyar Tudományos Akadémia másfél évszázada 1825–1975*. Budapest: Akadémiai Kiadó
- Köznevelés (1946–1948)
- Magyar Közöny* (1945–1946)
- N. Szabó József (1993): Szent-Györgyi Albert tudomány-szerző és kulturálpolitikai tevékenysége (1945–1946). *Tiszatáj*. 10, 75–83. • <http://tinyurl.com/mb86wmw>

Összegzőként megállapíthatjuk, hogy az MKP által végrehajtott politikai fordulat kedvezett a magyar tudományos életnek, a természettudósok szempontjai szerinti átalakításának. A politikai változások ellenére – néhány esettől eltekintve – sem az egyetemen, sem a Magyar Tudományos Akadémián érdemtelenül ekkor nem pozicionálódott a természettudományi elit. Ugyanakkor már a demokrácia felszámolásának időszakában politikai felfogása miatt több természettudós ellen eljárás indult, egyeseket börtönbüntetésre is ítélték. Az 1949-es akadémiai „reform” elsősorban a humán-társadalomtudományi elitet érintette, de több mint húsz természettudós is áldozata lett az MKP, illetve a Magyar Dolgozók Pártja (MDP) által levezényelt átalakításnak. Rehabilitációjukra csak a rendszerváltozás után, 1989-ben került sor (Feketéné, 1975; Beck – Peschka, 1989, 122–125.).

Kulcsszavak: a fordulat évei, MTA, természettudósok, tudománypolitika

- N. Szabó József (2007): Az MTA átalakítása és a természettudósok (1945–1946). *Kultúra és Közösség*. 1, 89–94.
- Nemzetgyűlés Naplója* (1952): VI. kötet. Budapest: Hiteles kiadás
- Párttörténeti Intézet Archívuma (PTI. Arch.)
- Rákosi Sándor – Szabó Bálint (szerk.) (1967): *A Magyar Kommunista Párt és a Szociáldemokrata Párt határozatai (1945–1948)*. Budapest: Kossuth Kiadó
- Róder Imréné (1971): *Adatok a műegyetemi ifjúsági mozgalom 1945–1947 közötti szakaszához (Tudományos szocializmus füzetek 12)*. Budapest: Marxizmus-leninizmus Oktatási Főosztály
- Szabad Nép* (1947): június–július.

A MONDATTÓL A SZÓIG¹

Kenesei István

az MTA levelező tagja

„Nekem elég a nyelv, úgy, ahogy találtam
Berzsenyiben és a Nagymező utcában”
(Vas István: Nekem elég)

Az elmúlt száz év a nyelvtudományban óriási változás tanúja volt. Pontosabban fogalmazva azt kell mondanunk, hogy a nyelvtudományban is, hiszen a 20. század a fizikától az orvostudományon át a pszichológiáig szinte minden tudományágban korábban elképzelhetetlen fejlődést hozott, de a természettudományok a „nagy menetelésüket” már a 19. században elkezdték: elég csak Kelvinre, Maxwellre, Darwinra, Pasteurre, Kochra, vagy a magyar Eötvös Lorándra gondolnunk. A nyelvészet *big bang*jére, nagy robbanására azonban a 20. század elejéig kellett várnunk, amikor az amerikai William Dwight Whitney vagy az újgrammatikusok, közöttük a német Hermann Paul friss, de a nyelvet csak részleteiben, mintegy mozaikjaiban vizsgáló elképzelései nyomán Ferdinand de Saussure impozáns és összefüggő nyelvi felfogást alakított ki, amelyet a genfi előadásai alapján kollégái és tanítványai egy nagyhatású könyvben adtak ki éppen száz évvel ezelőtt, 1916-ban (Saussure, 1916, 1967).

¹ Az MTA Székházában 2016. december 12-én tartott székfoglaló előadás írásos változata, a *Magyar Tudomány* terjedelmi korlátai miatt kissé rövidítve. A teljes cikk az alábbi URL-en olvasható: http://www.nyttud.hu/kenesei/publ/kenesei_szekfoglalo.pdf

A kortársaknak és az utánuk következő nyelvészek nemzedékeinek a figyelmét az e kötetbe foglalt – nyugodtan mondhatjuk – forradalmi gondolatok ragadták meg. Saussure olyan kutatási irányokat nyitott meg, amelyek jó ötven évig meghatározták a tudomány művelésének kereteit. Így nyílt lehetőség arra, hogy „a nyelv forma, nem szubsztancia” tézise alapján a nyelvi rendszer és ezzel a nyelv elméletének a kutatására helyeződjön a hangsúly a korábban uralkodó történeti szemlélet és a nyelvet anyagi, tartalmi entitásnak tekintő felfogás helyett.

Saussure nyomán a nyelvészet – részben a szemiotika, részben a strukturalizmus révén – megtermékenyítette társtudományait, ugyanakkor „befelé” is fordult egy időre – hiszen tisztázni kellett mindazokat a fogalmakat és szerkezeti összefüggéseket, melyeket az új gondolkodás hívott életre (például a fonéma és a morféma tüzetes elemzése, a szóalakok és szó szerkezetek, azaz szintagmák meghatározása, és így tovább). Ez a folyamat a most már a strukturalista iskolán belül törvényszerűen újabb irányzatokra osztódó nyelvtudományban évtizedekig tartott. Időközben a saussure-i alapfogalmak újabbakkal egészültek ki (mint a saussure-i gondolatok kiterjesztésének tekinthető allofón és allomorf, azaz a fonéma és a morféma meghatározott környezetben megvalósuló változatai), mások, mint a *language* ’nyelvezet’, érdektelenné váltak, ismét

mások, mint a szintagma és a mondat, jóval hangsúlyosabbak és összetettebbek lettek.

Amikor az én korosztályom járt egyetemre, de még húsz éve is, ha egy nyelvtörténeti kurzust tartottam, a kézikönyvek legnagyobb részét a hangtanról szóltak, utána következett fontosságban az alaktan és a szókincs története, a mondattanra legföljebb néhány bekezdésnyi figyelem jutott. A leíró nyelvtanokban persze más arányok érvényesültek, de a jelentéstan fejezetekben a szó szerkezetnél nagyobb egységet nem lehetett találni. Mind az egyetemista koromban használt tankönyv jelentéstan fejezete, mind annak egyik közvetlen forrása szerint a jelentéstan nem más, mint szójelentéstan. E forrás, Martinkó Andrásnak az 1950-es évek közepén írt, és a szerző nagy olvasottságáról tanúskodó, de akkor kéziratban maradt munkája már a címében is ezt az álláspontot vallja magáénak: *A szó jelentése* (Martinkó, 2001).

A jelentéstan tárgyát nem csak a hazai nyelvészet fogta fel így. A Magyarországról 1939-ben Angliába emigrált későbbi oxfordi romanista professzor, Ullmann István, azaz Stephen Ullmann többek között két jelentéstan bevezetést, illetve áttekintést is kiadott (Ullmann, 1951/1957, 1962), melyek szintén kizárólag a szó jelentésre összpontosítanak. Későbbi kötetének a tartalomjegyzéke például így fest: 1. A nyelv felépítése, 2. A szavak természete, 3. A jelentés, 4. Világos és homályos szavak, 5. A jelentés logikai és érzelmi tényezői, 6. Szinonímia [azaz rokonértelmű szavak], 7. Többértelműség [azaz a poliszémia és a homonímia, vagyis a szavak többértelműsége], 8. Jelentésváltozás [a szavaké], 9. A szóállomány szerkezete.

Nagyjából a nyelvtudomány saussure-i fordulataival egy időben a filozófiában is bekövetkezett egy fontos változás, amelyet utóbb

a „nyelvi fordulat” kifejezéssel illettek. A jénai matematikaprofesszor, Gottlob Frege, illetve az ő írásait felfedező és elterjesztő cambridge-i filozófusok, majd a bécsi kör és az angolszász analitikus filozófia számára a szó jelentés lényegében véve nem is létezett (vö. Frege, 1980). A „tulajdonnév” (azaz a név, illetve a leíró kifejezés, vagyis mai terminussal: a referáló kifejezések) és a mondat az a két pillér, amelyre Frege jelentésmélete épül. Eltekintve most a kvantorokat tartalmazó kijelentésektől, Fregénél a (logikai értelemben vett) alany–állítvány szerkezetű állításokban a „tulajdonnév” alany egy dolgot jelöl (illetve arra referál), az állítvány pedig a mondat jelölétéhez, az Igazhoz vagy Hamishoz vezető függvényt jelöli. Ez az az összefüggés, amelyben a fregei kompozicionalitás elve érvényesül, amely szerint a szavak csak a mondat összefüggésében nyerik el értelmüket. („A szavak csak mondatok összefüggésében jelennek valamit.” Frege, 1980, 86. Máté András fordítása) Jóllehet, a Frege által tulajdonnévnek tekintett kifejezések között egyetlen szóból állók is vannak (éppen a nyelvtanirói hagyomány „tulajdonnevei”, például *Kepler* vagy *Dánia*), amelyek magukban is képesek egy-egy dolgot jelölni, a több szóból álló leíró kifejezésekben szereplő szavak (például a *Földtől legtávolabb lévő égitest*) – a bennük lévő „valódi tulajdonnevek” kivételével – továbbra is a mondatban, illetve az általuk alkotott kifejezésben nyerik el jelentésüket.

A mára lényegében egyeduralkodóvá vált igazságfeltételes szemantika a Frege által lefektetett alapokon nyugszik. Ezek szerint tehát a szavak jelentése másodlagos a mondat jelentésével szemben, és a szavaknak csak annyiban van önálló vagy megragadható értelmük, amennyiben ugyanazzal a jelentésmomentummal járulnak hozzá a mondat jelentésé-

hez. Ezért tudunk a *kutya* vagy az *asztal* szavak esetében „fogalmi jelentésről” beszélni, hiszen számos esetben konkrét (és egymáshoz egyes, esetleg lényeges vonatkozásaikban hasonlító) dolgokra történik utalás e szavaknak teljes (vagy azzá kiegészíthető) mondatokban történő használatakor, például *A postás megharapott egy kutyát*, vagy *Leesett az asztalról a könyvem*.

*

A saussure-i forrásokból eredő 20. századi modern leíró és elméleti nyelvészet ezzel a filozófiai környezetben kialakult jelentéstanban nem tudott találkozni, hiszen mint láttuk, Saussure és követői számára a szó volt a jelfogalom kanonikus megvalósulása. A korai strukturalista nyelvészek többnyire fonológiai (hangtani) és kisebb részben morfológiai (szóképzési-ragozási), illetve lexikai (szótár-tani) szintekre alkalmazták tanításait, a mondat vizsgálatát lényegében teljesen elhanyagolva. A strukturalista közelítés továbbá az igen/nem típusú oppozícióknak kedvezett, amelyek ugyancsak elsősorban ezeken az „alsóbb” nyelvi szinteken tanulmányozhatók és illusztrálhatók, olyan megkülönböztetésekre támaszkodva, mint a ’zöngés/zöngétlen’, ’egyes/többes szám’, ’élő/élettelen’, ’férfi/nő’ stb. Természetesen adódott, hogy a jelentés-tan is ilyen oppozíciókat igyekezzen konstruálni, és ehhez kapóra jött a „komponenciális jelentéselemzés”, amely bináris, azaz kétértékű tulajdonságok, valamint az „igaz/hamis” distinkció segítségével horgonyozta le egyes predikátumok jelentését.

A bináris oppozíciók közé olyanok tartoznak, mint az *élő/élettelen* vagy az *azonos/különböző*; a skaláris ellentétek közé pedig olyanok, mint a *magas/alacsony* vagy *komoly/viadám*. De akár többtényezős táblázatokat is fel

lehet állítani, például a rokonsági viszonyokra az „én”, az „ego” helyéhez nulla, egy- vagy kétgenerációs fel-, illetve lefelé viszonyítva, valamint a ’férfi/nő’ megkülönböztetést alkalmazva.² (1. ábra)

Világos, hogy ezek az ellentétek is leírhatók az igaz/hamis dimenziójában, azaz igazságfeltételes szemantikában: a bináris ellentétben ha valami nem élettelen, akkor élő; a skaláris ellentétben pedig ha valami vagy valaki vidám, akkor nem komoly (de ha nem komoly, akkor nem feltétlenül vidám) – és ezek is mind mondatokkal, azaz a logika terminológiájában propozíciókkal fejezhető ki, pontosabban a jelentésüket ilyen igazságfeltételeken keresztül vagyunk képesek rögzíteni.

Mégis, láthatjuk, hogy itt nem másról van szó, mint a tartalmas vagy fogalmi jelentésű nyelvi elemek kiragadásáról a nyelvi rendszer teljes tárházából és a bennük többnyire pszichológiai alapon reálisan megtestesülő jelentés-mozzanatok (azaz képzetek) elemzéséről. De a saussure-i szintagmatikus (vagyis egymás melletti) és asszociatív (vagyis osztályokat meghatározó) viszonyokat is leginkább szavakon tanulmányozták. Aligha véletlen tehát, hogy a jelentéstan központi kategóriája is a szó volt.

Egyébként maga Saussure is annak a régi nézetnek volt híve, hogy a jelentés végső soron valamiféle dolog, hiszen számára a jel nem érzékelhető oldala, a „jelentett” egyfajta mentális létezéssel bíró entitás volt, mint az a könyvből ismert és a 2. ábrán reprodukált részleten is látható, ahol az alul lévő hangalak a felül lévő fogalommal avagy képzetel van

² A táblázatban az „ego”-tól számított távolság generációkban van megadva (de a testvérek két mínusza a nulla generációs távolságot jelöli), a balszálon mintául vett szavakhoz odaértjük az „ego”-t mint „birtokost”, például *apa/gyerek* = ’ego/gyereke’.

	fel	le	igen	2gen	férfi	nő
nagyapa	+	-	-	+	+	-
nagyanya	+	-	-	+	-	+
apa	+	-	+	-	+	-
anya	+	-	+	-	-	+
szülő	+	-	+	-	±	±
fiú	-	+	+	-	+	-
lány	-	+	+	-	-	+
gyerek	-	+	+	-	±	±
húg	-	+	-	-	-	+
nővér	+	-	-	-	-	+
öcs	-	+	-	-	+	-
báty	+	-	-	-	+	-
testvér	±	+	-	-	±	±
unoka	+	+	-	+	±	±

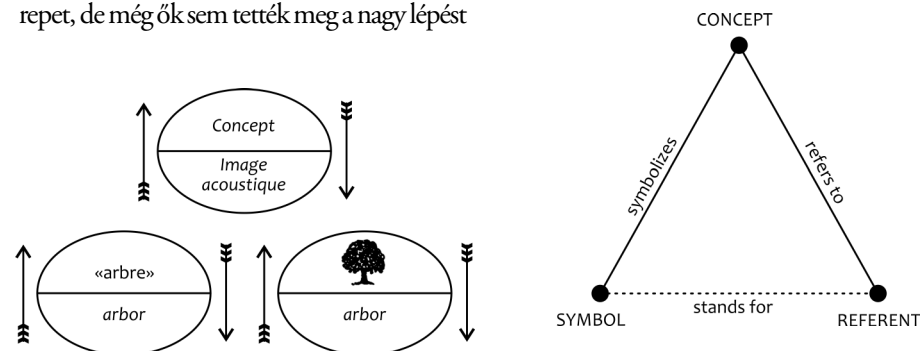
1. ábra • Vér szerinti rokonsági viszonyok komponenciális elemzésben

összekötve. Viszont a jelt magát viszonyfogalomként tárgyalta, és ezzel példát mutatott a további nyelvészgenerációknak.

Abban, hogy ne csupán a jelt, de a jelentést se valamilyen entitással azonosítsák, hanem relációként határozzák meg, Charles Kay Ogden és Ivor Armstrong Richards (1923) *A jelentés jelentése* c. alapműve játszott fontos szerepet, de még ők sem tették meg a nagy lépést

a szótól a mondatig. A könyvükben bemutatott, gyakran *Frege-háromszögnek* nevezett ábra a *szimbólumtól* a *fogalom* keresztül vezet a jeltárgyhoz, a *referenshez*. (4. ábra)

Volt még egy további ok, ami a nyelvészetben késleltette annak felismerését, hogy a jelentés tanulmányozásának központi tár-



2. ábra • Saussure jelentésfogalma

3. ábra • A „Frege-háromszög” Ogden és Richards (1923) könyvében

gya a mondat. Frege a „nagy” tanulmányait a 19. század végén jelentette meg, ezek elterjedése azonban a 20. század közepéig még a filozófiában sem volt széles körűnek mondható. Jóllehet Bertrand Russell és a cambridge-i filozófusok tisztában voltak a jelentőségével, és tudjuk, hogy Ludwig Wittgenstein is Fregének küldte el a *Tractatus*-t, az áttörés csupán az angol nyelvű fordításkötet 1952-es megjelenésétől számítható (lásd Ruzsa, 1980). Ha pedig még a filozófusok, sőt az analitikus filozófusok sem szenteltek nagyobb figyelmet Fregének, akkor nem is lehetett elvárni, hogy a nyelvészek ismerjék őt.

*

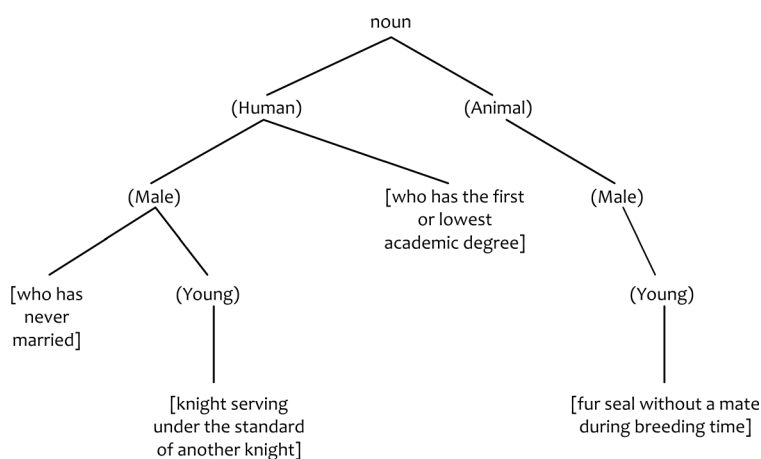
A valódi áttörést hozó nagyszabású kutatási programot, amelyre általában generatív grammatika néven szoktunk hivatkozni, jó hatvan évvel ezelőtt Noam Chomsky (1957) indította el. Az ebben a keretben kidolgozott elveknek csakis egy mondatközpontú grammatikában lehet létjogosultságuk. Ez a körülmény szerencsés módon „ágyazott meg” a nyelvfilozófia oldaláról érkező hatásoknak, amelyek szintén a mondat elsőbbségét támogatták.

Ugyancsak kedvező körülménynek tekinthető az is, hogy a Chomsky korai munkásságát rokonszenvvel kísérő, illetve azt kiegészítő gondolkodók között filozófusok is voltak.

A generatív grammatika szemantikai komponensét elsőként meghatározni próbáló Jerrold J. Katz és Jerry A. Fodor (1963) tanulmánya csaknem egy évtizedig szabta meg a diskurzus kereteit. Rendszerük szavakat egyesített a szintaxis által adott szerkezetekben, lényegében a fregei kompozicionalitási elvet megvalósítva. A szavak szótári jellemzésének klaszifikussá vált illusztrációja szerepel a 4. ábrán.

Ez a modell szavak jelentéssztyályaikat rögzítő szemantikai alkotóelemeket (ún. *markeret*, jelölőket) tartalmaz, amelyeket – ugyanúgy, mint az előbbi táblázatos illusztrációban – egy igazságfeltételes elmélet alapján lehet megállapítani, például ’ember’, ’férfi’, ’fiatal’. A további lényeges és egymástól eltérő egyedi jellegzetességeket pedig egy-egy metanyelven megfogalmazott (és ugyancsak propozíció értékű) leírás adja meg; ezek az ábrán szögletes zárójelek között szerepelnek.

Chomskynak (1965) a generatív grammatika következő korszakhatárát meghúzó



4. ábra • Katz – Fodor (1963) jelentésmodellje: a *bachelor* szó a szemantikai szótárban

munkája pedig végérvényesen a mondatközpontú nyelvi stúdiumok részévé tette a szemantikát. Innentől kezdve a nyelvelméleti kutatásokon belül már csak az volt a kérdés, hogy mikor, milyen mélységben és hány elemet vesz át a nyelvészet a logikai-szemantikai, illetve nyelvfilozófiai irányzatokból (és melyikből). Ez azonban már elhanyagolható tényező ahhoz képest, hogy a mondat a jelentéstani vizsgálódások alapegységévé lépett elő a nyelvtudományban is.

*

Azt, hogy a mondat a nyelv alapvető kategóriája, a szavak jelentésének metaforikus változása is ékesen bizonyítja. Ismeretes, hogy a nyelvi kreativitás egyik alapvető mozzanata a szójelentés képlekenysége, kiterjeszthetősége. Az itt bemutatott igencsak hétköznapi példán, egy kritika egyik bekezdésén illusztráljuk ezt az aláhúzott kifejezések segítségével:

„Az estét a művészek egyértelműen egyetlen egységként tervezték meg, ez kiolvasható volt abból, ahogyan a két művet egymás tükrözésére, mivel szüzséjük készségezen idé-

zi fel és értelmezi egymást. Párhuzamos vonásaik nagyon is nyilvánvalóak, annak ellenére is, hogy a *Kékszakkallú* az idegenségnek, a magánynak az operája, míg a *Mandarin* egyfajta valódi egygyválás örvénylőben rútt, mégis magával ragadó apoteozisa. Mindkét mű az önátadás veszedelmességében rejlő pszichés rettegésre épül, ennél fogva az azonosságok felmutatására alapozott színvonalú megvalósítás nagyon is adekvát művészi elképzelésnek ígérkezett.” (Rákai Zsuzsanna, *Élet és Irodalom*, 2016. 10. 14.)

Tekintet nélkül arra, hogy a metaforikus kiterjesztés számára szükséges-e a szó szerinti jelentés vagy sem, most arra kívánom felhívni a figyelmet, hogy a jelentések ilyen módosításának lehetősége csakis mondat (vagy tagmondat) méretű szerkezetben valósulhat meg.

Ha például azt az egyszerű kérdést teszem fel, hogy „Játszok-e ma?”, akkor a *Magyar Értelmező Kéziszótár* megfelelő szótári címszavából az 5. ábrában átvett és rövidítve bemutatott jelentéslista első öt tétele közül nehéz dönteni.

De azt is látjuk, hogy ezek a felsorolt jelentések is már az alapjelentések kiterjesztései – kéz a kézben a *játszik* szó jelentésének bővülésé-

játszik

1. Játékkal szórakozásul (csoportosan) foglalkozik, utánoz
2. Szerencsejátékban részt vesz
3. Sportszerű játékban (csapatban) részt vesz
4. Hangszeren zeneművet ad elő
5. Színház/mozi bemutat, előad
 - Darabot, szerepet megjelenít
 - Színlel, tettet – *Játssza az ártatlant*
6. Játékosan mozgat valamit – *A ceruzájával játszik*
7. Tetszése szerint bánik valakivel
8. (Szerkezet alkatrésze) elmozdul(hat) – *Játszik a mérleg nyelve*
9. Valamilyen színben mutatkozik – *Ez a kék zöldbe játszik*

5. ábra • A *játszik* jelentései a *Magyar értelmező kéziszótár* alapján

vel. Pontosabban fogalmazva, a *játék* vagy *játszik* szavak eredetileg specifikálatlan, széles körű jelentése konkretizálódott a felsorolt altípusokban, azzal párhuzamosan, ahogy az emberi tevékenységek között megjelent a szerecszejáték, sport, színjátszás, gépgyártás stb.

De minden szó további metaforikus kiterjesztésekre ad lehetőséget. Az már a szótárban is rögzítve van, hogy ha a rendező azt mondja az ügyelőnek, hogy „Ez a szék nem játszik a következő felvonásban”, akkor ezen azt érti, hogy az adott kellék fölösleges, például ul lehet vinni a színpadról. Más eshetőségek viszont még nincsenek hasonlóképpen szótározva. Ha például azt mondja a gazdasági igazgató a főnökének, hogy „Ez a szerződés már nem játszik”, akkor a főnök valószínűleg arra fog gondolni, hogy az említett szerződéssel már nincs dolga, az lezárult, érvénytelen vagy valami hasonló. De ahhoz, hogy a metafora működjön, a szónak mondatban kell állnia: a már rögzített metaforikus jelentések esetében látszólag azért, hogy tudjuk, melyik jelentésváltozatot válasszuk ki, az új jelentések esetében pedig azért, mert másképpen egyáltalán nem jöhet létre a jelentés kiterjesztése.

Sőt, a már szótárban rögzített jelentések esetében sem úgy értjük meg a szót, hogy előhalásszuk a bal agyféltekénk valamely zugában a fenti listához hasonlóan elraktározott jelentéssorból az éppen alkalmas példányt, hanem a *játék*, *játszik* általános specifikálatlan értelmével nagyjából tisztában lévén mindig az adott (fizikai vagy nyelvi) szövegkörnyezetre alkalmazzuk azt. Ehhez pedig egy, a kognitív pszichológiából ismert képességet, illetve tevékenységet állítunk munkába, amit tudatelméletnek (*Theory of Mind*) hívnak, és ami a saját és mások gondolatainak, vágyainak, szándékainak, hiedelmeinek ábrázolását, reprezentálását teszi lehetővé.

Ahhoz tehát, hogy megértsem, mit mondasz, el kell tudnom képzelni, hogy mire gondolhattál, mi több, azt is, hogy mit gondolsz, hogy én mire gondolhatok, ha te ezt vagy azt mondod. Ez pedig nem más, mint a nyelvi rekurzivitás tudatelméleti reflexe, megvalósulása. De ilyen visszacsatolások tudatelméleti folyamat csak mondatokra támaszkodva létezhet. A jelentés metaforikus kiterjeszhetőségének tehát alapvető feltétele, hogy a szó mondatokban jelenjen meg.

Itt egy termékeny ellentmondáson keresztül valósul meg a nyelv egyik alapvető funkciója. Aminek elsődlegesen jelentése van, az a mondat. Amit viszont a mentális nyelvi modul, a fejünkben lévő tár elraktároz, az a szó. **A nyelv, a gondolkodás, a közlés, a kommunikáció minimális egysége a mondat. A nyelvi emlékezet, a mentális tár alapegysége viszont a szó.** Ez a dinamikus szembenállás teszi többek között azt is lehetővé, hogy a szónak, és közülük is elsősorban a fogalmi jelentésű szavaknak ne legyen kötött, egyszer és mindenkorra rögzített jelentésük. A paradox helyzetet összefoglalva tehát: **A szónak állandó a formája, de bizonytalan a jelentése, a mondatnak változó a formája, de biztos a jelentése.**

Ezen persze nem azt értem, hogy egy mondat nem lehetne többértelmű, hanem azt, hogy a beszélő fejében megfogalmazott vagy az adott megnyilatkozásban közölt mondat mindig egy és csak egy jelentéssel van kimondva, amely jelentést a beszélő bármikor specifikálhatja, azaz pontosan meghatározhatja, amennyiben erre szükség van. Az előbbi „*Játszok-e ma?*” példában én pontosan tudtam, milyen értelemben használtam az igét, a mondat tehát a kimondója számára mindig egyértelmű – tekintet nélkül arra, hogy ezzel a kérdés „címettje” vagy egy

esetleges külső szemlélő is tisztában van-e. Egy-egy szónak azonban bármikor (jóllehet nem akármilyen irányban és/vagy mértékben) módosulhat a szótárban – egyébként éppen az adott szóval alkotott mondatok vagy közlések alapján – rögzített jelentése, akár az ellenkezőjére is, mint az ironia esetében – a beszélőnek az adott megnyilatkozásban megvalósuló szándéka szerint; ráadásul, mint említettem, a „szótározott jelentéseket” is az adott mondat vagy megnyilatkozás hívja elő.

Ebben az értelemben pedig nincsen különbség az úgynevezett fogalmi jelentésű szavak (például *játszik*, *játék*, *szék*, *arany* stb.) és a nyelvtani szavak között (például *hogy*, *ami*, *fog*, *de*, *bár* stb.). Az a körülmény, hogy a fogalmi jelentésű szavak felbukkanásakor olyan dolgokról (tárgyakról, eseményekről vagy cselekvésekről) van szó, például egy székről vagy egy sakkjátszmáról, amelyeket azonosítani tudunk a világban, illetve hogy a nyelvtani szavak esetében ilyen dolgokat nem tudunk azonosítani, az a jelentések természete szempontjából elhanyagolható véletlen, hiszen aminek elsősorban, alapvetően és egyedülállóan jelentése van, az a mondat, illetve a szintaxis elvei, szabályai alapján létrejött megnyilatkozás, amely (vagy amelynek egy részlete) azután utal ezekre a dolgokra, és valami igazat vagy hamisat állít róluk (illetve kérdez, felszólít és így tovább).

A nyelvtani szavakban találjuk meg a nyelv formai bonyolultságának legfontosabb tulajdonságát. Képletesen szólva a nyelvtani szavak alkotják azt a kötőanyagot, amely a fogalmi jelentésű szavak tégláit egymáshoz kapcsolja, azaz amelyeknek köszönhetően felépül a nyelv alapkategóriájának, a mondatnak az épülete.

*

És most elérkeztünk egy olyan ponthoz, amely a szónak a mondathoz való viszonyát egy újabb megvilágításban mutatja be. Amit ugyanis nyelvtani szónak neveztem idáig, az egyáltalán nem biztos, hogy szó. Egyrészt a szó maga is viszonyfogalom, formai kritériumoktól függ, mint amilyen a megszakíthatatlanság vagy az együttmozgathatóság. Zárójelben jegyzem meg, hogy mindkét kritérium kizárólag szintaktikai környezetben, azaz mondat szerkezeten belül vizsgálható, vagyis a szónak csak a mondathoz viszonyítva van önálló léte. Ilyen okok miatt számít önálló szónak az angolban a *may* 'szabad, lehet' segédige, miközben a neki megfelelő magyar „nyelvtani szó”, a *-hat/het* nem szó, hanem rag. És ugyanezért nem szó a svéd végartikulus a *hus-et* 'ház-az' szóban, míg a magyar névelő önálló szónak számít az ekvivalens *a ház* szerkezetben. És hiába írjuk egybe az igével, a magyar igekötő bizony önálló szónak számít a kritériumok szerint, mert elmozdul az igétől, akár elébe, akár mögéje, mint például ezekben a szerkezetekben: *be is szalad, nem szalad be, be ne szaladj* stb. (Következik ebből, hogy ha a magyar helyesírás szigorúbb logikára támaszkodna, akkor a *beszalad* formát is külön kellene írni.)

De ugyanilyen kritériumok segítségével lehet kimutatni, hogy a nyelvekben a szó és a toldalékok között van egy „köztes terület” is, ahová a korlátozott szabadságú, de nem teljesen kötött morféma tartoznak, mint amilyenek egyrészt az **affixoidok**, például a *-ként*, *-képpen*, *-talan/telen* stb., másrészt a **félszók**, például az összetételei előtag *leg-*, *al-*, *fő-*, *ál-* stb., az összetételei utótag *-féle*, *-szerű*, *-beli* stb. Lehet ugyanis olyasmit mondani, hogy *kalap- és kabáttalan*, de olyat nem, hogy *rendőr- és honvédség*, továbbá van *festmény- vagy szobor-szerű* ugyanúgy, ahogy azt is lehet mondani,

hogy *festmény- vagy szoborállvány*, pedig az *állvány* önálló szó, de a *-szerű* nem. Talán mondanom sem kell, hogy az (önálló) szó > felszó > affixoid > toldalék hierarchia azonosítása megint kizárólag szintaktikai környezetben lehetséges, csak a mondatbeli elhelyezkedésük tisztázhatja a nyelvész számára, hogy ők valójában hova tartoznak, de a naiv beszélő is ilyen szintaktikai információk alapján „tudja”, milyen kategóriába tartoznak, még ha a kategória elnevezésével nem is kell tisztában lennie. Azt talán nem kell külön hangsúlyoznunk, hogy mindezek a rendszerszintű állítások a beszélőnek általában implicit, de valóságos nyelvi tudását reprezentálják, mutatják be.

Nemcsak a szavak, a szófajok sem függetlenek a mondat szerkezeti viszonyoktól. A nyelvészet már régen túllépett azon a hagyományos, de igen hosszú életű, több mint kétezer éves felfogáson, amelyben a szófajokat jórészt (de nem kizárólag) a jellemző jelentések alapján mutatták be – a *bemutat* kifejezés itt pontosabb, mint a *meghatároz* – és amelyet jól illusztrál a 17. századi „Port-Royal nyelvtan” következő részlete:

„Gondolataink tárgyai egyfelől a dolgok, mint a *föld*, a *Nap*, a *víz*, a *fa*, amelyeket rendszeren *szubsztanciáknak* hívunk. Másfelől a dolgok tulajdonságai; mint *vörös[nek]* lenni, *kemény[nek]* lenni, [...] stb., amelyeket akcidienciáknak nevezünk. [...] Amely szavak a szubsztanciákat jelölik, azokat *főneveknek*, amely szavak pedig az akcidienciákat jelölik, [...] azokat *mellékeveknek* hívjuk.” (Lancelot – Arnauld, 1660 [1967], 30–31., saját fordítás)

Saussure után a szófajok formai tulajdonságai kerültek előtérbe: Leonard Bloomfield (1933) a szófajt „formaosztálynak” nevezi, és a grammatikai jegyei alapján azonosítja, egyik tanítványa, Charles F. Hockett (1958) pedig kifejezetten a helyettesíthetőség disztribúciós

ismérve alapján állítja fel a szavak és szószervezetek osztályait. Csakhogy amennyiben komolyan vesszük a helyettesíthetőség elvét, akkor rendkívül sok szóosztályt kellene létrehozunk, hiszen elég korán rájöttek arra, hogy alig van két olyan szó, amely pontosan ugyanabban a környezetben fordulhat elő. Például egy kötelezően tárgyias ige, mint amilyen a *kiolvas*, sosem fordulhat elő ugyanabban a szintaktikai helyzetben, mint a kötelezően tárgyatlan *kimerül*, vö.: *Anna kiolvasott (egy könyvet)* – *Anna kimerült (egy könyvet)*, tekintet nélkül arra, milyen főnév szerepel a tárgy helyén.³ Az igék szóosztályát eszerint nem is lehetne felállítani. A kudarcért a szófajok „egydimenziós” meghatározása a felelős: valami vagy ige, vagy főnév, vagy melléknév, és így tovább. Mielőtt ezt a gondolatot más példákon továbbvezetnénk, tegyünk egy rövid kitérőt arra, hogy minek lehet egyáltalán szófaja.

Azt állítom, hogy **szófajuk csak olyan nyelvi elemeknek lehet, amelyek más nyelvi elemekkel együtt állhatnak**. Az ún. mondat-szóknak, pontosabban egy-két kisebb alcsoportjuknak, köztük az indulatszóknak (például *jé*, *ejnye*) vagy a teljes közlés értékű „szavaknak” (például *szia*) valójában nincs szófajuk. Azok a terminusok, amelyeket az általuk alkotott csoportok megjelölésére használunk, csupán szótárszerkesztői célokat szolgálnak: mivel a teljesség kedvéért fel kell sorolni (és a kétnyelvű szótárakban le kell fordítani) őket, valamilyen „névvel” el kell látni őket is, hogy tudjuk, hol és hogyan kell használnunk őket.

³ A csillag a nyelvtanilag helytelen alakot jelzi. A zárójelen kívüli csillag azt, hogy a zárójellezett kifejezés nélkül a mondat helytelen. A zárójelen belüli csillag pedig azt, hogy a zárójellezett kifejezéssel helytelen a mondat.

Az összes többi szónak, vagyis azoknak, amelyek más nyelvi elemekkel alkotott szerkezetekbe helyezhetők, éppen azokat a tulajdonságait tartjuk a szófaji csoportosításuk szempontjából relevánsnak, amelyek pontosan a más elemekkel együtt való előfordulásukat szabályozzák. E tulajdonságok lehetnek:

- alakotaniak (például milyen toldalékokat vehet föl),
- mondattaniak (például az ige tárgyias, ragos vonzatos, mondatvonzatos-e vagy nincs vonzata; a melléknévnek van-e jelzői és/vagy állítmányi használata, fokozható-e, módosítható-e és hogyan/mivel; a főnév megszámlálható-e, inkorporálódhat-e, és így tovább), és
- jelentésbeliek (például konkrét vagy absztrakt, hely vagy idő jelentésű, felvehet-e szemantikailag korlátozott toldalékokat stb., például *dél óta*, de **ház óta*; *olvastat*, de **kívántat*).

A szófaj tehát nem más, mint arra szóló utasítások sora, hogy az adott elem mely más elemekkel kombinálódhat. A „hagyományos” szófajok, mint az ige, főnév, melléknév tulajdonságok bizonyos csoportjainak, nyálábjaik tesznek eleget. Következésképpen **a szófajok egydimenziós kategóriáját a tulajdonsághalmazok többdimenziós mátrixával kell felváltanunk.**

Hadd illusztráljam az eddig mondottakat a magyar segédigéken, melyeket a következő tulajdonságok mentén különböztethetünk meg egymástól, valamint azoktól a „főigéktől”, amelyek hozzájuk hasonló szerkezeteket, vagyis igeneves mondatokat vonzanak,

illetve egymástól:

- Beférkőzés: *akar*; *próbal*, *tud*, ...; *fog*, *szokott*, *kell*, *szabad*, *talál*, ...; pl. *le akar ülni*
- Segédigei (modális) jelentés: *tud*, *bír*; *fog*, *volna*, *kell*, *szabad*, *lehet*, ...

- Jelen vagy múlt idejű alak hiánya:⁴ *fog*, *szokott*, *%szabad* – **fogott menni*
- Személy/számjelölés hiánya: *kell*, *szabad*, *lehet* – **kellek menni*
- Igenév (nonfinit forma) hiánya: *fog*, *szokott*, *szabad*, *lehet* – **fogni menni*
- Önálló (thematikus) alany hiánya: *fog*, *szokott*, *talál*; *kell*, *szabad*, *lehet*
- Potenciális inflexió (*-hat/het*) hiánya: *fog*, *szokott*, *talál*; *szabad* – **foghat menni*
- Feltételes modalitás hiánya: *fog*, *szokott* – **fogna menni*
- Felszólító/kötőmód hiánya: *fog*, *szokott*, *talál* – **fogjon menni*
- Személyjelölt igenév lehetséges: *kell*, *szabad*, *lehet* – *kell memnem*

Ezeknek a tulajdonságoknak a segítségével egy táblázatot tudunk felvázolni, amelynek bal szélén láthatjuk a megkülönböztető jegyeket. Az első három oszlopba a nyitott osztályokba tartozó és félkövér szedéssel jelölt főigéket helyeztük, a tőlük jobbra látható hét oszlopban a segédigéket látjuk (6. ábra).

Szürke satírozással jelöltem azt a tulajdonságot, amely elválasztja a segédigéket a főigéktől: ez a saját vagy más néven thematikus alany hiánya. Pontosabban arról van szó, hogy a segédigének nincsen thematikus vonzata, csupán a vonzata nyelvtani kategóriáját nevezi meg, de annak nem jelöl ki olyan szintaktikai-szemantikai szerepet, amelyet egy főige képes és köteles az alanyának, tárgyának stb. megadni.⁵

⁴ A „%” jel a beszélők csoportjai közötti megosztást jelzi: van például, akinek jó a *szabadott* alak, de van, akinek nem elfogadható.

⁵ A thematikus alany hiánya az ún. *unakkuzatív* igéket is jellemzi, például *hull*, *telik*, de ezeknek nem lehet igeneves vonzatuk, vagyis egyedül a thematikus alany hiánya nem képes a segédigéket meghatározni. Ez a megfigyelés is a tulajdonságok nyálábjaiba vonatkozó végkövetkeztetésünket erősíti.

ige tulajdonság	szégyell, utál, ...	szeret(ne), akar, ...	tud, bír	fog	szokott	talál	kell	szabad	lehet	van + V-va/ve
beférkőzés	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+
modális jel	-	±	+	+	+	-	+	+	+	-
múlt idő	+	+	+	-	+	+	+	±	+	+
személy/szám	+	+	+	+	+	+	-	-	-	+
igenév lehet	+	+	+	-	-	+	+	-	-	+
saját Θ-alany	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-
pot.: -hat/get	+	+	+	-	-	-	-	-	-	+
felt.: -na/ne	+	+	+	-	-	+	+	+	+	+
kötőmód: -j	+	+	+	-	-	-	+	+	+	+
Px. igenéven	-	-	-	-	-	-	+	+	+	*

6. ábra • Magyar igeék és segédigék megkülönböztetőjegy-mátrixa

De hiába neveztem meg ezt a tulajdonságot, ettől még egyik segédige sem tudja a másikat helyettesíteni. Vagyis, mint a táblázatban is látjuk, **nincs két segédige, amelyet ugyanaz a tulajdonsághalmaz jellemezne.** Másképp kifejezve: itt minden szó önálló grammatikai osztályt alkot. Ez pedig általánosan jellemző a grammatikai szavakra vagy (a generatív nyelvészet terminológiájában) a funkcionális kategóriákra. Hogy akkor mi értelme van különféle szófajokba rendezni őket? Önkritikus választ adva – az, hogy legyen valami közvetlen gyakorlati haszna a nyelvészetnek, például az idegen nyelvek tanításában vagy a szótárírásban, amikor hasonló elemcsoportokra tudunk vagy kell hivatkozni, legyenek azok a névelők, a kötőszók vagy a segédigék, illetve a már korábban is említett úgynevezett mondatzóok.

Nézzünk a táblázat első sorára: ha a „beférkőzést” emeljük ki mint a segédigéség meghatározó jellemzőjét, mint azt Kálmán C. György és társai (1989) tették fontos tanulmányukban, nyilvánvaló, hogy más csoportosításhoz jutunk. A tanulság ugyanis az, hogy ahány tulajdonság, annyi osztályozás lehetséges, és ez – amint azt már évtizedekkel ezelőtt többen felismerték – a fogalmi jelentéssel rendelkező szavaink csoportosítására is igaz. Mert ugyan létezik olyan tulajdonság, amely átfogja a „névszók” (azaz a főnevek, melléknévek, számnevek és névmások) osztályát, nevezete-

sen az, hogy esetragokat vehetnek fel, de a szintaxis felől nézve az esetragokat valójában nem a szavak, hanem a szintagmák, főnévi csoportok (DP-k vagy NP-k) kapják meg, és közülük a melléknévek vagy számnevek sok esetben csupán ellipsis révén, azaz azért, mert mellettük a főnév törölve van, például: *Anna az unalmas könyvet olvasta, Péter pedig az [érdekes könyv]-et.*

*

A mondattani kutatás a szavak különféle csoportjairól deríthet ki új tulajdonságokat. Az igevevekkel például én magam és tanítványaim is elég régóta, a 80-as évek közepétől kezdve foglalkozunk: a főnévi, a határozói, a melléknévi igevevekről írtunk cikkeket, illetve a doktoranduszok disszertációkat (pl. Kenesei, 1986; Sárík, 1998; Tóth, 2000.; Szécsényi, 2010; Nádasdi, 2013). Az igevevek persze nem szóosztályok, hanem nonfinit, azaz időjeles-rag nélküli tagmondatok alkotóelemei. Ám nemcsak azok minősülnek „igeveveknek”, amiket hagyományosan annak tartottunk. Újabbán a ma már a Leideni Egyetemen oktató egykori szegedi tanítványommal, Lipták Anikóval a szokásosan képzőnek besorolt *-ható/hető* (röviden: *ható*) funkcionális elemről mutatuk ki, hogy ez is nonfinit mondatot határoz meg (Lásd Lipták – Kenesei, 2017).

Röviden összefoglalva egyebek mellett a következő érveket soroltuk fel amelle, hogy a lexikalizált, vagyis rögzült *ható* melléknévvvel szemben létezik a *ható* tagmondat is. (Az (a) példákban melléknévek, a (b) példákban „igevevek” vannak.)

(3) A) a melléknévnek lehet fok- és mértékhatározója, a mondatnak nem:

a. Ez a változás nagyon érezhető.

b. Öt ember (*nagyon) leültethető.

B) a melléknév fokozható

a. az érthetőbb/legérthetőbb szövegek
b. *Öt ember leültethetőbb, mint tíz.

C) a melléknév nem őrzi meg az ige argumentumszerkezetét, a *ható* mondat megőrzi

a. *a/az* (*mindenki által) érthetőbb szövegek

b. *a/az* *(fogasra) akasztható kabátok

D) a melléknév nem engedi meg az ige köztő elmozdítását, a mondat igen

a. A százados nem megbízható (– általában)

b. A százados nem bízható meg (például egy feladattal – most/ma).

Ugyanezek az érvek kiterjeszthetők nemcsak a *-hatatlan* „képzőre”, hanem az *-andó* melléknévekre, illetve tagmondatokra is, például:

(4) A) a melléknévnek lehet fok- és mértékhatározója, a mondatnak nem:

a. Ez a változás nagyon kerülendő.

b. Ez az öt ember (*nagyon) elkerülendő.

B) a melléknév fokozható

a. a kerülendőbb/legkerülendőbb szövegek

b. *Ez az öt ember elkerülendőbb, mint az a tíz.

C) a melléknév nem őrzi meg az ige argumentumszerkezetét, az *andó* mondat megőrzi

a. *a/az* (*mindenki által) kerülendőbb szövegek

b. *a/az* *(fogasra) akasztható kabátok

D) a melléknév nem engedi meg az ige köztő elmozdítását, a mondat igen

a. A százados nem megvetendő (– általában)

b. A százados nem vetendő meg (például azért, amit tett – most/ma).

De akár egy régi vitámat is feleleveníthetem itt, amelyet Laczkó Tiborral folytattam az

igeneves mondatok szerkezetéről, illetve amit ő folytatott velem arról, hogy az *-ás/és* „képzős” főnévi fejú, úgynevezett „tényt vagy cselekvést kifejező” szerkezetek főnévi csoportok vagy nonfinit mondatok-e.⁶ Itt most nem foglalom össze a hosszadalmas és meglehetősen bonyolult előzményeket, amelyekben többek között a névmások és anaforák kötése és kontrollja játszott kiemelt szerepet, hanem bemutatok egy új szempontot, amely a „mondatpárti” elemzést támogatja.

Tudjuk, hogy a magyar azok közé a „tagadás-egyeztető” (*negative concord*) nyelvek közé tartozik, amelyekben a tagadó névmások (valójában kvantorok) mellett a saját tagmondatokon belül kell egy őket engedélyező tagadósónak lennie. A (2a) példa azért rossz, mert az aláhúzott tagadószó a tagadó kvantoros kifejezést (*semelyik könyvet*) tartalmazó zárójelezett tagmondaton kívül van. A (2b) mondat azért jó, mert a tagadószó a tagmondaton belül áll. Ugyanez a megfigyelés az igeneves tagmondatokra is érvényes: a (2c) példában a zárójelek között álló igeneves tagmondaton kívül van a tagadószó, ezért elfogadhatatlan, míg a (2d) példában a tagadószó belül áll, a mondat tehát nyelvtanilag helyes.

Ha – a korábbi érveken túl – a tény/cselekvést kifejező főnévi szerkezetekben ezt a szempontot is figyelembe vesszük, akkor a (2e) példában az aláhúzott tagadószó kívül van a zárójeles szerkezeten, vagyis a főmondatához tartozik, azaz a dőlt betűvel jelölt

zárójeles kifejezésnek főnévi csoportnak kell lennie. A (2f) példában viszont a tagadószó a szerkezeten belül foglal helyet, mivel pedig főnévi csoporton belül a tagadás művelete nem értelmezhető, azt a következtetést kell levonnunk, hogy a tagadószó egy tagmondatban helyezkedik el, mégpedig ugyanabban a tagmondatban, mint a tagadó névmás/kvantor. Más szóval a (2f) példában a dőlt betűvel jelölt szerkezet nonfinit, azaz igeneves mondatnak felel meg. Az *-ás/és* „képzős” főnévi fejú, „tényt vagy cselekvést kifejező” szerkezetek pedig kétarcúak: lehetnek főnévi csoportok vagy nonfinit mondatok is.

- (2) a. *[Hogy semelyik könyvet olvastad] az nem érdekes.
 b. [Hogy semelyik könyvet nem olvastad] az érdekes.
 c. *A [semelyik könyvet olvasó] fiút nem láttam.
 d. A [semelyik könyvet nem olvasó] fiút láttam.
 e. [Semelyik könyv elolvasása] sem okoz gondot.
 f. [Semelyik könyv el nem olvasása] gondot okoz.

Ezekkel a – kényszerűen rövidre fogott – esettanulmányokkal egyébként azt a meggyőződésemet is illusztrálni tudtam, hogy a generatív nyelvészet egyik nagy intellektuális vonzereje abban rejlik, hogy az elvek következetes alkalmazásával egyre érdekesebb problémákkal találjuk szembe magunkat, majd azok megoldása révén további izgalmas problémákat tudunk megfogalmazni.

*

Nem kívánom formálisan összefoglalni az eddig elhangzottakat. A nyelv szótárának az elemeit, amiket itt elég szabadon szavaknak neveztem, számos tulajdonság jellemzi, ame-

lyek más-más csoportosításokat tesznek lehetővé. De közülük a legfontosabbak azért szükségesek, hogy pontosan megadják, milyen típusú elem lehet a vonzatukban. Ebből a szempontból pedig a fogalmi jelentéssel bíró szavak ugyanúgy viselkednek, mint a funkcionális elemek.

A vonzatos szavak, és mindenekelőtt a többnyire megfogható („fogalmi”) jelentés nélküli nyelvtani egységek (mint amilyen a *hogy* kötőszó, az *-e* kérdőszó, az igenév jellemző *-ni* morfémája, az igeidő ragja, a névelő stb.) „pányvázak ki” a mondat szerkezetét: ezek jelölik ki a tartalmas szavak helyét, amelyek fogalmi jelentéssel töltik ki a mondat formális csontvázát. A funkcionális kategóriák pedig, ugyanúgy, ahogy a valódi tulajdonneveken kívül minden szó: az igeék, a főnevek, a melléknevek, az adpozíciók (azaz a magyarban a névutók és az önálló jelentésű esetragok, valamint az igeekötők) az előbb említett tulajdonságnyalábokat megnevező „széljegyeket” (*edge features*) tartalmaznak, amelyek meghatározzák, mi legyen (vagy mi lehet) a vonzatuk. A széljegyek által megszabott Egyesítés (*Merge*) műveletének segítségével, amely két dologból (szóból és/vagy szerkezetből) egyetlen egységet hoz létre, az emberi nyelv az időben lineáris, egydimenziós közlési modalitásból megtette azt a radikális ugrást, amely formájában, s ennél fogva tartalmában is korlátlan bonyolultságú gondolatokat tett lehetővé egy hierarchikus konstrukció kialakítása

IRODALOM

- Alberti Gábor – Laczkó Tibor (eds.) (2017): *The Noun Phrase, Vol. 1. Comprehensive Grammar Resources: Hungarian*. Amsterdam: Amsterdam University Press
 Berwick, Robert C. – Chomsky, Noam (2016): *Why Only Us? Language and Evolution*. Cambridge, MA: The MIT Press

révén. Az adott formai keretek közötti ismétlődés, más néven a rekurzió lehetősége is ennek a változásnak volt az egyenes következménye.

A nyelvnek és vele együtt a *homo sapiens*-nek a grammatika kialakulása révén megtett evolúciós ugrása ennek az új konstrukciós lehetőségnek köszönhető – legalábbis a legerősebb hipotézisek hívei, és közülük is elsősorban Noam Chomsky szerint, aki legutóbbi könyvében újabb érveket sorol nézetei mellett.⁷ De bármiképpen alakult is ki az emberi nyelv, illetve bármennyire is a szó a nyelvi memória alapegysége, az emberi gondolkodás és közlés, illetve a jelentés szempontjából a mondat elsődlegessége és az alkotó elemek, a szavak másodlagos szerepe a nyelvnek egyik legfontosabb jellemzője.

Hadd fejezzem be éppen ezért egy idevágó másik idézettel, ez alkalommal Ottlik Gézáttól: „Nem a szó volt kezdetben, hanem a mondat.” (*Próza*, 1980, 185.)

⁷ Berwick – Chomsky (2016). Bár tisztában vagyok a releváns Chomsky-kritikáknak legalább egy részével, például egyfelől Dan Everettnek (2012) a dél-amerikai piraha nyelv tulajdonságai alapján kifejtett nézeteivel, amelyek tagadják a rekurzió központi jelentőségét, másfelől Michael Tomasellónak (2008) a kooperatív kommunikáción alapuló nyelvkeletkezési felfogásával, ezek megvitatása túlságosan messzire vezetne a jelen írás témájától.

Kulcsszavak: *szó, mondat, féléző, szófaj, jelentés, metafora, tudatelmelet, rekurzió, segédige*

- Bloomfield, Leonard (1933): *Language*. London: George Allen and Unwin (2nd revised ed. 1935).
 Chomsky, Noam (1957): *Syntactic structures*. The Hague: Mouton
 Chomsky, Noam (1965): *Aspects of the Theory of Syntax*. Cambridge, MA: The MIT Press
 Everett, Daniel L. (2012): *Language: The Cultural Tool*. New York: Pantheon Books

- Frege, Gottlob (1980): *Logika, szemantika, matematika.* (ford. Máté András) Budapest: Gondolat
- Hockett, Charles F. (1958): *A Course in Modern Linguistics.* New York: Macmillan
- Kálmán C. György – Kálmán László – Nádasdy Ádám – Prószyk Gábor (1989): A magyar segédigék rendszere. *Általános Nyelvészeti Tanulmányok.* 17, 49–103.
- Katz, Jerrold J. – Fodor, Jerry A. (1963): The Structure of a Semantic Theory. *Language.* 33, 170–210.
- Kenesei István (1986): On the Role of the Agreement Morpheme in Hungarian. *Acta Linguistica Hungarica.* 36, 109–120.
- Kenesei István (2005): Nonfinite Clauses in Derived Nominals. In: Piñón, Christopher – Siptár Péter (eds.) (2005): *Approaches to Hungarian*, Vol. 9. Budapest: Akadémiai Kiadó, 161–186.
- Laczkó Tibor (2009): On the -Ás suffix: Word Formation in the Syntax? *Acta Linguistica Hungarica.* 56, 23–114.
- Lancelot, Claude – Arnauld, Antoine (1660 [1967]): *Grammaire générale et raisonnée* [facsimile edition]. Menston: Scolar Press Ltd.
- Lipták Anikó – Kenesei István (2017): Passive Potential Affixation: Syntax or Lexicon? *Acta Linguistica Academica.* 64, 1, 45–77. DOI:10.1556/2062.2017.64.1.2
- Martinkó András (2001): *A szó jelentése.* Szeged: Lazi Könyvkiadó
- Ogden, Charles Kay – Richards, Ivor Armstrong (1923): *The Meaning of Meaning.* London: Routledge – Kegan Paul
- Nádasdi Péter (2013): *A preminális finit vonatkozó szerkezetek vizsgálata a magyarban. Doktori disszertáció.* Szeged: Szegedi Tudományegyetem
- Ruzsa Imre (1980): Gottlob Frege. In: Frege, Gottlob: *Logika, szemantika, matematika.* (ford. Máté András) Budapest: Gondolat, 7–14.
- Sárik Pál (1998): A határozói igenevek néhány problémája. *Magyar Nyelv.* 94., 423–36.
- Saussure, Ferdinand de (1916): *Cours de linguistique générale.* Lausanne: Librairie Payot
- Saussure, Ferdinand de (1967): *Bevezetés az általános nyelvészetbe.* (ford. B. Lőrinczy Éva) Budapest: Gondolat
- Szécsényi Krisztina (2010): *An LF-driven Theory of Scrambling in Hungarian Infinitival Constructions. Doktori disszertáció.* Szeged: Szegedi Tudományegyetem
- Tomasello, Michael (2008): *Origins of Human Communication.* Cambridge, MA: The MIT Press
- Tóth Ildikó (2000): *Inflected Infinitives in Hungarian. PhD Dissertation.* Tilburg: Tilburg University
- Ullmann, Stephen (1951/1957): *The Principles of Semantics.* (2nd ed.) London: Basil Blackwell–Mott (első kiadás: 1951)
- Ullmann, Stephen (1962): *Semantics: An Introduction to the Study of Meaning.* Oxford: Basil Blackwell



HONFOGLALÁS KORI TARSOLYLEMEZEINK ÉS KELETI PÁRHUZAMAIK

Fodor István

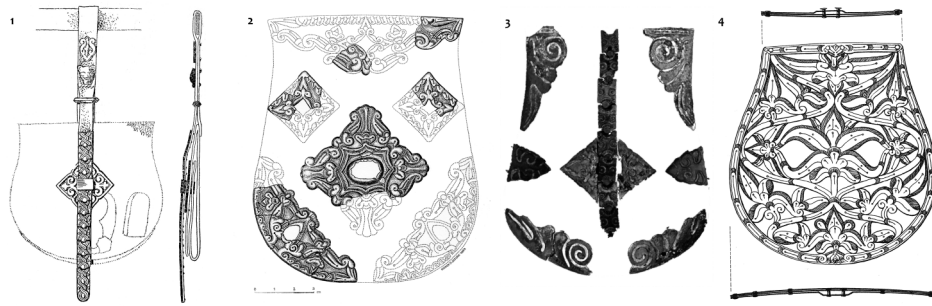
címzetes főigazgató,
Magyar Nemzeti Múzeum
istvan.fodor@t-email.hu

A Kárpát-medencében 895-ben megtelepült honfoglaló magyarság színpompás ötvösművészetének vitathatatlanul legszebb emlékei a férfiak fegyverővén hordott bőrtarsolyok fedelét díszítő tarsolylemezek voltak. E kis méretű tarsolyokban egykori tulajdonosaik a tűzkésztséget (csiholó, kova, tapló) és egyéb apró tárgyaikat hordták. Az egykori társadalmi elit férfi tagjai tarsolyuk lecsapódó fedelére szereltették fel e 10–13 cm magas és 8–11 cm széles, kecses, pajzs alakú díszlemezeket. Közülük az első a felvidéki Galgócon került elő 1868 nyarán, árokásáskor. A magyar régészet atyamestere, Rómer Flóris már a következő évben rövidre fogva ismertette is a jeles tárgyat, s használati módját is helyesen ismertette fel, megjegyezvén, hogy alakja erősen emlékeztet a huszárok tarsolyának formájára (HMK, 388–390.).

E tárgyak készítése fortélyait Fettich Nándor mutatta be részletekbe menően, s ugyanó tett kísérletet készítése helyük és idejük tisztázására is. (Közbevetőleg meg kell itt jegyezni, hogy ugyancsak Fettich mutatott rá az ún. „kettős keltezés” fontosságára. Ennek lényege abban summázható, hogy a sírban lelt tárgynak korát az ugyanott előkerült többi

sírmelléklet alapján általában csak arra az időre keltezhetjük, amikor ezek a temetésekor a sírba kerültek, nem pedig arra, amikor azok készültek. Márpedig gyakrabban ez utóbbi időpont a lényegesebb.) A kiváló régész úgy vélte, hogy a Kárpát-medencei új hazában felszínre került tarsolylemezek nem itt, hanem még a Kárpátoktól keletre fekvő szállásokon, Kijev, Csernyigov és Poltava környékén készülhettek, az egykori Levédia nyugati részén, avagy a vele szomszédos területeken (Fettich, 1937, 93.). Eszerint a délceg magyar vitézek már e pompás lemezekkel ékesített tarsolyokat viseltek veretekkel díszes fegyverőveiken, amikor a vereckei kapun át új hazájukba jöttek.

A tarsolylemezek száma mára huszonhétre emelkedett. A múlt század harmincas éveiben még azt lehetett remélni, hogy a magyar kutató által megjelölt területen – ahol egyébként valóban sok magyar jellegű régészeti lelet került napvilágra – az újabb feltárások majd egyre-másra hozzák felszínre a tarsolylemezeket. Csakhogy ezekből itt máig nem került elő egyetlen darab sem. Erre kiváló régészeink (László Gyula, Dienes István) már a hatvanas évek elején felhívták a figyelmet.



1. kép • 1. Bodrogszerdahely; 2. Budapest-Farkasrét; 3. Sesztovica; 4. Tarcál

Dienes két remek dolgozatban vázolta fel a bőrtarsolyok díszítésmódjának fejlődéstörténetét. 1964-ben kimutatta, hogy kezdetben a tarsolyok lecsapódó fedőlapját csupán bronz és ezüstveretekkel díszítették. Felfigyelt az oroszországi viking sírokban lelt, a mieinkkel azonos szerkezetű veretes tarsolyokra, amelyek alakját nálunk 1941-ben László Gyula állította helyre a bodrogszerdahelyi lelet alapján (László, 1944, 436.) (1. kép 1.). Ugyancsak ő mutatta be először a Ladoga-tó vidékén eredeti helyzetében feltárt viking tarsolyt, továbbá a Kijev, Csernyigov és Szmolenszk körzetében napvilágra került tarsolyvereteket is (Dienes, 1964, 102–110.). Ez utóbbiak a mi példányainkkal azonos szerkezetűek: a bőrtarsoly lecsapódó fedelének közepére rombusz alakú, a közepén téglalap alakú nyílással áttört bronzveretet erősítenek, amelyen átbújtatják a tarsolytestre erősített, fémszalagból készült fület, s ezen vezetik át a veretes zárószíjat (1. kép 1.). A fedélén négy sarokverettel is ékes, újféhértói tarsolyunk (HMK, 207.) hasonmása a legtöbb kelet-európai, „magyar típusú” övtáska, főként a viking temetőkből és a volgai bolgároknál. Ezen kívül számos, más típusú veretes tarsolyt ismerünk a cseremiszeznél, mordvinoknál, a Káma-vidéken, a volgai

bolgároknál és az észak-kaukázusi alánoknál.¹ (A belső-ázsiai nomádoknál is járta a tarsolyok viselete, ezeknek azonban különleges fém zárószervezetük volt.)

Az akkor ismert leletek alapján Dienes az alábbi következtetést vonta le: „Az előzmények hiányában arra kell gondolnunk, hogy az általánosan elterjedt veretes tarsolyokat a díszes fedőlappal borított tarsoly csak közvetlenül a honfoglalás előtt váltotta fel őseink viseletében, és a tarsolylemezek elsősorban honfoglalóink őtvöeseinek készítményei lehetnek.” (Dienes, 1964, 110.) Akkori összegzése máig érvényes, hiszen az említett huszónhét tarsolylemez mellett máig is csak tíz veretekkel díszített tarsoly ismeretes honszerzőink sírjaiból. Ugyanitt arról is szót ejtett, hogy eladdig egyetlen tarsolylemez vált ismertté Kelet-Európából, az őscseremiszi (ősmari) vezselovói temetőből (HMK, 34.), további másik kettő pedig a svédországi birkai nagy viking temető 644. és 819. sírjából. Ez utóbbiak is a X. század elejére keltezhetőek a velük

¹ Itt jegyzem meg, hogy jelen dolgozatomban nem térhetek ki e sokféle tarsolytípus vizsgálatára, most csupán az ún. magyar típusú tarsolyok (amelyeket a nemzetközi szakirodalom körte, patkó vagy líra alakúaknak is nevez) fejlődéstörténetét követem nyomon fő vonásaiban.

talált arab pénzek alapján (Arbman, 1940–1943; Taf. 129/1a–1b. 222–223, 295.).²

1972-re pedig Dienes töredékeiből újjáalkotta az általa korábban felvázolt fejlődéstörténeti sor eddig hiányzó láncszemét, a budapest-farkasréti veretes tarsolyt, amelynek fedelét már majdnem egészen befedték a veretek. Innen jutott arra a következtetésre, hogy a tarsolydíszítés fejlődése a néhány verettel ékes fedőlaptól a veretek számának gyarapodásán át vezet a fedéllemezzel való borításhoz. Véleménye szerint: „Ez a fejlődés épp a honfoglalás idején jutott el kiteljesedéséhez...” (Dienes, 1972, 58; 1973.) Ez a fejlődés azonban nem jelent abszolút időrendi következetességet is, tehát nem biztos, hogy minden veretes tarsoly korábbi a lemezeseknél. E két díszítésmód időrendje bőven egymásba csúszik, amikor mindkét díszítésmódot alkalmazzák. A farkasrétihez igen közeli tarsoly került elő keleten is, Csernyigovtól nem messze, a sesztovica normann temető 42. kurgánjában (1. kép 3.) (Makarov, 2012, 352. 13. kép.).

A veretekkel már nagyrészt befedett tarsolyok zárószervezete még a régi maradt: a zárószíjak ugyanúgy rögzítették a tarsoly fedelét, mint a korábbi típusú tarsolyokon. Ez a helyzet akkor változott meg, amikor a fedelét már nem veretek, hanem lemezek fedték. Ezeknél a szíjat már nem lehetett a fedél külső oldalán futtatni, mert egyrészt a szíj számára nem lehetett a lemez felületén bújtatót kialakítani, másrészt pedig a szíjak eltakarták volna a díszes lemez középső sávját. Ezért azt a megoldást választották, hogy a tarsolyfedél külső oldalára helyezték a díszlemezt, a hátsó oldalára pedig egy ugyanolyan alakú és

² A felső-volgai őscseremiszi jelképes sírban lelt – mára, sajnos már elveszett – lemez talán még Etelközben vagy már az új hazában készült magyar munka is lehetett (Fodor, 1979, 69.).

nagyságú, bronz vagy vörösréz alátétlemezt illesztettek, majd az elülső oldalról – a szegély mentén – a közéjük fogott fedéllel együtt, a két lemezt nitszerekkel egymáshoz erősítették. A hátlapon azonban a tarsoly hossz tengelyében a lemezen egy keskeny sávban befelé kiemelkedő hátat kalapáltak ki, s az így kialakult résen a fedél mögött húzták át a zárószíjat. Jól szemlélteti ezt a szerkezeti újítást a tarcali tarsolylemez (HMK, 120.), ahol az elülső aranyozott ezüst díszlemez mögött lévő rézlapon látható a bújtatószíj számára kialakított 2,8 cm széles csatorna, amelynek oldalait a lemez felső és alsó végénél egy-egy aklasszeggel zárták le (1. kép 4.).

A banai tarsoly készítői azonban még a régi zárószervezetet alkalmazták a hálómintába szőtt palmettacsokrokkal díszes ezüstlemezzel borított fedélen (HMK, 362–364.). Nyilván itt még nem ismerték az akkor megjelent új eljárást, ezért a lemez közepén (és a vörösréz hátlapon) hossz négyyszög alakú nyílást vágtak ahol a tarsoly testére erősített bújtatószalagot átdugták. A díszlemez felületén erős kopásnyom mutatja az egykori zárószíj nyomát, ami hosszú használatra ural. Valamikor azonban a bújtatószalag eltört, s a nyílás széle is megsérült. (Ennek eredeti alakját a vörösréz alátétlemezen épen maradt nyílás alapján tudtuk a rajzon rekonstruálni (2. kép 1.). Érdekes azonban, hogy a kívül futó zárószíj nyoma kissé kiemelkedik a fedőlemez síkjából, amit korábban Dienes is észlelt, magyarázatát azonban nem lelte (Dienes, 1973, 208.). Magam úgy vélem, ez azzal magyarázható, hogy a megsérült tarsolylemez javítását végző mester már jól ismerte a lemezes tarsolyok zárószervezetét, s az új zárószíjat már a díszlemez alatt bújtatta át. A szíj számára azonban nem a hátlapot, hanem a vékony ezüstlemezt hajlította meg.



2. kép • 1. Bana (rekonstrukció); 2. Eperjeske; 3. Kecskemét-Fehéregyháza; 4. Veszeloovo

A banai tarsoly szerkezeti archaizmusával kapcsolatban Dienes az alábbi időrendi megjegyzést fűzte: „Épp kezdetleges felszerelési módja miatt a banai tarsolylemez egyik legkorábbi darabunknak kell tartanunk...” (Dienes, 1973, 207–208.) Ezzel a megállapítással ma is egyet kell értenünk, az újabb hazai és kelet-európai leletek tanúságai alapján is. Ebből pedig alighanem az is következik, hogy a tarsolyok fedelének lemezzel való borítása valóban a honfoglalás körüli időkre, talán a X. század elején válhatott élő gyakorlattá, ahogyan Dienes vélte. Ezt erősíti meg az a tény is, hogy a kelet-európai magyar szálláshelyeken sehol nem került még elő tarsolylemez. A bemutatott szesztovicai tarsoly azt példázza, hogy Csernyigov, Kijev, Szmolenszk és a Ladoga-tó környékén sincs egyelőre nyoma e lemezek használatának, s jelenleg úgy látszik, ott a tarsolydíszítés nem is jutott el erre a fokra. Mint láttuk, a skandináviai viking területeken is csak két lemezzel borított tarsoly ismeretes, mindkettő a birikai temetőből.

A tarsolylemezek megjelenése után tehát nálunk a banai tarsolyon kívül – az eddig ismert leletek alapján ítélve – sehol nem alkalmazták a korábban ismert zárószíj szerkezetet. Azt azonban mégsem mondhatjuk, hogy ez utóbbi konstrukció gyorsan feledésbe merült volna, hiszen emléküket megőrizte tarsolylemezeink mintázata.

Az eperjeskei aranyozott ezüstlemez függőleges középső tengelyében fut a kétoldalt sraffozott sávokkal lehatárolt, levelekkel díszített szalagsáv, amelynek alsó és felső szélét egy-egy aranyozott kerek szögfej határol le (HMK, 73.). Aligha lehet kétséges, hogy a díszlemez mintázatát két részre osztó szalagsáv nem lehet más, mint a zárószíj jelölése, amely ekkor már az előlap hátsó oldalán húzódott (2. kép 2.).

A kecskeméti-fehéregyházi aranyozott ezüst díszlemez közepén pedig egy olyan, szokatlanul nagyméretű rombusz alakú, régi típusú bújtatóveretet ábrázolt az egykori ötvös mester, amelynek közepén egy ékkőfogalat helyezkedik el (HMK, 307–308.) (2. kép 3.).

A huszonhét tarsolylemez a hazai és nemzetközi kutatás honfoglalás kori művészetünk csúcsteljesítményei közt tartja számon, s X. századi művészetünket – Fettich Nándor nyomán – többen még ma is „a tarsolylemezek körének” tartják. Már csak ezért is felkeltik érdeklődésünket azok az újabb kelet-európai tarsolydíszítő lemezek, amelyek az utóbbi időben napvilágra kerültek.

A Duna-deltától a Kínai Nagy Falig húzódó óriási eurázsiai steppesáv nomád népei körében a vaskortól és késői középkorig bizonyára mindenütt elterjedt az övön hordott tarsoly viseletének szokása. Anyagukat (a bőrt, vásznat és nemezt) ugyan többnyire nem

őrizte meg a föld, de a szkítáknál, türköknél és a kunoknál alakjukat a sírszobrok kövébe faragták. A bennünket itt most érdeklő korai középkorban elsősorban a rangos, harcos férfiak hordtak ékes tarsolyokat, ám viseltek a nők is hasonló övtáskákat, nem ritkán gazdagon díszítettek is. Mert nem csupán pompás lemezekkel díszes tarsolyok voltak egykor, hanem szépen kivarrott vászon, díszes bőr- és nemeztarsolyok is. Mivel ezek előállításuk egyszerűbb és olcsóbb volt, jóval gyakoribbak is lehettek. Szerves anyagból lévén, nem maradtak ránk, egykori szépségük foszlányait azonban megőrizték az időtálló fémlapok mintázatai. A szolyvai lemez (HMK, 178.) felső szegélyének rojtjai például a bőrdíszműves mesterek alkotásaira utalnak, a túrkevei lemez (HMK, 295.) finom vonalai a varrottasok szépségét dicsérik, míg a hálós szerkezetű díszítésmód a régi szőttésekre emlékeztet hordozzák (például Galgóc, Bana).

A Kárpátoktól keletre 1961-től hosszú ideig csak a már említett felső-volgai őscseremiszi ezüst tarsolylemez ismertük mint hozzánk legközelebbi. A jelképes sírból (kenotáfiumból) származó, felületén az életfa mellett a hátsó lábakon álló két oroszlánt ábrázoló lemez (2. kép 4.) állatalakjai néhány vonásukban hasonlóságot mutatnak a mi tiszabezdédi (HMK, 181–182.) lemezeink állataival, valamint a Perm közelében lelt kudeszevai ezüstcsésze oroszlánjával. Ennek alapján véltem úgy korábban, hogy e lemez talán magyar munka lehet. Csakhogy 2011 óta van már hasonmása is, amelyet szintén a Vetluga folyó közelében találtak, Ruszenyiha falu mellett, ugyancsak egy őscseremiszi temető áldozati gödrében. Itt maga a bőrtarsoly nem maradt meg, csupán a fedelét díszítő vékony ezüstdólia alsó része (3. kép 1.). A rossz állapotú lemez töredék alsó részén itt is kivehető a két

oroszlán alakja (ráadásul ugyanabban a pozícióban), tehát ez a tárgy is a veszelovoi mintájára készült. A két oroszlán között azonban az életfát – a közölt fotó alapján – másként jelölték az egykori mester: mintha itt egy rovátkolt fémszalag futna a lemez hossz tengelyében (Nyikityina, 2013, 152–153, 155.; 2. kép 3.). Ez a szalag azonban – csakúgy, mint a birikai lemezekben – a lemez alatt futó zárószíjat is jelölheti. Nem kizárt tehát, hogy a cseremiszi is eljutottak a tarsolyok lemezzel való borításának fokára. (A tárgy eredetiben való vizsgálata nélkül azonban mindez nem több laza feltevésnél.)

A kutatók körében nagy feltűnést és meglepetést okozott néhány éve, hogy a fémkeresővel cirkáló orosz múltkincsvadászok a Permi Egyetemnek adtak egy fényképet, amelyen igen jól kivitelezett, magyar típusú aranyozott ezüst tarsolylemez látható, a rajta lévő ember- és állatábrázolások azonban bizonyára az Urál vidékén készülhettek (Belavin – Krilaszoza, 2010.).³ A tárgy lelőhelyéről semmit sem tudunk. Valószínű, hogy nem Perm környékén készültek, ahol vannak e korban – igaz, más típusú – tarsolyok. Ezt a tárgyat azonban olyan helyen tették a sírba, ahol a helyi népességnek fogalma sem volt, hogy mire való, ezért a szemek és a száj helyén lyukat vágtak rajta s halotti szemfedőként tették egy elhunyt arcára (Fodor, 2013, 20. 36. kép.).

Ugyanilyen kincskeresőkől származik az a három tarsolylemez is, amelyekről 2016-ban szerzett tudomást a tudományos világ. E tárgyak ugyanis a nálunk teljesen ismeretlen moszkvai Mardzsani Alapítvány birtokában vannak, amely intézmény az Ermitázs

³ Az ilyen jellegű tárgyak Natalia Fjodorova véleménye szerint talán az egykori Magna Hungariában – a keleti magyarok földjén – készülhettek (Fjodorova, 1990.).

együtt 2016 nyarán Kazányban kiállította e törvénytelen úton felszínre hozott leleteket (Rudenko, 2016a, 338–341.). Alábbi rövid leírásukat a katalógus szerzője, Konsztantyin Rudenko dolgozatai alapján állítottuk össze.

Mindhárom tarsolylemez ezüsből készült, vas alátétlemezzel. Méreteik nagyjából megegyeznek a mi tarsolylemezeinkével. Az első lemez felületét a hosszstengely mentén elnagyoltan kialakított, vonalkázott felületű szalagsáv osztja két részre, a szalag közepén téglalap alakú nyílást vágta a szíjbújtató számára (3. kép 2.). A nyílás sarkainál egy-egy szögfej látszik, amelyekkel a bujtató testét a hátlaphoz erősítették. A lemez bal oldalát felül egy kopjás lovas meglehetősen primitív ábrázolása díszíti. Az oldal alján nyakörves nagymacska (gepárd vagy leopárd) látható, alatta még egy meghatározhatatlan figurával. A lemez jobb oldalán felül három levélből álló csokor látható. Alatta egy talán antropomorflény két karját felfelé nyújtja, alul pedig lábával egy lóra hasonlító állat fején egyensúlyoz. Az ábrázolások felületét enyhén aranyozták. A meglehetősen bizonytalan vonalakat késsel vagy vésővel karcolták be, az alul látható állatok testére kerek poncokat ütöttek be. A lemezt szegélyszíj keretezi, melynek belső háttárvonalán ütöttek be a szegecseket. A lemez bal oldalának alsó részén a szegély nagyrészt kitörött (Rudenko, 2016a, 340–341.).

A következő példányon (3. kép 3.) a középpüth lévő kivágásban benne van a bujtató lemezszalag, rajta négy levélből álló díszítéssel. A zárószíj helyét csak laza vonallal jelölték, a fotón azonban jól látszik a szíj okozta erős kopásnyom. A szegélyszíj sávot szintén pontokkal kialakított vonal határolja, kivéve a lemez felső részét. A peremen szabályosan elhelyezett szögfejek, illetve szöglyukak helyezkednek el. A lemez testének két oldalát azonos minta díszíti: két-két, vonalakkal tagolt körszelet, közepükön kis köralakokkal. Az alsó és felső körszeletek közt levelekből álló növényi minta van. A minták felületét aranyozás fedi. (Rudenko, 2016a, 338–339.)

A harmadik lemezen (3. kép 4.) a középső bujtatólyuk közepénél helyezkedik el két kerek szögfej, a lyuk oldalait vonal és a sarkoknál egy-egy körív keretezi. A helyenként kitöredezett szegélynél bekarcolt vonal jelöli a szegélyszíj sávot, amelyen a szögfejek és szöglyukak vannak. A zárószíj helyét nem jelöli vonal, csak a kopásnyom jelzi. A felület két oldalát itt is tükröképszerűen díszítették: alul egy-egy oroszán alakjával, fölül pedig leveles növényi mintával. A vonalakat ezen a lemezen vésővel alakították ki, a mintákat a másik két lemezhez hasonlóan (csak talán kissé dúsabban) aranyozták (Rudenko 2016a, 238.).

K. A. Rudenko az Urál-vidéken készült vagy előkerült ötvöstarogyaknak s a bemutatott

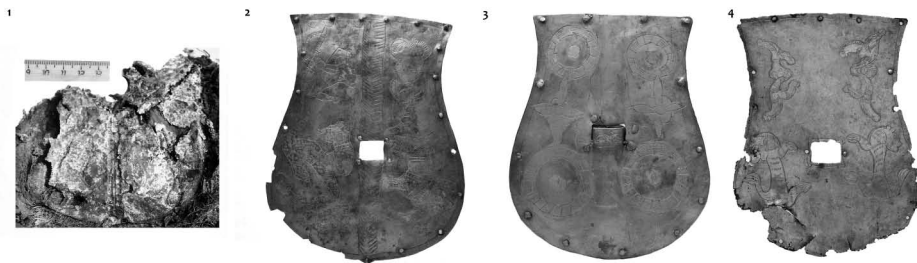
tott lemezeknek igen nagy jelentőséget tulajdonít a kazár–magyar művészeti kapcsolatok terén. Igaz, nem tud arról, hogy a magyar szakirodalomban László Gyula már 1943-ban felvetette, hogy a jelzett területeken korábban előkerült ún. „keleti ezüstök” (tálak, csészék) közül néhány magyar munka is lehet. Ám Rudenko ezekhez hasonlóan értékeli a művészileg másodrangú tarsolylemezeket is. A katalógusba írt dolgozatának egyenesen a *Magna Hungaria és Levédia: a magyarok Kazáriában* címet adta.

Természetesen a történeti források tükrében a kazár–magyar történeti kapcsolatok igen fontosnak ítéltetők, ám az biztosan nem állítható, hogy Magna Hungaria a kazár birodalom része lett volna, bár egyértelműen elvetni sem lehet. Azt viszont fentebb már láthattuk, hogy a bemutatott állítólagos kazárföldi tarsolyok párhuzamai a X–XI. századi magyar tarsolyokkal lettek volna szoros rokonságban (Rudenko, 2016a, 339.), hiszen az első magyar tarsolylemezek valóban nagyjából a X. sz. elejére keltezhetők, de készítésük csak a X. század első felében, esetleg első két harmadában valószínűsíthető. A szerző arra sem volt figyelemmel, hogy a kazár tarsolylemezeket gyakran lelkes lények megjelenítését látjuk, ami a magyar lemezeket soha nem fordul elő. Ugyanitt a szerző azt is meggyőződéssel állítja, hogy az őscseremiszi tarsolylemezek a X. század második felében jelennek meg. Ez azonban aligha hihető a veszelovói lemez említett közeli magyar kapcsolataival, valamint a ruszenyihai lemez zárószíját utánzó díszítése miatt, amely sajátosságot ugyancsak a X. sz. elejére keltezhetjük a birkei lemezek alapján.

Rudenko a bemutatott három, állítólagos kazár lemezt a szogdiai művészethez kapcsolja, ami teljes félreértés (Rudenko, 2016b, 73–79.). A kazár művészeti emlékeknek eleve

kevés közül van a szogdiaihoz, a tarsolylemezeknek különösen. A meglehetősen kezdetlegesen kivitelezett ábrázolások e tárgyakon aligha vethetők össze a közép-ázsiai szogd mesterek alkotásaival, vagy a X. századi, pompásan kivitelezett magyar tarsolylemezekkel.

Először is nem igazolható, hogy a bemutatott három orosz földi lemez kazár földön készült. Másrészt e leletek ugyan beilleszthetők a magyar tarsolydíszítés fejlődési folyamatába – ahol a lemezek felületén a zárószíj jelölése a tarsolylemezek megjelenésének időszakára esik – ám ennek magyar földön megvannak az előzményei, amelyek a kazároknál hiányoznak. Veretes tarsolyokat ugyan ismerünk a szaltovói műveltség egyik népcsoportjánál, az alánoknál, de nem a Don-vidéken, hanem csupán az Észak-Kaukázusban. (Nálunk is vannak alán típusú veretes tarsolyok, lásd HMK, 94.) Nincsenek veretes tarsolyok azokon a területeken sem, ahol magának a kazár etnikumnak a települési területét feltételezhetjük – például a Szal- és a Manics-folyók között. Nehezen érthető tehát, hogy az itt bemutatott „kazár” tarsolyok hogyan jöhettek itt létre előzmények nélkül. Vagy talán azzal magyarázható a kazároknál az előzmények hiánya, hogy a kazárok a magyar honfoglalás előestéjén tanulták el a magyaroktól ennek a lemeztípusnak a készítését, s így lett ez náluk a lemezek első s egyben utolsó változata? E feltevés azonban egyáltalán nem kézenfekvő, hiszen az etelközi magyarok éppen a kazárok ellen lázadó kabarok befogadása (nagyjából a IX. sz. közepe) után aligha ápolhattak baráti kapcsolatokat a kazárokkal. Az is elképzelhetetlen, hogy e három lemez kereskedők révén kerülhetett a magyaroktól a kazárokhöz, hiszen ilyen kezdetleges tarsolylemezek a magyar ötvösműhelyekben nem készültek.



3. kép • 1. Ruszenyiha; 2–4. Kazária

Összegezve az elmondottakat: az újabb keleti analógiák megerősítették, hogy honfoglalás kori művészetünk kiemelkedő leletcsoportját képviselő tarsolylemezeink korábban megfigyelt fejlődéstörténete továbbra is érvényes maradt. E lemezek első példányai minden bizonnyal a honszerzés időpontja körüli években készülhettek, de már bizonyára a Kárpát-medencében. A korábbi veretes tarsolyok díszítésének fejlődése kéz a kézben járt az orosz földi vikingeknél és honfoglalóinknál, ám az előbbieknél a lemezborításnak már nincs nyoma, csak az északi viking mesterek készítettek néhány bronzlemezt (Birka). A magyar típusú, pajzs alakú lemezek innen keletre legközelebb az őcszeremiszeknél jelentek meg, eddig két példányban, amelyek magyar földről kereskedelmi úton kerültek ide, még hozzá a X. század elején. Az újabbban közzétett, meglehetősen kezdetleges díszítésű, ún. „kazár” tarsolylemezek származása fölöttébb bizonytalan, s aligha van közülük a mi magas művészi színvonalat képviselő tarsolylemezeinkhez. Ráadásul a rablásátársólókból származó lemezek a Don-vidéken előzmény nélküliek. A szintén bizonytalan eredetű ún. *permi lemez* valószínűleg az egykori Magna Hungaria területén készülhetett.

A Kelet- és Közép-Európában előkerült tarsolylemezek közül a magyarországiak

képviselik a legmagasabb művészi színvonalak. Ennek oka kétségtelenül abban keresendő, hogy a kalandozó hadjáratok idején az országba igen nagy mennyiségű nemesfémadó áramlott be, ami erősen fellendítette a magyar ötvösművészetet a X. század első felében. E művészeti stílus még magán hordozta a keleti jegyeket, amelyek között felismerhetőek a közép-ázsiai (a mai Szamarkand, Bokhara vidéki) szogd művészet jellegzetességei, amit ma már – magyar felismerés nyomán – a nemzetközi kutatás is magáénak vall. (Például a levelek erezetét lezáró hármast pontok, a tárgyak alakjai, mint például a zemp-léni és a kétpói csésze stb. [Vö. HMK, 35., 236–237., 307.]) Ezek a sajátosságok fellelhetőek az Urál tágabb vidékén előkerült ún. „keleti ezüst tárgyakon”, ami arra utal, hogy e művészi hatás is valahol errefelé érte a még keleten lakó magyarságot. Honfoglalóink viseletének nem egyetlen keleti eredetű csoportját alkotják a tarsolydíszek: a szaltovói, alán és kazár elemekből alakultak ki a Kárpát-medencében a szintén kiváló ötvöstárgyakból álló női hajfonatkorongjaink (Fodor, 2014.).

Kulcsszavak: *tarsoly, tarsolylemez, vikingek, kazárok, alánok, Urál-vidék, Szogdia, Birka, Ladoga, Dnyeper, Csernyigov, Kijev, Levédia, Etelköz*

IRODALOM

- Arbman, Holger (1940–1943): *Birka I. Die Gräber. Tafeln, Text.* Uppsala: Almqvist & Wiksell
- Belavin, Andrej M. – Krilasova, Natalja B. (2010): Tarsolylemez Perm környékéről. *Folia Archaeologica*. 54 (2008–2010), 243–255. • <http://tinyurl.com/k6pl6e3>
- Dienes István (1964): Honfoglalás kori tarsolyainkról. *Folia Archaeologica*. 16 (1964), 79–112. • <http://tinyurl.com/lodovzc>
- Dienes István (1972): *A honfoglaló magyarok.* Budapest: Corvina
- Dienes István (1973): Honfoglalás kori veretes tarsoly

Budapest-Farkasrétről. *Folia Archaeologica*. 24 (1973)

177–217. • <http://tinyurl.com/k7uezh1>

- Éry, Kinga K. (1968): Reconstruction of the Tenth Century Population of Sárbogárd on the Basis of Archaeological and Anthropological Data. *Alba Regia*. 8–9 (1967–1968) 93–147. Pl. XXVI–LXV. • <http://tinyurl.com/mkuxqtw>
- Fettich Nándor (1937): *A honfoglaló magyarság fennműveltsége.* Budapest: Magyar Történelmi Múzeum
- Fjodorova [Fedorova], Natalia V. (1990): Silverware of „Magna Hungaria.” *Congressus Septimus Internationalis Fenno-Ugristarum*, 6. Debrecen: 160–165.

- Fodor István (1975): *Verecke híres útján...* Budapest: Gondolat
- Fodor István (1977): Altungarn, Bulgaroturken und Ostslawen in Südrussland. (Archäologische Beiträge.) *Acta Antiqua et Archaeologica*. Szeged, XX.
- Fodor István (1979): Einige Beiträge zur Entfaltung der ungarischen Kunst der Landnahmezeit. *Alba Regia* 17 (1979) 65–73. • <http://tinyurl.com/n2osh8p>
- Fodor István (2007): Olmin dvor. *Folia Archaeologica*. 53, 193–202.
- Fodor István (2013): *Ősi halotti maszkok. Katalógus.* Budapest: Magyar Nemzeti Múzeum
- Fodor István (2013a): A veszelovói tarsolylemez. In: Révész László – Wolf Mária (szerk.): *A honfoglalás kor kutatásának legújabb eredményei. Tanulmányok Kovács László 70. születésnapjára.* Szeged: SzTE, 457–470.
- Fodor István (2014): Honfoglalás kori korongjaink és párhuzamaik. *Folia Archeologica*. 56, 133–185.
- HMK – Fodor István (szerk.): *A honfoglaló magyarság. Kiállítási katalógus.* Budapest: Magyar Nemzeti Múzeum

- K[issné] Bendefy Márta – Petkes Zsolt – Türk Attila (2017) Archaeological Evidence for Leatherworking in the Hungarian Conquest Period (10th C.) In: *Trudi Kamszkoj arheologo-étnograficszkoj ékszpedicii*, vip. XII. Perm. 207–229. PGPU
- László Gyula (1944): *A honfoglaló magyar nép élete.* Budapest: Magyar Élet
- Makarov, Nikolaj A. (2012): (ed.) *Rusz v IX-X vekah. (Arheologicszkoj panorama.)* Moszkva–Vologda: Dvernyosztjy Szevera • <http://tinyurl.com/kbsdos3>
- Nyikityina, Tatjana B. (2013): Pojasznie koselki/szumocski v srednyevkovih mogilnyikah Vetluzszko-Vjatszkoj mezdurecsja. *Povolzzszkoj arheologija*. 2, 151–161.
- Rudenko, K. A. (2016a): Velikaja Vengrija i Levedija: vengri v Hazarii. *Putjesesztvie ibn Fadlana: Volzzszkoj puty ot Bagdada do Bolgara. Katalog viszavki.* Moszkva: 334–345.
- Rudenko, K. A. (2016b): Redkie nahodki épohi Hazarszkoj kaganata (zametki o hazaro-vengerskom iszkussztve). *Teorija i praktika arheologicszkih iszledovanyij*. 3, 63–82.



Tudós fórum

KÖZGYŰLÉS 2017¹

LOVÁSZ LÁSZLÓ ELNÖKI KÖSZÖNTŐJE

Köszöntőjében az Akadémia elnöke a kétszáz éve született költőt, egyúttal az MTA egykori főtitkárát, Arany Jánost idézve arról beszélt, hogy „hajt az idő”: viharos gyorsasággal születnek új tudományos eredmények, és válnak elavulttá tegnap még csodált módszerek. Azonban éppen az innovatív gondolatok iránti igény és az azok nyomán megjelenő, munkamódszereinket és szokásainkat átalakító technológiák miatt szükség van a kutatókra.

„Miként három éve, akadémiai elnökké történt megválasztásom után mondtam, a legfőbb feladatomban az elmúlt időszakban is azt tekintetem, hogy a Magyar Tudományos Akadémia iránti nagy közbizalmat fenntartsam” – mondta Lovász László. Szerintem az MTA az elmúlt években újra és újra bebizonyította azt is, hogy kezdeményezései, programjai nem öncélúak, azok a Magyarországra jövője iránti elkötelezettségből fakadnak.

Ez az elv jelenik meg egyebek mellett azoknak a stratégiai kutatási programoknak az elindításában, amelyek célja az egészségesebb társadalom és környezet, a tiszta víz, valamint a gyorsan változó világ igényeihez jobban igazodó oktatás tudományos megalapozása.

Az MTA elnöke szerint a tudomány gyors változásai nemcsak azt jelentik a kutatók számára, hogy mindig naprakész tudással kell rendelkezniük, folyamatosan fejlődniük kell, hanem egyúttal hatalmas lehetőséget is kínál a számukra. Azt mutatja, hogy a tudásnak értéke van – sőt, kijelenthető, hogy még soha nem volt olyan, pénzben is kifejezhető haszna, mint napjainkban. „Amit mi, kutatók mondunk, arra figyelnek. Szóljunk tehát mindig, amikor szükségesnek látjuk, hogy minél többen meghalljanak minket. Ez nem csak lehetőségünk, hanem kötelességünk is” – mondta Lovász László.

¹ Az MTA honlapján szereplő írások felhasználásával.

DÍJAK, KITŰNTETÉSEK

Az **AKADÉMIAI ARANYÉRMET** idén **Vizi E. Szilveszter**, az MTA rendes tagja, az MTA egykori elnöke vehette át.¹

Az MTA Elnöksége a következőknek adományozott **AKADÉMIAI DÍJAT**:

Csanády László, az MTA doktora, a SOTE Általános Orvostudományi Kar Orvosi Biokémiai Intézetének egyetemi docense,

Donkó Zoltán, az MTA doktora, a Wigner Fizikai Kutatóközpont Szilárdtestfizikai és Optikai Intézet tudományos tanácsadója,

Gelencsér András, az MTA doktora, a Pannon Egyetem rektora,

Imre Sándor, az MTA doktora, a BME Villamosmérnöki és Informatikai Kar Hálózati Rendszerek és Szolgáltatások Tanszék tanszékvezető egyetemi tanára,

Kiss Tamás József, az MTA doktora, a Szegei Tudományegyetem Természettudományi és Informatikai Kar Szervetlen és Analitikai Kémiai Tanszék egyetemi tanára,

Korompay H. János, az MTA doktora, az MTA Bölcsészettudományi Kutatóközpont Irodalomtudományi Intézet osztályvezetője, tudományos tanácsadója,

Püski Levente, a Debreceni Egyetem Bölcsészettudományi Kar Modernkori Magyar Történeti Tanszék egyetemi tanára,

Rechnitzer János Károly, az MTA doktora, az MTA Közgazdaság- és Regionális Tudományi Kutatóközpont Regionális Kutatások Intézete tudományos tanácsadója, a Széchenyi István Egyetem egyetemi tanára, **Stefanovitsné Bányai Éva**, az MTA doktora, a SZIE Élelmiszer-tudományi Kar Alkalmazott Kémia Tanszék egyetemi tanára.

¹ Vele készült interjúkat a lap 741. oldalán olvashatják.

Megosztott **AKADÉMIAI DÍJAT** kapott **Bérczes Attila**, az MTA doktora, a Debreceni Egyetem Természettudományi és Technológiai Kar Matematikai Intézet Algebra és Számelmélet Tanszék egyetemi docense, **Hajdu Lajos**, az MTA doktora, a Debreceni Egyetem Természettudományi és Technológiai Kar Matematikai Intézet Algebra és Számelmélet Tanszék egyetemi tanára és **Pintér Ákos**, az MTA doktora, a Debreceni Egyetem Természettudományi és Technológiai Kar Matematikai Intézet Algebra és Számelmélet Tanszék egyetemi tanára.

Kovács Mihály, az MTA doktora, az ELTE Természettudományi Kar Biológiai Intézet Biokémiai Tanszék egyetemi tanára,

Málnási-Csizmadia András, az MTA doktora, az ELTE Természettudományi Kar Biológiai Intézet Biokémiai Tanszék kutatóprofesszora és

Nyitrai László, az MTA doktora, az ELTE Természettudományi Kar Biológiai Intézet Biokémiai Tanszék egyetemi tanára.

AKADÉMIAI ÚJSÁGÍRÓI DÍJBAN részesült **Hanula Zsolt**, az Index.hu újságírója.

Az Akadémia Vezetői Kollégiuma 2017-ben **Lantos Csabának**, a Lantos Vagyonkezelő Zrt. vezérigazgatójának adományozott **WAHRMANN MÓR-ÉRMET**.

ARANY JÁNOS-ÉLETMŰDÍJAT kapott **Putarich Ivánszky Veronika** vízgazdálkodási szakmérnök, az Újvidéki Egyetem Agrártudományi Kar nyugalmazott egyetemi tanára.

AZ MTA EGYSÉGES, ÉS ANNAK IS KELL MARADNIA

Lovász László elnöki beszámolója

Az Akadémia feladatairól szólva Lovász László az alap kutatások mellett az alkalmazott kutatásokat, az innovációt, valamint a tudás-transzfert említette. Mint mondta, az MTA-nak tudományos kérdésekben a „nemzet tanácsadójának” kell lennie.

„Az Akadémia a legnagyobb közbizalommal övezett, egységes szervezet, és annak is kell maradnia” – mondta az MTA elnöke. Szerinte egy ilyen összetett, köztisztületet, kutatóhálózatot és a különböző tudományterületek művelőit is magába foglaló intézmény a jellege miatt viták, nézeteltérések forrása lehet, de ezeket meg kell vitatni, és a legjobb hely erre maga az Akadémia. Tapasztalata szerint ezt vallják az MTA tagjai is.

Lovász László szólt arról a törekvésről, amely szerint növelni kell a nők arányát az akadémikusok, az MTA doktorai és a poszt-doktorok között. E célból egy elnöki bizottság is alakult az év elején, a testület által készített ajánlásokról pedig a 188. közgyűlés dönthet.

Kitért az idei közgyűlésen új elemként megjelenő Fiatal kutatók fórumára. Mint elmondta, annak reményében kezdeményezte a tanácskozást, hogy a pályájuk elején álló, hasonló élethelyzetben lévő, sokszor szinte azonos nehézségekkel, gondokkal küszködő fiatal kutatók elmondják, hogyan látják a lehetőségeiket, mit tartanak problémának, és hogyan lehetne ezeket szerintük megoldani. Reményét fejezte ki, hogy ez a találkozó –

amelynek ideje alatt szimbolikus jelentőségű lépésként a kisgyermekes kutatók számára gyermekfelügyeletet is biztosít az MTA – hozzájárulhat azoknak a formális és informális együttműködési kereteknek a kialakításához, amelyek segíthetik a tudományos pályájuk elején járókat a mindennapokban.

Beszélt arról is, hogy nem támogatja az akadémiai taggá választás felső korhatárával kapcsolatos adminisztratív szabályokat.

Alapvető kérdésekre kell válaszolni

„Az MTA intézményhálózata nemzeti kincs” – mondta Lovász László. Lényegesnek nevezte, hogy az egyetemek ne vetélytársként, hanem erőforrásként tekintsenek rá. A kutatóintézet-hálózat 2010 és 2015 közötti tevékenységéről szóló két beszámoló megállapításait összegezve megállapította: a nagy szerkezeti átalakítások után konszolidáció folyik. „Bár szükség van egy középtávú koncepcióra, ez önmagában nem elegendő, hosszú távú stratégiát kell kidolgozni a következő egy évben. Olyan alapvető kérdésekre kell válaszolni, mint hogy miként alakuljanak a jövőben a tudományágak és az új területek arányai, vagy, hogy hogyan tud gyorsabban reagálni a társadalmi problémákra az Akadémia” – fejtette ki Lovász László. Bejelentette azt is, hogy felújítják a Stratégiai Tanácsadó Testület munkáját.

Lovász László szerint a tudományterületek közötti együttműködés sokszor nem

könnyű, és ez elmondható az alap kutatások és az alkalmazott kutatások művelőiről is. „Az alap kutatást végző intézményeknek nemcsak az a céljuk, hogy segítsék az alkalmazott kutatásokat, hanem az is, hogy csúcstechnológiát használó és a tudományt ismerő fiatalokat neveljen ki” – mondta az elnök.

A jövő nagy társadalmi kérdéseire válaszoló átfogó akadémiai multidiszciplináris programokról, a Nemzeti Agykutatási Programról, a Tantárgy-pedagógiai Kutatási Programról, a Nemzeti Víz tudományi Kutatási Programról, az Agrártudományi Programról és az Egészségügyi Programról, valamint a kiválósági együttműködési programokról szólva azt mondta, hogy azokra egyfajta kísérletként is tekint, olyan lehetőségként, ahol sok kutató működik együtt hálózatokba szerveződve.

Beszélt az akadémiai infrastruktúra megújításának eredményeiről és a további tervekéről, szükségesnek nevezve az MTA Székházának felújítását. Örömmel jelentette be, hogy egy jelentős informatikai fejlesztés eredményeként létrejött az akadémiai felhő.

Kiemelte a nemzetközi tudományos életben való részvétel jelentőségét. A tavalyi év kiemelkedően sikeres volt az elnyert kutatási támogatások területén. Az Európai Kutatási

Tanács (ERC) egyenként 1,5–3 millió euró összegű támogatásai világszerte a kutatói kiválóság mércéjének számítanak. Tavaly 12 tudós nyert ERC-pályázatot Magyarországról. Közülük kilencen akadémiai kutatóhelyről, hatan a Lendület program résztvevőjeként jutottak e magas presztízsű támogatáshoz. Fontosnak nevezte a visegrádi négyek országainak akadémiai együttműködését és azt, hogy együtt próbáljanak még eredményesebbek lenni a kutatásfinanszírozási pályázatokban.

Az Akadémia elnöke emlékeztetett arra is, hogy idén Jordániában lesz a világ legfontosabb tudományos szervezeteivel együtt megrendezett World Science Forum, amelynek előkészítésében az MTA jelentős segítséget nyújt a közel-keleti országnak.

A tavalyi esztendő fontos eredményei között említette a tudomány népszerűsítése terén elért eredményeket. Szerinte hatékonyan szolgálja ezt a célt a Magyar Tudomány Ünnepe nagy érdeklődéssel kísért rendezvényei mellett az Akadémia megújult honlapja, továbbá az MTA és az InfoRádió együttműködésében tavaly indult tudományos magazin, a *Sigma. A Magyar Tudomány* című folyóirat elektronikus változatát pedig a jövőben minden köztisztületi tagnak szeretnék eljuttatni.

TAVALY CSAKNEM NEGYEDÉVEL NŐTTEK AZ AKADÉMIAI INTÉZMÉNYEK SAJÁT BEVÉTELEI

elnöki beszámoló az MTA gazdálkodásáról

Az MTA tavalyi gazdálkodásának fő számait, valamint a jövő évi költségvetési irányelveket ismerhették meg a Közgyűlés tagjai a hétfői munkaközgyűlésen.

Az Akadémia javaslata alapján a Bolyai János Kutatási Ösztöndíjak 2018. január 1-től adó- és köztehermentesek lesznek – jelentette be Lovász László. Ez fejezeti szinten 110–120

millió forint többletjövédelmet jelent az ösztöndíjasok részére, személyenként pedig havi közel 40 ezer forintot.

Az elnöki beszámolóban elhangzott, hogy 2016-ban az MTA két alkalommal írt ki kutatási infrastruktúra-fejlesztési pályázatot. A januári és őszi pályázati fordulók alapján a 2016. évi 1,7 milliárd Ft támogatás odaítélése történt meg.

A Lendület programban 2016-ban felhasználta 3,3 milliárd forint támogatásból 1,8 milliárd az MTA intézményeiben, 1,5 milliárd forint az egyetemeken hasznosul.

Akadémiai kutatóközpontok egyetemi partnerekkel 2014-ben koncentrált, hároméves kutatási programokat indítottak. Ezeket

a kutatásokat és kiválósági központokat az Akadémia 2016-ban 300 millió forinttal támogatta.

Az MTA a 2015. évig a meghirdetett, kétéves posztdoktori ösztöndíj, valamint a 2016-ban meghirdetett, hároméves Prémium posztdoktori ösztöndíjpályázatok finanszírozására 0,6 milliárd forintot használt fel. 2016-ban is két ütemben volt lehetőség pályázati kiegészítő támogatások elnyerésére. A kutatóközpontok és kutatóintézetek összesen 921,1 millió Ft támogatásban részesültek.

A különböző létesítmények állagának megővését, illetve tényleges megújítását szolgáló támogatás összege 2016-ban 0,9 milliárd Ft-ot tett ki.

A SIKERES PÁLYÁZATOK ÉVE VOLT 2016

Török Ádám főtitkár beszámolója

A főtitkár beszédében kimagasló pályázati eredményekről számolt be. A 2012. évi átalakítások óta 2016 volt a legsikeresebb pályázati év az MTA kutatóhálózata számára. A magyar kutatók voltak tavaly a legeredményesebbek az EU Horizont 2020 legnagyobb presztízsű együttműködési pályázatán, a „Teaming” kutatási kiválósági programban. A 27 országból 169 pályázat érkezett be, a kihirdetett tíz nyertes közül két konzorciumban is részt vesz MTA-kutatóhely.

A 2016. év kiemelkedően sikeres volt a magyar kutatók – köztük az MTA szakemberei – számára az Európai Kutatási Tanács (ERC) pályázatain is. A kutatói kiválóság egyik mércéjének számító pályázaton tavaly tizenkét hazai kutató nyert támogatást, egyenként mintegy 1,5–3,5 millió euró összegben. A program 2007. évi indulása óta ez a legjobb

magyar eredmény. A nyertesek közül kilencen az akadémiai kutatóhálózatban dolgoznak, ezen belül hatan az MTA Lendület programjának korábbi nyertesei. Az eredmények a Lendület program és a célzott rásegítő támogatások hatékonyságát támasztják alá a magyar kutatók pályázati sikereinek tükrében.

A 2015 végén megnyílt, európai uniós források támogatásával meghirdetett hazai pályázati lehetőségek komoly esélyt nyújtottak az MTA intézményei számára újabb kutatási források megszerzéséhez, különösen a Gazdaságfejlesztési és Innovációs Operatív Program pályázatain révén.

A tudományos teljesítmény mutatószámai

Az akadémiai kutatóintézet-hálózatban 2016-ban valamivel kevesebb tudományos publikáció született, mint 2015-ben. Az egy évvel ez-

előtti adatokhoz képest a publikációk száma az élettudományok területén gyakorlatilag változatlan volt, a bölcsészet- és társadalomtudományok terén 10,5%-kal, míg a matematikai és természettudományok területén 7,5%-kal csökkent. Míg a tudományos teljesítmény mutatószámai, a publikációs és idézettségi adatok némi visszaesést jeleznek az előző évhez képest, hosszú távon stabil növekedés figyelhető meg az impaktfaktoros folyóiratokban megjelent publikációk vonatkozásában. A bölcsészet- és társadalomtudományok területén, ha a külföldi tudományos folyóiratokban megjelent publikációk számát tekintjük, szintén növekedés tapasztalható. A nemzetközi társszerzőségben született közlemények részaránya csaknem minden tudományágban meghaladja az EU-13 országainak átlagát.

Az MTA vezetése a publikációs tevékenységben megfigyelhető folyamatok hátterét a kutatóközpontok, illetve az önálló kutatóintézetek 2015-ben elindított hosszú távú értékelése, valamint célzott elemzések során tárja fel.

Elkészült és induló beruházások

A főtitkár beszámolt arról, hogy elkészült az MTA Humán Tudományok Kutatóháza, amely új otthont ad az MTA Bölcsészettudományi Kutatóközpont öt és az MTA Társadalomtudományi Kutatóközpont valamennyi intézete számára, és rövidesen szintén ideköltözik a MTA Közgazdaság- és Regionális Tudományi Kutatóközpont két intézete is.

Megkezdődött a martonvásári új Agrár-innovációs Centrum létesítése is, amely magába foglalja a Magyar Tudományos Akadémia Agrártudományi Kutatóközpontjának (ATK) új kutatótömbjét. Az új centrumba, a Mezőgazdasági Intézet mellé költözik majd az MTA ATK jelenleg más telephelyen működő Talajtani és Agrokémiai Intézete, vala-

mint a Növényvédelmi Intézet is. Az épület felépítését 6 milliárd forinttal, a kutatási berendezéseket 3 milliárd forinttal támogatja a kormány. A beruházás részét képezi a további 800 millió forintnyi támogatásból megvalósuló látogatóközpont és a környezetében található Brunsvik-kert rekonstrukciója is. 2016-ban a kutatóközpont keretein belül megalakult a teljes projekt lebonyolításáért felelős szervezeti egység, és aláírták a projekt-alapító dokumentumot is. Megtörtént a teljes projektterület geodéziai felmérése és a park projekt által érintett területén található értékes, megóvandó növények kijelölése, valamint a kutatótömb épületére vonatkozó nyílt pályázati felhívás előkészítése is.

Szintén 2016-ban született döntés arról, hogy az MTA Kísérleti Orvostudományi Kutatóintézet jelenlegi korszerűtlen épülete területén 3,5 milliárd forintos kormánytámogatással új kutatóház épül. A beruházás az MTA a kormánytámogatásokat saját forrással kiegészítő programjának része, amelynek eredményeként a jelenleg költségesen működtethető ingatlanokban elhelyezett intézetek korszerű és kutatásra tervezett épületekben folytathatják a munkát. Az új épületbe a tervek szerint a 2019. év végén költözhetnek a kutatók.

A kutatási infrastruktúra fejlesztése

2016-ban az MTA a kutatóhálózatában a kiemelkedő tudományos tevékenység feltételeit biztosító kutatási infrastruktúra-fejlesztést 1504,7 millió forinttal támogatta. Ebből 100 millió forintot meghaladó támogatásban 8 MTA-intézmény részesült: az MTA Atommagkutató Intézet, az MTA Csillagászati és Földtudományi Kutatóközpont, az MTA Energiatudományi Kutatóközpont, az MTA Ökológiai Kutatóközpont, az MTA Számí-

tástechnikai és Automatizálási Kutatóintézet, az MTA Szegedi Biológiai Kutatóközpont, az MTA Természettudományi Kutatóközpont és az MTA Wigner Fizikai Kutatóközpont.

Szorosabb együttműködés a felsőoktatással

Az MTA közfeladatai megvalósításában továbbra is fontos partnerként tekint az egyetemekre, hiszen az együttműködés erősítése mindkét fél számára előnyökkel jár. A felsőoktatásban oktató kutatóintézet-hálózati kutatók száma a matematikai és természettudományok területén szignifikánsan nőtt, a másik két tudományterületen lényegében változatlan. 2016-ban a kutatóintézet-hálózati kutatók

40,5%-a oktató felsőfokú oktatási intézményben (2015-ben ez a mutató 38,6% volt). Azon doktori iskolák száma, ahol a vezető az MTA intézethálózatának kutatója, 21-ről 25-re nőtt.

Miután a főtítkárfelvezető befejezte beszámolóját, az MTA Közgyűlése határozatban elfogadta az akadémiai kutatóhelyek 2016. évi tudományos tevékenységéről szóló beszámolót, a *Beszámoló a Magyar Tudományos Akadémia munkájáról és a magyar tudomány általános helyzetéről (2015–2016)* című országgyűlési beszámoló koncepcióját, valamint az akadémiai kutatóhálózat felügyeletét ellátó Akadémiai Kutatóintézetek Tanácsának 2016. évi tevékenységéről szóló beszámolót.

ALAPSZABÁLYT MÓDOSÍTOTT ÉS A NŐK HELYZETÉVEL IS FOGLALKOZOTT AZ MTA 188. KÖZGYŰLÉSE.

A Kutatóhálózat Működését Értékelő Bizottság beszámolója

A 2016-os, 187. közgyűlés felkérte az MTA elnökét, hogy bízson meg egy kilenctagú bizottságot az akadémiai kutatóhálózatban 2012-ben történt átalakítások hatásának elemzésére. A bizottság szerint nem indokolt lényegileg – vagyis az MTA-törvényt érintő módon – változtatni a jelenlegi, a 2012. évi szerkezeti átalakítással létrejött kutatóhálózati struktúrán, viszont az intézethálózat tevékenységét értékelő három tudományterületi testülettel egyetértésben javasolja a kutatóközpontok működtetésének módosítását. Ennek lényege, hogy a kutatóközpontok tagintézetek kapjanak a jelenleginél nagyobb kutatási, pénzügyi és adminisztratív autonómiát, legyen hatékonyabb az információáramlás, javuljon a pályázati eredményesség. Közép- és hosszú távon többek között javasolják, hogy

a hazai kutatási főirányok prioritásainak meghatározásában az Akadémia vegye ki a maga elméleti-szelektáló és gyakorlati-tudományszervezési részét, növekedjen a hazai és a nemzetközi szabadalmak benyújtásának és gyakorlati hasznosításának aránya, valamint alakuljon újjá az MTA elnöke Akadémia Stratégiai Tanácsadó Testülete.

A kutatóhálózattal kapcsolatos beszámolókat a Közgyűlés elfogadta.

A Nők a Kutatói Életpályán Elnöki Bizottság beszámolója

A tizenhárom tagú bizottság szintén a 187. közgyűlés határozata nyomán alakult meg 2017 elején, miután a 2016-os Magyar Tudomány Ünnepe Barnabás Beáta, az MTA főtítkárhelyettese kezdeményezésére kerekasztal-beszélgetést rendeztek *Nők a tudományban* címmel. A testületnek a 188. közgyűlésre benyújtott javaslatok között szerepel egyebek

mellett, hogy az akadémikusválasztás során a nők esetében tekintsen el az MTA a levelező tagságra való többszöri jelöléssel kapcsolatos korlátoztól, és a tudományos osztályok akadémikus tagjai ismerjék meg jobban a számításba jövő női jelöltek szakmai munkáját. A bizottság értékelése szerint a 418 DSc- vagy MTA doktora címmel rendelkező nő között 50–60 olyan van, aki tudományos eredménye alapján az MTA tagja lehetne. Az MTA pályázati rendszereiben nagyobb figyelmet kellene fordítani a női pályázókra (a beszámoló hangsúlyozza, hogy azonos teljesítmény esetén a női pályázók segítéséről van szó), és bizonyos akadémiai kutatói állások meghirdetésénél fel kellene tüntetni, hogy a pályázatok elbírálásánál azonos teljesítmény esetén a női pályázók előnyt élveznek – hangzott el.

A bizottság javasolta, hogy azok a tudományos osztályok, amelyek a levelező tagságra történő jelöléskor a rangsor első vagy második helyére női jelöltet állítottak, a „maradékhegyek” elosztásakor nagyobb eséllyel kapjanak majd levelező tagsági helyeket.

A bizottság javaslatait a Közgyűlés nagy többséggel elfogadta.

Alapszabály- és Ügyrend-módosítás

A 188. közgyűlés több ponton módosította az MTA Alapszabályát és Ügyrendjét. A javas-

latok a külső tagok, a külső köztestületi tagok és a tiszteleti tagok státuszára, a közgyűlési bizottságok póttagjaira, a tudományos osztályok és a Magyar Tudományos Akadémia titkársági adminisztráció kapcsolatára, a szavazások rendjére, a kutatóintézeti főigazgatói és önálló igazgatói pályázatok elbírálására, az akadémikusválasztásra és a Jelölőbizottság felállítására vonatkoztak.

A közgyűlés határozata a CEU-ról

A Magyar Tudományos Akadémia 188. közgyűlése javasolja Magyarország kormányának, hogy fogadja el az MTA elnökének közvetítési ajánlatát, és tegye lehetővé a CEU további zavartalan működését.

Több mint hétmillió forint gyűlt össze az Akadémián az erdélyi árváknak, a közgyűlés után a tehetséges magyar fiatalok támogatására indul gyűjtés.

Az MTA társadalmi felelősségvállalása részeként a 187. közgyűlés a jótékonyági gyűjtés céljaként az erdélyi árva vagy félárva, hátrányos helyzetű gyermekek támogatását jelölte meg. E célra 2017. április 21-ig 7 031 051 forint gyűlt össze. A Közgyűlés támogatta a jótékonyági gyűjtésre vonatkozó előterjesztést, amelynek értelmében a 2018. évi közgyűlésig a gyűjtés célja a tehetséges magyar fiatalok támogatása.

MEGVÁLASZTOTTÁK AZ MTA ÚJ VEZETŐIT

A Jelölőbizottság előterjesztését Keviczky László, az MTA rendes tagja, a testület elnöke ismertette a jelenlévőkkel. Az Akadémia huszadik elnökévé nagy többséggel Lovász Lászlót, főtítkárává Török Ádámot, főtítkárhelyettesévé pedig Barnabás Beáta Máriát választották meg. Az élettudományi alelnök

Freund Tamás, a társadalomtudományi alelnök Vékás Lajos, a természettudományi alelnök pedig – új tisztségviselőként – Bokor József lesz a következő három évben.

A Közgyűlés tagjai ugyancsak döntöttek az MTA választott elnökségi tagjainak személyéről. Az Akadémia legfőbb döntéshozó

testülete a Közgyűlés, két ülése között azonban az Elnökség az Akadémia döntéshozó testülete. Az MTA Elnökségét az elnök, az alelnökök, a tudományos osztályok elnökei, a hazai területi bizottságok elnökeinek egy képviselője, a főtitkár, a főtitkárhelyettes, a Közgyűlés által választott három akadémikus

és a Közgyűlés által választott három nem akadémikus közgyűlési képviselő, továbbá a Közgyűlés által választott három kutatóintézeti igazgató alkotja. Utóbbi három tag közül egy-egy képviseli a matematikát és a természettudományokat, az élettudományokat, valamint a társadalomtudományokat.

A külső Tagok Fórumán adták át az Arany János-díjakat és az Arany János-érmeket.

ARANY JÁNOS-DÍJAT kapott Egyed Emese romániai irodalomtörténész, Lansztyák István szlovákiai nyelvész, Papp Kinga romániai irodalmár és Sebők Szilárd szlovákiai nyelvész.

ARANY JÁNOS-ÉRMET vehetett át Basa Molnár Enikő, aki összehasonlító irodalomtudománnyal foglalkozik, Dávid László villamosmérnök, Deák Ernő történész, Gyenge Csaba gépészmérnök, Gyéresi Árpád gyógyszerész, Selinger Sándor fizikus és Tigyi Gábor gyógyszerkutató.



Interjú

HISZEK A GONDOLKODÁSMÓD ÁTÖRÖKÍTÉSÉBEN...

2017-ben Vizi E. Szilveszter, az MTA rendes tagja kapta az Akadémiai Aranyérmet

Orvosként végezett.

Miért éppen a kutatói pályát választotta?

Már gyerekkoromban jellemző volt rám, hogy állandóan megkérdeztem, hogy ez, vagy az a dolog miért van.

A legtöbb gyerek megkérdezi...

Ez igaz, de én a mai napig „úgy maradtam”. Gyerekként nagyon idegesítettem a felnőtteket, emlékszem, azt mondták, tolakodom, kellemetlenkedem az állandó kérdezősködéssel. De én egész életemben kellemetlenkedtem, és ezt teszem ma is. Mindig felteszem a kérdéseket, hogy ennek vagy annak a jelenségnek mi az oka, és hogyan lehetne befolyásolni. Azt hiszem, ez egy kutatói attitűd.

Orvosi tanulmányaimat Pécsen, majd Budapesten végeztem. Kutatásaimat 1961-ben a hazai farmakológiai kutatások egyik úttörő egyéniségének, Issekutz Béla akadémikusnak az intézetében – Budapesti Orvostudományi Egyetem Gyógyszertani Intézet – kezdtem, aki azt mondta: „foglalkozz az emberi agy különböző betegségeinek gyógyszerelésével. Olyan keveset tudunk arról, hogy milyen szerekekkel lehet az agy működését befolyásol-

ni!” Megfogadtam Issekutz tanácsát, és így valóban olyan területen dolgozhattam, ami akkor még gyerekcipőben járt. Issekutzot 1962-től Knoll József akadémikus követte az intézet élén, így továbbra is olyan helyen voltam, ahol mindent meg lehetett valósítani, és ahol óriási szabadság volt. Gondolatilag is szabadság volt, ellent lehetett mondani bárkinek, de kutatni is pompásan lehetett, mert műszerezettség szempontjából is jól voltunk elerestve. Érdekességként mesélem el, hogy a vasfüggöny mögött voltunk ugyan, de nagyon sok külföldi eljött Budapestre, mert a keletnémetek itt találkoztak a nyugatnémetekkel, és orosz tudósokkal csak itt lehetett megismerkedni. Ausztrál, amerikai, angol, francia kutatók utaztak ide, hogy lássák, egyáltalán milyen kutatási területekkel foglalkoznak a vasfüggöny mögött. A levelezéssel történő információszerzésnek is nagy szerepe volt, mert nagyon nehezen jutottunk például folyóiratokhoz. Ugyanakkor ösztöndíjakkal elmehettünk külföldi laboratóriumokba, de család nélkül. Amikor a világhírű Sir William Paton laboratóriumába kerültem az Oxfordi Egyetem Gyógyszertani Intézetébe, a családom itthon maradt túszként.

Paton miért éppen Önt választotta?

Véletlenül. Paton nagy Kodály-rajongó volt, minden Kodállal kapcsolatos könyvet, lemezt gyűjtött. Kodály akkor lett az Oxfordi Egyetem díszdoktora, és szerintem azért döntött Bill Paton úgy, hogy befogad egy magyar kutatót. Szóval maga mellé vett engem, és ami a legfontosabb, megtanított gondolkodni. Megtanított arra, hogyan kell kérdéseket feltenni, hogyan kell problémákat megközeleltíteni, hogy lehet olyan válaszokat kapni, amelyek segítségével tovább lehet lépni.

Gondolom ilyesmiket Issekutztól vagy Knolltól is lehetett tanulni.

Paton iskolája miben adott többet vagy mást, mint az övéké?

Nagyon fontos dologban adott többet. Európában a német gyógyszerkutatási szemlélet uralkodott, nevezetesen, hogy előállítunk vegyületeket, majd vizsgáljuk biológiai hatásukat, és megállapítjuk, hogy farmakológiai szempontból melyik használható valamire. Azaz, a molekulák felől mentünk a biológia felé. Az angolszász iskola, és ennek talán legkiválóbb képviselője Bill Paton volt, fordítva gondolkodott. A biológiai jelenségek megismerése után azok befolyásolása érdekében próbált molekulákat előállítani. Oxfordban tehát egy a kontinentális gondolkodástól eltérő szemléletet tanultam meg, és elég hamar olyan dologra bukkantam, ami teljesen ellenkezett az akkori tankönyvi ismeretekkel. Abban az intézetben akkor sok nagy tudós volt, valamennyi a Royal Society tagja. Kávédeléltőkön vagy teadélutánokon mi fiatalok is elmondhattuk, milyen eredményre jutottunk. Az egyik ilyen alkalommal nagy elkeseredettséggel beszámoltam arról, hogy én olyan jelenséget találtam, ami biztos nem

igaz, mert a tankönyvek pont az ellenkezőjét állítják. És akkor erre azt mondta a szintén nagyon kiváló Herman Blaschko, hogy „édes fiam, az az igazi felfedezés, ami mindennel ellenkezik”.

Ebben is kicsoda szerencséje volt!

A tudomány története sok-sok ponton éppen arról szól, hogy egy ilyen mondat milyen keveseknek adatik meg, és hogy a dogmák milyen mereven tartják magukat.

Ez nagyon érdekes filozófiailag is, mert egy merőben új felfedezés tulajdonképpen a kisebbség véleménye a többséggel szemben.

De ne gondolja, hogy olyan simán mentek a dolgok. Meg kellett szenvedni az első publikációnál is, amelyet a kor legjelentősebb folyóiratához küldtem be. Nagyon keményen megbírálták, mondván, hogyan lehetséges az, hogy az egyik ideghálózat kémiai ingerületátvivő anyaga a másik ideghálóból felszabaduló anyagot gátolja, mégpedig nem a keletkezése helyén, hanem a másik felszabadulásának a helyén. Akkoriban azt már tudtuk, hogy ha két idegsejt nagyon közel van egymáshoz, akkor az egyik az általa felszabadított ideg ingerület-átvivő anyag segítségével a szinapszison keresztül nagyon közelről tudja befolyásolni a másik működését. És azt gondolták, az idegsejtek csak így kommunikálnak egymással. Ez olyan, mint egy közvetlen telefonbeszélgetés két ember között. Én viszont azt találtam, hogy bizonyos idegsejtek nagyon messziről is képesek egymással beszélgetni. Egy idegsejt neurotranszmittert szabadít fel, amely messzire eldiffundál az agyban, sőt a periférián is, és „útközben” minden olyan idegsejtet befolyásol, ami fel van szerelve ezt érzékelni képes jelfogóval. Az előbbi telekommunikációs hasonlatot folytatva: olyan ez, mint amikor a rádióadóról

kimennek a jelek, és az adást mindazok a rádiók venni tudják, amelyeket arra az adott hullámhosszra hangoltak. Másként fogalmazva: addig azt gondolták, hogy az idegrendszer digitálisan működik. A szinapszisokban vagy nincs jel, vagy van, és ez utóbbi esetben két idegsejt között néhány milliszekundum alatt lezajlik egy beszélgetés. Az én felfedezésem viszont azt jelentette, hogy mind a központi idegrendszerben, mind a periférián létezik egy analóg rendszer is, amely ideg ingerület-átvivő anyagok felszabadítása révén nagy ideghálózatok működését is képes távolról tartósan befolyásolni.

Ezt én írtam le elsőként, és ez akkor nagy feltűnést keltett. Egyébként sokat elárul az angolszász mentalitásról, hogy Londonban egy nagy angol–német farmakológiai kongresszuson furcsa, magyaros dialektusú angol ellenére Nagy-Britannia részéről én voltam az első előadó, annyira fontosnak találták a felismerésemet. Ez elindított a pályámon, és Oxfordban tett felismeréseimet valóban a legjobb lapokban közöltem.

Persze értek fájdalmas, bántó reakciók is. Egyszer például egy amerikai kongresszuson az előadásom után felállt valaki, és azt mondta: ilyen nincs. Vagy: Ulf von Euler Nobel-díjas svéd tudós meghívott a Nobel-díja alkalmából rendezett kongresszusra, hogy mondjam el elméletemet. Az első sorban felállt egy francia anatómiaprofesszor, és azt mondta: Vizi doktor, önnek is tudnia kell, amit a Sorbonne-on minden diák tud, hogy másfajta ingerület-átvitel nincsen, csak amilyen a szinapszisokban történik. Ez nyolc-tíz évvel az erről szóló első publikációm megjelenése után volt, és több más komoly lapban megjelent közleménnyel a hátam mögött, mégis, úgy letaglózott, hogy nem tudtam válaszolni. Ma azonban már senki nem vitatja, hogy igazam

volt, és nagyon-nagyon sokan idézik a munkáimat. Sőt, – és erre nagyon-nagyon büszke vagyok – sok-sok milliárd dollár értékű olyan neurológiai és pszichiátriai gyógyszer került azóta forgalomba, amelyek éppen a szóban forgó szinapszisokon kívüli jelfogókon fejtenek ki hatásukat. És a gyógyszeripar ma is keres újabb ilyeneket.

Pályája során nem jelentett túl nagy nyomást egy ilyen jelentős, fiatalkori felfedezés? Nehéz vagy lehetetlen volt ezt „überehni”??

Hű maradtam ehhez a témakörhöz, és még mindig rengeteg kutatnivaló van ezen a területen. Például, sok a nyitott kérdés azzal kapcsolatban, hogy ez az analóg jelátviteli rendszer melyik idegrendszeri betegség kialakulásában játszik szerepet, és hogyan lehetne ezt újabb gyógyszerekkel befolyásolni. Fontos továbbá, hogy japán, magyar, bolgár PhD-hallgatóimmal kiderítettük, hogy ez a működési elv nemcsak az idegrendszerben, hanem az immunrendszerben is létezik. De például bolgár PhD-hallgatómmal és az Amerikai Nemzeti Egészségügyi Intézet (NIH) két igazgatójával írtam azt a közleményt, amely több mint 1200 idézetet kapott, és amely arról szól, hogy a központi idegrendszerből kifutó noradrenalinral működő idegpálya analóg és domináns módon képes befolyásolni az immunsejtek működését, úgy, hogy gátolja a celluláris és növeli a humorális immunitást. Így magyarázható hogy a tartós stresszben, amikor jelentősen megnő a noradrenalin/dopamin koncentrációja, megnő az autoimmun megbetegedések, a fertőzések és a rosszindulatú jelenségek száma.

Mit gondol, szerencséje volt, vagy sikerességét különleges kvalitásainak köszönheti? És ha igen, melyek ezek?

Kielégíthetetlen vágyat érzek, hogy megismerjek dolgokat, hogy egy-egy problémát megoldjak, hogy egy-egy kérdés végére járjak. Továbbá mindig sportoltam, fiatal koromban első osztályú tornász voltam. Sakkoztam is, és teniszeztam. A sportban tanultam meg, hogy az eredmények eléréséhez rettenetes sok munkára és kitartásra van szükség. Nagyon szorgalmas vagyok: a régi rómaiak ezt az embertípust úgy jellemezték, hogy *nulla dies sine linea*, azaz annak életében nem múlik el nap, hogy ne csinálna olyan dolgot, amit érdemes leírni. Elárulom, hogy jegyzetfüzeteim vannak, amelyekbe mindig angolul jegyzetek, amikor olvasok valami új tudományos információt. Van továbbá egy „kvázi” naplóm, ahová szépművészettel kapcsolatos dolgokat, egy érdekes filozófiai gondolatot vagy akár egy irodalmi mű tanulságát beírom magamnak. Tehát törekszem arra, hogy méhecskéként összegyűjtsem a fontos információkat, hogy alkalomadtán felhasználjam. Ezek szintézise kutatásaimban és a világról alkotott véleményem kialakításában egyaránt segít.

Fontos továbbá az iskola szerepe. Budapesten is, és Oxfordban is olyan tudósok mellett dolgozhattam, akiktől lehetett tanulni.

Ön tizenhárom éven át volt az Akadémia Kísérleti Orvostudományi Kutatóintézetének igazgatója. A díjátadón levetítettek egy filmet, amelyben Freund Tamás azt mondta, Önnek köszönhető, hogy az intézet világhírű neurobiológiai kutatóhely lett. Hogy csinálta?

Elkezdtem külföldről a legjobbakat hazahívni és olyan lehetőségeket kínáltam számukra, hogy legyen kedvük hazajönni. Például Freund Tamás és Nusser Zoltán, akik már mindketten akadémikusok, az én kérésemre jöttek haza. Hiszek a gondolatok, a gondolkodásmód szellemi átörökítésében. Magyarorszá-

gon mindig voltak olyan iskolák, ahol eredeti gondolatok születtek, és az eredeti gondolkodásmód mesterről tanítványokra öröklődött. Talán a legnevesebb idegtudományi iskola Szentágothai Jánosé volt, ő meg Apáthy István „iskolájába” járt. Én is vallom, hogy szellemi utódaink számára tovább kell adni a tudást és a gondolkodásmódot, ezért mindent meg is teszek. Persze a gondolkodásmód átadása sokkal nehezebb és fontosabb. Fontos a személyiség is. Vonzza-e a tehetségeket? Akarnak-e tanulni tőle? Én mindig magammal azonos értékűnek tartottam a legfiatalabb tanítványomat vagy PhD hallgatómat is. Azon igyekeztem, hogy érezze az a fiatal, hogy az ő véleménye és gondolatai is fontosak, érezze, hogy számítanak rá, hogy perspektívát nyitnak a számára. Ezek nagyon fontos dolgok. Egy folyamatosan bővülő tudományos hálózat alakul így ki. Több mint harminc japán tanítványom van, akik hazájukban a nálam végzett munka alapján szereztek meg a PhD-t. De beszélhetnék az amerikai vagy bolgár tanítványaimról, és a sok-sok magyarról.

Ha már a gondolatoknál és az iskoláknál tartunk: mi a véleménye a CEU-ügyről?

Nyilatkoztam a külföldi sajtónak angolul és németül is, és azt mondtam: az oktatás, a kutatás és a tudomány szabadsága mindennél fontosabb. Meggyőződése, hogy a kormány nem is akarja ezeket korlátozni.

Bántotta-e a pályája során, hogy konkrét gyógyszer kifejlesztése nem kapcsolódik az Ön nevéhez?

Nem bántott. Van, aki arra kötelezi el magát, hogy egy konkrét kérdést gyógyszerfejlesztési céllal próbál megoldani. Ez is egy értékes életmű. Másféle kutató, és ilyen vagyok én is, aki a betegségek kialakulásának vagy tüneteinek

okait próbálja megtalálni. Amikor felismerem valami ilyet, publikálom, közkinccsé teszem, hogy a gyógyszerfejlesztők felhasználhassák az eredményeket. A világon dollármilliókat költenek olyan területekre, amelyekben valahol a kezem nyoma, a felismerésem ott van. Én attól vagyok elégedett és boldog, hogy idézik a gondolataimat, vagy, hogy azon az úton járnak, ami szerintem is eredményes lehet.

Említette, hogy művészetekkel kapcsolatos új gondolatokat is feljegyez. Korábban sokszor mondta, mennyire szereti a festészetet és a zenét. Nem tudom viszont, hogy mi a kedvenc regénye, melyik a kedvenc korszaka a festészetben...

Thomas Mann *A varázshegy* című regénye a kedvencem. Először németül olvastam húszéves koromban, és írtam róla egy tanulmányt, amire a mai napig büszke vagyok. Az írásom arról szólt, hogy ebben a regényben Naphta és Settembrini vitájában megjelenik a tagadás és az igazságra való törekvés, és a kettő ütközetében az erkölcs.

A festészetben az impresszionistákat és a posztimpresszionistákat szeretem a legjobban, és ha ilyen kiállítás nyílik akár Párizsban, akár Bécsben vagy Budapesten, feleséggel együtt biztosan megnézzük.

John Keats írta: „A Szép: igaz s az Igaz: szép!” A tudósok az igazat próbálják megtalálni, a művészek a szépet. És én így szeretem látni a világot: szépnek és igaznak.

Gimes Júlia

Vizi E. Szilveszter agykutató, farmakológus, a MTA volt alelnöke (1996-2002), majd elnöke (2002-2008). Tevékenységét 1978-ban Akadémiai Díjjal, 1993-ban Széchenyi-díjjal, 1997-ben a Magyar Köztársasági Érdemrend középkeresztjével, 2012-ben Corvin-lánccal, 2012-ben Széchenyi-nagydíjjal ismerték el. 2016-ban ő lett a tudományos újságírók által létrehozott „Az Év Ismeretterjesztő Tudósa” díj kitüntetettje, így a hagyományoknak megfelelően tavaly december óta egy kisbolygó is viseli a nevét.



Vélemény, vita

AXIÓMÁK VAGY KRITÉRIUMOK?

REPLIKA CSATÓ LÁSZLÓ *A HARMADIK BÍRÁLÓ BOSSZÚJA,*
*AVAGY MIRE JÓK AZ AXIÓMÁK CÍMŰ CIKKÉRE*¹

Bakacsi Gyula

kutatóprofesszor, Budapesti Gazdasági Egyetem Pénzügyi és Számviteli Kar
az Országos Tudományos Diákköri Tanács elnökségének tagja, a Közgazdaságtudományi Szakbizottság elnöke
gyula.bakacsi@gmail.com

A matematika szépsége abban rejlik, hogy nincs mit vitatkozni rajta: ha az axiómákon alapuló levezetésben nem találunk hibát, akkor a következtetést (tételt) el kell fogadjuk. Sok minden azonban a matematikában is választás kérdése – axiómáinkat nem bizonyítjuk, hanem „csak” elfogadjuk; matematikai kritériumaink osztályozó rendszerekbe rendezhetőek, és a közülük való választás nem csak tételinket, de egy konkrét probléma megoldásának végeredményét is meghatározzák.

Csató László cikkében fontos kérdést fejt ki, ami (jóllehet a szövegben csak a TDK-dolgozatok bírálatának kérdését tárgyalja) átvitt értelemben érinti általában minden olyan tudományos munka (publikáció, PhD, nagydoktori cím) értékelését, ahol a kijelölt két bíráló (opponens, *reviewer*) véleményének jelentős eltérése miatt harmadik bírálatra kerül sor. A tudományos teljesítmények értékelése során ugyanis *valós problémaként*

jelentkezik, hogy két felkért bíráló értékelése – függetlenül az alkalmazott mérési skálától² – nagy különbséget tükrözhet. Tegyük hozzá, a TDK-dolgozatok értékelésének van egy – más tudományos teljesítményektől eltérő – specifikuma: a bírálatok tétje nemcsak a tudományos teljesítmény önmagában vett megítélése, hanem az azonos tagozatba sorolt dolgozatok *relatív sorrendjének* megállapítása is. A Tudományos Diákköri Konferencia tehát egyszerre *szakmai-tudományos eszmecse-re és verseny!*

Ebben a replikában alapvetően a TDK-dolgozatok értékelésének problémáját tárgyalom – több ponton vitatkozva a szerzővel –, és az egyéb tudományos teljesítmények mérés-értékelése kérdésére legföljebb csak utalok, kitekintek. Csató László érvelését ugyan is több ponton vitatom:

- a bírálatok az általa megfogalmazott más axiómákra is alapozhatóak;

- feltételesen elfogadva (feltéve, de nem megengedve) a szerző által felállított axiómákat, vitatom, hogy teljes körű levezetése helyett csak számpéldával mutat rá tételle helyességére;
- vitatom, hogy az A_1 axióma feltehető a TDK-bírálatok esetében;
- vitatom azt a végkövetkeztetést, hogy „A második feltételt esetleg lehet vitatni, az első azonban bármely »ügyfélbarát« rendszertől megkövetelhető, véleményünk szerint kikényszerítése jogi úton is elképzelhető.”

A szerző tanulmányában sajátos gondolatmenetet követ: idézi a szabályt³ – amivel nem ért egyet – majd felállít egy (a szabályt megalapozó) axióma(rendszertől) eltérő axióma rendszert (A_1, A_2^*, A_2), és amellet érvel, hogy utóbbi tükrében a szabály ellentmondásos. Kritikája tehát sem nem rendszer- (külső) kritika, sem nem belső kritika. Előbbi egy tétel (következtetés, szabály) kiinduló, megalapozó előfeltevéseit vitatja, utóbbi a premisszákat elfogadva a következtetés inkonzisztenciájára mutat rá. Csató László cikkében egy szabályt úgy vesz kritikái alá, hogy azon egy másik axiómarendszert kér számon. Kritikája mindezzel együtt megfontolandó, mérlegelendő!

Lássuk a vitatott kérdéseket részleteiben!

Axióma-tétel vs. más axióma-más tétel

A szerző gondolatmenetének első vitatható pontja tehát az, hogy egy olyan szabályt vitat, amely más axiómán alapul. Az axiómák természetét sajátos: más axiómarendszer elfoga-

dása más következtetésekre (tétélekre) vezet. Maguk az axiómák azonban sem nem bizonyíthatóak, sem nem cáfolhatóak – vagy elfogadás, vagy megállapodás teszi azokat egy gondolatmenet alapjává. A szerző sajátos utat választ: *ab ovo* vitat egy tételt (szabályt), és bemutatja azt, hogy az a maga által elfogadott (és elfogadni javasolt) axiómák tükrében miért tarthatatlan. Ennek az érvelésnek a matematikai logikájú sebezhetősége a következő: egy tétel cáfolata csak azon alapulhat, hogy – a kiinduló axiómákat alapul véve – hibádzik a levezetés logikája. Ha azonban a kiinduló axiómákat vitatjuk, akkor a tétel nem logikailag hibás, hanem „eltérő matematikai térben” mozgunk.⁴ Jogos a rendszerkritika és jogos a konzisztenciakritika is, a rendszerek közötti ugrálás azonban logikai következetlenség.

A Közgazdaságtudományi Szakbizottság felhívásában szereplő szabályba kódolt tétel – „Az írásbeli bírálat végső pontszáma a 3. bírálat és azon másik bírálat átlaga, amelynek pontszámához előbbi közelebb van.” – valóban vitatható a szerző által felállított A_1, A_2^*, A_2 axiómák tükrében, ám megáll(hat) akkor, ha a következő posztulátumot vesszük alapul:

Posztulátum I.: Nagy értékelési különbség esetén az egyik bírálat elfogult.

A posztulátumhoz azonnal kívánczik egy értelmező magyarázat; az elfogultság itt nem rosszhiszeműség értelemben értendő, annak ugyanis számítalan – egyébként jóhiszemű – magyarázata lehet:

⁴ A párhuzamosok végtelenben való találkozása az euklideszi illeszkedési térben (melyben teljesül az Eukleidész-féle párhuzamosági posztulátum) cáfolható, ugyanakkor a hiperbolikus (nemeuklideszi) geometriában az euklideszi párhuzamosági axiómát a hiperbolikus axióma helyettesíti, amely azt mondja ki, hogy egy egyeneshez egy rajta kívül fekvő ponton át több párhuzamos húzható. Mindkét geometria a maga axióma(posztulátum)rendszerében ellentmondásmentes.

³ „Amennyiben a két bíráló értékelése között 15 pont vagy annál nagyobb az eltérés, akkor kötelező jellel – az adott dolgozatot még nem bírál – harmadik bíráló felkérésére kerül sor. Az írásbeli bírálat végső pontszáma a 3. bírálat és azon másik bírálat átlaga, amelynek pontszámához előbbi közelebb van.”

¹ Csató László cikke a *Magyar Tudomány* 2017. februári számában jelent meg.

² TDK-dolgozatnál 1–60 pont; PhD-bírálatnál *summa cum laude, laude, rite, insufficienter*.

- az egyik bíráló felületes olvasata;
 - a dolgozat érvrendszere belső konzisztenciájának eltérő megítélése;
 - az egyik bíráló elfogadja a dolgozat gondolatmenetének hiedelemrendszerét és annak szillogisztikus struktúráját (lásd Bem, 1970), a másik viszont nem (akár mert a kiinduló premisszákkal nem ért egyet, akár azért, mert a következtetésekkel ugyan egyetért, de azokat más premisszákból vezeti le, vagy azért, mert a kiinduló premisszákból más következtetésekre jut – ezek a szillogisztikus gondolkodási struktúrákban mind előfordulhatnak);
 - a bírálók értékítéletének különbözősége alapozódhat paradigmavita is: az egyik bíráló elfogadja a szöveg szerzőjének gondolkodási keretrendszerét (paradigmáját), a másik viszont vitatja azt (ez ilyenkor külső/rendszerkritika). Ilyenkor a bírálók nemcsak a dolgozattal vitatkoznak, hanem olykor – kuhn-i értelemben (lásd Kuhn, 1984) – egymással is!
- Bármi legyen is az oka a két bíráló értékelése közötti jelentős eltérésnek, a megoldandó probléma okkal értelmezhető akként, hogy miként dönthető el ez az *elfogultsági kérdés*.

Ha a fenti *elfogultsági posztulátumot* veszünk kiindulópontnak, annak tükrében a „közelebbi pontszámmal való összegzés” tétel nem feltétlenül ellentmondásos. Vegyük észre: amikor Csató László a harmadik bíráló „pontszámához közelebbi” pontszámmal való átlagolási szabályt vitatja, akkor – kimondva kimondatlanul – a kiinduló posztulátummal van vitája és nem feltétlenül a szabály konzisztenciájával. A kiinduló axiómák/posztulátumok különbözősége ugyanakkor nem logikai, hanem preferenciakérdés, ennek folyamánként viszont egy eltérő axióma(rendszer)-en alapuló szabály nem nevezhető „nem jól

viselkedőnek”, „nem egyértelműnek”! Csak a rend kedvéért: a szakbizottság ezt az „axiómavitát” időről-időre lefolytatta, és például a XXXI. konferencia szekciófelhívásában a szerző által javasolt hármastárgolás-szabályt fogadta el. Majd (a preferenciavita más kimenete következtében) a XXXII. konferenciától kezdve visszatért a „közelebbi pontszámmal való összegzés” szabályhoz. Tehát már csak e történelem okán is kimondhatjuk: ha Csató László a kiinduló posztulátumot vitatja, akkor ebben megvan a maga igazsága!

A szerző írásában egyébként következtelen a szóhasználat: hol *axiómákról*, hol a bírálói rendszertől elvárt *tulajdonságokról*, hol *feltételekről* beszél. A fogalomhasználatnak azonban következménye van. *Ha* a bírálói rendszertől való elvárásainkat

- *tulajdonságnak* tekintjük, akkor a tulajdonság (attribútum) – Arisztotelész *Metafizikája* után szabadon – nem önálló létező, csak a szubsztanciával együtt jelenik meg, annak tulajdonságaként. Itt akkor tisztázandó, mi is a *szubsztancia*, aminek *tulajdonságát* vizsgáljuk? Magyarán preferenciáink milyen végső kimenet kívánatosságát tükrözik.
- *feltételnek (kritériumnak)* tekintjük, akkor az az elvárt tulajdonsággal szembeni normatív elvárásainkat rögzítjük.
- *axiómaként* kezeljük, akkor az a gondolatmenetünk szempontjából adottnak tekintett, elfogadott – sem nem bizonyítható, sem nem cáfolható – alapvető (zérószintű) *hiedelem*, alapigazság, amiben a továbbiakban nem kételkedünk. Az axiómák elfogadása maga azonban *választási kérdés* (megválaszthatjuk, hogy gondolkodásunk szempontjából „mit hiszünk el”) – és egy-egy axióma megváltoztatása akár egy más gondolkodási rendszerbe

vihet át (lásd az egyetlen axiómát kicserélő Bolyai János fiatalos magabizottsággal kinyilvánított mondatát: „semmiből egy új más világot teremtettem”).

Személy szerint hozzám a „kritériumként való kezelés” értelmezés áll a legközelebb. A kritériumokról azonban ugyancsak tudható, hogy preferenciális választás eredményei – a kritérium célja éppen az, hogy olyan normatív elvárást fogalmazzon meg, amely a rendszert az elvárt tulajdonság felé tereli. A kritérium maga tehát nem objektív: ami az egyik kritérium(rendszer) szerint kívánatos kimenet, az egy más kritérium(rendszer) szerint nem az. A kritériumokból következik a módszer – jelen esetben bírálói szabály, algoritmus –, amelynek alkalmazásával az elvárt kimenet elérhető.

A vizsgált problémának van szakirodalma. Minthogy a TDK-dolgozatok esetében a bírálóknak – ahogy arra fentebb rámutatunk – nemcsak a tudományos teljesítmény önmagában vett (abszolút) értékelése a tétje, hanem azon túlmenően a dolgozatok egymáshoz viszonyított *relatív rangsorolása* is, ezt a preferenciarendezési problémát vizsgálja a szavazó (választási) rendszerek elmélete. *Nota bene*, ezen elméletek egyértelművé teszik, hogy a választás technikai értelemben *nem semleges, ugyanazon szavazói* (jelen esetben: értékelői) preferenciákat más algoritmussal összegezve *más eredményt* kapunk.

A szerző írásában explicitté teszi a maga kritériumait (azokat axiómáknak nevezve): a végeredmény *legyen független a bírálókat sorrendjétől*, és legyen *szigorúan monoton* (de legalább monoton).

A szavazó (értékelő) rendszerek szóba jöhető kritériumai azonban sokfélék. A szerző által választott kritériumok szerepelnek ezek között, de fontos látni, hogy léteznek

mások is. Lorrie Faith Cranor (1996) munkájából – a teljesség igénye nélkül – a következő szóba jöhető kritériumok (választási preferenciákat összegző algoritmusok) sorjázhatóak: többségi, kölcsönös többségi, Condorcet, Condorcet-vesztes, Schmidt-dominált alternatívák függetlensége, az érdektelen alternatívák függetlensége, a klónok függetlensége, monotonitás, konzisztencia, fordított szimmetria, polinom idejű, a kedvenc megbízhatósága, összegezhetőség, később nem árt/nem segít kritériumrendszerek.

Egy konkrét választási rendszer (értékelési szabály) a felsoroltak közül többnek is megfelelhet, míg másokat kizárhat. Az a választási rendszer kidolgozóinak (törvényhozók) vagy az értékelési rendszer megfogalmazóinak (szakbizottság) felelőssége, hogy a konkrét probléma kezelésére az adott preferenciarendezési „arzenálból” a szóba jöhető számos kritérium közül melyeket választják ki, és melyekből „gyúrnak” össze algoritmust, szabályt.

Tételvezetés vs. számpélda-alapú cáfolat

Csató László axiómáinak megfogalmazását követően sajátosan építi fel érvrendszerét: nem tételének általános érvényű bizonyítását mutatja be, hanem számpéldával támasztja alá a vitatott szabály tarthatatlanságát. (Ebben a pontban eltekintek az előző pont érveinek megismétlésétől – ti. hogy a cáfolat alapja az alapaxiómák megváltoztatása).

Vegyük a szerző példáját: „Tekintsünk két dolgozatot az alábbi pontszámokkal: (25; 14) és (23; 12). A különbség mindkét esetben 11 pont, harmadik bírálót kell felkérni. A kapott pontszámok legyenek 19 és 18. Tehát az első dolgozat írásbeli pontszáma $14 + 19 = 35$ (a 25 pontos bíráló kiesik, mert távol van a többitől), míg a másodiké $23 + 18 = 41$ (itt a legmesszebbi 12 pontos bíráló nem számít), azaz

utóbbi a színvonalasabb munka. Mi a probléma? *Csupán* annyi, hogy az első dolgozat mindegyik bírálata magasabb pontszámú. Ad absurdum akár ugyanazoktól a bírálóktól.”

Vegyük ugyanezen kiindulópontot a két dolgozat bírálatában: az első két bíráló pontszámai legyenek (25; 14) és (23; 12). A harmadik bíráló pontszámai azonban ezúttal legyenek 23 és 22 pont. A szerző által vitatott szabály és az általa javasolt szabály (átlagolás) ez esetben már „egy irányba mutat” – mindkettő szerint az első dolgozat rangsorolódik előre ($25+23=48 > 23+22=45$ illetve $20,67 > 19$).

Vegyünk továbbá egy harmadik számpéldát is – változatlan kiinduló pontszámok mellett a két harmadik bírálat legyen ezúttal 11 és 18. Ezek a pontszámok viszont megint csak a második dolgozatot rangsorolják előre mind az átlagolási ($16,67 < 17,67$), mind a „közelebbi pontszám” ($12,5 < 17,67$) szabály szerint, miközben (ad absurdum ugyanazon bíráló közül) csak kettő látta jobbnak a másodikat, ugyanakkor a legmagasabb kapott pontszámot elnyerő első dolgozat hátrébb rangsorolódik.

Konklúzió: egy konkrét számpélda cáfolhat ugyan egy tételt (ha mutatok egy kivételt, akkor az általános szabály mindenképpen „borul”), de nem bizonyítja egy másik tétel helyénvalóságát, ugyanis mutathatók olyan számpéldák (a harmadik bírálatok előtti azonos kiindulóponttal), amelyek viszont a szerző szabályának ingatagságára mutatnak rá. Ez azonban az előző pontban megfogalmazottak tükrében (nincs általános érvényű kritériumrendszer) nem meglepő.

Feltehető-e a módosított axióma rendszer?

A szerző gondolatmenetének alapja az, hogy az A1 axiómának mindenképpen teljesülnie kell (az összpontszám legyen független a bí-

rálók sorrendjétől). Ez a függetlenség azonban logikailag is inog: a harmadik bíráló felkérése ugyanis *csak abban az esetben következik be*, ha az első két bírálat pontszámában nagy különbség mutatkozik. A harmadik bírálat tehát logikailag *feltételes* (és nem független). A szerző axiomatikus alapozásának tarthatatlanságára ugyanakkor az a korlátozó előfeltevése világít rá, miszerint „a fenti tulajdonságok nem foglalkoznak azzal az esettel, amikor két olyan dolgozatot kell összehasonlítani, ahol az elsőnek két, míg a másodiknak három bírálati pontszáma van.” Márpedig *ez az alaphelyzet*: a harmadik bírálat célja az, hogy az eltérően megítélt dolgozat helyét kijelölje a kétbírálós dolgozatok rangsorában! A legritkább esetben fordul elő, hogy egy tagozatban két „harmadik bírálatos” dolgozat van, olyan azonban gyakorlatilag nincs, hogy egy tagozat *minden* dolgozatának van harmadik bírálója! A tipikus eset az, hogy a harmadik bírálatos dolgozat csupa kétbírálós dolgozat közé visszakerülve (visszakonvertálva) rangsorolódik! Ez utóbbi esettel azonban a szerző saját axiómáiból levezetett szabálya *bevállottan nem foglalkozik!* A korlátozó előfeltevés logikája szerint ugyanakkor a szabály csak akkor alkalmazható, ha *mindegyik dolgozatnak van harmadik bírálója*, és korlátosan használható az esetben, ha néhány (két-három) harmadik bírálós dolgozat van a tagozatban – akkor is csak ezek egymás közötti sorrendjének eldöntésére. Ez esetben azonban továbbra is nyitott marad a két-, illetve hárombírálós dolgozatok összevetése, rangsorolása – erre a szerzőnek nincs javaslata, szabálya.

Jogi útra terelhető-e egy tudományos vita?

A legkomolyabban vitatható következtetés azonban az értékelési szabály (bármilyen kritériumot is kövessen az) jogi úton való kikény-

szertésének javaslata. Feltéve, de nem megengedve, hogy a szabály egyébként logikailag kikezdehetetlen, tudományos viták tudományon kívüli eldöntésének gondolata olyan Pandora-szelencét nyitna ki, amelynek következményei beláthatatlanok.

Az eltérő értékelések mögött ugyanis többnyire tudományos viták állnak – ezek eldöntésére gyakorlatilag lehetetlen jogszabályban kodifikált szabályokat felállítani. Az önmagában megkérdőjelezhető, hogy a tudomány fordulhat-e máshoz egy eldöntetlen tudományos kérdés eldöntésére, mint saját tudományos közösségéhez? Kérheti-e egy „másik hatalmi ág” mérlegelését, döntését.

Azt már csak a rend kedvéért teszem hozzá: ha a bírálatok vagy a bírálatra vonatkozó szabályok jogi fórumon apellálhatóak, akkor ki fog bírálatot vállalni? Nem véletlen, hogy semmilyen tudományos természetű eljárásban – legyen az fokozatszerzési cselekmény, korreferátum, kéziratreview, lektorálás, dolgozatbírálat – az értékelés nem apellálható. Szerző és bíráló (vagy bíráló és bíráló) között lehet vita, de ez a vita mindig *az írott szöveg, a gondolatok* igazsága körül kell hogy forogjon, és nem *személyek* igazsága körül. És a vita (ami jobb, ha dialógus, mint ha diszkusszió

lenne) jobb, ha a tudomány keretein belül dől el. Jogi értelemben vett igazságszolgáltatás nem dönthet el tudományos igazságot!

Mi hát a konklúzió: átlagolni vagy a két közelebbi pontszám? Vagy más (például súlyozott átlagolás vagy bármi egyéb)? Írásomban azt igyekeztem bemutatni, hogy az ezek közötti választás nem logikai, hanem preferenciális kérdés. Hogy a dolgozati bírálatok *párhuzamosait az euklideszi vagy a Bolyai–Lobacsevszkij-geometria axiómáinak szemüvegén keresztül* érdemes vizsgálni, azt döntsék el a „törvényhozók” – azaz a szakbizottság kollektív bölcsessége. Ennek a bölcsességnek fontos eleme, hogy jó egyensúlyt találjon az OTDK-verseny-, illetve *tudományos* jellege között – előbbi ne szorítsa háttérbe az utóbbit. Az értékelési szabályoknak pedig azt kell szolgálniuk, hogy a jó gondolatok megjelenhessenek, teret nyerhessenek, érvelésük minősége és konzisztenciája tudományos értelemben jobba váljék! A rangsor, a helyezés – bár fontos – tudományos perspektívából szemlélve másodlagos.

Kulcsszavak: *tudományos munka értékelése, tudományos vita eldöntése, értékelési kritérium, preferencia rendezés*

IRODALOM

- Arisztotelész (1992): *Metaphysica*. (Ford., bev., komm. Ferge Gábor) Budapest: Logosz Kiadó
 Bem, Daryl Jay (1970): *Beliefs, Attitudes, and Human Affairs*. Belmont, CA: Brooks/Cole Publishing Co.
 Cranor, Lorrie Faith (1996): *Declared-Strategy Voting: An Instrument for Group* Csató László: A harmadik bíráló bosszúja, avagy mire jók az axiómák. *Magyar*

- Tudomány*. 178, 2, 219–223. • <http://www.matud.iif.hu/2017/02/11.htm>
Decision-Making. Washington University Dissertation (manuscript). December. • <http://lorrie.cranor.org/pubs/diss/diss.html>
 Kuhn, Thomas S. (1984): *A tudományos forradalmak szerkezete*. (ford. Bíró Dániel) Budapest: Gondolat

REFLEXIÓK BAKACSI GYULA VITAIRATÁRA

Csató László

tudományos munkatárs, adjunktus,
MTA Számítástechnikai és Automatizálási Kutatóintézet,
Budapesti Corvinus Egyetem Operációkutatás és Aktuáriustudományok Tanszék
laszlo.csato@uni-corvinus.hu

Egy kutató számára mindig hatalmas megtiszteltetés, ha munkáját sokan olvassák, véleményezik. Talán még nagyobb öröm, amikor egy cikk hosszas eszmecsere, szakmai vitát inspirál. Ezzel a boldogsággal eltelve vettem kezembe Bakacsi Gyula, az Országos Tudományos Diákköri Tanács (OTDT) elnökségi tagja, a Közgazdaságtudományi Szakbizottság elnökének replikáját. Valószínűleg nem véletlenül ő reagált, hiszen – többek között – éppen az OTDK Közgazdaságtudományi Szekciójának harmadik bírálóra vonatkozó szabályozását kritizáltam. A válaszból arra a következtetésre jutottam, hogy nem sikerült elég világosan kifejteni célomat, az olvasó számára talán homályban maradt cikkem fő üzenete. Az alábbiakban tehát megpróbálom az érthetőségre törekedve újra összefoglalni mondandómat, egyben rávilágítani néhány potenciális félreértésre.

1. Cikkem gondolatmenete az alábbi elvet igyekezett követni: először egy motiváló példával figyelmeztettem a problémára, majd két tulajdonságot fogalmaztam meg a harmadik bírálat megléte esetén alkalmazott értékelési módszerre vonatkozóan, végül rámutattam ezek megsértésére néhány, a gyakorlatban használt szabály esetén. A kiválasztott példák

többsége TDK-dolgozatok bírálatával kapcsolatos, de – amint korábban is hangsúlyoztam – bármely más, harmadik véleményt igénylő bírálati rendszerben felmerülhet. Ugyanakkor nem mondtam ki explicit tételt, kizárólag a feltételek megsértésének kérdését vizsgáltam, amihez már egyetlen ellenpélda elegendő.

2. Bakacsi Gyula említést tesz a következtelen szóhasználatról, miszerint egyes helyeken *axiómákról*, másutt a bírálati rendszertől elvárt *tulajdonságokról*, esetleg *feltételekről* szövegek. Szándékom szerint ezeket a fogalmakat, a szóismételek minimalizása céljából, egymás tökéletes helyettesítőjeként használtam, amire azonban kétségtelenül fel kellett volna hívni az olvasó figyelmét.

3. A cikkemben vizsgált követelményeket (A_1 , A_2 , A_2^*) valóban találó Eukleidész párhuzamossági axiómájához hasonlítani, miután – reményeim szerint – mindegyik mögött világos motiváció, a bírálók egyenrangúként kezelése, illetve a végső értékelésnek az egyéni ítéletek függvényében vett monotonitása húzódik meg, ahogy a párhuzamossági axióma szintén erős tapasztalati alapokon nyugszik. Ilyen értelemben nem is szerencsés az axióma elnevezés, mert azt sugallja, mintha pusztán szellemi konstrukciókról lenne szó,

melyek minden negatív következmény nélkül más tulajdonságokra cserélhetők.

4. Ahogy a konklúzióban írtam: „Egy értékelési rendszer jól viselkedőnek nevezhető, amennyiben bármelyik bíráló rosszabb véleménye alacsonyabb (kevésbé szigorúan: nem magasabb) összpontszámot eredményez, valamint a döntés független a bírálók felkérésének sorrendjétől. A második feltételt esetleg lehet vitatni, az első azonban bármely *ügyfélbarát* rendszertől megkövetelhető, véleményünk szerint kikényszerítése jogi úton is elképzelhető.” Tehát a monotonitást (A_2 , A_2^*) fontosabbnak tartom, mint a bírálók sorrendjétől való függetlenséget (A_1).

5. Az A_1 axióma kizárólag arra az esetre vonatkozik, amikor két dolgozatnak egyaránt három bírálója van. A harmadik bírálat meglétének előfeltétele valóban az, hogy az első kettő között jelentős különbség mutakozzon, ez azonban a három pontszám többféle sorrendje esetén is bekövetkezhet. Ha például maximum 30 pontot lehet elérni, és legalább 10-es különbségnél szükséges harmadik bírálatot kérni, akkor A_1 értelmében a 10; 20; 30 pontszámok bármilyen permutációja mellett azonos végső értékelésnek kellene adódnia. Hiszen nem kizárt, hogy a pontszámokat ugyanazon bírálók adták, így egybehangzó véleményük szerint tudományos értelemben egyenértékű munkákról van szó.

6. Az általam megfogalmazott feltételek nyilvánvalóan nem elégségesek egy szabály karakterizálására, egyértelmű meghatározására. Szintén nem foglalkoztam a két- és hárombírálos dolgozatok összehasonlításával, mivel ez, tisztán logikai alapon, a rendelkezésre álló információ különbözősége miatt lehetetlennek tűnik. Azzal azonban nem értek egyet, hogy nyitott maradna a két- és hárombírálos művek összevetése: előbbi esetben

szinte vitathatatlan a számtani átlag alkalmazása, utóbbira pedig több lehetséges szabályt is megadtam.

7. Nem tettem javaslatot az értékelési szabály jogi úton való kikényszerítésére, csupán fel szerettem volna hívni a figyelmet ennek lehetőségére (lásd a konklúzióból vett idézetet a 4. pontban). Teljes mértékben egyetértek Bakacsi Gyulával abban, hogy az értékelés maga nem apellálható. Az értékelési rendszer azonban miért ne lehetne jogi úton megtagadható? Például akkor, ha a végeredmény nem vág egybe a bírálók egyéni véleményéből adódó nyilvánvaló következtetéssel? Esetleg egy olyan közbeszerzési eljárás analógiájára, ahol az ajánlattevő a kiíró által alkalmazott szempontok súlyozását kifogásolja.

8. Cikkem célja részben a döntéshozók „kényszerítése” volt annak kimondására, hogy az általuk választott szabály nem minden esetben teljesíti a megfogalmazott feltételeket. Kétségtelenül ritkán áll elő a vizsgált tulajdonságok előfeltevése, kiindulási pontja, szigorú értelemben véve csak akkor jelentkezik probléma, ha két tudományos munkát ugyanaz a három személy bírál. Bakacsi Gyula említést is tesz a korlátos alkalmazhatóságról, miután a legkritikább esetben fordul elő egy tagozatban két „harmadik bírálatos” dolgozat.

Azonban szintiszta logikai elvek alapján eddig lehetett eljutni. Ez már elegendő ahhoz, hogy pozitív valószínűséggel bekövetkező, nem pusztán elméleti lehetőségként merüljön fel az általam vizsgált tulajdonságok teljesülésének kérdése, amire véleményem szerint a szabályalkotónak *reagálnia kell*. Az Arrow-féle lehetetlenségi tétel sem válik marginális eredménnyé, hiába találunk egy olyan társadalmi választási függvényt, ami diktátormentes, teljesíti az univerzális értelmezési tartomány követelményét és a Pareto-feltételt, valamint

a gyakorlatban elhanyagolható valószínűséggel függ az irreleváns alternatíváktól.

9. Noha cikkemben nem fogalmaztam meg az univerzális értelmezési tartomány követelményét, ismételten felhívom a figyelmet arra, hogy a két közelebbi pontszám elve közvetlenül már csak azért sem alkalmazható, mert nem mindig létezik ilyen pontpár (legyen a három értékelés sorrendben 26; 14; 20).

10. A Bakacsi Gyula által említett elfogultsági posztulátum (nagy értékelési különbség esetén az egyik bíráló elfogult) az általam bevezetett feltételeknél ingatagabb alapokon nyugszik. Honnan tudhatjuk, hogy vannak elfogult, bár nem rosszhiszemű bírálók? Az elfogultság ekvivalens a nagy értékelési különbséggel? Miért ne fordulhatna elő, hogy a bírálók teljességgel egyetértenek a dolgozat érvrendszerében, a szerző által alkalmazott keretrendszerben, a munka tudományos értékében – csupán eltérő skálán értékelnek, máshol helyezkednek el a referenciapontjaik?

Ezért célszerű lenne a posztulátum kettéválasztása: első lépésben arról kell dönteni, létezhetnek-e elfogult bírálók, ezután pedig arról, hogyan azonosítsuk őket. Természetesen kiindulhatunk az értékelési különbségből, ám elég valószínűtlennek tűnik, hogy ebből egyértelműen következtethetünk az elfogultságra, például legalább 20 pontos eltérés esetén teljesen biztosak vagyunk benne, 19-nél viszont még kizárjuk ezt a lehetőséget. Véleményem szerint célszerűbb lenne egy sztochasztikus szabályt alkotni (azaz minél nagyobb a különbség, annál valószínűbb legyen a harmadik bíráló felkérése). Esetleg egy olyan optimalizálási feladatot felírni, ahol adott költségű, valószínűségi változónak tekintett bírálói értékelések esetén kell a lehető legmegbízhatóbb végső értékelésekhez jutni az erre a célra fordítható korlátozott „pénzösszegeből”.

11. Az általam javasolt megoldás, a három bíráló számítani átlaga kétségtelenül nem szüntet meg minden problémát (bár *ingatag-nak* minősítését túlzásnak érzem). Megtörténhet, hogy a háromból két bíráló színvonalasabbnak értékel egy dolgot, az összpontszám mégis alacsonyabb lesz. De ez ugyanúgy előfordulhat a két közelebbi értékelés figyelembe vételekor. Amennyiben valaki az utóbbi mellett érvelne – a monotonitás megsértésének magyarázata mellett –, olyan példát kellene mutatnia, ahol *vitathatatlanul* jobban teljesít. Visszatérve az euklideszi geometriával való párhuzamra: Bolyai János mesteri módon ismerte fel, hogy a párhuzamossági axióma elvetésével egy teljesen új, logikailag konzisztens rendszer alkotható – ám komoly bajba került volna, ha eredményét a hétköznapi fizikában szeretne volna alkalmazni.

A fentiek alapján a Bakacsi Gyula által vitatott pontokra a következőket válaszolnám:

A végső értékelés meghatározása az általam javasoltak helyett más axiómákra is alapozható – megfelelően indokolva, hogy az én feltételeim miért nem relevánsak.

A bevezetett tulajdonságokkal minden bizonnyal elmentem a tisztán matematikai alapon történő levezetés határáig. Ettől kezdve a döntéshozók értékvalasztásáról van szó, ezért nem fogalmaztam meg bizonyítható állítást.

Az A1 axióma megsértése azt jelentené, hogy két tudományos munka értékelése akkor is különbözhet, ha ugyanaz a három bíráló szakmai szempontból egyenértékűnek nyilvánította azokat.

Nem látom kizártnak az értékelési szabály meghatározásának jogi útra terelését.

Kulcsszavak: *tudományos munka értékelése, harmadik bíráló, axiómák, monotonitás*

Megemlékezés

Életének 95. évében elhunyt Dimény Imre agrármérnök, egyetemi tanár, az MTA rendes tagja. A Széchenyi-díjas tudós 1967 és 1975 között földművelésügyi és élelmiszerügyi miniszter, majd a Kertészeti és Élelmiszeripari Egyetemen 1986-ig rektor, tanszékvezető egyetemi tanár. 2017. március 15-ig, az élettől való csendes és méltóságteljes elköszönéséig pedig példásan, bölcsességgel tevékenykedő professor emeritus.



DIMÉNY IMRE

1922–2017

Nehéz elválni attól a Tudóstól, igaz Embertől, baráttól és mesterünktől, aki meghatározója volt életünknek, szakmai munkánknak, aki mindig hűséges volt önmagához, elveihez és szeretteihez, a magyar vidékhez, a mezőgazdasághoz, a történelemhez, aki az évtizedek sodrásában sziklaszilárdan állt, vagy haladt rendületlenül. Ahogy a francia mondaná: *Vous êtes toujours la même*. Tiszteletreméltó, halk, de határozott szűkszavúságával szolgálta és alakította szűkebb és tágabb környezetét. S ha időről időre nem, vagy kevéssé figyeltek rá, akkor is következetesen kitartott, hiszen az idő őt igazolta, mert a rá nem figyelmet mindig azok sínylették meg, akik így cselekedtek.

Honnan ez a múlhatatlan, örökifjú bölcsesség, pontosság, lényeglátás, emberszeretettől áthatott őserő? Mindez egy kis erdélyi faluból, kemény dolgozó „Erdély emberek” csa-

ládából gyökerezik, ahonnan a kis patak partjáról eljutott a nagy Duna-mentéig. Képletesen és a valóságban is. Adyval szólva: „az értől az óceánig”.

Dimény Imre, a kiváló tudós és államférfi 1922. augusztus 3-án született Ilyés Anna és Dimény János fiaként Erdélyben, Komollón, a Feketeügy-patak jobb partján, egy kis faluban. A középiskoláit Sepsiszentgyörgyön és Gyergyószentmiklóson

végezte, majd a II. világháború zajos és vérzivataros viharában 1940/41-es tanévben Horthy-ösztöndíjasként érettségizett.

Az édesanyja azt szeretete volna, hogy gyógyszerész legyen, ez azonban ösztöndíj hiányában nem valósulhatott meg. Ekkor jelentkezett a kolozsvári gazdasági akadémiára. Kolozsvár mérföldkő Dimény Imre életében. Nehéz anyagi körülmények között végzi el a főiskolát, de találkozik olyan tanárokkal, akik meghatározzák későbbi szakmai életét, és akikre példaképként tekintett: Bíró Gyula, Kuthi László, Kurty Sándor, Göllner (Dohy) János. Volt évfolyamtársaival mindig szoros kapcsolatban maradt. Többen is munkatársai lettek, tartották a barátságot, amely mindennél szentebb volt Imre számára.

Eléri őt is a háború. Rövid ideig (210 napig) katona is volt. *Tudod, a puskagolyókat Barnával a szalmakazlakba löttük ki...* – em-

lékezik. Barna, dr. Andrasovszky Barna tüdőgyógyász szakorvos igazi jó barátja volt.

Nagylétrára 1945-ben nevezik ki járási gazdasági felügyelőnek. Itt ismerkedik meg Buzgó Margit Erzsébettel és családjával. Jól lehet Imrének a tudásán kívül csak egy kis fonott kosár volt a teljes vagyona, 1947. augusztus 2-án összeházasodtak.

A hozományt mindketten így emlegetik: *egy ágy volt...* Albérletben laktak Váradi néninél, aki csodálatos asszony volt, és sokat segített a fiatal párnak.

Lányuk, Judit 1948. április 20-án születik. Dimény Imre nagyon büszke arra, hogy lánya kertészmérnök, egyetemi tanár és nyolc évig volt dékánja a Szent István Egyetem Mezőgazdaság- és Környezettudományi Karának.

Dimény közéleti munkásságának csúcspontja, hogy 1967-től 1975-ig mezőgazdasági és élelmiszer-ipari miniszter. Ezen a poszton addig és azóta is alig van olyan közszolga, akinek ilyen hosszú időt mért volna ki a történelem. Pedig ő igazi bölcs oroszánként küzdött a magyar mezőgazdaságért. Nevéhez fűződik az élelmiszer-gazdaság fogalom általanossá tétele. Elévülhetetlen érdeme a sikeres termelési rendszerek létrejötte, továbbá a kiegészítő tevékenység, a „háztáji” lehetőségek kiaknázása az ágazatban. Ebben az időben igen sikeres a magyar mezőgazdaság, Diménnyel szólva az élelmiszer-gazdaság sok tekintetben példaként szolgált egész Európában, és jó híre eljutott a tengerentúlra is.

Sokoldalú nemzetközi kapcsolatait elsősorban a szakma érdekében hasznosította. Számos miniszter tett látogatást nyugatról és keletről egyaránt. Így többek között Oscar Weis osztrák földművelésügyi miniszter (1968) is ellátogatott Magyarországra, pedig akkor még nem volt szokás *nyugatról keletre* látogatni.

Nagy szeretettel emlékszik sétáink, gyakori meghitt beszélgetéseink során Erdei Ferencre és Fehér Lajosra. Erdei aspiránsvezetője volt, Fehér Lajos pedig a politikát vette le a válláról – *tudod, neki köszönhetem, hogy nekem csak a szakmával kellett foglalkoznom...* Nyolc és fél éves miniszterségét a magyar mezőgazdaság aranykoraként emlegetik ma is. Felelős posztjai ellenére nem voltak ellenségei, nagyon sokan szerették, és mindenki tisztelte.

Múlt az idő a családban is, és 1974. április 30-án megszületett imádott unokája, Kokas Eszter. A nagyapai imádat sajátos és rá jellemzően szerény megnyilvánulása, hogy Eszter kedvenc virágát, az orchideát számtalan esetben, aktatáskájában eldugva vitte magával. A sors különös tiszteletadása, hogy éppen dédunokájának 16. születésnapjára készülve távozott közülünk az örökkévalóságba.

1975 után az oktatás területén működött. A Kertészeti és Élelmiszeripari Egyetemen tanszékvezető egyetemi tanár volt 1991-ig, 1975 és 1986 között a rektori posztot is betöltötte. Megszervezte és nyugdíjazásáig vezette az Ökonómiai Intézetet. Az egyetemhez kapcsolta az Országos Szőlészeti és Borászati Kutatóintézetet. 1962 és 1975 között a Gödöllői Agrártudományi Egyetem címzetes egyetemi tanára volt. 1992-től a Szent István Egyetem Élelmiszer-tudományi Kar tudományos tanácsadója, 1995-ben professor emeritus lett; a doktori bizottság elnöke volt 2000-ben és 2001-ben az agrárműszaki, agrár-közgazdasági és interdiszciplináris tudományterületeken. A Szent István Egyetem (SZIE), majd a Corvinus Egyetem, majd ismét a SZIE professor emeritusaként, évekig személyesen tisztelheték munkatársai, tanítványai. Tanszéki szobájában minden kedd délelőtt szinte az utolsó napig fogadta kollégáit és barátait, s mindenkihez volt néhány kedves, bölcs szava.

A mezőgazdasági gyakorlattal való kapcsolattartása példaértékű volt. Számos felfedeztetje, tanítványa él és munkálkodik sikeresen, itthon és szerte a világban. Mint Csikai Miklós, a szentesi Árpád-Agrár Zrt. elnök-vezérigazgatója is, aki annak a fiatal csapatnak volt a tagja, amelyet miniszterként egy évre Hollandiába küldött szaktanácsadást tanulni.

Tudományos érdeklődése kezdettől fogva töretlen volt. Mindig naprakész, innovatív, és az agrárökonómia, a mezőgazdasági műszaki fejlesztés tekintetében megkerülhetetlen volt. Ez irányú elkötelezettségét több kiváló tudós barátja, harcostársa is alakította, erősítette. Közülük is kiemelhetőek néhai Karai János és Bánházi Gyula gépész, Fekete Ferenc közgazdász és Sárközi Péter gazdász professzorok. Az őt követő tudós nemzedékek tagjai közül sokan Imre bácsinak köszönhetik, hogy bölcs tanácsára hallgatva, biztatásával és támogatásával, legyőzve kishitúságukat, tekintélytisztelő gátlásaikat, kiteljesedhettek tudományos és szakmai karrierjük.

Dimény Imre 1972-ben akadémiai doktori fokozatot szerzett, 1982-ben az MTA levelező, 1990-ben pedig rendes tagjává választották. A Magyar Agrártudományi Egyesület alelnöke volt 1963 és 1991 között. Mezőgazdaság-igazgatási tevékenységének eredményeként az 1965 és 1975 között lezajlott agrárreform a gépberuházások támogatásával felgyorsította a műszaki fejlesztést, és a hazai mezőgépgyártást is fejlesztette. A termelésben meghatározóbbá vált a rendszerszemlélet, a nemzetközi integráció pedig lehetővé tette a műszaki fejlesztést, a mennyiség növelése mellett a minőség javítását.

Miniszterként a kutatás-fejlesztési eredmények gyakorlati bevezetését szakmailag és pénzügyileg is támogatta. Hivatali ideje alatt indultak el az úgynevezett ágazati termelési

rendszerek a mezőgazdaságban, bevezették a nagyüzemi eszközök bérbeadását a kistermelőknek, az állatok kihelyezését, az ipari tevékenységet szabaddá tették a térszerek, az erdőgazdaságok, az állami gazdaságok számára.

Szakterületeként az agrárökonómián belül a műszaki fejlesztést tekintette, ezen belül pedig a humán erőforrás jelentőségét és fontosságát hangsúlyozta. Nemcsak szóban, hanem tettekben is egész életen át tartó töretlen aktivitással. Ez jellemezte igen figyelemreméltó és eredményes akadémiai, agrársztyábeli, osztálybizottság-alapítói és -működetői tevékenységét is. Nem a tiszteletbeli elnök piedesztálján foglalt helyet, ez nem az ő stílusa volt, hanem részt vett a mindennapok tudományos és szakmai küzdelmeiben, megfontolt, halk, de odafigyelést parancsoló, bölcs tanácsaival, állásfoglalásaival, világraszóló emlékezőképességével orientált, irányított és szolgált a szó legnemesebb értelmében.

Dimény Imre sokat tett az agrár-felsőoktatásért. Az agrárprofilú felsőfokú intézmények fejlesztésében 1961 óta vett intenzíven részt. Kezdeményező szerepe volt az agrárfőiskolák egyetemekké fejlesztésében. Minisztersége alatt teljesedett ki az ágazati felügyelet mellett működő intézményhálózat, alakulhatott ki annak elismert minőségbiztosítása. Így nem csoda, hogy az anyaintézményén kívül négy rangos egyetem is díszdoktorrá avatta (Gödöllő, Debrecen, Kaposvár, Mosonmagyaróvár). A diáktudományos (TDK) tevékenységet segítő munkásságáért pedig elnyerte az Országos Tudományos Diákköri Tanács legmagasabb kitüntetését, a Honoris Causa Pro Scientia Aranyérmét.

Számos hazai és külföldi tudományos egyesületnek, bizottságnak volt elnöke, alelnöke és aktív tagja. Sokat publikált: tizenöt tudományos könyvet, monográfiát írt, tuda-

mányos cikkeinek száma meghaladja a kétszázat, a népszerűsítő cikkeké, illetve a tudományos jellegű előadásoké pedig eléri a háromszázat. Számos ismeretterjesztő cikk, előadás őrzi az utódok számára figyelemreméltó gondolatait.

Szerteágazó munkásságát többek között Eötvös Loránd-díjjal (1986), Darányi-díjjal, SZIE Aranyéremmel (2002), az ENSZ Élelmezésügyi és Mezőgazdasági Szervezete, a FAO-érdemérmével (2003) és Széchenyi-díjjal (2007) ismerték el.

Búcsúznak Tőle akadémikustársai, kollégái, tanítványai, szeretett családja és az egész magyar agrártársadalom. Az MTA Agrár- és Bioműszaki Tudományos Bizottsága örökös tiszteletbeli elnökének emlékét, emberi méltóságát és tudományos hagyatékát megőriz-
zük.

Szendrő Péter

DSc. rector emeritus, professor emeritus
Szent István Egyetem

Dimény Judit

PhD, professzor emerita, Szent István Egyetem



TÜDŐ A LOMBIKBAN

Háromdimenziós, újfajta tüdőorganoidot hoztak létre amerikai kutatók (Columbia University Medical Center). A parányi szerv elődeihez hasonlóan emberi pluripotens őssejtekből „készült”, azonban ez az első olyan tüdőcske, amelynek szerkezete mind az elágazó légutak, mind a léghólyagok tekintetében megegyezik a tüdőével.

A szervek Petri-csészében történő reprodukálásának célja – létrehozta már például miniagyat, szívet, belet – az állatinál jobb emberi betegségmodellek, és gyógyszeresztelési eljárások kifejlesztése, illetve a személyre szabott medicina szempontjából is ígéretesnek tartják őket. Bárkinak a testi sejtjei, például bőrének sejtjei visszaprogramozhatók ugyanis összezszerű állapotba, így azokból olyan organoidok hozhatók létre, amelyek az adott személy genetikai anyagával rendelkeznek. Ezeken tanulmányozható az illető konkrét betegségének molekuláris háttere, illetve sejtpusztulással járó kór esetén a kilökődés veszélye nélkül lehet sejt pótlást alkalmazni.

Ebben a konkrét kutatásban Hans-Willem Snoeck és munkatársai a csecsemők alsó légúti fertőzéseit leggyakrabban okozó RSV-vírus (*respiratory syncytial virus*) mini tüdőre hatását tanulmányozták. Létrehozta továbbá egy olyan genetikailag módosított tüdőcskét is, amely a tüdő hegesedésével járó és kizárólag tüdő transzplantációval gyógyítható tüdőfibrozis modellje lehet. A tüdő organoid segítségével a kutatók a tüdő fejlődésé-

Kitekintés

nek folyamatait is vizsgálták, mert ez alapvető a betegségek patomechanizmusának igazi megértése szempontjából – mondják.

Chen, Ya-Wen – Huang, Sarah Xuelian – Rodrigues Ana Luisa et al.: A Three-dimensional Model of Human Lung Development and Disease from Pluripotent Stem Cells. *Nature Cell Biology* 2017. 19, 542–549. DOI:10.1038/ncb3510

A HOMOKSZEMEK MATEMATIKÁJA

Ausztrál és japán matematikusok és fizikusok nagy felbontású CT-felvételeket is felhasználva, numerikus szimulációk segítségével leírták a gömb alakú szemcsék viselkedésének, rendeződésének törvényszerűségeit. Ilyen egyszerűnek látszó rendszert alkothatnak például a homokszemcsék, a tabletták vagy akár együtt egy csomó focilabda. Ezek mozgás közben rendeződni, önszerveződni képesek, és a rendezetlenből a strukturált szerkezetekbe való átmenetnek, amely a kristályosodáshoz hasonlítható folyamat, számos technológiai vonatkozása lehet. A rendezetlen részecskékből hűtés során kialakuló rendezettség, a kristályosodás folyamata sokat vizsgált és matematikailag is leírt jelenség, a most megjelent tanulmány tárgya, az „atermikus kristályosodás” azonban felderítetlen területnek látszik.

A kísérleti munka során 1 mm-es akrilgyöngyök térbeli hengeres tartályokban történő elrendeződését különböző előkezelést

(rázogatás, öntés) követően CT-berendezéssel vizsgálták. A szemcsék helyzetét ezred mikrométer pontossággal határozták meg. A szerzők numerikus szimulációval kimutatták, hogy a részben rendezett szemcsék hasonló mintázatot mutatnak, mint amilyen a tökéletes kristályrácscs anyagok olvadásakor is megfigyelhető. Tetraédes és oktaédes pórusok négy alapmechanizmus szerinti képződését írták le. Ha a gömbök a legszorosabb illeszkedésbe rendeződnek, térkitöltésük 74%-ot ér el, ha azonban gyorsan ülepednek, a helykihasználás csak 64% körül van.

Saadatfar, Mohammad – Takeuchi, Hiroshi – Robins, Vanessa et al.: Pore Configuration Landscape of Granular Crystallization. *Nature Communications*. 8, Article number: 15082 (2017), Published online: 12 May 2017. DOI:10.1038/ncomms15082

IDŐS KORBAN JÓ AZ AGYNAK EGY KIS MARIHUÁNA

A marihuána aktív anyagának, a tetrahidrokannabinolnak (THC) rendszeres fogyasztása idős korban karbantartja az agyat, javítja a tanulási és memóriefunkciókat – legalábbis egerekben. Tinédzserkorban a hatás ellentétes.

A Bonni Egyetem kutatói Andreas Zimmer vezetésével az emlősök belső kannabinoid rendszerének működését tanulmányozták. Ez az a rendszer, amelyen keresztül a kívülről bevitt THC hatást képes kifejteni. Felfedezték, hogy azok az egerek, amelyeknél genetikai módosítások folytán az endokannabinoid rendszer nem működik, gyorsabban öregszenek és a szellemi hanyatlás jeleit is erősebben mutatják. Innen jött az ötlet, hogy megvizsgálják: vajon a rendszer ingerlésével idős állatok-

ban elérhető-e ezzel ellentétes hatás. Zimmerék kísérleteik során fiatal – két hónapos –, középkorú – egy éves – és idős – másfél éves – egereket kezeltek olyan kis dózisu THC-vel, amelynek még nincs pszichoaktív hatása. A kontrollcsoport tagjai természetesen nem kaptak THC-t.

Egy hónap elteltével az egereken kognitív teszteket végeztek, például labirintusból kellett kitalálniuk. A kontrollcsoportban a fiatal egerek jobban teljesítettek, mint a többiek. A THC-vel kezelték az idős egereket, amelyeknél azonban a középkorúak és az idősök teljesítménye elérte a kontrollcsoport fiatal tagjait. A kutatók azt is kimutatták, hogy THC hatására a memóriefunkciókért felelős agyterületen emelkedett az idegsejtek közti kapcsolatok száma.

A THC-s fiatal egereknél azonban a szellemi teljesítmény romlott, hasonlóan azokhoz a fiatal emberekhez, akiknek a tanulási és memóriefunkciói egy joint elszívását követő órákban vagy másnap csökkennek. A kutatók hozzátesszik: a marihuánás cigarettában jóval több kannabisz van, mint amennyivel az egereket kezelték.

Zimmer szerint a jelenség magyarázata, hogy fiatal korban az endokannabinoid rendszer sokkal aktívabb, így az extra THC túlstimulálja. Időseknél azonban az aktivitás csökken, ezért egy kis THC az optimális szintre juttathatja a rendszert.

A kutatók emberi klinikai vizsgálatot terveznek, hogy megállapítsák: idős embereknél származhat-e előny a kis dózisu THC-kezelésből.

Bilkei-Gorzo, Andras – Albayram, Onder – Draffehn, Astrid et al.: A Chronic Low Dose of Δ^9 -tetrahydrocannabinol (THC) Restores Cognitive Function in Old Mice. *Nature Medicine*. 2017. DOI:10.1038/nm.4311

NAGY LÉPÉS AZ ELEKTROKÉMIAI ENERGIATÁROLÁS TERÜLETÉN

Amerikai, kínai és szaúd-arábiai kutatók új grafén-nióbium-oxid szerkezetet alakítottak ki, amellyel – elektródként alkalmazva – az elemek energiatároló képessége jelentősen növelhető. A gyakorlatban alkalmazható elektródanyagokkal szembeni követelmény, hogy megfelelő mennyiségű energiát tároljanak, ugyanakkor ezt az energiát képesek legyenek minél gyorsabban leadni. Ezek az elvárások azonban ellentmondóak, a sok töltéssel ugyanis sok anyag jár, és nagy töltéssűrűség esetén a töltésáramlás sebessége csökken.

A nanoszerkezetű anyagok laboratóriumi mérések során ígéretes tulajdonságokat mutattak elektródként is, de ezidáig a gyakorlatban is használható mennyiségű töltést nem sikerült bennük tárolni. Nagyobb rétegvastagság esetén „behaltak”, négyzetcentiméterenként 1 mg anyagnyiség fölött pedig a diffúzió sebessége csökkent túlságosan.

A most megjelent cikk szerint a kutatóknak sikerült a grafén-nióbium vázszerkezet porozításának pontos méretezésével elérni, hogy a töltések diffúziójának nagy sebessége még 10 milligramm/négyzetcentiméter esetén is megmaradt.

Sun, Hongtao – Mei, Lin – Liang, Junfei et al.: Three-dimensional Holey-graphene/Niobia Composite Architectures for Ultra-high-rate Energy Storage. *Science*. 12 May 2017. 356, 6338, 599–604. DOI: 10.1126/science.aam5852

A HIDROGÉNHÍD EREJE

Első ízben mérték meg egy hidrogénkötés erősségét közvetlen módszerrel japán és svájci kutatók a Bázeli Egyetemen. A hidrogénkötés gyengébb a kémiai kötésekénél, molekulák vagy makromolekulák egyes részei kapcsolódhatnak össze egy hidrogénatomon keresztül (hidrogénhidnak is hívják). Gyakori és fontos szerepe van a természetben például a fehérjék térszerkezetének kialakulásában, de neki köszönhető, hogy a víz szobahőmérsékleten folyékony és nem gáz halmazállapotú. A vízmolekulák hidrogénkötéseken keresztül egymáshoz kapcsolódnak, és ez az oka annak, hogy a víz csak 100 °C fokon forr.

A kutatók a méréshez olyan szerves molekulákat rögzítettek egy felületre, amelyekről két hidrogénatom mindig felfelé áll. Ezután ezt a felületet közelítették egy pásztázó atomi erő mikroszkóp szén-monoxiddal kezelt tűjével. A tűn lévő oxigénatomok és a felületen kötött anyag hidrogénatomjai között mért erő jól egyezett a kutatás finn kooperáló partnerének elméleti számításaival.

Az eredmények felhasználásával arra is lehetőség nyílt, hogy nagyobb szerves molekulákat a hidrogénkötések alapján azonosítsanak.

Kawai, Shigeki – Nishiuchi, Tomohiko – Kodama, Takuya et al.: Direct Quantitative Measurement of the C–O...H–C Bond by Atomic Force Microscopy. *Science Advances*. 12 May 2017. 3, 5, e1603258 DOI: 10.1126/sciadv.1603258 • <http://advances.sciencemag.org/content/3/5/e1603258.full>

Gimes Júlia

Könyvszemle

A humor nagytón keresztül

A humor tudományos tanulmányozása és kutatása, bár valószínűtlennek és sokak szerint hihetetlennek tűnik, nem ismer tréfát. A *Humor nagytón keresztül* című könyv szerzői és szerkesztői már évek óta foglalkoznak humorkutatással és az ismert, illetve kevésbé ismert területeken szerzett eredményeiket – különböző témák keretein belül – mutatják be az olvasóknak. A kötet Boda-Ujlaky Judit, Barta Zsuzsanna, T. Litovkina Anna és Barta Péter szerkesztésében, a Tinta Könyvkiadó, a Selye János Egyetem és az ELTE Bölcsész tudományi Karának együttműködése eredményeként 2016-ban jelent meg, a *Segédkönyvek a nyelvészet tanulmányozásához* sorozat 188. részeként.

A négy tematikus egységbe foglalt, 18 írást tartalmazó, több mint 200 oldalas kötet, a *IV. Magyar Interdiszciplináris Humorkonferencián* elhangzott előadások egy részét mutatja be, melyet 2014 novemberében rendezett meg a szlovákiai Selye János Egyetem Tanárképző Karának Modern Filológia Tanszéke. A húsz szerző közül öt szlovákiai egyetemen tevékenykedik, ebből négy a Selye János Egyetem Modern Filológia Tanszékének oktatója, egyikük pedig a rózsahegy (Ružomberok) Katolikus Egyetem adjunktusa. A további szerzők magyarországi felsőoktatási intézményekben töltenek be különböző pozíciókat.

A kötet, mint a humorkonferenciák is, a humor elméleti kérdéseivel foglalkozik különböző megvilágításban, amit már a könyv

fejezetcímei is kiválóan tükröznek. Foglalkozik a humor nyelvészeti megközelítésével, elemzi a humor különbségeit a különböző társadalmakban és társadalmi csoportokban, rávilágít a humor szerepére a társas és pszeudotársas viszonyokban, továbbá jellemzi a humor irodalmi és filozófiai aspektusait is.

A kötet írásai szerkezetileg követik a tudományos munkák megszokott formáját. Egy rövid bevezetést követően, melyből megtudhatjuk az adott írás motivációit, illetve célkitűzéseit, a szerzők világos, szemléletes leírást adnak a kutatási eredményeikről, majd azt egy összefoglalóval, illetve az irodalmi források felsorakoztatásával zárják. A leírásokat az ábrák, illusztrációk és példák sokasága még élvezetesebbé, érdekesebbé teszi, és segíti az egyes fejezetekben felbukkanó fogalmak, problémák megértését és könnyítik az ismeretszerzést. A kötet írásai közül szeretnék párat, a teljesség igénye nélkül bemutatni, hogy az olvasók is betekintést nyerjenek a humorkutatás változatos, szerteágazó világába, és megismerjenek párat a rendelkezésre álló kutatási eredményekből.

Az első tematikus egység, melynek írásai nyelvészeti szempontból vizsgálják a humor tárgykörét, öt különböző témájú és terjedelmű tanulmányt foglal magába. Drahotka-Szabó Erzsébet *A humor fordíthatósága, fordíthatatlansága* című írásában arra próbál rámutatni, hogy bizonyos szöveget miért nem lehet vagy miért nem érdemes lefordítani. Három különböző akadályt különböztet meg: nyelvi, kulturális és ezek kombinációját, melyek

megértését a felsorakoztatott példák mindegyike elősegíti. Tamás Ildikó írása a halandzsával mint a nyelvi humor eszközzel foglalkozik. Egy rövid történeti bevezető után, melyből megtudhatjuk, hogy a halandzsa szó Karinthy Frigyes alkotása, és a nonszensz, illetve badar szavak szinonimája, az író rámutat arra, hogy a folklóron és az irodalmon kívül, a hétköznapi kommunikációban is találunk halandzsa elemeket. A halandzsa értelmetlensége, mely természetes vagy elfogadott, komikus hatást kelt a hallgatóban. Géro Györgyi írásában összeveti a népi humoros történetek, illetve a magyar viccek témaköreit, és rávilágít a köztük lévő hasonlóságra. Ezt követően Schirm Anita a *stand-up comedy*-ben gyakorta szerepet kapó alakzatok szerepét vizsgálja, melybe beletartoznak a metaforák, a metonímiák, az irónia, a hiperbola, a litotés, az oximoron és a tautológia is. Az első rész utolsó munkája T. Litovkina Anna és Barta Péter közös írása, mely a „Tom Swiftyk” szerepét kutatja a 21. század elején, és a magyar nyelven kívül angol, orosz, francia, holland példákkal mutatják be azok előfordulásait és használatát. A Tom Swiftyk a wellerizmusok folytatásai és továbbfejlesztései. A wellerizmus valójában egy rövid epikus folklórműfaj, melynek tipikus magyar példái között a szerzők megemlítik a „Majd meglátjuk – a vak is azt mondta”, illetve az „Ez a hét is jól kezdődik, mondta a cigány, amikor akasztani vitték” példát. A szerzők rámutatnak arra a tényre, hogy a Tom Swiftykben szinte minden téma fellelhető: a nők és férfiktól kezdve a pénz, a szerelem, a házasság, a válás, a foglalkozások, a tudomány, a kaland mind témáját képezheti ezen epikus proverbiumoknak.

A kötetet második részében a szerzők különböző történelmi események és társadal-

mak kapcsán mutatják be a humor kulcsfontosságú szerepét. Tamás Ágnes írása elemzi az első világháború utáni Párizs környéki békekélcsep karikatúráit; Séra László és Boda-Ujlaky Judit pedig kiemeli a humor történelem során lezajlott társadalmi tiltakozásokban betöltött fontos szerepét. Hidas Judit japán egypercesekkel szeretne rávilágítani arra, hogy egy nyelvet nem elég ismerni és beszélni, mert a nyelv tudása mellett elengedhetetlen a szociokulturális, kommunikációs és pragmatikai szabályok ismerete is. Ezekkel a groteszk rövid történetekkel próbálja közelebb hozni az olvasóhoz a japán mindennapokat, életformát, gondolkodást, kommunikációt és kapcsolatokat.

A kötet harmadik része két kvantitatív kutatást mutat be. Ďurka Róbert kérdőívvel felméréssel próbálta 221 egyetemi hallgatónál vizsgálni a humorstílus és a D-típusú személyiség kapcsolatát. Maga a kérdőív négy humorstílus azonosítására alkalmas, melyből kettőt a pozitív (kapcsolati humor, évnédő humor) és kettőt a negatív (agresszív humor és énléértékelő humor) típusba sorolnak. Boda-Ujlaky Judit és Séra László a gelatofóbia, tehát a nevettségessé válástól való félelem és a megaláztatás közti kapcsolatot kutatta kérdőív vizsgálatok során. Az eredményeket mindkét írás statisztikai számításokkal illusztrálja, majd megvitatják, illetve következtetéseket vonnak le ezekből. A fejezetben a stand-up comedy humorát, az udvariátlan-ságot középpontba állítva, és a beszédaktusvicceket is nagytón alá helyezik az írók.

A kötet utolsó tematikus egysége irodalmi és filozófiai témákat sorakoztat fel. Puskás Andrea a híres rendező, forgatókönyvíró és nem utolsósorban novellairó Woody Allen humorával foglalkozik. Írásában a posztmodern humor jellegzetes eszközeit kutatja,

Woody Allen *Mellékhatások* című kötetében. A kötet novelláiban a komoly és gyermekes viselkedés – nyelvet öltenek egymásra a szereplők egy irodaházban – keveredik, ami abszurd, szinte bizarr szituációkat teremt. Alkalmazza továbbá a stand-up comedy elemét, mivel a történetek narrátorai gyakran humoristákra emlékeztetnek. Riszovany Mihály Ralf König, korunk egyik híres német karikatúristája és képregényírója két bibliai tárgyú képregényének humoros elemeit tárgyalja, melyben Ádám Éva helyett egy zsiráffal vizsgáztatódik, Lucifer egy rózsaszín kígyó kis sátányszerű szarvakkal, Noé pedig egy részeges, középkorú, elégedetlen alak, aki el akarja pusztítani a világot. A könyv végén az olvasó fellelheti az IV. Interdiszciplináris Humor-konferencia részletes programját és az ese-

mény keretein belül elhangzott előadások absztraktjait.

Mindent egybevetve a könyv amellet, hogy ismeretekben gazdag, szórakoztató olvasmány is; izgalmas, élvezetes, de mégis tudományos stílusban megírt írások tárháza. A kötetben felsorakoztatott témák változatosága lehetőséget kínál arra, hogy ki-ki a saját érdeklődésének megfelelően mélyedjen el egy-egy témában. Ezt a kötetet nemcsak nyelvészeknek, kutatóknak ajánlom, hanem bárkinek, akik egy kicsit szeretnének elmerülni a humor komplex világában. (*Boda-Ujlaky Judit – Barta Zsuzsanna – T. Litovkina Anna – Barta Péter (szerk.): A humor nagyítón keresztül. Budapest: Tinta Könyvkiadó, 2016*)

Mikusová Melinda

PhD-hallgató, ELTE

Társadalom és gazdaság Betekintés egy „néprajzos szociálanropológus” munkásságába

A több mint félezer oldalt tartalmazó könyv rendhagyó, bár nem teljesen példa nélküli születésnap ajándék: nem az ünnepeltnek, Sárkány Mihálynak írtak, munkatársak, barátok, tanítványok, hanem magának az ünnepeltnek mintegy másfélszáz tanulmányából választott ki harminchetet, és szerkesztette tanulmánykötetté a pályatárs és néprajzi kutatóintézetbeli kolléga, Vargyas Gábor. Ily módon valójában a szakma kapott ajándékot, melynek jelentőségét aligha lehet túlbecsülni: klasszikusok, új eredmények és az egyetemi oktatásban kötelezőként feladott olvasmányok egyaránt helyet kaptak a kötetben (mint *A lakodalom funkciójának megváltozása falun*, vagy a varsányi kutatás alapján íródott *A gazdaság átalakulása*), tehát tankönyvként is ki-

válóan hasznosítható. Sárkány Mihály ugyanis, aki gazdasági és szociálanropológusok, etnológusok, néprajzosok generációit oktatta, aki közvetített a külföldi és a magyarországi tudományosság között – energiájának jó részét olyan művek megírásába fektette, melyek többsége túl speciális folyóiratokban jelent meg ahhoz, hogy könnyen elérhetővé válhassanak az érdeklődők számára. A hosszú és gazdag, vagy fél évszázadot felölelő életpálya eredményeinek jelentős része végre egy könyvben olvasható, mely könyv harmadik a Sárkány Mihály neve alatt megjelent önálló kötetek sorában. Ez egyúttal azt is jelenti, hogy amikor a kötetet bemutatjuk, akkor az életpálya, az életmű egy jelentős vonulatát, valamint a szerzőnek az antropológia és néprajztudomány berkein belül betöltött szerepét is méltatnunk kell. Másrészt azt is jelenti, hogy nem tudunk az összes írásra reflektálni, mert csak a címük felsorolása is jóformán kitöltené a rendelkezésre álló szűkös kereteket.

A válogatás fő szempontja, ahogyan azt a Vargyas Gábor tollából született, Sárkány Mihály életpályáját bemutató kiváló és részletes tanulmányban olvashatjuk, az volt, hogy elsősorban a magyarországi kutatásokról szóló és magyar vonatkozással bíró munkák kerüljenek be a jelen kötetbe. Tudvalevő, hogy a szerző ugyanolyan otthonosan mozog afrikai terepeken is, mint a magyar falvakban. S bár az egzotikum ezúttal kimaradt, a kizárólagosan magyar tematikájú válogatás is alkalmas arra, hogy megmutatkozzék Sárkány Mihály szerteágazó érdeklődése, mely az elméleti és tudománytörténeti problémáktól az esettanulmányokig a társadalomkutatás folyamatának valamennyi aspektusát érinti. A sokoldalúság az ő esetében azonban nem vezet sem sekélyességhez, sem szétszórtságához.

Sárkány Mihály második, 2000-ben megjelent kötetének címe (*Kalandozások a 20. századi kulturális antropológiában*) azt sugallja, hogy a szerző vagabund módjára csatangolt a „szociokulturális antropológia” széles mezején. A valóságban már pályája kezdetétől nagyon is célirányosan és tudatosan építette fel azt a személyes tudás-portfóliót, amely a kulturális és szociálanropológia jelenlegi *doyenjévé* avatja.

Hasznára vált ebben tudománytörténeti érdeklődése, melynek segítségével a néprajz, a kulturális, gazdasági és szociálanropológia és egyéb rokontudományok útvesztőiről oly pontos térképet sikerült rajzolnia, amely nemcsak saját maga számára teszi egyértelművé, honnan jött és merre tart, hanem tanítványai, fiatal munkatársai, sőt, az egész szakma részére lehetővé teszi a tájékozódást. S miután kivételesen nagy rálátással bír valamennyi, fentebb említett tudományra, joggal vallja magát valamennyi diszciplína képviselőjének. S viszont: e szakterületek művelői is

mentorukként tekintenek rá. Sárkány Mihály vezető szerepét fél évszázados kitartó, szíves munkálkodásával, töretlen kíváncsiságával, valamint a tudomány és tárgya, az ember iránti alázatos hozzáállásával vívta ki. E szerepet pedig arra használja fel, hogy utat mutasson valamennyi felsorolt tudomány képviselői számára, és együttműködésre, álláspontjaik összehangolására buzdítsa őket. Erről tanúskodik több tanulmány is a kötetben, köztük az *Elméletek és korszerűség a magyar etnológiában* (493–504.), melyben a *történetileg elmélyíthető szociálanropológia* látásmódját javasolja közös platformként. Mindezek mellett rámutat arra, hogy egy tudomány számára létszükséglet, sőt, jövőjének, továbbfejlődésének záloga, hogy elődeinek munkásságát elismerje, beillesse saját paradigmájába – talán nem túlzás azt mondani, hogy ő maga is ezt a célt szolgálja tudománytörténeti és elméleti munkáival.

A szerkesztő jóvoltából (de nem teljesen a szerkesztő csoportosítása szerint) a kötetben található műveknek/témáknak négy egymástól elkülöníthető, mégis egymással összefüggő, egymást több ponton metsző halmaza van:

I.) Az első azokat a tanulmányokat tartalmazza, mely a magyar társadalomnak a két világháború közötti időszaktól máig tartó változási tendenciáit vázolják fel. Ezek a munkák pontos etnográfiai leírások az életmódról, gazdálkodásról, családi viszonyokról, melyek megalapozzák a szabatos és megvilágító erejű, elméleti szempontú elemzéseket. Sárkány Mihály több helyütt is kutatott, de valamennyi terepmunka közül kitűnik a varsányi. Részint, mert a '70-es évek elején a Bodrogi Tibor által koordinált, több kutató által végzett csoportos terepmunka a nyugati társadalomkutatás szempontjai szerint is korszerűnek számító, valódi szociálanropológiai

közösségtanulmány volt; részint, mert a kutatás eredményei Sárkány Mihály közreműködésével angolul is megjelentek, s ezzel az ő neve is ismert lett. A varsányi vizsgálat később igazodási ponttá vált a magyar viszonyok iránt érdeklődő nyugati kutatók számára. Ami különösen izgalmas: hogy harminc év múltán ugyanezen a helyszínen megismételtek az adatfelvételt, ezúttal Sárkány Mihály vezetésével. Szerzőnk megmaradt az eredeti témájánál, a gazdasági élet vizsgálatánál. A termelési viszonyok kétszeri átalakulásának végigkövetése rendkívüli tanulságokkal szolgál valamennyi társadalomtudomány számára.

II.) A másik nagy téma a klasszikus szociálintropológiai tárgynak, a rokonságnak a tanulmányozása, ezen belül a rokoni terminológiának, a rokoni csoportok működésének, a rokonsági intézményeknek és változásaiknak a vizsgálata – szigorúan a társadalmi struktúra átalakulásával párhuzamba állítva. A tanulmányok magyar őstörténeti, illetve recens néprajzi anyag elemzésével és általános etnológiai meglátásokkal, tudománytörténeti kérdésekkel egyaránt foglalkoznak. Sárkány Mihály Bodrogi Tibor nyomdokain halad, mondhatni, egyedüli követőként, mert jelenleg ő ennek a szakterületnek talán az egyetlen magyarországi, elsősorban magyar nyelven publikáló szakértője, aki teoretikus jellegű problémákhoz szintén hozzá tud szólni. Tanulmányai bizonyítják, hogy a rokonságkutatás egyáltalán nem idejétmúlt, hanem ma is izgalmas kérdésvetésekké képes előállni, és alkalmas egy adott közösség társadalmi valóságának leképezésére.

III.) A harmadik vonulat a gazdasági antropológiai tanulmányoké: az ide sorolható írások tudomány- és eszmetörténeti reflexiókat, etnológiai vonatkozású elemzéseket, a törzsi társadalmakban megfigyelhető általá-

nos változási tendenciákat mutatnak be, de az első blokkban már említett magyarországi terepmunka-tanulmányok egy részét teljes joggal sorolhatjuk be ide is. Sárkány Mihály néprajzi szakdolgozatának megírása óta (amely *A közösségek közötti csere* címmel első köteteként jelent meg 1998-ban, jelen kötetben pedig tudománytörténeti bevezetője olvasható csekély változtatásokkal [341–365.]) elköteleződött a gazdasági antropológia iránt, s e szakterületnek is legkimagaslóbb magyarországi képviselőjévé vált. Az ő nevéhez fűződik a gazdasági antropológia nemzetközi karriert befutott nagy alakjának, a szubsztantivista irányzat megalapítójának, Polányi Károlynak magyarországi recepciója; de azóta is fáradhatatlanul szállítja a külföldi tudományosság friss eredményeit, mint például az *Etnicitás és gazdaság* című, 2010-es tanulmányában (417–429.). A magyar vonatkozásokról sem elfeledkezve, felkutatta és bemutatta az olyan kutatók sajnálatosan feledésbe merült nemzetközi színvonalú munkásságát is, mint amilyen Somló Bódogé is volt (367–374.), aki méltán tekinthető a hazai gazdasági antropológia egyik előfutárának.

IV.) Végül az utolsó nagy témacsoport, mely szorosan összefonódik az előzőekkel, mintegy kvintesszenciáját adva azoknak: a tudomány- és eszmetörténet. A tanulmányoknak legalább egyharmadát teszik ki azok az írások, melyekben Sárkány Mihály a kulturális és szociálintropológia, gazdasági antropológia vagy a néprajztudomány nagy irányzatait, elméleteit vagy azok képviselőit mutatja be, veti össze, kritizálja, vagy éppen kapcsolódási pontot keres közöttük. Mint fentebb már bemutattuk, széles tájékozottságának és elméleti rálátásának köszönhetően ő az, aki tudománytörténeti szemszögből leginkább el tud helyezni egy adott tudományos művet,

elméletet a maga súlya és jelentősége szerint. Nem véletlen, hogy a *Magyar Néprajz* VIII., *Társadalom* című kötetének tudománytörténeti áttekintését is ő kapta meg feladatul: ez olvasható *A társadalomnéprajzi kutatás hazai története* című írásában (7–86.).

Atyamestereinek és pályatársainak műveit, elméleteit tanulmányokban és nekrológokban szintúgy bonckés alá veszi, határozotlan kijelölve helyüket a tudományos mezőben. Így tesz többek között Bodrogi Tiborral, Tálasi Istvánnal, Gunda Bélával, Bartha Antallal, Hoffmann Tamással, Boglár Lajossal; s ami különösen fontos, nemcsak a magyar tudományos élet keretei között, hanem a nemzetközi tudományosságon belül is elhelyezi munkásságukat. Bármennyire személyes kapcsolat fűzte a bemutatott személyhez, elfogulatlanul ítéli meg műveinek jelentőségét; kritikát pedig mindig az értékelt életmű belső koherenciájának, saját logikájának való megfelelése függvényében fogalmaz meg.

Sárkány Mihály fentebb említett kritikái látásmódja egyébként nem a politikai rendszerváltás terméke. Tudjuk, hogy az 1949-es fordulat óta a néprajz sem kerülhette el azt az ideológiai nyomást, amely minden társadalomtudományra ránehezedett. A szerzőnek az 1970-80-as években írott tanulmányai azonban nem avultak el, ma is olyan érvényességgel bírnak, mint első megjelenésükkor. Ez annak köszönhető, hogy az uralkodó marxista elméletet ugyanolyan kritikusan kezelte és csupán viszonyítási alapnak tekintette, mint bármelyik külföldi „polgári” elméletet az antropológiában. Mindegyikből azokat a momentumokat használta fel, amelyeket arra érdemesnek ítelt, akár Marxéról, akár Sahlinséról, Wolféról vagy Polányiéról volt szó. A nagy, látványos és divatos elméleteket is kérlelhetetlen logikával elemezte,

rámutatva esetleges hiányosságaikra, buktatóikra vagy elnagyoltságukra. De nem habozott magát sem korrigálni, ha újabb, meggyőzőbb adatokra bukkant (lásd az *Etnográfia, etnológia és az antropológiai perspektíva* című tanulmányt [479–491.]).

A kritikus hangvétel ellenére ugyanakkor jellemző rá a konszenzuskeresés, a kiegyensúlyozó és békítő szándék. A *Néprajz és szociokulturális antropológia* című tanulmányában (543–557.) a két, időnként egymással rivalizáló tudományág összehangolására tesz kísérletet anélkül, hogy uniformizálni akarná őket, rámutatva arra, milyen módon gazdagodhatna a két fél a másik meglátásainak, szemléletmódjának, tárgyválasztásának sajátjai közé illesztésével.

Mint láthattuk, Sárkány Mihály munkássága kapcsán joggal beszélünk a tudomány iránti alázatról, de éppúgy kiemelhetjük szellemi igényességét, az emberi társadalmak működésének megismerése iránti olthatatlan szenvedélyét is. Egész pályáján az a hajtóerő mozgatta, hogy az általa kutatott közösségek életét minél pontosabban láttassa, s hogy az ilyen vizsgálatokból leszűrhető tanulságok érvényességét a tudományos absztrakció minél magasabb szintjeire emelje, hogy összevethetőkké váljanak más kutatások tanulságaival.

Ő az az antropológus, aki az összehasonlítás igényéről, az emberi társadalmak működésével kapcsolatos egyetemes érvényességű meglátások kereséséről soha nem mondana le, miközben nagyon is tisztában van a terepmunka buktatóival, az adatszerzés és -konstruálás folyamatában rejlő hibalehetőségekkel. Az erudíció és a szilárd teoretikus keretek, a módszeres felkészültség számára éppen ezért fontosak, de nem becsüli túl jelentőségüket – annyira semmiképpen, hogy a tökéletességre törekvés gúzsba kösse a terepmunkás kezét,

eltántorítsa a megismeréstől. Úgy véljük, szemléletére igen jellemző az az alább olvasható idézet, melyet a BUKSZ-vitában Niedermüller Péternek a néprajztudományt kritizáló cikkére írt válaszából (447–61) emeltünk ki:

„Nincs olyan eljárás, szemléletmód [...], amellyel a változó társadalmi lét bármelyik pillanata, bármilyen kulturális megnyilvánulás úgy volna leírható, hogy fölöslegessé tenné a leírás korlátainak kiderítését. Csakis ez a kritikus adatkezelés ad esélyt arra, hogy

az ember társadalmi létéről ismereteket halmozzunk fel. Másfelől ne feledjük, hogy *ezzel az eséllyel valóban rendelkezünk.*” (Sárkány Mihály: *Társadalom és gazdaság. Válogatott szociálanropológiai írások*. Összeállította: Vargyas Gábor. Budapest: l'Harmattan Kiadó–MTA Bölcsészettudományi Kutatóközpont Néprajztudományi Intézet, 2016, 557 p.)

Molnár Ágnes

PhD, egyetemi adjunktus, Miskolci Egyetem
Kulturális és Vizuális Antropológiai Intézet



CONTENTS

What Would Happen If Climate Change Stops? And If It Doesn't?

Guest Editor: László Szarka

Mária Csete – László Szarka: Introduction	642
Gábor Vida: State of Climate 2016	645
Zoltán Somogyi: Precautionary Principle and Climate Change. What Do Forests Warn Us?	652
Gyula Zilahy: Climate Change and Business – With or Without	658
Szabolcs Harangi: Climatic Effect of Volcanic Eruptions: Even the Small Ones Could Have a Role!	664
András Gelencsér: Climate Change and Human Activity	674
László Szarka: Global Environmental Challenges Are Alarming Independently of Actual Climate Change Tendencies	680
Attila Csaba Kondor – Zoltán Kovács: Emission Decrease and Urbanisation: Contradictions and Parallels	686
László Kordos: On Human Phenomena	691
László Antal Z.: Relation between Society and Environment in Holistic Approach.....	694

Study

József N. Szabó: The Natural Sciences Elite in the Years of the Political Changes (Autumn 1946–1948)	701
István Kenesei: From Sentence to Word	708
István Fodor: Ancient Hungarian Sabretache Plates and Their Eastern Analogies	723

Academy Affairs

MTA General Assembly 2017	732
---------------------------------	-----

Interview

Júlia Gimes' Interview with Szilveszter E. Vizi	741
---	-----

Discussion

Gyula Bakacsi: Axioms or Criteria. Replicating László Csató's Article	746
László Csató: Reflections on the Debate Contribution of Gyula Bakacsi.....	752

Obituary

Imre Dimény 1922 – 2017 (<i>Péter Szendrő – Judit Dimény</i>)	755
---	-----

<i>Outlook (Júlia Gimes)</i>	759
------------------------------------	-----

<i>Book Review (Júlia Sipos)</i>	762
--	-----

Ajánlás a szerzőknek

1. A Magyar Tudomány elsősorban a tudományterületek közötti kommunikációt szeretné elősegíteni, ezért főleg olyan dolgozatokat közöl, amelyek a tudomány egészét érintik, vagy érthetően mutatják be az egyes tudományterületeket. Lapunk nem szakfolyóirat, ezért a szerzőktől közérthető, egy-egy tudományterület szaknyelvét mellőző cikkeket várunk.

2. A terjedelem ne haladja meg a 30 000 leütést (szóközökkel együtt), ha a tanulmány ábrákat, táblázatokat is tartalmaz, kérjük, arányosan csökkentsék a szöveg mennyiségét. Beszámolók, recenzók terjedelme ne haladja meg a 7–8000 leütést. A kéziratot.doc vagy .rtf formátumban, e-mailen vagy CD-n kérjük a szerkesztőségbe beküldeni.

3. Másodközlésre csak indokolt esetben, előzetes egyeztetés után fogadunk el dolgozatokat.

4. Kérünk a cikkhez 4–6 magyar kulcsszót és az írás angol címét, valamint a szerző nevét, tudományos fokozatát, munkahelye pontos nevét, s ha közölni kívánja, e-mail címét. Külön kérjük azt a levelezési és e-mail címet, telefonszámot, ahol a szerkesztők a szerzőt általában elérhetik.

5. Kérjük, hogy a cikkben mindig jelöljék az idézetek forrásait.

6. Idegen nyelvű idézetek esetében kérjük azok lábjegyzetben vagy zárójelben való fordítását is.

7. Kérjük, az irodalomjegyzékben adják meg az idézett cikkek DOI (Digital Object Identifier) kódját, s ha a cikkhez, könyvhöz ismernek szabad, ingyenes elérést, akkor azt is.

8. A szövegben emlegetett, hivatkozott személyek vagy intézmények teljes nevét kérjük kiírni azok első előfordulásakor.

9. Kérjük, az idegen nyelvű ábrák szövegét fordítsák le, vagy mellékeljenek egy szöveget.

10. Ha a szerző nem saját illusztrációit használja, akkor fel kell tüntetni azok forrását. A szerző dolga, hogy kiderítse a copyright tulajdonosát, és amennyiben nem szabad felhasználású, engedélyt szerezzen a közléshez.

11. Szövegközi kiemelésként *dólt*, vagy *félkövér* formázást alkalmazunk; ritkítást, VERZÁLT,

KISKAPÍTÁLIST és aláhúzást nem. A jegyzeteket lábjegyzetként kérjük megadni.

12. Az ábrák érkezhetnek papíron, lemezen vagy e-mail útján, bármilyen vektoros vagy pixeles formátumban; utóbbi esetben jól olvasható, finom felbontásban és min. 10×10 cm-s tényleges méretben. Kérjük, hogy ne a Word-dokumentumba ágyazottan, hanem külön küldjék őket. Készítésüknél vegyék figyelembe, hogy lapunk **nem** színes, és a tükörméret 125 mm. A szövegben tüntessék fel az ábrák kívánatos helyét.

13. A hivatkozásokat mindig a közlemény végén közöljük, a lábjegyzetekben legfeljebb utalások lehetnek az irodalomjegyzékre. Irodalmi hivatkozások a szövegben: (szerző, megjelenés éve) pl. (Balogh, 1957). 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. Kérjük: csak olyan és annyi hivatkozást írjanak, amilyen és amennyi elősegíti a megértést. Számuk ne haladja meg a 10–15-öt.

14. Az irodalomjegyzéket ábécé-sorrendben kérjük. A tételek formája a következő legyen:

• Folyóiratcikkek: Feuer, Michael J. – Towne, L. – Shavel, R. J. et al. (2002): Scientific Culture. *The Educational Researcher*, 31, 8, 4–14.

• Könyvek: Rokkan, Stein – Urwin, D. W. – Smith, J. (eds.) (1982): *The Politics Identity*. Sage, London

• Tanulmánygyűjtemények: Halász Gábor – Kovács Katalin (2002): Az OECD tevékenysége az oktatás területén. In: Bábosik István – Kárpáthi Andrea (szerk.): *Összehasonlító pedagógia*. Books in Print, Budapest

15. Ha internetes írásra hivatkozik a szerző, ennek formája a szövegben (URL₁), (URL₂) stb., az irodalomjegyzékben URL₁: Magyar Nemzeti Bibliográfia <http://mnb.oszk.hu/>

16. A Magyar Tudomány kefelevonatokat nem küld, de elfogadás előtt minden szerzőnek elküldi egyeztetésre közleménye szerkesztett példányát.